

UNIVERSITE DE FRANCHE-COMTE
ECOLE DOCTORALE «LANGAGES, ESPACES, TEMPS, SOCIETES»

Thèse en vue de l'obtention du titre de docteur en
ARCHEOLOGIE

**« DE LA PIERRE A LA MEULE »
DURANT LE NEOLITHIQUE
CIRCULATION ET GESTION DES MATIERES PREMIERES
ENTRE RHIN ET RHONE**

Présentée et soutenue publiquement par

Annabelle MILLEVILLE

Le 17 décembre 2007

Sous la direction de Pierre PETREQUIN

Membres du Jury :

Olivier BUCHSENSCHUTZ, Directeur de recherche au CNRS, Paris, Rapporteur
Matthieu HONEGGER, Professeur de préhistoire et directeur du Laténium, Neuchâtel, Suisse, Rapporteur
Pierre PETREQUIN, Directeur de recherche au CNRS, Besançon
Danielle SANTALLIER, Maître de conférence honoraire à l'université Claude Bernard - Lyon 1
Stéphanie THIEBAULT, Directeur de recherche au CNRS, Paris

Les opinions, les théories, les systèmes
passent tour à tour sur la meule du temps
qui leur donne d'abord du tranchant et de l'éclat
et qui finit par les user

Rivarol (1753-1801)

Remerciements

Ce travail sur les meules n'aurait jamais vu le jour sans le soutien de nombreuses personnes que je me dois de remercier ici.

Ma première pensée va à Pierre Pétrequin, qui a accepté de diriger cette thèse. Je le remercie de m'avoir fait confiance dès le début de ce travail, moment où peu de gens s'enthousiasmaient pour mon idée de sujet, à première vue ingrat. Pétrus a joué le jeu et m'a confié les collections de la Combe d'Ain, me donnant ainsi accès à des données exceptionnelles et m'intégrant à une équipe formidable. Je lui suis très reconnaissante pour son soutien et son appui ainsi que pour les connaissances qu'il m'a transmises.

Danielle Santallier a accepté de co-diriger cette thèse, en assurant une large part de ma formation en géologie, en me mettant sous son aile au sein du bâtiment Géode du Campus de la Doua, et en suivant la progression de ce travail jusqu'à son point final. Qu'elle soit remerciée ici de son investissement et de sa bienveillance à mon égard.

Messieurs Aimé Bocquet et Albert Hafner m'ont amicalement ouvert leur porte et m'ont confié leurs collections de meules et autres outils lithiques pondéreux. Je les en remercie chaleureusement.

Olivier Buchsenschutz, Matthieu Honegger et Stéphanie Thiébault ont accepté de porter un regard critique sur ce travail, j'en suis très honorée et tiens à leur exprimer mes plus vifs remerciements.

Durant cette thèse, différents laboratoires m'ont soutenue, en premier lieu l'UMR 6565, Laboratoire de Chrono-écologie de Besançon, dirigé par Hervé Richard que je remercie de son engagement. L'UFR des Sciences de la Terre de l'Université Claude Bernard Lyon 1 m'a accueilli durant ces six années, et je remercie son directeur, Pierre Hantzpergue, de m'y avoir accepté. Enfin, l'UMR 5138, Archéologie et Archéométrie de l'Université Lyon 2 m'a logée dans ses locaux, donnant à cette thèse un confort matériel certain. J'en remercie Anne Schmitt, sa directrice, ainsi qu'Evelyne Debard, cette dernière ayant eu la lourde tâche de me côtoyer (presque) quotidiennement, et ayant su m'apporter son soutien et ses conseils.

Outre ces laboratoires, j'ai bénéficié d'aides financières de l'association de recherche paléoécologique en archéologie (ARPA) présidée par Alain Argant, ainsi que du centre de recherche archéologique de la vallée de l'Ain (CRAVA), présidé par Christophe Bontemps. Que ces associations, actrices essentielles de la recherche française, soient ici remerciées de leur aide.

Tout au long de ce travail, les collaborations ont été nombreuses, et la plus fructueuse de toute est sans nul doute celle de Luc Jaccottey (INRAP Grand-Est-Sud, pour ne citer que cela). Depuis notre rencontre en 2001, Luc est devenu LE spécialiste des meules en Franche-Comté, et ma thèse n'y changera rien. J'ai beaucoup appris au contact de cet archéologue chevronné, qu'il trouve ici tout mon respect et ma fierté d'être sa collègue et néanmoins amie.

L'accès aux différentes collections m'a été facilité par le personnel de nombreux musées et centres de recherche. Merci à Marie-Jeanne Lambert, Jean-Luc Mordefroid, Sylvie Lourdeau, Aude Leroi, Sylvie Deschamps, Stéphanie Deprost, Gilles Desplanques et l'ensemble de l'équipe du musée de Lons-le-Saunier, à Monsieur Jospin et à l'ensemble de l'équipe du Musée dauphinois de Grenoble et de ses réserves, à Alexandre Morin et aux membres du centre de documentation de la préhistoire alpine de Grenoble (CDPA), à l'équipe du musée de pays à Charavines, à l'équipe du service archéologique du canton de Bern, à M. Mauvilly et à l'équipe du service archéologique du canton de Fribourg, à Monsieur Angella et à l'équipe du musée savoisien de Chambéry, et enfin à l'équipe du Laténium de Neuchâtel.

Les géologues sollicités dans cette étude sont nombreux, ayant tous contribué à leur façon à faire avancer la réflexion sur la provenance des matières premières. Qu'ils soient tous remerciés ici de leur collaboration et de leur patience.

Université Claude Bernard Lyon 1 : Paul Bernier, Anne-Marie Bodergat, Jean-Paul Bourseau, Pierre Cotillon, Evelyne Debard, Raymond Enay, Serge Ferry, Christian Gaillard, Véronique Gardien, Charles Mangold et Davide Olivero. Une mention spéciale pour Eric Jautée, dont les connaissances, les conseils, la patience et la disponibilité ont permis à la partie de ce travail sur les roches sédimentaires d'exister.

Université de Franche-Comté, Besançon : Michel Campy, Guilhem Coromina, Philippe Henri, Didier Marquer, Patrick Rosenthal, Jean-Pierre Sizun et Michel Rossy.

Université de Bourgogne, Dijon : Sébastien Brigaud, Jacques Bonvalot et Georges Gand.

Université de Fribourg, Suisse : Vincent Serneels, Jean-Pierre Berger et André Strasser.

Et enfin : Rolland Bollin, François Boyer, Simonpietro Di Pierro, Pierre Olivier Mojon, Michel Piboule et Yann Rolland.

Tout au long de ce travail, j'ai rencontré des archéologues et molinologues de tous horizons qui ont eux aussi apportés de l'eau au moulin de ma recherche. Qu'ils m'excusent de ne faire que les citer, et qu'ils sachent que je les remercie pour ces échanges enrichissants : Timothée Anderson, à qui je dois aussi la traduction du résumé en anglais de cette thèse, Sophie Archambault de Beaune, Yves Billaud, Audrey Charvet, Laure Dubreuil, Pierre Lopinet, André Marguet, Laure Nuninger, Daniel Pillonel, Hara Procopiou, Jacques Reinach et O'local, Annick Schoumaker, Claire Tardieu, et enfin les membres du Groupe Meule, longue vie à nous.

Parmi eux, un petit hommage à Caroline Hamon, qui m'a mis le pied à l'étrier pour l'étude des meules et aidée tout au long de ce travail. C'est un plaisir et une grande chance pour moi d'avoir une telle collègue. J'en profite pour remercier les autres membres de la MAE qui m'ont toujours offert un accueil chaleureux.

Je n'oublie pas l'équipe de Marigny puis du Frasnois, composée des bénévoles, des membres du CRAVA, des étudiants, et des amis. Parmi eux, les ex-doctorants de Pierre Pétrequin, ils m'ont tous à un moment ou un autre, donné un coup de main, une référence bibliographique, une explication, une figure ou un plan, un conseil, un coup de fil, une cigarette ! Merci à Maxence Bailly, Christophe Croutsch, Alexa Dufraisse Yolaine Maigrot, Rémi Martineau, Caroline Schall, Amandine Viellet, Aline Visseyrias et Olivier Weller. Je suis fière d'être la dernière de la liste.

Un remerciement tout particulier à Anne-Marie Pétrequin, pour son engagement dans mon travail, ses heures de patiente relecture, sa disponibilité et toutes ses douces attentions. Je lui dois aussi la plupart des dessins présentés dans cette thèse.

Merci aussi aux membres des différents laboratoires sollicités pour les analyses : Ludovic Bellot-Gurlet (LADIR, UMR 7075, Thiais), Ruben Vera (laboratoire de diffractométrie de l'Université Lyon 1), Bernard Champagnon (Laboratoire de Physico-Chimie des Matériaux Luminescents de l'Université Lyon 1), ainsi que les membres de l'UMR 5138 (Archéologie et Archéométrie, Maison de l'Orient Méditerranéen, Lyon), une pensée particulière pour Nadia Cantin, toujours disponible pour les photos numériques en tout genre ou les carottages.

En Franche-Comté, un grand merci aux membres de l'Association de Recherche et d'Etude des Sites Archéologiques Comtois, et en particulier à Paul Bourlier, prospecteur sur le plateau d'Amancey.

Les prospections réalisées dans le cadre de cette thèse ont toujours été faites en agréable compagnie, merci donc à Michel Campy, Evelyne Debard, Gilles Desplanques, Luc Jaccottey, Pierre Lopinet et Rémi Martineau. Un clin d'œil à l'équipe de mon premier prélèvement géologique (120 kg !) : Luc, Ludovic et Jean Michaud...

Je tiens à remercier également les acteurs discrets du fonctionnement de la faculté de géologie de Lyon 1 : Marie-Paule Guinet et Nathalie Pierre, hyper-secrétaires, mesdames Sirven, Lartaud et Passot, à la Cartothèque et la bibliothèque, Philippe Fortin pour les soucis informatiques et Philippe Grandjean pour tout les autres, Madame Clermont et Ghislaine Broillet, les litholamelleuses, et enfin Dominique Barbe du service reprographie et Bruno Sent au service courrier. Merci à eux de nous rendre la vie plus simple. Merci aussi aux quelques doctorants côtoyés durant ces années dans le bâtiment Géode, notamment Bérengère Savary et Mathieu Rousseau. De même, au laboratoire de Chrono-écologie, j'ai toujours pu compter sur l'aide de Jean-Daniel Tissot pour mes soucis informatiques, de Sylvie Varey pour les vicissitudes de l'administration, et de l'ensemble de l'équipe du Laboratoire à chacune de mes visites.

Lors de mes nombreux déplacements, j'ai été hébergée par beaucoup de personnes, parfois une nuit, parfois plusieurs semaines. Merci donc à Pierre Lopinet et Sandrine, à Chrystel Jeanbourquin, Olivier Dorighel, Amandine Viellet, et une mention spéciale à la famille Jaccottey (Luc, Mylène, Marion, Tom et Pauline) qui m'accueille toujours à bras ouverts dans sa maison chaleureuse et animée, ainsi qu'à Martine Jaccottey qui a, en prime, corrigé quelques chapitres ce de travail !

Pour finir, je tiens à remercier mes amis pour les coups de pouce, les relectures, le soutien sans faille et le réconfort qu'ils m'ont apporté jusqu'au bout. Je pense en particulier à Rava et the C., à Edith, à Carine, aux Charvets, à Delph, à Aline, Amande, Yol, et Mascence !

Je n'oublie pas ma famille, qui aura attendu longtemps la fin de ce travail ! Leur soutien a toujours été un atout pour moi. Merci à tous, et en particulier à Papa, à Mémé et Raymond, à ma tante Anne et à Claude ; une ovation pour ma Maman, toujours là, toujours confiante et si précieuse à mes yeux. Que cette thèse soit mon cadeau de Noël.

Enfin je remercie mon « pacs », Ludovic, pour qui le supplice de la meule a maintenant une signification. Il m'a épaulée durant toutes ces années, je lui dois aussi la mise en page de ce travail. De tout cœur merci.

Sommaire

Introduction	19
Histoire des meules	21
La matière première des meules	23
Le choix des sites	25
Méthodologie : au cœur de la matière	31
Contextualisation géologique	33
Annonce du plan	35
Chapitre I : Présentation de la Combe d'Ain	37
I 1 : Géographie, géologie	39
I 2 : Historique des recherches	42
I 3 : Etat de la recherche sur les sites lacustres	46
I 3 1 : Chronologie	46
I 3 1 a : Le Néolithique moyen	46
I 3 1 b : Le Néolithique final	48
I 3 2 : Phénomènes transchronologiques	50
I 3 2 a : Couvert végétal	51
I 3 2 b : Type d'habitat et degré de sédentarité	51
I 3 2 c : Démographie	53
I 3 2 d : Les relations entre espèces sauvages et espèces domestiques	53
* <i>Gestion de la faune</i>	53
* <i>Les ressources végétales</i>	53
I 3 2 e : Les différents réseaux d'approvisionnement au Néolithique final	57
* <i>Matériaux locaux et régionaux</i>	57
* <i>Matériaux exogènes</i>	59
Chapitre II : Matériel de mouture et de broyage de la Combe d'Ain	61
II 1 : Rappel sur la vie d'un moulin, de la fabrication au rejet	63
II 1 1 : Notion de chaîne opératoire	63
II 1 2 : Les étapes de la chaîne opératoire du matériel de mouture et de broyage	65
II 1 2 a : Choix et acquisition de la matière première	65
II 1 2 b : La phase de mise en forme	69
II 1 2 c : Les cycles utilisation / ravivage	71
II 1 2 d : La fin de vie et le rejet	72

II 2 : Les corpus de Chalain et de Clairvaux	.....	74
II 2 1 : Présentation	.....	75
II 2 2 : Le Néolithique moyen	.....	75
II 2 3 : Le Néolithique final	.....	77
II 3 : Etude typologique du matériel de mouture et de broyage du Néolithique final	.....	78
II 3 1 : Pièces entières et pièces typologiquement significatives	.....	78
II 3 1 a : Les meules	.....	80
* <i>Les ébauches</i>	.....	80
* <i>Les meules ovales</i>	.....	82
* <i>Les autres type de « répercutants »</i>	.....	82
II 3 1 b : Les molettes	.....	85
* <i>Les molettes ovales</i>	.....	87
* <i>Les molettes circulaires</i>	.....	89
* <i>Les molettes en bouton</i>	.....	90
* <i>Les fragments de molette</i>	.....	91
* <i>Les indéterminés</i>	.....	92
II 3 1 c : Synthèse	.....	92
* <i>Typologie</i>	.....	92
* <i>Chronologie</i>	.....	95
II 3 2 : Les fragments	.....	99
II 3 2 a : Présentation	.....	99
II 3 2 b : Analyse Factorielle des Correspondances	.....	99
* <i>Première analyse</i>	.....	99
* <i>Seconde analyse</i>	.....	101
II 3 2 c : Les indices de chauffe	.....	104
* <i>Eclat de taille</i>	.....	105
* <i>Eclat thermique</i>	.....	105
* <i>Corpus global</i>	.....	108
II 3 2 d : Synthèse	.....	108
II 4 : Considération sur les séries	.....	108
II 4 1 : Détail des corrélations entre séries archéologiques	.....	109
II 4 2 : Chronologie et interprétation villageoise	.....	111

Chapitre III : Polissoirs, percuteurs et blocs-enclumes de la Combe d'Ain	119
III 1 : Les polissoirs	121
III 1 1 : Définition	121
III 1 2 : Présentation	123
III 1 2 a : Néolithique moyen	123
III 1 2 b : Néolithique final	125
* <i>Corpus global</i>	125
* <i>Pondération et chronologie</i>	131
III 2 : Les percuteurs	133
III 2 1 : Définition	133
III 2 2 : Présentation	136
III 2 2 a : Néolithique moyen	138
III 2 2 b : Néolithique final	138
* <i>Corpus global</i>	138
* <i>Pondération et chronologie</i>	141
III 2 3 : Le cas des quartzites laiteux	147
III 3 : Les blocs-enclumes	150
III 4 : Synthèse	156
Chapitre IV : Matériel de mouture et de polissage : détermination et origine des roches	159
IV 1 : Méthodologie	161
IV 1 1 : Roches cristallines	161
IV 1 1 a : Roches magmatiques	161
IV 1 1 b : Roches métamorphiques	162
IV 1 2 : Roches sédimentaires	163
IV 1 2 a : Roches silicoclastiques	163
* <i>Les grains</i>	164
* <i>Le ciment</i>	165
* <i>La matrice</i>	165
IV 1 2 b : Calcaires	166

IV 2 : Approche macroscopique - Du corpus à la lame mince	167
IV 2 1 : Le matériel de mouture et de broyage	167
IV 2 1 a : Le cas des calcaires	167
IV 2 1 b : Les matières premières siliceuses	169
* <i>Les roches cristallines</i>	169
* <i>Les grès</i>	170
IV 2 1 c : Bilan macroscopique	172
IV 2 2 : Une différence de densité ?	172
IV 2 3 : Les polissoirs	174
IV 2 3 a : Les calcaires	174
IV 2 3 b : Les grès	175
IV 3 : Approche microscopique - De la lame à la source	175
IV 3 1 : Les roches cristallines	176
IV 3 1 a : Description de lames minces	177
IV 3 1 b : Provenance des roches cristallines	181
* <i>Le massif de la Serre</i>	183
* <i>L'hypothèse morainique</i>	190
* <i>Le cas des leucogranites</i>	199
IV 3 2 : Les grès	200
IV 3 2 a : Les arkoses	200
* <i>Description de lames minces</i>	200
* <i>Etude de provenance</i>	202
* <i>Question de l'ocre, étude des colorations rouges</i>	207
IV 3 2 b : Les subarkoses	213
* <i>Description de lames minces</i>	213
* <i>Etude de provenance</i>	216
IV 3 2 c : Les grauwackes	221
* <i>Description de lames minces</i>	221
* <i>Etude de provenance</i>	224
IV 3 3 : Les calcaires	231
IV 3 3 a : Les calcaires du Jurassique	231
IV 3 3 b : Les cas particuliers	233
IV 4 : Synthèse des provenances - De la lame au corpus	238
IV 4 1 : Les polissoirs	238
IV 4 1 a : De la lame au corpus	238
IV 4 1 b : Chronologie	241
IV 4 2 : Le matériel de mouture et de broyage	243
IV 4 2 a : De la lame au corpus	246
IV 4 2 b : Chronologie	246

CH V : Chalain et Clairvaux : synthèse générale	251
V 1 : Décompte en Nombre Minimum d'Individus	253
V 1 1 : Principe du décompte en NMI	253
V 1 2 : Beaucoup de fragments pour peu d'individus	254
V 1 3 : Toutes proportions gardées	258
V 1 4 : Individus et provenance des matières premières	262
V 1 5 : Intérêt du décompte en NMI	264
V 2 : Gestion des matières premières de l'outillage de mouture	265
V 2 1 : Réseaux d'approvisionnement.	265
V 2 1 a : Le Horgen et le massif de la Serre	265
V 2 1 b : Le Ferrières et les leucogranites	268
V 2 1 c : Le groupe de Clairvaux et les matériaux alpins	268
V 2 1 d : La fin de la séquence	270
V 2 2 : Blocs ou ébauches ?	272
V 2 3 : Des déficits à expliquer	274
V 2 3 a : Un déficit en nombre d'outils	274
V 2 3 b : Un déficit en matières premières	275
V 2 3 c : Des meules dans les céramiques ?	277
V 2 4 : Le cas des calcaires	281
V 3 : Le lithique pondéreux de la Combe d'Ain au Néolithique final	282
V 3 1 : Un réseau de plus ?	282
V 3 1 a : Matériaux locaux	282
V 3 1 b : Matériaux régionaux	284
V 3 2 : Complémentarité des outils ?	285
V 4 : Mise en perspective, quid du Néolithique moyen ?	287
V 4 1 : Matières premières et réseaux au Néolithique moyen	287
V 4 2 : Un couple du Néolithique moyen	288

CH VI : Répartition spatiale à Chalain/Clairvaux	293
VI 1 : Les acquis de Chalain 3	295
VI 2 : Chalain 2	297
VI 2 1 : CH 2C	298
VI 2 1 a : Présentation du village	298
VI 2 1 b : Répartition des meules et molettes	300
VI 2 1 c : Répartition des autres artefacts	302
VI 2 1 d : Interprétation	303
VI 2 2 : CH 2 A//	304
VI 3 : Chalain 19	305
VI 3 1 : CH 19 O	307
VI 3 1 a : Répartition des meules et molettes	307
VI 3 1 b : Répartition des autres artefacts	309
VI 3 1 c : Conclusion sur Chalain 19 O	310
VI 3 2 : CH 19 HK	311
VI 3 2 a : Répartition des meules et molettes	311
VI 3 2 b : Répartition des autres artefacts	313
VI 3 2 c : Conclusion sur CH 19 HK	314
VI 4 : Clairvaux II/II bis	315
VI 4 1 : Présentation	315
VI 4 2 : Répartition des artefacts	316
VI 4 3 : Interprétation	317
VI 5 : Synthèse	318
CH VII : Autres lieux, autres mœurs ?	321
VII 1 : Charavines « Les-Baigneurs »	323
VII 1 1 : Localisation du site	324
VI 1 1 a : Le lac de Paladru	324
VI 1 1 b : Le site des « Baigneurs »	329
VII 1 2 : Le lithique pondéreux de Charavines	330
VII 1 2 a : Le matériel de mouture et de broyage	331
VII 1 2 b : Polissoirs et percuteurs	338
* <i>Les polissoirs</i>	338
* <i>Les percuteurs</i>	340

VII 1 3 : Répartition de l'outillage	342
VII 1 3 a : Première occupation, la couche B3	344
VII 1 3 b : Seconde occupation, la couche B1	347
VII 1 4 : Bilan sur les occupations de Charavines	353
VII 2 : Sutz-Lattrigen, Riedstation	356
VII 2 1 : Présentation du site	356
VI 2 1 a : Le lac de Biene	356
VI 2 1 b : Le village de Riedstation	358
VII 2 2 : Le lithique pondéreux de Riedstation	361
VI 2 2 a : Le matériel de mouture et de broyage	361
VI 2 2 b : Les autres artefacts	367
VII 2 3 : Répartition des artefacts	369
VII 2 4 : Bilan sur le matériel de mouture et de broyage de Riedstation	375
Synthèse	377
Résumons-nous	379
* <i>Sutz-Lattrigen Riedstation</i>	379
* <i>La Combe d'Ain</i>	379
* <i>Charavines « Les Baigneurs »</i>	381
L'acquisition et la gestion de la matière première	382
* <i>La meule idéale</i>	382
* <i>Premier cas de figure : ambiance géologique morainique, provenance locale</i>	382
* <i>Second cas de figure : ambiance géologique calcaire, provenance locale</i>	382
* <i>Troisième cas de figure : ambiance géologique calcaire, provenance exogène</i>	383
* <i>Un statut de la silice ?</i>	383
* <i>Le cas des polissoirs</i>	384
Des variations à valeur chronologique ?	384
Grands et petits modules	386
Localisation des moulins dans l'espace villageois	387
Bilan et Perspectives	389
Bibliographie	391

Annexes

- Annexe 1** : Inventaire des sites archéologiques de la Combe d'Ain ayant livré du matériel lithique pondéreux
- Annexe 2** : Explication des numéros d'inventaire du matériel lithique pondéreux de la Combe d'Ain
- Annexe 3** : Inventaire du matériel de mouture et de broyage de Chalain/Clairvaux
- Annexe 4** : Planches du matériel de mouture et de broyage du Néolithique final de Chalain/Clairvaux
- Annexe 5** : Planches techniques du matériel de mouture et de broyage du Néolithique final de Chalain/Clairvaux
- Annexe 6** : Inventaire des polissoirs de Chalain/Clairvaux
- Annexe 7** : Inventaire des percuteurs de Chalain/Clairvaux
- Annexe 8** : Inventaire des blocs-enclumes de Chalain/Clairvaux
- Annexe 9** : Inventaire et description des lames minces du matériel lithique pondéreux de Chalain/Clairvaux
- Annexe 10** : Inventaire du matériel lithique pondéreux de Charavines « Les Baigneurs »
- Annexe 11** : Inventaire du matériel lithique pondéreux de Sutz-Lattrigen VI « Riedstation »

Introduction

Mon esprit cartésien étant resté réfractaire à toute tentative de raisonnement archéologique ressenti comme subjectif, j'ai tenté, forte de ma formation d'archéologue, de rallier le vaste et vague monde des archéomètres. Mise en selle par Danielle Santallier, j'y trouvais des accointances avec la géologie qui, dans le cadre d'une problématique claire et raisonnée, peut apporter des éléments de réponse objectifs. Cette formation faite, restait le choix de la problématique.

La détermination pétrographique des objets archéologiques permet d'accéder à de nombreuses informations (Santallier, 2003), dont sinon la principale, du moins la plus enthousiasmante, est la possibilité d'identifier une provenance théorique. Or, sur ce type de questionnement, les études ne manquent pas, les spécialistes non plus. Le lithique taillé, en particulier, a récemment fait l'objet de travaux universitaires portant –entre autres- sur la détermination et la provenance des matières premières (Affolter, 2002 ; Bressy, 2003). *A contrario*, peu de choses existent sur le reste de l'outillage lithique, exception faite des lames polies et autres objets en roche tenace. Les appellations utilisées pour cette catégorie d'outils sont variées, lithique non taillé, lithique pondéreux, gros lithique... ce qui pour C. Hamon témoigne de la difficulté de cet ensemble « à trouver son identité » (Hamon, 2004a, p. 40). Il s'agit d'une part des outils liés aux activités domestiques de transformation des végétaux, mouture ou broyage (meules, molettes, mortiers, pilons...), d'autre part d'outils plus directement impliqués dans des productions artisanales, ou plus généralement dans des activités de transformation, tel que les polissoirs, les enclumes ou les perceurs, ainsi que certains type de meules, à ocre par exemple. Cette quasi absence de données, couplée à mon attirance particulière pour l'outillage domestique, ont piqué ma curiosité et m'ont conduit à envisager un travail sur le lithique pondéreux, ou « gros lithique » et en particulier sur le matériel de mouture.

Histoire des meules

Apparu très tôt dans l'histoire de l'homme, les meules à ocre font déjà partie de l'outillage des hommes de Neandertal d'Arcy-sur-Cure (Beaune, 2003). La domestication des plantes et la sédentarisation ont accru la part du matériel de mouture dans l'outillage, puisqu'il devient essentiel à la reproduction des premières sociétés agricoles. En effet, comme le synthétise S. Jacomet (2004), « dès le Néolithique, les hommes se nourriront essentiellement de céréales : vers le 4^{ème} millénaire av. J.-C. déjà, elles fournissaient près de 70% des calories nécessaires à la survie des populations ». Au cœur de la vie domestique, l'usage du matériel de mouture et de broyage ne se limite pas à la mouture des céréales. Il s'étend au broyage de ressources brutes végétales (graines, fruits...), minérales (roche, ...) et animales (os...) (Procopiu, 1998 ; Hamon, 2004a). Notons au passage qu'une partie de l'outillage dévolu à ce type d'activité peut être en matière périssable et non en pierre. Par exemple, les mortiers et pilons peuvent être en bois (Baudais, 1986). Ils sont reconnus expérimentalement comme plus efficaces pour le décorticage du blé que le couple meule/molette (Procopiu, 1998, p. 133). De même, certaines molettes peuvent être en matériaux ligneux si on en croit les exemples ethnographiques. Il ne faut donc pas oublier que, selon les contextes archéologiques, une partie de l'outillage de mouture et de broyage échappe à notre connaissance.

Les premières meules reconnues ont servi au broyage de matière colorante, elles sont le fait de chasseurs-cueilleurs. De plus, certaines populations agricoles consommant des végétaux n'ont pas recouru à ce type d'outillage ; tel est le cas en Nouvelle-Guinée (Pétrequin et Pétrequin, com. pers.). Pourtant, même si c'est faire un raccourci rapide que de considérer le matériel de mouture comme synonyme d'agriculture, on admettra que son usage principal reste le traitement des céréales (Hamon, 2006, p. 126).

Le terme de « mouture » désigne ici « le procédé technique qui consiste à broyer, écraser et pulvériser, en percussion posée... » (Beaune, 2000, p. 85). Le terme de broyage supposant quant à lui une percussion alternativement lancée et posée, il est aussi communément utilisé pour désigner de façon plus générique les outils lithiques non taillés, ou en bois, et prend alors en compte les outils de type mortier et pilon. Le terme de mouture désigne préférentiellement la transformation des céréales, le broyage celui d'autres matières premières. L'outillage de mouture se compose traditionnellement d'un couple d'outils ; la meule est dite dormante, tandis que la molette est la partie active de ce qu'il convient d'appeler un moulin de type « va-et-vient ». A partir du 5^{ème} siècle avant J.-C., le moulin de type rotatif (dont le rendement, plus important, est estimé à sept fois supérieur à un couple avec broyon sphérique et trois fois supérieur à un couple avec molette débordante, Windl, 1984) fait son apparition dans la péninsule ibérique (Alonso-Martinez, 2002) et se répandra, notamment en Gaule, en moins de trois siècles.

Concernant le matériel de mouture et de broyage pendant les périodes pré- et protohistoriques, même si les variantes de formes, de matières premières et de localisation des traces d'utilisation correspondent vraisemblablement à des usages distincts (Beaune, 2000), deux grandes catégories sont classiquement distinguées, à l'instar de la proposition de V. Roux : les « répercutants », outils passifs et les « percutants », outils mobiles (Roux, 1985). M.-C. Nierlé (1982) distingue ces deux éléments selon la forme de la surface active de l'outil : « La surface de travail des percutants varie entre une certaine convexité et le plan, tandis que celle des répercutants tendra vers la concavité ». Cette classification se décline alors en couple d'outils tourné vers la mouture au sens premier, avec une meule et une molette fonctionnant en « va-et-vient », ou vers le broyage, impliquant des mouvements verticaux et/ou circulaires. Pour les classifications des types de geste mis en œuvre dans le principe de mouture et de broyage, les auteurs se réfèrent aux travaux d'André Leroi-Gourhan (1971), qualifiant la mouture en « va-et-vient » de percussion posée oblique diffuse. Le broyage peut être qualifié de percussion posée ou lancée, perpendiculaire diffuse. De plus, il n'est bien sûr pas si simple de catégoriser les gestes, puisque l'utilisation de certains percutants en percussion posée circulaire diffuse permet aussi un broyage. Le point commun à toutes ces actions reste la notion de surface de contact, large, d'où l'appellation diffuse.

Une fois passé le stade de la dichotomie percutant/répercutant, la typologie du matériel de mouture et de broyage trouve rapidement ses limites face à la variabilité de l'outillage. Cette variabilité est la résultante de nombreux paramètres, parmi lesquels les traditions, les parcours historiques et les savoir-faire individuels se mêlent. En effet, outil personnel ou d'appartenance restreinte à une maisonnée ou un groupe, le matériel de mouture et de broyage varie en forme d'une maison à l'autre (Baudais et Lundstrom-Baudais, 2002), dès sa conception et plus encore au terme de son utilisation, puisqu'il ne faut pas perdre de vue, comme le remarque M.-C. Nierlé (1982, p. 189) que « cet outillage (...) de son vivant, connaissait une perpétuelle modification ».

Les approches typologiques générales et les comparaisons à large échelle sont malaisées du simple fait de la variabilité de forme. Ainsi, à chaque assemblage étudié correspond un choix de problématique particulier, incluant en premier lieu une classification. A l'échelle internationale, des classifications sur des bases typologiques ont été proposées, telles que celle de F. Hurlimann (1965), s'appuyant sur la courbure de la surface active des outils de mouture, ainsi que celle de K. Wright (1992) qui se définit comme une typologie morphologique, visant à classer de la même façon l'outillage, proche-oriental en l'occurrence, quels que soient les sites et les chercheurs. Mais, si dans leurs termes généraux (meules, mortiers...) les classifications typologiques permettent la comparaison entre sites, elles restent dans le détail propres soit à la collection étudiée (par exemple distinction de modules, Ribaux, 1986), soit à la période/région prise en compte (les plats à cupules du Proche-Orient, Nierlé, 1982).

De plus, les classifications se précisent selon le degré de connaissance des outils, une classification pouvant prendre en compte les gestes (Beaune, 2000), les gestes associés à la morphologie des outils (Hamon, 2004a) ou même la fonction lorsqu'elle est reconnue (Procopiou, 1998). L. Dubreuil (2002) résume très bien ce phénomène en rappelant que « aujourd'hui la situation est telle que chaque étude génère pratiquement son propre système (classificatoire) ».

Les études purement archéologiques du matériel de mouture et de broyage, peu nombreuses au demeurant, s'inscrivent « aujourd'hui plutôt dans une dynamique fonctionnelle », comme le souligne C. Hamon (2004a, p. 38). C'est le cas de certaines classifications morphologiques (Nierlé, 1982), mais surtout des approches visant à identifier les matières premières travaillées. Prenant souvent la forme d'analyses optiques des traces d'utilisation (Dubreuil, 2002 ; Hamon, 2004a), comparant les objets archéologiques à un référentiel expérimental, cet objectif bénéficie actuellement de la diversité des méthodes d'analyse que sont d'une part les méthodes microscopiques d'approche de surface (Procopiou *et al.*, 1996) et d'autre part les analyses de résidus. Pour les résidus organiques, notamment les acides aminés piégés à la surface des outils, leur détermination peut se faire par chromatographie en phase gazeuse (CPG-MS, Formenti et Procopiou, 1998 ; Buonasera, 2007), méthode prometteuse bien qu'analytiquement délicate. D'autres résidus sont étudiés, en particulier l'amidon, dont la nature diffère selon la céréale, ainsi que les phytolithes, éléments siliceux des plantes spécifiques à chaque espèce (Procopiou, 1998 ; Procopiou *et al.*, 2002). Pour finir, n'oublions pas l'ensemble de l'approche archéologique de l'outil, qui initie ou appuie la réflexion sur la fonction des outils, en différenciant par exemple contexte domestique ou artisanal (Procopiou, 2004).

La matière première des meules

A propos des matériaux support de ces outils, il n'est pas rare d'entendre ou de lire, sans que la démonstration soit toujours clairement faite, que la matière première des meules est d'origine locale. En effet, comment imaginer un néolithique un tant soit peu intelligent parcourir des dizaines de kilomètres pour se procurer un simple caillou, d'autant plus s'il a -à proximité- une roche potentiellement apte à remplir la fonction de meule... Certaines études ethnographiques disponibles sur le sujet (Roux, 1985 ; Baudais et Lundstrom-Baudais, 2002) confortent l'idée de provenance locale. Ce postulat, loin d'être erroné dans les cas ethnographiques cités, reste pourtant à démontrer dans le cas des situations archéologiques.

Il est en effet frappant de constater que les recherches de provenance, pourtant courantes dans les approches archéologiques, sont relativement peu nombreuses en ce qui concerne l'outillage lithique pondéreux. A ma connaissance, il n'existe que quelques travaux universitaires portant sur les provenances du matériel de mouture et de broyage préhistorique français. Ces travaux ont établi -à partir d'études pétrographiques- la provenance locale, dans un rayon de 5 kilomètres, du matériel de mouture, sur le site de Roucadour (Lot) par exemple (Charvet, 2002) ou de Saint-Paul-Trois-Châteaux dans la Drôme (Brisotto, 2002), ainsi que pour les sites du Bassin Parisien (Hamon, 2004a). D'ailleurs, du point de vue des matériaux, les travaux portent plus volontiers sur les qualités mécaniques des roches que sur leur origine (Schoumacker, 1993 ; Santallier *et al.*, 2002).

Dans d'autres régions du monde, des recherches sur les provenances de l'outillage de mouture tendent à suggérer des sources de matières premières plus éloignées des habitats. Au Proche-Orient par exemple, bien que des sources potentielles de matière première, dont le basalte, soient disponibles à proximité des sites d'habitats natoufiens (El-Wad par exemple), des provenances de l'ordre de 20 à 100 km sont identifiables, la majorité des basaltes provenant de l'est du Jourdain (Weinstein-Evron *et al.*, 1999).

Ces résultats impliquent une circulation d'outils manufacturés dès l'Épipaléolithique levantin et permettent de s'interroger notamment sur le statut de l'outillage de mouture et de broyage, dès ses origines (Weinstein-Evron *et al.*, 2001).

Pour les périodes postérieures, les études sont plus nombreuses dans le bassin méditerranéen. Pour l'Âge du Bronze en Crète, H. Procopiou (1998) conclut à la provenance locale des matières premières, dans un rayon de 5 à 10 km, à une exception près, dans le Quartier Nu de Malia (Minoen récent, seconde moitié du deuxième millénaire), à propos d'une meule en andésite en provenance des Cyclades, soit un transport de l'ordre de 150 km par voie maritime. La présence de matière première exogène en faibles proportions est aussi indiquée par C. Pommepuy (1999), qui dans son étude de l'outillage de mouture protohistorique de la vallée de l'Aisne souligne des importations de grès sur 150 km, quand bien même des matériaux locaux sont disponibles et utilisables.

Enfin, avec l'avènement du moulin rotatif, la circulation de matières premières est étudiée en association étroite avec les sites de production de meules (Williams-Thorpe et Thorpe, 1989 ; Anderson *et al.*, 2004). Notons que les meules rotatives sont à l'évidence plus standardisées que le moulin de type « va-et-vient ». Les problématiques sont alors bien différentes de celles mises en œuvre pour les périodes antérieures, puisque la classification est plus tangible, chronologiquement significative et que les appellations ont une valeur géographique large. Les carrières ou zones de production, qui sont parfois de grande ampleur, persistent aujourd'hui dans le paysage et font l'objet de fouilles et d'études spécifiques (Anderson *et al.*, 2003). De là découlent des zones d'extraction et des réseaux de diffusion bien étudiés (Reille, 2000 ; Boyer *et al.*, 2006).

Il semble donc que le concept de provenance locale de l'outillage lithique pondéreux puisse être relativisé, en particulier pour le Néolithique et qu'il faille mettre en perspective l'idée assez répandue que le premier critère de choix du matériau est la disponibilité locale de la matière première (Gisclon, 1998). De plus, les études de provenance sont nombreuses dans l'Hexagone lorsqu'il s'agit d'autres matériaux. Pour des roches telles que l'obsidienne (Vaquer, 1996), les silex (Bressy, 2003), les roches tenaces (Jeudy *et al.*, 1995 ; Pétrequin, Errera *et al.*, 2003), ou encore pour les éléments de parure (Bonnardin, 2004)... des axes d'approvisionnement et des réseaux d'échange à longue distance sont démontrés tout au long du Néolithique.

Il serait donc faux de croire que les néolithiques auraient simplement été partisans de la loi du moindre effort en ce qui concerne leurs outils de mouture. En effet, qui nous dit que l'aspect fonctionnel de la meule est le seul critère de choix de la matière première ? N'est-on pas au contraire face à un outil symboliquement très fort ? Ne voit-on pas dans le matériel de mouture une allégorie de tout le phénomène de néolithisation ? Pourquoi alors l'investissement dans ces outils serait-il dénué de la part sociale qui caractérise tant d'autres productions ?

Il est clair qu'une difficulté d'ordre méthodologique, concernant la nature même des roches, a certainement freiné les recherches de provenance du macro-outillage. En effet, du point de vue pétrographique, il est plus difficile de caractériser, d'individualiser et de déterminer l'origine d'un grès que de certaines roches tenaces (éclogite par exemple), dont les gîtes potentiels sont en nombre relativement faible. Cette remarque vise, non à discréditer les travaux sur le sujet, mais à mettre en lumière les contingences qui ont amené les chercheurs à se désintéresser des matières premières locales non transformées. Les difficultés de reconnaissance jouent donc un rôle certain dans le choix des chercheurs de travailler sur des matériaux rares, plutôt que sur des matériaux ubiquistes. Il existe bien une part non négligeable d'idéal (Godelier, 1969) dans le choix des études de provenance ; les matériaux grossiers, ou locaux, présentant apparemment moins d'intérêt.

Ainsi, il ne faut pas nier que seul un géologue est à même d'apporter des éléments de réponse clairs en ce qui concerne les recherches de provenance et plus encore lorsqu'elles portent sur des matériaux ubiquistes. Pour aborder un tel sujet, il est essentiel que l'acteur de la recherche soit capable de mener à bien à la fois une approche archéologique des corpus et une approche géologique, étant entendu qu'il doit être non pas un spécialiste de la géologie des terrains concernés, mais un interlocuteur éclairé capable de transposer en termes interprétatifs les avis de géologues expérimentés.

Beau défi donc que de travailler en France sur les provenances du matériel de mouture.

Par ce biais, j'aspire à sortir de la sphère domestique et fonctionnelle, abordée notamment par les études tracéologiques et à avoir accès à des informations d'ordre socio-économique, en mettant en lumière des axes d'approvisionnement et leur signification, spatiale et temporelle.

Le choix des sites

Très vite, un tour d'horizon des collections disponibles a mis en relief les sites lacustres de la Combe d'Ain, pour de multiples raisons. Parmi celles-ci, outre les spécificités géologiques et archéologiques indéniables, la principale raison reste la complicité de Pierre Pétrequin, qui avait bien évidemment pressenti depuis longtemps la pertinence d'une telle démarche (Pétrequin A.-M., Pétrequin P. *et al.*, 1997). Enfin, ayant concouru à la découverte en 1997 d'une des pièces majeures du site de Chalain 19 (« la p'tite meule »), j'avais une raison toute personnelle de choisir les collections de la Combe d'Ain pour ce travail.

Encadrée par Danielle Santallier et Pierre Pétrequin, je me suis donc lancée dans l'étude du matériel de mouture des sites lacustres de Chalain et Clairvaux, dès le début complétée par les collections des villages de Charavines « les Baigneurs », en accord avec Aimé Bocquet. Plus récemment, aiguillonnée par les premiers résultats, j'ai intégré à mon étude le matériel de mouture du site suisse de Sutz-Lattrigen « Riedstation », en collaboration avec Albert Hafner.

Bien que mon intention première ait été de rechercher l'origine des matériaux, il est évident qu'une étude des corpus ne pouvait exclure l'aspect typologique et technologique des outils. Grâce à ces différentes approches et à partir des corpus précédemment cités, il a été possible de mettre en relation l'origine des matières premières, la gestion des outils de mouture et les fonctionnements sociaux des groupes humains, pour le Néolithique final des bords de lacs au nord-ouest des Alpes. Une telle étude contribuera, je l'espère, à redorer le blason de la meule et à lui donner la place qui lui revient au sein des assemblages archéologiques.

Je postule que le matériel lithique pondéreux en général -le matériel de mouture et de broyage en particulier- serait révélateur de choix non seulement fonctionnels mais aussi économiques et sociaux, au même titre que les autres artefacts.

Comme le rappelle Y. Maigrot (2003, p. 10) : « définir la place d'une production au sein d'un groupe humain ne peut être envisageable sans une compréhension globale des phénomènes à l'œuvre ». Pour ce faire, les villages de milieu humide représentent des cas tout-à-fait remarquables, aussi bien du point de vue de la conservation des vestiges, de l'importance numérique des séries étudiées, que de la précision chronologique, en relation avec la dilatation des stratigraphies et les datations dendrochronologiques.

C'est pourquoi le choix s'est porté sur des sites lacustres, dont l'intérêt n'est plus à démontrer.

Dans ces milieux humides, la présence de l'eau et la vitesse de sédimentation ont souvent favorisé la conservation des témoins organiques des couches d'habitat, parfois appelé « fumier lacustre ». Outre l'intérêt botanique que représentent les bois, les brindilles, les graines et les pollens, on note aussi la présence d'objets en écorce ou en bois, de restes de fibres et de tissus, voire d'insectes... qui restent exceptionnels en milieu terrestre. Les autres catégories de matériel sont elles aussi bien conservées et généralement très abondantes : céramiques, outillage lithique, matériel osseux... Enfin, en raison de la bonne conservation des bois, il est possible de dater précisément -par dendrochronologie- les différentes occupations humaines. Plusieurs échelles d'analyse sont alors possibles : compréhension en deux dimensions, à l'échelle d'un village, d'un ensemble de villages contemporains, à laquelle s'ajoutent les analyses chronologiques fines à l'échelle de la génération et parfois même de la dizaine d'années. On comprendra alors qu'au-delà de l'intérêt paléo-environnemental, ces contextes permettent d'atteindre une grande finesse dans les raisonnements sur l'espace et le temps archéologiques, bien plus aisément que sur des sites de terre ferme.

Pour la plupart, les villages d'ambiance humide sont concentrés autour du massif alpin : Italie du Nord, Slovénie, Autriche, Allemagne, Suisse et France de l'Est. Dans les bassins versants du Rhin et du Rhône, le phénomène de l'habitat lacustre débute durant la seconde moitié du 5^{ème} millénaire (Pétrequin et Pétrequin, 1988), en réponse probable à des préoccupations défensives.

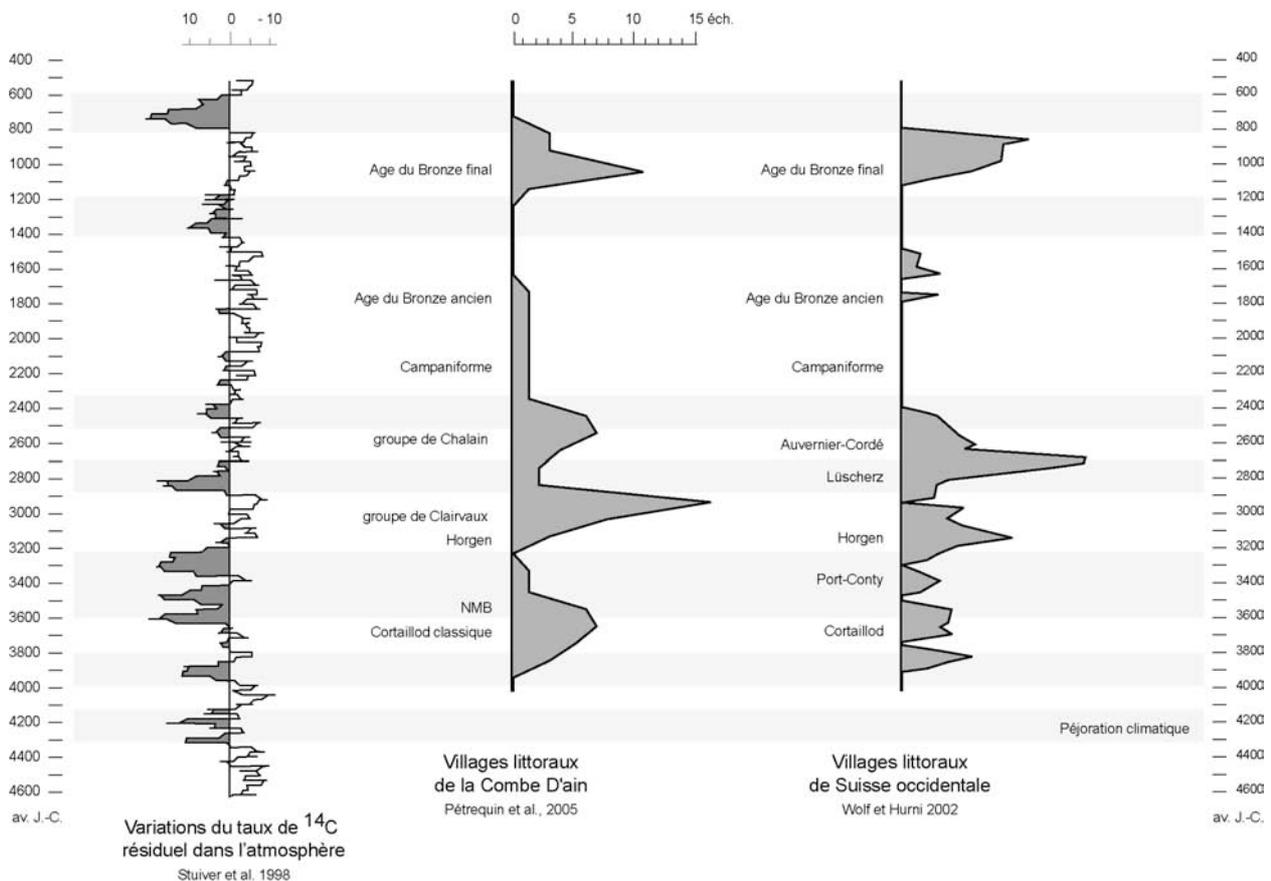


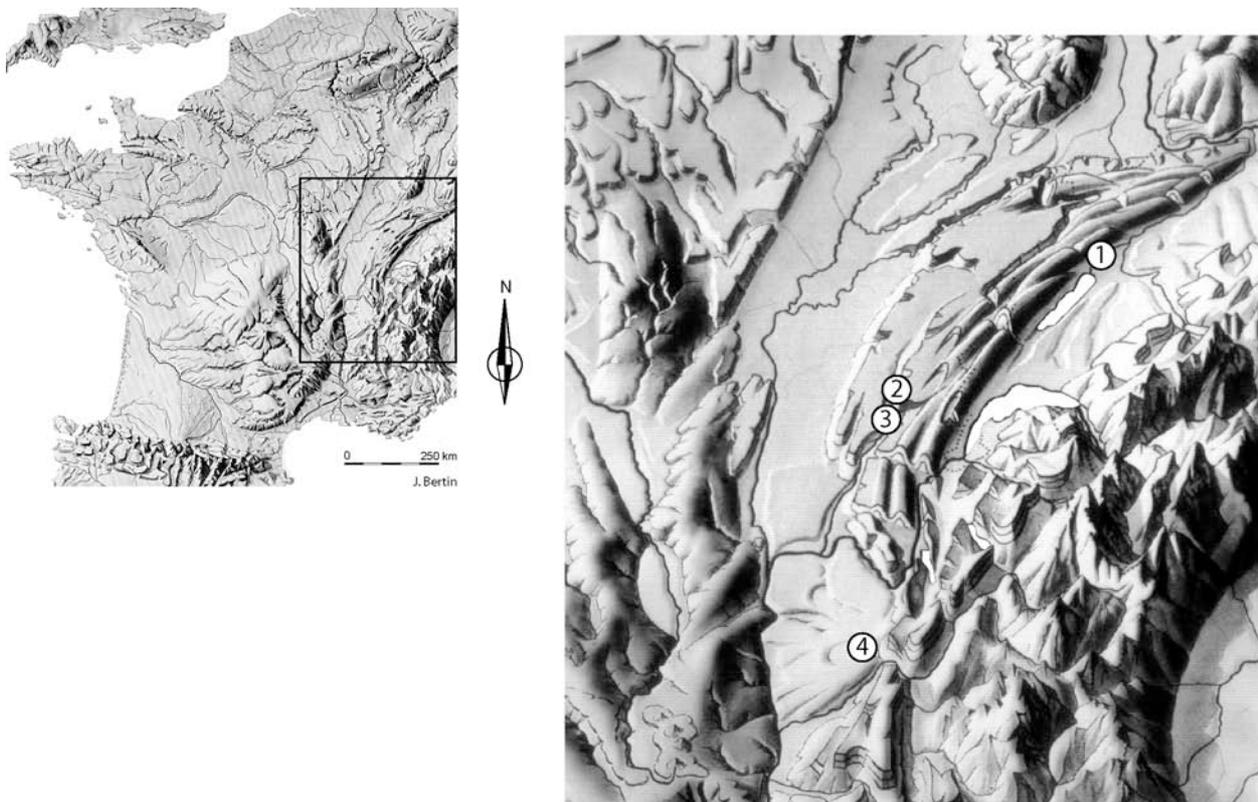
Figure 1 : corrélations entre climat et villages d'ambiance humide.
D'après Pétrequin, Magny et al. (2005) modifiée

Les premières occupations des rives lacustres et des tourbières sont à rattacher, au plan culturel, à la culture d'Egolzwil en Suisse centrale, au Cortaillod en Suisse occidentale, au Néolithique Moyen Bourguignon dans l'est de la France et à la culture des Vases à Bouche Carrée dans la sphère méridionale (Collectif, 2004) (fig. 1).

Ces occupations de bords de lacs est attestée sur plus de 4000 ans, avec des périodes d'abandon remarquables, durant le Campaniforme notamment (seconde moitié du 3^{ème} millénaire, Magny *et al.*, 2005, p.133). Face aux habitats terrestres, la maison lacustre semble s'imposer à certaines périodes, dans la mesure où les recherches actuelles ont du mal à mettre en lumière d'autres types d'occupation contemporains. Tel est le cas dans la Combe d'Ain au Néolithique final (Pétrequin, Magny *et al.*, 2005), où une véritable polarisation de l'occupation humaine se crée autour de deux lacs, de même en Suisse occidentale avec la culture de Lüscherz. La fin du Bronze final marque l'arrêt des occupations lacustres autour des lacs alpins pour les périodes pré- et protohistoriques. Il faut ensuite attendre le développement des mottes féodales et de nouvelles colonisations en altitude, aux alentours de l'an 1000, pour retrouver -mais à moindre échelle- l'établissement d'habitats défensifs en contexte littoral ou dans des bas marais, à l'image du site de Colletières à Charavines (Isère ; Colardelle et Verdel, 1992).

L'alternance des phases d'occupation et d'abandon des rives lacustres autour des Alpes pourrait en partie s'expliquer par les phénomènes climatiques, avec une corrélation parfois assez forte entre abandon des sites et péjoration climatique (Krier *et al.*, 1997). En effet, les installations en bord de lacs semblent se faire préférentiellement en période de basses eaux, en coïncidence avec des périodes de réchauffement climatique ; l'abandon des villages serait quant-à-lui lié à des dégradations momentanées, périodes dont les étés sont souvent plus courts, plus frais et plus humides et pendant lesquelles les hauts niveaux lacustres se généralisent (Magny, 1991). Cependant, la corrélation entre climat et occupations lacustres est, dans le détail, certainement plus complexe. Par exemple, il paraît évident que la dégradation climatique du 36^{ème} au 33^{ème} siècle est à l'origine de l'effondrement démographique que l'on observe en Franche-Comté (Pétrequin, Magny *et al.*, 2005), peut-être engendré par de mauvaises récoltes céréalières répétées (p. 161). En revanche, « en Suisse occidentale, les villages Lüscherz se sont développés au cours du 28^{ème} siècle pendant une péjoration séculaire du climat » (Pétrequin, Magny *et al.*, 2005). De même, l'abandon des sites lacustres durant le Campaniforme coïncide avec des conditions climatiques générales favorables (Magny, 1993). Il faut dès lors faire intervenir -et de façon prépondérante dans l'explication- les véritables choix de sociétés ; choix que représentent ces formes architecturales originales d'adaptation d'un habitat à des conditions environnementales plutôt inhospitalières (Pétrequin et Pétrequin, 1984).

Sans multiplier les exemples, il est important de noter que, s'il existe bel et bien un déterminisme climatique dans l'installation ou l'abandon des villages en bord de lacs, il n'est pas inéluctable (Arbogast *et al.*, 1996) et ne doit pas masquer d'autres facteurs comme la démographie, l'exploitation de l'environnement, les déplacements de population, ou encore les traditions...



*Figure 2 : localisation des sites étudiés au nord-ouest des Alpes
 1 : Lac de Biemme - 2 : Lac de Chalain - 3 : Lacs de Clairvaux - 4 : Lac de Paladru.
 Fond de carte J. Bertin*

Les sites choisis pour cette étude (fig. 2) appartiennent au domaine circum-alpin et couvrent un millénaire (de 3900 à 2600 avant J.-C.). Il s'agit des habitats des bords des lacs de Chalain et Clairvaux dans la Combe d'Ain (Jura), des occupations de Charavines au bord du lac de Paladru (Isère) et du village de « Riedstation » sur la rive orientale du lac de Biemme. Dans la Combe d'Ain, 30 ans de recherches pluridisciplinaires offrent -entre autres- une finesse chronologique sur la longue durée, inédite en France. Le site de Charavines permet pour sa part d'accéder à des raisonnements spatiaux à l'échelle d'un village, ce qui n'est malheureusement possible que sur peu de sites de la Combe d'Ain. Enfin, le village de Riedstation a finalement été choisi au cours de l'étude ; nous verrons que ce choix fait suite à des réflexions sur la gestion des matières premières, en lien avec la localisation des sites archéologique par rapport aux gîtes potentiels.

Les lacs alpins considérés dans cette étude ont la même origine glaciaire, le plus souvent dans des vallées ou des dépressions surcreusées par les glaciers alpins au Würm.

- le lac de Paladru occupe une dépression d'origine glaciaire dans les collines du Bas-Dauphiné, au pied des Préalpes de Chartreuse, à une altitude de 495 m. Il mesure 5,2 km sur 1 km ;
- dans la Combe d'Ain, le plus grand des deux lacs de Clairvaux, à une altitude de 525 m, mesure 0,9 km sur 0,5 km au maximum. Le lac de Chalain se trouve à 489 m d'altitude et mesure 2,7 km sur 1,2 km au maximum. La formation des lacs a été favorisée par le surcreusement par les glaciers ainsi que par la fermeture des vallées par les barrages morainiques (Magny, 1995, p. 38) ;
- le lac de Biemme, avec une longueur de 15 km sur 4 km, est cité par A. Hafner (1992a) « parmi les plus petits lacs de formation glaciaire au nord des Alpes ». Au regard de la superficie des lacs français pris en compte, il faut bien admettre que les suisses sont vraiment mieux lotis ! Il se trouve à 450 m d'altitude, au cœur du bassin molassique helvétique.

Bien que de dimensions différentes, les quatre lacs étudiés sont à des altitudes similaires -aux environs de 450 à 500 m d'altitude- et présentent la même morphologie. Une fois libérées par les glaciers, les cuvettes lacustres présentent à leur base un ensemble argilo-limoneux d'origine détritique constitué de matériaux arrachés sur le bassin versant par les ruissellements (Magny, 1995). Ce premier ensemble est recouvert par des craies lacustres, sédiments autochtones constitués pour l'essentiel par des carbonates de calcium, formant une plateforme plus ou moins large le long du rivage : la « beine ».

La craie lacustre, sédiment sans oxygène, participe à la conservation exceptionnelle des matières organiques, comme le fumier lacustre. Ce dernier, engendré par les occupations humaines, s'inscrit dans la stratigraphie en couche sombre dans la craie blanche. Dans le Jura, la craie se voit peu à peu recouverte par la tourbe, qui progresse au rythme du comblement du lac (Magny, 1995).

Les lacs pris en compte ont donc la particularité de présenter des plateformes littorales propices non seulement aux installations humaines, mais aussi à la longue conservation des vestiges d'occupation.

Le premier ensemble étudié compte 48 séries, soit l'ensemble des collections disponibles sur les sites littoraux des lacs de Chalain (Fontenu, Jura) et de Clairvaux (Clairvaux-les-lacs, Jura). Ces séries correspondent à une trentaine de villages, dont un tiers date du Néolithique moyen (3800-3400 av. J.-C.) et les autres du Néolithique final (3200-2600 av. J.-C.). Depuis 1970, les nombreux travaux de l'équipe dirigée par P. Pétrequin placent les sites lacustres du Jura parmi les mieux documentés du monde alpin (voir entre autres Pétrequin dir., 1986, 1989 et 1997). Le présent travail constitue néanmoins le seul doctorat portant sur la totalité des séries lacustres jurassiennes, confrontant ainsi les artefacts disponibles sur l'ensemble de la chronologie.

Le second ensemble est composé des deux villages néolithiques de Charavines « les Baigneurs » (Isère). Le site des Baigneurs est localisé sur une avancée de la plateforme littorale en rive sud du lac de Paladru (Pétrequin, 1984). Il a fait l'objet de fouilles subaquatiques, entre 1972 et 1986, entreprises sous la direction d'A. Bocquet (Bocquet, 1994). Les sites de Charavines étaient autrefois attribués à la Civilisation Saône-Rhône (Thevenot *et al.*, 1976). Aujourd'hui, le matériel lithique et céramique est à rattacher au Néolithique final rhodanien, qui reste lui-même un terme d'attente. Les deux villages, habités pendant 20 à 25 ans, sont séparés par une période d'abandon d'une quarantaine d'années. Les phases d'abattage de la couche inférieure (B3) s'étalent de 2669 à 2646 av. J.-C. ; les premiers indices dendrochronologiques de la seconde phase (B1) apparaissent dès 2612 av. J.-C. (Orcel et Dormoy, 1993, cité par Tardieu, 2002).

Enfin, le dernier ensemble correspond au site de Sutz Lattrigen VI. Sur la rive sud du lac de Biene (Canton de Berne, Suisse), le village de Riedstation, construit entre 3393 et 3388 av. J.-C. « est un des rares habitats néolithiques de Suisse fouillé dans sa totalité » (Hafner et Suter, 2004, p. 16). En effet, bien que le site soit érodé, il a fait l'objet d'une fouille subaquatique sur une surface de près de 6000 mètres carrés (Hafner et Suter, 2000). Ce village à deux rangées de bâtiments parallèles reliées entre elles par des chemins de planches, est culturellement rattaché à la transition Cortaillod/Horgen (Hafner, 1992a), c'est-à-dire au Port-Conty (Pétrequin, Viellet *et al.*, 1999).

Au total, ce ne sont pas moins de 1890 artefacts (fig. 3) qui ont été vus et pour la plupart étudiés sur l'ensemble des sites présentés ci-dessus. Mais je dois préciser dès maintenant que l'étude porte en priorité sur le matériel de mouture et de broyage. Parmi les autres catégories d'outils lithiques non taillés inventoriées (polissoirs, percuteurs et blocs-enclumes), seuls certains types ont été précisément étudiés. Tel est le cas des polissoirs du Néolithique final de la Combe d'Ain. En effet, nous verrons que l'étude de la provenance de leur matière première s'inclue parfaitement dans la problématique ici développée, qui aspire à mettre en lumière d'éventuels choix socio-économiques au travers de l'outillage lithique pondéreux.

Lac	Site	Ensembles archéologiques	Attribution culturelle	Datation (av. J.-C.)	Outils de mouture	Polissoirs	Percuteurs	Blocs-enclumes	Total
Lac de Chalain, Fontenu (Jura)	CH 2	6	Néolithique final	3200 - 2600	43	35	151	5	234
	CH 3	5	Néolithique final		83	39	58	9	189
	CH 4	6	Néolithique final		83	100	45	26	254
	CH 19	5	Néolithique final		65	77	38	6	186
	CH 20	1	Néolithique final		2	0	0	0	2
	CH 21	1	Néolithique final		1	2	1	0	4
	CL II/Ibis	1	Port Conty		2	4	1	0	7
	CL III	2	Néolithique final		21	15	7	2	45
	CL IV	2	Néolithique final		41	12	45	0	98
	CL VII	1	Néolithique Moyen Bourguignon		96	25	35	4	160
Lacs de Clairvaux, Clairvaux-les-Lacs (Jura)	CL VIII	1	Port Conty	0	2	1	0	3	
	CL X	1	Néolithique final	1	0	1	0	2	
	CL XIV	1	Néolithique Moyen Bourguignon	49	32	81	0	162	
	CL MM	14	Néolithique final	110	108	180	0	398	
	CL MM Sud	1	Néolithique final	3	1	6	0	10	
	CL MM V	1	Néolithique Moyen Bourguignon	9	4	9	0	22	
	Lac de Paladru, Charavines (Isère)	2	Néolithique final	37	32	25	2	96	
	Lac de Bienne, Sutz-Lattrigen (Suisse)	1	Port Conty	15	6	2	0	23	
	Total		52		661	494	686	54	1 895

Figure 3 : composition des séries lacustres prises en compte (fin des inventaires juin 2007)

Méthodologie : au cœur de la matière

Le point de départ de l'étude est la détermination pétrographique des artefacts. En effet, la question de la nature pétrographique des outils permet d'appréhender les critères de choix, la question des provenances, ainsi que la gestion des matières premières. Il est alors possible -ce que je développerai plus loin- de comprendre les procédés de production et d'utilisation mis en œuvre pour des outils du quotidien, y compris les modes de réutilisation et de rejet.

En premier lieu il a fallu réaliser un recensement général des matières premières utilisées pour les différents types d'outils, principalement à Chalain et à Clairvaux.

Chaque artefact ou fragment d'artefact a d'abord fait l'objet d'une détermination macroscopique, à l'œil nu et à la loupe (grossissement x8). Plusieurs groupes de matières premières ont été reconnus, correspondant à des roches de toutes les catégories pétrographiques (magmatique, métamorphique et sédimentaire). Dans chacun des groupes, un échantillonnage des outils a été réalisé par sélection des représentants les plus caractéristiques de chaque type de roche. L'analyse envisagée étant destructive, mon choix s'est porté de préférence sur des artefacts de petites dimensions, sans traces d'usage spécifique (rainures, sciage...), mais néanmoins typologiquement bien définis. Si l'étude n'avait porté que sur des outils dont l'appartenance typologique ou stratigraphique est floue, les résultats auraient été sans grand intérêt. Mieux vaut caractériser quelques pièces bien authentifiées que des dizaines de fragments hors stratigraphie (Milleville, 2003). Sur les échantillons ainsi sélectionnés, la réalisation des lames minces a été faite par découpage de la pièce à analyser, sous forme d'un « sucre » (5 x 2 x 0,5 cm) ou d'une « carotte » (0,8 cm de diamètre sur 3 cm) (fig. 4). Le fragment de roche est alors collé à une plaque de verre et poli jusqu'à ce que l'épaisseur de la roche atteigne 30 microns. A cette épaisseur, les minéraux constitutifs de la roche sont transparents et possèdent des propriétés optiques caractéristiques. Une lame mince est donc un « film » minéral, obtenu par polissage.



Figure 4 : une méthode destructive : la réalisation de lames minces à partir d'un « sucre » et d'une « carotte »

Au total, 129 lames minces ont été réalisées, sur les artefacts de la Combe d'Ain, soit environ 20 % des outils de mouture et 10 % de polissoirs (88 lames sur outils de mouture, 38 sur polissoirs et 3 sur percuteurs). Pour le matériel de mouture et de broyage, les 20 % d'artefacts étudiés en lames minces sont représentatif de 80 % des matières premières. Pour les polissoirs, les 10 % d'artefacts caractérisés représentent 93 % des matières premières support.

Les lames minces sont étudiées au microscope polarisant, qui comme son nom l'indique permet de choisir la polarisation de la lumière incidente et de révéler ainsi les propriétés optiques des minéraux. La première diagnose s'est faite avec l'appui de Danielle Santallier et Eric Jautée, pétrographes de l'Université Claude Bernard Lyon 1 ; elle a servi de base à la discussion avec de nombreux spécialistes. En effet, s'il est possible d'être compétent sur tous les types de roche pour une détermination pétrographique globale, la recherche des origines des matières premières demande, quant à elle, la connaissance des potentiels régionaux ; il faut donc faire appel à des spécialistes. Par exemple, la détermination stricte des calcaires a pu se faire avec Eric Jautée, dont les qualités pédagogiques et scientifiques en ce domaine sont remarquables. Ainsi l'une des meules en calcaire de CH2 C (n° 12 11 14, Clairvaux ancien) s'avère être -en première analyse- une intrabiosparite à intraclastes micritiques. Dans un second temps, la présence de certains foraminifères dont *Alveosepta jaccardi* a attiré l'attention de Paul Bernier, spécialiste des calcaires du Jura. Ce foraminifère a permis de préciser le calage stratigraphique du calcaire dans la séquence du Jurassique (Bernier, 1984) et d'attester sa présence à proximité du site de Chalain 2. Il en va ainsi de la quasi-totalité des lames minces étudiées. Pour chacune, la première étude descriptive a été complétée par les observations d'un spécialiste. Cette démarche explique en partie la longue liste des personnes remerciées dans le présent travail. Il est à noter que c'est avec un certain amusement, aucunement condescendant, que de nombreux géologues se sont prêtés au jeu de la recherche d'une provenance, leur travail consistant fréquemment à l'inverse à déterminer les caractéristiques spécifiques d'une roche d'origine connue.

Enfin, il faut admettre que la démarche est chronophage, en raison de l'éloignement géographique de ces spécialistes. A titre d'exemple, la recherche de la provenance d'un type de grès particulier, les subarkoses à apatite organique, a nécessité de rencontrer successivement une quinzaine de géologues de Lyon, Besançon, Dijon, le Creusot, Grenoble, Berne, Fribourg et Paris. Chacun d'entre eux a décrit la roche à sa manière (il existe en effet plusieurs systèmes classificatoires) et proposé des orientations de recherches mais aucun n'a pu identifier clairement l'origine de la roche au premier coup d'œil. Finalement, une relecture attentive des cartes géologiques avec François Boyer (Université Pierre et Marie Curie, Paris 6), orientée par les différentes descriptions des spécialistes, a permis de repérer enfin une référence sibylline dans l'une des notices, qui mentionnait une variation ponctuelle de faciès dans la masse gréseuse du Rhétien, pouvant correspondre aux subarkoses recherchées.

Bien sûr, il a été parfois nécessaire de procéder à des comparaisons entre lames minces issues d'une part d'objets archéologiques et d'autre part de prélèvements géologiques. Tel a été le cas des subarkoses repérées sur carte. Après prospection sur le terrain et échantillonnage géologique, la comparaison des lames minces a permis de montrer la similitude des faciès et par conséquent d'identifier l'origine de la matière première.

A l'inverse, pour certaines roches, la provenance est directement proposée par les spécialistes, sur la seule analyse des lames minces d'objets archéologiques. Tel est le cas des calcaires évoqués précédemment, ainsi que des roches alpines issues de la nappe péniqne supérieure, caractérisées par Didier Marquer (Université de Franche-Comté, Besançon). Ce spécialiste des formations alpines a vu et déterminé de nombreux faciès du même type ; son avis a donc été considéré comme fiable pour attester l'origine de la roche.

La méthode de travail, simple au demeurant, demande une certaine maîtrise du vocabulaire géologique (nom des minéraux, système classificatoire, terminologie des phénomènes propres à la genèse de la roche, connaissance des phénomènes post-formation qui modifient la structure initiale de la roche...), dans tous les domaines (magmatique, métamorphique et sédimentaire, ce dernier comprenant les roches silicoclastiques type grès et les roches calcaires).

Il n'est donc pas prétentieux de dire que la démarche n'est pas réalisable sans connaissances en géologie générale et en pétrographie ; de plus, il s'agit aussi de se montrer apte à transposer ces identifications pétrographiques en termes d'interprétation archéologique.

Finalement rechercher l'origine des matières premières pour le matériel lithique pondéreux, revient à se faire le maillon d'une chaîne tendue entre l'archéologue et le géologue. Etudier l'ensemble du processus de fabrication de ces outils revient à être l'élément central de ce lien.

Contextualisation géologique

Les collections étudiées proviennent de quatre lacs, qui se situent dans l'est de la France et en Suisse occidentale et possèdent un environnement géologique commun. Un rapide aperçu de la géologie d'Europe occidentale paraît nécessaire en ce début de travail, pour situer les grandes formations et les principales ères géologiques (fig. 5) et tenter une première approche globale des gîtes potentiels de matières premières.

Chronologie classique			Précisions utiles pour l'étude :		
Eres	Périodes	Epoques	Etages, Evénements	Age (Ma)	
Cénozoïque	Quaternaire	Holocène	Glaciations	1,81	
		Pléistocène			
	Néogène	Pliocène	Surrection alpine	65,5	
		Miocène			
	Paléogène	Tertiaire	Oligocène	Surrection des Pyrénées	145,5
			Eocène		
Paléocène					
Mésozoïque	Crétacé	supérieur		199,6	
		inférieur			
	Jurassique	Secondaire	supérieur	Purbeckien	251
				Kimméridgien	
				Oxfordien	
			moyen	Callovien	
				Bathonien	
				Bajocien	
	inférieur	Lias			
	Trias		supérieur	Rhétien	
Keuper					
moyen			Muschelkalk		
inférieur			Buntsandstein		
Paléozoïque	Primaire	Permien	Episode hercynien Episode varisque	542	
		Carbonifère			
		Dévonien			
		Silurien			
		Ordovicien			
		Cambrien			
Précambrien					

Figure 5 : échelle simplifiée et non exhaustive des temps géologiques, d'après l'échelle de la Commission Internationale de Stratigraphie (ICS), 2004, modifiée

Des remarques préliminaires sont nécessaires pour rendre compte des choix de l'échelle stratigraphique : La colonne de droite n'appartient pas à la chronologie classique, puisqu'elle mélange abusivement les précisions sur les époques, les étages, les sous étages, les épisodes orogéniques et les autres dénominations, sans pour autant être exhaustive. Son seul but est de préciser rapidement pour le lecteur la position stratigraphique des termes employés dans l'étude. Par exemple, le Jurassique est divisé selon deux systèmes. Le classique découpage inférieur/moyen/supérieur est ici choisi, le second système étant une division entre Lias, Dogger et Malm. Le Lias est donc une époque, qui recouvre la majeure partie du Jurassique inférieur. Le terme de Lias sera parfois utilisé dans l'étude, à l'inverse du Dogger et du Malm, c'est pourquoi il est mentionné dans la colonne de droite. Concernant le Purbeckien, il s'agit d'un sous étage qui s'intercale entre la fin du Jurassique supérieur et le début du Crétacé inférieur. Il est ici inclut dans sa totalité dans le Jurassique supérieur, à l'instar des regroupements courants des cartes géologiques utilisées dans l'étude.

Les grandes unités géologiques se répartissent comme suit :

- les massifs anciens, fragments de la chaîne paléozoïque varisque. Le cycle paléozoïque est polyphasé, avec des collisions successives de plaques dans le cadre de la fermeture progressive de l'océan Iapetus (pré-Atlantique, ouvert il y a environ 600 Ma et fermé autour de 230 Ma). Les phases calédonienne, acadienne, varisque puis hercynienne s'y sont succédées (Piqué, 1991). L'épisode varisque (appelé aussi acadien, ou éo-hercynien, ou ligérien, ou éo-varisque) correspond à des collisions dévoniennes à carbonifère inférieur, intra-Armorica. C'est l'essentiel de la chaîne française : Ardenne, Provence, massifs des Vosges et de la Serre, massifs cristallins alpins externes et internes, Massif Américain et Massif Central (Santallier *et al.*, 1994). La phase hercynienne, ou néo-varisque correspond pour sa part à la collision, au Carbonifère supérieur, entre les ensembles Armorica et Gondwana, à l'origine de la Montagne-Noire, des Pyrénées paléozoïques, de l'Espagne et du Portugal ;
- les formations post-chaînes, mésozoïques et cénozoïques : depuis les formations triasiques (grès des Vosges et du massif de la Serre) jusqu'aux terrains tertiaires, type bassins sédimentaires (Bassin de Paris, vallée du Rhône, fossé bressan) ;
- la chaîne alpine issue d'une collision qui intervient durant le Tertiaire. Les plaques en présence sont la plaque européenne et la plaque africaine qui s'éloignent l'une de l'autre à partir du Trias et pendant le Jurassique, ouvrant la Téthys. Puis la tendance s'inverse et intervient alors une phase de subduction au Crétacé et enfin la collision, créant la chaîne alpine, avec ses zones internes (ophiolites et nappes cristallines), ses zones externes (Jura, Préalpes calcaires) et ses zones de Piémont post-chaînes (bassins molassiques).

Sur cette trame très large, il convient d'ajouter les particularismes propres à chaque région et donc à chaque lac : milieu calcaire jurassique pour les lacs de Chalain et de Clairvaux, environnement molassique tertiaire pour le lac de Bièvre et celui de Paladru.

Enfin, l'ensemble de la zone étudiée est marqué par les glaciations quaternaires. Le Quaternaire est schématiquement constitué d'une alternance de périodes chaudes et de périodes froides et ce jusqu'au réchauffement général du climat, aux environs de 10000 av. J.-C. (Magny, 1995). En particulier, les deux dernières grandes glaciations, Riss et Würm (du nom d'affluents du Danube), sont signalées dans la littérature lorsqu'il est question de la propagation des éléments morainiques alpins (Campy, 1982), bien que leur existence soit remise en cause en tant qu'entité homogène. Outre le fait d'être à l'origine même des lacs, les glaciations ont donc modelé une partie des paysages et transporté des éléments morainiques sur de grandes distances. Le phénomène se révèle être important dans le cadre d'une recherche de provenance. Ainsi, dans le domaine alpin, si les montagnes se déplacent peu, les roches qui les constituent ont pu être emportées très loin par les glaciers.

Plan

Mon propos consiste donc à comprendre, à partir de séries issues de sites lacustres dont les similarités géographiques et géologiques au sens large viennent d'être évoquées, la place de l'outillage lithique pondéreux, au travers de sa gestion, depuis l'approvisionnement en matière première jusqu'au rejet des outils.

Cherchant à tirer partie au mieux de documents archéologiques de qualité inégale, j'ai choisi de travailler selon plusieurs axes.

Le premier axe de recherche est chronologique. C'est dans la Combe d'Ain qu'il trouve son meilleur terrain d'application, en raison de la précision de l'évaluation du temps, par phases de 20 à 50 ans, en particulier entre 3200 et 2800 av. J.-C.

Il s'agit donc là d'évaluer la vitesse des changements dans la gestion des outillages lithiques pondéreux.

Le second axe de recherche exploré sera celui de la répartition spatiale des artefacts. La question sera alors de comprendre la gestion de l'outillage lithique pondéreux, non pas dans la durée mais à l'échelle d'un village, en s'appuyant sur plusieurs exemples. Des sites tels que Chalain 2C, les Baigneurs ou Riedstation sont favorables à des études de répartition au sein de villages dont la compréhension générale est d'ores et déjà acquise.

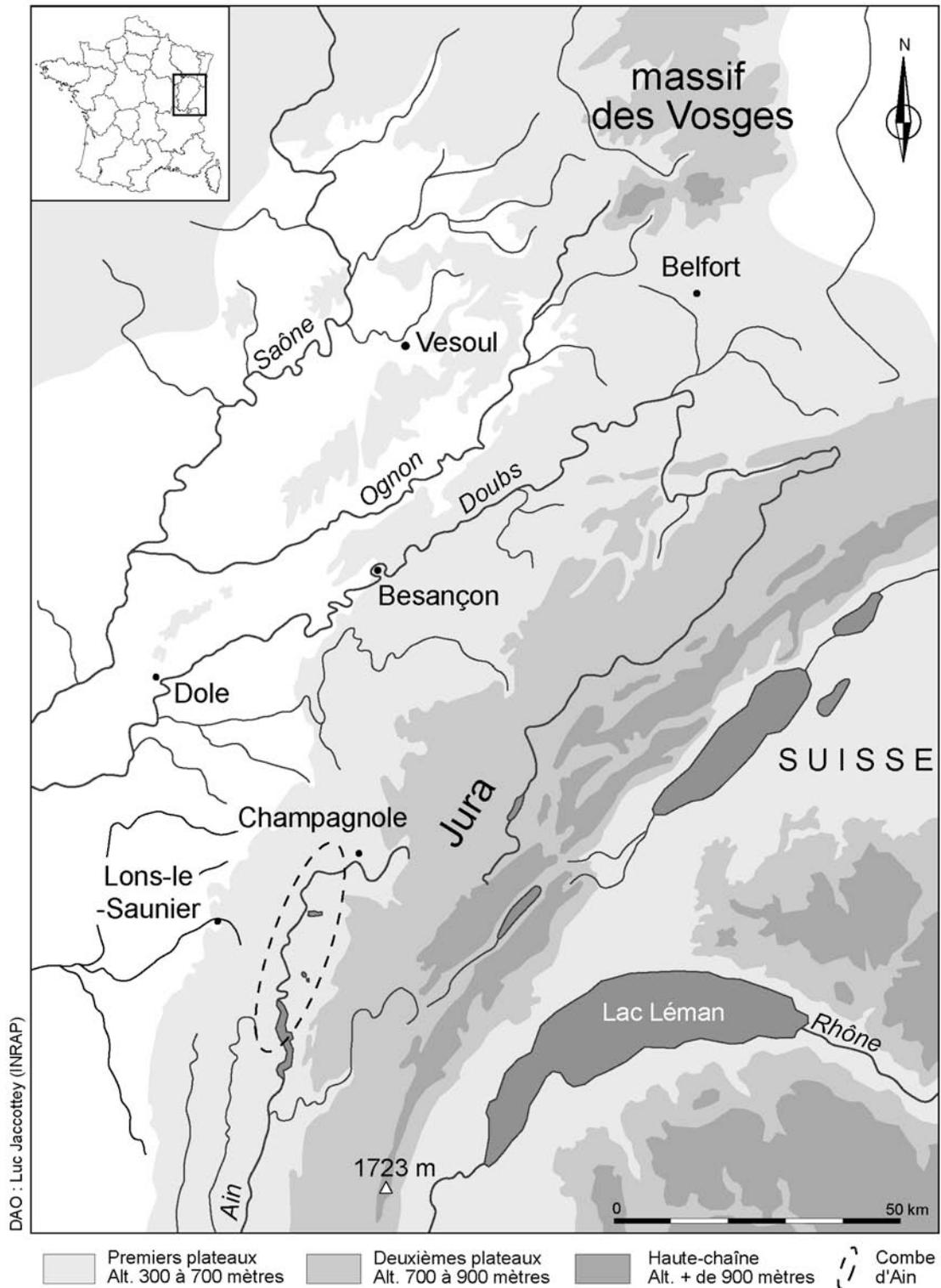
Enfin, il sera présenté une synthèse, portant sur une chronologie longue -du Néolithique Moyen Bourguignon de Clairvaux VII (3800 av. J.-C.) jusqu'au Néolithique final de Charavines (2700 av. J.-C.).

Il s'agira de mettre en évidence d'éventuelles différences ou similitudes entre les sites et d'en chercher la cause et la dynamique.

Chapitre I :

Présentation de la Combe d'Ain

I 1 : Géographie, géologie



DAO : Luc Jaccottey (INRAP)

Figure 6 : contexte géographique de la Combe d'Ain (en pointillé), DAO : L. Jaccottey

Le Jura, au sens géographique et géologique, est un ensemble de plis et de plateaux qui s'étendent en France, Suisse et Allemagne, formant un arc de cercle de 400 km de long sur moins de 80 km de large, culminant à 1723 m au Crêt de la Neige (fig. 6).

Le Jura est limité au nord-ouest par les Plaines de Saône et relayé vers le nord-est par une zone de plateaux, le Jura Souabe. Au sud, le Jura se termine sur les Préalpes de Savoie et l'Île Crémieu. Essentiellement calcaire et formé au Secondaire (Jurassique), le Jura se compose de deux zones de plis qui enserment des plateaux. Les grandes unités structurales sont, du nord-ouest au sud-est :

- les Plaines de Saône et les Avant-Monts d'altitude inférieure à 300 m, qui marquent en réalité les limites externes du Jura. En effet, la chaîne du Jura occupe le flanc sud du bombement anticlinal de socle allant du Morvan aux Vosges. Le petit massif de la Serre en est un jalon (Bonvalot, 1965) ;
- la première bordure, plissée en un système de failles et de plis -système dit en lanières- et qui forme le Jura externe (le Bugey, le Revermont) parfois en contact direct avec le Jura interne, au sud (Jura méridional). Ce front de chaîne, étroit, est relativement complexe puisqu'il chevauche largement l'avant pays bressan (Dercourt, 1997) ;
- au centre du massif, les faisceaux de plis bisontin, salinois, lédonien... et les zones de plateaux. On distingue les premiers plateaux, à des altitudes variant de 300 à 700 m et les seconds, ou plateaux supérieurs, de 700 à 900 m ;
- la seconde zone plissée, dite Jura interne, où se sont concentrées les contraintes maximales lors de la surrection alpine au Tertiaire, zone incluant la Haute-Chaîne dont l'altitude est supérieure à 900 m.

La carte géologique présentée ici (fig. 7), réalisée à partir de la carte de Chalon-sur-Saône à 1/250 000 (Chiron *et al.*, 1987) est volontairement simplifiée. Toutes les formations quaternaires würmiennes sont regroupées. Pour nous, l'intérêt réside non pas dans la compréhension des phénomènes récents -aboutissant entre autres à la formation de lacs-, mais dans une vision plus large de la géologie des environs de la Combe d'Ain.

La Combe d'Ain occupe une position centrale entre les plateaux calcaires du Jurassique supérieur à l'est et les plateaux du Jurassique moyen à l'ouest. L'orientation générale est NNE/SSO, perpendiculaire à la pression maximale exercée sur la chaîne jurassienne lors de la surrection alpine. La chronologie du Jurassique se lit d'ailleurs le long de cet axe, avec la présence de Lias (Jurassique inférieur) à l'extrémité occidentale du plateau de Lons-le-Saunier. La prédominance du milieu calcaire jurassique ne doit pas masquer la présence d'éléments antérieurs et notamment des formations triasiques ; elles sont présentes, selon la même orientation générale, à l'ouest du plateau lédonien, où elles soulignent les fronts de chevauchement ; elles se distinguent du reste de la couverture géologique de la région par la présence d'éléments siliceux (grès du Rhétien notamment). Enfin les formations post-jurassiques sont représentées par des calcaires crétacés présents en lambeaux et par de rares poches miocènes dans la Haute-Chaîne.

La Combe d'Ain est une dépression allongée (fig. 8), dans le sens nord/sud, de 30 km de long sur 4 à 5 km de large (Campy, 1985) : « Elle est parcourue par la rivière de l'Ain et son altitude est voisine de 500 m. Elle est limitée à l'est par le plateau de Champagnole dont l'altitude s'échelonne de 600 m à l'Ouest à 800 m à l'est, où il vient se raccorder aux premiers reliefs de la chaîne du Jura. Ce plateau est entaillé par des vallées en cul-de-sac (reculées) qui se raccordent à la Combe d'Ain. Vers l'ouest, cette dernière est limitée par le relief de la chaîne de l'Heuthe qui culmine à 750 m » et qui la sépare du plateau de Lons-le-Saunier.

La plupart des lacs du Jura, dont Chalain et Clairvaux, se sont formés pendant la dernière glaciation (Würm). Durant ce maximum glaciaire, la Combe d'Ain était complètement occupée par un lac dont le niveau se situait à 530 m d'altitude environ (Campy, 1985). Plusieurs langues glaciaires débouchaient dans la Combe d'Ain par sa rive orientale, dont celles de Doucier et de Clairvaux. Lors de leur retrait, ces langues ont donné naissance, au débouché des reculées, à des rides et buttes morainiques (Campy, 1982). Les dépôts ainsi formés sont des bourrelets en arc de cercle, particulièrement développés à Chalain ; ils sont riches en éléments morainiques.

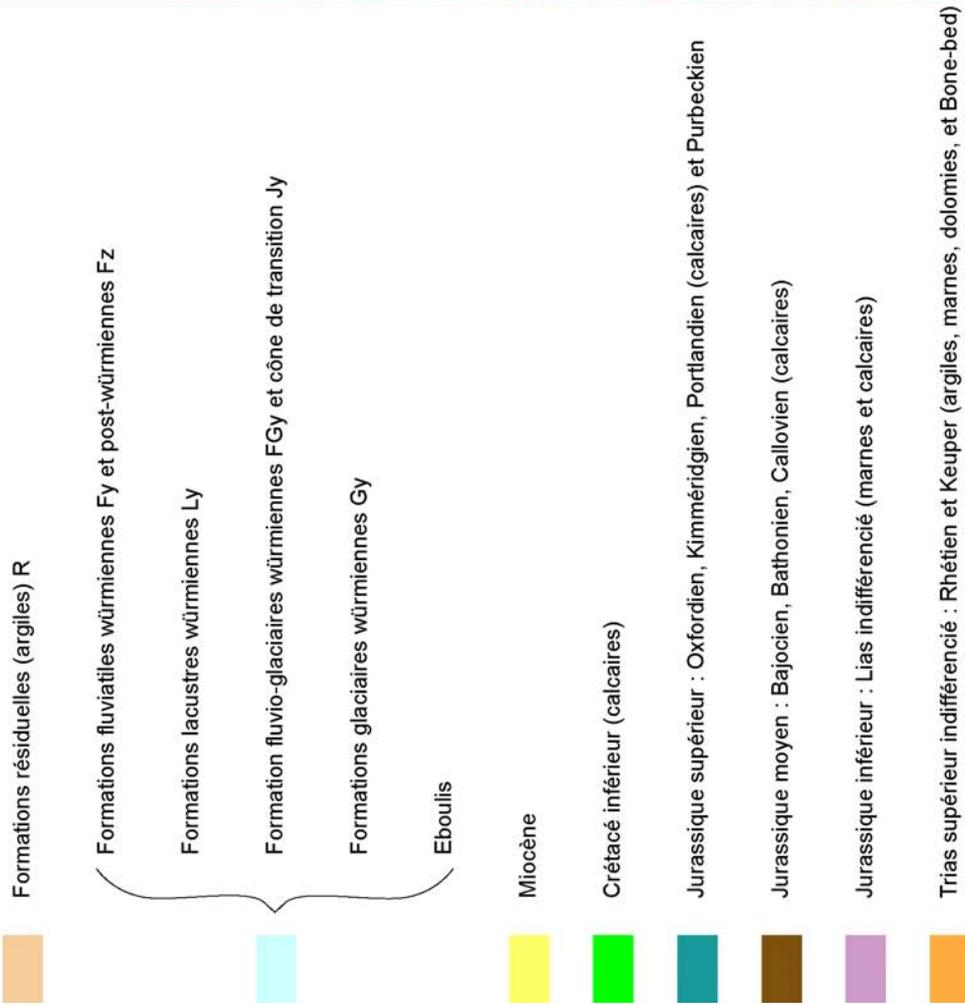
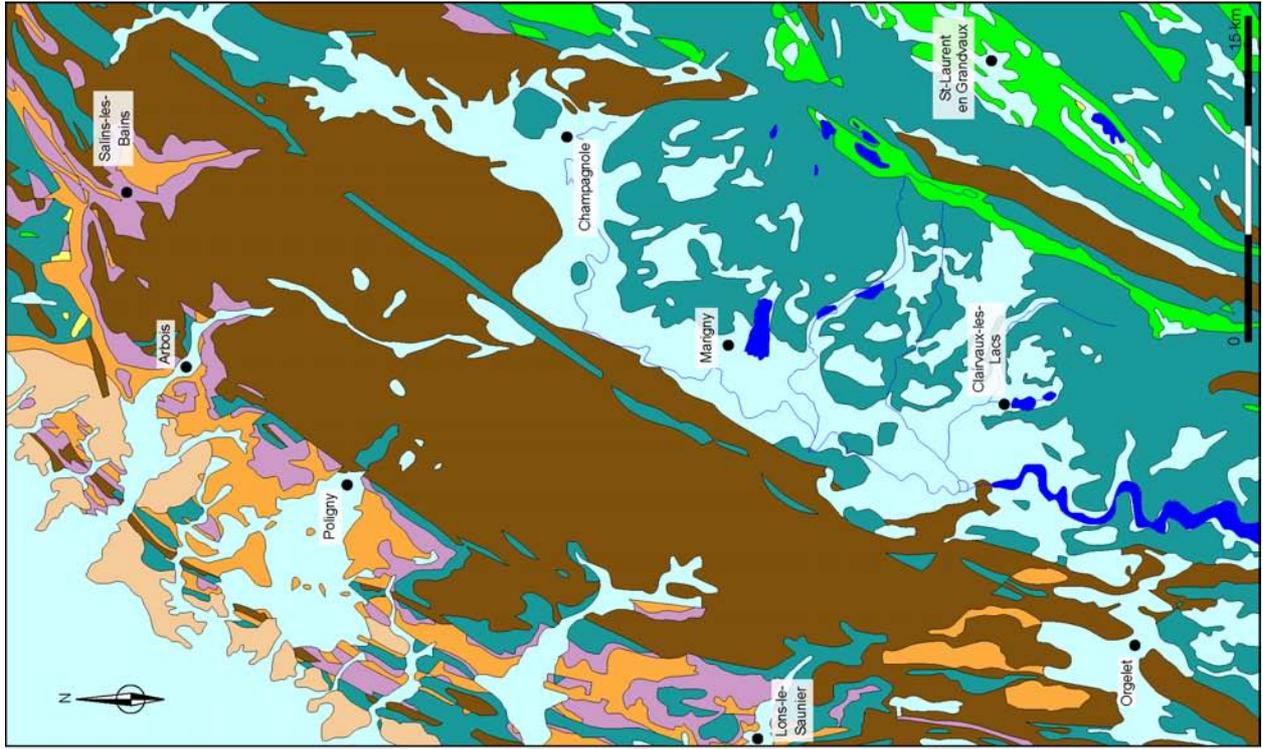


Figure 7 : *contexte géologique de la Combe d'Ain*

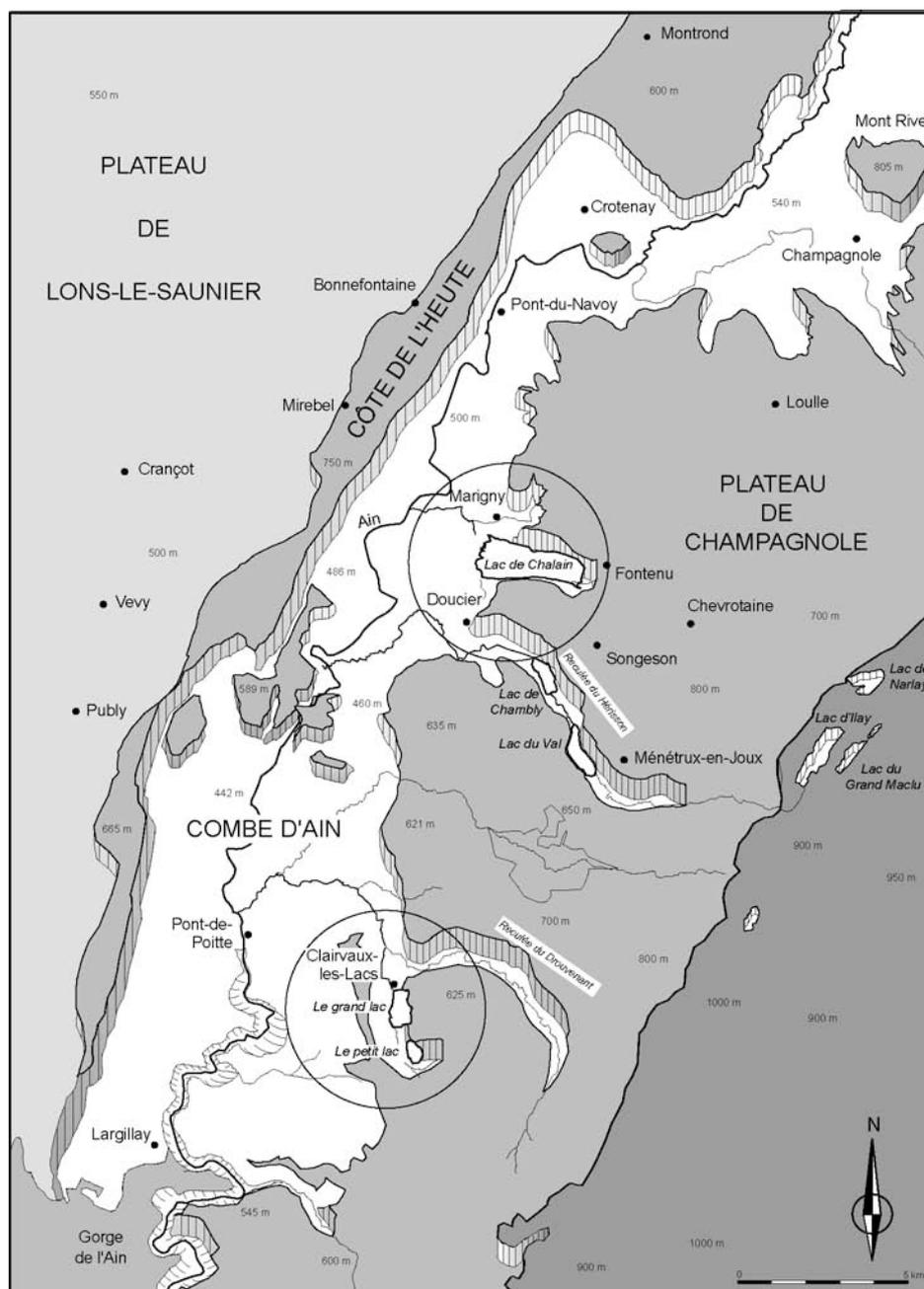


Figure 8 : relief de la Combe d'Ain, d'après Campy (1982), modifié par Dufraisne (2002)

Dans l'ensemble de la Combe d'Ain, les roches calcaires prédominent, appartenant au Jurassique moyen et supérieur (fig. 9). Mais loin d'être homogènes, les faciès présents à proximité des sites archéologiques sont nombreux : calcaires oolithiques, lités, dolomitiques, argileux, graveleux... et offrent une large gamme de matières premières disponibles.

I 2 : Historique des recherches

Les premiers villages lacustres de la Combe d'Ain ont été découverts en 1870 à Clairvaux, où des poteaux de chêne ont été repérés à l'occasion d'un niveau du lac exceptionnellement bas (Pétrequin, 1986). C'est à Jules le Mire que revient la primauté des fouilles sur les sites lacustres jurassiens ; il publie en 1872 les résultats de sa fouille « d'un are à peine » au bord du Grand Lac de Clairvaux, à proximité de la Motte-aux-Magnins, dans laquelle « les objets trouvés pendant ces vingt-cinq jours de travail sont nombreux et bien conservés ». C'est la première station lacustre découverte en France.

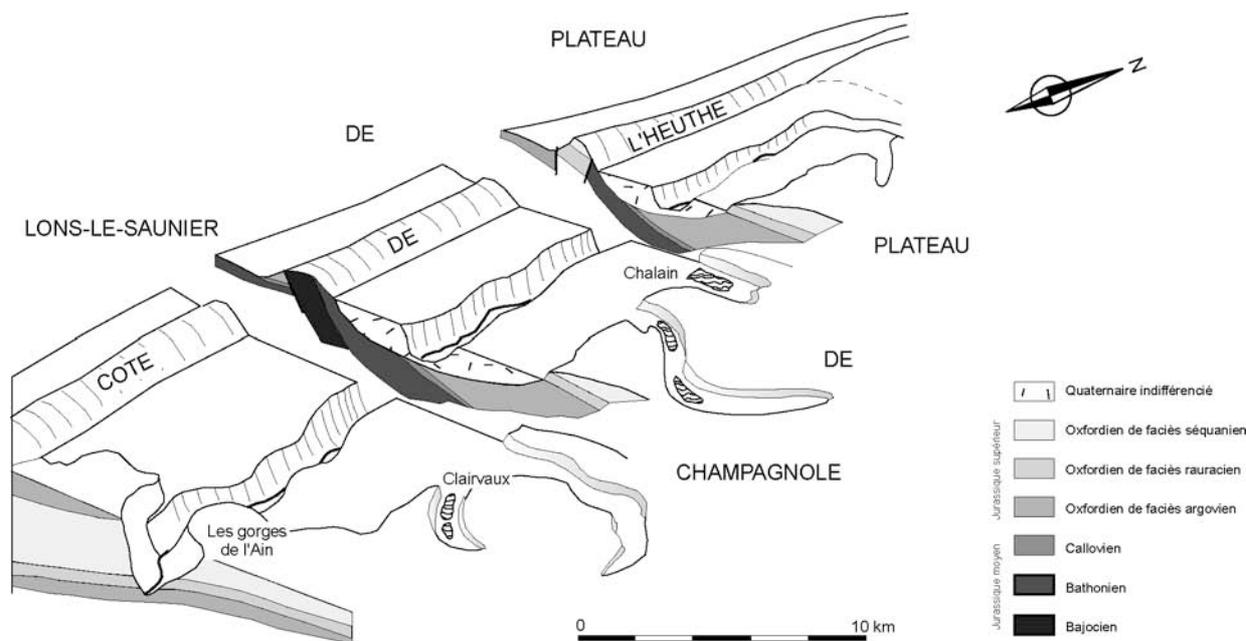


Figure 9 : contexte morphologique et structural de la Combe d'Ain, d'après Campy (1982), modifié par Dufraisse (2002)

Ces observations sont complétées en 1890 par l'étude de l'Abbé Bourgeat. Ces fouilles s'inscrivent dans l'enthousiasme général des découvertes lacustres, initié depuis le milieu du 19^{ème} siècle. De même, en 1904, au bord du lac de Chalain, dont le niveau avait été abaissé artificiellement pour une exploitation hydroélectrique, on découvre une dizaine de sites d'habitat (Pétrequin, 1986).

Les recherches se multiplient avec les fouilles de L.-A. Girardot (1904) et de la Société d'Emulation du Jura. L'intérêt marqué tout au long du 20^{ème} siècle pour les sites lacustres jurassiens se traduit à l'heure actuelle par une dispersion des collections. En effet, des collections anciennes provenant des sites lacustres de Chalain et de Clairvaux se retrouvent non seulement dans de nombreuses collections privées, mais aussi dans des musées parfois lointains ; à Lons-le-Saunier bien sûr, dont L. A. Girardot est le conservateur, mais aussi à Dole sous l'impulsion de J. Feuvrier, à Besançon, Lyon, Genève, Paris, Bourges voire même Lille... (Pétrequin et Pétrequin dir., 2001).

Il faut attendre 1970 pour qu'un programme de recherche de grande ampleur voie le jour, sous l'impulsion de Pierre Pétrequin. Depuis lors, les fouilles programmées sur les rives des lacs jurassiens ont été complétées en 2000 et 2001 par des campagnes de sondages à la tarière autour de trois lacs (lac de Chalain, Grand et Petit lac de Clairvaux, Pétrequin dir., 2000 ; Pétrequin et Pétrequin dir., 2001). Actuellement, plus d'une trentaine de sites ont été identifiés à Chalain et une vingtaine à Clairvaux (fig. 10), dont une large partie est protégée et classée au titre de monuments historiques. La chronologie des occupations s'étend -pour le Néolithique- de 5400 à 2500 av. J.-C. et jusqu'à l'Age du Fer (800 av. J.-C.).

Il convient de souligner ici l'extraordinaire conservation des vestiges archéologiques en contexte anaérobie, tout à fait caractéristiques des environnements humides autour des Alpes. La documentation y est exceptionnelle, en regard de la moindre quantité d'information livrée par des sites, en particulier de plein air, souvent érodés, ou fouillés anciennement. Les sites de Chalain et de Clairvaux servent de référence et de cadre chronologique pour l'ensemble du Néolithique franc-comtois. Ainsi malgré l'activité des différents acteurs de la recherche archéologique régionale, notamment de l'INRAP, rares sont les sites préhistoriques d'envergure qui viennent

compléter la chronologie (L. Jaccotey, com. pers.). Il s'agit majoritairement de sites en grotte : pour le Néolithique, la Baume de Gonvillars (Pétrequin, 1970), la Baume de Gigny (Pétrequin A.-M., Pétrequin P. *et al.*, 1988) et la grotte de la Tuilerie à Gondrenans-les-Montby (Pétrequin, 1972) ; pour l'Age du Bronze, la grotte des Planches-près-Arbois (Pétrequin, Chaix *et al.*, 1985). Signalons aussi deux sites de plein air, où les datations, absolues par le radiocarbone ou relatives par la typologie, permettent de poser un cadre chronologique fiable : pour le Néolithique Moyen Bourguignon (NMB), l'enceinte de « Moulin Rouge » à Rochefort-sur-Nenon (Pétrequin et Pétrequin, 1982) et pour le Campaniforme, le site de Ruffey-sur-Seille (Séara et Ganard, 1996). Notons enfin deux ensembles dont les publications dirigées par J.-F. Piningre ne manqueront pas d'étoffer la trame franc-comtoise : le site de Bourguignon-les-Morey, en cours d'étude et le camp de Château à Salins-les-Bains, en cours de fouilles.

Les moyens matériels et humains concentrés sur la fouille, l'étude et la protection des ces sites depuis plus de 30 ans, sont donc bien en adéquation avec le potentiel archéologique régional (Pétrequin, Magny *et al.*, 2005).

De même, à une échelle plus large, les sites de Chalain et Clairvaux sont amplement reconnus en Europe occidentale, comme en témoignent les nombreuses publications, qu'elles soient généralistes (Collectif, 2005, p. 264 à 273) ou spécialisées (Jeunesse *et al.*, 1998).

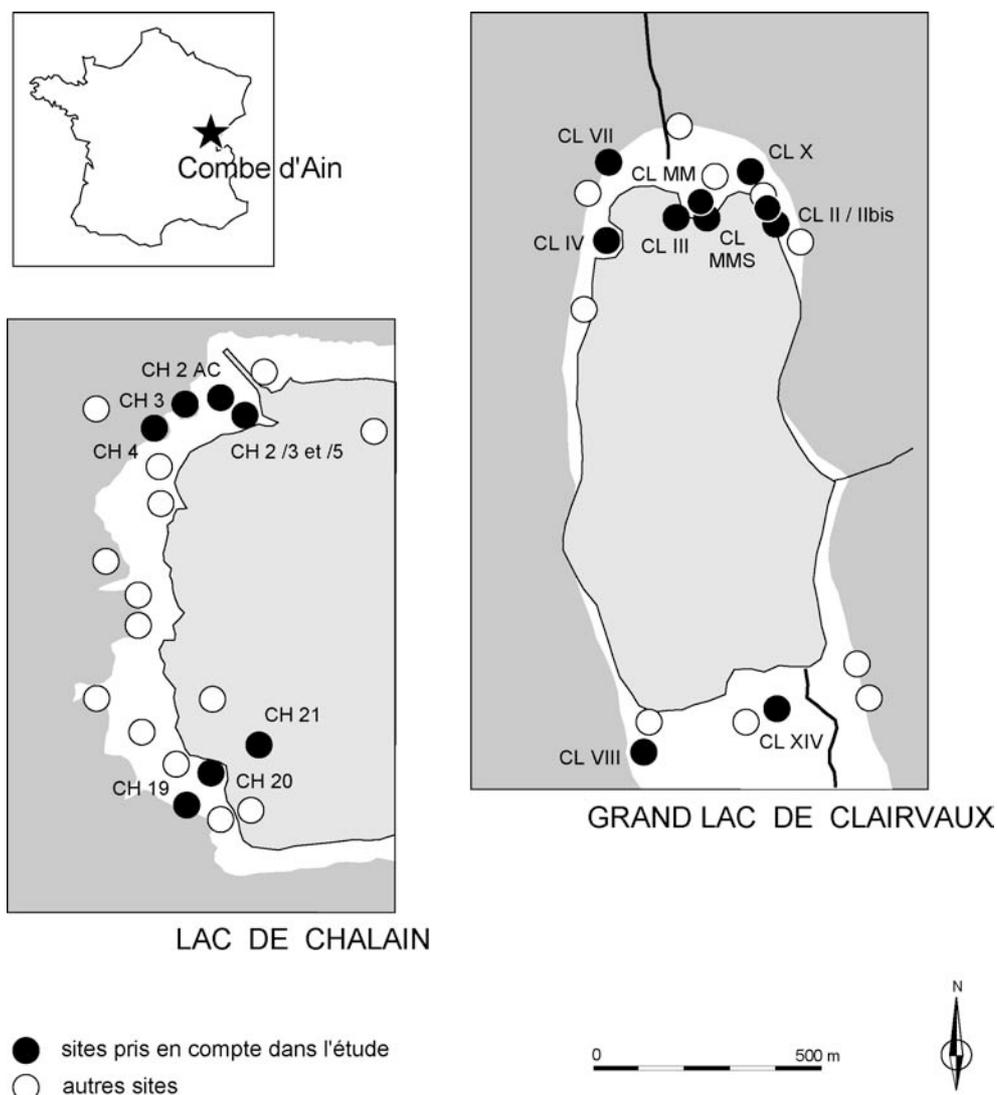


Figure 10 : localisation des sites en bordure des lacs de Chalain et de Clairvaux, DAO P. Pétrequin

Fourchettes chronologiques	Nom de l'échantillon	Dates dendro.	Cohérence strati.	Surface fouillée	Surface dépotoirs	Evaluation durée	Tamisage 1 et 3 mm	Erosion	Qualité échantillon
2650-1650 av. J.-C.	CL MM K		médiocre	96 m ²	96 m ²	impossible	total	forte	faible
vers 2650 av. J.-C.	CL MM J		moyenne	96 m ²	96 m ²	impossible	total	moyenne	moyenne
vers 2700-2600 av. J.-C.	CL MM H		moyenne	96 m ²	96 m ²	impossible	total	faible	moyenne
vers 2900-2700 av. J.-C.	CL MM G		moyenne	96 m ²	96 m ²	impossible	total	faible	moyenne
vers 2900-2700 av. J.-C.	CL MM F		moyenne	96 m ²	96 m ²	impossible	total	faible	moyenne
2900-2800 av. J.-C.	CL MM E		moyenne	96 m ²	96 m ²	impossible	total	faible	faible
2900-2800 av. J.-C.	CL MM D		moyenne	96 m ²	96 m ²	impossible	total	faible	faible
2990-2950 av. J.-C.	CL MM C	OUI	bonne	96 m ²	96 m ²	10 ans	total	nulle	forte
2990-2950 av. J.-C.	CL MM B	OUI	bonne	96 m ²	96 m ²	10 ans	total	nulle	forte
2990-2950 av. J.-C.	CL MM A	OUI	bonne	96 m ²	96 m ²	10 ans	total	nulle	forte
2980-2950 av. J.-C.	CL MMS II	OUI	très bonne	8 m ²	8 m ²	30 ans	total	nulle	moyenne
vers 3600-3700 av. J.-C.	CL MM V		très bonne	38 m ²	38 m ²	20 ans ?	total	nulle	forte
vers 3450 av. J.-C.	CL II	OUI	bonne	1400 m ²	10 m ²	20 ans	partiel	forte	faible
post 2700 av. J.-C.	CL III sup.		faible	48 m ²	10 m ²	impossible	total	forte	faible
2980-2940 av. J.-C.	CL III inf.		très bonne	48 m ²	20 m ²	30 ans	total	nulle	moyenne
vers 3000 av. J.-C.	CL IV sup.	OUI	faible	54 m ²	54 m ²	20 ans	total	forte	faible
vers 3020 av. J. -C.	CL IV inf.	OUI	très bonne	54 m ²	54 m ²	30 ans	total	nulle	moyenne
3900-3700 av. J.-C.	CL VII	OUI	bonne	30m ²	20m ² ?	?	aucun	faible	forte
vers 2980 av J.-C.	CL X	OUI	très bonne	6 m ²	1 m ²	impossible	aucun	nulle	faible
3900-3700 av. J.-C.	CL XIV	OUI	bonne	30m ²	20m ² ?	?	aucun	faible	forte
2700-2500 av. J.-C.	CH 2 /3		très bonne	71 m ²	50 m ²	20 ans	partiel	nulle	très forte
2700-2500 av. J.-C.	CH 2 /5		très bonne	50 m ²	25 m ²	impossible	partiel	nulle	moyenne
2700-2500 av. J.-C.	CH 2 A/		moyenne	50 m ²	20 m ²	impossible	aucun	nulle	moyenne
vers 2980-2950 av. J.-C.	CH 2 A //	OUI	moyenne	400 m ²	150 m ²	30 ans	partiel	nulle	forte
vers 3005-2990 av. J.-C.	CH 2 C	OUI	très bonne	600 m ²	200 m ²	20 ans	partiel	faible	forte
vers 3010 av. J.-C.	CH 3 II c ///+++		très bonne	50 m ²	21 m ²	10 ans	partiel	nulle	moyenne
vers 3060-3040 av. J.-C.	CH 3 IV		très bonne	50 m ²	21 m ²	10 ans	partiel	nulle	faible
vers 3100 av. J.-C.	CH 3 VI		très bonne	160 m ²	50 m ²	20 ans	partiel	nulle	très forte
vers 3200-3160 av. J.-C.	CH 3 VIII	OUI	très bonne	180 m ²	70 m ²	30 ans	partiel	nulle	très forte
vers 3000 av. J.-C.	CH 4, phase 4	OUI	bonne	150 m ²	48 m ²	10 ans	partiel	nulle	moyenne
vers 3020 av J.-C.	CH 4, phase 3	OUI	bonne	150 m ²	100 m ²	10 ans	partiel	nulle	moyenne
vers 3030 av. J.-C.	CH 4, phase 2	OUI	très bonne	150 m ²	132 m ²	10 ans	partiel	nulle	forte
vers 3040 av. J.-C.	CH 4, phase 1	OUI	bonne	100 m ²	60 m ²	10 ans	partiel	nulle	moyenne
vers 3020-2980 av. J.-C.	CH 19 H et K	OUI	bonne	800 m ²	120 m ²	30 ans	partiel	faible	moyenne
ves 3200-3160 av. J.-C.	CH 19 O	OUI	moyenne	160 m ²	50 m ²	40 ans	partiel	faible	moyenne

Figure 11 : liste générale des sites fouillés dans la Combe d'Ain, d'après Pétrequin (inédit)

I 3 : Etat de la recherche sur les sites lacustres

Remarques préliminaires

Pour des raisons pratiques, les différents sites de Chalain et de Clairvaux ont été affectés d'un numéro, dans l'ordre chronologique de leur découverte : pour le lac de Clairvaux, ce sont les majuscules CL suivies de chiffres romains, alors que pour le lac de Chalain, ce sont les majuscules CH suivies de chiffres arabes. La seule exception est la station de la Motte-aux-Magnins (sigle CL MM) sur le lac de Clairvaux. De même, les couches portent des numéros ou des lettres, différents d'un site à l'autre. Ainsi, à quelques exceptions près, le nom de la couche suffit à identifier le site. Cependant, il est d'usage de préciser le site et la couche considérés : CH 19 O indique la couche O (Horgen) de la station 19 du lac de Chalain.

Chacun des sites pris en compte dans l'étude fait l'objet d'une fiche technique (Pétrequin dir., 2000 ; Pétrequin et Pétrequin dir., 2001). Ces fiches sont disponibles en annexe 1 du présent travail.

La figure 11 synthétise les données disponibles pour chacun des sites dont il sera question dans cette étude. Pour chacun des sites, la surface fouillée et la surface des dépotoirs sont précisées. Sur les sites lacustres, ces données sont essentielles. La surface fouillée correspond à la surface de l'espace villageois bâti excavée. La surface des dépotoirs est quant-à-elle proportionnelle à la surface des zones habitées. Ainsi, à CLII/Iibis, 1400m² ont été fouillés, mais seuls 10 m² correspondent aux dépotoirs des habitats proprement dit. Le reste de la surface concerne, nous le verrons, des greniers reliés aux maisons par des chemins de planches. Ainsi, la pondération du nombre d'artefacts est réalisée sur la surface des dépotoirs et non sur la surface fouillée. Le tableau (figure 11) évalue aussi la qualité de l'information : érosion, cohérence stratigraphique, tamisage,...

C'est essentiellement à partir de ces données que la chronologie générale a été dressée.

I 3 1 : Chronologie

Les occupations ont pu être corrélées entre elles (fig. 12), à la fois grâce aux séquences stratigraphiques (Pétrequin, 1999), à l'étude typologique de la céramique (Giligny, 1994 et 1997 ; Giligny *et al.*, 1995 ; Pétrequin et Pétrequin, 1989) et aux dates dendrochronologiques (Lambert et Lavier, 1989a et b et 1997 ; Viellet, 1997), avec plus de 1200 bois datés (Viellet, 2007). Reste que le pouvoir de résolution chronologique est parfois limité par différents facteurs : conditions de sédimentation dans les bassins lacustres, dynamique anthropique d'exploitation du milieu, etc.... Ainsi, certaines périodes sont détaillées par phases de 10 à 20 ans, alors que d'autres n'offrent que des datations approximatives au siècle près (Pétrequin, Bailly *et al.*, 2001), en particulier lorsqu'on ne dispose que de datations radiocarbone (Olive et Pétrequin, 1989 ; Pétrequin et Olive, 1986 ; Pétrequin, 1989a ; Pétrequin, 1997 ; Pétrequin et Pétrequin dir., 2001).

Sans tenter une synthèse exhaustive, nous présenterons ici un aperçu des successions chronoculturelles dans la Combe d'Ain (fig. 13) :

I 3 1 a : Le Néolithique moyen

Le Néolithique moyen est reconnu dans la Combe d'Ain comme « le temps de la grande forêt » (Pétrequin et Pétrequin, 1988).

« Pendant le Néolithique moyen (entre 3800 et 3400 av. J.-C.), la Combe d'Ain constitue un front pionnier de défrichement, tout près de la limite supérieure des cultures céréalières. La sédentarité des villages est plutôt faible (de l'ordre de 10 à 25 ans). Toute la région semble alternativement occupée, puis abandonnée, avant l'arrivée de nouveaux colons qui perpétuent ce processus, où l'agriculture itinérante pourrait être le principe du faire-valoir agricole en ambiance forestière à régénération rapide.

Dates approximatives pour classement	Chronologie Chalain	Chronologie Clairvaux	Chronologie CH et CL	Phases culturelles
2550 - 1650		CL MM K	CL MM K	Chalain à Bronze
2550 2600 2620 2630 2640 2650	CH 20 et 21 CH 2 /3 CH 2 /5	CL III sup CL MM J CL MM H	CL III sup CH 20 et 21 CL MM J CH 2 /3 CL MM H CH 2 /5	Chalain
2800 2850		CL MM G CL MM F	CL MM G CL MM F	Clairvaux récent
2870 2940 2950 2960 2965 2970 2980 2985 2987	CH 2 A// CH 3 IIc/	CL MM D-E CL III inf CL MM C CL MM Sud CL MM B CL X CLMM A	CL MM D-E CL III inf CH 2 A// CL MM C CL MM Sud CL MM B CL X CLMM A CH 3 IIc/	Clairvaux moyen
2990 2995 3000 3005 3010 3020 3030 3035	CH 2 C CH 4 - 4 CH 3 IIc/// CH 19 H-K CH 4 - 3 CH 4 - 2	CL IV sup. CL IV inf.	CH 2 C CL IV sup. CH 4 - 4 CH 3 IIc///+++ CH 19 H-K CH 4 - 3 CL IV inf. CH 4 - 2	Clairvaux ancien
3040 3050	CH 4 - 1 CH 3 IV		CH 4 - 1 CH 3 IV	Clairvaux/ Ferrières
Hiatus des occupations				
3120 3180 3200	CH 3 VI CH 19 O CH 3 VIII		CH 3 VI CH 19 O CH 3 VIII	Horgen
Hiatus des occupations				
3450		CL VIII CL II	CL VIII CL II	Port Conty
Hiatus des occupations				
3700 3900		CL VII CL MM V CL XIV	CL VII CL MM V CL XIV	NMB

Figure 12 : chronologie et attribution culturelle des occupations à Chalain et à Clairvaux, d'après Pétrequin (inédit)

D'après les styles céramiques, Chalain et Clairvaux auraient été successivement occupés par des colons d'abord venus du pied occidental du Jura (Néolithique moyen bourguignon ancien), puis vers 3800 av. J.-C., par des gens issus du pied oriental du Jura (Cortailod), ensuite à nouveau par des communautés du Jura occidental aux alentours de 3700 av. J.-C. (Néolithique moyen bourguignon récent), enfin par des populations une fois de plus issues de Suisse occidentale vers 3450 av. J.-C. (Port-Conty). A cette époque, la Combe d'Ain pourrait donc avoir représenté une frange au peuplement instable, en bordure des zones les plus peuplées, une lisière orientale pour le NMB jurassien et une lisière occidentale pour le Cortailod suisse » (Pétrequin dir., 2000).

Depuis cinq ans, un nouveau programme de recherche est en cours de réalisation pour une révision des données sur le Néolithique Moyen Bourguignon et ses rapports avec le Cortailod. De nouvelles sériations de la céramique -et par conséquent des successions des villages eux-mêmes- sont d'ores et déjà proposées (CL VII : Jammot-Reynal, 2006 ; CL XIV : Templer, 2006) mais il s'agit d'hypothèses qui demandent à être vérifiées avant de fonder une nouvelle lecture de cette période. Pour notre part, il n'est pas si important de connaître en détail la dynamique de l'habitat au Néolithique moyen II au bord du lac de Clairvaux, puisque nous nous servirons simplement du matériel de mouture et de broyage de cette époque comme « état zéro », en compactant les artefacts des différentes occupations, calées chronologiquement entre 3900 et 3700 av. J.-C.

A la fin du Néolithique moyen, le Cortailod type Port-Conty, appelé Port-Conty dans la présente étude, n'est connu dans la Combe d'Ain que par le village de Clairvaux II/Ibis daté des environs de 3450 av. J.-C, et dont l'intérêt est l'appréhension des structures architecturales (Pétrequin, 1989b). Le plan du village, comparable à celui de Riedstation (Canton de Berne, Suisse ; Hafner, 1992a) est clair et original : une rangée de maisons, alignées sur le rivage, se prolonge par des chemins de planches qui donnent accès à des structures interprétées comme des greniers (Lambert *et al.*, 1989). La porte de chaque maison donne directement sur le lac, sans vis-à-vis, mais avec un contrôle visuel constant sur les greniers. Les deux sites (CLII/Ibis et Riedstation) représentent des formes dilatées et probablement tardives de l'espace villageois issu du modèle méridional (Pétrequin, Viellet *et al.*, 1999). Mais, en raison d'une érosion intense, la couche archéologique a quasiment disparu et le matériel disponible se résume à quelques tessons. Le village de CLII/Ibis ne permet donc pas de bien documenter l'occupation durant la seconde moitié du IV^{ème} millénaire (Lambert *et al.*, 1989). Néanmoins, les fragments de céramique, en accord avec les données architecturales, permettent d'attribuer culturellement le village au Port-Conty. C'est donc de Suisse occidentale que viennent les influx. Pour l'interprétation culturelle générale de Chalain et de Clairvaux, on a considéré qu'il s'agissait là de l'occupation momentanée des rives de Clairvaux par une population de Suisse occidentale, avec tous ses attributs.

131b : Le Néolithique final

Au Néolithique final, le paysage culturel - et démographique si l'on en juge par le nombre des villages construits et occupés en même temps à Chalain et à Clairvaux- change radicalement.

Après une longue période d'abandon durant les 34^{ème} et 33^{ème} siècles (corrélée avec une dégradation climatique de très forte ampleur), les rives des lacs de Chalain et Clairvaux ont été recolonisées, vers 3200 av. J.-C. par des communautés du groupe de Horgen (Giligny, 1994). Le Horgen représente une culture néolithique en pleine expansion entre 3300 et 3200 av. J.-C., à partir de son épicode de formation, la région des lacs de Constance et Zurich. A partir de cet épicode, deux courants de diffusion sont mis en évidence.

Le premier suit la Trouée de Belfort, le Doubs et la vallée de la Saône ; le second gagne le plateau suisse et la région des Trois Lacs, au pied oriental du Jura. En position marginale sur les plateaux occidentaux du Jura, la Combe d'Ain est à la confluence de ces deux courants (Affolter *et al.*, 1997).

Du point de vue architectural, un changement majeur se produit alors sur les rives des lacs jurassiens. Le retournement complet de l'orientation des faîtes apparaît strictement lié à l'arrivée d'immigrants du groupe de Horgen (Giligny *et al.*, 1995). La porte des maisons, dans ce nouveau modèle d'origine septentrional, ne donne plus alors sur le lac et/ou sur le grenier appartenant à la cellule domestique, mais sur l'habitation située de l'autre côté de la rue centrale. Pour P. Pétrequin (Pétrequin, Viellet *et al.*, 1999, p 316), il s'agit là d'un phénomène majeur qui retranscrit des changements dans les fonctionnements sociaux. De même, apparaissent des chemins de planches reliant le village à la terre ferme à travers les bas marais, en lien probable avec le développement de la traction animale (Pétrequin P., Pétrequin A.-M. *et al.*, 2006).

En revanche, concernant la culture matérielle, les populations Horgen se sont implantées -dans la Combe d'Ain ou au cours de leur migration- sur un territoire où la tradition strictement régionale était particulièrement forte et avec laquelle elles ont dû composer. Ainsi, les matériaux céramiques sont majoritairement d'origine locale (Martineau, 2000) et les styles céramiques d'appartenance Horgen provenant de Chalain se distinguent de leurs homologues helvétiques -tronconiques à fond plat- par le développement d'éléments plastiques. Ces éléments correspondent, par ailleurs, à des signes périphériques du Horgen classique (Giligny, 1994).

Simultanément, plusieurs éléments méridionaux d'ambiance Ferrières apparaissent. C'est le cas à Chalain 3 VIII où ont été retrouvées deux céramiques fines à fond rond et à décor incisé (Giligny *et al.*, 1995) et quelques pointes de flèches losangiques (Saintot, 1997). De même, comme à CH 3 VIII, à CH 19 O, 12 % des récipients céramiques sont à fond rond (Martineau, 2000). « Le Horgen de Chalain et Clairvaux serait donc le résultat de trois forces : une tradition régionale de type Néolithique moyen et Port-Conty, une colonisation partielle du Horgen de Suisse occidentale et des échanges avec le front de colonisation Ferrières vers le nord, portant en particulier sur les flèches, des armes manipulées par les hommes » (Pétrequin, 1999, p. 138).

Les quelques éléments Ferrières relevés dans les sites Horgen annoncent un phénomène de plus grande ampleur, qui se traduit sur les rives des lacs de Chalain et Clairvaux par la mise en place d'une nouvelle entité culturelle appelée Clairvaux-Ferrières.

Dès 3040 av. J.-C. et après une désertion des rives jurassiennes d'au moins deux générations (50 ans) liée à une péjoration climatique, une arrivée de population d'origine méridionale (Arbogast *et al.*, 1995, p. 33) modifie en profondeur le paysage culturel. La céramique en particulier, en rupture totale avec le Horgen, est à mettre en rapport avec des influences méridionales indirectes (Giligny *et al.*, 1995), avec des fonds ronds, des décors de lignes ou de guirlandes incisées rejoignant des languettes ou des mamelons appliqués (Martineau, 2000). Derrière cette colonisation d'origine méridionale qui imprègne profondément les styles céramiques, certaines traditions régionales sont toujours vivaces (Pétrequin, 1999, p. 138). Le front migratoire a fortement imprégné les styles et les techniques céramiques ainsi que la parure (Maréchal *et al.*, 1999) et le matériel en silex de Chalain (Saintot, 1999). Quant à l'outillage en os, en ivoire et en bois de cerf, il semble être resté imperméable à ces stimuli (Maigrot, 2003, p. 205). Par exemple, les gaines de hache en bois de cerf de type Horgen, inconnues jusqu'alors dans la Combe d'Ain, arrivent en grand nombre alors que la céramique Horgen a totalement disparu. Il semble y avoir des rythmes de diffusion très différents selon les pans de la culture matérielle pris en compte (Pétrequin, 1999). De plus, il faut souligner que les catégories de matériel les moins sensibles aux fluctuations culturelles font partie de la sphère domestique,

c'est-à-dire féminine et individuelle, par exemple « tout semble se passer comme si, pour les petits objets en os et en ivoire d'utilité routinière et domestique, fixer la norme culturelle ne paraissait pas constituer une urgence et l'on s'accordait, de toute évidence, une marge de fonctionnement individuel » (Maigrot, 2003, p. 212). Durant le 30^{ème} siècle, le phénomène de régionalisation de la culture de Ferrières, phénomène complexe mêlant éléments exogènes, tradition locale et adaptation au milieu, donne naissance au groupe de Clairvaux : « La Combe d'Ain, de région périphérique qu'elle était durant le Néolithique moyen, prend le statut d'épicentre culturel et voit la formation d'un groupe original (le groupe de Clairvaux), possédant sa propre dynamique évolutive et expansive » (Pétrequin dir., 2000). Jusqu'aux environs de 2700 av. J.-C., le groupe de Clairvaux évolue, recevant encore de nouveaux influx méridionaux, aboutissant à un « parallélisme évolutif entre groupe de Clairvaux et Ferrières-groupe des Treilles » (Pétrequin, 1999, p 139).

Enfin, passant par la région de Zurich, la culture à céramique cordée (le Cordé) diffuse largement en Suisse occidentale, où il se mêle aux traditions locales Lüscherz pour donner naissance à l'Auvernier-Cordé, peu après 2700 av. J.-C. (Giligny et Michel, 1995). L'Auvernier-Cordé va à son tour diffuser vers l'ouest, en direction de la Combe d'Ain, influençant le groupe de Clairvaux. « La transformation du groupe de Clairvaux par l'intermédiaire de l'Auvernier-Cordé, sans que l'on ait pu reconnaître les preuves de déplacement de population, a été identifiée sous le nom de groupe de Chalain » (Pétrequin, 1999, p. 139). La mutation culturelle « serait progressive et échapperait à la règle, avec un phénomène d'imprégnation et non pas de colonisation nouvelle » (Arbogast et Pétrequin, 1993). Le groupe de Chalain, ainsi que les évolutions postérieures, reste mal connu, faute de calages dendrochronologiques (Vielliet, 2007).

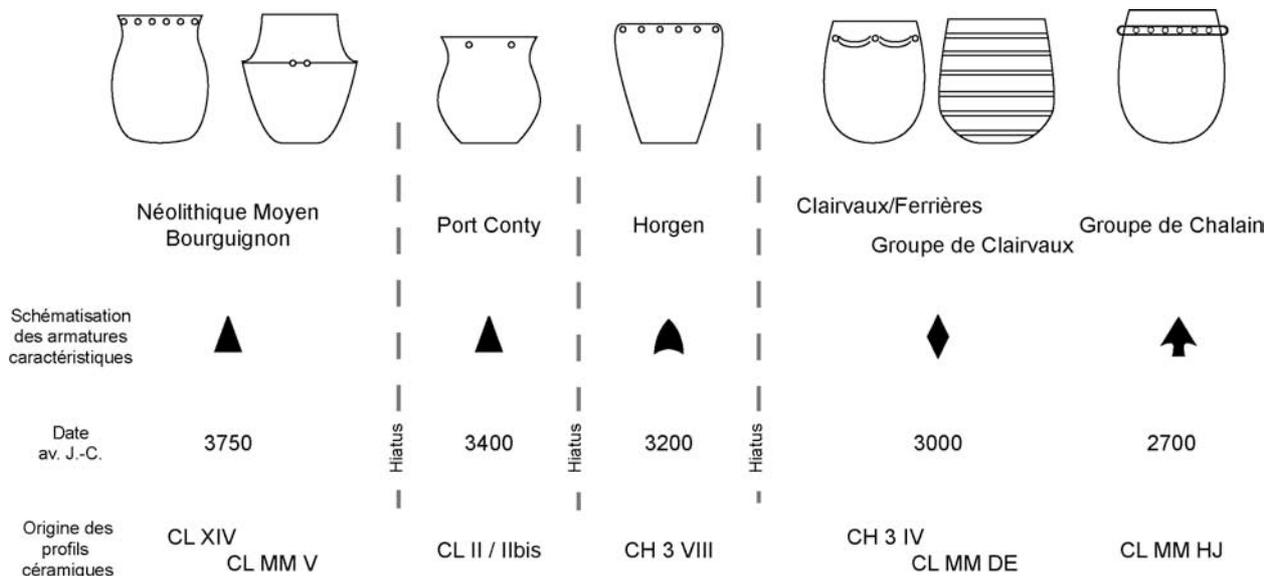


Figure 13 : synthèse schématique des successions culturelles dans la Combe d'Ain

I 3 2 : Phénomènes transchronologiques

Sur cette trame d'évolution chrono-culturelle, il n'est pas superflu de surimposer des phénomènes étudiés sur le long cours, tels que l'évolution du couvert végétal, la démographie, le type d'habitat et les degrés de sédentarité, les relations entre espèces sauvages et espèces domestiques et les différents réseaux d'approvisionnement.

I 3 2 a : Couvert végétal

Les analyses palynologiques réalisées sur les sites littoraux attestent une occupation humaine de la région dès le V^{ème} millénaire (Richard et Ruffaldi, 2004) ; voire la seconde moitié du VI^{ème} millénaire (Richard, 1997). Comparativement au reste de la Franche-Comté, l'ouverture du milieu est plus importante dans la Combe d'Ain, ce qui démontre une certaine permanence de l'occupation (Richard, 1997). A Chalain, dans la fourchette chronologique 3300-2700 av. J.-C., les palynologues ont montré deux hiatus des activités agropastorales : le premier antérieur à 3200 av. J.-C., le second entre 3100 et 3080 av. J.-C. Ces abandons des rives par les agriculteurs sont en rapport avec des dégradations climatiques mineures (Krier *et al.*, 1997). De plus, le second hiatus précède le changement culturel radical que constitue l'arrivée des influences d'origine Ferrières. « L'abandon du bassin lacustre de Chalain pendant cette période de retournement des axes d'influence n'est probablement pas neutre en terme de normes de diffusion de la nouvelle culture matérielle, dans une région momentanément vidée d'une partie de sa population » (Krier *et al.*, 1997, p. 127).

Bien que peuplé d'agriculteurs, le milieu reste largement dominé par la forêt. L'étude des bois utilisés pour la construction des maisons précise la nature des forêts exploitées : avant 3040 av. J.-C., c'est le frêne qui est préférentiellement utilisé (poteaux à section circulaire) traduisant l'exploitation d'arbres jeunes d'une forêt secondaire, et probablement en cycles d'agriculture itinérante. A partir de 3040 av. J.-C., les poteaux en chêne refendu sont majoritaires. L'utilisation de chênes centenaires implique nécessairement une exploitation de la forêt primaire (Viellet, 2005). Or, la colonisation Ferrières, qui atteint Chalain et Clairvaux vers 3040 av. J.-C., a provoqué un accroissement rapide de la population. La forêt primaire a donc été exploitée, tant pour fournir du bois d'œuvre que pour étendre les surfaces emblavées (Pétrequin, Magny *et al.*, 2005). Pour le lac de Chalain, le front extrême de mise en culture a pu être situé à environ 5 km à vol d'oiseau du lac, soit à une heure de marche (Arbogast, Bailly *et al.*, 1997, p. 764). Quant à la gestion des territoires, l'étude anthracologique du bois de feu et de son ramassage suggère que les aires d'exploitation sont différentes pour des villages contemporains (Dufraisse, 2002).

I 3 2 b : Type d'habitat et degré de sédentarité

Dès les premiers indices d'occupation de la Combe d'Ain, les lacs de Chalain et Clairvaux ont constitué des pôles d'attraction. L'habitat lacustre n'est pourtant pas la forme la plus simple de construction, puisqu'elle demande une adaptation particulière à l'ambiance humide du terrain (Pétrequin et Pétrequin, 1984).

Le potentiel alimentaire et économique de la pêche, qui pourrait être une explication au choix de l'implantation en bord de lac, n'est pas ou peu exploité, pas d'avantage que la végétation des prairies humides environnantes (Pétrequin, 1992). Il semble bien que l'installation des groupes humains en bords de lac ait une vocation défensive, à l'instar des enceintes et des camps fortifiés.

Bordés côté lac par les eaux et ceinturés d'une palissade du côté de la terre ferme, les villages ne sont accessibles que par un chemin de planches, chemin d'accès classique aux villages d'ambiance humide. Ce chemin, souvent long de 60 à 100 m, c'est-à-dire égal ou supérieur à une portée de flèche, permet de traverser le bas-marais (fig. 14).

Un village pouvait être constitué de 8 à 15 maisons (Pétrequin, 1992). Ils sont installés sur des haut fonds, émergifs à l'étiage. Les maisons sont donc hors d'eau environ un tiers de l'année.

Dans la Combe d'Ain, les maisons à planchers rehaussés sur pilotis représentent l'adaptation classique à l'ambiance humide des bords de lacs. Les maisons, composées d'une seule pièce, mesurent en moyenne 4 sur 8 m (fig. 15).

La durée de vie des constructions varie de 10 à 15 ans selon les bois utilisés (frêne ou chêne) et selon le poids de la construction elle-même. La maisonnée est la cellule économique de base en même temps que la plus petite unité architecturale. Le fonctionnement de la maisonnée semble avoir été majoritairement domestique, tant pour la production que pour la consommation (Pétrequin P., Pétrequin A.-M. *et al.*, 1994), exception faite des outils en matière première exogène (Arbogast, Bailly *et al.*, 1997, p. 757).



Figure 14 : reconstitution virtuelle d'un village Horgen, DAO : A.-B. Pimpaud



Figure 15 : maison expérimentale de Chalain, réalisation CRAVA, cliché Pétrequin

Au Néolithique moyen, les bords de lac constituent un des points d'ancrage de communautés pratiquant une agriculture itinérante en forêt (Pétrequin, 1992). La sédentarité semble donc faible pour la période de 3800 à 3200 av. J.-C. (Arbogast et Pétrequin, 1993) ; à l'inverse, on remarque au Néolithique final une nette augmentation de la durée de vie des hameaux ; on reconnaît, dès 3040 av. J.-C., des villages reconstruits sur le même plan pendant 60 à 70 ans (Vielle, 2007).

I 3 2 c : Démographie

L'estimation de la densité de population sur les lacs de Chalain et Clairvaux est déduite de l'estimation du nombre de villages occupés en même temps, fondée sur l'étude des bois d'œuvre, ainsi que sur les datations dendrochronologiques (Lavier, 1996 ; Vielle, 2007) qui attestent la contemporanéité de certains villages (Krier *et al.*, 1997). Nous avons vu qu'il existe un lien entre les périodes d'abandon des rives et les péjorations climatiques, associées à des déprises agricoles. A l'inverse, des arrivées successives de gens des cultures de Horgen et de Ferrières ont lieu en période de bas niveaux des lacs. Une question demeure (Arbogast *et al.*, 1995 et 1996) : le rôle des conditions climatiques est-il prédominant dans l'installation des populations dans les zones d'accueil (conditions climatiques favorables) ou dans leur départ des zones d'origine (dégradation climatiques) ? En tout cas, à partir de 3040 av. J.-C., on assiste à « une véritable explosion démographique » (Pétrequin, 1998, p. 183) dans la Combe d'Ain ; au plus fort de l'occupation, on compte huit villages contemporains sur les rives de Chalain, sur 1,5 km environ. A partir de cette date, on constate un accroissement du nombre des villages contemporains et une augmentation significative des pollens de céréales, probablement consécutifs du flux migratoire d'origine méridionale. Les variations de densité de population se perçoivent donc également au travers de la gestion des ressources alimentaires.

I 3 2 d : Les relations entre espèces sauvages et espèces domestiques

** Gestion de la faune*

Dans les restes osseux archéologiques, la faune chassée est majoritaire depuis le Néolithique moyen (CL MMV) jusqu'aux environs de 2980 av. J.-C. (Arbogast et Pétrequin, 1993). Les ressources cynégétiques constituent la base de l'alimentation carnée. Malgré tout, une certaine cyclicité est démontrée. A chaque nouvelle arrivée de population, Horgen puis Ferrières, l'élevage prend le pas sur la chasse. « Tout semble se passer comme si la communauté apportait un modèle qui privilégiait l'élevage au détriment des espèces de l'environnement local » (Arbogast, Bailly *et al.*, 1997, p. 760). Puis rapidement, avec la croissance démographique les communautés se tournent vers la chasse. Au Clairvaux moyen, dès 2980 av. J.-C., la tendance s'inverse radicalement : 80 % des restes fauniques proviennent alors d'animaux domestiques.

Au sein de la faune chassée, le cerf prédomine, concurrencé par l'aurochs. Parallèlement, le bœuf est l'animal domestique le mieux représenté dans les restes osseux.

Vers 3000 av. J.-C., au moment où la densité de population est la plus forte, la consommation de viande est plus faible (Arbogast, Bailly *et al.*, 1997, p. 759). Une corrélation claire peut être établie entre croissance démographique, extension des surfaces cultivées, sédentarité accrue et baisse de la consommation des protéines animales. Il sera bien évidemment intéressant dans notre étude de préciser le comportement de l'outillage de mouture dans ce contexte.

** Les ressources végétales*

La part de la cueillette dans l'alimentation végétale des populations néolithiques de Chalain et Clairvaux reste difficile à évaluer (C. Schaal, thèse en cours). Néanmoins, on sait d'ores et déjà

que la cueillette est toujours pratiquée et qu'elle constitue une ressource alimentaire à part entière, bien au delà du simple complément.

Parmi les espèces végétales cueillies, il faut signaler en préambule que ni les racines -ou tubercules- ni les feuilles ne sont prises en compte, faute d'une bonne conservation et plus encore d'identification claire. Les plantes reconnues sont principalement des plantes de lisières et de forêts. Il s'agit de fruits et de baies : cynorhodons, fraises, framboises, mûres, prunelles, cerises, noisettes et pommes. Les glands de chêne sont consommés, en grande quantité durant le Néolithique moyen, où des incisions au silex sur les enveloppes externes prouvent la consommation humaine. Notons que la balanophagie (consommation de glands) est attestée depuis l'épipaléolithique au Proche-Orient (Aurenche, 1997), et n'a donc rien de surprenant. Certaines baies, plus rares et considérées actuellement comme peu appétantes sont présentes : viorne, sureau yèble... Ce dernier est même actuellement classé parmi les plantes toxiques ce qui pourrait impliquer un usage non alimentaire. Que les hypothèses d'utilisation soient cantonnées à nos propres goûts et conceptions culinaires est sûrement à l'origine de biais dans l'interprétation des taxons. Par exemple, il n'est pas impensable que certaines plantes considérées comme mauvaises herbes soient en réalité consommées et donc cueillies. Tel peut être le cas des graines de chénopodes (épinards sauvages) par exemple. Enfin, notons la consommation de coqueret, ou « cage d'Amour » (*Physalis alkekengi*), dont le fruit est riche en vitamine C. Cette plante annuelle est un indice de pratique agricole, puisqu'elle se développe en lisière de champs. Rare au Néolithique moyen, il est au contraire très fréquent au Néolithique final (Schaal, 2004).

Les espèces cultivées à Chalain et Clairvaux sont classiques pour le Néolithique d'Europe occidentale : blé, orge, pois, lin et pavot.

Les blés reconnus sont des blés nus (*Triticum aestivum-durum-turgidum* : blé tendre ou froment, blé dur et blé « poulard ») et des blés vêtus (*Triticum monococcum* : engrain ou petit épeautre et *Triticum dicoccum* : amidonnier, fig. 16).

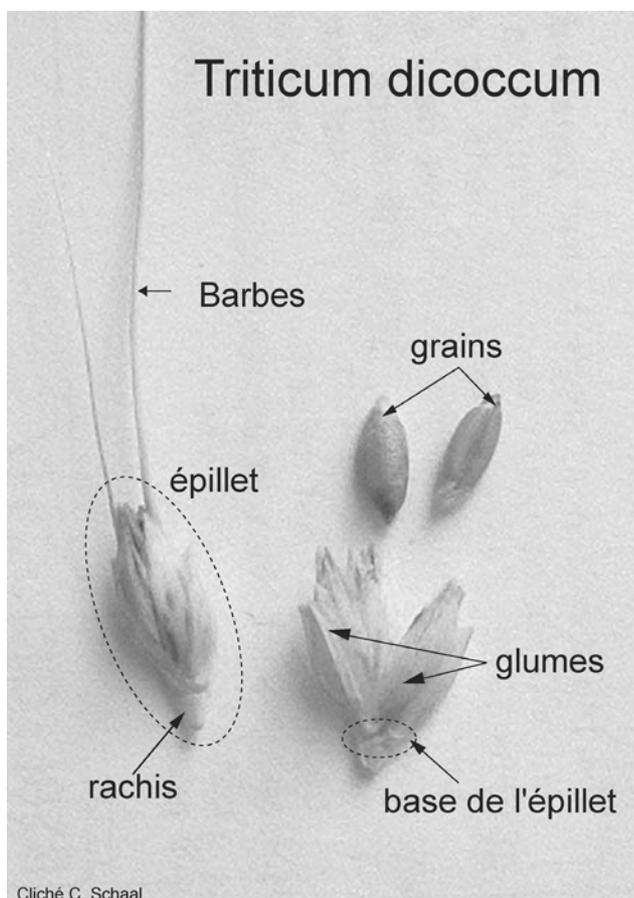


Figure 16 : détail d'un épi de blé amidonnier (*Triticum dicoccum*), cliché C. Schaal

L'épeautre (ou grand épeautre, *Triticum spelta*) est une céréale nettement plus rare. Ces différents types de blés sont présents tout au long de la séquence, mais dans des proportions qui varient d'une période à l'autre : le blé nu prédomine au Néolithique moyen, alors que le blé vêtu semble prépondérant au Néolithique final.

L'orge (*Hordeum vulgare*) est une espèce probablement sous-représentée. Cette céréale est difficile à déterminer sous forme carbonisée et plus encore sous forme imbibée puisqu'elle est alors extrêmement fragile : les diaspores sont détruites au tamisage. L'orge présente plusieurs variétés : vêtu ou nu, à 4 ou à 6 rang ; elle est retrouvée tout au long de la séquence, en moindre proportion que le blé ; mais sa quantification reste très aléatoire.

Les pois sont eux aussi nettement sous-représentés, puisqu'ils ne se conservent pas sous forme imbibée. On les détermine à partir de restes carbonisés et comme pour l'orge, son évaluation quantitative est aléatoire. Néanmoins, les pois sont reconnus tant au Néolithique moyen qu'au Néolithique final.

A l'inverse, le pavot (*Papaver somniferum*) est lui surreprésenté. Il peut constituer jusqu'à 40 % des assemblages carpologiques. En effet, une capsule de pavot contient 4000 à 7000 graines, dont la conservation en milieu humide est très bonne. Les graines du pavot, oléagineuses, ont pu être consommées en huile ou directement incorporées dans les préparations culinaires (soupes, bouillies, galettes). Le reste de la plante, qui possède des propriétés narcotiques, a peut-être été consommée à des fins médicinales. De plus, les graines sont récoltées sur la plante sèche, dont les vertus phytothérapeutiques sont moindres que celles de la plante fraîche. Malgré la présence de quelques graines de pavot dans les coprolithes, la forme que prend sa consommation reste obscure : condiment, tisane, drogue... (Sené, 1997, p. 749). Dès lors, il est difficile de déterminer le statut de cette plante cultivée, présente sur l'ensemble de la période étudiée et dont la diffusion géographique depuis l'ouest du bassin méditerranéen (Bouby et Marinval, 2007) a été extrêmement rapide, puisque qu'il est présent en Europe centrale et occidentale depuis le Rubané (Bakels *et al.*, 1992).

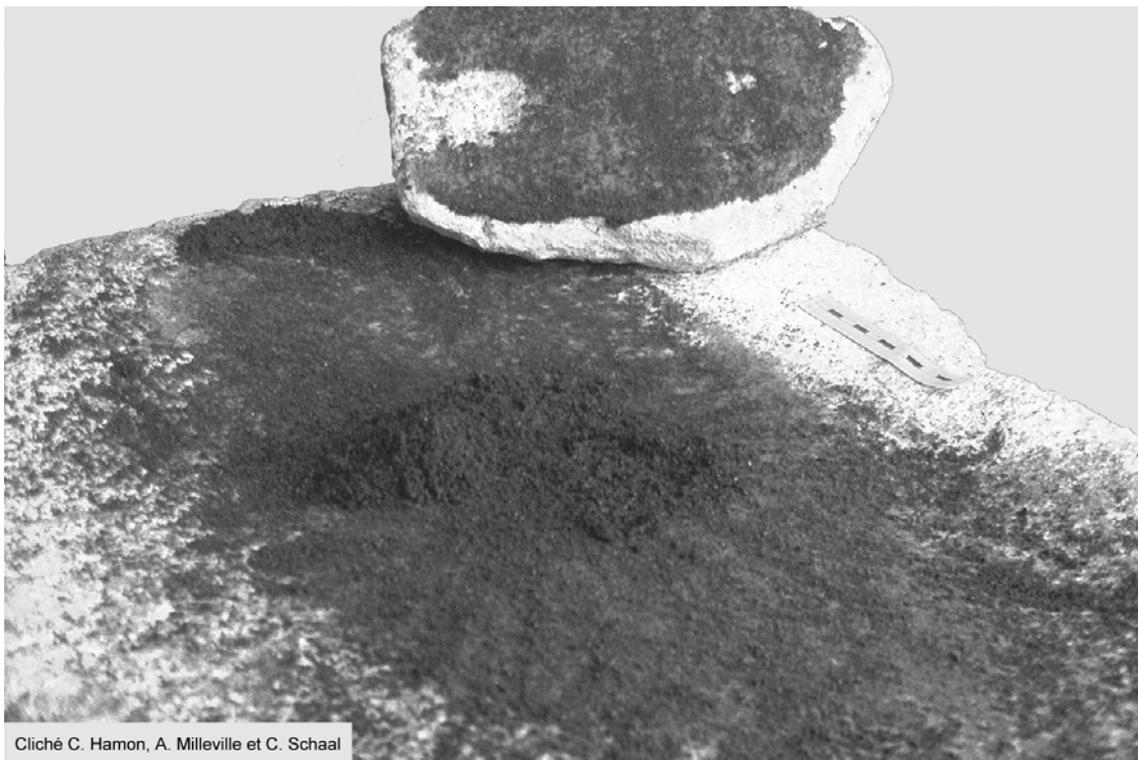
Enfin, on a retrouvé à l'intérieur des habitats des capsules et des graines de lin. Le décorticage se fait donc dans la maison, où il est stocké, peut-être consommé, assurément tissé. La présence des tiges est un indice de production de textile, mais des éléments plus directs de tissage existent (bobine de fil, fragments de tissus...). Le lin, connu pendant toute la période, prend dans nos régions une part de plus en plus importante au cours du Néolithique final. Ce phénomène est peut-être à mettre en lien avec l'apparition de fusaïoles plate en pierre (Pétrequin, 2005), en relation probable avec une compétition sociale pour la possession de tissus précieux (P. Pétrequin, com. pers.).

La mouture et le broyage peuvent être appliqués à bon nombre des plantes précédemment citées : les céréales, telles que l'orge et le blé, peuvent être transformées en semoule, puis en gruau puis en farine, et consommées en bouillies, en galette (fig. 17)...

Le pavot peut également être broyé, voire même pressé pour obtenir de l'huile, mais probablement sur des outils réservés à cet effet : le broyage des graines d'oléagineux provoque en effet un fort dépôt sur la surface de la meule (fig. 18). Tel est le cas d'autres ressources végétales qui « endommagent » la surface active des meules et qu'il est préférable de broyer avec d'autres outils comme des mortiers : « if querns are used for crushing and grinding groundnuts, they become oily and can no longer be used for grinding grain, and they also attract mice » (David, 1998, p. 25).



Figure 17 : cuisson d'une galette sur pierre chauffée. Cliché Pétrequin



*Figure 18 : état de surface d'une meule expérimentale pendant la mouture de graines de pavot (*Papaver somniferum*). Cliché C. Hamon, A. Milleville et C. Schaal*

Les autres plantes citées, tel le gland ou les noisettes, sont aussi susceptibles d'être cassées, pressées, broyées ou moulues.

Enfin, il faut noter que la valeur calorique des noisettes et des céréales type blé et orge (respectivement 625 et 350 kcal/100g) est supérieure à la valeur calorique de la viande, celle de porc étant la plus élevée (300 kcal/100g) (Schibler *et al.*, 1997, p. 562). Cela peut en partie expliquer, lors de la poussée démographique du 29^{ème} siècle, l'évolution des rapports entre protéines d'origine animale, coûteuses en espace (Arbogast, Bailly *et al.*, 1997, p. 759) et les protéines d'origine végétale, coûteuses en temps de travail. A cette époque l'intensification des ressources céréalières est nette, les surfaces emblavées augmentent, tandis que le couteau à moissonner, très efficace pour érusser (coupe des céréales à la base des épis), devient l'outil classique des récoltes ; tout cela n'est peut être pas sans lien avec l'apparition de l'araire qui se substituerait au bâton à sillonner (Pétrequin, Lobert *et al.*, 2006).

Il sera donc important de voir si l'outillage de mouture se fait le témoin, d'une manière ou d'une autre, de l'intensification de la consommation de céréales.

Pour notre étude, ce tour d'horizon des recherches sur le Néolithique de la Combe d'Ain serait incomplet si l'on n'abordait pas la question de la culture matérielle, en particulier sous l'angle de l'origine des matières premières.

Pour le Néolithique final, de nombreuses études sur les matières premières et leurs origines existent. Ainsi, des réseaux d'approvisionnement sont déjà mis en évidence. Leur présentation permettra d'inclure nos résultats sur le matériel lithique pondéreux dans le schéma d'occupation du territoire existant.

I 3 2 e : Les différents réseaux d'approvisionnement au Néolithique final

Deux niveaux sont classiquement distingués dans les approvisionnements des sites préhistoriques : les provenances locales (aller/retour à la source dans la journée) et régionales, face aux provenances lointaines.

*** Matériaux locaux et régionaux**

A l'échelle de la Combe d'Ain, il est possible de définir une zone d'approvisionnement régional, où l'accès direct est démontré (fig. 19).

La localisation des matières premières exploitées en accès direct, en particulier le silex, les marnes, ainsi que l'étude des zones de chasse montre que le territoire minimal des communautés de Chalain et de Clairvaux peut être évalué à 1800 km² environ, couvrant l'essentiel du Plateau, une partie du Revermont et de la Petite Montagne (Pétrequin, Magny *et al.*, 2005) (fig. 19).

Concernant le lithique taillé, bien que l'ensemble des gîtes indiqués soit exploités, il semble exister deux sphères d'approvisionnement : Chalain est en partie tourné vers la chaille d'Ivory, près de Salins-les-Bains, Clairvaux vers le silex de Lains, les deux lacs étant à 30 km à vol d'oiseau de leur gîte respectif.

Hors de la zone définie en accès direct, d'autres matériaux régionaux ont été utilisés. Tel est le cas du silex de Glamondans, près de Baume-les-Dames (vallée du Doubs), retrouvé dans les villages de CH 3 et CH 4 (Affolter, 2002, p. 196). La présence de ce silex à partir de 3200 av. J.-C. constitue un des arguments forts pour privilégier l'arrivée des populations Horgen par la Trouée de Belfort.

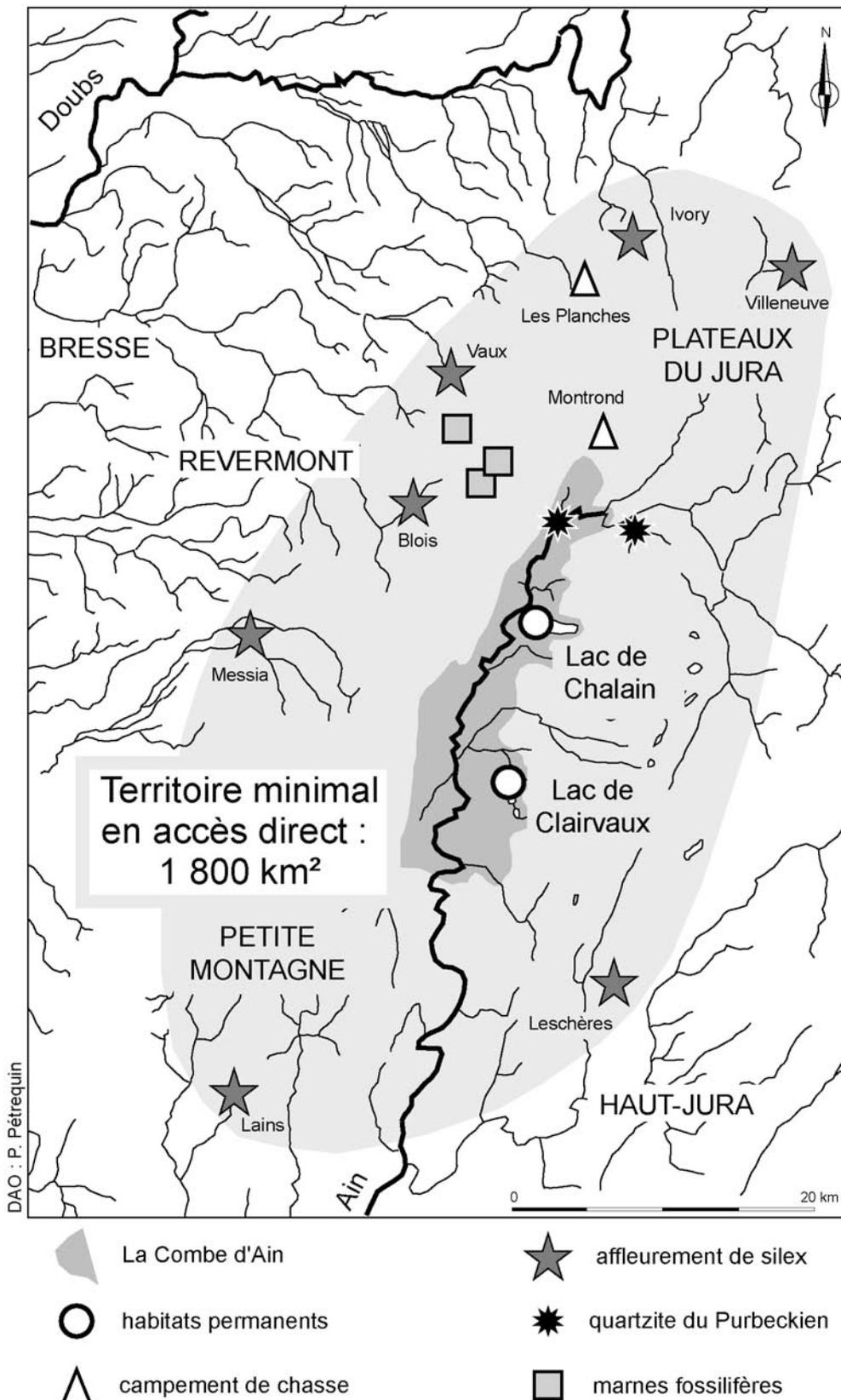


Figure 19 : zone d'approvisionnement direct avéré pour la Combe d'Ain, d'après Pétrequin, Magny et al. (2005) ; DAO P. Pétrequin

Comparant les occupations du Plateau suisse et de la Combe d'Ain pour la période 3400 à 2800 av. J.-C., Jehanne Affolter note que « les occupations de Chalain et Clairvaux ont été approvisionnées de manière indépendante. Dans l'hypothèse d'approvisionnements directs par

les populations usagères, la présence de silex de Mont-les-Etrelles (groupe 207, présent sur le Plateau suisse ainsi que dans les villages de CL IV et CH 4) indique cependant la possibilité de contacts avec les occupants du Plateau suisse » (Affolter, 2002, p. 197).

Au total, pour le silex régional, J. Affolter (2002) reconnaît 11 gîtes différents exploités dans un rayon de 150 km à vol d'oiseau autour de la Combe d'Ain (étude portant sur les séries de CH 3, CH 4 et CL IV).

* *Matériaux exogènes*

Toujours à propos des silex, les matériaux exogènes reconnus proviennent de gîtes situés à une distance d'au moins 250 km à vol d'oiseau.

En provenance du sud, des matériaux de la Drome, du Gard et de l'Ardèche (250 km) sont présents dès le début du Horgen (CH 3 VIII).

En provenance de l'ouest, il s'agit des silex de l'Yonne (250 km), présent à CH 3 (Affolter, 1997), puis du silex du Grand-Pressigny (Indre et Loire) présent à CH 4 dès la phase 2, soit à plus de 400 km des affleurements (Affolter, 2002). L'arrivée du silex le plus lointain correspond donc non pas à l'arrivée de populations Ferrières mais à la régionalisation de cet influx au début du Clairvaux ancien. Il s'agit là d'un signe fort de la mise en place de réseaux à longue distance.

Concernant ces imports, J. Affolter souligne « qu'il ne s'agit cependant jamais d'importations massives. Du point de vue strictement économique, ces apports extérieurs n'étaient pas absolument indispensables. Ils traduisent donc plutôt les liens culturels ou sociaux qui existaient d'une région à une autre, et peuvent être considérés comme des traits culturels au même titre qu'une forme particulière de céramique » (Affolter, 2002, p. 269).

De plus, dans la Combe d'Ain, tout se passe comme si chaque lac avait un rayon d'action régional propre, au contraire des échanges à plus longue distance (supérieur à 250 km), qui semblent échapper à tout contrôle territorial direct. Il sera intéressant d'insérer à ce schéma les données acquises sur les provenances de l'outillage lithique pondéreux.

D'autres matériaux ont fait l'objet de recherche de provenance. Tel est le cas de la terre à poterie et des éventuels dégraissants, par définition ajoutés par l'homme. Certaines catégories de céramiques présentent des argiles et/ou des dégraissant exogènes à la Combe d'Ain (Martineau *et al.*, 2000) ; les minéraux et les fragments de roches cristallines issues du massif du Mont Blanc en sont une belle démonstration (Di Pierro et Martineau, 2002).

Les éléments de parures indiquent eux-aussi des circulations de matériaux sur de grandes distances. Ainsi, des coquilles de pétoncle de Méditerranée accompagnent les influx méridionaux du 31^{ème} siècle (Maréchal *et al.*, 1999), soit des transferts sur plus de 400 km.

Enfin, outils indispensables aux sociétés de cultivateurs de la Combe d'Ain, les lames de haches en roche tenaces alpines appartiennent à des réseaux largement étudiés à l'échelle de l'Europe occidentale (Pétrequin P., Pétrequin A.-M. *et al.*, 2005). Entre 3200 et 2900 av. J.-C., 60 à 70 % des lames de haches de la Combe d'Ain proviennent de deux sources, à savoir le Mont Viso et le Val Pellice, en Italie du Nord. Ces gîtes, perchés à 2500 m d'altitude, sont à 280 km à vol d'oiseau des sites lacustres jurassiens, ce qui représente une dizaine de jour de marche. La diffusion à travers toute l'Europe occidentale de lames de haches en éclogite ou en jadéite alpine, phénomène majeur au V^{ème} millénaire (Pétrequin, Errera *et al.*, 2003), est en perte de vitesse au Néolithique final. Dès 2700 av. J.-C., les approvisionnements à Chalain et à Clairvaux

changent d'orientation et les matériaux supports des lames de haches proviennent majoritairement de Suisse occidentale.

La disparition des grands réseaux d'échange est d'ailleurs caractéristique de la fin des occupations néolithiques dans la Combe d' Ain.

Evoquons pour finir ce tour d'horizon des réseaux d'approvisionnement les résultats acquis sur l'outillage lithique pondéreux. En effet, les objets concernés par le présent travail ont d'ores et déjà fait l'objet d'études de provenance. Bien que les observations soient souvent d'ordre typologique (Pétrequin, 1989c ; Piningre, 1986 et 1989a et b), des données pétrographiques sont disponibles (Pétrequin A.-M., Pétrequin P. *et al.*, 1997). Les percuteurs en « quartzite laiteux » du Purbeckien et les blocs-enclumes en calcaire seraient d'origine locale (Monnier *et al.*, 1997a).

Concernant les meules, les outils en calcaire sont déterminés comme locaux. Les outils en roches siliceuses, qu'il s'agisse de meules ou de polissoirs, proviendraient de Suisse occidentale et seraient ainsi les témoins privilégiés des échanges est-ouest durant toute la période (Arbogast *et al.*, 1995 et 1996 ; Pétrequin dir., 1989 et 1997). Nous verrons, au terme de la présente étude, qu'une partie importante ce schéma doit être modifiée.

La persistance de l'occupation humaine dans une entité géographique bien connue, étudiée de façon rigoureuse et pluridisciplinaire depuis plus de 30 ans, permet de suivre avec une résolution fine -souvent à la génération près- la succession des phases culturelles et des occupations humaines. La qualité et la convergence des études réalisées sur ces deux sites exceptionnels permettent l'élaboration de problématiques dépassant largement l'archéologie matérielle, pour atteindre une archéologie des fonctionnements sociaux (Pétrequin dir., 2000), favorable à l'étude entreprise ici sur le matériel lithique pondéreux.

Chapitre II :
Matériel de mouture et
de broyage de la Combe d'Ain

Du point de vue terminologique, j'ai choisi de regrouper le matériel de mouture et de broyage en deux grandes catégories, suivant l'exemple de V. Roux qui distingue les « répercutants », outils passifs, des « percutants », outils mobiles (Roux, 1985). Le terme « **meule** » regroupe ici toutes les pièces présentant une surface de travail concave, alors que le terme « **molette** » s'applique à toutes les pièces dont la surface active est convexe. Le regroupement des artefacts sous ces deux termes se veut générique, classificatoire, sans présager de la fonction des outils (mouture, broyage...) mais plutôt de leur fonctionnement, c'est-à-dire de la façon dont ils sont utilisés (Sigaut, 1991), en tant qu'outil actif ou passif. Le classement est certes caricatural, puisqu'il existe par exemple des molettes débordantes -par opposition au molette courtes (Constantin *et al.*, 1991)- à surface concave, dans la tradition rubanée pare exemple (Zimmermann, 1988) et en particulier dans les dépôts de meules belges (Hamon, 2004a). De même, aux âges des métaux, les courbures des meules et des molettes sont peu marquées (Leuvrey, 1999, p. 27) rendant alors leur classement difficile. Néanmoins cette dichotomie -fondée sur la courbure des surfaces actives- s'avère pertinente pour nos corpus du Néolithique.

L'appariement d'une meule et d'une molette, rarement observée dans les collections archéologiques, constitue un outil composite qu'il convient d'appeler un moulin de type « va-et-vient ».

II 1 : Rappel sur la vie d'un moulin, de la fabrication au rejet

Avant d'aborder la description des corpus, il semble indispensable de rappeler brièvement les différentes étapes de la vie d'une meule ou d'une molette : la chaîne opératoire.

II 1 1 : Notion de chaîne opératoire

La notion de chaîne opératoire est un concept initialement utilisé par les ethnologues et défini -entre autres- par Robert Cresswell (1991) : « La chaîne opératoire est une méthode de structuration des actes techniques qui permet de suivre la fabrication ou la transformation d'un élément naturel en produit fini ». Pour P. Lemonnier (2004), « *la* chaîne opératoire constitue *la* matière première de l'ethnologie des techniques ». Elle désigne « à la fois la succession de gestes et d'opération matérielles effectuées par un acteur et la représentation simplifiée que s'en fait l'observateur (...). La reconstitution d'une chaîne opératoire (est) un moyen plutôt simple de caractériser les éléments et les étapes d'une transformation matérielle contrôlée par un agent (humain ou primate d'ailleurs) ». Les chaînes opératoires sont « de profitables instruments de description et d'analyse ».

Les rapports profonds entre les techniques de production et les formes d'organisations socio-économiques, mis en évidence notamment par Haudricourt (1987), sont à l'origine de nombreux questionnements dans le milieu de l'ethnologie. Pour Cresswell (2002), les processus techniques et les structures sociales interagissent. Pour intégrer ces concepts, l'auteur propose d'élargir la définition de la chaîne opératoire afin d'y inclure certains aspects économiques et symboliques ; il suggère donc un cadre d'étude élargi dans lequel pourrait prendre place les faits et les théories. Il s'agit en premier lieu de définir explicitement une chaîne opératoire, outil pour analyser les rapports entre le technique et le social. Auparavant, Pierre Lemonnier (1983) indiquait clairement que les phénomènes techniques sont des phénomènes sociaux à part entière. Il explique que « pour parler simple, tout ce qui concerne l'action de l'homme sur la matière relève de la technique (...). Trois ordres de phénomène s'offrent alors à l'analyse : des objets (...), des processus, eux-mêmes décomposables en chaînes opératoires regroupant des séquences gestuelles, des connaissances enfin (...) ». Pour l'auteur, plusieurs attitudes sont possibles, comme définir les types d'action sur la matière, ce qu'a fait A. Leroi-Gourhan (1971). « Une autre approche consiste à établir des critères de tri plus formels, en cherchant à caractériser les

étapes et les composantes d'un processus technique avec référence à un produit fini ». Ce n'est qu'en dernier lieu qu'on peut mettre en relation « système technique et organisation sociale ». P. Lemonnier (1980) aboutit à une analyse fine des fonctionnements sociaux grâce notamment à la définition de moments stratégiques dans la chaîne opératoire et par la prise en compte du contrôle social de ces moments stratégiques. Il est aussi clairement établi qu'une chaîne opératoire comprend des variantes (Lemonnier, 1983) : il existe des manières différentes de faire une même chose... « Tenter d'expliquer ces variantes, c'est explorer leur contexte, matériel mais aussi socioculturel, ce qui conduit généralement à la mise en évidence de liens pertinents entre un phénomène technique et une réalité sociale ».

D'une manière générale, l'ordonnement des chaînes opératoires fait apparaître, à lui seul, des variantes socialement significatives. Ainsi « l'étude des processus techniques implique le recueil de chaînes opératoires, c'est toujours autant de versé aux archives de technologie ».

Donc pour les ethnologues, le lien entre technique et société est pour le moins évident, quand bien même les interactions entre ces deux domaines sont complexes. La description de chaînes opératoires est un des outils de l'ethnologie, la confrontation directe entre les faits matériels et les structures sociales étant possible.

Pour les préhistoriens, l'artefact est la seule source d'information, support à la compréhension de la société qui l'a engendré. Ainsi le terme de culture matérielle prend-t-il tout son sens : « Parler de culture matérielle, c'est rappeler que les techniques sont des productions sociales » (Lemonnier, 1991).

Dans son paragraphe sur la pratique technique, H. Balfet (1975, p. 52) définit le concept de chaîne opératoire comme un enchaînement logique d'étapes techniques, correspondant elles-mêmes à une ou plusieurs séquences qui se décomposent jusqu'au geste élémentaire. Elle établit le principe d'unicité de la chaîne opératoire : au niveau empirique, la chaîne opératoire peut être définie comme un ensemble d'opérations (groupées ou non en séquences) qui concourent à un but et un seul.

En archéologie, le concept de chaîne opératoire a donc toute sa place. C. Karlin (1992) la définit ainsi : « La chaîne opératoire est donc un découpage de commodité, grille de lecture sur laquelle un groupe d'observateurs se met d'accord ». Pour C. Perlès (1991), l'utilisation de la chaîne opératoire permet de définir des stratégies de production lithique au sein de contextes socio-économiques quelles que soient les périodes de la préhistoire concernées. Enfin, pour J.-M. Geneste (1991), la chaîne opératoire est une méthode qui s'est répandue « même si à partir d'une conception générale partagée, l'utilisation est loin d'être uniformisée ».

La synthèse de ces remarques se trouve dans la définition de C. Karlin et J. Pelegrin (1994), où l'on retrouve le lien entre description technique et implication sociale de l'étude d'une chaîne opératoire : « Une action sur la matière se décompose en chaînes opératoires, terme qui désigne la succession effectivement réalisée - ou une fraction cohérente de celle-ci - de tous les gestes et ce qui les sous-tend pour conduire d'une matière première brute à un ou des produits. Postulable pour étudier toute activité technique, car fondée sur une logique physico-technique, la notion de chaîne opératoire sert de grille de lecture et/ou de classement pour mettre en ordre, en leurs temps et place, les différents moments d'une action technique ». Des facteurs humains complexes interviennent dans la réalisation de la chaîne opératoire, tel que les savoir-faire ou le « schéma conceptuel » sous-jacents à toute chaîne opératoire.

Ainsi, le concept de chaîne opératoire est un mode de représentation actuel d'activités matérielles passées, qui se borne à étudier la succession des étapes techniques. Une fois cette étude réalisée,

il est possible d'extrapoler les résultats en termes de fonctionnements sociaux. « Toute activité technique étant porteuse de significations sociales, l'analyse des activités techniques à travers l'étude des chaînes opératoires, observées et restituées, permet d'enrichir nos connaissances sur les cultures préhistoriques » (Karlin et Pelegrin, 1994).

Il est évident qu'un outil est une production sociale. Mais décrire son cycle de vie, les étapes techniques qui se sont succédées pour l'obtenir et l'utiliser, est une approche concrète, matérialiste. La compréhension des implications sociales des choix effectués au long de cette chaîne opératoire n'intervient qu'après la phase descriptive.

Ainsi, pour les archéologues, comme pour certains ethnologues, la description de la chaîne opératoire correspond à l'acquisition et à l'agencement des données brutes. La chaîne opératoire offre des clefs pour comprendre, décrire et comparer des systèmes techniques. C'est dans ce sens que j'utiliserai ce terme.

La chaîne opératoire, dans l'étude d'une industrie lithique, prend en compte tous les processus, depuis l'acquisition de la matière première jusqu'à l'abandon de l'outil, en passant par toutes les étapes de la fabrication et de l'utilisation (Inizan *et al.*, 1995).

II 1 2 : Les étapes de la chaîne opératoire du matériel de mouture et de broyage

En reprenant les propositions de M.-C. Nierlé (1982), les différentes étapes constituant la chaîne opératoire des outils de mouture et de broyage comprennent (fig. 20) :

- choix et acquisition de la matière première ;
- mise en forme ;
- cycles utilisation/ravivage ;
- recyclage et réemploi des outils ;
- abandon et processus post-dépositionnels.

Mon propos n'est pas de décrire par le menu les étapes techniques qui se succèdent dans la vie d'un moulin ; de riches synthèses des travaux sur le matériel de mouture et de broyage existent déjà (en particulier la thèse de L. Dubreuil, 2002, p. 75 à 113), mais il est utile d'en rappeler les principes essentiels qui permettront au lecteur de se familiariser avec les termes retenus dans mon étude.

Notons qu'un lexique précisant la terminologie employée pour le matériel de mouture en général est en cours d'élaboration par le « Groupe Meule » (<http://www.archeo.ens.fr/groupe-meule/>). En attendant cette homogénéisation des appellations, je justifie ici des choix qui me sont propres.

II 1 2 a : Choix et acquisition de la matière première

Nous avons déjà vu que les questions de choix et d'approvisionnement en matière première sont peu abordées dans la littérature (cf. Introduction) pourtant ces questions conditionnent toutes les étapes postérieures (Hayden, 1987).

Concernant le choix des matériaux, il semble que deux grandes catégories de critères rentrent en jeu, à l'instar des observations de D. Santallier (Santallier *et al.*, 2002, p. 25).

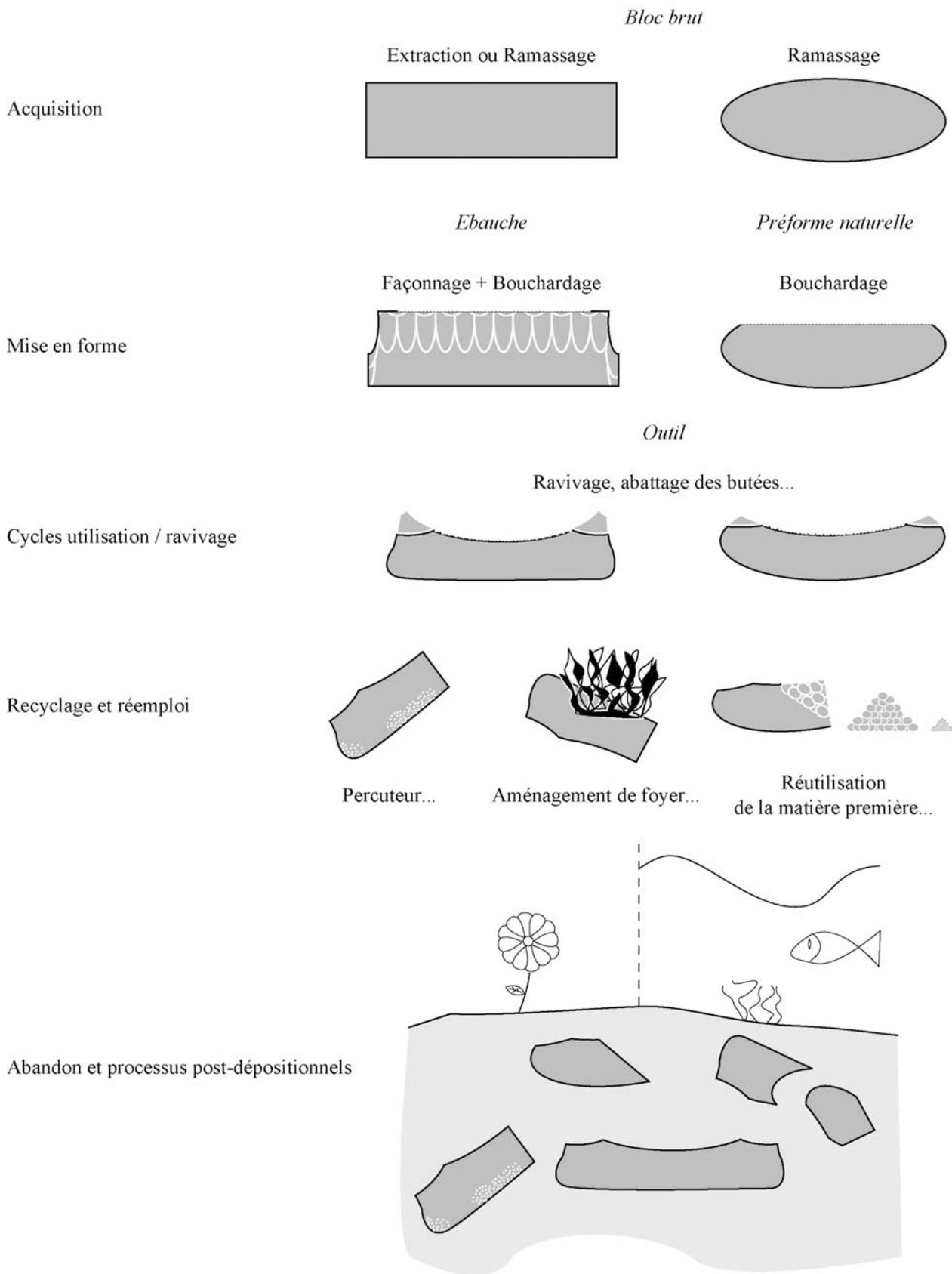


Figure 20 : chaîne opératoire d'un outil de mouture

La première concerne la **disponibilité de la matière première** : son éloignement par rapport aux sites, la forme sous laquelle elle est disponible... Le modèle matérialiste le plus simple se résumerait au ramassage de blocs locaux naturellement préformés, à une distance aussi réduite que possible du village. Mais l'investissement accordé à la reconnaissance des gîtes et des matériaux n'est pas négligeable ; il s'accroît lorsque des impératifs liés aux dimensions et à la morphologie président au choix d'un bloc « préformé » (Hamon et Milleville, 2006). A ce titre, C. Hamon note, dans les collections du Bassin parisien, que le choix des supports est fonction de leur dimension et que « le choix de grès de bonne qualité prévaut sur la distance des sources d'approvisionnement aux sites » (Hamon, 2004a, p. 71). De plus, la question des distances d'approvisionnement, courtes dans leur grande majorité (de l'ordre de 5 km), a d'ores et déjà été évoquée dans l'introduction de ce travail. Ainsi, ce qui semble participer de la logique du moindre effort, à savoir la proximité des sources de matières premières, est rarement le critère prépondérant dans le choix des matériaux.

La seconde catégorie concerne la **qualité de la matière première**.

A. Shoumacker (1993) a tenté, à partir de l'analyse des méthodes de fabrication industrielle de meules actuelles, de comprendre quelles sont les propriétés de la matière première qui influent sur l'efficacité de l'outil, sur ses capacités abrasives (nature de l'abrasif, type d'agglomérant, structure...). Dans cette optique, les caractéristiques mécaniques des roches sont les facteurs essentiels au choix des matériaux, ce choix s'expliquant en terme de coût (vitesse d'usure, fréquence des ravivages nécessaires, qualité du produit fini...), approche que l'on pourrait qualifier de fonctionnaliste. Ainsi, le choix de la matière première peut refléter par exemple la sélection d'une roche particulièrement apte à la taille (Horsfall, 1987).

A partir de corpus variés, D. Santallier *et al.* (2002, p. 25-26) propose un bilan concernant les qualités mécaniques requises pour les roches supports de l'outillage de mouture : « La rugosité paraît être la qualité la plus recherchée (...). Elle apparaît toujours dans au moins un élément du « couple » meule/molette, parfois dans les deux. Les matériaux choisis en priorité paraissent être ceux qui sont susceptibles d'un auto entretien de leur rugosité. Sinon, les utilisateurs se sont, semble-t-il, rabattus sur des roches dont le bouchardage est facilité par une texture grossière ou par une hétérogénéité de composition associant des minéraux de duretés différentes ; la ténacité vient en second lieu (...) ». La solidité, quant à elle, si elle est parfois recherchée, peut correspondre à un usage multiple des outils.

Le choix de telle ou telle roche répond donc à des **nécessités fonctionnelles**. Il y a une « adéquation nécessaire entre les qualités mécaniques de la roche et une certaine efficacité dans l'action de broyage » (Hamon et Milleville, 2006). Autrement dit, « le choix d'une matière première répond à des besoins fonctionnels précis, chaque utilisation requérant des qualités mécaniques propres » (Hamon, 2004a, p 220).

En Mauritanie, V. Roux (1985) note une tendance à sélectionner des roches tendres pour les broyeur (molettes) utilisés pour moudre le blé et des roches dures pour les molettes de corroyage du cuir. Pour la mouture des céréales, G. Horsfall (1987, p. 341) explique par exemple que la qualité du produit fini est un paramètre important dans le choix des supports : « variation of stone texture, particularly grain size, probably is the most common means of controlling the fineness of the ground product ».

Selon J. L. Adams (1999, p. 487), les matières granuleuses ou vacuolaires offrent des rendements similaires lors du broyage de différents types de graines fraîches et sèches. Mais, alors qu'une matière granuleuse finit par se lisser, les matières vacuolaires présentent l'avantage d'être plus faciles à raviver (voire de s'auto-entretenir) et contaminent moins le produit transformé.

Dans sa thèse, L. Dubreuil (2002) détaille les travaux de H. S. Cook (1973) sur les critères de choix des roches des *meteros* de la vallée Oaxaca au Mexique. « Ils comprennent : couleur, texture, aptitude au façonnage, possibilités de vente, durabilité. Les roches utilisées sont majoritairement granitiques, les artisans distinguent des roches « de première classe » dont la surface reste longtemps rugueuse lors de l'utilisation et nécessite des ravivages peu fréquents. Ils produisent cependant une majorité de meules dans une roche « de seconde classe » car elle est plus facile et plus rapide à travailler » (Cook, 1973, p. 1492).

Dans la région de San Mateo, au Guatemala, le basalte vacuolaire importé est majoritairement utilisé comme support de l'outillage de mouture, alors que du calcaire est disponible à proximité. G. Horsfall (1987, p. 340) indique que l'importation représente selon lui une perte de temps et d'énergie. « This raise the specific question of what functional, technological, and socioeconomic constraints affect material selection ».

Le choix de la matière première est aussi intimement lié à la forme sous laquelle elle peut être acquise.

Le type d'acquisition le plus courant semble être le **ramassage** de blocs. Les blocs peuvent subir un aménagement, comme dans le Bassin parisien (Hamon, 2006) ou être utilisés tel quel, à la faveur de la préforme naturelle. Tel est le cas des outils sur blocs morainiques par exemple, en grès dans les Vosges (Pétrequin, 1974, p. 499).

Récemment, des sondages dirigés par Luc Jaccottey ont mis au jour des zones d'extraction de meules et de molettes de type « va-et-vient » dans le massif de la Serre (commune de Malange, Jura). Ces extractions, pré- ou protohistoriques, sont nommées **minières** (Jaccottey et Milleville, soumis a et b). Les minières se présentent sous la forme de dépressions peu profondes, creusées à la base de talus d'éboulis. Les blocs non sélectionnés et les ébauches brisées sont rejetés et vont s'étaler au pied de la mine, formant un bourrelet de déblais qui contient le mobilier archéologique. Ce dernier est très peu abondant et ne se compose que de galets ou d'éclats de quartz provenant de percuteurs, de fragments et d'éclats de grès ou de granite, ainsi que d'ébauches de meules ou de molettes. Les huit ébauches identifiées montrent que l'ensemble des pièces a été mis en forme sur place -conformément aux observations ethnologiques (Hayden, 1987 ; McBryde, 1997...). Il est évident que les minières découvertes à Malange correspondent à des exploitations limitées dans le temps et dans l'espace, dont il est difficile d'estimer la production. Il est possible de comparer la forme des extractions de Malange avec les exploitations néolithiques de Plancher-les-Mines (zone de production de lames de haches en pépite-quartz, Jeudy *et al.*, 1995 ; Pétrequin, Jeudy *et al.*, 1996). Des similitudes peuvent également être trouvées avec les exploitations d'Otelfingen qui ont fourni du silex aux populations néolithiques de la région de Zurich (Affolter, 2002, p. 210). Dans ces zones, les exploitations en minières revêtent la même forme, en cuvettes allongées précédées de bourrelets contenant les déblais.

Outre l'extraction en mine et le ramassage de blocs, d'autres techniques ont éventuellement pu être mises en œuvre pour produire des outils de mouture, comme l'extraction de blocs par le feu, directement sur la roche en place ou face à de petites falaises gréseuses, extractions thermiques connues en ethnologie (McBryde, 1997). Mais les indices archéologiques d'**exploitations de roche massive** restent excessivement rares. Dans le massif de l'Eifel en Allemagne (Harms et Mangartz, 2002, p. 75), des outils de type « va-et-vient » ont été extraits des orgues basaltiques par éclatement thermique, mais l'absence de contexte archéologique ne permet pas une datation précise de ces extractions.

Ainsi, le choix et l'acquisition de la matière première d'une meule ou d'une molette dépendent de nombreux paramètres, qui concernent aussi bien la roche brute (disponibilité, type d'affleurement...), les qualités mécaniques (tant pendant la mise en forme que pendant l'utilisation) que le contexte de production de l'outil (domestique, spécialisée ou artisanale...).

Pour la préhistoire, j'ajouterai à ces critères mesurables une part d'« humain » nettement moins quantifiable. D'un point de vue strictement fonctionnaliste, à un environnement donné et pour un usage donné, il doit exister une voire deux roches « idéales » quelle que soit la période. Or, et nous allons le voir au cours de cette étude, il n'en est rien : le choix des matériaux varie considérablement au cours du temps, échappant en partie au déterminisme de l'origine de la matière première.

II 1 2 b : La phase de mise en forme

Au départ, le **bloc** brut peut être extrait (de minières ou de carrières) ou ramassé (bloc morainique...). Un bloc retouché devient une **ébauche** ; un bloc naturellement préformé ne sera donc jamais une ébauche. Le stade d'ébauche peut être long puisqu'il comprend toutes les phases de **mise en forme et de façonnage** ; il se termine par le **dressage** (ou avivage) de la surface active.

J'ai choisi d'utiliser le terme de **bouchardage** pour décrire l'action de percussion visant à mettre en forme et à entretenir une surface active par enlèvement de matière. Le terme est certes anachronique puisque la boucharde est par définition un instrument métallique, mais il s'agit ici « de rendre compte par le mot bouchardage du résultat d'une action et non de l'action d'un outil spécifique, la boucharde (marteau de tailleur de pierre à deux têtes carrées couvertes de petites pyramide), qui n'apparaît qu'à l'époque médiévale » (Guillier *et al.*, 2005). Le choix des spécialistes se porte plus volontiers sur le terme de martelage (Roux, 1985) pour désigner la mise en forme initiale de la surface active, et de piquetage (Hamon, 2004a) pour désigner une percussion visant à la raviver, à entretenir les aspérités nécessaires à son bon fonctionnement. Concrètement, j'utilise le terme de bouchardage pour qualifier un état des surfaces actives des meules et molettes, dès lors qu'elles présentent des traces de percussion ; l'objectif final n'étant pas toujours identifiable (percussion première de mise en forme ou percussion d'entretien de la surface), j'ai préféré regrouper toutes les actions sous un seul terme (fig. 21).

De plus, nous verrons que sur certains outils, notamment dans le village de Sutz Lattrigen « Riedstation », le terme de piquetage serait impropre à décrire le type de percussion exercé sur les surfaces actives ; en effet, les traces de percussion -nettement identifiées comme du ravivage de surface active- sont si profondes que le but de l'opération est clairement d'enlever de la matière, quitte à diminuer la durée de vie de la meule. Enfin, dans le vocabulaire commun, le bouchardage ou piquetage ou martelage initial d'une surface active se fait avec un percuteur, parfois avec une boucharde, et le piquetage avec une boucharde qui peut être anguleuse (Poissonnier, 2002). Il m'apparaît donc plus simple -dans le cas présent- de corrélérer la description d'un état surface à l'idée que l'on se fait de l'outil utilisé pour réaliser cette surface.

Le dressage d'une surface active est un travail long ; sur une arkose triasique grossière, le dressage d'une surface active de 50/70 cm nous a pris huit heures, la régularisation se faisant sur une épaisseur de quelques millimètres à 1 cm (test expérimental C. Hamon, A. Milleville et C. Schall, 2003). Lors d'une expérimentation réalisée par l'équipe de la Combe d'Ain, une meule en calcaire coquillier a été réalisée, dotée d'une surface active d'une surface de 40 cm sur 34 cm. « En se relayant à deux personnes, il a fallu six heures pour boucharder en percussion oblique la surface supérieure du bloc brut de façon à la transformer en une table de travail régulière, à profil légèrement concave » (Monnier *et al.*, 1997a). Il ne faut donc pas négliger

l'intérêt pour les utilisateurs de meule de trouver des blocs préformés, que ce soit par exemple un bloc morainique dont l'aspect initial est proche du futur outil ou bien d'un bloc à profil légèrement courbe extrait d'un front de carrière par choc thermique.



Figure 21 : meule expérimentale bouchardée (40 cm de long), notez les impacts lâches visant au ravivage de la surface active, cliché A. Milleville

La **surface active** est comprise ici comme la partie utilisée d'une face de l'outil, caractérisée par un plan de travail présentant des traces de mise en forme et/ou d'utilisation. Je ne fais donc pas de différence ici entre surface active, surface de travail, surface utile...

Le plus souvent, une meule ne présente qu'une seule surface active [sur sa face supérieure]. Dans le cas de meules sur d'énormes blocs fixes, plusieurs surfaces actives peuvent coexister sur une même face (David, 1998). Une meule ou une molette peuvent enfin présenter une surface active sur chacune de leurs faces [lorsqu'elles ont été utilisées recto-verso].

Au Nigeria, les femmes disent mettre un à deux jours pour s'acquitter des deux premières étapes de la chaîne opératoire (choix de la matière première et transport, mise en forme), et une vingtaine de minutes pour les étapes finales de mise en forme d'une molette (David, 1998, p. 35). Outre cette estimation du temps nécessaire, il est intéressant de noter que les outils sont fabriqués par les utilisatrices elles-mêmes.

Même observation au Népal, où les utilisateurs fabriquent eux-mêmes leurs propres outils (Baudais et Lundström-Baudais, 2002). A l'inverse, il existe des artisans qui assurent la fabrication des outils : il s'agit par exemple de bergers travaillant sur commande à Tichitt (Roux, 1985, p. 34 et 50) et qui fabriquent une meule à grain en deux jours environ et des broyeurs de section variée en une heure à une heure et demi. Chez les Maya des montagnes du Guatemala, les outils sont produits par des spécialistes et diffusés de façon commerciale (Hayden, 1987).

II 1 2 c : Les cycles utilisation/ravivage

Une fois la meule ou la molette habillée (le dressage de la surface correspondant à l'habillage (ou rhabillage) de la meule pour les périodes récentes ; Barboff *et al.* dir., 2003), elle est utilisée, classiquement en « va-et-vient », la molette étant mise en mouvement sur la meule. Dans ce **moulin de type « va-et-vient »** ainsi formé, les surfaces actives des deux éléments appariés doivent être ajustés, notamment le degré de courbure des surfaces actives. B. Hayden (1987, p. 41) note qu'une des phases de finition consiste en un « vigorous grinding » de la molette (mano) sur la surface de la meule (metate). Pour les meules rotatives, une opération identique de mouture « à vide » a été faite pour faire correspondre les surfaces du *catillus* et de la *meta* du moulin expérimental -exposé au Laténium (Neuchâtel, Suisse)- réalisé sous l'impulsion de T. Anderson : « Après la phase de confection, il restait encore à ajuster les surfaces de mouture des deux pierres. D'après nos expériences, un moyen simple de le faire était d'assembler les pierres et de tourner le *catillus* de quelques tours. A l'emplacement où les irrégularités sont saillantes, apparaît une trace blanche - ou verte, lorsque l'on insère une touffe d'herbe - qui signale les endroits à reprendre à la broche. Dès que les surfaces sont approximativement ajustées, il se peut que le tailleur actionne le moulin en introduisant du sable pour une égalisation plus fine des surfaces » (Anderson *et al.*, 2003, p. 56). Ainsi, il semble exister de nombreuses façons de coupler efficacement les deux outils qui composent un moulin.

Les surfaces actives des deux outils, suite aux frottements répétés de la matière première transformée (céréales par exemple) et aux contacts pierre contre pierre, tendent à devenir lisses. Le poli sera plus intense aux extrémités d'une meule qu'en son centre, la partie proximale s'use elle même plus vite, « where the body exerts maximal downward force » (David, 1998, p. 35). Pour les molettes, les deux bords se polissent (Adams, 1999) en raison du frottement pierre contre pierre plus fréquent sur ces zones (Baudais et Lundström-Baudais, 2002).

Les surfaces ainsi arasées deviennent inefficaces pour la mouture des céréales ; les grains ne sont plus moulus mais simplement écrasés. L'utilisateur doit donc procéder au **ravivage** (réavivage) des surfaces, afin de leur rendre leur mordant (Roux, 1985). Une phase d'utilisation correspond à l'utilisation d'un outil entre deux ravivages.

Les surfaces perdent leurs qualités abrasives en un temps très variable, selon la nature du matériau et la fréquence d'utilisation du moulin ; ce temps est estimé à une vingtaine d'heure pour des grès du Bassin parisien (Hamon, 2006). Sur une meule, le ravivage étant coûteux en temps (sur des grès, un quart du temps nécessaire au dressage initial de la surface active, Hamon, 2006, p. 80), il n'est pas rare de ne l'observer qu'au centre des surfaces (ravivage partiel). Il concourt ainsi au creusement progressif de la meule (Baudais et Lundström-Baudais, 2002, p. 169), laissant les extrémités d'autant plus lisses qu'elles sont davantage sollicitées par le mouvement de « va-et-vient ». Le creusement est d'ailleurs à l'origine du rejet des meules à Sukur (Nigéria, David, 1998) et à Tichitt (Mauritanie, Roux, 1985). Ce creusement est un indicateur de l'âge de l'outil au Népal (Baudais et Lundström-Baudais, 2002), où une meule de moins de 10 ans est neuve ou jeune, « les deux tiers des meules ont moins de 20 ans ; la profondeur de leur plan de travail n'atteint pas 12 mm ». Mais ces meules à bras à longue durée de vie ne sont pas les seuls outils de mouture employés ; elles sont utilisées en complément de

moulins à eau, pour produire des farines durant les mois d'hiver et servent aussi au décortilage des céréales vêtues et au concassage des haricots. Néanmoins, la présence de butées ou de rebords aux extrémités des meules constitue un bon indice de la longue utilisation d'un outil. Ces rebords ou butées sont présents à l'extrémité distale et plus rarement aux deux extrémités de la meule. Ils occupent toute la largeur de l'outil et se présentent sous la forme d'une bande plane à légèrement concave. Ces rebords sont les restes ultimes d'une des surfaces actives antérieures (Hamon, 2004a, p. 222). Ils sont parfois abattus, réduisant les dimensions de la surface active de façon significative, mais lui rendant son horizontalité.

De même, « le degré d'usure d'une meule n'est pas en rapport direct avec son temps d'utilisation ; il dépend également du percutant employé », le creusement de la meule sera d'autant moins important que la longueur de la molette sera supérieure aux $\frac{3}{4}$ de la largeur de la meule (Roux, 1985, p. 37). Finalement, la durée de vie d'une meule a été estimée à 10-15 ans dans certains contextes ethnologiques, comme au Nigeria (David, 1998) où deux meules sont utilisées en parallèle, avec des états de surface active différents (the smoother and the rougher), la plus rugueuse des deux meules arrivant plus vite en fin de vie, puisque souvent ravivée. Enfin, dans l'étude de B. Hayden (1987), la durée de vie d'une meule est estimée en fonction de la fréquence des ravivages nécessaires ; elle tourne autour d'une génération. Concernant les molettes, leur durée de vie serait trois à quatre fois inférieure à celle d'une meule (David, 1998). Ainsi, l'estimation de la **durée de vie** du matériel de mouture et de broyage est difficile, puisque totalement dépendante de la nature de la roche, de la ou des fonctions de l'outil, de la fréquence de son utilisation, de son association technique avec les autres outils disponibles, de son bris accidentel... Cela étant dit, la durée de vie de cet outillage est manifestement longue et se compte en dizaines d'années.

II 1 2 d : La fin de vie et le rejet

Le **rejet** ou l'**abandon** des outils de mouture intervient normalement lorsqu'ils sont considérés comme inutilisables (le creusement est trop prononcé, l'outil est brisé...). Mais le rejet n'est parfois pas lié à l'état général de l'outil. La fin de l'utilisation de la meule ou de la molette peut alors être motivée par d'autres raisons : **recyclage** de l'outil (**réutilisation** à d'autres fins, en tant que percuter...), abandon lors du départ définitif des villages, dépôt (surtout dans le Néolithique ancien du nord de la France, Hamon, 2005), « offrandes » funéraires (en vallée du Rhône au Chasséen par exemple, Brisotto, 2002), bris intentionnel... La fracturation volontaire, répétée et codifiée de certaines molettes -par exemple- a été mise en évidence dans le Rubané du Bassin parisien (Hamon, 2004a).

La question des **réemplois** (changement total de fonction) est assez vaste et les exemples tant archéologiques qu'ethnographiques ne manquent pas. On notera simplement que les réemplois les plus courants reconnus en préhistoire sont l'utilisation de l'outil en pierre de calage, dans le Chasséen (Roucadour, Lot, Charvet, 2002) ou dans le Campaniforme (Derrière-le-Château, Ain, Gislou, 1998), en matériaux d'empierrement dans des pavages au Néolithique moyen (Noyen-sur-Seine, Mordant, 1977), le réemploi dans des structures de combustion (élément de soles de pierres, foyers chasséens de Roucadour, Muller-Pelletier, 2006, p. 242) et en élément architectural (au Proche-Orient par exemple, Nierlé, 1982).

Un outil peut faire l'objet de réutilisation puis de réemploi, la succession des étapes étant parfois visible (fig. 22).



*Figure 22 : meule réutilisée en enclume (ou meule à cupule) puis réemployée comme pierre de construction dans une maison circulaire, PPNB, vers 7000 av. J.-C., Beidha (Jordanie).
Le crayon mesure 15 cm. Cliché M. Charvet*

Dans les populations actuelles, les meules peuvent être réemployées, parfois bien longtemps après avoir servi de meule (outils récoltés sur d'anciennes occupations), comme élément d'architecture, comme abreuvoir... (Roux, 1985) ou comme bac de trempage pour les ateliers métallurgiques chez les Dogon par exemple (com. pers. S. Perret et Vincent Serneels).

La **fin de vie** des outils sera prise en compte ici selon les conditions d'abandon des outils (position de rejet ou d'utilisation, fragmentation des outils, dispersion des fragments...), mais aussi des conditions d'abandon des habitats lacustres eux-mêmes (incendie ou abandon, volontaire ou non).

Je me suis inspirée des travaux et des modes de codages de H. Procopiou (1998) et C. Hamon (2004a) pour définir à l'œil nu trois aspects de surface différents : le bouchardage, le **poli** et le **lustré**. Le poli est la première étape d'arasement induit par l'utilisation de l'outil, les zones polies présentent des grains nivelés. Non modifiées par le ravivage partiel, les zones polies se lustrent peu à peu. Le lustre est donc compris comme un stade avancé du poli, caractérisé par une brillance de la surface perceptible à l'œil nu. Ainsi, un lustre très important peut être rapproché lexicalement du « poli à glace », terme utilisé pour les lames de hache par exemple. Le terme de lustre se veut ici descriptif d'un état de surface, il n'implique pas la présence possible d'un dépôt de matière minérale, issue des céréales par exemple.

Selon la logique du raisonnement on retrouverait, du centre de la surface active vers l'extérieur, des zones bouchardées, puis polies, puis lustrées. Les aspects de surface ainsi décrits sont variables d'un outil à l'autre ; ils sont donc difficilement quantifiables à l'œil nu. Ils dépendent de nombreux paramètres parmi lesquels la nature de la matière première et les conditions de conservation. Par exemple, un lustré est toujours plus lisse et/ou brillant qu'un poli, mais un

lustré sur calcaire n'a rien à voir avec un lustré sur une roche siliceuse. Donc il s'agit surtout de distinguer sur chacun des outils les différentes zones, stigmates de surfaces ayant subi des traitements différents. Les dessins techniques des outils ont été réalisés par codage des traces sur les surfaces actives selon ces trois critères.

C'est à la lumière de ces précisions terminologiques que nous allons maintenant nous intéresser aux collections des sites lacustres jurassiens.

II 2 : Les corpus de Chalain et de Clairvaux

Le corpus du matériel de mouture et de broyage des villages littoraux de Chalain et de Clairvaux est tout à fait classique pour le Néolithique en général. Il se compose de pièces complètes et de fragments de meules et de molettes de type « va-et-vient », selon la définition large que j'ai choisie. L'attribution des artefacts à la catégorie « matériel de mouture et de broyage » a été faite, depuis 30 ans, grâce à la reconnaissance d'une part de surface active et d'autre part de la matière première. En effet, l'expérience acquise sur les sites lacustres de la Combe d'Ain, notamment pour le Néolithique final, permet de considérer une matière première lithique comme caractéristique d'un type d'outil, les roches grenues par exemple n'étant reconnues que sur le matériel de mouture et de broyage. Ainsi, les inventaires du matériel lithique pondéreux des différents sites de Chalain et de Clairvaux étaient disponibles dès le début de cette étude, individualisant les outils de mouture, de percussion, de polissage ainsi que les blocs-enclumes et parfois les galets. J'ai utilisé ces listings comme base de travail. Enfin, notons que seules les séries de CL III (Piningre, 1986), CL MM V (Pétrequin, 1989c), CL II (Piningre, 1989a), CL VIII (Saintot, 1989) et CH 3 (Pétrequin A. M., Pétrequin P. *et al.*, 1997) sont publiées.

Les séries correspondant aux différents sites sont stockées au musée de Lons-le-Saunier et temporairement à la base CNRS du Frasnais (39). Mon premier travail a consisté à vérifier la concordance entre les collections et les inventaires, puis à rechercher les remontages possibles entre les différents fragments. Les artefacts ont alors été inventoriés selon une numérotation spécifique à l'étude (annexe 2) et souvent reconditionnés. Ainsi, un inventaire exhaustif est établi, disponible en annexe (annexe 3).

Remarques sur le numéro d'inventaire (annexe 2):

- le numéro d'inventaire est composé de 5 chiffres de 1 à 99 ;
- codage du lac : 1 pour les sites de Chalain, 2 pour ceux de Clairvaux ;
- codage des sites : 0 pour la Motte-aux-Magnins, 19 pour Chalain 19... ;
- codage des couches, par site. Le 0 correspond à des objets hors stratigraphie, issus des fouilles anciennes ou des déblais ;
- codage du type d'outil : 1 pour le matériel de mouture et de broyage, 2 pour les polissoirs, 3 pour les perceurs et bouchardes, 4 pour les blocs-enclumes ;
- codage de l'objet, de 01 à n.

Par exemple, 1421 08 est un outil de mouture de Chalain 4 phase 2, le huitième inventorié.

Une telle numérotation où chaque numéro est unique, permet de couvrir l'ensemble des corpus, et d'ajouter à l'avenir d'autres sites du bassin lacustre. Il faut préciser que le mètre carré n'est pas codé, mais il est indiqué sur les objets.

L'attribution d'un artefact à la catégorie meule ou molette est fonction de sa surface active. Le reste du corpus, fragments sans surface active, présentant parfois des stigmates de mise en forme, reste attribué au matériel de mouture et de broyage, sans autre précision. Cette attribution, fondée le plus souvent sur la nature grenue de la roche, est discutable, mais présente l'intérêt de recenser tous les fragments de roches. Ces fragments sans surface active peuvent avoir été apportés dans les villages en tant que matière première et pas forcément pour servir de support d'une meule ou d'une molette. Mais il est possible aussi que ces roches aient été utilisées pour de l'outillage, si tel est le cas il s'agit nécessairement d'outils de mouture et de broyage. Les autres critères de

l'inventaire sont classiques : longueur, largeur, épaisseur, poids, matière première, description des faces, cotés et extrémités, enfin remarques générales ou observations particulières, telles que traces de chauffe, réalisation de lame mince, photo, dessin...

Une attention particulière a été portée à la description des matières premières, qui occupe plusieurs colonnes dans les inventaires. En effet, les observations faites à l'œil nu sont parfois complétées par l'étude en lame mince (le contenu de la cellule du tableau est alors en gras), la dimension maximale des grains de la roche est indiquée à part, enfin un regroupement par matière première est inscrit dans une colonne séparée.

II 2 1 : Présentation

Sur les 48 ensembles archéologiques étudiés (cf. fig. 3, Introduction), 42 possèdent des outils de mouture et de broyage.

Au total, **609 artefacts** sont décomptés, pour un poids total d'environ **605 kg** (fig. 23).

Pour le Néolithique moyen on compte 156 artefacts pour un poids cumulé de 180 kg et pour le Néolithique final 445 artefacts pour 419 kg. Huit artefacts sont hors stratigraphie.

Le calcul du poids moyen par artefact permet dans un premier temps de souligner la variabilité des séries. Sa valeur globale, toutes séries confondues, est de 994 grammes ; il est de 1158 g pour le Néolithique moyen et de 937 g pour le Néolithique final. Le poids moyen est donc décroissant : il perd 20 % de sa valeur entre les deux grandes périodes étudiées.

De plus, 30 objets proviennent des fouilles et découvertes anciennes et sont sans attribution chronologique précise. Il s'agit en grande partie du matériel des fouilles de J. Feuvrier en 1904 (Feuvrier, 1903-1906) conservées au musée de Dole, et des collections anciennes du musée de Lons-le-Saunier (Roulière-Lambert, 1985).

Notons simplement que le poids moyen des outils retrouvés anciennement est de 3,5 kg, soit trois fois et demi supérieur à la moyenne du corpus des fouilles récentes. De surcroît, les objets sont tous typologiquement significatifs car il s'agit le plus souvent d'outils complets. Ce résultat montre bien l'importance donnée -lors des fouilles du XIX^{ème} et du début du XX^{ème} siècle- aux outils complets ou quasi complets, mais aussi dans certains cas la perte ultérieure des fragments collectés. Outre leur imprécision stratigraphique, ces collections anciennes ne constituent pas à l'évidence un échantillonnage fiable (Pétrequin, 1985, p. 41-43). Bien que l'inventaire en ait été fait au même titre que les autres séries, leur étude n'est pas prise en compte dans le présent travail.

II 2 2 : Le Néolithique moyen

Les artefacts du Néolithique moyen (3900-3400 av. J.-C.) proviennent exclusivement des habitats du lac de Clairvaux, où ont été concentrées les recherches récentes, puisque aucun site du Néolithique moyen n'a été repéré sur le lac de Chalain (Pétrequin dir, 2000). Il s'agit de CL MMV, CL XIV et CL VII pour le Néolithique Moyen Bourguignon (NMB), de CL II/II bis pour le Port-Conty. Le site de CL VII est encore en cours de fouille, mais seules les données des premières campagnes (2005 et 2006) sont prises en compte ici.

Site	Couche	Nombre	Pds (g)
CH 4	HS	1	160
CH 3	II-IV	2	3 595
CH 2	A	5	2 414
		8	6 169

Site	Cche	Nombre	Pds (g)
CL MM	K	40	30 267
CL III	sup	8	10 073
CH 21	/	1	272
CH 20	/	2	4 895
CH 2	/2	4	206
CH 2	/6	1	84 000
CH 2	/3	1	14 000
CH 2	/5	5	15 140
CL MM	J	16	30 673
CL MM	H	13	3 415
CL MM	G	10	1 280
CL MM	F	4	1 190
CL MM	E	1	275
CL MM	D	9	209
CL III	inf	13	9 900
CH 2	A//	1	4
CL MM	Sud	3	20 200
CL X	/	1	55
CL MM	C	4	3 965
CL MM	B	4	130
CL MM	A	9	9 453
CH 2	C	26	24 915
CL IV	sup	25	9 830
CH 4	4	31	6 951
CH 3	IIc///	1	85
CH 19	H/K	22	14 947
CH 19	K	1	3 707
CH 19	H	7	3 145
CH 4	3	8	8 560
CH 4	2/3	1	35
CL IV	inf	16	581
CH 4	2	25	5 461
CH 4	1	17	13 135
CH 3	IV	15	24 305
Hiatus			
CH 3	VI	46	5 439
CH 19	O	35	56 501
CH 3	VIII	19	1 391
		445	418 589

Hiatus			
CL II	/	2	565

Hiatus			
CL VII	/	96	88 938
CL MM	V	9	42 097
CL XIV	/	49	49 007
		156	180 607

Total		609	605 365
-------	--	-----	---------

Fouilles anciennes	/	15	51 545
:	/	15	/

Figure 23 : décompte des séries de matériel de mouture et de broyage de Chalain/Clairvaux en nombre d'artefacts et en poids

Pour le NMB, trois sites ont livré des séries du matériel de mouture et de broyage. A CL XIV et CL VII, les dernières fouilles en date, le poids moyen est de 1 kg. A CLMM V, le poids moyen par artefact est de 4,5 kg, les neuf artefacts retrouvés étant complets ou quasi complets. Cette différence entre sites n'est pas liée aux conditions de gisement -qui sont similaires- mais probablement aux modalités de rejet des outils. A la Motte-aux-Magnins, la majeure partie des artefacts, qu'il s'agisse de céramique ou d'autres témoins archéologiques, est très peu fragmentée (Pétrequin, 1989d). De plus, les surfaces fouillées des trois sites sont comparables (38 m² pour CL MM V et 30 m² pour les deux autres sites) et un tamisage systématique à CL MMV, implique la collecte de tous les fragments.

Le Néolithique Moyen Bourguignon, qui constitue un thème de recherche à part entière, n'est présenté ici que de façon succincte. La connaissance de ces collections permet simplement d'établir un « état zéro » chronologique, notamment en ce qui concerne les matériaux support utilisés.

Le site de CL II/Iibis, seul village connu au bord du lac aux environs de 3400 av. J.-C., n'a quasiment pas livré de témoins autres qu'architecturaux. Les vestiges sont « très ruinés par l'érosion, les glissements de beine lacustre et les émergences successives » (Pétrequin, 1989b, p. 93). Il n'est donc pas étonnant que l'outillage de mouture ne soit reconnu que sur deux fragments, de 545 et 20 grammes, présentant tous deux un reliquat de surface active.

II 2 3 : Le Néolithique final

Le Néolithique final est représenté par 37 ensembles archéologiques bien datés dont l'articulation est plus ou moins précise, mais qui dans tous les cas permet un classement dans une succession continue entre 3200 et 2600 av. J.-C. Au contraire, trois petits ensembles (seulement huit artefacts) ont été isolés en raison de leur attribution chronologique incertaine ou douteuse.

Un ensemble archéologique correspond ici à une couche ou un ensemble de couches reconnues à la fouille. La figure 23 présente pour le Néolithique final les données de base, autant que faire se peut classées dans un ordre chronologique, à ce niveau approximatif, en raison en particulier de la coexistence de villages contemporains sur le même lac. Tel est le cas par exemple de la Motte-aux-Magnins à Clairvaux, où les ensembles A, B et C sont attribués à un seul village. Ce village, étendu, est reconnu plus à l'est, à CL III couche inférieure, les deux sites voisins étant simplement séparés par un chenal.

Au total, **453 artefacts** sont attribués au Néolithique final, pour un poids total de **425 kg**.

Pour le Néolithique final, qui est la période chronologique la mieux représentée et connue à Chalain et à Clairvaux, les ensembles archéologiques ne sont pas également répartis au long de la chronologie ; cela nous posera de nombreux problèmes, quand on sait par exemple que certaines phases chrono-culturelles bien représentées (le Horgen, avec trois gros ensembles entre 3200 et 3100 av. J.-C., ou le Clairvaux ancien avec 11 ensembles entre 3040 et 2980 av. J.-C.) font face à des phases très peu connues (le Clairvaux récent par exemple, représenté par deux ensembles et 14 artefacts). De plus, et cela ne facilitera pas l'exploitation finale des résultats, le contenu de ces ensembles est très variable en quantité d'artefacts (de un à une cinquantaine). Enfin, par ensembles archéologiques, le poids de chaque artefact est susceptible de varier entre un gramme et 84 kg. Quoi qu'il en soit, nous avons travaillé surtout sur cette période, le Néolithique final, car telles étaient les séries disponibles au début de ma thèse.

L'étude morphométrique et technique a été complétée par l'analyse pétrographique des supports.

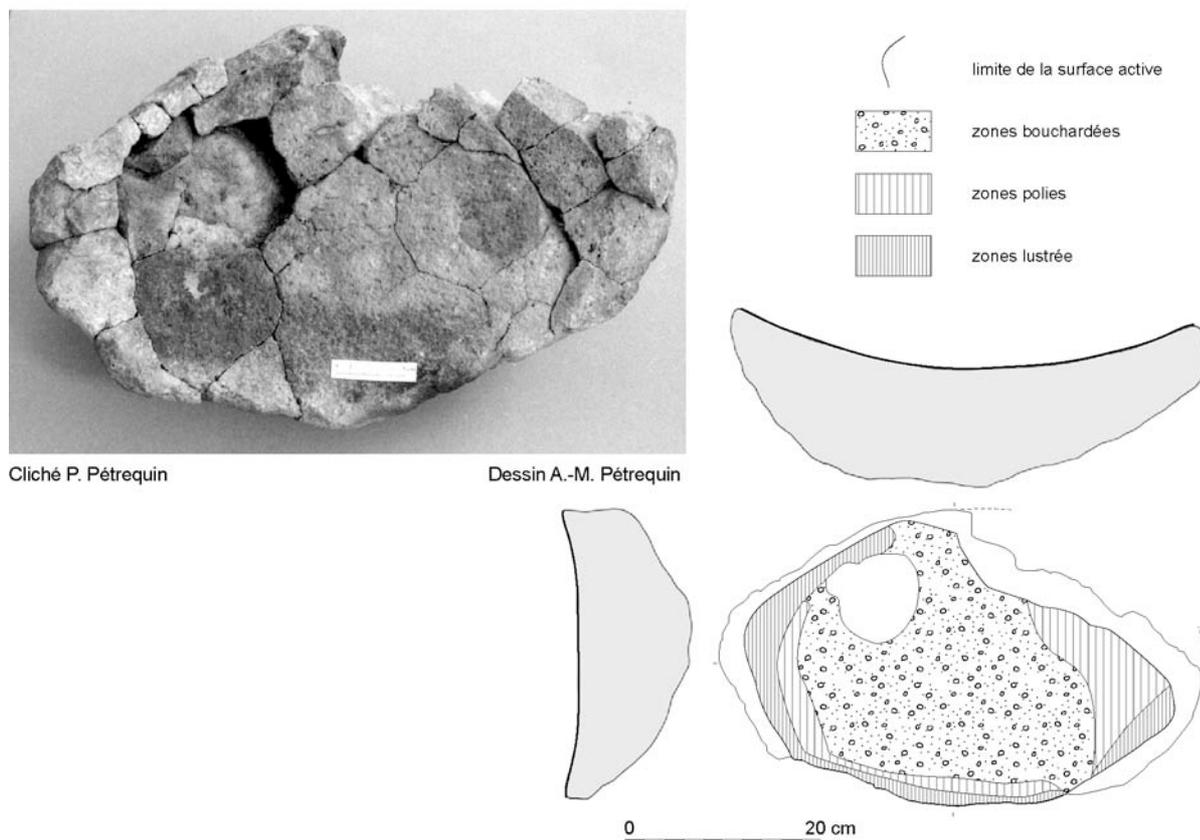
II 3 : Etude typologique du matériel de mouture et de broyage du Néolithique final

Présenter une par une les séries du Néolithique final serait fastidieux et de peu d'intérêt. Il paraît préférable de traiter en premier lieu les outils entiers. Outre ces pièces complètes, on retrouve des fragments de meules et de molettes, assez volumineux pour donner une idée de la section transversale ou du profil de l'objet initial. De même, certains fragments sont des éclats volontaires, tels les éclats d'abattage par exemple, témoins de la gestion des supports. A ce titre, ces artefacts rentrent pour moi dans la catégorie des outils typologiquement significatifs et sont décrits et analysés avec les outils entiers. Dans un second temps mes observations seront étendues aux fragments.

II 3 1 : Pièces entières et pièces typologiquement significatives

Les pièces typologiquement importantes sont dessinées et regroupées sur les 11 planches présentées en annexe 4.

Un outil est considéré comme entier s'il est possible d'en mesurer la surface active, ainsi que d'en dessiner le profil et la section. Cette précision est importante, car il existe dans les collections des meules qui, explosées par le feu, ont été remontées mais restent incomplètes, faute d'avoir retrouvé tous les fragments (fig. 24).



*Figure 24 : meule « entière » en grès, n° 11911 10, CH 19 0, Horgen.
Bien qu'il manque des fragments à cette meule, elle est considérée comme entière.
L'organisation des éclats, autour d'un fragment circulaire
indique la zone où la température a probablement été la plus élevée*

	Site	Couche	Nombre	Poids (g)	13 meules	19 molettes
	CL MM	K	40	30 267	14 000	
					2 925 (?)	
Chalain	CL III	sup	8	10 073	5 000 (?)	1 103
	CH 21	/	1	272		
	CH 20	/	2	4 895		
	CL MM	J	16	30 673	28 000	
	CL MM	H	13	3 415		2 155
	CH 2	/2	4	206		
	CH 2	/6	1	84 000	84 000	
	CH 2	/3	1	14 000	14 000	
Cl. Réc.	CH 2	/5	5	15 140		
	CL MM	G	10	1 280		
Clairvaux moyen	CL MM	F	4	1 190		
	CL MM	E	1	275		
	CL MM	D	9	209		
	CH 2	A//	1	4		
	CL X	/	1	55		
	CL MM	Sud	3	20 200	20 000	
	CL III	inf	13	9 900		2 560
	CL MM	C	4	3 965	2 260 (Mo)	1 135
	CL MM	B	4	130		
Clairvaux ancien	CL MM	A	9	9 453	9 300 (?)	
	CH 2	C	26	24 915	11 900	2 880
						1 950
						2 405
	CL IV	sup	25	9 830		2 000
	CH 4	4	31	6 951		1 820
	CH 3	IIc///	1	85		
	CH 19	H/K	22	14 947		2 085
						1 650
	CH 19	K	1	3 707		3 707
	CH 19	H	7	3 145		
	CH 4	3	8	8 560		1 065
						3 755
3 400						
CH 4	2/3	1	35			
CL IV	inf	16	581			
CH 4	2	25	5 461		1 405	
Cl./ Ferr.	CH 4	1	17	13 135		
	CH 3	IV	15	24 305	21 000	2 655
Horgen	CH 3	VI	46	5 438		
	CH 19	O	35	56 501	25 000	4 710
					4 760 (?)	2 355
CH 3	VIII	19	1 391			
			445 artefacts	418 589 g	242 145 g	44 795 g

Figure 25 : appartenance stratigraphique et poids des 32 pièces entières des sites lacustres jurassiens. Le poids des meules suivit d'un (?) indiquent que l'outil peut aussi être une molette

On compte **32 outils entiers** (fig. 25) : huit meules, cinq outils classés dans la catégorie meules (mais qui peuvent aussi avoir été utilisés comme outils actifs) et 19 molettes.

II 3 1 a : Les meules

Il existe une claire dichotomie entre des outils entiers de petites dimensions et des meules imposantes (fig. 26). La limite se situe aux alentours de 10 kg, correspondant à une largeur d'outil de 25 cm.

Le rapport longueur sur largeur (L/l) des meules complètes est en moyenne de 1,5. Ce rapport est comparable aux données obtenues sur le matériel du Rubané récent et du Villeneuve-St-Germain du Bassin parisien (Hamon et Milleville, 2006), où pour les 15 meules complètes mesurées le ratio L/l est de 1,6.

Il n'est pas possible de pousser les généralités au delà de ces quelques observations. En effet, chacune de ces meules reste un outil particulier. Le rapport L/l par exemple, compris entre 1,1 et 1,9, varie fortement d'un outil à l'autre.

On constate essentiellement deux différences au sein du corpus de meules complètes :

- les ébauches (2 exemplaires) s'opposent aux outils utilisés ;
- parmi les outils utilisés, on peut reconnaître de larges outils ovalaires qui s'opposent à des outils plus trapus, de formes plus variées, dont les modalités d'utilisation peuvent être différentes.

Ces différences sont à l'origine du classement par type d'outils dans les planches de dessins techniques (Annexe 5).

L'analyse des ébauches et des meules ovales sera suivie de l'étude des autres types de « répercutants » : les autres outils complets puis les pièces significatives telles que fragments de meules et éclats d'abattage.

** Les ébauches*

Les deux ébauches sont en calcaire. L'une a été abandonnée en bordure du village de CH 2 /3-5 (CH2/6, 1251 01, pl. 10 et 16). Cette grosse meule a été trouvée dans la craie hors du village. Elle semble être tombée lors de son transport, en se plantant à la verticale dans la craie liquide. C'est une énorme ébauche en calcaire (84 kg) que les néolithiques n'ont pas jugé nécessaire de récupérer. Cette meule est de dimension bien supérieure aux outils complets. Ses dimensions, 68 centimètres de long, pour 40 cm de large et 21 cm d'épaisseur, en font la pièce la plus imposante du corpus. De plus, la future surface active (d'environ 50 à 55 cm de long) n'est pas mise en forme ; tout au plus la forme générale de l'outil a été donnée par de rares enlèvements d'éclats sur le pourtour, tandis que les irrégularités les plus importantes -notamment sur les faces du bloc- ont été estompées par un bouchardage grossier.

La seconde ébauche est une meule de CL MM Sud (2021 01, pl. 16). En raison de la relative corrosion superficielle de l'outil, aucune observation technique n'est possible. En revanche, ses dimensions sont nettement plus réduites que celles de l'ébauche précédente (33 x 30,5 x 12 cm), de même que son poids (20 kg) ; cette ébauche présente un profil et une section rectangulaires. La future surface active, bien que régulière, ne présente à l'heure actuelle aucune trace de mise en forme, probablement en raison de l'érosion.

N° d'objet	Site	Couche	Phase chrono-culturelle	Datation (av. J.-C.)	Matière	Long. (cm)	Larg. (cm)	Ep. (cm)	Poids (g)	L/I	Type
2 0 7 1 0 4	Clairvaux MM	Phase C	Clairvaux moyen	2990	non	26	20	3,2	2260	1,3	M/Mo
2 0 1 6 1 1 4	Clairvaux MM	Phase K	Chalain / Bronze	2550 à 1650	calcaire	20,5	13	5,2	2925	1,6	Ind. M/Mo
1 1 9 1 1 2 8	Chalain 19	O	Horgen	3150	calcaire	23	17,5	8,5	4760	1,3	Ind. M/Mo
2 3 2 1 0 2	Clairvaux III	supérieure	Chalain	2550	calcaire	21,5	20	10	5000	1,1	Ind. M/Mo
2 0 3 1 0 3	Clairvaux MM	Phase A	Clairvaux moyen	2990	calcaire	32	20,5	14	9300	1,6	Ind. M/Mo
1 2 1 1 1 5	Chalain 2	C	Clairvaux ancien	3000	non	48,5	25,6	7,3	11900	1,9	« va-et-vient »
1 2 4 1 0 1	Chalain 2	/3	Chalain	2600	calcaire	37	26	13	14000	1,4	« va-et-vient »
2 0 1 6 1 3 3	Clairvaux MM	Phase K	Chalain / Bronze	2550 à 1650	calcaire	45,5	25,5	10	14000	1,8	« va-et-vient »
2 0 2 1 0 1	Clairvaux MM	Sud	Clairvaux moyen	2990	calcaire	33	30,5	12	20000	1,1	Ebauche
1 3 3 1 1 2	Chalain 3	IV	Clairvaux/Ferrières	3050	non	48	33	14	21000	1,5	« va-et-vient »
1 1 9 1 1 1 0	Chalain 19	O	Horgen	3150	non	50	34	20	25000	1,5	« va-et-vient »
2 0 1 5 1 1 5	Clairvaux MM	Phase J	Chalain	2600	calcaire	50,5	36,5	13,5	28000	1,4	« va-et-vient »
1 2 5 1 0 1	Chalain 2	/6	Clairvaux moyen	2800	calcaire	63	40	21	84000	1,6	Ebauche
										1,5	

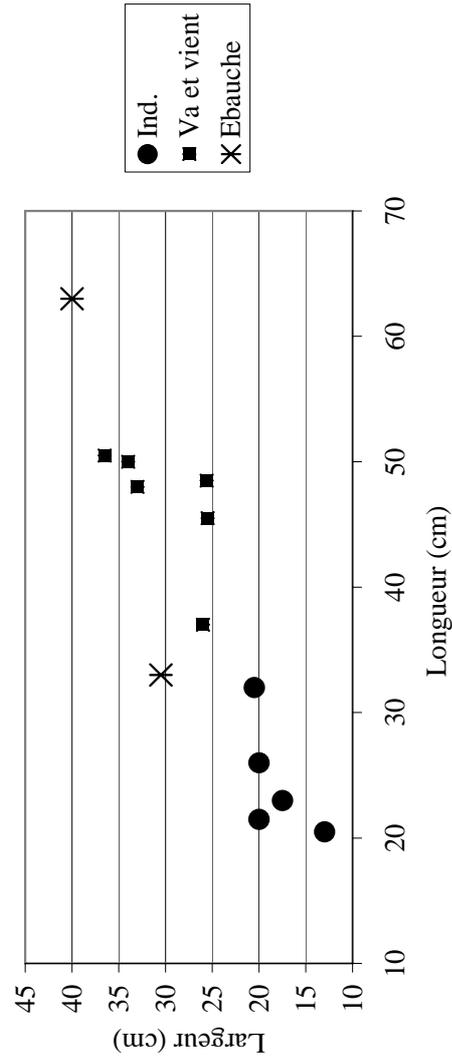


Figure 26 : dimension des meules complètes - représentation des longueurs en fonction des largeurs

* *Les meules ovales*

Six outils ovalaires sont considérés comme complets. Il s'agit de meules que l'on peut qualifier de type « va-et-vient » classique. Leur longueur, homogène, est comprise entre 45 et 50 cm, à une exception près (une meule en calcaire, d'allure générale plus trapézoïdale qu'ovulaire, de 37 cm de long, 1241 01, CH2/3, pl. 21). Une meule de 12 kg en roche métamorphique provient du village de Chalain 2 C (1211 15, pl. 17). Deux autres sont en calcaire (pl. 20), dont l'une est en calcaire coquillier très érodé (CL MM K, 20161 33) et l'autre, bien conservée, semble en cours d'utilisation (CL MM J, 20121 15). Enfin, les remontages ont permis de reconstituer deux meules quasi complètes, en grès, éclatées au feu (CH 19 O, 11911 10, pl. 18 et CH 3 IV, 1331 12, pl. 19).

Les dimensions des surfaces actives des outils non calcaires (45/50 sur 25/30 centimètres) sont proches de celles de l'ébauche de CH2 /6. Par contre, les meules en calcaire ont des surfaces actives plus réduites, en moyenne 35 x 22 cm. Enfin, le poids des meules, qui varie de 12 à 28 kg, est nettement inférieur à celui de l'ébauche (84 kg). Cette différence est due à la dimension du bloc initial (galet pour la plus légère, meule de CH 2C, pl. 17), au caractère fragmentaire de certaines meules remontées, mais aussi à la perte de matière liée à leur mise en forme et à leur utilisation, la différence de densité des roches ne paraissant jouer qu'un faible rôle (nous reviendrons sur cet aspect dans le chapitre IV, paragraphe 2 2). Les surfaces actives présentent toutes des zones de bouchardage, de poli et de lustré en accord avec les remarques générales : zones bouchardées au centre des pièces, zones polies et lustrées sur les bords de la surface active. Il est intéressant de constater que dans ce groupe des meules ovalaires, deux outils incomplets (CH 2/5, 1231 02, pl. 19 et CH 19 O, 11911 20, pl. 18) présentent des plages polies beaucoup plus étendues, affectant l'ensemble de la surface active. Il est possible alors de suggérer que ces outils sont à un stade d'utilisation plus avancé que les autres, le bouchardage ayant quasiment disparu. Ces outils auraient été brisés à la fin d'une phase d'utilisation, volontairement ou non. De même, la meule de CH 2C présente des zones polies et lustrées en son centre ; elle est brûlée, brisée en deux fragments. Il est envisageable de la considérer aussi comme un outil en fin de vie. Tel ne semble pas être le cas des autres meules qui, bien que certaines soient totalement éclatées par le feu -résultat évident d'un choc thermique important (CH 19 O, pl. 18 et CH 3 IV, pl. 19)- semblent en cours d'utilisation, avec un bouchardage net sur l'ensemble de la surface. La meule en calcaire de CL MM J par exemple (20151 15, pl. 20) présente une surface active quasiment « neuve », ainsi qu'une zone lisse de grande dimension à l'avant de la surface active, qui correspondrait à l'endroit le plus sollicité par le mouvement de « va-et-vient » et le lieu de repos de la molette.

* *Les autres type de « répercutants »*

- **Meule/Molette**

Un outil se trouve isolé dans notre classification (fig. 27). Il s'agit de la seule **meule présentant deux surfaces actives** indiscutables, une sur chaque face (CL MM C, 2071 04, pl. 17). L'objet étant d'épaisseur constante, la surface active concave (A) est doublée d'une surface active convexe au dos de l'outil (B).

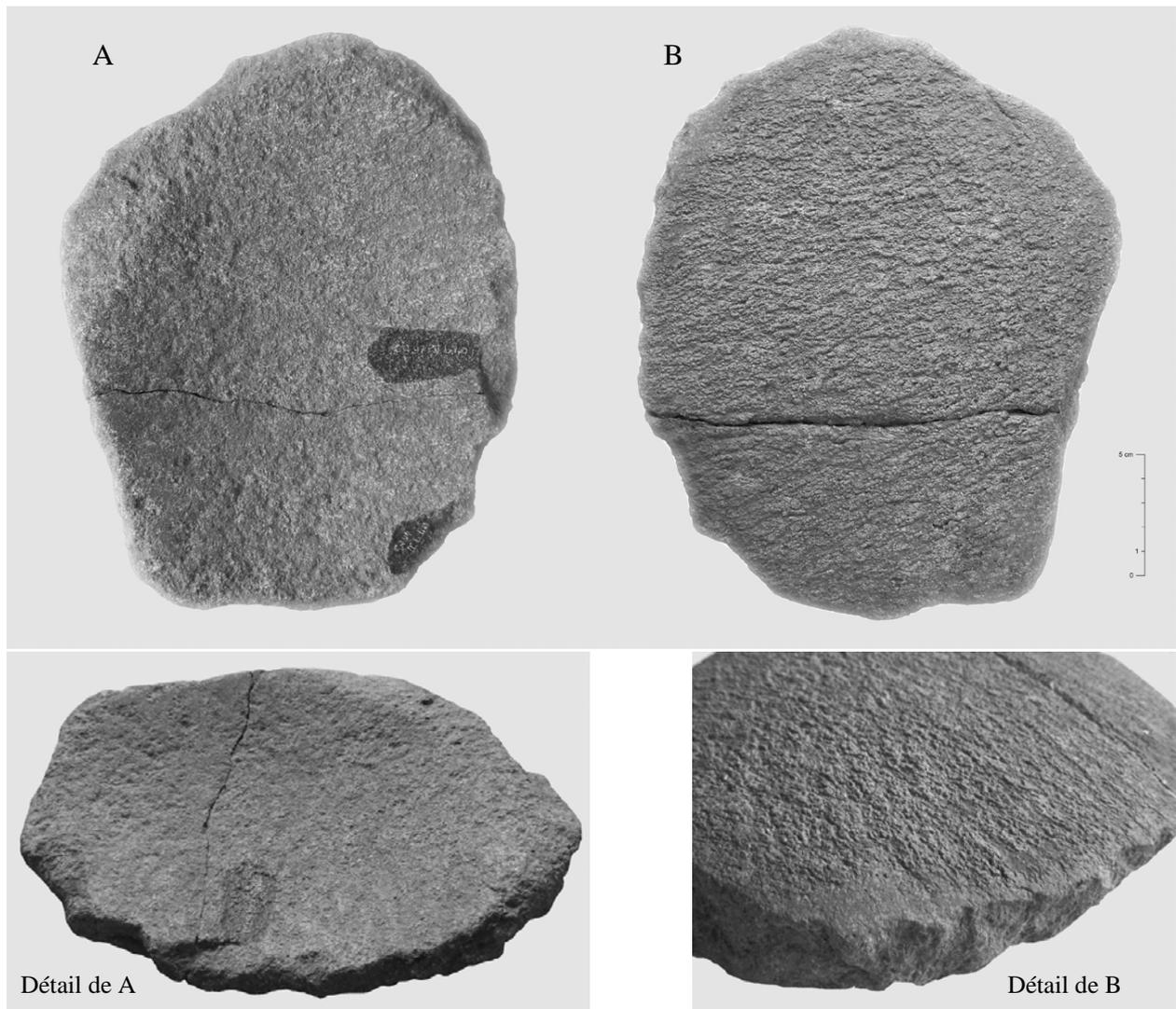


Figure 27 : meule/molette de CL MM C n° 2071 04

Par l'observation des stigmates sur chacune des faces, il est possible de suggérer l'histoire de cet outil. Le dos de la pièce (B), convexe, présente les stigmates d'une réelle utilisation et pas seulement des traces de mise en forme par bouchardage couplées à des zones polies par la préhension ou les frottements indirects. Des zones lustrées sont présentes sur le pourtour de l'objet. Ces zones lustrées, plus large aux extrémités, peuvent être la marque de l'emplacement des mains de l'utilisateur, si l'on accepte l'idée d'un fonctionnement en molette. Les polis centraux ne sont pas consécutifs à un frottement passif de dos d'outil mais bel et bien à une utilisation de l'ensemble de la surface, d'autant plus marquée que le ravivage évite les zones externes, à mon sens ici pour ne pas endommager le support déjà mince et fragile. A l'inverse, sur la surface active concave (A), le bouchardage révèle une surface active en cours d'utilisation. Les polis sur le côté gauche de la surface active sont importants mais n'atteignent pas le lustré, synonyme d'utilisation plus intense. Ainsi, il semble que ce que je considère comme le dos de la pièce (B) ait été d'abord utilisé, ravivé à plusieurs reprises, comme l'indique la localisation des zones bouchardées, polies et lustrées, et que cette face soit en fin d'utilisation. Les deux zones polies au centre de cette face (B) sont soit des indicateurs de la dernière utilisation directe en tant que molette, soit des témoins des frottements induits par l'utilisation de l'outil sur son autre face (A). Si tel est le cas, ces zones polies sur le dos de la pièce nous indiquent le sens de l'utilisation du côté meule (face A) puisqu'il représente les zones de contact entre l'outil concave et le sol. La dernière utilisation de l'outil serait une utilisation en tant que meule, la partie proximale étant bien en bas du dessin.

- Meules (?) en calcaire

Cette catégorie d'outils complets se compose de **quatre meules en calcaire, dont les formes sont plus aléatoires** (pl. 21). Deux meules sont de petites dimensions, à surface active plane. L'une -à section et profil ovalaire- présente des stries sur une partie du pourtour (CH 19 O, 11911 28). Le bouchardage et le poli de la surface active sont très nets, et les stries indiqueraient une utilisation en table « à découper » par exemple. La seconde (CL MM K, 20161 14) est rectangulaire, tant de face que de profil. De larges zones polies enserrant le centre de la surface active, bouchardée. Il semble que l'utilisation de ces deux outils en « va-et-vient » soit possible, mais étant donné leurs faibles dimensions, une utilisation pour d'autres tâches, voire en tant que pièce active, n'est pas à exclure. Les deux autres pièces (CL III sup., 2321 02 et CL MM A, 2031 03, pl. 21) sont massives et de forme irrégulière. Leur poids est important (5 et 9 kg) de même que leur épaisseur (supérieure à 10 cm). A l'inverse, leur surface active, plane à légèrement convexe sur les pourtours, ne sont pas bouchardées, mais largement polies. Le terme de lisse pourrait d'ailleurs convenir aussi. Le plus gros des deux outils (CL MM A, 2031 03) est en calcaire coquillier grossier, relativement abrasif, et nécessite un calage au sol si l'on veut l'utiliser comme outil passif. Tel est aussi le cas du second outil, instable sans cale (CL III sup., 2321 02) ; il en est calcaire fin, mais très érodé et friable, la surface active pouvant avoir été plus grande que celle représentée. Sur ces deux pièces, il faut remarquer que les dimensions de la surface active sont très faibles par rapport au poids des outils. Cette catégorie d'outil, meule ou molette, s'oppose aux autres catégories, tant par la forme, le poids que par l'aspect et la surface des plans de travail, ces différences étant à mon sens révélatrices de fonctionnements différents (par exemple enclumes pour le travail de matières souples).

- Les fragments de meule

Deux objets sont clairement des fragments de meules, mais il est impossible de préjuger de la forme initiale des outils. Ainsi, ces fragments ne rentrent dans aucune des sous catégories. Il s'agit d'une part d'une extrémité de meule provenant de CH 19 O (11911 33, pl. 17). La meule, rectangulaire, est peu épaisse. Elle pourrait s'être brisée et avoir été rejeté au terme d'une longue utilisation. Son profil indique une nette dissymétrie, il fallait donc caler cette meule pour l'utiliser en « va-et-vient ».

Le second fragment provient du village de CH 4 phase 2 (1421 07, pl. 17). Un angle de la surface active est très clairement identifiable, mais cette dernière, brûlée et friable, ne laisse pas présager de sa forme initiale.

- Les éclats de meule

Les éclats sont représentés planche 22.

Les éclats identifiés dans les collections de Chalain/Clairvaux sont de deux types, les éclats d'abattage et les éclats thermiques.

J'ai choisi de parler d'**éclat d'abattage** pour décrire les fragments de meule issus de la régularisation de la surface active par enlèvement des rebords. En effet, nous avons vu que les cycles d'utilisation des meules conduisent à leur creusement progressif et que les rebords, ou butées, sont une des caractéristiques des meules à longue durée de vie. L'abattage de ces butées aux extrémités, même s'il réduit la surface active, permet de récupérer un niveau quasi horizontal d'utilisation (Hamon, 2004a, p. 222).

Deux pièces peuvent appartenir à cette catégorie, provenant de CH 4 phase 2 et CL MM K. La représentation graphique de ces éclats (pl. 22) n'est pas satisfaisante et il est difficile de replacer ces objets sur une meule théorique (fig. 20). J'estime que ces éclats sont les butées des surfaces actives enlevées par percussion lancée sur le flanc de l'outil. Ainsi, c'est bien une tranche de la meule à section triangulaire qui est ôtée, rendant à la surface active son horizontalité. Les deux éclats sont courbes, puisqu'ils suivent l'extrémité de la surface active, ici identifiable par une plage polie.

A mon sens les éclats d'abattage sont très importants pour appréhender la gestion des supports. Ils sont les témoins d'une volonté d'optimiser les outils, de remédier au creusement des meules pour en prolonger l'utilisation. Il faudra donc se souvenir de la présence de ces éclats lors des synthèses concernant la gestion de l'outillage dans la Combe d'Ain au Néolithique final.

Les **éclats thermiques** sont nombreux dans les collections des sites lacustres jurassiens, mais ils sont souvent petits et typologiquement peu informatifs. Le fragment de meule de CH 19 O (11911 30, pl. 22 et fig. 28) est unique en son genre, il représente une extrémité de surface active. La forme de l'éclat, courbe, est caractéristique d'une fracture thermique, engendrée par une température élevée atteinte très rapidement. Le cas des éclats thermiques sera approfondi dans la suite de ce travail (II 3 2 c : les éclats thermiques).

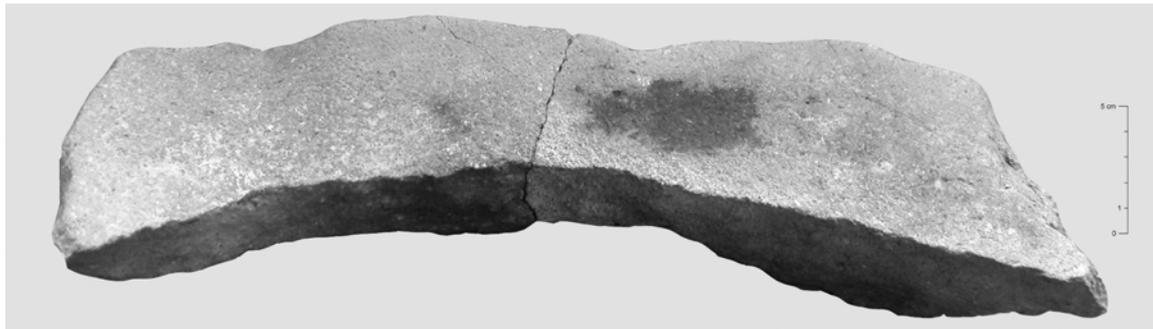


Figure 28 : extrémité de meule brisé par choc thermique, CH 19 O, Horgen, n° 11911 30. Cliché A. Milleville. Noter sur la surface les zones très lisses vers l'extérieur, correspondant aux parties polies de la surface active et la transition avec les zones bouchardées (impacts plus clairs)

II 3 1 b : Les molettes

Dix-neuf molettes sont entières, auxquelles il faut ajouter quatre fragments et deux objets indéterminés. Pour deux des fragments, la forme de la molette est identifiable, l'un correspondant à une mi-molette ovale, le second à une molette circulaire « entière » mais totalement brûlée et érodée.

Le nombre d'outils actifs complets (19) est supérieur au nombre d'outils passifs (13). Cette surreprésentation n'est sans doute pas due à des différences de normes de rejet, mais serait proportionnelle au nombre réel d'outils utilisés. En effet, certaines études ethnographiques (David, 1988 ; Roux, 1985) indiquent un nombre supérieur d'outils actifs par rapport à celui des outils passifs. Donc il pourrait y avoir eu dans les villages néolithiques plus de pièces actives, ici nommées molettes, que de pièces passives.

N° d'objet	Site	couche	Phase chrono-culturelle	Datation (av. J.-C.)	Matière	Long. (cm)	larg. (cm)	Ep. (cm)	Poids (g)	L/A	Type
2 3 2 1 05	Clairvaux III	supérieure	Chalain	2550	calcaire	10,5	10,5	7	1103	1,0	bouton
1 4 2 1 04	Chalain 4	Phase 2	Clairvaux ancien	3040/3000	non	16	15	5	1405	1,1	bouton
1 19 41 14	Chalain 19	H/K	Clairvaux ancien	3000	non	15,5	14,5	5,3	1650	1,1	bouton
1 4 4 1 20	Chalain 4	Phase 4	Clairvaux ancien	3040/3000	calcaire	13,5	12,2	7,5	1820	1,1	bouton
1 2 1 1 23	Chalain 2	C	Clairvaux ancien	3000	non	17,2	15,3	5	2405	1,1	bouton
2 4 2 1 02	Clairvaux IV	supérieure	Clairvaux ancien	31-30ème siècle	non	20,7	16,7	4,5	2000	1,2	bouton
1 19 3 1 01	Chalain 19	K	Clairvaux ancien	3000	non	22,5	20,5	7	3707	1,1	circulaire
1 19 1 1 29	Chalain 19	O	Horgen	3150	non	25	22	4,6	2355	1,1	circulaire
2 0 7 1 01	Clairvaux MM	Phase C	Clairvaux moyen	2990	non	18,4	15,4	3,5	1135	1,2	circulaire
1 2 1 1 18	Chalain 2	C	Clairvaux ancien	3000	non	19,5	16,2	3,5	1950	1,2	circulaire
1 4 3 1 02	Chalain 4	Phase 3	Clairvaux ancien	3040/3000	non	15,7	12,5	4	1065	1,3	ovalaire
2 3 1 1 01	Clairvaux III	inférieure	Clairvaux moyen	30ème siècle	calcaire	19	15	5,5	2560	1,3	ovalaire
1 4 3 1 08	Chalain 4	Phase 3	Clairvaux ancien	3040/3000	non	23,4	17,5	6,5	3755	1,3	ovalaire
1 2 1 1 01	Chalain 2	C	Clairvaux ancien	3000	non	19,5	14	6,7	2880	1,4	ovalaire
1 19 1 1 32	Chalain 19	O	Horgen	3150	non	25,5	18	7	4710	1,4	ovalaire
1 4 3 1 01	Chalain 4	Phase 3	Clairvaux ancien	3040/3000	calcaire	21,7	14,6	7,3	3400	1,5	ovalaire
2 0 12 1 04	Clairvaux MM	Phase H	Chalain	2600	non	22	14,5	4,5	2155	1,5	ovalaire
1 3 3 1 04	Chalain 3	IV	Clairvaux/Ferrières	3050	non	21	13	7,5	2655	1,6	ovalaire
1 19 41 04	Chalain 19	H/K	Clairvaux ancien	3000	non	24,5	14,5	4,5	2085	1,7	ovalaire
						19,5	15,4	5,6	2357,6	1,3	

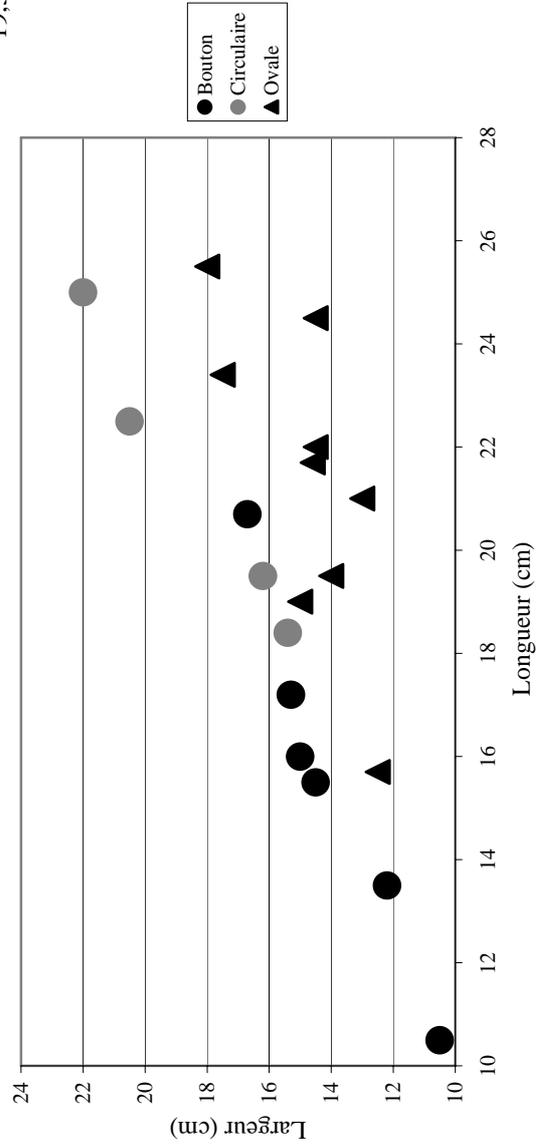


Figure 29 : dimension des 19 molettes complètes - représentation des longueurs en fonction des largeurs

Pour les molettes (fig. 29), la longueur se situe entre 15 et 26 cm ; seules deux pièces en calcaire sont inférieures à 15 cm de long. En moyenne, la dimension des molettes est de 20 x 15 x 6 cm, le rapport L/l de 1,3, pour 2,6 kg. Mais leurs dimensions varient de façon importante en fonction des catégories morphologiques.

Pour les molettes, il n'existe pas de seuil de longueur ou de largeur qui permettrait de classer les outils en groupes. Par contre, une série de molettes, dont le rapport L/l est proche de un, est disposée en ligne sur le graphique (fig. 28, molettes en bouton et molettes circulaires). En dehors de cet alignement, on retrouve des outils dont le rapport L/l est supérieur ou égal à 1,3. Les molettes dont le rapport L/l est le plus élevé correspondent à des outils ovales. Parmi les outils circulaires, quelques pièces se différencient clairement par leur surface active très bombée et généralement assez lisse, dites en bouton. Globalement, les usures des molettes semblent aussi prononcées que celles des meules, contrairement aux observations de C. Hamon pour le Bassin parisien (Hamon, 2006, p. 49).

Il existe donc trois catégories de molettes, qui ont semble-t-il des fonctionnements différents (Annexe 5).

* *Les molettes ovales*

Les molettes ovales classiques ont toutes une surface active d'une vingtaine de centimètres de long, à une exception près : une petite molette de CH 4 phase 3, (1431 02, pl. 13), dont la surface active mesure 14 cm de long. Le poids moyen de cette catégorie morphologique est de 2807 g. Nous admettons que les molettes ovales sont les plus aptes à s'associer avec les meules ovalaires précédemment décrites pour former un **moulin de type « va-et-vient »**.

La surface de ces molettes ovales, toutes à des stades différents d'utilisation, présente de façon presque systématique des zones polies ou lustrées plus importantes le long d'un des deux bords. Sur la molette n° 32 de CH 19 O (11911 32, pl. 12), le côté gauche est totalement lustré. De même pour la molette de CH 3 IV (1331 04, pl. 13) où le côté droit cette fois est poli, tandis que le côté gauche ne diffère en rien du reste de la surface active, bouchardée. Il semble donc qu'il n'y ait pas de retournement de la molette durant une phase d'utilisation (c'est-à-dire entre deux ravivages).

De telles observations ont déjà été faites. Néanmoins, les avis divergent quant à leur interprétation. Dans un mouvement de « va-et-vient » simple, il est évident que les deux bords des molettes se polissent (Adams, 1999) en raison du frottement pierre contre pierre plus fréquent sur ces zones (Baudais et Lundström-Baudais, 2002). Mais pour certains auteurs, il semblerait que le bord le plus poli soit celui le plus éloigné de l'utilisateur, la partie distale de l'outil : « Il semble qu'elles (les molettes) soient plus usées à l'opposé des polissages de préhension, en leur partie distale », l'explication résiderait -entre autres- dans l'absence de grains à moudre à l'avant de la molette engendrant un frottement pierre à pierre (Rivals, 2006). Pour d'autres auteurs, c'est le bord proximal qui est le plus usé, en raison de la forte poussée initiale sur la partie proximale de la molette mise en mouvement : « pressure is greatest under the grinder's palm on the away-stroke ; less pressure is applied under the finger on the return-stroke » (Adams, 1999, p. 483). Par expérimentation, C. Hamon constate que la molette « est basculée vers l'avant en bout de course pour mieux piéger les grains lors du retour de l'outil à sa position initiale » (2004a, p. 162). Mais ce mouvement n'impliquerait pas une pression suffisante pour engendrer un poli plus important. Concernant les meules, l'usure apparaît plus rapidement à l'extrémité proximale, où la force mécanique appliquée est maximale. L'extrémité distale, quant à elle, s'use moins au cours de la mouture, ce qui entraîne la formation d'un profil dissymétrique et de butées (David, 1998).

Il faut en outre prendre en compte la typologie des outils. Dans notre cas, il s'agit des molettes lourdes utilisées en « va-et-vient », non débordantes, actionnées sur des meules probablement non inclinées ; on imagine alors difficilement que ces outils lourds soient soulevés régulièrement lors du mouvement de « va-et-vient ». Enfin, la corrélation entre les traces d'usure sur la surface active, le profil des outils et les traces sur le dos des pièces devrait permettre d'en définir le sens d'utilisation. Malheureusement, à Chalain/Clairvaux, le profil des molettes est souvent symétrique et les polissés de préhension sont rares. Par exemple, il est difficile de définir un abrupt proximal du dos et une pente douce distale (Rivals, 2006).

Ainsi, à mon avis, sur le corpus de la Combe d'Ain, les polissés sont plus importants sur le bord proximal de l'outil car lorsque l'on pousse la molette, la pression est devant soi, sous les paumes de la main. **La localisation des zones polies peut donc indiquer le sens d'utilisation des molettes et leur position lors d'une phase d'utilisation** (c'est-à-dire entre deux ravivages), avec un côté gauche et un côté droit définis.

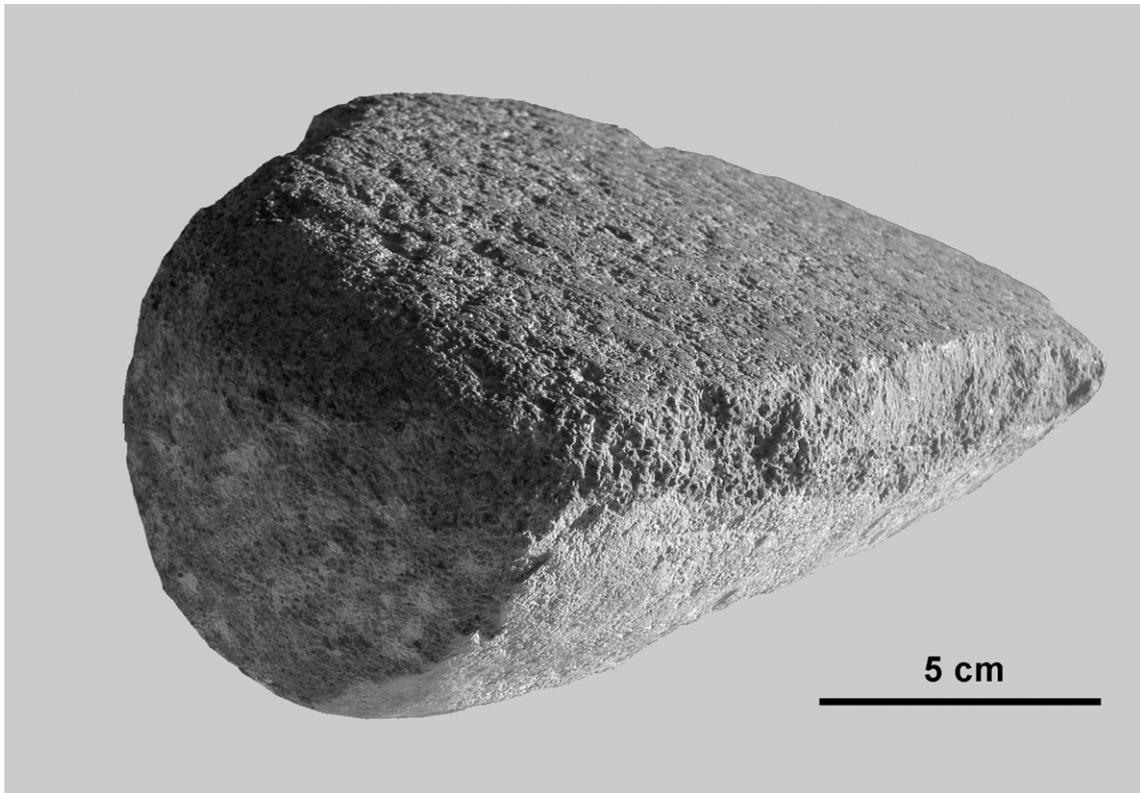
Aux neuf molettes ovales entières, il faut ajouter la mi-molette, qui provient du village Néolithique final de CH 4 phase 1 (1411 16, pl. 13). La fracture semble se situer au milieu de l'outil, mais il n'est pas impossible qu'elle se situe aux deux tiers de sa longueur. La nature accidentelle ou volontaire du bris de l'outil n'est pas identifiable. Quoi qu'il en soit, la molette entière était vraisemblablement ovale, le bris a interrompu son utilisation : les zones polies de la surface active sont limitées, et la surface active pouvait être ravivée.

Parmi les molettes ovales, la pièce n°08 de CH 4 phase 3 (1431 08, pl. 12 et fig. 30) est brûlée. On remarque des éclats thermiques sur le dos de la pièce de couleur claire, alors que la surface active est noircie. Ces colorations différentes indiquent que le dos de la pièce a chauffé à forte température et à l'air libre, alors que la surface active a brûlé en ambiance peu ou pas oxygénée. Lors de l'incendie, volontaire ou non, la molette se trouvait donc face active contre le sol ou sur la meule.



*Figure 30 : molette brûlée de CH 4 phase 3 (1431 08).
Les éclats thermiques sur le dos de l'outil et la coloration noire de la surface active
témoignent de la position de l'outil lors de la chauffe. Cliché A. Milleville*

Certains outils ont fait l'objet de réutilisation. Le plus marqué de ces réemplois est visible sur la molette ovale, n° 01 de CH 4 phase 3 (fig. 31), où des traces de percussion sont visibles aux deux extrémités. De plus, on remarque sur le pourtour de la surface active un épannelage de quelques centimètres, témoin de la mise en forme et de l'entretien de la surface active de cette molette en calcaire.



*Figure 31 : molette-percuteur de CH 4 phase 3 (1431 01).
Notez les impacts de percussion à l'extrémité de l'outil ainsi que
l'aménagement du pourtour de la surface active. Cliché A. Milleville*

Les deux autres catégories de molettes sont composées d'outils dont la longueur est peu ou prou égale à la largeur. Les molettes dites en bouton sont représentées sur la planche 14, les molettes circulaires sur la planche 15.

** Les molettes circulaires*

Pour les molettes circulaires, l'organisation des traces sur leur surface active ne diffère en rien de celles des molettes ovales ou des outils passifs. Les zones bouchardées se groupent au centre et sont cernées par des zones polies voire lustrées. La molette de CH 19 K (11931 01, pl. 15) est probablement à l'origine une molette ovale, qui a cassé (fracture en haut du dessin) puis a été réutilisée. En effet, l'extrémité brisée présente un profil anguleux, qui diffère des formes douces de l'outil ; mais l'arête créée par la fracture est émoussée et les zones polies sont présentes le long de cette arête. De plus, cette molette a une épaisseur importante (7 cm) qui ne choquerait pas dans le lot des molettes ovalaires.

Les autres molettes circulaires se distinguent par leur **faible épaisseur**, de 3,5 à 4,6 cm. En ethnologie, au Bénin (com. pers. P. Pétrequin) les femmes n'utilisent pas leurs mains pour ramener le grain au centre de la meule. Elles effectuent avec la molette un mouvement circulaire tous les trois ou quatre allers-retours. Pour faire ce mouvement, les molettes doivent être légères. C'est pourquoi les molettes très plates sont fréquentes. Ce mouvement peut être à l'origine de

polis plus prononcés sur le pourtour. L'épaisseur des outils peut donc être un choix de l'utilisatrice ; elle n'implique pas un fonctionnement différent entre les molettes circulaires et les molettes ovalaires. Je vois donc dans ces outils circulaires une variante de forme mais non de fonctionnement, les molettes ayant pu servir en « va-et-vient » sur une meule ovalaire, pour moulinier des céréales. Le poids moyen de cette catégorie morphologique est de 2286 g, de 500 g inférieur à celui des molettes ovalaires.

Aux quatre molettes circulaires complètes, il faut ajouter la molette érodée de CH 2 (1211 12, pl. 15). Bien que totalement brûlée et friable, il semble que la forme initiale de l'outil soit circulaire.

La forme circulaire de certaines molettes est préservée tout au long de leur utilisation. Tel est le cas de la molette n° 29 de CH 19 O (11911 29, pl. 15). L'ensemble du pourtour de l'outil est épannelé, malgré les ravivages qui se sont succédés sur la surface active, comme en témoigne l'intensité du lustre. Ainsi, il semble qu'à chaque ravivage, le pourtour de la pièce soit remis en forme. De plus, le lustre couvre quasiment l'intégralité du pourtour de la surface active et confirme le rejet de cet outil après une dernière utilisation. En effet, sur cette molette assez fine, un ultime ravivage, notamment sur le pourtour de l'outil, l'aurait vraisemblablement cassé. De même, la molette circulaire de CL MM C (2071 01, pl. 15) est elle aussi très plate et très polie sur le pourtour, voire lustrée, ce qui confirme son rejet après une dernière phase d'utilisation, sans ravivage. On peut donc supposer que l'abandon de ces molettes est dû à leur trop faible épaisseur.

** Les molettes en bouton*

La dernière catégorie de molette est plus sujette à caution quant à leur fonctionnement. Il s'agit d'outils circulaires, de dimensions généralement plus faibles que les autres molettes, et qui présente des **surfaces actives très bombées**. Le poids moyen -1730 g- est faible comparativement aux précédentes catégories, mais n'est que de 500 g inférieur à celui des molettes circulaires. Leur surface active couvre l'ensemble de la face supérieure de l'outil, les traces observables sont malgré tout classiques, avec un bouchardage couvrant, atténué sur les pourtours par des zones polies et lustrées. Du point de vue morphologique, dans le Bassin parisien par exemple, une forme de molette peut correspondre à une fonction donnée (Hamon, 2006, p. 127) : les petites molettes sont utilisées pour le décorticage, les plus grandes pour la mouture.

Pourtant, une de ces molettes en bouton autorise d'autres hypothèses. Il s'agit d'une molette de CH 2 C (1211 23, pl. 14), qui possède la surface la plus convexe de l'ensemble de la série : le dénivelé entre le point culminant de la surface active et ses bords atteint 2,7 cm pour une largeur de 17 cm. Cette surface active est entièrement lustrée (fig. 32).

La molette en bouton de CH 2 C est très clairement brûlée, avec une surface active très noire, attestant un apport réduit en oxygène au moment de la chauffe. Le dos de la pièce est beaucoup moins noir, donc incendié à l'air libre. Il est possible d'imaginer la position de l'outil lors de l'incendie : la molette reposait sur une meule, ou face contre le sol, tout comme la molette ovale de CH 4 phase 3 (fig. 30). Le poli sur la surface active est particulièrement remarquable, à tel point qu'on peut douter de son efficacité pour moulinier des céréales. Ainsi, il faut envisager d'autres hypothèses d'utilisation, tel que le possible traitement des peaux. Mais la détermination de sa fonction n'est pas l'objectif ici, je me limite donc à souligner la grande différence qui existe entre cet outil et les autres molettes.



Figure 32 : surface active de la molette « bouton » 1211 23, CH 2 C. Cliché P. Pétrequin

Ainsi, l'appellation de molette attribuée à tous les outils actifs recouvre bien une diversité de formes et de fonctionnements. Dans d'autres classifications, les molettes ovales seraient assimilées à des broyeurs (Roux, 1985 ; Baudais et Lundström-Baudais, 2002), ou à de véritables molettes à grains (Hamon, 2004a) opposées à des molettes à main, à végétaux, de corroyage... De même pour les tentatives de corrélation entre poids et morphologie : le poids moyen de chaque type de molette est bien différent des autres, cependant il existe un recouvrement d'une catégorie à l'autre, puisque des molettes de 1,1 kg se trouve dans chacune des catégories. Il n'existe donc pas de seuil ni de palier dans la distribution des poids de chacun des outils. De même pour les épaisseurs des outils -qui varient de 3,5 à 7,5 cm- ; on retrouve des molettes de 4,5 cm d'épaisseur dans chacune des catégories. Il semble donc que plusieurs critères morphologiques soient nécessaires pour distinguer efficacement les différentes catégories d'outils.

* Les fragments de molette

Les fragments de molette sont représentés planche 22.

Deux objets sont clairement des fragments de molettes, mais il est impossible de préjuger de la forme initiale de l'outil. Ces fragments ne rentrent dans aucune des catégories. Il s'agit d'une part d'une extrémité de molette provenant de CH 4 phase 4 (1441 07, pl. 22). Le fragment est brûlé et sa forme peut indiquer un éclat thermique. Mais l'analyse de la surface active restante montre un outil très usé, avec un poli, voire un lustre, couvrant le pourtour. La pièce aurait donc brûlé après son rejet. Le second fragment provient du village de CH 4 phase 2 (1421 18, pl. 22). Une partie de la surface active se lit très clairement, avec la succession classique de zones bouchardées, puis polies et lustrées. Mais ce fragment est brûlé et friable, donnant peu d'indices quant à la forme initiale de la molette.

Il convient ici de remarquer que les fragments de meules précédemment décrits sont plus nombreux que les fragments de molettes. Au delà de l'imprécision des attributions, qui à l'évidence est d'autant plus importante que le fragment est petit, il semble que les molettes soient moins fragmentées que les meules. Nous verrons plus loin s'il est possible de valider cette impression, donnée ici par l'étude des outils typologiquement significatifs. De plus, avec seulement deux fragments de molettes, il est possible d'écarter dès à présent la question du bris intentionnel de ces outils, bris effectivement reconnu sur certains sites du Bassin parisien (Hamon, 2006) où les molettes font l'objet d'un rejet codifié.

** Les indéterminés*

Les indéterminés sont représentés planche 22.

Les deux objets indéterminés proviennent des sites de CH 4. Le premier est en calcaire tendre, brûlé et érodé ; probablement incomplet, il présente une surface lisse, ni polie ni lustrée (CH 4 HS, 1401 01). P. Pétrequin (com. pers.) suggère qu'il pourrait s'agir d'une contre-batte. La contre-batte est un outil utilisé lors du montage et/ou lors des finitions d'un récipient céramique ; il est placé contre la face interne tandis que la batte, sur la face externe, compacte et déplace légèrement la pâte ; les matériaux utilisés pour les contre-battes sont variés (selon les exemples ethnologiques) : galets, argile cuite ... (com. pers. A. Visseyrias). L'utilisation de cette technique a été mise en évidence dans la Combe d'Ain par R. Martineau (2000, p.141) ; elle serait contemporaine de l'arrivée de populations Ferrières ; assurément présente à CH 3 VIII, VI et CH 4 phase 1, elle est probable à CH 4 phase 2 et 3.

Le second objet indéterminé ressemble à un éclat thermique comme ceux que l'on peut observer sur des meules brûlées, là où la température a été maximale (cf. fig. 24). L'objet est circulaire, de petites dimensions. Sa surface active est majoritairement polie avec de petites zones bouchardées. Il est possible qu'il ne s'agisse que d'un fragment de meule, mais l'utilisation en molette n'est pas à exclure.

II 3 1 c : Synthèse

** Typologie*

Après étude des différentes pièces complètes du matériel de mouture et de broyage du Néolithique final de la Combe d'Ain, il est possible de faire plusieurs remarques :

Tout d'abord, pour le Néolithique final, aucun couple d'outil n'est clairement avéré, autrement dit **aucun moulin n'est identifié**. Lors des différentes fouilles, jamais deux outils de mouture n'ont été trouvés associés. Pour le Néolithique moyen, un couple meule/molette a été identifié en juillet 2007 sur le site de CL VII. Il sera question de cette découverte récente dans la synthèse de cette partie sur la Combe d'Ain.

Ainsi, c'est par le raisonnement et les concordances entre types d'outils qu'il va être possible d'imaginer le moulin à « va-et-vient » typique du Néolithique final de la Combe d'Ain.

Les deux catégories de meules mises en évidence ne sont pas sans rappeler les deux grands types de meules distingués par V. Roux (1985) à Tichitt, où des meules larges et massives dites « à grains » semblent réservées à la mouture des céréales tandis que les outils passifs de dimensions plus réduites, meules « à végétaux », servent au broyage des autres plantes.

De la même manière, il est tentant de voir dans notre catégorie des molettes ovales les broyens de V. Roux. Ainsi, il est envisageable de considérer les meules ovales appariées aux molettes ovales comme les moulins « à céréales » classiques. En moyenne, les meules ovalaires mesurent 46,6 cm de long sur 30,1 cm de large et 13 cm d'épaisseur pour 19 kg (18983 g) ; les molettes ovales 21,4 cm de long sur 14,8 cm de large et 5,9 cm d'épaisseur pour un poids de 2,8 kg (2807 g). Dans ce décompte, les molettes -posées perpendiculairement aux meules- couvrent en moyenne les $\frac{3}{4}$ de la largeur de la meule, seuil indiqué par V. Roux (1985) pour limiter le creusement des meules. C. Hamon remarque sur les corpus du Bassin parisien que « les modules des molettes correspondent grossièrement à la moitié de ceux des meules » (Hamon, 2006, p. 46). Tel est le cas ici, où les dimensions moyennes des molettes ovales sont égales à la moitié de celles des meules ovales. Le constat est d'ailleurs le même si on compare les moyennes établies sur la totalité du corpus.

Outre ce **moulin théorique de grandes dimensions** formé du couple meule ovale/molette ovale, il n'est pas possible de corréliser les autres types de molettes (circulaire et en bouton) aux outils passifs. La variabilité des meules non ovales est trop importante et leur nombre trop restreint. De plus, il est clair que pour certaines des molettes dont la fonction reste imprécise, leur association avec un support type meule n'est pas évidente. Dans le cas d'outil travaillant le cuir -les molettes de corroyage de V. Roux (1985) par exemple- il n'est pas obligatoire de se servir d'un support. Ainsi se posent les limites de la présente étude, qui ne s'attache pas à la fonction des outils.

Quant à la quantité de pièces complètes, elle semble indépendante des conditions d'abandon des sites. Des villages incendiés (tel que CH 19 O) ne sont pas plus riches en pièces entières, même fragmentées, que les villages abandonnés volontairement (CH 2 C par exemple) ; il ne faut pas non plus perdre de vue que les surfaces fouillées ne sont pas identiques d'un site à l'autre. De plus, il reste difficile de distinguer un incendie accidentel d'un incendie volontaire, ce qui biaise toute tentative d'interprétation en termes de nombre d'outils réellement utilisés dans le village. En effet, dans le premier cas, on peut estimer que l'on retrouve l'ensemble des artefacts, alors que dans le second cas, seuls subsistent les outils abandonnés volontairement.

Ces questions seront approfondies dans la seconde partie de ce travail, portant sur les répartitions des témoins archéologiques.

	Nbre d'outils	Meule					Nbre d'outils	Molette				
		L	l	L/l	Ep.	Poids		L	l	L/l	Ep.	Poids
Combe d'Ain	13	38,3	26,3	1,5	11,7	18,6	19	19,5	15,4	1,3	5,6	2,4
Bassin parisien	15	29,7	18,4	1,6	10,3	8,6	≈ 50	16,3	11,2	1,5	5,3	1,4
Franche-Comté	36	36,8	21,4	1,7	9,2	15,8	13	22,1	14,7	1,5	6,5	3,4

Figure 33 : comparaison des dimensions moyennes de l'outillage de mouture de la Combe d'Ain, du Bassin parisien et de Franche-Comté.

Les outils de la Combe d'Ain sont les plus trapus (rapport L/l les plus faibles) de tous

Ces précisions apportées, la comparaison est alors possible avec d'autres corpus (fig. 33), notamment avec les outils du Néolithique ancien du Bassin parisien (Hamon, 2006, p. 44-46.) et de Franche-Comté, toutes périodes confondues.

En moyenne, **les outils de la Combe d'Ain sont deux fois plus lourds que ceux du Bassin parisien**. Ils ont des dimensions supérieures à celles des outils du Bassin parisien, de 20 à 30 % pour la longueur, de 40 % pour la largeur et d'environ 10 % pour l'épaisseur.

Ces différences s'estompent lorsque l'on prend en compte le rapport L/l. Les meules de la Combe d'Ain ont un rapport L/l de 1,5 ; les molettes de 1,3. Dans le Bassin parisien, les meules ont un rapport L/l de 1,6 et les molettes de 1,5 (Hamon et Milleville, 2006). **Bien que les outils jurassiens soient plus trapus, le rapport L/l est très proche** entre les deux régions. Ces rapports « semblent influencés par deux composantes. Ils répondent en premier lieu à des impératifs fonctionnels : ces gabarits respectent à la fois l'amplitude du geste de broyage en « va-et-vient » et l'adéquation entre les deux surfaces actives, afin d'optimiser le fonctionnement et l'efficacité des outils. En second lieu, une légère différence entre les modules des outils du Bassin parisien et ceux de la Combe d'Ain apparaît. Doit-on cependant y voir une utilisation de meules et de molettes aux dimensions standard différentes entre les deux contextes chrono-culturels et qui relèveraient d'options propres à chacune des communautés ? L'analyse de la distribution des outils selon les deux critères de longueur et largeur ne permet pas de répondre à cette question » (Hamon et Milleville, 2006, p. 179).

Le corpus de la Combe d'Ain peut également être comparé aux collections franc-comtoises (fig. 33). Dans le cadre d'un ambitieux programme de recherche, coordonné par Luc Jaccottey et moi-même, l'inventaire exhaustif des moulins de type « va-et-vient » de Franche-Comté a été réalisé. Il compte 679 outils dont 49 complets sur lesquels il est possible d'établir les rapports L/l.

En Franche-Comté, toutes périodes confondues, les 36 meules complètes -ébauche comprise-, ont une longueur moyenne de 36,8 cm pour une largeur de 21,4 cm. Le rapport L/l est de 1,74. Les 13 molettes complètes -ébauches comprises- ont une longueur moyenne de 22,1 cm et une largeur de 14,7 cm, soit un rapport L/l de 1,5.

Le matériel de mouture de Chalain et de Clairvaux est donc le plus trapu de Franche-Comté (L/l le plus proche de un), les meules en particulier, non contentes d'être plus trapues que celles du Bassin parisien, ont aussi les dimensions les plus imposantes de Franche-Comté. De plus, pour être exhaustif, il convient de mentionner les 14 outils complets du Néolithique moyen de la Combe d'Ain. Les outils de mouture sont plus petits que ceux du Néolithique final des mêmes sites, mais gardent les mêmes proportions (1,5 pour les meules et 1,4 pour les molettes). Ainsi, on note une évolution de la dimension des outils entre le Néolithique moyen et le Néolithique final dans la Combe d'Ain (résultats détaillés ci-après) mais surtout, l'aspect trapu des outils semble être une constante des séries lacustres en Franche-Comté. D'autres comparaisons pourront être faites à la fin de l'étude, avec à la présentation des corpus de Charavines « Les Baigneurs » et de Sutz Lattrigen « Riedstation ». En effet, il convient de noter que les corpus dont les dimensions des outils complets sont disponibles ne sont pas issus de sites lacustres. Les comparaisons sont donc données à titre indicatif, mais leur interprétation reste délicate. Les différences morphologiques sont-elles liées au type d'habitat, à l'environnement du site, aux traditions culturelles des populations, ou ont-elles une valeur chronologique ? Nous allons maintenant tenter de répondre à cette question.

* Chronologie

a)	Meule				Molette			
	Ebauche	ovale	autre	Eclat d'abattage	ovale	circu.	bouton	ind.
CL MMK		1	1	1				
Chalain	1	3	1		1		1	
Cl. moyen	1		2		1	1		
Cl. ancien		1	1	1	5	3	5	4
Cl./ Ferr.		1			2			
Horgen		2	2		1	1		
	2	8	7	2	10	5	6	4

b)	Meule				Molette				
	Ebauche	ovale	autre	Eclat d'abattage	ovale	circu.	bouton	ind.	
CL MMK		33%	33%	33%					3
Chalain	14%	43%	14%		14%		14%		7
Cl. moyen	20%		40%		20%	20%			5
Cl. ancien		5%	5%	5%	25%	15%	25%	20%	20
Cl./ Ferr.		33%			67%				3
Horgen		33%	33%		17%	17%			6

Figure 34 : répartition chronologique des outils complets et typologiquement significatifs du Néolithique final de la Combe d'Ain (a : en nombre ; b : en pourcentage). Aucune des catégories établies n'est caractéristique d'une phase chronologique

Sur la figure 34, les 45 outils présentés précédemment sont répartis dans la séquence chronologique du Néolithique final. La seule phase chrono-culturelle non représentée est le Clairvaux récent, phase pour laquelle le nombre d'artefacts est très faible (14) et qui ne compte aucun outil complet ou typologiquement significatif. Cette absence d'outil n'est pas représentative d'une réelle lacune (imputable à des conditions d'abandon particulières des

villages de CL MM F et G, ou à la gestion des outils de mouture...) mais d'une mauvaise représentation de la période dans la Combe d'Ain. Je préfère donc pour ce tableau ne pas faire figurer la ligne vide du Clairvaux récent. De plus, étant donné le faible nombre d'individus pris en compte, il convient de raisonner ici en terme de présence/absence. C'est pourquoi, bien que le nombre d'objets (a) ou le pourcentage (b) par phase chrono-culturelle soit mentionné sur la figure 34, les cases concernées par le décompte sont grisées.

Il apparaît clairement qu'**aucune des catégories établies n'est caractéristique d'une phase chronologique**, autrement dit et grosso modo, « on trouve de tout, tout le temps ».

Une certaine complémentarité des outils est alors envisageable, les différences morphologiques traduisent plus certainement des variations de fonction des outils au sein d'une population qu'une évolution chronologique.

La seule exception qui pourrait être soulignée est la surreprésentation des molettes en bouton au Clairvaux ancien (3035-2990 av. J.-C.). Cette période est la mieux documentée de toutes en nombre d'artefacts (163) et celle qui offre la plus large gamme d'outils ; de façon plus générale, elle correspond à un grand nombre de séries archéologiques, c'est à dire à plusieurs villages contemporains et donc à une phase de forte croissance de la population. Mais cela n'explique pas totalement que cinq des six molettes en bouton lui soient attribuées. Même si la fonction de ces outils reste énigmatique, force est de constater que l'activité associée à cet outil particulier est largement pratiquée. Par contre, les molettes en bouton ne représentent que 25 % du corpus du Clairvaux ancien ; l'activité particulière associée aux molettes en bouton n'est donc pas la seule pratiquée. La mouture des céréales -par exemple- peut être faite avec un moulin de type « va-et-vient » formé du couple meule ovale/molette ovale, les deux types d'outils étant présents.

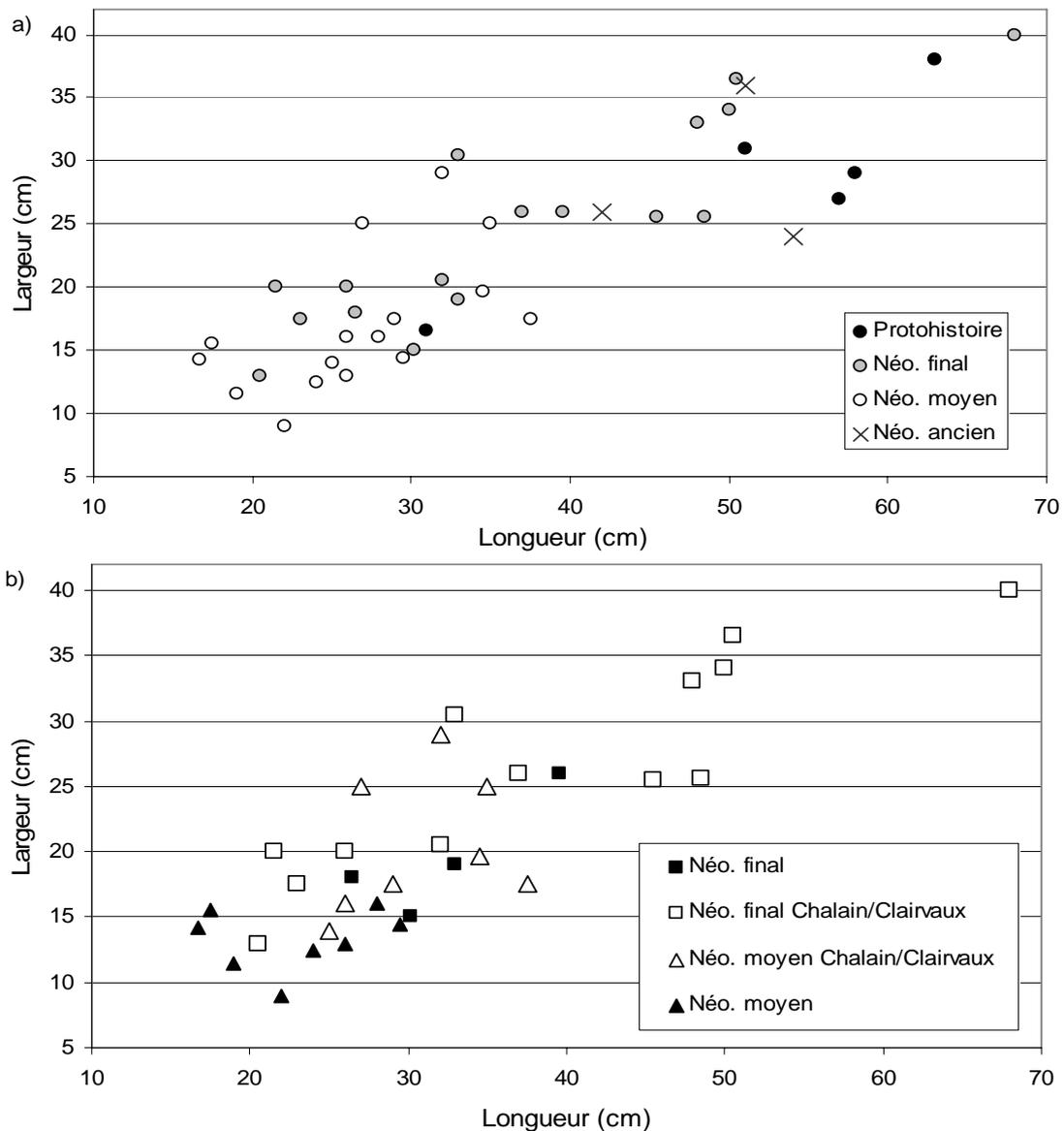
D'un point de vue plus général et grâce aux observations faites sur les corpus franc-comtois, il est possible de raisonner à l'échelle régionale. Les résultats présentés ici sont issus du rapport final de la prospection thématique (2005-2006 ap. J.-C.) intitulé « Gestion des matières premières et implantation humaine autour du massif de la Serre (Jura) » coordonné par Luc Jaccottey et moi-même.

Si les outils de mouture complets de Franche-Comté sont au nombre de 49, ceux qui sont chronologiquement bien calés sont plus rares. Pour les molettes, seules trois d'entre elles ont une attribution chronologique assurée, ce qui n'autorise pas les comparaisons. Au contraire, pour les meules, 20 sont attribuées avec certitude à une période précise, hors Chalain/Clairvaux.

Si on reporte les longueurs et les largeurs de ces meules sur un graphique en fonction de la chronologie (fig. 35), des groupes se dessinent :

- pour le Néolithique ancien, les trois meules ont des dimensions importantes (entre 42 et 54 cm de long pour une largeur de 24 à 36 cm). Toutes sont façonnées en grès des Vosges à partir de blocs alluviaux ou morainiques, il s'agit exclusivement d'outils du site de Gonvillars (Pétrequin, 1974), site abandonné en catastrophe où sur cinq couples d'outils, trois meules sont complètes (fig. 44). On peut remarquer que ces trois meules du Néolithique ancien occupent une place à part dans le graphique (fig 35 a, croix ombrée, en haut à droite) et échappent à la tendance générale d'augmentation de la dimension des meules entre le Néolithique ancien et la protohistoire ;
- pour le Néolithique moyen en revanche, on constate une homogénéité des dimensions des huit outils de Franche-Comté (fig 35 b, triangle noirs concentrés en bas à gauche du graphique). Ces meules sont les plus petites de la région (entre 18,5 et 30 cm de long pour une largeur de 6 à 16 cm). Les huit meules du Néolithique moyen de Clairvaux (CL VII,

- XIV et CL MM V ; fig 35 b, triangle blancs) sortent de ce lot par leurs dimensions. Elles mesurent de 25 à 37,5 cm de long pour une largeur de 14 à 29 cm ;
- au Néolithique final, seuls quatre outils ne proviennent pas de Chalain/Clairvaux (fig 35 b, carrés noirs). Cependant, ils s'intègrent parfaitement dans ce corpus (carrés blancs), avec la présence d'outils dans chacun des deux groupes de meules mis en évidence dans la Combe d'Ain. Trois meules ont une largeur inférieure à 20 cm et une meule une largeur supérieure à 25 cm ;
 - enfin, sur les quatre meules protohistoriques (Age du Bronze et Hallstatt ; fig 35 a, ronds noirs), deux ont une longueur supérieure à 50 cm, pour une largeur minimum de 27 cm, à une exception près. Malgré la présence d'une petite meule (31 cm x 16,5 cm), ces périodes protohistoriques montrent une augmentation des dimensions par rapport aux périodes précédentes, ainsi qu'une tendance à l'allongement des meules.



On constate donc une **augmentation de la dimension des outils de type « va-et-vient » francs-comtois dès le Néolithique moyen**. Mais à partir des données régionales, outre les problèmes d'échantillonnages, on constate que les particularismes locaux jouent un grand rôle. Au Néolithique ancien, les données proviennent d'un seul site et dérogent totalement à la règle d'évolution générale, avec les plus gros outils de la région. Au Néolithique moyen, il existe une différence entre les outils de sites de terre ferme et ceux des sites lacustres. Au Néolithique final, le corpus est imposant. Avec les 13 meules de Chalain/Clairvaux, il couvre la totalité du nuage de points. De plus, il est le seul à pouvoir faire l'objet d'une étude plus précise ; les variations des dimensions sont alors interprétées en terme de fonctionnement des outils, avec des meules ovalaires de largeur supérieure à 25 cm et des outils plus petits de types variés. Cette dichotomie se remarque d'ailleurs sur la figure 35 où toutes les meules de Franche-Comté sont représentées. Mais, principalement souligné par les outils de la Combe d'Ain, le seuil de largeur à 25 cm n'est pas ici significatif. En effet, au Néolithique moyen par exemple, tous les outils sont de largeur inférieure à 20 cm. Bon nombre de ces meules de faible largeur présentent une surface active convexo-concave (fig. 36).



Figure 36 : meule de petite largeur, Charentenay « Rousselot » (Haute-Saône), Néolithique moyen, collection D. Stemmelin. Cliché P. Haut (INRAP)

Ainsi, les meules complètes de Chalain et de Clairvaux sont en général de dimensions plus imposantes que les outils francs-comtois contemporains, qu'il s'agisse du Néolithique moyen ou du Néolithique final. En outre, elles semblent participer d'une augmentation -certes ténue- des dimensions des meules entre le Néolithique moyen et la Protohistoire (Jaccottey et Milleville, soumis, b).

Revenons maintenant au corpus du Néolithique final de la Combe d'Ain. Les 32 pièces complètes sont maintenant bien connues. Leur poids total atteint 287 kg. Par rapport au corpus entier (453 artefacts du Néolithique final - environ 425 kg), elles représentent 7 % des artefacts pour 68 % du poids ; les 421 artefacts non complets ont donc un poids total de 137 kg environ. Autrement dit, chaque fragment pèse en moyenne 327 g. Bien petite moyenne pour ce qu'il convient d'appeler du lithique pondéreux...

II 3 2 : Les fragments

II 3 2 a : Présentation

J'ai décompté 421 fragments de matériel de mouture et de broyage. La variabilité de leurs dimensions est très importante, ils mesurent de 1 à 50 cm (7 cm en moyenne) et pèsent de 0,2 g à plus de 10 kg (324 g en moyenne).

Une vingtaine de ces artefacts sont en fait des regroupements de fragments très petits et de matière première identique. Il faudrait donc ajouter à ces 421 fragments 86 micro-fragments (soit 507 artefacts), mais j'ai choisi de ne pas les prendre en compte, en raison de leur taux de fragmentation important. De plus, 26 artefacts inventoriés correspondent à des poudres de roche. Etant donné la nature des dites roches, il y a de fortes chances pour que ces poudres proviennent d'outils de mouture décomposés (voir Chapitre IV, paragraphe 2 1 b).

La morphologie des fragments est elle aussi variée. Certains sont des éclats de taille ou des éclats thermiques ; ils peuvent présenter des surfaces actives ; ils sont parfois brûlés... Il est alors difficile de trouver des corrélations entre tous ces critères. C'est pourquoi j'ai eu recours à une analyse factorielle des correspondances pour tenter de mieux cerner cette série.

II 3 2 b : Analyse Factorielle des Correspondances

Une analyse factorielle des correspondances a pour but de mettre en évidence des corrélations entre individus, de créer des groupes de profils permettant de rendre plus lisible une réalité complexe.

Ainsi, dans les séries de matériel de mouture et de broyage de Chalain et Clairvaux, l'objectif est de savoir si il est possible de mettre en évidence des corrélations entre artefacts, difficiles à repérer pièce par pièce.

Le corpus de départ est de 418 individus, soit l'ensemble des fragments du matériel de mouture et de broyage du Néolithique final des sites lacustres de Chalain et de Clairvaux, hors CH 20 et 21, 3 artefacts inventoriés tardivement.

** Première analyse*

Les critères retenus, ou descripteurs, sont :

- l'attribution typologique
- la longueur
- la largeur
- l'épaisseur
- le poids
- les indices de chauffe

Chacun des descripteurs compte un nombre variable de modalités (fig. 37).

418 artefacts				
Type	TypoOui	meule ou molette	116	28%
	TypoNon	pas d'attribution typologique	302	72%
Long	L0à5	Longueur de 0 à 4,9 cm	172	41%
	L5à10	Longueur de 5 à 10 cm	134	32%
	Lsup10	Longueur supérieure à 10 cm	63	15%
	LNR	Longueur non renseignée	49	12%
largeur	l0à3	Largeur de 0 à 2,9 cm	151	36%
	l3à5	Largeur de 3 à 5 cm	100	24%
	lsup5	Largeur supérieure à 5 cm	118	28%
	lNR	Largeur non renseignée	49	12%
ép.	Ep0à2	Epaisseur 0 à 1,9 cm	173	41%
	Ep2à4	Epaisseur 2 à 4 cm	113	27%
	Epsup4	Epaisseur supérieure à 4 cm	83	20%
	EpNR	Epaisseur non renseignée	49	12%
pds (g)	P0à10	Poids de 0 à 10 g	111	27%
	P11à55	Poids de 11 à 55 g	114	27%
	P60à300	Poids de 60 à 300g	118	28%
	Psup300	Poids supérieur à 300 g	67	16%
	PNR		8	2%
Brûlé	BrOui	Objet brûlé	190	45%
	BrNon	Objet non brûlé	228	55%

Figure 37 : détails des modalités retenues pour l'AFC n°1

L'attribution typologique correspond à l'élément principal d'une meule ou d'une molette. Les fragments sont donc divisés en deux modalités pour ce descripteur : ils correspondent à un type reconnu (meule ou molette) ou ne sont typologiquement pas significatifs. Pour que les modalités soient renseignées par un nombre comparable d'individus, le découpage des mensurations en classes s'est fait de manière artificielle (poids de 0 à 10 g, de 11 à 55 g....). Il ne faut cependant pas perdre de vue qu'un outil de mouture de 300g, même s'il appartient à la modalité supérieure, reste ridiculement léger.

Les descripteurs et leurs modalités sont codés dans un tableau dit booléen (1 ou 0), puis traité par le logiciel Anaconda© (1981-2005 MTI@SHS/TheMA UMR 6049, J.-J. Girardot, version java 2004 C. Girardot / H. Fehner, <http://mti.univ-fcomte.fr>). La visualisation des résultats se fait alors avec le logiciel Nuage© (2001-2005 MTI@SHS/TheMA UMR 6049, J.-J. Girardot / C. Masselot, <http://mti.univ-fcomte.fr>) et la répartition en classes, également générée par Anaconda, est exploitable sous Excel.

Une première tentative d'AFC est restée peu concluante, un trop grand nombre d'individus (49) ayant des modalités non renseignées. Celles-ci structurent le nuage de points et rendent toute interprétation impossible. De plus, le critère largeur structure aussi le nuage, créant un micro nuage très éloigné du centre des axes et « tassant » ainsi le reste des données.

* *Seconde analyse*

Une seconde tentative a porté sur 369 individus, après avoir supprimé les 49 individus ayant des modalités non renseignées.

- Résultats généraux

369 artefacts				
Type	TypoOui	meule ou molette	113	31%
	TypoNon	pas d'attribution typologique	256	69%
Long	L0à5	Long 0 à 4,9 cm	172	47%
	L5à10	Long 5 à 10 cm	134	36%
	Lsup10	Long Plus 10 cm	63	17%
ép.	Ep0à2	Ep 0 à 1,9 cm	173	47%
	Ep2à4	Ep 2 à 4 cm	113	31%
	Epsup4	Ep Plus 4 cm	83	22%
pds (g)	P0à10	Poids de 0 à 10 g	104	28%
	P11à55	Poids de 11 à 55 g	101	27%
	P60à300	Poids de 60 à 300g	106	29%
	Psup300	Poids supérieur à 300 g	58	16%
Brûlé	BrOui	Objet brûlé	157	43%
	BrNon	Objet non brûlé	212	57%

Figure 38 : détails des modalités retenues pour l'AFC n°2

Les descripteurs retenus sont (fig. 38) :

- l'attribution typologique
- la longueur
- l'épaisseur
- le poids
- les indices de chauffe

Le nuage de points généré par Anaconda présente une structuration nette sur les axes 1 et 2 (fig. 39), dont l'inertie est respectivement de 32 % et 21 %.

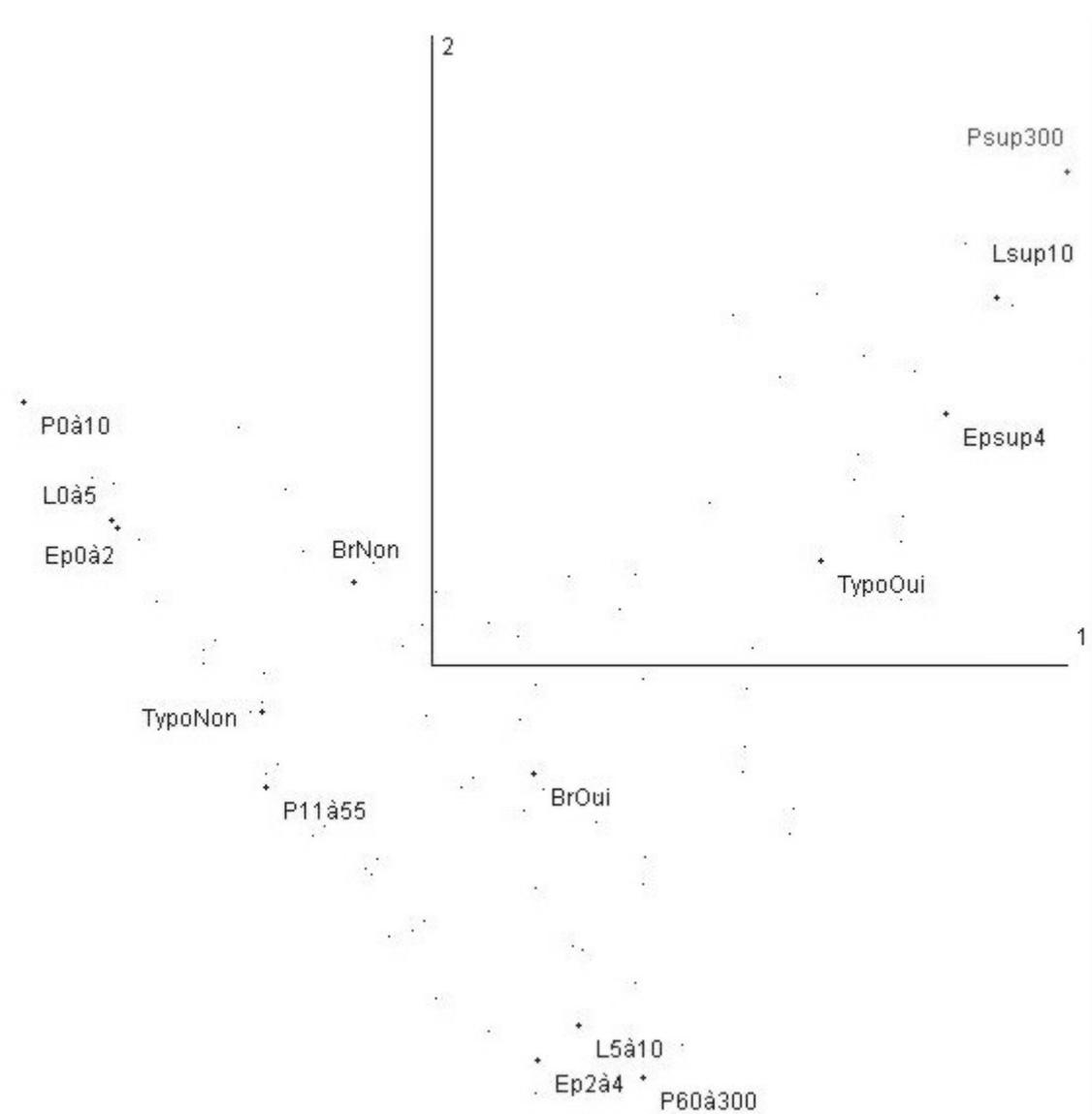


Figure 39 : nuage de points correspondant à l'AFC n°2, avec localisation des différentes modalités. Le nuage, en forme de boomerang, est structuré par les mensurations des artefacts (longueur, épaisseur et poids)

Les descripteurs structurants sont les mensurations des artefacts. En effet, les individus de faible longueur, épaisseur et poids sont à gauche des axes 1 et 2. A l'inverse, les individus longs, épais et pondéreux sont à droite. Sur l'axe 2, les individus très gros ou très petits sont en valeurs positives, les individus moyens en valeur négative. Les valeurs des contributions de chaque modalité confirment cette vision, les plus fortes contributions sont celles des modalités de longueur, d'épaisseur et de poids (seules valeurs supérieures à 110 sur l'axe 1 et 2). A l'inverse, les corrélations les plus élevées (supérieures à 820) correspondent aux modalités de typologie et d'indices de chauffe. Ainsi, la participation de l'ensemble des modalités est significative.

L'analyse par classe - quatre au total- renforce ce constat :

- Analyse par classes

Les résultats de l'AFC rapprochent les artefacts les uns des autres, créant des groupes, appelés classes. Chaque classe est donc caractérisée par les spécificités des éléments qui la compose (les

plus petits, les plus grand, les brûlés...). Nous allons voir maintenant quelles sont les caractéristiques des quatre classes générées par l'AFC.

Classe 1 (61 individus, 17 %).

Sur les 61 artefacts de la classe 1, 79 % appartiennent à la catégorie des largeurs maximales, 89 % à celle des épaisseurs les plus grandes et 93 % à la catégorie des plus de 300 g. D'ailleurs, la quasi-totalité (98 %) des gros fragments de Chalain/Clairvaux appartiennent à cette classe 1. On note une répartition non significative des individus de cette classe dans les modalités du descripteur indice de chauffe, autrement dit les artefacts de cette classe sont indifféremment brûlés ou non. Par contre huit sur 10 se rattachent typologiquement à la catégorie meule ou molette.

Interprétation : gros fragments de meule ou de molette.

Classe 2 (111 individus, 30 %).

La classe 2 porte bien son nom, puisqu'elle correspond aux artefacts « moyens ». Elle est principalement composée de fragments appartenant aux modalités médianes des descripteurs longueur, épaisseur et poids (respectivement 86, 71 et 98 %). En dehors de ces modalités, la classe 2 compte autant de fragments brûlés que non brûlés ; de même 36 % des individus de cette classe ont une attribution typologique.

Interprétation : fragments de dimensions moyennes

Classe 3 (121 individus, 33 %).

La classe 3 est la plus importante en nombre d'individus. Sur les 121, 70 à 75 % sont des fragments appartenant aux plus petites modalités des descripteurs de dimensions et 84 % d'entre eux n'ont pas signification typologique. Dans cette classe on trouve une majorité de fragments brûlés (59 %).

Interprétation : petits fragments brûlés

Classe 4 (76 individus, 21 %).

La classe 4 est la plus tranchée des quatre classes mises en évidence : à de rares exceptions près, les fragments sont tous très petits en dimensions et en poids, ils n'ont pas d'attribution typologique (93 %) et aucun d'entre eux n'est brûlé.

Interprétation : minuscules fragments non brûlés.

- Discussion

Il apparaît que la composition des classes est tributaire des mensurations des artefacts.

Cette observation n'a rien d'original, étant donné que les autres descripteurs pris en compte (typologie ou indices de chauffe) peuvent en grande partie être corrélés aux dimensions des fragments.

Cependant, deux observations s'imposent :

- statistiquement, il est démontré que la longueur, l'épaisseur et le poids sont liés. Ce constat, qui enfonce une porte ouverte, trouve néanmoins ici une justification mathématique qui nous amène à conclure que sur des pièces typologiquement non significatives (dont les données métriques ne sont pas technologiquement importantes) le poids seul peut être pris en compte, sans perte d'information notable. Autrement dit, **inutile de mesurer les fragments** ;
- l'attribution typologique se corrèle avec les dimensions des fragments. Ce résultat était attendu, les seuls petits fragments pouvant avoir une surface active sont les éclats de taille provenant du ravivage, et sont finalement peu nombreux. Au contraire, le critère brûlé ou non brûlé ne se corrèle qu'en partie à la dimension des fragments. Les plus petits des fragments (environ 74) ne sont pas brûlés (classe 4). Après vérification sur le listing général, les artefacts de cette catégorie sont majoritairement signalés comme éclats de taille. Dans le même ordre d'idée, les artefacts recensés comme des éclats thermiques se regroupent plus volontiers dans la classe 3.

Les classes issues de l'AFC peuvent donc être résumées très grossièrement ainsi :

- fragments de meule ou de molette de plus de 300 g ;
- fragments variés de poids inférieur à 300 g ;
- éclats thermiques ;
- éclats de taille.

Ainsi, la variation des dimensions des fragments, mise en relation avec les autres descripteurs, me permet de tester la validité des observations typologiques sur les fragments. Le modèle ainsi élaboré par l'AFC peut paraître simpliste, mais ce type d'analyse constitue bien un outil pour mettre en lumière des corrélations qui restent difficiles à établir sur un corpus de 418 artefacts.

Par exemple, la corrélation entre type de fragment et indices de chauffe soulignée par l'AFC, difficile à mettre en évidence de prime abord, va maintenant être prise en compte sur le corpus global.

II 3 2 c : Les indices de chauffe

Un certain nombre d'artefacts présentent des traces de chauffe. Ils sont alors indiqués comme étant brûlés, noircis voir totalement réduits en poudre. Les matières premières supports de l'outillage de mouture et de broyage dans la Combe d'Ain ne sont pas des roches dont les qualités mécaniques sont améliorées par la chauffe, à l'inverse de certains silex et dans certaines conditions par exemple (Inizan *et al.*, 1995, p. 24). Ainsi une meule brûlée est une meule inutilisée. Un artefact brûlé peut correspondre :

- à une chauffe volontaire de l'outil en fin de vie (utilisation ou dépôt de l'objet dans un foyer, réutilisation de la matière première...), dans ce cas la chauffe est individuelle ou ne touche que peu d'outils à la fois ; l'objet est en position de rejet ou de réutilisation (dans un tas de pierres chauffées par exemple) ;
- à une chauffe involontaire accidentelle, comme l'incendie de l'habitation dans laquelle se trouve l'outil. L'objet est alors enseveli en position d'utilisation ;
- à une chauffe volontaire mais indirecte, dans le cas d'un incendie volontaire d'un village avant son abandon définitif. L'objet est alors soit en position de rejet, soit à sa place habituelle mais abandonné.

Cette grille de lecture est facile à appliquer aux outils complets. Dans le cas des fragments, de nombreux autres paramètres rentrent en ligne de compte ; certains éclats ont pu par exemple être brûlés après leur détachement de l'outil de mouture, et n'indique pas obligatoirement la chauffe

de l'outil complet. De même, la réduction en poudre de certains artefacts peut être volontaire, le but étant de récupérer la matière première sous forme de sable, ou accidentelle lors d'une chauffe particulièrement longue.

Ainsi, les indices de chauffe sont porteurs d'informations parfois difficiles à décrypter. Nous allons pourtant tenter de comprendre leur signification, par type de fragment puis sur l'ensemble du corpus (fig. 40).

	Total	Brûlés	%	Eclats de taille	Eclat thermique	Pièces complète	Pièces complètes brûlées
HS	8	5	63%	4			
CL MMK	40	6	15%	10		2	
Chalain	51	17	33%	4		5	1
CL. Récent	14	9	64%	2			
Cl. moyen	45	8	18%	13	1	6	1
Cl. ancien	163	93	57%	20	2	13	7
Cl./ Ferr.	32	21	66%	6	7	2	2
Horgen	100	48	48%	31	21	4	4
	453	207	46%	90	31	32	15

Figure 40 : répartition des éléments brûlés par phase chrono-culturelle.

Des indices de chauffe sont présents dans chaque phase chronologique. De même, les outils complets brûlés se répartissent indifféremment dans chacune des phases chrono-culturelles

** Eclat de taille*

Au total, 90 artefacts ont été qualifiés d'éclats de taille, c'est-à-dire d'éclats volontaires issus d'une mise en forme ou de l'entretien d'un outil. Ils sont présents dans toutes les phases chrono-culturelles (fig. 40). Sur ces 90, deux sont brûlés. Ils proviennent de CH 3 couche VI (Horgen) et de CL IV ensemble supérieur (Clairvaux ancien). La chauffe est *-a priori-* intervenue dans un second temps ; il est en effet peu probable qu'une meule ou une molette brûlée soit remise en forme. En tout cas, ce type de traitement n'a pas été rencontré sur le corpus d'outils complets. Les deux éclats de taille brûlés, s'ils ne proviennent pas de foyers, peuvent donc être des marqueurs d'incendie, volontaire ou non.

** Eclat thermique*

Trente et un fragments sont reconnus comme éclats thermiques. Ils ne sont présents que dans les premières phases d'occupation des rives au Néolithique final (fig. 40). Mais la qualification

d'éclat thermique n'est pas réellement objective. En effet, j'ai employé ce terme principalement sur le corpus de CH 19 O (Horgen, 21 éclats thermiques dont le fragment de meule n°11911 30, pl. 22), où des meules éclatées par le feu se décomposent en une multitude de fragments, conséquence directe de la chauffe. En effet, certaines cassures thermiques sont clairement identifiables. Tel est le cas des éclats provoqués par une montée brutale en température (Pétrequin P., Pétrequin A. M. *et al.*, sous presse). Ils seront généralement courbes, organisés de façon concentrique autour du point de température maximale (fig. 41).



Figure 41 : éclatement thermique expérimental : galet de glaucophanite de la Durance. Temps de chauffe 1h30, montée en température très rapide (de 0 à 800°C en 10 minutes). Cliché A.-M. Pétrequin, expérimentation octobre 2006

Cette répartition des fractures de la roche, en « auréoles » autour d'un noyau central, se retrouve sur la meule « entière » en grès, n° 11911 10, CH 19 O, Horgen (fig. 24). Ainsi, pour cette meule ovale, épaisse et en cours d'utilisation (voir II 3 1 a), il est évident que sa fin de vie est due à un choc thermique important, le point de température maximale se trouvant sur la surface active. Cette dernière était donc en position d'utilisation. Il est probable que les grands éclats des extrémités distale et proximale se soient détachés lors de la montée en température et que les éclats polygonaux du noyau central soient apparus lors du refroidissement (com. pers. P. Pétrequin). Il est impossible qu'un tel choc thermique soit le fait d'un foyer domestique. Pour cet outil, l'incendie de la maison dans laquelle il était utilisé est probable. Mais, sur la seule base des observations sur les meules, il n'est pas possible de conclure à la nature accidentelle ou volontaire de l'incendie.

Sur l'ensemble du corpus, le paramètre « éclat thermique » est donc moins pertinent que le critère plus large de brûlé ou non brûlé. Cependant, les éclats thermiques ont des mensurations moyennes de 8 cm pour 160 g et les éclats de taille de 4,5 cm pour 100 g. Ainsi, la fragmentation thermique -sauf dans le cas des poudres- ne réduit pas les artefacts en très petits fragments, contrairement aux retouches volontaires.

Site	Cche	Total	Brûlés	%	Couche d'incendie	Eclat thermique
CH 4	HS	1	1			
CH 3	II-IV	2				
CH 2	A	5	4			
CL MM	K	40	6	15%		
CL III	sup	8	2	25%		
CH 21	/	1	1	100%		
CH 20	/	2	1	50%		
CH 2	/2	4				
CH 2	/6	1				
CH 2	/3	1				
CH 2	/5	5	4	80%		
CL MM	J	16	3	19%		
CL MM	H	13	6	46%		
CL MM	G	10	6	60%		
CL MM	F	4	3	75%		
CL MM	E	1				
CL MM	D	9				
CL III	inf	13	5	38%	X	1
CH 2	A//	1				
CL MM	Sud	3	1	33%		
CL X	/	1				
CL MM	C	4	1	25%		
CL MM	B	4				
CL MM	A	9	1	11%		
CH 2	C	26	13	50%	X	
CL IV	sup	25	12	48%	X	1
CH 4	4	31	14	45%		
CH 3	IIc///	1				
CH 19	H/K	22	20	91%		
CH 19	K	1				
CH 19	H	7	3	43%		
CH 4	3	8	5	63%	X	
CH 4	2/3	1	1	100%		
CL IV	inf	16	8	50%	X	
CH 4	2	25	17	68%	X	1
CH 4	1	17	9	53%	X	
CH 3	IV	15	12	80%	X	7
Hiatus						
CH 3	VI	46	11	24%		
CH 19	O	35	35	100%	X	21
CH 3	VIII	19	2	11%		
		445	202			

Figure 42 : répartition des éléments brûlés par séries archéologiques. Globalement on constate une diminution du nombre d'artefacts brûlés au cours du temps, mais la fin de la séquence n'est composée que de séries pour lesquelles les surfaces fouillées sont faibles

** Corpus global*

D'un point de vue plus général, 207 artefacts sont brûlés, soit 46 % du corpus (fig. 40). Des indices de chauffe sont présents dans chaque phase chronologique. Parmi les 32 pièces complètes, 15 sont brûlées (fig. 40). Ces outils complets brûlés se répartissent indifféremment dans chacune des phases chrono-culturelles.

Afin de mieux comprendre le rôle des indices de chauffe, il est important de détailler le matériel des différentes séries archéologiques (fig. 42).

Sur l'ensemble de la séquence, quasiment toutes les séries comptent au moins un artefact brûlé, à l'exception des séries très pauvres en artefacts (de un à neuf) considérées comme non significatives. La proportion d'éléments brûlés varie fortement, de 11 à 100 %.

Pour la couche Horgen de CH 19 (CH 19 O), la totalité des artefacts est brûlée. L'incendie du village, constaté lors de la fouille, est conforté par les indices de chauffe sur le matériel de mouture et de broyage. Il en va de même pour CH 3 IV, où 80 % des artefacts de cette couche d'incendie sont brûlés.

Par contre pour des villages tels que CH 19 H/K, CL MM F et G, et CH 2/5, le taux d'artefacts brûlés est supérieur à 60 %, alors qu'aucun indice d'incendie n'est clairement identifié. Cependant, avec moins de 10 artefacts, certaines de ces séries ne sont pas « statistiquement » valables. Reste alors le cas de CH 19 H/K. S'il est clairement établi qu'il n'y a pas eu d'incendie dans ces villages, alors nous sommes en présence d'un traitement particulier des outils, qu'il conviendra de prendre en compte après détermination des matières premières.

A l'inverse, certains villages incendiés présentent de faibles taux d'artefacts brûlés (environ 50 %). Il s'agit de CH 4 phase 1 et des sites de CL IV. Ces faibles taux d'indice de chauffe peuvent être dus à la difficulté de leur mise en évidence lors de l'étude. Néanmoins, certains outils peuvent échapper à l'incendie ; par exemple si l'outil est en position de rejet, dans un dépotoir. En fonction du niveau du lac (hautes ou basses eaux) les dépotoirs peuvent être humides ou totalement noyés, ce qui peut protéger les artefacts de l'incendie. Il n'est pas étonnant alors de retrouver peu d'artefacts brûlés dans un village incendié. Nous reparlerons de ces questions de position de rejet des outils lors de l'étude de la répartition des artefacts.

II 3 2 d : Synthèse

Quatre cent vingt et un artefacts du matériel de mouture du Néolithique final de la Combe d'Ain sont des fragments. La moitié des fragments environ présentent des traces de chauffe ; les éclats thermiques résultent directement de cette montée en température. Enfin, 22 % des fragments sont des éclats de taille majoritairement non brûlés.

Du point de vue typologique, les éléments significatifs, reconnus comme élément principal d'un outil de mouture, sont au nombre de 122. Ils correspondent à 85 meules et 37 molettes. Cette qualité d'élément principal est reconnue après la prise en compte des attributions pétrographiques sur la globalité du corpus. Je reparlerais donc de l'attribution typologique des fragments après l'étude des matières premières.

II 4 : Considération sur les séries

Nous venons de préciser le contenu du corpus de matériel de mouture et de broyage du Néolithique final de la Combe d'Ain. Nous atteignons ici les limites du décompte en nombre

d'artefacts et en poids. En effet, non seulement leur variabilité est très importante, mais chacune des séries archéologiques considérées ne correspond pas forcément à une réalité en terme de phase d'occupation. Par exemple, CH 4 phase 2/3 est une série composée d'un seul fragment qui appartient à l'une des deux phases d'occupation, 2 ou 3.

Il devient maintenant nécessaire de simplifier ces séries, de corréliser les ensembles qui peuvent l'être et d'écarter ceux qui n'ont finalement que peu de signification.

II 4 1 : Détail des corrélations entre séries archéologiques

Pour tenter de raisonner sur des corpus numériquement importants, certaines séries vont être écartées, d'autres regroupées. Il faut à ce stade accepter de perdre de l'information et de la précision pour gagner en signification.

Nous détaillons ici la succession chronologique des séries présentées figure 23, de la plus récente (CL MMK) à la plus ancienne (CH 3 VIII).

Les éléments hors stratigraphie sont désormais écartés.

CL MM K est un horizon de compaction, depuis le groupe de Chalain jusqu'à la fin de l'Age du Bronze ancien, comprenant aussi quelques tessons campaniformes.

CL III Sup. est un village du groupe de Chalain totalement érodé, avec peu de matériel. Malgré l'importance de l'étude des matière première de cette série, ce site n'est pas pris en compte dans les interprétations.

CH 20 est un site d'importance majeure, en partie effondré dans le lac (CH 21), mais les éléments provenant de ces sites ne sont pas issus de fouilles mais de sondages, parfois subaquatiques. La faiblesse du corpus ainsi que la méconnaissance actuelle du village nous conduit à écarter ces séries des interprétations.

CH 2/2 est un déblai de fouilles anciennes (1904-1909) corrélié à CH2/3, les deux ensembles peuvent donc être regroupés. De plus CH2/5 correspond à une phase d'occupation légèrement postérieure, sur la même surface fouillée (60 m²). Le nombre de fragments retrouvé est très faible, en raison de la localisation de la fouille, excentrée par rapport au village, à savoir un dépotoir céramique à l'extrémité d'une maison. Enfin, l'appartenance culturelle au groupe de Chalain permet de justifier le regroupement des ensembles CH2 /2, /3 et /5. Ce nouvel ensemble prend la place stratigraphique initialement occupée par CH2/3. L'ébauche de meule de CH 2/6 appartient à ce village, elle se trouvait en bordure du chemin d'accès. CH2/6 est certes un ensemble important pour notre étude sur le matériel de mouture et de broyage, puisqu'il présente une ébauche de meule, mais il s'agit d'un ensemble peu significatif pour l'interprétation.

CL MM H et J : ces deux séries forment un ensemble cohérent correspondant à un village en pleine évolution stylistique, le groupe de Chalain.

CL MM D, E, F et G :

CL MM D et E constitue un horizon de réduction du Clairvaux récent/final, où les changements stylistiques sont en cours ; cet horizon représente le début de la transition du groupe de Clairvaux vers le groupe de Chalain.

CL MM F et G sont -quant à eux- représentatifs d'une nette évolution vers le groupe de Chalain. Chronologiquement, l'ensemble FG est le plus mal calé de toute la séquence. Les dates de 2850 à 2800 av. J.-C. sont au mieux des indications chronologiques.

Les quatre séries représentant le passage vers un nouveau groupe culturel sont regroupées pour l'interprétation.

CL III Inf. représente une partie (le quartier ouest) du village de CL MM ABC ; CL MM Sud, correspond à la partie du village coté lac. Ces cinq séries sont regroupées pour l'interprétation.

CH 2 A // est un village abandonné volontairement nous privant de toute donnée sur le matériel de mouture et de broyage, car les habitants ont emporté leurs outils lors de leur départ du village. Nous choisissons donc de ne pas le garder lors de la phase interprétative.

CL X a été repéré lors d'une évaluation archéologique. Le corpus global provenant de ce site, bien que précisément daté (première moitié du 30e siècle, phase récente du groupe de Clairvaux), ne représente pas un échantillonnage valable. Le seul outil de mouture est écarté dans la phase interprétative.

Les séries de CH 2 C et CH 4 phase 4 correspondent à des villages circonscrits et bien documentés à la fouille.

CL IV sup. : bien que fouillé sur une petite surface, le site comprend un énorme dépotoir, riche en matériel de mouture et de broyage ; il représente donc une occupation bien individualisée d'un village, probablement incendié.

CH 3 II c /// correspond à la bordure d'un village, très pauvre en outillage de mouture, sans signification pour l'interprétation.

CH 19 H/K est un horizon de compaction des couches H et K, différenciées sur une partie de la surface fouillée. La dendrochronologie met en évidence des phases d'abattages successive, entre 3040 et 2980 av. J.-C. (Vielle, 2007), avec quelques réfections de la maison isolée en 2977/72. Il est donc raisonnable de considérer ces trois séries comme un ensemble homogène.

Sur les graphiques, la succession des sites CH 19 H, K et HK (maintenant compacté), CH 3 IIc/// (évincé), CH 4 phase 4, CL IV sup. et CH 2 C est artificielle, les villages étant contemporains. Il faut donc voir dans ces cinq sites un ensemble cohérent, même s'ils sont traités indépendamment dans les tableaux d'interprétation. Mais il ne faut pas perdre de vue que la succession proposée sur les graphiques ne symbolise pas une évolution chronologique, mais un ensemble de phases d'occupation entre 3000 et 2990 av. J.-C.

Les ensembles les plus anciens sont cohérents (CH 4 phase 4, CL IV inf., CH 4 phase 2 et phase 1, CH 3 IV, VI CH 19 O et CH 3 VIII). Ils correspondent chacun à une occupation, à l'exception de CH 4 2/3 : son mauvais calage stratigraphique et le faible nombre de fragments justifient l'abandon de cet ensemble pour l'interprétation.

CH 3 VIII comporte deux phases, dont une mal connue attribuée au Horgen ancien ; le site présente d'assez nombreux éléments Ferrières. Cependant, la série est considérée comme représentative d'un village.

II 4 2 : Chronologie et interprétation villageoise

Site	Nombre	Poids	Phase
CL MM K	40	30267	Chalain à Bronze
CH 2 /2, 3 et 5	10	29346	Chalain
CL MM JH	29	34088	
CL MM D, E, F et G	24	2954	Clairvaux moyen-Récent
CL MM A, B, C, Sud et CL III inf.	33	43648	Clairvaux moyen
CH 2 C	26	24915	Clairvaux ancien
CL IV sup.	25	9830	
CH 4 4	31	6951	
CH 19 HK	30	21799	
CH 4 3	8	8560	
CL IV inf.	16	581	
CH 4 2	25	5461	
CH 4 1	17	13135	
CH 3 IV	15	24305	Clairvaux-Ferrières
Hiatus			
CH 3 VI	46	5438	Horgen
CH 19 O	35	56501	
CH 3 VIII	19	1391	
	429	319170	

Figure 43 : succession stratigraphique des 17 ensembles chronologiques définis après regroupement des séries

Compte tenu des séries écartées, le corpus comporte à présent **429 artefacts, pour 17 villages ou occupations de durée variable** (fig. 43). Les ensembles comptent maintenant de huit à 46 artefacts chacun, la variabilité en poids est toujours importante, de 600 g à plus de 56 kg.

La pondération du nombre d'artefacts par les surfaces des dépotoirs et les durées d'occupation permet de relativiser les disparités entre villages. Le site de CH 3 a déjà fait l'objet d'études précises qui attestent de la pertinence de la pondération (Arbogast, Bailly *et al.*, 1997).

La pondération consiste à diviser le nombre d'artefacts, ou leur poids ou tout autre variable, par la durée d'occupation du site (ici en décennie) et par la surface des dépotoirs, ici en mètres carrés (précisée fig. 11).

Le chiffre -ou indice- obtenu permet de comparer le nombre et le poids du matériel de mouture et de broyage entre chacun des villages. En effet, comparer le nombre de fragments ou leur poids dans les différents sites revient à comparer des villages fouillés en partie seulement, sur des surfaces parfois très différentes et ayant chacun une durée d'occupation plus ou moins longue. La pondération met à la même échelle spatio-temporelle des éléments disparates.

Cependant, des difficultés d'interprétation peuvent se présenter, telles que le faible nombre d'artefacts dans un site. Une série pauvre en outillage de mouture et de broyage peut être interprétée de nombreuses façons :

- le village a été fouillé sur une petite surface, ou a été occupé peu de temps. Ce biais peut être corrigé grâce à la pondération ;
- le village a été abandonné volontairement. Lors de leur départ, les habitants ont emportés avec eux l'ensemble des outils qu'ils considéraient importants. Il est donc normalement possible de repérer le phénomène grâce à l'étude globale de la culture matériel du site. Tel est le cas de CH 2 A// par exemple ;
- dans le village, l'outillage de mouture n'était pas réparti de façon homogène dans chacune des habitations, certaines maisons concentraient l'activité de mouture des céréales, et ces maisons se trouvent hors de la zone fouillée. De la même façon, le rejet des outils pouvaient se faire dans un dépotoir particulier, hors de la zone fouillée. Ce type de répartition est invérifiable puisque aucun village n'est fouillé dans son intégralité ;
- la part des céréales dans l'alimentation villageoise était minoritaire. L'élevage, la pêche, la cueillette, ... étaient les principales ressources ; l'outillage de mouture n'était alors pas essentiel et donc assez rare sur le site. Cela dit aucun cas de villages où la part des céréales est minoritaire n'est démontré pour le nord ou le nord-ouest des Alpes ;
- la conservation des matières premières des meules et des molettes du village est très mauvaise. Les outils de mouture sont présents sur le site mais méconnaissables, sous forme de poudre, de fragments, ... Les chances de rencontrer cette situation en milieu lacustre sont faibles.

A l'inverse, une série très riche en nombre d'artefacts de mouture et de broyage peut correspondre à un village fouillé sur une grande surface et/ou occupé durant plusieurs décennies ; à un village abandonné de façon précipitée, à cause d'un incendie accidentel ou d'un événement soudain ; à un village où la part de l'agriculture est très importante et où les céréales constituent la base de l'alimentation ; à un village où la fragmentation des outils est très importante... En effet, les interprétations à partir du nombre d'artefacts prennent en compte tant les outils complets que les fragments. Il faut alors intégrer à la réflexion les causes possibles de la fragmentation des outils.

De plus, le nombre de fragments d'outils de mouture et leur poids ne sont pas toujours proportionnels. Certains sites, riches en nombre de fragments sont au contraire pauvres en poids total d'artefacts de mouture. Ces faiblesses en poids peuvent être, elles aussi, interprétées de différentes façons, la principale hypothèse étant que la matière première des outillages fait l'objet d'un recyclage. Par exemple, un fois broyée, la roche peut servir de dégraissant pour l'argile, elle intègre alors la chaîne opératoire de fabrication des céramiques.

La complexité des interprétations est encore plus grande si l'on considère que les mêmes causes ne produisent pas toujours les mêmes effets. Prenons par exemple deux sites bien documentés dans lequel l'abandon précipité est avéré. Dans la grotte de la Baume de Gonvillars (Haute-Saône), site dont il a déjà été question dans ce travail, l'effondrement brutal de la voûte (deux squelettes écrasés sur place) a interrompu de façon brutale l'occupation du Néolithique ancien (couche XI ; Pétrequin, 1974). Les préhistoriques qui ont échappé à l'effondrement se sont enfuis et ont dû abandonner tout leur mobilier dans le porche de la grotte. La surface totale couverte par l'habitat est de 120 m². « Trois foyers sont situés à l'aplomb de la voûte actuelle. (...). Près du foyer principal (Est), trois grosses meules à grain, en grès vosgien, sont placées la face concave contre le sol. A proximité, deux molettes mobiles correspondent aux meules dormantes » (Pétrequin, 1970, p. 32, fig. 44). A l'arrière plan de l'habitat, des objets n'étaient pas dispersés et semblaient être rangés l'un à côté de l'autre (vases à provision, pointe de flèche en silex, poinçons

en os, poignard, hameçons en os...). Un stock de céréales (env. 1 m³) se trouvait également à proximité des foyers.

Cette couche XI révèle une installation saisonnière ; elle a livré -entre autres- 5 moulins de type « va-et-vient », pour un total de 155 kg. « Les meules à grain, très lourdes pouvaient être installées à demeure. Mais il semble que le reste du mobilier corresponde à une famille « nomade ». L'habitat de la grotte pouvait donc être dépendant d'un village voisin, où étaient pratiqués élevage et agriculture. Les habitants de la grotte vivaient surtout de la chasse et de la pêche, peut-être d'élevage, mais n'ont pas fabriqué leurs céramiques à Gonvillars, ni cultivé de céréales » (Pétrequin, 1970, p. 35).

Ainsi, à la Baume de Gonvillars, l'effet Pompéi est net, tous les objets ont été retrouvés à l'emplacement même où les néolithiques les avaient abandonnés.



Figure 44 : moulin de type « va-et-vient », Néolithique ancien, niveau XI de Gonvillars (Haute-Saône), cliché P. Pétrequin

A l'inverse, dans la grotte des Planches (Planches-près-Arbois, Jura), où une occupation datée de l'Age du Bronze final a été interrompue brutalement (Pétrequin, Chaix *et al.*, 1985), certains éléments de la culture matérielle sont présents mais pas les moulins de type « va-et-vient ». « Ce site a constitué un refuge utilisé périodiquement par des cultivateurs établis dans un village voisin. L'un des sols d'occupation, le niveau D2, était particulièrement riche. Il a livré les vestiges d'une installation comportant un parc à bétail, deux greniers à céréales où le grain était conservé dans des récipients en matière périssable, de nombreux récipients céramiques stockés au pied de ces greniers, sept foyers installés au milieu d'aires de stationnement soigneusement nettoyées. Ces foyers ont été considérés comme les centres d'unités familiales disposant chacune d'une cuvette de stockage où était rangé du petit matériel : objets en métal, parures, brunissoirs, fuseaux... Une étude minutieuse des décors des vases semble permettre de distinguer deux traditions culturelles différentes correspondant chacune à un des greniers et permettant de supposer une division bipartite de cette communauté » (Gaucher, 1994, p. 878). « Après une ou deux semaines dans la grotte, la population qui y avait trouvé refuge a été attaquée, et les aménagements en bois détruits par incendie, provoquant l'abandon sur place de dizaines d'objets neufs, pourtant indispensables à la survie du groupe. La destruction brutale de cet habitat-refuge, en dépit de la récupération démontrée d'une partie des objets épargnés par le feu, permet d'étudier cet ensemble de manière événementielle » (Pétrequin, Chaix *et al.*, 1985, p. 4). Le matériel de mouture, meules dormantes, broyeurs et bouchardes, est peu nombreux. Cinq des six

éléments ont été retrouvés dans la zone obscure du porche. « Il semble que le matériel lourd ait été récupéré soit lors de l'abandon de la grotte (quelques éléments situés dans une zone mal éclairée auraient été oubliés), soit postérieurement à l'abandon de la grotte et à l'incendie des greniers, après les effondrements partiels de la voûte qui ont recouvert les meules, retrouvées sous de lourdes dalles calcaires » (Pétrequin, Chaix *et al.*, 1985, p. 95). Le matériel de mouture se compose d'un fragment de meule et deux de molettes, pour un poids total inférieur à 10 kg. De plus, on a pu démontrer pour parler de la céramique que manque la catégorie des grands vases de stockage, c'est-à-dire les poteries les plus lourdes et les plus volumineuses difficiles à transporter.

Les deux occupations sont comparables sur bien des points : ces habitats en grotte étaient saisonniers, en lien avec un village voisin. L'occupation de Gonvillars est plus réduite en surface (120 m², trois foyers) que celle de la grotte de Planches (224 m², sept foyers). Dans les deux cas, la fin de l'occupation a été brutale, les habitants sont partis de façon précipitée. Une partie des objets a été retrouvés à l'emplacement même où ils avaient été abandonnés. Or, il apparaît qu'à Gonvillars, 5 moulins étaient présents dans le site (soit 10 outils d'un total de 155 kg), et qu'à l'inverse, les outils de mouture sont très peu nombreux à la grotte des Planches (3 fragments pour moins de 10 kg). A la grotte des Planches, les outils de mouture ont probablement été récupérés, pendant ou peu après l'abandon du refuge, si tant est qu'ils aient été présents dans la grotte.

Deux occupations, tout à fait similaires tant par leur fonctionnement que par leur condition d'abandon, peuvent donc présenter un nombre et un poids d'outil de mouture totalement différent.

Les différences de production, d'utilisation, de rejet, d'abandon et de conservation des outils de mouture sont à l'origine de la présence en forte ou faible quantité, tant en nombre qu'en poids, des artefacts retrouvés et étudiés dans ce travail. Ces processus sont complexes, difficiles à appréhender et rendent donc les interprétations délicates. Néanmoins, et tenant compte de ces remarques, le travail consiste à tenter d'expliquer la variabilité des séries archéologiques.

Les pondérations des outils de mouture et de broyage du Néolithique final de la Combe d'Ain sont réalisées à partir des 17 ensembles archéologiques définis précédemment.

Pour les ensembles archéologiques issus de regroupement de séries, les surfaces prises en compte ainsi que les durées d'occupation sont additionnées de façon logique, à partir des indications données figure 11 (Chapitre I, paragraphe 3) :

- pour CL MM, les séries regroupées sont toutes stratigraphiquement superposées. Elles portent exactement sur la même surface : 96 m² (également surface des dépotoirs). Donc les regroupements tels que CL MM DE, FG et HJ sont des villages dont la surface est de 96m², même une fois les séries associées. A l'inverse, les durées d'occupation de ces séries stratigraphiquement superposées sont cumulées, le village pris en compte (CL MM ABC par exemple) ayant une durée de vie égale à la somme des durées de vie de chacun des villages (10 ans pour CL MM A, idem pour B et C, donc 30 ans pour CL MM ABC) ;
- dans le cas de du village de CL MM ABC, CL MM Sud et CL III sup., les surfaces des dépotoirs sont cumulées pour les ensembles non superposés. Ainsi, CL MM ABC a une surface des dépotoirs de 96m² et une durée d'occupation de 30 ans. L'ensemble de CL MM Sud, fouillée sur 8 m², a une durée d'occupation de 30 ans, et est contemporain de CL MM ABC. Enfin, CL III inf a une durée d'occupation de 30 ans également, contemporaine de CL MMABC et CL MM Sud. La surface des dépotoirs y est de 20 m². Ainsi, l'ensemble CL MM ABC, Sud et CL II inf. a une durée d'occupation de 30 ans sur une surface des dépotoirs de 124 m² (96 + 8 + 20) ;

- dernier cas, les sites de CH 2 / . Le regroupement des séries de CH 2 /3 et 5 n'implique pas un cumul des surfaces puisque les deux séries sont stratigraphiquement superposées. Mais ces deux surfaces sont différentes (respectivement 50m² et 25m²). J'ai choisit de prendre en compte la plus grande des deux, à savoir 50m², qui recoupe la surface de CH 2/5, plus petite. De plus, la durée d'occupation de CH 2/5, difficile à estimer d'après les données de fouille, sera ici considérée comme égal à 20 ans, puisqu'une phase d'habitat est probable, c'est-à-dire 10 ans minimum. L'ensemble ainsi formé peut donc être pondéré, la surface des dépotoirs est de 50 m², la durée d'occupation totale de 40 ans.

Site	Couche	Nombre	Poids (g)	Surface dépotoirs	Durée d'occ. en décennie	Nbre/m ² / 10ans	Poids(g)/m ² /10ans
CL MM	K	40	30 267	96	/		
CH 2	/2, /3, /5	10	29 346	50	4	0,05	146,7
CL MM	HJ	29	34 088	96	/		
CL MM	DEFG	24	2 954	96	/		
CL	ABC, Sud et CL III Inf	33	43 648	124	3	0,09	117,3
CH 2	C	26	24 915	200	2	0,07	62,3
CL IV	sup	25	9 830	54	2	0,23	91,0
CH 4	4	31	6 951	48	1	0,65	144,8
CH 19	H/K	30	21 799	120	3	0,08	60,6
CH 4	3	8	8 560	100	1	0,08	85,6
CL IV	inf	16	581	54	3	0,10	3,6
CH 4	2	25	5 461	132	1	0,19	41,4
CH 4	1	17	13 135	60	1	0,28	218,9
CH 3	IV	15	24 305	21	1	0,71	1157,4
CH 3	VI	46	5 438	50	2	0,46	54,4
CH 19	O	35	56 501	50	4	0,18	282,5
CH 3	VIII	19	1 391	70	3	0,09	6,6

Figure 45 : base chiffrée des corrélations entre durée des habitats, surface des dépotoirs et outillage de mouture. Le calcul du nombre (ou du poids) de témoins archéologiques par tranche chronologique de 10 ans et par mètre carré (nombre de témoins divisé par durée de l'habitat, divisé par la surface des dépotoirs) permet de se faire une idée de comparer les quantités d'artefacts présents entre 3200 et 2600 av. J.-C.

La pondération prend en compte la surface des dépotoirs ainsi que la durée des occupations lorsqu'elle est connue (fig. 45). Or, mis à part pour l'ensemble ABC, la durée d'occupation des villages de la Motte-aux-Magnins n'est pas connue. C'est pourquoi sur l'ensemble des graphiques, la courbe de pondération s'arrête à l'ensemble CL MM ABC, Sud et CL III Inf. et ne présente ensuite qu'un point à CH 2/2/3/5.

En ordonnées, les graphiques de pondération présentent tous deux échelles. En effet, les valeurs « brutes » (le nombre ou le poids des artefacts) sont bien supérieures aux valeurs pondérées (le nombre ou le poids des artefacts par mètre carré et pour 10 ans). Les deux données ne peuvent donc être représentées sur le même graphique qu'à des échelles différentes. Ainsi, l'échelle de droite -correspondant aux histogrammes- est celle des chiffres bruts (nombre d'artefact, ou grammes) et l'échelle de gauche -correspondant à la courbe de pondération- est en nombre d'artefact, ou grammes, par mètre carré et pour 10 ans. Cette remarque est valable pour l'ensemble des graphiques de pondération du présent travail.

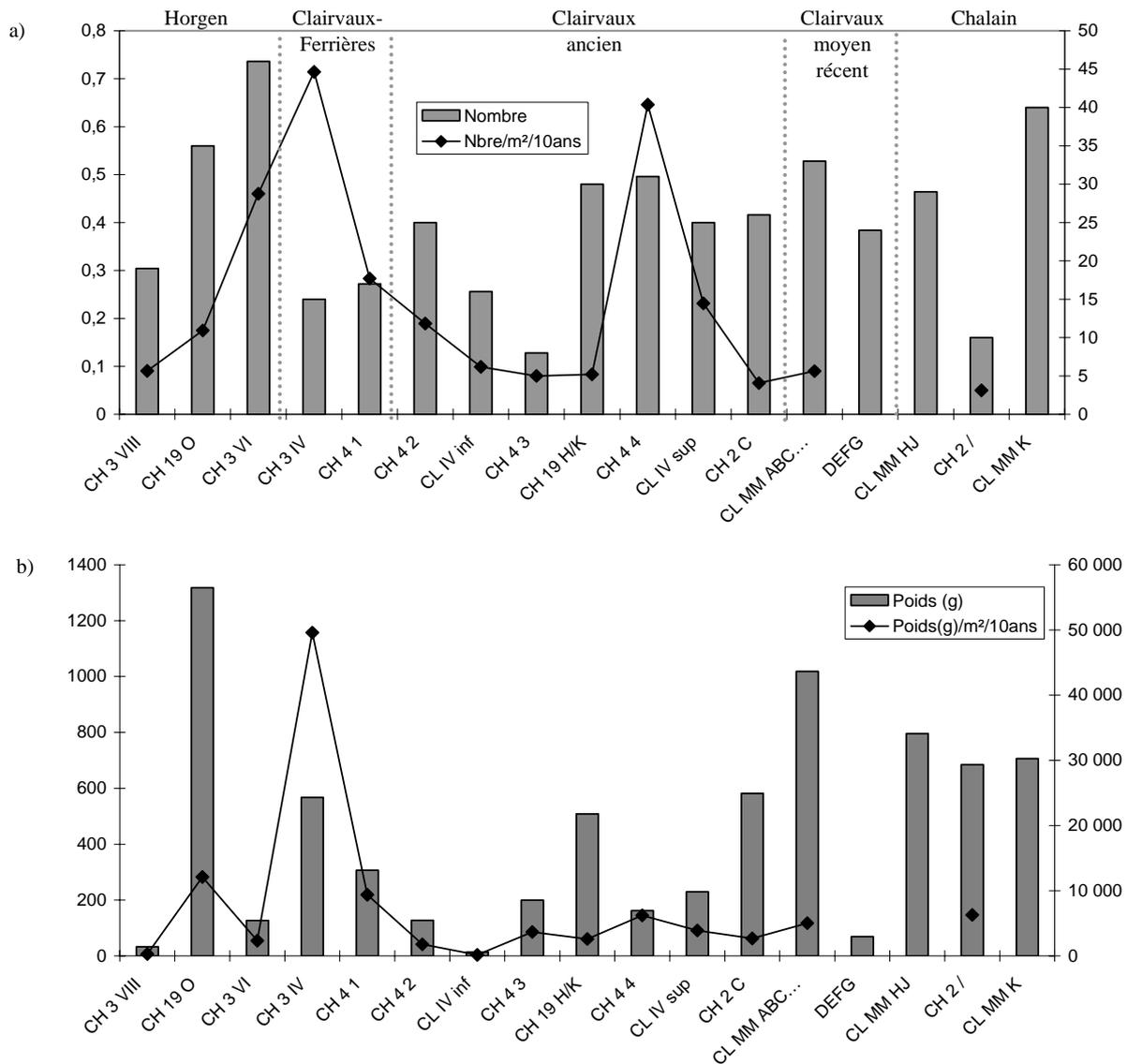


Figure 46 : graphique de pondération du matériel de mouture et de broyage en nombre d'artefacts (a) et en poids (b).

La courbe pondération en nombre d'artefacts (fig. 46 a) montre deux pics correspondant à deux moments où le nombre d'artefacts de mouture est plus important. Le premier est formé des sites de CH 3 VI, IV puis CH 4 phase 1. CH 3 IV, le maximum, correspond à une couche d'incendie avec des meules très fragmentées. Le remontage de tous les fragments n'a pas été possible et m'a conduit à les décompter un par un, augmentant artificiellement la quantité prise en compte. Notons qu'un incendie est aussi reconnu à CH 19 O par exemple, mais que la courbe de pondération ne met pas en évidence ce village. L'explication du pic à CH 3 IV ne se résume donc pas à la fragmentation thermique des artefacts. Chronologiquement, le premier pic correspond à la transition entre le Horgen (CH 3 VI) et la première colonisation reconnue pour le Néolithique final de la Combe d'Ain, c'est-à-dire l'arrivée de population Ferrières, vers 3040 av. J.-C. (CH 3 IV et CH 4 phase 1).

Le second pic, formé par les sites de CH 4 phase 4 et CL IV sup. est plus difficile à expliquer, il correspond à une augmentation du nombre d'artefacts de mouture dans deux sites contemporains, aux environs de 3000-2990 av. J.-C.

Entre ces deux pics, une décroissance importante est à noter. La diminution du nombre d'outils de mouture correspond aux débuts de la phase de régionalisation des influences méridionale, période où la quantité de population augmente de façon importante dans la Combe d'Ain (3030-3010 av. J.-C.). La fin de la courbe est elle aussi marquée par une diminution importante du nombre d'artefacts d'outils de mouture. A partir de 2990 av. J.-C. (CH 2 C) et jusqu'à la fin de la séquence, le nombre d'artefact par mètre carré et pour 10 ans retrouve un niveau stable que l'on pourrait qualifier de « base », déjà observé au début des occupation du Néolithique final (CH 3 VIII) et entre les deux pics (CL IV inf, CH 4 phase 3 et CH 19 H/K).

En poids, la courbe de pondération (fig. 46 b) fait apparaître un maximum à CH 3 IV (environ 1160 g/m²/10 ans), pic déjà mis en évidence par la pondération du nombre d'artefacts. Cependant, ce village présente une couche d'incendie clairement identifiée, qui -nous l'avons vu- peut biaiser la lecture. Néanmoins, tant en nombre d'artefacts qu'en poids, il semble bien que la quantité d'outillage de mouture augmente avec l'arrivée des populations méridionales.

En dehors de cette période, les séries ont un poids inférieur à 300g/m²/10 ans, c'est à dire très peu... C'est pourquoi le reste de la courbe apparaît plat. Malgré cela, on peut noter une augmentation du poids des outils de mouture bien marquée au Horgen (CH 19 O).

Après l'effondrement du poids pondéré des outils de mouture suite au pic de CH 3 IV, la courbe se stabilise durant le Clairvaux ancien (à partir de CH 4 phase 3), avec des valeurs situées entre 60 et 150 g/m²/10 ans, et ce jusqu' à la fin de la séquence. Cette stabilisation est en accord avec les observations réalisées sur la courbe de pondération du nombre d'artefacts, au moins à partir de CH 2 C (fig. 46 a).

Il faudrait donc se demander si les augmentations de poids sont liées à une plus large utilisation des meules (augmentation de l'activité agricole au détriment de l'élevage....) où à une modification des modalités de gestion des outils (abandon systématique des outils par villageois lors de leur départ, peu de réutilisation de la matière première...). Mais les pondérations réalisées sur le nombre d'artefacts ou leur poids restent des indicateurs généraux, difficiles à interpréter en terme d'outils vraiment utilisés par les villageois.

Le regroupement des séries n'éluait pas la question de leur variabilité. La méthode par pondération semble mettre en évidence des tendances plus proches de la réalité que les interprétations des données brutes site par site. Mais subsiste la question du nombre d'outils réellement présents dans les villages, question non résolue pour l'instant. La solution réside dans l'analyse pétrographique des séries, étude que nous aborderons après la présentation rapide des autres outils lithique pondéreux : polissoirs, percuteurs et blocs-enclumes.

Chapitre III :
Polissoirs, percuteurs
et blocs-enclumes
de la Combe d'Ain

Je me propose de présenter dans ce chapitre les outils appartenant au matériel lithique pondéreux autres que le matériel de mouture, outils qui font tous partie d'une utilisation quotidienne domestique.

Il s'agit des polissoirs, utilisés pour la production et/ou à l'affûtage d'objets en pierre ou en matières dures animales, des percuteurs au sens large, dont les fonctions sont multiples dans les activités quotidiennes, et des blocs-enclumes qui servent de support pour briser des os longs. Ces outils, qualifiés de domestiques, n'appartiennent pas uniquement au domaine des productions spécialisées ; ils sont présents dans chaque maisonnée et peuvent être utilisés quotidiennement. Ils se différencient pourtant du matériel de mouture et de broyage puisqu'ils ne servent pas uniquement -et parfois pas du tout- à transformer des matières premières alimentaires, mais font partie également de chaînes opératoires de fabrication d'autres outils.

Chacune des trois catégories, polissoirs, percuteurs et blocs-enclumes, sera définie puis décrite, de façon rapide pour le Néolithique moyen et de manière plus précise pour le Néolithique final, en intégrant la pondération et l'évolution chronologique des corpus, suivant la classification proposée en fin de Chapitre II. Contrairement à la présentation de l'outillage de mouture, l'approche pétrographique des matières premières sera en partie intégrée à l'étude, notamment en ce qui concerne les percuteurs.

III 1 : Les polissoirs

III 1 1 : Définition

« Les meules ou polissoirs étaient un instrument indispensable de fabrication à l'époque de la pierre polie ; aussi, à côté des hachettes et outils de cette époque, les rencontre-t-on presque toujours portant des traces irrécusables de l'emploi auquel on les faisait servir. On en a trouvé un certain nombre de fort remarquables dans les fouilles du Grand-Pressigny, où existaient des ateliers considérables de production d'instruments de la pierre polie : ce sont de grands blocs de grès sillonnés de rainures plus ou moins profondes, dans lesquels on polissait les pièces au moyen d'un frottement énergique. Les polissoirs trouvés au lac de Clairvaux ne présentent pas ces rainures, mais seulement des dépressions en cuvette, ce qui indique que les hachettes étaient affilées et polies sur une face seulement à la fois, et alternativement, et dans le sens de leur largeur » (Le Mire, 1872, p. 128-129).

Les polissoirs, reconnus très tôt sur les villages néolithiques de Clairvaux, sont parfois appelés meules dans la littérature, mais il faut comprendre alors « meule à aiguiser », voire aiguisoir. Ce que je nomme ici polissoir peut aussi porter le nom d'abraseur (Hamon, 2004a). La distinction entre les deux outils porte sur la finalité de l'action : enlever de la matière par abrasion ou obtenir une surface lisse. Comme pour la terminologie du matériel de mouture, je choisis le terme le plus courant à mon sens -polissoir- terme qui se veut ici générique pour un outil servant « à la fabrication et à l'entretien des outils polis » (Monnier *et al.*, 1997b), autrement dit utilisés en percussion posée, de façon active ou passive, en contact direct avec la matière non alimentaire à transformer. Le groupe des polissoirs recouvre donc ici les termes d'abraseur, de palisson, etc., et ne préjuge en rien de la fonction des outils, fonction dont seule une étude tracéologique pourrait témoigner (Hamon, 2004a).

Il n'existe pas à Chalain/Clairvaux de polissoirs fixes, mais uniquement des outils de dimensions réduites, majoritairement en grès fin. Le grès n'étant pas, loin s'en faut, une roche commune dans le Jura calcaire, il semble logique de ne trouver que des polissoirs « portatifs » ou polissoirs à main sur les sites lacustres.

Site	Cche	Nombre	Poids
CH 3	HS	2	2 981
CH 2	A	2	54
CL III	HS	1	57
CL MM	HG	2	205
CL MM	HàK	1	1 245
CL MM	AàG	2	35

CL MM	K	24	6 548
CL III	sup	8	1 187
CH 21	/	2	4 890
CH 2	/5	2	90
CL MM	J	18	2 185
CL MM	H	6	3 185
CL MM	G	5	359
CL MM	F	15	10 635
CL MM	E	10	408
CL MM	D	12	301
CL III	inf	6	362
CH 2	A//	1	440
CL MM	Sud	1	110
CL MM	C	6	1 360
CL MM	B	6	1 009
CL MM	A	1	440
CH 2	C	30	14 704
CL IV	sup	5	685
CH 4	4	28	3 737
CH 3	IIc	13	3 730
CH 19	H	15	1 515
CH 19	K	15	3 800
CH 19	H/K	20	7 415
CH 4	3	31	4 130
CL IV	inf	7	2 085
CH 4	2	34	1 794
CH 4	1	7	2 615
CH 3	IV	8	1 794

CH 3	VI	10	3 503
CH 19	O	27	4 223
CH 3	VIII	6	4 922

CL II	0	4	1 175
CL VIII	/	2	/

CL VII	/	25	3 968
CL MM	V	4	2 045
CL XIV	/	32	3 126

*Figure 47 : décompte
des polissoirs de Chalain/Clairvaux
en nombre d'artefacts et en poids*

Au vu des différents artefacts rencontrés sur les sites de la Combe d'Ain, on constate que la fonction des polissoirs peut être multiple : mise en forme des outils en os, en bois de cerf et autres matières dures animales (Maigrot, 2003), façonnage des éléments de parure (Maréchal *et al.*, 1999), des lames de haches (Jeudy *et al.*, 1997), etc. Pour polir une hache par exemple, un polissoir peut avoir une longueur maximale de 40 cm ; mais à 15 cm, il est encore utilisable, coincé sous le pied ; tel est le cas à Langda en Irian-Jaya par exemple (P. Pétrequin, com. pers. et Pétrequin et Pétrequin, 1993), à Yeleme, de plus petits fragments de polissoir peuvent même être utilisés à la main tandis que la hache est immobilisée sur le sol.

Nous allons tenter par la morphologie des polissoirs, notamment du Néolithique final, de voir s'il existe une variabilité, et si cette variabilité peut être interprétée en terme de fonction des outils.

Les séries de CL III (Piningre, 1986), CL MM V (Pétrequin, 1989c), CL II (Piningre, 1989a), CL VIII (Saintot, 1989) et CH 3 (Monnier *et al.*, 1997b) sont publiées.

L'inventaire des polissoirs est présenté en annexe 6, leur décompte figure 47.

III 1 2 : Présentation

III 1 2 a : Néolithique moyen

Le Néolithique moyen est représenté par 5 ensembles archéologiques, soit 67 artefacts. Ils pèsent en moyenne 164 g. Seuls trois sont entiers et pèsent 60 g, 300 g et 1,06 kg.

La longueur maximale est de 17,5 cm, mesurée sur un fragment. Malgré la fragmentation très importante, il est possible de repérer une forme prédominante en section, que j'ai nommée « en osselet ». En effet, l'usure des polissoirs est extrême, touchant toutes les faces de l'outil, qui deviennent concaves. On obtient ainsi un parallélépipède où les centres de chacune des faces sont en creux, rappelant la forme d'un osselet. Lorsque le polissoir fini par se briser en son centre, le plus souvent en quatre fragments, ces fragments ont une forme de « coin », avec un angle épais s'effilant dans toutes les directions (fig. 48). Cette forme est le résultat de la volonté d'économiser la matière première, c'est-à-dire d'utiliser au mieux et le plus longtemps possible les outils.

Les sections des polissoirs sont très fréquemment rectangulaires ou trapézoïdales, parfois triangulaires. Les outils larges, sur plaquette par exemple, sont très rares. Nous n'avons aucun polissoir fixe à signaler pour le Néolithique moyen. Certains présentent des rainures, stigmates de polissage ou d'abrasion d'outils effilés, type pointe en matière dure animale par exemple.

Du point de vue des matières premières, qui seront détaillées dans le chapitre suivant, on peut d'ores et déjà signaler une dichotomie entre matériaux calcaires et matériaux siliceux : 22 calcaires, 37 artefacts en roche siliceuse de la grande famille des roches silicoclastiques (grès s. l.) et huit artefacts indéterminés.

Les 55 % de grès pèsent en moyenne 140 g, soit bien moins que les calcaires (222 g).

Un tiers des polissoirs est brûlé, affectant toutes les catégories de matières premières.

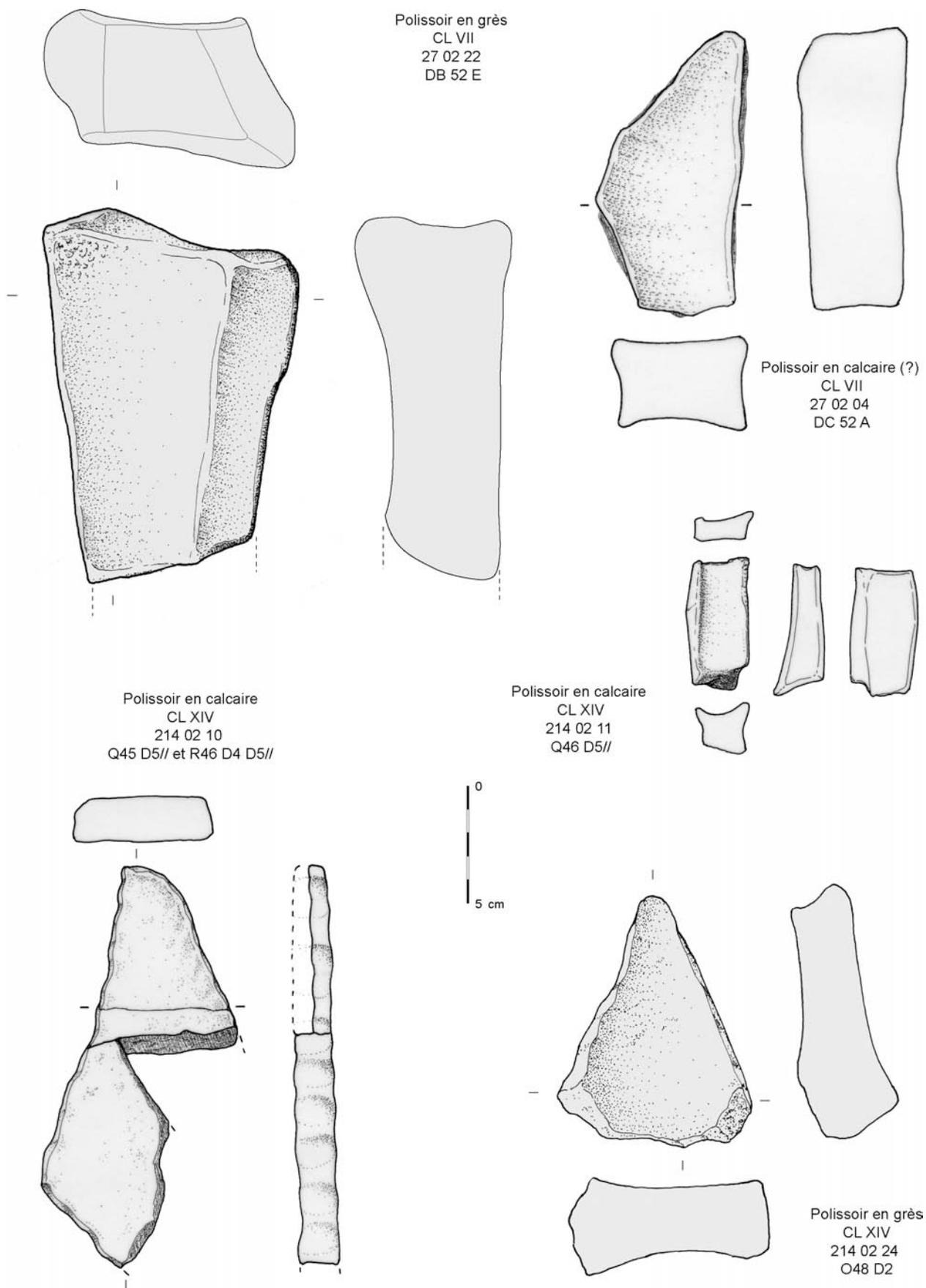


Figure 48 : exemples de polissoirs du Néolithique moyen, dessin A.-M. Pétrequin

III 1 2 b : Néolithique final

* Corpus global

Les polissoirs du Néolithique final sont au nombre de 389 pour un poids total d'environ 99 kg. Ils pèsent 255 g en moyenne, soit moitié plus qu'au Néolithique moyen. Mais leur poids et leurs dimensions sont extrêmement variables, de 1 g à plus de 6 kg ; ils mesurent au maximum 38 cm de long. 55 polissoirs sont entiers, ils pèsent en moyenne 890 g. Enfin, notons que 145 artefacts sont brûlés.

Les matériaux utilisés sont assez peu diversifiés. Trente six outils sont en calcaire. L'écrasante majorité des polissoirs (331 soit 85 % des outils) est en grès fin à très fin, nommé communément « molasse ». Je détaillerai les résultats des déterminations pétrographiques dans le chapitre suivant, mais notons déjà que le terme « molasse », pratique d'utilisation, recouvre une réalité complexe ; c'est un terme parfois impropre à décrire les matières premières concernées.

Un des aspects particuliers de cette collection est que tous les outils ont été utilisés jusqu'à usure complète, comme en témoigne la fragmentation importante et le faible poids moyen des artefacts. Le profil « en osselet » de certains artefacts du Néolithique moyen est toujours présent, mais n'est plus la règle. Les polissoirs à cuvette longitudinale sont fréquents et sont d'ailleurs mieux adaptés au polissage et au raffûtage de lames de hache.

En ce qui concerne la morphologie initiale des outils, deux types de forme étaient déjà repérés en 1997 dans les séries de CH 3 : « A en juger par les pièces les moins fragmentées, les molasses à grain fin arrivaient sous forme de petites dalles et de blocs rectangulaires (...) » (Monnier *et al.*, 1997b). Nous avons maintenant la chance d'avoir à disposition un polissoir entier non utilisé, qui présente vraisemblablement les dimensions du bloc brut (fig. 49). Il s'agit d'une « brique » de CH 21 (partie immergée du site de CH 20, groupe de Chalain). Ce bloc à section carrée mesure 24 cm de long et 9 cm de côté, il pèse 4410 g. Sa forme n'étant pas le résultat d'une utilisation, elle lui a probablement été donnée dès son extraction. Il peut servir de module de référence pour interpréter la collection.



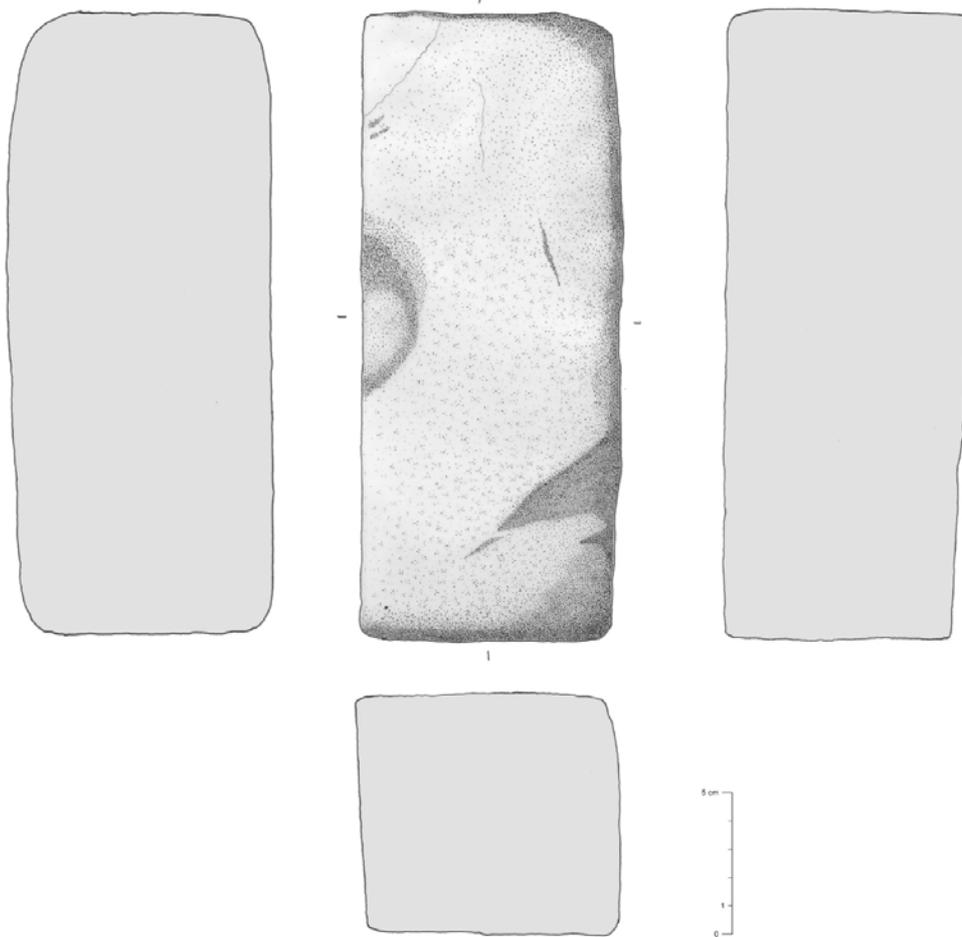


Figure 49 : polissoir sur bloc, CH 21 (1 21 0 2 01), dessin A.-M. Pétrequin, page précédente cliché A. Milleville



Figure 50 : polissoir sur plaquette de CH 3 VI (1 3 2 2 06), cliché S. Deschamps, Musée de Lons-le-Saunier

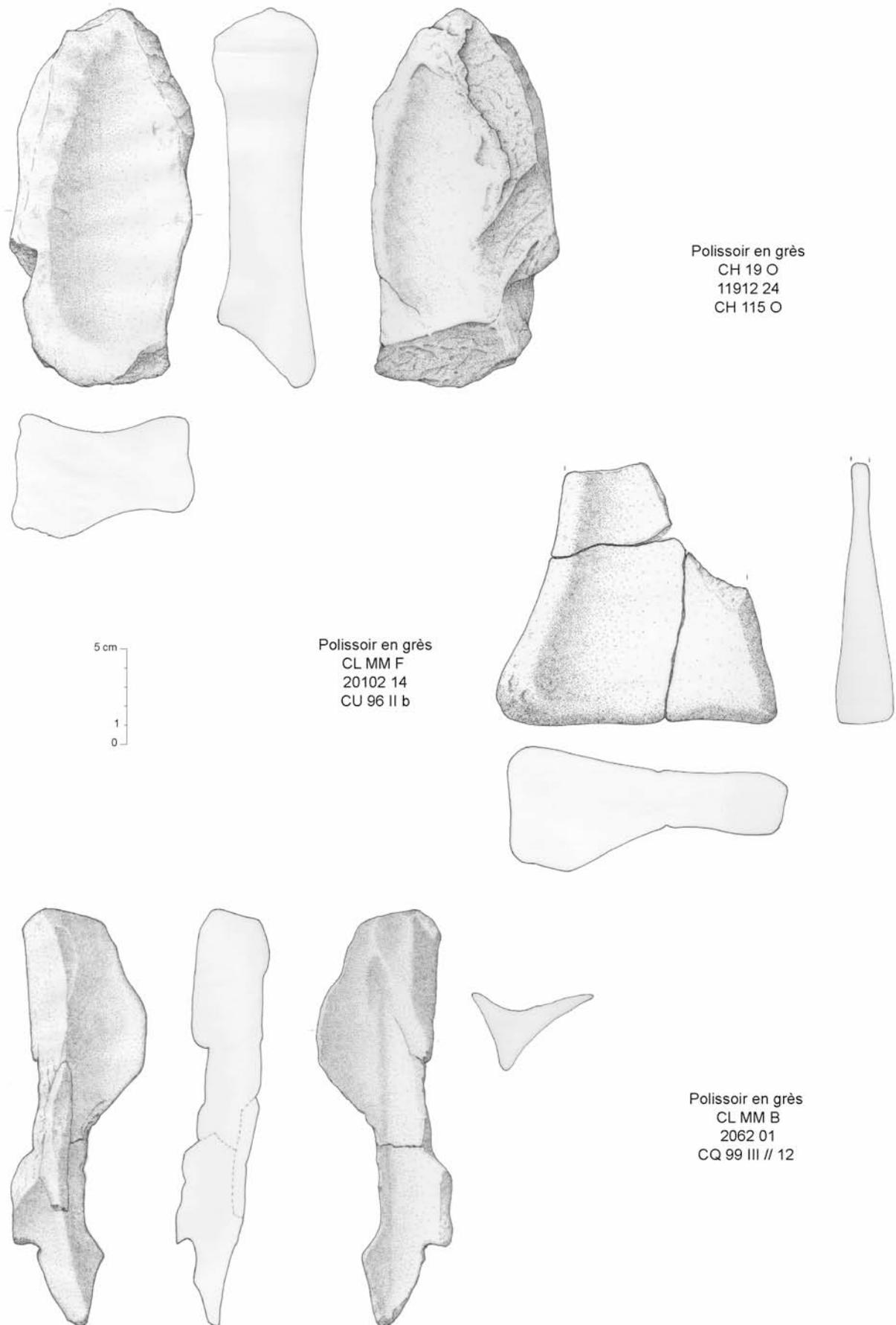


Figure 51 : exemples de polissoirs du Néolithique final sur bloc, dessin A.-M. Pétrequin

De même, certains outils, plus larges et plus plats, semblent provenir de support en plaquette (fig. 50). Les propositions de dimensions initiales de 30 à 35 cm de long pour 20 à 25 cm de large (Monnier *et al.*, 1997b, p. 447-448) semblent toujours valables, « soit des surfaces schématiquement rectangulaires qui sont assez grandes pour polir une hache de dimensions moyennes (15 à 20 cm de longueur) dans une cuvette de 25 cm de longueur ».

J'ai tenté de repérer à quelle catégorie pouvaient appartenir les polissoirs de Chalain/Clairvaux : bloc (fig. 51) ou plaquette (fig. 52).

A mon sens 29 artefacts proviennent de blocs et 22 de plaquettes. Il serait tentant de voir dans cette opposition une variante de matière première, malheureusement et au risque de gâcher le suspens, il n'en est rien.

Quelle que soit la forme initiale du polissoir, la volonté d'utiliser au maximum les outils est visible. Ainsi, les blocs se transforment peu à peu en plaquettes rectangulaires puis se brisent, reste alors des « coins », triangles rectangle où l'angle droit reste épais (Fig. 51, CL MM F). Dans le cas des plaquettes, elles s'affinent au point de se percer.

Ces formes sont le résultat -comme au Néolithique moyen, de la volonté d'économiser la matière première, c'est-à-dire d'utiliser au mieux et le plus longtemps possible les outils. Il faudra se demander quelle est la raison de cette économie ; la matière première est-elle rare au point de l'économiser systématiquement ? Le temps de façonnage d'un outil efficace est-il important ? Au-delà de ces questions purement fonctionnelles, il faudra également se demander si cette catégorie d'outils possède une valeur particulière.

A l'échelle de l'ensemble du corpus, si l'on établit la courbe des longueurs des polissoirs (fig. 53), on ne remarque aucun palier, aucun seuil qui pourrait permettre d'isoler réellement deux types d'outil. Les outils complets se répartissent le long de la courbe, sans définir de dimensions particulières propres aux pièces complètes. Il existe donc des polissoirs de toutes les dimensions, même s'ils sont en majorité inférieurs à 10 cm de long. Ce résultat est en accord avec l'idée générale d'utilisation longue et continue d'un polissoir, au départ de dimensions importantes puis de plus en plus petit.

Dans les séries de polissoirs du Néolithique final, je n'ai pas repéré de plaquette de sciage. Au mieux, certains polissoirs présentent de probables traces de sciage, avec un côté vertical strié, mais aucun d'entre eux n'a la forme attendue pour une plaquette, à savoir une épaisseur constante assortie d'un biseau net (Croutsch, 2005 et com. pers.). Pourtant, la matière première des polissoirs, en majorité des grès fins, est potentiellement utilisable pour les plaquettes de sciage en pierre.

Les stigmates d'usure et les interprétations fonctionnelles sur les polissoirs ont déjà été détaillés dans la publication des sites de Chalain 3. Mes recherches sont loin d'être exhaustives sur ces sujets, je laisse donc le soin au lecteur de se reporter à l'article sur les polissoirs (Monnier *et al.*, 1997b). Mais, des attributions fonctionnelles ont été réalisées depuis par Sylvie Beyries sur les outils de CH 4. Par exemple, un polissoir sur plaquette, interprété au départ comme un couteau à moissonner, semble être en réalité un outil de potier (fig. 54).

Une dizaine de polissoirs présentent de possibles traces de colle, 41 des stries. Il faut noter que certains remontages entre artefacts ont pu être fait grâce à cette étude macroscopique des résidus, par la présence de dépôts similaires sur différents fragments.

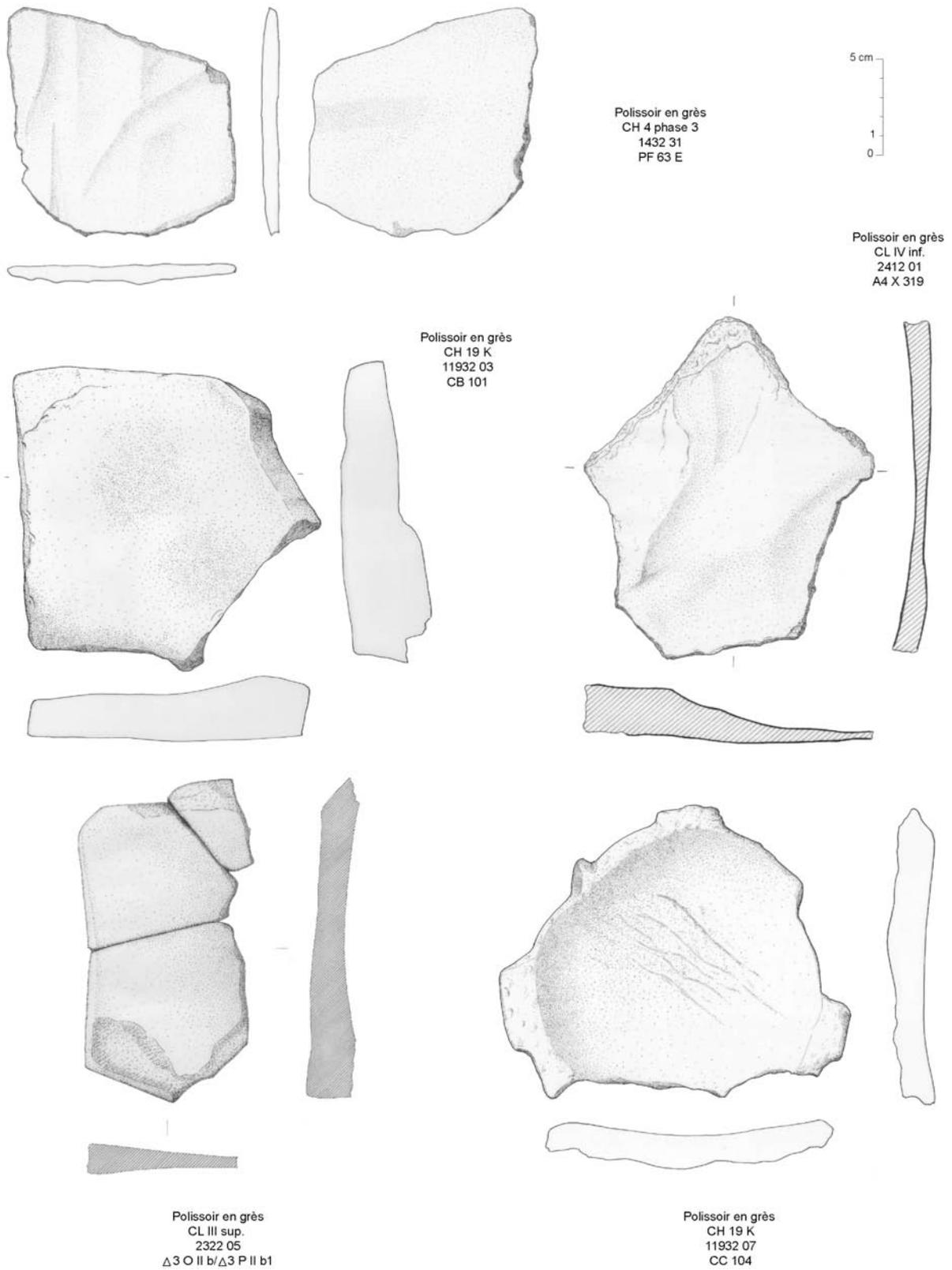


Figure 52 : exemples de polissoirs du Néolithique final sur plaquette, dessin A.-M. Pétrequin

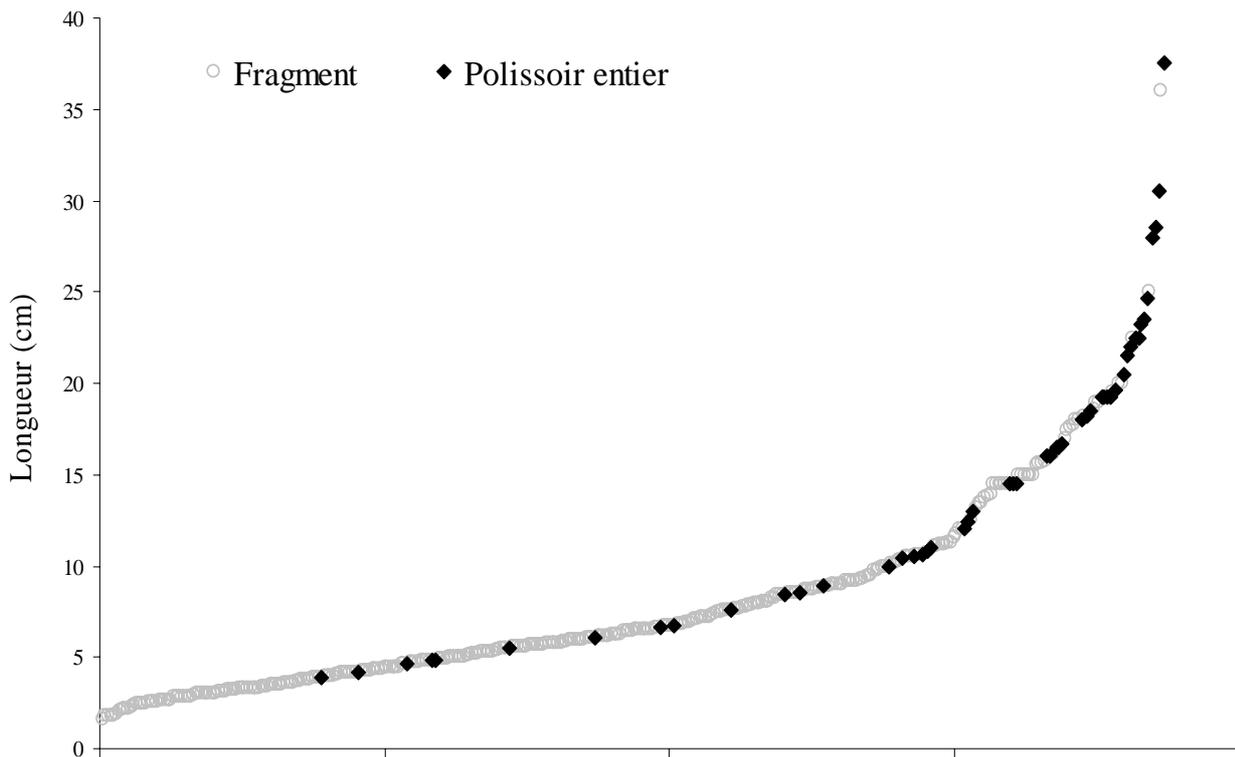


Figure 53 : distribution des longueurs de polissoirs du Néolithique final

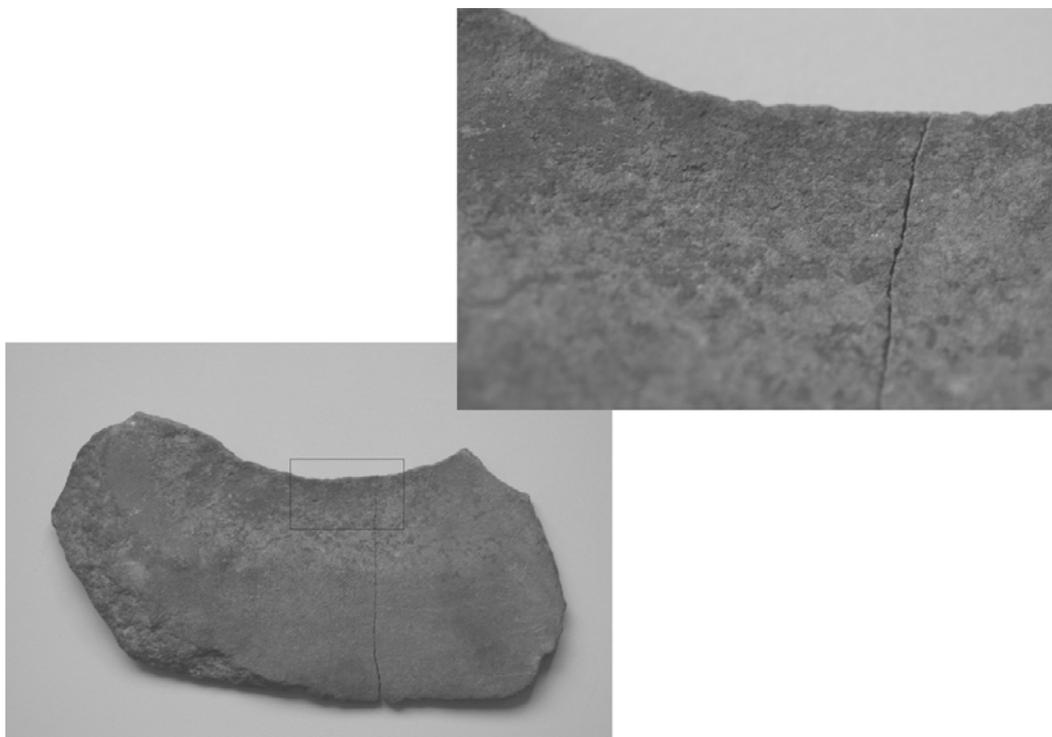


Figure 54 : réemploi d'un polissoir en outil de potier.
 Artefact de CH 4 phase 2, n°1422 23, subarkose.
 Noter la présence de dépôts d'argile à la surface de l'outil. Clichés S. Beyries

Les données de Sylvie Beyries sur les polissoirs de CH 4 sont incluses dans l'inventaire de ces derniers (annexe 6, colonne à part entière pour CH 4).

** Pondération et chronologie*

Sachant que nous avons écarté certaines séries selon les mêmes critères que ceux utilisés que pour le matériel de mouture et de broyage, le corpus pris en compte pour les pondérations des polissoirs comporte 354 artefacts correspondant à 17 villages ou occupations de durée variable. Chacun des ensembles compte de 2 à 50 artefacts.

La pondération par les surfaces des dépotoirs et les durées d'occupation (fig. 55) permet de relativiser les disparités entre villages ; elle consiste à diviser le nombre d'artefacts, ou leur poids ou tout autre variable, par la durée d'occupation du site (ici en décennies) et par la surface des dépotoirs, ici en mètres carrés (précisée fig. 11 et chapitre 2 paragraphe 4 2).

	Site	Nombre	Poids (g)	Surface dépotoirs	Durée d'occ. en décennie	Nbre/m ² /10ans	Poids(g)/m ² /10ans
Chalain à Bronze	CL MM K	24	6548	96	/		
Chalain	CH 2 /2,3, 5 et 6	2	90	50	4	0,01	0,45
	CL MM JH	24	5370	96	/		
Clairvaux moyen-Récent	CL MM D,E,F et G	42	11703	96	/		
Clairvaux moyen	CL MM A, B, C, Sud et CL III inf.	20	3281	124	3	0,05	8,82
Clairvaux ancien	CH 2 C	30	8704	200	2	0,08	21,76
	CL IV sup.	5	685	54	2	0,05	6,34
	CH 4 4	28	3737	48	1	0,58	77,85
	CH 19 HK	50	12730	120	3	0,14	35,36
	CH 4 3	31	4130	100	1	0,31	41,30
	CL IV inf.	7	2085	54	3	0,04	12,87
	CH 4 2	34	1794	132	1	0,26	13,59
Clairvaux-Ferrières	CH 4 1	7	2615	60	1	0,12	43,58
	CH 3 IV	8	1794	21	1	0,38	85,43
Horgen	CH 3 VI	10	3503	50	2	0,10	35,03
	CH 19 O	27	4223	50	4	0,14	21,12
	CH 3 VIII	6	4922	70	3	0,03	23,44

Figure 55 : base chiffrée des corrélations entre durée des habitats, surface des dépotoirs et polissoirs. Le calcul du nombre (ou du poids) de témoins archéologiques par tranche chronologique de 10 ans et par m² (nombre de témoins divisé par durée de l'habitat, divisé par la surface des dépotoirs) permet de se faire une idée de la quantité d'artefacts présents entre 3200 et 2600 av. J.-C.

La pondération prend en compte la surface des dépotoirs ainsi que la durée des occupations lorsqu'elle est connue. Or, mis à part pour l'ensemble ABC, la durée d'occupation des villages de la Motte-aux-Magnins n'est pas connue. C'est pourquoi sur l'ensemble des graphiques, la courbe de pondération s'arrête à l'ensemble CL MM ABC, Sud et CL III Inf. et ne présente ensuite qu'un point à CH 2/5.

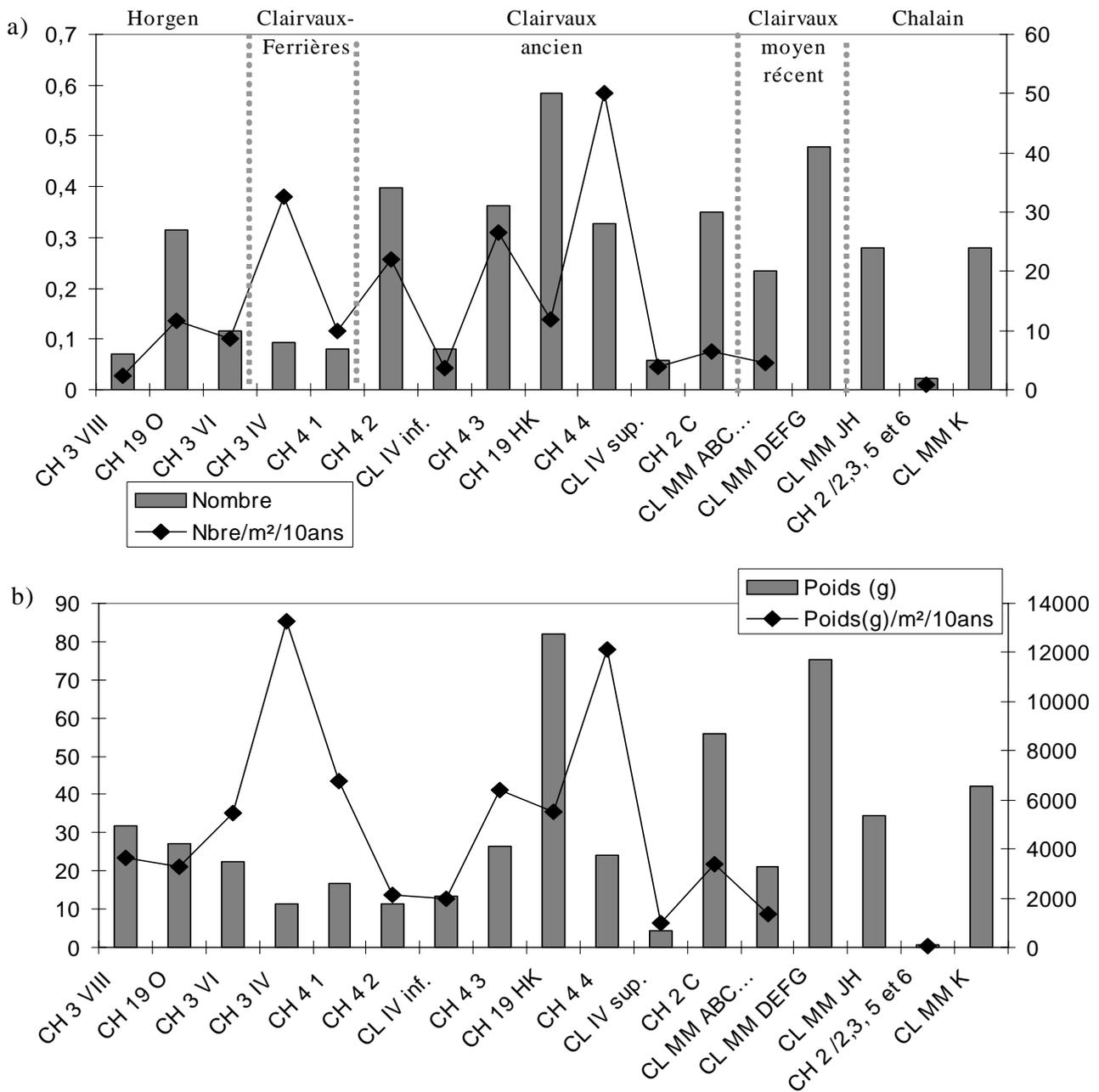


Figure 56 : graphique de pondération des polissoirs en nombre d'artefacts (a) et en poids (b)

La courbe de pondération en nombre d'artefacts (fig. 56 a) -très crénelée- fait apparaître quatre pics correspondant à des villages dans lesquels il y a un plus grand nombre de polissoirs : CH 3 IV et CH 4 phase 2, 3 et 4. Le nombre de polissoirs par m² et par an peut être influencé par la fragmentation, elle-même en lien avec les couches d'incendie, ce qui a déjà été montré pour CH 3 IV. Une lecture plus globale de la courbe permet de voir que le nombre de polissoirs est plus important lors de l'arrivée des population Ferrières (à partir de CH 3 IV), et qu'il faut attendre la fin du Clairvaux ancien (CL IV sup. et CH 2 C), période de régionalisation des influences méridionales, pour voir diminuer et même s'effondrer le nombre de polissoirs.

Pour les villages ne présentant pas de pic, le nombre de polissoirs par m² et pour 10 ans est inférieur à 0,14. C'est-à-dire que par période de 10 ans, il y a environ un fragment de polissoir pour 10 m². L'évaluation réalisée sur CH 3 (Monnier *et al.*, 1997b, p 453) est de « à peu près un polissoir (ou les fragments d'un polissoir) par unité architecturale (la maison) et par unité de

temps (la durée d'occupation du village). Si l'on estime que l'espérance de vie d'une maison n'excède guère la douzaine d'années (Pétrequin dir., 1991), cela revient à dire qu'on use complètement un polissoir (...) pendant ce laps de temps. Ceci est peu pour un outil de fabrication et d'affûtage aussi essentiel ». La pondération appliquée à l'ensemble des sites de la Combe d'Ain conduit au même résultat, à savoir un nombre relativement faible d'artefacts présents.

En poids (fig. 56 b), la pondération fait apparaître deux pics, l'un centré sur CH 3 IV (environ $85 \text{ g/m}^2/10 \text{ ans}$) et le second entre CH 4 phase 3 et phase 4. Ces deux périodes, où le poids des polissoirs présents est important, sont les mêmes que celles mises en évidence à partir du nombre d'artefacts, à savoir l'arrivée des populations Ferrières, à partir de 3040 av. J.-C. (CH 3 IV), et le Clairvaux ancien. Entre ces deux maxima, on note une diminution du poids des polissoirs par mètre carré et par an (CH phase 2 et CL IV inf.), qui se stabilise aux environs de $13 \text{ g/m}^2/10 \text{ ans}$. Un polissoir pesant en moyenne 240 g au Néolithique final, on peut compter un polissoir pour 20 m^2 pour 10 ans dans cette période intermédiaire (un polissoir pour 3 m^2 pour 10 ans dans les périodes fastes). Les niveaux de la fin du Clairvaux ancien (6 à $21 \text{ g/m}^2/10 \text{ ans}$) rejoignent ceux de la stabilisation de CH phase 2 et CL IV inf. Enfin, pour la fin de la période, à CH 2/, la courbe de pondération frôle le zéro.

La suite de la réflexion pourra se faire en prenant en compte la nature même des matières premières ainsi que la répartition des artefacts, ce qui sera fait dans les chapitre suivants.

La troisième catégorie de matériel lithique pondéreux, après les meules et les polissoirs, est constituée par les percuteurs.

III 2 : Les percuteurs

III 2 1 : Définition

« Depuis 1870 et le début des recherches à Clairvaux, on a très vite reconnu, sans pouvoir d'ailleurs en préciser la fonction, des quartzites laiteux de modelé arrondi, qui portaient tous des traces de percussion (...). Plus récemment, en triant les masses de pierres chauffées et éclatées par le feu, il est apparu que certains galets calcaires morainiques ou fluvio-glaciaires pouvaient eux aussi porter des stigmates de percussion, bien que l'organisation de ces traces soit plus aléatoire et atteste une utilisation épisodique, voire même opportuniste » (Monnier *et al.*, 1997a, p. 437).

Dans la Combe d'Ain, il faut bien reconnaître que les catégories de matériel lithique pondéreux sont quasiment des cas d'écoles. En effet, à chaque type d'outil correspond une matière première singulière et très caractéristique. Evidemment, certaines matières premières dérogent à ce schéma mais elles restent marginales. Ainsi, pour les percuteurs, en plus des blocs calcaires, des rognons de quartz très particuliers sont choisis (les quartzites laiteux) dès le Néolithique moyen.

La variabilité des matières premières et leur attachement quasi exclusif à un type d'outil me permettent de passer outre les problèmes de reconnaissance typologique. Sans exclure la plurifonctionnalité des outils, souvent reconnue (Beaune, 1989), il faut bien admettre que l'individualisation des percuteurs ne pose ici que peu de problème (fig. 57).

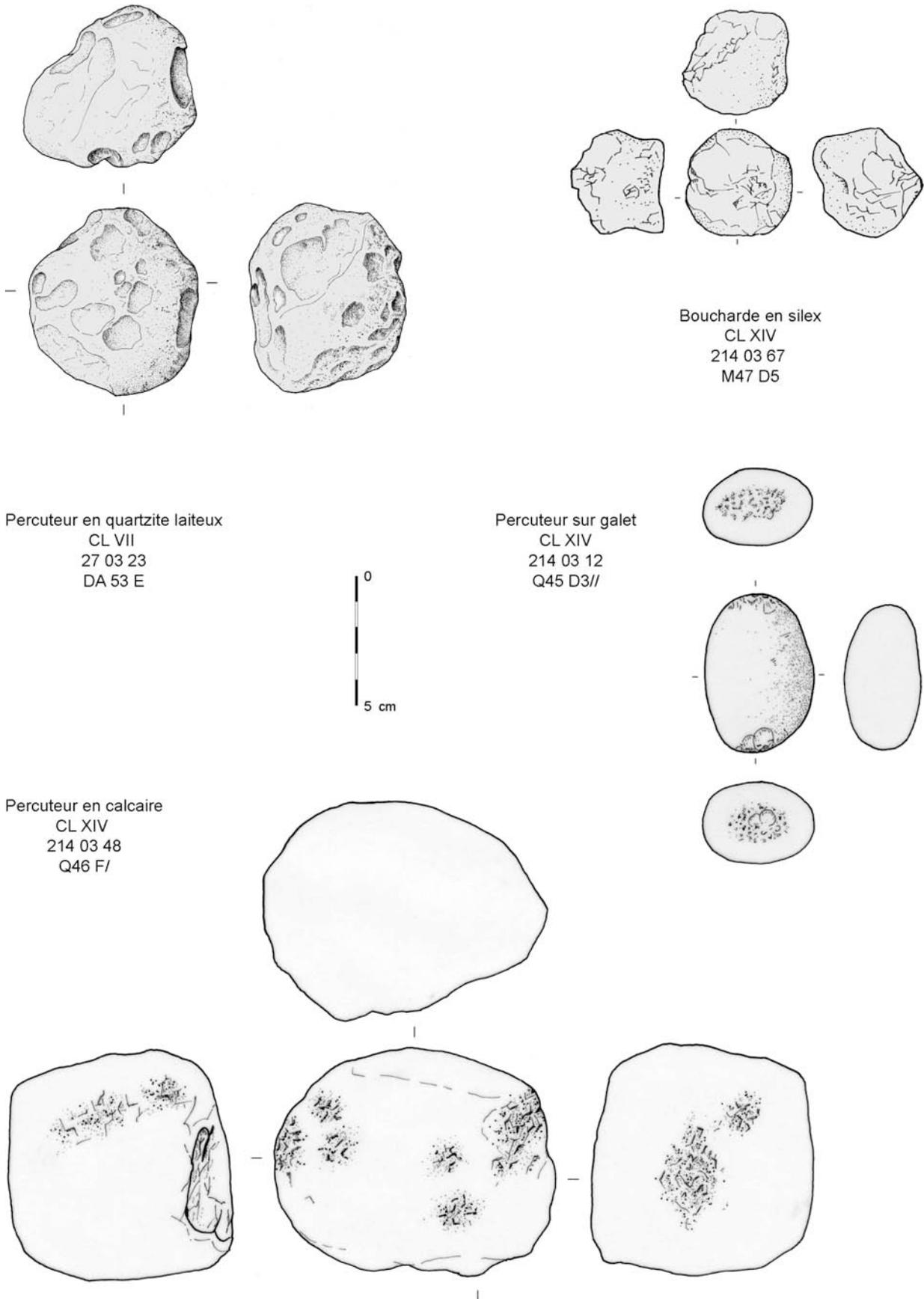


Figure 57 : variabilité des percuteurs dans la Combe d'Ain. Dessin A.-M. Pétrequin

Mais que faut-il entendre par percuteur ? Pour Inizan *et al.* (1995, technologie de la pierre taillée), « le percuteur est un « marteau naturel » utilisé pour débiter, façonner ou retoucher la pierre dure. Un percuteur peut être un galet ou un bloc de pierre, un fragment de bois animal ou végétal, un os (...). L'usage a consacré les termes « percuteur dur » pour les marteaux naturels minéraux et « percuteur tendre » pour les matières animale ou végétales ». Pour moi, un percuteur est un caillou utilisé en percussion lancée, dans le but de transformer le répercutant, qu'il s'agisse de silex à tailler, de surface active de meule à raviver, d'os à broyer...

Du point de vue terminologique, à Chalain/Clairvaux, la catégorie des percuteurs comprend une sous-catégorie nommée boucharde. J'ai déjà expliqué le choix du terme bouchardage dans le chapitre II. La boucharde est donc l'outil en pierre qui sert à boucharder une surface, à écraser les grains de la roche. Cela implique un outil qui présente des plages d'impacts de percussion parfois couvrantes et modelant l'outil, preuve d'une percussion plus ou moins douce et rythmée, à l'inverse de percuteur ne présentant que des impacts de coup plus violents et moins répétitifs (fig. 58). Mais il faut reconnaître que la distinction reste subjective, certains galets par exemple étant nommé percuteurs, faute de traces d'impact assez couvrantes, alors qu'instinctivement, on sent bien qu'ils ont été utilisés en percussion douce.

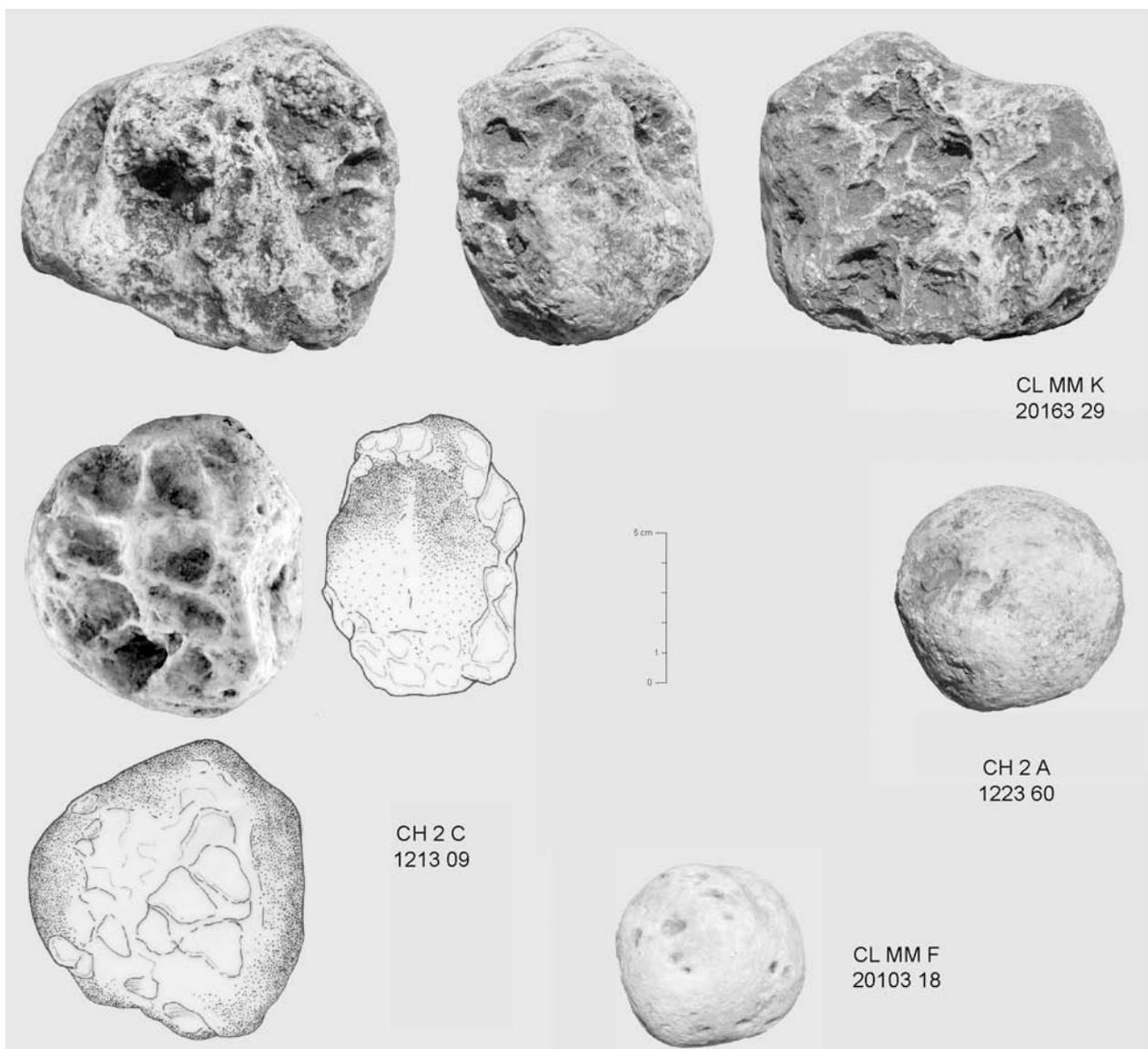


Figure 58 : variabilité des bouchardes en quartzite, dessin A.-M. Pétrequin

Les fonctions des percuteurs au sens large peuvent être variées. Par exemple, les percuteurs/bouchardes sont les outils utilisés pour le ravivage des surfaces actives des meules et des molettes. Dans l'expérimentation réalisée par l'équipe de P. Pétrequin, le dressage d'une surface active de 40 cm sur 34 a pris 6 heures. Le bouchardage a été réalisé avec un percuteur expérimental très similaire aux outils retrouvés dans les sites archéologiques : un quartzite laiteux de 440 g, dont l'extrémité distale a été utilisée (fig. 59). « Le percuteur de quartzite a perdu 2 g pendant la première heure, tandis que l'extrémité active prenait son profil d'équilibre ; pendant les cinq heures de travail suivantes, la perte du poids de la boucharde a été négligeable. Ainsi, contrairement aux apparences, ces bouchardes très efficaces paraissent posséder une bonne résistance mécanique. Nul doute alors que les bouchardes sphériques ou ovalaires n'aient été des outils à part entière, utilisés à chaque fois qu'il fallait donner à nouveau du mordant aux molettes et aux tables de broyage des meules dormantes, dès que la surface en devenait trop polie ou trop usée pour garder son efficacité. Ainsi, ces outils de très longue durée ont pu être utilisés pendant des années dans les unités domestiques » (Monnier *et al.*, 1997a).



Figure 59 : dressage d'une surface active expérimentale, cliché A.-M. Pétrequin, d'après Monnier et al. (1997a, p. 440)

Pour les percuteurs des sites lacustres jurassiens, seules les séries de CL III (Piningre, 1986), CL MM V (Piningre, 1989b), CL II (Piningre, 1989a), CL VIII (Saintot, 1989) et CH 3 (Monnier *et al.*, 1997a) sont publiées.

III 2 2 : Présentation

Les outils de percussion de la Combe d'Ain font l'objet d'un inventaire au même titre que les autres catégories de matériel lithique pondéreux. L'inventaire général est présenté en annexe 7, leur décompte figure 60.

Site	Couche	Nombre	Poids
CH 19	ABC	1	265
CH 3	F.A. et post VII	4	595
CL MM	Ind.	3	46
CH 2	A	43	5184
CL MM	K	62	8130
CL III	sup	3	651
CH 21	/	1	61
CH 2	/2	36	6050
CH 2	/6	2	65
CH 2	/3	26	4503
CH 2	/5	10	2676
CL MM	J	25	2966
CL MM	H	7	1336
CL MM	G	9	2362
CL MM	F	22	6273
CL MM	E	6	3314
CL MM	D	6	2540
CL III	inf	4	340
CH 2	A//	17	2170
CL MM	Sud	6	107
CL X	/	1	330
CL MM	ABC	1	605
CL MM	C	18	3639
CL MM	B	20	4778
CL MM	A	11	3057
CH 2	C	17	2557
CL IV	sup	31	1387
CH 4	4	4	5390
CH 3	IIc	3	224
CH 19	H	8	3775
CH 19	K	5	6973
CH 19	H/K	17	11888
CH 4	3	4	7365
CL IV	inf	15	3849
CH 4	2	38	35528
CH 4	1	/	/
CH 3	IV	3	16
CH 3	VI	17	7665
CH 19	O	9	4250
CH 3	VIII	34	31522
CL II	/	3	/
CL VIII	/	1	/
CL VII	/	35	12273
CL MM	V	13	2062
CL XIV	/	82	22425

Figure 60 : décompte des percuteurs de Chalain/Clairvaux en nombre d'artefacts et en poids

III 2 2 a : Néolithique moyen

134 percuteurs sont recensés pour le Néolithique moyen, c'est-à-dire pour les sites de CL MM V (13), CL II/Ibis (3), CL VII (35), CL VIII (1) et CL XIV (82).

Le poids moyen d'un percuteur, entier ou non, est de 294 g. 31 d'entre eux portent des traces de chauffe. Concernant les matières premières, 82 sont en calcaire (soit un sur 3 environ), 40 sont en quartzite laiteux (30 %), les autres percuteurs sont en silex (5) ou indéterminés (7).

54 d'entre eux sont entiers, dont 44 ont été mesurés. Ces outils entiers pèsent en moyenne 500 g et mesure 9 cm de long pour 7 cm de large. Des percuteurs entiers ont été trouvés sur tous les sites et appartiennent à toutes les catégories de matières premières.

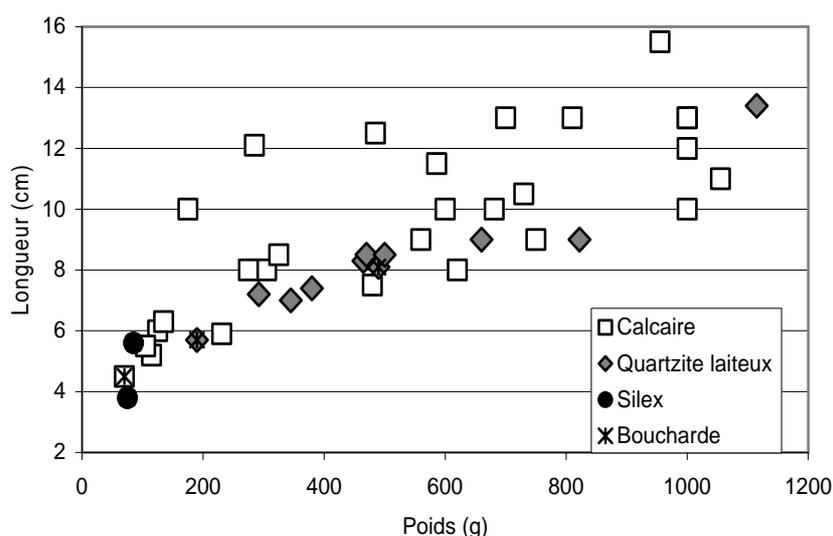


Figure 61 : répartition des percuteurs entiers du Néolithique moyen en fonction de leur longueur, poids et matière première

La figure 61 représente les outils complets en fonction de leur matière première, de leur poids et de leur longueur. On remarque que les calcaires et les quartzites se partagent la gamme des dimensions et des poids, aucune des deux matières n'est caractéristique d'un module. Au contraire, les deux objets en silex sont de petites dimensions. Or ces deux outils sont reconnus comme bouchardes, de même que 6 autres dans le corpus. Ces dernières ont un poids moyen de 200 g et une longueur de 5,6 cm. Ainsi, les bouchardes sont principalement de petits modules, mais leur principal caractère est la localisation des traces d'impacts, en bande sur le pourtour de l'objet, témoignant de nombreux coups répétés sans violence excessive.

III 2 2 b : Néolithique final

* Corpus global

Pour le Néolithique final, entre 3200 et 2500 av. J.-C., 549 percuteurs sont inventoriés, de 336 g en moyenne, soit un poids moyen proche de celui du Néolithique moyen. Concernant les matières premières (fig. 62), les quartzites sont majoritaires avec 390 artefacts (71 % du corpus).

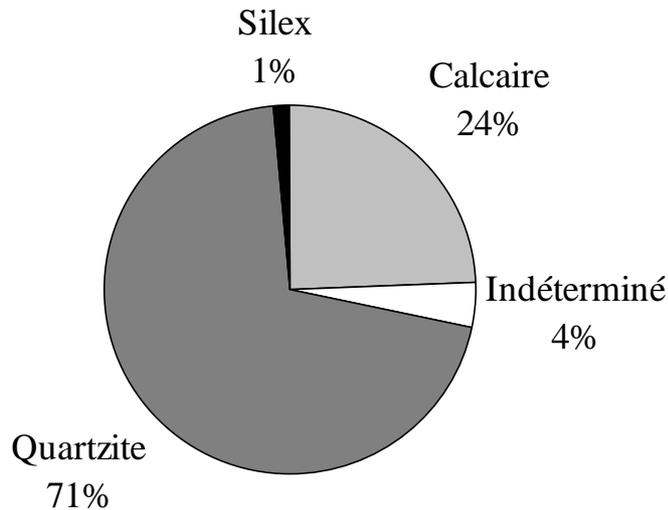


Figure 62 : matière première des percuteurs du Néolithique final de la Combe d'Ain

195 percuteurs du Néolithique final sont brûlés, soit environ 35 %. Parmi les artefacts brûlés, 170 sont des quartzites, et seuls 7 % d'entre eux sont des calcaires. La majorité des percuteurs brûlés sont des éclats thermiques, ce qui permet de proposer une réutilisation des percuteurs en quartzite en pierres chauffées, voire pour certains blocs sans traces de percussion claire une utilisation directe des quartzites en pierre de foyer. Mais cette dernière proposition, si elle est possible, est peu probable étant donné la qualité et la rareté des quartzites, notamment confronté à la large disponibilité de blocs calcaires.

166 percuteurs sont entiers, ils pèsent 800 g en moyenne, beaucoup plus qu'au Néolithique moyen (500 g).

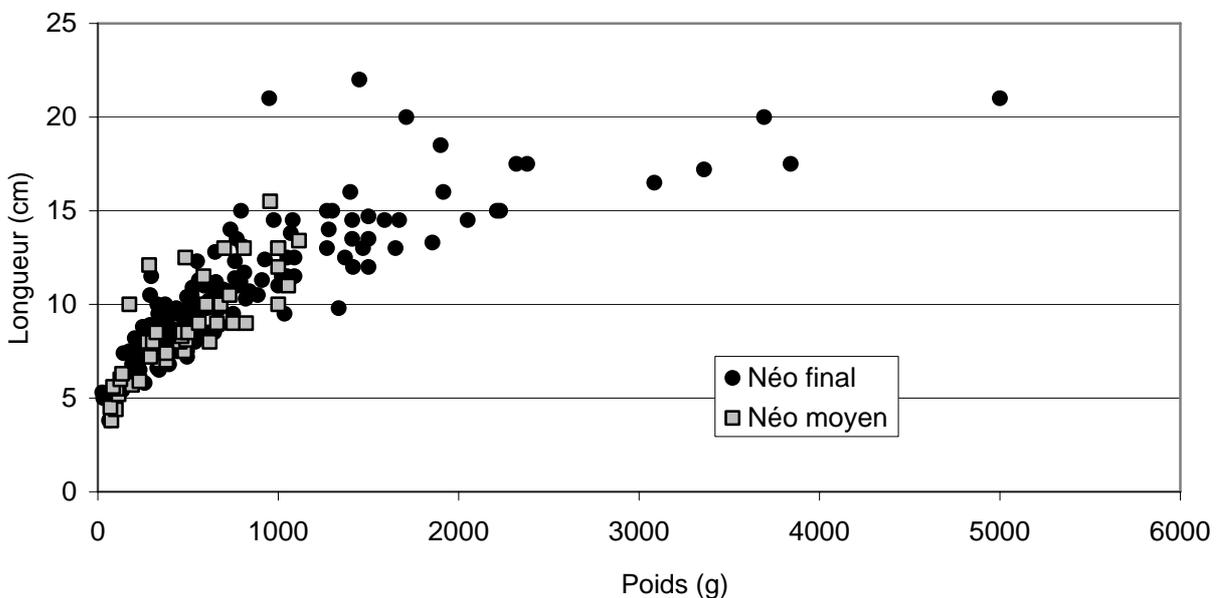


Figure 63 : comparaison des séries de percuteurs du Néolithique moyen et du Néolithique final

La comparaison des séries du Néolithique moyen et du Néolithique final (fig. 63) met en évidence l'apparition, au Néolithique final, de percuteurs de gros modules, supérieurs à 1 kg et/ou à 15 cm de longueur, qui n'existaient pas aux périodes précédentes.

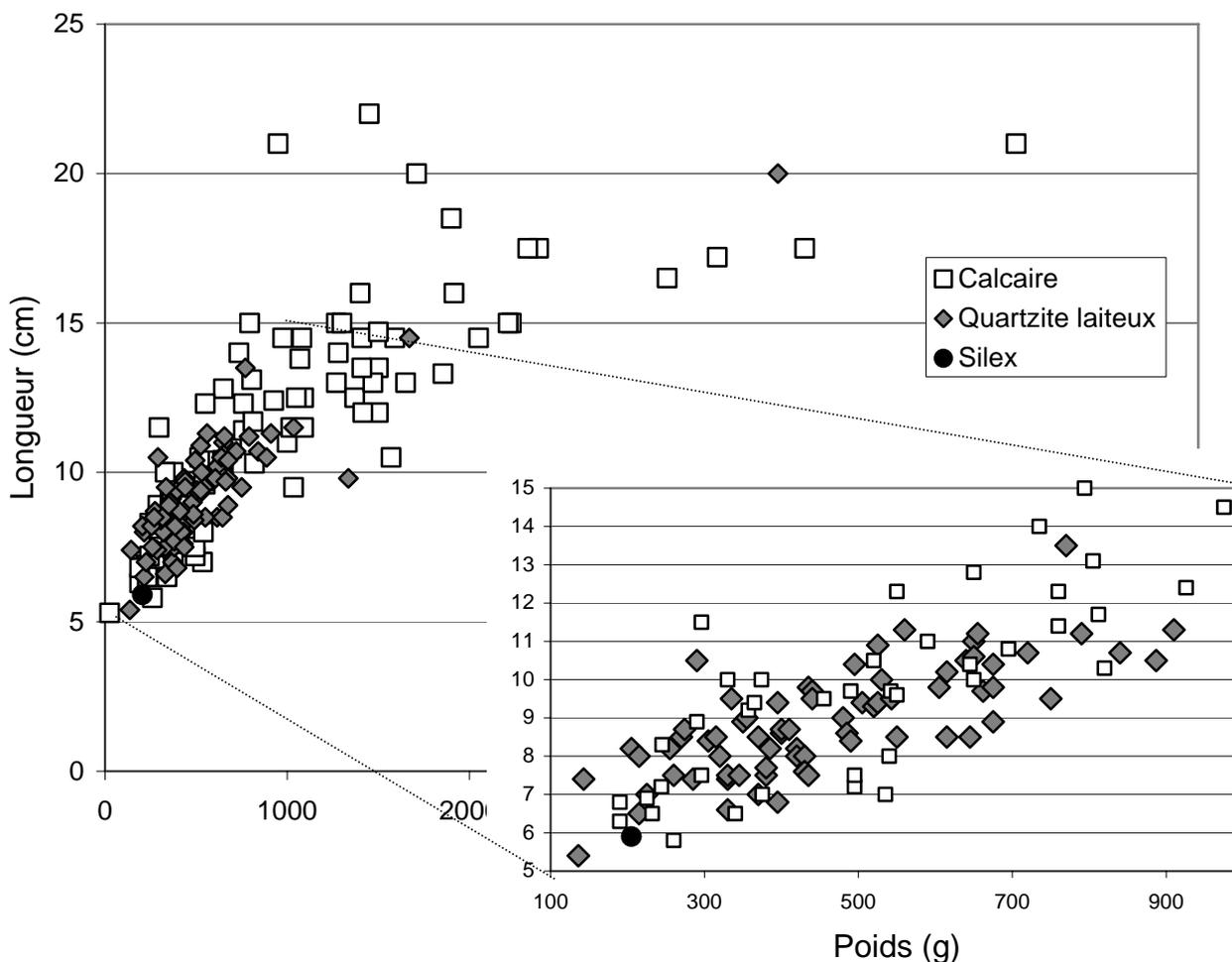


Figure 64 : répartition des percuteurs entiers du Néolithique final en fonction de leur longueur, poids et matière première

La répartition des percuteurs complets en fonction de leur longueur, poids et matière première (fig. 64) met en lumière une complémentarité entre les percuteurs en calcaire et ceux en quartzite. En effet, les percuteurs de plus de 1 kg, ou de plus de 12 cm de long sont en calcaire, à trois ou quatre exceptions près. A l'inverse, les outils en quartzite présentent une impressionnante homogénéité de module, 6,5 à 11,5 cm de long pour 95 % d'entre eux. De même, leur poids oscille entre 300 et 800 g (pour les deux tiers des percuteurs entiers en quartzite). La dichotomie est renforcée par le poids moyen des individus complets : 1,1 kg en moyenne pour les percuteurs en calcaire, 540 g pour ceux en quartzite, soit deux fois moins. L'homogénéité morphologique des percuteurs en quartzite au Néolithique final reflète un choix strict répondant soit à une nécessité fonctionnelle, comme par exemple leur spécialisation pour la taille du silex, soit la disponibilité du matériau.

Enfin, les outils en silex sont, à l'instar du Néolithique moyen, de petites dimensions et reconnus comme bouchardes (de 75 à 205 g). Avec la détermination de l'origine géologique de ces silex (en cours), il n'est pas impossible que cette catégorie d'outil apparaisse comme des importations liées à la diffusion des haches polies, sorte de kit d'entretien fournit avec la lame. En effet, le bouchardage des ébauches de lames de hache, en Irian Jaya par exemple, se fait avec des percuteurs de plus en plus petits, les galets choisis pour la dernière étape, le piquetage final, pesant 80 à 150 g (Pétrequin et Pétrequin, 1993, p. 322). Cependant les bouchardes sont souvent en roche au moins aussi dures que celles des haches travaillées. Donc des bouchardes en silex sont adaptées au travail des lames de haches en silex et pas aux roches alpines tenaces

(jadéites, ...). Or, à Chalain/Clairvaux les lames de haches sont presque toujours en roche alpine tenace ce qui va à l'encontre de l'hypothèse d'un kit d'entretien. Cependant au Néolithique final, les percuteurs en silex proviennent exclusivement de la Motte-aux-Magnins, et en particulier de l'horizon de compaction K. Or à CL MM K les lames de hache connues sont en serpentine, matière première très tendre, qui peut potentiellement être mise en forme avec une boucharde en silex.

** Pondération et chronologie*

Sachant que nous avons écarté certaines séries selon les mêmes critères que ceux utilisés que pour le matériel de mouture et de broyage et pour les polissoirs, le corpus de percuteurs pris en compte pour les pondérations comporte 473 artefacts correspondant à 17 villages ou occupations de durée variable (fig. 65).

	Site	Nombre	Poids (g)	Qtzite	Calc.	Ind.	Silex	Qtzite	Calc.
Chalain à Bze	CL MM K	62	8130	49	1	6	6	79%	2%
Chalain	CH 2 /2,3, 5 et 6	74	13294	72		2		97%	0%
	CL MM JH	32	4302	28	3	1		88%	9%
Cl. M.-récent	CL MM D,E,F et G	43	14489	29	8	5	1	67%	19%
Cl. moyen	CL MM A, B, C, Sud et CL III inf.	60	12526	51	8	1		85%	13%
Cl. ancien	CH 2 C	17	2557	16	1			94%	6%
	CL IV sup.	31	1387	29	1	1		94%	3%
	CH 4 4	4	5390		4			0%	100%
	CH 19 HK	30	22636	7	21	2		23%	70%
	CH 4 3	4	7365		3	1		0%	75%
	CL IV inf.	15	3849	13	2			87%	13%
	CH 4 2	38	35528	5	32	1		13%	84%
Cl.-Ferrières	CH 4 1	/	/					0%	0%
	CH 3 IV	3	16		2	1		0%	67%
Horgen	CH 3 VI	17	7665	9	8			53%	47%
	CH 19 O	9	4250	2	7			22%	78%
	CH 3 VIII	34	31522	10	24			29%	71%

Figure 65 : décompte des percuteurs par matière première et par village, en nombre d'artefacts et en pourcentage

Chacun des ensembles compte de 3 à 74 artefacts, la variabilité en poids est toujours aussi nette, de 16 g à plus de 35 kg.

Il faut remarquer que le village de CH 4 phase 1, correspondant à une maison, est totalement dépourvu de matériel lithique de type percuteur. Cette phase correspond à la première installation du Néolithique final sur Chalain 4 et présente de nombreuses particularités inhérentes à l'arrivée de la culture méridionale Ferrières. La céramique en particulier, est en rupture totale avec les traditions Horgen (Martineau, 2000). Les corpus de matériel de mouture, de broyage et de polissage n'ont pas mis en évidence de différence entre la phase 1 de Chalain 4 et les autres occupations du bassin lacustre. L'absence de percuteur est donc une donnée importante qu'il faudra exploiter au vu des résultats sur les autres catégories d'artefacts, lithique ou non.

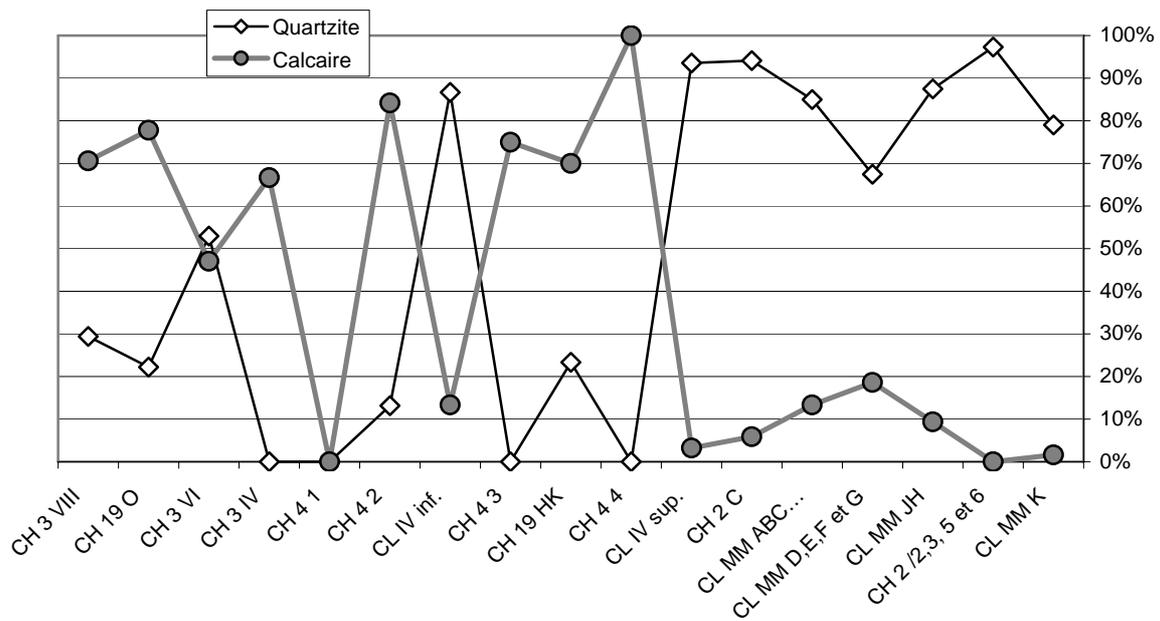


Figure 66 : part des percuteurs en calcaires et en quartzites laitoux, par village, à Chalain/Clairvaux

A partir des ensembles archéologiques cohérents, il est intéressant de voir la part prise par chacune des matières premières support des percuteurs du Néolithique final de la Combe d'Ain. Les deux principales sont les calcaires et les quartzites. Sur la figure 66, on constate que jusqu'aux alentours de 2990 av. J.-C. (CL VI sup, CH 2 C), la part des calcaires et des quartzites est très variable, aucune tendance nette ne s'affiche. Au contraire, à partir de cette date, les quartzites sont largement majoritaires dans les corpus.

La tendance est plus nette lorsque l'on regroupe les ensembles archéologiques par phases chrono-culturelles.

Pour suivre l'évolution sur son ensemble, les chiffres du Néolithique Moyen Bourguignon ont été ajoutés, ceux du Port Conty étant statistiquement trop faibles pour intégrer cette phase interprétative. On voit alors, sur le graphique (a) de la figure 67, une prédominance des percuteurs en calcaire depuis le Néolithique moyen jusqu'au Clairvaux ancien, puis les quartzites prennent le pas sur les calcaires, jusqu'à la fin des occupations.

Pour finir, il est tentant de lisser cette courbe. Pour le Clairvaux-Ferrières, le corpus n'est que de trois individus. Cela est dû en partie à l'absence totale de percuteur dans le village de Chalain 4 phase 1. Etant non représentative, cette phase est ôtée dans le graphique (fig. 67 b). Les phases du Clairvaux moyen et du Clairvaux moyen-récent peuvent être associées à ce stade de l'analyse. L'association des deux phases chrono-culturelle permet d'atteindre un seuil statistique comparable aux autres phases, c'est-à-dire supérieur à 60 artefacts. Le graphique (b) ainsi obtenu semble presque trop caricatural : le Néolithique moyen et le Horgen présentent des parts similaires de quartzites et de calcaires, de l'ordre de 2/3 de calcaires, 1/3 de quartzites. Puis, durant tout le Néolithique final, soit entre 3200 et 2500 av. J.-C., la part des calcaires dans l'outillage de percussion est en constante décroissance. A l'inverse, la part des quartzites augmente linéairement jusqu'au groupe de Chalain. Ce n'est que dans le dernier horizon archéologique de CL MM K, horizon de compaction, qu'une légère décroissance s'amorce. L'inversion de tendance se passe durant le Clairvaux ancien.

Phase	Nombre	Poids (g)	Nombre				%	
			Qtzite	Calc.	Ind.	Silex	Qtzite	Calc.
Chalain à Bronze	62	8 130	49	1	6	6	79%	2%
Chalain	106	17 596	100	3	3		94%	3%
Clairvaux moyen-Récent	43	14 489	29	8	5	1	67%	19%
Clairvaux moyen	60	12 526	51	8	1		85%	13%
Clairvaux ancien	139	78 712	70	64	5		50%	46%
Clairvaux-Ferrières	3	16		2	1		0%	67%
Horgen	60	43 437	21	39			35%	65%
NMB	130	36 760	39	81	6	4	30%	62%

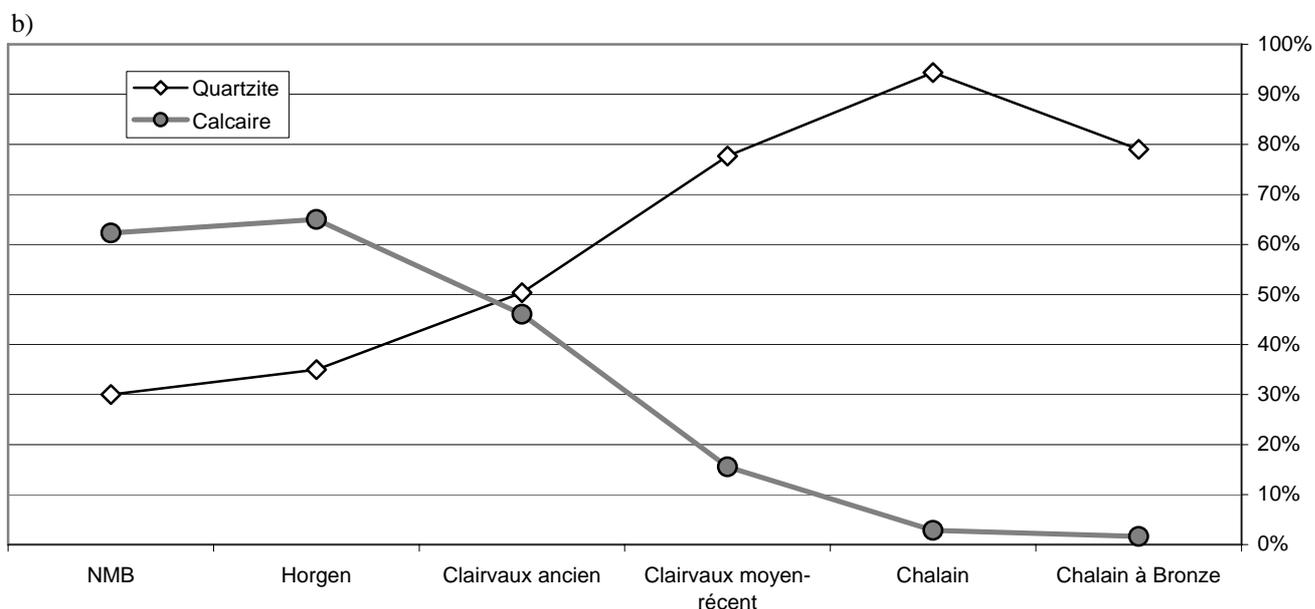
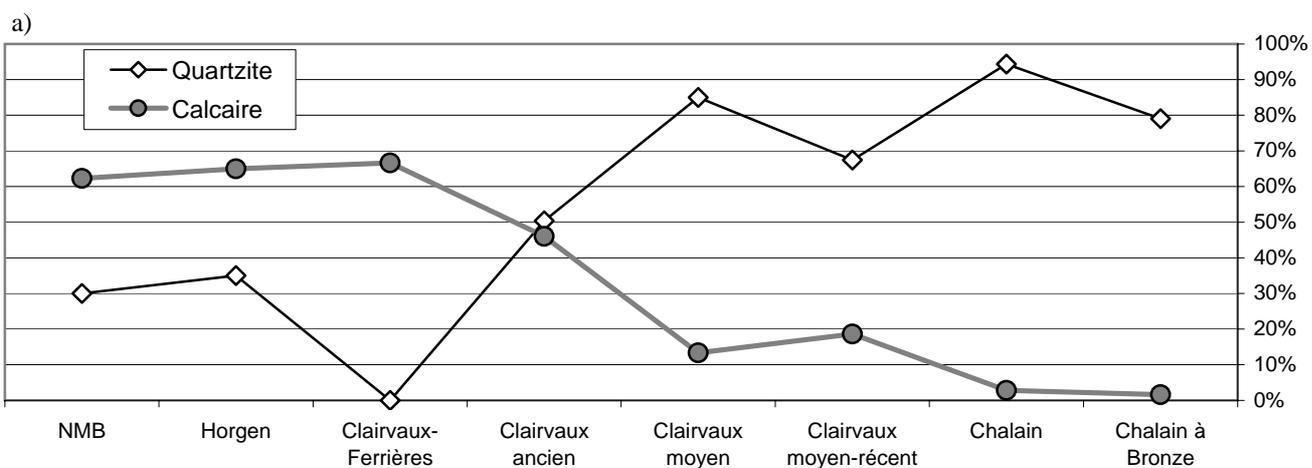


Figure 67 : part des percuteurs en calcaires et en quartzites laitex, par phase chrono-culturelle, entre 3700 et 2600 av. J.-C.

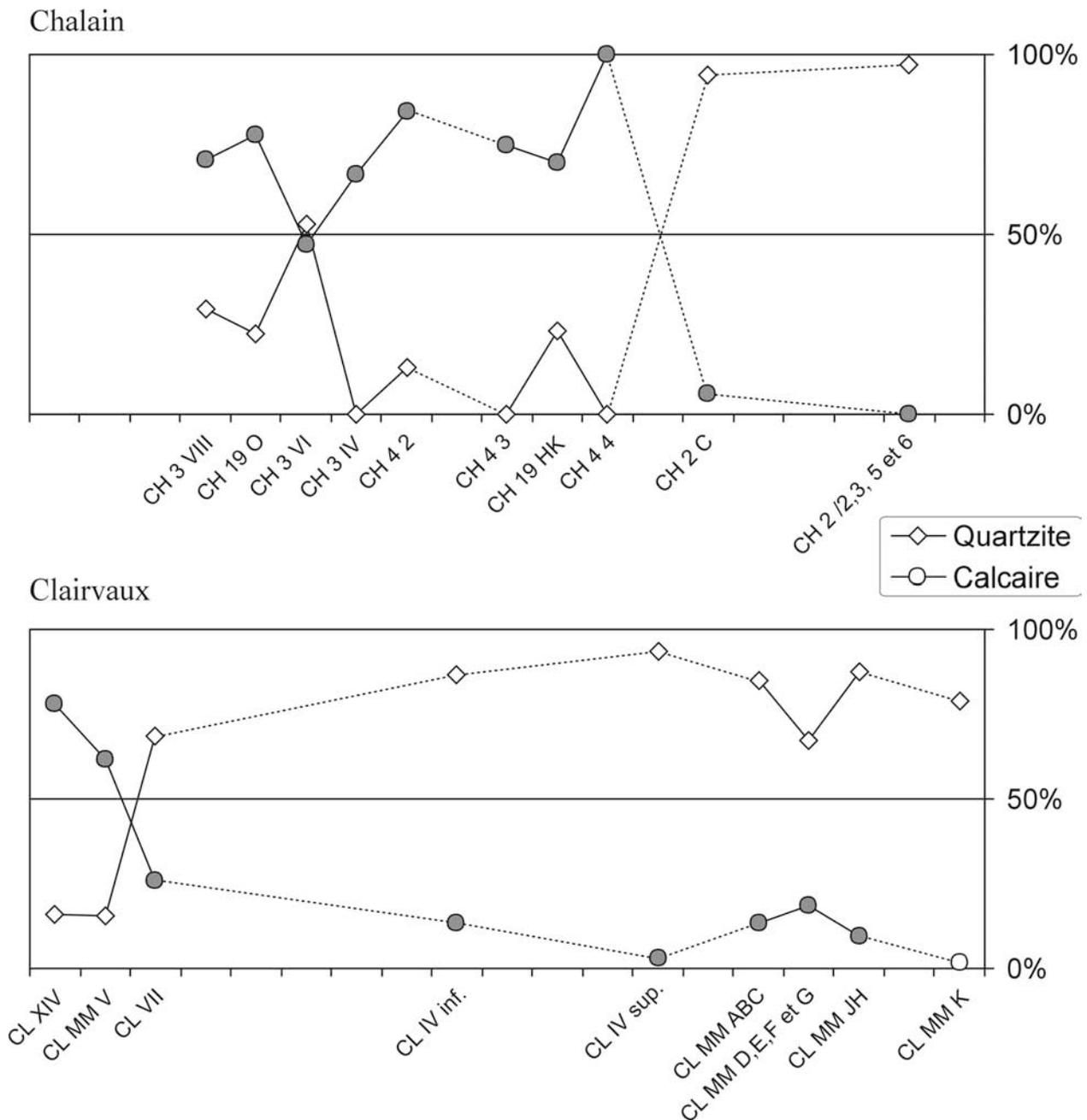


Figure 68 : part des percuteurs en calcaires et en quartzites laitoux, par occupation, sur le lac de Chalain et sur le lac de Clairvaux.

Si l'on regarde dans le détail (fig. 68), il apparaît qu'avant les occupations de CH 2, qui commence à CH 2 C vers 2990 av. J.-C., jamais les quartzites ne sont vraiment majoritaires sur le lac de Chalain. Sur CH 3, CH 4 et CH 19, la part des calcaires est toujours très importante. A l'inverse, dans le bassin lacustre de Clairvaux, et pour le Néolithique final, les calcaires ne représentent jamais plus de 20 % des percuteurs. Au Néolithique moyen, la tendance est la même à CL VII, les percuteurs en calcaire sont minoritaires. Par contre, à CL XIV et CL MM V, les calcaires sont présents en grande quantité. Tout se passe comme si à Clairvaux, dès le Néolithique moyen, une source de quartzite laitoux de bonne qualité était connue et exploitée. Peu importe les influx culturels et les variations de la quantité de population, cette matière reste toujours privilégiée pour les percuteurs, voire exclusive pour les outils très calibrés, entre 300 et 800 g. A l'inverse, sur le lac de Chalain, il faut attendre la fin du phénomène de régionalisation des influences méridionales pour que les calcaires, percuteurs « traditionnels », cèdent la place aux quartzites.

Ce raisonnement, établi sur le nombre réel d'artefacts, doit être complété par une approche pondérée des corpus. La pondération par les surfaces des dépotoirs et les durées d'occupation permet de relativiser les disparités entre villages. Elle consiste à diviser le nombre d'artefacts, ou leur poids ou tout autre variable, par la durée d'occupation du site (ici en décennies) et par la surface des dépotoirs, ici en mètres carrés (précisée fig. 11). Les pondérations sont faites à partir des ensembles interprétatifs (fig. 69).

	Site	Nombre	Poids (g)	Surface dépotoirs	Durée d'occ. en décennie	Nbre/m ² /10 ans	Poids(g)/m ² /10 ans
Chalain à Bronze	CL MM K	62	8130	96	/		
Chalain	CH 2 /2,3, 5 et 6	74	13294	50	4	0,370	66,5
	CL MM JH	32	4302	96	/		
Clairvaux moyen-Récent	CL MM D,E,F et G	43	14489	96	/		
Clairvaux moyen	CL MM A, B, C, Sud et CL III inf.	60	12526	124	3	0,161	33,7
Clairvaux ancien	CH 2 C	17	2557	200	2	0,043	6,4
	CL IV sup.	31	1387	54	2	0,287	12,8
	CH 4 4	4	5390	48	1	0,083	112,3
	CH 19 HK	30	22636	120	3	0,083	62,9
	CH 4 3	4	7365	100	1	0,040	73,7
	CL IV inf.	15	3849	54	3	0,093	23,8
	CH 4 2	38	35528	132	1	0,288	269,2
Clairvaux-Ferrières	CH 4 1	/	/	60	1	0,000	0,0
	CH 3 IV	3	16	21	1	0,143	0,8
Horgen	CH 3 VI	17	7665	50	2	0,170	76,7
	CH 19 O	9	4250	50	4	0,045	21,3
	CH 3 VIII	34	31522	70	3	0,162	150,1

Figure 69 : base chiffrée des corrélations entre durée des habitats, surface des dépotoirs et percuteurs. Le calcul du nombre (ou du poids) de témoins archéologiques par tranche chronologique de 10 ans et par m² (nombre de témoins divisé par durée de l'habitat, divisé par la surface des dépotoirs) permet de se faire une idée de la quantité d'artefacts présents entre 3200 et 2600 av. J.-C.

La courbe de pondération en nombre d'artefacts (fig. 70 a) fait apparaître plusieurs pics, villages ou ensemble de villages dans lesquels il y a plus de fragments de percuteurs qu'ailleurs. Le premier maximum culmine à CH 4 phase 2. Si on ignore l'absence de percuteur à CH 4 phase 1, il semble couvrir toute la période de transition entre le Horgen et le début du Clairvaux ancien. Mais dans ce groupe de villages, une inconnue persiste avec l'absence de données pour le site de Chalain 4 phase 1, il est donc difficile de démontrer l'augmentation du nombre de percuteurs sur cette période. Le second pic correspond au village de CL IV sup., qui présente 0,3 percuteur/m²/10 ans, soit -par décennie- un percuteur ou fragment de percuteur pour 3 m². La fragmentation étant un facteur qui influence la courbe de pondération en nombre d'artefacts, notons que CL IV sup. correspond à une couche d'incendie, laissant en place des outils morcelés et de nombreux éclats. Mais notons qu'un incendie est aussi reconnu à CH 19 O par exemple, mais que la courbe de pondération ne met pas en évidence ce village. L'explication du pic à CL IV sup. ne se résume donc pas à la fragmentation thermique des artefacts. Un dernier pic

marque la fin de la période. Le nombre de percuteur augmente de façon très importante jusqu'à CH 2/ où il atteint son maximum, avec -par décennie- un percuteur ou fragment de percuteur pour moins de 3 m².

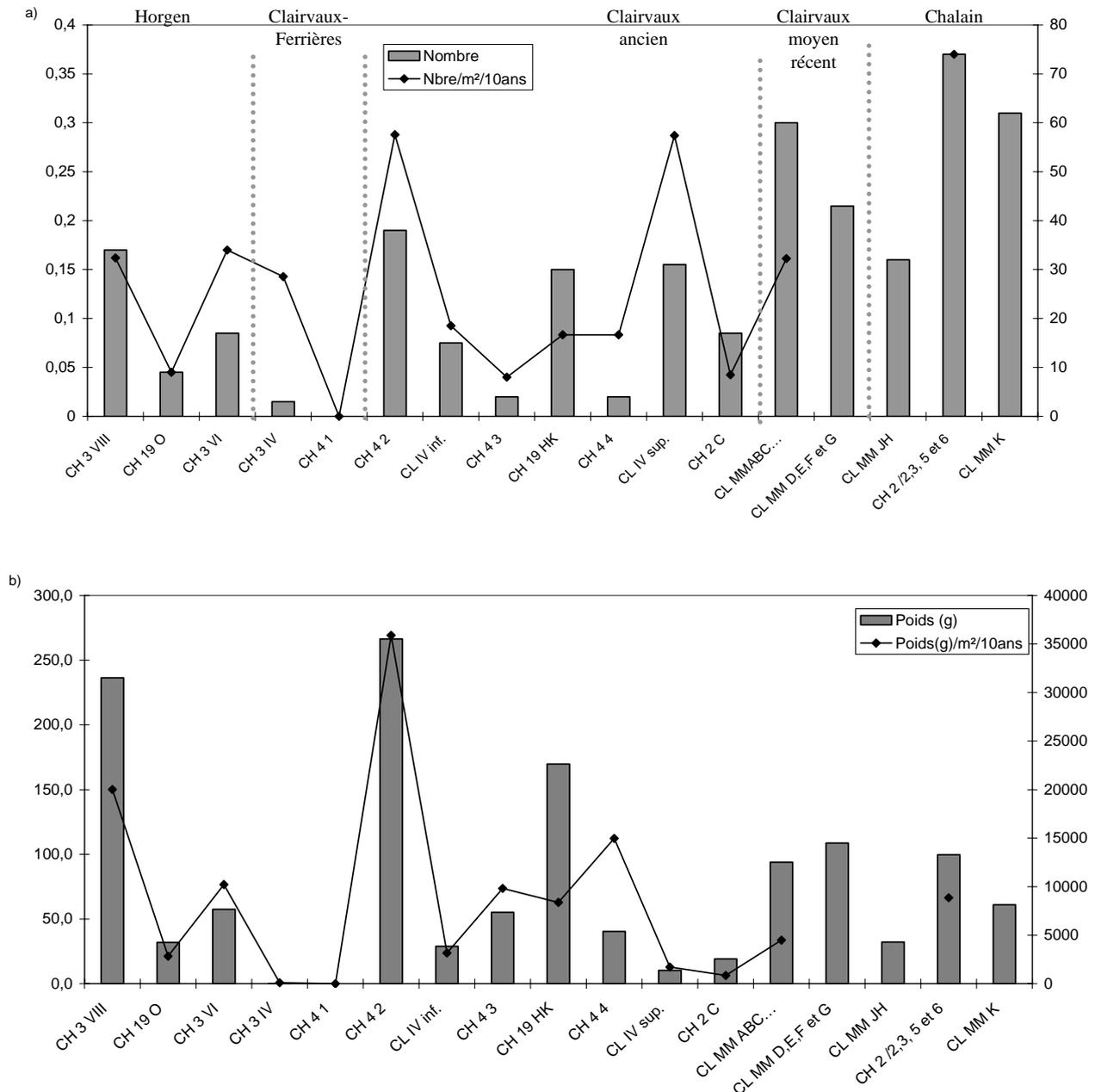


Figure 70 : graphique de pondération des percuteurs en nombre d'artefacts (a) et en poids (b)

Outre ces maxima, on remarque une homogénéité des sites de CH 3 qui présentent tous la même quantité d'outil à surface et à durée d'occupation égales, à savoir 0,14 à 0,17 percuteur/m²/10ans.

En poids (fig. 70 b), la courbe de pondération fait apparaître un maximum à CH 4 phase 2 (environ 270 g/m²/10 ans). Ce maximum, est en accord avec le maximum en nombre d'artefacts. Ce pic est d'autant plus important qu'il fait suite à CH 4 phase 1 où aucun percuteur n'est reconnu. Le reste de la courbe présente le même profil général que la courbe de pondération en nombre d'artefacts, avec une augmentation du poids pondéré des percuteurs durant le Clairvaux ancien, puis une diminution à partir de 2980 av. J.-C. (CL IV sup. et CH 2 C). Notons que le

village de CL IV sup. ne présente pas un poids de percuteurs particulièrement élevé, au contraire. Il semble donc bien que ce soit la forte fragmentation des artefacts qui soit à l'origine du pic observé sur la courbe de pondération en nombre d'artefacts. La fin de la période est marquée par l'augmentation du poids pondéré des artefacts, en accord -bien qu'en moindre proportion- avec les données de la pondération en nombre d'artefacts.

Au regard des données sur la part de chacune des matières premières et des interprétations des courbes de pondération, la fin du Clairvaux ancien, aux environs de 2990 av. J.-C. est une période très particulière dans la gestion des percuteurs. Dès le Clairvaux moyen, les percuteurs sont moins nombreux, moins lourds et majoritairement en quartzite laiteux.

Ces quartzites, roches très particulières dans le Jura calcaire, vont maintenant être détaillés.

III 2 3 : Le cas des quartzites laiteux

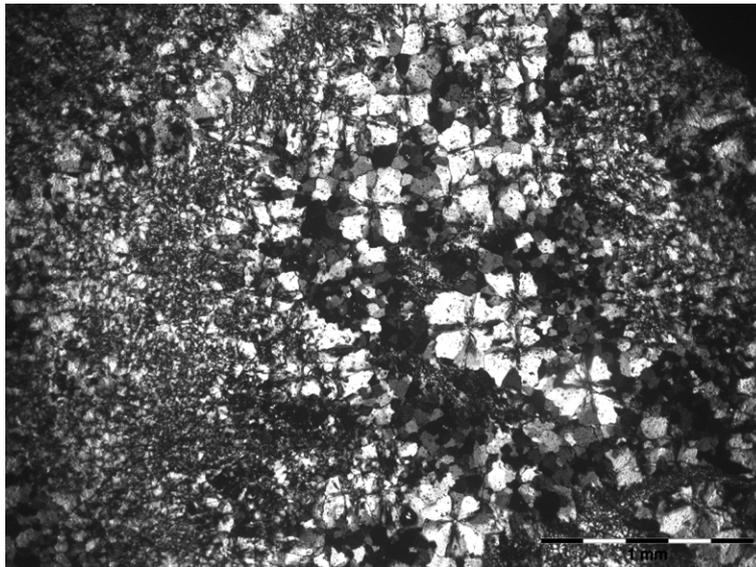
La première mention de ces blocs est faite par L.-A. Girardot, lors d'une communication au congrès des Sociétés Savantes (section des sciences) le 30 mai 1890, publiée dans les mémoires de la Société d'Emulation du Jura. Dans ce texte intitulé « Note sur le Purbeckien inférieur de Narlay (Jura) - Faune d'eau douce au niveau des gypses et des rognons de quartz purbeckiens », il mentionne, page 169, à propos du grès noir du Purbeckien inférieur : « Par place, se trouvent de rares cailloux irréguliers, assez gros, de quartz laiteux, très finement cristallin, cariés sur le pourtour, avec des petits cristaux de quartz à la surface des caries. Ce grès disparaît dans plusieurs gisements voisins (...); mais la silice y abonde à ce même niveau, sous forme de rognons de quartz ».

La description des quartz de Narlay par Girardot correspond tout à fait au faciès observé sur les percuteurs siliceux de Chalain/Clairvaux. Des études postérieures sur le Purbeckien de la région s'attache à la reconnaissance de faciès géologiques à l'aide des microorganismes présents et ne note même pas la présence des rognons (Donze, 1958 p. ex, p. 107 à 112).

En 1997, lors de l'étude des percuteurs de CH 3, il est indiqué pour les quartzites laiteux (dont l'appellation est admise) : « Ce sont des formes de nodules siliceux donnés comme classiques du Purbeckien régional, en particulier dans la région du lac de Narlay et de Pont-de-la-Chaux (Girardot, 1890 ; 12 km à vol d'oiseau), bien que les gisements primaires ne soient pas connus ; nos prospections montrent que les quartzites dans cette région, sont en fait rarissimes, contrairement à ce que nous avons publié (Pétrequin, 1986), comme les géologues, d'après les auteurs de la fin du XIX^e siècle. De loin en loin, on trouve des nodules de quartzite laiteux dans les moraines würmiennes et les accumulations glacio-lacustres de la Combe d'Ain, mais leur proportion est négligeable parmi les masses d'alluvions calcaires charriées en direction de l'Ain et du lac de Chalain. Le problème des conditions de ramassage des quartzites reste donc entier, car ces matériaux, qui nous paraissent aujourd'hui très rares aussi bien dans les dépôts morainiques que dans les alluvions récents, ont fait, au Néolithique, l'objet d'une stricte sélection selon des critères très précis pour être utilisé comme percuteurs sphériques ou ovalaires. A l'avenir, on devra donc se poser la question d'éventuelles concentrations locales de quartzites laiteux dans le Jura français » (Monnier *et al.*, 1997a, p. 438).

Donc posons nous la question.

Tout d'abord, pour caractériser du point de vue pétrographique lesdits quartzites, j'ai réalisé trois lames minces sur des percuteurs en quartzite laiteux typique. Les lames proviennent de percuteurs de CH 2 A, /2 et /3 (1243 08 ; 1203 11 et 1223 34).



*Figure 71 : lame mince du percuteur de CH 2 A, n° 1223 34, LP.
Notez les formes de trèfle à quatre feuilles, qui sont caractéristiques
de la présence de silice sous forme de sphérolites biréfringents*

L'étude sous microscope -avec E. Jautée, Université Lyon 1- indique la présence quasi-exclusive de silice amorphe (fig. 71). Par définition, nous sommes en présence d'une roche appartenant à la grande famille des silex (roche siliceuse constituant des accidents dans les couches calcaires, formée de silice d'origine biochimique, Foucault et Raoult, 1997). L'analyse plus poussée permet de voir dans ces rognons des calcrètes (de calcite et concrétion ; en pédologie, sorte de conglomérat cimenté par du calcaire sous l'influence des eaux d'infiltration et plus généralement croûte calcaire, Foucault et Raoult, 1997) silicifiés, c'est-à-dire d'anciens sols calcaires imprégnés de silice.

Ainsi, l'appellation de quartzite me paraît impropre à décrire cette roche. En effet, par définition un quartzite est constitué de cristaux de quartz intimement soudés, souvent dentelés et engrenés. Les quartzites sédimentaires proviennent de la cimentation par diagenèse d'un grès, les quartzites métamorphiques de la recristallisation d'un grès ou encore d'un filon de quartz (Foucault et Raoult, 1997). Dans les grès analysés en lame mince par exemple, il est fréquent de trouver des grains de quartzite, c'est-à-dire des grains autonomes, eux-mêmes composés de plusieurs minéraux de quartz engrenés.

Or sur la figure 71, on voit très clairement que la silice présente ne n'est que très ponctuellement sous forme de grains, elle est majoritairement en réseau amorphe.

Cela étant dit, l'usage a consacré le terme de quartzite, qu'il soit laiteux, carié... pour nommer les percuteurs de Chalain/Clairvaux. J'utilise donc ce terme, étant acquis qu'il est impropre du point de vue strictement pétrographique.

Concernant la provenance de ces rognons, je n'ai pas eu l'occasion d'en trouver lors des très courtes prospections menées avec P. Pétrequin dans les environs du Frasnais, ni d'ailleurs du côté de Crotenay où des quartz cariés étaient présents il y a encore quelques années (P. Pétrequin, com. pers.). Il est clair que la remarque rédigée en 1997 est toujours valable : les rognons de quartz, s'il étaient disponibles à proximité de la Combe d'Ain au Néolithique sont aujourd'hui rarissimes. Néanmoins, d'après P. Pétrequin, il semble que leur répartition globale se face selon un gradient nord-sud dans la Combe d'Ain, c'est-à-dire qu'ils sont plus nombreux au nord (Crotenay...) qu'au sud (Pont de Poitte, Clairvaux...).

En ce qui concerne d'autres gîtes potentiels, les cailloutis plio-quadernaires de la forêt de Chaux sont formés en partie de blocs du type quartzite. Le massif forestier de la forêt de Chaux se situe entre le Doubs et la Loue, à l'est de Dole, et s'étend jusqu'aux Salines royales d'Arc-et-Senans. Le massif fait près de 22000 ha d'un seul tenant, sur une longueur de plus de 26 km et une largeur de 12 km. La forêt de 13000 ha est la troisième forêt domaniale française par sa superficie (source : www.natura2000.environnement.gouv.fr). La forêt occupe les restes du vaste delta de l'ancien Aar-Doubs ; le sous-sol est principalement constitué d'une accumulation de cailloutis, amenés par le fleuve, dans une pâte argileuse à fortes variations locales et généralement surmontés de limons. Les cailloutis n'affleurent que sur les pentes ou en fond de vallons. « Les galets sont siliceux ; constitués de quartzites (70 à 75 %), de quartz généralement cariés très caractéristiques, de radiolarites noires et rouges ; on trouve également quelques galets de roches cristallines et métamorphiques très altérées et friables et des galets épuisés, allégés et fragiles » (Kerrien, 1982). Le ruisseau de la Clauge et ses affluents, dont le plus important est la Tanche, traversent la forêt d'est en ouest et constituent les principaux ruisseaux permanents de la forêt. Avec Luc Jaccottey, nous avons longé les bords des ruisseaux, et nous avons effectivement trouvé assez facilement des quartzites laitieux, de dimensions assez variées et en quantité relativement importante.

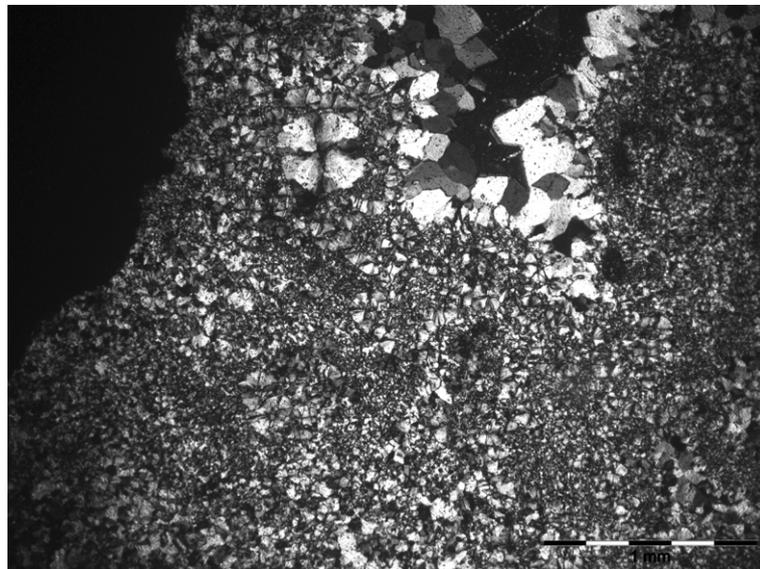


Figure 72 : lame mince d'un percuteur expérimental (PC1) provenant de la forêt de Chaux. Notez les formes de trèfle à quatre feuilles, qui sont caractéristiques de la présence de silice sous forme de sphérolites biréfringents, et la similitude du cliché avec la figure 71

La lame mince réalisée dans un quartzite laitieux provenant de la forêt de Chaux (fig. 72) présente de la silice amorphe, se traduisant par des formes géométriques en lumière polarisée, formes rappelant celles de la figure 71. La similitude macroscopique et en lame mince n'atteste pas de façon formelle -dans notre cas- de l'origine des percuteurs, puisque de tels rognons de quartz cariés se retrouvent dans différentes formations, mais permet de proposer la forêt de Chaux comme une origine possible pour les quartzites laitieux. La distance à vol d'oiseau entre la forêt de Chaux et le bassin lacustre est d'environ 45 km.

Revenons quels instants sur l'homogénéité morphologique des percuteurs en quartzite au Néolithique final. Cette homogénéité reflète un choix strict répondant à une nécessité fonctionnelle, comme par exemple leur spécialisation pour la taille du silex, ou bien la disponibilité du matériau. Lors de nos prospections en forêt de Chaux, nous avons constaté que de nombreux quartz cariés sont disponibles, parfois de dimensions importantes, mais peu d'entre eux sont de bonne qualité. En effet, après quelques percussions lancées, environ la moitié des

quartz prélevés éclate sous le choc. Ainsi, une sélection des blocs est évidente, au moins du point de vue de leur résistance. Il est possible que les quartzites les plus importants soient moins résistants ; cela impliquerait que la présence d'un lot homogène dans la Combe d'Ain est bien due à des contraintes intrinsèques du matériau et non pas à un choix fonctionnel. Mais je n'ai pas, faute d'un corpus expérimental assez important, de démonstration de ce phénomène.

Pour finir, qu'il s'agisse des affleurements de Purbeckien, des dépôts morainiques ou de la forêt de Chaux, les origines possibles évoquées pour les percuteurs en quartzite du Néolithique final sont toutes plus proches du lac de Chalain que de celui de Clairvaux. Or dans un premier temps, jusqu'au environ de 2990 av. J.-C., c'est à Clairvaux que les percuteurs en quartzite sont majoritaires. Il faudrait donc imaginer que les villageois de Clairvaux accordaient assez d'importance au matériau pour parcourir un trajet que les habitants de Chalain, plus proche du gisement, n'étaient pas prêts à faire. A mon sens, il est plus probable que d'autres gîtes de matière première soient présents dans le sud du département. De plus, le même cas de figure existe pour l'outillage en silex (Beugnier, 1997) ; la prédominance d'une matière première dans un des bassins lacustres s'expliquer donc parfois par la proximité du gîte de matière première.

III 3 : Les blocs-enclumes

Les blocs-enclumes forment une catégorie d'outillage lithique très peu commune. En outre, cette appellation est peu courante. Défini à partir des collections de CH 3, il s'agit d' « un groupe de blocs à arêtes aménagées ou simplement utilisées, portant (...) des traces de percussions violentes, parfois accompagnées du départ d'un éclat. La longueur (de 13 à 35 cm) et le poids (de 1360 à 15000 g) sont très variables comprenant aussi bien des petits blocs maniables de la main droite que de très grosses pièces qui ne peuvent guère être interprétées autrement qu'en blocs-enclumes (...) » (Monnier *et al.*, 1997a, p. 439). Une expérimentation a été menée pour tenter de comprendre la fonction de ces blocs : la fracture des os longs pour en récupérer la moelle et faire bouillir les restes osseux. « Avec cette technique qui ne demande aucun effort violent pour lancer le percuteur (calcaire), les gros os de bœuf peuvent être brisés aisément : les éclats osseux obtenus sont identiques aux pièces archéologiques ; les traces d'impact sont peu marquées sur le percuteur et le bloc-enclume » (Monnier *et al.*, 1997a, p. 441).

Ainsi, l'usage de ces outils correspond à celui des enclumes classiques. Le terme de bloc-enclume indique simplement que l'enclume n'est pas forcément tenue à la main, qu'il ne s'agit pas uniquement de « percuteurs dormants » (Inizan *et al.*, 1995). L'enclume peut avoir servi de support à n'importe quel geste de percussion lancée. Ses deux principaux usages sont le débitage du silex et le concassage de matériaux durs tels que des os (Beaune, 2000). Les blocs-enclumes de Chalain/Clairvaux ont cela de particulier qu'ils présentent généralement des arêtes, et non des cupules comme c'est le cas pour certaines enclumes reconnues ethnographiquement (Beaune, 2000 ; fig. 73).

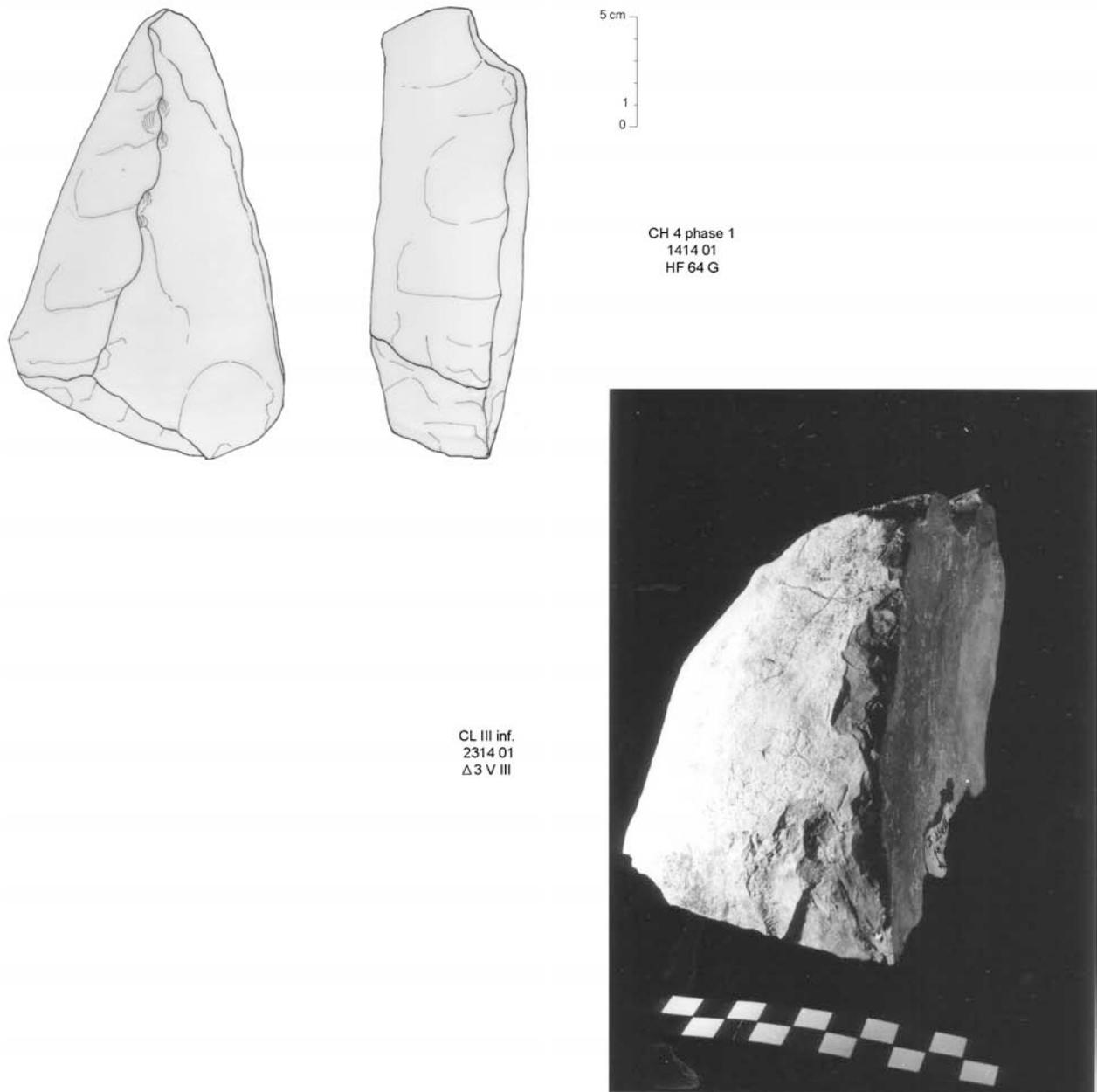


Figure 73 : exemple de blocs-enclumes, dessin A.-M. Pétrequin,
cliché P. Pétrequin (d'après Monnier et al., 1997a)

Les blocs-enclumes sont peu nombreux sur les sites lacustres jurassiens. Ils ne sont reconnus que sur certains sites et uniquement au Néolithique final. Aucun bloc-enclume n'est reconnu sur les sites du lac de Clairvaux à l'exception de CL III. Par contre, tous les sites du lac de Chalain en possèdent. Cette différence n'est pas la conséquence d'une évolution de la détermination de ces outils lors des fouilles, puisque le matériel a toujours été inventorié selon les mêmes critères, quelques soient les sites et les années de fouilles (P. Pétrequin, com. pers.). Ainsi l'absence de bloc-enclume dans certains villages ou à certaines périodes est une donnée significative.

Site	Couche	Nombre	Poids
CH 2	A	1	2720
CL MM	K		
CL III	sup	1	2040
CH 2	/2		
CH 2	/6		
CH 2	/3		
CH 2	/5		
CL MM	J		
CL MM	H		
CL MM	G		
CL MM	F		
CL MM	E		
CL MM	D		
CL III	inf	1	3060
CH 2	A//		
CL MM	Sud		
CL X	0		
CL MM	C		
CL MM	B		
CL MM	A		
CH 2	C	3	31200
CL IV	sup		
CH 4	4	9	76400
CH 3	IIc	1	11500
CH 19	H	3	3143
CH 19	K	6	33315
CH 19	H/K	3	4907
CH 4	3	5	40217
CL IV	inf		
CH 4	2	10	98530
CH 4	1	3	20400
CH 3	IV	1	5800
CH 3	VI	3	26200
CH 19	O	1	4100
CH 3	VIII	4	14210

55 377742

Figure 74 : décompte des blocs-enclumes de Chalain/Clairvaux en nombre d'artefacts et en poids

Les blocs-enclumes sont au nombre de 55 (fig. 74 et annexe 8), pour un poids total d'environ 380 kg. Ce poids oscille entre 250 g et plus de 20 kg, pour une largeur de 10 à 55 cm. Ils sont exclusivement en calcaire, rarement brûlés.

	Site	Nombre	Poids (g)	surface dépotoirs	durée d'occ. en décennie	Nbre/m ² /10ans	Poids(g)/m ² /10ans
Chalain à Bronze	CL MM K	0	0	96	/		
Chalain	CH 2 /2,3 et 5	0	0	50	4	0,0	0,0
	CL MM JH	0	0	96	/		
Clairvaux moyen-Récent	CL MM D,E,F et G	0	0	96	/		
Clairvaux moyen	CL MM A, B, C, Sud et CL III inf.	1	3060	124	3	0,003	8,2
Clairvaux ancien	CH 2 C	3	31200	200	2	0,008	78,0
	CL IV sup.	0	0	54	2	0,000	0,0
	CH 4 4	9	76400	48	1	0,188	1591,7
	CH 19 HK	12	41365	120	3	0,033	114,9
	CH 4 3	5	40217	100	1	0,050	402,2
	CL IV inf.	0	0	54	3	0,000	0,0
	CH 4 2	10	98530	132	1	0,076	746,4
Clairvaux-Ferrières	CH 4 1	3	20400	60	1	0,050	340,0
	CH 3 IV	1	5800	21	1	0,048	276,2
Horgen	CH 3 VI	3	26200	50	2	0,030	262,0
	CH 19 O	1	4100	50	4	0,005	20,5
	CH 3 VIII	4	14210	70	3	0,019	67,7

Figure 75 : base chiffrée des corrélations entre durée des habitats, surface des dépotoirs et blocs-enclumes. Le calcul du nombre (ou du poids) de témoins archéologiques par tranche chronologique de 10 ans et par m² (nombre de témoins divisé par durée de l'habitat, divisé par la surface des dépotoirs) permet de se faire une idée de la quantité d'artefacts présents entre 3200 et 2600 av. J.-C.

La pondération des données par la durée des occupations et les surfaces fouillées n'est valable que pour les premières phases chrono-culturelles du Néolithique final sur le lac de Chalain (fig. 75). En effet, sur le lac de Clairvaux en général, dès le Clairvaux moyen en particulier, les blocs-enclumes sont beaucoup trop rares et n'ont une signification pertinente qu'en terme de présence/absence.

Les graphiques obtenus, qu'ils soient établis sur le nombre d'artefacts (fig 76 a) ou sur leur poids (fig 76 b) ont exactement la même allure générale. Les villages qui présentent le plus grand nombre de blocs-enclumes sont Chalain 4 phase 2 et 4. De façon plus globale, on constate une augmentation du nombre de ces outils avec l'arrivée des populations méridionales. A partir de CL IV sup. et CH 2 C (2990 av. J.-C.), les blocs-enclumes deviennent rarissimes.

Si l'on accepte l'idée que la principale fonction de ces outils est la fracturation des os à des fins alimentaires, il faut voir dans l'augmentation du nombre de blocs-enclumes l'arrivée de nouvelles pratiques alimentaire dans la Combe d'Ain, ou la progression de la part de l'alimentation carnée durant la phase de régionalisation du Ferrières, qui correspond entre autre à une période de forte augmentation de la population dans la Combe d'Ain. En effet, la fin de

l'utilisation de ces outils, aux environs de 2990 av. J.-C. correspond à une réorientation des ressources alimentaires. Dès CH 4 phase 1 et l'arrivée des populations Ferrières, le poids global des os retrouvés augmente de façon drastique, correspondant à l'augmentation de la consommation de viande. Ce poids global diminue de façon importante à partir du Clairvaux ancien et la part des ressources agricoles s'accroît. De plus, à cette période la part de la faune chassée diminue par rapport à la faune domestique, avec l'élevage de petits troupeaux (Arbogast, Bailly *et al.*, 1997). Ainsi la fonction supposée des blocs-enclumes est confortée par la corrélation entre leur nombre et les orientations des ressources alimentaires.

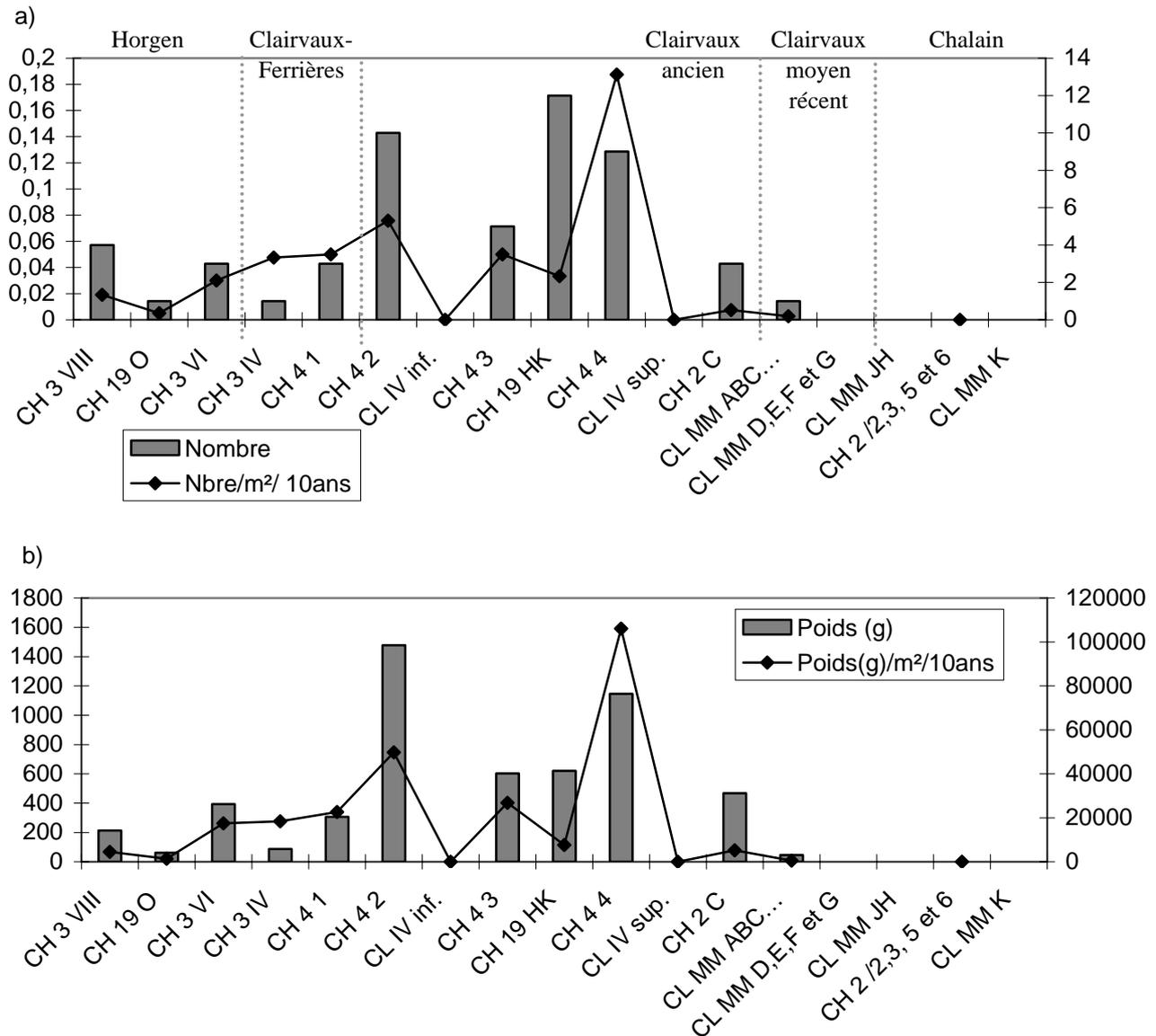


Figure 76 : graphique de pondération des blocs-enclumes en nombre d'artefacts (a) et en poids (b)

Site	Cche	Meule/Molette			Polissoirs			Perceurs			Blocs-enclumes	
		N°	Nombre	Lm	N°	Nombre	Lm	N°	Nombre	Lm	N°	Nombre
CH 19	ABC							1 19 5 3	1			
CH 4	HS	1 4 0 1	1									
CH 3	F.A ; post VII ; II-IV	1 3 0 1	2	1	1 3 0 2	2		1 3 0 3	4			
CL III	HS				2 3 0 2	1						
CL MM	Ind.							2 0 0 3	3			
CH 2	A	1 2 2 1	5	1	1 2 2 2	2		1 2 2 3	42	1	1 2 2 4	1

Site	Cche	Meule/Molette			Polissoirs			Perceurs			Blocs-enclumes	
		N°	Nombre	Lm	N°	Nombre	Lm	N°	Nombre	Lm	N°	Nombre
CL MM	K	2 0 1 6 1	40	3	2 0 1 6 2	24	2	2 0 1 6 3	62			
CL III	sup	2 3 2 1	8	2	2 3 2 2	8		2 3 2 3	3		2 3 2 4	1
CH 21	/	1 2 1 0 1	1		1 2 1 0 2	2		1 2 1 0 3	1			
CH 20	/	1 2 0 0 1	2									
CH 2	/2	1 2 0 1	4					1 2 0 3	36	1		
CH 2	/6	1 2 5 1	1					1 2 5 3	2			
CH 2	/3	1 2 4 1	1					1 2 4 3	26	1		
CH 2	/5	1 2 3 1	5	1	1 2 3 2	2	1	1 2 3 3	10			
CL MM	J	2 0 1 5 1	16	3	2 0 1 5 2	18	2	2 0 1 5 3	25			
CL MM	H-K				2 0 1 4 2	1						
CL MM	H-G				2 0 1 3 2	2						
CL MM	H	2 0 1 2 1	13	1	2 0 1 2 2	6		2 0 1 2 3	7			
CL MM	G	2 0 1 1 1	10		2 0 1 1 2	5	1	2 0 1 1 3	9			
CL MM	F	2 0 1 0 1	4		2 0 1 0 2	15	1	2 0 1 0 3	22			
CL MM	E	2 0 9 1	1		2 0 9 2	10	1	2 0 9 3	6			
CL MM	D	2 0 8 1	9		2 0 8 2	12	1	2 0 8 3	6			
CL III	inf	2 3 1 1	13	3	2 3 1 2	6		2 3 1 3	4		2 3 1 4	1
CH 2	A//	1 2 2 1	1		1 2 2 2	1		1 2 2 3	18			
CL MM	Sud	2 0 2 1	3		2 0 2 2	1		2 0 2 3	6			
CL X	/	2 1 0 0 1	1					2 1 0 0 3	1			
CL MM	A-G				2 0 5 2	2						
CL MM	ABC							2 0 4 3	1			
CL MM	C	2 0 7 1	4		2 0 7 2	6	1	2 0 7 3	18			
CL MM	B	2 0 6 1	4		2 0 6 2	6		2 0 6 3	20			
CL MM	A	2 0 3 1	9	1	2 0 3 2	1		2 0 3 3	11			
CH 2	C	1 2 1 1	26	7	1 2 1 2	30	2	1 2 1 3	17		1 2 1 4	3
CL IV	sup	2 4 2 1	25	5	2 4 2 2	5		2 4 2 3	31			
CH 4	4	1 4 4 1	31	8	1 4 4 2	28	5	1 4 4 3	4		1 4 4 4	9
CH 3	IIc	1 3 4 1	1		1 3 4 2	13		1 3 4 3	3		1 3 4 4	1
CH 19	H	1 1 9 2 1	7	2	1 1 9 2 2	15	3	1 1 9 2 3	8		1 1 9 2 4	3
CH 19	K	1 1 9 3 1	1		1 1 9 3 2	15	1	1 1 9 3 3	5		1 1 9 3 4	6
CH 19	H/K	1 1 9 4 1	22	4	1 1 9 4 2	20	3	1 1 9 4 3	17		1 1 9 4 4	3
CH 4	3	1 4 3 1	8	5	1 4 3 2	31	1	1 4 3 3	4		1 4 3 4	5
CH 4	2/3	1 4 5 1	1									
CL IV	inf	2 4 1 1	16	2	2 4 1 2	7		2 4 1 3	15			
CH 4	2	1 4 2 1	25	10	1 4 2 2	34	1	1 4 2 3	38		1 4 2 4	10
CH 4	1	1 4 1 1	17	5	1 4 1 2	7	1				1 4 1 4	3
CH 3	IV	1 3 3 1	15	5	1 3 3 2	8	2	1 3 3 3	3		1 3 3 4	1
CH 3	VI	1 3 2 1	46	7	1 3 2 2	10		1 3 2 3	17		1 3 2 4	3
CH 19	O	1 1 9 1 1	35	5	1 1 9 1 2	27	4	1 1 9 1 3	9		1 1 9 1 4	1
CH 3	VIII	1 3 1 1	19	5	1 3 1 2	6	1	1 3 1 3	34		1 3 1 4	4
CL II	0	2 2 0 1	2	2	2 2 0 2	4	4	2 2 0 3	3			
CL VIII	/				2 8 0 2	2		2 8 0 3	1			
CL VII	/	2 7 0 1	96		2 7 0 2	25		2 7 0 3	35			
CL MM	V	2 0 1 1	9		2 0 1 2	4		2 0 1 3	13			
CL XIV	/	2 1 4 0 1	49		2 1 4 0 2	32		2 1 4 0 3	82			

Figure 77 : décompte général du lithique pondéré des sites lacustres jurassiens

III 4 : Synthèse

La figure 77, certes barbare au premier abord, constitue le bilan du matériel lithique pondéré étudié. Il permet de recaler les séries par numéro d'inventaire, précise le nombre d'artefacts présents et indique, en annonçant le chapitre à venir, le nombre de lames minces réalisées dans chacune des séries.

La comparaison globale des différentes catégories de matériel lithique pondéré peut se faire sur la base des pondérations.

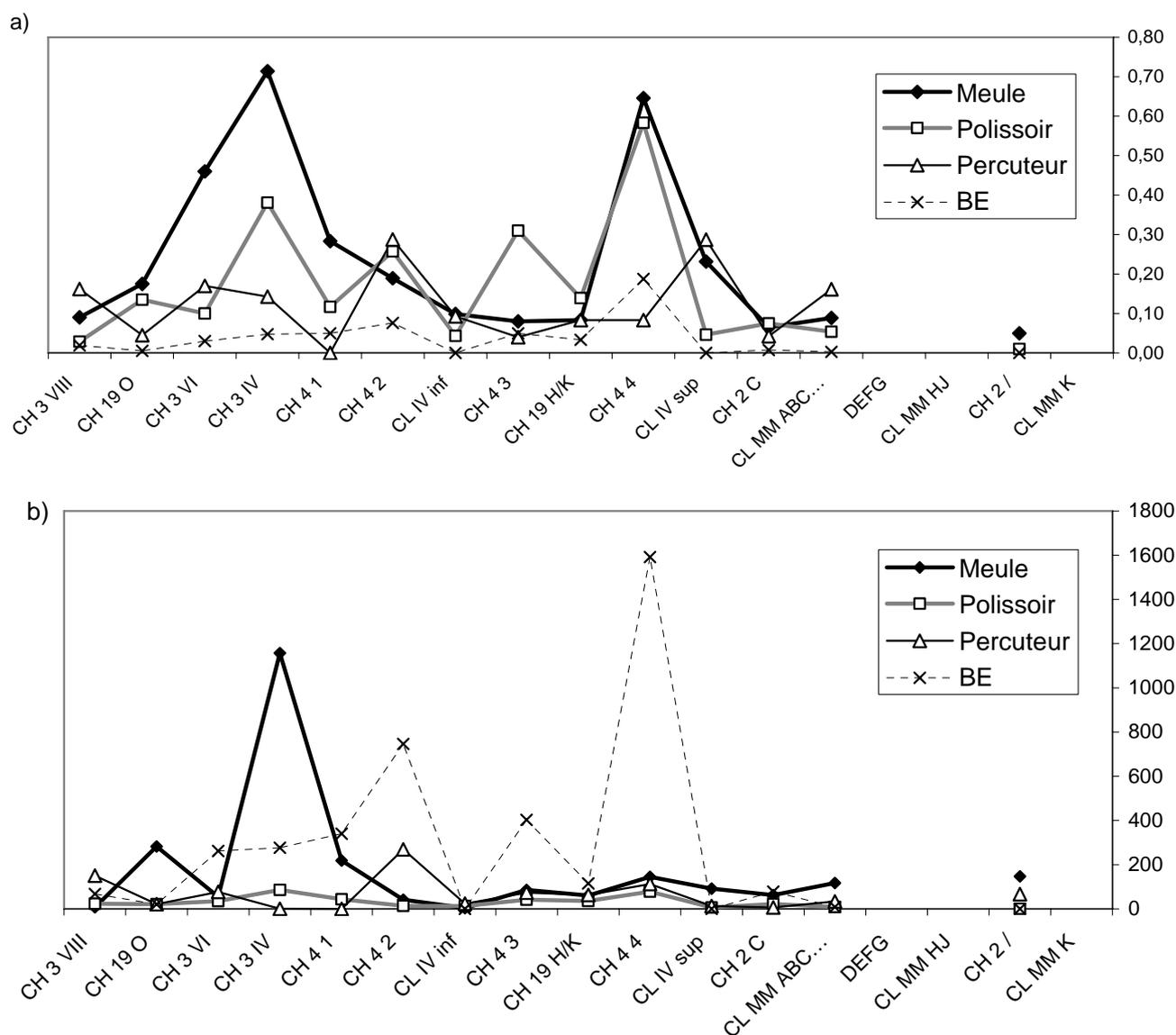


Figure 78 : comparaison générale des courbes de pondération du matériel lithique pondéré de la Combe d'Ain au Néolithique final. La représentation graphique de toutes les catégories de matériel à la même échelle ne permet pas de faire ressortir de tendances générales

La comparaison des courbes de pondération en nombre d'artefacts (fig. 78 a) et en poids (fig. 78 b) des quatre catégories (meule (s. l.), polissoir, percuteur et bloc-enclume (BE), fig. 78) n'est pas très instructive. Les variations en nombre d'artefacts ne semblent pas synchrones, au mieux voit on des corrélations entre les maxima des courbes de meules et de polissoirs à la transition Horgen/Ferrières (CH 3 VI et IV) et durant le Clairvaux ancien (CH 4 phase 4). Les

courbes des poids pondérés (fig. 78 b) sont totalement écrasées par les hautes valeurs de la courbe des blocs-enclumes, qui sont bien des éléments à part dans la classification du matériel lithique pondéreux. De plus, la fin de la séquence chronologique n'est pas pertinente puisque seul CH 2/ est un village où la durée d'occupation est estimée.

La représentation graphique de toutes les catégories de matériel à la même échelle ne permet pas de faire ressortir de tendances générales.

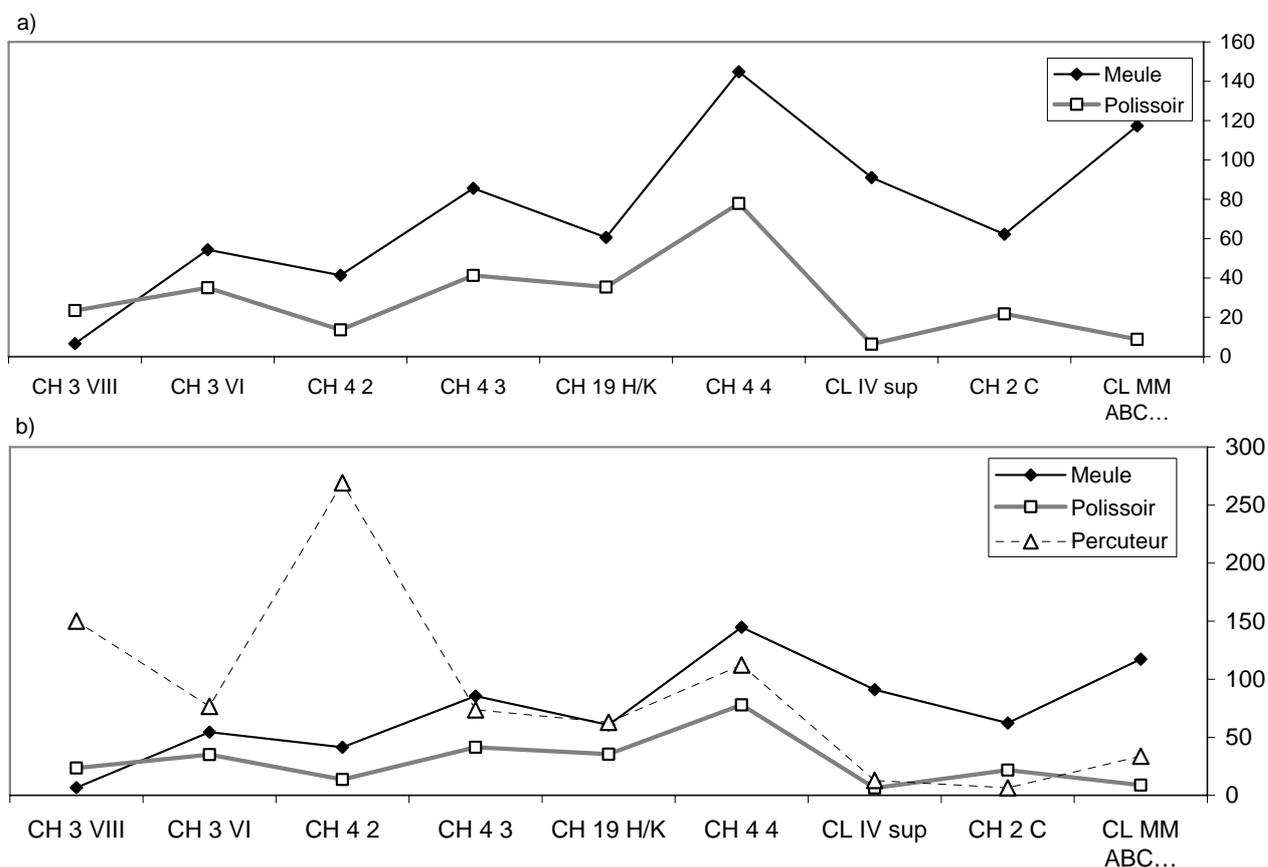


Figure 79 : comparaison des courbes de pondération en poids de l'outillage de mouture et de polissage (a), de mouture, de polissage et de percussion (b). Les valeurs extrêmes ont été exclues. On remarque alors un parallèle étonnant entre la courbe de pondération en poids des meules et des polissoirs avec une augmentation du Horgen jusqu'au Clairvaux ancien.

A partir de CL IV sup. et à la transition avec le Clairvaux moyen, les deux courbes deviennent antagonistes.

J'ai donc tenté de voir les corrélations possibles entre meules et polissoirs. Pour ce faire, sur les courbes de poids pondérés, j'ai ôté les valeurs extrêmes des courbes : les villages de CH 19 O, CH 3 IV et CH 4 phase 1 (maxima) et CL IV inf. (minimum) ne sont plus représentés. Ils correspondent à quatre des villages où des incendies ont été clairement reconnus.

On remarque alors un parallèle étonnant entre la courbe de pondération en poids des meules et des polissoirs (fig. 79). Globalement l'augmentation est nette du Horgen jusqu'au Clairvaux ancien.

L'augmentation semble se faire par étapes : la première augmentation, durant le Horgen (CH 3 VIII et VI) se prolonge par un palier, puis le poids pondéré des outils augmente au début du Clairvaux ancien (entre CH 4 phase 2 et phase 3), enfin -après un second palier- l'augmentation passe un dernier échelon au cours du Clairvaux ancien entre CH 19 H/K et CH 4 phase 4.

Ensuite la baisse est forte à CL IV sup. Puis pour la fin de la séquence, jusqu'au Clairvaux moyen (CL MM ABC, Sud et CL III Inf), les deux courbes s'opposent, le poids pondéré des artefacts de mouture baisse quand celui des polissoirs augmente et inversement. Pour les meules, la baisse engagée dès CL IV sup. est enraillé à CL MM ABC alors que pour les polissoirs elle se prolonge.

Sur le graphique b (fig. 79), on voit que les percuteurs participent à la tendance générale à partir de 3000 av. J.-C. env. (CH 4 phase 3). Pour la fin de la période, le poids pondéré des percuteurs suit les variations de l'outillage de mouture, laissant le poids pondéré des polissoirs s'effondrer seul.

Il faudrait donc se demander si ces diminutions de poids à la transition Clairvaux ancien-Clairvaux moyen, qui pour les meules peuvent être liés à des baisses de l'activité agricole où à une modification des modalités de gestion des outils, ne sont pas à mettre en relation avec un système plus global de gestion des villages et des ressources en matières premières, avec un abandon des outils qui se ferait plus volontiers jusqu'au Clairvaux ancien. Par la suite, l'abandon se ferait beaucoup plus rare, les habitants partant avec leur matériel lithique pondéreux.

Pour conclure sur les percuteurs et les blocs-enclumes, Monnier *et al.* (1997a) soulignaient déjà l'opposition entre artefacts en calcaire et artefacts en roche non calcaire. Cette opposition « revient donc à opposer des percuteurs et blocs-enclumes occasionnels, en matières premières strictement locale, et des percuteurs et bouchardes -outils à part entière- sur des matières premières importées. Les premiers sont choisis et rejetés, selon des règles et des habitudes très lâches, tandis que les seconds, qui peuvent être utilisés pendant des années et, éventuellement plusieurs générations, font l'objet de choix bien déterminés (...) » (Monnier *et al.*, 1997a, p. 441). Ces remarques, basées sur les sites de CH 3, sont valables pour l'ensemble des corpus de percuteurs et de blocs-enclumes de la Combe d'Ain.

Mais plus encore, nous allons voir que l'opposition entre matériaux locaux et matériaux exogènes peut être mise en évidence sur les autres catégories d'outils, en particulier pour le matériel de mouture et de broyage.

Chapitre IV :
Matériel de mouture
et de polissage :
détermination et
origine des roches

Ma volonté première était de déterminer la nature des roches support de l'outillage de mouture. Mais après avoir réalisé l'inventaire exhaustif du lithique pondéreux de Chalain/Clairvaux, il est apparu que les polissoirs étaient majoritairement en grès fin, de nature peu variée ; de plus, un de ces grès est commun aux polissoirs et aux meules ; enfin, les problématiques globales sur la provenance des polissoirs rejoignent les questions posées par la provenance des meules et des molettes, puisqu'une large part des outils proviendrait de Suisse occidentale (Monnier *et al.*, 1997b ; Pétrequin A.-M., Pétrequin P. *et al.*, 1997). Ainsi, la détermination et la recherche de l'origine des matières premières ont porté sur les deux corpus d'outils, meules et polissoirs. La méthodologie appliquée à ces deux catégories est identique ; par contre l'approche macroscopique a été faite indépendamment pour chacune des catégories ; enfin les déterminations microscopiques concernent l'ensemble des lames minces, sans distinction typologique des supports. Une synthèse sera présentée en fin de chapitre, mettant en évidence des différences significatives dans l'approvisionnement et la gestion des matières premières.

IV 1 : Méthodologie

A partir des séries inventoriées, des groupes de roche ont été distingués à l'œil nu. Au sein de ces groupes -dits macroscopiques-, des artefacts ont été sélectionnés pour lames minces. Plusieurs lames ont pu être faites dans chaque groupe, afin de tester la validité des regroupements. Les lames, réalisées au laboratoire de géologie de Lyon, ont été vues tout d'abord par Danielle Santallier ou Eric Jautée -selon la nature de la roche- et par moi-même. Cette première analyse a permis d'infirmer ou de confirmer les observations réalisées à l'œil nu. Dans un second temps, comme annoncé dans l'introduction de ce travail, des géologues -spécialisés sur une région donnée ou sur un type de roche particulier- ont été sollicités. Ainsi, nous avons pu préciser l'origine de la plupart des roches utilisées.

Avant d'aborder la détermination des outils étudiés, il me semble nécessaire de faire un rapide rappel de quelques notions de pétrographie. En effet, au sein des corpus de meules et de polissoirs de la Combe d'Ain, les trois grands types de roches classiquement reconnus en géologie sont présents : les roches magmatiques, métamorphiques et les roches sédimentaires, comprenant les roches silicoclastiques type grès et les calcaires.

Les paragraphes qui vont suivre ont pour objectif de présenter les classifications que j'utilise et de préciser le vocabulaire pétrographique choisi.

IV 1 1 : Roches cristallines

Le terme de cristallin indique la présence de cristaux dans une roche. A ce titre, le terme pourrait être impropre à qualifier les roches magmatiques et métamorphiques dont il est question ici. Mais « en pratique, on désigne comme roche cristalline une roche formée de cristaux visibles à l'œil (roche grenue), qui est le plus souvent une roche magmatique plutonique (ex. granite) mais parfois une roche métamorphique » (Foucault et Raoult, 1997, p. 81). Les roches cristallines sont donc, dans ce travail, l'ensemble des roches magmatiques et métamorphiques rencontrées sur les outils de la Combe d'Ain, qui sont assurément des roches grenues.

IV 1 1 a : Roches magmatiques

D'après Foucault et Raoult (1997), les roches magmatiques résultent de la cristallisation d'un magma. Ces roches forment l'essentiel des croûtes continentales et océaniques ; elles sont représentées principalement par les granites d'une part et par les basaltes d'autre part, auxquels s'ajoutent des roches magmatiques très variées, mais moins fréquentes. Les classifications s'appuient sur divers critères, principalement la structure et la composition minéralogique.

Le mode de mise en place conditionne la structure de la roche (à l'échelle macroscopique) et sa texture (à l'échelle microscopique). Ainsi, pour une même composition chimique et des assemblages minéralogiques très proches, on donne en général des noms différents, selon que la roche est grenue (à gros grain), microgrenue ou effusive (exemple : granite, microgranite, rhyolite).

En ce qui concerne la composition minéralogique, les groupes sont établis à partir de la proportion de silice sous forme SiO₂. S'il est en excès, on parle de roches sursaturées ; s'il est en déficit, il s'agit de roches sous-saturées. Ces groupes sont divisés en familles, selon -entre autres- la nature des feldspaths. Cela conduit à des tableaux de classification classiques (fig. 80).

	Roches sursaturées, à quartz libre	Roches saturées, sans quartz ni feldspathoïde		Roches sous-saturées, à feldspathoïdes
Roches à un feldspath : alcalin ou à deux feldspaths :	GRANITE Rhyolite	SYENITE Trachyte		SYENITE NEPHELINIQUE Phonolite
Roches à un feldspath : plagioclase	DIORITE QUARTZIQUE Dacite	An < 50% DIORITE Andésite	An > 50% GABBRO Basalte	
Roches sans feldspath		Roches ultra-basiques		

Figure 80 : classification simplifiée des roches magmatiques. En majuscules, nom des roches grenues. En minuscules, nom des roches microlithiques ou effusives. An = Anorthite, représentative de la teneur en calcium du plagioclase. Nommer une roche, en fonction de sa texture et des minéraux qu'elle contient, revient pour les roches magmatiques à l'associer à une case du tableau. On ajoute souvent à ce nom diverses précisions : granite à biotite par exemple

IV 1 1 b : Roches métamorphiques

Les roches métamorphiques se forment à partir de roches préexistantes, sans fusion, c'est-à-dire à l'état solide, essentiellement par des recristallisations dues à des modifications de la température et de la pression. La roche acquiert ainsi une structure et une texture particulières, sous l'influence de conditions physiques et/ou chimiques différentes de celles ayant présidé à la formation de la roche originelle, ou roche « mère ».

Les nouveaux minéraux ainsi formés, dits néoformés, sont caractéristiques des degrés du métamorphisme, définis par les conditions de pression et de température : l'élévation de température favorise la croissance des minéraux, l'élévation de la pression -sous forme de tensions orientées- favorise les changements de structures et la réduction de la dimension des grains. Les faciès sont les intervalles pression/température (P/T) à l'intérieur desquels les paragenèses (associations de minéraux) restent stables (fig. 81).

La roche mère, selon les événements qui l'ont affectée, effectue un trajet sur le graphique P/T et peut présenter tout ou partie des minéraux caractéristiques des faciès par lesquels elle est passée. La chronologie des événements est inscrite dans la roche métamorphique finale.

Les roches métamorphiques sont donc variées, en fonction du degré de métamorphisme subi et la de nature de la roche mère. Si cette dernière est identifiable, on ajoute à son nom les préfixes para- ou ortho- pour indiquer son origine sédimentaire ou magmatique. Si la nature de la roche

mère est évidente, on fait précéder son nom du préfixe méta-. Par exemple, un orthogneiss (terme large) dérive d'un granitoïde, un métagranite (terme précis) dérive d'un granite.

Notons enfin qu'il existe des déformations à froid, métamorphisme cataclastique, n'impliquant pas de recristallisation. La roche devient une cataclasite.

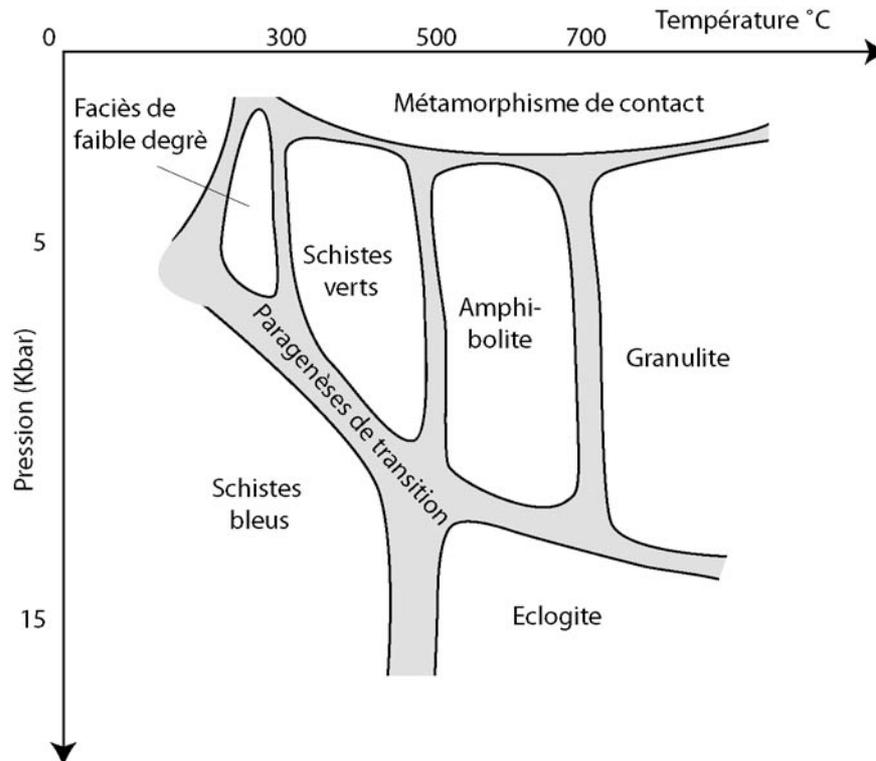


Figure 81 : graphique pression/température schématique. On parle ainsi par exemple de roche de faciès schistes verts lorsque l'on retrouve dans la roche des cristaux de chlorite, de muscovite, etc. De même, les gneiss à biotite et plagioclase appartiennent au faciès amphibolite

IV 1 2 : Roches sédimentaires

IV 1 2 a : Roches silicoclastiques

Les roches sédimentaires reconnues sur le matériel de mouture et de polissage sont, outre les calcaires, le plus souvent des roches à grain de quartz correspondant à des grès.

Les grès sont des roches sédimentaires, silicoclastiques détritiques, c'est-à-dire qu'elles se forment à partir de grains de quartz cimentés par une matrice ou un ciment. Les grès ont aussi une définition granulométrique très précise, que l'on doit à C. K. Wentworth : ce sont des roches formées de grains de 1/16 à 2 mm (classe granulométrique des arénites, Foucault et Raoult, 1997). Les grès présentent parfois des grains dépassant 2 mm ; il faudra alors parler de conglomérat à grain fin. Il faut noter que les grains dans un conglomérat peuvent atteindre 20 cm, or les outils archéologiques étudiés ont rarement des grains de dimensions supérieures à quelques millimètres, d'où la possibilité de traiter un conglomérat à grains fins comme un grès. De même pour les grès plus fins, il faudra parler de siltites. Mais ces siltites, étudiées à l'aide d'un bon microscope permettant d'observer tous les composants, peuvent être traitées comme des grès.

Il a fallu faire un choix parmi les différentes classifications pour établir nos diagnoses. La classification de R. L. Folk (1974) a semblé la plus appropriée. En effet, bien que mise en place pour les sédimentologues pétroliers, cette classification un peu brutale permet d'obtenir des résultats approchés rapides, pour des textures de grès moyens (1/16 à 2 mm). Elle fut mise en place au début des années 50, mais revue en 1974. Cette classification est fondée sur la part prise par le liant et par les grains de différentes natures, en volume : les quartz, les feldspaths et les fragments de roche.

** Les grains*

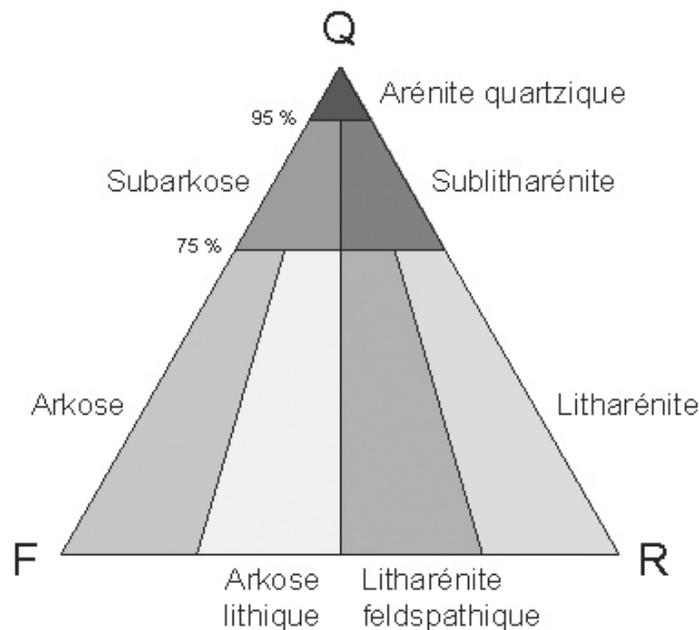


Figure 82 : classification de Folk (1974) pour les roches silicoclastiques présentant moins de 15 % de liant en volume. Au delà de 15 %, on parle de grauwacke (feldspathique, lithique et/ou quartzreuse). Cette classification triangulaire prend en compte les proportions volumiques de quartz (Q), feldspath (F) et de fragments de roche (R) dans les grès au sens granulométrique du terme (1/16 à 2 mm)

La classification utilisée est celle de R. L. Folk (1974), dont la figure 82 donne un aperçu simplifié. Pour classer la roche dans un groupe, il faut la placer dans un diagramme triangulaire, où les pôles correspondent à la nature des grains. Il faut noter que les trois pôles de Folk constituent la base des classifications les plus récentes. Les pourcentages sont en volume ; pour les calculer, il faut se référer à des cibles, champ circulaire à proportion théorique. Pour quantifier les parts de chaque élément, on peut aussi utiliser le compteur de points, moins pratique, ou encore l'analyse d'image, assez fastidieuse et parfois peu adaptée : par exemple, s'il y a nourrissage des grains de quartz, de la silice se dépose tout autour du grain originel et le grossit artificiellement. Le logiciel d'analyse d'image prendra en compte le grain et son auréole, augmentant artificiellement la part volumique des quartz dans la roche.

Le pôle quartz est à définir précisément, car certains auteurs y comptent les quartzites (grain polycristallin composé de plusieurs minéraux engrenés). Le pôle devient alors un pôle silice plutôt que quartz. Il faut donc préciser que pour nous, ce pôle n'est constitué que des grains de quartz monominéral.

Le pôle feldspaths (F) cumule les deux types de feldspaths, potassiques (ou alcalins) et les plagioclases.

Le pôle des fragments rocheux (R) comprend tout ce qui n'appartient pas aux deux autres catégories, c'est-à-dire quartzite, mica, débris de roche, ensemble polycristallin, minéraux annexes comme les apatites et enfin la triade des ZRT (Zircon, Rutile, Tourmaline), ubiquiste dans les grès. Ces minéraux sont toujours présents à hauteur de quelques grains par lame.

En plus des grains, une roche silicoclastique possède un « liant », compris comme tout ce qui se trouve dans l'espace intergranulaire. Lorsqu'en volume, cet espace correspond à moins de 15 %, on se réfère au triangle qui comprend entre autres les arkoses et les subarkoses, roches qui nous intéresseront tout particulièrement (fig. 82). Au delà de 15 %, on se réfère donc à un second diagramme triangulaire dans lesquels les pôles restent les mêmes. Ce second diagramme classe les roches dans le groupe des grauweekes, lithiques feldspathiques ou quartzieuses. Le terme de grauweeke provient de l'étude de Folk sur le Gulfcoast texan. En effet, le terme existe aussi pour définir d'autres roches, notamment des grès à éléments d'origine volcanique présentant une forte proportion de matrice, l'orthographe peut alors en être greyweeke. Certaines grauweekes peuvent être compactées naturellement, par enfouissement par exemple, et le pourcentage de liant s'en trouve réduit. Dans certains cas, on arrive même à des arkoses lithiques (lorsque le seuil des 15 % de liant est atteint) dans lesquelles on voit le reliquat de la grauweeke initiale, sous forme lenticulaire. Ce seuil à 15 %, qui distingue les grauweekes du reste des grès, est bien discriminant et facilement repérable sur une lame mince, car en deçà de 15 %, on ne voit que très peu de ciment ou de matrice, les deux natures possibles du liant.

** Le ciment*

Le ciment est la matière minérale déposée entre les particules sédimentaires, donc postérieure à leur dépôt et qui les soude les unes aux autres, consolidant la roche. Remplissant les espaces intergranulaires, le ciment correspond en général à une précipitation chimique, finement à largement cristallisée, de calcite, de silice, d'oxyde de fer, de phosphate, ... ; la matière le composant vient souvent en partie des débris eux-mêmes qui se dissolvent préférentiellement à leurs points de contact (Foucault et Raoult, 1997). Il s'agit donc d'un précipité chimique, formé sur place, généralement en grands cristaux.

** La matrice*

La matrice est une « masse de fond » dans laquelle sont contenus des objets plus volumineux, c'est un matériau fin à cristaux de taille de un à quelques microns, tout au plus. Les matrices sont le plus souvent d'anciennes boues, qui peuvent présenter de nombreux composants interstitiels :

- une partie argileuse qui constitue le fond sombre ; il s'agit le plus souvent d'une phase détritique silicoclastique très fine ;
- quelques micrograins de quartz, parfois presque indiscernables, comme une poussière ;
- de la calcite, issue de circulation d'eau ou de l'altération des feldspaths ;
- d'autres matériaux qui se forment dans la matrice, tels que les apatites organiques (débris organiques phosphatés : écailles, os...) d'origine lacustre ou lagunaire, l'anhydrite (sulfate), la dolomite authigène (c'est-à-dire née sur place, par opposition à un minéral transporté, détritique).

Cette classification est valable pour l'ensemble des grès. Lorsque la roche présente des grains plus fins ou plus grossiers, il faut se référer à d'autres classifications que celle de Folk. En pratique, il semble plus judicieux de préciser que la taille des grains sort de la norme, donc de donner un autre nom à la roche (siltite ou microconglomérat), mais de rester sur la classification de Folk pour homogénéiser les données.

IV 1 2 b : Calcaires

Les calcaires, d'après Foucault et Raoult (1997), sont des roches sédimentaires carbonatées contenant au moins 50 % de calcite (CaCO_3), pouvant être accompagnée d'un peu de dolomite et d'aragonite. Les calcaires sont de faible dureté (rayés au couteau) et font effervescence (dégagement bouillonnant de CO_2) à froid sous l'action d'un acide dilué (par exemple HCl à 30 %), ce qui les distingue des dolomies, qui à froid ne réagissent pas ou peu. Les calcaires contiennent souvent des fossiles, d'où leur importance en stratigraphie. Dans la plupart des cas, ils tirent leur origine de l'accumulation de squelettes ou de coquilles calcaires, visibles soit à l'œil nu (débris de bivalves, de madréporaires...), soit au microscope optique (foraminifères, ...).

Avec les dolomies principalement, les calcaires forment le groupe des roches carbonatées, qui représentent 20 % des roches sédimentaires et qui ont fait l'objet de travaux importants quant à leur classification. Nous nous sommes référés principalement à celle de R. Folk (1974) -reprise par Foucault et Raoult (1997)- qui prend en compte la nature des éléments intergranulaires et celle des éléments figurés de la roche, équivalent des grains dans les grès.

Les éléments figurés -d'origine chimique ou biochimique- formés dans le bassin de sédimentation et ayant subi un certain transport sous forme de fragments distincts, sont de quatre sortes :

- les intraclastes : fragments souvent anguleux, issus d'un sédiment voisin mal consolidé et redéposés à faible distance, en formant un nouveau sédiment presque contemporain ;
- les oolithes (du grec, oeuf de pierre), dont le centre (nucleus) est un débris quelconque, enrobé de couches successives de calcite ;
- les fossiles, soit entiers, soit en débris (bioclastes) ;
- les pellets (ou péloïdes, ou pelotes, ou granules), qui sont de petites masses ovoïdes de 40 à 80 μm en moyenne, formées de boue microcristalline souvent riche en matière organique et considérées comme d'origine fécale.

Le « liant » peut avoir précipité dans le bassin de sédimentation sous forme de :

- micrite, ou boue de calcite, en particules de 1 à 4 μm , impliquant une formation surtout en eau très calme ; on parle alors parfois de matrice ;
- sparite, en cristaux de taille supérieure à 10 μm , le plus souvent de 20 à 100 μm , qui remplissent par précipitation directe les pores entre des éléments déjà accumulés, le milieu étant assez agité pour avoir empêché le dépôt de particules plus fines. La présence de cette sparite indique donc, en principe et sauf recristallisation, un milieu à haute énergie, peu profond.

A chaque roche que l'on peut distinguer au moyen de ces deux caractères, on fait correspondre un nom en utilisant :

- un préfixe précisant les constituants (respectivement : intra-, oo-, bio-, pel-) ;
- un suffixe correspondant à l'espace intergranulaire (-micrite, -sparite).

Par exemple, une intrasparite est formée d'intraclastes réunis par un ciment cristallin.

Ce tour d'horizon des termes et des classifications nous donne les bases nécessaires à l'étude des séries archéologiques des sites lacustres de Chalain et Clairvaux. La première étape de cette étude consiste à établir des groupes macroscopiques, qui nous permettront de dresser un panorama des roches support de l'outillage de mouture et de polissage.

IV 2 : Approche macroscopique - Du corpus à la lame mince

Chaque artefact a tout d'abord fait l'objet d'une étude macroscopique, à l'œil nu et à la loupe (grossissement x8). Les attributions macroscopiques étant en réalité des termes d'attente imprécis et parfois erronés, aucun inventaire des groupes n'est donné.

IV 2 1 : Le matériel de mouture et de broyage

Seul le matériel de mouture et de broyage du Néolithique final a fait l'objet de détermination pétrographique. En effet, tous les outils du Néolithique moyen s'avèrent être en calcaire, dont la provenance locale, bien que non démontrée pour cette période, est probable.

Pour le Néolithique final, 453 artefacts sont inventoriés. Leur détermination globale selon les différentes catégories précédemment définies permet de décompter (fig. 83) : 191 artefacts en roche cristalline, 167 grès, 46 calcaires ; le reste se répartissant entre des artefacts en roche indéterminée et des catégories à un seul artefact.

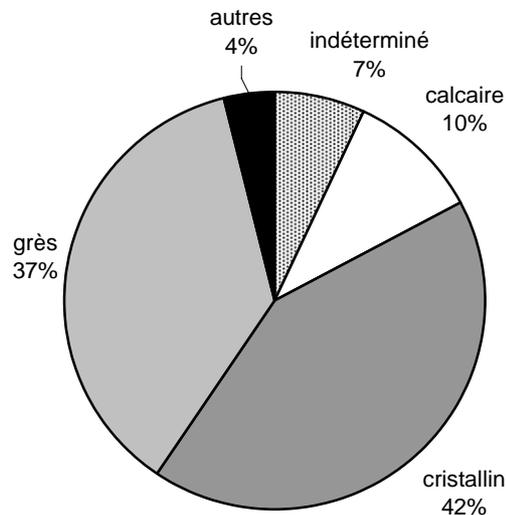


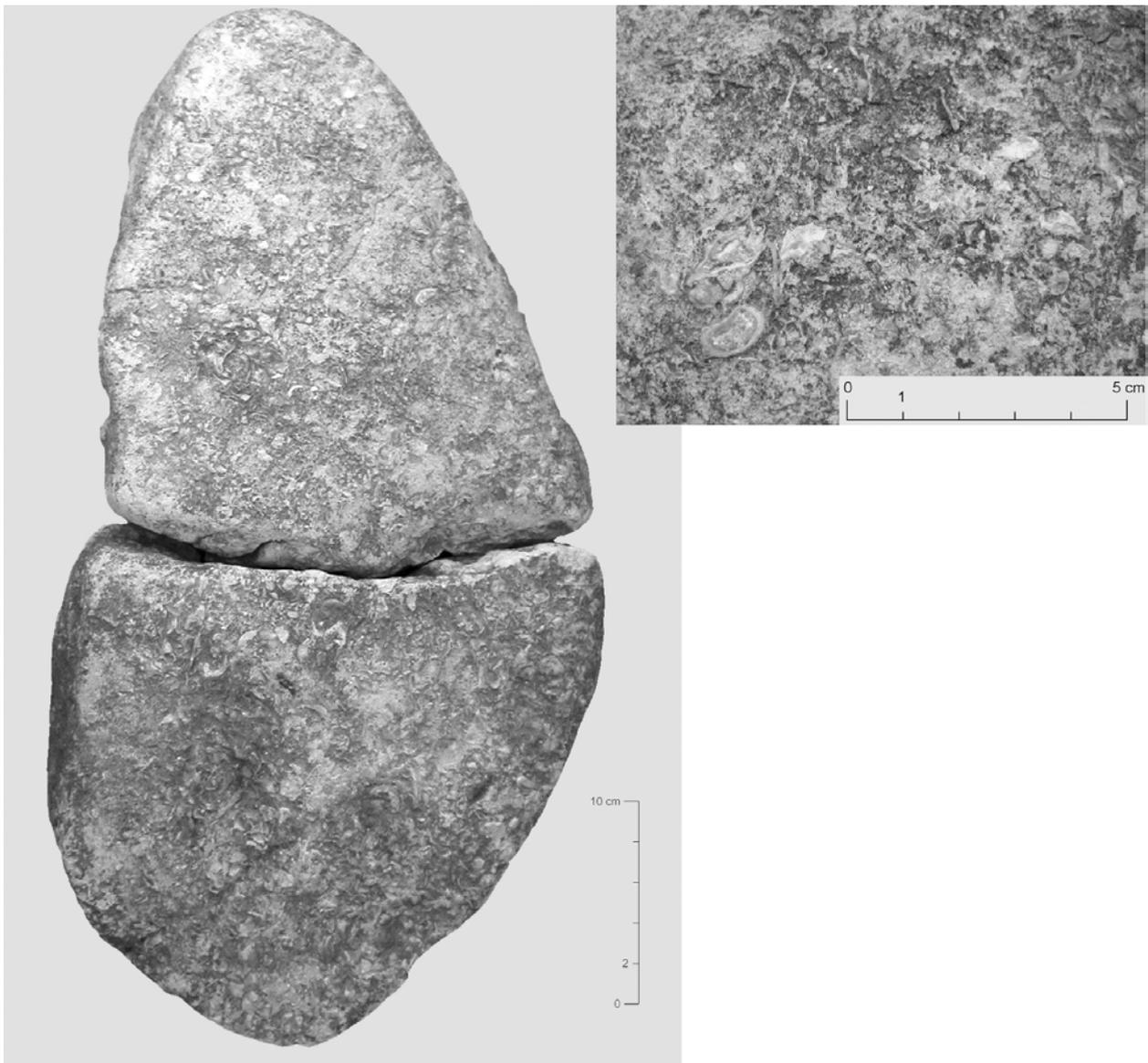
Figure 83 : décompte des artefacts du matériel de mouture et de broyage du Néolithique final par type de roche. Les grès au sens large et les roches cristallines (magmatiques ou métamorphiques) dominent la série, rassemblant près de 80 % des outils ou fragments d'outils de mouture

Nous allons maintenant passer en revue ces différentes catégories, au sein desquelles des groupes macroscopiques s'individualisent.

A l'œil nu, la distinction la plus évidente est l'opposition entre matériaux calcaires et matériaux siliceux.

IV 2 1 a : Le cas des calcaires

Les outils en calcaire sont au nombre de 46. Parmi eux, 13 sont complets (fig. 84). Les autres artefacts en calcaire sont présents sous forme de gros fragments (de 5 g à plus de 10 kg) de 1,3 kg en moyenne. Ce chiffre est important, surtout si l'on se souvient que la moyenne des fragments sur la totalité du corpus est de 335 g.



*Figure 84 : meule complète en calcaire, CL MM K (20161 33).
 Cette meule complète, très érodée, est en calcaire coquillier*

Au total, les calcaires pèsent 233746 g, pour 46 artefacts. Le corpus global pèse 424758 g pour 453 artefacts. Donc par rapport au corpus, les calcaires représentent 10 % du nombre d'artefacts pour 55 % du poids.

Les outils en calcaire sont toujours sous forme d'outils complets ou de gros fragments. Le rejet semble « rapide », les outils sont abandonnés sans être particulièrement fragmentés. Tout se passe comme si cette matière première était de moindre intérêt, puisqu'elle fait l'objet d'un faible degré de réutilisation comparativement aux matériaux non calcaires. Cette gestion particulière sera approfondie dès que les provenances de ces calcaires seront établies.

A l'œil nu, le groupe des calcaires n'est pas homogène, des artefacts crayeux côtoyant des outils sur roches grenues, plus compactes et à bioclastes bien visibles. 12 artefacts ont été sélectionnés pour faire l'objet d'une lame mince.

IV 2 1 b : Les matières premières siliceuses

* Les roches cristallines

Dans notre corpus de 453 artefacts, 191 sont en roches magmatiques ou métamorphiques.

Nous avons pu distinguer plusieurs catégories de roches (fig. 85), sur lesquelles nous reviendrons :

- des granitoïdes, roches magmatiques grenues sursaturées. Il est possible parfois de préciser certaines caractéristiques de la roche, en notant l'abondance de certains minéraux, (par exemple, granite à biotite, leucogranite (8 artefacts), c'est-à-dire granites à mica blanc...);
- des gneiss à structure variée, planaire ou linéaire, parfois œillée ...dont un groupe, assez vaste, d'orthogneiss pauvre en micas, à orientation souvent nette caractérisée par des alternances de teinte sombre et claire. Il est parfois possible d'entrevoir à l'œil nu un lien génétique entre certains granites et des gneiss qui en seraient dérivés ;
- des roches métamorphiques probablement recristallisées à faible température, qui pourraient appartenir au faciès schistes verts si l'on se réfère à la présence de chlorite ;
- un ensemble de roches de teinte blanche, comprenant aussi bien des roches magmatiques grenues que des roches métamorphiques orientées.

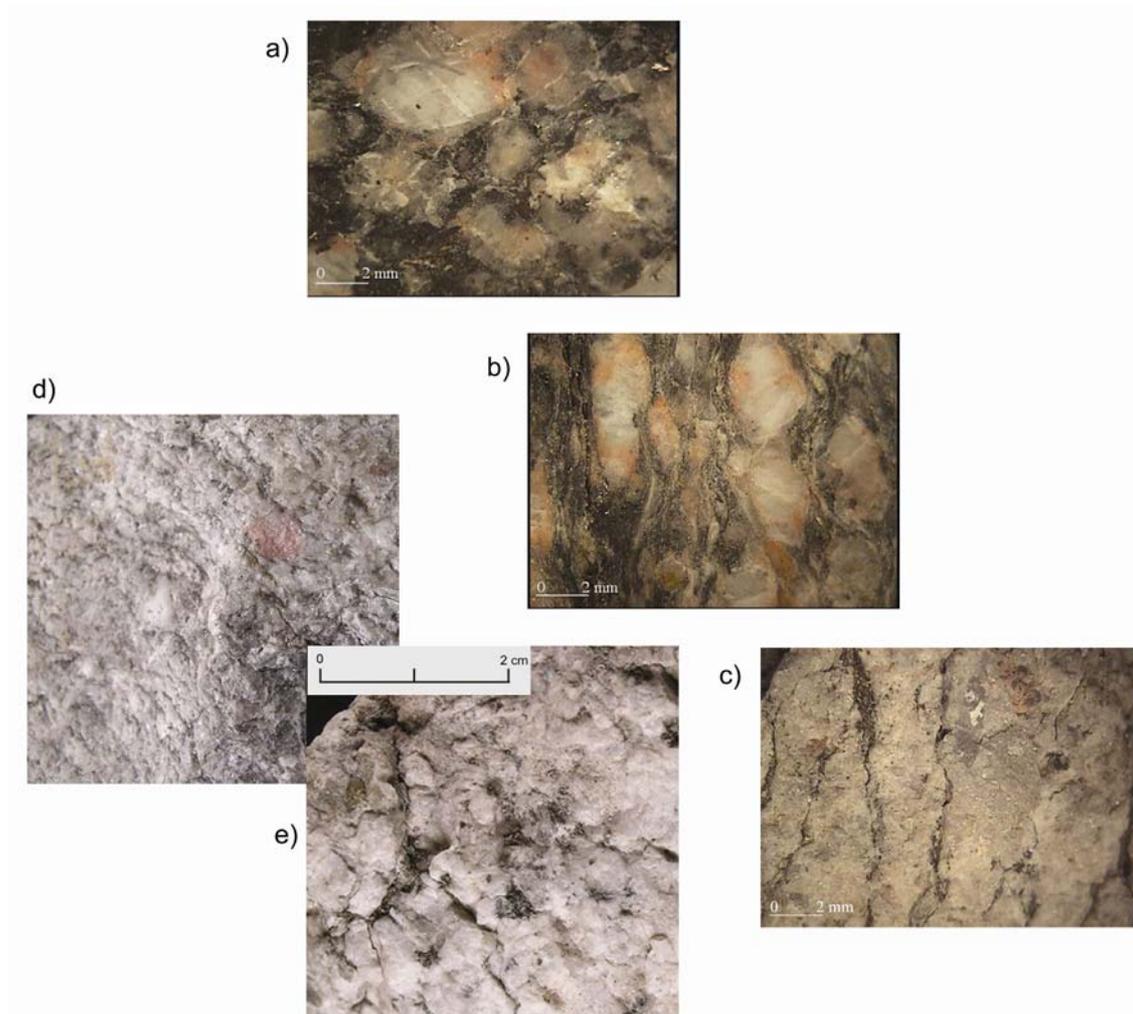


Figure 85 : exemple de groupe macroscopique : a) granite à biotite b) orthogneiss à biotite c) gneiss blanc d) gneiss à quartz rose e) granitoïde blanc

Il faut remarquer qu'au sein de ces roches magmatiques et métamorphiques, le choix des néolithiques a toujours porté :

- soit sur des roches grenues, type granite frais, dont les gros grains se détachent assez facilement, à l'usage ou au ravivage, permettant un entretien, voire un auto entretien, de la rugosité de la surface active de la meule ;
- soit sur des faciès métamorphiques à orientation nette, dont les litages sont disposés le plus souvent de façon oblique par rapport à la surface active (fig. 86). Cela permet d'avoir une surface de travail où coexistent des minéraux de nature et de comportement mécanique différents (micas/quartz par exemple). Réagissant de façon différente à l'usure lors de l'utilisation de l'outil, ils permettent également un auto entretien plus facile de la rugosité de la surface active.

De plus, un certain nombre d'outils en roche cristalline ont été fabriqués à partir de galets, préforme naturelle adéquate. 11 outils sur galets ont pu être identifiés, mais ce chiffre est certainement bien inférieur à la réalité. En effet, la fragmentation des outils sur roche cristalline est importante et le cortex des galets peut avoir totalement disparu. De plus, il n'est pas possible d'exclure l'utilisation de galets sous prétexte que le cortex est absent, puisque l'outil peut arriver dans le village sous forme d'ébauche, totalement épannelée. C'est le cas dans le Bassin parisien, où des galets, entièrement mis en forme, ne présentent plus de cortex (Hamon 2004a).

Aucun faciès de haute pression n'est présent dans le corpus. Cela s'explique par la qualité de la matière première : la ténacité d'une roche dépend surtout de sa texture ; ainsi, plus les minéraux sont engrenés et de petites dimensions, plus la roche est tenace, dure, difficile à mettre en forme et à entretenir. C'est le cas des roches employées pour les haches polies (jadéite, éclogite... Pétrequin, Errera *et al.*, 2003). Il est donc logique de ne pas trouver ce type de faciès métamorphique dans l'outillage de mouture.

Il faut aussi noter la présence de 16 « artefacts » en poudre, brûlés, intégrés dans l'inventaire du matériel de mouture et de broyage. Dans ces sacs de poudre, composée de minéraux variés, des fragments de roches sont parfois présents et classables dans la catégorie des roches cristallines. L'une de ces poudres a pu faire l'objet d'une lame mince.

Après cette première diagnose, en collaboration avec D. Santallier, il s'avère que la variété des roches rencontrées est importante, le nombre de groupe définis étant très élevé (plus de 15). 49 lames minces ont été réalisées dans ces différents groupes macroscopiques.

** Les grès*

Les artefacts en grès au sens large sont au nombre de 167.

Trois grands groupes ont été distingués (fig. 87) : les grès grossiers feldspathiques (117 artefacts), dont certains microconglomérats, ces grès présentent des feldspaths en quantité importante, de teinte parfois rosée, certains d'entre eux sont très compacts (46 artefacts) et présentent des pores tapissés de silice sous forme de petits cristaux ; les grès fins à très fins, jaunes à ocre, où le quartz semble majoritaire (27 artefacts) ; enfin des grès indéterminés (23 artefacts), de structure variée, souvent compacts et difficiles à appréhender à l'œil nu.

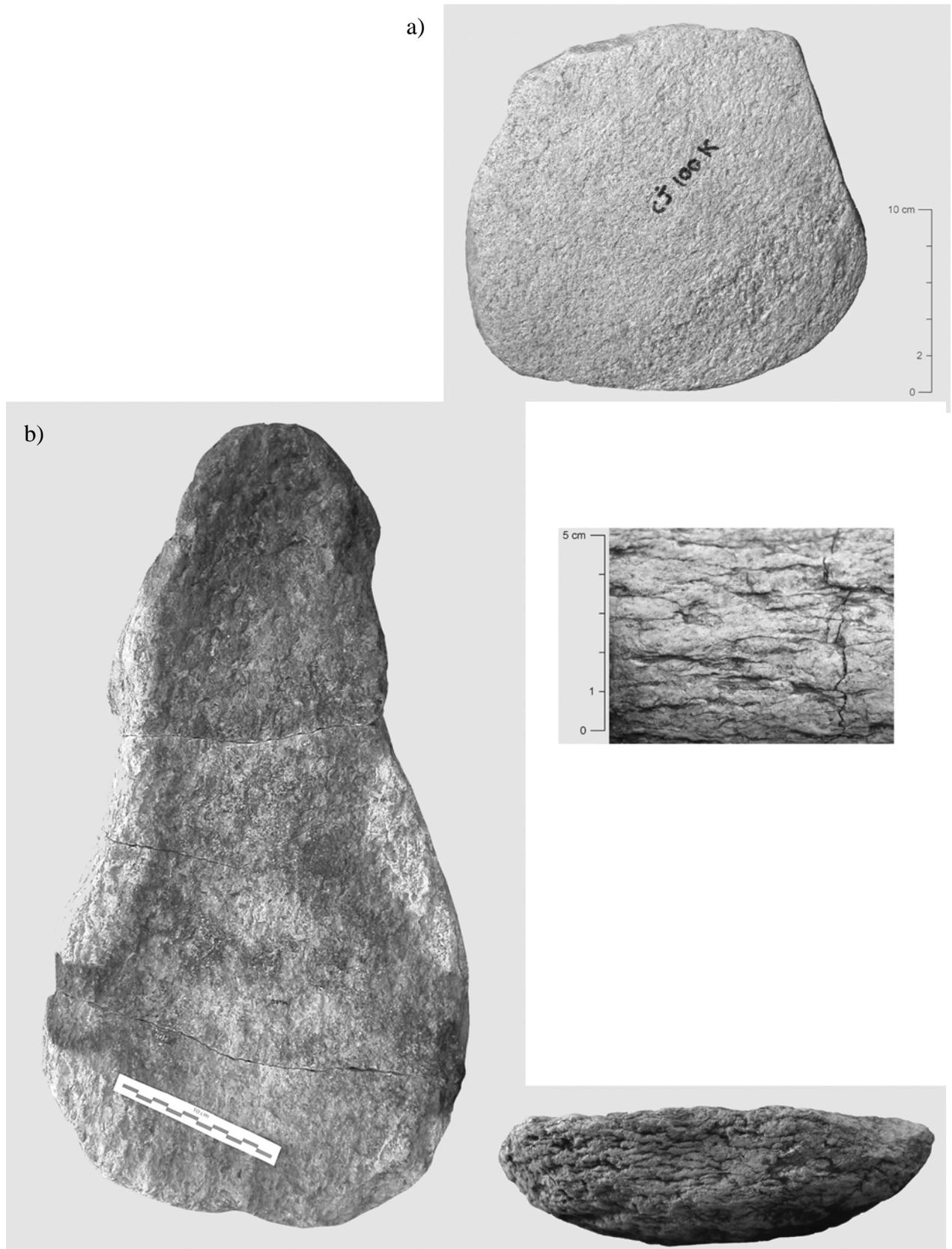


Figure 86 : a) molette complète CH 19 K, n° 1931 01 (pl.4 et 15).
Notez la présence de litages de minéraux de nature différente sur la surface active,
probablement pour accroître les qualités abrasives de l'outil.
b) meule complète de CH 2 C (1211 15, pl. 5 et 17). Les litages, apparents sur les flancs de la
meule, sont présents sur la surface active, mais masqués par les traces de chauffe

Les grès grossiers et feldspathiques présentent souvent des litages, qui ne correspondent pas, comme dans le cas des roches cristallines, à des variations minéralogiques mais à des variations granulométriques, des passées fines alternant avec des passées plus grossières. La surface active de certains artefacts en grès grossier est parallèle aux litages ; sur d'autres artefacts elle est perpendiculaire au litage, c'est-à-dire en délit. Il est possible d'imaginer alors deux types d'exploitation différents : les outils présentant une surface active parallèle au litage peuvent provenir d'exploitation de talus d'éboulis, comme c'est le cas à Malange (Jaccottey et Milleville, soumis b). Par contre, les outils présentant une surface active où les lits sont apparents peuvent avoir été extraits en front de carrière, puisque dans les régions exemptes d'évènements tectoniques importants, les lits des grès sont horizontaux. Une telle exploitation en front de carrière peut correspondre à des extractions thermiques, les blocs ainsi détachés pouvant être légèrement courbes et se rapprocher de la forme recherchée pour une meule. De plus, la composition de ces grès, et notamment l'opposition quartz/feldspath, présente un intérêt pour la mouture : les feldspaths tendent à disparaître les premiers durant l'utilisation, les grains de quartz, plus résistants, deviennent proéminents sur la surface jusqu'à ce qu'ils sautent, créant ainsi un trou. La répétition du phénomène permet un certain auto-entretien de la rugosité de la surface active.

Les grès grossiers ont fait l'objet de 18 lames minces, dont huit sur les faciès compacts ; trois lames minces ont été réalisées sur les grès fins et quatre lames sur les indéterminés.

Un dernier artefact, unique en son genre, a été étudié en lame mince. Il s'agit d'une roche blanche très indurée présentant une porosité importante sous forme de petits trous à la surface du fragment. A l'œil nu, nous avons classé cet artefact dans la catégorie des grès.

IV 2 1 c : Bilan macroscopique

La principale information apportée par l'approche à l'œil nu porte sur la gestion des matières premières. En effet, une différence nette oppose les matériaux siliceux (roche cristalline et grès) aux calcaires. En moyenne, les fragments calcaires pèsent 1,3 kg, les fragments en roche siliceuse 250 g. Pour les outils complets, deux meules complètes sur trois sont en calcaire. Les calcaires font bien l'objet d'une gestion qui semble moins économique en matière première que les autres types de roche. Mais il ne s'agit pas pour autant d'une gestion expédiente, qui implique un investissement en temps de travail moindre, les outils en calcaire étant tout aussi investis que les autres (forme similaire, façonnage identique, degré d'utilisation comparable...). Quant à l'abandon rapide, qui fait partie de la notion d'expédient, il faut relativiser la dichotomie calcaire/silice, car les calcaires ne sont pas réutilisés en tant que matière première, mais peuvent être utilisés longtemps en tant que meule. De plus, si la matière première n'avait pas été réutilisée, le reste du corpus en roche siliceuse serait peut être retrouvé sous la même forme que les calcaires, c'est-à-dire en gros blocs. Les normes de rejet sont peut être les mêmes pour tout le matériel de mouture et de broyage, mais la chaîne opératoire de la matière première (et plus de la meule) diffère peut être uniquement après le rejet.

Je me suis posé la question de la densité des matériaux. En effet, un outil en calcaire est-il plus léger, plus « maniable » et donc plus facile à transporter ? Cette réflexion en terme de coût, très matérialiste, est néanmoins intéressante.

IV 2 2 : Une différence de densité ?

J'ai tenté d'évaluer la différence de poids qu'il pouvait y avoir entre le calcaire et les autres roches, pour une meule théorique donnée. Les valeurs prises en compte proviennent de « Handbook of Physical Constants » (Birch *et al.*, 1942). Les valeurs de densité (D) sont de 2,321 g/cm³ pour les grès, 2,541 pour les calcaires, 2,80 pour les gneiss, la référence étant 1 g/cm³ pour l'eau. La densité des calcaires est donc supérieure à celle des grès, mais inférieure à celle des gneiss.

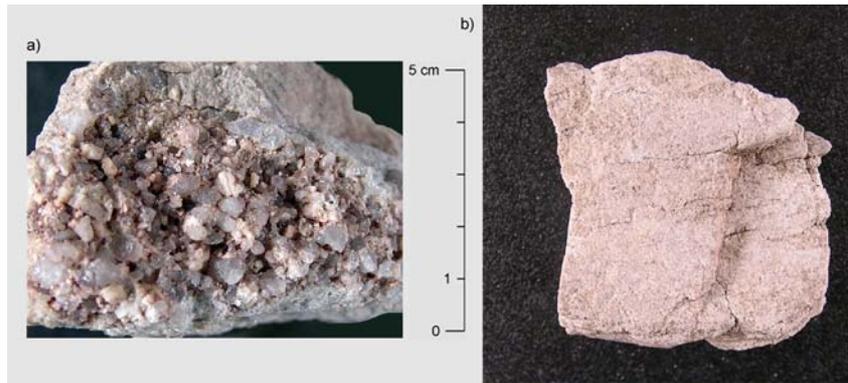


Figure 87 : exemple de groupe macroscopique : a) grès feldspathique grossier b) grès fin lité

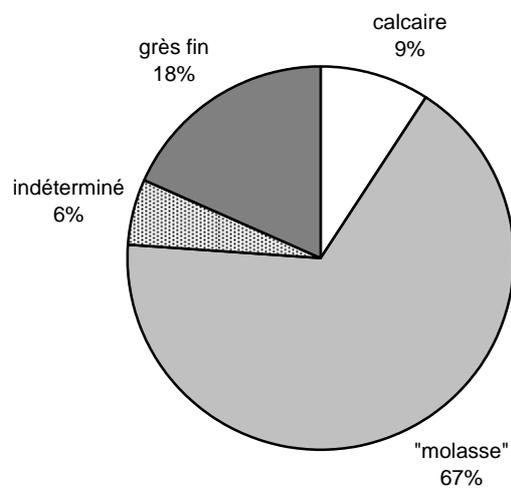


Figure 88 : décompte des polissoirs du Néolithique final par type de roche. Les grès au sens large (molasse et grès fin) dominent la série, rassemblant près de 85 % des polissoirs ou fragments de polissoirs

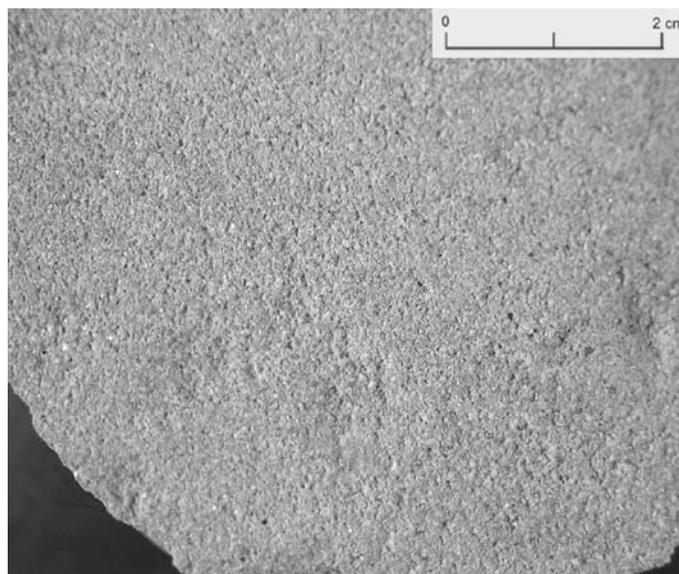


Figure 89 : un des deux groupes macroscopiques des polissoirs en grès : « molasse »

Raisonnons maintenant sur la plus lourde, large et longue pièce de tout Chalain/Clairvaux (ébauche de meule en calcaire, 1251 01, annexe 4, pl. 10). L'ébauche complète de CH 2/6 pèse 84 kg, elle mesure 68 x 40 x 21 cm. Si on multiplie ces dimensions par la densité (2,541), elle devrait peser 145 kg (si c'était un parallélépipède). Or elle ne pèse que 84 kg, soit -en gros- 60 % du poids calculé. Donc le poids d'une ébauche de meule est de 40 % inférieur au poids du parallélépipède dans lequel elle est contenue (L x l x ép. x D).

La même ébauche en grès pèserait donc 80 kg (68 x 40 x 21 x 2,321 x 60 %) soit 4 kg de moins, ce qui à cette échelle de poids est finalement assez peu. Par contre, la même ébauche en gneiss pèserait 96 kg (68 x 40 x 21 x 2,8 x 60 %) soit 12 kg de plus.

Si l'on prend maintenant comme référence un outil utilisé, tel que la meule complète n° 15 de CH 2 C (1211 15, annexe 4, pl. 5). Cette meule en gneiss mesure 49 x 26 x 7,3 cm. Le poids théorique du parallélépipède qui la contient serait de 26 kg (49 x 26 x 7,3 x 2,8). Comme elle pèse 12 kg, on peut conclure que le poids d'une meule est de 54 % inférieur au poids du parallélépipède dans lequel elle est contenue (L x l x ép. x D).

La même meule en calcaire pèserait 11 kg (49 x 26 x 7,3 x 2,541 x 46 %), soit un kilo de moins. La même meule en grès pèserait 10 kg (49 x 26 x 7,3 x 2,321 x 46 %), soit deux kilos de moins. Ainsi, sur un outil utilisé, la différence de poids selon la matière première est négligeable.

Ces calculs, bien évidemment théoriques, permettent simplement de mettre en évidence que le choix des calcaires n'est pas justifié par une différence de densité qui permettrait, à volume égal, d'obtenir une meule plus légère.

Il faut donc chercher ailleurs une explication à la gestion particulière des calcaires au Néolithique final dans la Combe d'Ain.

IV 2 3 : Les polissoirs

De même que pour le matériel de mouture et de broyage, seuls les polissoirs du Néolithique final ont été analysés pétrographiquement.

Pour le Néolithique final, 389 artefacts sont inventoriés. Leur détermination globale permet de décompter (fig. 88) : 331 grès et 36 calcaires ; le reste se répartissant entre des artefacts en roche indéterminée et des catégories à un seul artefact.

IV 2 3 a : Les calcaires

Les artefacts en calcaire sont au nombre de 36. Parmi eux, seuls deux sont complets. Les artefacts en calcaire ont un poids moyen de 400 g.

17 artefacts sont des petits fragments sur plaquette de calcaire sombre et très lité, d'épaisseur maximale de 1,5 cm et d'un poids moyen de 23 g. Ce groupe macroscopique s'individualise très bien : les artefacts, brûlés, appartiennent tous à CL MM D et E. Ils proviennent probablement d'un très faible nombre de polissoirs, un ou deux à mon avis.

Les autres polissoirs en calcaire ont un poids moyen de 740 g, poids important par rapport à la moyenne des exemplaires du corpus, soit 255 g. Il semble bien que la gestion particulière des calcaires par rapport aux matériaux siliceux se remarque non seulement sur le matériel de mouture et de broyage mais aussi au sein des polissoirs.

La variabilité des calcaires est importante, des roches crayeuses ayant été utilisées autant que des calcaires coquilliers ou finement cristallisés.

Trois lames minces, dont deux sur le faciès sombre et très lité, ont été réalisées sur les polissoirs en calcaire.

IV 2 3 b : Les grès

La majorité des polissoirs du Néolithique final est en grès. Malgré le nombre important d'artefacts (331), la variabilité des roches est finalement très peu importante.

Deux grands groupes ont été repérés : les « molasses » au sens large (fig. 89) et des grès fins et lités, jaune à ocre, groupe déjà rencontré sur l'outillage de mouture.

Au sein des « molasses » -grès fins et micacés à l'œil nu- et suite à une première série d'analyses en lame mince, il est apparu que pour un même groupe à l'œil nu, deux faciès étaient présents, faciès très proches mais dont l'un seulement possède des poches de calcaire. Ainsi, il a été possible de définir deux types de « molasse », calcaire et non calcaire, différenciable à l'œil nu grâce à un test à l'acide chlorhydrique dilué. 122 « molasses » et 138 « molasses » calcaires sont donc inventoriées, groupes caractérisés par -respectivement- 12 et huit lames minces. Il faut remarquer qu'avec l'habitude, il est parfois possible de distinguer au toucher les deux types de molasses. Celles présentant des poches de calcite sont plus douces au toucher et semblent plus compactes, plus homogènes et moins poreuses, toutes proportions gardées. Il s'avère que la présence de calcite confère à la roche un aspect plus massif, compact, puisqu'elle bouche les pores.

En ce qui concerne les grès fins lités de teinte jaune à ocre, au nombre de 71, ils ont fait l'objet de neuf lames minces. Ce groupe est le seul à se retrouver dans les deux catégories d'artefacts, meule et polissoir, et ce pour les sites de CH 4 uniquement. Il peut s'agir de polissoirs ayant fait l'objet de réutilisation ponctuelle en meule. Il faut noter que le grain de la roche, très fin, diffère beaucoup de la granulométrie généralement adoptée pour le matériel de mouture et de broyage dans la Combe d'Ain. Dernière remarque sur ces grès lités, la surface de polissage est toujours parallèle à l'orientation de la roche. Il y a donc une volonté de ne pas faire apparaître les litages sur les surfaces actives, probablement pour ne pas créer de rayures sur les objets polis ou abrasés.

Il est possible de souligner dès à présent l'homogénéité de ces groupes, les faciès restant strictement les mêmes sur les 600 ans étudiés. Cette homogénéité explique le faible nombre de lames minces réalisées dans chacun des groupes macroscopiques. En effet, après avoir réalisé une première série de lames minces, nous avons remarqué que les observations à l'œil nu étaient très fiables. Par la suite, nous n'avons plus réalisé systématiquement de lame par ensemble archéologique, mais seulement quelques lames de vérification.

IV 3 : Approche microscopique - De la lame à la source

Nous allons à présent étudier les lames minces des différents groupes macroscopiques. Un inventaire complet des lames minces ainsi que leur description se trouve en annexe 9.

Au total, 129 lames minces sont recensées (fig. 77, chapitre III paragraphe 4), réalisées sur 125 artefacts. Sur ces 129 lames minces, 31 ont été faites à Besançon avant le début de mon travail. Parmi ces 31 lames, huit provenant de CL II/II bis et CL III n'ont pas été retrouvées. Ainsi, se sont 121 lames minces d'artefacts archéologiques qui ont été étudiées, dont 98 réalisées à ma demande, principalement par Mme Clermont, litholamelleuse de l'université Claude Bernard Lyon 1.

L'observation des lames minces se fait à l'aide d'un microscope polarisant. La lumière, polarisée une ou deux fois, permet de révéler des caractéristiques optiques propres à chaque minéral. Ainsi, les clichés de lame mince sont pris soit en lumière dite naturelle (LN ; lumière polarisée une fois) soit en lumière polarisée (LP ; lumière polarisée et analysée). Les photos prises au microscope polarisant sont légendées comme suit :

Ap : Apatite organique	Mi : Microcline (Feldspath potassique)
Bt : Biotite	Mu : Muscovite
Bt vte. : Biotite verte	My : Myrmékite
T : Tourmaline	Pl : Plagioclase
F(K) : Feldspath (potassique)	Q : Quartz
LN : lumière naturelle (polarisée une fois)	Qte : Quartzite
LP : lumière polarisée analysée	

Il m'a paru judicieux d'associer la description des lames et la recherche de l'origine de la roche. Je détaillerai les recherches de provenance pour chacun des groupes décrits et analysés. L'ordre de présentation des différents groupes sera le suivant : roche magmatique et métamorphique, puis grès et enfin calcaire. Les problématiques posées sont bien différentes d'une catégorie à l'autre. C'est pourquoi l'ordre de présentation varie d'un sous-chapitre à l'autre.

Pour les roches cristallines, l'intérêt principal réside dans la compréhension des mécanismes de formation et de déformation des roches. Toutes les lames minces sont décrites avant d'aborder la question de la provenance des matériaux.

Pour les grès, les groupes macroscopiques -homogènes- sont traités les uns après les autres, chacun faisant l'objet d'une réflexion géologique à part entière.

Enfin pour les calcaires, l'origine des artefacts est principalement fonction des assemblages d'organismes et ce pour chacune des lames minces.

Les catégories seront donc traitées de façon différente : globale pour les roches cristallines, par groupe macroscopique pour les grès et enfin lame par lame pour les calcaires.

IV 3 1 : Les roches cristallines

49 lames minces (dont deux non étudiées car introuvables) caractérisent 43 artefacts.

Concernant les roches magmatiques et métamorphiques, l'observation des lames minces réalisée avec Danielle Santallier permet toujours de préciser les observations macroscopiques et d'améliorer le degré de connaissance que nous avons de la roche (annexe 9).

Nous allons maintenant, à travers quelques exemples, souligner l'apport de la détermination des artefacts archéologiques en lame mince.

IV 3 1 a : Description de lames minces

Parmi les pièces en granite, nous avons pu -à l'œil nu- mettre en évidence plusieurs groupes, définis par les minéraux principaux de la roche.

L'un de ces groupes est celui des **granites à biotite**. Le meilleur exemple en est l'artefact de Chalain 3 couche VI, Gc 83VI, n°13 21 05 (fig. 90).

Sur le cliché de l'artefact de CH 3 VI (fig. 90 a), on reconnaît le quartz blanc, les feldspaths roses ou blancs et les biotites (micas noirs). L'observation de cette roche en lame (fig. 90 b) confirme la détermination, mais précise la nature des feldspaths : feldspaths potassiques et plagioclases, et complète la liste des minéraux présents, changeant ainsi le nom de la roche, puisque de la muscovite est identifiable, faisant du « granite à biotite » un granite à deux micas. Ce granite, objet de deux lames minces, présente dans l'une des lames un faciès légèrement orienté et un minéral nommé sillimanite, caractéristique du métamorphisme. Le massif granitique auquel il appartient est donc un massif ayant subi, au moins par endroit, des déformations (variation de pression et/ou de température). De plus, de la myrmékite s'est formée (cristal de feldspath contenant de fins vermicules de quartz, disposés le plus souvent en forme buissonnante) lors de la syncrystallisation des deux feldspaths. Une telle figure de cristallisation, dénommée symplectite, associée à la détermination des autres minéraux est -dans notre cas- suffisamment caractéristique pour pouvoir être un critère de détermination de provenance. Les autres granites du même groupe proviennent de CH 19, couche O (11911 34) et couche H/K (11941 10).

Un orthogneiss provenant de Chalain 4 phase 2 (1421 17, fig. 91) est à rapprocher macroscopiquement de ces granites.

Le lien génétique supposé à l'œil nu entre les deux roches (granite et gneiss ; fig. 90 a et 91 a) est confirmé par la lame mince (fig. 91 b), puisque les mêmes minéraux sont présents (quartz, feldspaths, micas et myrmékite). Seule la structure de la roche a changé. La roche de départ, ou protolithe, est le granite à deux micas, qui a été déformé et métamorphisé, en réponse à des variations de pression et température. L'orthogneiss prend alors le nom de métagranite (granite métamorphisé) à deux micas. Sa provenance est à rechercher à proximité de la roche mère.

Un dernier granite défini à l'œil nu est à rapprocher de cette catégorie, mais présente des caractéristiques minéralogiques légèrement différentes (Chalain 4 phase 1, 1411 09). Sa détermination sur lame a été complétée avec Simonpietro Di Pierro (géologue, Paris), qui diagnostique un granite à opaques orientés et amphibole. Les opaques pourraient être de l'ilménite (oxyde de fer et titane). Ces opaques représentent au moins 5 % du volume et sont globalement orientés. Ils soulignent la texture primaire de la roche, car ils se forment tôt dans la chambre magmatique et gardent leur orientation. Ils sont parfois inclus dans les amphiboles, dont la cristallisation est, elle aussi, précoce. Une analyse de leur composition chimique à la microsonde pourrait en faire un marqueur de cette roche, tout comme l'orientation des opaques.

Un groupe d'orthogneiss de teinte blanche est très nettement différent du précédent. L'exemple choisi pour ce groupe macroscopique provient de Chalain 2 C (n° 1211 10, fig. 92).

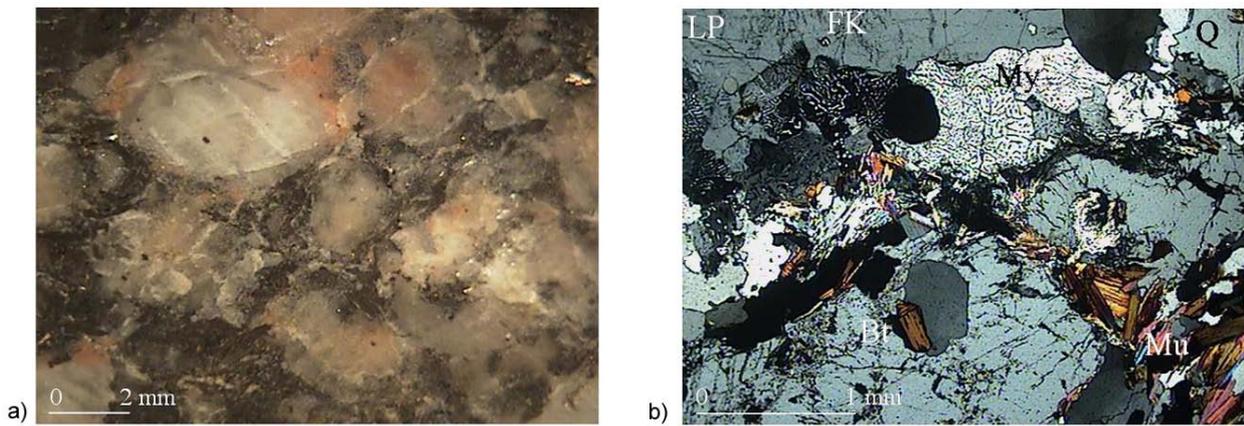


Figure 90 : granite à deux micas, CH 3 VI, n° 1321 05. a) photo à l'œil nu, b) lame mince, LP. On remarque sur la photo de la lame mince la présence de quartz (Q), de feldspath potassique (FK), des deux micas (Bt et Mu) ainsi que la myrmékite en forme buissonnante (My)

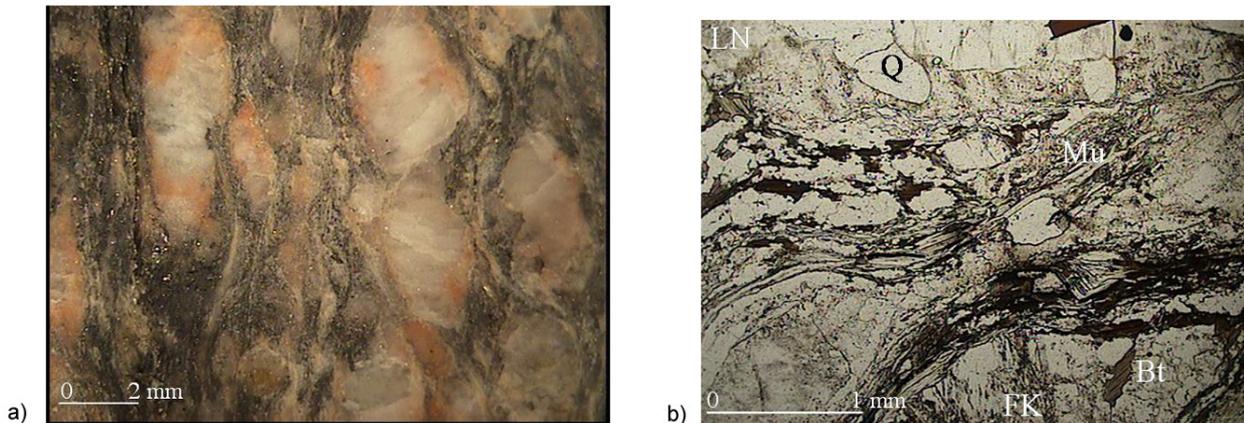


Figure 91 : métagranite à deux micas, CH 4 phase 2, n° 1421 17. a) photo à l'œil nu b) lame mince, LN. On remarque dans ce métagranite les mêmes minéraux que dans le granite de la figure 90 : quartz, feldspath, micas et myrmékite ; seule la texture a changé

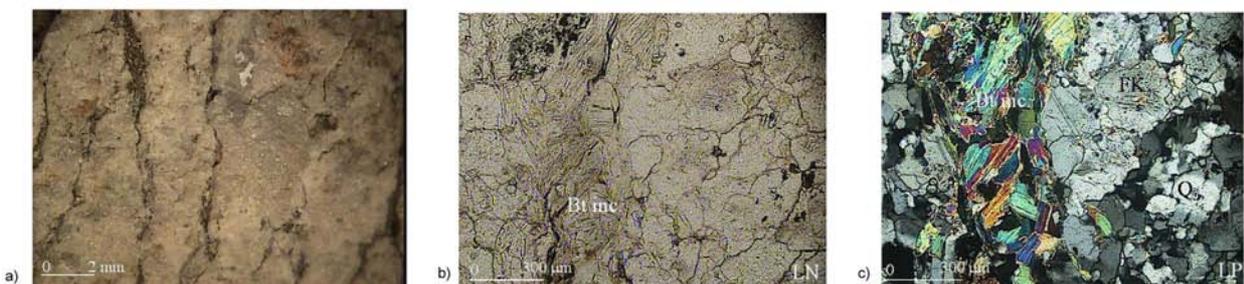


Figure 92 : métagranite à biotite incolore, Chalain 2 couche C, n° 1211 10
a) photo à l'œil nu, b) lame mince - LN c) lame mince - LP.
La biotite, mica blanc, habituellement brun en LN, est ici totalement décolorée, mais présente bien les teintes de biréfringence de la biotite en LP

A l'œil nu (fig. 92 a), la roche semble être un orthogneiss de teinte blanche, pauvre en mica, à lits quartzo-feldspathique marqués où les feldspaths sont visibles à l'oeil nu. En lame mince (fig. 92 b), on observe, en particulier sur le mica, des transformations dues à des variations de pression et de température qui autorisent la migration d'éléments chimiques. Il s'agit de biotite

dont la couleur en lumière naturelle n'est pas totalement homogène et présente des teintes verdâtres très claires. Cela s'explique par le chimisme du mica qui modifie sa teinte. De brun, la couleur passe à un vert d'autant plus clair que la teneur en titane (et en fer) du minéral baisse et, dans une moindre mesure, que celle du magnésium augmente. Ces transformations à partir de la biotite magmatique sont attestées par des reliques de biotite brune dans la biotite verte.

Les micas participent d'un nouvel assemblage de minéraux, dépendant du chimisme de la roche et des conditions de pression/température. Cette paragenèse constituera un bon marqueur pour une recherche de provenance de la roche. Nous pouvons d'ailleurs nommer la roche grâce à son minéral le plus marquant : métagranite à biotite « verte » à « incolore ».

Les autres artefacts entrant dans cette catégorie proviennent de CH 2 C (1211 20 ; 1211 15), mais aussi de CH 4 phase 4 (1441 12) et de CL MM H et J (20121 08 et 20151 07).

Notons qu'une autre diagnose réalisée par Simonpietro Di Piero contredit cette détermination, pour un des artefacts de CH 2 C (1211 20). Il s'agirait d'un paraschiste, la roche mère n'étant probablement pas un granite. On note des biotites « schisteuses », micas à formation contemporaine de la déformation et pas d'épidote. Il s'agirait donc d'un « grès » métamorphique, à déformation plastique mais aussi minéralogique.

De même pour la lame mince réalisée sur un artefact de CL MM J (20121 08). Pour S. Di Piero, la texture n'est pas celle d'une roche plutonique, le protolithe n'est donc pas forcément un granite mais peut être une roche sédimentaire. Il pourrait s'agir d'un granite (d'où proviendraient les épidotes...) qui « évolue » en grès, puis en paragneiss. Il n'y a quasiment pas de biotite, les plagioclases sont minoritaires, les épidotes sont « abrasées » en agrégats non cohérents, concentrés dans les micas. On note aussi beaucoup de titanite xénomorphe dans les micas.

N'ayant pas les compétences pour trancher entre ces deux lectures, je préfère mettre ici les deux interprétations, en remarquant que quelle que soit la roche mère de ces gneiss, les déformations subies sont importantes, notamment pour les biotites.

Dans la catégorie des granites à biotite incolore, certaines lames minces provenant d'artefacts de Chalain 4 phase 2 (1421 05 et 21) présentent un faciès légèrement différent des précédents. Il s'agit de faciès granitiques légèrement réchauffés, à déformations cassantes, qui ont subi un événement métamorphique peu poussé en faciès schistes verts, puisque l'on trouve un peu de chlorite. On trouve aussi du sphène (titanite), à relief élevé et biréfringence forte, de forme xénomorphe. Les plagioclases, de type oligoclases sont séricitisés (altérés en séricite, mica blanc en très petits cristaux). De la muscovite se forme au dépend des plagioclases, mais en faible quantité. Le quartz a aussi recristallisé dans la matrice (sorte de « quartzite »). En collaboration avec Simonpietro Di Piero, nous avons mis en évidence la présence de stilpnomélane (fig. 93), très précieux en terme de signature minéralogique de la roche.

Quatre lames présentent des **faciès schistes verts** (fig. 94), dans deux cas complétés par de la tourmaline et des chloritoïdes. Il s'agit des artefacts de CH 19 H (11921 04) et de CL IV sup. (2421 26). Les deux autres faciès schistes verts proviennent de CL MM A et K (2031 09 et 20161 38).

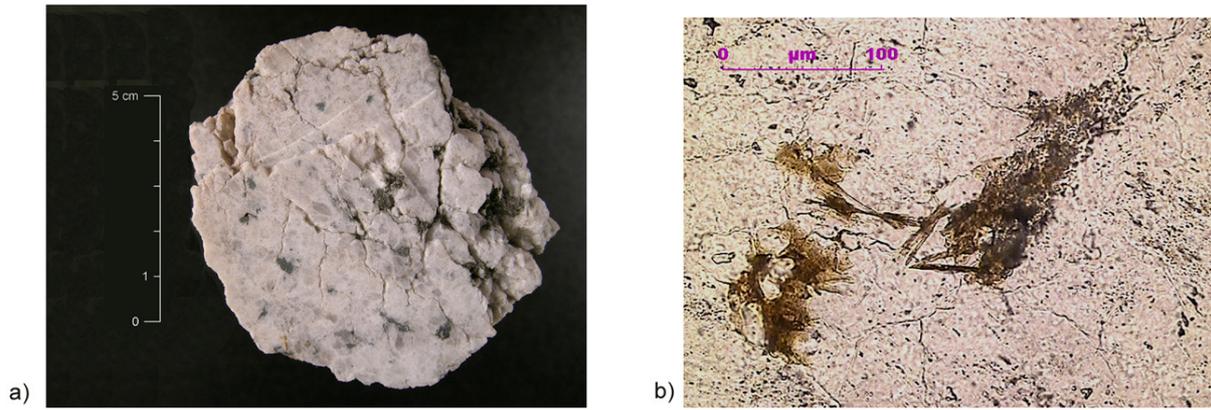


Figure 93 : granite blanc, Chalain 4 phase 2 n° 1421 05
 a) à l'œil nu b) en lame mince - LN, cliché S. Di Pierro. Le stilpnomélane (minéral brun en aiguille) est au centre du cliché de la lame mince

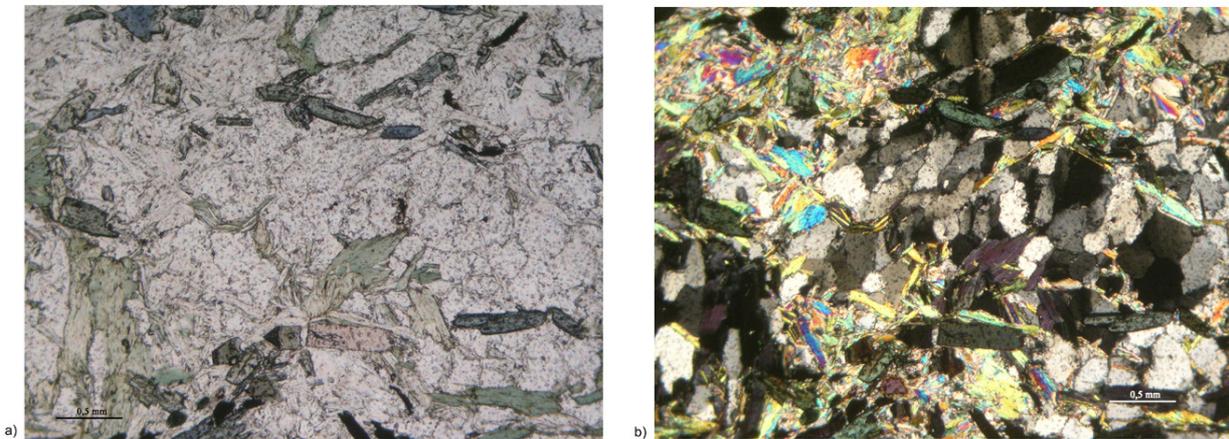


Figure 94 : faciès schistes verts, CL VI ensemble supérieur, n° 2421 26,
 a) lame mince LN b) lame mince LP. Les chloritoïdes sont les minéraux verts en LN et gris à très sombre en LP, une tourmaline est au centre du cliché, en rectangle rosé en LN et sombre en LP



Figure 95 : molette complète de CH 19 H/K (11941 04, pl. 12).
 Notez la couleur claire et la structure grenue de cette granodiorite, ainsi que le trou laissé par le carottage et qui ne se repère que sur le dos de l'outil

Un groupe de **granodiorite** (roche voisine des granites et riche en plagioclases) est composé de trois artefacts dont deux présentent des faciès métamorphisés (CH 2 C, 1211 11 et CL MM J, 20151 08).

Le dernier est une granodiorite calcique, provenant de CH 19 H/K (11941 04). Cette dernière a été déterminée avec S. Di Pierro, à partir d'une lame mince issue du carottage d'une molette complète (fig. 95). En plus des quartz, des amphiboles type hornblende sont présentes. Les plagioclases sodiques (albite ou oligoclase) de cette roche sont en partie altérés en séricite. Il n'y a pas de feldspath potassique, sauf un peu de microcline. Le quartz est déformé ; on observe des auréoles de micas autour d'eux et de petites chlorites autour des micas, ainsi que du sphène. La lame présente également des épidotes et du zircon. La texture de la roche est magmatique, le métamorphisme a un peu joué : la biotite devient muscovite, en perdant son fer et les plagioclases deviennent micas blancs.

A Chalain 4 phase 4, (1441 07 et 08) une molette, en **quartzite déformé** (fig. 96), est caractérisée par des grains rouges visibles à l'œil nu. La lame mince révèle effectivement un quartzite déformé à tiède, les grains rouges étant des quartz. Ce faciès se retrouve également à CH 4 phase 3 (1431 08).

Enfin, un groupe de granite se distingue très nettement des précédents. Il s'agit d'un granite riche en mica blanc, granite « frais » qui, à l'œil nu, ne semble pas avoir subi de déformation. Les lames minces d'artefacts présentant ce faciès proviennent de CH 4 phase 1 et 3 (1411 13 et 1431 02 ; fig. 97).

Dans la lame 1411 13 (fig. 97 b), on remarque des plagioclases en cours d'altération, mais qui restent intègres et soulignent un fort taux d'aluminium. Le quartz est minoritaire. Il y a de nombreuses muscovites, notamment en matrice. Il n'y a pas de biotite, ni d'épidote, ni de titanite. Ce granite pourrait provenir d'une roche sédimentaire, qui fond et reforme un magma. Ce granite non déformé est un leucogranite.

La définition des leucogranites est celle de granites d'anatexie, c'est à dire de granites issus de la fusion partielle de la croûte continentale (dans les zones de subduction par exemple), en opposition aux granites à composante mantellique. Les liquides issus de la fusion de la croûte peuvent se rassembler et former des massifs de granite à muscovite et à biotite : les leucogranites anatectiques (Caron *et al.*, 1989). Ils se reconnaissent par leur couleur claire (leukos, blanc en grec), car ils sont souvent riches en muscovite (mica blanc) et la biotite est présente en faible quantité, voire absente.

Nous n'avons pas ici passé en revue la cinquantaine de lames minces étudiées, mais nous avons caractérisé les principaux groupes repérés sur le matériel de mouture et de broyage des sites lacustres jurassiens. La détermination des autres roches cristallines caractérisées en lame est précisée en annexe 9.

IV 3 1 b : Provenance des roches cristallines

La recherche de la provenance du matériel de mouture en roche non sédimentaire est à la fois simple et délicate dans notre cas. Simple parce que le Jura calcaire permet d'exclure de grands ensembles géologiques et d'orienter la recherche vers des massifs éloignés plutôt que vers une multitude d'affleurements locaux.

Mais la détermination de provenance est néanmoins délicate car la variabilité des roches rencontrées sur le corpus est grande.

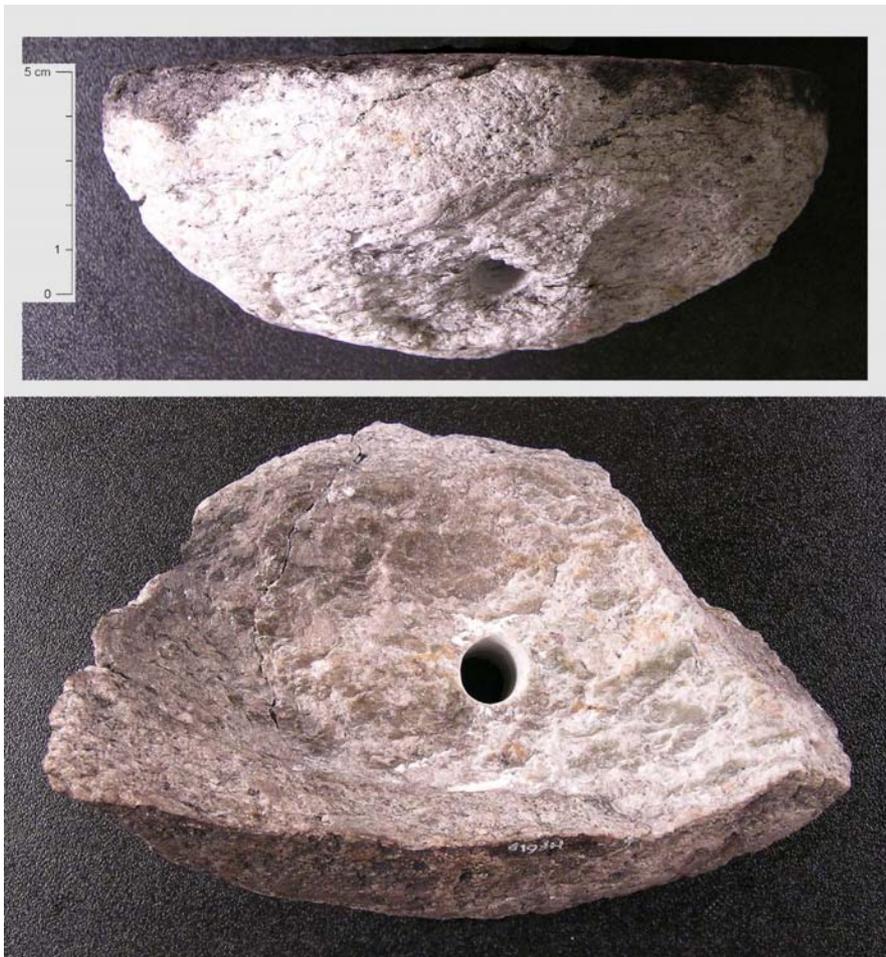
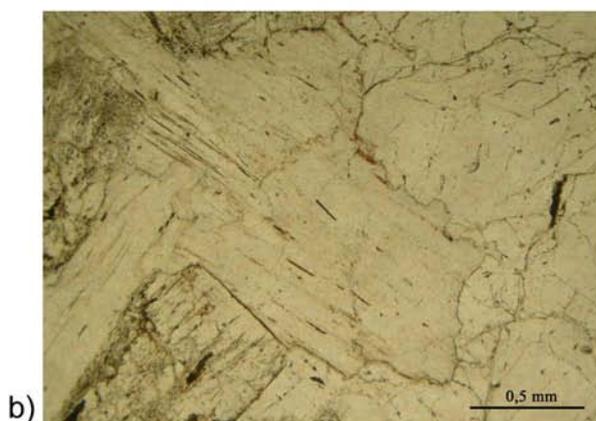


Figure 96 : molette de Chalain 4 phase 4 (1441 07, pl. 22). Notez l'orientation générale du quartzite, très marquée, la présence de grains rouge/rosé, ainsi que le trou laissé par le carottage

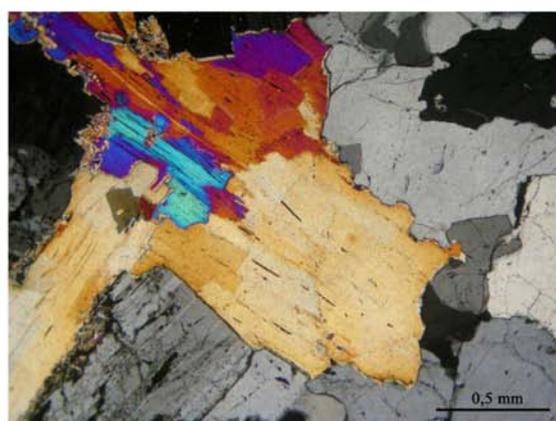
Figure 97 : leucogranite de CH 4 phase 1, n° 1411 13 :
 a) photo à l'œil n, b) lame mince, LN c) lame mince, LP.
 Le minéral le plus frappant dans ce granite est la muscovite, brillante à l'œil nu et de taille très importante, de l'ordre de deux à trois millimètres sur le cliché de la lame mince (minéral coloré)



a)



b)



c)

Plusieurs scénarios sont envisageables pour expliquer cette variété : chaque roche peut être représentative d'un affleurement.

Etant donnée la multitude de roches différentes, il faut imaginer une multitude de gîtes. Dans ce cas, le nombre de zones d'approvisionnement est important et chaque maisonnée aurait son propre réseau. Une autre hypothèse est privilégiée, celle de gîtes préférentiels, présentant plusieurs roches au même endroit.

Cette variabilité de roches au sein d'un même lieu peut, géologiquement, se retrouver dans différentes zones particulières, où peuvent coexister des roches très dissemblables. Il s'agit d'une part des couloirs de déformations, où la roche mère est unique mais les variations P/T, l'hydratation par les fluides, le nombre de phases et le type de déformation (planaire, linéaire...) peuvent amener des roches très dissemblables à coexister, à savoir la roche mère et l'ensemble des roches dérivées, c'est-à-dire une séquence métamorphique. D'autre part, il existe des sites d'accumulation des produits d'érosion, tels que les formations de piémont, les alluvions, les conglomérats et les moraines...

Le raisonnement archéométrique qui tend à chercher les provenances des outils d'abord au plus proche nous a amené à nous intéresser à deux formations très différentes :

- d'une part le massif granitique le plus proche des sites : le massif de la Serre ;
- d'autre part les moraines et les alluvions fluvio-glaciaires ; les matériaux de ce type dans le Jura sont alpins et ont été déposés par le glacier du Rhône (Campy, 1982).

* *Le massif de la Serre*

Le massif de la Serre, au sein du Jura calcaire, est une curiosité géologique. Telle une dorsale dans le paysage, il est constitué de roches du socle cristallin, surmontées de grès triasiques (Campy *et al.*, 1983 ; fig. 98). Dès la première moitié du XIX^{ème} siècle, l'intérêt porté par les géologues à cette bande de terrains se traduit par de nombreux articles, notamment dans la Société Géologique de France (Richard, 1836 ; Coquand, 1856...). Citons aussi la notice géologique et forestière sur la montagne de la Serre, de E. Gouget, publiée en 1878, où il fait état des différents terrains alors reconnus. Selon lui, l'origine du mot Serre remonte à la domination espagnole de la région, le terme de Sierra désignant une chaîne de montagnes. Une bonne synthèse des différentes contributions à l'étude géologique du massif a été réalisée par J. Bonvallet (1965), qui conclut son historique des recherches par ces mots : « la Serre constitue bien un monde spécial, contrastant violemment avec les pays calcaires d'alentours ».

Je vais présenter ici les formations primaires du massif de la Serre (fig. 98), les ensembles géologiques plus tardifs, tels que les grès du Trias, seront présentés ultérieurement.

Le granite de la Serre est le plus ancien témoin de l'histoire géologique de la région puisqu'il est daté de 362 millions d'années (Morre-Biot et Storet, 1967), ce qui correspond à la toute fin du Dévonien (Foucault et Raoult, 1997). Son orogénèse est donc varisque, dans la mesure où elle appartient à la phase de collision paléozoïque entre les blocs Armorica au sud et Baltica au nord ; l'appellation hercynienne communément employée (Pernin, 1978 par exemple) est à ce titre impropre à décrire l'orogénèse de la Serre, puisqu'elle concerne la collision entre Armorica au nord et Gondwana au sud, collision datant du Carbonifère supérieur, donc plus tardive (Piqué *et al.*, 1994). Le granite de la Serre occupe la quasi-totalité du flanc sud-est du massif, où la couverture triasique a été érodée ; à l'œil nu il s'agit d'une roche à gros grain, composée principalement de feldspaths, micas et quartz ; la teinte est rose clair, variable selon l'affleurement. En lame mince, outre les quartz, les feldspaths potassiques type microcline (Thiébaud et Jacquin, 1961) (fig. 99) et orthose perthitique et un plagioclase type oligoclase

(Morre-Biot, 1969), le granite présente deux micas, la proportion de biotite (mica noir) étant plus importante que celle de muscovite (mica blanc). Il se caractérise par la présence de myrmékites - cristallisation synchrone (symplectite) de feldspaths alcalins et de plagioclases- en formes buissonnantes visibles sur la figure 99. Accessoirement, dans les zones riches en myrmékites, il existe de faibles quantités d'un mica blanc en fines paillettes reconnu comme phengite (Morre-Biot, 1969). On note aussi la présence d'apatite, minéral accessoire courant dans les granites, particulièrement abondant ici, ainsi que la présence de zircons dans les biotites et de minéraux opaques type goethite (Morre-Biot, 1969).

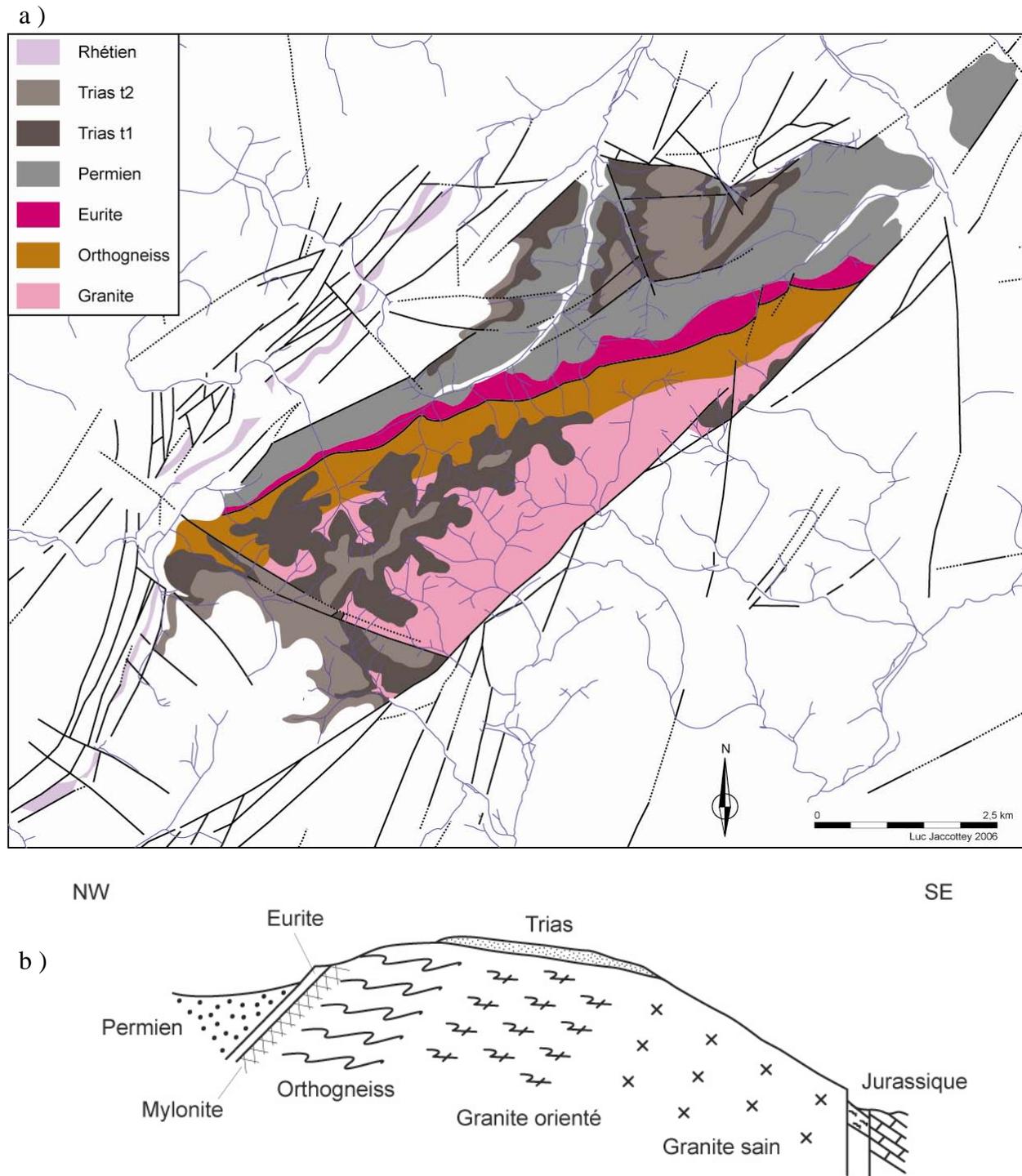


Figure 98 : a) géologie simplifiée du massif de la Serre, d'après Chauve et al., 1982, DAO : L. Jaccotey, b) coupe schématique du massif de la Serre, d'après Zogo (1981)

Le massif de la Serre a subi des déformations que l'on trouve disposées en bandes grossièrement parallèles (couloirs de déformations). Cette phase de déformation est caractérisée par une cataclase intense accompagnée d'une paragenèse épimétamorphique, d'où l'apparition d'une schistosité (Pernin, 1978). La déformation appartient au même cycle tectonique que le granite, les roches ainsi formées étant nettement antérieures au Permien. Elle se traduit par un continuum de déformation croissante à température apparemment régulièrement décroissante, qui conduit à la mise en place d'abord d'un méta granite métamorphisé, puis à des orthogneiss à résidus (déformation à chaud), puis à des cataclasites (déformation à froid). La description de ces différents faciès est largement abordée par N. Morre-Biot (1969). Du point de vue minéralogique, les feldspaths potassiques se retrouvent dans les amandes tectoniques, la biotite tend à disparaître et on observe la présence de grenat et de sillimanite fibreuse en complément des minéraux présents dans le granite et de certains minéraux néoformés. En effet, dans les faciès les plus affectés par cette déformation, il y a recristallisation de quartz et cristallisation de séricite et de chlorite, « phénomènes qui s'amplifient au fur et à mesure qu'on se rapproche de la bande d'eurite, où la phase résiduelle décroît au profit de la mésostase et par voie de conséquence, le litage devient plus fin et les yeux plus petits » (Pernin, 1978, p. 14). Les faciès que nous avons pu observer à l'affleurement sont généralement altérés, peu solides.

Enfin, l'eurite, roche très dure et riche en silice (85 %) serait une ultra-mylonite, terme ultime de la déformation, où l'ensemble des éléments initiaux sont finement broyés et méconnaissables (Bonte, 1943 ; Coquand, 1856), ce que tendent à confirmer les observations de D. Santallier et moi-même. Une autre hypothèse, ancienne (Richard, 1836), mais récemment reprise, indique qu'il s'agirait d'une ignimbrite, tuf volcanique, meuble, mis en place à la faveur d'une faille normale en contexte extensif, d'âge permo-carbonifère (305-275 Ma) à confirmer (Coromina *et al.*, 2004). Ce tuf, en remontant, aurait arraché et emballé des fragments du méta granite, puis cette poussière se serait indurée par les circulations de fluide siliceux. Un compromis entre ces deux hypothèses, formulé par J. Thiébaud et J.-P. Jacquin -entre autres- (1961, p. 73), est que « sous ce vocable (eurite) sont, en fait, réunis deux formations distinctes. Au sud, au contact même de la faille affleure une brèche mylonitique dont les éléments sont des fragments du gneiss (...). Cette brèche a pu être fracturée et cimentée par du quartz de néoformation. (...) A la brèche succède (...) vers le nord un tuf vitroclastique presque entièrement dévitrifié (...) ». L'eurite ne semble pas avoir fait l'objet d'utilisations antérieures à son exploitation actuelle pour les couverts de route (carrière de Moissey).

Les formations détritiques permienues (fin de l'ère primaire, 290 à 245 Ma) forment un bassin étroit sur la bordure nord-ouest du massif de la Serre (Campy *et al.*, 1983). Elles sont composées de conglomérats hétérogènes (grès grossiers) et d'argiles utilisées autrefois pour les tuileries de Moissey. Sur le sommet du massif, le Permien n'est pas représenté ; il a été totalement érodé peu après son dépôt, en tout cas avant le Trias.

Le granite du massif de la Serre a été échantillonné et étudié, au départ dans le cadre du présent travail, puis dans le cadre plus large d'un programme de recherche coordonné par Luc Jaccottey et moi-même. Prospection Thématique en 2005 et 2006, le programme est actuellement un Programme Collectif de Recherche (2007-2009).

Le granite et les faciès métamorphiques du massif de la Serre présentent de grandes similitudes avec le groupe des granites et des méta granites à deux micas.

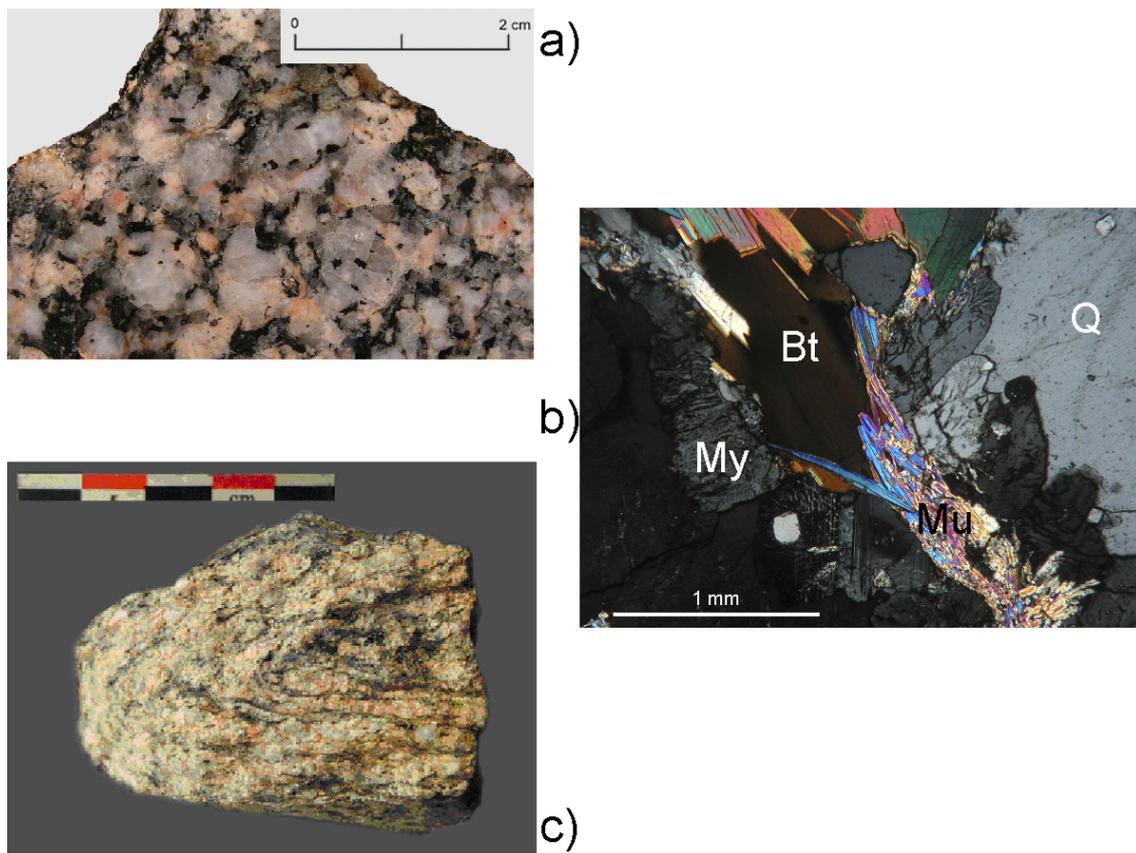


Figure 99 : les roches cristallines du massif de la Serre :
 a) granite b) granite en lame mince LP c) métagranite.

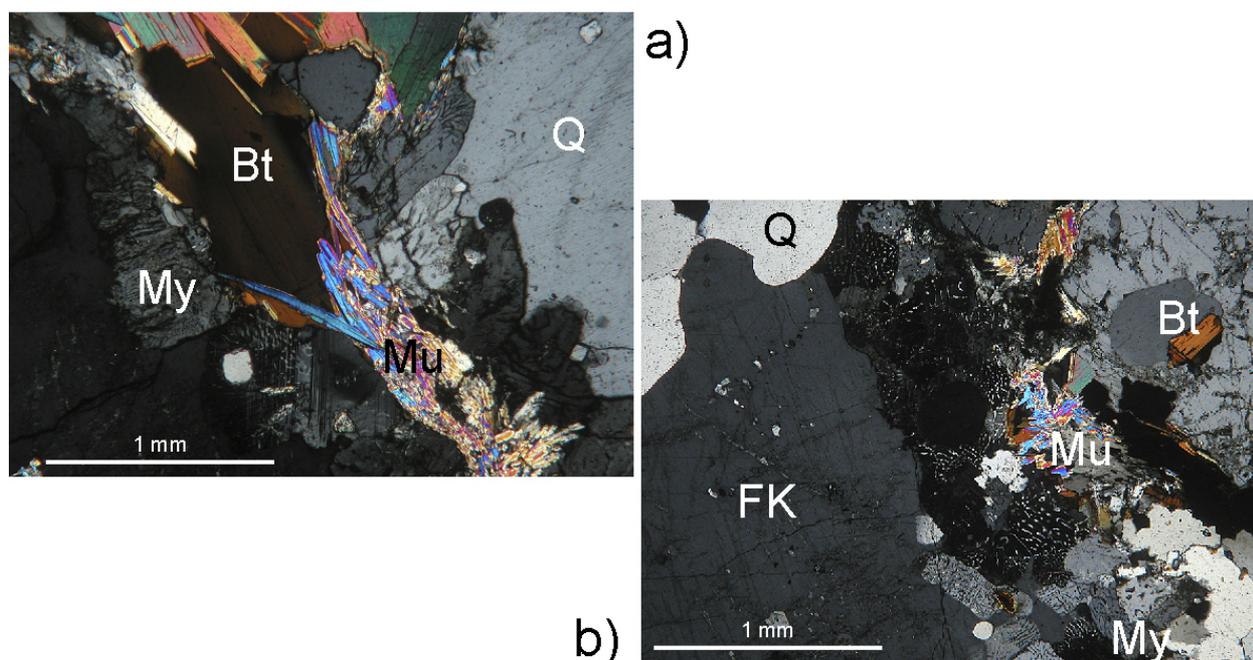


Figure 100 : comparaison des lames minces (LP) du granite du massif de la Serre (a)
 et du granite de CH 3 VI (b). Les deux lames minces présentent une forte similitude de texture et
 de composition minéralogique

La similitude entre certains artefacts archéologiques (granite à deux micas) et les prélèvements géologiques sur les granites du massif de la Serre est remarquable (fig. 100). D'une part, la texture des roches est la même, la taille des grains et leur agencement est comparable. Du point de vue minéralogique, les deux granites présentent du quartz, des feldspaths type microcline, de la muscovite et de la biotite, ainsi que la myrmékite.

De la même façon, la comparaison des faciès métamorphiques révèle des similitudes fortes entre artefacts archéologiques et géologiques.

Ainsi, il est probable qu'une partie des granites et des métagranites identifiés sur le matériel de mouture et de broyage de la Combe d'Ain provienne du massif de la Serre, à 60 km à vol d'oiseau des sites lacustres.

Néanmoins, il faut remarquer que le massif de la Serre, affleurement du socle cristallin, est géologiquement proche d'autres granites du socle, tels qu'on les trouve dans les Vosges ou dans le Morvan.

Dans le cadre d'une opération INRAP en Haute-Saône, nous avons échantillonné le granite des Vosges dans la région de Luxeuil (Jaccotey *et al.*, 2004). Dans cette zone, le granite est daté de 460 Ma, soit plus âgé que celui du massif de la Serre. De plus, l'échantillon prélevé (Lux 8) est relativement altéré. La comparaison, tant à l'œil nu qu'en lame mince, n'est pas concluante, les deux roches étant bien différentes.

De structure grenue, le granite Lux 8 (fig. 101) présente des quartz et des feldspaths alcalins dont la plupart sont séricitisés. Les micas sont présents et notamment de grandes muscovites. Le granite présente une texture granophyre, c'est-à-dire que lors du refroidissement du liquide magmatique, il y a démixtion des réseaux cristallins qui s'étaient formés à haute température (700°C), emmêlés dans le magma. Du feldspath potassique cristallise alors en goutte au sein du quartz, les deux phases n'ayant pas le temps de se réorganiser de façon indépendante. Ce type de texture n'est pas sans rappeler les myrmékites observées dans le granite du massif de la Serre, mais les formes prises par ces syncristallisations sont différentes : forme buissonnante dans la Serre et géométriques dans le massif des Vosges. Le granite des Vosges échantillonné est altéré : il y a eu circulation de fluides après sa formation et cela se traduit par la présence d'inclusions fluides, visibles notamment dans les quartz.

Un autre granite présent dans la région est géologiquement très proche des roches issues du massif de la Serre. Il s'agit du gneiss de Bussièrès-les-Belmont, échantillonné et étudié dans le cadre du programme de recherche coordonné avec Luc Jaccotey.

A l'instar du massif de la Serre, l'affleurement cristallin de Bussièrès-les-Belmont (Haute-Marne) est un témoin du socle cristallin primaire. Il s'agit d'un « minuscule massif de granite rose à texture orientée et parfois amygdalaire » (Blaison, 1971). Nous parlerons donc de gneiss. En bordure se trouvent des micaschistes altérés et une roche siliceuse grise extrêmement dure et compacte. Enfin, un filon minéralisé jalonne une ancienne faille située au nord-est du massif de gneiss (Blaison, 1971).

Je ne détaillerai pas la détermination des roches autres que le gneiss, notons simplement que les auteurs proposent depuis longtemps déjà des interprétations différentes concernant la genèse des roches présentes aux abords de l'affleurement.

Quoi qu'il en soit, l'intérêt de l'affleurement cristallin et des roches adjacentes réside dans leur dureté, qui contraste avec les calcaires, marnes et grès de la région. Une carrière est d'ailleurs

visible, preuve de l'utilisation de ces matériaux rares. G. Drioux en 1914 présente la zone d'extraction comme une ancienne carrière de granite. G. Loisel en 1920 décrit la roche exploitée comme étant un grès argilo-ferrugineux, qu'il nomme plus communément quartzite, utilisé « autrefois pour l'empierrement des routes » (notons qu'il s'agit probablement de la roche siliceuse grise de J. Blaison, 1971, du schiste gréseux de G. Drioux, 1914 et du trapp de Gardet, 1956). En 1926, E. Bruet et G. Gardet parlent du « pointement gneissique actuellement exploité pour matériaux d'empierrement » et G. Gardet en 1956 parle de la carrière « abandonnée depuis plus de vingt années » (1956, p. 2). Il semble donc y avoir eu au moins deux périodes d'exploitation, l'une antérieure à 1914, l'autre autour de 1926 et qui perdure une dizaine d'années au maximum. Cela est d'ailleurs étonnant car l'affleurement est de dimensions très réduites et la carrière visible à l'heure actuelle ne dépasse pas 20 m sur 10 m. Concernant la matière première exploitée, de notre point de vue et suite à la visite de l'affleurement, la carrière exploitait bien le gneiss (à l'instar des déterminations de G. Gardet, 1956), qui se remarque tant sur le sol que sur les fronts de la carrière encore bien verticaux, atteignant deux mètres de haut au maximum. Mais il n'est pas impossible que des extractions antérieures aient porté sur les autres matériaux. La finalité de l'exploitation (empierrement des routes) ne semble pas -pour sa part- varier dans le temps.

Pour en revenir au gneiss, il est très déformé, symptomatique d'une zone d'écrasement (« gneiss granulitique soumis à d'intenses phénomènes mécaniques », Gardet, 1956). Malgré cela, il « surprend par sa fraîcheur » (Gardet, 1956) et sa grande dureté. Il présente toutes les caractéristiques d'un orthogneiss, composé de quartz, de feldspath rosé type orthose et oligoclase et de mica noir, selon Drioux (1914) et Loisel (1920). E. Bruet et G. Gardet (1926) complètent cette description en déterminant le microcline et la muscovite (mica blanc), ainsi que des minéraux accessoires tels que le zircon. Enfin, Gardet (1956) parle aussi ponctuellement de la présence de cordiérite et signale un autre faciès cristallin : la granulite grise. Notons qu'au sens ancien du terme, la granulite correspond à un leucogranite à quartz automorphes (Foucault et Raoult, 1997). Ses caractères sont ceux du gneiss rose, mais le litage est moins évident à l'œil, bien qu'il soit franc en lame mince. La cartographie de la granulite est impossible, mais des éléments épars ramassés par Gardin semblent être des roches de « transition » entre la granulite grise et le gneiss et attestent l'évidente filiation des roches.

L'affleurement se situe en forêt, sur la commune de Champsevraine, au lieu dit les Milleris (X : 839,90 ; Y : 2311,60). L'appellation de « granite de Bussièrès-les-Belmont » est donc galvaudée, non seulement parce qu'il s'agit en réalité d'un gneiss, mais aussi par la localisation administrative de l'affleurement. Le gneiss est visible sous forme de plaques (plan de clivage) dans le ruisseau, où l'on retrouve aussi nombre de fragments. Il est nettement visible dans la carrière où les fronts de taille ne présentent apparemment plus de traces d'outils. Enfin, un regard sur les alentours permet de voir que l'affleurement se prolonge sous le couvert forestier et l'on trouve alors des faciès plus altérés, où les feldspaths ont perdu toute coloration. G. Drioux (1914) attribue cette « décomposition » de la roche aux agents atmosphériques.

Le gneiss de la figure 102 a est peu déformé. Le quartz est présent, les feldspaths sont rosés, et semblent automorphes. Le mica noir est abondant. La roche ne présente pas d'orientation claire, au mieux une légère réorganisation des micas en lits. La taille maximum des feldspaths est de 2 cm.

Des échantillons prélevés au cœur de l'ancienne carrière sont d'aspect gneissique plus franc. Sur la figure 102 b, Les minéraux sont bien visibles (quartz, feldspaths et micas). L'orientation générale de la roche est soulignée par des feldspaths en amande atteignant 2,5 cm, ceinturés par les lits de micas noirs. Ces feldspaths ont une teinte rose sombre.

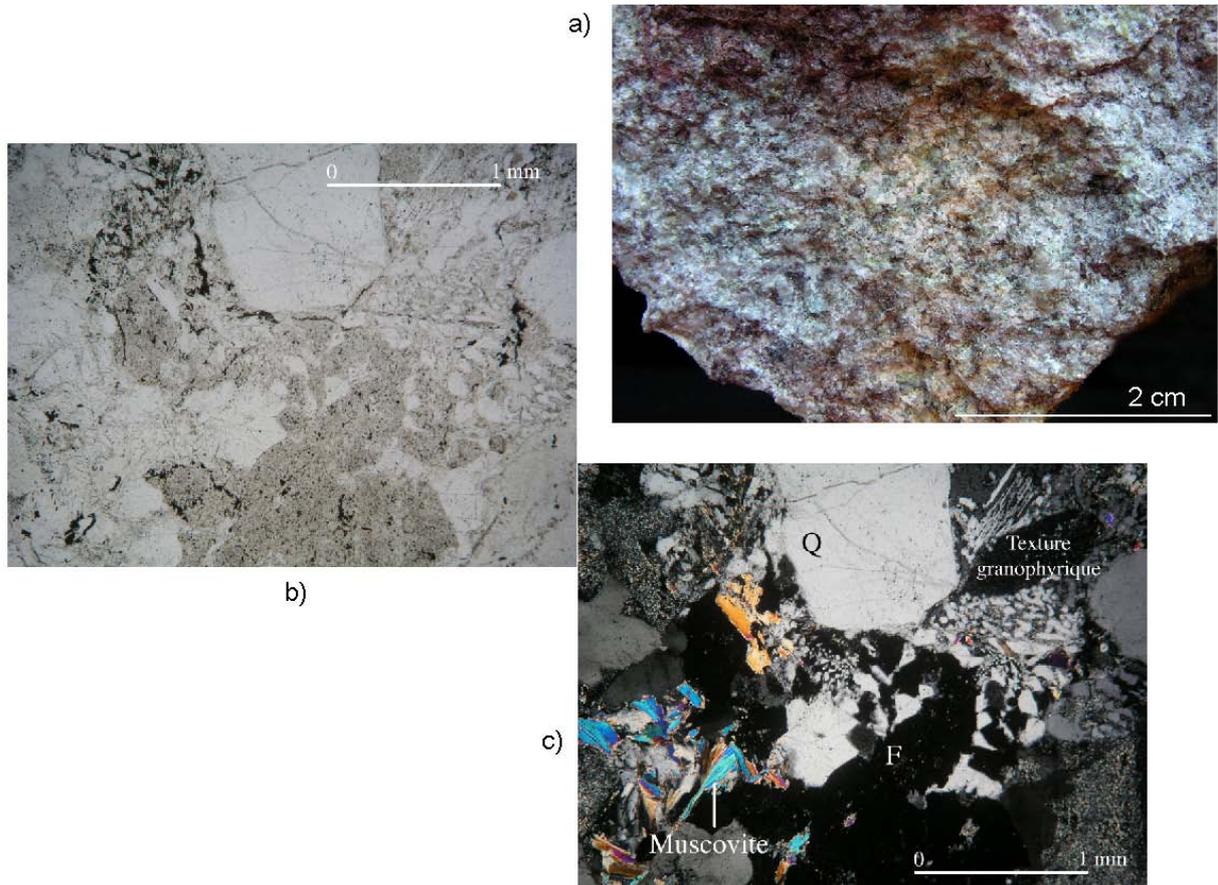


Figure 101 : granite des Vosges, prélèvement (Lux 8) à Fontaine-les-Luxeuil (Haute-Saône). a) à l'œil nu b) lame mince LN c) lame mince LP. Les formes de syncristallisations géométriques sont bien différentes de la myrmékite buissonnante des granites du massif de la Serre (fig. 99)

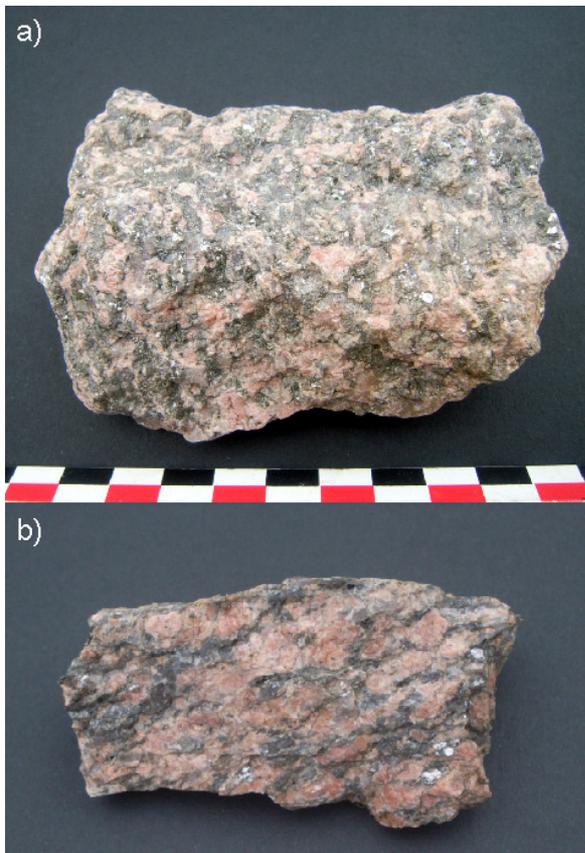


Figure 102 : gneiss de Champsevraine dit « granite de Bussiè-res-Belmont », échantillons BLB 03 (a) et BLB 01 (b)

Pour résumer notre approche macroscopique, le « granite de Bussières-les-Belmont » est un orthogneiss classique, plus ou moins écrasé et déformé, certaines passées plus grenues jouxtant des roches orientées, où se remarquent les quartz et les feldspaths en amande et soulignées par des lits de micas noirs. Sa coloration rosée n'est pas un critère discriminant puisque les feldspaths peuvent être blancs sans que la roche elle-même ne présente de signe d'altération. Les analogies macroscopiques avec certains faciès cristallins du massif de la Serre sont évidentes, les deux affleurements étant des représentants du même socle cristallin, ayant subis les mêmes évènements tectoniques.

Ainsi, une partie des roches des sites lacustre jurassiens pourraient provenir des roches granitiques du massif de la Serre, étant entendu qu'il existe des faciès similaires dans la région. Néanmoins, le granite de la Serre est considéré comme un candidat sérieux, la comparaison des artefacts archéologiques et des échantillons géologiques soulignant une grande proximité entre les faciès. Localisé à 60 km à vol d'oiseau des sites, vers le nord, c'est l'affleurement granitique le plus proche. De plus, nous verrons que les grès triasiques qui surmontent le granite sont eux aussi des sources potentielles de matières premières pour une partie des grès déterminés sur les meules de Chalain/Clairvaux. Enfin, l'étude générale du matériel de mouture et de broyage franc-comtois a permis de mettre en évidence une diffusion des granites et des grès du massif de la Serre pendant le Néolithique, diffusion dans laquelle les sites Néolithique final de la Combe d'Ain s'intègrent bien (Jaccottey et Milleville, sous presse). Ainsi, en plus des arguments géologiques, des éléments d'ordre archéologique viennent appuyer l'idée que le massif de la Serre est l'origine la plus probable pour une partie du matériel de mouture et de broyage.

Néanmoins, il faut préciser que les artefacts granitiques en provenance probable du massif de la Serre ne présentent pas de surface active. Autrement dit, il n'existe pas de preuve que les fragments de granite du massif de la Serre présents à Chalain/Clairvaux aient un jour appartenu à des meules. En d'autres termes, la matière première granitique peut très bien avoir été apportée dans les villages à d'autres fins que la mouture.

** L'hypothèse morainique*

J'ai tenté de savoir si une partie des roches pouvait être issue des moraines jurassiennes, d'une part en étudiant ces moraines et d'autre part en soumettant notre échantillonnage à des spécialistes des matériaux alpins.

- Les moraines jurassiennes : localisation

Complexe des moraines externes

L'histoire du Quaternaire dans la région est marquée par les glaciations. Les plus intenses, anté-würmiennes, ont permis aux glaciers alpins de dépasser les sommets jurassiens pour venir du côté français déposer des moraines à composante alpine (Campy, 1982 ; fig. 103). Mais les zones concernées par le passage du glacier sont assez localisées : cluse de Pontarlier au nord et cluse de Nantua au sud, aux débouchés de passages de moindre altitude. Au centre, couvrant le Jura, un glacier autonome a déposé, entre la région de Salins et celle de Bourg-en-Bresse, des moraines qui ne contiennent que des matériaux d'origine jurassienne.

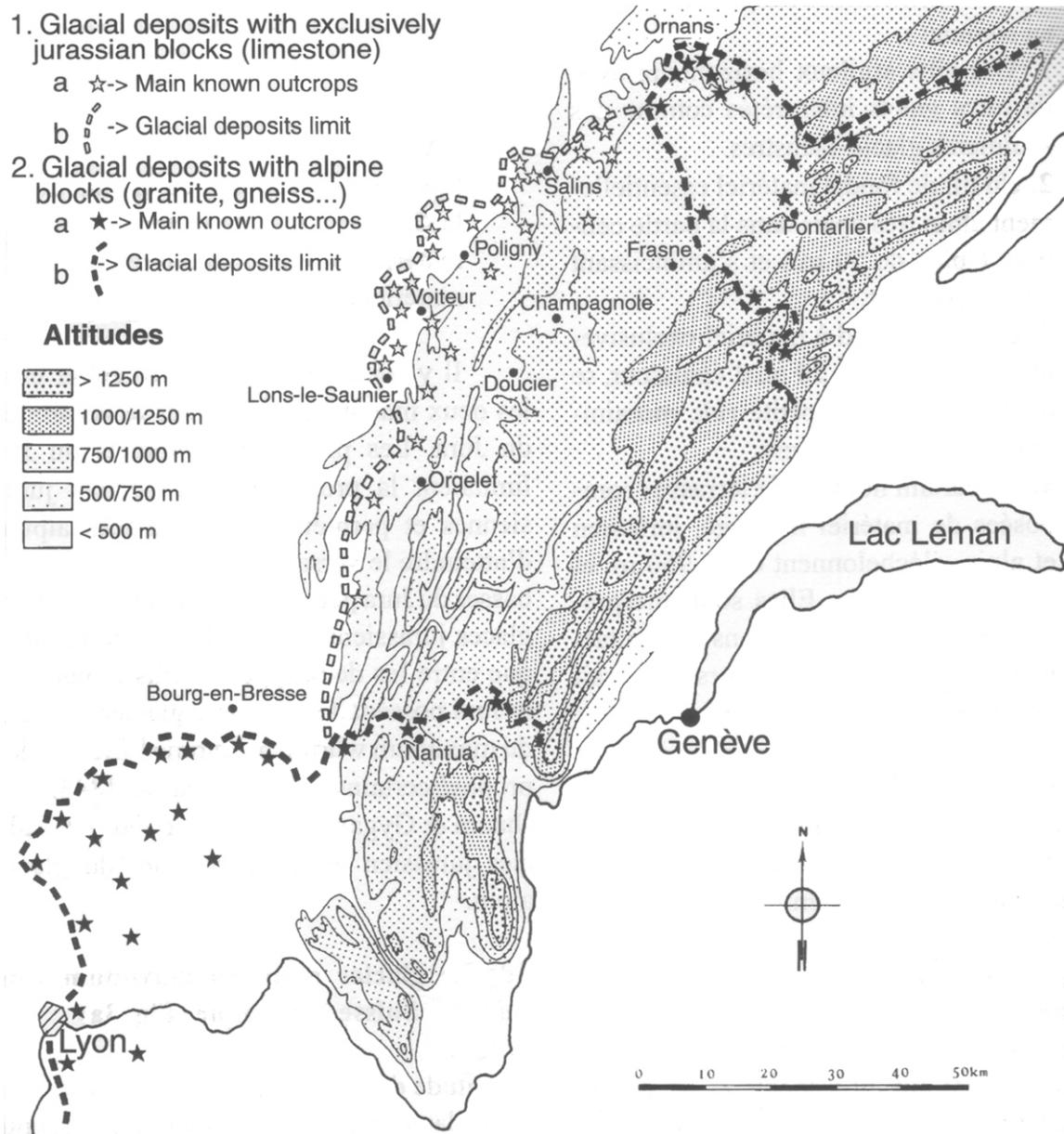


Figure 103 : carte de localisation du complexe des moraines dites externes, d'après Campy (2002)

Complexe des moraines internes

Au Würm, le glacier alpin, moins puissant, ne parvient pas à passer la barrière naturelle que constituent les crêtes orientales du Jura. Il est démontré qu'il ne dépasse pas l'altitude de 1200 m, limite supérieure des matériaux erratiques du glacier du Rhône würmien du côté oriental du Mont Tendre (Campy, 2002 ; fig. 104). Le glacier du Jura se présente en calotte allongée qui culmine vers 1800 m d'altitude. Ce glacier autonome est générateur de moraines à composition exclusivement calcaire et remanie légèrement les dépôts alpins antérieurs, au nord, dans la zone de Frasne.

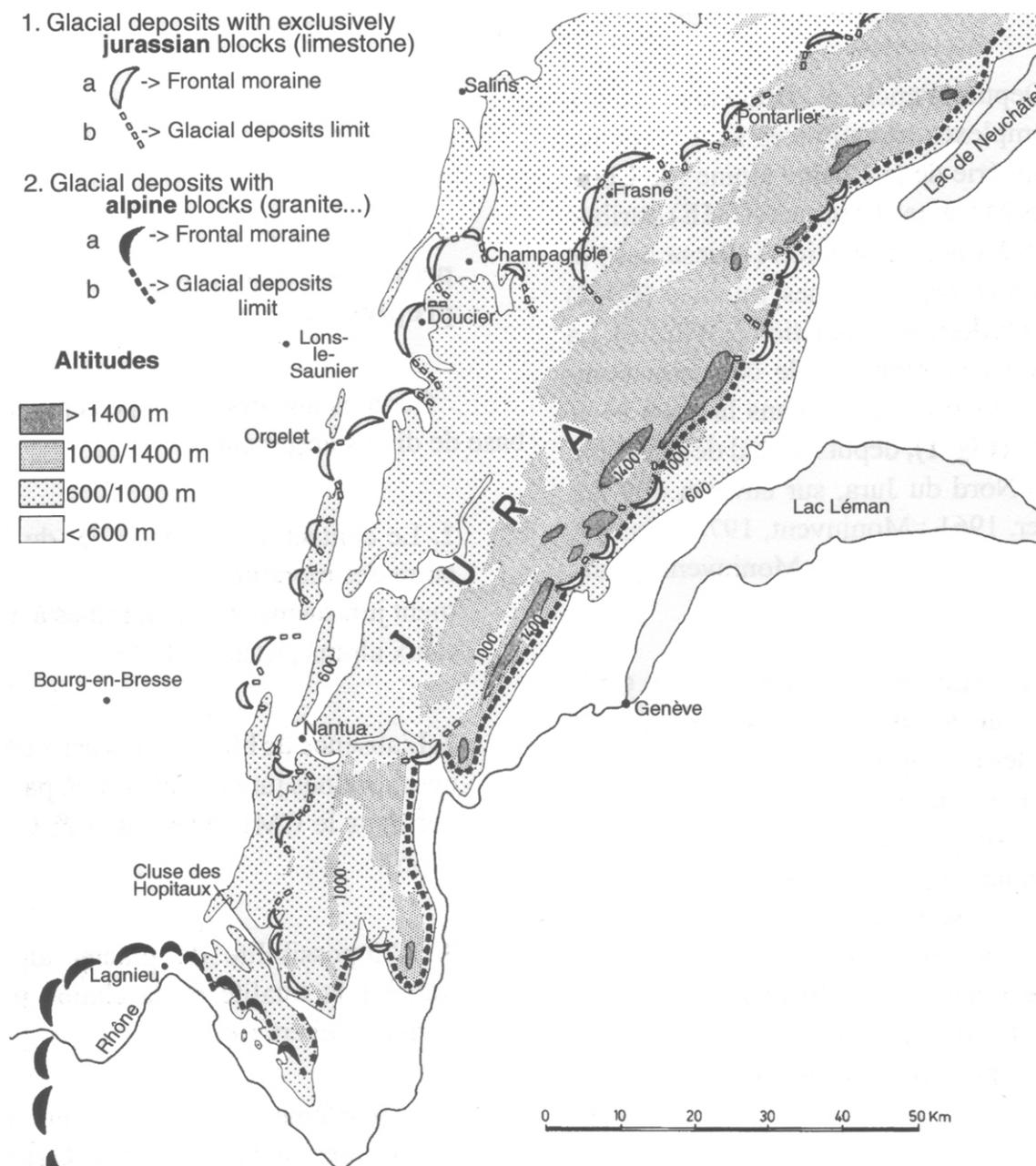
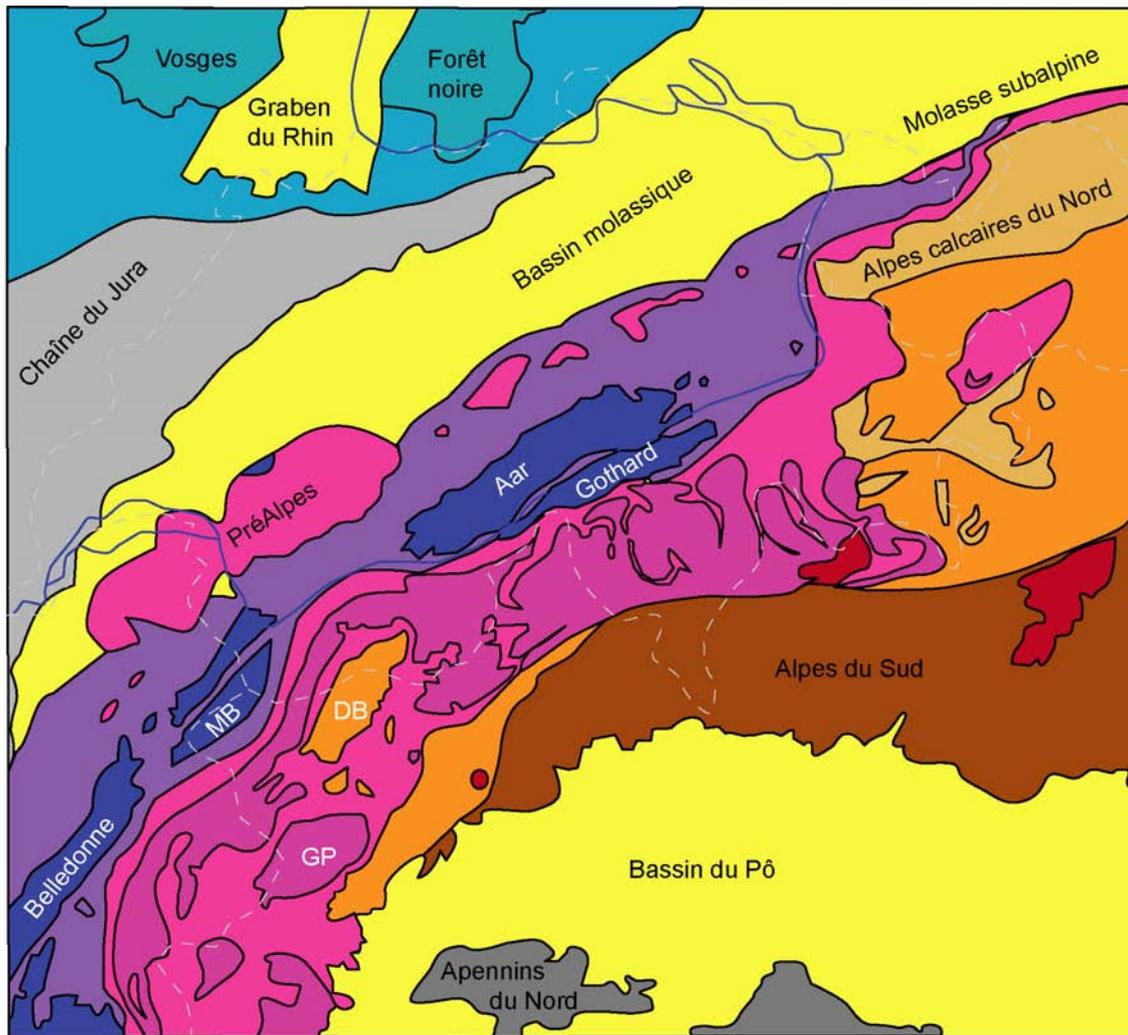


Figure 104 : carte de localisation des moraines dites internes, d'après Campy (2002)

Ainsi, au plus proche des sites lacustres de Chalain et Clairvaux, les zones qui présentent des moraines alpines sont situées à une cinquantaine de kilomètres à vol d'oiseau, vers le nord (région d'Ornans) et vers le sud (Nantua). Il faut noter aussi la présence de galets alpins sporadiques dans d'autres zones du Jura, roches cristallines apportées très anciennement, comme c'est le cas dans la forêt de Chaux : « la forte proportion de minéraux lourds d'origine alpine (épidotes, grenats, amphiboles, glaucophane et chloritoïdes) et la présence de radiolarites confirment la similitude avec les dépôts du Sundgau et l'hypothèse d'un ancien fleuve Aar-Doubs responsable de ces apports » (Kerrien, 1982).

- Les moraines jurassiennes : composition

Le glacier du Rhône dont sont issues les moraines jurassiennes a balayé une zone couvrant de larges domaines alpins (fig. 105).



Domaines Structuraux :	Avant-pays	Jura	Helvétique	Pennique	Austroalpin	Sud-Alpin
Unités de couverture						
Unités de socle						
		Bassins tertiaires		Intrusifs tertiaires		

Figure 105 : schémas des grandes unités structurales des Alpes occidentales, d'après <http://www-sst.unil.ch/Musee/geosciences/regions/alpes/>

L'étude des composantes alpines des moraines jurassiennes vient préciser l'origine des dépôts et permet -pour notre étude- de cerner les matières premières disponibles. Dans le cadre de la thèse de Michel Campy (1982), Michel Rossy a déterminé un certain nombre de roches issues du complexe des moraines externes. « Les études pétrographiques ont montré qu'il s'agissait essentiellement de roches magmatiques et métamorphiques affectées le plus souvent de rétro-morphoses » (Campy, 1982, p. 350). Plus précisément, les échantillons prélevés dans le secteur de la vallée de la Loue et les plateaux voisins, dans le nord du Jura, se composent :

- de roches granitiques au sens large, « comparables avec certains granites des massifs cristallins externes du domaine helvétique (protogine du Mont Blanc par exemple) » (Campy, 1982, p. 351) ;
- de « roches vertes », dont serpentinite et métadolérite, « d'origine ophiolithique (qui) proviennent soit du domaine pennique ou de la nappe des Préalpes plus proche ».

D'autres roches de cette catégorie sont des prasinites, roches métamorphiques de faciès schistes verts, métamorphisme probablement alpin mais dont l'origine géographique précise est difficile à définir ;

- de granulites, basiques et acides, provenant d'un métamorphisme de haut degré affectant des sédiments à la base d'une croûte continentale, connues dans le domaine austro-alpin ou la nappe de la Dent blanche ;
- d'éléments divers, tels que schistes lustrés... ainsi que d'autres sédiments pratiquement non déformés, provenant sans doute de la couverture secondaire du domaine helvétique.

Les échantillons prélevés dans le secteur de la cluse de Nantua sont assez similaires : granitoïdes, « roches vertes » parmi lesquelles des prasinites connues dans la nappe des Préalpes et des sédiments dont certains présents dans le domaine helvétique. « Il ne semble pas y avoir de différences nettes de composition pétrographique entre les prélèvements septentrionaux et méridionaux » (Campy, 1982, p. 353).

L'origine des blocs étudiés se résume donc aux domaines alpins traditionnels, représentés de manière inégale : le domaine helvétique, pennique (dont les roches se retrouvent aussi dans la nappe des Préalpes, plus proche du Jura) et austro-alpin, pour les assemblages granulitiques des prélèvements du nord du Jura. « Toutes ces roches alpines représentent donc des affleurements actuels de toute la haute vallée du Rhône à l'amont du lac Léman et éventuellement de la nappe des Préalpes » (Campy, 1982, p. 353).

Nous avons eu l'occasion, en compagnie de Michel Campy et Rémi Martineau, d'aller voir les moraines du plateau d'Amancey. Nous avons bénéficié de l'aide de Paul Bourlier, prospecteur et cultivateur sur le plateau. Les parcelles qu'il exploite, localisées au sud d'Amancey, sont parsemées de roches issues des moraines à composante alpine. Nous avons donc vu un certain nombre de roches, exogènes au Jura. Les blocs sont anguleux, nous n'avons pas reconnu de galets caractéristiques semblables aux supports des outils archéologiques. Pour ce qu'il nous a été donné de voir, aucun granitoïde n'est présent. Notons aussi qu'un galet de « roche verte » a été déterminé en spectroradiométrie par Michel Errera. Il s'agit d'un galet de métagabbro, roche utilisée en Suisse occidentale pour des lames de hache de travail.

Certains des échantillons sont macroscopiquement proches de roches utilisées pour les outils archéologiques. Un premier constat s'impose : il est possible, concernant les dimensions et la résistance des blocs, de trouver des supports d'outils de mouture tels qu'on les retrouve en contexte archéologique.

Notons enfin que du côté oriental du Jura, les moraines ont la même origine (unités pennique et helvétique internes) et donc des compositions similaires pour les roches allochtones (Di Pierro, 2002 ; Portman, 1955).

- Zoom sur les massifs cristallins alpins

Les roches peuvent donc être issues des domaines pennique et helvétique, voir austro-alpin, le glacier transportant -entre autres- du matériel issu des nappes penniques et des massifs cristallins externes (MCE) : Aar, Gothard, Mont Blanc et Aiguilles Rouges. Rappelons ici que les massifs cristallins des Alpes sont des fragments de socle de la chaîne varisque européenne, inclus dans la chaîne alpine lors de son édification. Les massifs dits externes sont ainsi appelés parce qu'on les trouve dans les zones externes de l'orogénie alpine. Les massifs dits internes (MCI) sont ainsi appelés parce qu'on les trouve dans les zones alpines internes. Les différents massifs cristallins alpins s'opposent par leur degré de métamorphisme. Le métamorphisme varisque s'est produit en condition de moyenne pression/moyenne température, alors que le métamorphisme alpin a eu lieu en condition de haute pression/basse température. Les MCI, largement touchés par le

métamorphisme alpin, présentent des faciès métamorphiques différents de leurs homologues externes, pour lesquels les conditions du métamorphisme varisque priment.

Du point de vue minéralogique, les roches issues des ensembles alpins touchés par le glacier ont des caractéristiques propres, que nous n'énumérerons que dans la mesure où elles présentent des similitudes avec nos outils.

Il est important d'aborder à présent la chimie des minéraux (d'après Kornprobst, 1994) et plus particulièrement celle des micas, puisque l'étude de nos lames minces met l'accent sur une série à biotite pâle « vertes » à « incolores » :

La biotite brune possède environ 3 % de titane ; elle est verte lorsqu'elle en perd. De plus, le ratio Mg/Fe (l'augmentation du magnésium, ou la baisse du fer) permet la transition du mica brun au mica vert, plus ou moins clair. Les biotites claires sont les biotites magnésiennes. La biotite se déstabilise vers 400°C. Elle perd du fer et du titane (qui passe dans l'épidote, le sphène...) et se décolore pour donner du mica blanc. Des endroits restent sales avec des oxydes de fer, ce qui permet de localiser les anciennes biotites. Dans les MCE, la déformation et recristallisation en faciès schistes verts donne ces biotites, qui vers 450/500 °C sont encore stables, mais claires et vertes. C'est le cas par exemple dans l'Aar (Marquer et Peucat, 1994, p. 345).

A la suite des réactions métamorphiques, les biotites (et selon les cas, le plagioclase et le feldspath potassique) recristallisent en un nouvel assemblage formé par :

- de la muscovite ou de la phengite (micas blancs), ce qui libère du titane, du fer et du magnésium. Le titane se retrouve fréquemment dans le sphène (CaTiSiO_4) aussi nommé titanite, le fer dans les épidotes ($\text{Ca}(\text{Fe}^{3+})_3\text{Si}_3\text{O}_{12}$) et parfois dans la chlorite ($\text{Mg, Fe, Al}_6(\text{Si,Al})_4\text{O}_{10}$;
- de la biotite « secondaire », verte à incolore, plus riche en magnésium et moins riche en fer et titane, ces derniers se retrouvant dans les sphènes (petits grains à fort relief en bordure ou en nuages dans les porphyroclastes de biotite). Ces transformations à partir de la biotite magmatique brune sont attestées par des reliques de biotite brune dans la biotite verte. Ce phénomène se remarque fréquemment sur les biotites du Mont Blanc et de l'Aar ;
- de la chlorite, la transformation s'accompagnant généralement de recristallisation d'albite (paragenèse caractéristique du faciès schistes verts), de quartz et d'opacques, puisque fer, magnésium et aluminium sont « libérés ».

Les transformations métamorphiques observées pour la biotite s'accompagnent également de transformations minéralogiques des feldspaths : les feldspaths potassiques (Si, Al, K), qui à température ambiante s'altèrent en kaolinite (argile), donnent ici de la muscovite. La biotite en association avec un plagioclase (Si, Al, Na, Ca) donne de la muscovite, de l'albite (pôle sodique), de la calcite et des opacques (ou de l'épidote)... Un plagioclase devient mica blanc (séricite, Al) et libère du calcium qui par association à du CO_2 devient de la calcite, que l'on observe dans les plans de déformation et qui atteste de la synchronie du phénomène (et qu'il ne s'agit pas d'un phénomène de pollution).

Ces différentes transformations sont visibles dans les roches issues des massifs cristallins externes.

Pour les différencier, il existe des « marqueurs ».

C'est le cas de la protogine du massif du Mont Blanc. La protogine est un granite largement grenu, à texture grossièrement schisteuse, de teinte verdâtre, avec feldspath séricitisé et de la biotite transformée en chlorite. La protogine constitue une part importante du massif du Mont Blanc, où elle présente une couleur blanche et contient -entre autres- un minéral particulier, appelé stilpnomélane (Von Raumer, 1969), produit de la rétro-morphose alpine (type de trajet P/T) dans le faciès des schistes verts. Brun en lumière naturelle, le stilpnomélane peut facilement être confondu avec la biotite (Deer *et al.*, 1966, p. 223), car il présente le même pléochroïsme, vert sombre à brun.

De même, on peut comprendre les phénomènes métamorphiques en fonction des impacts physiques sur la roche, qui peuvent être différents d'un MCE à l'autre.

Le granite du Mont Blanc, par exemple, présente un faciès porphyrique dans toute sa partie ouest, où la protogine est grenue, avec des feldspaths en gros grain, pouvant aller jusqu'à quelques centimètres et un faciès finement grenu seulement dans sa partie sud (Bellière, 1980). Des faciès gneissiques assez fins retrouvés dans les moraines ne peuvent par conséquent pas provenir du Mont Blanc, étant donné la position du versant « fin » par rapport au glacier du Rhône. Par contre, différentes localités des MCE présentent des faciès gneissiques très fins, l'Aar par exemple (Marquer, 1987).

- Les roches magmatiques et métamorphiques de l'outillage de mouture

Pour en revenir aux outils de Chalain et Clairvaux, la localisation des sources potentielles a été réalisée avec la collaboration de Yann Rolland (Geology Department, Australian National University, Canberra), Michel Rossy et Didier Marquer (université de Franche-Comté).

Une première approche à l'œil nu donne déjà quelques indications sur l'origine possible des matériaux.

Concernant par exemple le groupe des roches de teinte blanche, issu des observations macroscopiques, leur origine alpine est très probable. La teinte générale est celle de la protogine (blanche) ou des faciès plus métamorphisés d'autres MCE.

En lame mince, il est possible de reconnaître des faciès propres à certains massifs :

Des biotites pâles sont présentes dans certaines lames de Chalain 4 phase 4, Chalain 2 C (lame précédemment décrite, n° 1211 10, fig. 92, possible faciès de l'Aar) et Clairvaux MM H et J. L'aspect macroscopique des échantillons ainsi que leur composition minéralogique, étudiée en lame, autorisent un rapprochement avec le **massif de l'Aar**.

De même, les roches de faciès schistes verts, à chloritoïdes et tourmaline déterminées à Chalain 19 H/K et à Clairvaux 4 couche supérieure sont connus tant dans le massif de l'Aar que du **Gothard**.

Des lames de Chalain 4 phase 2 (lame précédemment décrite, fig. 93, possible faciès de bordure du Mont Blanc), à biotite claire, présentent des déformations cassantes, plus courantes dans le massif du Mont Blanc. De même, en collaboration avec Simonpietro Di Pierro, nous avons mis en évidence la présence de stilpnomélane, minéral caractérisant la protogine de ce massif. Le **massif du Mont Blanc** est donc présent dans les corpus.

D'autres roches sont caractéristiques de formations des **MCE**, mais n'ont parfois pas fait l'objet d'une attribution précise. C'est le cas notamment de certains orthogneiss de CL MM J et de CH 2 C.

Outre les MCE, le glacier du Rhône a drainé, nous l'avons vu, des roches de la **nappe pennique supérieure**.

Nous retrouvons des fragments de roches provenant de cette nappe dans le village de CL IV ensemble supérieur. Il s'agit de chloritoschiste à épidote, que l'on retrouve du Mont Fort jusqu'au Simplon, c'est à dire dans l'ensemble de la zone valaisane.

A Chalain 4 phase 4, (1441 07 et 08), une molette, en quartzite déformée caractérisée par des grains rouges visibles à l'œil nu (fig. 96), est similaire aux métavolcanites permienes et permotriasiques. Ce faciès dit faciès Verrucano provient des formations conglomératiques quartzzeuses caractérisées par la présence de fragments rouges de roche volcanique permienne (liparite). Elles forment un niveau presque constant mais d'épaisseur variable (de quelques mètres à plus de 200 m) à la partie inférieure des quartzites triasiques briançonnais. Ce faciès des nappes penniques supérieures se retrouve également à CH 4 phase 3 (1431 08).

Quant au reste du matériel, la détermination précise de la provenance des roches n'a pas toujours été possible, néanmoins la reconnaissance de **l'origine alpine** de la majorité d'entre elles peut être établie et si cette détermination n'est pas recevable du point de vue strictement pétrographique, il est clair qu'elle est suffisante pour les problématiques qui nous animent.

Nous venons donc de voir que :

- 1) les moraines jurassiennes présentant des éléments d'origine alpine font partie du complexe des moraines externes et sont géographiquement très localisées, dans des zones situées à une cinquantaine de kilomètres des sites lacustres étudiés ;
- 2) la composition des éléments alpins de ces moraines est représentative des grands ensembles alpins autrefois couverts par le glacier du Rhône ;
- 3) une partie des roches magmatiques et métamorphiques, utilisées comme outils de mouture à Chalain et Clairvaux, sont d'origine alpine et la plupart d'entre elles peuvent être rapprochées des grands ensembles alpins couverts par le glacier du Rhône.

La provenance morainique d'une partie du corpus est donc possible.

Néanmoins, il est entendu que la localisation des moraines nous donne une distance minimum aux sources de matières premières. Par exemple, pour la protogine du Mont Blanc, je ne suis pas capable, par raisonnement géologique et en l'absence de cortex, de savoir si la matière première retrouvée en contexte archéologique a été prélevée dans le massif du Mont Blanc lui-même, ou dans les moraines, encore moins dans quelles moraines (suisses ou jurassiennes). Des indices comme la dimension et la résistance des blocs peuvent orienter la recherche vers des complexes morainiques plus denses, comprenant des blocs plus résistants et plus gros, comme en Suisse par exemple. Mais à première vue, si cette hypothèse n'est pas à exclure pour l'archéologue, force est de constater que du point de vu du géologue, le Jura peut en partie fournir des matériaux adaptés. De plus, je ne suis pas capable de dire si la variabilité des roches cristallines retrouvées dans les sites lacustres est représentative de la variabilité géologique des moraines. Autrement dit, je ne sais pas si les blocs morainiques ont été sélectionnés en fonction de leur nature pétrographique ou de leur disponibilité.

- Remarque sur les matériaux présents

Revenons quelques instants sur le cas du granite du Mont Blanc : l'objet archéologique 1421 05, Chalain 4 phase 2, reconnu en lame mince comme étant probablement de la protogine du Mont Blanc, est un fragment attribué aux outils de mouture et de broyage, de par la nature de la roche, mais ne porte pas de surface active. A l'œil nu, d'autres outils sont rattachables à la protogine, mais la détermination macroscopique n'est pas sans risque.

Par ailleurs, la protogine a été remarquée par R. Martineau, dans des lames minces de céramique, notamment de Chalain 4 phase 3 (Di Pierro et Martineau, 2002 ; fig. 106). L'étude de l'argile contenant les fragments de roche issus du massif du Mont Blanc montre que ces derniers sont bien des ajouts volontaires, qu'ils ne peuvent pas être présents naturellement dans l'argile (Di Pierro et Martineau, 2002). Là s'ouvre un large débat, qui consiste à se demander la véritable identité de fragments de roche sans surface active, dont on retrouve des morceaux inclus volontairement dans les céramiques.

Est-il possible que de la matière première, granitique en l'occurrence, n'ait été apportée sur le site que pour y être réduite en poudre ? Nous avons vu que c'est une possibilité envisagée aussi pour le granite du massif de la Serre, avec plus d'incertitude toutefois que pour la protogine, car il n'y a pas de preuve incontestable que ce granite se retrouve dans les céramiques. Cet apport de matière « à piler » dans les villages est connue au Néolithique moyen par exemple, -et notamment à CL VII- où le dégraissant céramique le plus courant est de la calcite. Retrouvée tant dans les céramiques que sous forme de bloc, cette dernière se présente parfois sous forme de concrétions -élément de planchers stalagmitique- typiques de formation en grotte. Or des grottes présentant ce type de formation ne se trouvent pas à moins de 20 km des sites lacustres. Il y a donc -au Néolithique moyen- un déplacement de matière première à l'état brut qui sera pilée et ajoutée à la céramique (P. Pétrequin, com. pers.). Un tel déplacement de matière première à l'état brut n'est donc pas à exclure pour le Néolithique final.

Une telle remarque sera très importante, lors de l'interprétation, puisque nous voyons qu'il est possible que des fragments de roches usuellement utilisées pour faire des meules, aient pu être importés dans les villages à des fins toutes différentes. Dans une tentative de recensement de tous les outils réellement présents dans les villages, il ne faudra pas décompter les fragments sans détermination typologique.

Mais revenons à la présence de la protogine aussi bien dans les céramiques qu'à l'état « brut ». L'hypothèse du mélange des matériaux (argile et dégraissant) sur place, dans les villages, n'est pas la seule qui puisse être envisagée. En effet, la poterie a pu être fabriquée ailleurs, puis importée et pourquoi pas, dans ce dernier cas, imaginer une circulation commune aux céramiques et aux fragments de roches, voire aux meules, depuis la Suisse occidentale par exemple. En effet, sur certains sites de la région des Trois Lacs et notamment à Portalban, site lacustre du Néolithique final Auvernier-Cordé, sur la rive orientale du lac de Neuchâtel, la composition pétrographique et chimique de la poterie est très homogène, tant pour la matrice que pour le dégraissant. Une matrice silicatée a été identifiée, dégraissée à l'aide de fragments de roche originaires du Mont Blanc. Ce granite du Mont Blanc a été trouvé dans la moraine locale, mais sa disponibilité est assez faible (Di Pierro, 2002).

* *Le cas des leucogranites*

Sur l'ensemble des roches magmatiques et métamorphiques, seuls les leucogranites détonnent maintenant dans le classement par provenance. Les leucogranites rencontrés dans le corpus sont en majorité « frais » et peu déformés (fig. 97).

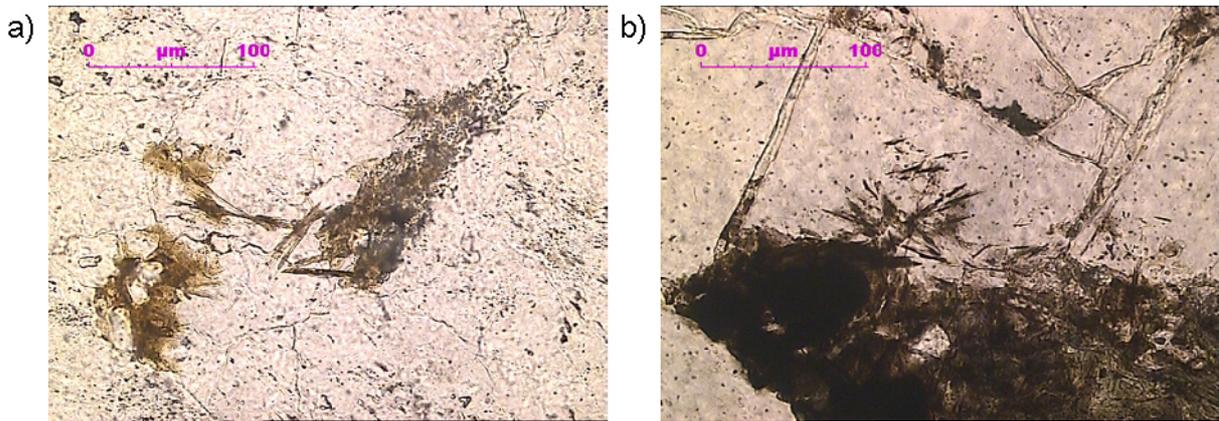


Figure 106 : comparaison de lames minces issues du matériel de mouture et de broyage (a) et de céramique (b) de Chalain 4. Les deux artefacts archéologiques possèdent du stilpnomélane, attestant la présence de granite du Mont Blanc à Chalain/Clairvaux, d'une part sous forme de bloc et d'autre part dans une céramique. Cliché S. Di Pierro

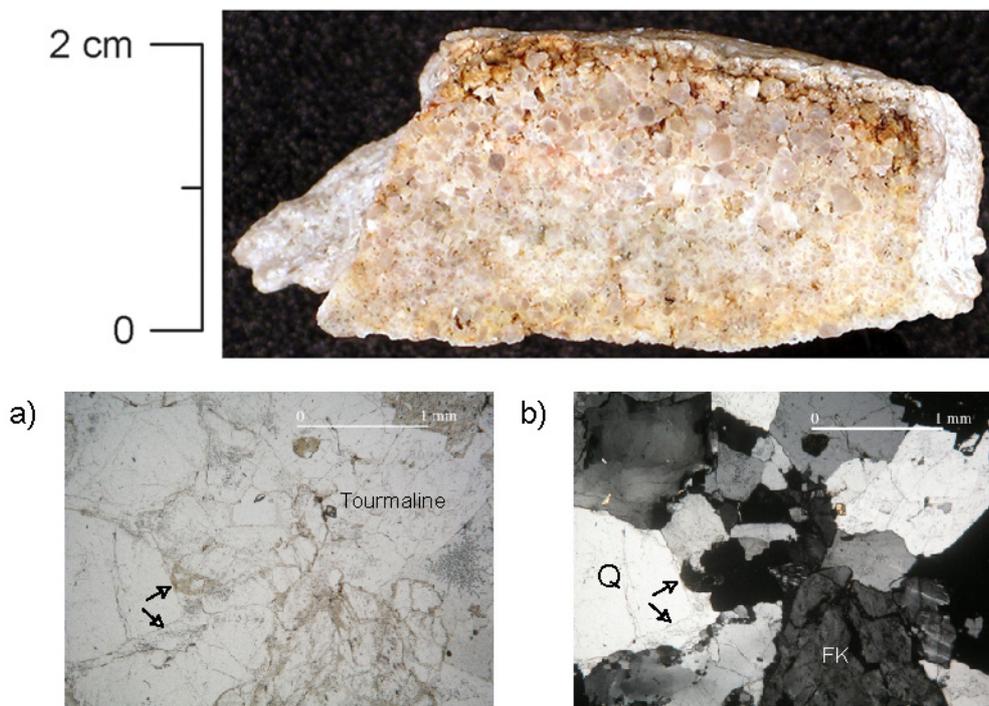


Figure 107 : cliché à l'œil nu, en LN (a) et LP (b) d'une arkose, objet n° 11911 17, CH 19 O. Notez l'altération de surface de l'artefact, ainsi que la présence de quartz nourri (la limite entre grain originel et auréole de nourrissage est indiquée par des flèches) et de feldspath type microcline

Ils ne proviennent absolument pas du massif de la Serre et une origine alpine, si elle n'est pas à exclure, est peu probable. En effet, les leucogranites et les granites s.s. sont rares dans les Alpes, chaîne de montagnes trop jeune pour que les réajustements thermiques et la remontée des unités profondes aient pu se réaliser complètement (Caron *et al.*, 1989). Mais la présence de leucogranites n'est pas inconcevable, dans l'Aar par exemple (stock de granite à tendance aplitique, riche en quartz et en micas blancs, D. Marquer, com. pers). Les nappes penniques contiennent aussi de tels blocs, non déformés. Mais le signalement de ce type de granite est quasi inexistant lorsqu'il s'agit de la composition des moraines.

Les leucogranites sont plus fréquents dans la chaîne varisque, où des scénarios favorables à leur mise en place ont été réalisés : chevauchement, épaissement crustal... C'est le cas dans le nord du Massif Central, dans le Morvan où ils sont souvent rosés, mais où des filons clairs sont possibles (F. Boyer, com. pers.) et dans les Vosges, où les leucogranites sont associés au granite des Crêtes. Une carte de répartition des granites de la bordure orientale du Massif Central et du Morvan a déjà été établie dans une perspective archéologique, par R. Martineau (Martineau *et al.*, 2000, p. 61), qui localise les premiers affleurements occidentaux de leucogranites à 90 km à vol d'oiseau des villages néolithiques.

Les gîtes potentiels ne sont donc pas rares. L'hypothèse d'une origine occidentale de ces granites, Massif Central ou Morvan est la plus probable, vu les faciès macroscopiques rencontrés. Mais la provenance exacte des leucogranites reste indéterminée.

IV 3 2 : Les grès

59 lames minces (dont cinq non étudiées car introuvables) caractérisent chacune un artefact en grès.

Les groupes macroscopiques se révèlent assez fiables. En effet, les observations à l'œil nu sont rarement erronées ; elles classent les artefacts dans des groupes que l'étude des lames minces confirme et précise, mais chaque type de roche caractérisée est globalement bien individualisé au départ.

Les grès se classent en quatre groupes macroscopiques : les grès grossiers feldspathiques parfois très compacts, les grès fins lités, de teinte jaune à ocre et très riches en quartz, les « molasses » au sens large, enfin une série de grès indéterminés. Nous allons étudier tour à tour ces différents groupes, puisqu'ils recouvrent une réalité pétrographique.

IV 3 2 a : Les arkoses

Les grès grossiers feldspathiques parfois très compacts sont déterminés comme des arkoses, au sens pétrographique de R. L. Folk (fig. 82). Les grès présentent tous moins de 15 % de liant et même si les proportions de quartz, feldspath et fragments de roche varient, elles restent dans la gamme des arkoses (plus de 25 % de feldspaths et peu de fragments de roche), et plus rarement dans celle des arkoses lithiques (fragments de roche, type quartzite, en quantité plus importante).

** Description de lames minces*

Dix huit lames minces ont été réalisées dans les arkoses. Ces dernières sont de deux types, génétiquement très proches. Le premier type est formé d'arkose grossière ; il est caractérisé par 10 lames minces.

La lame 11911 17 (fig. 107) présente des feldspaths potassiques dont un très caractéristique, le microcline, ainsi que du ciment syntaxial siliceux autour des grains de quartz, c'est-à-dire que le ciment, au lieu d'être « autonome », est formé de silice faisant « corps » avec les grains originels. La densité est supérieure à celle d'un sable mais on n'observe pas ou peu d'interpénétration ; de plus le ciment de nourrissage est épais. La recristallisation de quartz traduit un phénomène de dissolution/recristallisation de la silice, vraisemblablement un apport de silice exogène par lessivage d'un matériel siliceux proche. Les auréoles y sont polyphasées, piégeant des oxydes. Un tel ciment confère à l'arkose une résistance mécanique importante. Les joints relient très fortement les grains les uns aux autres. Cette particularité a probablement joué un rôle dans le choix de cette matière première. Les remarques sont les mêmes à propos de la figure 108, mais

les grains de feldspaths de ce grès, assez nombreux, classent cette roche dans les arkoses lithiques.

Une seconde roche a été déterminée dans le groupe des « grès feldspathiques » (fig. 109). Les minéraux présents sont les mêmes, en proportions parfois différentes des arkoses (microcline, quartz,...), mais le ciment siliceux est en microcristaux de quartz et pas en auréoles de nourrissage. Les formations observées dans les fissures originelles de la roche (indiquées par une flèche blanche) soulignent l'arrivée tardive de la silice, le ciment ayant cristallisé librement en quartz automorphes. Il s'agit d'un silcrète, paléosol -au sens géologique- dont la matrice ou le ciment a été remplacé par de la silice. Le terme de silcrète provient de l'association des termes silice et concrétion, à l'instar des calcrètes déterminés sur les percuteurs (chapitre III 2 3). En pédologie, les silcrètes sont des sortes de grès ou de conglomérats cimentés par de la silice, le terme désigne plus généralement une croûte siliceuse. Le ciment y est généralement spectaculaire. Ce terme, purement descriptif, vient en complément du nom attribué à la roche par Folk (arkose lithique à feldspath potassique -dont microcline- et quartz polycristallin), en complétant le diagnostic par une précision génétique (paléosol à ciment siliceux).

Le ciment est siliceux et peut être considéré comme microcristallin, en mosaïque. En effet, il n'y a pas dans cette lame (fig. 109) de cimentation par auréole de nourrissage, mais bien les caractéristiques d'une cimentation par des petits quartz, avec une disposition typique de ces ciments, c'est-à-dire bien présents tout autour des grains. Il s'agit donc d'un ciment chimique précipité sur place, apporté par les eaux, qui imprègne le sable, attaquant parfois les grains ce qui explique l'aspect un peu décomposé de la roche à l'œil nu.

Il faut noter que certaines lames (EC 72 VIII par exemple, fig. 108) présentent un ciment siliceux microcristallin, mais pas en mosaïque.

L'état originel est un sable ou un grès de sol (terrestre, par opposition à aquatique) au-dessus de la nappe phréatique, dans une zone vadose (c'est-à-dire régulièrement émergée, comme un littoral à marée basse ou un sol avec circulation d'eau d'infiltration, ...). On observe des vides au cœur de la roche, autrement dit de larges pores. Ils peuvent être intergranulaires, créés par un phénomène vadose d'infiltration d'eau du haut vers le bas qui dépose la matrice en laissant des vides entre les grains, vides dont la base est horizontale. Ce système à vide vadose indique non seulement l'orientation de la roche, mais aussi que la matrice s'est déposée entre le sol et le toit de la nappe phréatique. Après silicification, la matrice originelle a été remplacée et se compose essentiellement de microquartz. Mais les quartz peuvent être grands et automorphes lorsqu'ils s'installent dans un vide ; ils entourent alors un vide résiduel. C'est pourquoi les vides de la roche à certains endroits donnent lieu à des « géodes », fissures en terme géologique, où les quartz ont poussé dans un vide, présentant leur forme caractéristique hexagonale, en « pointe ».

La précipitation du ciment siliceux s'est donc sûrement faite dans un milieu où les grains de sable initiaux sont baignés dans une nappe d'eau douce. Cela est connu en zone équatoriale et ce sont des conditions possibles au Purbeckien (transition Jurassique Crétacé, Secondaire). En France, les silcrètes sont nombreux au début et au milieu du Tertiaire.

Les deux types de roches du groupe des grès grossiers (arkose et silcrète) peuvent tout à fait être parents, puisque le réarrangement du ciment siliceux peut se faire à la faveur de circulation de fluide, n'affectant qu'en partie la masse gréseuse, créant ainsi des variations de faciès au sein d'un même affleurement.

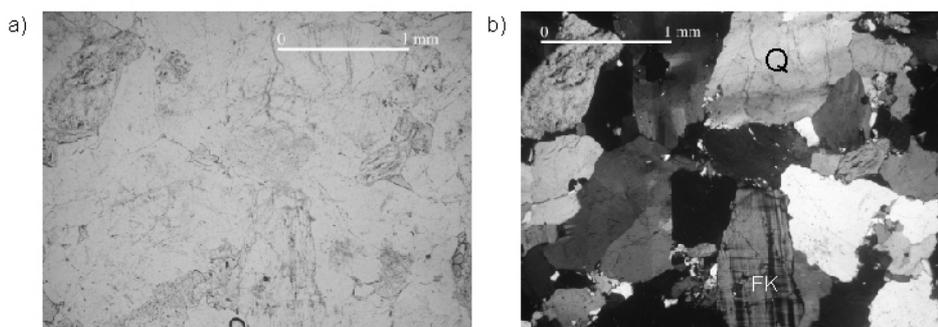


Figure 108 : cliché en LN (a) et LP (b) d'une arkose lithique, objet n° 1311 07, EC 72 VIII, CH 3 VIII. On remarquera la présence de quartz et de feldspath type microcline, ainsi que du ciment siliceux en microcristaux de quartz. Les grains de feldspaths de ce grès, assez nombreux, classent cette roche dans les arkoses lithiques

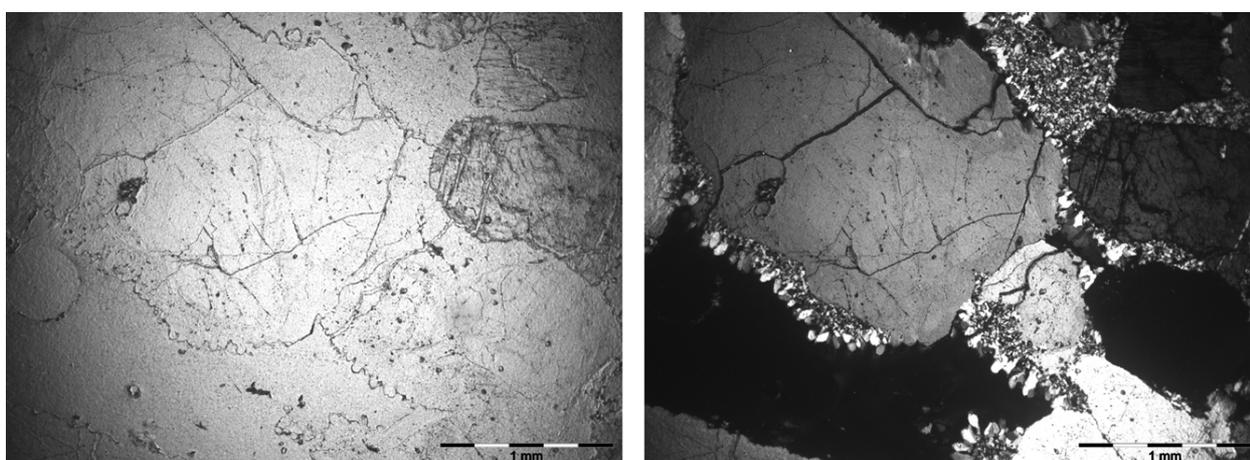


Figure 109 : silcrète, artefact FC 79 VI, CH 3 VI, LN et LP. Des « dentelles » de quartz entourent les minéraux ; le ciment siliceux a cristallisé librement en petits quartz automorphes

Nous avons décompté neuf arkoses, provenant exclusivement de Chalain : CH 19 O, CH 2 /2, CH 3 VIII et CH 4 phase 2 à 4. Les huit silcrètes proviennent uniquement de CH 3, couche VIII à IV.

Pour finir, notons que l'ensemble de ces arkoses a été reconnu à l'œil comme grès feldspathique, ou grossier, voire microconglomérat. La détermination macroscopique est donc pertinente. De plus, ces grès grossiers ne sont reconnus que sur du matériel de mouture et de broyage.

* Etude de provenance

Les arkoses déterminées entrent dans la large gamme des grès triasiques. De tels grès se retrouvent fréquemment dans le paysage géologique de l'est de la France : Vosges, massif de la Serre, côte chalonnaise... Les arkoses de ces massifs sont souvent contemporaines, datant du début du Trias (Buntsandstein). La distinction entre les différents affleurements est alors assez difficile, même si certaines caractéristiques permettent parfois de les différencier.

L'affleurement de Trias gréseux le plus proche est le massif de la Serre. Les prospections ainsi que l'échantillonnage ont été réalisés en premier lieu par Danielle Santallier, Pierre Pétrequin et moi-même, puis en collaboration avec Luc Jaccottey dans le cadre de notre programme de recherche. Je ne présenterai donc pas ici les résultats des nombreux prélèvements réalisés sur le massif, mais plutôt une description du faciès qui nous intéresse.

Nous avons déjà parlé des faciès granitiques du massif de la Serre, ainsi que des éléments du Permien. Sur le sommet du massif, le Permien n'est pas représenté, car il a été totalement érodé peu après son dépôt, en tout cas avant le Trias. C'est pourquoi les grès triasiques du Buntsandstein (Trias inférieur, 245 Ma) reposent directement sur le socle cristallin. Ils sont géologiquement divisés en t1 et t2, soit deux phases successives du Buntsandstein. Certains auteurs subdivisent le Trias gréseux de la Serre en de nombreux sous-ensembles ; J. Zogo (1981, p. 111) par exemple distingue deux grands épisodes d'épandage de matériaux gréseux sur le massif séparés par une phase d'émersion, la première ayant un régime hydrodynamique plus intense que la seconde. Cela expliquerait en partie la granulométrie du Trias du massif de la Serre, qui est globalement décroissante de la base vers le sommet de la séquence (Zogo, 1981, p. 85). Ainsi, les variations de faciès sont importantes au sein du massif, le t1 grossier s'opposant à des grès plus fins, parfois ocre à rosés du t2, en moindre quantité toutefois que l'arkose. Les arkoses peuvent donc être grossières (fig. 110), certains grains dépassant parfois 2 mm. Il faut alors parler de conglomérat à grain fin. En lame mince (fig. 111), elles présentent un feldspath potassique caractéristique, le microcline, ainsi que du ciment syntaxial siliceux autour des grains de quartz. Mais certains grès sont moins bien cimentés, donnant lieu à des exploitations de sables. Les affleurements plus consolidés ont fait l'objet d'exploitations sub-récentes pour les meules circulaires, en témoigne les quelques toponymes locaux tels que Serre-les-Moulières ou Frasné-les-Moulières. Cette roche possède en effet, du fait même de sa structure à gros grains, de la nature de son ciment, etc., des qualités mécaniques qui ont été reconnues et appréciées dès les débuts de l'histoire du matériel de mouture.

Le lien génétique entre arkose et granite est clair, les mêmes minéraux, réorganisés, sont présents dans les deux types de roches. Il faut tout de même noter que les quartz polyminéraux sont nombreux dans l'arkose, puisque les grains proviennent du granite qui lui-même a subi des déformations. On pourrait à ce titre inclure les quartzites dans le pôle quartz (Q) de la classification de Folk, puisque se sont des grains à part entière de même provenance que les grains de quartz monominéraux. Mais pour rester homogène dans les déterminations, les quartzites sont décomptés dans le pôle fragment de roche (R) notons simplement que ce pôle est ici surreprésenté. Cela dit, dans cette classification, la roche garderait le même nom (arkose), puisque la part volumique des fragments de roches reste faible.

Ainsi, les grès triasiques du massif de la Serre correspondent en tous points aux arkoses caractérisées sur le matériel archéologique de Chalain/Clairvaux (fig. 112).

Concernant les silcrètes, faciès particulier des arkoses où le ciment siliceux se compose de petits cristaux de quartz, je n'ai pas d'échantillons du massif de la Serre présentant ces caractéristiques. Néanmoins, des horizons silicifiés de grès sont signalés dans la littérature : « sur le granite de la Serre, le Buntsandstein débute souvent par un niveau silicifié » (Pernin, 1978, p. 31), et les événements immersifs du Jura pourraient tout à fait créer les conditions favorables à la genèse de ces faciès dans le massif de la Serre (Zogo, 1981).

Cela me permet de proposer le massif de la Serre comme origine possible de l'ensemble des faciès arkosiques déterminés sur le matériel archéologique.

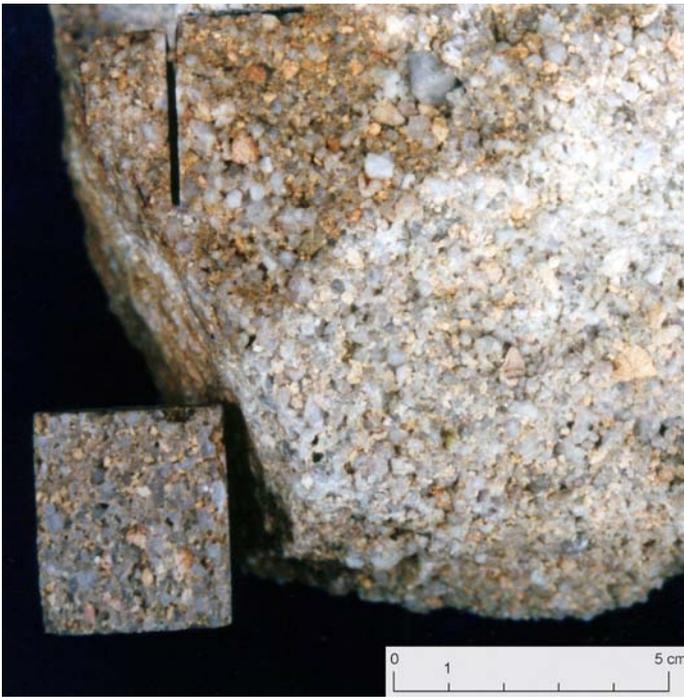


Figure 110 : arkose du massif de la Serre (échantillon M12). Le bloc échantillonné sur la commune de Moissey est altéré en surface. Découpe pour lame mince : X. Invernizzi, cliché P. Pétrequin

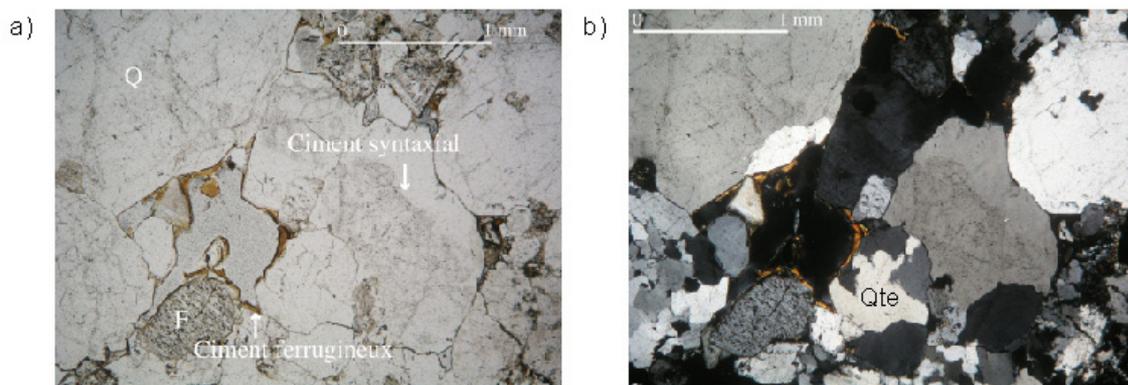


Figure 111 : arkose du massif de la Serre (échantillon M12), en lame mince LN (a) et en lame mince LP (b). Notez la présence de ciment syntaxial, de quartzite (minéraux de quartz engrenés) ainsi que d'un film de ciment ferrugineux, cependant peu fréquent dans les grès de massif de la Serre

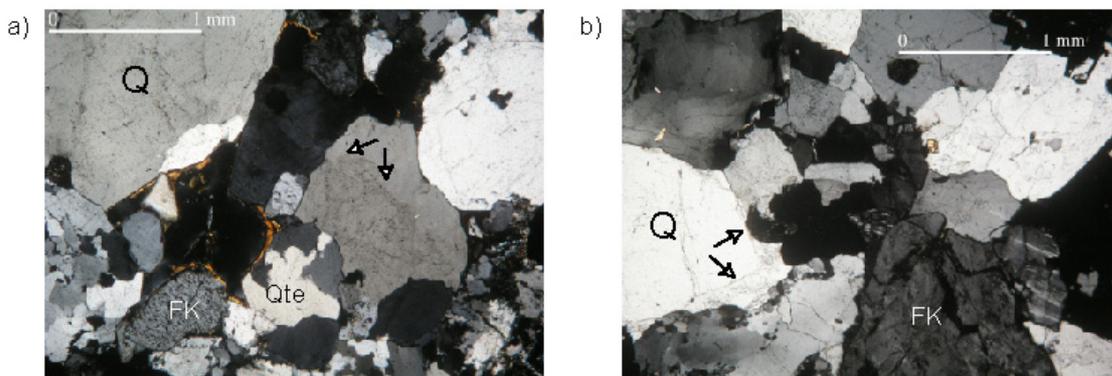


Figure 112 : comparaison de lames minces d'arkose en LP : a) artefact n° 11911 17 b) échantillon M12. Les deux lames minces présentent les mêmes minéraux ainsi qu'un ciment syntaxial similaire

Du point de vue géologique, les autres grès triasiques de la région pourraient être des gîtes potentiels de matière première. Les grès vosgiens par exemple ont été échantillonnés dans la région de Luxeuil-les-Bains (Lux 1 à 7, Jaccottey *et al.*, 2004, fig. 113). Ils sont généralement rouges à violacés et issus des mêmes étages géologiques du Trias que les arkoses du massif de la Serre. Les grès vosgiens sont divisés en t1, t2a et t2b ; les variations de faciès -de grossier (t1) à fin et homogène (t2b)- sont les mêmes que dans le massif de la Serre. Seule la couleur des roches diffère, en lien avec la teneur en oxyde de fer. Malgré tout, les faciès macroscopiques pouvant être assez proches entre les différents grès triasiques, les risques de confusion ne sont pas négligeables. Certains grès fins et ferrugineux du massif de la Serre peuvent, par exemple, être très proches des grès roses des Vosges, de même que des faciès vosgiens peu colorés s'approchent à l'œil nu de l'arkose triasique de la Serre.

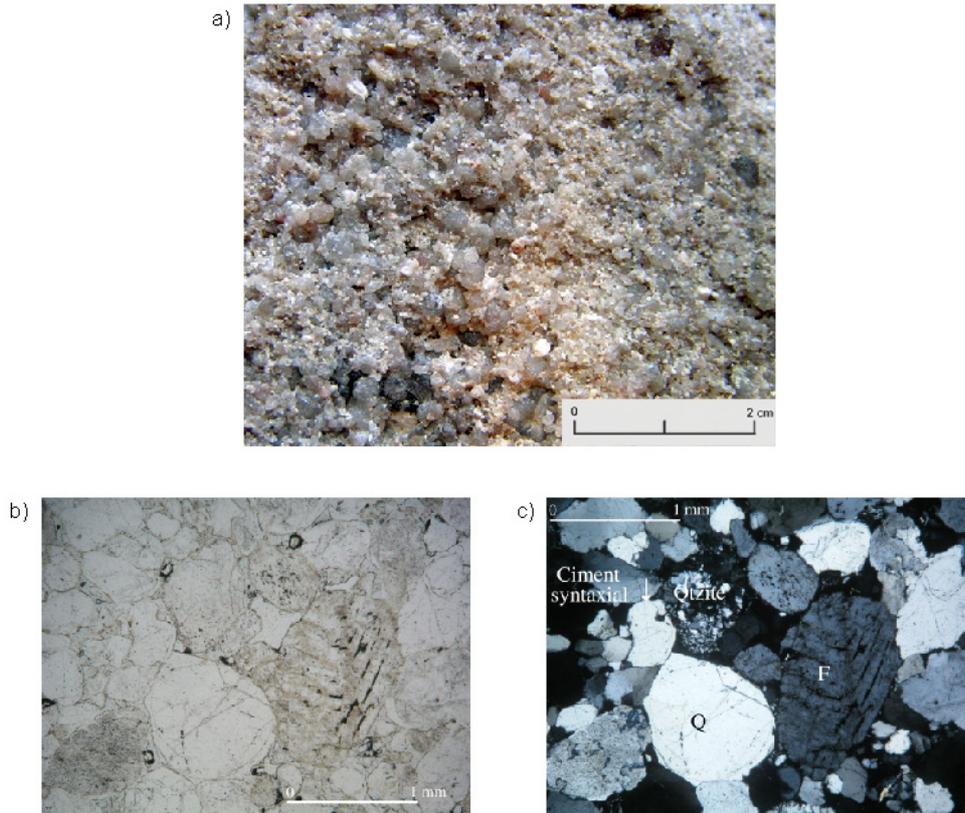


Figure 113 : échantillon Lux 2, grès vosgien du t2a, a) à l'œil nu, b) lame mince LN, c) lame mince LP. La similitude des faciès entre cette arkose triasique vosgienne et celle du massif de la Serre est forte (fig. 110 et 111). Mais l'arkose vosgienne semble présenter des quartz plus ronds et plus autonomes

Les grès triasiques du t1 des Vosges ont aussi été échantillonnés dans « la Région des Mille Etangs ». Il s'agit de poudingue à galets de quartz centimétriques. Les échantillons proviennent de la zone de carrières de meules modernes de « plate pierre », sur la commune d'Ecromagny (Haute Saône). Mais dans ces formations, les éléments les plus grossiers sont sous forme de galets, alors que dans le massif de la Serre les éléments grossiers sont anguleux.

Cela dit, la majorité des outils de mouture franc-comtois -recensé dans le cadre du programme de recherche coordonné avec Luc Jaccottey- fabriqués dans des grès vosgiens présente une coloration rouge très nette, coloration totalement absente des corpus de la Combe d'Ain. Les préformes naturelles que constituent les galets, fréquents au pied des Vosges, ont été préférentiellement utilisés pour l'outillage de mouture. Ainsi, une meule en grès des Vosges a toutes les chances d'être en grès rouge et sur galet. Cette observation archéologique, associée

aux observations géologiques, permet d'exclure le massif vosgien de la liste des provenances possibles pour le matériel de mouture et de broyage des sites lacustres jurassiens

Par contre, les affleurements de grès triasiques de la côte chalonaise -et plus globalement de l'ouest de la Saône- restent des gîtes potentiels. A l'œil nu, rien ne les différencie des arkoses du massif de la Serre. Ces grès sont situés au plus proche à 80 km à vol d'oiseau à l'ouest de la Combe d'Ain. Comme les arkoses du massif de la Serre, ils ont fait l'objet d'exploitations pour fabriquer des meules ; des carrières d'outils antiques sont connues dans le Trias autunois par exemple (Boyer *et al.*, 2006). Le recensement des collections bourguignonnes d'outils de mouture est en cours et il paraît évident qu'une large part du matériel pré et protohistorique est en grès triasique local.

Ainsi, la distinction entre les différents grès triasiques est assez difficile. De plus, la détermination des roches des corpus archéologiques se fait majoritairement à l'œil nu, notamment dans le cadre de notre programme de recherche. C'est pourquoi les arkoses déterminées sur les artefacts, lorsqu'elles semblent provenir du massif de la Serre, sont nommées « type Serre ». De même pour les grès vosgiens, où il est question de grès « type Vosges ».

Enfin, il est impossible de clore ce chapitre sur le massif de la Serre sans faire référence aux résultats du programme de recherche en cours, notamment en ce qui concerne la diffusion de l'outillage de mouture du massif de la Serre.

Les artefacts francs-comtois, en l'occurrence les fragments de meules, reconnus comme granite « type Serre » sont peu nombreux et situés à une distance assez faible des zones d'affleurements (environ 20 km). L'utilisation du granite en meule est donc réelle mais limitée, en lien supposé avec la médiocre qualité de la matière première. Notons qu'une large part de l'outillage de mouture connu en Franche-Comté provient non pas de sites fouillés mais de prospections pédestres. A ce titre sont ramassés prioritairement les artefacts clairement reconnus, c'est-à-dire présentant une surface active. Or le granite semble se décomposer assez facilement après enfouissement ; il existe donc un biais possible. Malgré tout, il semble bien que la diffusion du granite du massif de la Serre soit limitée (Jaccotey et Milleville, sous presse). Notons à ce propos que sur les sites du lac de Chalain, le granite « type Serre » n'est reconnu que sur des fragments, sans surface active. Il est donc possible d'imaginer une diffusion du granite sous forme de meule dans un rayon assez restreint, mais une diffusion plus large du granite en tant que matière première, le lac de Chalain se situant à 60 km à vol d'oiseau du massif.

Les grès « type Serre » sont pour leur part très bien représentés dans les corpus franc-comtois. Rappelons que des carrières sont connues dans le massif de la Serre, minières exploitant des éboulis pour produire des outils de mouture de type « va-et-vient » (Jaccotey et Milleville, soumis a et b). La diffusion du matériel de mouture en grès « type Serre » se fait en suivant les axes naturels de communication : les vallées de la Saône, de l'Ognon et du Doubs. En suivant ces vallées, les outils qui proviennent du massif de la Serre se retrouvent à 80 km à vol d'oiseau des gîtes de matières premières. Ils sont majoritaires dans tous les corpus dans un rayon de 20 km autour du massif. L'étude chronologique de la diffusion du matériel de mouture en Franche-Comté se base sur un faible nombre d'outils et tous ne sont pas datés avec précision. On constate que l'exploitation des grès du massif de la Serre débute avec le Néolithique et perdure jusqu'à la Protohistoire. Il apparaît cependant que les distances de diffusion sont en lien avec les contextes économiques. Par exemple, au Néolithique Moyen II, il existe dans les Vosges un centre de production de lames de haches en pépite-quartz, qui exporte ses productions sur de longues distances, soit plus de 200 km (Jeudy *et al.*, 1995 ; Pétrequin, Jeudy *et al.*, 1996). Durant cette période (aux alentours de 4000 av. J.-C.), les outils de mouture en grès « type Vosges » semblent bénéficier des réseaux de diffusion mis en place pour les lames de haches. Les meules

et molettes en grès « type Vosges » se retrouvent à plus de 100 km des gîtes potentiels ; on les retrouve au pied du massif de la Serre (Jaccottey *et al.*, sous presse). A l'inverse, c'est au Néolithique final que les grès du massif de la Serre s'exportent le plus loin. Or on note à cette période un effondrement de la diffusion du grès vosgien, ce qui tend à confirmer le lien proposé entre la diffusion des haches en péliste-quartz et des grès « type Vosges », le Néolithique final marquant la fin de l'exploitation des carrières de Plancher-les-Mines (Pétrequin et Jeunesse dir., 1995). C'est aussi à cette période (3200 av. J.-C.) que l'on trouve les grès « type Serre » au sud, sur nos sites lacustres de Chalain. Au plan chronologique, les modalités de diffusion du matériel de mouture s'inscrivent bien dans les réseaux économiques et sociaux de la région (Jaccottey et Milleville, sous presse).

* *Question de l'ocre, étude des colorations rouges*

Deux fragments de grès « type Serre » -l'un provenant du village de Chalain 4 phase 2 (n° 1421 11, Clairvaux ancien, 3040 av. J.-C.), l'autre du site de Chalain 2 (n° 1201 02)- portent des traces rouges, dont tout porte à croire qu'il s'agit d'ocre (fig. 114).

Les surfaces à passées rouges ne sont ni des surfaces actives d'outils de mouture ni des zones polies. La coloration de l'échantillon de Chalain 2, ramassé dans les déblais, est visible en coupe, jusqu'à un demi centimètre de la surface, alors que celle de l'échantillon de Chalain 4 reste superficielle ; ce dernier a été trouvé en stratigraphie et des radicelles blanches indiquent un contact avec la craie lacustre.

Dans le cadre des analyses réalisées par Danielle Santallier et Ruben Vera (Centre commun de Diffractométrie, Université Claude Bernard Lyon 1), nous avons eu l'occasion de réaliser une analyse par diffraction des rayons X (DX) de ces colorations.

Les rayons X possèdent la propriété de traverser un matériau en étant diffractés par ses atomes. Le spectre de diffraction obtenu est l'empreinte caractéristique de la structure des substances minérales analysées. L'analyse peut être réalisée directement sur un fragment solide, voire, dans certains cas, sur des outils entiers, analyse nécessitant un appareillage particulier (Thirault *et al.*, 1999) ; l'analyse classique ne demande que de petites quantités de poudre de l'ordre de quelques milligrammes (spectre de poudre). Le spectre obtenu présente des pics, pour certaines valeurs de l'angle entre le faisceau incident et la direction du détecteur (angle deux théta). Chaque pic est caractéristique d'un plan cristallographique, $d=xxx$ correspondant aux distances interréticulaires entre plans d'atomes, exprimées en Angström ($1 \text{ \AA} = 10^{-10} \text{ m}$). La caractérisation des minéraux se fait par association de pics et leur détermination s'effectue par rapport à des spectres de référence.

L'ocre, du grec ôkhros, est une terre argileuse colorée en rouge par un oxyde de fer, l'hématite (Fe_2O_3), ou en jaune ou brun par la goethite ($\alpha\text{-FeO-OH}$) par exemple (Foucault et Raoult, 1997). Chimiquement, l'ocre est donc un silicate d'alumine (argile) ferrugineux (hématite) et siliceux puisque le quartz est toujours présent.

Le spectre de DX obtenu sur la poudre rouge de l'échantillon de Chalain 2 (fig. 115) indique la présence de quartz, d'hématite à l'origine de la coloration et de feldspath (microcline), présent dans le grès sous jacent, qui a donc été prélevé avec la coloration. L'argile n'est pas mise en évidence par cette analyse ; la poudre analysée n'est donc pas tout à fait de l'ocre, mais un dépôt d'oxyde de fer sur le grès.



a)



b)

*Figure 114 : coloration rouge sur les grès « type Serre », a) CH 2 (n° 1201 02) ;
b) CH 4 phase 2, 1421 11.*

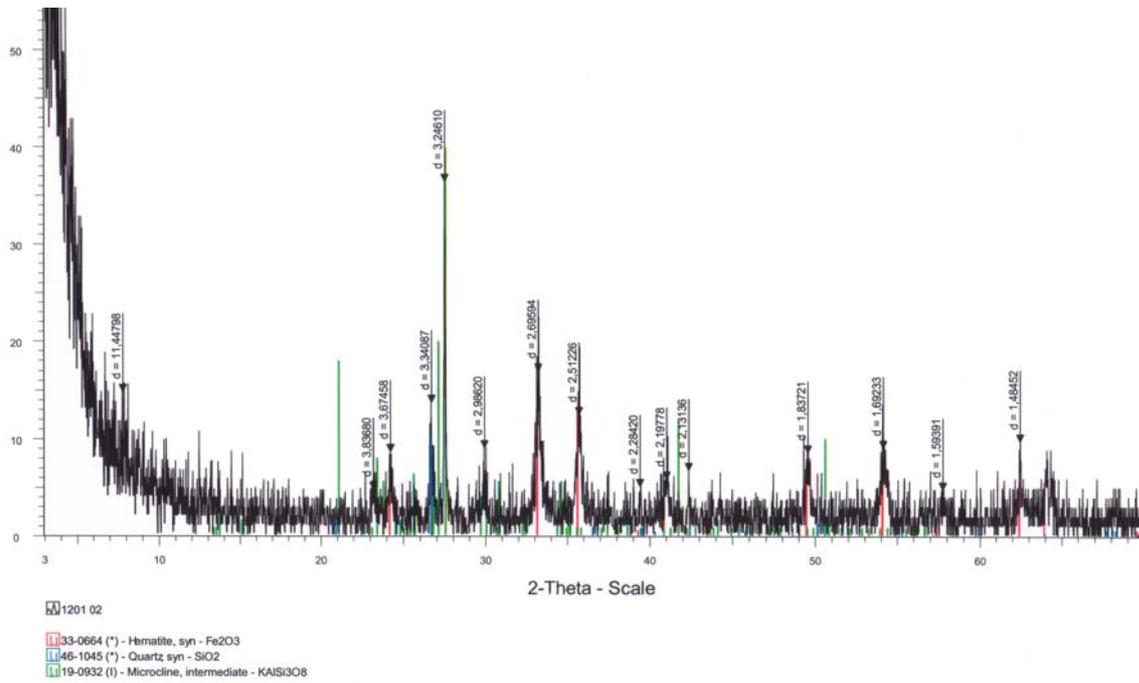


Figure 115 : spectre de diffraction des rayons X obtenu sur la poudre rouge de l'échantillon de Chalain 2 (n° 1201 02)

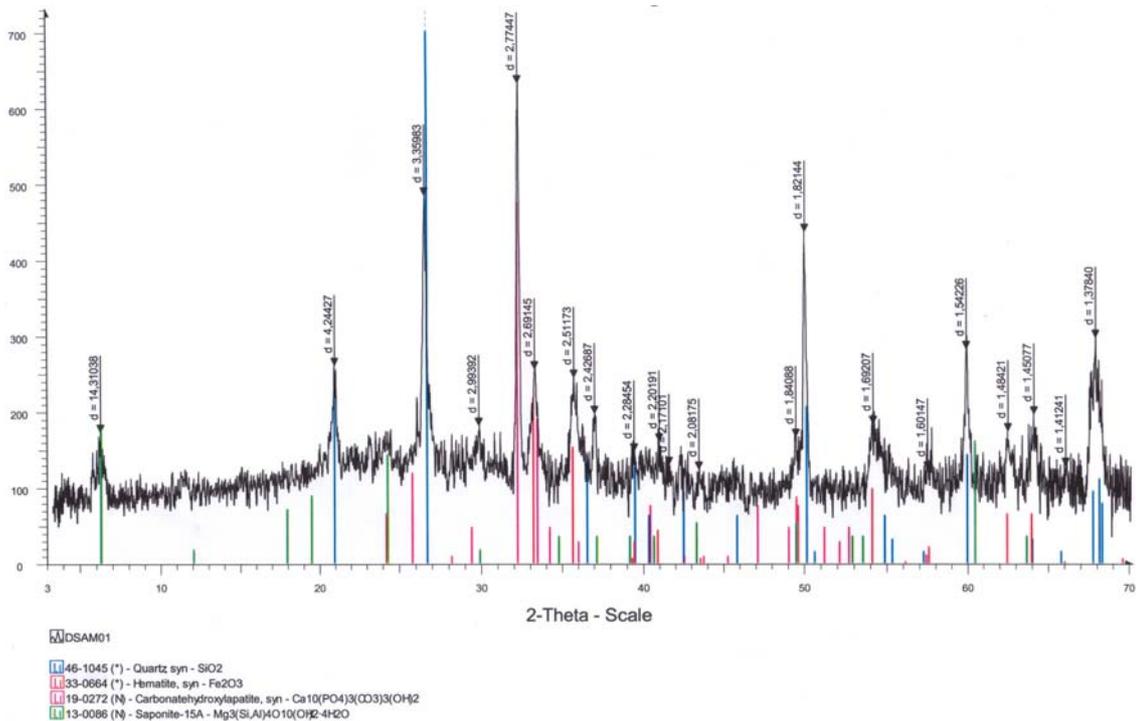


Figure 116 : spectre de diffraction des rayons X obtenu sur la poudre rouge de l'échantillon de Chalain 4 (n° 1421 11)

Le spectre obtenu avec la poudre rouge de l'échantillon de Chalain 4 (fig. 116) indique clairement la présence de quartz et d'hématite, ainsi que de saponite (argile). Bien que l'argile, matériau complexe, ne soit représentée que par un seul élément (et pas le plus courant), la poudre analysée possède globalement toutes les caractéristiques de l'ocre.

Nous avons par la suite observé que certains grès, notamment des arkoses provenant du massif de la Serre, portaient des traces d'oxydation naturelle, ayant à peu de choses près le même aspect que la coloration observée sur les pièces archéologiques. Il nous fallait comparer ces différentes colorations, pour s'assurer de la nature anthropique ou non des colorations présentes sur les pièces archéologiques. C'est pourquoi une boulette d'ocre, provenant des fouilles de Clairvaux III couche inférieure (Delta 6 A IId) a été analysée.

Ayant eu l'occasion d'utiliser la microspectrométrie Raman (Milleville *et al.*, 2003), j'ai opté pour cet outil d'analyse, non destructif.

Par ces analyses par spectrométrie Raman, je cherche donc à savoir :

- s'il est possible de différencier les colorations de l'échantillon géologique et de la boulette d'ocre ;
- si oui, s'il est possible de rapprocher les colorations des outils archéologiques de celles de l'échantillon géologique ou de la boulette d'ocre ?

En d'autres termes, les colorations des objets archéologiques sont-elles d'origine anthropique ou naturelle, volontaire ou accidentelle ?

La micro-spectroscopie Raman est une méthode d'analyse structurale qui étudie les transitions vibrationnelles à partir du processus de diffusion inélastique de la lumière. On envoie sur l'échantillon un faisceau laser, d'une longueur d'onde (d'une couleur) donnée. Les photons ainsi envoyés sont renvoyés par l'échantillon, avec une variation de longueur d'onde par rapport au rayon incident. Ce déplacement Raman est caractéristique d'une organisation cristalline et donc d'une espèce minéralogique. Le spectre de raies obtenu permet donc d'identifier les minéraux.

Les mesures ont été réalisées au Laboratoire de Dynamique Interaction et Réactivité (LADIR, UMR7075, Thiais, 94) sur un spectromètre Jobin Yvon LabRam Infinity équipé d'un laser Nd:YAG doublé émettant dans le vert à 532 nanomètres. Le microscope associé utilise un montage confocal. La résolution spectrale de ce système est de l'ordre de 3 cm^{-1} . Cet appareil utilise un filtre « Notch » qui soustrait l'émission Laser du signal mesuré. Le signal est enregistré par un détecteur CCD.

La spectrométrie Raman est non destructive. Cependant, la puissance du laser, lors d'un travail sur les oxydes, est importante à contrôler, puisqu'une trop forte intensité appliquée à l'échantillon, entraînant un échauffement, peut en modifier la structure (passage de la magnétite à l'hématite par exemple). Des filtres de densité permettent d'adapter la puissance laser sur l'échantillon. Nous avons travaillé avec des puissances de laser inférieures à 80 microWatts qui permettent de respecter l'intégrité des oxydes et oxihydroxides de fer. Les échantillons sont placés directement sous le faisceau, sans préparation. La détermination minéralogique se fait par rapport à des spectres de référence. Au-delà des identifications, la micro-spectrométrie Raman est un très bon outil pour les comparaisons entre échantillons, dans les mêmes conditions d'analyse. L'utilisation d'un microscope permet de se focaliser de façon très précise sur la zone à analyser, avec un objectif pouvant grossir jusqu'à 100 fois. Enfin, plusieurs spectres sont réalisés sur chaque échantillon afin de tester leur variabilité.

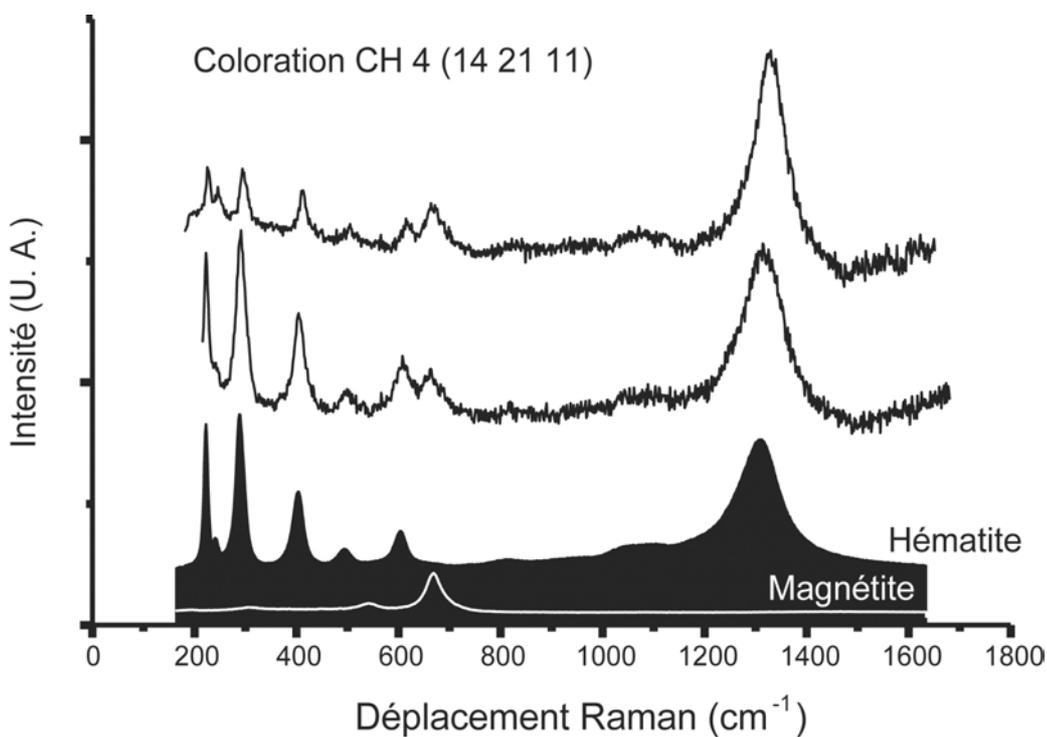


Figure 117 : spectre Raman de la coloration rouge visible sur l'artefact n° 1421 11, Chalain 4 phase 2. On observe sur ce spectre de l'hématite et de la magnétite (spectre de références dans la partie inférieure graphique), dont les spectres s'additionnent pour former celui de l'échantillon (partie supérieure du graphique)

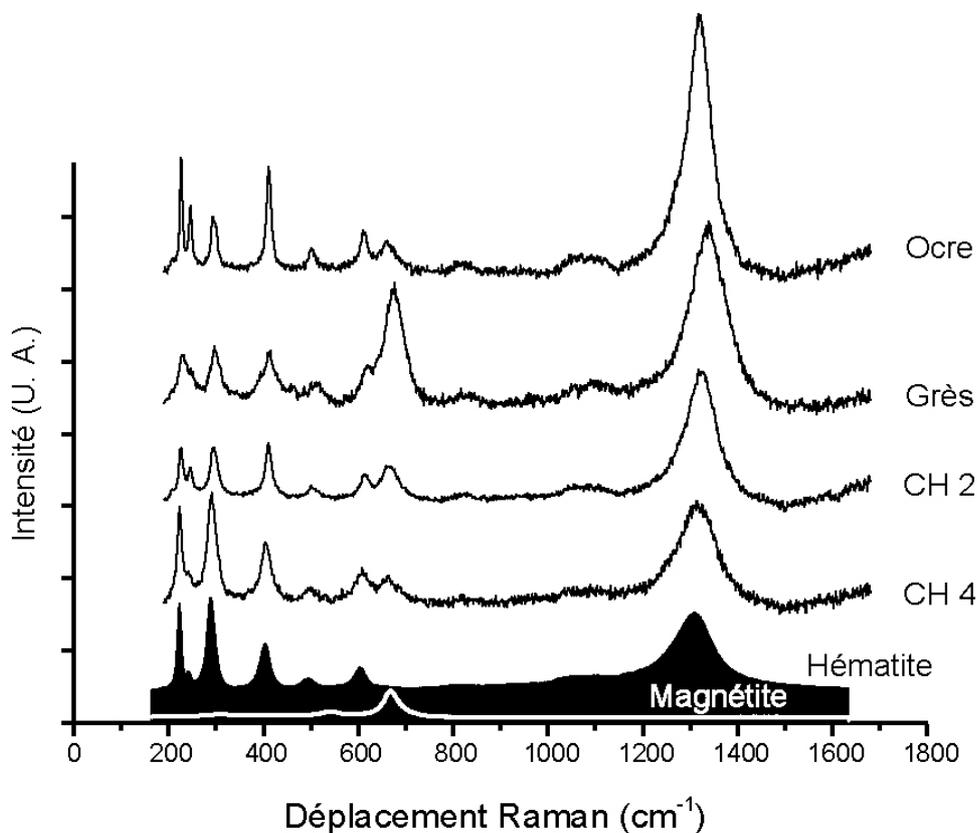


Figure 118 : comparaison des spectres Raman des colorations rouges des artefacts de CH 2 (n° 1201 02) et CH 4 phase 2 (n° 1421 11), de la boulette d'ocre et des échantillons de grès du massif de la Serre

Sur les spectres de l'objet de Chalain 4 phase 2, on observe de l'hématite et de la magnétite (spectre de références de De Faria *et al.*, 1997), dont les spectres s'additionnent pour former celui de l'échantillon (fig. 117). La magnétite est également un oxyde de fer, en général de couleur noire. Selon le spectre considéré, les pics à 600 cm^{-1} et 670 cm^{-1} , correspondant respectivement à l'hématite et à la magnétite, sont plus ou moins intenses. Quantifier de façon absolue n'est pas chose facile en spectrométrie Raman ; néanmoins les comparaisons peuvent raisonnablement être établies et, dans ce cas précis, la part de chacun des oxydes peut être appréciée.

Les spectres de la coloration présente sur le fragment de grès de Chalain 2 sont comparables aux spectres obtenus précédemment, avec toutefois une proportion différente d'hématite et de magnétite, puisque le pic de magnétite à 670 cm^{-1} est toujours plus intense que son voisin à 600 cm^{-1} (fig. 118).

Les spectres obtenus sur la boulette d'ocre de Clairvaux montrent que la balance entre les deux oxydes penche en faveur de l'hématite. Outre ce phénomène, les spectres sont en tous points comparables aux précédents (fig. 118). Il faut signaler aussi la présence de calcite dans l'échantillon, un des points d'analyse ayant livré un spectre idéal de ce minéral (pics francs à 280 , 709 et 1086 cm^{-1}). Une telle phase minérale, à l'échelle de l'analyse Raman, n'est exceptionnelle ni pour le grès lui-même, ni pour la craie lacustre (carbonate) encaissante qui a pu polluer la surface du grès.

Enfin, les spectres d'échantillons géologiques du massif de la Serre soulignent, là encore, la présence de magnétite et d'hématite (fig. 118). La tendance générale marque, pour les échantillons géologiques considérés, une prédominance franche de la magnétite par rapport à l'hématite.

Pour conclure, la caractérisation des différentes sources potentielles de la coloration, à savoir l'altération naturelle du grès et/ou de la boulette d'ocre de Clairvaux, met en évidence la similarité des composants : les oxydes de fer. Seules leurs proportions relatives permettent de les différencier, les altérations naturelles étant plus riches en magnétite.

Les échantillons archéologiques sont difficilement attribuables avec certitude à l'une des deux sources. La tendance déjà soulignée en DX semble se confirmer, à savoir une oxydation naturelle de l'échantillon de Chalain 2, retrouvé hors stratigraphie et dont la coloration pénètre la roche ; au contraire, il s'agirait d'un ajout ocré sur l'échantillon de Chalain 4 phase 2.

Néanmoins, quelques précautions s'imposent.

La référence d'ocre « archéologique » que nous prenons est la boulette de Clairvaux III couche inférieure ; cette référence tient compte des conditions taphonomiques communes aux sites lacustres et représente bien l'ocre sous sa forme utilisée par les néolithiques. Cet ocre présente une part plus importante d'hématite que de magnétite.

Mais une montée en température, au-delà de 200 à 300 °C , oxyde la magnétite, qui se transforme en hématite. Or, c'est un incendie qui clôt l'occupation du village de Chalain 4 phase 2. Nous verrons que les températures atteintes dans les incendies peuvent être de l'ordre de 800 °C , puisque la calcite commence à se transformer en chaux.

La surface sur laquelle on observe la coloration rouge est légèrement noircie ; elle a donc été chauffée, ce qui pourrait expliquer la part importante de l'hématite dans certains spectres, à l'origine magnétite modifiée par la chaleur. Sur cette base, la coloration se rapprocherait alors de celle de l'échantillon géologique.

De plus, nous avons comme référentiel une boulette d'ocre issue des sites lacustres, mais l'origine d'une coloration peut être multiple et les oxydes à l'origine de la couleur ne sont pas nombreux. Citons par exemple qu'il est possible que les fragments analysés aient côtoyé -durant leur séjour dans le fumier lacustre- un fragment de pyrite ou de marcassite. Ces éléments s'altèrent et s'oxydent dans les conditions taphonomiques prises en compte et peuvent tout à fait être à l'origine d'une coloration fortuite des échantillons, notamment sur l'échantillon de CH 2 où la surface concernée par la coloration est assez restreinte (zone centrale de 4 cm²).

L'apport anthropique d'ocre sur du matériel de mouture des sites lacustres de Chalain et Clairvaux n'est donc pas attesté de façon certaine.

Enfin, nous avons été confronté à la présence d'une phase cristalline peu commune, révélée en DX. Le spectre de diffraction de l'échantillon de Chalain 4 phase 2 indique en effet la présence de carbonate-hydroxylapatite ou apatite organique, composante principale des os et des dents. Cette dernière phase minéralogique, très surprenante, est identifiée à partir d'un pic majeur à 32° (fig. 116).

Des phases organiques peuvent être présentes dans les grès. C'est le cas des subarkoses, dans lesquelles des débris de poissons sont visibles. De telles inclusions auraient pu se trouver dans l'ocre analysée, tout comme le feldspath dans le premier échantillon. Pour le vérifier, j'ai réalisé une lame mince dans l'échantillon 1421 11. Aucun débris organique n'est présent. Par contre, de l'apatite minérale est identifiée. Son spectre en DX n'est pas tout à fait comparable à celui de l'apatite organique mais le pic à 32° est le plus intense.

Un seul spectre ne suffit pas à prouver la présence d'un élément tel que l'apatite organique, d'autant que dans notre contexte, les implications archéologiques pourraient être nombreuses, variées et novatrices. Nous avons donc tenté de confirmer la présence de carbonate-hydroxylapatite en microspectrométrie Raman. Or, les études Raman ne permettent pas de déceler de phase cristalline de cet ordre. Au mieux, une pollution sulfatée est visible, avec une raie intense à 990 cm⁻¹, typique des sulfates. Les quelques spectres Raman réalisés sur la lame mince n'ont pas permis de mettre en avant l'apatite pourtant présente, mais ont décelé, tout comme la DX, la présence de microcline, et surtout d'araldite, résine servant à la fabrication de la lame mince et qui, par un effet de luminescence sous le laser, couvre la majorité des observations !

Aucun élément ne vient confirmer la présence d'apatite organique dans l'ocre de l'échantillon de Chalain 4. La pollution par un sulfate est décelable ; or en DX, les sulfates peuvent éventuellement présenter un pic à 32°. Je conclus donc que la présence d'os ou de dent dans la poudre colorée analysée est à exclure.

IV 3 2 b : Les subarkoses

Les grès fins et lités, parfois jaune à ocre, sont déterminés comme des subarkoses, au sens pétrographique de R. L. Folk (fig. 82). Les grès présentent tous moins de 15 % de liant et des proportions de quartz importantes, parfois très proches de la limite de 95 %.

** Description de lames minces*

Treize lames minces ont été réalisées sur les grès fins et lités. En lame mince, le groupe macroscopique, assez homogène, s'avère tout aussi cohérent.

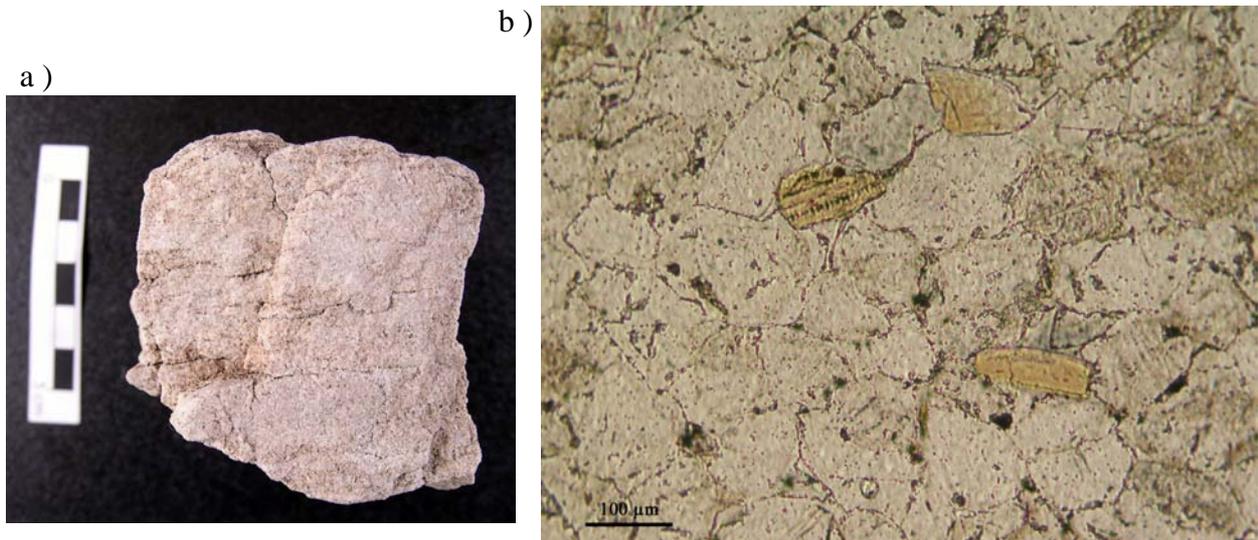


Figure 119 : subarkose de CH 4 phase 4, n° 1441 13, examinée a) à l'œil nu, b) en lame mince, LN. Le fond transparent est composé uniquement de quartz, les éléments jaunâtres sont des apatites organiques

Le grès est composé majoritairement de quartz, parfois nourris (fig. 119 b). Dans la classification de Folk, ce grès se nomme subarkose, mais dans certaines zones de la lame mince, il est possible de diagnostiquer une arénite quartzique, car il n'est pas certain que l'on ait réellement plus de 5 % de feldspath. La roche est bien classée, c'est-à-dire que les grains sont subarrondis ; le transport a été long, ce qui a favorisé la disparition des feldspaths. Les contacts concavo-convexe prouvent le grand enfouissement de la roche. Sa composition est très mature. Les grains sont roulés, sans impureté ou si elles sont présentes, elles sont coincées entre les grains et leurs auréoles parfois polyphasées (sous forme d'oxyde de fer ou de magnésium). Outre les quartz et les feldspaths, des apatites organiques sont présentes, reliques d'ossements ou d'écaillés de poissons.

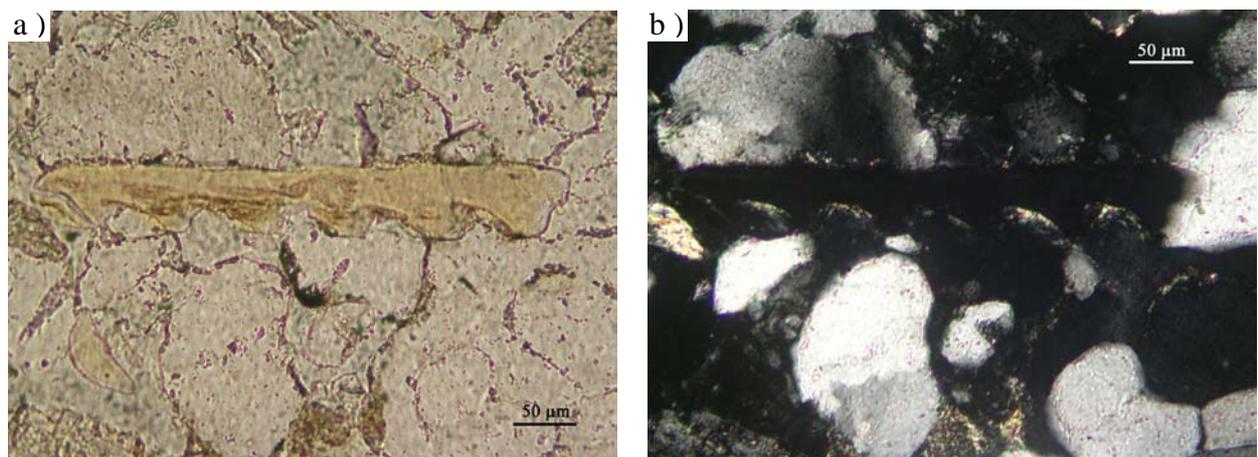


Figure 120 : détail d'une apatite organique, subarkose de CH 4 phase 4, n° 1441 13, a) lame mince en LN, b) lame mince en LP

La lame 1442 13 (fig. 120) est un cas d'école pour l'origine organique des apatites. Les structures organiques y sont très bien conservées. Ce sont des phosphates organiques, qui forment une pâte jaune (en LN), dans laquelle on remarque des débris divers. Ces apatites sont donc parfois « impures ».

Certaines passées présentent des feldspaths intacts, alcalins, ainsi que ces apatites organiques dans une « argile ». Ces niveaux ont une distribution plus hétérogène, avec de l'illite qui polarise en jaune et des grains de dimensions variées qui occupent l'espace entre les gros grains. Dans ces passées, on peut parler de subarkose ou de litharénite. Ces lentilles de matrice sont les témoins de la grauwacke initiale. L'interpénétration des grains indique un écrasement d'une roche préexistante, dont les lentilles sont les reliques, protégées par un phénomène mécanique. Dans ces lentilles, les grains sont nourris. Le nourrissage est donc, pour une partie au moins, antérieur à l'interpénétration des grains. Le reste de la matrice a disparu lors d'un compactage. La matrice mère de ces lames est silicatée et argileuse, avec un peu de calcite. Tout cela s'est déposé lors de l'apport de boue détritique ; on a donc bien affaire à une matrice. Une grauwacke à composante organique (présence d'apatite) et constituée en majorité de grains de quartz a donc été compactée, transformée en subarkose.

La matrice de départ perdure parfois sous forme de film de ciment ferrugineux sombre entre les grains. Il faut donc observer le degré de compaction des grains entre eux. La compaction est un processus diagénetique des roches, au cours duquel les sédiments se tassent et expulsent l'eau contenue entre les particules. La densité naturelle est équivalente à celle d'un sable de surface. Puis intervient la compaction par effet de charge sédimentaire qui multiplie les points de contact entre les grains. Si la compaction s'amplifie et/ou s'accompagne de contraintes tectoniques, on observe une interpénétration des grains de quartz. Lors de l'interpénétration, il y a libération de silice qui peut migrer et donner des auréoles de nourrissage, autochtones. Si au contraire, le rapprochement des grains entre eux est normal ou susceptible de n'être dû qu'à la compaction par effet de charge, c'est-à-dire si l'on observe pas d'interpénétration systématique, on peut conclure à un apport de silice exogène, le plus souvent par lessivage d'un affleurement siliceux proche du milieu de dépôt des grains.

Lorsqu'une interpénétration des grains coexiste avec un nourrissage, il est très difficile d'établir la chronologie des phénomènes. L'interpénétration libre de la silice qui peut ensuite nourrir certains grains par un phénomène de micro-migration. Il se peut aussi que le nourrissage soit bien antérieur et que les grains s'interpénètrent après. Enfin, des eaux d'infiltration peuvent nourrir les grains déjà interpénétrés.

Dans certaines lames, le quartz est nourri ; des auréoles de croissance sont visibles sur quelques grains. Ces auréoles peuvent avoir été mises en place à différentes périodes de la vie du grain : lors de sa formation dans un granite, lors de ses différents passages dans des grès... Les auréoles restent rares dans les lames minces, ce qui laisse penser qu'elles sont antérieures au grès actuel ; dans le cas contraire, l'observation se ferait sur tous les grains. Il s'agit donc d'auréoles héritées d'une histoire antérieure ; cela prouve une diversité d'origine des grains de quartz de ces grès.

Globalement, l'ensemble des lames minces réalisées sur les subarkoses présente les mêmes caractéristiques : majorité de quartz, parfois nourri et/ou interpénétré et apatite organique. La granulométrie est toujours très fine, la roche est bien triée. La présence d'apatites organiques est systématique et on retrouve aussi quelques minéraux lourds (zircon et tourmaline). Ces roches sont typiques de formation de « plage », milieu peu profond et étalé. Il ne s'agit pas de formations fluviales à long transport.

On observe enfin parfois une rubéfaction des bords, liés à une chauffe de la roche en contexte archéologique. Ces rubéfections sont très nettes aussi dans le groupe macroscopique des molasses ; nous en reparlerons donc lorsqu'il sera question de ces grès.

Même si le groupe des subarkoses a une définition homogène, c'est-à-dire que la roche est la même, les minéraux accessoires diffèrent (zircon, tourmaline, épidote), ainsi que la part

respective des composants (apatite, quartz et feldspath, micas...). Ceci signifie qu'il peut s'agir d'un même type de formation, mais sur des gisements différents.

** Etude de provenance*

Le groupe des subarkoses, déterminé en lame mince et selon la classification de Folk (1974), est composé -rappelons-le- de grès fin, homométrique, dont la particularité est de présenter des fragments d'organismes comme les os de poissons, éléments qualifiés d'apatites organiques.

La recherche de provenance a été particulièrement complexe pour ces grès, puisqu'à première vue, elle n'est pas jurassienne. De nombreux spécialistes ont donné leur avis sur la question. La solution a été trouvée grâce à François Boyer (géologue retraité, Université Paris 6), avec qui j'ai finalement repris à zéro le dépouillement des cartes géologiques. Cela nous a permis de localiser des affleurements de grès fin à « bone-bed », du Rhétien jurassien, signalés sur la commune de Miéry par la notice de la carte géologique de Poligny (Kerrien, 1982) et sur les communes ou lieu-dit de Saint-Thiébaud et de Boisset par la notice de la carte géologique de Salins-les-Bains (Caire, 1967). Miéry est un village situé à trois kilomètres au sud de Poligny, Boisset et Saint-Thiébaud sont à trois kilomètres de Salins-les-Bains respectivement au sud, le long d'un ruisseau et au nord, sur les flancs du Mont Poupet (fig. 121).

Les grès de Miéry (dit aussi grès de Boisset) sont signalés à la base des affleurements du Rhétien (Trias supérieur) ; ils sont particulièrement développés immédiatement à l'ouest du village de Miéry, immédiatement au sud de Poligny (Kerrien, 1982) : « le niveau présente là une épaisseur de 2,5 m avec à la base des grès fins, durs, gris-blanc à verdâtres avec îlots d'argile verte (1,7 m), puis des argiles indurées versicolores (0,5 m) et, pour terminer, des grès gris-roux, ferrugineux plus friables (0,3 m). Les grès de Miéry sont des quartzarénites fines avec ciment siliceux et argilo-micacé. La recristallisation de quartz, parfois très abondante donne à la roche un aspect quartzitique. Ces grès contiennent des débris osseux phosphatés, des écailles et des dents de Poissons. Cet ensemble de base paraît avoir une extension très réduite ; son épaisseur diminue rapidement en direction de Poligny et on ne retrouve que rarement, sur les autres points d'affleurement existant sur le territoire de cette carte, de minces niveaux gréseux à la base du Rhétien ».

La description des grès de Miéry correspond donc, à plusieurs titres, à ce que nous avons observé dans les grès du groupe des subarkoses, sans que cette appellation, donnée après analyse en lame mince, ne soit mentionnée.

De plus, des notes annexes de la notice de Poligny indiquent que le grès de Miéry a les caractéristiques physiques suivantes : « les grès quartzitiques du Rhétien ont de bonnes qualités réfractaires et ont été exploités près de Miéry pour la construction des hauts-fourneaux (...). Ces grès pourraient aussi être utilisés comme abrasifs et pour la confection de meules » (Kerrien, 1982). Il faut à mon avis comprendre ici le terme de meule dans le sens de meule à aiguiser. La carte de Salins ne mentionne aucune exploitation particulière des grès de Boisset.

J'ai tenté de savoir si l'utilisation de ces grès était encore d'actualité, ou si -de mémoire d'homme- des aiguisoirs servaient encore récemment. Aucun des habitants du village de Miéry, dont messieurs Marcel et René Clerc, ne peut donner d'information sur d'éventuels affleurements de grès, ni carrière, ni même exploitation de grès pour des meules. L'utilisation des matériaux locaux semble se réduire aux marbres, en aucun cas à des grès. Effectivement, des carrières sont signalées sur la carte, mais elles touchent le Bajocien supérieur, un calcaire oolithique utilisé en pierre de construction. La commune est par ailleurs connue des géologues pour ses calcaires à gryphées.

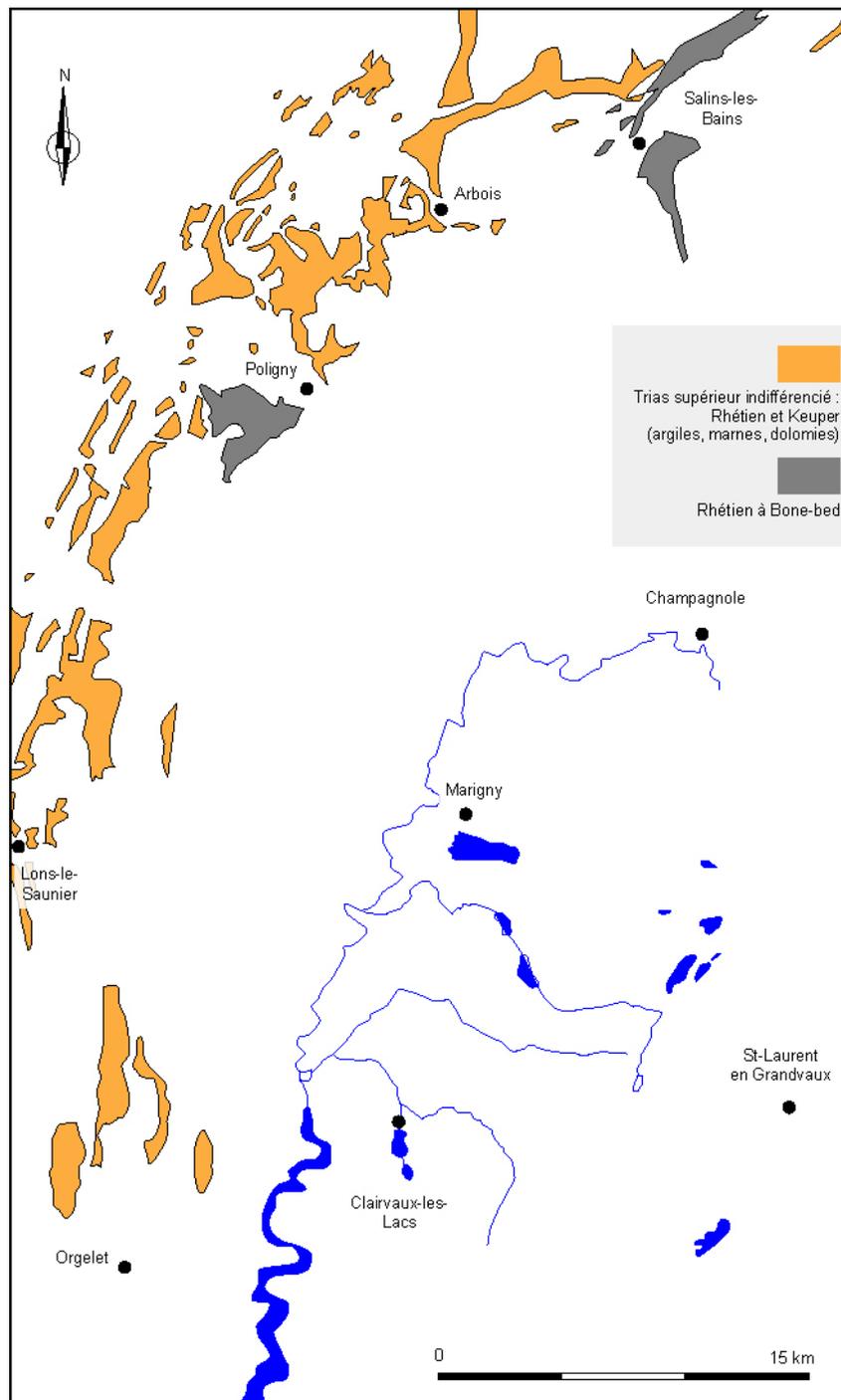


Figure 121 : carte de localisation des affleurements rhétiens dans le Jura. Sur cette carte, déjà présenté en figure 7, le Trias supérieur est indifférencié et comprend le Rhétien et le Keuper. Les zones de rhétien à Bone-bed sont indiquées en gris foncé ; elles se situent à une vingtaine de kilomètre à vol d'oiseau tant au nord (région de Salins) qu'à l'ouest (région de Poligny) des villages littoraux. D'après Chiron et al. (1987)

Réalisées avec l'aide de Pierre Lopinet (doctorant en archéologie) et Gilles Desplanques (Musée de Lons-le-Saunier), les prospections n'ont pas permis de voir d'affleurement en place.

Sur la commune de Miéry, en novembre 2004, nous avons échantillonné un muret en haut de pâture et différents blocs présents dans le ruisseau central (X : 854,24 ; Y : 206,92). Deux types de roches ont fait l'objet de lames minces : un grès brun clair, très lité (MIE 1 et 2) et une roche noire, très cristallisée (MIE 3).

Les prospections du Rhétien (II) aux alentours de Salins-les-Bains ont été faites en mars 2005. Le long du ruisseau encaissé de Boisset (commune de Pont d'Héry, X : 871,41 ; Y : 2218,4), plusieurs types de grès ont été échantillonnés, provenant de gros blocs de grès fin et lité, souvent verdâtre, à passées argileuses (lame mince : BOI 1 et BOI 2). Sur la commune de Saint-Thiébaud, située sur les flancs du Mont Poupet immédiatement au nord de Salins, plusieurs zones sont censées présenter du Rhétien, souvent non différencié du Keuper. Dans la prairie de Saint-Thiébaud-le-Bas, le grès affleure sur une zone limitée, sous forme de blocs épars en surface (X : 868,23 ; Y : 2224,59). Le grès est -à l'œil nu- semblable à celui de Miéry, en plus clair (lame mince : ST 1). A la « Côte du Cras » (X : 868,49 ; Y : 2225,7), quelques fragments ressemblent aux précédents, malgré une tendance verdâtre (ST 2). Enfin, les échantillons du côté des « Riantes », toujours sur la commune de Saint-Thiébaud, sont des grès quartziques, denses avec parfois des passées d'argile verte. Les cailloux sont très épars dans la pente, qui est elle-même surmontée par la route et une carrière. Les cailloux sont donc très mélangés et peuvent provenir de plus haut dans la stratigraphie.

A l'œil nu et après découpe des échantillons, l'aspect des grès de Miéry est très semblable à certains échantillons de notre corpus, notamment 1441 13, subarkose litée de Chalain 4 phase 4, Clairvaux ancien (fig. 122).

Les lames minces faites sur ces échantillons et étudiées avec Eric Jautée, peuvent être décrites ainsi :

MIE 1 : Sont présentes des apatites à formes organiques, parfois arrondies, usées. Le matériau grossier est constitué de quartz, nourris, ce qui suffit à tenir la roche ; il n'y a pas d'interpénétration des grains. On observe des passées à matrice argileuse, qui correspondent à des rides de courant, visibles à l'œil.

MIE 2 : La lame est similaire à la précédente : elle présente de belles apatites organiques. On note cependant une légère altération des lentilles, ou cuvettes de dépôt, et une granulométrie plus fine que MIE 1, mais les variations d'un niveau à l'autre sont typiques des dépôts en rides de courant.

Une troisième lame, MIE 3 correspond à un calcaire hettangien, à nombreuses entroques qui créent des surfaces brillantes (que j'avais pris pour des quartz à l'œil nu et donc nous avons classé la roche dans les grès !). Du quartz automorphe et des bivalves sont aussi repérables... Sur la notice de la carte géologique (Kerrien, 1982), l'Hettangien est signalé comme grès calcaire roussâtre, mais il s'agit en fait de calcaire *sensu stricto*.

Les lames des échantillons prélevés sur la commune de Saint-Thiébaud sont très similaires aux précédentes :

ST 1 : Les grains de quartz majoritaires sont complétés par des fragments organiques. Le ciment syntaxial, lui aussi majoritaire, est assorti de passées à matrice argileuse.

ST 2 présente les mêmes caractéristiques, bien que certains grains soient de nature un peu différente : outre les quartz et les apatites organiques, quelques grains isolés argileux sont présents. Le ciment syntaxial et les passées argileuses forment le liant. L'argile est donc non seulement présente en tant que matrice, mais aussi en composante de grain isolé, très minoritaire. Cette variation de nature de grains est minime et a déjà été très ponctuellement remarquée dans d'autres lames.

En revanche, les lames minces des échantillons du ruisseau de Boisset sont nettement différentes :

BOI 1 : Outre le fond commun aux grès rhétiens, avec quartz et quelques apatites organiques, la lame présente des micas et des poches de ciment calcitique poecilitique. Il s'agit du remplacement local d'un liant originel, ce qui est assez fréquemment obtenu par lessivage.

BOI 2 : A l'œil nu, la roche se présente en plaquettes très litées. Le grain est très fin ; des organismes indéterminés, en lamelle, s'associent aux quartz et l'on observe également des débris organiques à structure interne type loges, ainsi que des micas. Le fond de la roche est calcitique, ce ciment dominant étant d'origine diagénétique.

Les grès de Boisset échantillonnés diffèrent donc des grès support des artefacts archéologiques de Chalain.

Toujours en lame mince, il est possible de répartir les échantillons archéologiques en deux ensembles : d'une part des grès clairement semblables au grès de Miéry/Saint Thiébaud, que nous nommons grès « jumeaux » et d'autre part, des grès « cousins » qui, bien que proches des échantillons géologiques, en diffèrent par certains aspects.

Les grès « jumeaux » de ceux de Miéry/Saint Thiébaud ont les mêmes caractères généraux et à ce titre peuvent provenir de la zone échantillonnée (fig. 123).

Il s'agit de 1912 01 et 1912 15, Chalain 19 couche O ; 1412 03, Chalain 4 phase 1 ; 1922 12 ; 1942 05, Chalain 19 couche HK et 2072 03, Clairvaux la Motte aux Magnins couche C.

Tous ces objets sont des polissoirs ; ils proviennent vraisemblablement de la commune de Miéry.

Les grès « cousins » de ceux de Miéry/Saint Thiébaud présentent des variations de faciès notables, en particulier avec des rides de courant ou des lentilles à matrice argileuse moins abondantes et plus écrasées. Le faciès est le même, mais tend vers l'écrasement, sans pour autant aboutir à une interpénétration des grains. L'aspect général est plus massif. On retrouve toutefois les apatites organiques et le nourrissage ; il doit donc s'agir d'une variation locale de faciès, bien qu'une origine différente ne soit pas totalement à exclure. Il faut d'ailleurs noter que la similitude macroscopique la plus évidente entre échantillons archéologiques et géologiques se fait avec un grès de cette catégorie. Les sites concernés par ce faciès sont : Chalain 19 couche O (1912 09) et HK (1942 12), Chalain 3 couche IV (1332 01), Chalain 4 phase 4 (1441 13 et 1442 35) et Clairvaux la Motte aux Magnins couche K (20161 16).

Les lames minces proviennent de polissoirs, sauf deux inventoriées en meule (CH 4 phase 4 et CL MM K). Il faut rappeler ici que ce groupe des subarkoses est le seul à avoir été repéré à la fois sur des meules et des polissoirs, en particulier à Chalain 4, où il s'agit peut-être de la réutilisation d'un bloc d'un village antérieur.

Les grès rhétiens de Miéry, ou ceux de la région salinoise (Saint-Thiébaud), appelés subarkoses après observation en lame mince, ont donc été utilisés comme polissoirs et probablement comme meules au Néolithique dans la Combe d'Ain. Cela implique un transport d'une vingtaine de kilomètres, soit depuis l'ouest (Miéry), soit à partir du nord (Saint-Thiébaud). Notons que d'autres grès rhétiens de Franche-Comté ont été échantillonnés dans le cadre du programme de recherche coordonné par Luc Jaccottey et moi-même, et que les faciès indurés sont extrêmement rares. De plus, les cartes géologiques ne signalent pas de grès à Bone-bed dans ces formations. Cependant, n'ayant pas réalisé de lame mince dans tous les affleurements rhétiens de la région, il est possible, bien que peu probable, que les mêmes faciès soient disponibles à une distance bien supérieure aux 20 km proposés.

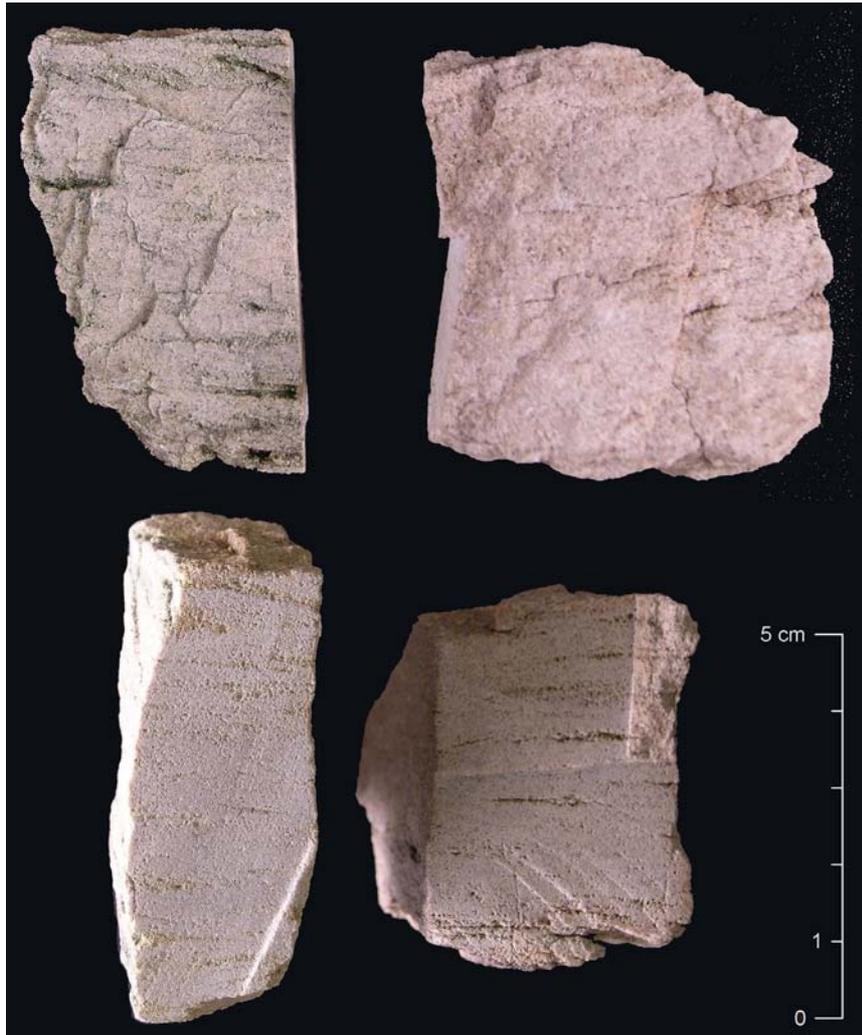


Figure 122 : comparaison (face et profil) d'un grès de Miéry (Mie 1 ; à gauche) et d'un artefact archéologique (CH 4 phase 4, 1441 13 ; à droite). La similitude entre les deux faciès se passe de commentaire

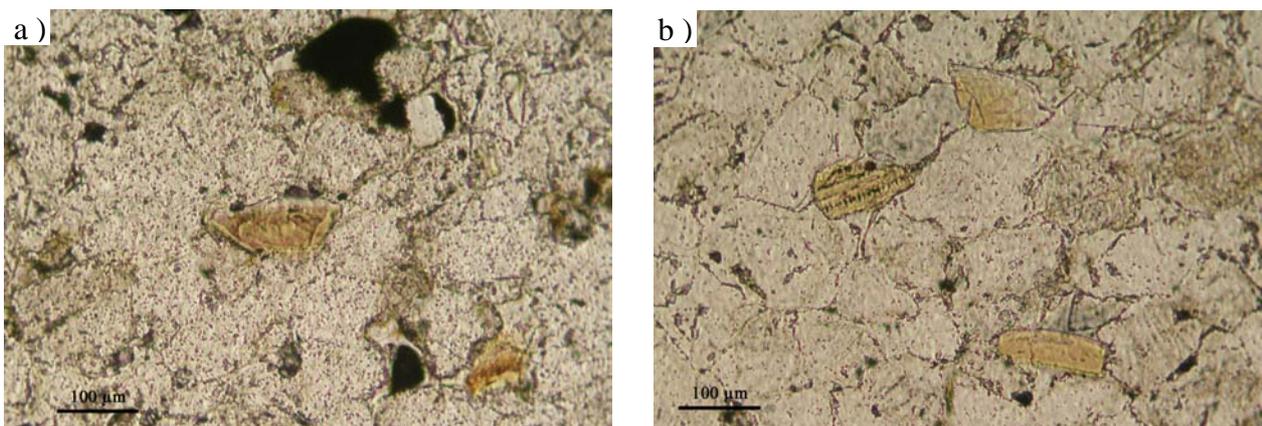


Figure 123 : comparaison de lames minces a) un grès de Miéry (Mie 1, LN) b) artefact n°1441 13 (CH 4 phase 4, LN). Les éléments qui composent les deux roches (quartz, apatites) ainsi que leur texture sont tout à fait comparable, confirmant l'étonnante similitude constatée à l'œil nu (fig. 122)

Les conditions d'affleurement peuvent avoir été différentes il y a 5000 ans ; il est possible que les néolithiques aient pu avoir accès à des bancs de grès en place. Sinon, ils ont probablement procédé à un ramassage sélectif de blocs.

Quoi qu'il en soit, que les grès proviennent d'affleurements en place ou de ramassage, il paraît évident que leur choix est sélectif, avec le souci de se procurer des matériaux massifs, présentant le moins possible de rides de courant. En effet, les rides de courant peuvent atteindre parfois plus d'un millimètre d'épaisseur et apparaître nettement à l'œil nu sur les blocs. C'est le type de roche que nous avons trouvé et échantillonné. Or les artefacts archéologiques sont presque toujours plus massifs et il faut une loupe, voire l'observation en lame mince, pour discerner ces rides. D'ailleurs, même en lame mince, la distinction entre grès « jumeaux » et grès « cousins » se base sur ces rides, moins abondantes et plus écrasées. Une des raisons du choix de blocs à faciès massif est probablement la qualité des produits obtenus par polissage sur ces roches, car pour un poli homogène, il faut une roche elle-même homogène.

IV 3 2 c : Les grauwackes

Vingt trois lames minces ont été réalisées dans le -ou plutôt les- groupes de « molasses », qu'elles soient calcaires ou non calcaires. Toutes ces lames proviennent de polissoirs. En lame mince, ces molasses correspondent toutes à des grès présentant plus de 15 % de matrice, d'où leur nom de grauwacke, selon la classification de Folk.

** Description de lames minces*

Les lames minces du groupe macroscopique des « molasses » révèlent deux catégories de grauwackes, dont la dimension des grains est assez faible, parfois même inférieure au 1/16 de millimètre. Dans ce cas, on parle de siltite, mais, comme pour les conglomérats à grain fin, la classification de Folk est conservée, par analogie. Dans ces roches, la quantité de liant est supérieure à 15 %, d'où l'appellation de grauwacke. Ici, le liant est une matrice. Les matrices sont le plus souvent d'anciennes boues, qui peuvent présenter de nombreux composants interstitiels, décrits en introduction de ce chapitre : une partie argileuse qui constitue le fond sombre, quelques micrograins de quartz, d'autres éléments non silicoclastiques, tels que les débris organiques remaniés et enfin, parfois de la calcite, provenant de circulation d'eau ou de l'altération des feldspaths. Lorsque la calcite est en quantité importante, sous forme de poche (calcite interstitielle), nous parlerons de grauwacke à ciment calcaire ponctuel.

La lame 11912 14 (fig. 124) représente à elle seule la majorité des roches rencontrées dans le groupe des « molasses ». Il n'y a pas de poche de calcite et la matrice présente toutes les caractéristiques précédemment décrites. On observe en outre un désordre de la texture d'ensemble. Les grains de la roche sont anguleux ; les phénomènes de transport et d'altération ont dû être réduits. Il s'agit de quartz, de nombreux micas et de feldspaths, principalement des plagioclases (reconnaissables à leurs « rayures de pyjama » en LP, fig. 124). La forme des grains, très anguleuse, donne à la roche une rugosité probablement supérieure à celle des autres grès fins.

Dans la lame de l'artefact 1442 02 (fig. 125), la texture d'ensemble et la composition minéralogique sont identiques à celles de la lame précédente. La seule différence réside dans la présence de poches de calcite, minéral à couleur irisée sur la figure 125.

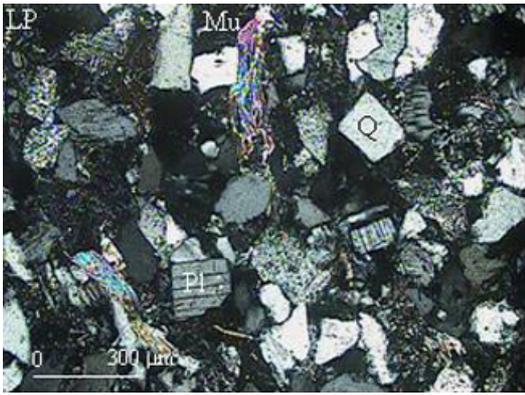


Figure 124 : grauwacke non calcaire, lame mince de l'artefact n° 11912 14, CH 19 O, LP

Figure 125 : grauwacke calcaire, lame mince de l'artefact n°1442 02, Chalain 4 phase 4, LP. La calcite interstitielle est indiquée par une flèche blanche

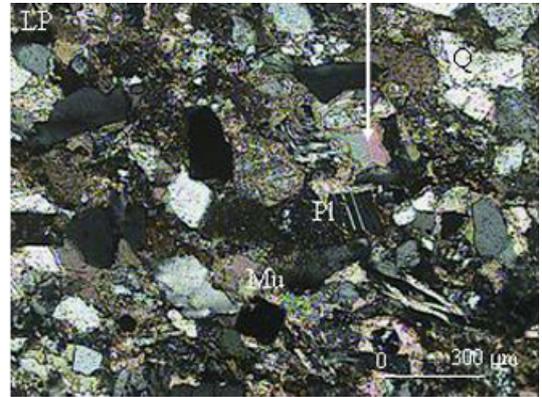
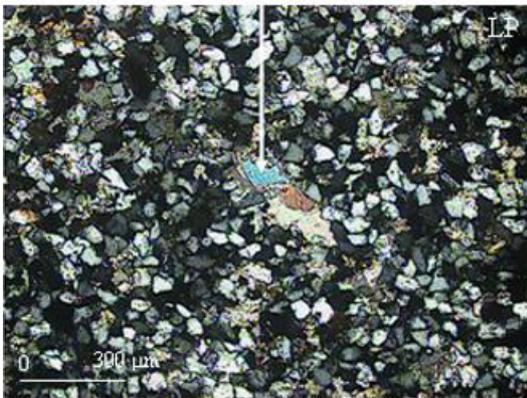


Figure 126 : grauwacke calcaire, siltite, artefact n° 1442 08, CH 4 phase 2, LP. Dans cette lame, les grains mesurent de 4 à 60 μm , on parle donc de siltite et non de grès. La calcite interstitielle est indiquée par une flèche blanche

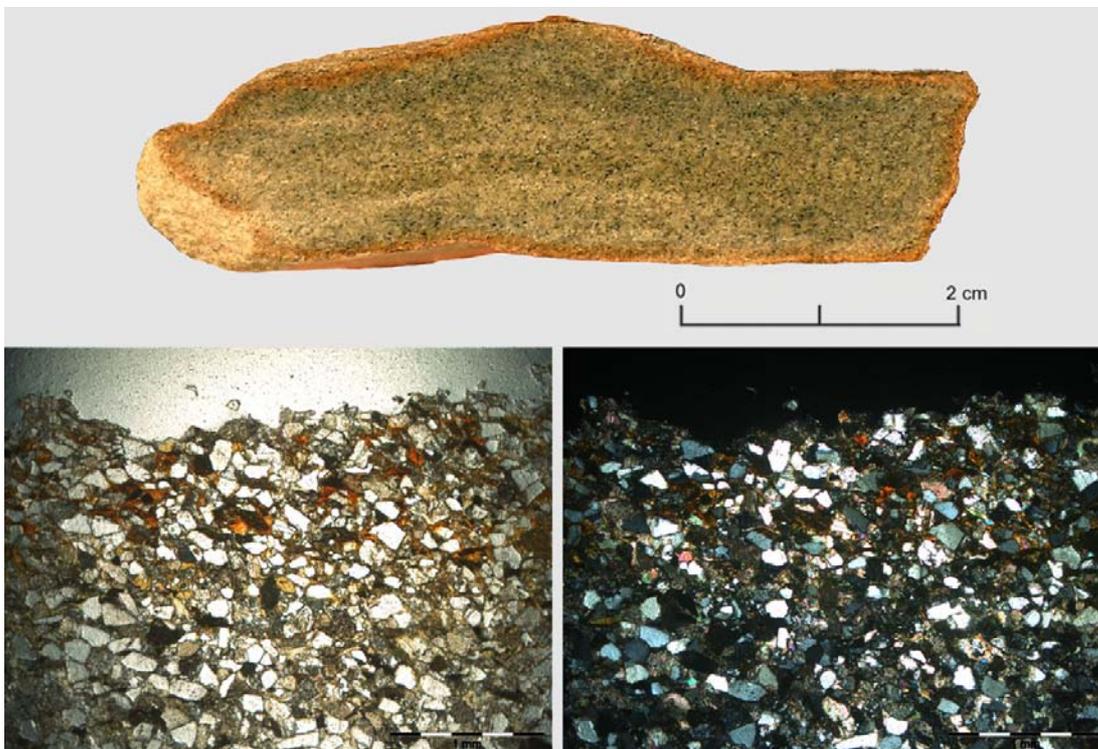


Figure 127 : polissoir de CH 4 phase 4, n° 1442 33, grauwacke calcaire. La chauffe du polissoir se traduit par une rubéfaction de la surface, visible en coupe et en lame mince (LN à gauche, LP à droite), par l'oxydation des minéraux et la transformation d'une partie de la calcite en chaux

Même lorsque la calcite se présente sous forme de cristaux en plage (ciment), la matrice est prédominante. Il n'est pas possible d'établir précisément la chronologie des « dépôts ». Est-ce qu'il y a eu dissolution du ciment puis apport de boue, ou disparition de la matrice et cimentation calcitique ? Les lames n'offrent pas d'arguments suffisants pour répondre, d'autant que le matériau est fin. Ce ciment calcaire a plusieurs origines possibles, par exemple une mise en place dans des pores vides préexistants. Dans ce cas, on peut imaginer à l'origine un sable très aéré, mais la texture serait alors très spéciale, avec des pores plus gros que les grains eux-mêmes. Or dans la plupart des cas, les grains de sable se touchent. Il est possible aussi que la roche provienne de la cimentation d'un sol, ou d'une couche sédimentaire à débris organiques qui auraient disparu par putréfaction, laissant des pores assez larges. Cette hypothèse est confortée par les effets vadose observés notamment dans la lame 1422 11 par exemple. Dans ce cas, le ciment est « faux », c'est-à-dire qu'il remplace un matériau plus fin, présent en corpuscules dans un sable plus grossier. Dans tous les cas, on peut préciser le milieu de formation de la roche : un sol ou un sédiment littoral soumis aux émergences, car on y retrouve ces structures caractéristiques.

Sur la lame 1422 11, on retrouve ces poches de ciment, avec l'apparition de l'effet vadose : la zone vadose caractérise une zone alternativement sèche et mouillée selon les variations de niveau de la nappe phréatique. Dans cette zone, les pores sont à demi remplis de sédiment et le pore restant (ou vide vadose) présente une cimentation de silice. Le pore a un aspect fenêtré, ce qui conforte l'hypothèse d'un sol.

Dans les grauwackes, la granulométrie peut varier d'un bout à l'autre de la lame. Dans les siltites, en particulier la lame 1442 08 (fig. 126), on observe un changement brutal du régime du courant, ce qui caractérise la roche (deux dimensions de grains séparées linéairement). La matrice est enrichie de fragments de roche, sous forme de carbonates fossilifères (grains noirs, que l'on appellera intraclastes de calcaire micritique contenant des fossiles) ; la calcite est microcristalline ce qui donne un aspect sombre à la roche. Sur l'ensemble des lames de siltites (c'est-à-dire 1942 18, 1442 08 et 1422 11), on observe de nombreuses plages à cimentation calcitique, en gros cristaux, formant un fond macrocristallin. Mais ces roches restent des grauwackes.

Certaines de nos grauwackes ont été compactées et le pourcentage de matrice s'en trouve réduit. On peut estimer le compactage de la lame 1442 33 par exemple à 50 % de son volume. L'argile se compacte alors sur elle-même, la calcite disparaît, la compaction libère des éléments d'altération. Dans certains cas, on arrive même à des arkoses lithiques (lorsque l'on passe sous le seuil des 15 % de matrice) dans lesquelles le reliquat de la grauwacke initiale est visible, sous forme lenticulaire. Dans la lame 1212 17, le ciment siliceux est très solide et homogène, conséquence de la compaction : les grains de quartz engrenés libèrent de la silice qui recristallise en ciment.

Enfin, dans la lame 1932 09, on note la présence de glauconie. La roche est un grès micacé au sens premier du terme, avec des feldspaths potassiques nombreux et des plagioclases très transformés. La glauconie est également présente dans la lame 1442 01, où matrice et ciment sont carbonatés et très pigmentés. Cette lame plus carbonatée est d'ailleurs légèrement différente du groupe classique.

Des zones rubéfiées sont présentes à la surface des pièces archéologiques, principalement dans le groupe des grauwackes à matrice calcaire (fig. 127) et attestent d'un passage au feu, peut-être lié à un incendie. Sur lame mince, mis à part un changement de couleur, on ne remarque pas de différence significative de texture ou de minéralogie de la roche, entre les zones rubéfiées et le reste de la lame.

Seuls certains minéraux de calcite ont « rougi », devenant orange foncé à brun, en phase de transformation en chaux ($\text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2$). Ce phénomène se produit à partir de 800°C, température qui peut être atteinte lors d'un incendie. La coloration provient donc des cristaux de chaux en formation. La rubéfaction est provoquée par une température correspondant au passage calcite/chaux, car la « chaux calcitique » observée est orangée. On observe aussi quelques silicates rougis par oxydation du fer.

En ce qui concerne la lame 1442 18, la rubéfaction, qui a probablement la même origine, ne se traduit pas de la même façon. La matrice, moins calcaire, est brune à rouge, en paillettes non ordonnées et en poches entre les grains. Les argiles ont cuit et bruni, mélangées à des oxydes de fer. Les grains de silicates -eux- ne sont pas brunis. La rubéfaction se remarque dans les poches de liant, en paillettes et en désordre dans les espaces libres. La matrice, de composition mixte à argile brillante et quartz noirs cryptocristallins, difficilement visibles même au microscope, et dans laquelle le fer s'est oxydé, est mise en évidence dans ces zones. La différence de texture entre ces deux groupes de roches explique en partie la variation de nature de la rubéfaction, qui à l'œil nu reste comparable.

Pour ces roches du type grauwacke, on observe une grande homogénéité des grains, des indices de présence/absence de minéraux significatifs, et notamment l'absence quasi totale de microorganismes. A quelques exceptions près (grauwacke très carbonatée par exemple, 1442 01), l'ensemble des artefacts peut provenir d'un seul gîte de matière première : matrice argileuse seule ou avec ciment calcaire. Ces deux catégories ne sont pas forcément très différentes et peuvent coexister à quelques centimètres de distance, la carbonatation pouvant être aléatoire. Il est tout à fait envisageable que la matière première des outils archéologiques provienne d'un seul et même gîte. Cela dit, les variations à l'intérieur de chacun des groupes sont importantes : les grauwackes comprennent des grès compactés, avec interpénétration des grains et libération de silice recristallisée ; les grauwackes calcaires présentent des variations de la dimension des grains.

Il faut donc comprendre que le terme de molasse utilisé en description macroscopique est aussi vague que celui de roche verte (Santallier *et al.*, 1998). Il est générique et peut être utilisé en terme d'attente, mais ne doit pas être assimilé, dans notre cas, à une détermination pétrographique rigoureuse.

Enfin, il faut remarquer qu'à deux occasions, des grauwackes ont été déterminé sur des outils de mouture et non pas de polissage. Il s'agit d'une par d'un artefact de CH 19 H/K n°11941 01, grauwacke grossière qui peut, étant donné la taille des grains, être appropriée pour la mouture des céréales, et d'un artefact de CH 3 IV (n° 1331 14), grauwacke calcaire qui semble être en réalité un éclat de mise en forme d'un polissoir. Les grauwackes, tout comme les subarkoses, peuvent donc très ponctuellement avoir été des supports de l'outillage de mouture.

* *Etude de provenance*

Avant de rechercher la provenance des grauwackes, il faut revenir un instant sur la définition de molasse, puisque cette appellation macroscopique est fondée sur une analogie entre nos grès fins et les grès molassiques suisses notamment. Rappelons ici que l'origine suisse des polissoirs à déjà été proposée (Monnier *et al.*, 1997b).

Chaque région possède sa propre molasse ; mais utilisé comme nom de roche, il s'agit d'un terme vague, puisque recouvrant de nombreux faciès différents. En effet, la définition géologique de molasse correspond à une formation sédimentaire détritique, c'est-à-dire à un ensemble de couches dont la variabilité lithologique est importante. La molasse résulte de l'accumulation des

produits de l'altération et de l'érosion, dans les zones orogéniques. Il s'agit donc de dépôts dans les bassins qui bordent les chaînes de montagnes. En Suisse, en particulier, les molasses correspondent à une formation géologique de localisation et d'âge assez bien définie (Labhart et Decrouez, 1997) où des roches telles que les grès, les marnes et les conglomérats sont reconnus.

Pour retrouver l'origine des grauweekes, forte des descriptions de lames minces, je suis allée rencontrer de nombreux géologues. Au terme de cette étude, je dois reconnaître que la provenance de ces grès micacés est encore incertaine. Mais les pistes proposées n'ont pas toutes été suivies et le débat n'est donc pas clos. Les géologues de Besançon et de Lyon ont été sollicités ; j'ai également demandé l'avis des géologues de Dijon à propos de l'origine des grès du Primaire. Des géologues suisses ont aussi été invités à donner leur avis sur les grauweekes. Les paragraphes suivant proviennent souvent de communications personnelles.

- L'avis des géologues français :

Lors d'un entretien avec M. Sizun et M. Rosenthal (Université de Franche-Comté, Besançon), il est apparu que les grès sont peut-être à grain trop fin pour provenir du Jura. Certains niveaux argileux du Jura présentent des bancs aussi fins, mais les faciès grossiers, parfois jusqu'aux galets, y sont plus communs. Il s'agit souvent de sables albiens remaniés. De plus, la molasse jurassienne présente des éléments d'origine locale, c'est-à-dire des calcaires du Crétacé inférieur ou des silex du Crétacé supérieur emballé dans le sédiment. Le synclinal de Saint-Laurent présente du Miocène grossier avec beaucoup de calcaire Crétacé local et des Ostrèa. De même, sous les Verrières-de-Joux (Doubs), les faciès sont plus gros, avec toujours des éléments carbonatés. L'affleurement au sud de Saint-Claude (La Balie, nom d'un cours d'eau) est assez meuble, excepté les faciès grossiers (niveaux conglomératiques plus résistants), présentant des niveaux marneux qui peuvent renfermer des faciès plus fins, mais aussi des éléments calcaires. Mais cet affleurement peut présenter l'avantage d'être sur une voie de passage vers la Suisse. De même à La Pesse (Jura), sur la route de la Borne aux Lions, mais l'affleurement, actuellement proche de la route, n'était sans doute pas accessible aux populations néolithiques.

A l'université Claude Bernard Lyon 1, un « porte à porte » m'a permis de récolter l'avis de plusieurs géologues. Pour Christian Gaillard, les polissoirs n'ont pas l'aspect du Trias lyonnais, mais si l'on prend en compte les variations de faciès, ce n'est pas une zone à exclure totalement. Pour Pierre Cotillon, le 1442 02 (grauwacke calcaire) pourrait être Albien (Crétacé inférieur), car il contient des bancs gréseux indurés, mais avec moins de micas. Pierre Cotillon a notamment cartographié l'Albien dans les arcs de Castellane et de Nice.

Pour Raymond Enay, qui a travaillé sur la molasse des synclinaux du Jura, les polissoirs ne viennent pas du Jurassique. Pour lui, il faut explorer le Crétacé du sud du Jura. Le Cénomaniens présente des faciès grossiers et l'Albien des sables et grès « verts » dans la région de Poncin. (Busnardo *et al.*, 1966). Il faudrait également voir les grès de la région de Lains.

Davide Olivero pour sa part ne reconnaît dans les artefacts que je lui ai soumis ni les molasses ni les grès miocènes peu consolidés de la région de Coligny/Téfort, ni les conglomérats signalés sur la carte géologique de Saint-Amour (Fleury et Bergerat, 1983).

Pour Serge Ferry, les grès micacés sont feldspathiques et fréquemment sans glauconie ; on pourrait penser à des grès de bassin houiller tel que celui du Creusot ; mais certains grès sont peut-être trop peu indurés. Le fait que les grauweekes soient riches en plagioclases incite à écarter l'hypothèse du Massif central et de ses produits d'altération. On aurait donc plutôt affaire à de la molasse continentale, des produits d'érosion de chaînes (houiller, Tertiaire, Oligocène...). De même pour Charles Mangold, il faut aller voir les bassins houillers du Creusot, de Saint-

Etienne, d'Alès... car les grès associés aux schistes à plantes sont connus pour être riches en micas blancs non altérables.

- La piste du bassin houiller du Creusot

Sur les conseils de certains des géologues, j'ai exploré la piste des grès du Carbonifère du bassin houiller du Creusot (Saône-et-Loire). Les grès du Dinantien, décrits dans la notice de la carte géologique du Creusot (Courel *et al.*, 1989), sont des formations gréso-pélitiques très hétérogènes en granulométrie, depuis des siltites et des arénites jusqu'à des conglomérats. Les grès, souvent sombres, présentent dans un fond phylliteux des grains de quartz, feldspath et micas qui peuvent être anguleux.

J'ai rencontré Jacques Bonvalot, Georges Gand, ainsi qu'un étudiant ayant largement abordé la question des grès dinantiens de la région du Creusot, Sébastien Brigaud. Malheureusement, bien que l'aspect des polissoirs de Chalain et Clairvaux soit similaire à l'œil nu à certains grès dinantiens (notamment un polissoir de Chalain 4 phase 4, n°02), l'observation en lame mince écarte la possibilité d'une origine houillère des objets archéologiques.

En effet, outre l'angulosité des grains de quartz, les éléments communs aux deux types de grès sont rares : les objets archéologiques présentent des micas blancs et parfois des carbonates, rarement attestés dans les grès du Dinantien du Creusot. Les feldspaths sont en majorité des plagioclases, très rares là aussi dans les grès dinantiens. Enfin, les grains sont plus jointifs et mieux triés dans les lames minces d'outils archéologiques que dans celles des grès du Creusot. Ces derniers présentent par ailleurs de la chlorite en quantité non négligeable, le tout dans une matrice bien plus abondante que dans nos outils.

Les grès des terrains primaires, en particulier du bassin houiller du Creusot, ne sont donc pas utilisés à Chalain et à Clairvaux, bien que les deux types de grès soient proches.

- La piste suisse

« Le terme molasse est issu du latin *mola* qui signifie meule. Il ne désignait en fait, dans les parlars locaux de Suisse occidentale que les grès durs (= dépôts de sables dont les grains se sont cimentés) dans lesquels on taillait les meules de moulins. Aujourd'hui, dans le langage populaire, « molasse » est souvent employé pour désigner les grès utilisés dans la construction. Par exemple, une bonne partie de la cathédrale et de nombreux bâtiments de la cité de Lausanne sont construits avec les grès de la molasse. Pour les géologues, ce terme a des significations beaucoup plus étendues. Il désigne l'ensemble des sédiments qui se déposent au front et à l'arrière d'une chaîne de montagne en formation. L'essentiel de ces dépôts sont dus à l'érosion des montagnes naissantes par les rivières. Dans ce cas, le terme de molasse ne se limite pas au grès (sables lithifiés) mais à tout un cortège de roches comme des argiles (dépôts de plaine d'alluvion), des conglomérats (dépôts de galets dans des lits de rivière), des charbons (dépôts d'origine organique comme la tourbe des marais), des calcaires lacustres ou marins (dus en partie au dépôt de coquillages), des marnes (calcaires mélangés avec des argiles), des cendres volcaniques (dus à l'activité volcanique), etc.

La molasse alpine par exemple s'est déposée au cours de l'ère Tertiaire, entre 34 et 7 millions d'années, lors de l'édification des Alpes. Au sud de la chaîne, les sédiments charriés par les rivières se sont déposés dans la plaine du Pô et au nord de la chaîne dans un étroit bassin qui s'étendait depuis Chambéry en France jusqu'à Vienne en Autriche (fig. 105). L'origine du bassin molassique au nord de la chaîne est due à la flexuration de la plaque européenne lors de la formation des Alpes. Sous le poids de la plaque adriatique qui est venue chevaucher l'Europe, la

plaque européenne est ployée, formant ainsi une dépression au front de la chaîne alpine. C'est dans cette dépression, tantôt marine, tantôt continentale, que les produits de l'érosion des Alpes se sédimentent pour former la molasse » (Texte d'après <http://www-sst.unil.ch>, site de la section des science de la Terre, Université de Lausanne).

Ainsi, la molasse suisse est un type de dépôt en bassin d'avant pays par rapport aux chaînes de montagnes alpines. Conséquence d'une érosion importante, les grains y sont anguleux, et la sédimentation rapide.

Comme le dit Kissling (1974), la série molassique de Suisse est caractérisée par la « coexistence sur de très petites surfaces de conditions de sédimentation très différentes. Le seul caractère commun est leur origine détritique » (Henri, 1994, p. 43).

Concernant les descriptions des grès molassiques suisses dans la thèse de Philippe Henri (p. 43 à 54), il apparaît que nos grauwackes ont les mêmes phases de liaison (matrice argileuse et ciment calcaire), mais des grains particuliers semblent caractériser les roches, minéraux que nous n'avons pas ou très rarement tels que la glauconie.

Une rencontre avec Vincent Serneels au Laboratoire d'archéométrie de Fribourg m'a permis de rencontrer des géologues suisses, en particulier messieurs Berger et Strasser. Après une diagnose des lames minces, insistant sur le fait qu'aucun fossile n'est visible, ils excluent le plateau suisse, tout ce qui est marin et une bonne partie du bassin rhénan. Ils suggèrent de se tourner vers le Trias ou le Miocène/Oligocène/Pliocène des affleurements locaux.

A l'Université de Fribourg, une suggestion m'a amenée à comparer les lames minces aux flysch de la région. Il s'agit de formations sédimentaires détritiques terrigènes, créées par empilement de turbidites, déposées dans une zone orogénique aujourd'hui tectonisée. On y retrouve une alternance de marnes et de bancs gréseux à ciment calcaire. La sédimentation s'effectue par effondrement dans les deltas de fleuves, les roches sont donc granoclassées. Les flysch possèdent souvent des fossiles. L'étude de la lame de CH 4 phase 4 (1442 02), dont l'aspect général rappelle le flysch de la région de Fribourg (matériau de construction des pavés de l'ensemble de la ville), ne confirme pas cette attribution : la roche n'est pas assez granoclassée, elle est pauvre en glauconie et ne présente pas de fossiles, de plus, les minéraux argileux sont très nombreux.

Des contacts avec Daniel Pillonel (Laboratoire de dendrochronologie, Service et Musée cantonal d'archéologie, Laténium, Neuchâtel) m'ont appris que sur la rive sud du lac de Neuchâtel, les faciès molassiques apparaissent sous forme de hautes falaises ou de bancs mis au jour par l'érosion lacustre. En surface, l'altération est telle que les arêtes ne résistent pas à une sollicitation mécanique. Seule une exploitation en profondeur est à même de fournir les matériaux adéquats, capables de supporter une longue abrasion. La prospection des éboulements, relativement fréquents après la période hivernale, révèle que la roche a naturellement tendance à se détacher en blocs plutôt qu'en dalles facilement transportables.

Les conditions de sédimentation sont très différentes dans les Préalpes (molasse subalpine) où les lits gréseux sont fréquemment séparés par des filets de quartz pur. Au sud-est du canton de Fribourg, par exemple le long de la rive est du lac de Gruyère ou dans la région de Charmey, ces matériaux abandonnés sous forme de plaques sont facilement accessibles dans le lit des ruisseaux. La granulométrie y est très variée et les grès les plus fins côtoient des éléments très grossiers. C'est de cette région que proviennent les dallettes prélevées pour l'expérimentation réalisée à Chalain. Il est possible que cette molasse dont parle D. Pillonel soit celle nommée molasse dure.

Toujours d'après Daniel Pillonel, les grès des Préalpes se révèlent moins intéressants à l'usage que les matériaux extraits des carrières du Plateau. La dureté de ces roches et la qualité du ciment ne permettent pas de libérer assez de grains pour faciliter l'abrasion. D'ailleurs, les polissoirs retrouvés dans les stations littorales du lac de Neuchâtel semblent se rapprocher des molasses locales, comme le montre la faible cohésion des grains qui se détachent sous le doigt.

Enfin, suite à une rencontre avec Michel Mauvilly (Service d'archéologie du canton de Fribourg), ce dernier m'a fait parvenir des échantillons de ce qui s'appelle la « molasse dure », Michel Mauvilly a vu les grauwackes de Chalain/Clairvaux et a trouvé la similitude macroscopique assez forte. Cette molasse dure, dont l'appellation et la localisation restent vagues, m'a aussi été signalée par Tim Anderson (archéologue suisse) et Rolland Bollin (géologue pétrographe, retraité de l'Université de Fribourg). Deux lames minces ont été réalisées et comparées à nos artefacts (fig. 129) ; les échantillons proviennent de la commune de Villars-sur-Glâne, près de Fribourg, récoltés dans les alluvions de la Sarine.

Le gisement primaire est donc à localiser entre les Préalpes et la ville de Fribourg. De plus une lame mince a été réalisée sur un échantillon de molasse verdâtre récolté sur la commune d'Estavayer (fig. 128). Je rappelle que les grauwackes recherchées sont des grès micacés fins, où la matrice est présente à plus de 15 % du volume. Les plagioclases sont fréquents, comme les quartz et les micas ; il n'y a pas de nourrissage et les grains sont anguleux ; les grains de quartzites peuvent être nombreux.

La seule roche proche de ce faciès provient de CH 4 phase 4 : 1442 01.

La plupart des molasses du bassin lémanique sont à composante calcaire, la calcite représentant le liant entre les grains. La lame Es 1 (fig. 128) en est un très bon exemple : les grains non calcaires ne sont pas jointifs, la calcite représente plus de 50 % du volume de la roche et globalement cette dernière est peu consolidée. La provenance des polissoirs jurassiens n'est donc pas à rechercher vers le plateau suisse. Bien entendu, il ne faut pas négliger les variations de faciès, nombreuses dans le cas de la molasse du bassin lémanique. Le rapport quartz/feldspath, par exemple, peut varier dans le temps pour un même dépôt. De même, les assemblages de phyllosilicates, les minéraux accessoires, etc., peuvent permettre de différencier les apports terrigènes. La molasse suisse classique, assez tendre, est pourtant reconnue sur du matériel archéologique en particulier sur des polissoirs néolithiques de la région des Trois Lacs.

MoDu 1 : grauwacke à signature nette, les plagioclases sont nombreux, ce qui est important, car ils sont fragiles. Les grains sont hétérogènes en dimensions et en nature (quartz, plagioclases, micas surtout blancs, mais la biotite est présente, présence de quelques grains de quartzite) ; la matrice est argileuse, il n'y a pas de nourrissage, les grains sont anguleux (le dépôt a été brutal, sans granoclassement, sans transport). Ces grès sont donc peu élaborés, les grains arrondis sont rares. La structure sédimentaire (litage) est discrète mais visible, notamment avec des lits de micas blancs.

MoDu 2 : Les plagioclases sont nombreux mais moins que dans la lame MoDu 1. Il n'y a pas de calcite, quelques micas, la roche est plus grossière. Les litages discrets sont soulignés par les lits de gros grains.

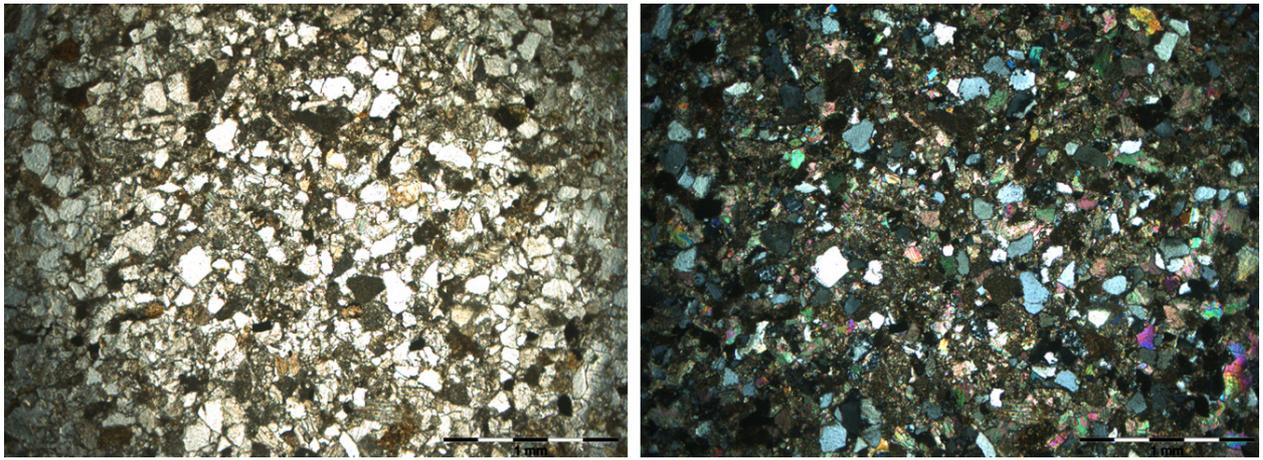


Figure 128 : Es1, lame de la molasse suisse affleurant au bord du lac de Neuchâtel (Estavayer, rive est) : plagioclases peu nombreux, grain fin, calcite comme ciment et aussi comme remplissage des fissures. On note occasionnellement la présence de glauconie, et de microorganismes en mauvais état

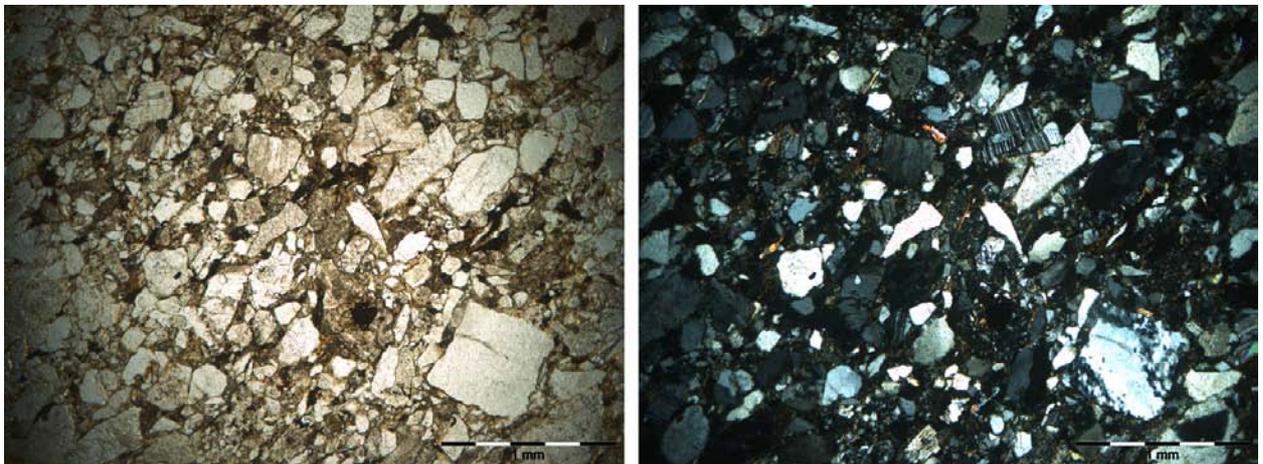


Figure 129 : MoDu 2, (LN à gauche, LP à droite). Notez la présence de plagioclases (minéral rayé en LP) ainsi que l'hétérogénéité des grains, de différentes nature et de différentes taille



Figure 130 : intrabiosparite de CH2 C (n° 1211 14), lame mince, LN. Cerclé de blanc au centre du cliché : Alveosepta jaccardi (groupe des foraminifères)

Une comparaison lame par lame a été faite entre des artefacts archéologiques (lame archéologique) et des échantillons géologiques (lame géologique, fig. 129).

**Lame archéologique
1212 17**

grauwacke
grains hétérogène disposé de façon anarchique
matrice argileuse

grain fin
micas présents
plagioclases présents
pas de nourrissage

**Lame géologique
MoDu 1**

grain grossier
micas très présents
plagioclases très présents
quelques enrobages de nourrissage

1922 11

matrice abondante
moins de plagioclase
plus de biotite que de muscovite

1912 14

plus de grains de quartzite

Il existe donc des différences subtiles entre les deux types de grès, concernant essentiellement les proportions des différents grains (plus de biotite et de quartzite dans les lames archéologiques) et le liant : la matrice est plus abondante dans les lames archéologiques ; il y a un peu de nourrissage dans les lames géologiques. Enfin, il y a un litage ténu mais visible dans les lames géologiques, litages absents des artefacts archéologiques. Par contre, les échantillons géologiques ne présentent pas de fossiles, ce qui les rapproche de nos artefacts archéologiques. Ainsi, l'origine suisse des grauweekes n'est pas à exclure, étant entendu qu'il ne s'agit pas des molasses du Plateau suisse mais bien de faciès préalpins de la région de Fribourg. Mais le fait que d'une part, les géologues de Fribourg ne m'aient pas orienté vers de tels gisements et que d'autre part les molasses dures (il s'agit d'un terme local) ne soient pas signalées dans la littérature que j'ai consulté me laisse dubitative, un peu sceptique et gênée par le peu de précisions sur la localisation des affleurements, les conditions de gisement et de formation cette roche.

Ainsi, à partir des remarques des géologues rencontrés et de mes propres observations, je peux conclure que nos grauweekes ne correspondent :

- ni à la molasse jurassienne ;
- ni aux grès rhétiens régionaux (Poligny, Salins, mais aussi Rhétien des Vosges...) ;
- ni à des variations de faciès des grès triasiques du massif de la Serre ou des Vosges ;
- ni aux grès du Carbonifère type bassin houiller du Creusot ;
- ni à la molasse marine du plateau suisse, type Estavayer ou Vallon des Vaux par exemple ;
- ni aux flysch servant de matériaux de construction à Fribourg.

Par contre, il est possible qu'une similitude puisse être établie avec les molasses dures du Plateau suisse. De plus certaines pistes d'affleurements locaux pourraient être approfondies, telles les affleurements du Trias lyonnais, de l'Albien et du Cénomaniens dans le sud du Jura et dans la région de Poncin, ainsi que les grès de la région de Lains.

IV 3 3 : Les calcaires

L'analyse pétrographique des calcaires a pour objectif de vérifier l'origine locale des outils ; elle n'a pas été poussée aussi loin que pour le reste des échantillons analysés en lame mince. Après une première diagnose de certaines lames avec Eric Jautée, nous avons fait appel à un spécialiste des calcaires du Jura, Paul Bernier, avec qui la détermination est restée succincte dès lors que la roche était reconnue comme pouvant provenir des formations jurassiques locales. Les déterminations sont donc proposées dans le corps du texte. Les lames minces de roches calcaires ne sont pas décrites dans l'annexe 9. L'échantillonnage a été réalisé suivant les mêmes modalités que pour le reste du corpus. Les fragments transportables ont été privilégiés par rapport aux pièces lourdes, pour des motifs pratiques. Au total, 16 lames ont été réalisées, dont deux sur des polissoirs. C'est donc plus d'un quart du corpus de meules en calcaire du Néolithique final qui est déterminé ici (14 lames pour 46 artefacts).

Rappelons que pour les calcaires, la détermination se fait en caractérisant d'une part les grains et d'autre part le liant. A chaque roche que l'on peut distinguer au moyen de ces deux caractères, on fait correspondre un nom en utilisant, un préfixe précisant les constituants (respectivement : intra-, oo-, bio-, pel-) et un suffixe correspondant à l'espace intergranulaire (-micrite, -sparite). Par exemple, une intrasparite est formée d'intraclastes réunis par un ciment cristallin.

IV 3 3 a : Les calcaires du Jurassique

1311 08, Chalain 3 couche VIII :

Oobiosparite, à diagenèse précoce, apparemment marine. En nucleus, on trouve des foraminifères dont *Alveosepta jaccardi*, qui apparaît dès la fin de l'Oxfordien pour disparaître à la base du Kimméridgien supérieur (Bernier, 1984, p. 507), ainsi qu'un *Nautiloculina oolithica* et quelques fragments de coraux.

Lame MC 82 IV, objet n° 1331 07, Chalain 3 couche IV :

Bio-intrasparite avec compaction des grains et quelques minuscules dolomites. Entre les grains, on a parfois coexistence de sparite et de micrite, définissant le régime vadose. Le vadose littoral marin de plusieurs générations atteste que ce faciès s'est déposé en milieu marin peu profond, souvent émergé, au rythme des marées ou des tempêtes.

Les grains sont très abîmés : oolithes, bryozoaires, radioles d'oursin, bivalves (anciens lamellibranches), transformés par la diagenèse, en mauvais état tels que les coquilles de moules, d'huîtres, serpules (vers marins), gastéropodes très recristallisés par la diagenèse.

Le mouvement des vagues en milieu marin (et probablement la fabrication de la lame) est à l'origine de fissures dans la roche et de cassures des grains par dessiccation. Les interstices, ou craquelures diagénétiques, sont remplies de fer (sous forme de pyrite à éclat métallique en lumière incidente et d'hématite, très rouge dans les mêmes conditions). La dolomitisation est rare et intervient après le dépôt vadose ; elle est due à un apport de magnésium ; elle se reconnaît entre les grains de micrite et de ciment, en petite quantité, sans avoir de rôle modificateur sur les qualités mécaniques de la roche.

1921 02, Chalain 19 couche H :

Intraoosparite, à nombreuses miliolites (foraminifères).

1941 07, Chalain 19 couche HK :

Intrabiosparite à oolithes, dont *Nautiloculina oolithica* en nucleus.

1211 13, Chalain 2 couche C, Clairvaux ancien :

Intraosparite, avec recristallisation d'un ciment de deuxième génération, très dolomitisé. Ses cristaux pénètrent les grains, tels que les entroques, bivalves, gastéropodes. On retrouve *Alveosepta jaccardi*, ainsi qu'une section d'algue du genre *Heteroporella*.

1211 14, Chalain 2 couche C (fig. 130) :

Intrabiosparite, à intraclastes micritiques. Quelques oolithes présentent en nucleus des fragments de bivalves, des entroques, des foraminifères dont *Alveosepta jaccardi*. Le ciment précoce est marqué par les eaux douces ; les cristaux trapus à la périphérie des grains sont de la calcite magnésienne (qui peut toutefois se former en milieu marin). Quelques rhomboèdres de dolomite se trouvent dans les intraclastes, mais ne sont pas significatifs. Ce type de roche peut provenir par exemple du Mont Rivel à Champagnole.

2311 04, Clairvaux III couche inférieure :

Intraosparite, à bivalves, brachiopodes, section de serpules et surtout *Alveosepta jaccardi*. La coloration grisée de la roche, ainsi que sa datation est compatible là aussi avec le Mont Rivel par exemple. La diagenèse est plutôt marine, au contraire de la lame précédente (1211 14). Mais la cimentation (ou diagenèse) peut se faire en milieu marin en un lieu donné et en eaux douces à quelques centaines de mètres de là. En milieu littoral, tout est possible.

20151 17, Clairvaux la Motte aux Magnins, couche J :

Oomicrite. La roche est un calcaire plus tendre que les autres, composées d'oncolithes, dont les nucléus sont entre autres des foraminifères type *Conicospirillina basiliensis*, qui dans la région se limitent stratigraphiquement au Kimméridgien (Bernier, 1984, p. 526). On reconnaît des algues (dont *Lithocodium aggregatum*), des bivalves, des entroques, des bryozoaires.... L'ensemble paraît provenir de la base du Kimméridgien.

2321 03, Clairvaux III couche supérieure :

Oosparite, les grains sont des oolithes marins, parfois très grands. Les nucleus (intraclastes) peuvent être des entroques, des fragments d'Echinidés, des foraminifères type *Nautiloculina oolithica*... Des phénomènes de pression/dissolution ont amené certains oolithes à s'interpénétrer.

20161 33, Clairvaux la Motte aux Magnins, couche K :

Oobiomicrite, sparitique selon les secteurs. On note la présence de bivalves et d'entroques. Les oolithes sont piquetés (aspect «fauve»), ce qui indique un milieu de formation calme. On remarque aussi la présence d'un peu de silt vadose.

1301 02, Chalain 3 couche II-IV :

Oomicrite, à remplissage micritique incomplet. Nombreux intraclastes, plus gros que la moyenne, nombreux nucleus de bivalves, d'entroques.... On remarque la présence de *Juraella bifurcata*, algue dont l'extension stratigraphique va de l'Oxfordien supérieur au Kimméridgien supérieur (Bernier, 1984, p. 489).

Les 11 lames décrites ci-dessus (lames réalisées dans des outils de mouture) sont des calcaires qui peuvent se retrouver dans le Jurassique supérieur régional. Il est parfois possible de proposer une attribution stratigraphique plus précise grâce à des éléments de datation (*Alveosepta jaccardi* par ex.). L'ensemble des échantillons peut se retrouver sous forme d'affleurement, mais aussi de blocs morainiques. La distance entre les villages et les affleurements potentiels les plus proches serait donc extrêmement faible, de l'ordre de un à deux kilomètres.

Une seule des lames minces présente un calcaire originaire des formations du Jurassique moyen.

2311 06, Clairvaux III couche inférieure, fig. 131 :

Biosparite à entroques ; la lame présente des crinoïdes en étoile. Ce type de roche provient du Jurassique moyen, Bathonien ou Bajocien, ce dernier portant l'appellation « calcaire à entroques » sur la notice de la carte géologique de Champagnole par exemple (Guillaume et Guillaume, 1965). Les premiers affleurements se situent à des distances minimales de huit kilomètres des lacs (Martineau *et al.*, 2000), notamment de celui de Clairvaux, dont provient l'échantillon. Ces affleurements ont déjà été reconnus dans du matériel archéologique, utilisés comme dégraissant céramique, plus particulièrement dans la première phase de régionalisation du groupe de Clairvaux (CH 4 phase 2, CH 4 phase 3, Martineau *et al.*, 2000). La présence de ce calcaire au Clairvaux moyen (CL III couche inférieure) et sous forme d'outils, permet de prolonger l'utilisation de ces calcaires tant dans l'espace (différents lacs) que dans le temps (40 ans plus tard) et dans l'usage (dégraissant, meules).

Enfin, une lame a été réalisée dans un calcaire ubiquiste dans le Jurassique :

1922 09, Chalain 19 couche HK, figure 132 :

Biopelsparite dolomitisée. Outre quelques petits grains de quartz (env. 5 %), issus de l'apport détritique du continent, ce calcaire est constitué essentiellement de péloïdes. On note de petits cristaux de dolomite losangique ($\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$, carbonate résistant), formés par remplacement des débris et du ciment. La dolomite est légèrement zonée par endroits ; la périphérie est alors plus claire que le noyau. La dolomite de ce type est fréquente en diagenèse de faciès marins peu profonds. De petits fragments d'entroques (fragments d'échinodermes (oursins) monocristallins) sont présents ainsi qu'environ 1 % de glauconie, des grains de foraminifères tels que des *ophthalmidium*, des gastéropodes et des phosphates type collophanite (phosphate amorphe).

Tout cela se retrouve dans tout le Jurassique du Jura, ainsi que dans une partie du Crétacé. Le Portlandien (Tithonien) serait un bon candidat.

La dolomitisation a augmenté le nombre de gros grains et développé les qualités de rugosité de la roche, mais n'a que peu modifié sa dureté puisque la calcite est à 3 sur l'échelle de dureté de Mohs et la dolomite à 3,5 voire 4. De même, les cristaux de dolomite ne sont ni assez nombreux ni imbriqués, de sorte que la résistance de la roche n'en est pas modifiée. Notons pour finir que cette lame mince provient d'un polissoir.

IV 3 3 b : Les cas particuliers

Deux lames minces présentent des faciès très particuliers, dont la provenance jurassienne est peu probable.

Lame JC 85 VI, objet 1321 09, Chalain 3 couche VI, figure 133 :

Cette roche a été classée à l'œil nu dans le groupe des grès ; il s'agit en réalité d'un ancien calcaire maintenant silicifié : un silex.

Biosparite silicifiée. La lame comprend des Charophytes de la famille des Characées (fig. 133). Son étude a été réalisée en collaboration avec P.-O. Mojon (Lausanne).

Végétaux du groupe des algues d'eaux douces à saumâtres, les thalles (= « tiges » ou parties végétatives) des Characées sont constituées par l'accolement de tubes creux (cellules corticales disposées autour d'un tube cellulaire central) imprégnés de calcite. D'après les sections transversales très typiques, il s'agit du genre *Chara*, dont les thalles et les fructifications (oogones) se calcifient et se conservent bien dans les sédiments. La lame mince présente aussi des ostracodes à section en demi-lunes imbriquées, ainsi que des gastéropodes.

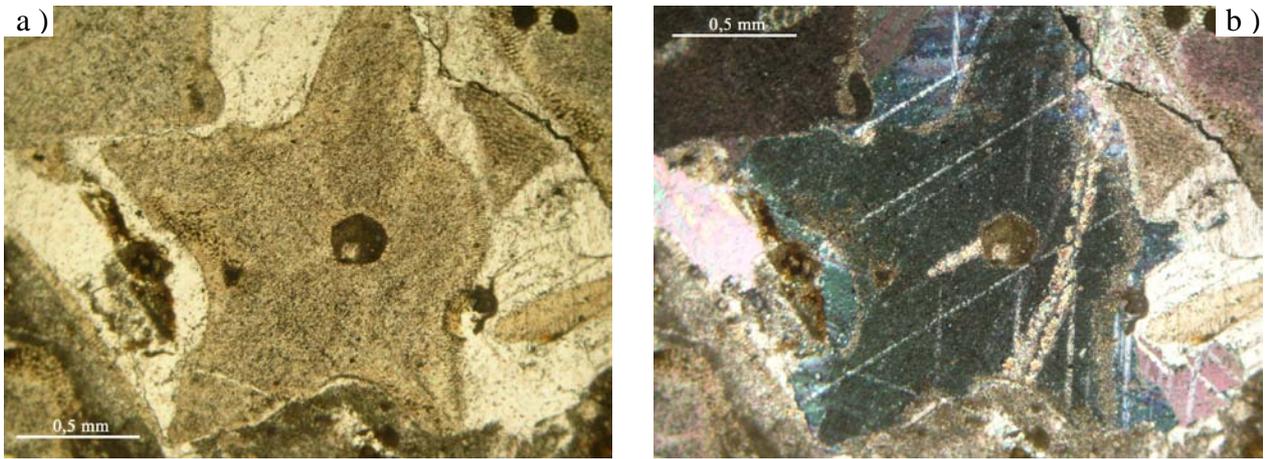


Figure 131 : biosparite à entroques, artefact n°2311 06, Clairvaux III couche inférieure, lame mince a) LN, b) LP. L'étoile de ce cliché est une section de tige (ou entroque) de crinoïde, microorganisme du groupe de Echinodermes. En lumière polarisée, la calcite apparaît en couleur irisée et présente des plans de clivage typique de sa forme rhomboédrique

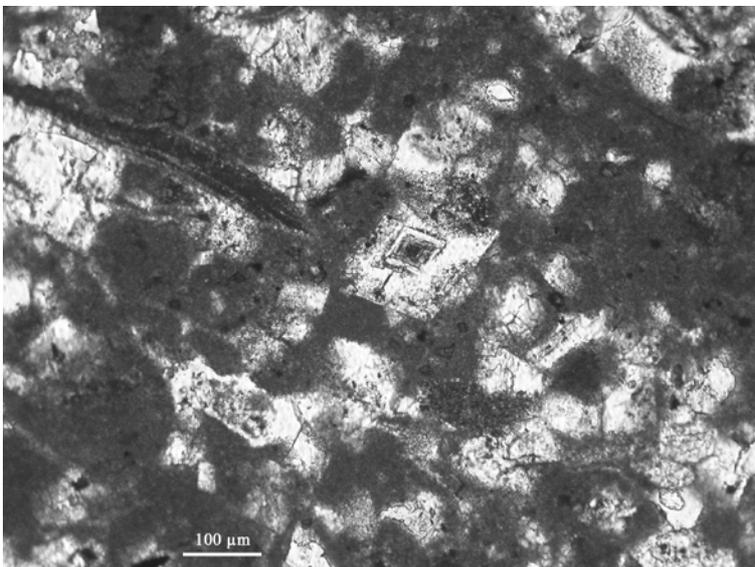


Figure 132 : biopelsparite dolomitisée, artefact n°1922 09, Chalain 19 HK, lame mince LN. Le losange au centre de l'image correspond à la dolomite

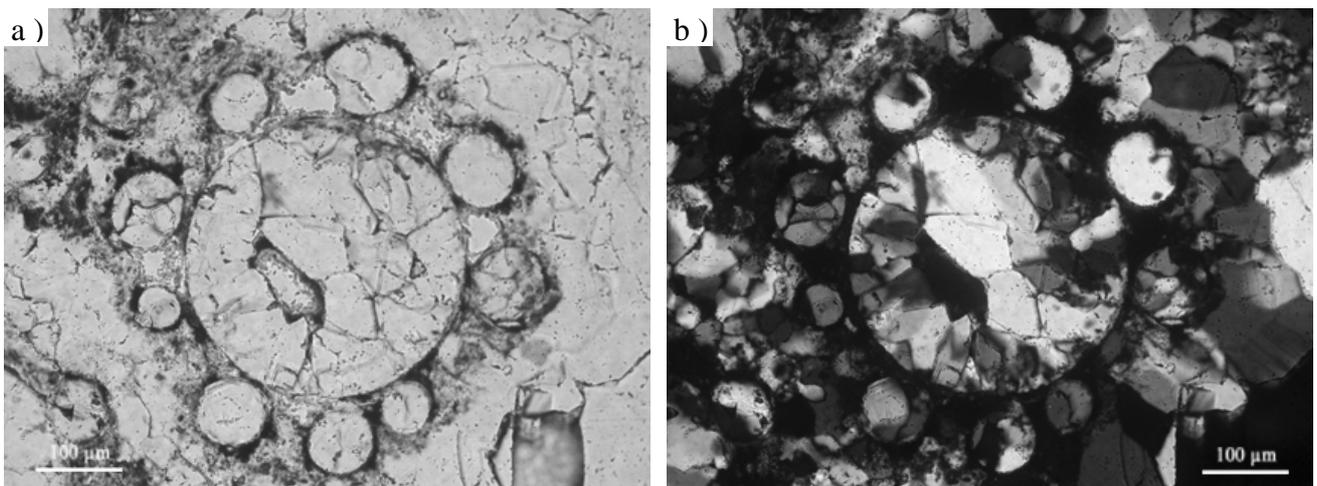


Figure 133 : meulière à Characées, artefact n° 1321 09, Chalain 3 couche VI, lame mince a) LN, b) LP. Les formes en « cadran de téléphone » sont typiques de sections de tiges de Characées, ici totalement silicifiées

La silicification de ce calcaire est totale, la calcite originelle ayant été ici remplacée par de la silice au cours de la diagenèse du sédiment (épigénie). La texture originelle de la roche initiale n'est plus visible et l'aspect de ce faciès est anarchique, présentant des fissures ou des « patches » plus ou moins remplis de silice, avec une porosité résiduelle très largement développée. Ceci indique une phase de dissolution du calcaire (Characées et micrite) par les eaux douces entre le dépôt du sédiment et sa silicification. L'aspect superficiel de l'échantillon est gris-blanc mat en surface, à blanc légèrement jaunâtre en coupe fraîche. Des trous circulaires (de 0,1 mm à 1 mm) sont bien visibles. On distingue le remplissage siliceux de certains trous, fissures et cavités, par leur aspect gras et translucide sur les coupes fraîches.

Dans le Jura, des Charophytes sont présentes (bien que peu signalées dans les notices des cartes géologiques) au Secondaire, dans le Kimméridgien (Bernier, 1984), ainsi que dans le Purbeckien (Girardot, 1890). Dans la coupe de Narlay, Girardot (1890) signale des « *Chara* » correspondant à des oogones calcifiés ou « gyrogonites » (fructifications) de *Porochara jaccardi* (P.-O. Mojon, com. pers. 2005). Mais ce Purbeckien, situé à quelques kilomètres seulement, ne semble pas silicifié. Les thèses de P. Donze (1958) et de P.-O. Mojon (2002) portant en partie sur le Purbeckien du Jura français ne citent pas de dépôts à Charophytes silicifiées, dont la présence est donc peu probable. De façon plus générale, bien qu'une diagenèse siliceuse ne soit pas anormale dans certains faciès jurassiens, comme dans le Rauracien (Jurassique supérieur, J. P. Sizun, com. pers.), la silicification de Charophytes reste à l'heure actuelle inconnue dans la région.

D'après P.-O. Mojon (com. pers., 2005), les silicifications importantes des dépôts laguno-lacustres à Charophytes sont rares. De plus, la diagnose des sections transversales et longitudinales des thalles des Characées de JC 85 VI ne permet pas de reconnaître des formations d'âge tertiaire ou quaternaire: il ne s'agit pas de Charophytes mésozoïques ; il n'y a pas de cortication secondaire ; les cellules corticales sont souvent disjointes et ne présentent pas de disposition caractéristique en groupe de six ou de 12. Il n'y a pas non plus apparemment de fructifications, les Charophytes pouvant fort bien se reproduire par bourgeonnement et bouturage si les conditions sont favorables. Cet échantillon de silex est donc d'âge relativement récent et il est certain qu'il ne s'agit pas de Purbeckien.

Si l'âge de cet échantillon peut donc être précisé, son origine reste assez mystérieuse. Les terrains molassiques tertiaires du Jura ne sont pas très développés. L'Oligocène (Chattien) est principalement composé de marno-calcaires et le Miocène de grès fluviatiles (Aquitainien) ou marins (Burdigalien). Aucun de ces étages ne présente de silicification et il y a donc peu de chances de trouver une formation à Characées silicifiées dans la région. Après réflexion, P.-O. Mojon propose comme origine très probable de ce silex à Characées les faciès laguno-lacustres et évaporitiques à gypse de l'Eocène (Tertiaire inférieur) du Bassin parisien. En effet, les calcaires de Saint-Ouen et de Champigny (Bartonien/Ludien) présentent couramment des silex à Characées, ainsi que ce qui est appelé « faciès de transition », où des masses calcaréo-gypseuses ont pu être remplacées par de la silice. À cet égard, la notice de la carte géologique de Lagny (Caudron et Labourguigne, 1971) indique bien que le calcaire de Saint-Ouen est contemporain d'un épisode laguno-lacustre dans la partie orientale du Bassin de Paris. Selon R. Soyer (1960), le calcaire de Saint-Ouen est une masse bien constante de calcaires blancs ou grisâtres alternant avec des marnes calcaires de couleur crème, prédominantes à la base. Souvent silicifiés, les bancs calcaires passent à des travertins. Quelques Characées sont fréquentes : *Chara archiaci*, *Ch. lemani*.

Suite à une conversation avec Gilles Fronteau (Université de Reims Champagne-Ardenne, com. pers.), il apparaît que les formations de ce type ont déjà fait l'objet de travaux dans un cadre archéologique (Blanchet *et al.*, dir, 1989). Avant ce travail, les silicifications à Oogones de charas découvertes dans l'Aisne étaient considérées comme provenant des niveaux tertiaires du

Ludien (désormais nommé Priabonien dans les échelles stratigraphiques géologiques). Mais des silicifications très semblables ont été découvertes dans le Lutétien supérieur et elles sont aussi citées pour l'Auvervien (désormais nommé Bartonien). Ces trois étages appartiennent tous à l'Eocène et sont donc localisés dans le centre du Bassin de Paris à l'intérieur de la zone délimitée par la cuesta de l'île de France.

Le rapport indique aussi qu'il n'est pas possible de déterminer précisément le genre et l'espèce des charophycées à partir des sections recristallisées. Parmi les 12 échantillons étudiés pour ce travail, cinq contiennent des tiges et des oogones de characées, quatre ne contiennent que des oogones.

Les provenances géographiques n'y sont quasiment pas évoquées. Gilles Fronteau indique que les silicifications à oogones de charas du lutétien sont relativement rares, mais qu'elles pourraient être rencontrées jusqu'à la limite des couches de cet étage, c'est à dire la cuesta de l'île de France (Soissonais, Laonnois, vallées de l'Aisne ou de la Marne et sans doute aussi plus au sud en descendant dans l'Aube). A l'inverse, les silicifications à oogones du Ludien/Priabonien semblent plus fréquentes, mais ces niveaux sont quasiment absents au nord de Soissons. Ils sont par contre présents en Montagnes de Reims, dans le Tardenois.

Il faut à présent remarquer que la roche ainsi décrite correspond en tout point au terme géologique de meulière, que Foucault et Raoult (1997) définissent ainsi : n. f. [de meule, adj.: pierre meulière]. Accidents siliceux dans des calcaires ou des marnes lacustres, en masses irrégulières, arrondies ou anguleuses, massives et homogènes (meulière compacte) ou d'aspect bréchrrique, parfois alvéolaire (meulière caverneuse). La roche est grise à gris jaune, rouille par altération, avec calcédoine et quartz, un peu d'opale; elle englobe des témoins du calcaire d'origine (calcaire fin ou coquillier, ou à characées, parfois à diatomées); ces témoins sont en petites zones uniformément dispersées, ou en masses anguleuses prises dans la trame calcédonieuse : l'aspect est alors bréchrrique et c'est par dissolution du calcaire que se forment les meulières cavernuses. Ces roches sont abondantes dans le Bassin parisien (formations oligocènes de Beauce et de Brie); la silice proviendrait, en grande partie, de l'altération pédologique des niveaux argileux lors des périodes d'assèchement (silicification climatique). Actuellement matériaux de construction, on les utilisait autrefois pour faire des meules à grain, d'où leur nom. Adjectif : meuliérisé (transformé en meulière).

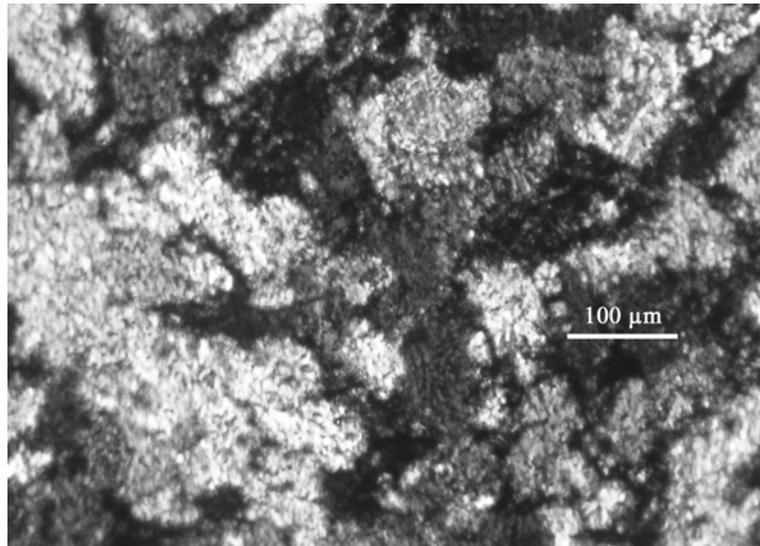
Bien que ne présentant pas de surface active, ce fragment serait donc le plus typique de la collection ! Sa provenance la plus probable est donc le Bassin parisien au sens large, soit environ 300 km à vol d'oiseau au nord-ouest de la Combe d'Ain.

Second cas particulier, deux polissoirs de CL MM D et E.

Polissoir 2082 09 et 2092 07, Clairvaux la Motte aux Magnins couche D et E :

Cette lame présente une formation particulière, appelée microcodium (fig. 134), ce nom étant par extension donné à la bactérie qui le génère. Il s'agit d'assemblage de prismes calcaires, issu de l'action des microcodiums sur le substratum calcaire. Le calcaire a été profondément corrodé par ces bactéries calciphages. La biocorrosion rend le calcaire très tendre et friable. La roche mère voit donc sa structure complètement détruite ; elle n'est pas reconnaissable. De plus, les microcodiums, bien qu'ils soient abondants à la limite Crétacé-Tertiaire, ne sont pas des marqueurs chronologiques ; ils sont plutôt représentatifs d'un milieu sus-jacent, à savoir un paléosol hydromorphe, et de conditions climatiques particulières (Bodergat, 1974). La biocorrosion peut être très localisée, ou atteindre de larges zones. En France, les microcodiums, ubiquistes, sont signalés de la Provence au Bassin parisien. La provenance de la roche est donc

difficile à déterminer. Selon P. Bernier, on ne retrouve pas ces formations dans le Jura ; les notices des différentes cartes géologiques consultées n'en font pas mention. Le seul indice régional nous provient de S. Guillaume, qui en 1966 publie sa thèse sur le Crétacé du Jura français (Guillaume, 1966). Elle signale des calcaires biocorrochés par des microcodiums dans la vallée de la Valserine, de la Drésine, de l'Ognon, dans la région du lac de Saint-Point, à Velleclaire, Auxon, Lains, Grandvelle et Pontailier, sans pour autant que son énumération soit exhaustive. Elle indique (p. 223) qu'« il semble (...) difficile de distinguer ici plusieurs espèces de microcodium » ce qui pour nous revient à abandonner tout espoir de caractériser un affleurement particulier. D'après ses travaux, l'affleurement le plus proche de nos sites serait Lains, à une quarantaine de kilomètres à vol d'oiseau au sud du lac de Clairvaux.



*Figure 134 : microcodium, artefact n° 2082 09, CL MM D, lame mince LP.
Aucune structure n'est visible dans la roche, les zones sombres correspondent à la biocorrosion
de ce calcaire, les zones claires sont de la calcite*

Mais il faut bien remarquer que les microcodiums sont peu signalés, l'engouement pour leur étude étant quelque peu passé de mode depuis la fin des années 70.

A l'œil nu, le calcaire étudié est sombre, avec passées de quartz et se présente en plaquettes fines. Il n'est reconnu qu'à CL MM D et E, village du Clairvaux récent et il est possible qu'il ne s'agisse en réalité que d'un ou deux polissoirs fragmentés. Les qualités mécaniques du calcaire d'origine ont été altérées par l'action organique des microcodiums, la roche corrodée étant peu résistante. Le calcaire est donc très tendre. A partir de ces observations, on peut penser qu'il y a eu « essai » de matière première : une tentative -sans lendemain- de faire un polissoir sur un support exotique.

Pour conclure, et à une exception près, les calcaires support de l'outillage de mouture des sites lacustres de Chalain et Clairvaux sont d'origine locale et principalement originaires des formations du Jurassique supérieur. Notons également que ces calcaires locaux sont tendres, sans silicification type calcédoine augmentant leur dureté.

La seule exception concerne un calcaire qui a été reconnu à l'œil nu comme un grès (lame JC 85 VI, objet 1321 09) ; il est silicifié et correspond à un silex. Il s'agit de surcroît de la seule lame de meulière au sens géologique du terme, en provenance probable du Bassin parisien. Ainsi, la totalité des calcaires reconnus à l'œil nu sur du matériel de mouture et de broyage est d'origine locale.

En ce qui concerne les polissoirs en calcaire déterminés ici, tous montrent des particularités : soit la présence importante de dolomite (1922 09) qui améliore les qualités mécaniques de la roche, soit un faciès très particulier à l'œil nu comme en lame mince (microcodium des lames 2082 09 et 2092 07), provenant peut-être d'une tentative peu concluante sur une matière première nouvelle, présente à au moins 40 km des villages.

Enfin pour conclure cette partie pétrographique, je tiens à en souligner les lacunes. En effet, n'étant pas géologue de formation, j'ai eu le tort, dans bien des cas, de m'enthousiasmer pour les déterminations d'origine des matériaux au détriment, d'une part de la recherche exhaustive des gîtes potentiels, d'autre part de la description précise et systématique de toutes les lames minces réalisées sur les artefacts archéologiques. Une véritable étude géologique aurait présenté une a une toutes les lames minces, photos et descriptions à l'appui. Je ne présente pas ce type de diagnose, ni dans le présent texte ni en annexe, mais une vision plus synthétique des résultats (annexe 9). De plus, je suis consciente que certaines des déterminations de provenance, telle que l'origine alpine sans plus de précision, sont inacceptables du point de vue strictement géologique. A ma décharge et compte tenu de la problématique, je pense avoir présenté de façon claire les démonstrations en ma possession et je sais que ces résultats, même s'ils restent parfois superficiels, ont fait avancer ma recherche.

IV 4 : Synthèse des provenances - De la lame au corpus

IV 4 1 : Les polissoirs

Les polissoirs de la Combe d'Ain viennent d'être caractérisés par 38 lames minces. Les matières premières sont classées en groupes homogènes : les calcaires, les subarkoses, les grauwackes et les grauwackes calcaires. Outre les calcaires, chacun des groupes a fait l'objet d'une dizaine de lames minces (réalisées entre 2001 et 2006). Ce faible nombre est justifié par la reconnaissance macroscopique des matières premières, qui s'est affinée avec le temps.

C'est le moment de revenir à l'étude de l'ensemble du corpus et de voir quelle réalité se cache derrière les groupes macroscopiques désormais identifiés et validés. Ces groupes se répartissent-ils différemment dans l'espace et dans le temps ? Chaque lac a-t-il sa propre zone d'approvisionnement ? Peut-on mettre en évidence des variations chronologiques dans les stratégies d'approvisionnement ?

IV 4 1 a : De la lame au corpus

Les lames minces concernant les polissoirs ont été réalisées sur des artefacts provenant de villages lacustres appartenant à chacune des différentes phases chrono-culturelles (fig. 135).

C'est par comparaison à l'œil nu que les résultats obtenus à partir des lames minces ont été étendus à l'ensemble du corpus.

Dans les phases chronologiques antérieures au Horgen, les artefacts sont très peu nombreux. A partir du Horgen (CH 3 couche VIII), les différentes matières premières sont présentes tout au long de la séquence (fig. 136). Autrement dit, sur plus de 600 ans, les matériaux support de l'outillage de polissage -et donc les gîtes et les réseaux d'approvisionnement- sont restés les mêmes. De plus, ce phénomène est valable pour les deux bassins lacustres, où les matières premières exploitées sont identiques. Les villageois de la Combe d'Ain, qu'ils habitent sur le lac de Chalain ou sur le lac de Clairvaux, utilisaient pour leurs polissoirs les mêmes matières

premières, provenant de gîtes déjà exploités par leurs prédécesseurs et qu'ils indiqueront à leur descendants.

Site	Couche	Polissoirs			Calcaire	Subarkose	Grauwacke	Grauwacke calcaire	Autre
		N°	Nombre	Lm					
CH 3	F.A, etc...	1 3 0 2	2						
CL III	HS	2 3 0 2	1						
CH 2	A	1 2 2 2	2						
CL MM	K	2 0 1 6 2	24	2			1	1	
CL III	sup	2 3 2 2	8						
CH 21	/	1 2 1 0 2	2						
CH 2	/5	1 2 3 2	2	1				1	
CL MM	J	2 0 1 5 2	18	2			1	1	
CL MM	H-K	2 0 1 4 2	1						
CL MM	H-G	2 0 1 3 2	2						
CL MM	H	2 0 1 2 2	6						
CL MM	G	2 0 1 1 2	5	1				1	
CL MM	F	2 0 1 0 2	15	1				1	
CL MM	E	2 0 9 2	10	1	1				
CL MM	D	2 0 8 2	12	1	1				
CL III	inf	2 3 1 2	6						
CH 2	A//	1 2 2 2	1						
CL MM	Sud	2 0 2 2	1						
CL MM	A-G	2 0 5 2	2						
CL MM	C	2 0 7 2	6	1		1			
CL MM	B	2 0 6 2	6						
CL MM	A	2 0 3 2	1						
CH 2	C	1 2 1 2	30	2			2		
CL IV	sup	2 4 2 2	5						
CH 4	4	1 4 4 2	28	5			1	4	
CH 3	Ic	1 3 4 2	13						
CH 19	H	1 1 9 2 2	15	3	1	1	1		
CH 19	K	1 1 9 3 2	15	1			1		
CH 19	H/K	1 1 9 4 2	20	3		2		1	
CH 4	3	1 4 3 2	31	1			1		
CL IV	inf	2 4 1 2	7						
CH 4	2	1 4 2 2	34	1				1	
CH 4	1	1 4 1 2	7	1		1			
CH 3	IV	1 3 3 2	8	2		1	1		
CH 3	VI	1 3 2 2	10						
CH 19	O	1 1 9 1 2	27	4		3	1		
CH 3	VIII	1 3 1 2	6	1			1		
CL II	0	2 2 0 2	4	4				4	
CL VIII	/	2 8 0 2	2						
					3	9	11	10	5
					dont 4 non vues				

Figure 135 : répartition chronologique des lames minces de polissoirs en fonction des matières premières

Site	Couche	Polissoirs			Calcaire	Subarkose	Grauwacke	Grauwacke calcaire	Autre
		N°	Nombre	Lm					
CH 3	F.A, etc...	1 3 0 2	2			1	1		
CL III	HS	2 3 0 2	1				1		
CH 2	A	1 2 2 2	2				1	1	
CL MM	K	2 0 1 6 2	24	2	2	6	10	5	1
CL III	sup	2 3 2 2	8						8
CH 21	/	1 2 1 0 2	2				1	1	
CH 2	/5	1 2 3 2	2	1				2	
CL MM	J	2 0 1 5 2	18	2	3	2	2	11	
CL MM	H-K	2 0 1 4 2	1		1				
CL MM	H-G	2 0 1 3 2	2			1	1		
CL MM	H	2 0 1 2 2	6				3	3	
CL MM	G	2 0 1 1 2	5	1	1			4	
CL MM	F	2 0 1 0 2	15	1	1		5	9	
CL MM	E	2 0 9 2	10	1	9				1
CL MM	D	2 0 8 2	12	1	10		2		
CL III	inf	2 3 1 2	6		1		3	1	1
CH 2	A//	1 2 2 2	1					1	
CL MM	Sud	2 0 2 2	1					1	
CL MM	A-G	2 0 5 2	2					2	
CL MM	C	2 0 7 2	6	1		2		3	1
CL MM	B	2 0 6 2	6		2	1	2	1	
CL MM	A	2 0 3 2	1					1	
CH 2	C	1 2 1 2	30	2	2		12	15	1
CL IV	sup	2 4 2 2	5			1	4		
CH 4	4	1 4 4 2	28	5			11	14	3
CH 3	I/c	1 3 4 2	13			2	7	3	1
CH 19	H	1 1 9 2 2	15	3	1	4	4	6	
CH 19	K	1 1 9 3 2	15	1		1	6	8	
CH 19	H/K	1 1 9 4 2	20	3	1	6	8	5	
CH 4	3	1 4 3 2	31	1		5	7	19	
CL IV	inf	2 4 1 2	7				6		1
CH 4	2	1 4 2 2	34	1		7	14	12	1
CH 4	1	1 4 1 2	7	1		6	1		
CH 3	IV	1 3 3 2	8	2		2	2	4	
CH 3	VI	1 3 2 2	10			6	3	1	
CH 19	O	1 1 9 1 2	27	4	1	16	5	4	1
CH 3	VIII	1 3 1 2	6	1	1	1	2	2	
CL II	0	2 2 0 2	4	4					4
CL VIII	/	2 8 0 2	2						2

Total	36	70	122	140	27
Nombre de lames	3	9	11	10	1
% déterminé	8%	13%	9%	7%	4%

Figure 136 : répartition chronologique des polissoirs en fonction des matières premières

Autre remarque concernant la figure 136 : elle indique le pourcentage d'artefacts déterminés par groupe de roche. Dans les dernières lignes du tableau est en effet précisé le nombre d'artefacts par catégorie et le nombre de lames minces correspondant. Ainsi, environ 10 % des quatre grands groupes de roches ont été déterminés pétrographiquement.

IV 4 1 b : Chronologie

Le regroupement des séries selon les mêmes modalités que dans les chapitres II et III permet de mieux cerner l'évolution chronologique des différentes matières premières (fig. 137).

Site	Couche	Nombre	Calcaire	Subarkose	Grauwacke	Grauwacke calcaire	Autre
Chalain à Bronze	CL MM K	24	2	6	10	5	1
Chalain	CH 2 /2,3, 5 et 6	2				2	
	CL MM JH	24	3	2	5	14	
Clairvaux moyen-Récent	CL MM DEFG	42	21		7	13	1
Clairvaux moyen	CL MM ABC...	20	3	3	5	7	2
Clairvaux ancien	CH 2 C	30	2		12	15	1
	CL IV sup.	5		1	4		
	CH 4 4	28			11	14	3
	CH 19 HK	50	2	11	18	19	
	CH 4 3	31		5	7	19	
	CL IV inf.	7			6		1
Clairvaux-Ferrières	CH 4 2	34		7	14	12	1
	CH 4 1	7		6	1		
Horgen	CH 3 IV	8		2	2	4	
	CH 3 VI	10		6	3	1	
	CH 19 O	27	1	16	5	4	1
	CH 3 VIII	6	1	1	2	2	

Figure 137 : répartition chronologique des polissoirs en fonction des matières premières, par ensemble stratigraphique regroupé

Les calcaires sont relativement peu nombreux, sauf au Clairvaux moyen-récent, où ils correspondent à 50 % du corpus. Le groupe nommé « Autre » correspond principalement à des roches indéterminées, de une à trois selon les ensembles.

La comparaison graphique des trois principaux groupes de matières premières support des polissoirs (subarkoses, grauwackes et grauwackes calcaires, fig. 138) met en évidence les faibles variations entre les deux types de grauwackes, leur courbe respective présentant les mêmes tendances générales. Cette remarque permet à mon sens de proposer une origine géographique - et géologique- commune aux grauwackes calcaires ou non calcaires, simple variation de faciès d'un même affleurement.

A l'inverse, l'évolution des subarkoses semble différente. Majoritaire pendant tout le Horgen, les polissoirs en subarkose restent ensuite toujours minoritaires.

Je considère maintenant les grauwackes comme représentatives d'un seul gîte de matière première et les regroupe dans les derniers graphiques interprétatifs.

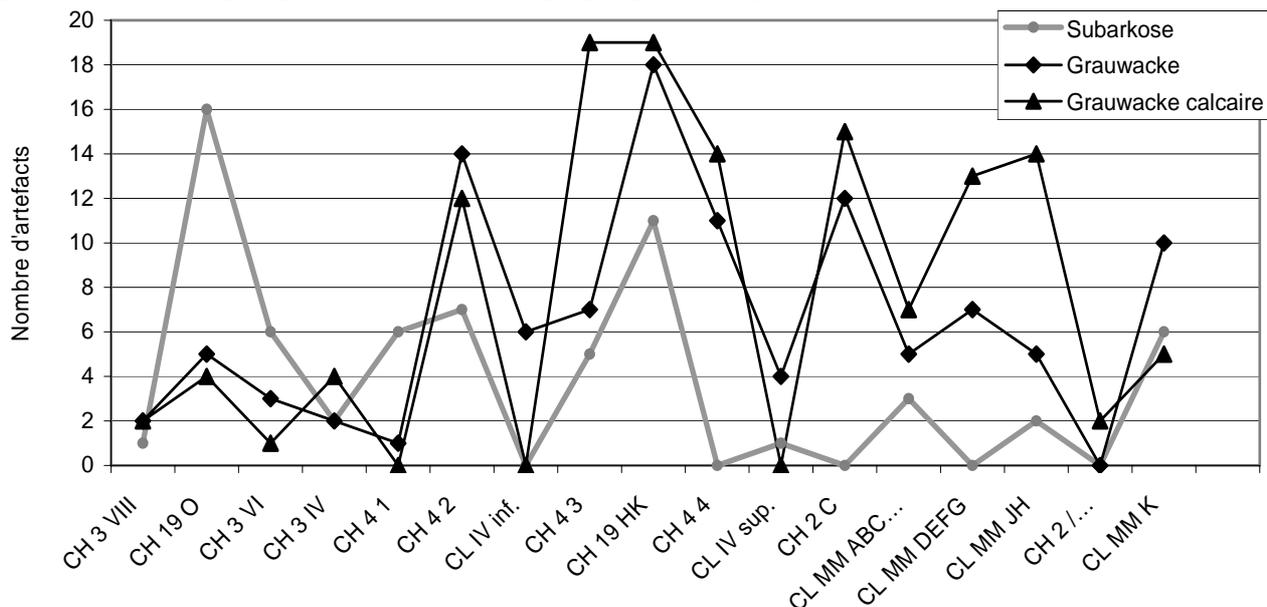


Figure 138 : évolution chronologique des principales matières premières support des polissoirs : subarkoses, grauwackes et grauwackes calcaires, en nombre d'artefacts

La figure 139 est construite à partir du regroupement des séries par ensemble chrono-culturel, pour lesquels les effectifs sont précisés. Le pourcentage de matière première est calculé pour chaque période. Ainsi, au Horgen, 53 % des polissoirs sont en subarkose, 40 % en grauwacke et 5 % en calcaire. Les 2 % restants sont indéterminés.

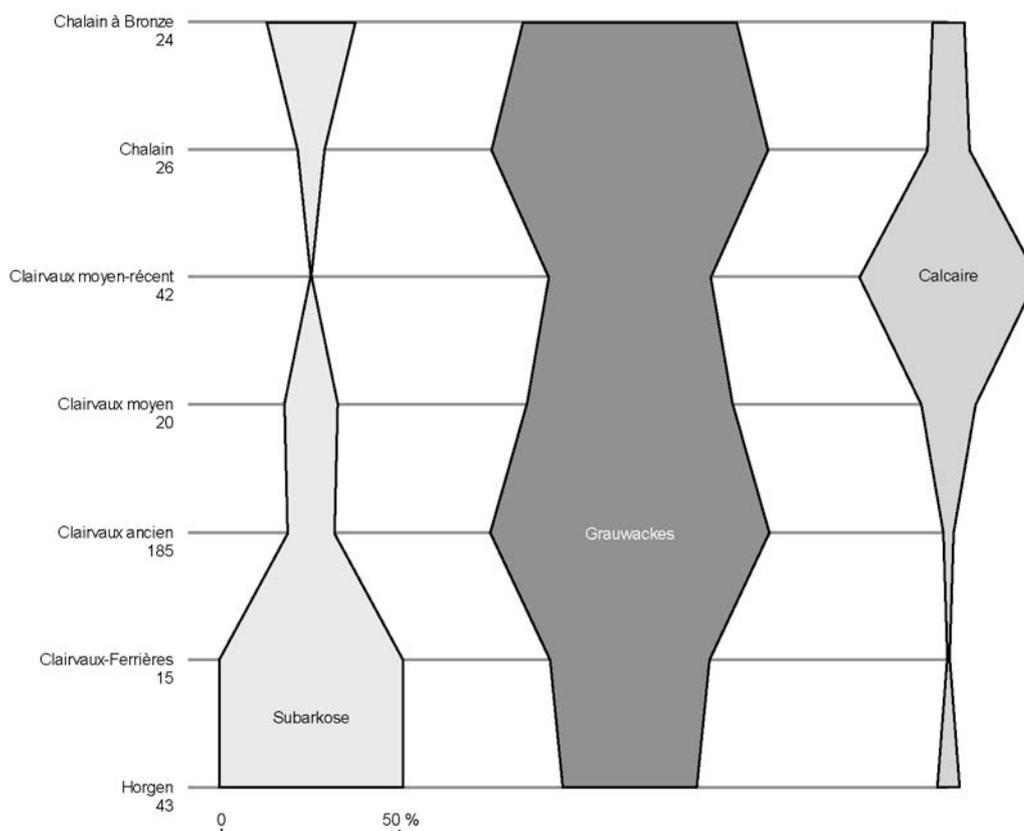


Figure 139 : représentation en fuseaux des parts de chacune des matières premières par phase chrono-culturelle. Pour chaque phase est indiqué le nombre de polissoir pris en compte

L'évolution ainsi représentée montre une présence constante des grauwackes, dans des proportions oscillant entre 40 et 82 %. Le gîte de matière première -jamais abandonné durant le Néolithique final- constitue l'essentiel des ressources pour les polissoirs de la Combe d'Ain.

Les subarkoses, présentes elles aussi tout au long de la séquence, sont majoritaires au Horgen. Même si les gîtes d'approvisionnement situés, rappelons le, à une distance de 20 km à vol d'oiseau, ne sont quasiment jamais abandonnés, ils ne constituent pas l'essentiel des supports. Il est étonnant de constater que c'est certainement un gîte plus lointain (celui des grauwackes) qui est utilisé préférentiellement. Cela dit, il peut exister une complémentarité fonctionnelle entre ces deux types de matières premières : les subarkoses, expérimentées rapidement par P. Pétrequin, peuvent tout à fait avoir une place particulière au sein de la chaîne opératoire de production des lames de hache par exemple, où deux types de roches peuvent être utilisées selon le stade de polissage de la hache : une roche dure pour dégrossir l'ébauche et une plus tendre pour les finitions. Les subarkoses type Miéry sont parfaitement adaptées aux premières phases de polissage qui consistent à mettre en forme l'ébauche ; elles jouent le rôle de roche dure (rappelons qu'elles sont majoritairement composées de quartz), pour le dégrossissage. Par contre, elles sont moins adaptées aux dernières phases, qui nécessitent d'autres matériaux pour le rendu final de surface des lames. Les grauwackes, plus tendres (puisque moins riches en quartz) pourraient être de bons supports pour les polissoirs de finition.

Enfin, les calcaires sont présents tout au long de la séquence, mais toujours en faibles proportions. Une exception se remarque au Clairvaux moyen-récent (CLMM DEFG) où tout se passe comme si les calcaires prenaient la place des subarkoses, qui pour une raison encore inconnue étaient totalement délaissées à cette période. Mais dans le cas d'un remplacement pour des raisons fonctionnelles, il faudrait que les calcaires utilisés soient très durs. Or en aucune façon des calcaires peuvent avoir la dureté et la résistance de roches siliceuses, qui plus est de roche type subarkose, parfois composée à plus de 90 % de quartz. Il faudrait alors voir dans cette disparition des subarkoses, et leur remplacement par des calcaires, un changement dans l'organisation des chaînes opératoires de production des lames de hache par exemple, qui ne sont plus dégrossies dans le village de CL MM DEFG. Autre hypothèse possible, l'échelle relative de dureté est moindre à CL MM DEFG, les calcaires faisant office de polissoirs tendre et les grauwackes de polissoirs plus durs.

Qu'en est-il à présent de l'évolution des matières premières support de l'outillage de mouture et de broyage ?

IV 4 2 : Le matériel de mouture et de broyage

Les outils de mouture et de broyage de la Combe d'Ain ont été caractérisés par 88 lames minces. Les matières premières sont classées en différents groupes : roches cristallines de provenance alpine ou du massif de la Serre, leucogranites, arkoses triasiques type « Serre », subarkoses des régions de Poligny ou de Salins et calcaires locaux (fig. 140).

Au total, ce sont quatre gîtes ou ensembles de gîtes qui sont reconnus comme sources de matière première des meules et des molettes. Les matières premières locales, disponibles dans un rayon d'une dizaine de kilomètres au maximum, sont les calcaires. A 20 km à vol d'oiseau vers le nord et le nord-ouest, les subarkoses du Rhétien des régions de Poligny (commune de Miéry) et de Salins (commune de Saint-Thiébaud) ont été utilisées, majoritairement pour servir de polissoirs, mais les subarkoses sont occasionnellement supports de meules. A une distance de 50 km environ, toujours à vol d'oiseau, se trouvent les moraines jurassiennes à composante alpine. Ces formations sont reconnues tant au nord des sites, dans une partie de la vallée de la Loue, qu'au

sud, dans la région de Nantua, et bien évidemment à l'est au pied oriental du massif du Jura dans la région des Trois Lacs. Enfin, à 60 km à vol d'oiseau vers le nord, le massif de la Serre, composé d'arkose et de granite, est la source potentielle d'une partie du matériel de mouture et de broyage, étant entendu que des roches très semblables à celles du massif de la Serre se retrouvent à d'autres endroits, plus éloignés des sites. Enfin, la provenance de la meulière n'est pas représentée, cette roche n'est reconnue que sur un fragment provenant peut-être du Bassin parisien, à environ 300 km à vol d'oiseau depuis le nord-ouest.

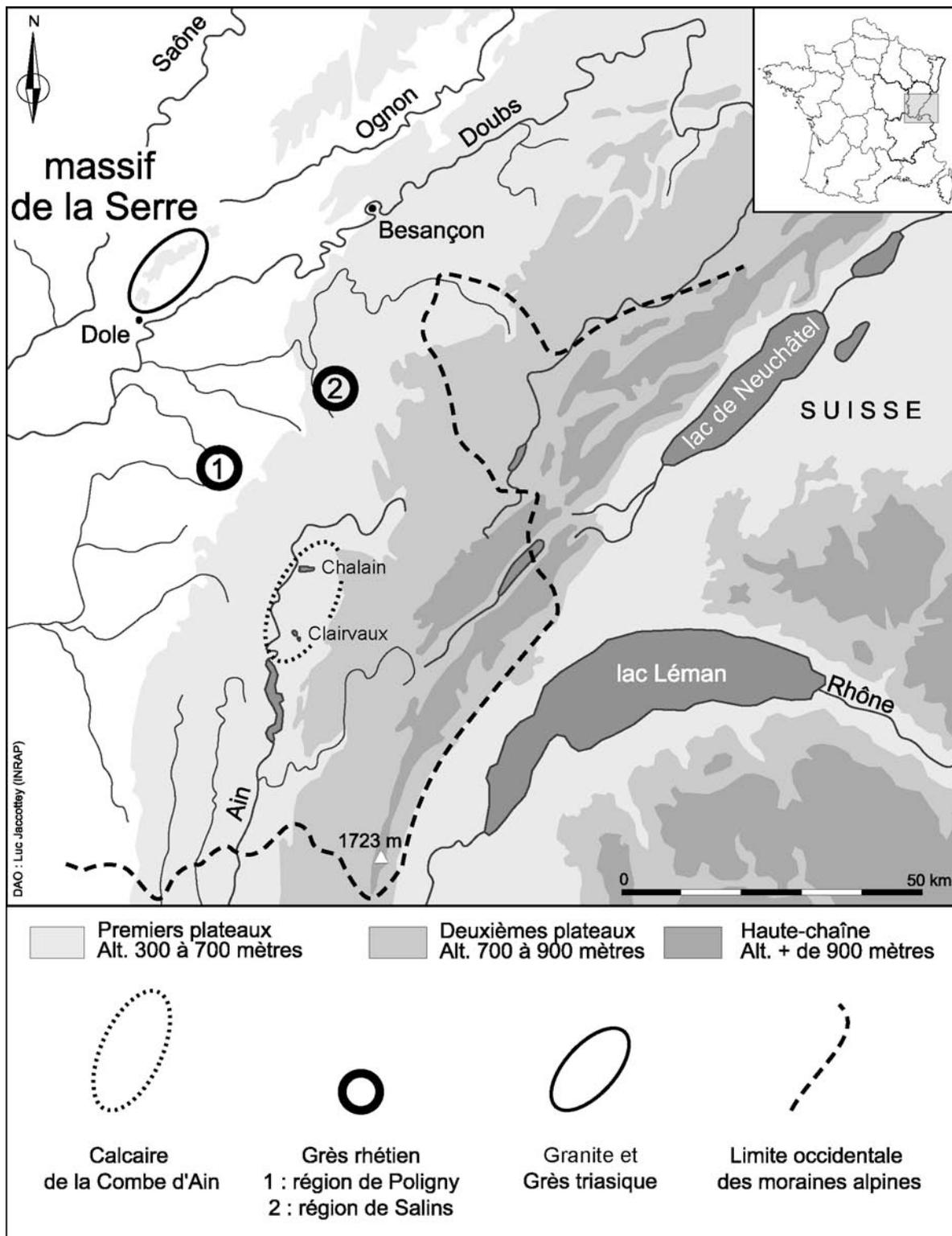


Figure 140 : carte de synthèse des provenances de matières premières reconnues sur le matériel de mouture et de broyage des sites lacustres de Chalain/Clairvaux

Site	Couche	Meule/Molette			Cristallin alpin	Cristallin Serre	Leuco granite	Arkose type Serre	Subarkose Miéry	Calcaire local	Autre
		N°	Nbre	Lm							
CH 4	HS	1 4 0 1	1								
CH 3	F.A, etc...	1 3 0 1	2	1					1		
CH 2	A	1 2 2 1	5	1	1						
CL MM	K	2 0 1 6 1	40	3	1				1	1	
CL III	sup	2 3 2 1	8	2						1	1
CH 21	/	1 2 1 0 1	1								
CH 20	/	1 2 0 0 1	2								
CH 2	/2	1 2 0 1	4	1							
CH 2	/6	1 2 5 1	1								
CH 2	/3	1 2 4 1	1								
CH 2	/5	1 2 3 1	5	1	1						
CL MM	J	2 0 1 5 1	16	3	2					1	
CL MM	H	2 0 1 2 1	13	1	1						
CL MM	G	2 0 1 1 1	10								
CL MM	F	2 0 1 0 1	4								
CL MM	E	2 0 9 1	1								
CL MM	D	2 0 8 1	9								
CL III	inf	2 3 1 1	13	3						2	1
CH 2	A//	1 2 2 1	1								
CL MM	Sud	2 0 2 1	3								
CL X	/	2 1 0 0 1	1								
CL MM	C	2 0 7 1	4								
CL MM	B	2 0 6 1	4								
CL MM	A	2 0 3 1	9	1	1						
CH 2	C	1 2 1 1	26	7	5					2	
CL IV	sup	2 4 2 1	25	5	4			1			
CH 4	4	1 4 4 1	31	8	4			2	2		
CH 3	IIc	1 3 4 1	1								
CH 19	H	1 1 9 2 1	7	2	1					1	
CH 19	K	1 1 9 3 1	1								
CH 19	H/K	1 1 9 4 1	22	4	1	1				1	1
CH 4	3	1 4 3 1	8	5	1		1	1	1		1
CH 4	2/3	1 4 5 1	1								
CL IV	inf	2 4 1 1	16	2	1						1
CH 4	2	1 4 2 1	25	10	7	1		1			1
CH 4	1	1 4 1 1	17	5	3	1	1				
CH 3	IV	1 3 3 1	15	5	1			1		1	2
CH 3	VI	1 3 2 1	46	7		2		4			1
CH 19	O	1 1 9 1 1	35	5		1		4			
CH 3	VIII	1 3 1 1	19	5				4		1	
CL II	0	2 2 0 1	2	2							2
					35	6	2	18	4	12	11
					31 artefacts		dont 4 non vues				

Figure 141 : répartition chronologique des lames minces de l'outillage de mouture en fonction des matières premières

Comme pour les polissoirs, nous allons transposer les résultats de l'analyse des lames minces à la globalité du corpus. Les groupes se répartissent-ils différemment dans l'espace et dans le temps ? Chaque lac a-t-il sa ou ses propre(s) zone(s) d'approvisionnement ? Peut-on mettre en évidence des variations chronologiques dans les stratégies d'approvisionnement ?

IV 4 2 a : De la lame au corpus

Les lames minces ont été réalisées sur des artefacts provenant de villages lacustres appartenant à chacune des différentes phases chrono-culturelles (fig. 141).

C'est par comparaison à l'œil nu que les résultats des lames minces ont été étendus à l'ensemble du corpus.

Dans les phases chronologiques antérieures au Horgen, les artefacts sont très peu nombreux. Dès le Horgen, un jeu de présence/absence se met en place (fig. 142). Autrement dit, sur plus de 600 ans, les matériaux support de l'outillage de mouture -et donc les gîtes et les réseaux d'approvisionnement- varient, parfois de façon drastique.

La figure 142 indique également le pourcentage d'artefacts déterminés dans chaque groupe. Dans les dernières lignes du tableau sont précisés le nombre d'artefacts par catégorie et le nombre de lames minces correspondant. Ainsi, 15 à 40 % des six grands groupes de roche ont été déterminés pétrographiquement.

IV 4 2 b : Chronologie

Le regroupement des séries selon les mêmes modalités que dans les chapitre II et III permet de mieux cerner l'évolution chronologique des différentes matières premières (fig. 143).

Les subarkoses ne sont présentes que dans quelques villages. Elles sont très nombreuses à CH 4 phase 4, mais nous avons déjà vu que cette matière première était préférentiellement utilisée comme support de polissoirs. A CH 4 phase 4, je pense que les 18 fragments d'outil en subarkose peuvent correspondre à un ou deux outils brisés en de multiples fragments, meules qui pour une raison inconnue ont été réalisées sur un support destiné habituellement aux polissoirs. Les autres matières premières, outre les calcaires présents pendant tout le Néolithique final, ont toutes une période de « prédilection ». Les arkoses triasiques sont majoritaires au Horgen, les leucogranites sont présents lors de la transition Horgen-Clairvaux, toujours en très faible quantité (un à deux artefacts par village) ; les matériaux alpins, totalement absents durant le Horgen, prennent ensuite une place importante dans les corpus.

J'ai choisi de regrouper les matières premières en fonction de leur provenance : les granites et les arkoses du massif de la Serre, représentatifs d'un seul gîte de matières premières. De plus, dans les graphiques interprétatifs, les subarkoses -matière première exotique pour les meules- ne seront plus représentées.

La figure 144 -comme la figure 139 pour les polissoirs- est construite à partir du regroupement des séries par ensemble chrono-culturel, pour lesquels les effectifs sont précisés. Le pourcentage de matière première est calculé pour chaque période. Au Horgen, 92 % des outils de mouture sont en matières premières du massif de la Serre, 2 % en leucogranite et 3 % en calcaire. Les 3 % restants sont indéterminées.

Site	Couche	Meule/Molette			Cristallin alpin	Cristallin Serre	Leuco granite	Arkose type Serre	Subarkose Miéry	Calcaire local	Autre
		N°	Nbre	Lm							
CH 4	HS	1 4 0 1	1						1		
CH 3	F.A, etc...	1 3 0 1	2	1			1		1		
CH 2	A	1 2 2 1	5	1	2					3	
CL MM	K	2 0 1 6 1	40	3	11			4	3	22	
CL III	sup	2 3 2 1	8	2					7	1	
CH 21	/	1 2 1 0 1	1		1						
CH 20	/	1 2 0 0 1	2		1				1		
CH 2	/2	1 2 0 1	4	1			3			1	
CH 2	/6	1 2 5 1	1						1		
CH 2	/3	1 2 4 1	1						1		
CH 2	/5	1 2 3 1	5	1	1		4				
CL MM	J	2 0 1 5 1	16	3	10				4	2	
CL MM	H	2 0 1 2 1	13	1	10	1				2	
CL MM	G	2 0 1 1 1	10		6					4	
CL MM	F	2 0 1 0 1	4		4						
CL MM	E	2 0 9 1	1							1	
CL MM	D	2 0 8 1	9		2					7	
CL III	inf	2 3 1 1	13	3					12	1	
CH 2	A//	1 2 2 1	1							1	
CL MM	Sud	2 0 2 1	3						1	2	
CL X	/	2 1 0 0 1	1		1						
CL MM	C	2 0 7 1	4		2					2	
CL MM	B	2 0 6 1	4		4						
CL MM	A	2 0 3 1	9	1	7				1	1	
CH 2	C	1 2 1 1	26	7	16	1	1		3	5	
CL IV	sup	2 4 2 1	25	5	14		1			10	
CH 4	4	1 4 4 1	31	8	4		3	18	1	5	
CH 3	Ic	1 3 4 1	1					1			
CH 19	H	1 1 9 2 1	7	2	2		2	1	1	1	
CH 19	K	1 1 9 3 1	1		1						
CH 19	H/K	1 1 9 4 1	22	4	3	2	1		1	15	
CH 4	3	1 4 3 1	8	5	1		1	3	1	1	
CH 4	2/3	1 4 5 1	1		1						
CL IV	inf	2 4 1 1	16	2	9			1		6	
CH 4	2	1 4 2 1	25	10	15	2	2	2		4	
CH 4	1	1 4 1 1	17	5	8	6	1		1	1	
CH 3	IV	1 3 3 1	15	5	1		1	9	2	2	
CH 3	VI	1 3 2 1	46	7		2		42	1	1	
CH 19	O	1 1 9 1 1	35	5		1	1	30	1	1	
CH 3	VIII	1 3 1 1	19	5			1	17	1		
CL II	0	2 2 0 1	2	2					1	1	
Total					137	15	8	118	27	47	103
Nombre de lames					31	6	2	18	4	12	3
% déterminé					23%	40%	25%	15%	15%	26%	3%

Figure 142 : répartition chronologique de l'outillage de mouture en fonction des matières premières

Site	Couche	Nbre	Cristallin alpin	Cristallin Serre	Leuco granite	Arkose type Serre	Subarkose Miéry	Calcaire local	Autre
Chalain à Bronze	CL MM K	40	11				4	3	22
Chalain	CH 2 /	10	1			7		1	1
	CL MM JH	29	20	1				4	4
Clairvaux moyen-Récent	CL MM DEFG	24	12						12
Clairvaux moyen	CL MM ABC...	33	13					14	6
Clairvaux ancien	CH 2 C	26	16	1		1		3	5
	CL IV sup.	25	14			1			10
	CH 4 4	31	4			3	18	1	5
	CH 19 HK	30	6	2	1	2	1	2	16
	CH 4 3	8	1		1	3	1	1	1
	CL IV inf.	16	9				1		6
	CH 4 2	25	15	2	2	2			4
Clairvaux-Ferrières	CH 4 1	17	8	6	1			1	1
	CH 3 IV	15	1		1	9		2	2
Horgen	CH 3 VI	46		2		42		1	1
	CH 19 O	35		1	1	30	1	1	1
	CH 3 VIII	19			1	17		1	

Figure 143 : répartition chronologique du matériel de mouture et de broyage en fonction des matières premières, par ensemble stratigraphique regroupé

La figure 144 illustre les résultats du tableau précédent (fig. 143). L'évolution de la part de chacun des gîtes de matière première a une signification chronologique. Au Horgen, le massif de la Serre est la principale source de matière première. Avec l'arrivée de population Ferrières apparaissent les leucogranites, roche dont la provenance est inconnue. Ces mêmes leucogranites disparaissent totalement de la Combe d'Ain dès 3000 av. J.-C. Les matériaux alpins, probablement originaires des moraines, prennent alors le pas sur les autres matières premières. Dès lors, ils seront toujours présents, variant de 28 à 54 % selon les phases chrono-culturelles. Enfin, les calcaires sont quasiment toujours présents, dans des proportions de 3 à 13 % avec une exception, au Clairvaux moyen où ils représentent 42 % du corpus.

Or le Clairvaux moyen est une phase pendant laquelle le nombre des habitants des villages littoraux est très important. Le calcaire pourrait être d'autant plus sollicité que le nombre d'habitants autour des lacs augmente.

Enfin, les matériaux du massif de la Serre refont une apparition, avec le groupe de Chalain, où ils représentent environ 20 % des roches support de l'outillage de mouture.

Les interprétations pourraient être encore développées, mais je suis persuadée qu'un raisonnement sur le nombre de fragments n'est pas le plus pertinent.

Etant donné le nombre de roches différentes, notamment parmi les roches cristallines, il est possible de décompter, de façon plus juste à mon sens, le nombre d'outils réellement présents

dans les sites lacustres du Néolithique final de la Combe d'Ain. C'est ce décompte que nous allons développer dans le chapitre suivant.

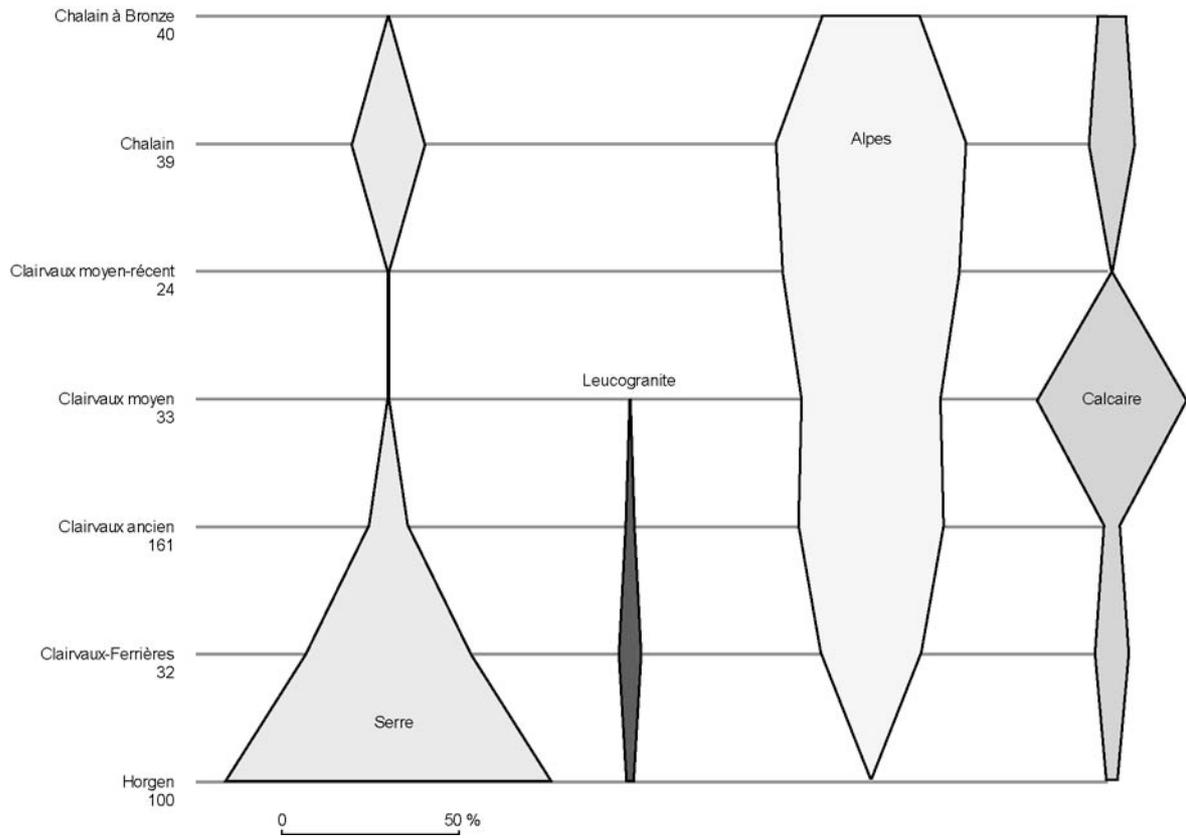


Figure 144 : représentation en fuseaux des parts de chacune des matières premières par phase chrono-culturelle

Chapitre V :
Chalain et Clairvaux :
synthèse générale

Dans les chapitres précédents, nous avons vu que le corpus de Chalain et Clairvaux est, pour le Néolithique final, très fragmenté : pour 800 ans d'occupation, seules 32 pièces sont complètes, majoritairement en calcaire ; les fragments sont nombreux, plus de 400, et d'un poids moyen inférieur à 300 g. De plus, la variabilité des roches rencontrées est importante ; les déterminations macroscopiques et l'observation en lame mince, si elles permettent de grouper les fragments en grands ensembles pétrographiques (matériaux alpins, leucogranites...), révèlent une multitude de petits groupes, en particulier parmi les roches alpines (faciès de l'Aar, du Gothard, du Mont Blanc, plus de nombreux faciès alpins indéterminés, rarement rencontrés deux fois dans le corpus). Tout se passe comme si chaque moulin était d'une matière première différente des autres.

Nous avons vu qu'en nombre et en poids, le décompte des artefacts du Néolithique final est tout à fait possible, de même que les pondérations par les durées d'occupation et les surfaces fouillées ; cependant les interprétations restent difficiles, puisque l'on ne raisonne pas avec un nombre d'outils mais avec des fragments d'outils dont certains ont pu appartenir au même objet. J'ai tenté de palier cette difficulté en faisant un décompte en Nombre Minimum d'Individus (NMI).

V 1 : Décompte en Nombre Minimum d'Individus

V 1 1 : Principe du décompte en NMI

Les problèmes de quantification d'artefacts peuvent se résoudre par un décompte en Nombre Minimum d'Individus, méthode fréquemment employée dans les décomptes de mobilier céramique (Py et Adroher Auroux, 1991) et osseux (Chaix, 1989). J'ai donc appliqué ce principe au matériel de mouture et de broyage.

La démarche consiste à identifier les fragments susceptibles d'avoir appartenu au même outil, mais ne recollant pas, en prenant en compte leur attribution stratigraphique et la nature du matériau. Les artefacts, étudiés par ensemble archéologique, c'est-à-dire par village, sont regroupés selon leur matière première, reconnue à l'œil nu et/ou en lame mince. Au sein de chaque groupe de roche (groupe macroscopique à l'échelle du village), et en fonction des surfaces actives (nombre de fragments présentant une surface active, forme et état de ces surfaces), un ou plusieurs individus sont comptés. En effet, si deux surfaces actives sont incompatibles (une convexe et une concave par exemple), deux individus différents seront décomptés, à savoir une molette et une meule. Si au contraire, il n'y a pas de surface active ni de fragment typologiquement significatif, aucun individu n'est décompté. Le chiffre ainsi obtenu correspond donc bien à un nombre minimum d'outils identifiables.

Un fragment ou un ensemble de fragments de la même roche sans surface active n'est pas compté comme un individu. Cette logique est d'autant plus acceptable qu'on se souviendra de la question des granites, comme celui du Mont Blanc, déterminés tant sur des blocs inventoriés dans le matériel de mouture et de broyage qu'en dégraissant dans des céramiques ; il n'y a donc pas de certitude que les fragments de roches grenues aient réellement appartenu à une meule ou une molette.

Je vais préciser la méthode, en prenant l'exemple de la collection de Chalain 4 phase 2 (Clairvaux ancien, 3000 av. J.-C.).

	Gneiss à deux micas (Alpes)	Orthogneiss à muscovite (Alpes)	Granite type protogine Mt Blanc	Cristallin type Serre	Leuco granite	Méta. ind. Poudre	Grès type Serre	Sed. ind.	Total
<i>Lame mince</i>	1	2	3	1	0	1	1	0	9
En artefacts	4	3	8	2	2	1	2	3	25
En grammes	76	70	2 160	125	2 425	90	125	390	5 461
En NMI	M	M	M + Mo	0	M	0	M	M + Mo	8

Figure 145 : décompte en Nombre Minimum d'Individus, l'exemple de CH 4 phase 2. La collection est présentée en nombre d'artefacts, puis en poids et enfin en NMI, le tout classé par matière première (colonnes). Le nombre de lames minces réalisé pour chacun des groupes est indiqué dans la première ligne du tableau. L'estimation du nombre d'individus est basée sur les décomptes des fragments par matière première et par attribution typologique. Ainsi, les 25 artefacts seraient représentatifs de huit outils

La collection de Chalain 4 phase 2 s'élève à 25 artefacts (c'est-à-dire outil complet, fragments ou remontages inventoriés sous le même numéro d'objet, fig. 145). La répartition se fait par matière première (colonnes du tableau), reconnue à l'œil nu et/ou en lame mince. Le nombre de lames est indiqué dans la première ligne du tableau. Ainsi, pour le gneiss à deux micas, une lame mince atteste de l'origine alpine de ce groupe. Concernant le poids (seconde ligne du tableau), on remarque que les fragments peuvent être très petits (quatre fragments pour 76 g par exemple). Enfin, un dernier décompte, toujours selon la matière première, permet d'établir le NMI. Je considère, par exemple, que les quatre fragments de gneiss à deux micas ne correspondent en réalité qu'à un seul outil, une meule en l'occurrence, puisque la surface active visible semble concave. A l'inverse, aucun des deux fragments de roche cristalline type Serre ne présente de surface active ou aménagée, aucun individu n'est donc décompté. Un autre artefact est en poudre. Il s'agit d'une roche métamorphique indéterminée réduite en arène, qui pèse 90 g ; cette roche n'est -dans mon décompte- représentative d'aucun outil.

Pour cette couche, les affinités macroscopiques sont évidentes, et permettent d'avancer les chiffres de 6 meules et 2 molettes au minimum pour le village de CH 4 phase 2.

V 1 2 : Beaucoup de fragments pour peu d'individus

Cette méthode permet de décompter à Chalain et Clairvaux un total de 453 artefacts correspondant à 122 meules ou molettes, dont 117 en stratigraphie (fig. 146). Sur ces 122 individus du Néolithique final, 85 seraient des meules et 37 des molettes. Mais ces attributions typologiques, basées sur la courbure de la surface active, restent assez peu fiables étant donné la faible dimension des fragments. En effet, à l'échelle d'un petit fragment la surface active semble généralement plane, or une surface plane est attribuée -par défaut- à une meule. Ainsi, il y a de fortes probabilités pour que le nombre de molettes soit sous-évalué. Néanmoins, si l'on se réfère à ces chiffres, il y aurait à la fin de chaque occupation, c'est-à-dire après l'abandon volontaire ou accidentel d'un village, deux meules pour une molette.

Le NMI total par phase chrono-culturelle est de 117 individus (fig. 147). Sont décomptés ici tous les outils, tels que ceux de CH 2 A//, CH 2 /6 ou CL III sup., écartés des pondérations dans le chapitre II.

Site	Couche	Nbre	Cristallin alpin		Cristallin Serre		Leuco granite		Arkose type Serre		Subarkose Miéry		Calcaire local		Autre		NMI
CH 4	HS	1											1	Mo			1
CH 3	F.A. ...	2							1	M			1	M			2
CH 2	A	5	2	0											3	2 M	2
CL MM	K	40	11	5 M							4	M	3	M + 2 Mo	22	3 M + 3 Mo	15
CL III	sup	8											7	4 M + Mo	1	0	5
CH 21	/	1	1	0													0
CH 20	/	2	1	M									1	M			2
CH 2	/2	4							3	0					1	0	0
CH 2	/6	1											1	M			1
CH 2	/3	1											1	M			1
CH 2	/5	5	1	0					4	2 M							2
CL MM	J	16	10	M + Mo		0							4	2 M	2	0	4
CL MM	H	13	10		1										2		
CL MM	G	10	6	2 M											4	2 M	4
CL MM	F	4	4														
CL MM	E	1		M											1	0	1
CL MM	D	9	2												7		
CL III	inf	13											12	4 M + Mo	1	0	5
CH 2	A//	1													1	0	0
CL MM	Sud	3											1	M	2	M	2
CL X	/	1	1	0													0
CL MM	C	4	2	4 M + Mo											2		
CL MM	B	4	4											M		Mo	7
CL MM	A	9	7										1		1		
CH 2	C	26	16	2 M + 5 Mo	1	0			1	M			3	2 M + Mo	5	0	11
CL IV	sup	25	14	3 M + 2 Mo					1	M					10	M	7
CH 4	4	31	4	M + Mo					3	M	18	M	1	Mo	5	0	5
CH 3	IIc	1									1	M					1
CH 19	H	7	2	2 M + 4 Mo		0			2		1	M	1		1		
CH 19	K	1	1		2		1	M				M	1	0		M	10
CH 19	H/K	22	3										1		15		
CH 4	3	8	1	Mo			1	Mo	3	M	1	M	1	Mo	1	0	5
CH 4	2/3	1	1	0													0
CL IV	inf	16	9	M + Mo							1	0			6	M	3
CH 4	2	25	15	3 M + Mo	2	0	2	M	2	M					4	M + Mo	8
CH 4	1	17	8	M	6	0	1	Mo					1	Mo	1	M	4
CH 3	IV	15	1	0			1	Mo	9	M			2	0	2	0	2
CH 3	VI	46			2	0			42	M			1	M	1	0	2
CH 19	O	35					1	Mo	30	3 M + Mo	1	M	1	M	2	Mo	8
CH 3	VIII	19					1	0 ?	17	M			1	M			2
			27 M + 17 Mo		0		2 M + 4 Mo		15 M + Mo		6 M		22 M + 9 Mo		13 M + 6 Mo		122
			44		0		6		16		6		31		19		85 M + 37 Mo

Figure 146 : décompte du nombre minimum d'individus du Néolithique final de la Combe d'Ain par série archéologique

	Cristallin alpin	Cristallin Serre	Leuco granite	Arkose type Serre	Subarkose Miéry	Calcaire local	Autre	Total NMI
Chalain à Bronze	5				1	3	6	15
Chalain	3	0		2		10	0	15
Clairvaux moyen-récent	3						2	5
Clairvaux moyen	5					7	2	14
Clairvaux ancien	27	0	3	6	4	5	5	50
Clairvaux-Ferrières	1	0	2	1		1	1	6
Hiatus								
Horgen			1	6	1	3	1	12
								117

Figure 147 : décompte du nombre minimum d'individus du Néolithique final de la Combe d'Ain par phase chrono-culturelle. La catégorie de roche nommée « autre » correspond aux roches indéterminées et aux cas particuliers type roche meulière

Classé par phase chrono-culturelle, le NMI varie de cinq à 15 individus, avec une sur-représentation des outils de mouture durant le Clairvaux ancien (50). Cela s'explique par le grand nombre de villages fouillés pour cette phase chronologique.

Une pondération tenant compte de la surface des dépotoirs permet d'obtenir des chiffres plus cohérents pour chaque période, bien que ne prenant pas en compte la variabilité des durées d'occupation : on estime que toutes les durées d'occupation sont comparables, ce qui n'est pas le cas. La surface des dépotoirs (fig. 148) tient compte de la totalité des ensembles : le chiffre indiqué peut donc être supérieur à celui utilisé dans les calculs de pondération (fig. 150 par exemple). Seuls les deux outils de CH 20 (groupe de Chalain) ne sont pas pris en compte, puisque la surface des dépotoirs de ce site subaquatique n'est pas connue.

	NMI	Surface des dépotoirs	NMI pour 40 m ²
Chalain à Bronze	15	96	6
Chalain	13	156	3
Clairvaux moyen-récent	5	96	2
Clairvaux moyen	14	275	2
Clairvaux ancien	50	729	3
Clairvaux-Ferrières	6	81	3
Horgen	12	170	3

Figure 148 : pondération du NMI par phase chronologique en fonction de la surface des dépotoirs. On estime à deux à trois le nombre d'individus par unité de surface de 40 m², l'équivalent d'une maison, sauf pour l'horizon compacté de CL MMK, qui couvre toute la période du groupe de Chalain à l'Age du Bronze

La pondération indique alors qu'il y aurait deux à trois outils pour 40 m², ce qui correspond à la surface moyenne d'une maison calculée d'après les plans de pieux (Bailly *et al.*, 1997). Ce NMI de trois pour 40 m² (dernière colonne, fig. 148) est constant pendant les trois premières phases chrono-culturelles, c'est-à-dire le Horgen, le Clairvaux-Ferrières et le Clairvaux ancien. Au

Clairvaux moyen et récent, le NMI est de deux par maison et par décennie. Cette diminution temporaire du nombre d'outils prend fin avec le groupe de Chalain où l'on retrouve trois individus par maison. Enfin, pour la dernière phase chronologique (site de la Motte aux Magnins, couche K), horizon compacté couvrant la période du groupe de Chalain à l'Age du Bronze, six individus sont décomptés par maison ; il est intéressant de constater que la compaction des couches apparaît très nettement, avec une concentration d'outils de mouture deux à trois fois plus importante que la moyenne obtenue pour les autres périodes. Cette concentration d'artefacts à CLMM K est également visible sur les autres éléments de la culture matérielle (Pétrequin, Chastel *et al.*, 1988).

A partir du Clairvaux moyen, il y aurait donc un changement de gestion de l'outillage, avec moins d'outils que dans les phases précédentes. Il peut s'agir d'un départ volontaire des villageois avec les outils, ou de réutilisation de la matière première. Ces modifications dans la gestion de l'outillage ont déjà été soulignées par les pondérations, avec une diminution en nombre et en poids de l'outillage de mouture durant ces périodes.

Enfin, ce chiffre de trois individus par maison est en accord avec les données du Néolithique Ancien (Rubané et Villeneuve-Saint-Germain) dans la moitié nord de la France (Hamon, 2004b), à ceci près que ces outils correspondent à une meule et deux molettes, alors que l'estimation dans la Combe d'Ain donnerait deux meules et une molette. Mais nous avons déjà vu pourquoi le nombre de molettes serait probablement sous-estimé dans le décompte en NMI.

	NMI	Surface des dépotoirs	Durée d'occupation en décennie	NMI/10 ans/m ²	NMI/10 ans/40m ²	Un outil par maison tous les
Clairvaux moyen	14	275	6	0,008	0,34	29 ans
Clairvaux ancien	50	729	14	0,005	0,20	51 ans
Clairvaux-Ferrières	6	81	2	0,037	1,48	7 ans
Horgen	12	170	9	0,008	0,31	32 ans

Figure 149 : pondération du NMI par phase chrono-culturelle. La pondération donne le NMI par décennie pour un mètre carré (quatrième colonne). Multiplié par 40, ce chiffre donne le nombre d'outils par décennie dans une maison (cinquième colonne). Ceci peut se reformuler en calculant l'intervalle de temps correspondant à un outil (sixième colonne), que l'on peut interpréter comme le « renouvellement » des outils dans chacune des maisons. Au Horgen, par exemple, 0,31 individus sont présents dans chaque maison par décennies ; ce qui correspond à 32 ans pour un outil. L'arrivée des populations Ferrières, au Clairvaux-Ferrières, est alors marquée par un nombre d'outils très important, avec un renouvellement tous les sept ans, alors que ce renouvellement est estimé entre 30 et 50 ans pour les autres phases chrono-culturelles

Tentons maintenant une pondération du NMI par surface des dépotoirs et durée d'occupation à partir des phases chrono-culturelles (fig. 149). Une telle pondération n'est possible que sur les premières phases de la séquence de la Combe d'Ain, phases pour lesquelles l'estimation de la durée d'occupation est possible.

Le NMI par décennie et par mètre carré est faible (quatrième colonne), ce qui était attendu. En effet, le nombre de fragments pondéré était déjà très faible, et le NMI est par définition inférieur au nombre d'artefacts. J'ai donc tenté de raisonner sur des chiffres plus proche de la réalité, en

multipliant le chiffre pondéré par 40 (surface d'une maison), ce qui donne dans la cinquième colonne du tableau (fig. 149) une estimation du NMI par maison pour 10 ans. Seul le Clairvaux-Ferrières, période de transition culturelle, s'individualise, avec un outil et demi tous les 10 ans, alors que pour les autres phases le temps de renouvellement est de 30 à 40 ans, ce que j'ai représenté dans la dernière colonne. La période de transition amorcée avec l'arrivée de population Ferrières est donc marquée par une relative abondance d'outils de mouture.

Avant de chercher des explications rationnelles à ce phénomène, il faut à présent analyser la pondération générale du NMI à partir des mêmes ensembles que ceux pris en compte dans le chapitre II, où les pondérations ont été réalisées à partir du nombre d'artefacts et de leur poids.

V 1 3 : Toutes proportions gardées

		NMI	Surface dépotoirs	Durée d'occ. en décennie	NMI pour 10 ans pour 1 m ²	NMI pour 10 ans pour une maison	Un outil par maison tous les
Chalain à Bronze	CL MM K	15	96	/			
Chalain	CH 2 /2, 3 et 5	3	50	4	0,02	0,60	17
	CL MM JH	4	96	/			
Clairvaux moyen- Récent	CL MM D, E, F et G	5	96	/			
Clairvaux moyen	CL MM A, B, C, Sud et CL III inf.	14	124	3	0,04	1,51	7
Clairvaux ancien	CH 2 C	11	200	2	0,03	1,10	9
	CL IV sup.	7	54	2	0,06	2,59	4
	CH 4 4	5	48	1	0,10	4,17	2
	CH 19 HK	10	120	3	0,03	1,11	9
	CH 4 3	5	100	1	0,05	2,00	5
	CL IV inf.	3	54	3	0,02	0,74	14
Clairvaux- Ferrières	CH 4 2	8	132	1	0,06	2,42	4
	CH 4 1	4	60	1	0,07	2,67	4
	CH 3 IV	2	21	1	0,10	3,81	3
Hiatus							
Horgen	CH 3 VI	2	50	2	0,01	0,40	25
	CH 19 O	8	50	4	0,04	1,52	7
	CH 3 VIII	2	70	3	0,01	0,38	26

Figure 150 : base chiffrée des corrélations entre durée des habitats, surface des dépotoirs et outillage de mouture. Le calcul du NMI par tranche chronologique de 10 ans et par mètre carré (nombre d'individus divisé par la durée de l'habitat, divisé par la surface des dépotoirs) permet de comparer les individus présents entre 3200 et 2600 av. J.-C.

Le tableau de la base chiffrée des pondérations (fig. 150) a été complété par deux colonnes prenant en compte la surface d'une unité domestique. Le NMI pour 10 ans et pour 40 m² permet de proposer des chiffres plus proches de la réalité bien que théoriques. Selon les villages, un outil de mouture est décompté par maison tous les deux à 26 ans. Ce « taux de renouvellement » permet de confirmer qu'au Horgen, le nombre d'outils de mouture est globalement assez faible.

Par village, ce nombre d'outils augmente pendant la mise en place et la phase de régionalisation du groupe de Ferrières.

La courbe de pondération du NMI permet de visualiser cette tendance (fig. 151). Le Horgen présente les valeurs les plus faibles. Puis deux pics apparaissent, le premier comprend les villages de CH 3 IV et CH 4 phase 1 et 2, soit la période d'arrivée des populations d'origine méridionale. Durant la phase de régionalisation, le nombre d'outils de mouture décroît légèrement puis le second pic correspond aux villages de CH 4 phase 4 et CL IV sup. A la fin de la séquence, à CH 2 /, le nombre d'outils décroît et revient quasiment aux valeurs observées au Horgen.

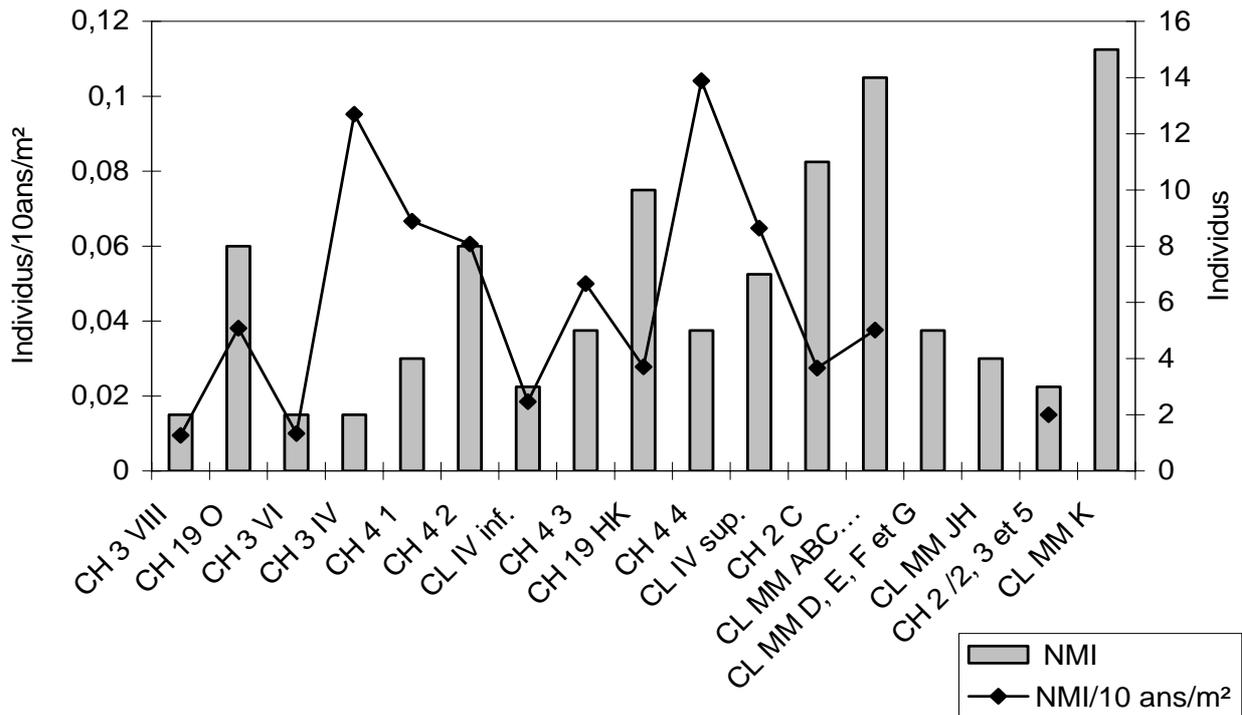


Figure 151 : graphique de pondération du matériel de mouture et de broyage en NMI

Les figures 152 et 153 ont pour objectif de comparer les pondérations obtenues sur le nombre d'artefacts et le poids de l'outillage avec les valeurs pondérées du NMI. Les tendances sont globalement les mêmes, ce qui valide le décompte en NMI. De plus, on constate que les valeurs de pondération du NMI accentuent la tendance à l'augmentation du nombre d'outils pour la période du Clairvaux-Ferrières.

Le flux migratoire méridional est donc bien à l'origine d'une augmentation générale du nombre d'outils de mouture dans les villages.

Qu'en est il à présent de la matière première des individus ?

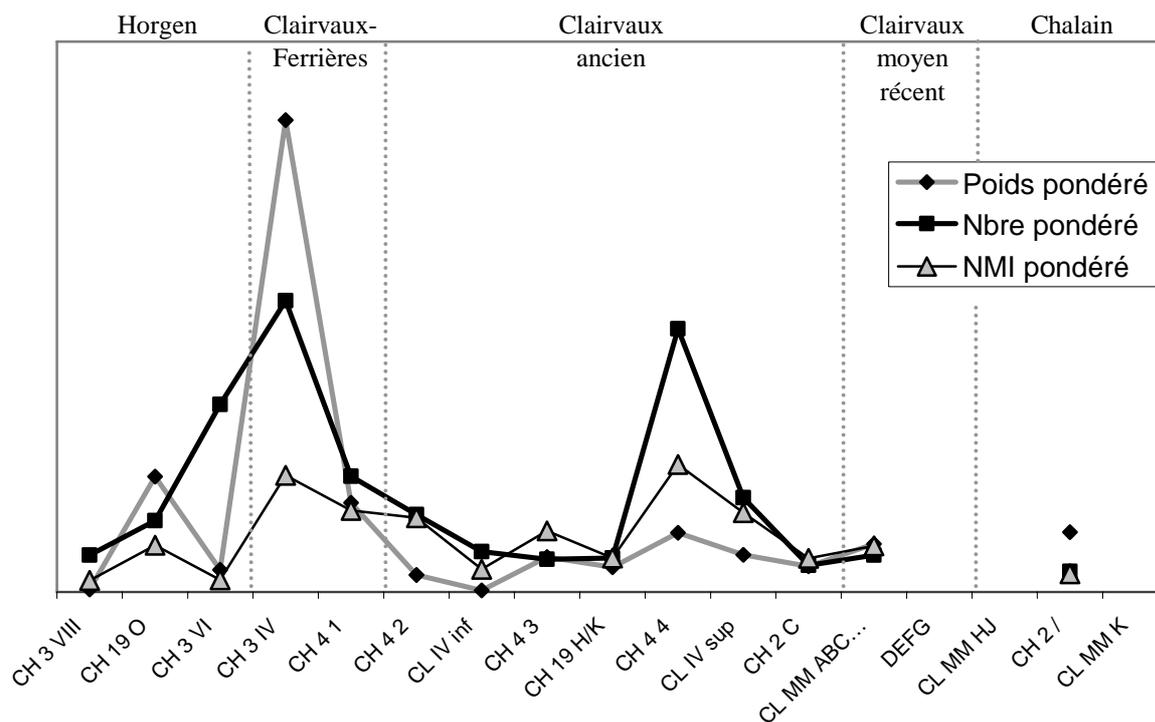


Figure 152 : graphique comparé de la pondération du matériel de mouture et de broyage en NMI ainsi qu'en nombre et en poids d'artefacts. Les chiffres ont été mis à la même échelle graphique, c'est pourquoi aucune valeur d'ordonnées n'est inscrite

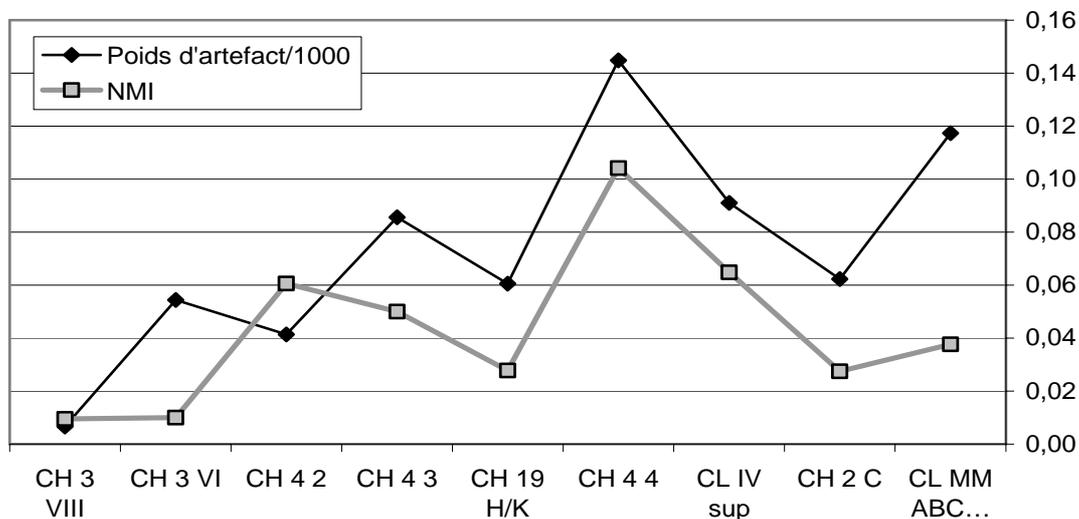


Figure 153 : comparaison des courbes de pondération en poids et en NMI de l'outillage de mouture. Les valeurs extrêmes ont été exclues (cf. figure 79, chapitre III). Les courbes de pondération en poids et en NMI des meules présentent les mêmes tendances générales. Mais la courbe de pondération du NMI remet largement en question l'augmentation en palier au début de la séquence, avec un pic au début du Clairvaux ancien

a)		Grès et Granite type Serre	Leuco granite	Cristallin alpin	Subarkose Miéry	Calcaire local	Autre	Total NMI
Chalain à Bronze	CL MM K			5	1	3	6	15
Chalain	CH 2 /2, 3 et 5	2		0		2	0	4
	CL MM JH			2		2	0	4
Clairvaux moyen-récent	CL MM D, E, F et G			3			2	5
Clairvaux moyen	CL MM ABC, Sud et CL III inf.			5		7	2	14
Clairvaux ancien	CH 2 C	1		7		3	0	11
	CL IV sup.	1		5			1	7
	CH 4 4	1		2	1	1	0	5
	CH 19 HK	1	1	6	1	0	1	10
	CH 4 3	1	1	1	1	1	0	5
	CL IV inf.			2	0		1	3
	CH 4 2	1	1	4			2	8
Clairvaux-Ferrières	CH 4 1	0	1	1		1	1	4
	CH 3 IV	1	1	0		0	0	2
Hiatus								
Horgen	CH 3 VI	1				1	0	2
	CH 19 O	4	1		1	1	1	8
	CH 3 VIII	1	0			1		2

b)		Grès et Granite type Serre	Leucoy	Cristallin alpin	Subarkose Miéry	Calcaire local	Autre
Chalain à Bronze	CL MM K			33%	7%	20%	40%
Chalain	CH 2 /2, 3 et 5	50%				50%	
	CL MM JH			50%		50%	
Clairvaux moyen-récent	CL MM D, E, F et G			60%			40%
Clairvaux moyen	CL MM ABC, Sud et CL III inf.			36%		50%	14%
Clairvaux ancien	CH 2 C	9%		64%		27%	
	CL IV sup.	14%		71%			14%
	CH 4 4	20%		40%	20%	20%	
	CH 19 HK	10%	10%	60%	10%		10%
	CH 4 3	20%	20%	20%	20%	20%	
	CL IV inf.			67%			33%
	CH 4 2	13%	13%	50%			25%
Clairvaux-Ferrières	CH 4 1		25%	25%		25%	25%
	CH 3 IV	50%	50%				
Hiatus							
Horgen	CH 3 VI	50%				50%	
	CH 19 O	50%	13%		13%	13%	13%
	CH 3 VIII	50%				50%	

Figure 154 : répartition chronologique du matériel de mouture et de broyage, en NMI, en fonction des matières premières et par ensemble stratigraphique, regroupé a) en nombre d'individus, b) en pourcentage

V 1 4 : Individus et provenance des matières premières

Sur les figures 146 et 147, la matière première des outils est indiquée. La figure 154 permet de voir la part des différentes matières premières support à l'outillage de mouture, en NMI et par ensemble chronologique, c'est-à-dire par village.

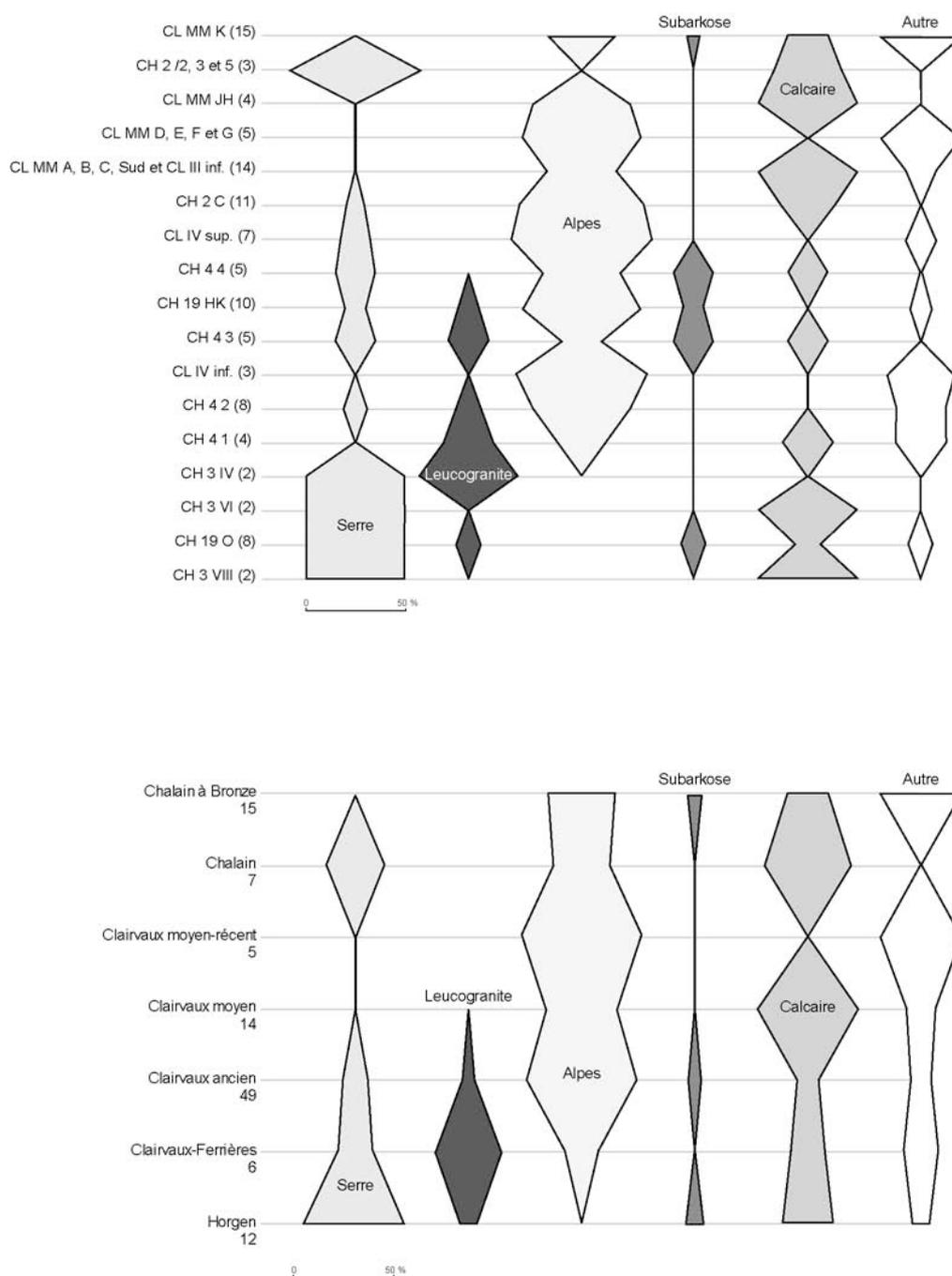


Figure 155: représentation en fuseaux de la part de chacune des matières premières en NMI
a) par village, b) par phase chrono-culturelle

La représentation graphique en fuseau (fig. 155) permet de saisir les évolutions de la part de chacune des matières premières (fig. 154). Par village, l'aspect général des fuseaux est assez chaotique (fig. 155 a). Il n'empêche qu'une succession des matières premières est visible, avec les matériaux issus du massif de la Serre prédominants au Horgen, puis une présence ponctuelle des leucogranites et enfin une généralisation de l'utilisation des matériaux alpins. Ces tendances sont bien plus nettes lorsque l'on raisonne en phase chrono-culturelle (fig. 155 b). Les transitions

sont alors plus claires : les matériaux du massif de la Serre, très présents au Horgen, sont minoritaires durant la phase de régionalisation du groupe de Ferrières, puis disparaissent totalement, avant de faire un retour assez important avec le groupe de Chalain. Les leucogranites, quant à eux, sont réellement des marqueurs de l'arrivée de populations Ferrières. Ils disparaissent totalement dès le Clairvaux moyen. Les matériaux alpins, absents au début de la période, apparaissent timidement au Clairvaux-Ferrières (17 % des outils). Par la suite, ils sont utilisés de façon toujours importante et ne descendent jamais sous la barre des 30 %.

Enfin, les calcaires, quasiment toujours présents, constituent un fonds de 10 à 20 % du corpus par phase chrono-culturelle, excepté au Clairvaux moyen où ils représentent la moitié des outils, et dans une moindre mesure au groupe de Chalain.

Pour clore ce paragraphe sur l'évolution de l'ensemble des matières premières de l'outillage de mouture de la Combe d'Ain, il convient de comparer les données du nombre d'artefacts aux données du décompte en NMI.

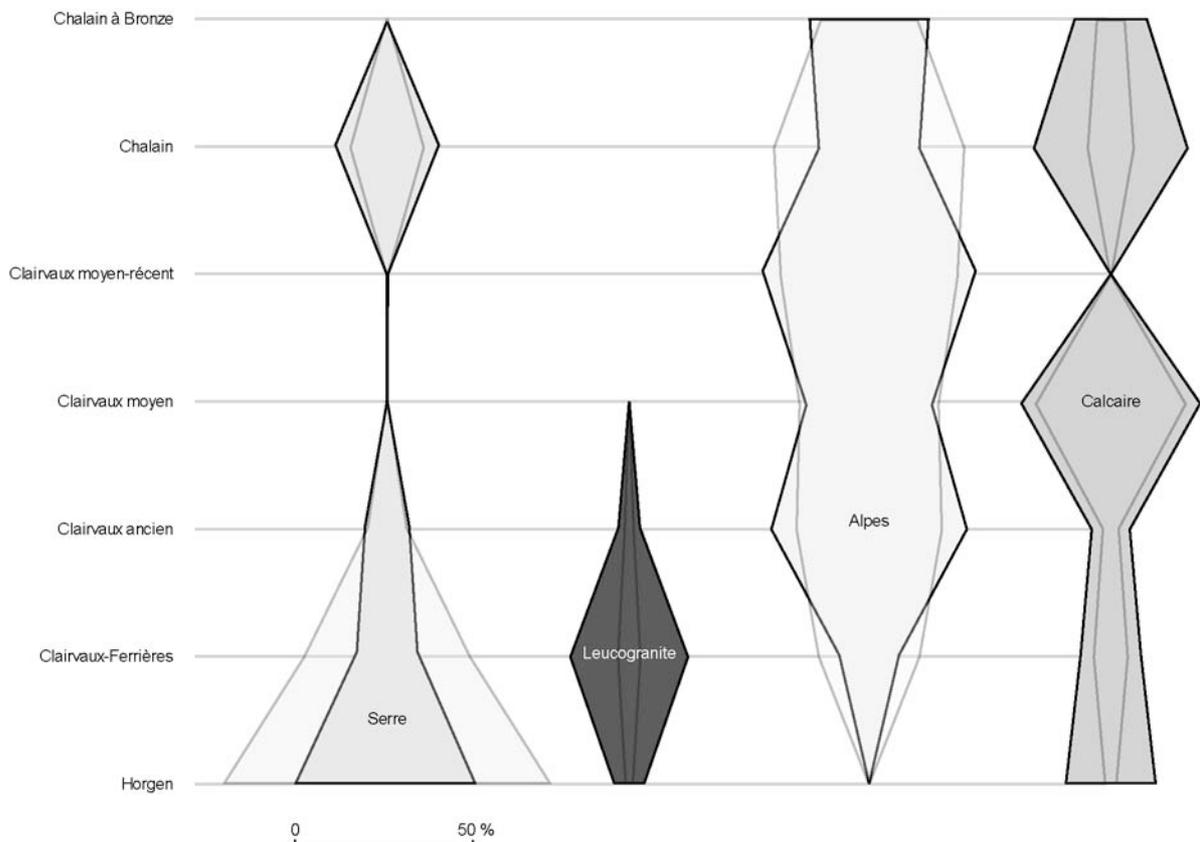


Figure 156 : représentation en fuseaux de la part de chacune des matières premières par phase chrono-culturelle. Sont comparées ici les parts de chacune des matières premières par phase chrono-culturelle en nombre d'artefacts (en transparence) et en NMI.

Les grandes tendances restent les mêmes, mais la part des leucogranites en particulier est largement revalorisée avec le décompte en NMI

La figure 156 permet de comparer la part de chacune des matières premières par phase chrono-culturelle, en nombre d'artefacts et en NMI. Il apparaît que les grandes tendances -principalement soulignées en terme de présence/absence- ne changent pas, ce qui est tout à fait normal étant donné que le NMI ne modifie en rien la composition des corpus, mais bien leur nombre. Par contre, les proportions de chacune des matières premières par phase chrono-culturelle sont modifiées. Notons que la part des indéterminés, non représentée, est en

diminution dans le décompte en NMI, puisque souvent les roches indéterminées ne correspondent pas à des individus, mais à des fragments sans attribution typologique.

Les modifications vont globalement dans le sens d'une accentuation des phénomènes déjà présents :

- au Horgen, les matériaux du massif de la Serre étaient majoritaires en nombre d'artefacts (92 %). Le regroupement des fragments en individu ne change pas cette donnée, mais la part des roches de la Serre devient plus plausible, avec 50 % des effectifs, au profit de la part des calcaires (25 %) ;
- la présence des leucogranites, synchrone de l'arrivée des populations Ferrières, était déjà visible en nombre d'artefacts, mais les leucogranites ne dépassaient pas le seuil de 6 %. En NMI, ils correspondent à 33 % du corpus au Clairvaux-Ferrières et deviennent ainsi majoritaires à cette période. Leur rattachement à la transition culturelle de la Combe d'Ain à partir de 3040 av. J.-C. n'est plus anecdotique, mais incontestable ;
- à partir du Clairvaux ancien, les matériaux alpins deviennent majoritaires dans les corpus ; le décompte en NMI ne modifie pas cette donnée ;
- la part des calcaires sur l'ensemble de la période est toujours supérieure lorsque l'on considère le NMI. L'explication est assez simple, puisque quasiment chaque artefact en calcaire correspond à un individu : la fragmentation des calcaires est très faible, contrairement à celle des autres matières premières. Ainsi, en pourcentage, les calcaires prennent une part plus importante que les autres roches (où les individus sont composés de fragments regroupés en NMI) ; les calcaires ont donc un poids statistique plus important.

V 1 5 : Intérêt du décompte en NMI

Le nombre minimum d'individus est un décompte fondé sur le regroupement de fragments susceptibles d'avoir appartenu à un même outil. Ce NMI permet de raisonner en nombre d'outils présents dans les villages à la fin des occupations. En prenant en compte la surface des dépotoirs, je peux proposer la présence de trois outils par maisonnée. De plus, la période de mise en place du groupe de Clairvaux se démarque des autres phases chrono-culturelles par un nombre d'outils très supérieur aux autres, et par la présence majoritaire d'une matière première d'origine inconnue, les leucogranites, présence jusqu'alors anecdotique (fig. 157).

Enfin, les variations du NMI, du nombre d'artefacts et des poids, tous pondérés selon les mêmes modalités, suivent la même tendance. Mais la pondération du NMI met en lumière une prépondérance du nombre d'outils durant le Clairvaux-Ferrières, prépondérance qui n'apparaissait pas en étudiant le nombre de fragments.

Ainsi, et bien que l'application d'un NMI aux outils de mouture soit inédit, il semble que, sur un corpus très fragmenté et hétérogène -en terme de matière première- le NMI soit un moyen efficace pour raisonner sur des chiffres cohérents, le risque étant de sous-estimer le nombre d'outils présents.

Le NMI sera désormais le seul décompte pris en considération pour comparer les différentes catégories d'artefacts et tenter de comprendre le fonctionnement des sociétés du Néolithique final à Chalain/Clairvaux à partir du matériel lithique pondéreux.

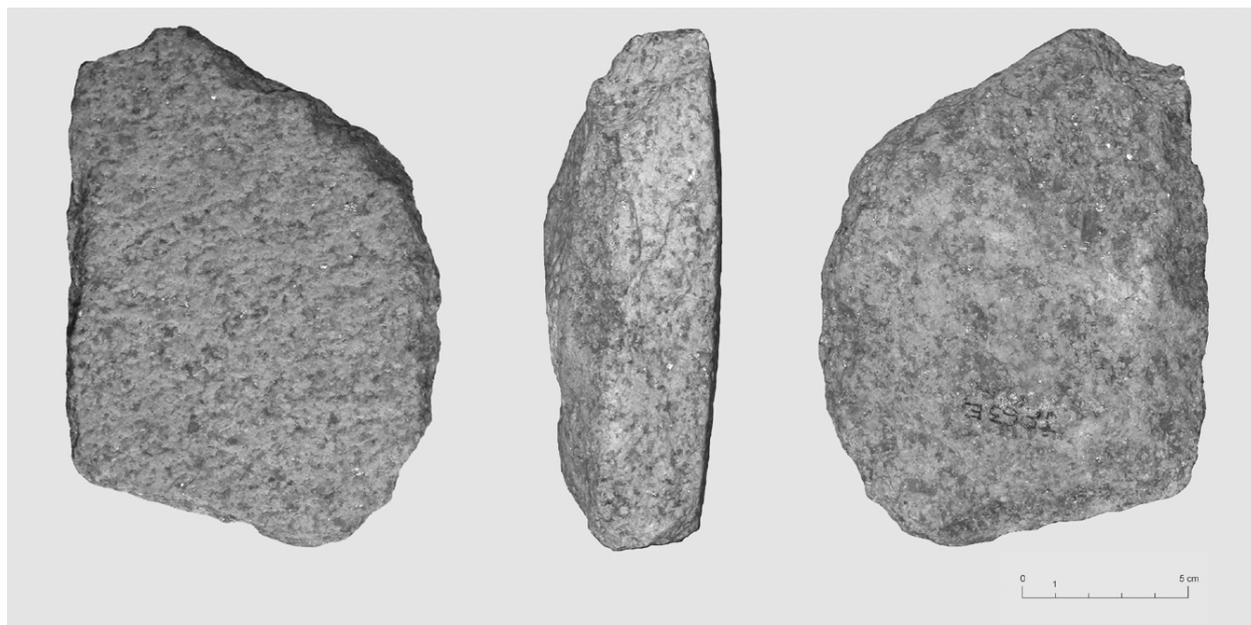


Figure 157 : exemple de molette complète en leucogranite, Chalain 4 phase 3, n° 1431 02

V 2 : Gestion des matières premières de l'outillage de mouture

V 2 1 : Réseaux d'approvisionnement.

A partir des matériaux identifiés et du décompte en NMI, il est possible de proposer une évolution de l'approvisionnement en matière première pour la Combe d'Ain.

V 2 1 a : Le Horgen et le massif de la Serre

Au Horgen, les villageois utilisaient majoritairement des outils en grès triasique, dont la provenance semble être le massif de la Serre, au nord de Chalain et Clairvaux. Or deux courants de diffusion du Horgen (symbolisé sur la figure 158 par une céramique à fond plat) sont mis en évidence à partir de son épicentre de formation, la région des lacs de Constance et Zurich. Le premier courant passe par la Trouée de Belfort, le Doubs et la vallée de la Saône ; le second gagne le Plateau suisse et la région des Trois Lacs, au pied oriental du Jura. En position marginale sur les plateaux occidentaux du Jura, la Combe d'Ain est à la confluence de ces deux courants (Affolter *et al.*, 1997). Mes résultats sur la provenance du matériel de mouture et de broyage à cette période (fig. 158) tendent à privilégier l'axe de diffusion septentrional.

Les artefacts en matières premières granitiques et gréseuses type Serre sont présents dans les villages littoraux de Chalain. Le Horgen n'étant pas reconnu à Clairvaux, il est impossible de mettre en évidence une éventuelle variation des réseaux d'approvisionnement entre les deux lacs pour le début de la séquence.

Au Horgen, un outil sur quatre est en calcaire local. Les leucogranites sont présents, mais en très faible quantité, attestant probablement des premiers contacts méridionaux, déjà soulignés par les styles céramiques.

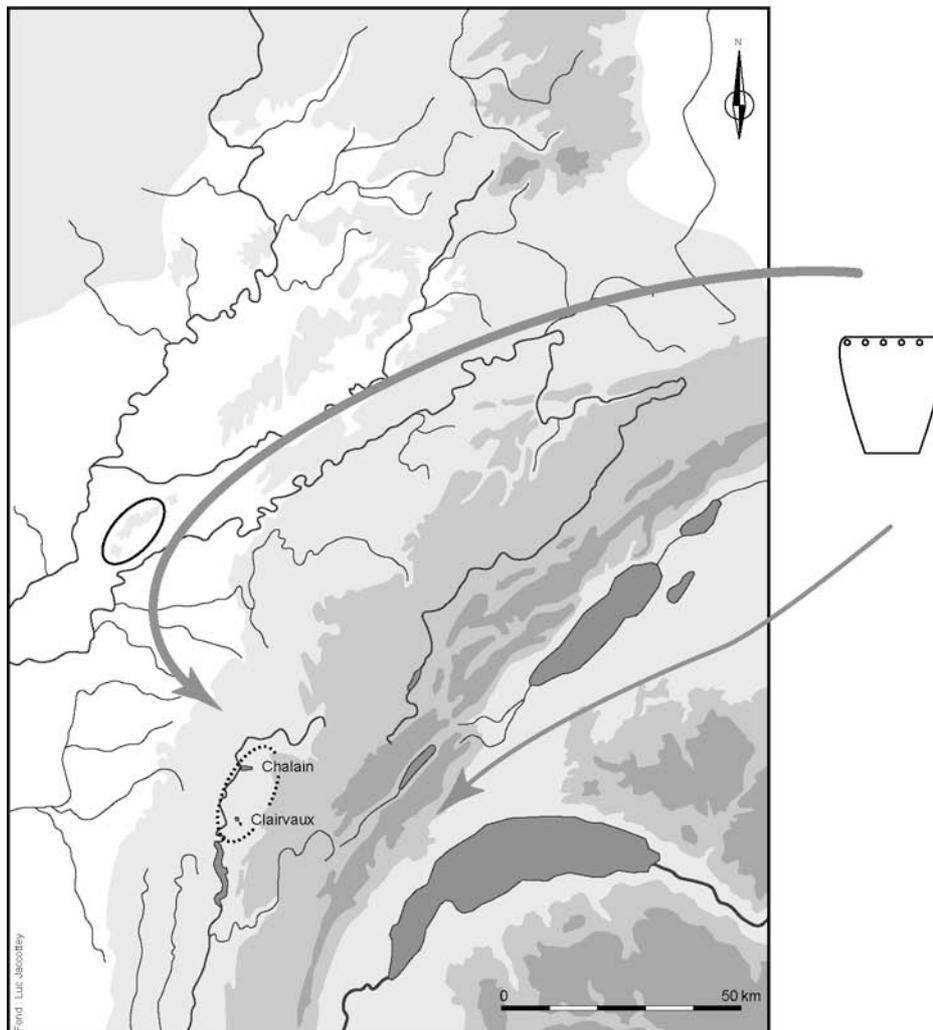
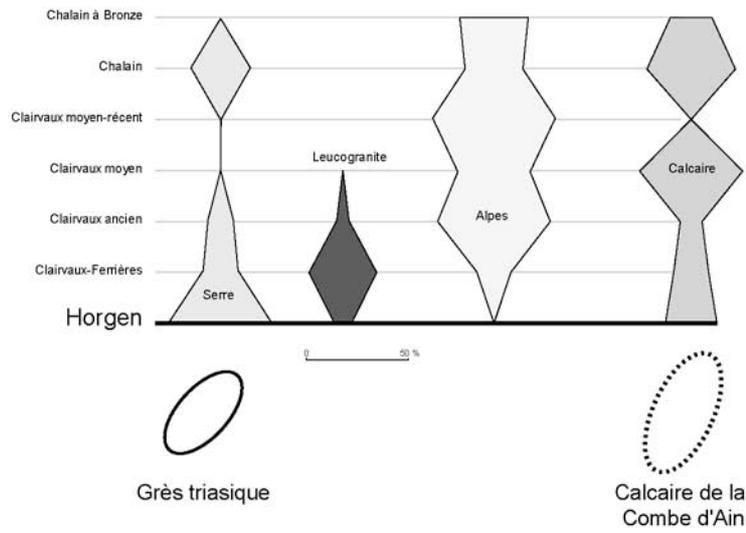


Figure 158 : le réseau d'approvisionnement en matières premières pour l'outillage de mouture au Horgen

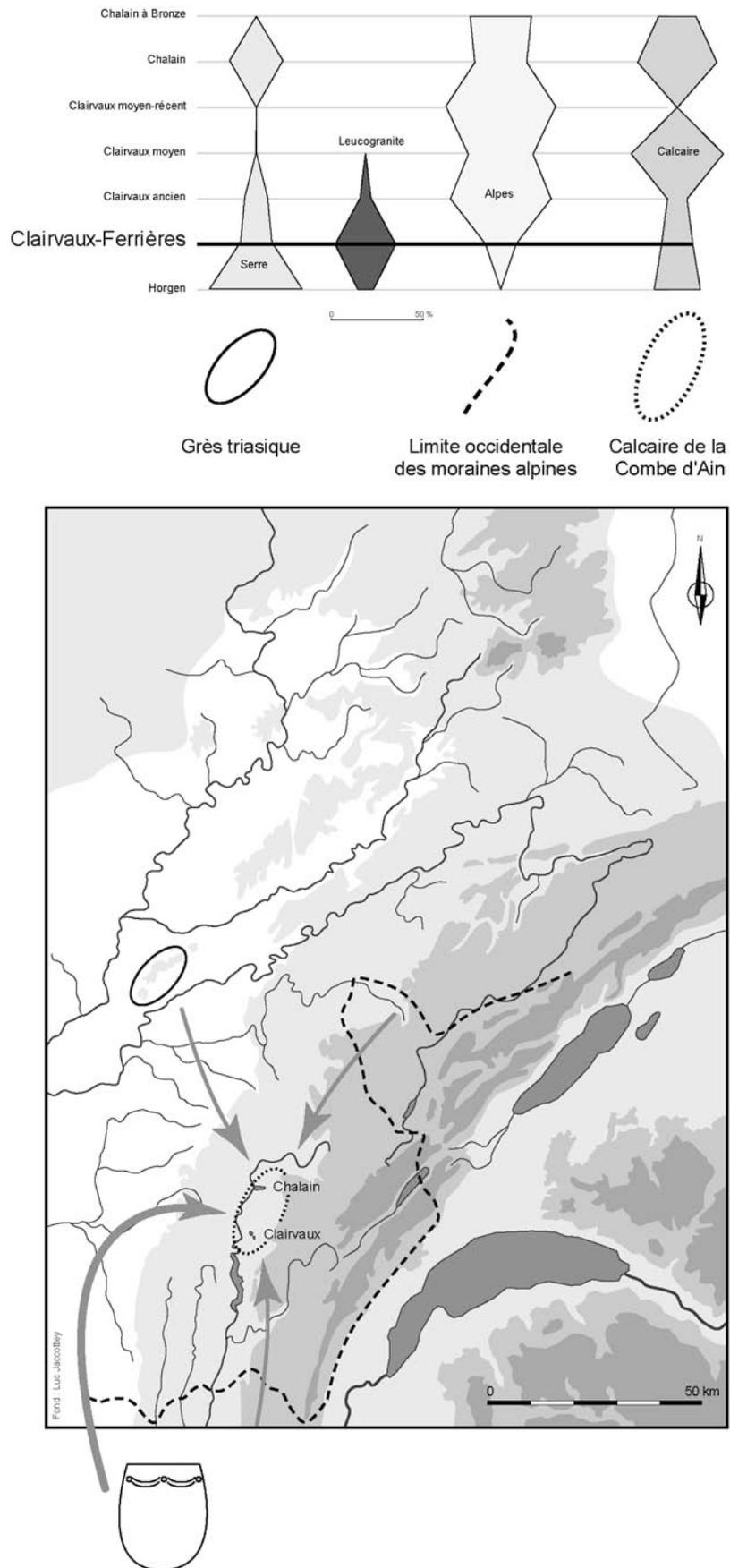


Figure 159 : le réseau d'approvisionnement en matières premières pour l'outillage de mouture au Ferrières

V 2 1 b : *Le Ferrières et les leucogranites*

Il faut tout d'abord remarquer que le Clairvaux-Ferrières, connu uniquement sur les bords du lac de Chalain, est une période représenté par deux villages et six outils de mouture.

Bien que les matières premières type Serre soient encore présentes au Clairvaux-Ferrières, la période est marquée par la prédominance des leucogranites parmi les roches utilisées pour le matériel de mouture et de broyage (fig. 159). La présence des leucogranites est synchronique du changement culturel majeur que constitue l'arrivée des populations Ferrières. Les massifs granitiques du sud de la France, et en particulier de la bordure orientale du Massif Central, constituent donc des gîtes potentiels, les premiers affleurements étant à 90 km à vol d'oiseau de la Combe d'Ain (Martineau *et al.*, 2000). Enfin, les matériaux alpins font leur apparition alors que les calcaires locaux sont toujours présents.

V 2 1 c : *Le groupe de Clairvaux et les matériaux alpins*

Les matériaux alpins, absents au Horgen, se généralisent avec la régionalisation du groupe de Clairvaux (fig. 160). Tout se passe comme si les habitudes des migrants (utilisation de matériaux granitiques) perduraient, avec l'utilisation des ressources granitiques régionales, en l'occurrence les moraines alpines. Ainsi, le phénomène de régionalisation, mis en évidence sur de nombreux artefacts, est également visible sur le matériel de mouture et de broyage, avec l'acquisition de matières premières granitiques régionales.

Au Clairvaux ancien, les leucogranites sont encore présents mais en faible quantité, de même que les matériaux type Serre. Ces derniers sont reconnus majoritairement dans les villages littoraux de Chalain. Il existe même un paradoxe, puisque à Clairvaux, la reconnaissance à l'œil nu n'a pas permis d'identifier de grès type Serre, contrairement à l'analyse en lame mince. En effet, une arkose type Serre a été déterminée à CL IV sup. (n° 2421 20), arkose triasique support d'une meule en NMI. A part cette meule, tous les individus en provenance probable du massif de la Serre sont originaires des sites de Chalain. Il serait alors possible de suggérer que les habitants des deux lacs avaient des réseaux d'approvisionnement différents, les villageois de Chalain utilisant fréquemment des grès triasiques, contrairement à leurs voisins de Clairvaux. Mais la démonstration est loin d'être faite, le nombre de villages Clairvaux ancien étant beaucoup moins important à Clairvaux qu'à Chalain. A Clairvaux, le Clairvaux ancien est connu dans deux villages (CL IV inf. et sup.) sur 108 m² de dépotoirs et où un seul individu en grès triasique est décompté. A Chalain par contre, cinq individus en grès sont identifiés pour 621 m² de dépotoirs. Ainsi, si l'on considère les surfaces correspondant à cette phase chrono-culturelle, il y a autant de matériaux type Serre à Chalain qu'à Clairvaux. Il n'existe donc pas -pour l'instant- de démonstration que les deux lacs aient eu des réseaux d'approvisionnement différents.

A partir du Clairvaux moyen, les matériaux du massif de la Serre et les leucogranites disparaissent totalement. Au Clairvaux moyen, ce sont les calcaires qui semblent « remplacer » ces matériaux gréseux et granitiques exogènes, alors qu'au Clairvaux moyen-récent ce sont les matériaux alpins qui redeviennent majoritaires. Toujours en quantité très importante, tant à Chalain qu'à Clairvaux, les matériaux alpins sont donc bien spécifiques du groupe de Clairvaux.

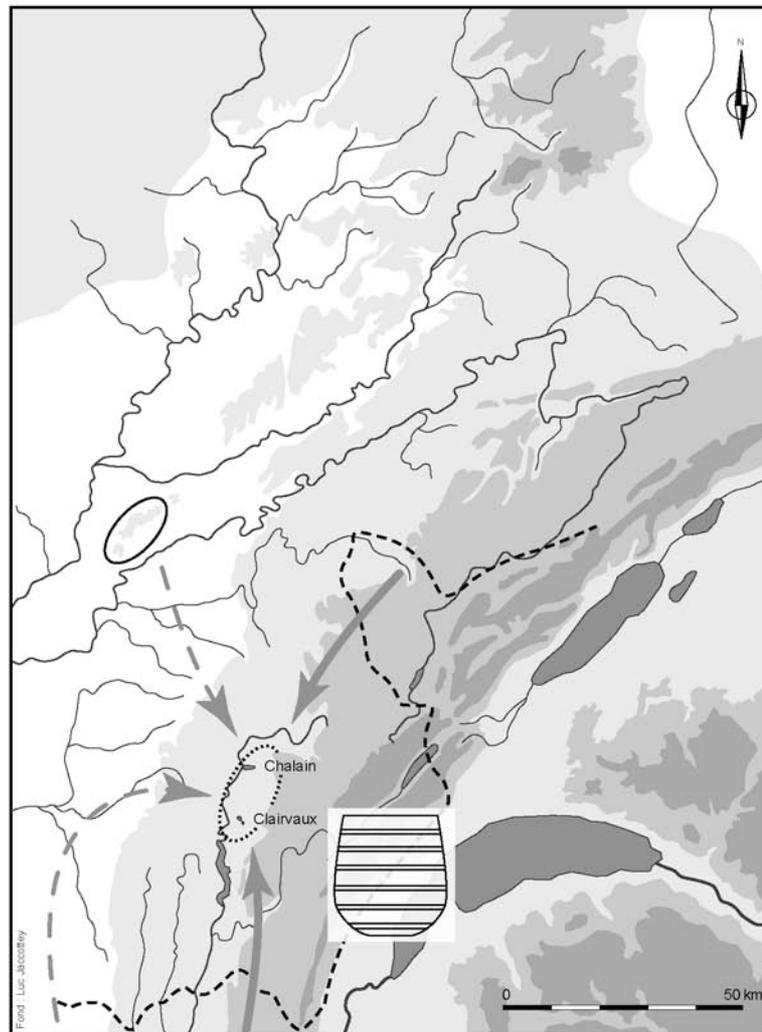
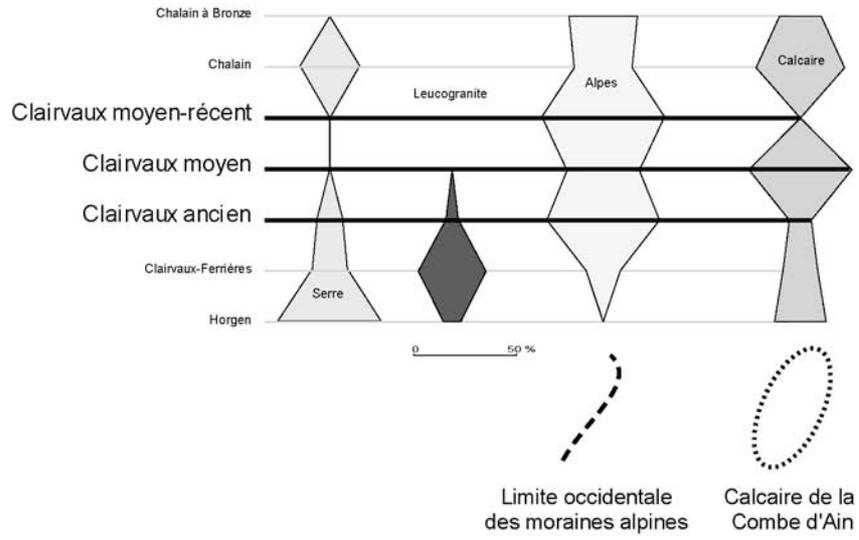


Figure 160 : le réseau d'approvisionnement en matières premières pour l'outillage de mouture au groupe de Clairvaux

V 2 1 d : La fin de la séquence

A partir du groupe de Chalain, soit vers 2700 av. J.-C., les matériaux gréseux et granitiques du type Serre réapparaissent dans les corpus (fig. 161). Ils sont associés à parts égales avec les matériaux alpins et les calcaires. C'est à cette période que sont mises en évidence de nouvelles influences de Suisse occidentale. Il semble donc que ces influences ne remettent pas en cause, au moins sur le matériel de mouture et de broyage, les traditions locales d'utilisation de matériaux alpins et calcaires. Par contre, le retour des matières premières du massif de la Serre n'a pas d'explication aussi claire ; quand bien même on accepterait l'idée que les grès triasiques peuvent provenir d'autres gîtes, comme la côte chalonaise, ces derniers ne sont absolument pas situés sur un axe de passage entre la Suisse occidentale et la Combe d'Ain. Il ne semble donc pas y avoir de lien géographique entre influences orientales et utilisation de grès triasique.

Les matières premières granitiques et gréseuses type Serre, comme au Horgen, sont présentes dans les villages littoraux de Chalain et sont très rares à Clairvaux : il s'agit d'un granite à biotite, présent à CL MM H, attribué à l'œil nu au massif de la Serre. Sans surface active, ce fragment n'est pas décompté comme individu.

Le groupe de Chalain est reconnu sur le site de Chalain 2 / (50 m² de dépotoirs, deux individus) et sur celui de Clairvaux la Motte-aux-Magnins couche HJ (96 m² de dépotoirs, pas de meule en grès). A Chalain, sur une surface de dépotoir de moitié inférieure à celle de Clairvaux, on retrouve deux meules en grès. Il pourrait donc être possible ici de mettre en avant des réseaux d'approvisionnement différents pour les deux lacs. Malgré tout, en toute rigueur il faut bien admettre qu'un fragment de granite type Serre est présent à Clairvaux. Pour la Combe d'Ain, si le massif de la Serre est bien un gîte de matière première principalement exploité par les villageois de Chalain, il n'est pas pour autant totalement inconnu des cultivateurs néolithiques de Clairvaux.

Les réseaux d'approvisionnement ne sont donc pas différents entre les deux lacs, sinon dans la proportion des transferts.

On peut donc dire que le matériel de mouture et de broyage est -au même titre que les autres artefacts- un outil signifiant. Les matériaux utilisés, non contents d'être en partie exogènes, sont aussi le reflet de choix différents selon les phases chrono-culturelles. S'il existe bien un déterminisme de la matière première, il est évident que les critères de choix sont également spécifiques à chaque communauté.

De telles évolutions du choix des matières premières ont déjà été évoquées, notamment pour des outils rotatifs de l'Age du Fer (Pommepuy, 1999). Pour le Néolithique, la sélection des matériaux a également été mise en évidence selon des critères de choix parfois différents d'un site à l'autre (Hamon, 2006). Mais, en France, jamais de telles distances d'approvisionnement (jusqu'à 60 km) n'avaient été encore démontrées ; de même aucune modification des réseaux d'approvisionnement n'avait été mise en évidence sur de si courtes durées (de l'ordre de deux générations). Le choix des matières premières semble davantage avoir été dicté par des phénomènes d'ordre culturel que par les qualités mécaniques des matériaux. Nous sommes là en présence d'un outil -le moulin de type « va-et-vient »- qui participe de la dynamique générale des successions culturelles. Cela étant dit, il faut bien admettre que pour ce type d'étude, les sites lacustres jurassiens sont tout à fait exceptionnels (sites nombreux, bien conservés et très bien calés en chronologie).

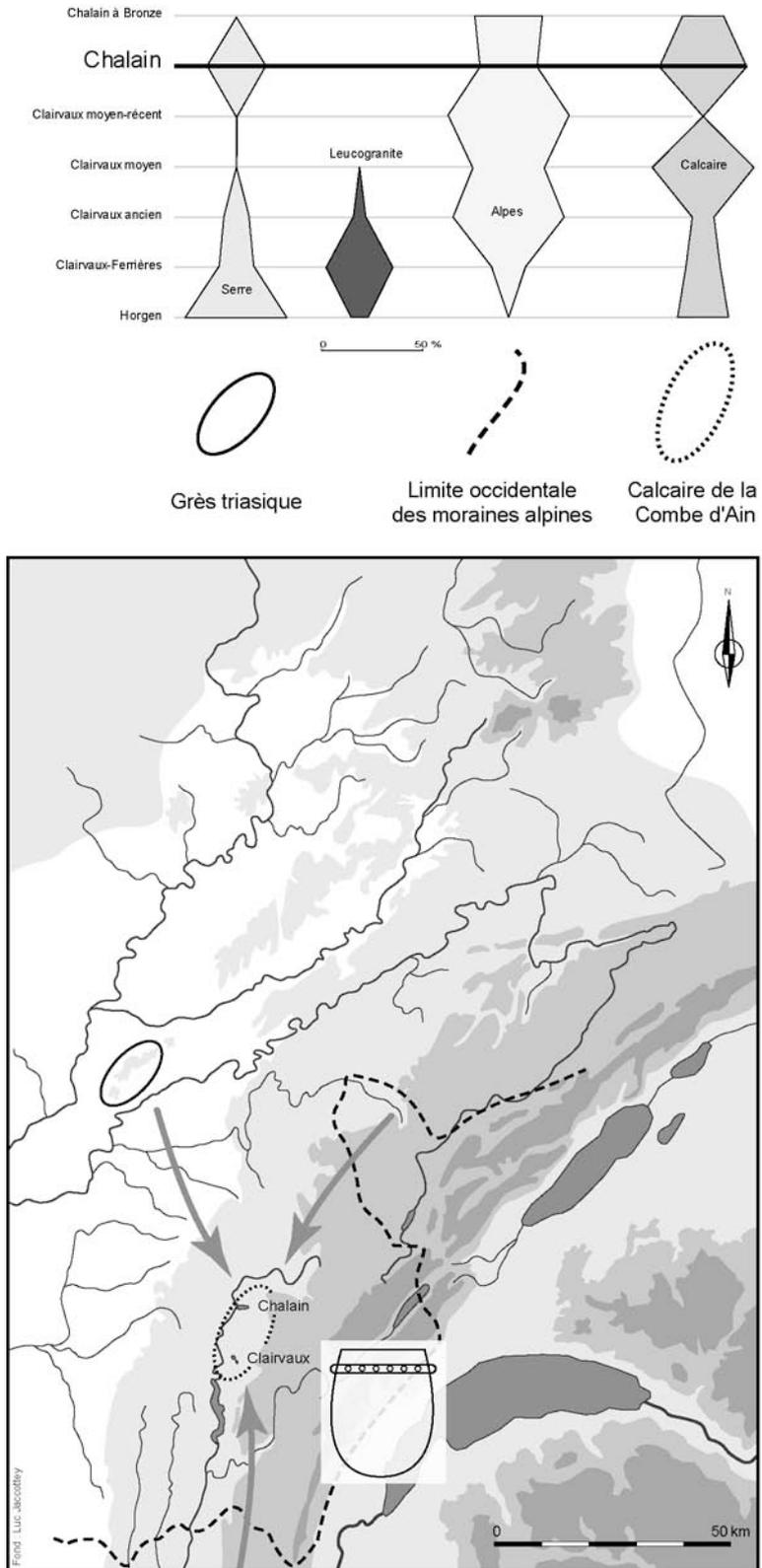


Figure 161 : le réseau d'approvisionnement en matières premières pour l'outillage de mouture au Clairvaux ancien

V 2 2 : Blocs ou ébauches ?

Si nous suivons pas à pas la vie d'un moulin, maintenant que son origine est connue, il faut se poser la question de la forme sous laquelle l'outil arrive au village.

Pour répondre à cette question, nous disposons de deux ébauches en calcaire (CH 2 /6, pl. 10 et CL MM A, pl. 7), qui permettent de constater que la matière première locale est arrivée dans le village sous forme d'ébauche grossière, sans surface active aménagée. Plus encore, l'ébauche en calcaire de CH2/6 pèse 84 kg, et indique un transport de très gros blocs grossièrement bouchardés et régularisés. La présence de ces ébauches en calcaire permet de souligner le statut particulier de la matière première locale, puisqu'un bloc, même ébauché, peut être momentanément délaissé dans l'attente d'une utilisation future (stockage), soit définitivement abandonné parce qu'un autre outil lui est finalement préféré.

L'hypothèse d'une production de meules en calcaire dans la Combe d'Ain pour l'exportation peut être avancée, mais bien vite écartée. En effet, l'énorme ébauche de CH 2/6 a été trouvée sur le chemin entre le village et la terre ferme ; la question se pose alors de savoir dans quel sens elle transitait. Son exportation hors du village est peu probable, étant donné le faible aménagement de l'outil. Cela signifierait l'arrivée d'un bloc brut de plus de 80 kg, un rapide aménagement dans le village pour régulariser grossièrement les surfaces, enfin son départ dans un réseau d'échange : beaucoup de travail pour un outil qui demande encore un investissement important avant utilisation. Il paraît plus probable que la mise en forme grossière ait été réalisée sur le gîte de matière première et que l'ébauche ait été délaissée lors de son transport vers le village.

La seconde ébauche est mise en forme, comme en témoignent sa section et son profil rectangulaires, mais sa surface active n'est pas encore bouchardée. Le bloc d'origine a probablement été mis en forme par enlèvement d'éclats. Donc, si la mise en forme des outils n'est pas entièrement réalisée par bouchardage (qui ne laisse pas de traces mais de la poussière pour la majorité des roches, à l'exception des roches tenaces, qui laissent des écailles), une production de meules en calcaire à l'intérieur des villages produirait des déchets de taille (éclats par exemple). Or l'ensemble, pour ne pas dire l'intégralité des cailloux a été observé lors des différentes fouilles, observations parfois complétées par du tamisage. Si de tels déchets avaient été présents dans les villages, ils auraient été retrouvés, comme au Néolithique moyen, à CL VII niveaux inférieurs par exemple. Or ces déchets de taille sont absents. Les éclats de roches inventoriés comme matériel de mouture et de broyage présentent presque tous un témoin de surface active, polie voire lustrée. Il s'agit donc d'éclats obtenus lors de l'entretien des outils, éclats de ravivage de surface active, de mise en forme lors de l'utilisation, d'abattage d'extrémité... On peut exclure l'hypothèse d'une production de meules en calcaire à l'intérieur des villages littoraux de la Combe d'Ain au Néolithique final.

Concernant les autres matières premières, exogènes, la question du lieu de leur mise en forme peut être abordée de la même façon. L'absence d'éclats de mise en forme et l'existence d'éclats de ravivage des meules, caractérisés par de fines bandes de surface active, est un argument en faveur du façonnage des meules hors des villages.

Pour les outils en matériaux alpins, la présence fréquente de surfaces de bloc morainique indique le choix de blocs naturellement préformés, qui ne nécessitent pas d'aménagement autre que le dressage de la surface active.

Il est important aussi de coupler les études du matériel de mouture et de broyage avec une analyse du « gros lithique », notamment les percuteurs. Dans les villages lacustres de Chalain et Clairvaux, le faible nombre de percuteurs retrouvés (au maximum, un percuteur ou un éclat de

percuteur pour 3 m² pour 10 ans) laisse penser que pour les meules, la majeure partie des étapes de mise en forme et de bouchardage initial, consommatrices de percuteurs, se fait sur le lieu d'extraction (dans le cas de carrières) ou de ramassage.

De plus, nous avons la chance de connaître dans le Jura des minières, zones de production d'outil de type « va-et-vient ». Les ébauches retrouvées dans ces zones d'extraction sont façonnées ; seule la surface active reste à aménager (Jaccottey et Milleville, soumis a et b). Les ébauches de meules retrouvées dans les minières de Malange n'ont pas le gabarit des outils de la Combe d'Ain, qui rappelons-le sont les plus trapus de Franche-Comté (chapitre II, paragraphe 3 1 c). Il y a donc peu de chance que les outils de Chalain/Clairvaux proviennent exactement de ces minières. Néanmoins, il est probable que ces observations soient transposables aux autres zones d'extractions néolithiques. Ainsi, la majeure partie des étapes de façonnage est sûrement réalisée sur les lieux d'extraction ou de ramassage.

Par comparaison, pour la production de lames de hache en pérites-quartz de Plancher-les-Mines (Pétrequin et Jeunesse dir, 1995), les étapes délicates de mise en forme se font dans des ateliers de production aux abords des carrières ; le réseau d'exportation est très développé et des habitats sont en lien avec cette production. Or, malgré les recherches en cours sur le massif de la Serre, peu d'habitats et aucun atelier ne sont reconnus. De plus, le volume des outils est plus important pour des meules que pour des haches ; le transport des blocs vers un habitat pour les mettre en forme paraît peu probable, l'exportation directement depuis la carrière est plus crédible. Ainsi, les blocs seraient mis en forme sur les lieux d'extraction, les ébauches étant les éléments exportés.

Cette observation est à l'opposé de celle réalisée sur les corpus du Bassin parisien, où la présence de blocs bruts (de 1,5 à 3 kg), d'ébauches (de 1,3 à 5,4 kg) et de déchets de fabrication (éclats) atteste des opérations de façonnage des meules et des molettes dans les villages (Hamon, 2006, p. 137). Enfin, il faut noter que c'est lors des premières étapes de façonnage que le risque de bris de l'outil est le plus important ; ce risque est assez faible lors de l'aménagement de la surface active (Hamon, 2006, p. 138). Il semble donc logique, dans le cas d'outil pondéreux, que les étapes les plus risquées soient effectuées sur les gîtes de matière première, afin d'éviter des transports inutiles.

Cette mise en forme généralisée des meules sur les lieux d'extraction est un truisme lorsque l'on parle d'outils rotatifs. Toutes les phases périlleuses de mise en forme, et notamment les perforations centrales et latérales des catilli, se font sur le lieu d'extraction ou dans un atelier proche, pendant l'Antiquité (carrière de Châbles, canton de Fribourg, Suisse, Anderson *et al.*, 2003 ; environs de Saint-Quentin-la-Poterie, Gard, Longepierre, 2006) comme pendant les périodes plus récentes (massif de l'Eifel, Allemagne, Harms et Mangartz, 2002 ; carrière de Vic-le-Comte, Puy de Dôme, Cabazuelo, 2006).

Ainsi, il existe de nombreux arguments, au-delà de la simple considération de poids, pour penser que les outils de type « va-et-vient » arrivent dans les villages de la Combe d'Ain sous forme d'ébauches, ou de préformes naturelles dans le cas de galets morainiques. Ces ébauches devaient être façonnées grossièrement pour les calcaires locaux et probablement largement mises en forme -hormis la surface active- dans le cas des matières premières exogènes non naturellement préformées. Les galets morainiques devaient arriver sous forme de bloc brut, préformes naturelles où seule la surface active doit être aménagée.

Dans les villages, les outils étaient probablement utilisés à l'intérieur des maisons, ce que nous verrons dans un prochain chapitre, puis rejetés selon des modalités particulières qui engendrent des déficits, tant en matière première qu'en nombre d'outils.

V 2 3 : Des déficits à expliquer

Deux types de déficits apparaissent lors de l'étude du matériel de mouture et de broyage : un déficit en nombre d'outils, notamment à la fin de la séquence chronologique, et un déficit en matière première, étant donné le faible poids total du corpus de meules et de molettes de la Combe d'Ain.

V 2 3 a : Un déficit en nombre d'outils

Le premier déficit est celui du nombre d'outils, nombre qui -une fois pondéré- permet de voir une diminution du nombre de meules et de molettes à la fin de la séquence du Néolithique final dans la Combe d'Ain, à partir de 2980 av. J.-C. (fig. 151). Cette diminution à partir du Clairvaux moyen peut être relativisée puisque les chiffres obtenus ne sont pas les plus faibles de la séquence ; ils sont en effet équivalents à ceux de certains villages Horgen ou Clairvaux ancien. Mais ces dernières phases d'occupation du bassin lacustre correspondent à l'augmentation de la part des céréales à partir de CL MM A (Arbogast, Bailly *et al.*, 1997). Ainsi, on aurait donc pu s'attendre à une hausse importante du nombre d'outils de mouture à partir du Clairvaux moyen, or une relation négative semble s'établir entre les deux phénomènes.

On peut alors imaginer à cette période un désintérêt pour le moulin de type « va-et-vient » au profit d'autres outils pour le traitement des céréales.

Les autres outils connus en ethnographie sont les mortiers et les pilons en bois ou en pierre. Après inventaire de tout le matériel lithique pondéreux, j'ai constaté que les mortiers et pilon en pierre n'existent pas dans la Combe d'Ain. Quant aux outils en bois, leur étude par Christophe Bontemps est en cours dans le cadre d'un travail universitaire. Les informations qui suivent proviennent en grande partie de son travail et non de mes propres recherches.

Il apparaît que les outils en bois tels que mortiers et pilons sont extrêmement rares dans les villages de la Combe d'Ain. Il s'agit d'une part de quatre fragments de mortiers en érable (CL III, Baudais, 1986 et CH 21). Pour les pilons, deux fragments sont connus à Chalain/Clairvaux : à CH 4, un pilon double, petit et brûlé, de 40 cm de long est en cornouiller. A CL IV, un bâton en bois totalement brûlé semble être appointé à une extrémité. Mais ces stigmates pourraient résulter de la combustion de l'objet, qui pourrait être un pilon simple (type massue) en noisetier.

Il est évident que les corpus de Chalain/Clairvaux sont très pauvres en couple mortier/pilon. Cette indigence est à l'image des corpus des sites lacustres de l'arc alpin, puisque les comparaisons, notamment pour les mortiers, sont excessivement rares (Ch. Bontemps, com. pers.). Néanmoins les quatre fragments de « mortiers » proviennent de villages postérieurs à 2980 av. J.-C. Une partie du traitement des céréales avec des outils en bois n'est donc pas à exclure dans le cas de la Combe d'Ain.

Cela étant dit, en ethnographie, le couple mortier/pilon est principalement utilisé pour le décorticage, couple reconnu plus efficace que le moulin pour cette opération (Procopiou, 1998). C'est d'ailleurs le dépiquage des céréales avec un couple mortier/pilon qui a été expérimenté par l'équipe de P. Pétrequin (P. Pétrequin, com. pers.). Dans l'arc alpin, au Néolithique, si les céréales étaient décortiquées dans ces récipients en bois, on pourrait s'étonner du faible nombre de ces outils reconnus sur les sites lacustres. Le décorticage des céréales aurait donc pu être réalisé avec d'autres outils, des meules par exemple, si l'on admet que le décorticage est réellement une étape de préparation des céréales, qui peuvent aussi être consommées avec leurs glumes.

Pour en revenir aux collections de la Combe d'Ain, la présence de mortiers n'explique donc pas directement le déficit en meules, puisque la fonction de ces deux couples d'outils peut être différente (décorticage/mouture).

Une autre hypothèse concernant la diminution du nombre (et du poids) des outils de mouture par m² et pour 10 ans est celle d'une modification des modalités de gestion des outils. Par exemple, à partir du Clairvaux moyen, un départ systématique des villageois avec leurs outils pourrait expliquer le faible nombre (et le faible poids) du matériel de mouture et de broyage retrouvé dans les villages. Tel est le cas par exemple à CH 2 A//, village abandonné volontairement, où pour 400 m² fouillés seul un fragment de quatre grammes est attribué au matériel de mouture et de broyage. De la même façon, une réutilisation complète de la matière première des meules et des molettes pourrait être à l'origine de ce déficit, les outils étant volontairement détruits pour récupérer les grains constitutifs de la roche.

Ce type de recyclage de la matière première peut être évoqué non seulement pour la fin de la séquence chronologique, où le déficit en outils est important, mais aussi pour l'ensemble des occupations, où le poids du corpus reste très faible.

En effet, même si l'on considère que seuls 122 outils sont représentés, les 420 kilogrammes du corpus constituent un total bien faible. Ce déficit en poids et en nombre de pièces complètes a déjà été souligné pour les villages de Chalain 3, laissant présager une longue réutilisation des outils en matières exogènes (Pétrequin A.-M., Pétrequin P. *et al.*, 1997). Le phénomène apparaît donc comme récurrent et caractéristique au Néolithique final dans la Combe d'Ain.

V 2 3 b : Un déficit en matières premières

J'ai tenté de quantifier ce déficit en matière première.

Un premier calcul, brutal, consiste à attribuer au NMI un poids théorique : les meules complètes -quel que soit leur type- pèsent en moyenne 18 kg (fig. 26, chapitre II). Dans le corpus de Chalain/Clairvaux, 85 individus sont des meules (fig. 146). Donc le poids cumulé de toutes les meules devrait être de 1530 kg. Les molettes complètes -quel que soit leur type- pèsent en moyenne 2,4 kg (fig. 29, chapitre II) ; 37 individus sont des molettes (fig. 146). Donc le poids cumulé des molettes devrait avoisiner 90 kg. Ainsi, le poids total des 122 outils de mouture devraient approcher 1620 kg. Or la totalité du corpus atteint seulement 420 kg.

Il y a donc un déficit de plus d'une tonne de matière première.

Ce résultat peut être affiné, en prenant en compte les matières premières et le type d'outil.

Pour le grès triasique, probablement importé du massif de la Serre, on décompte 14 meules et une molette pour l'ensemble de la séquence. La molette est complète (pl. 1) et deux meules sont considérées comme entières (pl. 2 et 3) même s'il leur manque quelques fragments. La meule complète remontée de Chalain 19 O (pl. 2) pèse 25 kg. On prendra comme hypothèse que c'est le poids d'une meule ovalaire en arkose en cours ou en fin d'utilisation.

Les 12 autres meules totalisent une trentaine de kilos de grès. Le poids théorique étant de 25 kg, on pourrait s'attendre à retrouver 300 kg de matière première. Ainsi, pour les grès triasiques, le déficit peut être estimé à 270 kg. Pour résumer, il manque les trois quarts du poids des meules en grès triasique (environ 80 kg présents pour 350 attendus).

Le déficit est très important durant le Clairvaux ancien, où chacune des meules en grès triasique est représentée par moins de 200g en moyenne ; au Horgen et au groupe de Chalain, les outils en arkose, à l'exception des outils entiers, sont représentés par environ 4,2 kg de matière première. Malgré tout, il semble bien que la réutilisation des arkoses de la Serre soit un phénomène récurrent à cette période.

A propos des arkoses triasiques, il est intéressant de revenir sur le cas de la meule « entière » en grès, n° 11911 10, CH 19 0, datée du Horgen (fig. 24, chapitre II) et prise comme référence. Cette meule cassée sous l'effet de la chaleur, présente une répartition des fractures en « auréoles » autour d'un noyau central. Ainsi, pour cette meule ovale, épaisse et en cours d'utilisation (voir II 3 1 a), il est évident que sa fin de vie est due à un choc thermique important, le point de température maximale se trouvant sur la surface active. Cette meule était donc en position d'utilisation. Il est impossible qu'un tel choc thermique soit le fait d'un foyer domestique, mais plutôt de l'incendie de la maison dans laquelle elle se trouvait. L'origine de sa matière première est maintenant connue, les grès triasiques ayant de fortes chances de provenir du massif de la Serre, à 60 km à vol d'oiseau des villages littoraux. Le déficit en matière première qui a été mis en évidence s'explique probablement par un réemploi de la matière première. Pour les cultivateurs néolithiques, cette roche présente donc un intérêt particulier, une valeur intrinsèque en tant que roche siliceuse. Cette meule retrouvée brûlée dans une maison de CH 19 0 a donc peu de chances d'avoir été abandonnée volontairement. Il s'agirait donc d'un incendie accidentel.

Le déficit en matière première, évalué pour les arkoses triasiques, peut aussi être estimé pour d'autres roches. Par exemple, le calcul est possible sur les meules ovalaires en roches alpines ; une meule complète de 12 kg provient de CH 2 C (n° 1211 15, pl. 5). Si l'on utilise la même méthode de calcul que pour les grès triasiques, le déficit peut être estimé à environ 290 kg (26 individus pour une vingtaine de kilogrammes au lieu de 312 kg), sans qu'il soit possible de mettre en évidence une évolution de ce déficit, le poids moyen des individus étant peu ou prou toujours égal à un kilogramme. Pour résumer, il manque 90 % du poids des meules en roche cristalline d'origine alpine (environ 35 kg présents pour 324 attendus).

Pour les calcaires, la variabilité de forme des meules est très importante et il n'est pas possible de déterminer sur fragments si l'outil initial est une meule ovalaire ou non. Pour le calcul, j'ai choisi de prendre comme référence non pas une meule ovalaire complète (telle que celle de 28 kg de CL MM J, n° 20121 15, pl. 9) mais le poids moyen des meules complètes en calcaire, tous types confondus, qui s'élève à 12 kg.

Le nombre d'individus en calcaire est de 31, dont 22 meules, dont neuf complètes. 13 individus-meules sont fragmentés, totalisant 18,5 kg, au lieu des 156 kg attendus, soit un déficit de 137 kg environ. Pour un poids total de 200 kg contre 337 attendus, il ne manque « que » 40 % du poids des individus en calcaire. Dans le cas des calcaires, ce chiffre est probablement discutable puisqu'il existe des meules de formes variées et que la référence de 12 kg est théorique. Néanmoins, il faut prendre ce chiffre comme un élément comparatif puisqu'il semble bien que le calcaire soit la matière première la moins réutilisée de l'outillage de mouture ; cette différence de gestion des matières premières a été mise en évidence par ailleurs.

Pour les autres matières premières, aucune meule complète ne peut servir de référence. De plus, le calcul n'a pas été fait sur les molettes, dont le poids maximum est inférieur à 5 kg. Cependant, avec les 64 individus-meules des trois matières premières considérées, on peut déjà expliquer un déficit de 700 kg. Ainsi, il semble bien que l'estimation globale d'un déficit minimum d'une tonne de matière première soit tout à fait réaliste.

Le déficit de matière touche donc toutes les catégories de roches, mais il est plus marqué pour les roches exogènes.

Différentes explications sont possibles. La première est que les villageois seraient partis avec leurs outils lors de l'abandon volontaire des villages. Ce phénomène est possible, à Chalain 4 phase 1 par exemple, où une meule en gneiss très riche en micas est recensée à partir de huit fragments. Or il s'agit pour cinq d'entre eux de petits éclats de taille. Il est parfaitement possible que l'on ne retrouve que les stigmates de l'entretien de cette meule, les éclats étant volontaires, dans le cadre d'un ravivage et/ou d'un remodelage partiel de la surface active. Lors de l'abandon du village, la meule a été emportée par les villageois, et seuls les éclats sont restés sur place.

Mais l'hypothèse d'un départ des habitants avec leurs outils est loin de s'appliquer à l'ensemble des artefacts. Ces derniers présentent très fréquemment des traces de chauffe (fig. 42, chapitre II), et certains ne sont plus que de la poudre calcinée. Ces roches pourraient alors avoir été utilisées comme dégraissant céramique.

V 2 3 c : Des meules dans les céramiques ?

En effet, les études, et notamment la thèse de Rémi Martineau, ont montré qu'au Néolithique final, une partie du dégraissant céramique (inclus volontairement à l'argile) est siliceux. Il s'agit des groupes 2 et 8 nommés marnes à inclusions cristallines, et des groupes 6, 9 et 20 nommés marnes à inclusions de quartz/quartzites (Martineau, 2000, p. 66). Ces quatre groupes sont à distinguer des pâtes cristallines exogènes (groupe 1, 3 et 4), caractéristiques de l'arrivée du Ferrières, pour lesquelles « l'ensemble (des) observations en lame mince montre bien que l'argile et les inclusions sont issues de la désagrégation *in situ* d'un massif cristallin » (Martineau, 2000, p. 50).

Or l'étude géologique présentée chapitre IV montre bien que les gîtes de matières premières siliceuses grenues ne sont pas fréquents dans le Jura calcaire ; mais cette matière première se retrouve pourtant dans les pâtes céramiques. On peut alors penser que les villageois de Chalain/Clairvaux ont utilisé la matière première des outils de mouture arrivé en fin d'utilisation. C'est d'ailleurs une idée proposée par P. Pétrequin (Pétrequin A.-M., Pétrequin P. *et al.*, 1997), que Rémi Martineau développe en indiquant que pour ces pâtes, « il s'agit d'un mélange de marne probablement locales et d'inclusions ajoutées provenant du pilage de meules ou de polissoirs en grès ou en roches magmatiques ». D'après mon étude des matières premières, les dégraissants cristallins retrouvés dans les céramiques des groupes 2, 6, 8 et 9 de Rémi Martineau ne peuvent provenir que de meules, les cortèges minéralogiques décrits ne correspondant à aucun des groupes de roches déterminées sur les polissoirs (notamment la présence fréquente de biotite et de muscovite associées, ou la présence de quartz seul). De plus, l'étude des polissoirs montre qu'ils sont utilisés jusqu'au bout ; il est ainsi peu probable que leur matière première ait été réemployée. Enfin, notons que la protogine du Mont Blanc a été déterminée dans des céramiques provenant de CH 3 VIII et Chalain 4 phase 1 à 3. Bien que ces céramiques aient été classées dans le groupe 1 (Martineau, 2000), soit les céramiques à pâtes cristallines exogènes, l'étude postérieure menée à Fribourg montre que la protogine du Mont Blanc est bel et bien un ajout volontaire à l'argile (Di Pierro et Martineau, 2002). Or cette même protogine est présente dans le village précédent de Chalain 4 phase 2 sous forme de bloc.

Cette hypothèse de réutilisation des roches comme dégraissant céramique pourrait expliquer la survivance des molettes complètes (19 exemplaires). En effet, pour faire du dégraissant céramique à partir d'une meule, il faut la concasser. L'action du feu, qui désolidarise les grains, peut faciliter cette transformation, dans des conditions particulières de chauffe telle qu'une montée en température brutale (pour le granite de la Serre par exemple, 4 heures à 800 °C -dans un four de potier où la montée en température est lente- n'ont pas suffi à altérer le bloc). La quantité de matière récupérée est moindre sur une molette, pour la même quantité de travail (mise en place du foyer, concassage...).

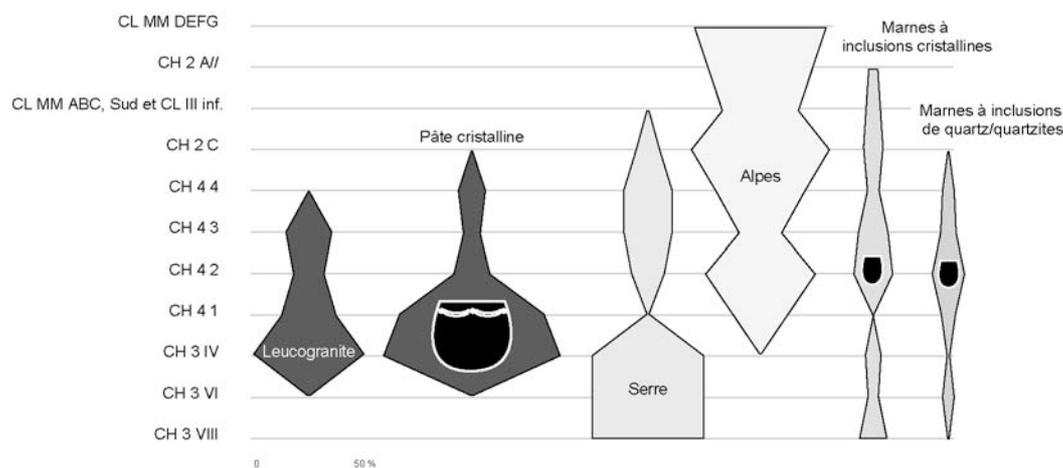


Figure 162 : représentation en fuseaux des principales matières premières exogènes support à l'outillage de mouture (leucogranite, matériaux du massif de la Serre et roches alpines) comparées à la part des pâtes céramiques à éléments exogènes (d'après Martineau, 2000, annexe 3 ; pâte cristalline, groupe 1, 3 et 4 ; marnes à inclusions cristallines, groupe 2 et 8 et marnes à inclusions de quartz/quartzites, groupe 6, 9 et 20). Les vases schématisés à l'intérieur des fuseaux identifient les fuseaux représentant des données issues de l'étude des céramiques. L'étude de la céramique ne concernant pas tous les sites fouillés de Chalain/Clairvaux, ne sont représentés que les sites communs aux deux études

La comparaison entre la part des matières premières exogènes des meules et celle des céramiques est très instructive (fig. 162) :

- le fuseau de la part des leucogranites en NMI pour les meules présente exactement le même profil que celui des pâtes cristallines. Les deux types d'artefact marquent l'arrivée des populations Ferrières. Mais l'origine de nos leucogranites et les gîtes d'argile ne sont pas connus. De plus, dans les céramiques, « les observations pétrographiques montrent que les inclusions proviennent de granites calco-alcalins. D'après Danielle Santallier, les leucogranites peuvent très probablement être exclus » (Martineau *et al.*, 2000, p. 58). Pour ces pâtes, il n'est pas question de réemploi de roches comme dégraissant puisque les inclusions sont naturellement présentes dans l'argile. Par contre, ces pâtes proviennent des abords de massifs granitiques bien différents de ceux des leucogranites. Ainsi, la présence de leucogranites comme marqueur de l'arrivée des Ferrières, mise en relation avec la nature pétrographique des céramiques, permet de resserrer les recherches de l'origine des groupes de culture Ferrières installés à Chalain/Clairvaux, en pistant à présent non pas un massif cristallin calco-alcalin seul, mais associé -à une distance qui reste à évaluer- à un massif de leucogranite. D'après la carte dressée par Rémi Martineau, les affleurements de leucogranites proches de massifs calco-alcalins sont situés dans le Forez et dans le Morvan. Il faudra encore quelques années de travail pour tenter de comprendre les modalités de transfert de population au Ferrières, mais les données se complètent et l'on ne peut que s'en réjouir ;

- les fuseaux représentant la part des céramiques à dégraissant cristallin et quartzeux volontairement inclus dans des marnes (d'origine probablement locale) sont assez étroits, les céramiques présentant ce type de dégraissant étant assez peu nombreuses (maxima à Chalain 4 phase 2, 17 % pour les marnes à inclusions cristallines et 13 % pour les marnes à inclusions de quartz). De plus, ces fuseaux ont tendance à montrer un fond commun, constant, de céramiques à dégraissant siliceux exogènes. Cependant, dans le détail, le profil de ces fuseaux suit la même tendance générale que celui des matériaux granitiques et gréseux support de l'outillage de mouture. Autrement dit, il n'y a pas de complémentarité entre les fuseaux des meules et des céramiques, pas de « transfert de matière » des meules en direction des céramiques. Lorsque ce type de dégraissant est absent, les meules en matière première siliceuse le sont aussi, et lorsque le nombre de meules en matière première siliceuse diminue, cela ne profite pas au dégraissant siliceux. Plus il y a de meules en grès ou en granite, plus on retrouve d'inclusions cristallines dans les céramiques. La réutilisation de la matière première des meules est donc possible, mais en proportion constante. Cette proportionnalité est largement pressentie sur les sites lacustres du Néolithique moyen (P. Pétrequin, com. pers.), où la calcite, dégraissant céramique, se retrouve sous forme de blocs d'autant plus nombreux que la part des céramiques dégraissées à la calcite est importante.

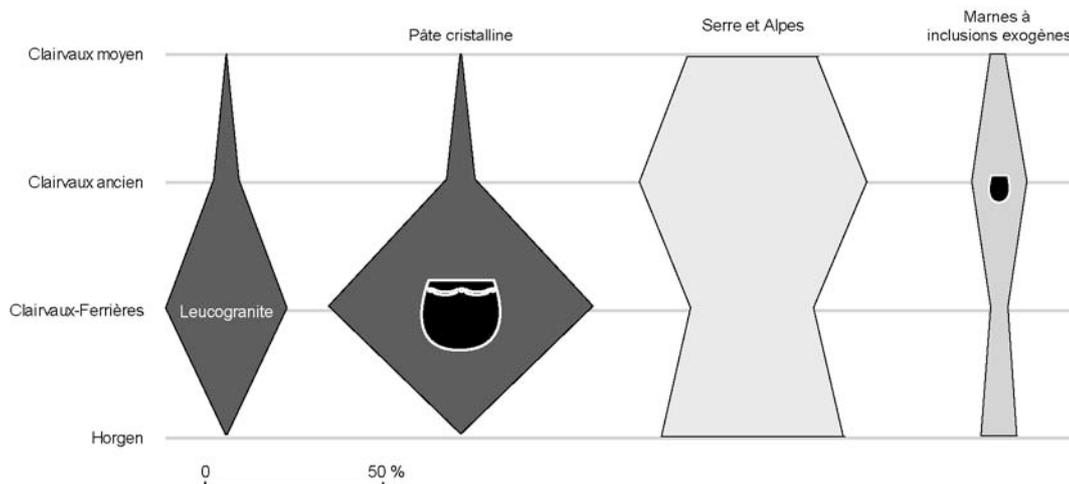


Figure 163 : représentation en fuseaux des principales matières premières exogènes support à l'outillage de mouture (leucogranite d'une part et matériaux granitique et gréseux cumulés d'autre part) comparées à la part des pâtes céramiques à éléments exogènes (d'après Martineau, 2000, annexe 3 ; pâte cristalline, groupe 1, 3 et 4 ; marnes à inclusions exogènes, groupe 2, 6, 8, 9 et 20) par phase chrono-culturelle. Les vases schématisés à l'intérieur des fuseaux identifient les fuseaux représentant des données issues de l'étude des céramiques

La similitude des fuseaux est encore plus visible lorsque l'on prend en compte non plus les villages mais les phases chrono-culturelles (fig. 163). Sur ce graphique, les matériaux alpins et issus du massif de la Serre sont additionnés pour les meules, et les deux fuseaux des marnes à inclusions exogènes ont été regroupés. Il en ressort que :

- les leucogranites et les pâtes cristallines d'une part
- les roches exogènes support aux meules et les marnes à inclusions exogènes d'autre part forment des couples de fuseaux à profil identique.

Ainsi, on observe pour le Clairvaux-Ferrières une étonnante synchronisation entre les deux types d'artefacts exogènes, et concernant les marnes à inclusions exogènes, elles varient dans les mêmes proportions que l'outillage de mouture en roches exogènes ; les fuseaux ne sont en aucun

cas complémentaires, comme on aurait pu s'y attendre dans le cas d'un transfert de matière première.

Pour valider la non-complémentarité des fuseaux « meules » et des fuseaux « céramiques », j'ai représenté figure 164 les fuseaux des matières premières des meules en poids. En effet, un raisonnement à partir du pourcentage du NMI reste abstrait, ce qui est gênant lorsqu'il s'agit de réfléchir à des quantités de matière première. Pour CH 2 C par exemple, les roches d'origine alpine représentent 88 % du poids du corpus d'outils de mouture du village. En poids, les matériaux du massif de la Serre et les matériaux alpins se complètent. Par rapport aux céramiques, la comparaison avec le poids de l'outillage de mouture confirme la tendance : lorsque le poids total de meule restant est faible, les dégraissants exogènes sont peu présents. Or une hypothèse de réutilisation des grains des roches des meules comme dégraissant céramique impliquerait un « transfert de matière », qui devrait apparaître sur le graphique : un fuseau s'élargirait pendant que l'autre s'amincirait, ce qui n'est pas le cas. De plus, j'ai noté pour chaque village le nombre de céramiques prises en compte : lorsque le nombre des céramiques dégraissées avec des matériaux siliceux est faible, le poids de matière première des meules est faible lui aussi ; les fuseaux s'amincissent conjointement. Une estimation brutale de P. Pétrequin serait qu'une meule réduite en poudre peut servir à dégraisser grosso modo une quinzaine de céramiques. Or une soixantaine de vases appartiennent à la catégorie des marnes à inclusions exogènes. Environ 4 meules seraient donc nécessaires pour fournir le dégraissant, soit en théorie entre 50 et 100 kg de matière première -le poids d'une meule en grès étant estimé à 25 kg et celui d'une meule en roche alpine à 12 kg (voir paragraphe précédent).

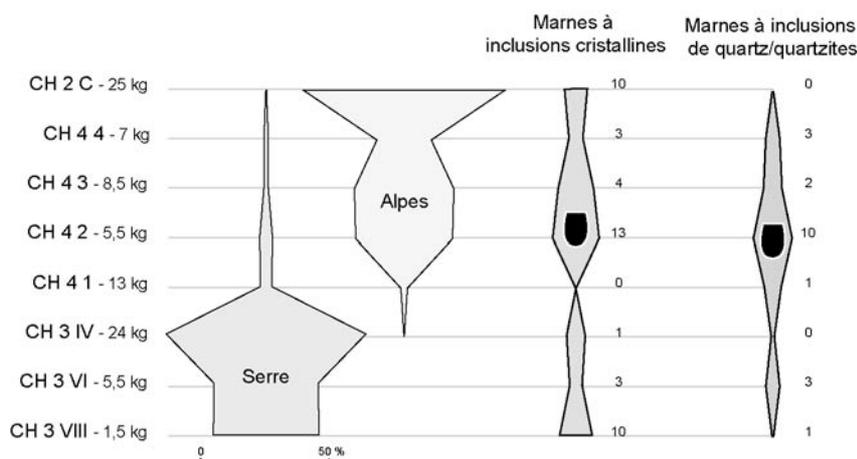


Figure 164 : représentation en fuseaux du poids des matériaux du massif de la Serre et des roches alpines support de l'outillage de mouture, comparés à la part des pâtes céramiques à éléments exogènes (d'après Martineau, 2000), entre le Horgen et le Clairvaux ancien. Les vases schématisés à l'intérieur des fuseaux identifient les fuseaux représentant des données issues de l'étude des céramiques

Ainsi, le recyclage de l'outillage de mouture en dégraissant céramique est possible. Les phases minérales incluses volontairement dans les poteries peuvent provenir des roches utilisées pour les meules. Mais les roches peuvent avoir été amenées dans les villages sous forme de blocs et non de meules. La démonstration ne sera à mon avis jamais complète, car elle consistera à déterminer un morceau de surface active de meule sur un grain de dégraissant céramique !

Imaginons tout de même que le recyclage soit réel. Le déficit en poids des meules, estimé à une tonne, ne pas être totalement expliqué par un recyclage des minéraux constitutifs des roches dans les céramiques. D'une part aucun transfert de matière n'est visible : lorsque le poids des meules restant est faible, la quantité de céramiques ayant pu bénéficier de cette matière première

manquante est lui aussi faible. D'autre part, même si toutes les céramiques à inclusions exogènes étaient « dégraissées à la meule », cela n'expliquerait que 10% du déficit en poids des outils de mouture.

V 2 4 : Le cas des calcaires

Revenons au cas particulier des calcaires, un matériau particulier dans l'outillage de mouture puisque tous les artefacts en calcaire sont des outils complets ou de gros fragments. Cette matière première, locale, constitue un fonds commun non pas à tous les villages, puisque six sur 17 ne l'utilise pas pour leurs meules ou leurs molettes, mais commun à toutes les phases chrono-culturelles. Néanmoins, les calcaires sont plus abondants dans certaines phases.

On remarque sur le graphique de la figure 165 que la part des calcaires est très variable d'une phase à l'autre, et que la première augmentation importante intervient après le Clairvaux ancien, phase de croissance démographique importante. Il est alors possible de suggérer que les besoins en outils de mouture augmentent pour subvenir aux besoins d'une population de plus en plus nombreuse. Or il semble bien que l'approvisionnement en matériaux exogènes ne soit pas si simple, puisque suite à la croissance de la population, les villageois font appel à la matière première locale. La seconde augmentation importante de l'utilisation des calcaires est également à mettre en relation avec une augmentation de la population, mais ce phénomène est statistiquement assez peu valable puisque le raisonnement ne porte, pour le Clairvaux moyen-récent que sur cinq individus et pour le groupe de Chalain sur huit individus, dont quatre en calcaire.

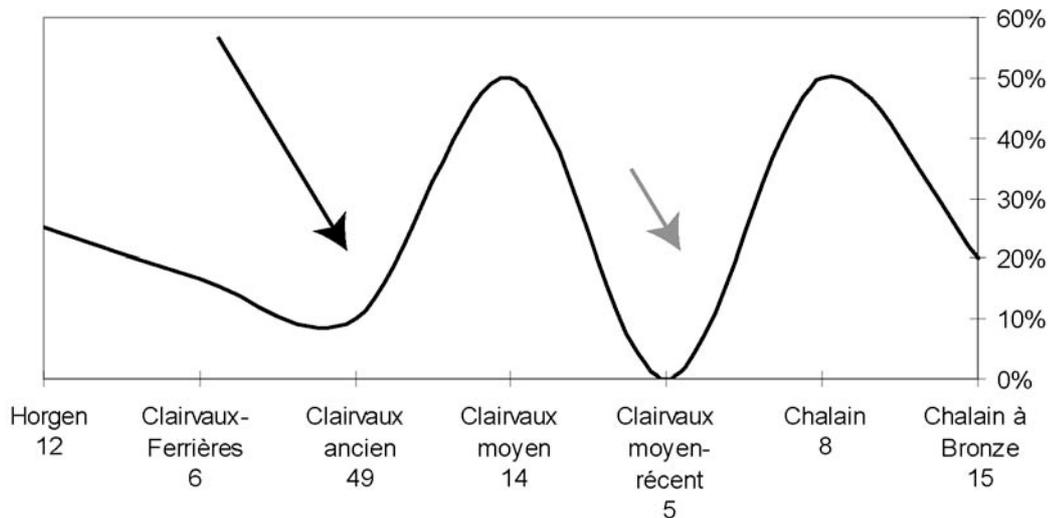


Figure 165 : part des calcaires, en NMI, par phase chrono-culturelle.

Les deux pics d'utilisation des calcaires, au Clairvaux moyen et au groupe de Chalain, font suite à des phases d'augmentation de population (indiquées par des flèches)

Le calcaire, matière première locale peu réutilisée, est d'autant plus employée pour l'outillage de mouture que le nombre d'habitants autour des lacs augmente. Ainsi, il est possible de parler de **matière locale d'appoint**, d'autant plus utilisée que les villageois sont nombreux, et rejetés sans autre forme de procès lorsque l'outil n'est plus jugé utile.

L'utilisation des calcaires pour l'outillage de mouture serait donc révélatrice du fonctionnement des réseaux d'approvisionnement, sans lien direct avec l'appartenance culturelle des populations.

Selon cette logique, la disparition du calcaire dans le matériel de mouture et de broyage, à CH 4 phase 2 ou CH 3 IV par exemple, pourrait s'expliquer simplement, le calcaire n'étant pas nécessaire dans ces villages, soit parce que la population est peu nombreuse et qu'il y a suffisamment de meules par les réseaux d'approvisionnement (CH 4 phase 2), soit parce que des gens arrivent d'ailleurs et viennent avec leurs meules (CH 3 IV), où la population est là aussi faible.

V 3 : Le lithique pondéreux de la Combe d'Ain au Néolithique final

V 3 1 : Un réseau de plus ?

Nous avons distingué deux sphères d'approvisionnement en matière première utilisées au Néolithique : les provenances locales (aller/retour à la source dans la journée) et régionales, et les provenances lointaines (chapitre I paragraphe 3 2). Nous allons maintenant voir si les réseaux mis en évidence avec le lithique pondéreux s'inscrivent dans ces réseaux reconnus pour d'autres matériaux (silex, argile, ...).

V 3 1 a : Matériaux locaux

A l'échelle de la Combe d'Ain, une zone d'approvisionnement régional en accès direct a été définie ; de cette zone provient une partie des artefacts du lithique pondéreux.

Sur le territoire défini en accès direct (fig. 166), j'ai symbolisé les calcaires locaux par un cercle en pointillé. Malgré cette distance minimale, notamment pour les calcaires du Jurassique moyen de la côte de l'Heute, la zone d'approvisionnement direct est susceptible de fournir la totalité des matériaux calcaires utilisés.

Les calcaires d'origine locale sont utilisés pour les meules, les polissoirs, les percuteurs et sont les seuls matériaux support des blocs-enclumes.

Les subarkoses type Mièry, ou « grès de Boisset », utilisées pour les polissoirs, se trouvent en limite de la zone, au nord et au nord-ouest. Il semble possible désormais d'inclure la zone de Mièry au territoire défini, probablement en accès direct pour les villageois de la Combe d'Ain. A l'inverse, l'accès direct aux affleurements de Saint-Thiébaud n'est pas évident, puisque des éléments attribuables au Néolithique final ont été retrouvés sur la commune de Salins les Bains, matériel attestant d'une potentielle occupation contemporaine à celle de la Combe d'Ain.

Enfin, les quartzites laiteux potentiellement utilisables comme percuteurs peuvent provenir de la région de Crotenay, au nord de la Combe d'Ain. Les affleurements purbeckiens aux environs du lac de Narlay, ne sont pas cartés car bien que mentionnés dans la littérature (Girardot, 1890) les gisements primaires ne sont pas connus. J'ajoute comme gîte potentiel les cailloutis de la forêt de Chaux. S'ils sont totalement hors de la zone définie, ils se trouvent cependant sur le trajet entre les lacs et le massif de la Serre.

L'étude du lithique taillé a mis en évidence deux zones d'approvisionnement : Chalain est en partie tourné vers la chaille d'Ivory, près de Salins-les-Bains, alors que Clairvaux est tourné vers le silex de Lains, les deux gîtes étant respectivement à 30 km des villages littoraux.

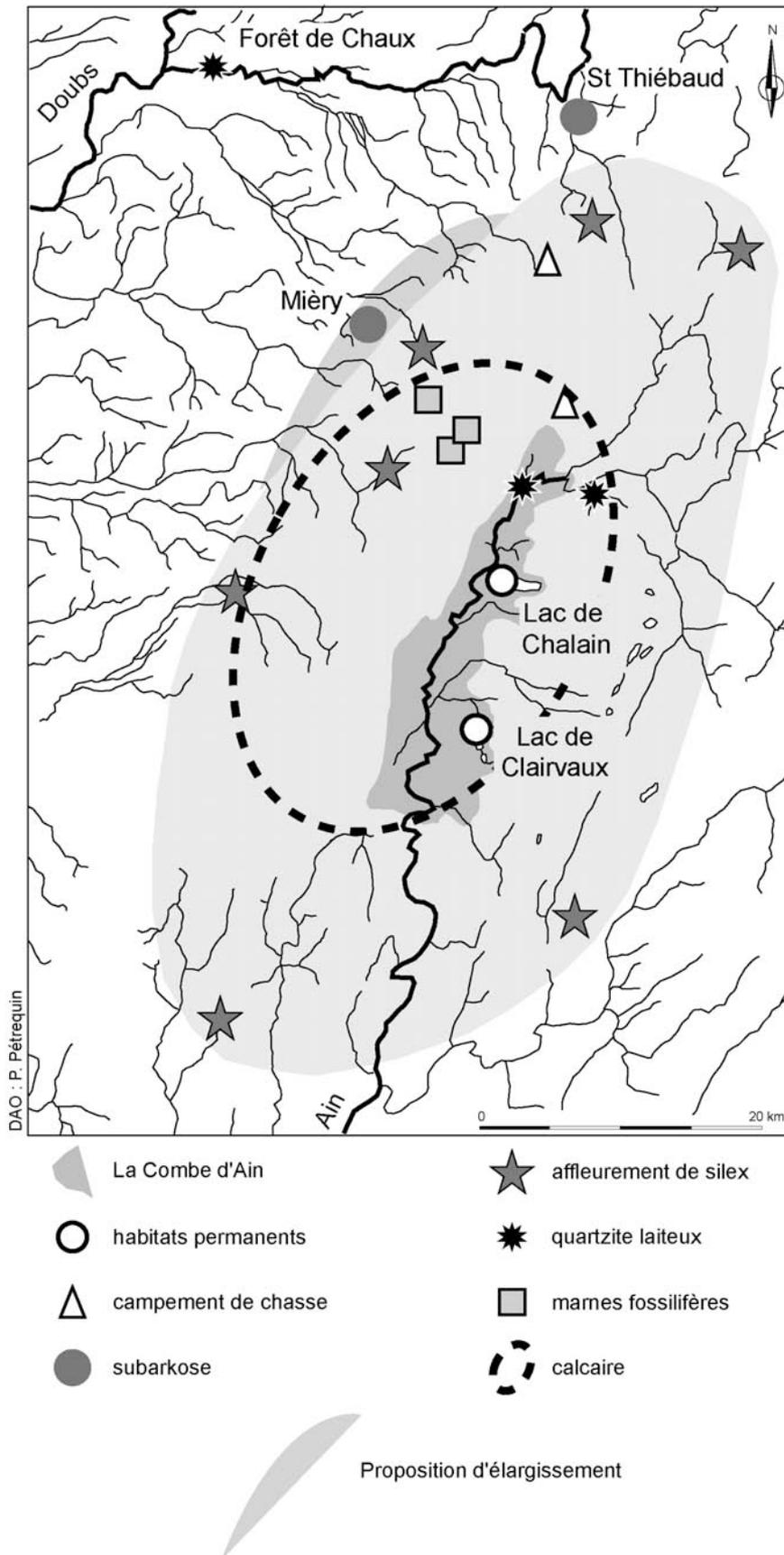


Figure 166 : zone d'approvisionnement en accès direct pour la Combe d'Ain, d'après Pétrequin, Magny et al. (2005) ; DAO P. Pétrequin. L'étude du lithique pondéreux permet de préciser une zone d'approvisionnement en calcaires locaux autour des sites (cercle pointillé), d'indiquer deux gîtes de subarkoses supports des polissoirs et un gîte potentiel de percuteurs en quartzite laiteux.

L'étude du lithique pondéreux ne permet pas de mettre en évidence de sphère privilégiée. Les subarkoses sont présentes aussi bien à Chalain qu'à Clairvaux. Dans la Combe d'Ain, les calcaires sont par définition ubiquistes. Seule se pose la question des percuteurs en quartzite laiteux, qui sont majoritaires à Clairvaux avant de l'être à Chalain. Or les gîtes potentiels sont situés plutôt au nord de la Combe d'Ain. Nous avons déjà vu qu'il est possible d'envisager un gîte de quartzite au sud du département, mais ce gîte -s'il existe- est à l'heure actuelle inconnu. Il n'existe donc pas pour l'instant d'argument en faveur de réseaux d'approvisionnement en matière première locale différents selon le bassin lacustre, contrairement à ce qui se passe pour le lithique taillé.

Enfin, une des hypothèses pour la provenance d'un calcaire à microcodium de CL MM D (artefact n° 2082 09, polissoir sur plaquette sombre) serait la région de Lains, au sud du lac de Clairvaux. Le silex de Lains étant régulièrement exploité par les villageois, il n'est pas étonnant que les mêmes villageois aient également exploité les calcaires de la région.

V 3 1 b : Matériaux régionaux

Hors de la zone définie en accès direct, d'autres matériaux régionaux ont été exploités. C'est le cas du silex de Glamondans, près de Baume-les-Dames (vallée du Doubs), retrouvé dans les villages de CH 3 et CH 4 (Affolter, 2002, p. 196). La présence de ce silex à partir de 3200 av. J.-C. constitue un des arguments forts pour privilégier l'arrivée des populations Horgen par la Trouée de Belfort. Le réseau mis en évidence au Horgen par la présence de grès et de granite en provenance probable du massif de la Serre conforte cette hypothèse d'une arrivée Horgen par le nord de la région et non -ou pas seulement- par le plateau suisse.

Que les horgens se servent de gîtes de matières premières présents sur leur parcours n'est d'ailleurs pas une caractéristique de la Combe d'Ain. Par exemple, les approvisionnements en silex dans la région des Trois Lacs en Suisse sont totalement modifiés au Horgen et proviennent maintenant de gîtes entre Zurich et Bienne, c'est-à-dire de « gîtes se situant à proximité de la zone d'origine de cette civilisation » (Honegger, 2001, p. 83), avec en particulier le gîte du silex de Malm de la région d'Olten (silex 101 et 102, Affolter, 2002) présents dans tous les sites du Plateau suisse étudié par Jehanne Affolter et appartenant à la période 3400 à 2800 av. J.-C.

Les matériaux alpins déterminés sur le matériel de mouture et de broyage sont des matières premières régionales. Disponibles dans les moraines à 50 km, les blocs peuvent être apportés dans les villages à la faveur d'un déplacement en direction du Plateau suisse ou des Alpes. Le trajet pour atteindre ces moraines n'est pas inconnu des villageois ; rappelons qu'entre 3200 et 2900 av. J.-C., 60 à 70 % des lames de haches de la Combe d'Ain proviennent de deux sources, le Mont Viso et le Val Pellice, en Italie du Nord. Le réseau d'approvisionnement mis en évidence pour les meules d'origine alpine fait donc partie de réseaux reconnus par les archéologues.

Enfin, concernant les réseaux à plus grande distance, rappelons la présence d'une meulière à Characées, artefact de CH 3 IV, (artefact n° 1321 09). Sa provenance la plus probable est le Bassin parisien au sens large, soit environ 300 km à vol d'oiseau au nord-ouest de la Combe d'Ain. Des artefacts en provenance du nord-ouest sont connus sur les sites lacustres jurassiens ; il s'agit en particulier des silex de l'Yonne (à 250 km), présent à CH 3 (Affolter, 1997), puis du silex du Grand-Pressigny (Indre et Loire) présent à CH 4 dès la phase 2, à plus de 400 km des affleurements (Affolter, 2002). L'origine lointaine de cette roche appelée meulière, si elle se confirme, conforte bien l'existence de ces réseaux d'échange en direction du nord-ouest. Autrement dit, il ne serait pas si étonnant de retrouver des roches d'origine lointaine dans des villages qui s'inscrivent dans des réseaux de transfert à longue distance.

Ainsi, les réseaux d’approvisionnement des matériaux utilisés pour les meules, les molettes, les polissoirs et les percuteurs sont tous peu ou prou intégrés à des voies de transfert utilisées pour d’autres matériaux. La détermination de l’origine des matières premières du matériel lithique pondéreux permet :

- à un niveau local, de proposer un élargissement de la zone d’approvisionnement direct, qui prendrait en compte les régions de Poligny et de Salins ;
- à un niveau régional, de conforter l’hypothèse d’une arrivée des population Horgen par la Trouée de Belfort.

V 3 2 : Complémentarité des outils ?

Ne disposant pas encore des éléments nécessaires à une large synthèse des données sur Chalain/Clairvaux, qui nécessite un véritable travail collectif et interdisciplinaire, je n’aborderai ici que quelques points concernant les relations entre artefacts du lithique pondéreux.

	Site	Meules NMI	Meules artefacts	Polissoirs	Percuteurs	Blocs enclumes
Chalain à Bronze	CL MM K	3	3	2	1	
Chalain	CH 2 /2,3 5 et 6	2	2			
	CL MM JH	2	4	3	3	
Cl. moyen-Récent	CL MM D,E,F et G			21	8	
Clairvaux moyen	CL MM ABC...	7	14	3	8	1
Clairvaux ancien	CH 2 C	3	3	2	1	3
	CL IV sup.				1	
	CH 4 4	1	1		4	9
	CH 19 HK		2	2	21	12
	CH 4 3	1	1		3	5
	CL IV inf.				2	
	CH 4 2				32	10
Clairvaux- Ferrières	CH 4 1	1	1			3
	CH 3 IV		2		2	1
Horgen	CH 3 VI	1	1	8	3	3
	CH 19 O	1	1	7	1	1
	CH 3 VIII	1	1	24	4	4

Figure 167 : le calcaire dans les villages. Décompte des outils lithiques pondéreux en calcaire, par catégorie typologique et par village. Seules les occupations de CL IV sont quasiment dépourvues d’outils en calcaire

La première remarque concerne la présence quasi-systématique des supports calcaires dans les villages. Seuls six villages sur 17 ne possèdent pas d’outils de mouture en calcaire (en NMI, fig. 167). Ce chiffre tombe à quatre si on prend en compte le nombre réel d’artefacts : CL MM DEFG est un village où, bien qu’aucune meule en calcaire ne soit présente, de nombreux polissoirs sont en calcaire ; à Chalain 4 phase 2, il n’y a aucune meule et aucun polissoir n’est en calcaire, par contre les percuteurs en calcaire et les blocs enclumes sont nombreux ; quant aux deux villages de CL IV, on ne décompte respectivement qu’un et deux percuteurs en calcaire. Il faudrait alors considérer ces occupations, les seules à Clairvaux fouillées et datées du Clairvaux ancien, comme originales pour la gestion des matériaux support de l’outillage lithique pondéreux, puisque quasiment tous sont siliceux, c’est-à-dire au moins régionaux.

Excepté ces deux cas, la matière première locale est toujours utilisée comme support à l'outillage lithique pondéreux.

Revenons aux relations qui peuvent exister entre les différentes catégories d'artefacts. Les blocs-enclumes, dont la fonction (fracturation d'os) est symptomatique de consommation importante de moelle osseuse au Clairvaux ancien, sont des éléments très particuliers de la culture matérielle et ne peuvent être mis en relation directe avec d'autres éléments du lithique pondéreux.

Les polissoirs sont eux aussi des éléments particuliers de la culture matérielle. Ils sont utilisés dans de nombreuses chaînes opératoires qu'il serait fastidieux d'énumérer. De plus, l'étude de leur matière première n'apporte pas beaucoup d'eau au moulin, bien qu'il puisse exister une complémentarité fonctionnelle entre les deux principales matières premières siliceuses (dans la chaîne opératoire de production des lames de hache par exemple : mise en forme de l'ébauche avec des roches dures type subarkose, finition avec des roches plus tendres type grauwaacke).

La relation entre percuteurs et outils de mouture est plus évidente. En effet, sur les rives du lac de Chalain en particulier, il est possible de mettre en relation l'augmentation de la part des percuteurs en quartzite laiteux et l'utilisation massive de matériaux alpins.

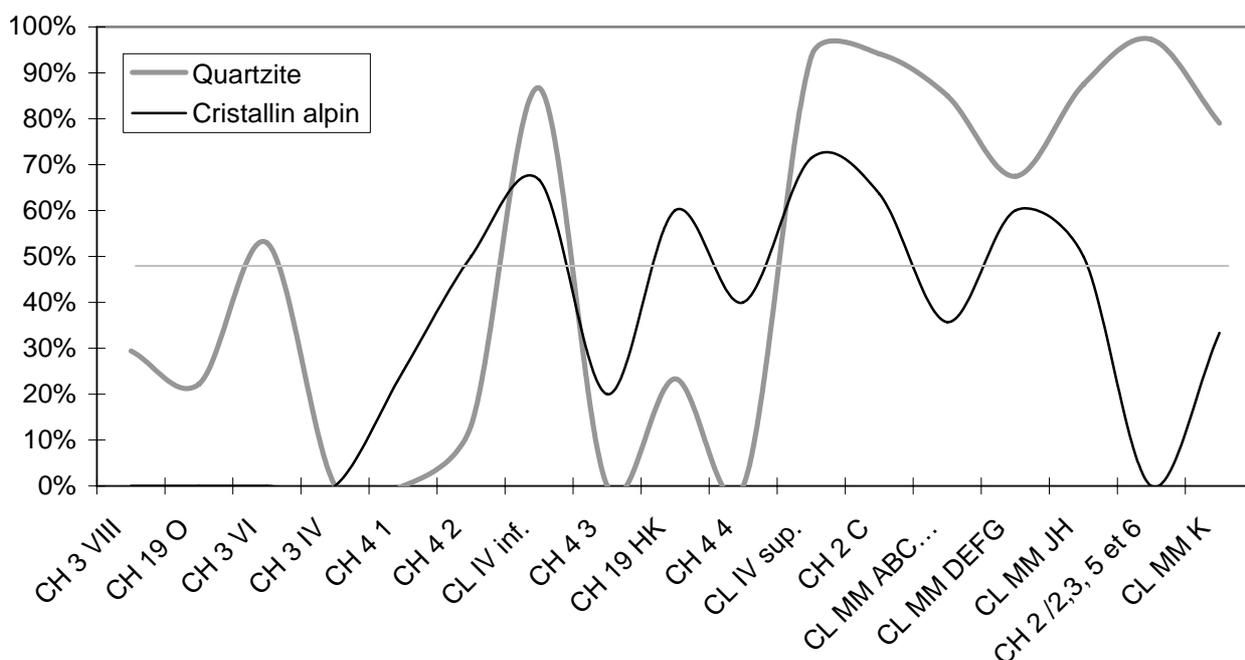


Figure 168 : comparaison de la part des percuteurs en quartzite laiteux et de la part des meules en roches alpines. Il y a corrélation entre la présence des percuteurs durs et l'utilisation de meules en roche cristalline

Les outils de mouture en roche alpine, absents au début de la séquence Néolithique final de la Combe d'Ain, apparaissent avec l'arrivée de populations Ferrières, à Chalain 4 phase 1 et 2, puis leur proportion atteint presque de 70 % à CL IV inf (fig. 168). Après avoir été présents au Horgen, les percuteurs en quartzite sont -eux aussi- totalement absents des villages de la transition Clairvaux-Ferrières. Ils reviennent timidement à Chalain 4 phase 2, pour atteindre 90 % à CL IV inf. Après ce pic commun aux deux types d'artefacts, les deux courbes suivent une évolution assez semblable : diminution des deux types d'artefacts à Chalain 4 phase 3 et 4, nouveau pic à CH 19 H/K. Puis, jusqu'au Clairvaux récent et même jusqu'au CL MM JH, la part des meules en roche alpine est toujours supérieure à 40 % ; celle des percuteurs en quartzite ne

descend jamais sous le seuil des 60 %. La rupture se produit à CH 2/, où aucune meule en roches alpines n'est connue et où les percuteurs sont tous en quartzite laiteux.

Il est ainsi possible que le choix des matériaux cristallins alpins ait entraîné une prédilection pour des percuteurs mieux adaptés, non plus en calcaire relativement tendre, mais en quartzite laiteux, matériau siliceux et résistant. Il est évident que les percuteurs n'ont pas pour seule fonction la mise en forme ou l'entretien des meules ; néanmoins, le lien entre les deux types d'outils méritait d'être souligné.

V 4 : Mise en perspective, quid du Néolithique moyen ?

Les collections du Néolithique moyen ont été prises en compte récemment avec les fouilles de CL XIV et CL VII, afin de souligner les éventuelles variations chronologiques de l'outillage lithique pondéreux de la Combe d'Ain. Il s'agit de CL MM V, CL VII et CL XIV, trois villages auxquels il faut ajouter le site Port-Conty de CL II/IIbis.

V 4 1 : Matières premières et réseaux au Néolithique moyen

L'étude des matières premières pour le Néolithique moyen a été réalisée uniquement à l'œil nu.

Le matériel de mouture et de broyage du Néolithique moyen est exclusivement en calcaire. Aucune matière première exogène n'a été reconnue. A CL XIV par exemple, le matériel de mouture et de broyage en calcaire est souvent fragmenté. La gestion des matières premières est donc différente de celle du Néolithique final, où les outils en calcaire sont fréquemment complets.

Une partie des polissoirs est en grès, mais les grauwackes sont rares. En l'absence de lame mince, les grès sont souvent indéterminés, à l'exception de quelques subarkoses, dont les faciès macroscopiques sont facilement identifiables.

En ce qui concerne les percuteurs, leur étude (chapitre III, paragraphe 2 2) et surtout leur comparaison avec percuteurs du Néolithique final nous montrent qu'ils sont en moyenne plus petits et plus légers, et plus volontiers en calcaire qu'en quartzite laiteux, même si à CL VII, les quartzites sont majoritaires.

La comparaison des séries du Néolithique moyen et du Néolithique final met en évidence l'apparition, au Néolithique final, de percuteurs de gros module, supérieurs à 1 kg et/ou à 15 cm de longueur, qui n'étaient pas présents aux périodes précédentes.

Il est possible de voir, dans la présence de percuteurs de dimensions et de poids inférieurs au Néolithique final une conséquence de l'utilisation exclusive de calcaire comme support de l'outillage de mouture. En effet, de la même façon que l'utilisation des percuteurs en quartzite laiteux pourrait être reliée à la présence de meules en roche alpine tenace, il est possible de suggérer qu'au Néolithique moyen, les percuteurs n'avaient pas besoin d'être massifs ou lourds pour façonner et raviver des meules en calcaire.

Par rapport au Néolithique final, les réseaux d'approvisionnement du Néolithique moyen sont :

- comparables en ce qui concerne les matériaux locaux et régionaux proches, c'est-à-dire inclus dans la zone d'approvisionnement en accès direct définie pour le Néolithique final : les calcaires sont utilisés, de même que les subarkoses et les quartzites laiteux ;
- différents pour les matériaux exogènes, car en l'état actuel des connaissances, aucun approvisionnement à une distance de plus de 20 kilomètres n'est attestée pour le lithique pondéreux au Néolithique moyen.

V 4 2 : Un couple du Néolithique moyen

Pour le Néolithique final, nous l'avons vu, aucun couple d'outils n'est clairement avéré, autrement dit aucun moulin n'est identifié. C'est par le raisonnement et les concordances entre types d'outil que nous avons imaginé le moulin à « va-et-vient » typique du Néolithique final de la Combe d'Ain. Pour le Néolithique moyen, un couple meule/molette en calcaire a été trouvé en juillet 2007 sur le site de CL VII (fig. 169).

Le couple, manifestement en position de stockage au moment de l'incendie qui a détruit cette partie du village, a été retrouvé dans la couche F.



Figure 169 : moulin de CL VII en cours de fouille. Cliché P. Pétrequin

L'étude précise de ces deux outils sera réalisée ultérieurement. Mais il est d'ores et déjà possible de faire plusieurs remarques, qui relativisent la typologie définie pour le Néolithique final (fig. 170).

Tout d'abord, la meule, de dimensions importantes (60 x 26 x 16 cm), est naviforme. Aucune meule de ce type n'était jusqu'à ce jour connue en Franche-Comté. De plus, elle est assez étroite proportionnellement à sa longueur et sa surface active (45 x 24 cm) est légèrement convexe dans le sens de la largeur. La molette mesure 30 x 15 x 4,4 cm et présente une surface active légèrement concave, de 27 x 15 cm. Son façonnage est très poussé, un bouchardage couvrant est visible sur toutes les faces de l'outil. De section en D, son dos en particulier est aménagé par un bouchardage assez fin et une zone au centre est lisse.



Figure 170 : moulin de CL VII, détail des deux outils et appariement

L'adéquation entre les surfaces actives de la meule et de la molette est très bonne, et la position dans laquelle les deux outils ont été trouvés laisse peu de doute quand à leur statut de moulin. En position d'utilisation, on constate que la molette est débordante. Cela pourrait expliquer la convexité de la surface active de la meule : tenue de part et d'autre de la meule, la pression exercée sur la molette est plus importante sur les côtés qu'au centre de la surface active de la meule. De telles molettes débordantes ne sont pas reconnues dans les corpus de Chalain et Clairvaux pour le Néolithique final. Par contre, la molette du couple de CL VII peut être rapprochée des outils interprétés comme meules de petite largeur, principalement datés du Néolithique moyen en Franche-Comté (figure 36, chapitre II paragraphe 3 1).

Par conséquent, il est possible de proposer une succession chronologique, au moins dans la Combe d'Ain, avec un moulin à molette débordante présent au Néolithique moyen et un moulin exclusivement à molette courte au Néolithique final.

Cela étant dit, je suis donc amenée à réviser mon jugement sur l'attribution typologique de meule ou de molette des outils du Néolithique moyen. En effet, trouvée isolée, j'aurai sans aucun doute interprété la molette du moulin de CL VII comme meule. D'ailleurs, dans les inventaires actuels du matériel de mouture et de broyage du Néolithique moyen de la Combe d'Ain, les outils de petites dimensions à surface concave sont interprétés comme des meules et non comme des molettes ; de même pour les outils du Néolithique moyen de Franche-Comté.

Mais, dans la Combe d'Ain comme dans le reste de la région franc-comtoise, aucune meule de grandes dimensions n'est connue. Il faudrait donc se demander, si toutes les meules de petite largeur sont en réalité des molettes, où sont les meules associées ? En ce sens, je pense que l'attribution d'une partie de ces outils en meule n'est pas totalement erronée. Mais la présence de ce couple remet en question la typologie, qui ne peut pas être transposée du Néolithique final (où les couples semblent composés d'outils ovalaires) vers le Néolithique moyen. Par contre, pour le Néolithique final, il n'existe pas (encore) de contre-exemple au principe de meule à surface concave et de molette courte à surface convexe. Le choix du classement caricatural est donc encore valable pour cette période.

Cette confusion entre meule et molette pour des outils relativement étroits est fréquente. Elle n'est mise en évidence que lorsque des moulins, c'est-à-dire des meules et des molettes appariées, sont identifiés, phénomène rare sauf dans le cas des dépôts, notamment dans le Nord de la France et en Belgique. Dans sa thèse, Caroline Hamon (2004a) a étudié des sites du Hainaut présentant des dépôts de meules, notamment la structure 10 du site rubané d'Aubechies « Coron Maton » qui a fourni un dépôt de trois meules et de deux molettes de type débordant. Elle note que « concernant les couples à molette débordantes, les meules d'Aubechies sont légèrement moins larges de trois à quatre centimètres que la moyenne des autres outils. Les molettes sont elles de loin beaucoup plus longues, et plus larges de cinq centimètre en moyenne. Notons que dans ce cas, meules et molettes restent plus que difficiles à distinguer d'après leurs dimensions somme toute très proches » (Hamon 2004a, p. 239). Du point de vue chronologique, elle remarque que le type de molette débordante du Rubané d'Aubechies laisse place au type court sur les sites blicquiens et que seules les molettes rubanées de Belgique sont de type débordant (Hamon, 2004a, p. 238), puisque ce type est absent du Rubané du Bassin parisien.

Malgré tout, c'est sur le site blicquien d'Irchonwelz « la Bonne Fortune », que C. Constantin remarque, à propos du dépôt de meule de la structure 3, que « la section transversale des meules est légèrement concave et symétrique sauf pour deux meules où elle est légèrement convexe ou plate. Ces deux meules sont les seules à posséder une molette plus large que la meule elle-même » (Constantin *et al.*, 1978, p. 16).

Ainsi, il est très probable qu'il faille voir dans les meules à surface convexe dans le sens de la largeur un indice de l'utilisation de molette débordante.

Les exemples historiques ou ethnographiques semblent indiquer que les deux types de moulin (à molette courte et à molette débordante) ont perduré dans le temps (fig. 171).

Les moulins de type « va-et-vient » à molette débordante ne sont donc pas rares mais semble jusqu'à présent circonscrit à certaines régions et certaines époques, traduisant des choix (techniques, sociaux, culturels ?) encore mal cernés. Tel est le cas dans le Combe d'Ain au Néolithique moyen.

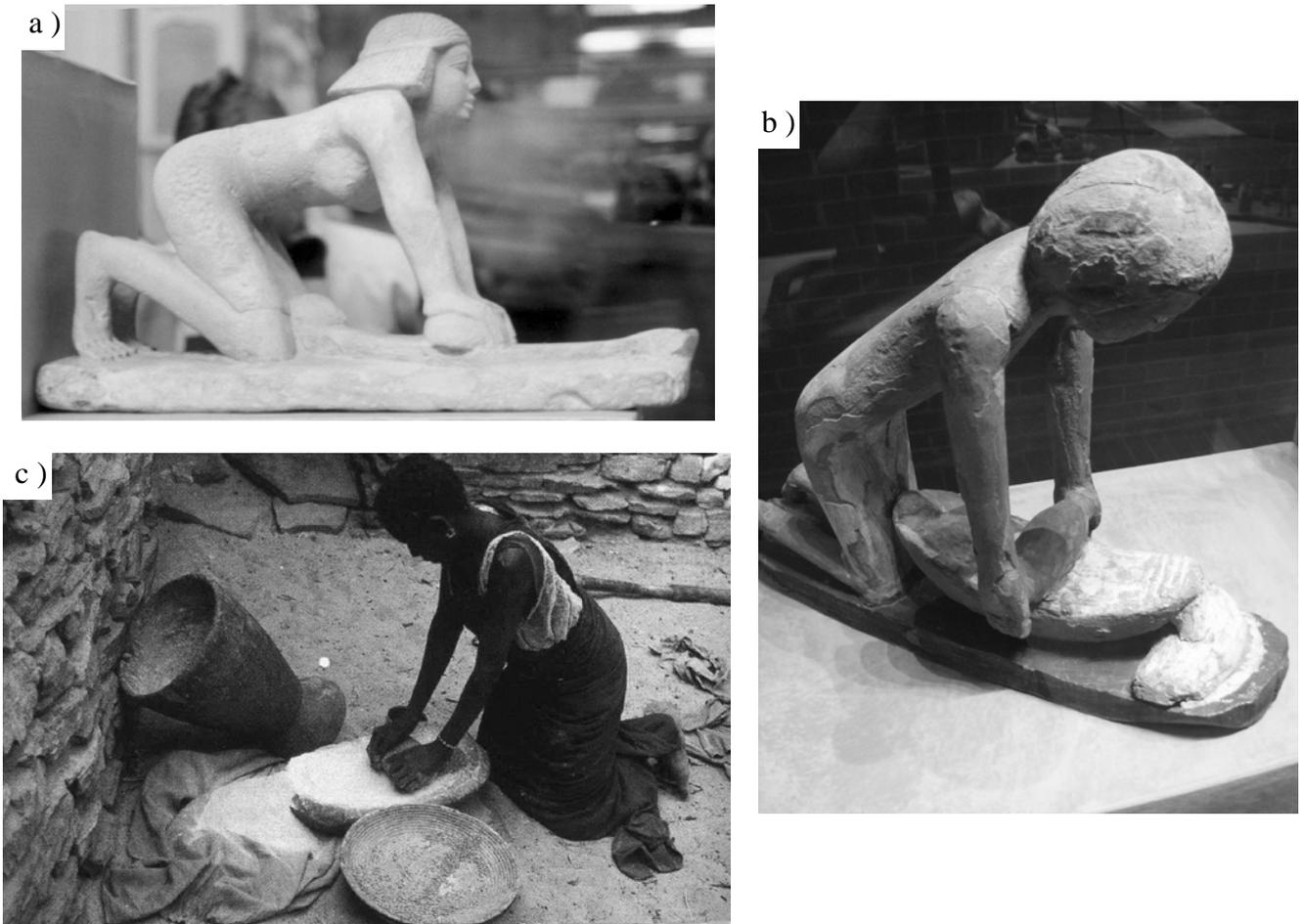


Figure 171 : Activités de mouture.

- a) représentation égyptienne ; moulin à molette débordante tenue au centre, musée du Caire, cliché M. Charvet ;*
- b) représentation égyptienne ; moulin à molette débordante, musée égyptien de Turin, cliché P. Pétrequin*
- c) mouture à Tichitt (Mauritanie) ; moulin à molette courte, cliché V. Roux, d'après V Roux (1985).*

Nous venons de faire la synthèse sur l'approvisionnement et la gestion des matières premières pendant les occupations néolithiques de la Combe d'Ain, en prenant en compte l'aspect chronologique des phénomènes, leur évolution et leur corrélation avec les successions culturelles. S'ouvre maintenant un second volet de la thèse, qui tente d'aborder l'insertion spatiale de l'outillage lithique pondéreux, c'est-à-dire sa place au sein du village, de la maison.

Cette question va être abordée, sur les sites de Chalain/Clairvaux qui s'y prêtent, car nous verrons -malgré des conditions de conservation exceptionnelles- que tous les villages ne peuvent pas faire l'objet d'une analyse spatiale.

Dans un second temps, la comparaison des occupations de la Combe d'Ain avec les occupations de Charavines « Les Baigneurs » et Sutz-Lattrigen « Riedstation », datées respectivement de 2700 av. J.-C. et 3400 av. J.-C., permettra de mettre en lumière d'éventuelles spécificités des villages ou au contraire des récurrences dans l'organisation spatiale des artefacts et en particulier du matériel de mouture et de broyage. Enfin, les deux autres sites lacustres du domaine alpin seront de bons éléments de comparaison, tant du point de vue de la chronologie, puisqu'ils « encadrent » les occupations du Néolithique final de la Combe d'Ain, que du point de vue de la gestion de l'outillage dans des contextes géologiques différents.

Chapitre VI :
Répartition spatiale à
Chalain/Clairvaux

Le but de ce chapitre est de comprendre l'organisation spatiale de l'outillage lithique pondéreux. Le moulin de type « va-et-vient » est-il utilisé dans les maisons ou à l'extérieur ? Le rejet des outils se fait-il dans des endroits particuliers du village ? Le recyclage de la matière première est-il localisé dans le village ? Existe-il des différences entre les maisons, entre les villages ? Autant de questions qu'il s'agit maintenant d'aborder.

Avant tout, je précise que la répartition du matériel archéologique est une analyse à plusieurs niveaux. Le premier consiste à décrire une vue en plan. Cela va nous aider à tester, par exemple, la validité du NMI, ou à souligner les rapports entre les fragments d'un même outil. Dans un second temps, l'étude de la répartition du matériel à une échelle plus large sert à comprendre et à interpréter les phénomènes anthropiques à l'origine de la répartition observée, à définir la position des outils lors de l'abandon du village par exemple (position d'utilisation, de rejet...). Les analyses spatiales ont parfois donné des résultats spectaculaires, appliquées par exemple aux campements temporaires en grotte, tel que la grotte des Planches (Pétrequin, Chaix *et al.*, 1985) ou la Baume de Gonvillars (Pétrequin, 1974) dont nous avons déjà parlé (chapitre II, paragraphe 4 2). Ces approches spatiales peuvent à elles seules faire l'objet de thèses à part entière (Tardieu, 2004 par exemple). De plus, la liste des sources d'erreur possibles dans l'interprétation des plans de répartition est longue et les paramètres à prendre en compte sont multiples (concentration des artefacts dans les dépotoirs, contemporanéité des maisons, remaniement durant l'occupation, phénomènes post-dépositionnels... Pétrequin P., Pétrequin A.-M *et al.*, 1994 ; Tardieu, 2004...). Ainsi, dans le cadre de ce travail et à partir d'une seule catégorie d'artefacts, il est évident que seul un commentaire de plan de répartition sera réalisé. Les questions d'ordre plus général sur le fonctionnement des villages (répétition des mêmes assemblages d'outillage d'une maison à l'autre par exemple) ne sont ni à ma portée ni le propos dans le cadre de cette thèse, mais à n'en pas douter un axe de recherche pour les monographies à venir.

VI 1 : Les acquis de Chalain 3

Sur les sites de Chalain 3, la répartition des témoins anthropiques a été réalisée et largement analysée (Arbogast, Beugnier *et al.*, 1997). Pour le lithique pondéreux, malgré certains remontages entre fragments -effectués depuis la publication de la fouille de CH 3- mon étude ne change pas les interprétations mises en évidence à l'époque en terme de localisation des outils lors de leur rejet ou de leur utilisation. Par exemple, le regroupement théorique des fragments en individu pour le matériel de mouture et de broyage permet, sur plan, de regrouper de nombreux points souvent très proches.

A Chalain 3, les résultats ont démontré que « même dans un habitat permanent de longue durée (de 10 à 60 ans) en dépit des remaniements certains des cellules architecturales, on peut encore faire la preuve d'une gestion des outillages et des rejets dans l'espace » (Arbogast, Beugnier *et al.*, 1997, p. 585).

Dans les différents villages de CH 3 (fig. 172), où l'utilisation de planchers rehaussés est démontrée, les trois ou quatre bâtiments fouillés, de plan et de dimensions similaires, ont fonction d'habitation, observation corroborée entre autres par la présence de chapes d'argiles correspondant à des soles de foyers, par l'association répétitive d'artefacts domestiques et par la présence de dépotoirs devant les maisons. Les maisons sur pilotis sont réparties de part et d'autre de la rue centrale, avec une porte sur le pignon côté rue. L'essentiel des artefacts sont disposés de part et d'autre d'une rue (ruelle) centrale et à l'avant des maisons. Enfin, toutes les catégories de témoins sont représentées, mais en nombre variable dans chaque maison. Il est donc probable que les maisons « aient abrité des cellules sociales semblables » ; les maisonnettes fonctionnent apparemment en économie domestique. (Arbogast, Beugnier *et al.*, 1997, p. 587).

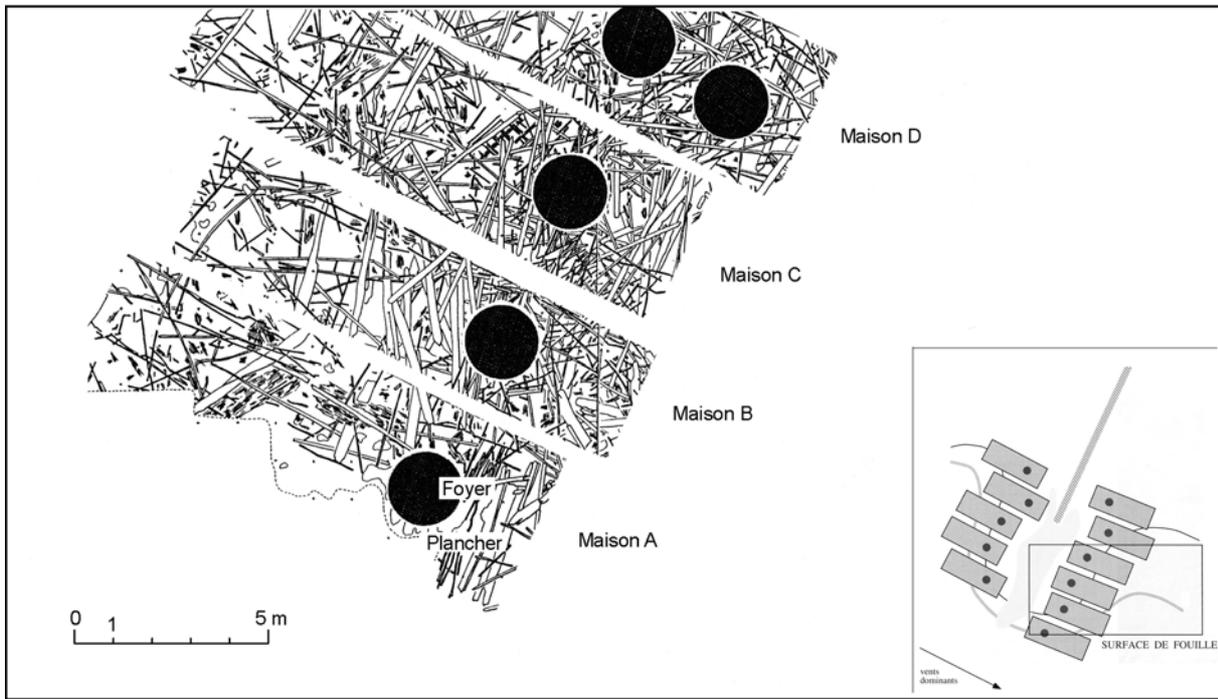


Figure 172 : fouille de Chalain 3 VIII, localisation des maisons grâce à l'interprétation du plan des bois horizontaux, et proposition d'organisation spatiale de l'espace villageois à CH 3, avec la zone des dépotoirs dans le prolongement du chemin de planches, entre les deux rangées de maisons et les lignes de rivage, en hautes eaux et à l'étiage, d'après Billard et al. (1997, fig. 25 et 28)

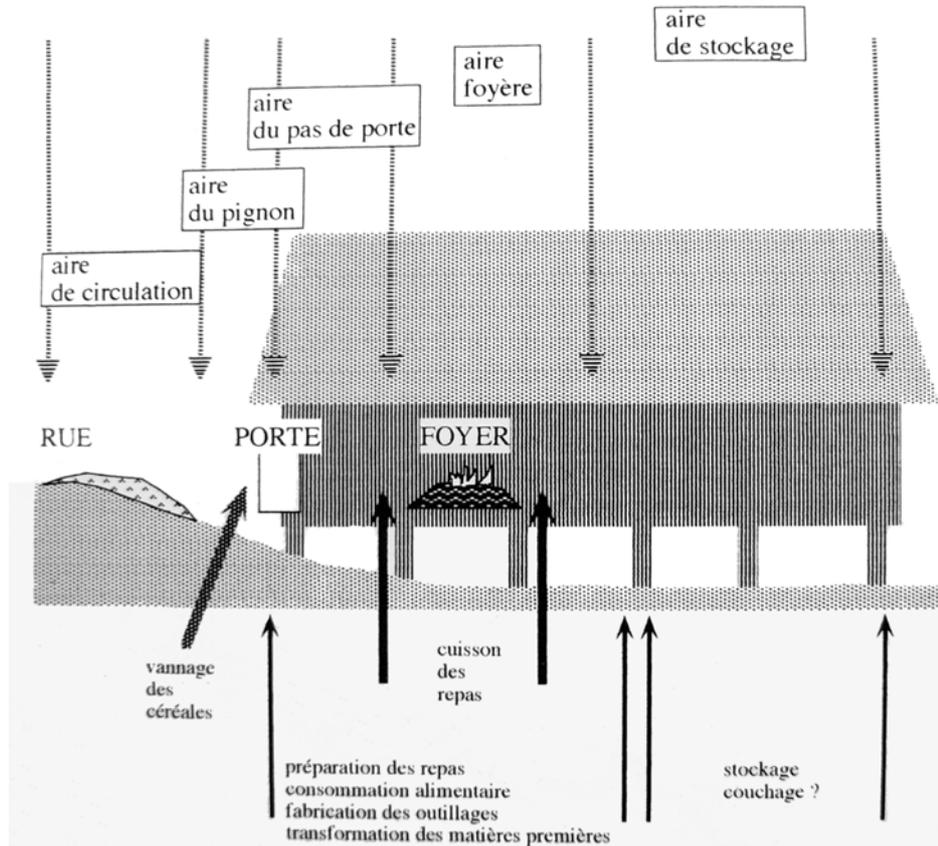


Figure 173 : synthèse de la répartition des témoins à Chalain 3 (Arbogast, Beugnier et al., 1997, fig. 11)

L'étude publiée en 1997 met en évidence une succession d'aires fonctionnelles (d'activités), depuis la rue centrale en direction du fond de la maison (fig. 173) : rejets concentrés et circulation dans la rue ; zones de transformation des matières premières et de fabrication des outillages au devant la maison et dans l'aire du pas de porte ; préparation et cuisson des repas, transformation des matières premières dans l'aire foyère ; stockage et éventuellement couchage dans la partie arrière de la maison. Autrement dit, un passage depuis le domaine public (la rue, le pas de porte avec la lumière naturelle) en direction de la sphère privée (l'aire foyère et l'aire de couchage avec l'éclairage du foyer).

Dans ce modèle, l'outillage de mouture et de broyage appartient à la sphère publique, les artefacts étant préférentiellement situés entre la rue et le foyer. Dans la couche VIII, certaines unités architecturales se différencient par la présence d'outils de mouture en roche cristalline (Arbogast, Beugnier *et al.*, 1997, p. 601). Cette roche, nommée A dans la publication, est d'après moi du grès type Serre, qui correspond également aux roches nommées B, D et E à Chalain 3 VIII et G et H à Chalain 3 VI, étant entendu que l'appellation grès type Serre recouvre des variations de faciès -que nous avons déjà évoquées dans le chapitre IV- entre arkose et silcrète par exemple. La différence -soulignée entre autres par la nature des outils de mouture- entre les maisons A et D d'une part et les autres unités architecturales d'autre part est possible, bien que -en terme d'individus- les fragments ne représentent pour moi qu'un seul outil.

Au vu de la répartition des artefacts, des résultats rappelés ici et du décompte en NMI, il est possible de proposer pour les villages VIII et VI de Chalain 3 la présence d'une meule pour deux maisons à la fin de l'occupation. Tant à CH 3 VIII qu'à CH 3 VI, deux meules sont décomptées, l'une en calcaire et l'autre en grès type Serre. La forte fragmentation des outils en grès, ainsi que la dispersion des fragments pourrait évoquer une position de rejet, dans les dépotoirs latéraux des maisons et dans la rue. Les deux villages ayant à peu près la même durée d'occupation (30 et 20 ans), et dans l'hypothèse probable d'une arrivée des population dans la Combe d'Ain avec le grès, on peut imaginer que les meules en grès ont eu une durée de vie inférieure à celle du village, soit moins de 20 ans, avant d'être brisées en fragments, pour une réutilisation de la matière première, ou par usure, si on ne prend que les arguments de type fonctionnaliste.

A partir des données acquises à Chalain 3, je propose ici de regarder les plans de répartition de trois autres sites. Le premier est celui de CH 2, avec l'occupation de CH 2 C, déjà étudiée par Claire Tardieu dans le cadre de sa thèse ; et l'occupation de CH 2 A//. Le second est CH 19, où deux occupations successives ont été reconnues. Enfin, nous verrons rapidement la particularité du village de CL II/Ilbis. Les autres occupations de la Combe d'Ain, Chalain 4 en particulier, ne se prêtent pas à une interprétation des plans de répartition, en raison d'une surface de fouille insuffisante. De plus, les plans de certains villages sont le résultat des études dendrochronologiques d'Amandine Viellet, dont la thèse a été soutenue en juin 2007. Les plans de répartition du matériel lithique pondéreux intégreront donc les résultats synthétiques à venir dans les monographies.

VI 2 : Chalain 2

Le site de CH 2 AC correspond à la partie haute de l'Ilot des Roseaux. Les fouilles de Pierre Pétrequin en 1987 et 1988, sur une surface de 200 m² ont mis en évidence trois phases chronologiques successives : la couche C, datée du Clairvaux ancien, la couche A// du Clairvaux récent et la couche A/ du groupe de Chalain.

Outre une zone d'habitat, deux palissades et des chemins de planches ont été dégagés sur 70 m de longueur (fig. 174).

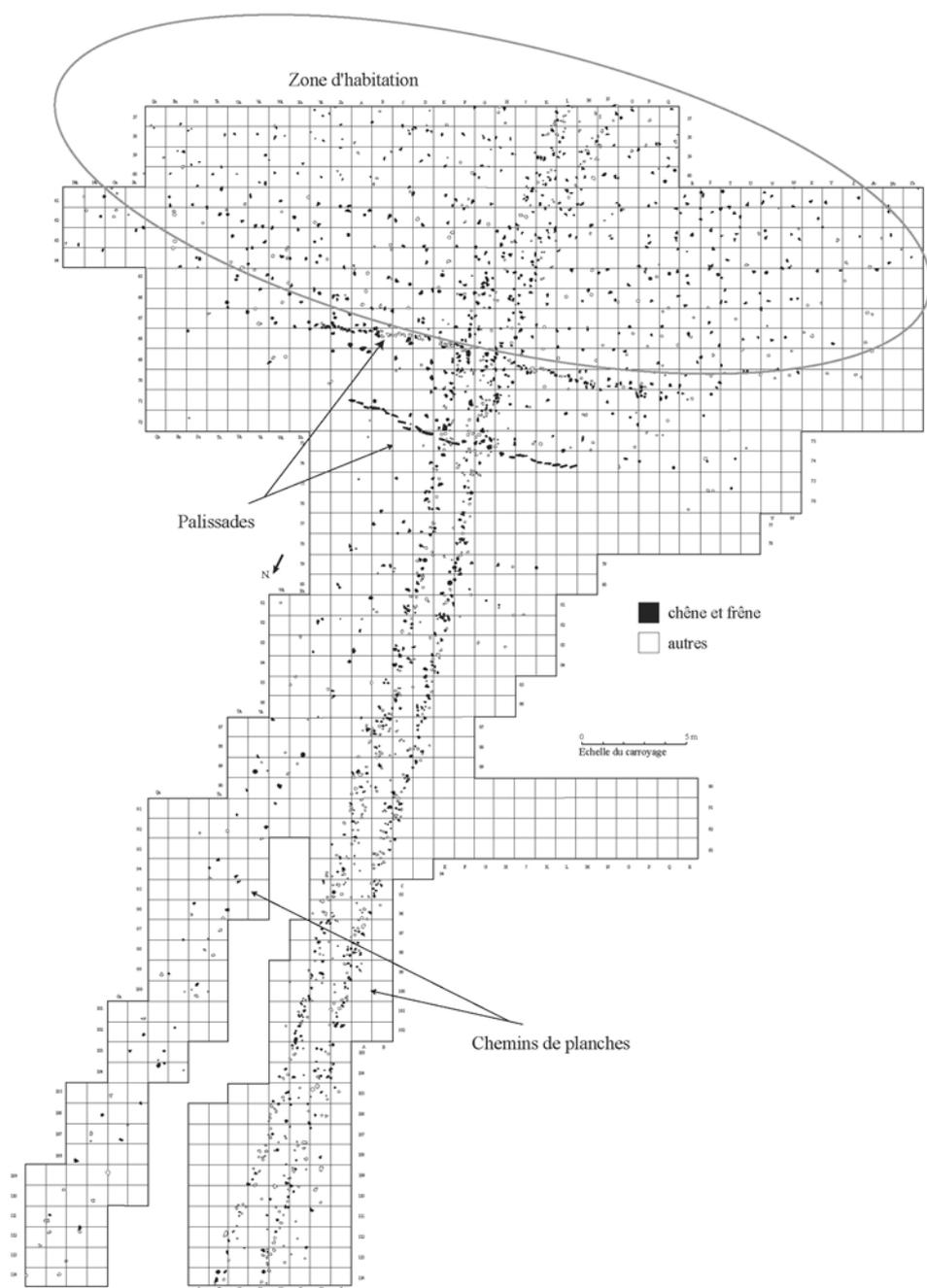


Figure 174 : plan des pieux du site de CH 2. DAO : A. Viellet, d'après Viellet (2007)

VI 2 1 : CH 2C

VI 2 1 a : Présentation du village

Le village de Chalain 2 C a été reconstruit à plusieurs reprises pendant le 30^{ème} siècle. Les deux rangées de quatre maisons rectangulaires sont disposées en vis-à-vis et se répartissent de part et d'autre de l'axe central de circulation (fig. 175). L'entrée du village est défendue par une forte palissade en planches de chêne, bloquant l'arrivée d'un chemin de planches qui reliait l'habitat à la terre ferme. La plupart des dépotoirs sont situés entre les habitations et le chemin de planches. Ces zones de rejets domestiques sont complétées par une concentration des rejets sous le chemin de planches (Tardieu, 2004).

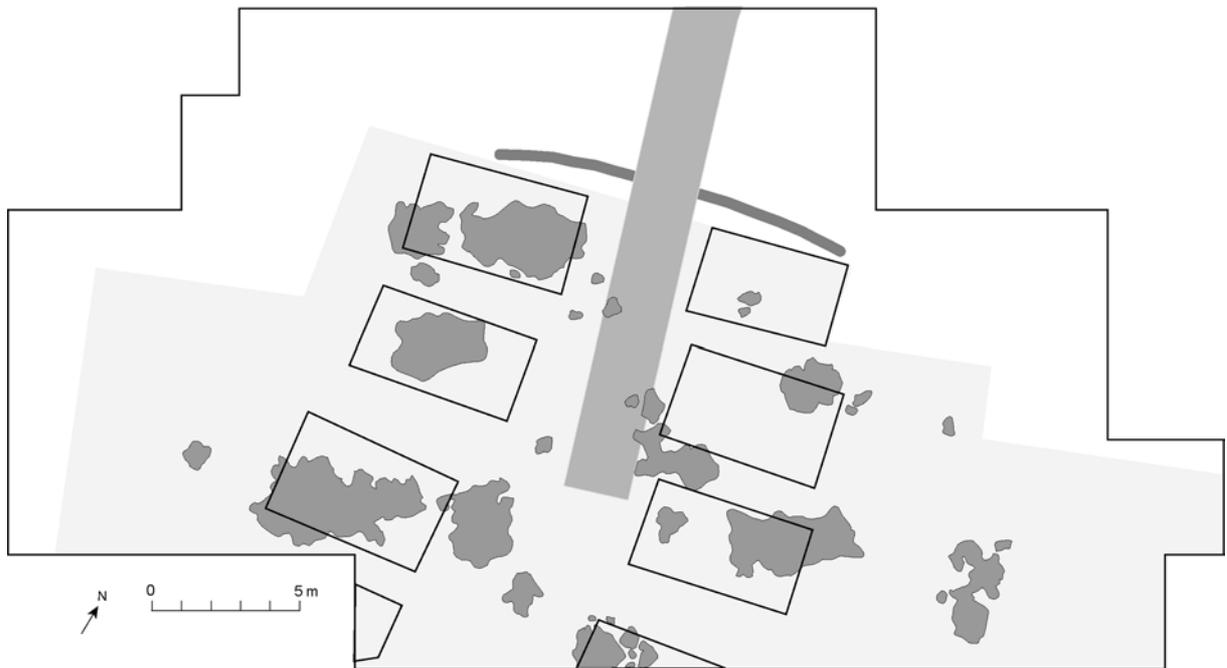


Figure 175 : plan synthétique du village de CH 2 C.
Sont représentés la palissade, le chemin de planches qui constitue l'axe de symétrie du village, la position approximative des maisons et l'emplacement des chapas d'argile

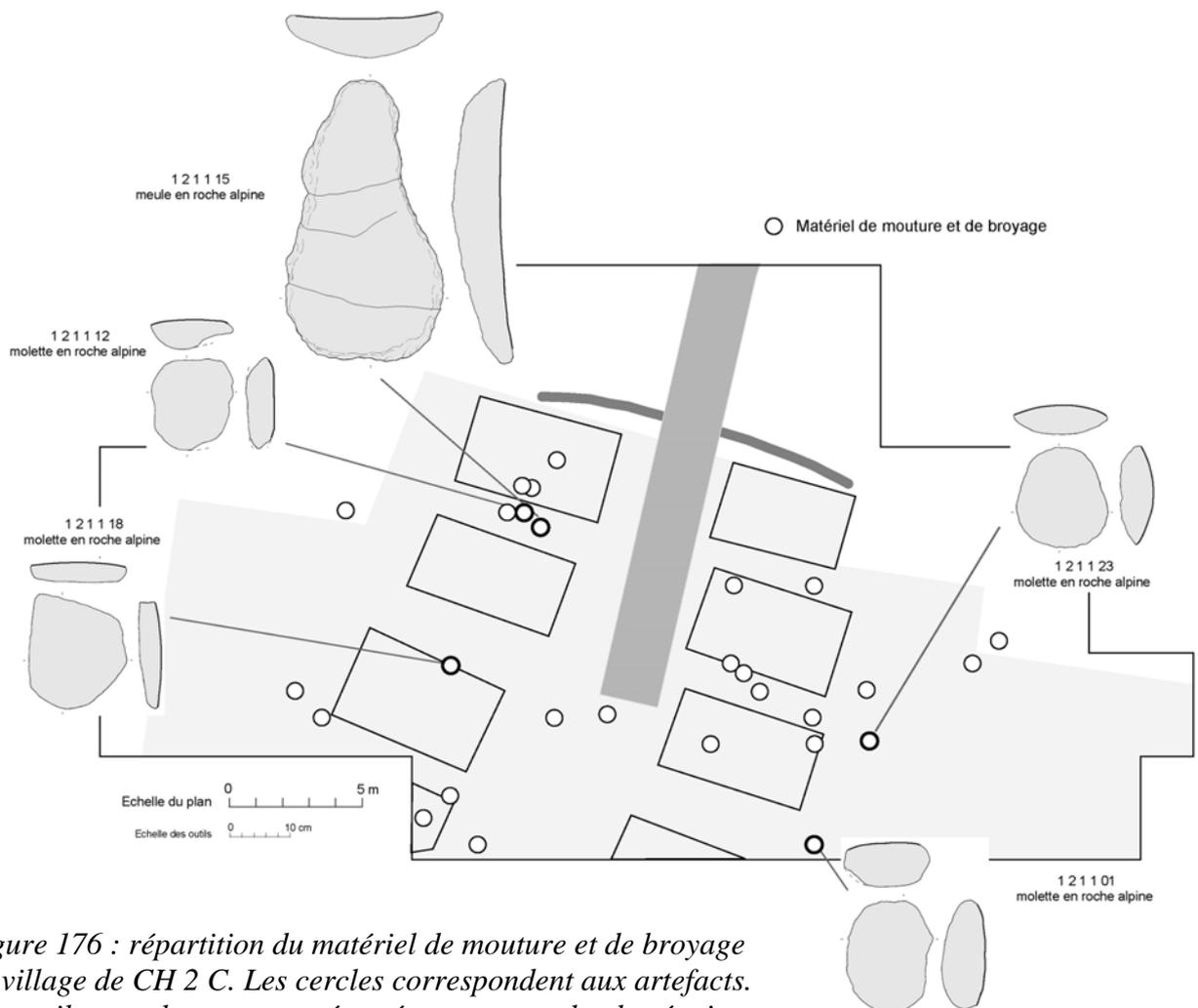


Figure 176 : répartition du matériel de mouture et de broyage du village de CH 2 C. Les cercles correspondent aux artefacts. Les outils complets sont représentés par un cercle plus épais

VI 2 1 b : Répartition des meules et molettes

La répartition des meules et des molettes sur le plan présenté figure 175 permet de constater que les artefacts sont présents sur toute la surface du village (fig. 176), depuis le chemin de planches jusqu'à l'arrière des maisons. De la même façon, les outils complets sont présents de part et d'autre du chemin de planches, à côté ou derrière les habitations.

A CH 2 C, la moitié de l'outillage de mouture porte des traces de chauffe (fig. 42, chapitre II). Le regroupement des artefacts chauffés est visible en plan (fig. 177). Ils se concentrent dans les espaces entre les maisons.

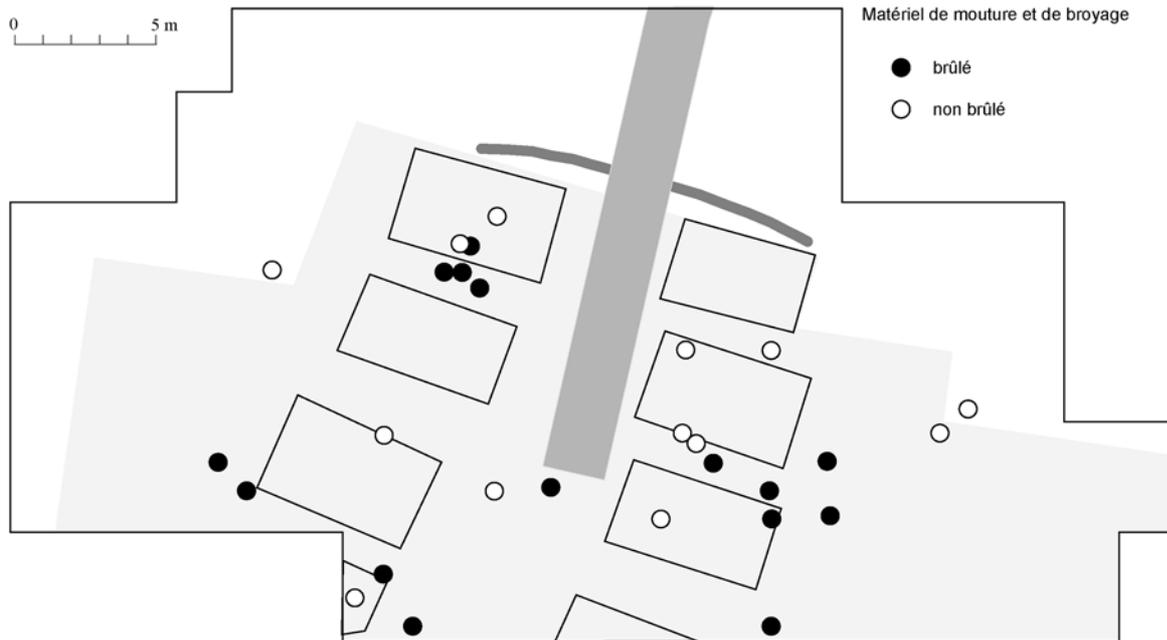


Figure 177 : répartition du matériel de mouture et de broyage du village de CH 2 C, en fonction des traces de chauffe



Figure 178 : répartition du matériel de mouture et de broyage du village de CH 2 C, en individus (NMI)

Le dernier plan présenté pour l'outillage de mouture montre la répartition des individus, meules ou molettes (fig. 178).

Dix individus sont représentés par un seul artefact (outil entier ou fragment) ; il s'agit de six molettes (cercle blanc) et de 4 meules (cercle noir), localisées indifféremment de part et d'autre du chemin de planches.

La molette en bouton (n°23, fig. 176) se situe à l'arrière d'une des maisons de la rangée de gauche en entrant dans le village, les autres molettes sont de type ovulaire ou circulaire.

Le onzième outil décompté serait composé de neuf fragments. Il s'agit -en NMI- d'une meule en roche alpine du massif de l'Aar. Les fragments de cette meule (A cerclé de noir) sont répartis sur l'ensemble du village. Des remontages sont physiquement attestés entre artefacts des deux rangées de maisons. Le fragment principal de cette meule (A cerclé d'un trait noir épais) se trouve à l'extrémité du village. Si les différents fragments correspondent bien à un seul outil, comme le laisse penser la matière première, alors la meule éclatée a été rejetée dans l'ensemble du village.

La comparaison des figures 178 et 177 permet de voir que seuls les trois fragments regroupés au sud du village (en bas du plan) sont brûlés, aucun autre fragment en roche de l'Aar ne porte de traces de chauffe. Autrement dit, les quatre maisons proches de la palissade regroupent des fragments non brûlés. Il est possible qu'ils n'appartiennent donc pas à la meule reconnue au sud du village. Dans le détail, ces six fragments non brûlés ne portent pas de surface active, ni d'élément typologique clair. Ils ne constituent donc pas un individu à part entière au sens strict.

Les autres artefacts de CH 2 C ne sont pas reconnus comme individus. Il s'agit de trois fragments et de quatre roches brûlées réduites en poudre. Trois des poudres se concentrent dans une ruelle à l'arrière de deux maisons ; il est possible qu'une activité particulière soit pratiquée dans une des habitations, activité qui nécessite des sables grossiers.

Mon interprétation globale des plans présentés ci-dessus et des outils étudiés est que l'ensemble des artefacts serait en position de rejet. En effet, les outils sont généralement brûlés, certains même fracturés après la chauffe. Tel est le cas de la meule complète 1211 15. Les individus, généralement localisés entre les maisons, en leur centre ou à l'arrière, seraient dans des dépotoirs. Ainsi, il est difficile d'attribuer un outil à l'une ou l'autre des deux maisons encadrant la ruelle. Il s'agit donc de raisonner de façon globale à l'échelle de la ruelle lorsque l'on parle du nombre d'objets par habitation.

Si l'on suit cette hypothèse, il est intéressant de souligner qu'une meule complète en roche alpine a été rejetée. Ainsi, sa matière première n'a pas été particulièrement recherchée. Or elle est en roche du massif de l'Aar. Elle n'a donc pas subi le même traitement que sa consœur du sud du village, brisée et dont les morceaux sont éparpillés, si ce n'est dans l'ensemble du village, au moins dans un rayon de 10 mètres.

De plus, dans le cas de rejet, le village aurait donc été abandonné volontairement et les habitants auraient quitté le village avec une partie de leurs outils.

Enfin, les dépotoirs attesteraient du rejet de cinq meules, principalement dans la partie droite du village en entrant, et d'une molette par maison, à l'exception des deux premières à gauche en entrant dans le village. Ces deux maisons sont d'ailleurs singulières ; les habitants la première ne semblent pas avoir rejeté d'outil de mouture ; la seconde maison concentre une grande partie des

fragments non brûlés provenant du massif de l'Aar, et pourrait avoir possédé les artefacts réduits en poudre ainsi que la molette en bouton.

Claire Tardieu constatait que « si chaque habitation ne contient pas une meule, toutes ont au moins un broyeur. (...). Les activités de mouture peuvent n'être attestées que par la présence de broyeur, une meule pouvant être utilisée pour plusieurs unités domestiques ou ayant pu être emportée lors du départ des villageois » (Tardieu, 2004 p. 258), les molettes étant ici nommés broyeurs. En terme d'individus, il me semble que les molettes et les meules sont en nombre équivalent (respectivement six et cinq individus). La répartition homogène des outils dans le village, en probable position de rejet, atteste de leur utilisation généralisée, à l'exception d'une habitation. Enfin, le départ des villageois avec une partie des outils est très probable.

VI 2 1 c : Répartition des autres artefacts

Outre les meules et les molettes, nous allons à présent aborder la répartition des polissoirs et des percuteurs et blocs-enclumes du village de CH 2 C.

Les polissoirs ont, à première vue, une répartition dans le village aussi large que l'outillage de mouture (fig. 179). Seuls trois d'entre eux sont entiers et sont localisés au sud et à l'est du village.

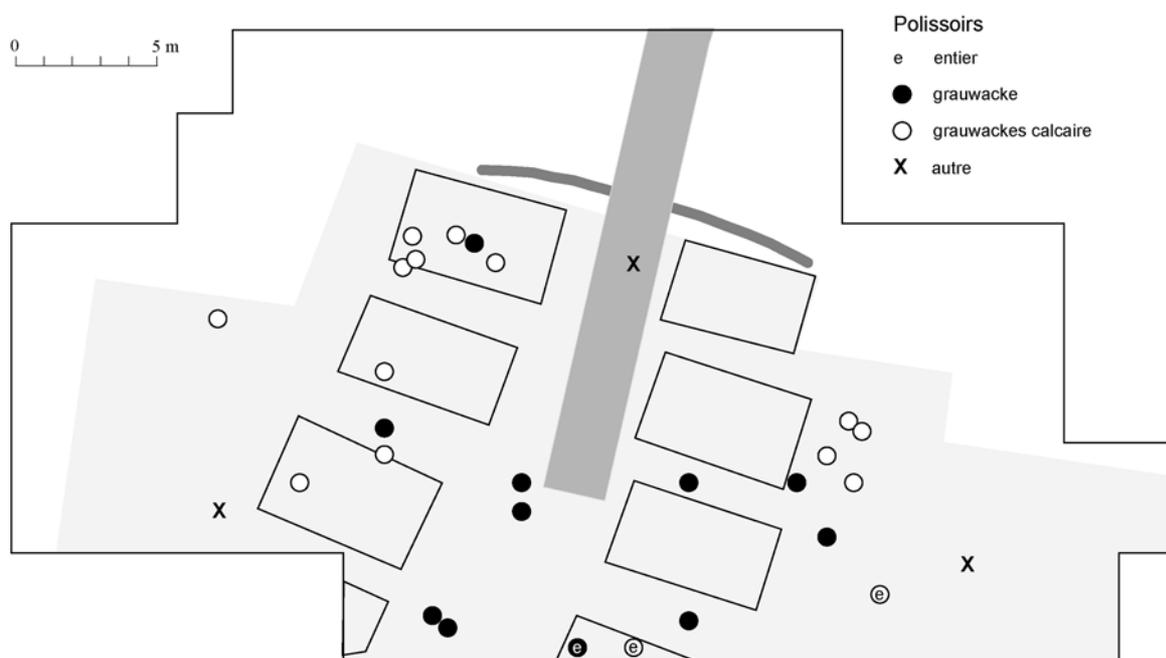


Figure 179 : répartition des polissoirs dans le village de CH 2 C en fonction de la matière première

Les principales matières premières sont les grauwackes, les subarkoses étant absentes de cette série. Grauwackes calcaires et non calcaires se répartissent indifféremment de part et d'autre du chemin de planches, avec un regroupement notable des artefacts par matière. Les polissoirs semblent se concentrer dans la partie arrière des maisons (dans l'habitation ou dans le dépotoir sous l'habitation), bien que quelques uns se retrouvent en position de rejet dans la rue principale.

La première maison à gauche en entrant dans le village, qui n'avait pas d'outillage de mouture, ne possède pas non plus de polissoirs, à moins de lui associer le fragment de grès indéterminé présent dans la rue en face de son pignon.

La répartition des quatre artefacts brûlés, présents côté lac, c'est-à-dire vers le sud du village, n'a rien de particulier et n'est pas représentée ici.

Les percuteurs de CH 2 C, tous en quartzite à l'exception d'un calcaire, se répartissent autour de quelques maisons (fig. 180). Ils sont absents par exemple de la première maison à gauche en entrant dans le village. Cette habitation est donc très particulière, puisque aucun artefact du lithique pondéreux ne lui est associé.

Plusieurs percuteurs sont au centre de la rue, les autres se trouvent à tous les niveaux depuis la rue jusqu'à l'arrière des maisons.

Enfin, les trois blocs-enclumes s'alignent sur le plan à la limite de la fouille côté lac. Il est possible d'imaginer une zone particulière réservée à la fracturation des os au milieu ou à l'arrière de la dernière habitation fouillée, autrement dit une habitude d'une maison.

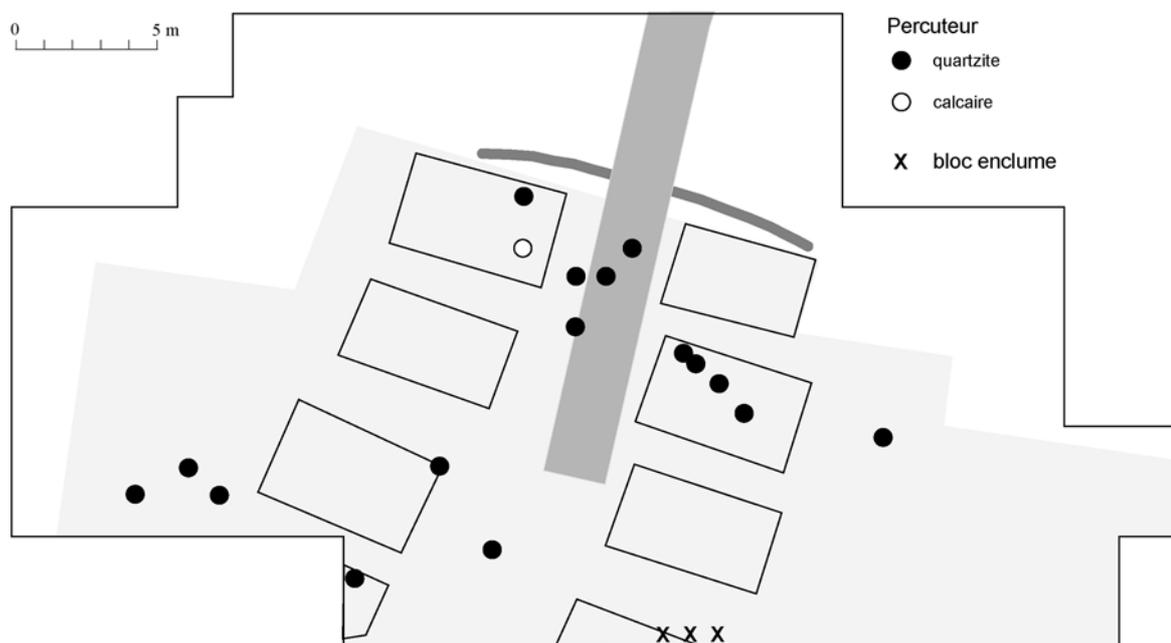


Figure 180 : répartition des percuteurs et des blocs-enclumes dans le village de CH 2 C selon la matière première

VI 2 1 d : Interprétation

L'organisation du village a été étudiée par Claire Tardieu (2004), qui propose un modèle d'organisation intérieure des unités domestiques avec deux variantes selon la position du foyer. « Lorsque le foyer est situé sur la partie avant, les nappes de témoins permettent de voir que l'ensemble des activités artisanales et de subsistance prennent place au niveau de cette aire foynère. La partie arrière du bâtiment serait alors réservée au couchage. En revanche, lorsque le foyer est situé sur un espace plus central aux bâtiments, les nappes des témoins indiquent une localisation différente selon les natures d'activités, une organisation intérieure tripartite. Les activités artisanales se seraient déroulées sur la partie avant (entre la porte et le foyer) tandis que les activités de subsistance s'inscriraient sur une partie plus reculée du bâtiment » (Tardieu, 2004, p. 257).

L'outillage de mouture, associé aux activités de subsistance, est effectivement rejeté plutôt au milieu ou à l'arrière des bâtiments, et participe donc de cette interprétation.

Concernant la similitude entre maisons, pour le lithique pondéreux, les unités domestiques ne rejettent pas toutes les catégories d'artefacts. La première maison à gauche par exemple n'en a rejeté aucun. Les percuteurs sont totalement absents de trois habitations, et les blocs-enclumes concentrés sur 3 m². Mais, malgré la spécificité de quelques maisons, une certaine autonomie des cellules architecturales, interprétées comme cellules socio-économiques élémentaires, est avérée. A partir de l'étude de tous les récipients céramique du village par exemple (Pétrequin P., Pétrequin A.-M. *et al.*, 1994), il est possible de reconnaître des caractères stylistiques discrets et spécifiques en relation avec les maisons. La poterie serait produite à l'intérieur de la maisonnée et utilisée pour la cuisson alimentaire dans cette unité architecturale et sociale. Pour le matériel de mouture et de broyage par exemple, le départ des villageois avec leurs outils permet d'imaginer que toutes les maisons possédaient bien un moulin de type « va-et-vient ».

VI 2 2 : CH 2 A//

Tout comme CH 2C, CH 2 A // est un village abandonné volontairement. Mais nous allons rapidement voir que dans le cas de CH 2 A//, les possibilités d'interprétation sont réellement limitées.

La figure 181 est très explicite : seul un fragment de gneiss (de 4 grammes, sans surface active) est présent dans le village. Autrement dit, les habitants ont emporté leurs moulins lorsqu'ils ont quitté le village.

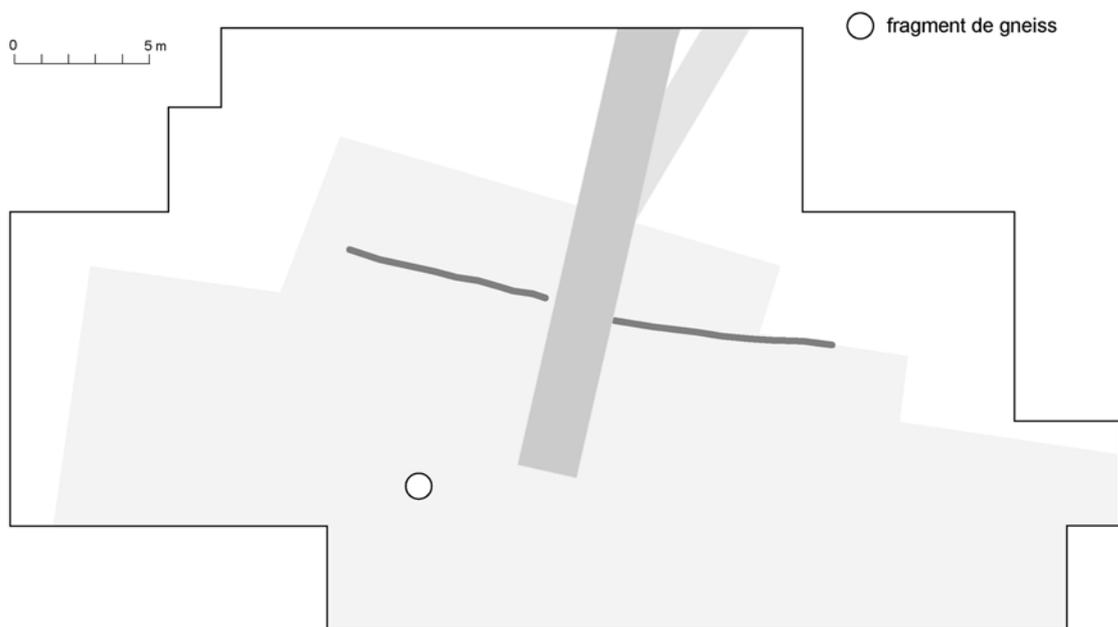


Figure 181 : répartition de l'outillage de mouture et de polissoir dans le village de CH 2 A//

Sur la figure 182 représentant l'intégralité du matériel lithique pondéreux du village, on dénombre moins d'une vingtaine d'artefacts, dont plus de la moitié sont des éclats de percuteur en quartzite. Un seul polissoir est présent, il est entier (440 grammes, grauwacke calcaire). Les artefacts sont en corrélation avec les nombreuses chapes observées à la fouille ; ils sont probablement en position de rejet dans des dépotoirs.

Ce nombre très faible d'outils ne peut s'expliquer autrement que par le départ des villageois avec leurs outils.

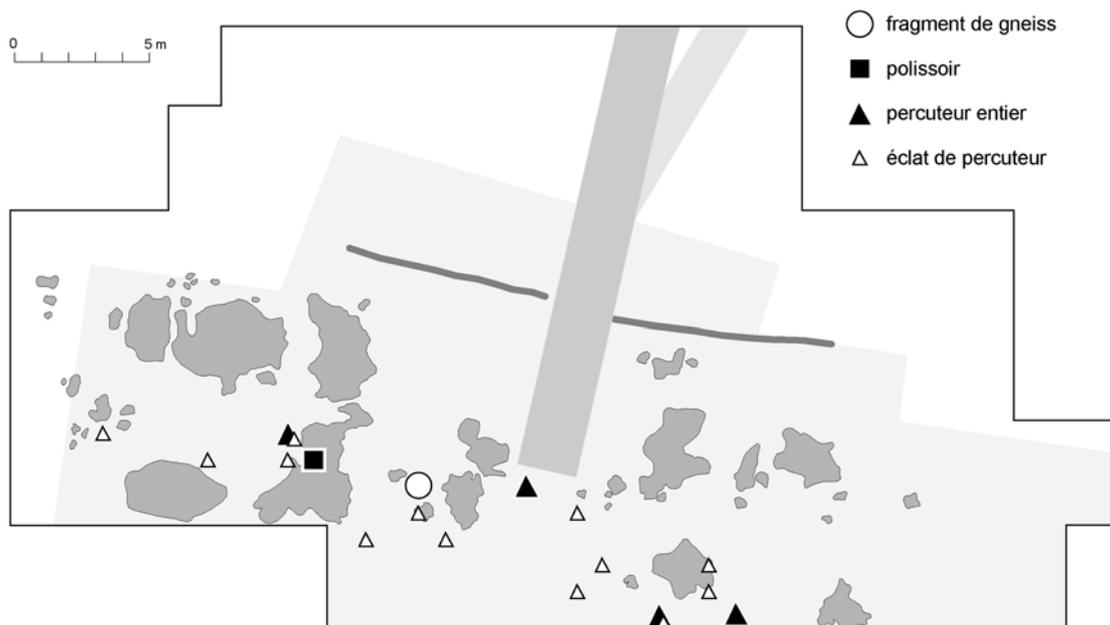


Figure 182 : répartition du matériel lithique pondéreux dans le village de CH 2 A//, et corrélation avec les chapes d'argile

Pourtant, le site a une surface de dépotoirs de 150 m² (200 m² pour CH 2 C) et une durée d'occupation de 30 ans, tout à fait comparable à CH 2 C (20 ans). D'autre part, le nombre de céramiques est identique à CH 2 C et à CH 2 A// (respectivement 109 et 104, Martineau, 2000, p. 31). Aucune autre catégorie d'artefacts ne présente un déficit identique à celui du matériel lithique pondéreux. La gestion de cet outillage a donc été ici très particulière : rien n'a été rejeté durant l'occupation, et les outils ont tous été emportés par les habitants lorsqu'ils ont quitté le village.

VI 3 : Chalain 19

Le site archéologique a été repéré en 1904 grâce à la présence de pieux en chêne qui dépassaient du sol tourbeux ; il est connu sous le nom d'Ilot sous Doucier. Jusqu'en 1985, de nombreuses fouilles anciennes et clandestines ont eu lieu sur la partie centrale du site non recouverte de craie lacustre. La fouille de 1700 m², dirigée par Pierre Pétrequin de 1995 à 2000, a révélé deux occupations principales, Horgen et Clairvaux ancien, avec une stratigraphie d'une puissance de 1,10 m côté lac.

Les villages successifs du Néolithique final sont reliés à la terre ferme par un chemin de planches et défendus par un système de palissade (fig. 183). CH 19 est remarquable en raison du chemin de planches, fouillé sur plus de 120 m de longueur depuis le centre du village en direction de la terre ferme à travers le bas marais. Le long du chemin, quelques artefacts ont été trouvés çà et là, mais ils ne seront pas pris en compte dans l'étude qui va se concentrer sur les zones d'habitat.

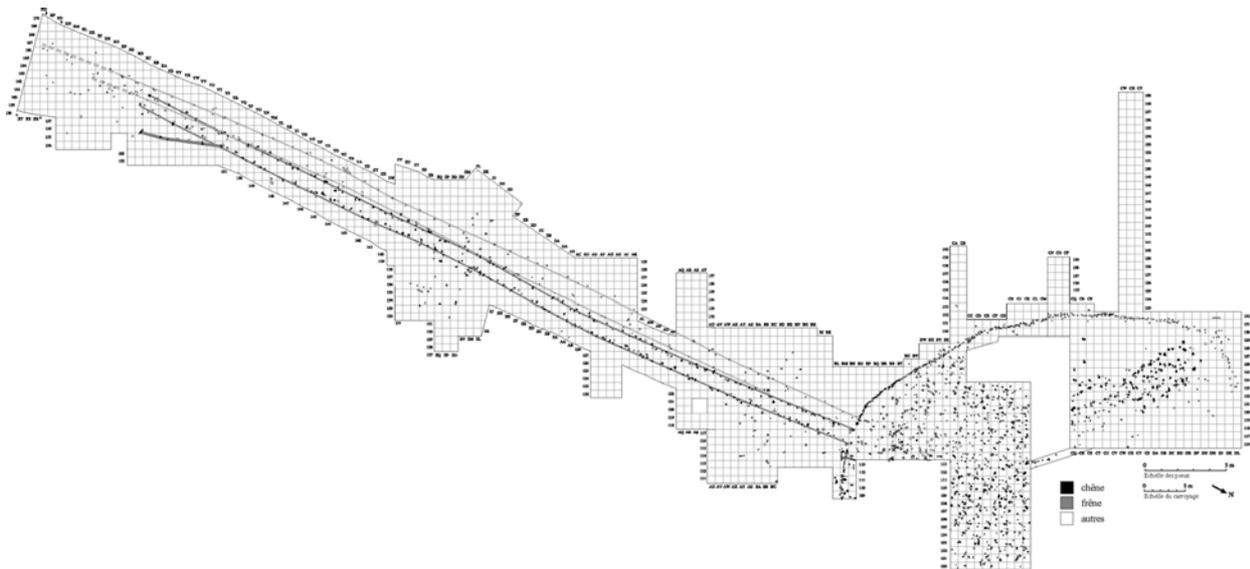


Figure 183 : plan des pieux du site de CH 19. DAO : A. Viellet, d'après Viellet (2007)



Figure 184 : plan synthétique du site de CH 19. Sont représentés la palissade, le chemin de planches, la position des deux maisons identifiées et l'emplacement des dépotoirs

La distinction entre les deux occupations n'est pas très claire en plan. Sur le secteur dit de la maison isolée (à droite sur le plan, fig. 184) seules les couches H et K ont été repérées, mais des pieux datant du Horgen sont présents (Viellet, 2007). « La phase d'abattage la plus ancienne, témoignage de la première occupation du site remonte au 32^e siècle (3174/3173/3172 av. J.-C.). Cette première occupation post 3172 av. J.-C. est matérialisée par les vestiges d'un premier tracé de palissade qui ceinture une partie du village, ainsi que les vestiges d'un chemin de planches. La répartition des pieux prouve également que tout l'espace interne, village et secteur isolé, était

occupé dès cette première phase d'abattage. Toutefois, même si de rares alignements apparaissent, il est impossible de dégager une structure cohérente. Il est également difficile d'estimer la durée d'occupation de ce premier village. Une vingtaine d'années plus tard, trois pieux datés en 3154 av. J.-C. matérialisent une nouvelle activité humaine. (...) Cette coupe de 3154 av. J.-C. pourrait signifier la fin de la première occupation de CH 19 (post 3172 à 3150 av. J.-C. env.) correspondant à la couche stratigraphique O, associée à la culture de Horgen. (...) Les bois conservés, (pieux et bois horizontaux) appartenant à ce niveau O sont carbonisés en périphérie. Avec des artefacts remarquablement conservés, ils matérialisent une couche d'incendie qui scelle la séquence anthropique Horgen sur ce site » (Vielliet, 2007, p.136-137).

Ainsi, la proposition d'organisation présentée figure 184 n'est valable que pour CH 19 HK, couches fouillées sur toute la surface du site, à l'exception d'une zone remaniée par des fouilles anciennes. La couche Horgen de CH 19 n'a été fouillée que dans la zone centrale.

VI 3 1 : CH 19 O

L'espace interne du village Horgen de CH 19, fouillé sur 160 m², n'a pas d'organisation architecturale clairement établie. La séquence O s'achève par une couche d'incendie. Rappelons d'ailleurs que la totalité des artefacts du matériel de mouture et de broyage est brûlée. Nous allons voir au travers de la répartition des artefacts du lithique pondéreux comment se traduit un tel phénomène.

VI 3 1 a : Répartition des meules et molettes

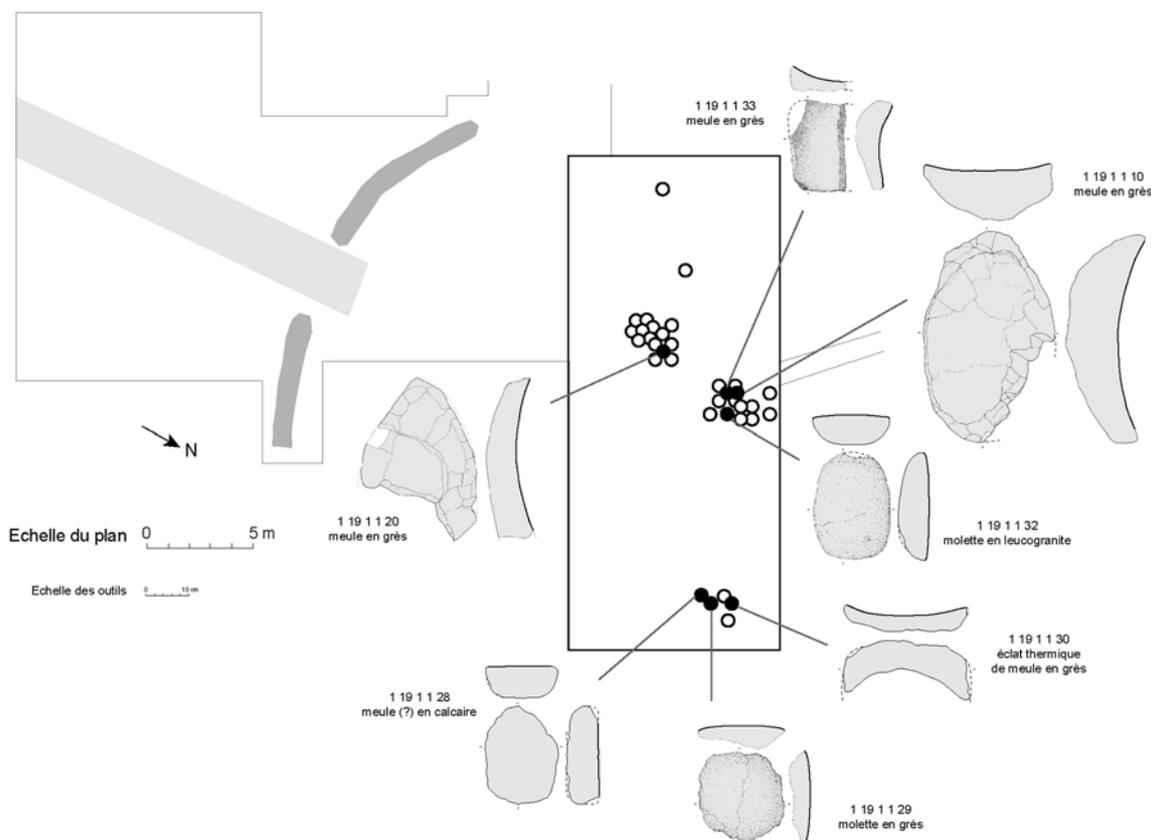


Figure 185 : répartition du matériel de mouture et de broyage du village de CH19 O. Les cercles correspondent aux artefacts. Les outils complets (ou typologiquement significatifs) sont représentés par un cercle noir

Le village de CH 19 O a livré 35 artefacts (figure 185), correspondant à huit individus. Outre les six représentés sur la figure 185 (l'éclat thermique pouvant provenir d'une meule déjà décomptée), il existe une molette en roche cristalline totalement érodée et se délitant en arène et un fragment de meule en subarkose de Miéry.

La concentration des artefacts en trois points est tout à fait remarquable. Etant donné la position par rapport à l'axe du chemin de planches et par rapport à l'orientation théorique générale des maisons de part et d'autre de cet axe, les deux concentrations les plus denses pourraient correspondre à l'emplacement des meules en position d'utilisation (ou de stockage), devant les maisons ou dans l'aire du pas de porte.

Dans l'un des deux amas se trouve la meule 11911 10, qui nous est maintenant familière. Nous avons déjà vu qu'elle est en grès type Serre, en position d'utilisation et éclatée lors d'un incendie accidentel. La similitude entre l'amas où se trouve cette meule et celui à sa gauche sur le plan est frappante et permet d'avancer l'hypothèse de deux maisons contiguës, avec une même organisation, c'est-à-dire avec un moulin « va-et-vient » utilisé sur le pas de la porte ou à l'intérieur de la maison à proximité de la porte, à la lumière du jour.

De plus, dans le cas de la meule n° 10, une molette en leucogranite lui est associée, ainsi qu'une meule de petite largeur. Conclure que la molette ovale et la meule fonctionnent ensemble est sans doute une interprétation un peu hâtive, mais ce couple peut être évoqué.

Pourtant un argument pèse en défaveur de cet appariement : il semble que la meule porte le négatif d'une molette (fig. 24, chapitre II), sorte de cercle clair sur une surface noircie par le feu. La molette posée devrait donc présenter, elle aussi, une surface active (ou un dos) relativement clair. Or la molette n° 32 est totalement noircie (fig. 186).

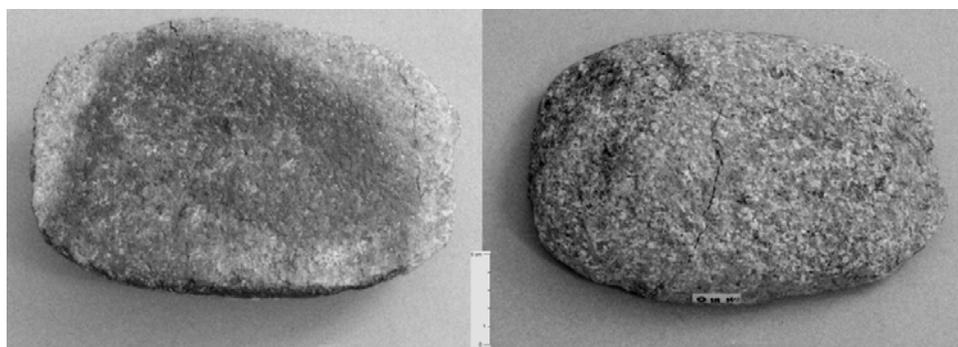


Figure 186 : Molette en leucogranite, CH 19 O

Figure 187 : répartition des artefacts en grès type Serre dans le village de CH 19 O



Sur les 35 artefacts, 30 sont en grès type Serre, dont trois meules et une molette. La répartition des mètres carrés pourvus de grès type Serre permet de mettre en évidence l'explosion thermique des outils en place (fig. 187), puisqu'en dehors des amas, aucun fragment de cette roche n'est présent.

Une telle remarque me permet de conforter le concept de NMI. En effet, en nombre de fragments, le corpus du village était à 85 % en roche type Serre. Or il est clair que pour une large part, il s'agit de fragments thermiques de deux meules. En NMI, seuls 50 % des outils sont issus du massif de la Serre. Donc le nombre minimum d'individus semble très pertinent dans le cas présent, où un village a été détruit par incendie pour moi accidentel.

VI 3 1 b : Répartition des autres artefacts

Après les meules et les molettes, nous allons à présent aborder la répartition des polissoirs et des percuteurs et blocs-enclumes du village de CH 19 O.

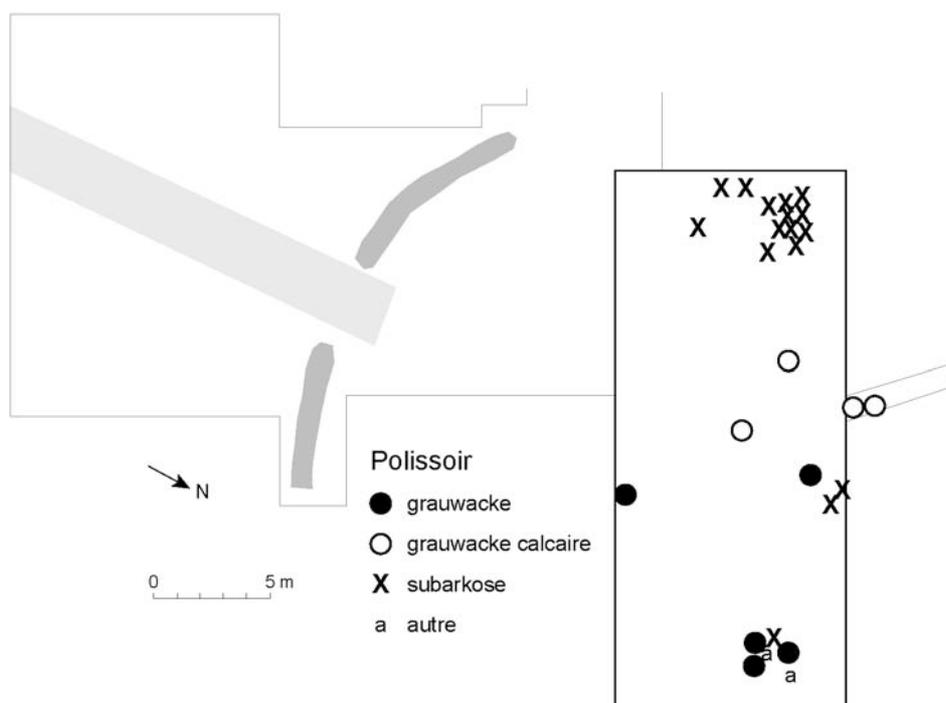


Figure 188 : répartition des polissoirs dans le village de CH 19 O selon la matière première

Les polissoirs de la couche Horgen de CH 19, tous fragmentés, se répartissent de façon plus aléatoire que les meules et les molettes (fig. 188), mais deux groupes sont néanmoins visibles. Le premier, à l'arrière de ce qui pourrait être l'emplacement d'une maison, est uniquement composé de subarkose. Il pourrait s'agir d'un polissoir éclaté par le feu, sur place. Il est intéressant de noter que le fragment de meule en subarkose est localisé exactement sur cet amas. Il n'est donc pas impossible que le bouchardage grossier observé sur la meule soit en fait la mise en forme d'un polissoir, ou que des fragments classés parmi les polissoirs soient des fragments de la meule. De plus, le NMI sur les polissoirs, qui ne pouvait être mis en œuvre à cause de la faible variété des matières premières, pourrait ici être appliqué. Le nombre de polissoirs en subarkose serait alors notablement réduit.

La seconde concentration se situe en bas du plan. La variété des roches rencontrées, et le fait que les polissoirs soient tous des fragments incitent à accepter l'idée qu'un dépotoir existait au Horgen à cet endroit.

Enfin, les autres polissoirs se répartissent de façon aléatoire entre ces deux concentrations, au centre du village.

Les percuteurs sont très peu nombreux à CH 19 O, et quasiment tous entiers (fig. 189). Sur les neuf recensés, seuls deux sont en quartzite, conformément à l'évolution des matières premières des percuteurs observée sur les rives du lac de Chalain. Il faut noter que ces deux percuteurs proviennent de la tranchée ouverte entre la zone densément peuplée et la maison isolée. Pour les autres percuteurs, leur répartition est identique à celle des polissoirs, au centre du village.

Le seul bloc-enclume du village est isolé, et se situe dans ce qui pourrait être un dépotoir.

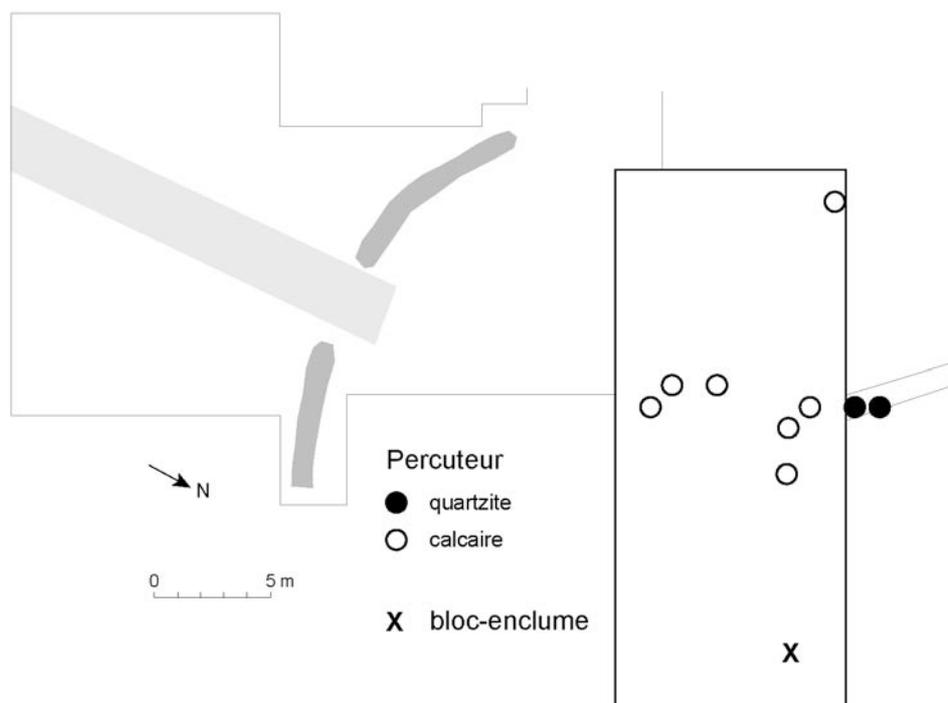


Figure 189 : répartition des percuteurs et des blocs-enclumes dans le village de CH 19 O selon la matière première

VI 3 1 c : Conclusion sur Chalain 19 O

Dans le cas d'un village incendié accidentellement, la répartition des artefacts paraît organisée. En effet, excepté les objets en position de rejet lors de l'incendie, les outils éclatent sur place. Le regroupement des artefacts en individus théoriques (NMI) est alors évident, tant pour les outils de mouture que pour les polissoirs.

Mais plus encore, sur le site de CH 19 O, on observe une constante dans l'organisation des assemblages d'outils de mouture. Deux concentrations sont localisées côte à côte, à égale distance de l'axe du chemin de planches et pourraient bien être les témoins de l'emplacement réel du moulin « va-et-vient » dans les maisons du village, à savoir sur le pas de porte ou dans la partie avant de la maison, où la lumière du jour est présente.

Enfin, la présence d'un dépotoir à l'est du village (en bas sur les plans) n'est pas à exclure, puisque se retrouvent dans cette zone des outils divers, qui ne semblent pas participer du phénomène de fracturation en place des outils mais plutôt d'une accumulation. Un dépotoir est d'ailleurs attesté à cet endroit pour l'occupation postérieure HK. Dans cette hypothèse, deux outils complets, dont une molette en grès type Serre (n°29) et une petite meule en calcaire (n° 28), seraient en position de rejet. Dans le cas de la molette circulaire, sa très faible épaisseur nous avait amené à imaginer un outil en fin d'utilisation, bien que des outils peu épais soient connus en ethnographie. Nous avons peut-être ici la confirmation du rejet de l'outil. Concernant la meule en calcaire, il ne serait pas illogique de retrouver un outil complet en matière première locale dans un dépotoir, puisqu'il a été démontré que le calcaire est une matière première d'appoint, de faible valeur. Dans ce dépotoir se trouverait également l'éclat thermique de l'extrémité d'une meule (n°30). Dans un village incendié, cet éclat semblait naturel, mais sa présence dans un dépotoir, associé à peu de fragments, il est impossible de le rattacher à une meule éclatée sur place ; il s'agirait alors d'un fragment d'une meule localisée ailleurs. Il est peut-être issu d'un traitement thermique volontaire ayant pour but l'abattage d'une butée. De plus, en NMI, ce gros éclat thermique n'a pas été décompté comme un individu à part entière, étant de même matière première que les meules et pouvant donc appartenir à l'un des outils déjà décomptés. Force est de constater que le nombre d'individus, calculé a minima, est un décompte pertinent. En effet, le fragment est seul, sans autre élément permettant de reconstituer une meule autour de lui, il est ainsi très probable qu'il provienne d'un autre outil.

VI 3 2 : CH 19 HK

Le plan du village de CH 19 HK, à la transition 31^{ème} - 30^{ème} siècle, est présenté figure 184.

La particularité de ce village est la présence de la **maison isolée**, probablement déjà occupée au Horgen. Un chêne sur construction est daté de 2973 av. J.-C. (Viellat, 2007). La durée de vie de cette maison est de 28 ans, ce qui est long comparé aux autres structures architecturales, pour lesquelles la moyenne est de 12 à 15 ans. La surface dégagée autour de ce bâtiment est vide de pieux. Il s'agit pourtant bien d'une maison d'habitation, qui comporte un dépotoir immédiatement devant l'entrée (Pétrequin P., Pétrequin A.-M. *et al.*, 2006), ainsi qu'un large dépotoir, collectif cette fois, correspondant probablement à une structure de chauffe, puisque les nombreuses pierres retrouvées dans cette zone étaient brûlées.

Les couches H et K de Chalain 19, à part dans la zone de la maison isolée, sont recoupées par des fouilles antérieures, indiquée par des hachures grises sur les plans.

VI 3 2 a : Répartition des meules et molettes

Deux espaces distincts présentent des outils de mouture (fig. 190).

La première concentration est le dépotoir de la zone d'habitation densément construite. La zone du dépotoir, existant peut-être déjà au Horgen, compte huit artefacts, dont une molette en position de rejet, et un amas de poudre brûlée.

Le reste du matériel de mouture est présent dans et autour de la maison isolée. Seuls cinq artefacts sont identifiables (contrairement aux amas de poudre), dont deux molettes ; tous se trouvent dans le dépotoir devant l'habitation, dépotoir où de nombreuses pierres chauffées ont été retrouvées. Les autres artefacts sont des poudres, autrement dit des blocs de roches grenues brûlés réduits volontairement en sables grossiers. Sept de ces poudres se trouvent à l'intérieur du bâtiment. Cette concentration est un nouvel argument en faveur du statut très particulier de cette maison.

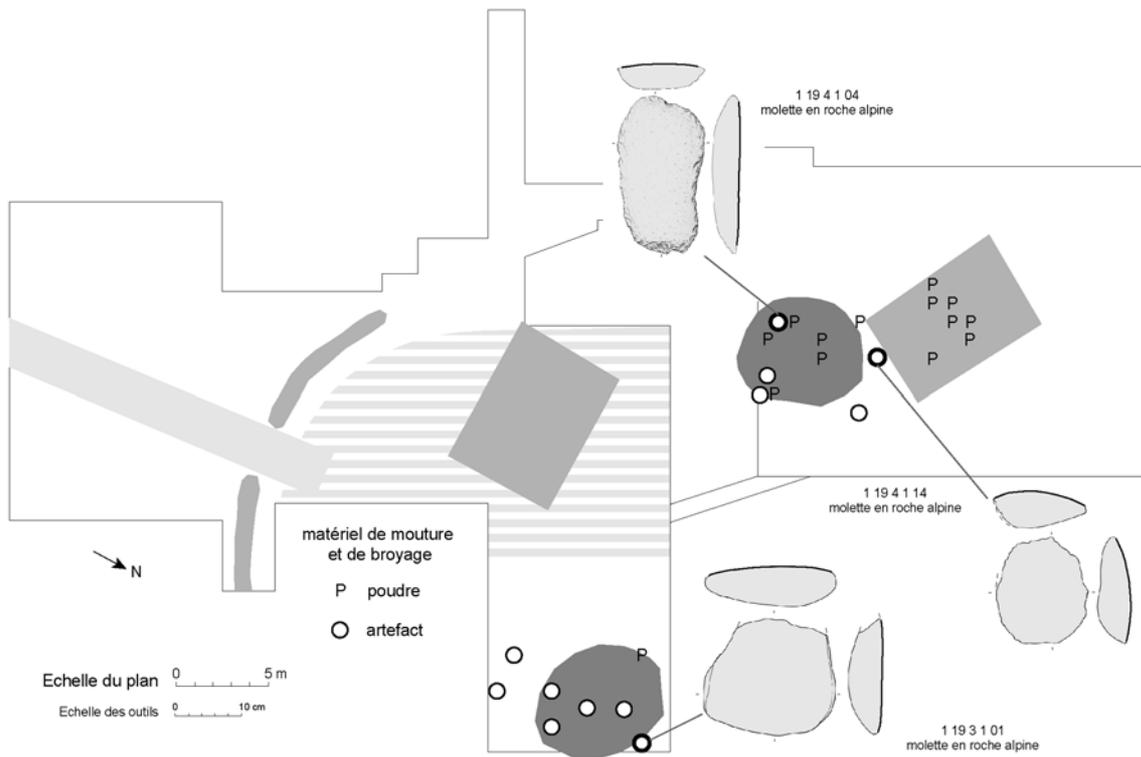


Figure 190 : répartition du matériel de mouture et de broyage du village de CH19 HK.
 La zone hachurée en gris clair localise l'espace remanié par des fouilles anciennes.
 Les cercles correspondent aux artefacts. Les outils complets (ou typologiquement significatifs)
 sont représentés par un cercle plus épais

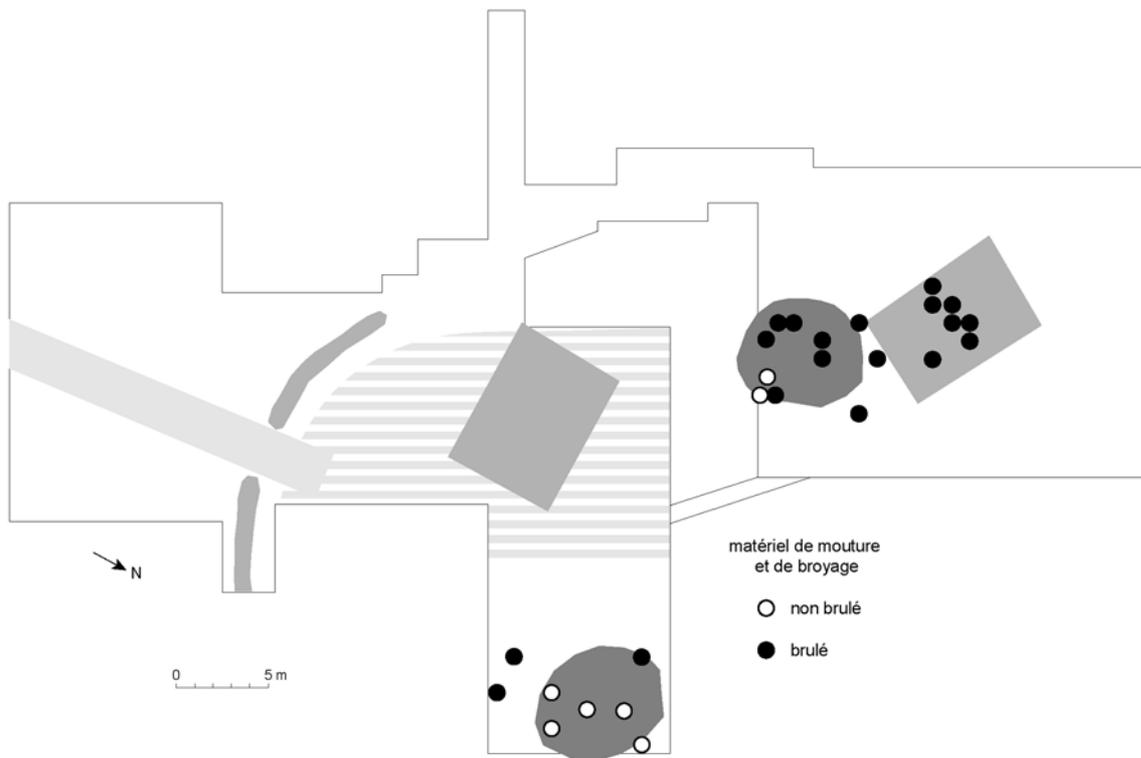


Figure 191 : répartition du matériel de mouture et de broyage du village de CH 19 HK
 en fonction des traces de chauffe

Le plan de répartition des artefacts brûlés et non brûlés (fig. 191) donne une autre vision des deux zones.

Tout d'abord, dans le dépotoir situé dans la partie densément construite du village, on constate que les artefacts non brûlés se trouvent à l'intérieur même du dépotoir, alors que les éléments brûlés sont plutôt à l'extérieur. Cela tendrait à montrer que l'incendie a été superficiel, n'atteignant pas les objets à l'intérieur du dépotoir.

Du côté de la maison isolée, on remarque que la quasi-totalité des artefacts est brûlée. Seuls deux fragments ne portent pas de traces de chauffe et se trouvent en limite du dépotoir, à l'opposé de la maison.

En ce qui concerne les matières premières, excepté les poudres, les artefacts sont de nature très variée : deux calcaires, six roches métamorphiques, deux grès type Serre, un fragment de subarkose... Il y a peu de similitude entre les roches et les artefacts semblent indépendants les uns des autres. Leur répartition selon la matière première n'est alors pas significative.

VI 3 2 b : Répartition des autres artefacts

Après les meules et les molettes, nous allons à présent aborder la répartition des polissoirs et des percuteurs et blocs-enclumes du village de CH 19 HK.

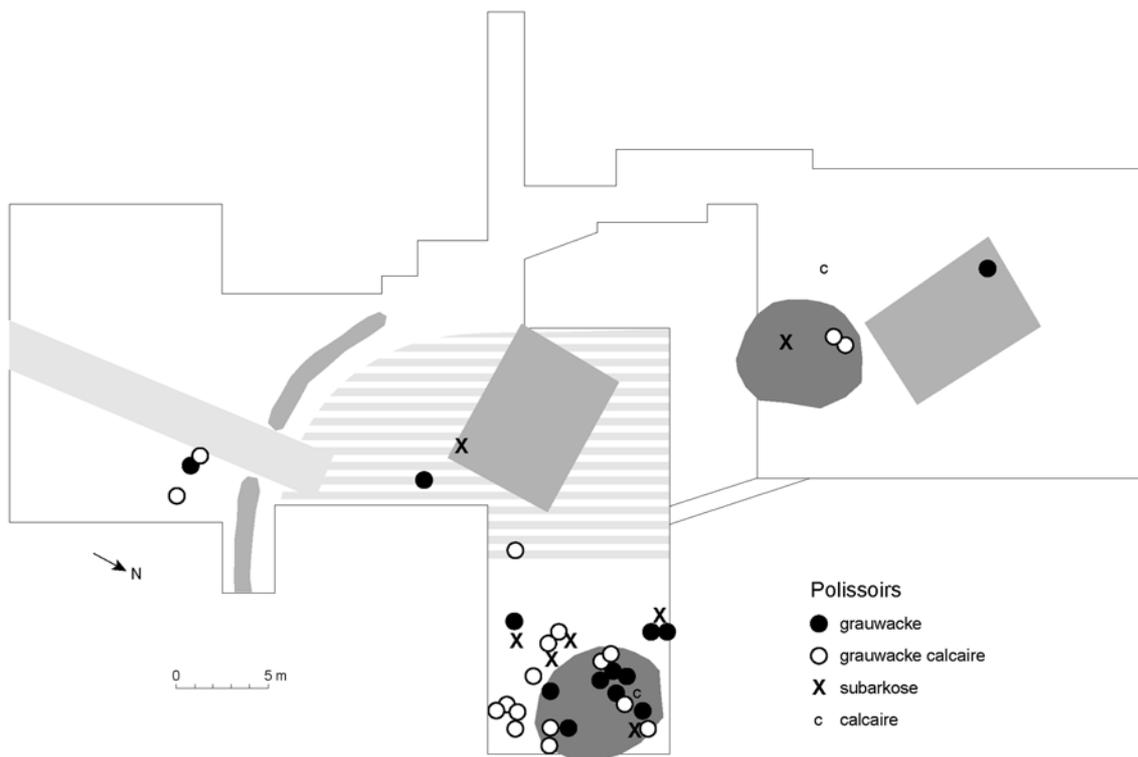


Figure 192 : répartition des polissoirs dans le village de CH 19 HK en fonction de la matière première

Les polissoirs attribués au Clairvaux ancien de CH 19 sont de nature pétrographique variée (fig. 192). Ils se répartissent dans le village de façon plus aléatoire que les meules et les molettes.

La zone de la maison isolée n'est que très ponctuellement pourvue de polissoirs, pourtant elle présente au moins un outil de chacune des matières premières, dont une grauwacke située dans la maison.

Quelques artefacts se trouvent à proximité du chemin de planches, soit dans le village, soit -pour trois d'entre eux- de l'autre côté de la palissade délimitant le village.

Ainsi, la majorité des polissoirs se regroupent dans la zone du dépotoir au cœur du village.

Les percuteurs et les blocs-enclumes sont nombreux à CH 19 HK (fig. 193). Leur répartition au cœur du village est similaire à celle des polissoirs : la zone de dépotoir du village concentre une large part des artefacts ; le chemin de planches et une ruelle en compte quelques uns. Deux blocs-enclumes ont été retrouvés à l'extérieur du village.

Par contre, la zone de la maison isolée, pauvre en polissoirs, ne compte aucun bloc-enclume mais rassemble 11 percuteurs, soit environ la moitié des percuteurs du village. Sur ces 11 percuteurs, trois sont en quartzite, le village ne comptant que quatre percuteurs de ce type.

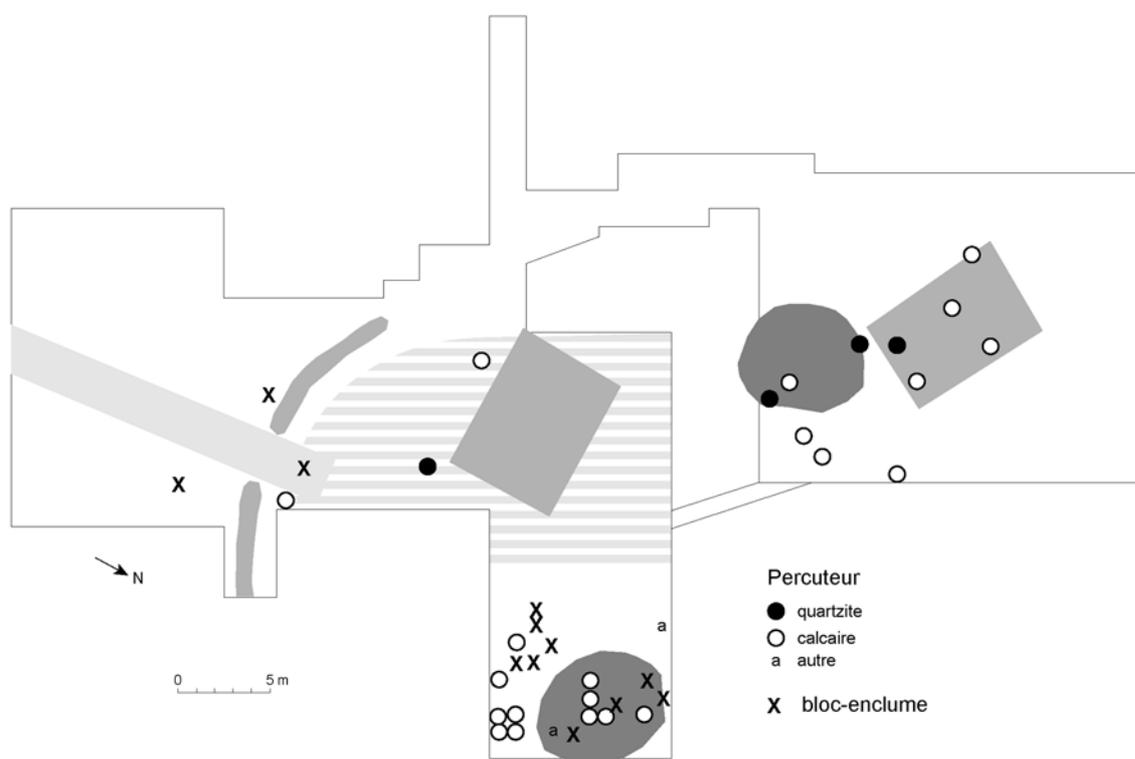


Figure 193 : répartition des percuteurs et des blocs-enclumes dans le village de CH 19 HK en fonction de la matière première

VI 3 2 c : Conclusion sur CH 19 HK

Il ressort de cette étude de la répartition du lithique pondéreux dans le village de CH 19 HK que :

- la zone centrale du village peut être comparée à celle du village de CH 2 C par exemple : les abords du chemin de planches et les ruelles peuvent présenter des artefacts, en probable position de rejet. De plus, un grand dépotoir collectif concentre les fragments de toutes les catégories d'outils. Ce village semble donc -en ce qui concerne le matériel lithique pondéreux- abandonné volontairement ;

- la zone de la maison isolée échappe à ce schéma, avec des artefacts de mouture en position de rejet dans un dépotoir collectif à proximité de la maison, un nombre important de blocs réduits en poudre, tant hors de la maison qu'à l'intérieur, peu de polissoirs, aucun bloc-enclume et de nombreux percuteurs, en particulier les percuteurs durs en quartzite.

L'absence de bloc-enclume et le faible nombre de polissoirs confirment l'idée déjà évoquée que les activités classiques de boucherie ou de fabrication de petit outillage sont très discrètes dans la zone de la maison isolée. Au contraire, des accumulations importantes de paléo-semences flottées et lessivées, où dominent *Papaver somniferum* (le pavot, 53 %), *Rubus fruticosus* (la ronce, 17,5 %), *Fragaria vesca* (les fraises des bois, 17 %) et *Physalis Alkekengi* (le coqueret, 13 %) représentent un cas unique pour l'espace villageois de Chalain 19 et restent encore inexplicables (Schaal, 2002), malgré les phénomènes de flottage importants en ambiance lacustre. De même, cette maison isolée et ses abords immédiats ont livré les seuls poids en argile connus pour cette époque sur l'ensemble des villages fouillés à Chalain et à Clairvaux : à l'intérieur de la construction, un groupe de huit pesons peut être interprété comme l'emplacement d'un métier à tisser disparu. Enfin un énorme dépôt de grosses pierres chauffées devant la maison suggère des cuissons collectives et peut-être la consommation de pièces de viande (Pétrequin P., Pétrequin A.-M. *et al.*, 2006).

A propos de cette maison, Pierre et Anne-Marie Pétrequin (*et al.*) ont écrit : « Dans le cadre d'une communauté à structure sociale inégalitaire, cette maison aurait abrité un personnage ou une unité sociale élémentaire au statut particulier, ainsi qu'en témoignent les activités spécialisées (le métier à tisser vertical à pesons, alors seulement en voie d'introduction dans le Jura) ou réservées (les cuissons collectives aux pierres chauffantes) et certains marqueurs de statut comme une longue lame en silex de Forcalquier (Alpes-de-Haute-Provence), détachée par pression au levier. C'est juste devant ce bâtiment remarquable, qui ne peut être simplement interprété comme un grenier ou un atelier, qu'a été découvert un travois triangulaire, volontairement bloqué au sol par un piquet » (Pétrequin P., Pétrequin A.-M. *et al.*, 2006, p. 91).

La présence en quantité importante de poudre de roches grenues et de percuteurs pourrait alors être mise en relation avec une activité particulière réalisée dans cette unité domestique remarquable. Je ne suis pas en mesure d'imaginer quel type d'activité peut être associée à de tels artefacts pris indépendamment des autres, je ne fais donc qu'apporter de l'eau au moulin des hypothèses, et il faudra cumuler les informations pour préciser la fonction de cette construction.

VI 4 : Clairvaux II/II bis

Dernier site présenté dans ce chapitre, CL II/IIbis est un village pauvre en artefacts, mais riche d'informations quant à l'organisation d'un village au 35^{ème} siècle av. J.-C.

VI 4 1 : Présentation

Ce site, repéré par J.N. Le Mire en 1869, a été partiellement décapé en 1972 et 1973. La couche archéologique est très érodée, mais une fouille extensive a montré qu'il s'agissait d'un village de type Port-Conty, daté du 35^{ème} siècle av. J.-C.

« Situé à l'extrémité nord-est du lac, la station II de Clairvaux est très affectée par l'érosion. La principale conséquence est la disparition de la majeure partie des industries. Cependant un décapage de grande surface a permis de mettre en évidence les fondations d'une palissade, dix maisons quadrangulaires et deux chemins de planches, parmi d'autres pieux dont le plan est resté incohérent » (Lambert *et al.*, 1989a, p. 195) (fig. 194).

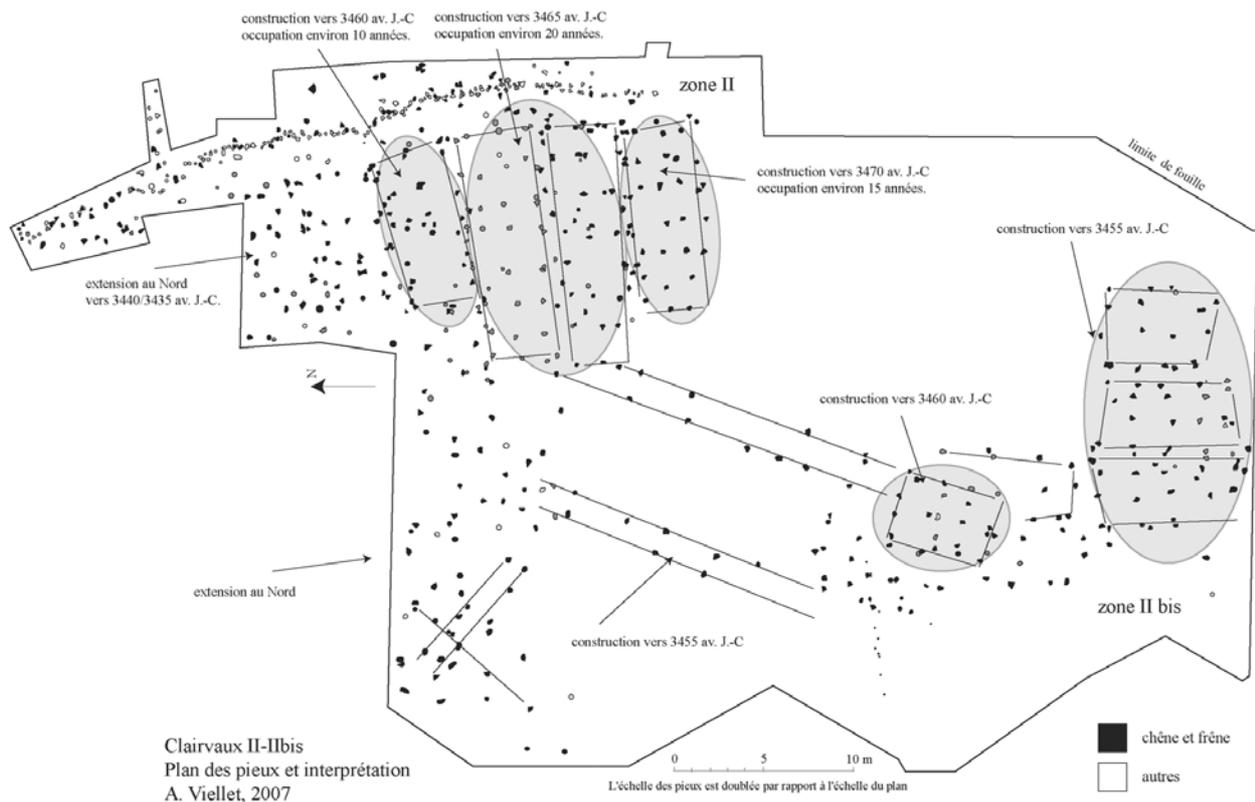


Figure 194 : Plan des pieux et interprétation architecturale du village de CL II/IIbis,
DAO : A. Viellet, d'après Viellet (2007)

Une étude dendrochronologique détaillée du site de CL II/IIbis par Amandine Viellet a permis de démontrer que « les stations II et IIbis sont contemporaines. Les principales phases d'abattage ont eu lieu entre 3470 et 3445 av. J.-C., avec une extension après 3440 av. J.-C. La phase majeure d'installation se situe entre 3460 et 3450 av. J.-C., soit un habitat d'assez courte durée entre 3460 et 3430-3420 av. J.-C., et une occupation maximum de 60 années. La station II-IIbis de Clairvaux-les-Lacs se situe donc à l'extrême fin des habitats de type Cortaillod des lacs de Neuchâtel et de Bienne en suisse » (Viellet, 2007, p. 224).

VI 4 2 : Répartition des artefacts

Sur l'essentiel de sa surface, le site n'offre plus ni couche archéologique ni vestige matériel (fig. 195). « On a pu repérer des lambeaux de fumiers végétaux qui ont été tamisés aux mailles de 2 mm : le plus souvent, il s'agit de dépôts secondaires mis en suspension par les reprises d'érosion et déposés en eau plus calme ; pour preuve, les rares débris archéologiques datables, qui montrent la juxtaposition, dans des petites dépressions du sol, de mobilier Néolithique moyen et d'éléments du début du Néolithique final » (Pétrequin, 1989b, p. 93).

L'outillage lithique pondéreux du village de CL II/IIbis se compose de deux fragments de meule ou de molette, l'un en calcaire et l'autre en roche sédimentaire indéterminée, de trois fragments de polissoir en grauwackes calcaire et non calcaire, d'une petite boucharde en silex et de galets calcaires.

Aucune information n'est donc disponible en terme d'interprétation du plan de répartition. Mais c'est dans l'interprétation du plan lui même que réside l'intérêt de ce site.

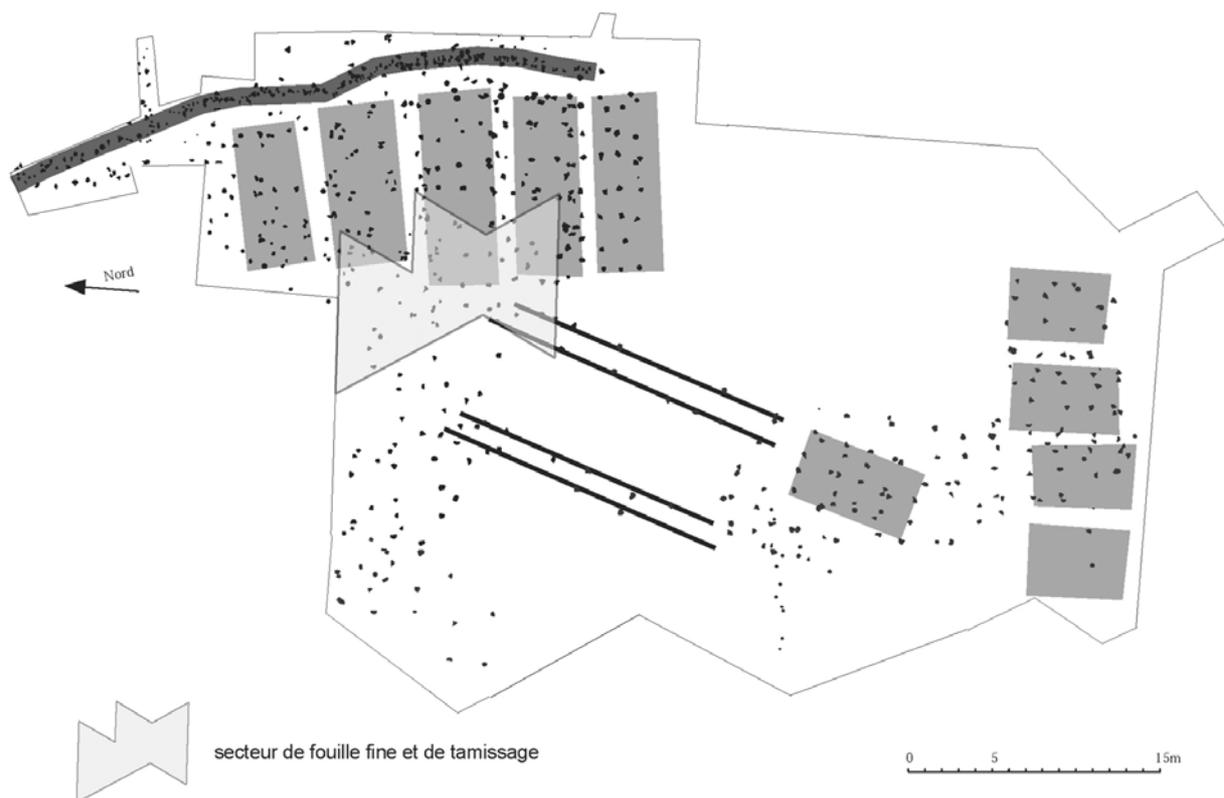


Figure 195 : interprétation générale de l'architecture du village de Clairvaux II/Ibis et localisation de la zone fouillée finement. C'est de cette zone que proviennent les artefacts du lithique pondéreux

VI 4 3 : Interprétation

« Ce que l'on a perdu ici, au plan du mobilier, pour des questions de conservation et d'érosion, on l'a gagné au niveau de la compréhension des structures architecturales » (Pétrequin, 1989b, p. 93.).

Le plan du village montre une série de bâtiments proches d'une palissade, et les petites séries de matériel ont été retrouvées dans cette zone. Les bâtiments situés au sud du site, reliés aux précédents par des chemins de planches, sont totalement dépourvus d'industrie. « Deux quartiers bien séparés ont été édifiés au même moment, selon deux modes architecturaux et deux plans différents » (Lambert *et al.*, 1989a, p. 197). L'hypothèse privilégiée actuellement est celle d'une distinction habitations/greniers. « Comme classiquement dans la tradition Cortailod, (le village) est fermé par une palissade du côté de la terre ferme, avec une seule rangée de maisons disposées transversalement au rivage ; les greniers sont construits sur un haut fond et reliés aux habitations par deux chemins de planches » (Pétrequin, Viellet *et al.*, 1999, p. 303).

La place du matériel de mouture et de broyage au sein de ce village n'est malheureusement pas évaluable en raison de la forte érosion, voire du démantèlement de la couche archéologique. Pourtant, la présence de bâtiments destinés au stockage des céréales laisse présager d'un statut particulier pour les outils ayant trait au traitement des récoltes. Si le village de CL II/Ibis nous laisse un peu sur notre faim, nous verrons dans le chapitre suivant que, dans le village de Sutz Lattrigen « Riedstation » dont le plan est similaire, la place du moulin de type « va-et-vient » peut être précisée.

VI 5 : Synthèse

La question ici est de savoir si, dans la Combe d'Ain, les données permettent de répondre à des questions aussi essentielles que la place du moulin de type « va-et-vient » dans les villages, la localisation du rejet des outils...

Tout d'abord, la question du rejet des outils peut être abordée grâce aux villages de CH 2 C et CH 19 HK, villages a priori délaissés volontairement, et dans lesquels l'outillage lithique pondéreux est en position de rejet. La présence de dépotoirs devant les maisons (sous le chemin de planches) et sur les côtés (dans les ruelles) est évidente. Sont rejetés des fragments, parfois brûlés, et des outils complets. Le cas de la meule complète de CH 2 C (n° 15) est particulièrement intéressant puisque cette meule en roche d'origine alpine a été rejetée, sans que la matière première pourtant lointaine et possédant donc une valeur intrinsèque, ne soit recyclée. D'autres pièces complètes sont en position de rejet, dans des dépotoirs collectifs par exemple comme à CH 19 HK. Les outils complets présents dans les dépotoirs ne sont pas surprenants. Il s'agit d'outils considérés typologiquement comme arrivés en fin d'utilisation, ou d'artefacts en calcaire, qui bien que potentiellement utilisables - selon mes critères totalement subjectifs d'occidentale- sont fréquemment rejetés, ce qui est en accord avec l'interprétation faite de la gestion de la matière première locale.

Le rejet des outils de mouture semble se faire préférentiellement sur les côtés ou à l'arrière des maisons. Au contraire, les polissoirs, percuteurs et blocs-enclumes se retrouvent volontiers dans l'aire de circulation principale que constitue la rue centrale, zone à l'avant des maisons où il a été démontré que se faisait préférentiellement le rejet des déchets, notamment les malodorants tels que les déchets de boucherie.

La question du nombre d'outils par maison est très difficile à appréhender à travers les quelques exemples présentés ici. A CH 2 C, il est possible que chaque maison ait possédé son moulin. Mais nous n'avons à notre disposition que des outils en position de rejet dans les dépotoirs. A CH 19 O, village incendié, la présence d'un moulin à l'avant de chaque maison est probable, parfois associé à d'autres outils. L'assemblage le plus important regroupe une molette ovale, une meule ovale et une meule de petite largeur. Mais la généralisation de ces observations, tentante, serait un raccourci un peu rapide, puisque nous ne disposons pas du plan complet de ce village.

L'hypothèse d'une « boîte à outils » présente dans chacune des maisons a déjà été émise, notamment par Caroline Hamon (Hamon, 2004b). Cette panoplie serait formée, au Rubané et au Villeneuve Saint-Germain du le Bassin parisien, d'une demi-meule et d'une molette et demi ; autrement dit, pour deux maisons il y aurait une meule et trois molettes. De plus il y aurait -grosso-modo- un percuteur et un polissoir par maison.

Au delà des plans de répartition, on observe une évolution du modèle architectural dans la Combe d'Ain, avec une opposition entre CLII/II bis et le village type Horgen. Bien qu'une évolution du plan des villages soit d'ores et déjà connue et étudiée à l'échelle des Alpes (Pétrequin, Viellet *et al.*, 1999), ce n'est pas encore le moment dans ce travail de se pencher sur cet aspect des choses, sur lequel nous reviendrons. Mais à Chalain/Clairvaux, l'évolution est évidente, avec une orientation des villages différente entre le Port-Conty et le Horgen. Dans le premier cas, les maisons sont alignées sur le rivage et la porte donne sur les greniers. Dans le modèle Horgen, on constate un retournement complet de l'orientation des façades, les maisons se font face de part et d'autre du chemin de planches qui relie le village à la terre ferme. Les greniers ne sont plus des bâtiments à part, le stockage des céréales semblant se faire à l'intérieur même des habitations.

« Il s'agit là d'un phénomène qui touche (...) les structures sociales qu'implique le fonctionnement du nouveau plan de village » (Pétrequin, Viellet *et al.*, 1999, p. 316).

Ainsi, c'est tout le modèle de société qui change, ce qu'illustre bien le paysage visible depuis les portes des maisons (fig. 196).

Le modèle Horgen, établi dès 3200 av. J.-C., reste la règle jusqu'à 2700 av. J.-C. (CL III ensemble sup., Pétrequin dir., 1986), où on note l'absence de chemin de planches, une palissade courte et peu résistante et des maisons différentes les unes des autres, de part et d'autre d'un espace central. La cohérence de l'organisation de l'espace villageois s'est estompée, tandis que la densité de population s'est effondrée avec la crise de la fin du 30^e siècle.

A partir de l'outillage lithique pondéreux de Chalain/Clairvaux, il est difficile de voir si le matériel participe de cette réorganisation architecturale et sociale.

C'est pourquoi nous allons maintenant quitter la Combe d'Ain et nous rendre dans d'autres villages lacustres du domaine alpin.



Figure 196 : Ce que voient les villageois depuis la porte d'entrée de leur maison. A gauche, dans un village type CL II/Ibis, les habitants contrôlent visuellement le grenier au bout du chemin de planches. A droite, dans un village Horgen, ils voient les maisons de l'autre côté de la rue. Aquarelle G. Monthel

Nous venons de compléter l'étude chronologique des séries du matériel lithique pondéreux de la Combe d'Ain en étudiant la répartition spatiale des artefacts. A Chalain/Clairvaux, les sites se prêtent parfois assez bien aux interprétations ponctuelles des villages pris en compte, mais ne permettent pas d'avoir une vision générale à l'échelle d'un village tout entier. C'est un des points qui m'a conduit à étudier deux autres sites lacustres du domaine alpin, qui sont contemporains des occupations du début et de la fin du Néolithique final étudié dans la Combe d'Ain. De plus, ces deux nouveaux sites d'habitats se localisent dans des zones morainiques alpines, ce qui en terme de gestion des matières premières offre d'autres perspectives. Dans un premier temps, nous allons étudier la localisation géographique et géologique des sites, puis leurs corpus et enfin la répartition des artefacts dans l'espace villageois. Les analogies ou les différences de gestion des matières premières et les évolutions chronologiques feront l'objet de la synthèse générale de cette thèse.

Les lacs alpins présentés dans cette étude ont la même origine glaciaire ; ils sont le plus souvent situés dans des vallées ou des dépressions surcreusées par les glaciers würmiens. Il s'agit d'une part du lac de Paladru (Isère), qui occupe une dépression dans les collines du Bas-Dauphiné, au pied des Préalpes de Chartreuse, et d'autre part du lac de Bienne, sur le Plateau suisse.

Chapitre VII :
Autres lieux, autres mœurs ?

VII 1 : Charavines « Les-Baigneurs »

Le premier ensemble étudié est composé des deux villages néolithiques successifs de Charavines « Les Baigneurs » (Isère). Le site des Baigneurs est localisé sur une avancée de la plateforme littorale en rive sud du lac de Paladru (Pétrequin, 1984). Il a fait l'objet de fouilles subaquatiques, entre 1972 et 1986, entreprises sous la direction d'Aimé Bocquet (Bocquet, 1994). Le site de Charavines était autrefois attribué à la Civilisation Saône-Rhône (Thevenot *et al.*, 1976). Aujourd'hui, son attribution culturelle pose toujours quelques problèmes, mais globalement les influences culturelles sont clairement méridionales pour ce qui est de la céramique, ubiquiste occidentale pour les poignards pressigniens et du nord-est (Cordé) pour les haches marteaux et les épingles en houx. Les deux occupations successives, de 20 à 25 ans chacune, sont séparées par une couche de craie témoignant d'un abandon d'une quarantaine d'années. Les phases d'abattage des arbres de la couche inférieure (B3) sont datées de 2669 à 2646 av. J.-C. ; les premiers indices dendrochronologiques de la seconde phase (B1) apparaissent dès 2612 av. J.-C. (Orcel et Dormoy, 1993, cité par Tardieu, 2002), pour finir en 2592 av. J.-C. (Bocquet, publication en ligne, chapitre 6 C). Pour Aimé Bocquet, l'année 1 de l'occupation correspond à la date de 2669 av. J.-C., tandis que la fin de la dernière occupation serait datée de l'année 77.

La synthèse des recherches sur Charavines a été réalisée ces dernières années. Le rapport général des sites est déposé au Conseil Général de l'Isère (Bocquet dir., 2004), et publié en ligne à l'adresse suivante : <http://bocqueta.club.fr/charaouv0.htm> depuis mai 2006. Le lecteur trouvera sur ce site l'intégralité des données récentes.

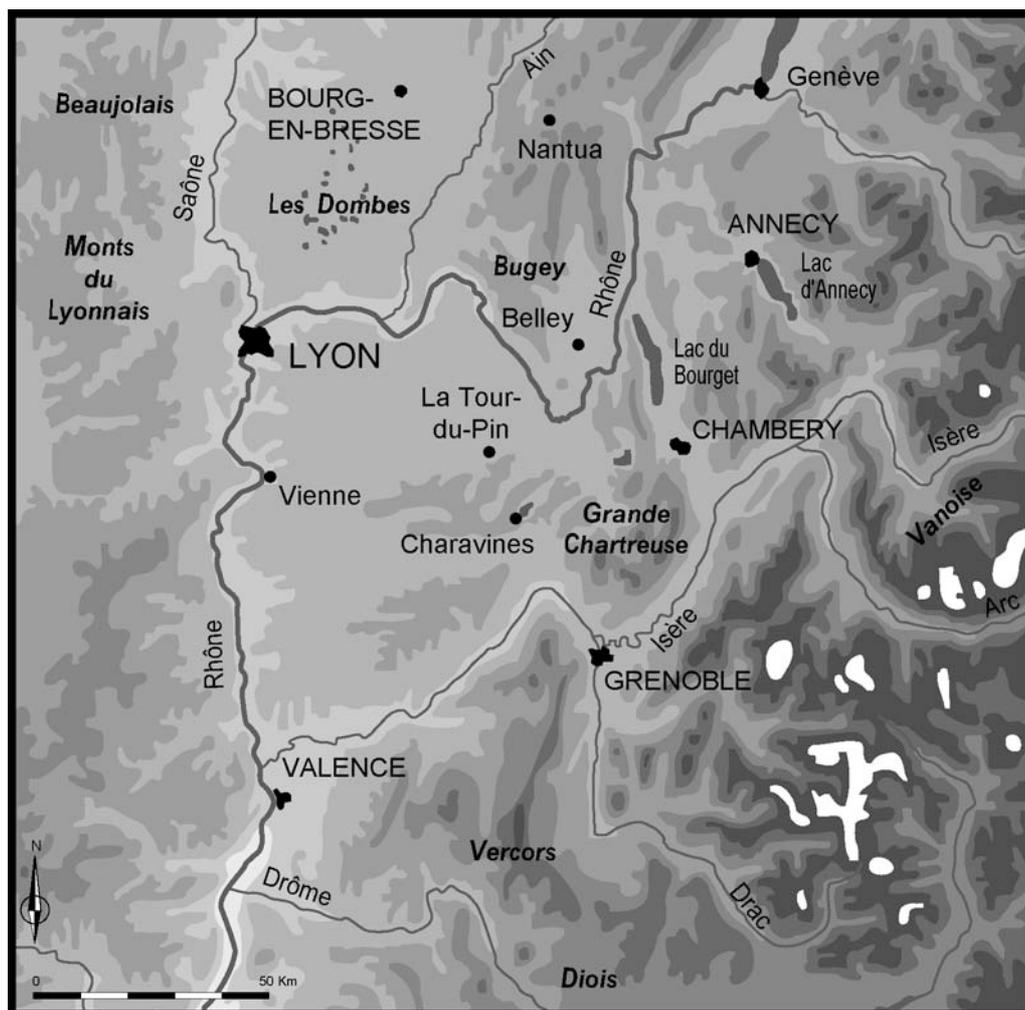


Figure 197 : contexte géographique du lac de Paladru.

VII 1 1 : Localisation du site

La figure 2, au début de ce travail, précise la localisation du lac de Paladru à l'échelle de l'est de la France.

VI 1 1 a : Le lac de Paladru

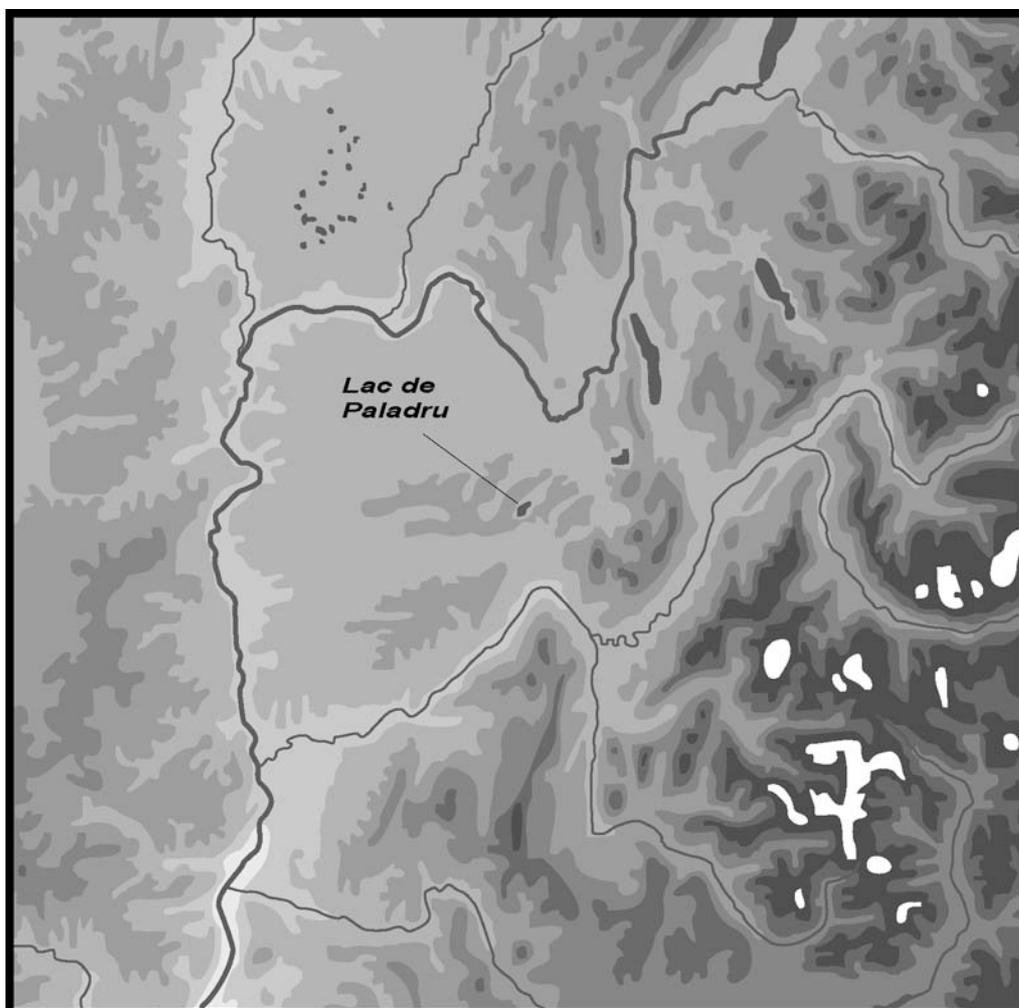


Figure 198 : situation du lac de Paladru

Le lac de Paladru occupe une dépression d'origine glaciaire dans les collines du Bas-Dauphiné entre Lyon et Grenoble (fig. 197 et 198).

La carte géologique présentée ici (fig. 199), réalisée à partir de la carte de Voiron à 1/50 000 (Bravard *et al.*, 1970), est volontairement simplifiée. Les formations quaternaires ont été regroupées par grands ensembles (alluvions glaciaires, fluvio-glaciaires...). Pour nous, l'intérêt réside non pas dans la compréhension du détail des phénomènes glaciaires -aboutissant entre autres à la formation du lac-, mais dans une vision globale de la géologie des environs de Charavines, notamment pour définir les matières premières disponibles localement.

Les informations qui suivent ont été recueillies, entre autres, sur le site www.geol-alp.com.

Du point de vue de la nature des roches, l'avant-pays alpin est caractérisé par l'importance, souvent prédominante, d'une formation (appelée molasse) qui résulte de l'accumulation d'anciens dépôts deltaïques marins, au Tertiaire récent (Miocène). Ces formations, grésoconglomératiques, ont été abandonnées par les fleuves qui descendaient de la chaîne alpine

naissante. Cet amas de débris rocheux, épais de plusieurs milliers de mètres lors de son dépôt, forme une lourde chape, sous laquelle les terrains plus anciens du Secondaire restent souvent masqués.

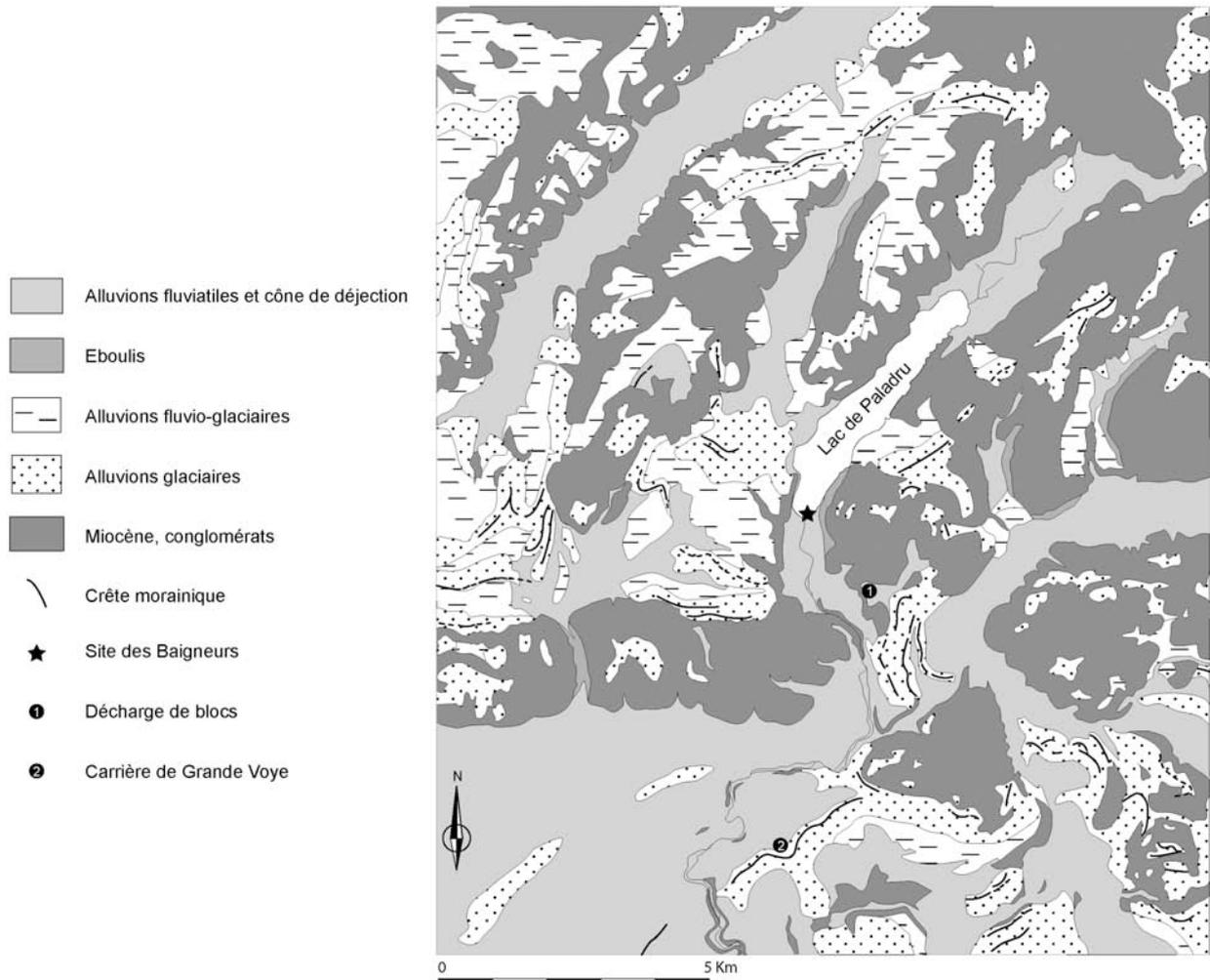


Figure 199 : contexte géologique du Bas-Dauphiné, d'après Bravard et al. (1970)

Les dépôts quaternaires occupent également de grandes surfaces dans l'avant-pays alpin, car ils tapissent la plupart des dépressions et coiffent même souvent le sommet des reliefs. Pour beaucoup, ils ont été déposés à la périphérie des langues glaciaires qui descendaient des massifs alpins, leur étude permet de reconstituer l'histoire du retrait des glaciers.

A l'époque würmienne les vallées du voironnais sont envahies par les langues terminales de deux glaciers alpins (Gidon, 1993 ; fig. 200) :

- celui de l'Isère, qui débouche de la cluse de l'Isère. Au maximum de Würm, il s'engageait vers le nord-ouest dans la plaine de Bièvre, en passant par le « seuil de Rives » où le bedrock molassique avait été creusé en vallée par les érosions antérieures ;
- celui du Rhône, qui se partage en plusieurs langues, notamment celle de la Fure, qui a creusé une vallée dont l'ombilic est occupé par l'actuel lac de Paladru.

Les positions successives occupées par le front des langues glaciaires qui venaient terminer leur parcours en Bas-Dauphiné sont marquées par des alignements (ou crêtes) morainiques encore bien visibles.

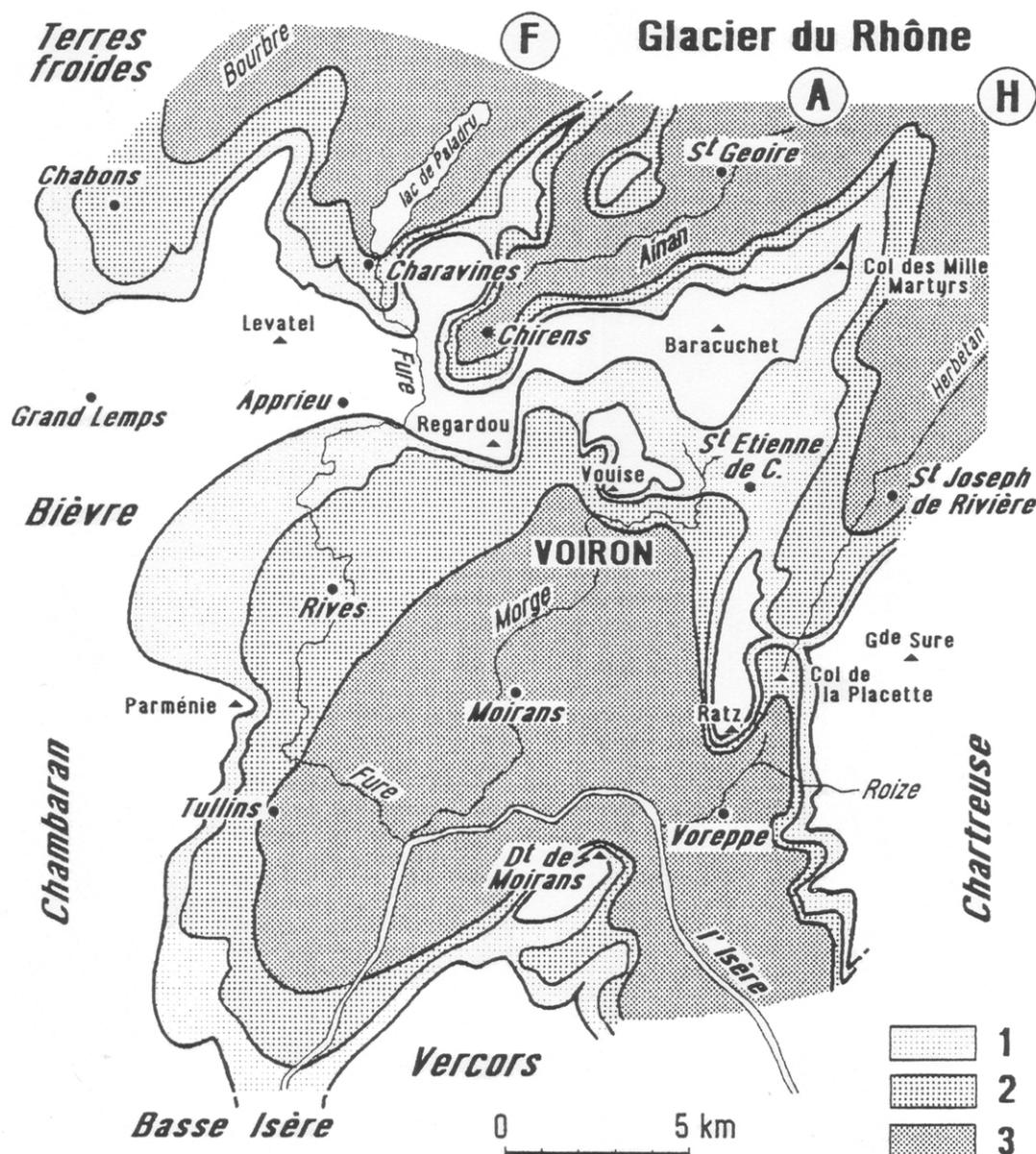


Figure 200 : extension des langues terminales des glaciers alpins dans le voironnais (étapes successives du retrait), d'après Gidon (1993). A l'époque würmienne les vallées du voironnais sont envahies par les langues terminales de deux glaciers alpins, celui de l'Isère (au sud) qui débouche de la cluse de l'Isère et celui du Rhône (au nord) qui se partage en plusieurs langues : langue de la Bourbre, langue de la Fure (F), langue de l'Ainan (A) et langue de l'Herbétan (H). 1, 2, 3 sont les positions de la marge glaciaire aux étapes successives de stationnement qui se sont échelonnées lors du retrait (zones englacées en gris). L'extension maximale du glacier würmien (époque dite de Würm II) se trouvait un peu au delà de la ligne 1 (qui correspond à la première des oscillations dans le retrait du front glaciaire)

Les moraines tapissent également les bas versants montagneux ; ce sont les restes de moraines de fond abandonnées par les langues des grands glaciers du Rhône et de l'Isère qui ont réussi à pénétrer dans le massif.

Du point de vue des matériaux disponibles, les moraines sont présentes dans l'environnement naturel du lac de Paladru, puisque le lac se trouve dans la zone recouverte par le glacier du Rhône. Or c'est ce même glacier qui a déposé au Riss les éléments d'origine alpine dans le Jura. Nous avons déjà détaillé la composition de ces moraines dans le Jura, à partir de l'étude des

travaux de Michel Campy (chapitre IV, paragraphe 3 1 b). Rappelons qu'il s'agit de roches granitiques au sens large, protogine du Mont Blanc par exemple, de « roches vertes », dont serpentinites et métadolérites, de granulites, basiques et acides, et d'éléments divers, tels que schistes lustrés... (Campy, 1982).

En mai 2005, des prospections en compagnie d'Evelyne Debard ont permis de voir que, bien que la qualité et la dimension des blocs rencontrés soient variables, il est possible de trouver des cailloux de toutes dimensions et de toutes natures dans les environs du lac.

Les deux zones où des blocs morainiques ont été observés (fig. 201 et 202) sont indiquées sur la figure 199.



Figure 201 : exemple de blocs morainiques de la région de Charavines : accumulation artificielle de blocs à Clermont, à proximité du lac de Paladru

Dans le premier cas (fig. 201), des blocs provenant probablement de travaux dans la région ont été déversés en contrebas de la route. Les galets morainiques ne sont donc pas en position primaire, mais la forme et la composition des blocs est représentative de la composition des moraines alpines locales.

Dans la carrière de Grand-Voye (fig. 202) au contraire, la moraine est en place. De gros blocs peuvent mesurer plus d'un mètre de diamètre (fig. 202 à gauche).

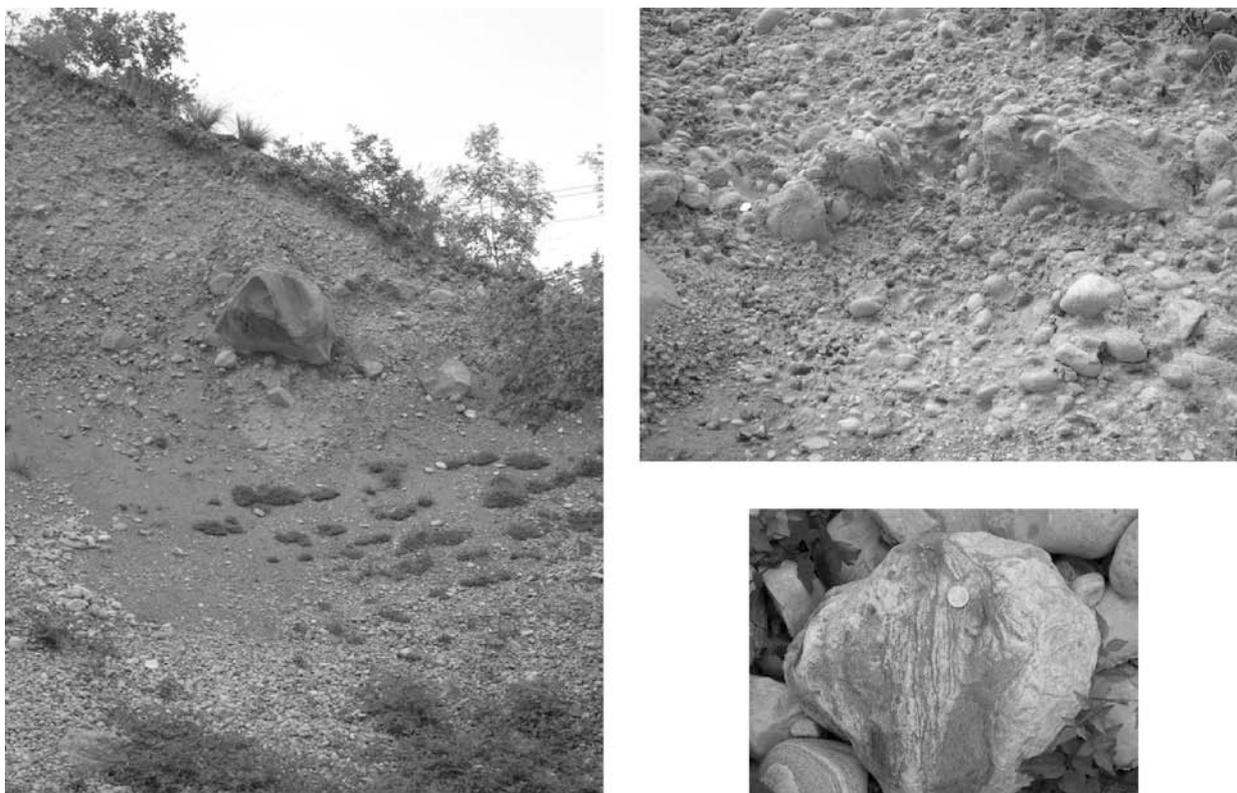


Figure 202 : exemple de blocs morainiques de la région de Charavines : dépôts morainiques visibles dans la carrière de Grand-Voye. Sur les clichés de droite, une pièce de deux euros donne l'échelle (point brillant sur le cliché du haut)

Le site de Charavines « Les Baigneurs » se trouve à l'extrémité méridionale du lac de Paladru, là où se trouve son exutoire, constituant la source de La Fure. Un affluent de la Fure a provoqué un cône de déjection qui a bloqué l'écoulement des eaux et créé le lac. Le lac est dit « à beine », c'est-à-dire qu'il présente des plateformes périphériques de craie lacustre, et « ces terrasses exondées ont constitué à plusieurs reprises des lieux propices aux implantations humaines, notamment au Néolithique final » (Tardieu, 2002, p. 314 ; fig. 203).



Figure 203 : Vue actuelle du lac de Paladru depuis les hauteurs de la rive ouest, cliché E. Debard, DAO : M. Charvet

VI 1 1 b : Le site des « Baigneurs »

« Le site néolithique a été reconnu en 1906 par Felix Jourdan qui le signalait à l'archéologue grenoblois Hippolyte Müller ; celui-ci en 1921 profitait d'une baisse exceptionnelle des eaux du lac de Paladru pour explorer cette cité lacustre » (Bocquet, 1994, p. 5-7). Suite au relevé topographique du site (fig. 220), des fouilles eurent lieu sur 450 m² entre 1972 et 1986, selon un repérage par triangles équilatéraux d'un mètre de côté ; ces fouilles subaquatiques eurent lieu sous deux à quatre mètres d'eau.

Selon les propositions d'Aimé Bocquet (1994), les deux villages du 27^{ème} siècle av. J.-C., auraient été occupés pendant 20 à 25 ans, et séparés par une période d'abandon d'une quarantaine d'années. La première occupation correspond à la couche inférieure B3 et la seconde occupation à la couche supérieure B1.

L'organisation des villages sera abordée plus précisément à la fin de ce chapitre, mais on peut d'ores et déjà noter que les villages sont clos par une palissade mais ne sont pas reliés à la terre ferme par un chemin de planches. « Le terrain entre le village et l'arrière-pays devait être assez ferme en permanence pour qu'il n'y ait pas eu besoin de construire des « chaussées » en bois, pour faciliter le passage entre le village et la rive sèche en cas de montée persistante des eaux » (Bocquet, publication en ligne, chapitre 8 B). Dans les deux villages, les bâtiments identifiés sont à deux nefs et interprétés comme des maisons à même le sol en raison de la présence de dépôts lacustres inter stratifiés au niveau des chapes d'argile (Bocquet, 1994).

Durant la vingtaine d'année de la première occupation, la communauté villageoise édifie un village qui évolue, avec des réparations, des modifications et des reconstructions d'habitations. Après 5 ans d'occupation, « une palissade de piquets en sapin est plantée du côté de la terre pour cerner un espace de 1 500 m² environ » (Bocquet, 1994, p. 23 ; fig. 204).

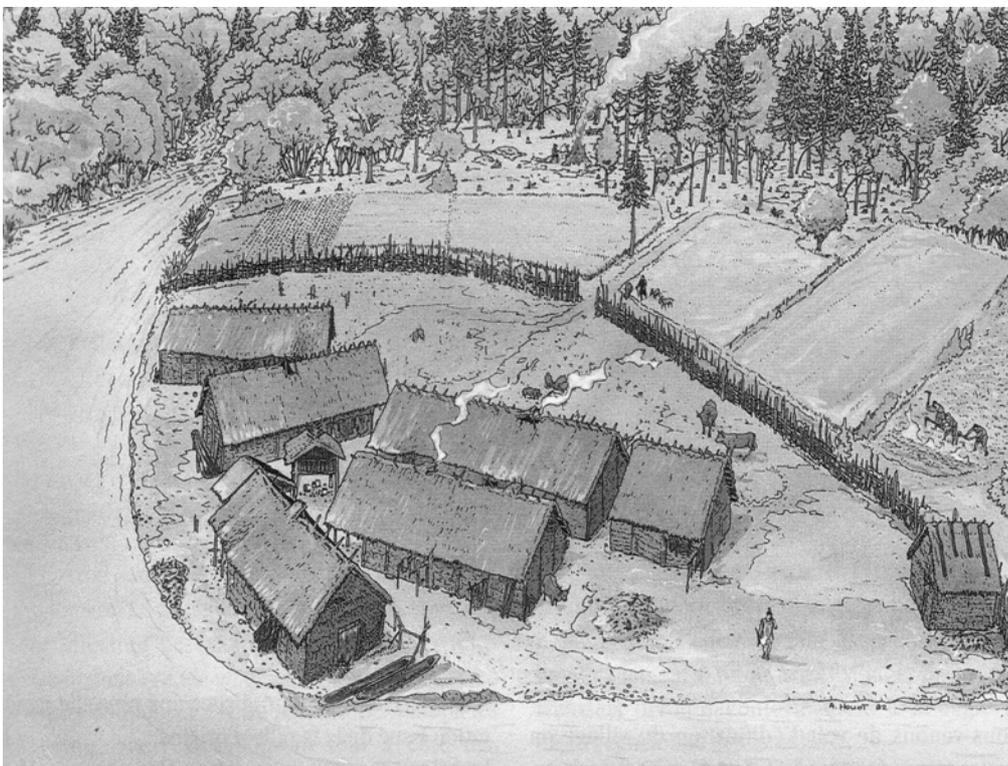


Figure 204 : Reconstitution du village durant la seconde moitié de la première occupation, dessin A. Houot, dans Bocquet (1994, p. 23)

De ce premier village, les habitants sont partis sans précipitation, « emmenant avec eux les outils encore utilisables et les objets les plus précieux » (Bocquet, 1994, p. 28).

Une soixantaine d'année après la première installation d'un village, des paysans reviennent s'implanter sur le même site. Mais cette fois, la fin de l'occupation « est précipitée par une forte remontée d'humidité suivie d'une montée rapide et définitive des eaux. Les habitants sont donc contraints à abandonner le village. Ce départ provoqué amène les villageois à déplacer le village. Ils n'auraient alors sélectionné que certains objets soit pour leur facilité de transport soit pour la difficulté à les refaire soit pour l'éloignement de la source de matière première... Quelle que soit la cause impliquée, il n'en reste pas moins que de nombreux objets finis encore utilisables sont restés dans la couche. De plus, les éléments végétaux perdurent, protégés d'une part par l'eau et, d'autre part, par un épais dépôt de craie. Ce départ brusque des villageois nous offre une vision en instantané de l'organisation des vestiges entre eux » (Tardieu, 2004, p. 195).

A cette vision claire des conditions d'implantation et d'abandon des villages, il faut apporter quelques nuances. Il semble que, même si les grandes phases d'occupation sont identifiées et bien datées, on puisse voir au sein de chaque couche des interruptions de l'occupation pendant quelques années, c'est-à-dire des couches de craies intercalées au sein même des couches B1 et B3 (P. Pétrequin, com. pers.).

Quoi qu'il en soit, les villages du Néolithique final de Charavines « Les Baigneurs » ont été occupés par des communautés paysannes aux alentours de 2700 av. J.-C., dans des conditions de vie proches de celles identifiées à Chalain/Clairvaux. Les plantes cultivées sont l'amidonnié et le blé tendre (*Triticum dicoccom* et *aestivum*) ainsi que l'engrain (*Triticum monococum*). L'orge est aussi semée mais en faible quantité. Le pavot, le lin et le coqueret sont présents, et la cueillette semble tenir une place importante, avec la consommation de pommes, de noisettes, de pois, de fèves, de mûres... Le ramassage de ces végétaux se fait dans les forêts environnantes, composées principalement de sapins et de hêtres.

Concernant la culture matérielle, pour la couche supérieure B1, « la céramique est représentée par un corpus de 197 vases, majoritairement composé de formes cylindriques et tronconiques. A ces deux formes s'ajoutent des vases en tonneau, globuleux et à col. Seuls deux vases décorés ont été identifiés. Les catégories de mobilier suivantes sont encore inédites à l'instar de l'industrie lithique qui est représentée par 731 outils. De très nombreux microdentelés (401) suivis des racloirs composent cet ensemble. L'approche tracéologique a procédé sur un échantillonnage mixte aux deux occupations (par Hugues Plisson). Les résultats montrent qu'une grande partie des outils a été utilisée pour couper ou scier des plantes souples (couteau à moissonner grattoir et racloir). D'autres lames ont servi à gratter des peaux. Le manque d'adéquation entre forme et usage ne permet pas de déduire des outils les activités pour lesquelles ils ont été employés. Quelques rares outils attestent de (sic) l'industrie en matières dures animales. Seules 11 gaines de haches (en bois de cerf) mal conservées sont présentes. Les outillages en pierre figurés par des meules et des molettes sont également présents ainsi qu'une lame de hache polie. Enfin, 63 fusaiöles en terre ou en pierre sont présentes » (Tardieu, 2004, p. 196-197).

Nous allons maintenant nous intéresser plus précisément au matériel lithique pondéreux des deux villages de Charavines « Les Baigneurs ».

VII 1 2 : Le lithique pondéreux de Charavines

Réaliser l'inventaire des collections du lithique pondéreux du site de Charavines n'a pas été chose facile. En effet, les collections étaient situées au Centre de Préhistoire Alpine (CDPA) à

Grenoble, mais en cours de transfert dans les réserves du Musée dauphinois où elles sont à présent conservées.

J'ai eu accès aux listings réalisés par Aimé Bocquet ainsi qu'à l'ensemble des collections. Au terme de ce travail, quelques imprécisions subsistent pourtant, parce que je n'ai pas retrouvé la totalité des artefacts. Enfin, quelques attributions typologiques (distinction meule/polissoir par exemple) ont été réactualisées.

Les outils inventoriés sont les meules et molettes, les polissoirs et les percuteurs. Plusieurs autres catégories de matériel existent, mais ne sont pas intégrées à l'étude, tel que les galets à encoches interprétés comme des poids de métier à tisser.

Au total, 41 artefacts sont attribués au matériel de mouture et de broyage, 34 aux polissoirs et 38 aux percuteurs. L'inventaire de ces artefacts est présenté annexe 10.

VII 1 2 a : Le matériel de mouture et de broyage

Sur les 41 artefacts du matériel de mouture et de broyage, 20 correspondent à des meules et représentent à mon avis 9 outils ; 21 appartiennent à des molettes et représentent 19 outils. 3 artefacts n'ont pas été retrouvés.

En nombre d'artefacts (fig. 205), la couche supérieure B1 compte 17 molettes et sept meules. Pour moi, avec deux outils de grandes dimensions non vus, cette occupation ne compte que 16 artefacts : une meule et 15 molettes.

En nombre d'artefacts, la couche inférieure B3 compte dix meules et trois molettes. Pour moi, cette occupation ne compte que huit individus : cinq meules et trois molettes.

Au total, 12 outils sont complets : 6 meules et 6 molettes (fig. 206)

	B1/A			B3		HS
	Artefact	Non étudié	Outil	Artefact	Outil	
Meule	7	2	1	10	5	3
Molette	17	1	15	3	3	1
	24			13		4

Figure 205 : décompte des artefacts du matériel de mouture et de broyage par occupation

	B1	B3	HS
Meule	0	4	2
Molette	4	1	1

Figure 206 : décompte des outils complets par occupation

Si l'on considère les conditions d'abandon des sites, la couche inférieure B3 abandonnée volontairement, présente quatre meules et une molette complète, alors que la couche supérieure B1 abandonnée dans la précipitation ne compte que quatre molettes complètes.

Pour Aimé Bocquet, les habitants de la première occupation ont laissé leurs outils sur place, les meules retournées face active contre le sol, parce qu'ils avaient dans l'idée de revenir. Pour lui, même si les outils sont parfois fracturés par le feu, les fragments montrent que la meule est à l'envers ; on entrepose les récipients en pierre toujours à l'envers car sinon ils réceptionneraient

l'eau et claqueraient avec le gel. Cela expliquerait le nombre important d'outils complets retrouvés dans la couche inférieure (A. Bocquet, com. pers).

A l'inverse, le faible nombre d'outils de la couche supérieure est étonnant, bien qu'il ne faille pas perdre de vue que deux meules complètes sont inventoriées mais n'ont pas été vues.

Cependant, l'utilisation d'outils de B3, ramassés par les habitants de B1 est tout à fait possible ; c'est par exemple le cas pour des rognons de silex réutilisés par les villageois de la seconde occupation. Au-delà de ces réutilisations, qui impliquent une attribution d'outils de la couche inférieure à la couche supérieure, il ne faut pas oublier que les meules de B1 peuvent aussi être inventoriées en B3, si elles se sont enfoncées sous leur propre poids.

Ainsi, pour Aimé Bocquet, il est plus sage de parler de « position verticale supposée » des meules, puisque des « remontées » et des « descentes » de matériel sont possibles.

Concernant les outils complets, le rapport L/l des meules est de 1,4. Graphiquement (fig. 207), les six meules complètes forment trois groupes, l'un d'outils de grandes dimensions (plus de 70 cm de long et environ 50 cm de largeur), le second, de 30 cm de largeur environ, comprend deux outils hors stratigraphie ainsi qu'une meule à cupule en B3 (fig. 211, outil 1894) et dont les deux faces présentent une cuvette. Cet outil, classé dans les polissoirs par Aimé Bocquet, semble plutôt être une sorte d'enclume, pour briser des noisettes par exemple, ou un mini mortier comme ceux connus en Mauritanie (Roux, 1985) pour le concassage de graines ou de fruits. Enfin le dernier ensemble n'est pas à proprement parler un groupe mais un outil isolé qui typologiquement diffère des autres. Il s'agit d'une petite meule à cupule, qui aurait pu tout aussi bien être une molette avant d'être utilisée en répercutant.

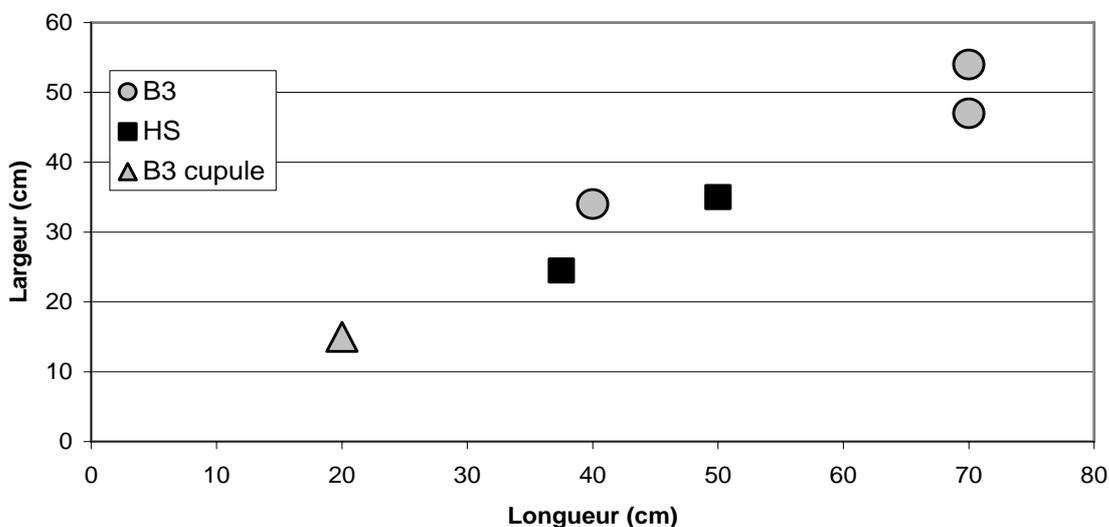


Figure 207 : rapport longueur/largeur des meules complètes

Concernant les molettes, le rapport L/l est de 1,1. Graphiquement (fig. 208), les six molettes complètes forment deux groupes, l'un d'outils de grandes dimensions (au moins 16 cm de large), le second formé de deux outils de moins de 11 cm de longueur.

Pour relativiser ces données, comparons les collections de Charavines aux sites lacustres jurassiens.

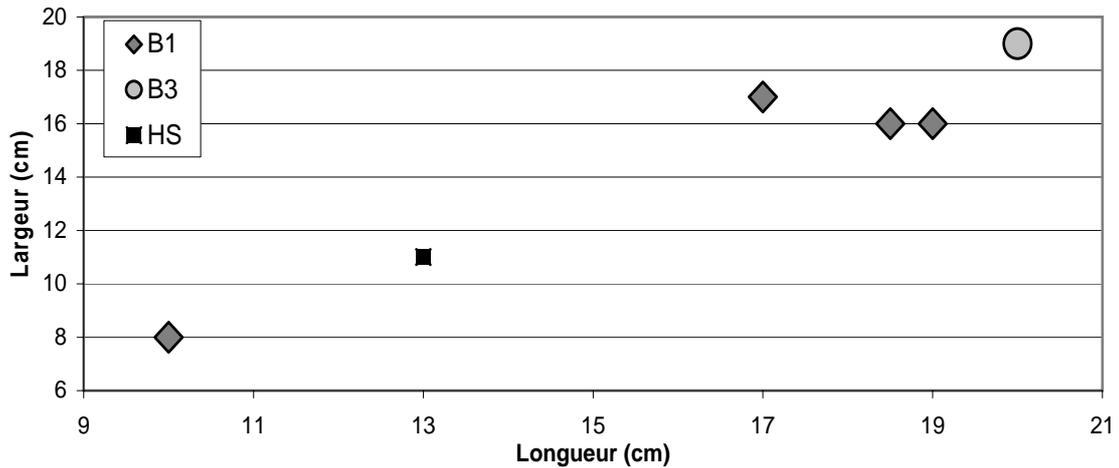


Figure 208 : rapport longueur/largeur des molettes complètes

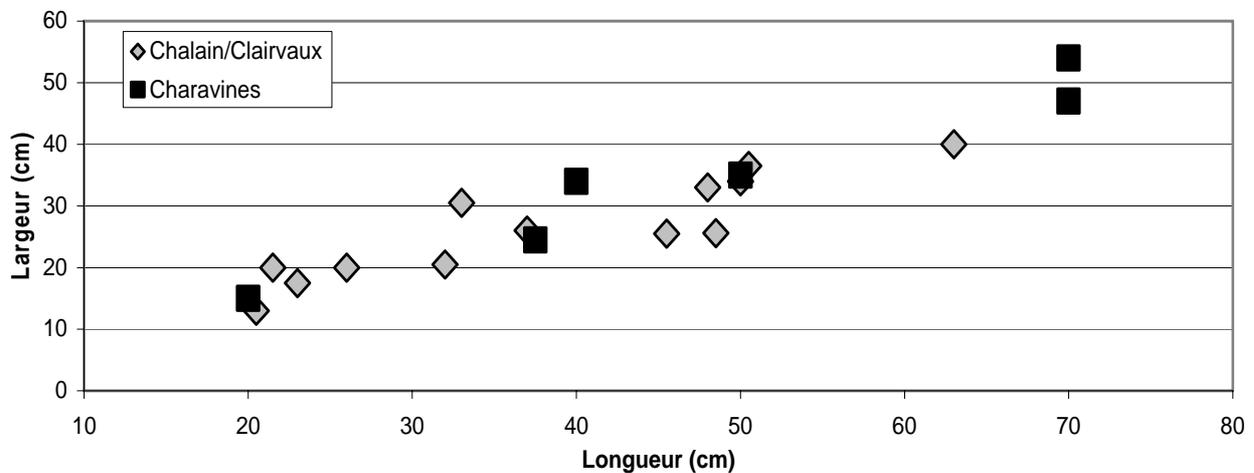


Figure 209 : comparaison des dimensions des meules complètes de Chalain/Clairvaux et de Charavines

Les meules complètes de Charavines « Les Baigneurs » sont de modules comparables aux outils francs-comtois. Les outils d'environ 30 cm de largeur sont très semblables aux meules ovalaires de Chalain/Clairvaux. La petite meule à cupule se superpose aux petites meules, généralement en calcaire, de la Combe d'Ain. La principale différence réside dans les deux énormes meules de Charavines, de plus de 70 cm de long, qu'on ne retrouve pas dans la Combe d'Ain.

Pour les molettes, la comparaison entre les deux zones géographiques est tout aussi pertinente, les outils ayant grosso modo des modules similaires. La principale différence, au contraire des meules complètes, est qu'il n'existe pas à Charavines de molettes de grandes dimensions, telles que les molettes ovalaires de Chalain/Clairvaux.

Je n'ai pas pris l'initiative de redessiner les objets des sites de Charavines. Les dessins proviennent du rapport général de Charavines, dirigé par Aimé Bocquet (dir., 2004), déposé au Conseil Général de l'Isère et intégralement disponible en ligne sur le site <http://bocqueta.club.fr/charaouv0.htm>. Dans l'inventaire, annexe 10, la dernière colonne indique pour les outils dessinés, le numéro de la planche concernée (P 1 à P 9).

L'outillage de mouture de la couche inférieure se compose, en individus, de cinq meules et de trois molettes. La figure 211 donne un aperçu général de la collection.

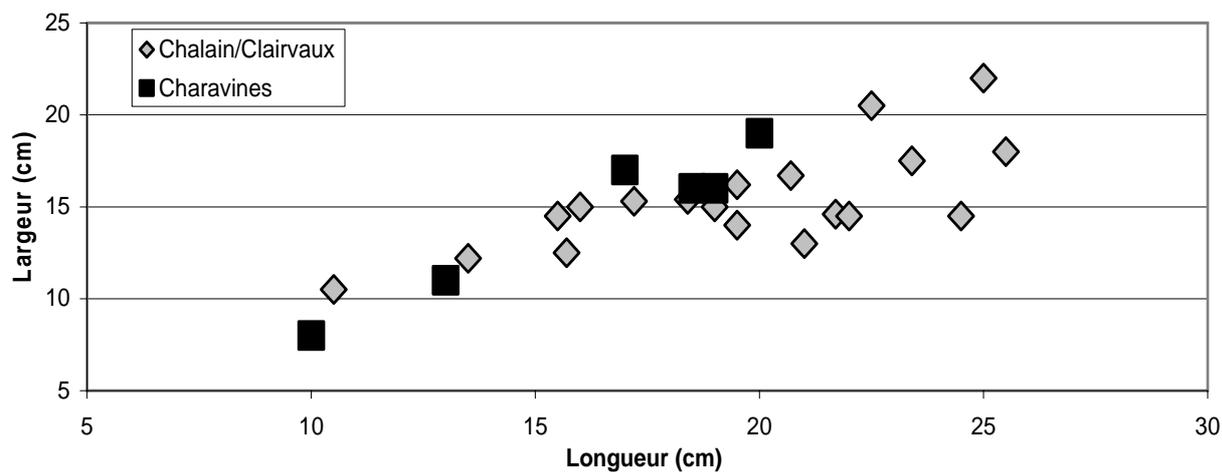


Figure 210 : comparaison des dimensions des molettes complètes de Chalain/Clairvaux et de Charavines

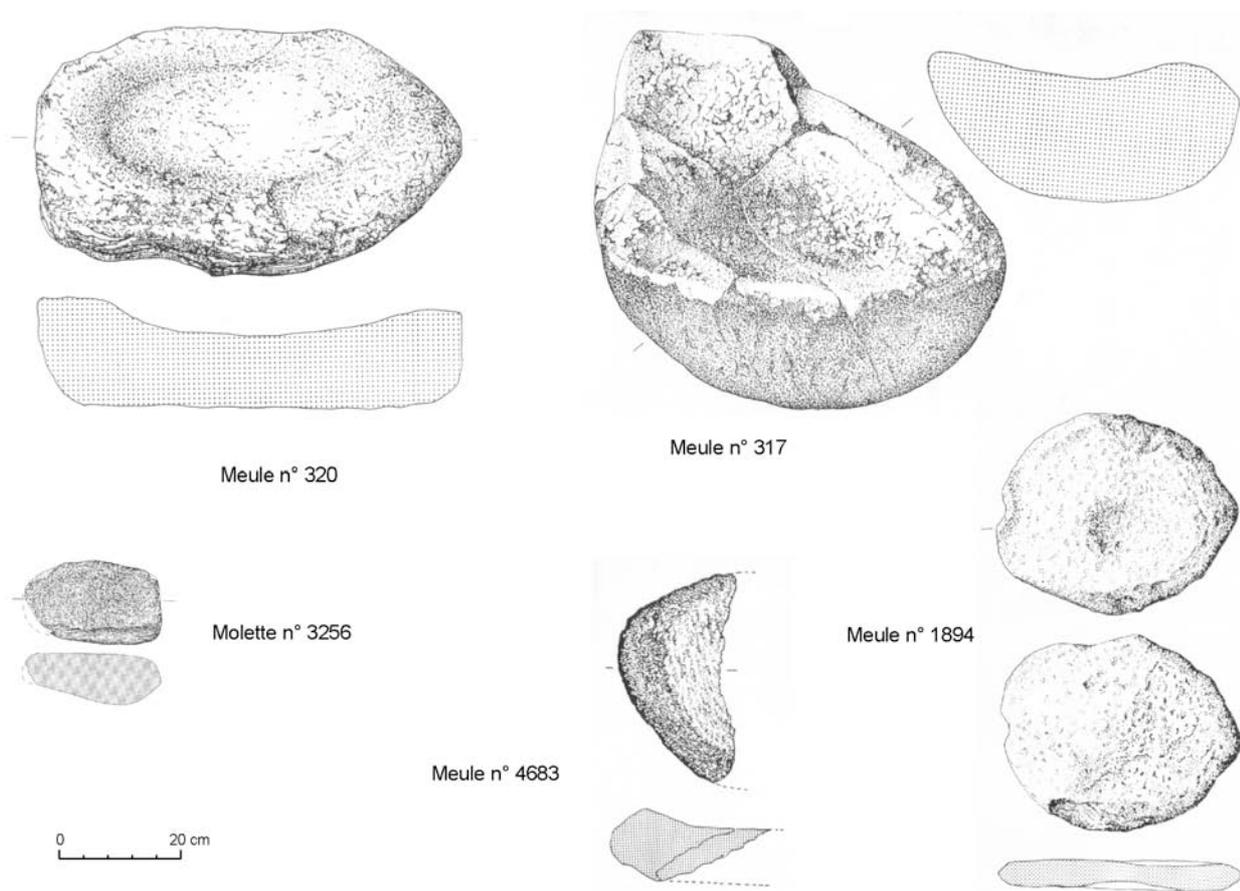


Figure 211 : matériel de mouture et de broyage de la couche B3

L'outillage de mouture de la couche supérieure se compose, en individus, d'une meule et de 15 molettes. La figure 212 donne un aperçu général de la collection.

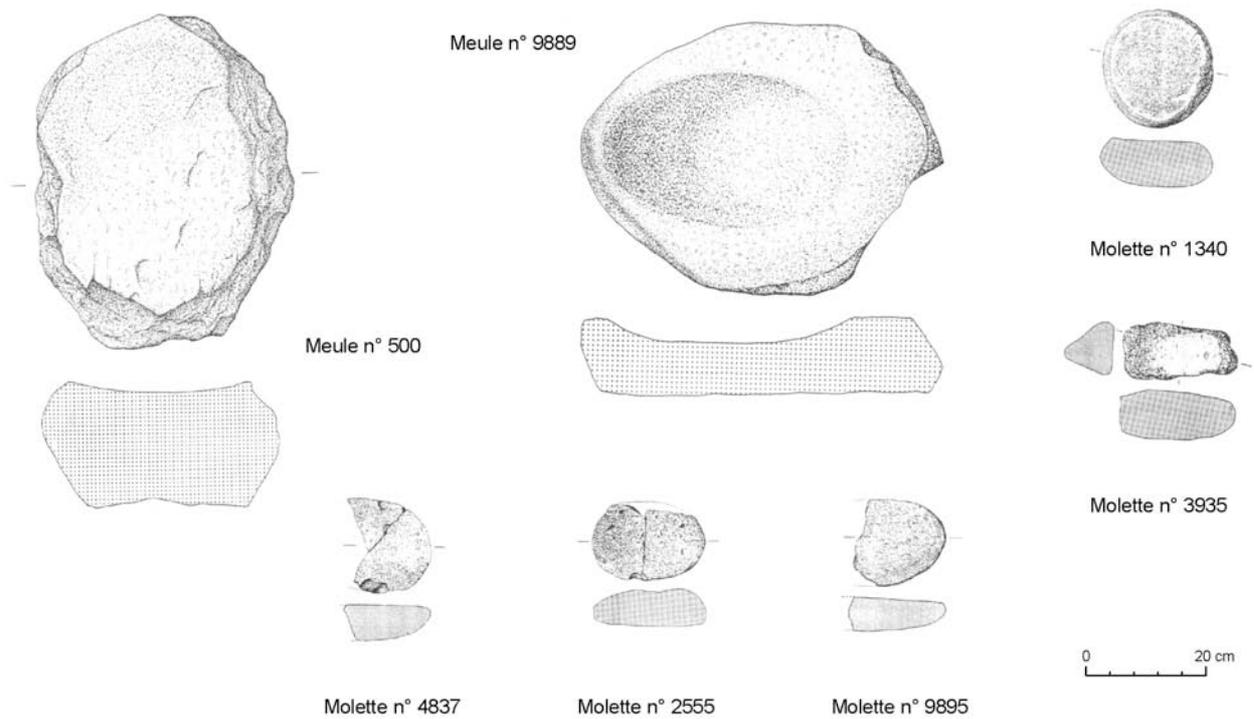


Figure 212 : matériel de mouture et de broyage de la couche B3

Globalement, les outils représentés correspondent à des moulins de type « va-et-vient » ovalaires. Cependant, il faut remarquer que n'est représenté ici qu'une sélection d'outils, sélection guidée -il me semble- par la représentation du moulin de type « va-et-vient » idéal. Ils n'illustrent pas par exemple la variabilité des molettes, pour lesquelles il existe de petits modules ronds, dont la fonction n'est probablement pas liée à la mouture de céréales. De même, la meule n° 9889, outil présenté comme complet, correspond en réalité à un fragment, certes important mais insuffisant pour reconstituer avec précision une meule probablement ovalaire. La figure 213 précise la part de roche restante par rapport à la reconstitution arbitraire en plâtre.

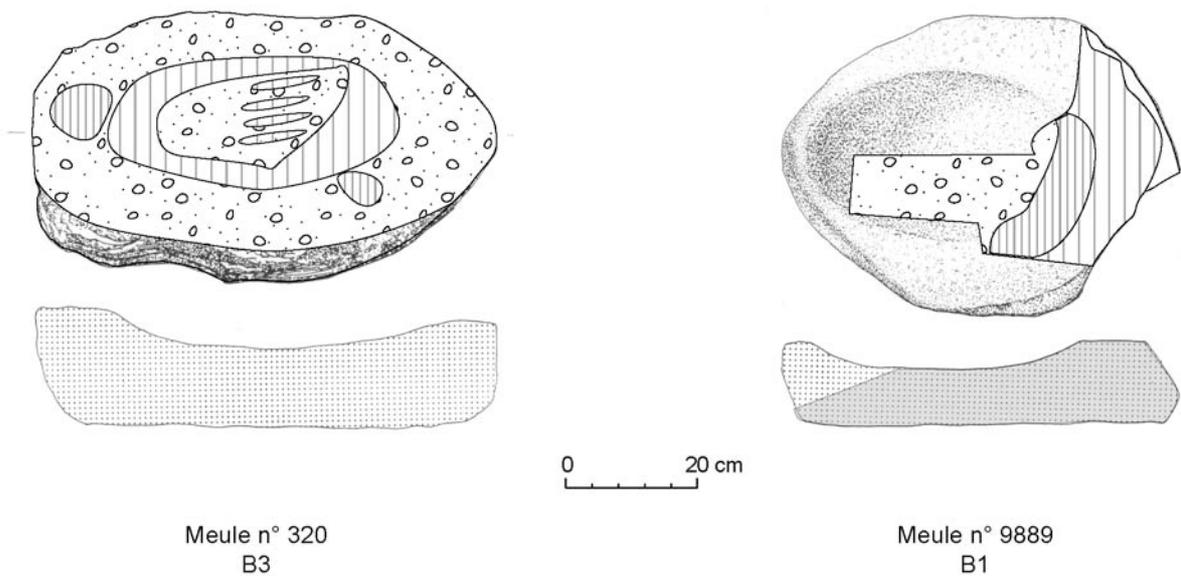
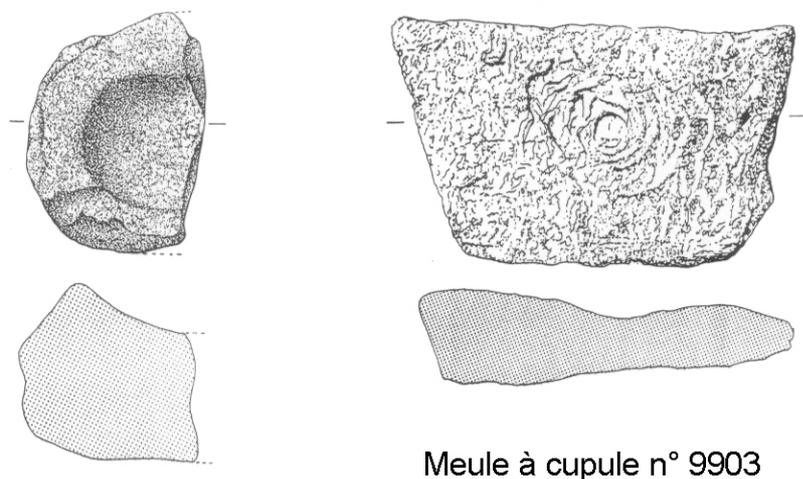


Figure 213 : analyse des surfaces actives de deux meules ovalaires

Sur les deux outils de la figure 213, la succession des surfaces bouchardées, polies et lustrées se remarque très bien ; l'utilisation en « va-et-vient » des cuvettes au centre des meules est évidente.

Enfin, sur les quatre outils hors stratigraphie, deux sont des artefacts particuliers, totalement absents par exemple des séries lacustres de la Combe d' Ain (fig. 214).



*Figure 214 :
matériel de mouture
et de broyage
hors stratigraphie*

Mortier n° 9986

0 20 cm

Il s'agit tout d'abord d'une meule à cupule (fig. 214, n° 9903), la plus grande des trois présentes sur le site. Cette dalle en grès micacé présente des litages très prononcés, orientés parallèlement à la surface active de l'outil. Aucune zone polie n'est clairement visible. Je ne pense pas que cette dalle ait été une meule à « va-et-vient » avant son utilisation en mortier, car tel est bien la fonction des outils à cupule. De plus, le grain très fin de ce grès se prête bien à des actions de polissage ou d'abrasion ; des traces sont présentes sur l'un des côtés de la dalle, où une plage polie de 11 cm de long sur 2 cm de large est visible.

Le second outil hors stratigraphie présenté figure 213 est un fragment de mortier (n° 9986). L'ouverture centrale est d'environ 10 cm de diamètre, la profondeur conservée est de 5 cm.

L'effectif de Charavines étant très faible, il n'est pas possible de dégager de l'étude morphométrique et typologique des outils un moulin de type « va-et-vient » typique des occupations du Néolithique final. Il est simplement possible de remarquer que les meules ovalaires sont de grandes dimensions, et que leur surface active semble localisée au centre d'une vaste surface aménagée par bouchardage. Sur les surfaces actives, les zones en creux mesurent entre 25 et 35 cm de large, alors que les molettes ne dépassent pas 20 cm de longueur. Il faudrait alors imaginer un mouvement partiellement circulaire des molettes sur ces grosses meules, mouvement qui permettrait de couvrir toute la surface.

Dernière remarque sur les outils de mouture : une photo datant de 1921 représente Hyppolite Müller sur le site des « Baigneurs », au milieu d'un champ de pieux, le niveau du lac étant très bas. A ses côtés on peut remarquer un bloc blanchâtre. Il s'agit probablement de la meule AAA, en granite blanc. H. Müller parle également d'une meule en grès molassique d'environ 25 kg, qui « gisait à la surface du fond ». Je pense qu'il s'agit sûrement d'un polissoir, trouvé sur le sol à l'étiage, puisque nous avons déjà vu que le terme de meule s'applique aux aiguisoirs contemporains.

Quant aux matériaux support de l'outillage de mouture et de broyage, les matières premières sont variées. Sur 41 outils, 15 sont en roche cristalline (magmatique ou métamorphique), 23 en roche silicoclastique (grès ou conglomérat), deux en roche indéterminée et un en calcaire.

Les déterminations ont été faites à l'œil nu, sans réalisation de lame mince, pour préserver l'intégrité des pièces, selon la volonté d'Aimé Bocquet.

La provenance des outils est alors difficile à démontrer. Néanmoins, sur les outils, la présence très fréquente de cortex de galets permet de proposer les moraines environnantes comme gîtes potentiels.

Sur les 15 galets clairement identifiés, en particulier sur les molettes, 12 sont en roche silicoclastique type grès parfois indurée (quartzite pour Aimé Bocquet), un est en calcaire et les deux derniers sont en roche métamorphique. Cette variabilité des matières premières se rencontre dans les moraines. De plus, concernant les calibres, et en particulier pour les molettes, les différentes granulométries observées dans les moraines locales permettent tout à fait de trouver des supports adéquats. Pour les meules, la présence de blocs de grandes dimensions, dans la carrière de Grand-Voye par exemple (fig. 202), permet de considérer les moraines locales comme gîtes potentiels également pour les gros modules. Enfin, la variabilité des roches cristallines reflète en partie la variabilité rencontrée sur les blocs morainiques aux abords du lac de Paladru.

Je pense donc que l'origine locale du matériel de mouture et de broyage peut être proposée.

Malgré la variabilité des matières premières, on ne peut regrouper les fragments d'outils, à l'exception de quatre fragments de roche cristalline. Il n'est donc pas question ici d'outils fragmentés en place, ou de réutilisation des matériaux support. En effet, le poids moyen des artefacts, meules et molettes confondues, est de 10 kg. Les outils complets pèsent en moyenne 1,9 kg pour les molettes et 46 kg pour les meules. Outre les outils complets, les fragments de meule pèsent en moyenne 6 kg, les fragments de molette 1,2 kg.

Ces chiffres sont impressionnants, d'autant qu'on se souviendra du poids moyen des fragments d'outil de mouture de la Combe d'Ain, de l'ordre de 300 g.

Il semble donc qu'une partie des fragments n'a pas été ramassée, ou reconnue comme outil de mouture. Malgré tout, la faible fragmentation des outils est à noter.

Enfin, il est possible d'estimer le nombre d'outils par maison et par décennie. En effet, considérant que les maisons sont au nombre de 4 pour chaque occupation, que les deux occupations ont duré environ 20 ans, il est possible de raisonner sur un corpus de 8 maisons pour deux décennies, ou de 4 maisons sur 4 décennies.

A mon sens, les individus sont au nombre de 28 : neuf meules et 19 molettes. Par calcul théorique, on obtient 1,75 outils par maison et pour 10 ans, dont une molette complète.

Un moulin de type « va-et-vient » est donc en théorie potentiellement présent dans chacune des habitations. Mais nous verrons dans une seconde partie ce qu'il en est de la répartition des artefacts au sein des deux villages.

Avant cela, nous allons rapidement aborder la question des autres catégories de matériel du lithique pondéreux de Charavines « Les Baigneurs », en particulier les polissoirs et les percuteurs.

VII 1 2 b : Polissoirs et percuteurs

* Les polissoirs

Les polissoirs de Charavines sont au nombre de 34. La majeure partie d'entre eux (26) provient de la couche B1, soit la seconde occupation. Cinq polissoirs sont attribués à la première occupation (B3) et trois sont hors stratigraphie.

Les polissoirs de la première occupation sont peu nombreux, peut être parce qu'il existe une différence dans les activités pratiquées, avec des épisodes plus importants de polissage dans la seconde couche, ou parce que les villageois ont emportés les outils lors de leur départ, à l'inverse de l'outillage de mouture.

Au contraire, lors de l'abandon rapide de la seconde occupation, les polissoirs sont restés sur place.

Cette observation, notamment pour la couche inférieure, pourrait signifier que les polissoirs jouissent d'un statut à part, puisqu'ils sont emportés lors de l'abandon du village. Est-ce parce que les matières premières sont difficiles à se procurer ? Ou que l'endroit où l'on se rend est dépourvu de matériaux adéquats, à l'inverse des outils de mouture sur galet morainique, que l'on sait présent aux abords du futur village ? Nous allons voir s'il est possible de répondre à ces questions.

Les polissoirs pèsent de 14 g à 42 kg ; la variabilité des supports est donc importante. Six d'entre eux pèsent plus de 5 kg (fig. 215). La moyenne, de 4,5 kg n'est donc pas représentative. La collection se caractérise par la présence de larges polissoirs fixes, difficiles à manipuler, par opposition aux polissoirs de la Combe d'Ain qui peuvent être actionnés sur les outils à polir. Les polissoirs de la première occupation B3 pèsent de 2 kg jusqu'à 42 kg. Seuls les plus gros des polissoirs semblent donc laissés sur place lors de l'abandon du village B3 ; à ce titre, ils pourraient avoir été laissés, tout comme les meules, avec l'idée de revenir sur le site. De façon plus pragmatique, les meules comme les polissoirs fixes, auraient été abandonnés sur place en raison de leur poids

Onze polissoirs sont entiers, de poids très variable ; le plus petit (14 g) semble être un outil à aiguiser (fig. 216, n° 473).

Excepté les outils qualifiés d'aiguiseurs (fig. 216 en bas à droite), les polissoirs de Charavines sont généralement plats, les surfaces utilisées sont des plages, rarement des rainures.

Les matières premières, principalement des grès (molasse pour Aimé Bocquet), sont assez variées quant à la dimension et la nature des grains. Certains outils sont en grès proches de ceux repérés à Chalain/Clairvaux. Tel est le cas de l'outil n° 1337 (fig. 217) qui à l'œil nu se rapproche des grauwackes non calcaire ; sa forme en rectangle plat n'est pas sans rappeler la dimension des blocs importés dans la Combe d'Ain. De même, l'outil n°1890 (fig. 216) est en grès fin lité type subarkose.

Deux fragments de polissoirs présentent des surfaces de galet ; dans d'autre cas c'est la section ovalaire des outils qui incite à proposer une provenance morainique.

Un certain nombre de faciès gréseux et conglomératiques peuvent être attribués au substrat local, c'est-à-dire à la molasse de Miocène présentée figure 199, dont la variabilité des faciès est importante.

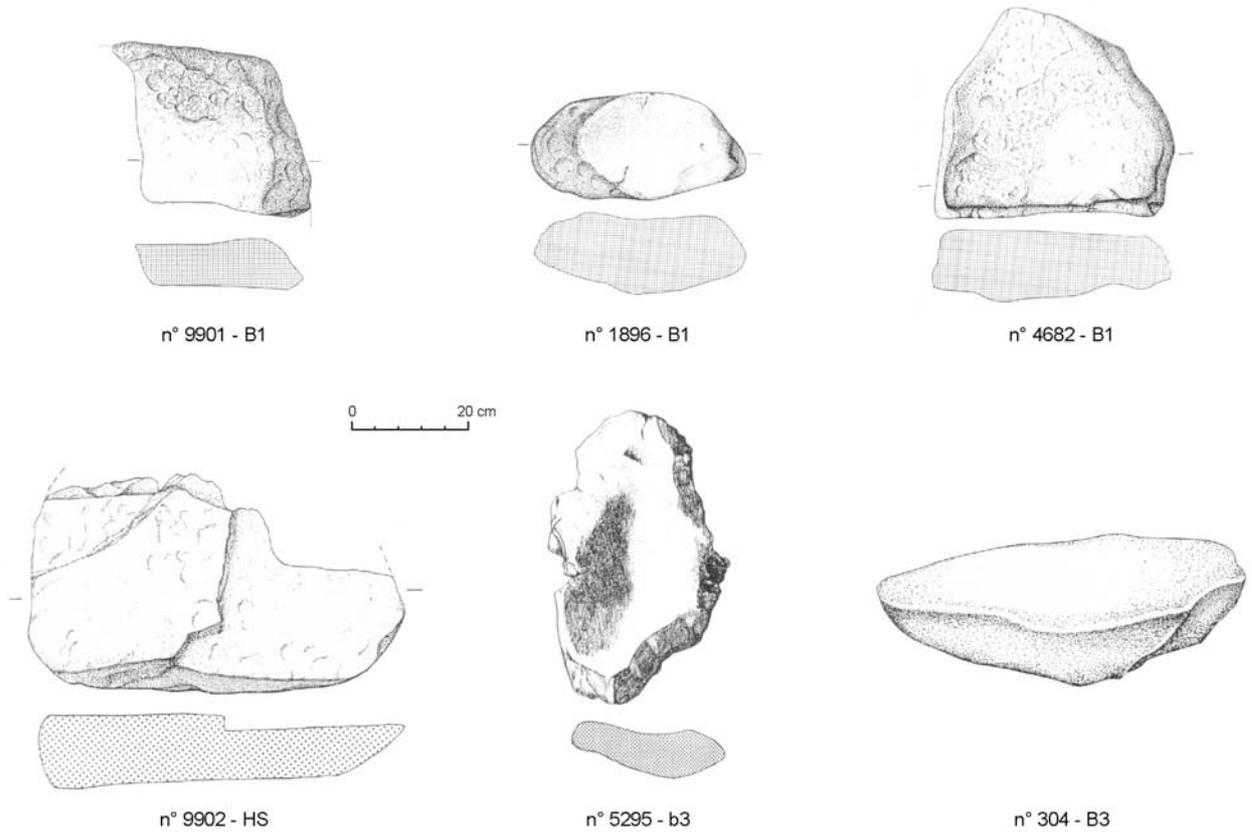


Figure 215 : exemples de polissoirs fixes : les six outils de plus de 5 kg

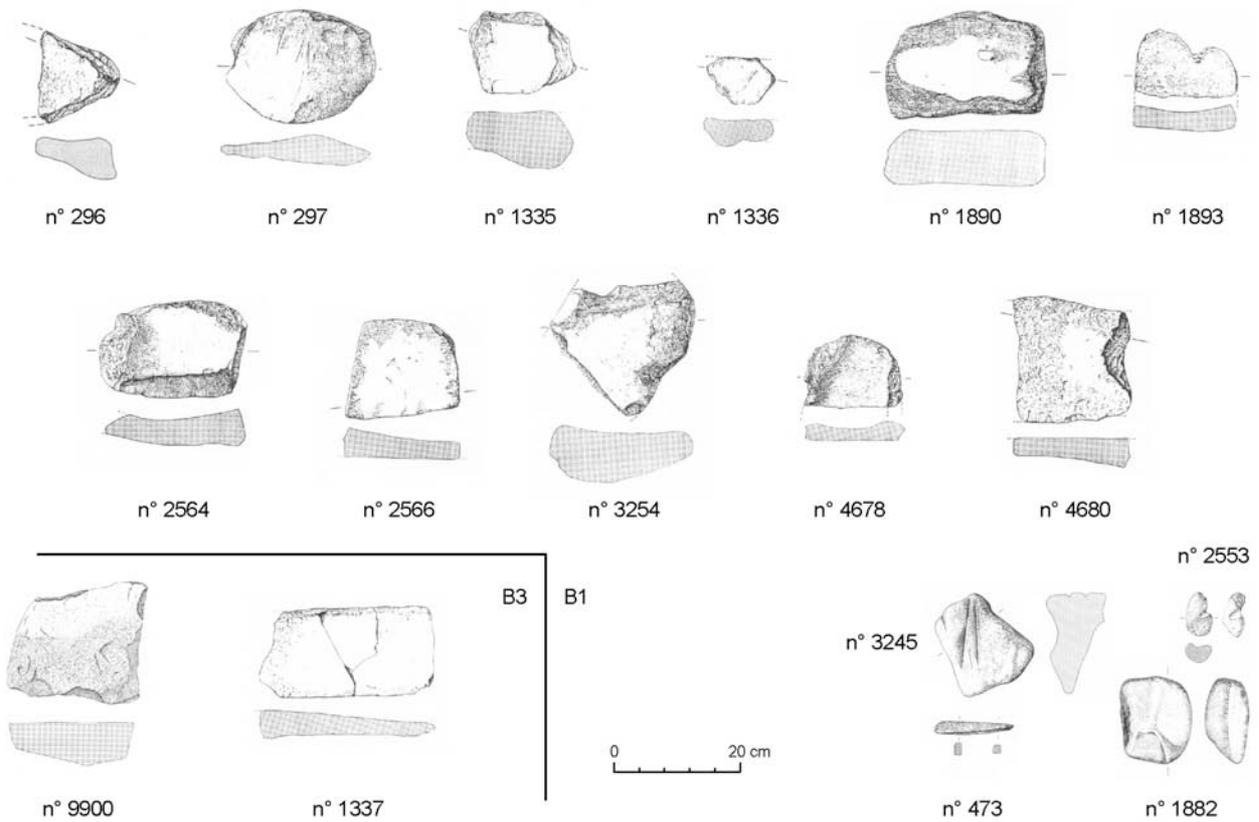


Figure 216 : exemples de polissoirs à main

Ainsi, la variabilité des grès rencontrés peut être expliquée par la large gamme de faciès gréseux présente dans l'environnement local des sites, qu'il s'agisse des moraines ou des affleurements du Miocène. Mais je ne suis pas en mesure de préciser l'origine géologique des outils, faute d'analyse pétrographique poussée. On retiendra simplement que l'origine locale des polissoirs est très probable.

** Les percuteurs*

Intéressons nous maintenant aux percuteurs.

Dans cette catégorie, l'inventaire prend en compte deux outils de type bloc-enclume, galets de quartzite de 8 et 12 kg, tous deux hors stratigraphie.

Sur les 36 percuteurs inventoriés, 22 proviennent de la couche supérieure B1 (A compris), 12 de B3 et deux sont hors stratigraphie. Onze percuteurs sont représentés figure 217 (planche 1, Bocquet dir., 2004) ; il s'agit malheureusement de percuteurs qu'il ne m'a pas été possible de voir.

Les percuteurs sont majoritairement des galets de type quartzite, présents en quantité dans les moraines proches des sites. Seul deux artefacts sont en calcaire.

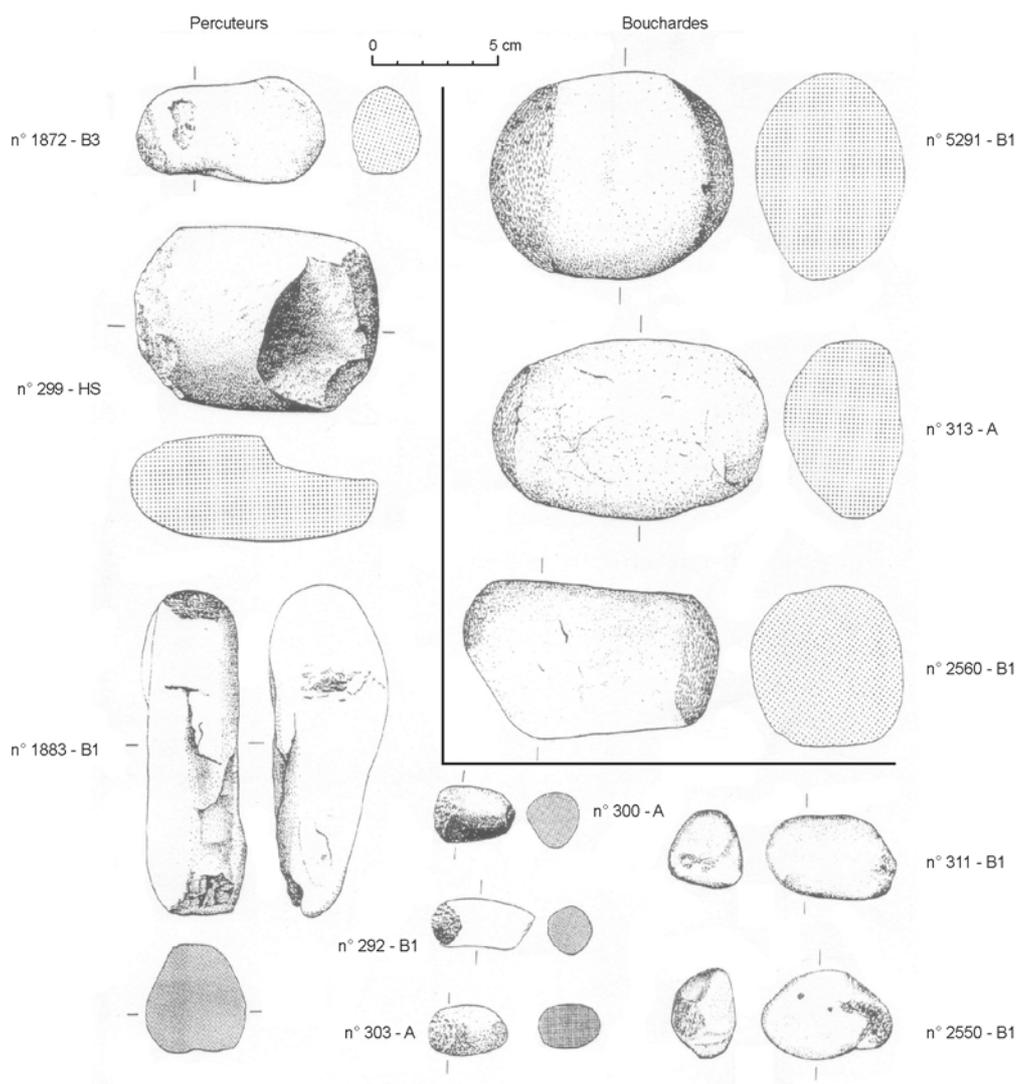


Figure 217 : exemples de percuteurs de Charavines « Les Baigneurs »

32 percuteurs sont entiers, soit 90 % du corpus. Il semble évident que les fragments de percuteurs n'ont pas été reconnus et/ou recueillis à la fouille. 21 de ces percuteurs complets peuvent être représentés sur un graphique poids/largeur (fig. 218).

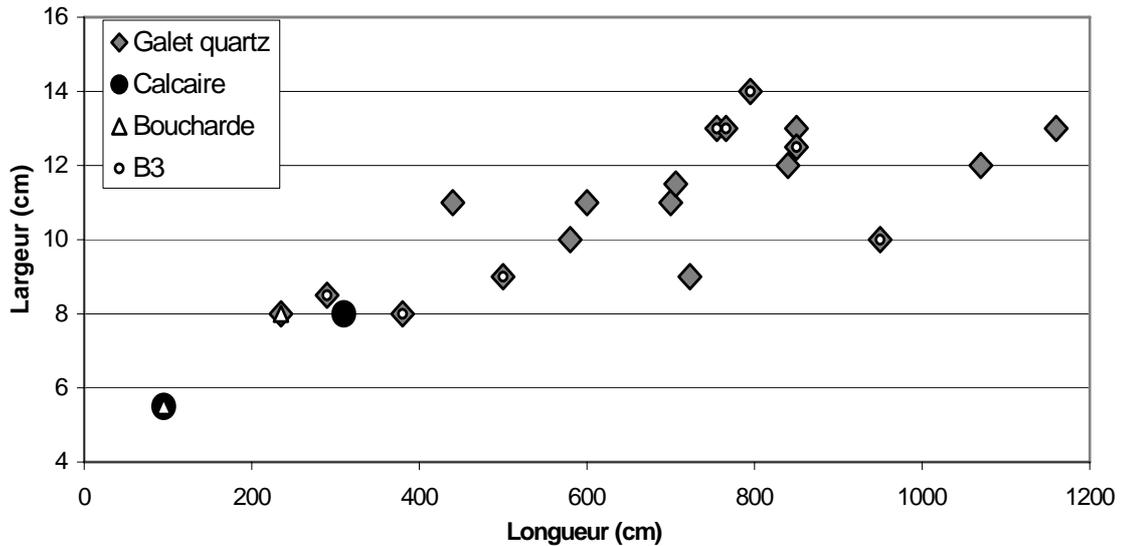


Figure 218 : répartition des percuteurs entiers des sites de Charavines en fonction de leur longueur, poids et matière première

Les percuteurs entiers représentés figure 218 pèsent de 95 à 1200 g et se répartissent de façon assez homogène selon leur poids. Il n'y a donc pas de groupe morphométrique franc au sein des percuteurs.

La figure 218 permet aussi de voir que les outils provenant de la première occupation B3 (petit rond blanc en surimpression) se répartissent de façon homogène dans le nuage de points. Autrement dit, les percuteurs des deux occupations présentent les mêmes modules, il n'y a pas d'évolution nette de la dimension des outils entre les deux villages successifs.

Au total, cinq outils sont des bouchardes, dont deux entières sont représentés figure 218 (triangle blanc en surimpression). Elles appartiennent, comme on pouvait s'y attendre, aux plus petits modules.

La comparaison des percuteurs du Néolithique final de Charavines et de Chalain/Clairvaux (fig. 219) met en lumière la similitude des deux corpus.

Les percuteurs isérois correspondent aux modules des percuteurs en quartzite laiteux de la Combe d'Ain. Les plus gros modules présents à Chalain/Clairvaux sont -rappelons le- en calcaire, ce type de format (plus de 1,5 kg) est absent du corpus de Charavines. Cependant, deux artefacts de 8 et 12 kg ont été décompté comme bloc-enclume : il s'agit de galets de quartz. Ainsi, ce n'est pas la disponibilité de la matière première qui explique l'absence de gros percuteurs à Charavines, mais bien un choix délibéré des utilisateurs.

Les collections du matériel lithique pondéreux de Charavines « Les Baigneurs » se caractérisent donc par la présence :

- de meules de type « va-et-vient » de gros modules, couplées à des molettes ovalaires ;
- d'outils particuliers type mortier et meules à cupule ;
- de gros polissoirs fixes ;
- de percuteurs de petit et moyen module, inférieur à 1,5 kg ;
- d'artefacts entiers ou faiblement fragmentés.

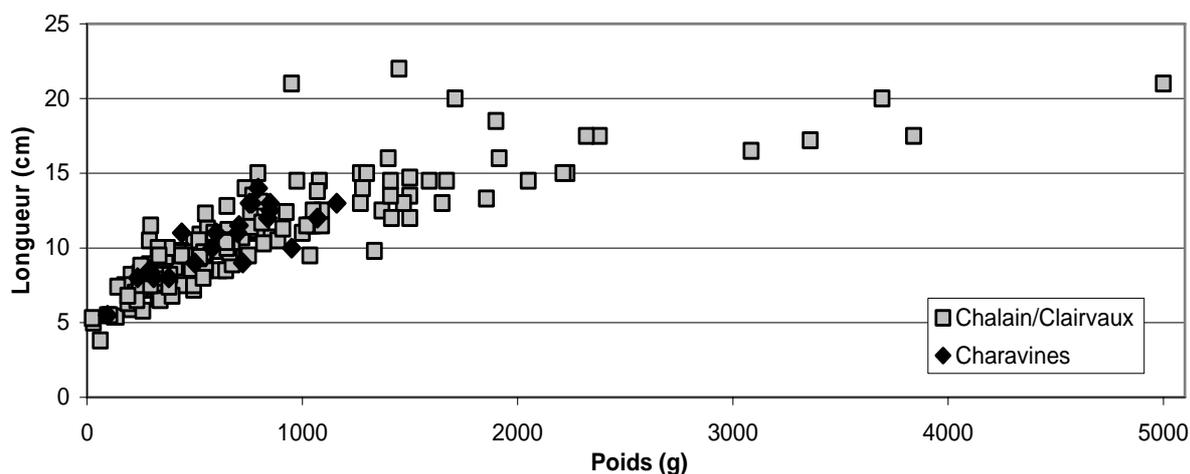


Figure 219 : comparaison des modules des percuteurs du Néolithique final de la Combe d'Ain et des villages de Charavines « Les Baigneurs »

Concernant les matières premières, l'origine locale morainique du matériel de mouture et de broyage ainsi que des percuteurs est très probable. Pour les polissoirs, une partie d'entre eux peut provenir des moraines locales, mais la principale source de matière première semble être le Miocène, substrat du lac de Paladru.

La gestion de ces matières premières semble donc assez particulière, car -quand bien même les fragments des différentes catégories d'artefacts n'auraient pas été inventoriés- les artefacts disponibles sont de grandes dimensions. Les matériaux locaux sont siliceux, qu'ils s'agissent des roches cristallines, des quartzites ou des grès et conglomérats. Ces matières premières siliceuses locales ne semblent pas particulièrement réutilisées.

Pour aller plus loin dans cette réflexion, il faut maintenant se poser la question de la position des outils dans les villages. Sont-ils en position de rejet, de stockage ou d'utilisation ? L'organisation spatiale du matériel lithique pondéreux met-elle en évidence des spécialisations par unité domestique ? Le moulin de type « va-et-vient » est-il présent dans chaque habitation ? Autant de question qu'il s'agit maintenant d'aborder.

VII 1 3 : Répartition de l'outillage

Je ne rappellerai pas ici les précautions qui s'imposent quand à l'interprétation des plans de répartition (précautions déjà évoquées chapitre VI). La répartition des artefacts des villages de Charavines a déjà fait l'objet de travaux, dont les plus récents sont ceux de Claire Tardieu (2002 et 2004).

Dans la récente publication en ligne de l'intégralité des données de Charavines, on peut lire que : « Les résultats obtenus pour le premier village sont du plus haut intérêt et d'une grande clarté : ils témoignent de la fiabilité et de l'exactitude des analyses dendrochronologiques. Toutefois les analyses n'ayant pas daté les feuillus, nous avons de la première occupation les grandes lignes architecturales mais fausses dans le détail par absence des aménagements domestiques ou autres. Il n'en est pas de même pour la période d'abandon où, à mon sens, des dates proposées sont entachées d'erreurs. En outre, étalées sur près de 20 ans avec quelques arbres toutes les années, elles ne permettent pas d'établir de plans cohérents : je doute tout à fait de l'existence de cette phase d'abattage intermédiaire entre les deux occupations ou au moins à en minimiser beaucoup l'importance telle qu'elle nous a été fournie par le laboratoire. Pour la deuxième occupation, les plans ont été très difficiles à établir mais des structures vraisemblables ont pu être mises en

évidence aujourd'hui pour la première fois avec autant d'ampleur et de cohérence. C'est un complément très apprécié pour l'étude de ce site. En conclusion et compte tenu des difficultés de datations, la possibilité de maisons à plancher surélevé dans le deuxième village n'est pas envisageable mais, comme pour le premier village, les petites structures de type grenier, ont pu avoir des planchers surélevés : on ne retrouve aucun effet de paroi dans leur voisinage. Les deux villages construits sur le même emplacement à 40 ans d'intervalle présentent des analogies (forme rectangulaire des maisons, ruelles, cours, activités et vie quotidienne, etc.) mais aussi des différences dans la technique mise en oeuvre pour la construction et aussi dans les essences végétales utilisées, différence induite par la présence d'une forêt reconstituée différente de celle trouvée 60 ans plus tôt où le sapin était prépondérant » (Bocquet, publication en ligne, chapitre 6 D).

Avant de voir dans le détail chacune des occupations, il est important de se repérer sur le plan général des pieux (fig. 220).

La répartition des artefacts portera tour à tour sur chacune des deux occupations, malgré l'incertitude de la position stratigraphique des meules de grand gabarit (paragraphe 1 2 a).

A ce propos, Aimé Bocquet note pour les meules : « De taille variée, entières ou fracturées il y en avait généralement une par maison. Mais leur enfoncement dans la craie n'a parfois pas permis d'être sûr de la couche d'origine : nous les situons pourtant après avoir confronté des détails de fouille » (Bocquet dir., 2004).

De plus, un certain nombre d'artefacts ne peuvent être reportés sur les plans faute d'attribution à un triangle de fouille.

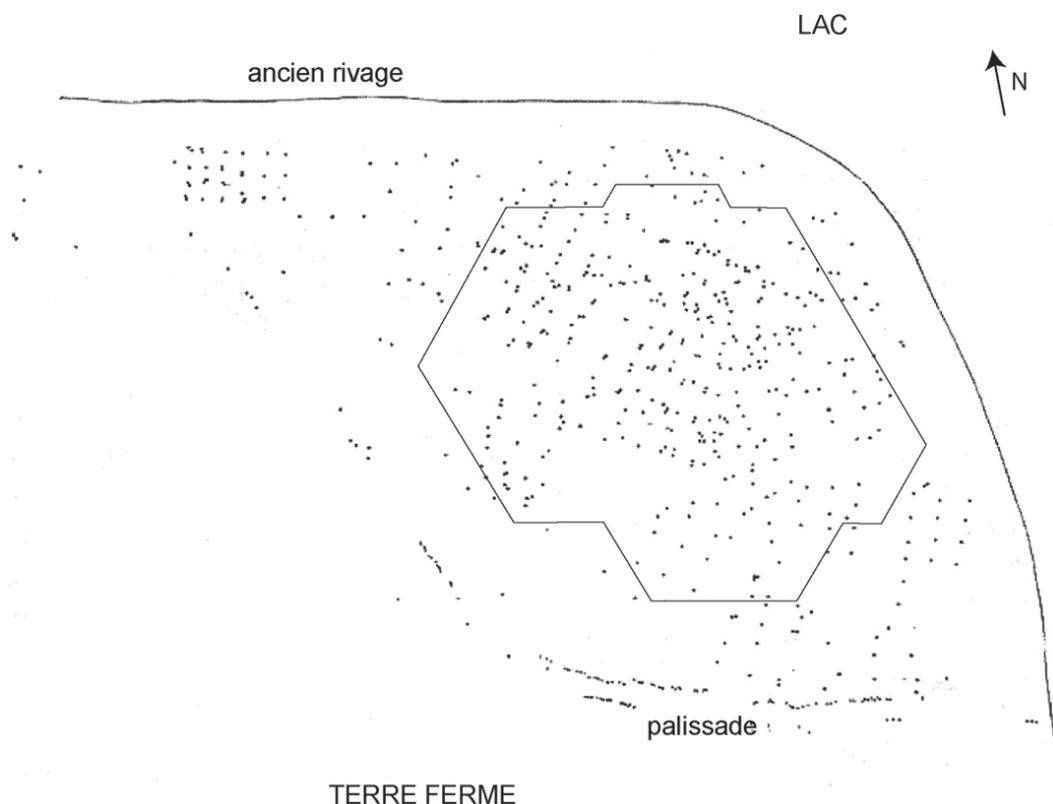


Figure 220 : Charavines « Les Baigneurs », relevés de pieux, CDPA, décembre 1971, d'après Bocquet (1994). La zone géométrique au centre du plan correspond à l'emplacement approximatif de la surface de fouille

VII 1 3 a : Première occupation, la couche B3

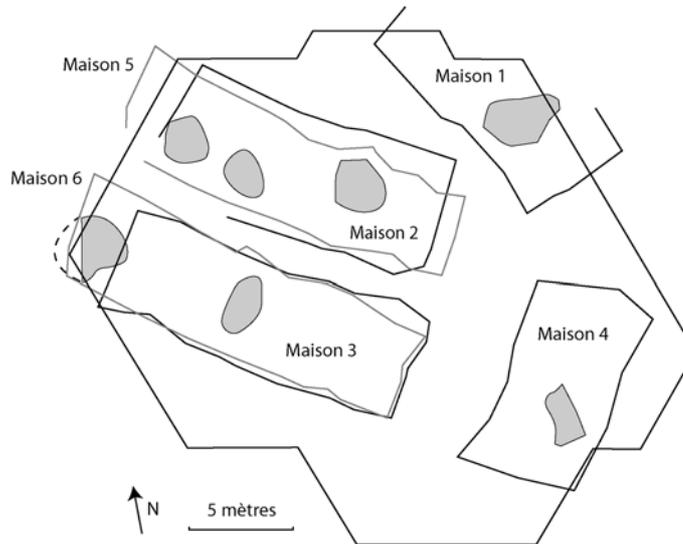


Figure 221 : plan général de la première occupation - B3.
Les zones grisées correspondent aux chapes d'argile matérialisant les foyers

« Les plans traduisent l'évolution architecturale du village de manière simple et cohérente avec la présence d'une vaste cour à l'est et d'une autre au sud où les cartes de répartitions localisent zones d'activités et amas de détritux » (Bocquet, publication, en ligne, chapitre 6 A).

L'occupation B3 présente une organisation du village assez étrange, dans la mesure où une certaine homogénéité peut être attendue par comparaison aux plans d'autres sites lacustres néolithiques. Les maisons 2 et 3 (fig. 221) sont orientées selon un axe NNW/SSE, tandis que la maison 1 est orientée nord/sud. Enfin, la maison 4 est totalement perpendiculaire aux deux premières. S'il ne s'agit pas d'une mauvaise interprétation des plans, cette maison peut avoir une fonction spécifique. A l'emplacement de cette maison se trouve un dépotoir, qui témoigne peut être d'une antériorité de la maison (sur les décombres de laquelle un dépotoir collectif a été installé, Tardieu, 2002), ou d'une structure à plancher rehaussé, bien que cette dernière hypothèse ne soit envisagée que pour des structures de stockage (Bocquet dir., 2004 et publication en ligne). Les maisons 5 et 6 sont des réaménagements, voire des reconstructions des maisons 2 et 3.

L'explication des différents plans de répartition des artefacts conduit Aimé Bocquet (publication en ligne) à proposer les interprétations suivantes : « La majorité des activités se répartit soit dans les maisons pour le travail à l'abri, soit dans la cour est et les auvents pour le travail en plein air. Les cours nord, près du lac, et sud, entre les maisons et la palissade, sont très pauvres en vestiges dont la densité est toujours inférieure à la moyenne du site sauf les restes osseux abondants dans la cour nord à mettre en liaison avec la présence d'un gros dépotoir. La cour sud est particulièrement vide. Le silex était abondamment taillé dans les maisons 1, 2 et 4, et peu dans la maison 3 ; les outils de silex ont servi surtout dans les maisons et sous les auvents. Les galets à encoches sont surtout présents dans les maisons et sous les auvents ; leur emploi comme poids de métier à tisser est donc justifié. Les fusaioles utilisées pour le filage, se localisent aussi dans les bâtiments à l'exception de la maison 4.

Pour l'alimentation, graines et fruits sont plus abondants, ainsi que la faune consommée, dans les maisons sauf pour la maison 4. Celle-ci pose un problème car le nombre de restes divers est toujours très inférieur à la moyenne. Ceci s'explique probablement par sa faible durée d'existence qui n'a pas dépassé une dizaine d'années.

On remarque l'abondance anormale des noisettes dans la maison 2, des milliers de coquilles étaient regroupées autour du foyer sans qu'on en explique la raison, si tant est qu'il en ait une autre que la gourmandise des occupants...

Une surprise de taille dans la gestion de l'espace du village : la densité des excréments est très forte dans les cours nord et est et à l'emplacement de la maison 1, abandonnée assez tôt. Cela veut dire que le cheptel stationnait entre les maisons et le lac sur un terrain réduit alors que la place ne manquait pas au sud ».

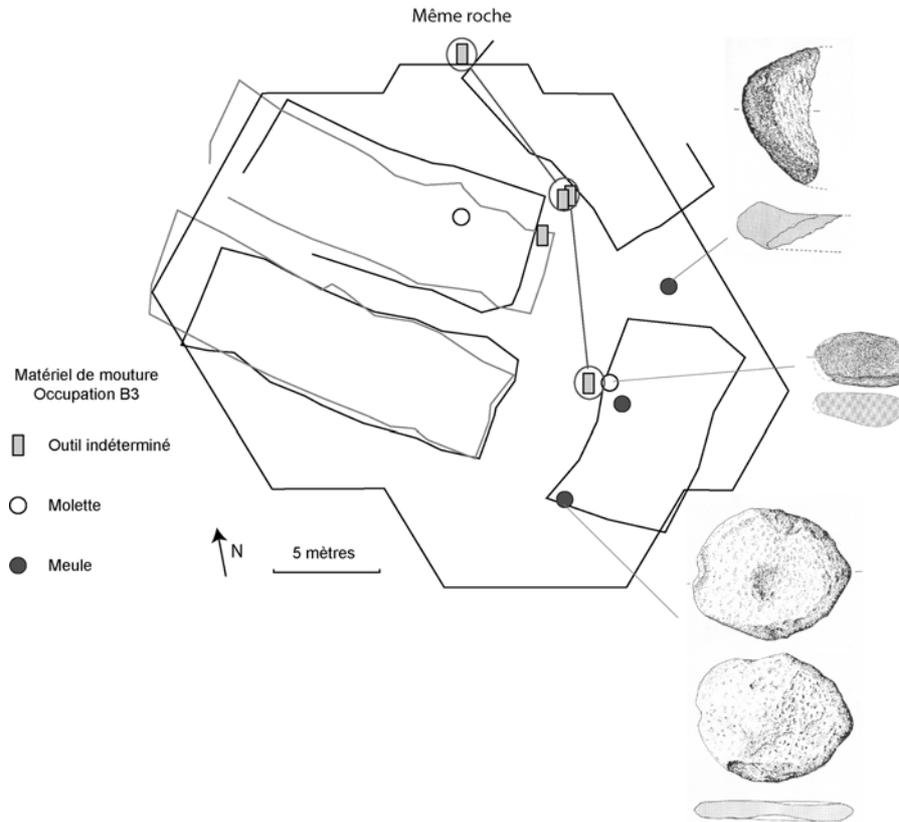


Figure 222 :
couche B3, répartition
du matériel de mouture
et de broyage

La répartition du matériel de mouture et de broyage (fig. 222) indique la présence préférentielle des outils autour et dans/sous la maison 4. Une molette est présente dans la maison 2, à proximité d'une chape d'argile. Enfin, quelques fragments épars se retrouvent le long de la maison 1, ils sont pour quatre d'entre eux de la même nature pétrographique. Notons que les deux grosses meules de cette occupation ne sont pas localisées. Il n'est donc pas possible pour la première occupation de Charavines « Les Baigneurs » d'attester la présence d'un moulin de type « va-et-vient » par unité d'habitation, bien que ces dernières soient considérées comme autonomes économiquement (Tardieu, 2002).

La concentration d'outils dans la maison 4 est intéressante. Il s'agit, pour les meules, des deux outils à cupule et au nord de la maison d'une extrémité de meule (fig. 211). Pour sa part, la molette n'est pas complète, son bouchardage, neuf, est peut-être à l'origine de la casse et de l'éventuel rejet.

La répartition des polissoirs (fig. 223) apporte peu d'informations car seuls trois d'entre eux sont repérés en plan : deux dans la maison 2, dont l'énorme polissoir de plus de 40 kg (n° 304 fig. 215) qui peut être en position d'utilisation, délaissé volontairement lors de l'abandon du village, et un polissoir composé de trois fragments recollés dans la maison 3 (n° 1337, fig. 216) ; la dispersion de ses fragments indique nettement sa position de rejet.

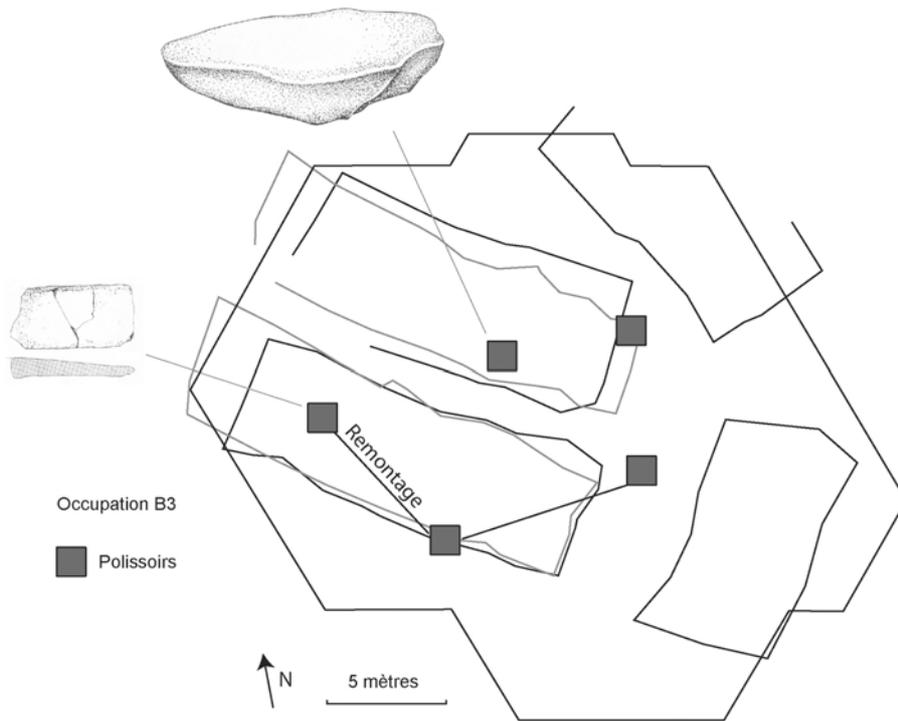


Figure 223 : couche B3, répartition des polissoirs

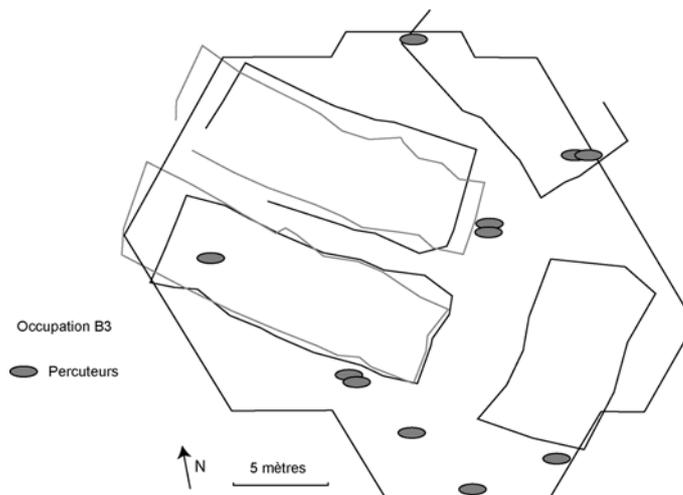


Figure 224 : couche B3, répartition des percuteurs

La répartition des percuteurs (fig. 224) indique qu'ils sont préférentiellement localisés dans les ruelles ou aux extrémités des maisons.

Finalement, l'outillage lithique pondéreux semble se répartir dans ce qu'Aimé Bocquet appelle une place centrale et à l'avant des maisons. Une seule maison possède clairement une molette et un polissoir (maison 2). La maison 4 regroupe la majorité des outils de mouture, et aucun autre artefact du lithique pondéreux. Dans l'hypothèse d'une maison au statut particulier, on pourrait voir dans cette structure un lieu réservé au traitement des céréales. Mais dans le détail, les meules de cette maison sont des meules à cupule. La molette est peut-être en position de rejet et l'extrémité de meule située au nord du bâtiment est clairement un déchet. Donc, si statut particulier il y a, comme un bâtiment destiné au stockage, la présence de deux meules à cupule peut peut-être indiquer un stockage et un traitement particulier des aliments conservés là (céréales, noisettes ?). Or nous avons vu que c'est la maison 2 qui concentre les coquilles de noisettes.

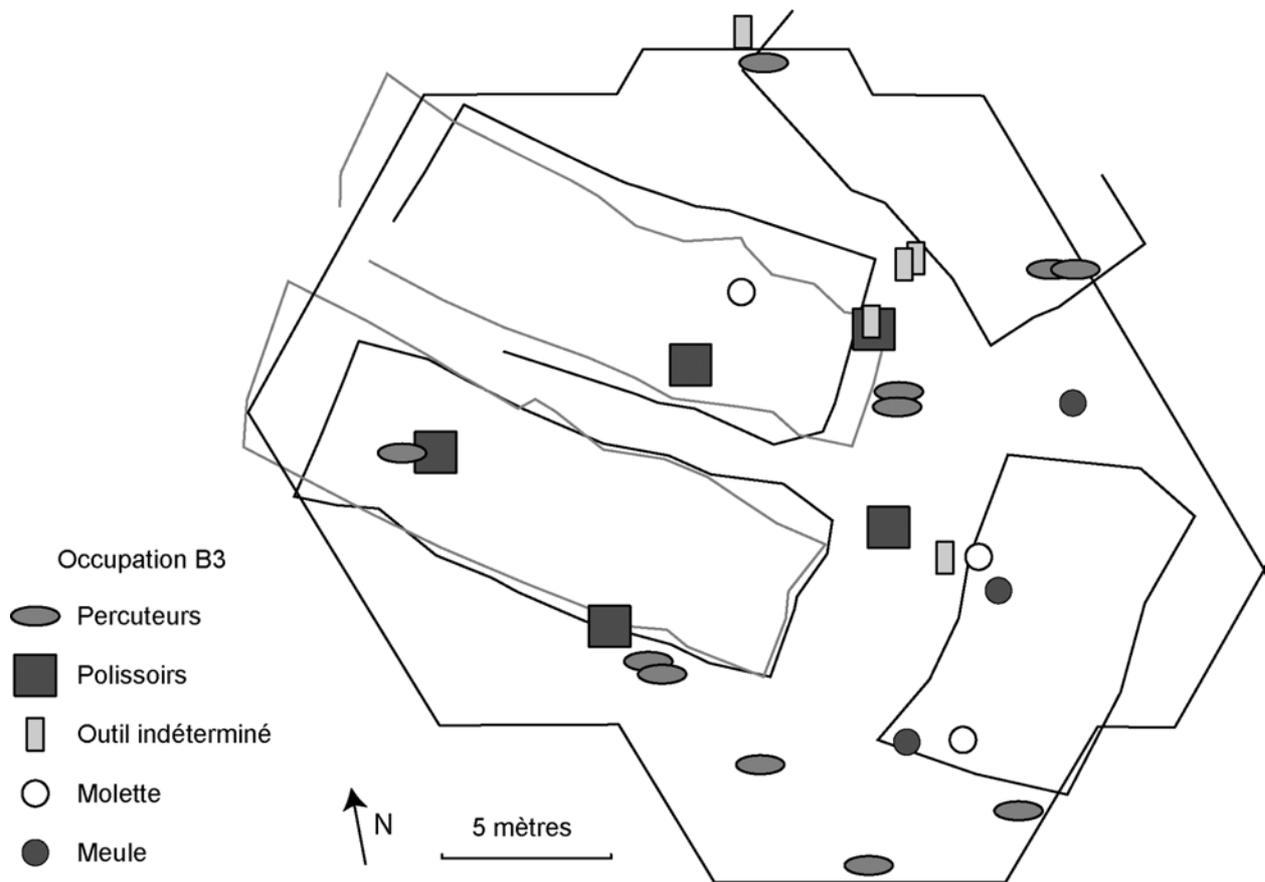


Figure 225 : couche B3, répartition générale du matériel lithique pondéreux

L'occupation B3 se caractérise par un abandon volontaire du village. Il est donc probable que les outils soient en position de rejet, à l'exception des grosses meules non représentées sur le plan. De même, nous avons vu que les polissoirs de B3 sont imposants (plus de 2 kg) et qu'il est possible qu'ils soient eux aussi délaissés dans l'espoir de les réutiliser un jour. L'énorme polissoir présent dans la maison 2, s'il est en position d'utilisation, indique que la partie avant de l'habitation, probablement un auvent, est destinée aux activités artisanales. Mais globalement, si on accepte l'idée d'un dépotoir à l'emplacement de la maison 4, alors une large part de l'outillage lithique pondéreux est en position de rejet. C'est d'ailleurs à ces résultats qu'aboutit Claire Tardieu (2002).

VII 1 3 b : Seconde occupation, la couche B1

La seconde occupation de Charavines « Les Baigneurs » fait l'objet d'une première proposition de plan, qui vient d'être modifiée. Aimé Bocquet s'en explique ainsi : « Déjà en 1986 et en 1993, donc avant la datation des feuillus, j'avais tenté de compléter les sapins avec des frênes dont la position permettait de proposer des structures ; ce sont ces plans qu'a utilisé Claire Tardieu dans son travail sur les répartitions spatiales. Ce plan s'avère aujourd'hui peu valable et les propositions de C. Tardieu sont mal confirmées, ce qui traduit le peu de fiabilité que peut avoir une modélisation théorique, même la mieux élaborée (elle était fondée sur les résultats plus concrets de la première occupation). La datation des feuillus, les plans de répartition des vestiges et les observations de fouilles, m'ont permis d'établir des plans assez satisfaisants même s'ils sont probablement incomplets et comportent une part d'hypothèses » (Bocquet, publication en ligne, chapitre 6 C).

Ainsi, ce sont deux plans différents qui existent pour la couche B1.

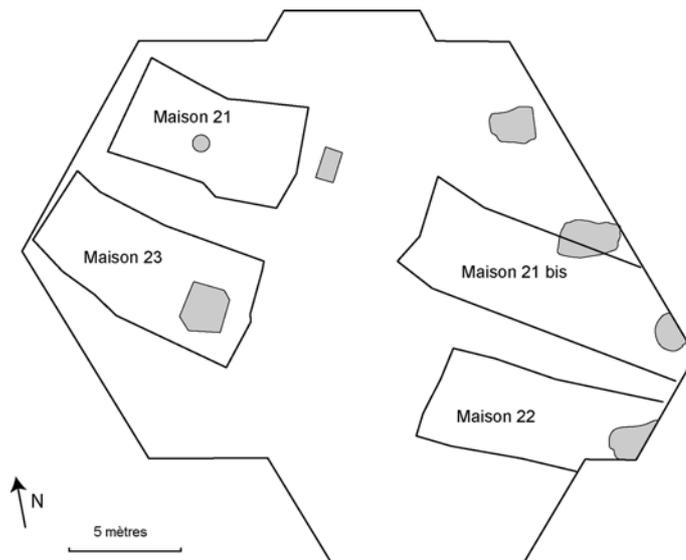


Figure 226 : ancien plan général de la seconde occupation - B1.
Les zones grisées correspondent aux chapes d'argile matérialisant les foyers

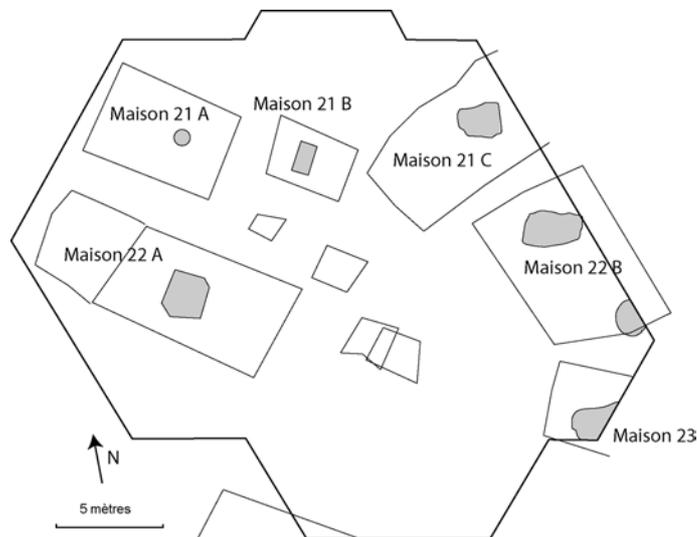


Figure 227 : nouveau plan général de la seconde occupation - B1.
Les zones grisées correspondent aux chapes d'argile matérialisant les foyers

Entre les deux plans proposés pour la couche B1 (fig. 226 et 227), l'évolution est importante. Sur l'ancien plan, deux rangées de maisons se font face, selon un plan relativement classique pour les villages lacustres, en particulier de tradition septentrionale (Pétrequin, Viellet *et al.*, 1999). Le second plan, plus anarchique, présente une série de bâtiments sans organisation nette.

Aimé Bocquet s'en explique ainsi : « On constate, par rapport aux structures de la première occupation, une relative anarchie dans la disposition des pieux : pas d'alignements précis, bois intermédiaires nombreux, diamètres variés et emploi privilégié du frêne avant l'an 64. Après cette date le sapin est mieux représenté ce qui se traduit par des plans plus nets, plus faciles à établir. On pourrait penser qu'un niveau trop variable du lac aurait obligé d'avoir recours à des maisons au plancher surélevé mais les chapes foyères ou une couche d'écorces entrecroisées reposant directement sur le sol ne concordent pas avec cette hypothèse. La répartition spatiale des éclats de silex et des céramiques présentent des regroupements très denses semblables à ceux du premier village : ils n'auraient pas été conservés lors de la destruction de maisons à plancher surélevé. Cette hypothèse n'est pas soutenable. Lors de l'arrivée en l'an 58 les occupants ont

profité des chapes foyères encore bien visibles. Ils ont trouvé un terrain moins meuble, couvert de limon durci et contenant des restes anthropiques : couche végétale d'occupation, de galets, meules, accumulation de pierres de chauffe, tas de détritrus (céramiques, os, etc.). La craie lacustre pure n'était pas suffisamment accessible pour y planter facilement les pieux par effet thixotropique et la fouille n'a jamais mis en évidence des trous creusés pour les recevoir. Beaucoup ne purent pas être enfoncés profondément et pour stabiliser les structures il a été nécessaire de multiplier les poteaux, souvent de les doubler et de les contrebuter en tous sens, ce qui explique le nombre très élevé des troncs qui accompagnent suivent les alignements formés par ce que nous considérons comme l'ossature principale des édifices. En outre bien des pieux ont un très fort pendage, bien vu et mesuré à la fouille. » (Bocquet, publication en ligne, chapitre 6 C).

Le grand nombre de poteaux ainsi que l'anarchie apparente du plan du village pourrait s'expliquer par des reconstructions successives correspondant à des phases d'occupations qui n'auraient pas été mises en évidence à la fouille (A.-M. Pétrequin, com. pers.).

Pour B1, j'ai choisi de présenter les plans de répartition avec les deux solutions proposées pour le plan des bâtiments.

Le matériel de mouture de la couche B1 se répartit de façon centripète par rapport à la zone fouillée.

A l'ouest du village, les outils sont dans les structures d'habitation (maison 21 et 23, fig. 228a ; maison 21 A et 22 A fig. 228 b). A l'est du village, où les différences entre les deux plans sont très importantes, l'outillage se retrouve soit à l'avant des maisons (fig. 228 a) soit dans la cour centrale et la maison 21 C (fig. 228 b).

Quel que soit le plan considéré, des molettes, nombreuses au demeurant, se trouvent dans chaque bâtiment. L'unique meule du site, -dessinée comme un outil complet (fig. 212) mais dont nous avons vu qu'elle est fragmentée et remontée au plâtre- provient d'un bâtiment à l'est du village, maison 22 ou 23 selon le plan.

Globalement, aucune organisation particulière ne ressort du plan de répartition, les outils étant aléatoirement répartis dans les différentes habitations, ruelles ou espaces considérés comme des cours.

Sur la figure 229 a, les polissoirs se répartissent dans les maisons à l'ouest du village, avec en particulier deux des trois aiguisoirs, et autour ou à l'avant des maisons à l'est. La majeure partie des artefacts se groupe au centre de la zone fouillée, indiquant soit un dépotoir, soit une zone de travail spécialisée, sous l'auvent des maisons 21 bis et 22.

L'interprétation est tout à fait différente lorsque l'on considère la figure 229 b, en particulier pour l'est du village. Sur ce nouveau plan, les polissoirs se répartissent indifféremment dans chacun des bâtiments, autrement dit chaque maison possède au moins un polissoir. La concentration centrale, toujours présente, apparaît comme une concentration hors de toute structure architecturale.

Contrairement aux autres catégories du matériel lithique pondéreux, les percuteurs de B1 se regroupent dans la partie ouest du village. Ils se concentrent préférentiellement dans les ruelles, dans la cour centrale et dans la maison 23 (fig. 230 a) ou 22 A (fig. 230 b).

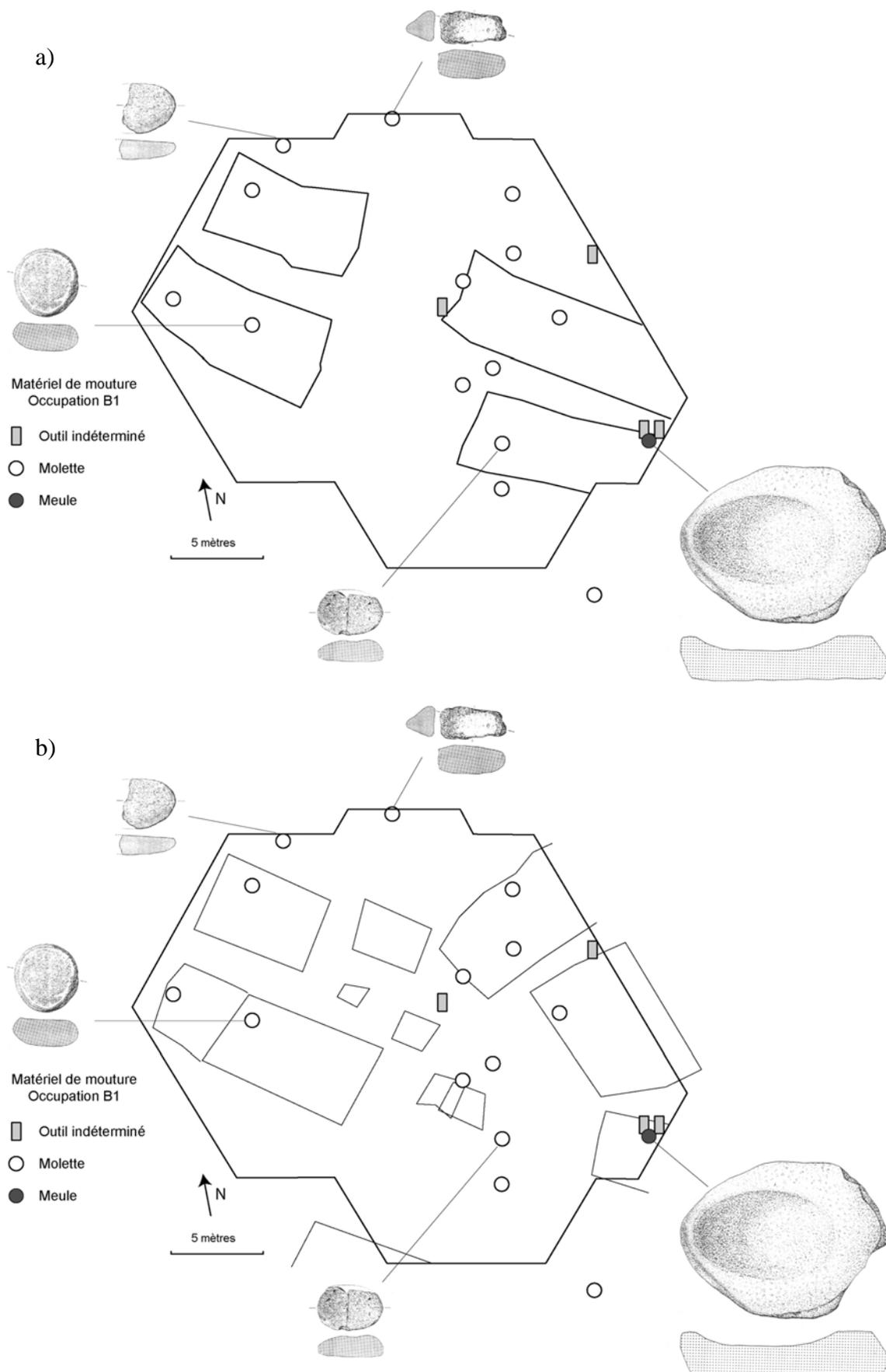


Figure 228 a et b : couche B1, répartition du matériel de mouture et de broyage

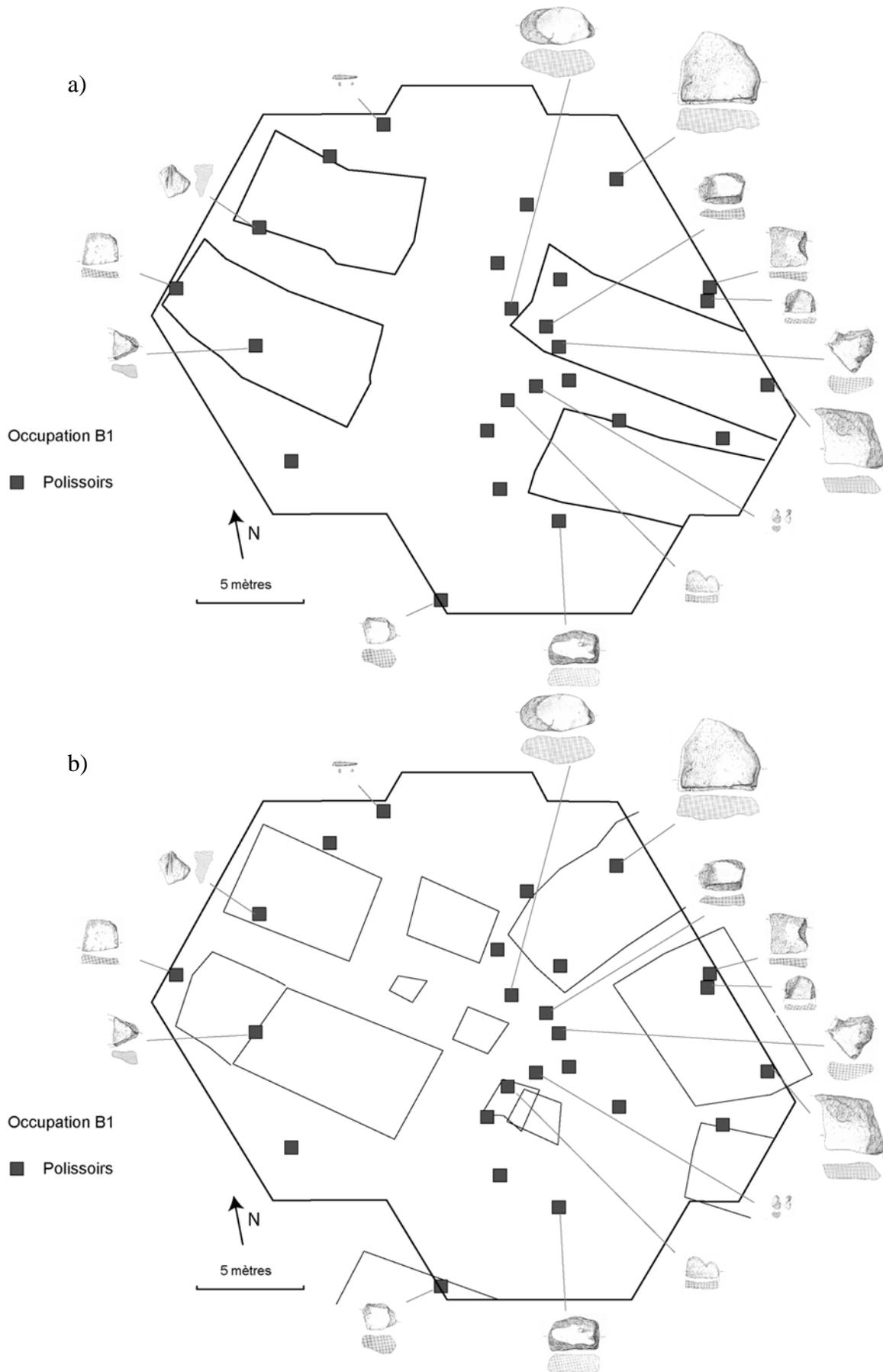


Figure 229 a et b : couche B1, répartition des polissoirs

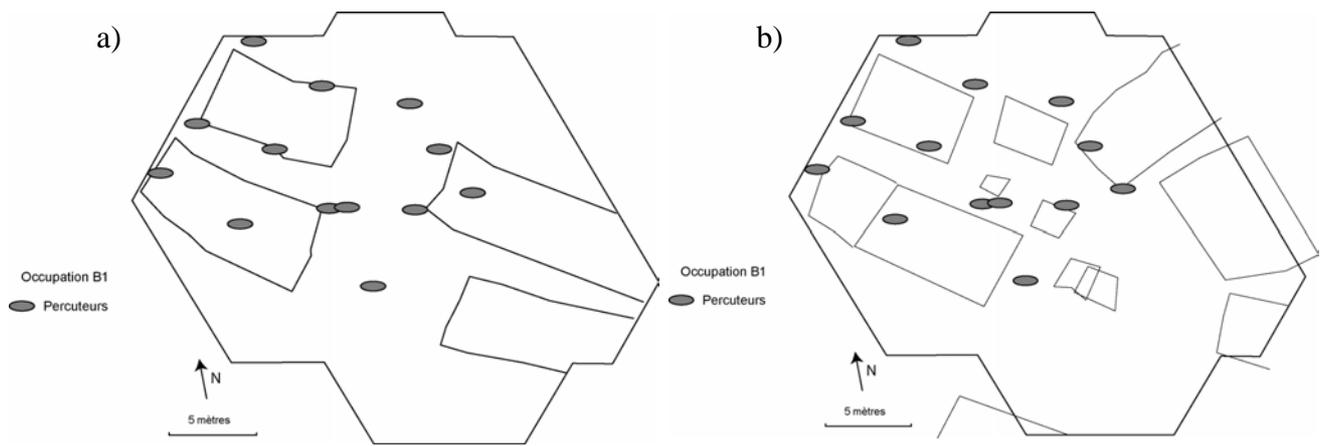


Figure 230 a et b : couche B1, répartition des percuteurs

Toute une partie du village est dépourvue de percuteurs ; cela pourrait être interprété soit comme un phénomène de répartition des activités nécessitant des percuteurs dans une partie seulement du village, soit -étant donné que tous les percuteurs ou presque sont entiers- la présence dans la partie est de dépotoirs n'ayant fourni que des fragments non inventoriés.

Les figures 231 présentent l'intégralité du matériel lithique pondéreux étudié ici. La principale information est que les artefacts sont groupés devant les maisons 21 bis et 22 pour l'ancien plan, et au centre de la cour du nouveau plan. Il est intéressant de noter que parmi ces outils se trouvent les larges polissoirs fixes (fig. 215). Ainsi, la zone peut être abordée de deux manières : soit un lieu privilégié pour des activités artisanales, pourquoi pas collectives, du type polissage de lames de hache, soit un large dépotoir correspondant à une zone de rejet pour l'ensemble de la communauté.

Si l'on considère l'abandon précipité du village, la présence des grands polissoirs indique plutôt une zone de travail qu'une zone de rejet, dans la mesure où aucun autre polissoir de grandes dimensions n'est présent dans le village. De plus, dans cette zone, l'étude de Claire Tardieu n'a pas mis en évidence de dépotoirs particuliers. Enfin, les percuteurs sont en partie absents de cette zone centrale, ce qui peut être contradictoire, selon l'activité artisanale pratiquée. Nous avons vu que cette absence pourrait s'expliquer par le fait que les artefacts fragmentés ne sont probablement pas inventoriés. Mais dans ce cas de figure, il faut bien imaginer une aire d'activité sans outil de percussion.

Il est intéressant de voir que dans le récent rapport, l'étude de la répartition du mobilier de la couche B1 n'est pas abordé « car les structures du deuxième village sont trop mal assurées pour que les résultats y soient significatif » (Bocquet, publication en ligne, chapitre 14 B).

En tout état de cause, l'outillage lithique pondéreux ne permet pas, loin s'en faut, de confirmer la validité du nouveau plan, pas plus qu'il n'infirme l'ancien. Au mieux, l'étude du matériel de B1 permet de proposer une aire d'activité artisanale au centre du village plutôt qu'un dépotoir, eu égard à la présence des polissoirs de grandes dimensions.

Pour le reste, la présence d'une seule meule dans cette couche ne permet pas, comme pour la première occupation, d'attester la présence d'un moulin de type « va-et-vient » dans chacune des maisons. Les polissoirs par contre semblent présents partout dans le village, bien que la majeure partie d'entre eux se concentre sur la place. Enfin, les percuteurs ne sont présents que dans une partie de la zone fouillée, mais cette répartition est sans doute le reflet de la collecte des outils entiers au détriment des fragments.

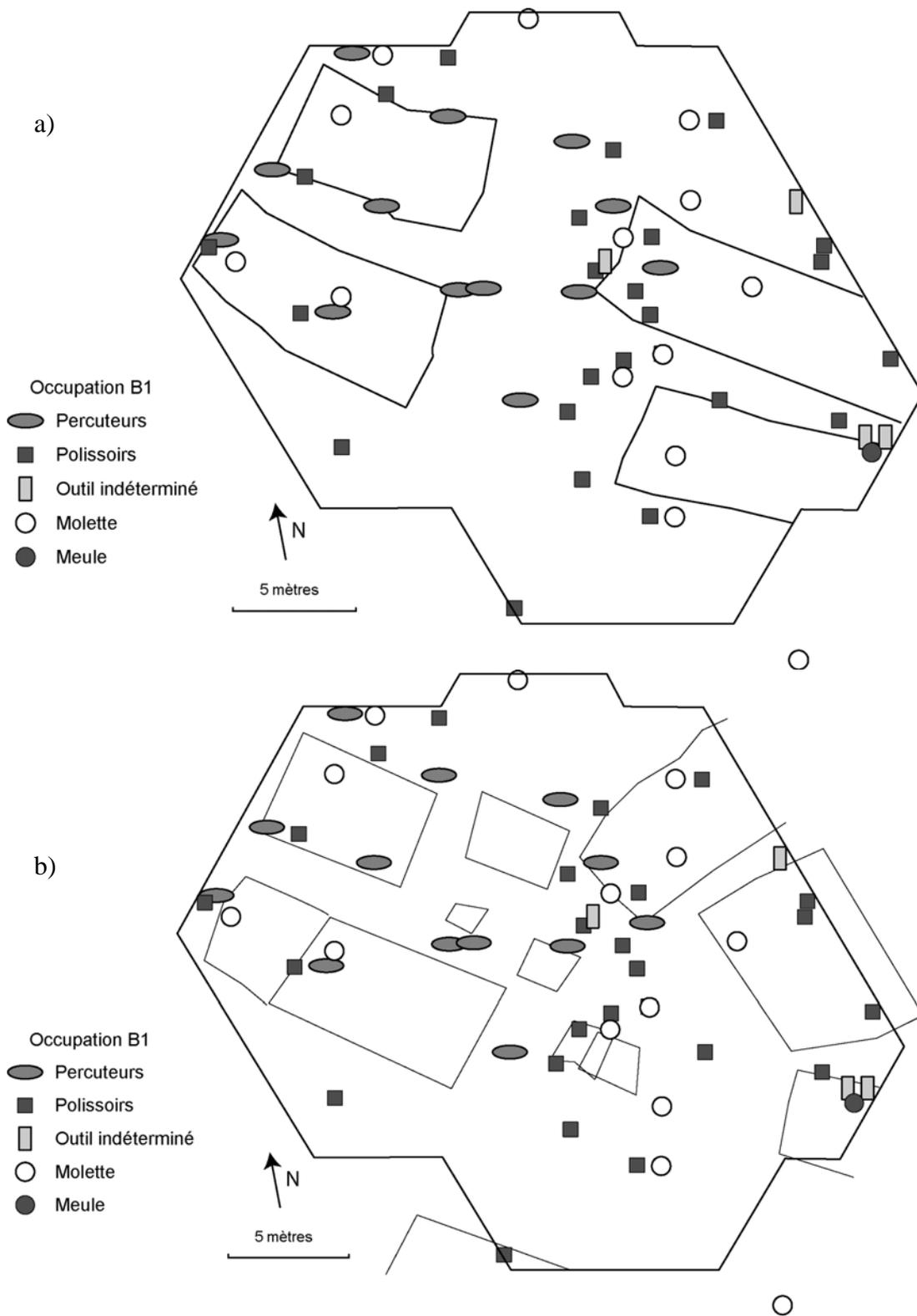


Figure 231 a et b : couche B1, répartition générale du matériel lithique pondéreux

VII 1 4 : Bilan sur les occupations de Charavines

Pour conclure, il est possible de rapprocher les plans des occupations de Charavines « Les Baigneurs » du village contemporain de CL III (Pétrequin dir., 1986). Vers le 29^{ème} siècle dans la Combe d'Ain, le cas du village de Clairvaux III montre une adaptation architecturale à un îlot en partie artificiel, formé par l'accumulation des vestiges des villages antérieurs. L'évolution de l'architecture par rapport aux occupations précédentes est évidente, avec l'absence de chemin de

planches construit collectivement, une palissade courte et peu résistante et des maisons bien séparées les unes des autres, de part et d'autre d'un espace central où sont accumulés les rejets les plus encombrants. La cohérence du plan s'est estompée, tandis que la densité de population s'est effondrée avec la crise de la fin du 30^{ème} siècle.

Ainsi, les villages de Charavines sont en accord avec les observations, notamment architecturales, faites dans la Combe d'Ain pour la même période.

Mais à l'inverse de la couche B1 de Charavines, la répartition des artefacts à CL III permet d'identifier clairement des zones de dépotoir, de repérer des maisons incendiées... A CL III, la répartition de l'outillage de mouture en particulier a permis de mettre en évidence un bâtiment d'habitation, pressenti par ailleurs mais confirmé par la présence de fragments et d'éclats de meule (Pétrequin dir., 1986, p. 255).

Tel n'est pas le cas sur le lac de Paladru, où le statut du matériel lithique pondéreux est difficile à définir, en raison d'un certain nombre de problèmes qui méritent d'être soulignés. Tout d'abord, bien qu'une certaine désorganisation de l'espace villageois soit à noter à partir de 2700 av. J.-C., les plans proposés, notamment pour la phase B1, ne semblent pas très cohérents. Par exemple on peut se poser la question de l'existence de bâtiments à quatre poteaux. De plus, aucun des plans proposés n'est en mesure d'expliquer la présence d'une quantité très importante de pieux en particulier au sud de la fouille ; il faudrait donc envisager un nombre d'occupations successives plus important. Cette idée est corroborée par les observations faites durant la fouille en particulier par Pierre et Anne-Marie Pétrequin (com. pers.) pour qui les ensembles B1 et B3 ne correspondent pas à des occupations à part entière mais semblent formés d'une succession d'occupations, parfois séparées par une mince couche de craie.

Deuxièmement, les phénomènes de flottage, récurrents et bien étudiés sur d'autres sites lacustres alpins (Pétrequin dir., 1986, 1989 et 1997), n'ont jamais été évoqués à Charavines. De ce fait la répartition des artefacts, et en particulier des macrorestes végétaux peut être remise en question ; tel est le cas par exemple des noisettes de la maison 2. Cette lacune dans l'étude pourrait être à l'origine de la mauvaise reconnaissance des zones de stockage de denrées alimentaires.

Enfin Aimé Bocquet indique que l'intégralité des cailloux ont été prélevés, observés et pesés lors de la fouille et que les fragments d'outils de mouture, de polissoirs et de percuteurs, s'ils avaient été déterminés, auraient été inventoriés. Nous venons de voir que les matériaux support du matériel lithique pondéreux sont d'origine locale ; donc ces matières premières sont probablement similaires à celles de l'ensemble des pierres utilisées dans les villages. Il est donc possible qu'une partie des fragments de l'outillage lithique pondéreux n'ait pas été reconnue, ce qui expliquerait la très faible fragmentation des corpus.

Ainsi, de nombreuses incertitudes persistent, les réflexions d'ordre typologique et chronologique sur la culture matérielle des villages de Charavines « Les Baigneurs » sont réalisables mais -pour le lithique pondéreux- les raisonnements d'ordre technique (gestion des matières premières) et spatial sont à prendre avec précaution.

Néanmoins, nous verrons que -du point de vue de la gestion des matières premières- la comparaison avec les sites de la Combe d'Ain s'avère très instructive. Mais avant cela, nous allons voyager un peu par-delà nos frontières et voir ce qui se passe aux alentours de 3400 av. J.-C. sur le Plateau suisse.

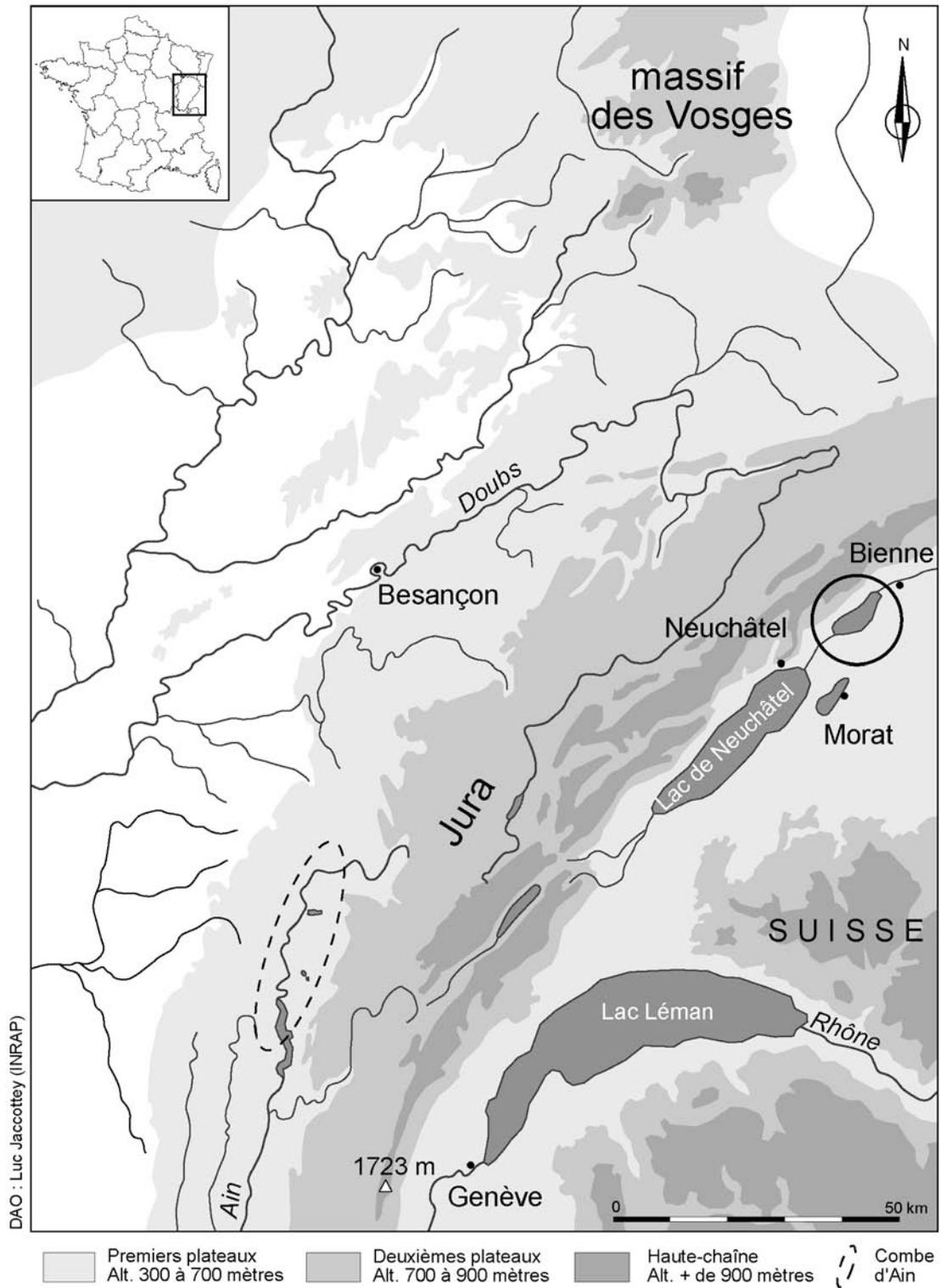


Figure 232 : contexte géographique du lac de Bièvre

VII 2 : Sutz-Lattrigen, Riedstation

Le dernier site étudié pour cette thèse est celui de Sutz-Lattrigen VI « Riedstation », sur le lac de Biemme (Bielersee en allemand), qui appartient à la région des Trois Lacs (avec Neuchâtel et Morat). Sur ce lac comme sur les deux autres, la Correction des Eaux du Jura, baisse artificielle des eaux de deux mètres, a eu lieu en 1870. Les sites deviennent alors accessibles à pied, entraînant un commerce d'objets préhistoriques. Un décret de protection du patrimoine intervient en 1873 pour le canton de Berne. A l'heure actuelle, le niveau des lacs est remonté, mais il reste inférieur à ce qu'il fût avant la correction.

Avant de nous intéresser aux sites archéologiques du lac de Biemme et à Riedstation en particulier, nous allons préciser le contexte géographique et géologique de la région.

VII 2 1 : Présentation du site

La figure 2, au début de ce travail, précise la situation géographique du lac de Biemme à l'échelle du nord ouest des Alpes.

VI 2 1 a : Le lac de Biemme

Le lac de Biemme se situe sur le Plateau suisse (Mittelland en allemand), au pied oriental du massif du Jura. Sur la figure 232, on remarque qu'à vol d'oiseau, le lac de Biemme n'est qu'à une centaine de kilomètres de la Combe d'Ain.

La figure 105 (chapitre IV, paragraphe 3 1 b) montre que la région des Trois Lacs se situe géologiquement entre la chaîne du Jura et le bassin molassique tertiaire. Ce dernier ensemble forme le substrat du Plateau suisse, qui a -en particulier au Quaternaire- été recouvert par des débris torrentiels et des moraines glaciaires.

Le glacier du Rhône, durant les glaciations quaternaires, a recouvert une large part du Plateau suisse (fig. 233), déposant des moraines sur les terrains tertiaires et créant les différents lacs du plateau. Mais le secteur du bassin molassique, large bande allant jusqu'à Zurich, correspond à la jonction des glaciers du Rhône et de l'Aar durant le Würm. Le glacier du Rhône, plus volumineux, a dévié et incorporé le glacier de l'Aar. Les moraines terminales du glacier du Rhône s'ordonnent en guirlandes bien apparentes ; les moraines de retrait ont été reconnues à Soleure. Celles du glacier de l'Aar sont distinctes aux abords de Berne (Portmann, 1966). « A l'est du lac de Biemme, les formations quaternaires sont représentées essentiellement par des graviers, épais par endroits de plusieurs dizaines de mètres » (Portmann, 1966, p. 699). Ces graviers se composent d'une succession de couches, au sein desquelles les constituants sont généralement très nettement arrondis, « leur diamètre est variable, néanmoins les blocs sont pratiquement défaut. (...) ». Les sables et les galets jusqu'à un diamètre de 10 à 15 centimètres sont les constituants les plus abondants. (...) » (Portmann, 1966, p. 704). Du point de vue des matériaux disponibles, nous avons déjà détaillé par deux fois la composition des moraines du glacier du Rhône. Néanmoins, l'étude de J.-P. Portmann sur les formations glaciaires à l'est du lac de Biemme (1966) permet d'en préciser la composition pour cette région. Les données publiées ne portent que sur les « granules de 6 à 24 mm ». Il apparaît que les roches sédimentaires alpines (y compris les calcaires siliceux) forment les trois quarts des éléments morainiques de petites dimensions, et seuls 15 à 24 % sont de nature cristalline. Enfin, les moraines superficielles (ou moraines d'ablation, engendrées lors de la fonte de la glace) possèdent des éléments grossiers qui constituent 20 à 25 % de l'ensemble des fragments sur la surface d'un affleurement (Portmann, 1955).

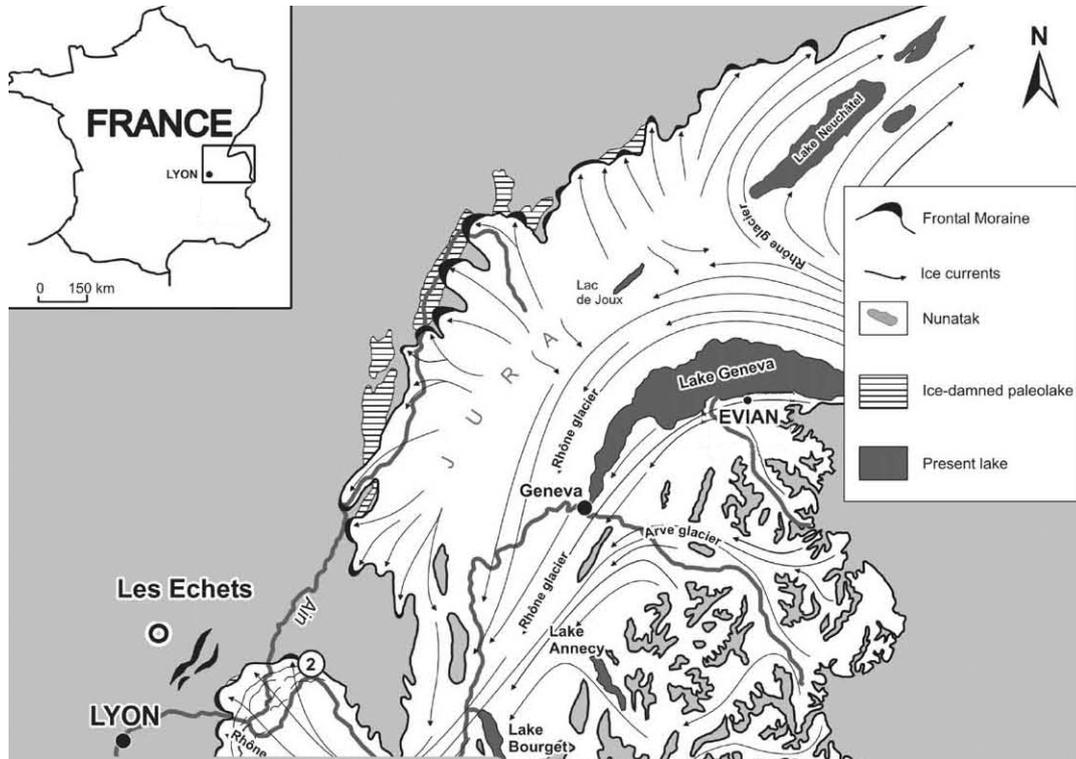


Figure 233 : extension du glacier du Rhône au maximum glaciaire du Würm, d'après Guiter et al. (2005). Si la carte ne marque pas assez la présence d'un glacier autonome sur le Jura pour cette période (Campy, 1982), elle représente bien les mouvements du glacier du Rhône du côté suisse

Ainsi, dans les moraines locales de la région du lac de Biemme, on retrouve principalement des blocs d'une dizaine de centimètres de diamètre en roches sédimentaires, mais des gros blocs et des roches cristallines, bien que peu nombreux, sont disponibles.

Le lac de Biemme, d'origine glaciaire, se situe sur le cours de l'Aar. L'Aar (en allemand Aare) est une rivière longue de 295 km, née dans le massif de l'Aar-Gothard et affluent du Rhin (rive gauche). Notons que son passage à travers le lac de Biemme est artificiel et date de la période de Correction des eaux du Jura (1878).

Sur les rives du lac de Biemme, de nombreux sites archéologiques sont reconnus. Les sites sont en partie endommagés par l'érosion, d'autant plus que sur le lac de Biemme, depuis la baisse artificielle des eaux, les particuliers construisent des murs pour augmenter la surface de leur terrain, et canalisent ainsi le lac, dont les vagues et les courants endommagent les sites archéologiques (Ramseyer et Roulière-Lambert dir., 1996). La politique actuelle est de fouiller les sites érodés, et de conserver les autres. En effet, il est 20 fois moins cher de les conserver, avec du géotextile posé sur les zones affleurantes, maintenu par quelques centimètres de gravier, que de les fouiller. Au total, c'est 35 emplacements de villages successifs qui ont été reconnus (fig. 234). La plupart d'entre eux se situent sur la rive orientale du lac, qui offre un arrière pays propice aux cultures, tandis que la rive occidentale est directement accolée au flanc du massif jurassien.

A Sutz-Lattrigen, 25 000 pilotis ont été repérés, mais il n'en reste parfois que cinq centimètres tant l'érosion est importante. Le chêne représente jusqu'à 80 % des bois, et la dendrochronologie est essentielle pour la datation. Sept zones ont été fouillées à Sutz-Lattrigen : Kleine Station, Hauptstation, Riedstation, Neue Station, Solerwatt, Buchtstation et Rütte, totalisant 40 000 m². Ainsi, les travaux sur la commune de Sutz-Lattrigen offre une séquence d'habitat lacustre très importante, entre 3863 et 1662 av. J.-C. avec cependant des hiatus importants.

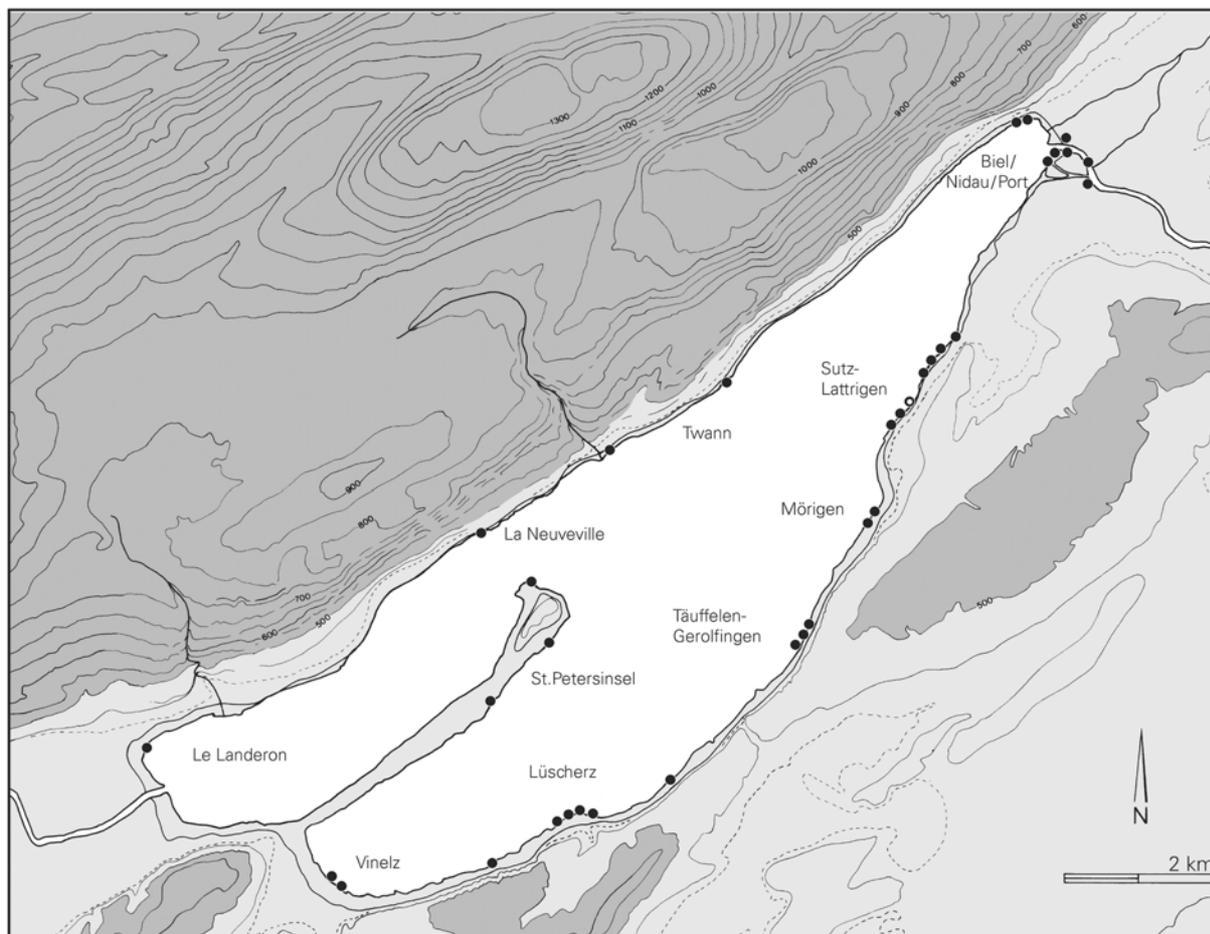


Figure 234 : sites lacustres du Néolithiques et de l'Age du Bronze du lac de Bienna, d'après Hafner et Suter (2000). Le site de Riedstation est indiqué par un cercle blanc

VI 2 1 b : Le village de Riedstation

Les fouilles subaquatiques de l'habitat de Riedstation ont eu lieu entre 1988 et 1990. C'est le premier village néolithique intégralement fouillé en Suisse (sur une surface de 6 000 m²) et dont tous les pieux ont fait l'objet d'une datation. La publication des données a été faite en 2000 (Hafner et Suter, 2000) ; je ne proposerai donc pas ici une synthèse de l'étude du village, mais une présentation succincte des acquis.

L'intérêt de ce village réside dans sa très courte durée de vie (phases d'abattage étalées sur six ans), ce qui implique un faible nombre de réfections des maisons et permet une bonne lisibilité du plan de pieux. Le village présente plusieurs bâtiments, tous à trois rangées de poteaux. Pour les auteurs, aucune palissade n'est identifiée. On constate une bipartition de l'espace villageois (fig. 236), composé d'une première rangée de maisons perpendiculaires à la rive (entre 6 et 11 mètres le long pour environ 3 m de largeur), et d'une seconde rangée de bâtiments (tous de 6 m de longueur), à environ 30 m en direction du lac, reliés aux précédents par des chemins de planches. La répartition du mobilier permet de confirmer que seules les maisons de la rangée située du côté de la terre ferme servaient d'habitation. Les constructions situées côté lac étaient des greniers ou avaient une autre fonction économique (Hafner et Suter, 2000).

Chronologiquement, les constructions se succèdent régulièrement chaque année. Un abandon très rapide de l'occupation intervient au bout de six ans (l'abandon étant compris ici comme contemporain des pieux les plus récents datés en dendrochronologie). Les phases d'abattage indiquent des phases de construction entre 3393 et 3389 av. J.-C. (fig. 237).

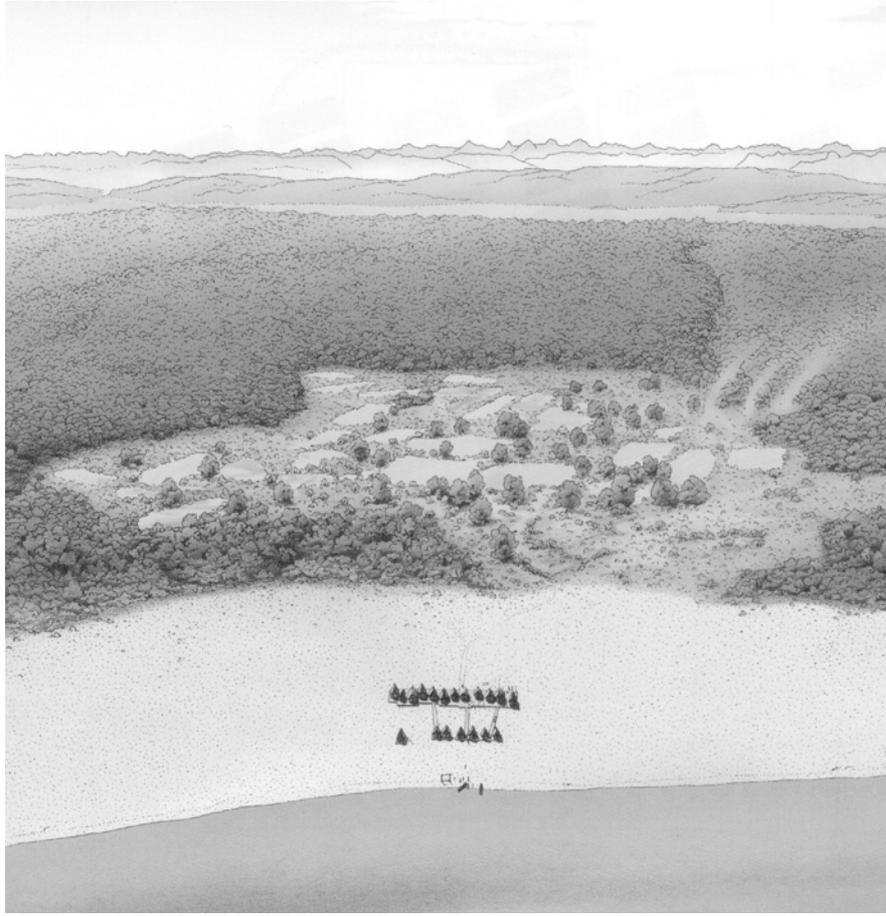


Figure 235 : reconstitution du village de Riedstation, d'après Hafner et Suter (2004, p. 17). Edifié sur la plage asséchée, le village fait face aux champs gagnés sur la forêt suite au déboisement

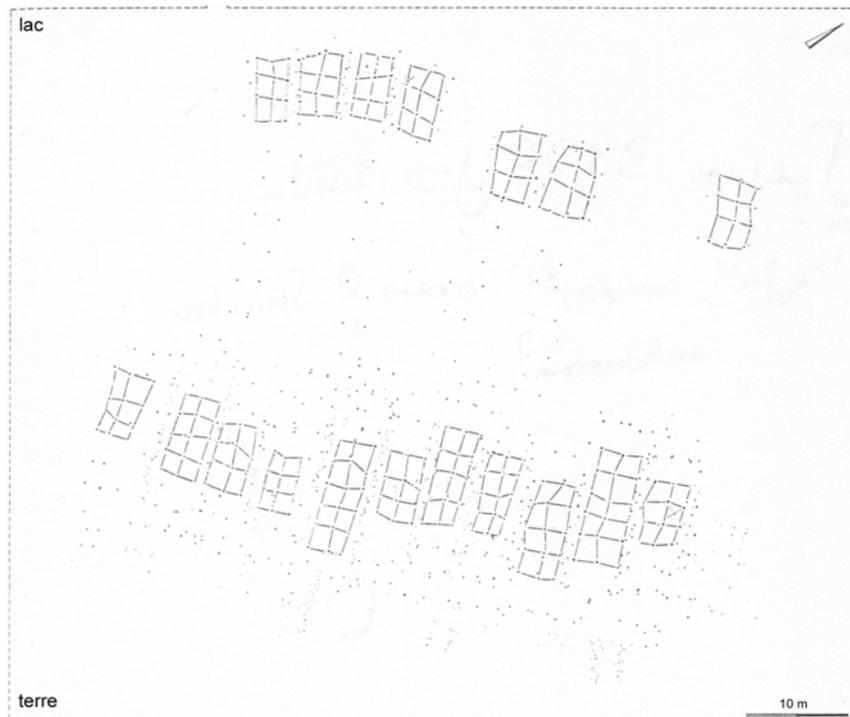


Figure 236 : surface fouillée, plan des pieux et reconstitution des bâtiments du site de Riedstation, d'après Hafner (1992a)

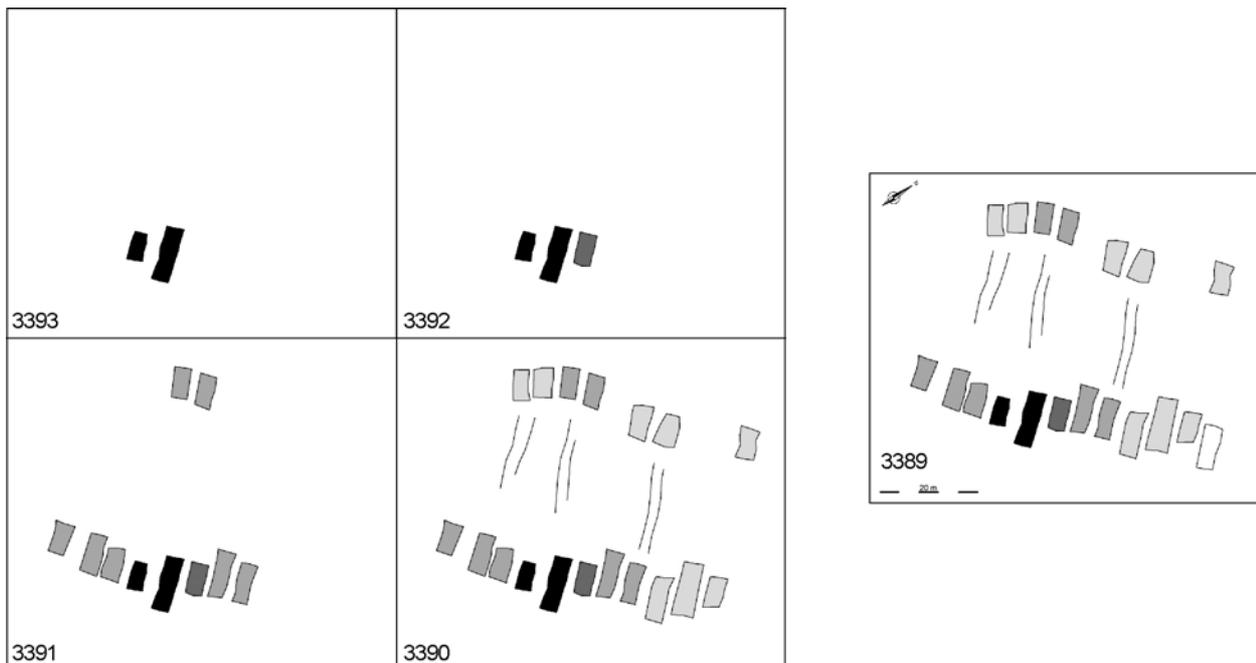


Figure 237 : histoire de la construction du village entre 3393 et 3389 av. J.-C. (années d'abattage). Chaque année, de nouveaux bâtiments complètent le plan du village

Les deux premières maisons sont construites en 3393 av. J.-C., date de la fondation du village. L'année suivante, une seule maison est érigée. Lors de la troisième année, cinq maisons sont construites côté terre ferme et deux bâtiments sont érigés à 30 m en direction du lac. En 3390, huit constructions sont entreprises. Trois maisons s'ajoutent à la rangée côté terre et cinq nouveaux bâtiments complètent la ligne côté lac. La rangée côté terre s'achève par la construction d'un 19^{ème} bâtiment en 3389 av. J.-C. Enfin, en 3388 av. J.-C., il n'y a plus que des réfections sur les maisons existantes. Puisqu'il n'existe aucune datation postérieure à l'année 3388 av. J.-C., on peut supposer que le village a alors été abandonné, probablement à cause d'une nouvelle hausse du niveau du lac (Hafner et Suter, 2000). Cependant, l'absence de dates dendrochronologiques n'implique pas obligatoirement un arrêt de l'occupation, un village pouvant être habité pendant plusieurs années sans réfections visibles. D'après le nombre de bâtiments à Riedstation, la population peut être estimée entre 150 et 200 personnes. On observe à l'avant des maisons des « plateformes », sorte de terrasses, qui prolongent à l'extérieur l'espace habité à l'extérieur (fig. 238).

Pour Albert Hafner, il s'agit de plateformes « à même le sol » ayant une fonction d'isolation ou de maisons à plancher rehaussé sur pilotis.

Les artefacts archéologiques sont peu nombreux, car le site est très érodé. Il s'agit principalement de céramique et de silex, pour partie exogène (silex de l'Yonne par exemple, à plus de 400 km, Affolter, 2002), d'ossement animaux (en particulier de suidés), d'outils et de parure en matières dures animales (os, dent et bois de cerf) ainsi que d'objets en bois. Les fusaiïoles en céramique sont nombreuses. L'outillage en pierre comprend percuteurs, polissoirs et outils de mouture, que nous allons détailler, mais aussi des lames de hache. Un résumé des résultats indique que « vers 3400 av. J.-C., les sites du lac de Bièvre montrent une forte tradition locale ainsi que des influences venant de toutes parts. Les traditions locales se font sentir dans l'architecture des villages (avec les maisons alignées perpendiculairement à la rive), dans la continuité de l'utilisation d'armatures de flèches trapézoïdales et le développement indépendant des haches (technologie de la gaine). L'importation continue de silex du Bassin parisien atteste la présence de relations en direction de l'ouest. Les formes céramiques témoignent par contre de

caractéristiques orientales (fonds plats ou surélevés). Les fusaiöles plates en argile cuite sont une nouveauté et apparaissent en même temps qu'au bord du lac de Constance. Le moteur et l'impulsion de ce mouvement d'influences orientales serait la diffusion lente de la métallurgie du cuivre » (Hafner et Suter, 2000).

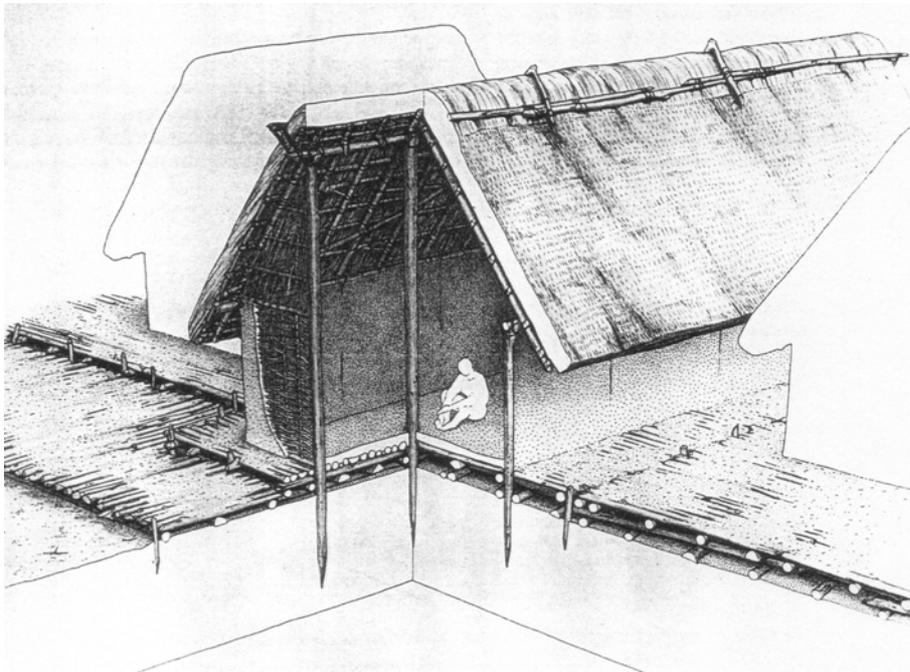


Figure 238 : reconstitution des maisons. De gros poteaux portent la paroi et le toit, tandis que des bois sont posés horizontalement, fixés dans le sol par des pieux de plus petit diamètre, d'après Hafner et Suter (2000)

La possibilité de fouiller de tels sites, érodés, implique forcément un biais dans l'information. Mais tout comme à CL II/Ibis, ce qui est perdu en terme d'information matérielle est largement compensé par la compréhension des structures architecturales et de l'organisation du village.

VII 2 2 : Le lithique pondéreux de Riedstation

Le matériel lithique pondéreux du village de Riedstation se compose de 15 outils de mouture, six polissoirs et trois percuteurs ; c'est donc une petite collection, dont l'inventaire est disponible en annexe 11. Mais les 15 outils de mouture par exemple représentent plus de 425 kg, soit autant que l'intégralité du corpus de la Combe d'Ain.

VI 2 2 a : Le matériel de mouture et de broyage

Tout d'abord, quelques chiffres illustrent la qualité des artefacts : sur les 15 outils, neuf sont des meules, cinq des molettes et un outil est vraisemblablement une molette réutilisée en enclume, car elle présente une cupule de 3,5 cm de diamètre sur sa surface active. La distinction entre meule et molette n'est pas très difficile sur Riedstation, puisque les modules des deux catégories d'outils sont extrêmement différents (fig. 239). Par contre, le rapport longueur/largeur est très variable. Pour les molettes, ce rapport oscille entre 1,4 et 2,3, avec une moyenne de 1,9. Pour les meules, il est en moyenne de 1,5 mais varie de 1,4 à 1,8. Ainsi, je ne pense pas qu'il soit intéressant de comparer ce rapport longueur/largeur avec d'autres corpus.

Seules trois meules et une molette sont incomplètes, mais pesant néanmoins de 6 à 18 kg. Le poids moyen des meules entières est de 60 kg, celui des molettes de 6 kg.

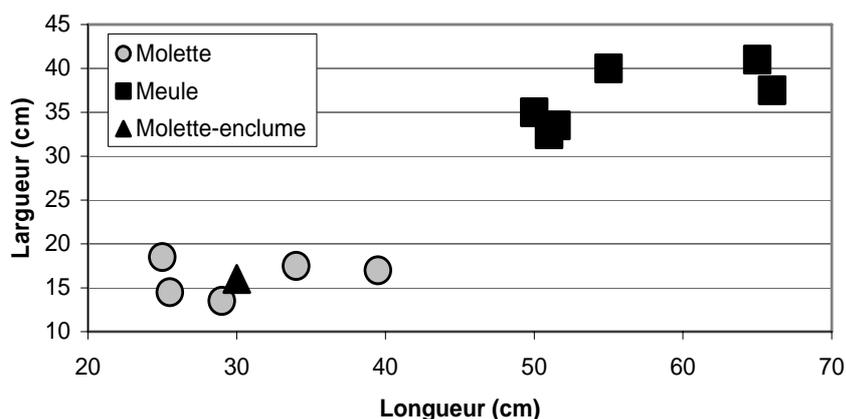


Figure 239 : rapport longueur/largeur des outils de mouture de Riedstation. La distinction entre meules et molettes est sans appel : les meules sont d'énormes blocs d'au moins 50 cm de long, alors que les molettes mesurent au maximum 37 cm et ne dépassent pas 20 cm de large

Le matériel de mouture et de broyage est donc toujours entier ou sous forme de gros fragments. Il est possible que les plus petits fragments n'aient pas été recueillis à la fouille, bien qu'Albert Hafner affirme que l'intégralité du mobilier a été prélevé, mais étant donné le nombre et l'intégrité des outils présents, les fragments pouvaient ne pas être très nombreux.

Je n'ai pas dessiné le matériel de Riedstation, les illustrations des meules et des molettes dans la publication étant sous forme de photos de très bonne qualité (Hafner et Suter, 2000). Les figures 240 et 241 sont donc des copies des planches de cette publication.

Seules les trois meules incomplètes ne sont pas présentées ici.

Les meules sont de grandes dimensions, leur longueur est toujours supérieure à 50 cm. Par contre, elles sont de morphologie très variée. Outre des outils de forme ovalaire (n° 25 241, 242 et 243), probablement la forme initiale des blocs, les trois autres meules sont anguleuses et de forme peu conventionnelle, témoignant d'une mise en forme grossière des supports, et du peu d'investissement des villageois dans la préparation globale de l'outil. En effet, sur ces trois pièces, la surface active est bouchardée et polie, et les arêtes du pourtour sont émoussées. Autrement dit, ce qui pourrait être interprété comme des fracturations, parfois thermiques, après le rejet, donnant à l'outil des formes sinon aléatoires, du moins non standardisées, sont en fait des enlèvements antérieurs à la dernière utilisation de la meule. Par exemple, la meule n° 25 239 (fig. 241) correspond à un bloc de plus de 50 kg, dont la surface active aménagée est la plus petite de tout le corpus (36/26 cm). Cette meule posée au sol n'est pas stable, c'est-à-dire qu'il est nécessaire de la caler pour l'utiliser. L'axe de la plus grande longueur n'est pas celui de la surface active, il en diffère d'environ 30°. La morphologie de l'outil indique bien le faible investissement dans la mise en forme de cette meule, utilisée dans des conditions bien particulières. Certaines meules à profil dissymétrique semblent avoir été utilisées avec les parties minces, parfois convexes, vers soi, alors que les parties épaisses, souvent surélevées, planes à concaves, seraient les parties distales. (meule n° 23 162, fig. 240 et meule n° 25 239, fig. 241).

Nous retiendrons donc de l'analyse morphologique des meules qu'elles semblent relativement peu investies ; nous verrons si ce constat est confirmé par l'étude des surfaces actives.

Les molettes non appareillées sont de forme et de dimensions assez similaires (fig. 241), grossièrement trapézoïdales, clairement dissymétriques et peu épaisses (de 5,5 à 7 cm), à l'exception toutefois de la molette n° 25 235 de 9,5 cm d'épaisseur. Notons que l'outil 25 234 correspond à la molette réutilisée en enclume.

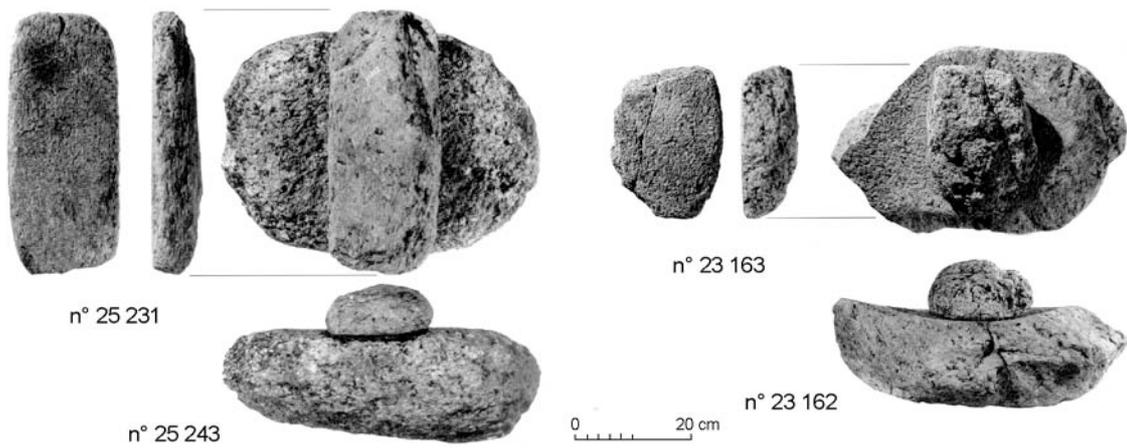


Figure 240 : moulins de type « va-et-vient » de Riedstation, d'après Hafner et Suter (2000). Le moulin de gauche est à molette débordante. La correspondance des surfaces actives n'est pas parfaite, et les extrémités de la molette ne présentent pas d'indice de prise en main extérieure type poli de préhension. Par contre le moulin de droite, dont la molette est courte, présente une adéquation parfaite des surfaces actives

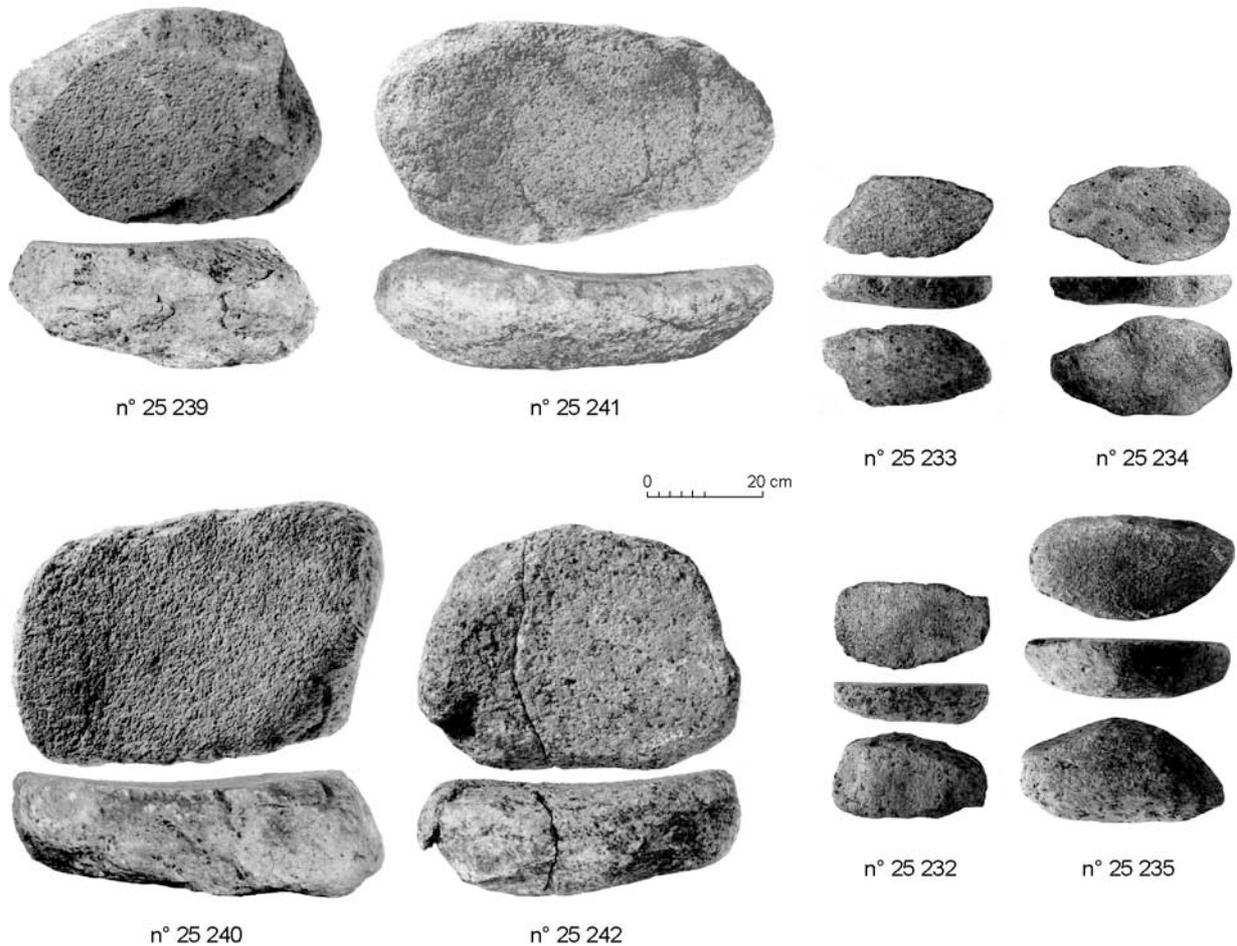


Figure 241 : meules et molettes de Riedstation, d'après Hafner et Suter (2000)

Globalement, la mise en forme de ces molettes est visible sur les surfaces actives et les côtés des outils, mais les dos sont généralement laissés bruts ou succinctement aménagés à l'emplacement des mains ; les sections des outils sont très fréquemment dissymétriques, avec un côté plus abrupt où viennent se poser les paumes de l'utilisateur. A ce titre, le sens d'utilisation est souvent décelable.

Par contre, les deux molettes associées à des meules (fig. 240) sont bien différentes. La molette courte (n° 23 163) est épaisse (9 cm), sa forme semble plus ovale que trapézoïdale. Elle est plus courte que les précédentes (25 cm), en raison de son altération par le feu. Son appariement avec la meule n° 23 162 est très probable, les deux surfaces actives étant en parfaite adéquation. De plus, les deux outils ont été trouvés brûlés, l'un sur l'autre, la molette étant piégée dans la meule brisée en deux.

Enfin, la molette débordante est unique en son genre (fig. 240, n° 25 231). Elle mesure 40 cm de long pour 17 cm de large. Son aménagement est difficile à voir, car la roche est un gneiss très lité dont l'écaillage nuit aux observations. Morphologiquement, il est raisonnable d'imaginer une molette débordante, d'autant que les meules entières de Riedstation ont des surfaces actives de 26 cm à 35 cm de large, donc toujours inférieures à celle de la molette (40 cm). Néanmoins, il faut noter qu'aucun aménagement ni poli de préhension n'est visible aux extrémités de cette molette, contrairement à celle de Clairvaux VII par exemple (fig. 170, chapitre V). Il faudrait alors imaginer une prise en main de la molette par le dessus. Enfin, l'appariement de cette molette avec la meule n° 25 243 ne me paraît pas évident, les surfaces actives des deux outils étant relativement mal assorties.

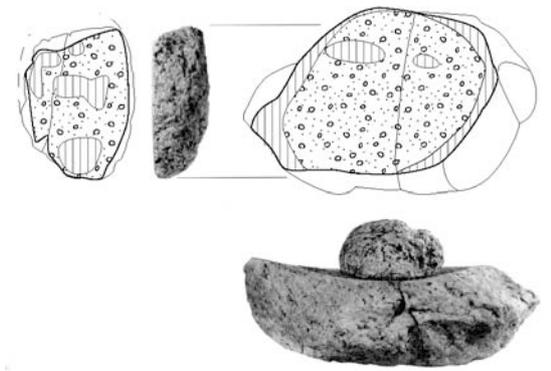


Figure 242 : analyse technique des outils composant le moulin à « va-et-vient » à molette courte

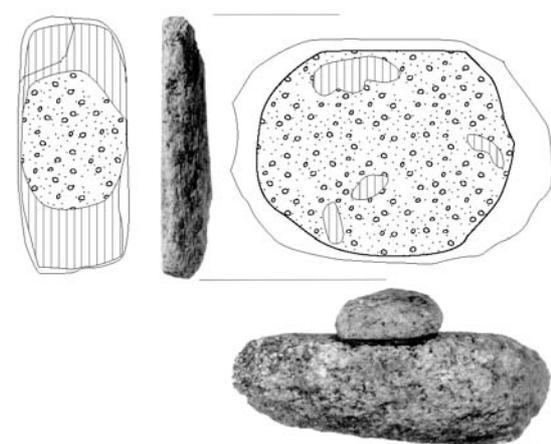


Figure 243 : analyse technique des outils composant le moulin à « va-et-vient » à molette débordante

Les symboles utilisés dans les figures 242 et 243 sont ceux de l'annexe 5, les petits cercles correspondent aux zones bouchardées, les rayures verticales aux zones polies. La limite de la surface active est indiquée par un trait plus épais.

Quant aux traces visibles sur les surfaces actives des moulins, le couple à molette courte (fig. 242) est composé d'une meule largement bouchardée au centre et polie sur le pourtour. Aucune zone n'est lustrée. La molette, pour sa part, est bouchardée sur toute sa surface mais des zones polies sont présentes tant au centre que sur quelques zones du pourtour.

La répartition des zones bouchardées et polies sur les deux outils coïncident à peu près, puisque la surface active de la molette est davantage polie du côté où la meule présente elle aussi des zones polies (vers le haut sur la figure 242).

Le moulin à molette débordante (fig. 243), par contre, présente une répartition des zones bouchardées et polies assez différentes. En effet, la surface active de la meule est totalement bouchardée ; les zones polies ne se situent pas à proprement parler sur le pourtour, mais à quelques centimètres du bord de la surface active. De plus, ces zones polies sont peu nombreuses et peu étendues. La molette présente, elle, un agencement des zones bouchardée et polie quasiment caricatural, puisque le centre est bouchardé, et les extrémités polies. L'utilisation de cet outil en molette débordante me paraît très vraisemblable. Par contre, son appariement avec la meule 25 243, déjà remis en question pas la mauvaise adéquation des surfaces actives, me semble très peu crédible. En effet, la meule devrait théoriquement présenter des zones polies largement prononcées sur les côtés de la surface active. Cette dernière devrait être légèrement bombée dans le sens de la largeur, ce qui n'est pas le cas. Enfin, la surface active de la molette est supérieure ($L = 36,5$) à la largeur de celle de la meule ($l = 35$) donc la molette à une surface active, polie aux extrémités, plus grande que la meule du dessous ! Cela peut bien sûr s'expliquer par l'utilisation de cette molette, en biais par exemple, les mouvements n'étant pas forcément symétriques. Néanmoins, à mon sens, tous ces arguments plaident en faveur d'un non-appariement de ces deux outils.

Concernant les autres outils, l'étude des surfaces actives indique qu'aucune zone lustrée n'est présente, que le bouchardage est souvent très profond, réalisé avec des percuteurs certainement imposants qui laissent des cupules pouvant atteindre jusqu'à un demi centimètre de profondeur.

La répartition des zones polies est on ne peut plus habituelle, sur le pourtour des meules et fréquemment au centre des molettes. Pour les molettes, un côté de la surface active semble toujours plus poli, généralement celui éloigné de l'utilisateur. Contrairement à ce que je pensais au vu des collections de la Combe d'Ain, l'appui serait -à Riedstation- plus fort lors du retour vers soi de la molette.

Je pense donc que l'utilisation des outils à Riedstation est très différente de ce que nous avons pu voir jusqu'à présent. Les meules sont peu façonnées, les outils fréquemment ravivés, puisque aucune zone lustrée n'a le temps de se créer. Le ravivage se fait sans ménagement, enlevant à la meule de grandes quantités de matière. Or le bouchardage d'entretien de la surface active est souvent réduit, en partie pour des questions de temps, et souvent aussi pour limiter l'usure de la meule. Il semble bien qu'à Riedstation, l'économie de matière première ne soit pas du tout de mise.

A propos de matière première, voyons à présent sur quelles roches le choix des villageois s'est porté.

Tous les outils de mouture sont en roche cristalline, gneiss ou granitoïde, c'est-à-dire des roches à gros grain, plus ou moins orientées. La seule exception est la molette débordante, qui est en gneiss très lité et à grain très fin ; il y a d'ailleurs très probablement un lien entre la nature de la roche et la forme de l'outil. De façon plus générale, le grain des molettes est souvent plus petit que celui des meules. La matière première des meules, toujours grenue, est parfois légèrement orientée, mais la présence de litages sur la surface active ne semble pas recherchée. Enfin, la variabilité des roches est telle que je n'ai pas pu à l'œil nu distinguer deux matières premières identiques.

L'origine des matières premières, étant donné la forme des outils ovalaires et la diversité des matériaux rencontrés, est à rechercher dans les moraines locales, dont nous avons vu qu'elles peuvent contenir des blocs de roches cristallines. Mais, comme pour toute étude de provenance, qui plus est sans lame mince, je ne peux que donner les moraines comme gîtes potentiels les plus proches, les granitoïdes pouvant avoir été importés depuis l'affleurement de roche en place, même si cette hypothèse est peu probable. De plus, Albert Hafner indique qu'une ancienne carrière de graviers morainiques existait encore récemment à quelques distances du site de Riedstation, sur la commune de Sutz-Lattrigen, et que des blocs similaires à ceux ayant servi de support aux meules et aux molettes étaient disponibles.

Terminons ce tour d'horizon du matériel de mouture et de broyage en comparant le module des outils à ceux des outils de la Combe d'Ain.

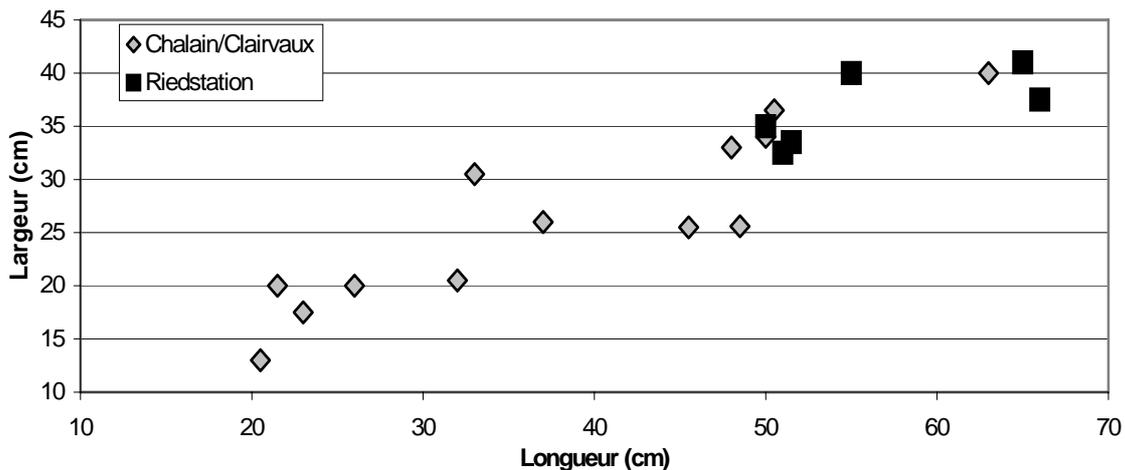


Figure 244 : comparaison des dimensions des meules complètes de Riedstation et de Chalain/Clairvaux.

La comparaison de la dimension des meules complètes entre les sites de Chalain/Clairvaux et celui de Riedstation (fig. 244) indique que le gabarit des meules de Riedstation, toutes très grandes, n'est pas inconnu dans la Combe d'Ain. Mais nous nous souviendrons que la plus grande des meules de Chalain/Clairvaux est une ébauche en calcaire. Les trois outils suivant (dans l'ordre décroissant de dimension) sont en calcaire ou en grès triasique, ces derniers étant éclatés par le feu. Par contre, il n'y a pas à Riedstation de meule de petit module, à l'exception de la molette réutilisée en enclume que j'ai choisi de représenter parmi les molettes. Ses dimensions, pour information, sont de 30/16 cm, elle trouverait donc sa place parmi les petits modules en calcaire de Chalain/Clairvaux.

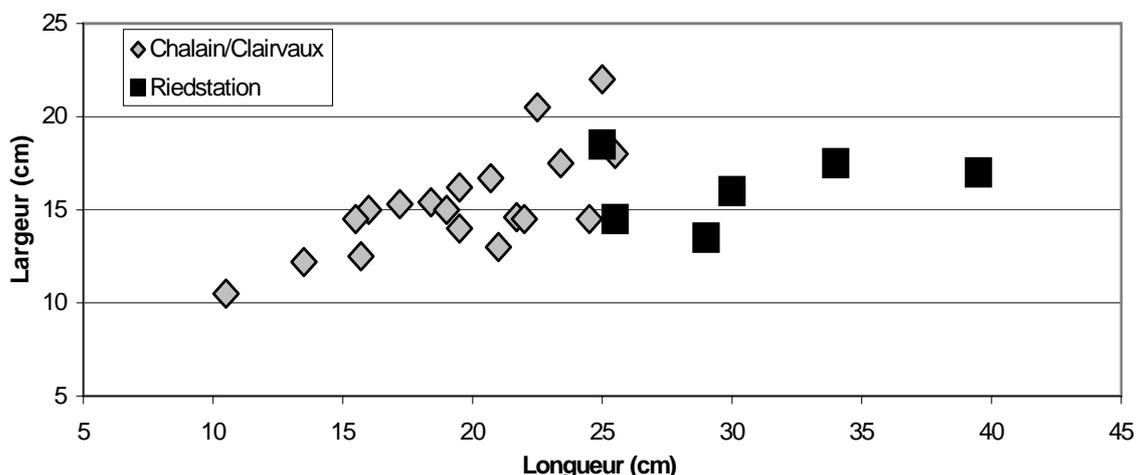


Figure 245 : comparaison des dimensions des molettes complètes de Riedstation et de Chalain/Clairvaux.

Pour les molettes, la comparaison entre le village suisse et des sites du Jura est éloquente (fig. 245). Il n'y a quasiment pas de recouvrement des deux corpus. Les outils les plus grands de Chalain/Clairvaux mesurent 25 cm de long, ce qui correspond aux plus petites dimensions des outils suisses. Il est intéressant de remarquer que, contrairement aux meules, les molettes de Riedstation ne se trouvent pas graphiquement dans le prolongement des outils de la Combe d'Ain, autrement dit, les molettes sont plus grandes, mais dans des proportions différentes entre la longueur et la largeur. Les molettes de Riedstation ont toutes une largeur comprise entre 13,5 et 18,5 cm, les plus larges n'étant pas les plus longues.

Le module des outils de Riedstation est donc bien différent de celui des outils de la Combe d'Ain. Il faut aussi rappeler que la comparaison se fait entre un village d'une part et 17 occupations d'autre part, la quantité d'outils est donc elle aussi totalement différente.

VI 2 2 b : Les autres artefacts

Quant aux autres artefacts du matériel lithique pondéreux, il s'agit d'une part de six polissoirs et d'autre part de deux percuteurs. Ces effectifs sont très faibles, et les explications ne sont pas, semble-t-il, à rechercher du côté de la fouille, où tous les artefacts ont été récoltés. Il faudra donc se poser la question des conditions d'abandon du village.

En tout état de cause, les polissoirs sont en molasse locale, tout à fait comparable à l'œil nu aux affleurements de grès micacé relativement friable de la région, et notamment au prélèvement effectué vers Estavayer. Ces grès, de granulométrie souvent moyenne, sont assez friables et n'ont pas bien résisté à l'usure du temps. Souvent érodés, ils pèsent en moyenne trois kilogrammes pour 13 cm à 23 cm de longueur. Parmi eux, trois sont entiers, dont un petit outil de 317 grammes qui peut avoir servi non pas au polissage de la pierre, mais au traitement d'autres matières premières (peau, bois...).

Enfin, les percuteurs sont des blocs de granitoïde alpin d'un type très particulier que nous avons, avec Luc Jaccottey et dans le cadre de notre programme de recherche, nommé « fromage », puisque -totalement bouchardé-, ils présentent le plus souvent une forme sphérique écrasée aux pôles, et une texture très granuleuse sur tout le pourtour en raison des multiples impacts de percussion (fig. 246). De tels outils sont connus en Franche-Comté, bien que plutôt rares. Ils sont totalement absents de la Combe d'Ain. De plus, leur forme sphérique, conséquence de l'utilisation, n'est -à mon sens- pas idéale pour raviver une surface active de meule, d'autant que les impacts semblent réalisés avec des outils contondants créant de petites cupules de plusieurs millimètres de profondeur. Selon cette hypothèse, il n'y aurait pas à Riedstation les outils ayant servi au ravivage du matériel de mouture et de broyage.

Outre ces percuteurs, d'autres artefacts assimilables au matériel lithique pondéreux sont présents à Riedstation mais ne sont pas intégrés à l'étude, tels que les galets à encoche ou d'autres galets oblongs en molasse grossière et érodée, mesurant jusqu'à 16 cm et lisses, sans traces de percussion, et dont la fonction reste problématique. Ainsi, vu la faible quantité de matériel, dire que mon étude porte sur tout le matériel lithique pondéreux serait exagéré, puisque les principaux résultats portent sur l'outillage de mouture et de broyage, dont nous allons maintenant étudier la répartition au sein du village si particulier de Riedstation.



Figure 246 : percuteurs de type « fromage », d'après Hafner et Suter (2000). Le plus gros des deux percuteurs mesure 9 cm de diamètre, le plus petit 4 cm

VII 2 3 : Répartition des artefacts

Avant de tenter de comprendre la signification de la répartition des artefacts, nous allons faire le point sur les conditions d'abandon du site de Sutz Lattrigen Riedstation :

D'après Albert Hafner, l'abandon du village est dû à une remontée du niveau du lac. Un tel phénomène est possible, lors d'une crue de fonte des neiges par exemple. Mais une montée rapide des eaux implique un abandon précipité, du même type qu'un incendie accidentel. Cet abandon entraîne la présence, dans la couche archéologique, d'outils exceptionnels, outils absents lors d'un abandon volontaire. Or de tels outils n'existent pas dans les collections de Riedstation. Pour Albert Hafner, les habitants auraient vécu un certain temps les pieds dans l'eau avant de se décider à quitter le village. Les meules au sol n'auraient plus été accessibles et donc délaissées lors du départ du village. Mais si les meules restent inaccessibles durant plusieurs jours, on ne produit plus de farine ! De plus, si les meules sont effectivement sur une plateforme ou un plancher à même le sol, comme indiqué sur les restitutions, alors cette plateforme est elle-même noyée, donc l'ensemble des maisons... L'abandon forcé de l'outillage de mouture ne me paraît donc pas évident.

Les meules et les molettes ont presque toutes des traces de chauffe. Les meules sont brûlées, et parfois réutilisées après chauffe. Tel est le cas de la meule n° 25 239, dont la surface active n'est pas dans l'axe de la pièce et dont la forme est anguleuse et grossière. Ces indices en faveur d'un

incendie ne sont pas corroborés par les pilotis par exemple, qui ne portaient aucune trace de feu, étant entendu que ces derniers sont très érodés.

Donc selon moi et au vu du matériel de mouture et de broyage, on est face à un abandon volontaire du village et face à des meules délaissées volontairement. Je pense aussi que, bien que les outils soient nombreux, ils ne correspondent pas à la totalité des outils du village. En effet, il n'y a pas autant de molettes que de meules, et un seul appariement est attesté. Si l'intégralité des outils était présente, il n'y aurait que des couples, comme c'est le cas à Gonvillars par exemple (Pétrequin, 1974) ! Il manque donc bien quelques outils, probablement des molettes, qui auraient été, elles, emportées lors du départ des villageois. De plus il ne faut pas perdre de vue que certains phénomènes post-dépositionnels peuvent être à l'origine de l'absence d'un certain nombre d'outils (déplacés par des pêcheurs...).

Dans le village, les outils de mouture se répartissent préférentiellement dans et autour des maisons alignées côté terre (fig. 247 et 248), étant entendu qu'on considère que le déplacement des outils de mouture est négligeable après enfouissement. Aucun outil n'est présent dans, ou autour, des bâtiments situés côté lac.

Sur la figure 247, l'ensemble de l'outillage n'est pas visible, mais cette illustration donne du relief à la répartition des outils dans le village.



Figure 247 : répartition du matériel de mouture et de broyage de Riedstation : vue en trois dimensions, d'après Hafner et Suter (2000)

La figure 248, plus conventionnelle, indique la localisation des 15 artefacts de l'outillage de mouture.

Il apparaît clairement que les outils complets (cercles blancs) sont tous autour des bâtiments d'habitation, à l'exception de la molette réutilisée en enclume, qui se situe à une vingtaine de mètres du village côté terre, associée à un fragment de meule.

L'autre outil éloigné de la zone habitée est un fragment de meule, situé à mi-chemin entre les maisons et les probables greniers.

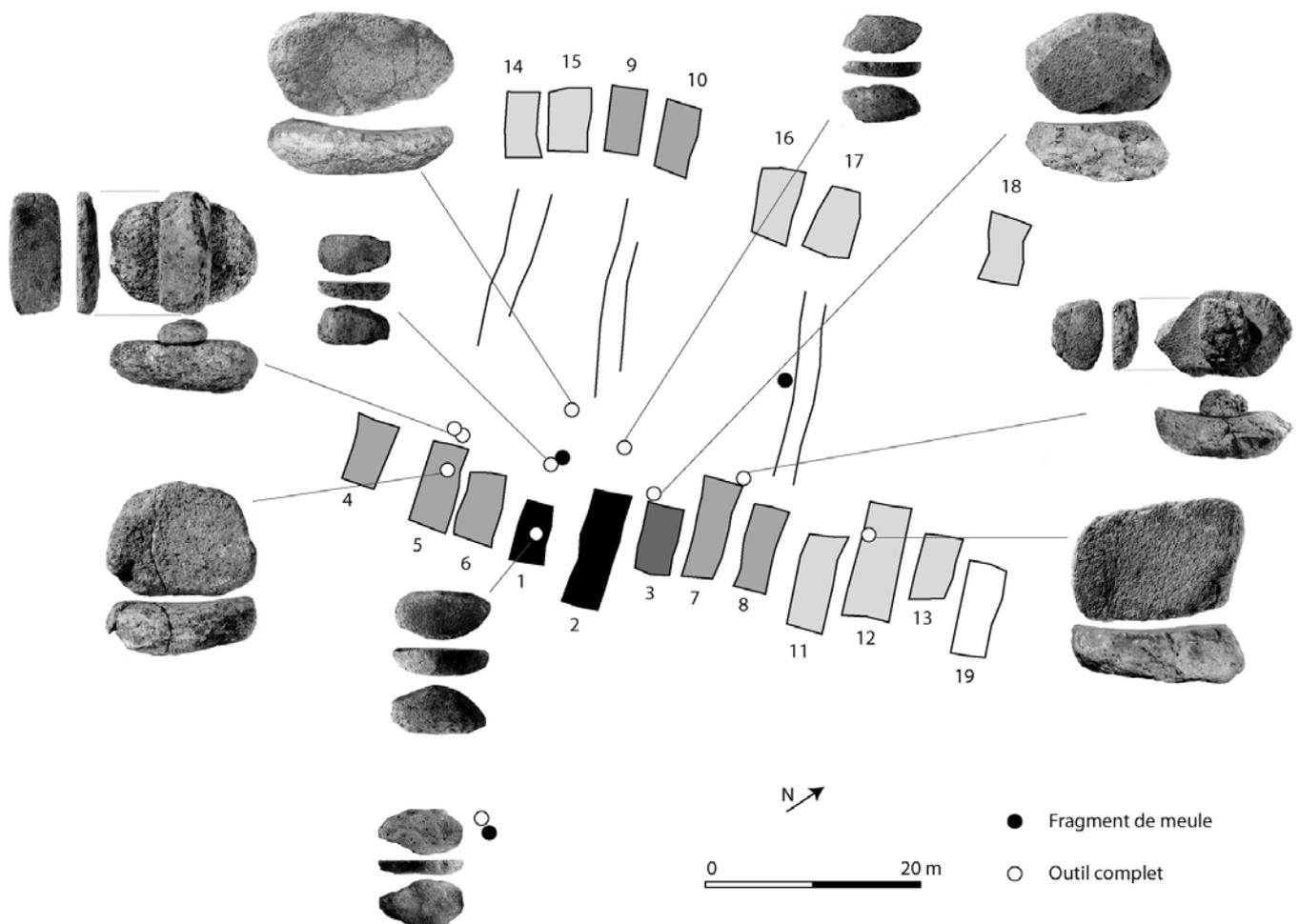


Figure 248 : répartition du matériel de mouture et de broyage de Riedstation :
localisation des outils complets

Le reste des outils est soit dans, soit autour des maisons. Trois outils sont à l'intérieur des habitats : l'épaisse molette dans la maison 1, une meule entière dans la maison 5, et la meule trapézoïdale dans la maison 12.

Les deux moulins, bien que l'un d'entre eux soit peu crédible, sont situés juste devant les maisons 5 et 7. De même, la meule anguleuse grossièrement mise en forme est devant la maison 3. Enfin, plusieurs outils semblent, selon l'interprétation de Hafner et Suter (2000), en retrait par rapport aux pignons des maisons mais restent posés sur la plateforme. Il s'agit de deux molettes complètes et de la meule ovale à section en haricot, trois outils situés devant les maisons 1 et 2. Sur cette plateforme se trouve aussi un fragment de meule.

Du point de vue de la répartition typologique des outils (fig. 249), les associations meules/molettes existent. Sans parler des deux moulins précédemment étudiés, deux des trois fragments de meules sont associés à des molettes. La première association est loin des maisons en direction de la terre ferme, la molette est celle réutilisée en enclume. La seconde association est elle aussi formée d'une molette complète et d'un fragment de meule, et se trouve face aux maisons 1 et 2. Ainsi, les deux couples proposés pour Riedstation ont été repérés à la fouille par association spatiale des artefacts. L'un des couples n'étant à mon sens pas crédible, nous voyons ici que les associations spatiales des outils ne sont pas forcément des démonstrations quant à l'appariement réel des meules et des molettes.

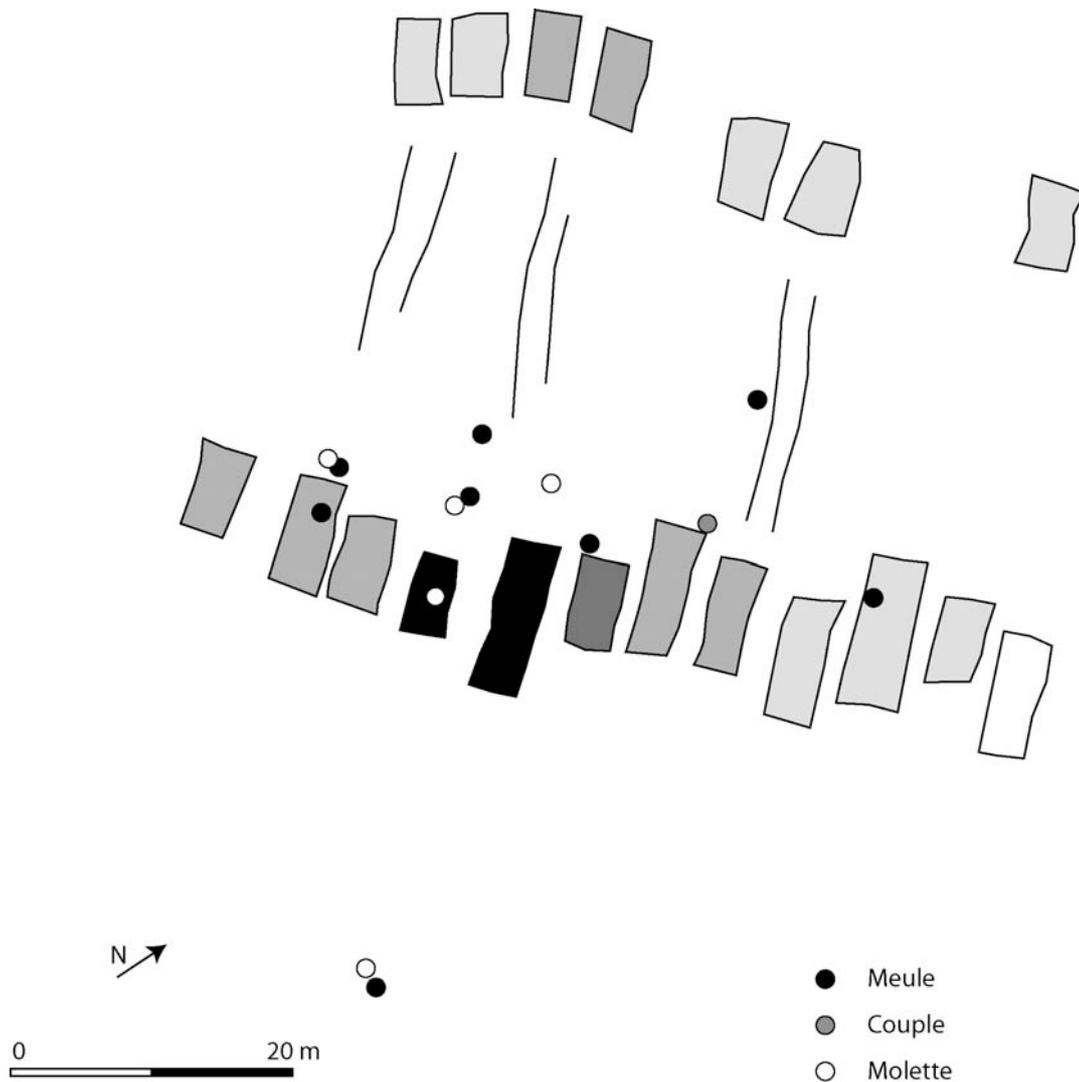
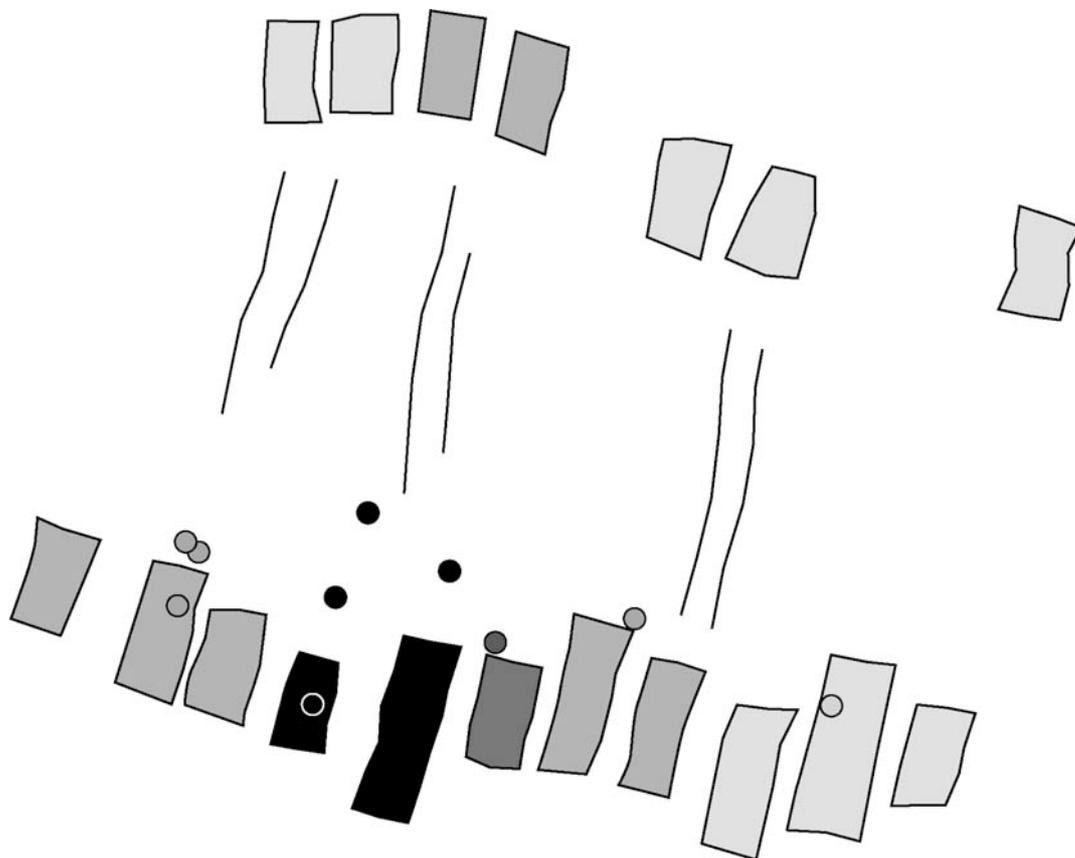


Figure 249 : répartition du matériel de mouture et de broyage de Riedstation : distinction entre les meules et les molettes

Pour avancer dans les interprétations de la répartition des meules et des molettes dans le village de Riedstation, il faut s'interroger sur la définition des zones de rejet dans ce village. Les autres catégories d'artefacts, type céramique ou ossements, se concentrent sur la rangée de maisons et indiquent la localisation des aires de rejet : devant, dans et derrière les habitations. L'hypothèse de planchers rehaussés permettrait d'expliquer la présence de détritits alors en dessous les maisons. Cependant, une forte concentration d'artefacts se trouve derrière les maisons, côté terre, en particulier les ossements d'animaux (Hafner et Suter, 2000, p. 52) ; leur concentration est maximale dans la maison 3, et entre la maison 3 et la terre ferme. Or pour les outils de mouture, seuls deux objets sont entre la terre ferme et le village, ils sont donc en position de rejet, et cela coïncide avec la morphologie des pièces : une molette réutilisée en enclume, puis rejetée, et un fragment de meule.

Par contre, pour le reste des outils, leur emplacement face aux maisons ne permet pas de juger de leur position de rejet dans d'éventuels dépotoirs, en raison de la présence de plateforme. Par contre, je pense qu'une position de rejet peut être définie, en tout cas pour les meules, en fonction de la distance à l'habitation. Le fragment de meule situé entre les deux rangées de bâtiments semble clairement en position de rejet. Pour les autres outils, situés dans un rayon de 5 à 10 mètres autour des maisons côté terre, ils sont théoriquement sur la plateforme (ou le

plancher) et, à mon sens, en position d'utilisation ou de stockage en vue de leur utilisation. Ainsi, un seul fragment de meule ne serait pas en position de rejet. Il s'agit de l'artefact n° 25 238, fragment de meule en gneiss de 23 cm de côté et de 8 cm d'épaisseur ; la surface active est encore bien visible, et aucune autre trace d'utilisation n'est présente (stries, traces de découpe, de percussion...). Sa localisation à proximité des maisons pourrait alors signifier son utilisation opportuniste comme siège par exemple.



*Figure 250 : localisation des outils complets en position d'utilisation.
Les niveaux de gris des cercles correspondants aux outils sont
les mêmes que ceux des maisons dont ils semblent dépendre*

Si l'on tente maintenant d'interpréter la localisation des outils complets en position probable d'utilisation (fig. 250), autrement dit les 11 meules et molettes situées dans ou devant les maisons, il est intéressant de voir que chacune des phases de construction du village possède des outils de mouture.

En 3393, les deux premières maisons possèdent quatre outils, dont trois entre 4 et 10 mètres des pignons.

En 3392, la maison supplémentaire possède une meule.

En 3391, 5 maisons complètent la rangée, de part et d'autre du groupe existant. Les trois maisons de l'ouest possèdent deux meules et la molette débordante, les deux de l'est le couple authentique.

En 3390, un dernier groupe de 3 maisons s'installe à l'est du village. Ce groupe possède une meule trapézoïdale de 100 kg, la plus lourde de toutes.

Dans les années qui suivent, une seule maison est construite et ne possède pas d'outil de mouture.

Ainsi, je pense que le village de Riedstation, malgré l'absence probable de certains outils, nous montre qu'il n'y a pas nécessairement un couple de type « va-et-vient » dans chaque habitation, mais dans chaque groupe d'habitations. Si ces groupes rassemblent des villageois venus s'installer en même temps (année par année) et construisant collectivement leurs maisons, comme semble l'indiquer la construction de la plateforme, alors le fonctionnement domestique ne se fait pas à l'échelle de la maisonnée mais à l'échelle du groupe. C'est du moins ce que pourrait laisser supposer la présence des outils de mouture dans une maison en particulier à chaque phase de construction à Riedstation. Cette idée a d'ailleurs été proposée par Albert Hafner (1992b) qui émet l'hypothèse d'une structure sociale égalitaire à l'intérieur du village « basée sur l'existence de quatre ensemble architecturaux distincts composés de quatre à cinq bâtiments. [...] La structure sociale de la Riedstation correspond à celle de la famille étendue » (Hafner, 1992b, p. 75).



Figure 251 : répartition des polissoirs et des percuteurs

Pour finir, la figure 251 présente la répartition des polissoirs et des percuteurs. Le plan apporte peu d'information, puisqu'il ne localise que sept artefacts, dont au moins trois polissoirs en position de rejet, à l'avant ou à l'arrière des maisons. Les quatre outils restant sont regroupés devant les maisons 1 et 6.

Quant à la répartition des meules, molettes, polissoirs et percuteurs, il est possible de proposer une aire d'activité collective en face du premier groupe de maisons. En effet, qu'il y ait une

plateforme ou pas, le rejet des artefacts se fait à proximité des habitations, apparemment moins à l'avant qu'à l'arrière des maisons. L'espace devant la maison 1, bâtiment de faible longueur, est vaste et pourrait faire office de place du village. Sur cette place se trouvent plusieurs outils complets, dont la grande meule ovale et deux molettes. Il n'est donc pas impossible qu'une partie du traitement des récoltes se fasse sur la place. De plus, la localisation du moulin devant la maison 7 confirme l'idée de la mouture des céréales à l'extérieur des maisons, dans un espace collectif et ouvert. Dans le même ordre d'idée, la localisation des éventuels greniers en face des maisons implique un regard de l'ensemble de la communauté sur les stocks de chacun. Cela dit, il ne faut pas oublier les conditions climatiques régnant à l'époque, qui limitent peut être les activités de mouture en extérieur.

L'activité de mouture pourrait donc être collective, les grains moulus le serait pour plusieurs personnes, devant les maisons ou même sur la place centrale du village. L'absence de moulin dans les maisons, reconnus à Tichitt en Mauritanie par exemple (Roux, 1985), s'explique de plusieurs manières (personnes faibles physiquement, seules, en attente d'un moulin, de statut social particulier...), et dans ces situations, une autre personne moud pour la maisonnée dépourvue de moulin, où les habitants vont eux-mêmes moudre dans une autre maison, chez des parents ou des voisins.

A Riedstation, les meules, au nombre de six, seraient donc utilisées pour nourrir 150 à 200 personnes au plus fort de l'occupation, autrement dit une meule servirait à moudre une quantité de céréales suffisante pour nourrir 25 personnes. J'ai tenté un calcul théorique du poids de céréales moulues quotidiennement sur chaque meule. Les données pour les populations rurales du Niger au début des années 1990 (données de la FAO, Food and Agriculture Organization of the United Nations) sont une consommation moyenne annuelle de 289 kg de céréales par personne (mil et sorgho essentiellement), et les céréales participent à hauteur de 70 % aux besoins énergétiques quotidiens, tout comme au Néolithique (Jacomet, 2004). La capacité calorique des différentes céréales étant estimée identique, je propose de prendre cette base pour l'alimentation en céréales au Néolithique à Riedstation. Chaque villageois aurait donc consommé environ 800 g de céréales par jour. Pour 25 personnes, il aurait fallu moudre une vingtaine de kilos de céréales quotidiennement. Selon les estimations, pour moudre un kilo de blé, il faut 45 minutes (Roux, 1985). Donc pour en moudre 20 kg, il faudrait une quinzaine d'heures. Selon ce calcul théorique, bien sûr, les moulins de type « va-et-vient » devaient être utilisés en permanence. Il est donc probable que le nombre de moulins présent était plus important, ou que la quantité de céréales consommée était moindre que celle prise en compte, ou que toutes les céréales consommées ne l'étaient pas sous forme de farine mais de semoule par exemple, obtenue en un temps plus court. En tout état de cause, les moulins devaient être largement sollicités dans la communauté villageoise de Riedstation.

Pour Valentine Roux (1985) : « lorsque le contexte d'utilisation des meules est semblable à celui de Tichitt, il doit être possible d'approcher les problèmes d'organisation sociale par l'étude de leur distribution. [...] Dans une société dont l'économie est fondée sur la pratique domestique de l'agriculture et de l'élevage et où toute la population est présente, lorsque celle-ci se compose d'unités économiques distinctes détenant leurs outils propres pour la préparation de la nourriture, alors on devrait observer ces divers outils dans toutes les habitations [...]. Si la distribution des meules est conforme à cette proposition, on induit la présence d'une société où la réalisation des tâches domestiques est l'affaire de tous les groupes familiaux. Dans le cas contraire, on infère la présence d'une société composite ».

Au vu de la répartition des artefacts, et selon les propositions de Valentine Roux (1985), le village de Riedstation aurait été habité par une société composite, où la réalisation des tâches domestiques n'était pas forcément l'affaire de tous les groupes familiaux.

Il est bien évident que je ne présente ici que des hypothèses de travail qui ne sont fondées que sur la répartition du matériel lithique pondéreux, et que ces propositions seraient à confronter avec la réalité de l'ensemble des autres artefacts.

VII 2 4 : Bilan sur le matériel de mouture et de broyage de Riedstation

La gestion du matériel de mouture et de broyage est donc très particulière à Riedstation, les outils sont rapidement façonnés, peu investis, fréquemment et fortement ravivés, et probablement délaissés en position d'utilisation lors de l'abandon du village. Le terme de gestion expédiente (utilisation opportuniste d'un support, façonnage limité voire inexistant, utilisation et rejet rapide) n'est bien sûr pas approprié pour du matériel de mouture et de broyage, outil de longue durée par définition, mais il faut bien avouer que dans le cas présent, aucun autre concept ne retranscrit mieux le phénomène observé à Riedstation ! De plus, chaque maison ne posséderait pas son propre moulin. A ce titre, le fonctionnement de la communauté semble être particulier : soit certaines familles (ou individus) ont en charge la mouture des céréales pour plusieurs maisonnées (probablement les maisons contemporaines), soit les moulins sont collectifs, et chacun peut à son tour venir moudre ses céréales.

Enfin, concernant la gestion particulière des outils et le peu d'économie des supports (confirmé par le bouchardage profond et fréquent des surfaces actives par exemple), je pense que les villageois devaient être assurés de la disponibilité de la matière première et de sa proximité. Ces observations plaident en faveur d'un approvisionnement local dans les moraines alentours. Enfin, lors de leur départ, les villageois ont délaissé leur meule et leur molette en position probable d'utilisation, attestée par le cas d'un couple en place. Il est donc évident, à mon sens, qu'ils connaissaient sinon leur destination, au moins la présence de gîtes dans la zone d'arrivée. Or le déplacement de population au Port-Conty (ou « Lattrigen », vers 3400 av. J.-C.), comme durant tous les périodes de faible pression démographique, est attesté. On déplace le village très régulièrement pour changer de terres cultivées, et dans ce cas les abandons volontaires sont programmés et indépendants des fluctuations des niveaux des plans d'eau. Dans ce cas de figure, le déplacement du village se fait dans un rayon assez restreint, négligeable à l'échelle du Plateau suisse. Donc l'approvisionnement en blocs morainiques ne pose pas de problème particulier, ce qui expliquerait le désintérêt pour l'outillage de mouture lors d'un abandon de village.

Je ne tenterai pas ici une synthèse partielle regroupant les données de Charavines « Les Baigneurs » et Sutz-Lattrigen Riedstation, puisque les résultats les plus probants sont issus de la confrontation de toutes les données acquises, tant pour la Combe d'Ain que pour les villages lacustres de Charavines et Riedstation. Cette synthèse générale fait l'objet de la conclusion de cette thèse.

Synthèse

Au terme de ce travail, les données accumulées sur le matériel lithique pondéreux et en particulier sur le matériel de mouture et de broyage, permettent de tenter des comparaisons à l'échelle du nord-ouest des Alpes.

Mais avant de proposer cette synthèse, et au risque de me répéter, il me semble intéressant de faire le point sur les acquis des différents sites étudiés, en les reprenant cette fois dans l'ordre chronologique des occupations.

Résumons-nous

* Sutz-Lattrigen Riedstation

Le village de Sutz-Lattrigen Riedstation, sur la rive orientale du lac de Biemme, est construit sur une plateforme de craie lacustre entre 3393 et 3388 av. J.-C. ; sa durée de vie est donc assez courte. La fouille subaquatique a concerné quelques 6 000 m². L'organisation spatiale du village se fait selon un plan à deux rangées de bâtiments parallèles à la rive, reliées entre elles par des chemins de planches. Les conditions d'abandon du site restent floues, mais l'étude des meules tend à montrer que ces dernières ont été abandonnées volontairement. Les 15 outils de mouture sont en matière première locale, probablement morainique. Les meules sont sommairement aménagées, probablement intensément utilisées et fréquemment ravivées comme l'indique l'absence de zone lustrée. Les moulins sont absents de la rangée de constructions côté lac, interprétées comme des greniers. Les moulins ne sont pas présents dans toutes les maisons mais dans chacun des groupes de bâtiments construits la même année. Les polissoirs et les percuteurs sont peu nombreux et en matière première locale.

* La Combe d'Ain

L'occupation des rives des lacs de Chalain et de Clairvaux est attestée au Néolithique moyen et au Néolithique final. Dans ce travail, le matériel de mouture et de broyage du Néolithique moyen a été étudié pour comprendre l'évolution de la gestion des matières premières dans la Combe d'Ain. Pour le Néolithique final, 17 occupations ont été retenues dans cette étude, obtenues par regroupement de séries chronologiquement et géographiquement cohérentes, autrement dit 17 villages. Les successions culturelles dans la Combe d'Ain peuvent se résumer ainsi : influences orientales Horgen à partir de 3200 av. J.-C., arrivée de populations Ferrières vers 3040 av. J.-C. puis régionalisation de ces influx culturels donnant naissance au groupe de Clairvaux, enfin influences orientales Cordée sensibles à partir de 2700 av. J.-C. L'organisation des villages suit un plan qui s'impose avec le Horgen (Pétrequin, Viellet *et al.*, 1999). Dans ce modèle, deux rangées de bâtiments s'organisent perpendiculairement à la rive du lac et sont séparées par une rue centrale.

Les conditions d'abandon diffèrent selon les villages, depuis l'abandon volontaire, où les habitants emportent avec eux la totalité des outils de mouture, jusqu'à l'incendie accidentel, où la majeure partie des artefacts est abandonnée sur place. Les 109 individus, meules ou molettes, reconnus pour les 17 occupations sont à 20 % d'origine locale (calcaire), le reste des outils étant en roche siliceuse de nature variée (grès, roches cristallines) dont les provenances s'échelonnent entre 20 et 60 km à vol d'oiseau des sites. L'origine des matières premières exogènes varie dans le temps, chaque population ayant ses préférences : grès triasique pendant le Horgen, leucogranite pendant le Ferrières, roches cristallines alpines pendant le groupe de Clairvaux.

La gestion des matières premières est liée à leur origine : les calcaires locaux apparaissent comme une matière première d'appoint, d'autant plus utilisée que le nombre d'habitants augmente, et fréquemment abandonnée sous forme de gros fragments ou d'outils complets ; au contraire les matières premières siliceuses importées sont recyclées, employées à d'autres fins que la mouture ; ce recyclage se traduit par un déficit en matière première estimé selon moi à -grosso modo- une tonne. Les moulins en roches exogènes sont partiellement ravivés durant leur utilisation, comme le montre la présence de zones lustrées sur les surfaces actives, et ils sont rarement délaissés lors de l'abandon du village, contrairement aux outils en calcaire.

Enfin, concernant la répartition spatiale des outils, les interprétations à l'échelle d'un village sont difficiles puisque aucun d'entre eux n'a été fouillé intégralement. L'étude spatiale réalisée sur les villages qui s'y prêtent semble montrer des différences de répartition du matériel de mouture et de broyage d'une maison à l'autre ou d'une zone à l'autre ; la présence d'outils dans les dépotoirs atteste de leur position de rejet, mais ne permet pas d'affirmer leur absence de certaines maisons.

Les polissoirs sont nombreux, le plus souvent en grès fin, matière première exogène. Un tiers du corpus des polissoirs provient d'affleurements de grès rhétiens locaux, situés à 20 km à vol d'oiseau des sites. Les matières premières des polissoirs ne montrent pas de variations dans le temps, et certaines d'entre elles étaient d'ailleurs déjà connues au Néolithique moyen II. Les polissoirs sont de dimensions réduites, en lien avec les dimensions des dalles ou des blocs importés ; il n'y a donc pas de polissoirs fixes. L'utilisation des supports est menée jusqu'à usure quasiment totale, et des polissoirs de très petites dimensions, conséquence d'une intense utilisation, sont reconnus comme entiers.

Enfin, les percuteurs proviennent en partie de calcaires locaux et en partie de quartz cariés nommés quartzites laiteux, dont la provenance incertaine pourrait être à rechercher dans un rayon de 50 km autour des sites. La part respective de chacune des deux matières premières évolue dans le temps, les quartzites laiteux devenant plus nombreux lors de l'arrivée de matières premières exogènes cristallines pour le matériel de mouture et de broyage. Enfin, une cinquantaine de blocs-enclumes en calcaire sont contemporains de l'arrivée des populations Ferrières et de l'augmentation de la part de l'alimentation carnée, ce qui pourrait confirmer l'hypothèse de leur utilisation pour fracturer les os longs et en retirer la moelle.

Deux occupations retiendront notre attention.

La première est celle de CL II/Ibis, datée de 3450 av. J.-C. Les comparaisons entre CL II/Ibis et Riedstation sont possibles, les deux villages présentant le même plan et les mêmes traditions culturelles Port-Conty. Leur contemporanéité est attestée par les dates dendrochronologiques et les conditions de conservation des sites sont similaires, à savoir une érosion importante, bien que plus sensible à CL II/Ibis puisque la couche archéologique, démantelée, n'est conservée que sur quelques mètres carrés. A CL II/Ibis, aucun outil de mouture n'est présent, en raison de cette forte érosion. L'un des deux fragments recueillis et attribuable au matériel de mouture et de broyage est en calcaire local, le second est en roche sédimentaire indéterminée.

La seconde occupation est celle de CL III ensemble supérieur, non datée en dendrochronologie mais attribuable à 2600 av. J.-C. environ. Le village présente de fortes similitudes avec les occupations de Charavines « Les Baigneurs ». Cette occupation compte cinq meules ou molettes, toutes en calcaire d'origine locale, pour une surface fouillée de 48 m².

* Charavines « Les Baigneurs »

Les deux villages de Charavines « Les Baigneurs », sur le lac de Paladru, sont des villages de bord de lac, construits entre 2669 et 2592 av. J.-C. et fouillés sur 450 m². L'organisation spatiale des villages est difficile à mettre en évidence, la localisation et l'orientation des maisons, notamment pour la seconde occupation, n'étant pas clairement établies. Les conditions d'abandon du premier village correspondraient à un départ volontaire, et certains outils de mouture ont été laissés sur place. Le second village aurait été abandonné à la hâte en raison d'une brusque remontée du niveau du lac et les outils de mouture y sont nombreux. Les 24 meules et molettes provenant des deux occupations sont en matière première locale, probablement morainique. Les meules peuvent être de très grandes dimensions, jusqu'à 70 cm de long, et présentent des surfaces actives fortement concaves en leur centre. L'étude spatiale semble montrer des différences de répartition entre maisonnées, en particulier pour la couche inférieure B3 ; la présence d'outils dans les dépotoirs atteste de leur position de rejet, mais ne permet pas d'affirmer leur absence de l'une ou l'autre des maisons. Les polissoirs parfois fixes, de grandes dimensions et assez lourds, sont en matière première locale : la molasse tertiaire du substrat. Les percuteurs sont en matière première locale et de module moyen (5 à 15 cm de diamètre).

La figure 252 résume les données acquises sur chacun des sites.

	Nombre de village	Datation moyenne av. J.-C.	Contexte géologique	Type de bâtiment	Organisation architecturale du village	Nombre d'outils de mouture (individus)	Provenance des matières premières	Recyclage des matières premières
Riedstation	1	3390	molasse tertiaire et moraines alpines	plancher au sol	rangées parallèles à la rive	15	locale	non
CL II/Iibis	1	3450	calcaire jurassique	plancher rehaussé		rangées perpendiculaires à la rive	0	/
Chalain / Clairvaux	17	3200-2600			23		locale	non
CL III sup.	1	env. 2600			86		exogène	oui
Charavines	2	2630	molasse tertiaire et moraines alpines	plancher au sol	pas d'organisation démontrée	5	locale	non
						24		

Figure 252 : synthèse des données sur le matériel de mouture et de broyage des sites lacustres étudiés.

A la lecture de ces brefs résumés, des similitudes et des différences apparaissent entre les villages. Les convergences ou les particularités observées sur le matériel de mouture et de broyage portent d'une part sur les stratégies d'acquisition de la matière première et d'autre part sur leur gestion, les deux phénomènes étant manifestement liés, puisqu'il semble que ce soit la distance au gîte qui conditionne toute la séquence de traitement du matériau.

L'acquisition et la gestion de la matière première

Nous avons tenté de définir (Hamon et Milleville, 2006) le modèle schématique le plus simple d'acquisition de la matière première. Il se résumerait au « ramassage d'un bloc local naturellement préformé, à une distance aussi réduite que possible du village » (Hamon et Milleville, 2006, p. 175).

* La meule idéale

Au vu des collections étudiées dans cette thèse, ce modèle peut être repris pour servir de base à notre réflexion. En limitant la notion d'investissement à la quantité de travail nécessaire, les blocs que l'on choisirait pour une meule idéale (la plus efficace et du meilleur rapport qualité-temps investi) seraient :

- naturellement préformés et calibrés, du type galet morainique ;
- d'une matière première :
 - * grenue, permettant une mouture efficace ;
 - * siliceuse et résistante à l'usure, assurant une durabilité certaine à l'outil ;
- disponibles et abondants dans l'environnement proche, limitant le temps nécessaire à leur reconnaissance et à leur transport.

Etabli d'après les observations réalisées sur les différents corpus, ce modèle d'approvisionnement et de choix des matériaux est empreint d'un déterminisme fort de la matière première et de l'investissement en temps de travail.

* Premier cas de figure : ambiance géologique morainique, provenance locale

Si l'on considère les sites où les moraines glaciaires constituent les matières premières locales, comme à Charavines « Les Baigneurs » et à Riedstation, leur exploitation correspond à notre modèle. En effet, dans les moraines glaciaires alpines, des galets naturellement préformés sont disponibles en quantité importante et leurs dimensions variées permettent de trouver les gabarits nécessaires à la fabrication non seulement de molettes mais aussi de meules. Les matières premières alpines sont fréquemment à gros grain, siliceuses et résistantes puisque ayant survécues à un transport par le glacier. Enfin, elles présentent l'avantage d'être disponibles en abondance. Dans le cas des villages de Charavines « Les Baigneurs » et de Riedstation, les moraines constituent la seule matière première utilisée. Aucun déchet de façonnage n'est présent dans les villages, mais il n'est pas certain que les fragments aient été reconnus à la fouille. La mise en forme des outils, si tant est qu'elle existe, s'effectue donc probablement sur le lieu d'extraction. L'utilisation des meules et des molettes semble se faire sans le souci d'économiser la matière première, à en juger, par exemple, par la profondeur des impacts de ravivage sur les surfaces actives des meules de Riedstation. Dans les villages, le rejet ou l'abandon des outils complets est habituel.

Un approvisionnement en matière première locale se traduit ici donc par une gestion minimaliste des supports.

* Deuxième cas de figure : ambiance géologique calcaire, provenance locale

Dans le cas des sites de la Combe d'Ain, sur les plateaux du Jura, la matière première impliquant le plus faible transport est le calcaire. Ce dernier est abondant tant sous forme de blocs morainiques que de roche en place. Malgré la présence de certains faciès grenus, le principal défaut du calcaire est sa moindre résistance à l'usure, qui n'assure pas à l'outil la durabilité

théoriquement recherchée. Pourtant, le calcaire a été utilisé par les cultivateurs du Néolithique. L'absence de déchets de taille dans les villages est ici démontrée.

Cela signifie qu'une partie de la mise en forme des outils en calcaire a lieu à l'extérieur des villages ; nous avons vu par ailleurs que les blocs arrivent sous forme d'ébauche. Les surfaces actives des outils présentent des plages polies et lustrées, synonymes de ravivage partiel du centre de la surface active, avantageux en termes de temps de travail. Le rejet ou l'abandon des outils complets ou sous forme de gros fragments est habituel.

La gestion minimaliste des supports est donc évidente pour ces matières premières locales dans la Combe d'Ain.

* Troisième cas de figure : ambiance géologique calcaire, provenance exogène

Dernier cas de figure : sur les plateaux calcaires de la Combe d'Ain, la recherche de la meule idéale correspondant à notre modèle implique parfois l'importation de matières premières siliceuses (voir le premier cas de figure). En termes de coût, le temps de travail est ici accru, en raison de la distance importante aux gîtes. Cette distance peut être traitée en termes de kilométrage à vol d'oiseau -plus de 50 km pour les moraines alpines ou les grès triasiques- soulignant ainsi les plus ou moins grandes difficultés physiques de ce transport. Ou bien on peut aussi considérer qu'il s'agit d'une « distance sociale » (Pétrequin P. et Pétrequin A.-M., 1993) éminemment variable en fonction de l'évolution des rapports entre des sociétés et des communautés qui assurent le ramassage ou l'extraction, le transport et l'utilisation des outils. Cette distance sociale variable dans ses causes et son histoire pourrait alors rendre compte de l'émergence, de l'utilisation puis du déclin des matières premières importées qui, selon les périodes concernées, coexistent avec l'utilisation opportuniste de calcaires locaux de moindre qualité. Cette distance, qu'elle soit physique ou sociale, implique une certaine rareté -dans les villages- de ces outils en roches siliceuses, qui ne sont pas gérés de la même façon que les calcaires : les outils sont utilisés parfois jusqu'à usure totale de la surface active. Ils sont rarement rejetés entiers et on les retrouve fréquemment sous forme de petits fragments. Les outils entiers proviennent principalement de villages incendiés où l'abandon précipité a contraint les villageois à laisser sur place leurs meules détruites. Le départ des habitants avec leurs outils lors de l'abandon volontaire des villages est plus fréquent. De plus, ces matières premières exogènes ne proviennent pas d'un seul gîte mais de plusieurs, dont les exploitations se succèdent dans le temps.

Ainsi, le modèle proposé pour l'acquisition des matières premières se traduit, dans la suite de la chaîne opératoire, par une gestion minimaliste des supports. Ce modèle déterministe ne permet donc pas d'expliquer les différences observées dans la gestion des matières premières à Chalain/Clairvaux, où une double alimentation est mise en évidence. La matière première exogène participe de déterminismes techniques, dans la mesure où la roche siliceuse est recherchée, mais aussi de choix sociaux, puisque les roches importées varient au cours du temps, en lien avec la distance sociale entre les villageois et les matières premières.

* Un statut de la silice ?

La prédilection pour les roches siliceuses, mise en évidence dans ce travail, est reconnue dans d'autres contextes ; dans le Bassin parisien au Néolithique ancien, les grès, matière première locale, sont majoritaires dans les corpus, la présence de calcaire restant anecdotique ; de plus on observe « une adaptation de la confection des meules aux granites locaux dans les contextes qui y sont favorables » (Hamon, 2004a, p. 261). A Chalain/Clairvaux, les matières premières siliceuses sont, semble-t-il, recyclées. Cherche-t-on dans ce recyclage à rentabiliser un matériau

qui a demandé des efforts de transport jusqu'au village, ou à profiter de la qualité de la roche ? Autrement dit, est-ce un choix économique ou un choix technique ?

Il est certain que les deux éléments sont liés, et que face à une meule riche en quartz arrivée en fin d'utilisation, on cherche à rentabiliser une matière première lointaine, donc précieuse. Au contraire, lorsque ces mêmes matières premières riches en quartz existent à proximité des villages, leur présence dans le village sous forme de meule ou de molette ne présente aucune valeur particulière.

* Le cas des polissoirs

Concernant cette fois les polissoirs, la même gestion des supports peut être mise en évidence : les outils seront d'autant plus volumineux que la matière première est proche (fig. 253).

	Chalain / Clairvaux	Charavines	Riedstation
Nombre de polissoirs	389	34	6
Poids total (g)	98 738	141 695	18 517
Poids maximum (g)	6 000	42 000	7 800
Poids minimum (g)	1	14	317
Poids moyen (g)	254	4 168	3 086

Figure 253 : comparaison des corpus de polissoirs de Chalain/Clairvaux, Charavines et Riedstation. Les différences entre les poids moyens (rapport de 1 à 20) sont, à mon avis, révélatrices de la distance entre les villages et les gîtes de matière première

Cela est dû à la possibilité d'importer de gros blocs et d'en importer souvent. A Charavines, la proximité des gîtes explique la présence, à mon sens, de polissoirs fixes de grandes dimensions, délaissés lors de l'abandon du village. A Chalain et Clairvaux, où les polissoirs sont en matières premières exogènes, disponibles à 20 km au moins, les outils sont de petites dimensions, car d'une part la dimension initiale des blocs est réduite, et d'autre part, l'utilisation des supports est maximale.

Des variations à valeur chronologique ?

Le tableau de la figure 252 peut laisser croire que la gestion des matières premières support de l'outillage de mouture et de broyage ne dépend pas uniquement de la localisation des gîtes mais aussi de la période chronologique concernée, avec un recours aux matières premières locales au Port-Conty et aux environs de 2700 av. J.-C., et une utilisation de matières premières exogènes entre 3200 et environ 2800 av. J.-C.

En effet, certains villageois de Chalain/Clairvaux utilisent exclusivement la matière première locale, et en particulier à CL III ensemble supérieur. Ce village est contemporain des occupations de Charavines « Les Baigneurs », où seule la matière première locale est utilisée, et où l'organisation de l'espace villageois pourrait être assez semblable. L'apparente disparition de la cohérence du plan est peut être à mettre en relation avec la faible pression démographique de l'époque (Pétrequin dir., 1986). A CL III sup., si on accepte l'idée d'une utilisation du calcaire en lien avec les capacités des réseaux d'échange et les distances sociales, on pourrait voir dans le recours à la matière première locale un repli sur soi de la communauté villageoise. Mais le village de CL MM HJ se situe dans la même fourchette chronologique que CL III sup. et présente, lui, des outils en roches siliceuses exogènes. Donc, pour la population de CL III sup., il s'agit certainement d'un choix et non d'une tendance générale de la fin du 28^{ème} siècle.

De même en Suisse, au Port-Conty, la matière première locale est peu réutilisée. Malheureusement, la comparaison avec le village de CL II/IIbis, n'est pas possible en raison de l'érosion importante du site, qui ne permet pas de déterminer la cause de l'absence du matériel de mouture et de broyage (départ des villageois avec leurs outils ou phénomènes post-dépositionnels).

Aucune modification de l'approvisionnement et de la gestion des matières premières en lien avec la chronologie ne peut donc être mise en évidence. Il semble que ces modifications, au sein de la Combe d'Ain, soient à mettre en relation avec les contextes sociaux et démographiques, puisque l'utilisation des matières premières exogènes se fait principalement en période d'intensification démographique. On se souviendra qu'à Chalain/Clairvaux, le Néolithique moyen ne présente aucune meule en matière première exogène, meule dont la valeur a été démontrée inférieure à celle des lames de haches et du sel à cette période en Franche-Comté (Jaccotey *et al.*, sous presse). Le recours à des matériaux d'origine lointaine est donc une caractéristique du Néolithique final de la Combe d'Ain entre 3200 et 2800 av. J.-C.

Mais pour le matériel de mouture et de broyage, les comparaisons portent d'une part sur des occupations ponctuelles (Charavines « Les Baigneurs » et Riedstation) et d'autre part sur une succession d'occupations (17 villages pour la Combe d'Ain). Pour être tout à fait complet, il faudrait avoir une idée de l'évolution des matières premières et de leur gestion dans les autres contextes, sur les rives des lacs suisses par exemple.

Dans les sites lacustres suisses, les meules complètes sont nombreuses, preuve en est le nombre d'outils complets stockés dans les réserves du Laténium (fig. 254) : même si les villages fouillés sont nombreux, les outils complets se comptent par dizaines, si ce n'est par centaines.



Figure 254 : vue des réserves du Laténium. L'alignement d'étagères métalliques offre plusieurs centaines de mètres de stockage réservés aux meules complètes des sites lacustres suisses

La gestion minimaliste des supports pourrait donc être la règle. Néanmoins, il serait intéressant de mettre en évidence une éventuelle constante dans la gestion des outils des sites lacustres suisses, ou, dans le cas contraire, de mettre en lumière une évolution de cette gestion. Par exemple, les niveaux du Néolithique moyen du site palafittique de Concise ont été étudiés, et en particulier la céramique par Elena Burri (2006). Cette étude montre que la céramique, abondante et très originale, présente en proportions variables des composantes originaires de Franche-Comté (NMB) d'une part et du Plateau suisse (Cortailod) d'autre part. En étudiant le contenu des maisons, Elena Burri montre que la production de la céramique est domestique, et précise l'organisation des villages en localisant les traditions céramiques des potières. Dans ce cadre, et pour en revenir au matériel de mouture et de broyage et à sa gestion, il pourrait être intéressant de voir si les maisons concernées par une production de céramique de type NMB possèdent un moulin de type « va-et-vient » en calcaire, ce qui pourrait témoigner des relations entre le Jura français et le Plateau suisse pour cette période, ou si le matériel de mouture et de broyage reste attaché au modèle de la meule idéale, locale et siliceuse.

Grands et petits modules

En ce qui concerne la dimension des outils, la comparaison des modules des meules et molettes des différents sites (fig. 255 et 256) montre-t-elle des différences entre les zones géographiques étudiées ?

Les séries de Chalain/Clairvaux et de Charavines sont comparables, avec de petites meules et molettes coexistant avec des outils imposants. A l'inverse, à Riedstation, seuls de grands outils, dans un cas trouvés appariés, composent les moulins à « va-et-vient ». Etant donné la disponibilité des matériaux, la dimension des outils paraît bien découler d'un choix et non d'une contrainte de l'environnement.

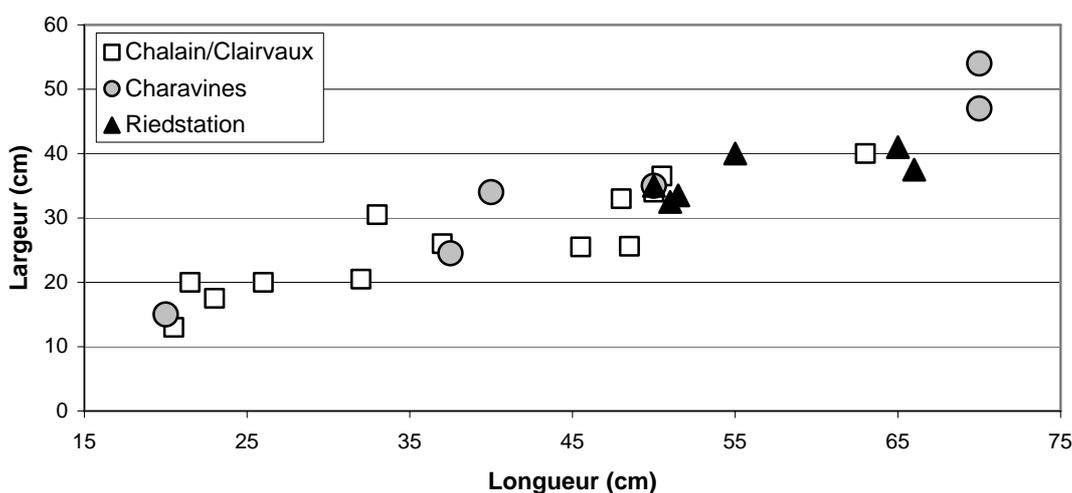


Figure 255 : comparaison des modules des meules des sites lacustres étudiés. Les outils des sites de la Combe d'Ain et de Charavines présentent des dimensions variées, de 20 cm à 70 cm de longueur. A l'inverse, le site de Riedstation ne possède qu'un seul module d'outil, entre 50 et 65 cm de long

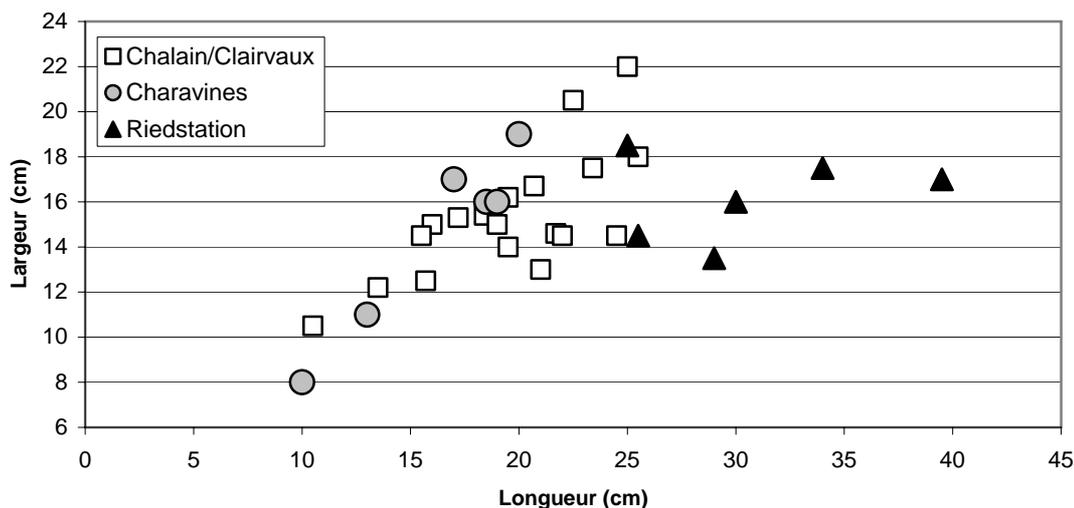


Figure 256 : comparaison des modules des molettes des sites lacustres étudiés. Les outils des sites de la Combe d'Ain et de Charavines présentent des dimensions variées, de 10 cm à 25 cm de longueur. A l'inverse, le site de Riedstation ne possède qu'un seul module d'outil, de plus de 25 cm de long

Faut-il voir dans l'opposition grand/petit module le traitement de matières premières autres que les céréales, activité pratiquée avec les petits outils, et qui ne serait pas pratiquée à Riedstation ? Le site suisse possédait-il d'autres outils pour ces tâches, outils emportés lors du départ des villageois ? Dans ce cas de figure, ces outils emportés auraient eu une valeur supérieure à celle des meules, valeur peut-être liée à la nature de la matière première (lointaine, rare...) ou à l'investissement nécessaire à leur mise en forme, ou encore à leur fonction.

Localisation des moulins dans l'espace villageois

Trois types de villages sont pris en compte dans cette étude : le village de type Port-Conty est reconnu à Riedstation et CL II/Ibhis ; à partir de 3200 av. J.-C., le village de type Horgen est la règle à Chalain/Clairvaux, enfin le village à organisation plus lâche se remarque à CL III et Charavines.

L'évolution de l'organisation spatiale des villages, présentée par Pierre Pétrequin (Pétrequin, Viellet *et al.*, 1999, fig. 257) est liée à des influences culturelles larges. Cette modification du plan des villages, et de la conception des rapports sociaux sous-jacents, est-elle visible à travers le matériel de mouture et de broyage ? En termes de répartition des objets, les données disponibles dans les trois régions étudiées sont assez minces, puisque chacun des villages apparaît comme un cas particulier.

Néanmoins, il est possible de discuter du cas des constructions « hors normes », c'est-à-dire les bâtiments reconnus comme n'étant pas des maisons. A Chalain/Clairvaux, il s'agit de la construction isolée de CH 19 HK, qui possède quelques outils en position de rejet mais principalement des artefacts sous forme de poudres, certains à l'intérieur même de la construction. La présence de ces artefacts conforte l'idée d'un statut particulier de cette construction, qui pourrait abriter une activité spécialisée (tissage,...).

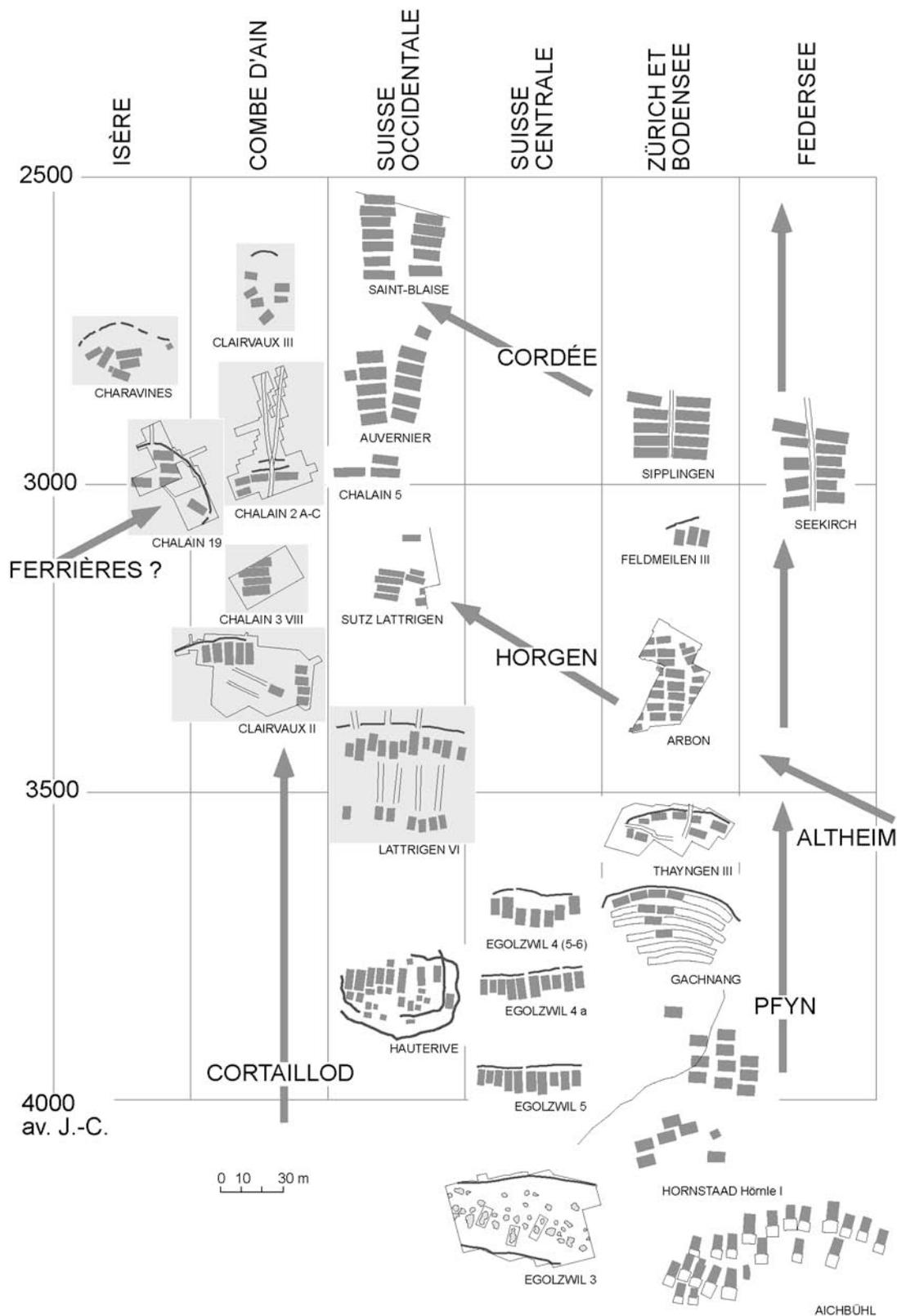


Figure 257 : évolution chronologique de l'organisation de l'espace villageois au nord-ouest des Alpes, de la fin du V^{ème} millénaire au milieu du III^{ème} millénaire av. J.-C. L'évolution du plan des villages est en concordance avec l'évolution et la transmission des styles céramiques, en particulier avec l'expansion du Horgen, tandis que se généralise le modèle septentrional à maisons orientées parallèlement au rivage et disposées en rangées serrées.

Dessin P. Pétrequin, d'après Pétrequin, Viellet et al., 1999.

Les villages pris en compte dans l'étude sont grisés

A Riedstation, les bâtiments coté lac sont interprétés comme des greniers. Ils ne possèdent aucun outil de mouture, ni de polissoirs ou de percuteurs, pas plus d'ailleurs que d'autres catégories de matériel. Enfin, les bâtiments particuliers de Charavines, si tant est qu'ils ne le soient pas tous, semblent pourvus d'outils lithiques pondéreux. Ainsi, les greniers proposés différeraient de ceux de Riedstation ; à Charavines il est alors envisageable d'évoquer des activités de traitement des récoltes à l'intérieur des structures de stockage.

Cependant (fig. 257), la présence de greniers indépendants caractérise les villages de type Port-Conty et plus généralement Cortaillod. Dans les villages à rue centrale, type Horgen, le stockage des céréales se fait à l'intérieur même des maisons. La présence de greniers autonomes ne semble pas démontrée pour les villages plus tardifs.

Ainsi, dans les villages de tradition Port-Conty, l'outillage de mouture n'est apparemment pas utilisé sur le lieu de stockage des céréales mais plutôt devant la maison, voire dans le secteur du pas de porte. Au contraire, dans les villages postérieurs, le stockage des récoltes se fait à l'intérieur même des maisons ; l'activité de mouture se fait préférentiellement entre la zone foyère et la porte. Ainsi, la position de l'outillage de mouture coïncide avec le changement d'organisation architecturale (et probablement social) des populations agricoles du Néolithique final : d'un mode de fonctionnement social collectif, où chacun voit et surveille les récoltes de tous, voire utilise les mêmes outils à tour de rôle, on passe à une communauté où moulins et récoltes sont associés à la sphère privée et à la maisonnée. Cette interprétation gagnerait à être précisée par l'étude d'un village type Horgen abandonné à la hâte, où il serait possible de voir si -oui ou non- il y a un moulin par habitation.

Bilan et Perspectives

Mon propos consistait, dans ce travail, à comprendre, à partir de séries issues de sites lacustres, la gestion de l'outillage lithique pondéreux, depuis l'approvisionnement en matière première jusqu'au rejet des outils.

Le premier axe de recherche était chronologique et c'est dans la Combe d'Ain qu'il a trouvé son meilleur terrain d'application. Il s'agissait d'évaluer la vitesse des changements dans la gestion des outillages lithiques pondéreux. Pour le matériel de mouture et de broyage, il s'avère que la gestion des matières premières est différente entre le Néolithique moyen et le Néolithique final par le choix des matériaux (exclusivement locaux d'une part, majoritairement exogènes d'autre part). Au Néolithique final, la gestion des matières premières est différente selon leur origine, avec une valeur plus importante accordée aux matériaux exogènes ; l'évolution la plus nette est celle de la réorientation des réseaux d'approvisionnement, synchrone des changements culturels. Pour le matériel de polissage, les matières premières ne changent pas durant le Néolithique final, et certains gîtes sont d'ailleurs déjà connus au Néolithique moyen. De même la gestion des supports, à savoir une utilisation maximale des outils, est une constante entre 3200 et 2600 av. J.-C. dans la Combe d'Ain.

Le second axe de recherche, celui de la répartition spatiale des artefacts, a souligné la complexité des interprétations en milieu lacustre. Malgré tout, il semble que les moulins de type « va-et-vient » soient utilisés devant ou dans les habitations, avec une possible évolution de la localisation de l'activité de mouture, de l'extérieur vers l'intérieur de la maison, évolution symptomatique de la modification des fonctionnements sociaux au Néolithique final.

Même si ce travail répond à quelques questions, et permet par exemple de montrer que le matériel de mouture et de broyage de type « va-et-vient » est un outil parfois importé sur des distances de 50 km et plus, il reste de nombreuses zones d'ombres.

La première concerne les matières premières de Chalain/Clairvaux, en particulier les polissoirs. Les deux tiers du corpus sont en grauwackes, dont nous avons vu que -malgré un tour d'horizon des géologues de l'est de la France et de Suisse occidentale- la provenance proposée (la « molasse dure » de Suisse occidentale) reste problématique. J'ai tenté de voir d'autres corpus que ceux étudiés pour la thèse, notamment les collections du Musée Savoisien de Chambéry, pour me faire une idée des matériaux support dans d'autres contextes. Plusieurs artefacts, notamment des outils de l'Age du Bronze de type moules de fondeur, sont en grès micacé, à l'œil nu semblables aux polissoirs de la Combe d'Ain. La majeure partie des outils recensés provient des stations littorales immergées du lac du Bourget (Savoie), dont l'inventaire a été réalisé par Isabelle Kerouanton dans le cadre de sa thèse (1999) et qui m'ont été signalés par André Marguet et Yves Billaud. Ces moules sont généralement en grès plus grossiers que ceux des polissoirs jurassiens, mais pourraient tout à fait correspondre à des variations granulométriques d'un même banc. Il est évident que la détermination à l'œil nu, qui plus est sur des roches à grain aussi fin, n'est qu'une première étape, largement soumise à caution. Il faudrait donc évaluer plus sérieusement la part des grès micacés dans les différents sites de l'est de la France, afin d'en établir la cartographie et de cerner l'origine des matières premières selon un raisonnement qui consiste à imaginer une diffusion en quantité d'autant moins importante que l'on s'éloigne du gîte.

Toujours concernant les matières premières, je dois bien admettre que, si l'origine exogène des supports est avérée à Chalain/Clairvaux, les distances d'approvisionnement du matériel de mouture et de broyage au Néolithique sont rarement importantes et l'origine locale des outils semble bien être la norme. Ainsi, les sites lacustres jurassiens, riches en informations, quelle que soit la catégorie d'artefacts, se démarquent des autres dans quasiment tous les domaines. Une chance pour moi, mais il est peu probable que des démonstrations d'une telle envergure puissent être menées avec succès sur d'autres sites, élevant la Combe d'Ain à un statut de cas particulier. Par contre, la question de la gestion des matières premières est un axe de recherche très prometteur, puisque des différences majeures ont été mises en évidence et qu'il faudrait pouvoir tester leur validité sur d'autres séries, lacustres ou terrestres, du Néolithique alpin.

La matière première support de l'outillage lithique pondéreux a été l'axe principal de recherche de ce travail. Les résultats auraient gagnés à être complétés par une étude fonctionnelle de l'outillage, autrement dit à être assortis d'une étude tracéologique. Les distinctions de modules d'outil par exemple pourraient avoir une explication fonctionnelle. De même que le double approvisionnement mis en évidence dans la Combe d'Ain.

Enfin, il faut bien avouer que la recherche de l'origine des matières premières nécessite un investissement important quant à la connaissance de la géologie régionale, et qu'il n'est pas possible d'envisager un tel travail dans un temps imparti plus court que celui d'une thèse, à moins d'être géologue. Mais dans ce cas, les interprétations archéologiques sont réalisées par une autre personne. Je pense que c'est dans l'association de ces deux compétences que se trouve l'originalité de mon travail.

Bibliographie

Adams J. L. (1999) - Refocusing the role of food-grinding tools as correlates for subsistence strategies in the U.S Southwest, *American Antiquity*, vol. 64, n° 3, p. 475-498.

Affolter J. (1997) - Industrie lithique de Chalain 3 : l'origine des matières premières, in : P. Pétrequin (dir.), *Les sites littoraux néolithiques de Clairvaux-les-Lacs et de Chalain (Jura), Chalain station 3, 3200-2900 av. J.-C.*, éd. de la Maison des Sciences de l'Homme, tome III, vol. 2, Paris, p. 401-406.

Affolter J. (2002) - Provenance des silex préhistoriques du Jura et des régions limitrophes, *Archéologie Neuchâteloise*, 28, 2 vol.

Affolter J., Arbogast R.-M., Baudais D., Beugnier V., Chiquet P., Delattre N., Giligny F., Jeudy F., Magny M., Maitre A., Monnier J.-L., Pétrequin A.-M., Pétrequin P., Praud I., Rachez E., Richard A., Rossy M., Saintot S., Van Bos M. et Voruz J.-L. (1997) - Synthèse 3, Dynamique d'expansion culturelle et croissance démographique, in : P. Pétrequin (dir.), *Les sites littoraux néolithiques de Clairvaux-les-Lacs et de Chalain (Jura), Chalain station 3, 3200-2900 av. J.-C.*, éd. de la Maison des Sciences de l'Homme, tome III, vol. 2, Paris, p. 563-575.

Alonso-Martinez N. (2002) - Le moulin rotatif manuel au nord-est de la Péninsule ibérique : une innovation technique dans le contexte de la mouture des céréales, in : Procopiou H., Treuil R. (dir.), *Moudre et broyer. L'interprétation fonctionnelle de l'outillage de mouture dans la Préhistoire et l'Antiquité*, Mémoires de la section d'Histoire des Sciences et Techniques, vol. 2, p. 111-127.

Anderson T., Augustoni C., Duvauchelle A., Serneels V. et Castella D. (2003) - Des artisans à la campagne. Carrière de meules, forge et voie gallo-romaines à Châbles (FR), *Archéologie Fribourgeoise*, n°19, Fribourg, 391 p.

Anderson T., Castella D., Doswald C. et Villet D. (2004) - Meules à bras et meules « hydrauliques » en Suisse romaine : répartition et pétrographie. *Minaria Helvetica, Société Suisse d'Histoire des Mines*, 24a, p. 3-16.

Arbogast R.-M., Bailly M., Bailon S., Baudais D., Beugnier V., Delattre N., Desse J., Desse-Berset N., Duplaix-Rata A., Einsenstein V., Giligny F., Grudler A., Lundström-Baudais K., Maitre A., Pétrequin A.-M., Pétrequin P. et Sené G. (1997) - Synthèse 4, Variation démographiques, transferts culturels et adaptation des modes de production, in : P. Pétrequin (dir.), *Les sites littoraux néolithiques de Clairvaux-les-Lacs et de Chalain (Jura), Chalain station 3, 3200-2900 av. J.-C.*, éd. de la Maison des Sciences de l'Homme, tome III, vol. 2, Paris, p. 757-765.

Arbogast R.-M., Beugnier V., Delattre N., Giligny F., Maitre A., Pétrequin A.-M. et Pétrequin P. (1997) - La répartition des temoins et le fonctionnement de la cellule domestique, in : P. Pétrequin (dir.), *Les sites littoraux néolithiques de Clairvaux-les-Lacs et de Chalain (Jura), Chalain station 3, 3200-2900 av. J.-C.*, éd. de la Maison des Sciences de l'Homme, tome III, vol. 2, Paris, p. 583-639.

Arbogast R.-M., Magny M. et Pétrequin P. (1995) - Expansions et déprises agricoles au Néolithique : population, cultures céréalières et climat dans la Combe d'Ain (Jura, France) de 3700 à 2500 avant. J.-C. in : *L'Homme et la dégradation de l'environnement*, Rencontres Internationales d'Archéologie et d'Histoire d'Antibes, éd. A.P.D.C.A., Juan-les-Pins, p. 19-41.

Arbogast R.-M., Magny M. et Pétrequin P. (1996) - Climat, cultures céréalières et densité de population au Néolithique : le cas des lacs du Jura français de 3500 à 2500 av. J.-C., *Archäologisches korrespondenzblatt*, n° 26, p. 121-144.

Arbogast R.-M. et Pétrequin P. (1993) - La chasse du cerf au Néolithique dans le Jura : gestion d'une population animale sauvage in : *Exploitation des animaux sauvages à travers le temps*, Rencontres Internationales d'Archéologie et d'Histoire d'Antibes, Juan-les-Pins, éd. A.P.D.C.A., Juan-les-Pins, p. 221-232.

Aurenche O. (1997) - Balanophagie : Mythe ou réalité ?, *Paléorient*, vol. 23, n°1, Paris, p. 75-85.

Bailly G., Billard M., Coulot S., Delattre N., Ernst T., Gentizon A.-L., Joly F., Lavier C., Lundström-Baudais K., Maitre A., Maréchal D., Mignot C., Monnier J.-L., Pétrequin A.-M., Pétrequin P., Richard A., Richard H., Sailland A. et Weller O. (1997) - Synthèse 2 Architecture, modes d'exploitation forestière et croissance démographique, in : P. Pétrequin (dir.), *Les sites littoraux néolithiques de Clairvaux-les-Lacs et de Chalain (Jura)*, *Chalain station 3, 3200-2900 av. J.-C.*, éd. de la Maison des Sciences de l'Homme, tome III, vol. 1, Paris, p. 309-315.

Bakels C., Constantin C. et Hauzeur A. (1992) - Utilisation de graines de pavot comme dégraissant dans un vase du groupe de Blicquy, *Archäologisches Korrespondenzblatt*, vol. 22, n°4, p. 473-479.

Balfet H. (1975) - La technologie, in : R. Cresswell dir., *Eléments d'ethnologie, 2, six approches*, Paris, A.Colin, p. 44-79.

Barboff M., Sigaut F., Griffin-Krener C. et Kremer R. dir. (2003) - *Meules à grains*, actes du colloque international de La Ferté-sous-Jouarre, mai 2002, éd. Maison des sciences de l'homme, Paris, 472 p.

Baudais D. (1986) - Les objets en bois, in : P. Pétrequin (dir.), *Les sites littoraux néolithiques de Clairvaux-les-Lacs (Jura)*, *Problématique générale, l'exemple de la station III.*, éd. de la Maison des Sciences de l'Homme, tome I, Paris, p. 229-232..

Baudais D., Lundström-Baudais K. (2002) - Enquête ethnoarchéologique dans un village du Nord-Ouest du Népal : les instruments de mouture et de broyage, in : H. Procopiou et R. Treuil (dir.), *Moudre et broyer. L'interprétation fonctionnelle de l'outillage de mouture dans la Préhistoire et l'Antiquité*, Mémoires de la section d'Histoire des Sciences et Techniques, vol. 1, Paris, p. 155-180.

Beaune S. A. de (1989) - Exemple ethnographique de l'usage plurifonctionnel d'un galet de quartz, *bulletin de la Société Préhistorique Française*, t. 86, n°2, p. 61-64.

Beaune S. A. de (2000) - *Pour une archéologie du geste. Broyer, moudre, piler. Des premiers chasseurs aux premiers agriculteurs*, CNRS éd., Paris, 231 p.

Beaune S. A. de (2002) - Origine du matériel de broyage au Paléolithique, in : Procopiou H., Treuil R. (dir.), *Moudre et broyer. L'interprétation fonctionnelle de l'outillage de mouture dans la Préhistoire et l'Antiquité*, Mémoires de la section d'Histoire des Sciences et Techniques, vol. 2, p. 27-44.

Beaune S. A. de (2003) - Du grain à moudre sur les néandertaliens, *la recherche*, 360, p. 56-59.

- Bellièrre J. (1980) - Massif du Mont Blanc et des Aiguilles Rouges Structure et Pétrologie du socle, *Géologie Alpine*, t. 56, p. 237-249.
- Bernier P. (1984) - Les formations carbonatées du Kimméridgien et du Portlandien dans le Jura méridional, stratigraphie, micropaléontologie, sédimentologie, *Documents des Laboratoires de Géologie de la Faculté des Sciences de Lyon*, n° 92, fasc. 2, 2 vol.
- Beugnier V. (1997) - L'usage du silex dans l'acquisition et le traitement des matières animales dans le Néolithique de Chalain et Clairvaux. La Motte-aux-Magnins et Chalain 3 (Jura, France). 3700-2980 av. J.-C., thèse de doctorat, Nanterre, Université de Paris X, Ethnologie et Sociologie comparative, option sociétés préhistoriques, 491 p.
- Billard M., Delattre N., Ernst T., Joly F., Maitre A., Mignot C., et Pétrequin P. (1997) - les bois horizontaux et le plan des maisons, in : P. Pétrequin (dir.), *Les sites littoraux néolithiques de Clairvaux-les-Lacs et de Chalain (Jura), Chalain station 3, 3200-2900 av. J.-C.*, éd. de la Maison des Sciences de l'Homme, tome III, vol. 1, Paris, p. 211-236.
- Birch F., Schairer J. F. et Spicer H. C. Ed. (1942) - *Handbook of Physical Constants*, Geological Society of America, special paper, vol. 36, Washington, D.C., 325 p.
- Blaison J. (1971) - *Fayl-Billot*, notice explicative de la carte géologique à 1/50 000. Ministère de l'Industrie et de la Recherche, Bureau de Recherches Géologiques et Minières, Service Géologique National, Orléans, 10 p.
- Blanchet J.-C., Plateaux M. et Pommepeuy C. (1989) - *Matières premières et sociétés protohistoriques dans le Nord de la France*, ATP Archéologie Métropolitaine, Paris, 76 p.
- Bocquet A. (1994) - Charavines il y a 5000 ans. *Les dossiers de l'archéologie*, n°199, Dijon, 102 p.
- Bocquet A. dir. (2004) *rapport général de Charavines « les Baigneurs » (Isère)*, déposé au Conseil Général de l'Isère - Mis en ligne en mai 2006 : <http://bocqueta.club.fr/charaouv1.htm>
- Bodergat A.-M. (1974) - Les microcodiums, milieux et modes de développement, *Documents des Laboratoires de Géologie de la Faculté des Sciences de Lyon*, n°62, p. 137-235.
- Bonnardin S. (2004) - La parure funéraire du Néolithique ancien en Bassins parisien et rhéan. Matériaux, techniques, fonctions et usage social, thèse de doctorat, Université Paris I, 3 vol.
- Bonte A. (1943) - Observations sur l'Eurite de la Serre (Jura), *bulletin de la Société Géologique de France*, 5^{ème} série, t. 13, Paris, p. 403 - 417.
- Bonvallet J. (1965) - Recherches morphologique dans le massif de la Serre, cahier de géographie de Besançon, 13, *Annales littéraires de l'université de Besançon*, vol. 79, Besançon, 151 p.
- Bouby L. et Marinval Ph. (2007) - Premières plantes cultivées, premières adventices : un bilan actualisé des données carpologiques sur le Néolithique ancien dans le sud-est de la France, communication orale, colloque du GMPCA-Archéométrie 2007, 18-21 avril 2007, Aix-en-Provence, résumé p. 24.
- Bourgeat, Abbé (1890) - La station lacustre de Clairvaux, *bulletin de la Société Agricole des Science et Arts de Poligny*, Janvier-Février 1890, p 21-27 et 49-56.

Boyer F., Buchsenschutz O., Hamon C., Jaccottey L., Lagadec J.-P., Milleville A., Thomas E., Triboulot B. (2006) - Production et diffusion des meules du Néolithique à l'Antiquité : quelques exemples français, in A. Belmont et F. Mangartz (Hrsg.), *Les meulières. Recherche, Protection et Valorisation d'un Patrimoine Industriel Européen*, actes du colloque international, Maison des Sciences de l'Homme-Alpes, Grenoble, septembre 2005, Verlag des Römisch-Germanischen Zentralmuseums, Mainz, p. 5-13, 5 fig., 1 pl.

Bravard C., Gidon M et Steinfatt E. (1970) - *Voiron, carte géologique à 1/50 000*. Ministère de l'Industrie et de la Recherche, Bureau de Recherches Géologiques et Minières, Service Géologique National, Orléans.

Bressy C. (2003) - Caractérisation et gestion du silex des sites mésolithiques et néolithiques du Nord-Ouest de l'arc alpin. Une approche pétrographique et géochimique, BAR International Series 1114, Oxford, 295 p.

Brisotto V. (2002) - *Le matériel de mouture, de broyage et de polissage du site chasséen de Saint-Paul-Trois-Châteaux (Drôme)*, mémoire de DESS, Université de Bourgogne, multigraphié, 30 p.

Bruet E. et Gardet G. (1926) - Le pointement gneissique de Bussièrès-les-Belmont, *Société des Sciences Naturelles et d'Archéologie de la Haute-Marne*, tome VIII, fasc. I, p. 384 à 385.

Buonasera T. (2007) - Investigating the presence of ancient absorbed organic residues in groundstone using GC-MS and other analytical techniques: a residue study of several prehistoric milling tools from central California, *Journal of Archaeological Science*, n° 34, p. 1379-1390.

Burri E. (2006) - Les stations du Néolithique moyen de Concise (Vaud, Suisse), Thèse de l'Université de Genève, 180 p.

Busnardo R., Enay R., Latreille G. et Rouquet P. (1966) - Le Crétacé moyen détritique à Céphalopodes près de Poncin (Jura méridional), *Travaux du Laboratoire de Géologie de la Faculté des Sciences de Lyon*, n° 13, p. 205-228.

Cabazuelo U. (2006) - Le site de la Zac des « meules » à Vic-le-Comte (Puy-de-Dôme), in A. Belmont et F. Mangartz (Hrsg.), *Les meulières. Recherche, Protection et Valorisation d'un Patrimoine Industriel Européen*, actes du colloque international, Maison des Sciences de l'Homme-Alpes, Grenoble, septembre 2005, Verlag des Römisch-Germanischen Zentralmuseums, Mainz, p. 109-114.

Caire A. (1967) - Salins-les-Bains, notice explicative de la carte géologique à 1/50 000, Ministère de l'Industrie et de la Recherche, Bureau de Recherches Géologiques et Minières, Service Géologique National, Orléans, 39 p.

Campy M. (1982) - Le quaternaire franc-comtois, essai chronologique et paléoclimatique, thèse de doctorat, Université de Franche-Comté, Faculté des Lettres, Besançon, 575 p.

Campy M. (1985) - Dynamique d'une marge glaciaire au maximum würmien. La Combe d'Ain (Jura), *bulletin de l'Association Française pour l'Etude du Quaternaire*, n° 22-23, vol. 2-3, Paris, p. 65-74.

Campy M. (2002) - *Le problème des glaciers quaternaires dans le Jura*, livret guide de l'excursion annuelle de l'Association Française pour l'Etude du Quaternaire, p. 7-39.

Campy M., Chauve P. et Pernin C. (1983) - *Notice explicative de la carte géologique de Pesmes (3223) à 1/50 000*. Ministère de l'Industrie et de la Recherche, Service Géologique National, Paris, 40 p.

Caron J.-M., Gauthier A., Schaaf A., Ulysse J. et Wozniak J. (1989) - *Comprendre et enseigner la planète Terre*, Ed. Ophrys, Paris, 271 p.

Caudron M. et Labourguigne J. (1971) - Lagny, notice explicative de la carte géologique à 1/50 000, Ministère de l'Industrie et de la Recherche, Bureau de Recherches Géologiques et Minières, Service Géologique National, Orléans, 45 p.

Chaix L. (1989) - Les restes de vertébrés de la saturation II, in : P. Pétrequin (dir.), *Les sites littoraux néolithiques de Clairvaux-les-Lacs (Jura), le Néolithique moyen*, éd. de la Maison des Sciences de l'Homme, tome II, Paris, p. 191-192.

Charvet A. (2002) - *Le matériel de broyage de Roucadour (étude du mobilier des horizons C2a, C2b et C2c)*, mémoire de maîtrise, Université de Toulouse II Le Mirail, multigraphié, 214 p.

Chauve P., Pernin C., Campy M., et Morre-Biot N. (1982) - *Pesmes*, carte géologique à 1/50 000. Ministère de l'Industrie et de la Recherche, Bureau de Recherches Géologiques et Minières, Service Géologique National, Orléans.

Chiron J. C., Fleury R., Kerrien Y. et Broquet P. (1987) - *Chalon-sur-Saône, carte géologique à 1/250 000*. Ministère de l'Industrie et de la Recherche, Bureau de Recherches Géologiques et Minières, Service Géologique National, Orléans.

Colardelle M. et Verdel E. (1992) - Archéologie subaquatique, étude de terroir et interdisciplinarité : l'exemple du lac de Paladru (Isère) au Moyen-âge, in : *Archéologie et environnement des milieux aquatiques : lacs, fleuves et tourbières du domaine alpin et de sa périphérie*, actes du 116^{ème} Congrès national des Sociétés Savantes, Chambéry, 1991, Préprotohistoire, éd. du Comité des Travaux Historiques et Scientifiques, Paris, p. 107 à 117.

Collectif (2004) - *Archäologie der Schweiz, Sur les traces des palafittes*, n° 27, vol. 2, Bâle, 96 p.

Collectif (2005) - *La France préhistorique*, coll. Encyclopédie du voyage, 2nd éd., Gallimard, Paris, 351 p.

Constantin C., Farruggia J.P., Plateau M. et Demarez L. (1978) - Fouille d'un habitat néolithique à Irchonweld (Hainaut occidental), *Revue Archéologique de l'Oise*, n° 13, p. 3-20.

Constantin C., Sidéra I. et Demarez L. (1991) - Deux sites du groupe de Blicquy et Aubechis (Hainaut), *Anthropologie et Préhistoire*, n° 102, p. 29-54.

Cook H. S. (1973) - Stone tools for steel-age mexicans? Aspects of production in Zapotec Stoneworking Industry, *American Anthropologist*, 75, p. 1485-1503.

Coquand H. (1856) - Mémoire géologique sur la présence du terrain Permien et du représentant du grès Vosgien dans le département de Saône-et-Loire, ainsi que dans la montagne de la Serre (Jura), *bulletin de la Société Géologique de France*, 2^{ème} série, t. 14, Paris, p. 13 - 47.

- Coromina G. et Fabbri O. (2004) - *Late Palaeozoic NE-SW ductile-brittle extension in the La Serre horst, eastern France*, C. R. Geoscience 336, p. 75-84.
- Courel L., Arène J., Feys R., Gand G., Menot J.-C., Cornet J., Guillaumet J.-P. (1989) - *Le Creusot, notice de la carte géologique à 1/50 000*, Ministère de l'Industrie et de la Recherche, Bureau de Recherches Géologiques et Minières, Service Géologique National, Orléans, 54 p.
- Cresswell R. (1991) - La technologie, in : P. Bont et M. Izard, *Dictionnaire d'Ethnologie*, p. 698-701.
- Cresswell R. (2002) - Geste technique, fait social total. Le technique est-il dans le social ou face à lui ?, *Techniques et culture*, n°40, p. 125-151.
- Croutsch C., (2005) - Techniques et sociétés néolithiques. Le sciage des roches tenaces au nord-ouest des Alpes (4300-2450 av. J.-C.), BAR International Series 1361, Oxford, 283 p.
- David N., (1998) - The ethnoarcheology of grinding at Sukur, Adamawa state, Nigeria. *African review*, 15 (1), p. 13-63.
- Deer W. A., Howie R. A. et Zussman J. (1966) - *An introduction to the rock forming minerals*, Longmans ed., Londres, 528 p.
- de Faria D. L. A., Venancio Silva S. et de Oliveira M. T. (1997) - Raman Microspectroscopy of some iron oxides and oxyhydroxides, *Journal of Raman Spectroscopy*, vol. 28, p. 873-878.
- Dercourt J. (1997) - *Géologie et géodynamique de la France*, éd. Dunod, Paris, 320 p.
- Di Pierro S. (2002) - *Domestique production versus pottery exchange during the final Neolithic: characterization of the Auvernier-cordé ceramics from the Portalban and St. Blaise settlements, Western Switzerland*, Thèse de doctorat, Université de Fribourg (Suisse) n° 1391, 111p.
- Di Pierro S. et Martineau R. (2002) - Pottery tempering with Mont Blanc granite across the Jura belt during french and swiss final Neolithic, in : Di Pierro S., *Domestique production versus pottery exchange during the final Neolithic: characterization of the Auvernier-cordé ceramics from the Portalban and St. Blaise settlements, Western Switzerland*, thèse de doctorat, Université de Fribourg (Suisse) n° 1391, p. 91-105.
- Donze P. (1958) Les couches de passage du Jurassique au Crétacé dans le Jura français et sur les pourtours de la «fosse vocontienne» (Massifs subalpins septentrionaux, Ardèche, Grands-Causse, Provence, Alpes-Maritimes), thèse de doctorat, Université de Lyon, 221 p.
- Drioux G. (1914) - L'excursion du 30 avril aux environs de Bussières-les-Belmont, *Société des Sciences Naturelles et d'Archéologie de la Haute-Marne*, tome II, fasc. III, p. 33 à 39.
- Dubreuil L. (2002) - Etude fonctionnelle des outils de broyage natoufiens : nouvelles perspectives sur l'émergence de l'agriculture au Proche-Orient, thèse de doctorat, Université de Bordeaux I, 469 p.
- Dufraisse A. (2002) - Les habitats littoraux néolithiques des lacs de Chalain et Clairvaux (Jura, France) : collecte du bois de feu, gestion de l'espace forestier et impact sur le couverts arboréen entre 3700 et 2500 avant. J.-C., thèse de doctorat, Université de Franche-Comté, Faculté des Lettres, Besançon, 349 p.

- Feuvrier J. (1903-1906) - *Carnet d'explorations et de fouilles 1903 - 1906*, manuscrit, coll. particulière.
- Fleury R. et Bergerat F. (1983) - *Saint-Amour, carte géologique à 1/50 000*. Ministère de l'Industrie et de la Recherche, Bureau de Recherches Géologiques et Minières, Service Géologique National, Orléans.
- Folk R. L. (1974) - *Petrology of sedimentary rocks*, Hemphill Publishing Compagny, Austin, Texas, 184 p.
- Formenti F. et Procopiou H. (1998) - Analyse chromatographique d'acides gras sur l'outillage de mouture. Contribution à son interprétation fonctionnelle. *Cahiers de l'Euphrate* 8, p. 151-177.
- Foucault A. et Raoult J.-F. (1997) - *Dictionnaire de géologie*, 4^{ème} édition, éd. Masson, Paris, 324 p.
- Gardet G. (1956) - A propos du pointement cristallin de Bussières-les-Belmont (Haute-Marne), *bulletin de la Société des Sciences de Nancy*, juin 1956, 11 p.
- Gaucher G. (1994) - Planches-près-Arbois, Jura, in : Leroi-Gourhan (éd.), *Dictionnaire de la Préhistoire*, PUF, p. 877-878.
- Geneste J.-M. (1991) - Systèmes technique de production lithique : variations techno-économique dans les processus de réalisation des outillages paléolithiques, *Technique et Culture*, 17-18, p. 1-35.
- Gidon M. (1993) - *Géologie de la Chartreuse Aperçu d'ensemble*, association « A la découverte du Patrimoine de Chartreuse », 2nd éd., publ. 1, Grenoble, 39 p.
- Giligny F. (1994) - Variabilité et transferts techniques dans le Jura à la fin du IV^{ème} et au III^{ème} millénaires av J.-C., in : *Terre cuite et société, la céramique, document technique, économique et culturel*, XIV^{ème} rencontre internationales d'archéologie et d'histoire d'Antibes, éd. A.P.D.C.A., Juan-les-Pins, p. 363-380.
- Giligny F. (1997) - La céramique de Chalain 3, in : P. Pétrequin (dir.), *Les sites littoraux néolithiques de Clairvaux-les-Lacs et de Chalain (Jura), Chalain station 3, 3200-2900 av. J.-C.*, éd. de la Maison des Sciences de l'Homme, tome III, vol. 2, Paris, p. 327-362.
- Giligny F., Maréchal D., Pétrequin P., Pétrequin A.-M. et Saintot S. (1995) - La séquence Néolithique final des lacs de Clairvaux et de Chalain (Jura). Essai sur l'évolution culturelle, in : J.-L. Voruz (éd.), *Chronologies néolithiques De 6 000 à 2 000 avant notre ère dans le Bassin rhodanien*, Actes du Colloque d'Ambérieu-en-Bugey, Documents du département d'Anthropologie de l'Université de Genève, n° 20, éd. Société Préhistorique Rhodanienne, Ambérieu-en-Bugey, p. 313-346.
- Giligny F. et Michel R. (1995) - L'évolution des céramiques de 2920 à 2440 av. J.-C. dans la région des trois lacs (Suisse occidentale), in : J.-L. Voruz (éd.), *Chronologies néolithiques De 6 000 à 2 000 avant notre ère dans le Bassin rhodanien*, Actes du Colloque d'Ambérieu-en-Bugey, Documents du département d'Anthropologie de l'Université de Genève, n° 20, éd. Société Préhistorique Rhodanienne, Ambérieu-en-Bugey, p. 347-361.

Girardot, L.-A. (1890) - Note sur le Purbeckien inférieur de Narlay (Jura) - Faune d'eau douce au niveau des gypses et des rognons de quartz purbeckiens, communication au congrès des sociétés savantes (section des sciences), 30 mai 1890, *mémoires de la société d'émulation du Jura*, 4^{ème} série, 5^{ème} vol., p. 165-198.

Girardot L.-A. (1903-1904) - Note sur la cité lacustre de Chalain (Jura), *mémoires de la société d'émulation du Doubs*, 7^{ème} série (III), p. 385-387.

Gisclon J.-L. (1998) - Le matériel de mouture et de broyage de Derrière-Le-Château, in : L'énigmatique civilisation campaniforme, Rhône-Alpes, A 404. L'aube de la métallurgie, *Archéologia*, Hors-série n°9, Dijon, p. 68-69.

Godelier M. (1969) - La monnaie de sel des Baruya de Nouvelle-Guinée, *l'Homme, Revue Française d'Anthropologie*, vol. 9, t. 2, p. 5-37.

Gouget E. (1878) - *Notice géologique et forestière sur la montagne de la Serre (Jura)*, ministère de l'agriculture et du commerce, administration des forêts, imprimerie nationale, Paris, p. 5 à 20.

Guillaume S. (1966) *Le Crétacé du Jura français*, Thèse de doctorat, Paris, 297 p.

Guillaume S. et Guillaume A. (1965) - *Champagnole, notice explicative de la carte géologique à 1/50 000*, Ministère de l'Industrie et de la Recherche, Bureau de Recherches Géologiques et Minières, Service Géologique National, Orléans, 12 p.

Guillier G., Biard M et Chérel A.-F. (2005) - Un atelier augustéen de taille de meules en poudingue au «Clos des Forges» à Avrilly (Eure), *Revue Archéologique de l'Ouest*, n°22, p. 199-220.

Guiter F., Triganon A., Andrieu-Ponel V., Ponel Ph., Hébrard J.-P., Nicoud G., De Beaulieu J.-L., Brewer S. et Guibal F. (2005) - First evidence of « in situ » Eemian sediments on the high plateau of Evian (Northern Alps, France): implications for the chronology of the Last Glaciation, *Quaternary Science Reviews*, n° 24, p. 35-47.

Hafner A. (1992a) - Lattrigen VI -"Riedstation" : un plan de village littoral néolithique (Lac de Biemme, Suisse) Lattrigen VI, in : *Archéologie et environnement des milieux aquatiques*, Actes du 116^e congrès national des sociétés Savantes, Chambéry, 1991, éd. du Comité des Travaux Historiques et Scientifiques, Paris, p. 234-242.

Hafner A. (1992b) - Lattrigen VI Riedstation, Siedlungsplan und Baugeschichte eines neolithischen Dorfes, *Ufersiedlungen am Bielersee*, Band 4, Bern, 80 p.

Hafner A. et Suter P. (2000) - -3400. *Die entwicklung des Bauerngesellschaften im 4. Jahrtausend v.Chr . am Bielersee aufgrund der Rettungsgrabungen von Nidau und Sutz-Lattringen*, Berner Lehrmittel - und Medienverlag, Bern, 318 p.

Hafner A. et Suter P. (2004) - *5000 ans. Plongée dans le temps - découvertes. 1984-2004*, Service archéologique du canton de Berne, 57 p.

Hamon C. (2004a) - Broyage et abrasion au Néolithique ancien, Caractérisation technique et fonctionnelle de l'outillage en grès du Bassin parisien, thèse de doctorat, Université Paris I, 2 vol.

- Hamon C. (2004b) - Le statut des outils de broyage et d'abrasion dans l'espace domestique au Néolithique ancien en Bassin parisien, *Notae Praehistoricae*, 24, Bruxelles, p. 117-128.
- Hamon C. (2005) - Quelle signification archéologique pour les dépôts de meules néolithiques dans la vallée de l'Aisne ? *Revue Archéologique de Picardie*, n° spéciale 22, p. 39-48.
- Hamon C. (2006) - Broyage et abrasion au Néolithique ancien, Caractérisation technique et fonctionnelle des outillages en grès du Bassin parisien, BAR International Series 1551, Oxford, 342 p.
- Hamon C. et Milleville A. (2006) - La meule rhabillée, le plus simple appareil ? Fabriquer et utiliser un moulin au Néolithique, in L. Astruc, F. Bon, V. Léa, P.-Y. Milcent et S. Philibert (dir.), *Normes techniques et pratiques sociales. De la simplicité des outillages pré- et protohistoriques*, XXVI^{ème} Rencontres Internationales d'Archéologie et d'Histoire d'Antibes, Juan-les-Pins, éditions APDCA, Antibes, p. 173-183.
- Harms E. et Mangartz F. (2002) - *Vom magma zum mühlstein, ein zeitreise durch die lavaströme des bellerberg-vulkans*, vulkanpark, Mayen, 107 p.
- Haudricourt A.-G. (1987) - La technologie science humaine, Recherche d'histoire et d'ethnologie des techniques, éd. de la Maison des Sciences de l'Homme, Paris, 343 p.
- Hayden B. (1987) - *Lithic Studies Among the Contemporary Highland Maya*, University of Arizona Press, Tucson, 387 pp.
- Henry Ph. (1994) - Dénudation Précoce d'une Chaîne et Croissance Crustale. Géochimie Isotopique de la Molasse Tertiaire Péri-Apine., thèse I.N.P.L. et Université Nancy I, 158 p.
- Honegger M. (2001) - *L'industrie lithique taillée du Néolithique moyen et final de Suisse*, monographie du CRA, n° 24, édition CNRS, Paris, 320 p.
- Honegger M. (2006) - Flèches simples et flèches complexes dans le Néolithique du Nord des Alpes, in L. Astruc, F. Bon, V. Léa, P.-Y. Milcent et S. Philibert (dir.), *Normes techniques et pratiques sociales. De la simplicité des outillages pré- et protohistoriques*, XXVI^{ème} Rencontres Internationales d'Archéologie et d'Histoire d'Antibes, Juan-les-Pins, éditions APDCA, Antibes, p. 255-266.
- Horsfall G. (1987) - Design Theory and Grinding Stones, in : B. Hayden (Ed.), *Lithic Studies Among the Contemporary Highland Maya*, Tucson, The University of Arizona Press, p.332-377.
- Hurlimann F. (1965) - Neolitische Handmühlhen von einer Ufersiedlung am Greifensee, p. 72-86.
- Inizan M.-L., Reduron M., Roche H. et Tixier J. (1995) - *Technologie de la pierre taillée*, Tome 4, édition CREP, Meudon, 199 p.
- Jaccottey L. et Milleville A. (soumis a) - Première découverte de zones d'extraction de moulins de type « va-et-vient », Jura. *Société Préhistorique Française*.
- Jaccottey L. et Milleville A. (soumis b) - *Aux origines de la meule : Premiers exemples de carrières de moulins type « va-et-vient », Massif de la Serre, Jura*, actes des 7èmes rencontres méridionales de Préhistoire récente, Lyon, 3 et 4 novembre 2006.

Jaccottey L. et Milleville A. - sous presse : Schéma d'occupation interrégional : l'exploitation du massif de la Serre (Jura, France) et la diffusion du matériel de mouture au Néolithique, actes du 26^{ème} colloque INTERNEO, Luxembourg, octobre 2003, *Archeologia Mosellana*.

Jaccottey L., Milleville A. et Pétrequin P. - sous presse : *Des meules et des villages fortifiés : exploitation des matières premières au Néolithique dans le Jura et organisation territoriale*, actes du 27^{ème} colloque INTERNEO, Neuchâtel (Suisse), octobre 2005.

Jaccottey L., Gourgousse Y. et Milleville A., avec la collaboration de Chanson J.-M. (2004) - *Luxeuil-les-Bains (70) « Déviation RN 57 »*, Document Final de Synthèse, Institut National de Recherche en Archéologie Préventive, Service Régional de l'Archéologie de Franche-Comté, 80 p., 24 fig.

Jacomet S. (2004) - Archéobotanique, *Archäologie der Schweiz, Sur les traces des palafittes*, n° 27, vol. 2, p. 28.

Jammet-Reynal L. (2006) - La céramique de Clairvaux VII (Jura, France) : typologie, étude quantitative et sériation, travail de diplôme Archéologie Préhistoire, département d'anthropologie et d'écologie de l'université de Genève, 2 vol.

Jeudy F., Jeunesse C., Monnier J.-L., Pelegrin J., Pétrequin A.-M., Pétrequin P. et Praud I. (1995) - Les carrières néolithiques de Plancher-les-Mines (Haute-Saône). Exemples d'une approche intégrée, in : *Les mines de silex au Néolithique en Europe : avancées récentes : table ronde internationale de Vesoul*, 18-19 octobre 1991, Paris, CTHS, p. 241-280.

Jeudy F., Maitre A., Pétrequin A.-M., Pétrequin P. et Praud I. (1997) - Les lames de pierre polie, in : P. Pétrequin (dir.), *Les sites littoraux néolithiques de Clairvaux-les-Lacs et de Chalain (Jura), Chalain station 3, 3200-2900 av. J.-C.*, éd. de la Maison des Sciences de l'Homme, tome III, vol. 2, Paris, p. 455-466.

Jeunesse C., Pétrequin P. et Piningre J.-F. (1998) - L'est de la France, in : *Atlas du Néolithique européen, vol. 2A, L'Europe occidentale*, Eraul 46, Liège, p. 501-584.

Karlin C. (1992) - Connaissances et savoir-faire : comment analyser un processus technique en Préhistoire : introduction, in : R. Mora, X. Terradas, A. Parpal y C. Plana (eds). *Tecnologia y cadenas operativas liticas*. Reunion internacional, 15-18 Enero de 1991. Bellaterra : Universitat autonoma de Barcelona, Departament d'Historia de les Societats pre-capitalistes i d'Antropologia social, Treballs d'Arqueologia, I, p. 99-124.

Karlin C. et Pelegrin J. (1994) - chaîne opératoire, in : Leroi-Gourhan (éd.), *Dictionnaire de la Préhistoire*, PUF, p. 225.

Kerouanton I. (1999) - Les stations littorales immergées du lac du Bourget (Savoie) à l'âge du Bronze final, les groupes culturels et la question du groupe du Bourget, Thèse de doctorat, Université Paris 1 - Panthéon Sorbonne, 2 vol.

Kerrien Y. (1982) - Poligny, notice explicative de la carte géologique à 1/50 000, Ministère de l'Industrie et de la Recherche, Bureau de Recherches Géologiques et Minières, Service Géologique National, Orléans, 29 p.

Kissling D. (1974) - L'Oligocène de l'extrémité occidentale du bassin molassique suisse. Stratigraphie et aperçu sédimentologique, Thèse de l'Université de Genève, Suisse, 94 p.

- Kornprobst J. (1994) - *Les roches métamorphiques et leur signification géodynamique, Précis de pétrologie*. Paris, Ed. Masson, 224 p.
- Krier V., Lambert J., Lavier C., Magny M., Mouthon J., Pétrequin P., Pillonel D., Ponel P. et Richard H. (1997) - Synthèse 1: Rythmes lacustres et rythmes anthropiques au Néolithique final, in : P. Pétrequin (dir.), *Les sites littoraux néolithiques de Clairvaux-les-Lacs et de Chalain (Jura), Chalain station 3, 3200-2900 av. J.-C.*, éd. de la Maison des Sciences de l'Homme, tome III, vol. 1, Paris, p. 123-133.
- Labhart T. et Decrouez D. (1997) - *Géologie de la Suisse*, éd. Delachaux et Niestlé, Paris, 211 p.
- Lambert G. et Lavier C. (1989a) - dendrochronologie des stations II et II bis, in : P. Pétrequin (dir.), *Les sites littoraux néolithiques de Clairvaux-les-Lacs (Jura), le Néolithique moyen*, éd. de la Maison des Sciences de l'Homme, tome II, Paris, p. 137-154.
- Lambert G. et Lavier C. (1989b) - dendrochronologie de la Motte-aux-Magnins, niveau V, in : P. Pétrequin (dir.), *Les sites littoraux néolithiques de Clairvaux-les-Lacs (Jura), le Néolithique moyen*, éd. de la Maison des Sciences de l'Homme, tome II, Paris, p. 207-208.
- Lambert G. et Lavier C. (1997) - Datations dendrochronologiques de la station 3 de Chalain, in : P. Pétrequin (dir.), *Les sites littoraux néolithiques de Clairvaux-les-Lacs et de Chalain (Jura), Chalain station 3, 3200-2900 av. J.-C.*, éd. de la Maison des Sciences de l'Homme, tome III, vol. 1, Paris, p. 55-61.
- Lambert J., Lavier C., Lundström-Baudais K., Magny M., Passard F., Pétrequin P. et Richard H. (1989) - Résumé de synthèse de la deuxième partie (Station II/IIbis), in : P. Pétrequin (dir.), *Les sites littoraux néolithiques de Clairvaux-les-Lacs (Jura), le Néolithique moyen*, éd. de la Maison des Sciences de l'Homme, tome II, Paris, p. 195-199.
- Lavier C. (1996) - Dendrochronologie appliquée à l'Archéologie : élaboration d'une chronologie du chêne (*Quercus* sp.) pour le Néolithique à partir des sites lacustres de Clairvaux-les-Lacs et de Chalain (Jura, France), mémoire de DEA, Méthodes et Techniques Nouvelles en Sciences Humaines, option Histoire et Cultures des Sociétés Antiques, Université de Franche-Comté, Faculté des Lettres et Sciences Humaines, Besançon, 87 p.
- Leuvray J.-M. (1999) - Hauterive-Champréveyres, 12. L'industrie lithique du Bronze final : étude typo-technologique, *Archéologie neuchâteloise* n° 24, Neuchâtel, 92 p.
- Le Mire J. (1872) - Découverte d'une station lacustre de l'Age de la Pierre Polie dans le lac de Clairvaux, *Académie des sciences, belles-lettres et arts de Besançon*, p. 97-148.
- Lemonnier P. (1980) - Les Salines de l'Ouest, logique technique, logique sociale, éd. de la Maison des Sciences de l'Homme, Paris, 220 p.
- Lemonnier P. (1983) - L'étude des systèmes techniques, une urgence en technologie culturelle, *Techniques et culture*, 1, p. 11-26.
- Lemonnier P. (1991) - De la culture matérielle à la culture ? Ethnologie des techniques et Préhistoire, in : *25 ans d'études technologiques en Préhistoire : bilan et perspectives*, Rencontres Internationales d'Archéologie et d'Histoire d'Antibes, éd. A.P.D.C.A., Juan-les-Pins, p. 15-20.
- Lemonnier P. (2004) - Mythiques chaînes opératoires, *Techniques et culture*, 43-44, p. 25-43.

- Leroi-Gourhan A. (1971) - *L'Homme et la matière*, 2nd édition, Albin Michel, Paris, 347 p.
- Loisel G. (1920) - Micrographie du pointement granitique de Bussières-les-Belmont (Haute-Marne), *Société des Sciences Naturelles et d'Archéologie de la Haute-Marne*, tome III, fasc. IV, p. 46 à 48.
- Longepierre S. (2006) - Aux environs de Saint-Quentin-La-Poterie (Gard) durant l'antiquité tardive : une microrégion très impliquée dans l'activité meulière, in A. Belmont et F. Mangartz (Hrsg.), *Les meulières. Recherche, Protection et Valorisation d'un Patrimoine Industriel Européen*, actes du colloque international, Maison des Sciences de l'Homme-Alpes, Grenoble, septembre 2005, Verlag des Römisch-Germanischen Zentralmuseums, Mainz, p. 47-54.
- Magny M. (1991) - Une approche paléoclimatique de l'Holocène : les fluctuations des lacs du Jura et des Alpes du Nord françaises, thèse de doctorat, Université de Franche-Comté, Besançon, 2 vol.
- Magny M. (1993) - Un cadre climatique pour les habitats lacustres préhistoriques ? *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, tome 316, série II, n°11, Paris, p. 1619-1625.
- Magny M. (1995) - *Une histoire du climat. Des derniers mammouths au siècle de l'automobile*, éd. Errance, Paris, 176 p.
- Magny M., Begeot C., Peyron O., Richoz I., Marguet A. et Billaud Y. (2005) - Habitats littoraux et histoire des premières communautés agricoles au néolithique et à l'Age du Bronze : une mise en perspective paléoclimatique, in : Della Casa Ph. et Trachsel M. (eds) : *WES'04, Wetland Economies and Societies*. Proceedings of the International Conference in Zürich, 10-13 March 2004. *Collectio Archaeologica* 3, Zürich, p.133-142.
- Maigrot Y. (2003) - Etude technologique et fonctionnelle de l'outillage en matières dures animales. La station 4 de Chalain (Néolithique final, Jura, France), thèse de doctorat, Université Paris I, 284 p.
- Maréchal D., Pétrequin A.-M., Pétrequin P. et Arbogast R.-M. (1999) - Les parures du Néolithique final à Chalain et Clairvaux, *Gallia Préhistoire*, tome 40, Paris, p. 141-203.
- Marquer D. (1987) - *Transfert de matière et déformation progressive des granitoïdes, exemple des massifs de l'Aar et du Gothard (Alpes centrales suisses)*, mémoires et documents n° 10, Centre Armoricaïn d'Etude Structurale des Socles, 250 p.
- Marquer D. et Peucat J.-J. (1994) - Rb-Sr systematics of recrystallized shear zones at the greenschist-amphibolite transition : examples from granites in the Swiss Central Alps, *Schweizerische Mineralogische und Petrographische Mitteilungen*, n° 74, p. 343-358.
- Martineau R. (2000) - Poterie, techniques et sociétés. Etudes analytiques et expérimentales à Chalain et à Clairvaux (Jura), entre 3200 et 2900 av. J.-C., thèse de doctorat, Université de Franche-Comté, Faculté des Lettres, Besançon, 268 p.
- Martineau R., Convertini F. et Boullier A. (2000) - Provenances et exploitations des terres à poterie des sites de Chalain (Jura), *bulletin de la Société Préhistorique Française*, tome 97, n°1, Paris, p 57-71.

Mc Bryde I. (1997) - « The Landscape is a Series of Stories ». Grindingsstones, Quarries and Exchange in Aboriginal Australia : a Lake Eyre Study, in : A. Ramos-Millan et M. A. Bustillo (Eds.), *Silicious Rocks and Culture*, Granada, Editorial Universidad de Granada, p. 587-607.

Milleville A. (2003) - Analyse pétrographique : application au matériel de mouture et de polissage de sites du lac de Chalain (Jura, France), actes de la Table ronde internationale *Les matières premières lithiques en Préhistoire*. Aurillac (Cantal) 20-22 juin 2002, Préhistoire du Sud-Ouest, supplément n°5, p. 211-216.

Milleville A. (2006) - « De la pierre à la meule » au Néolithique final dans l'est de la France, *Internéo 6*, Paris, Association pour les Etudes Interrégionales sur le Néolithique et Société Préhistorique Française, p. 123-129.

Milleville A. (2006) - Le matériel de mouture et de broyage au Néolithique final à Chalain et Clairvaux (Jura, France) Matériaux locaux, matériaux exogènes, in C. Bressy, A. Burke, P. Chalard et H. Martin (dir.), *Notions de territoire et de mobilité. Exemples de l'Europe et des premières nations en Amérique du Nord avant le contact européen*. Actes de sessions présentées au X^{ème} congrès annuel de l'Association Européenne des Archéologues (Lyon, 8-11 septembre 2004), Liège, ERAUL, n° 116, p. 117-123.

Milleville A., Bellot-Gurlet L., Champagnon B. et Santallier D. (2003) - La micro-spectroscopie Raman pour l'étude des obsidiennes : structure, micro-inclusions, et études de provenance ?, *Revue d'Archéométrie*, 27, p. 123-130.

Mojon P.-O. (2002) - Les formations mésozoïques à Charophytes (Jurassique moyen-Crétacé inférieur) de la marge téthysienne nord-occidentale (Sud-Est de la France, Suisse occidentale, Nord-Est de l'Espagne) - Sédimentologie, micropaléontologie, biostratigraphie, *Géologie Alpine*, mémoire H. S. n° 41, 386 p.

Monnier J.-L., Pétrequin A.-M., Pétrequin P., Praud I. et Richard A. (1997a) - Bouchardes, percuteurs et blocs-enclumes, in : P. Pétrequin (dir.), *Les sites littoraux néolithiques de Clairvaux-les-Lacs et de Chalain (Jura)*, *Chalain station 3. 3200-2900 av. J.-C.*, éd. de la Maison des Sciences de l'Homme, tome III, vol. 2, Paris, p. 437-442.

Monnier J.-L., Pétrequin A.-M., Pétrequin P., Praud I. et Rossy M. (1997b) - Les polissoirs, in : P. Pétrequin (dir.), *Les sites littoraux néolithiques de Clairvaux-les-Lacs et de Chalain (Jura)*, *Chalain station 3. 3200-2900 av. J.-C.*, éd. de la Maison des Sciences de l'Homme, tome III, vol. 2, Paris, p. 447-454.

Mordant D. (1977) avec la collaboration de Mordant C. - Noyen-sur-Seine, habitat néolithique de fond de vallée alluviale, *Gallia Préhistoire*, tome 20, Paris, p. 229-269.

Morre-Biot N. (1969) - Etude pétrologique du socle cristallin du massif de la Serre, *bulletin du Bureau de Recherches Géologiques et Minières*, 2^e série, section 1, n°3, p. 1 à 16, 3 fig., 2 pl.

Morre-Biot N. et Storet J. (1967) - Sur l'âge absolu du granite de la Serre (Jura), *Compte rendus de l'Académie des sciences*, t. 265, série D, p. 1869 et 1870.

H. Muller H. (1923) - Une station lacustre néolithique à Charavines (lac de Paladru), *Rhodania*, n° 33, Compte rendu du cinquième congrès, Vienne, p. 98-101.

Muller-Pelletier C. (2006) - Les structures de combustion chasséennes de l'ensemble C2c de la doline de Roucadour : micro-histoires, fonctionnements et analyse spatiale, in : J. Gascó, F. Leyge et Ph. Gruat (dir.), *Hommes et passé des Causses, Hommage à Georges Costantini, Actes du Colloque de Millau, 16-18 juin 2005*, Centre d'Anthropologie, Musée de Millau, Toulouse, Ed. des Archives d'Ecologie Préhistorique, p. 223-252.

Nierle M.-C. (1982) - Mureybet et Cheik Hassan (Syrie) : outillage de mouture et de broyage (9e et 8e millénaires). *Cahiers de l'Euphrate* 3, p. 177-216.

Olive P. et Pétrequin P. (1989) - Les dates radiocarbone de la Motte-aux-Magnins, in : P. Pétrequin (dir.), *Les sites littoraux néolithiques de Clairvaux-les-Lacs (Jura), le Néolithique moyen*, éd. de la Maison des Sciences de l'Homme, tome II, Paris, p. 205-206.

Orcel C. et Dormoy C. (1993) - *Rapport d'analyse dendrochronologique préliminaire du site immergé des Baigneurs à Charavines (Isère)*. Moudon : Laboratoire Romand de Dendrochronologie, 156 p.

Perlès C. (1991) - Economie des matières premières et économie du débitage : deux conceptions opposées ?, in : *25 ans d'études technologiques en Préhistoire : bilan et perspectives*, Rencontres Internationales d'Archéologie et d'Histoire d'Antibes, éd. A.P.D.C.A., Juan-les-Pins, p. 35-45.

Pernin C. (1978) - *Etude géologique des abords du massif de La Serre, thèse 3^e cycle*, Besançon, 162 p.

Pétrequin A.-M. et Pétrequin P. (1982) - La Franche-Comté, propositions pour une chronologie interne, in : *le Néolithique Moyen Bourguignon (N.M.B.)*, Actes du Colloque de Beffia (Jura, France) 4 et 5 juin 1983, Archives Suisses d'Anthropologie Générale, numéro spécial, Genève, p. 17-47.

Pétrequin A.-M. et Pétrequin P. (1984) - *Habitat lacustre du Bénin : une approche ethno-archéologique*, éd. Recherches sur les Civilisations, Paris, 214 p.

Pétrequin A.-M. et Pétrequin P. (1988) - *Le Néolithique des lacs. Préhistoire des lacs de Chalain de Clairvaux (4000-2000 av. J.-C.)*, éd. Errance, coll. Les Hespérides, Paris, 271 p.

Pétrequin A.-M. et Pétrequin P. (1989) - la céramique du niveau V et le Néolithique Moyen Bourguignon, in : P. Pétrequin (dir.), *Les sites littoraux néolithiques de Clairvaux-les-Lacs (Jura), le Néolithique moyen*, éd. de la Maison des Sciences de l'Homme, tome II, Paris, p. 265-284.

Pétrequin A.-M., Pétrequin P., Richard A. et Rossy M. (1997) - Meules et broyons de Chalain 3, in : P. Pétrequin (dir.), *Les sites littoraux néolithiques de Clairvaux-les-Lacs et de Chalain (Jura), Chalain station 3. 3200-2900 av. J.-C.*, éd. de la Maison des Sciences de l'Homme, tome III, vol. 2, Paris, p. 443-446.

Pétrequin A.-M., Pétrequin P. et Vuilleme M. (1988) - Les occupations néolithiques et protohistoriques de la Baume de Gigny (Jura). Les rythmes des habitats en grotte et en bord de lacs. *Revue Archéologique de l'Est et du Centre Est*, tome XXXIX, Éd. du CNRS, Dijon, p. 3-37.

Pétrequin P. (1970) - La Grotte de la Baume de Gonvillars, *Annales Littéraires de l'Université de Besançon*, Archéologie 22, les Belles Lettres, Paris, 185 p.

Pétrequin P. (1972) - La grotte de la tuilerie à Gondenans-les-Montby, *Annales Littéraires de l'Université de Besançon*, vol. 137, les Belles Lettres, Paris, 173 p.

Pétrequin P. (1974) - Interprétation d'un habitat néolithique en grotte : le niveau XI de Gonvillars (Haute-Saône), *bulletin de la Société Préhistorique Française*, t. 71, fasc. 2, p. 489-534.

Pétrequin P. (1984) - *Gens de l'Eau, Gens de la Terre. Ethno-archéologie des communautés lacustres*. Collection La Mémoire du Temps, Hachette, Paris, 345 p.

Pétrequin P. (1985) - Collection anciennes des lacs de Chalain et Clairvaux au Musée de Lons-le-Saunier. Un échantillonnage chronologique aléatoire ?, in : *Néolithique Chalain-Clairvaux. Fouilles anciennes*. Présentation des collections du Musée de Lons-le-Saunier, 1, Lons-le-Saunier, Musée d'archéologie, p.41-43.

Pétrequin P. (1986) - Historique des recherches. Les idées et les méthodes, in : P. Pétrequin (dir.), *Les sites littoraux néolithiques de Clairvaux-les-Lacs (Jura), Problématique générale. L'exemple de la station III*, éd. de la Maison des sciences de l'homme, tome I, Paris, p. 13-26.

Pétrequin P. dir. (1986) - *Les sites littoraux néolithiques de Clairvaux-les-Lacs (Jura), Problématique générale. L'exemple de la station III*, éd. de la Maison des sciences de l'homme, tome I, Paris, 404 p.

Pétrequin P. dir. (1989) - *Les sites littoraux néolithiques de Clairvaux-les-Lacs (Jura), le Néolithique moyen*, éd. de la Maison des Sciences de l'Homme, tome II, Paris, 508 p.

Pétrequin P. (1989a) - Les dates radiocarbone des stations II, in : P. Pétrequin (dir.), *Les sites littoraux néolithiques de Clairvaux-les-Lacs (Jura), le Néolithique moyen*, éd. de la Maison des Sciences de l'Homme, tome II, Paris, p. 95-98.

Pétrequin P. (1989b) - Une approche de l'architecture au Néolithique moyen : les stations II de Clairvaux, in : P. Pétrequin (dir.), *Les sites littoraux néolithiques de Clairvaux-les-Lacs (Jura), le Néolithique moyen*, éd. de la Maison des Sciences de l'Homme, tome II, Paris, p. 91-94.

Pétrequin P. (1989c) - Meules et polissoirs du niveau V, in : P. Pétrequin (dir.), *Les sites littoraux néolithiques de Clairvaux-les-Lacs (Jura), le Néolithique moyen*, éd. de la Maison des Sciences de l'Homme, tome II, Paris, p. 309-312.

Pétrequin P. (1989d) - La Motte-aux-Magnins niveau V et la phase récente du Néolithique Moyen Bourguignon, in : P. Pétrequin (dir.), *Les sites littoraux néolithiques de Clairvaux-les-Lacs (Jura), le Néolithique moyen*, éd. de la Maison des Sciences de l'Homme, tome II, Paris, p. 203-204.

Pétrequin P. dir. (1991) - Construire une maison 3000 ans avant J.-C. Le lac de Chalain au Néolithique, éd. Errance, Paris, 75 p.

Pétrequin P. (1992) - Le lac de Chalain et la structuration d'un terroir, du Néolithique à l'Age du Fer, in : *L'habitat et l'occupation du sol à l'Age du Bronze en Europe*. Actes du colloque international de Lons-le-Saunier, éd. du Comité des Travaux Historiques et Scientifiques, Paris, p. 227-257.

Pétrequin P. dir. (1997) - *Les sites littoraux néolithiques de Clairvaux-les-Lacs et Chalain (Jura), Chalain station III (3200-2900 av. J.-C.)*, éd. Maison des Sciences de l'Homme, tome III, 2 vol., Paris, 765 p.

Pétrequin P. (1997) - Les dates radiocarbone, in : P. Pétrequin (dir.), *Les sites littoraux néolithiques de Clairvaux-les-Lacs et de Chalain (Jura), Chalain station 3, 3200-2900 av. J.-C.*, éd. de la Maison des Sciences de l'Homme, tome III, vol. 1, Paris, p. 63-64.

Pétrequin P. (1998) - Perdus ou jetés ? Les objets de parure du Néolithique de Chalain et Clairvaux (Jura, France), in : *Tradition und Innovation, Festschrift für Christian Strahm*, Internationale Archäologie, Studia honoraria, 3, Rahden, Verlag Marie Leidorf, p. 183-200.

Pétrequin P. (1999) - Les lacs de Chalain et de Clairvaux : dynamique évolutive des styles céramiques et transferts de population, *Gallia Préhistoire*, tome 40, Paris, p. 133-140.

Pétrequin P. dir. (2000) - *Lac de Chalain, Fontenu, Doucier, Marigny (Jura) Quatre millénaires d'habitat lacustre mis en question*, rapport d'évaluation, CRAVA et Laboratoire de Chrono-écologie, multigraphié.

Pétrequin P. (2005) - Habitats lacustres néolithiques et perception du temps, *bulletin de la Société Préhistorique Française*, tome 102, n°4, Paris, p. 789-802.

Pétrequin P., Bailly M. et Viellet A. (2001) - Les villages littoraux néolithiques du Jura français et les chronologiques de IV^e et III^e millénaires av. J.-C. Le point de vue de l'archéologue et du dendrochronologue in : *Datation*, Rencontres Internationales d'Archéologie et d'Histoire d'Antibes, éd. A.P.D.C.A., Juan-les-Pins, p. 407-431.

Pétrequin P., Chaix L., Pétrequin A.-M. et Piningre J.-F. (1985) - *La grotte des Planches-près-Arbois (Jura) Proto-cortailod et âge du bronze final*, éd. Maison des sciences de l'Homme, Paris, 273 p.

Pétrequin P., Chastel J., Giligny F., Pétrequin A.-M. et Saintot S. (1988) - Réinterprétation de la Civilisation Saône-Rhône (C.S.R.), Une approche des tendances culturelles du Néolithique final, *Gallia-Préhistoire*, tome 30, Paris, p. 1-89.

Pétrequin P., Errera M., Cassen S. et Croutsch C. (2003) - De la pétrographie aux approches sociales : la circulation des grandes haches en roches alpines pendant le Néolithique, actes de la Table ronde internationale *Les matières premières lithiques en Préhistoire*. Aurillac (Cantal) 20-22 juin 2002, *Préhistoire du Sud-Ouest*, supplément n°5, p. 253-275.

Pétrequin P., Jeudy F. et Jeunesse C. (1996) - Minières néolithiques, échanges de haches et contrôle social du sud vosgien à la Bourgogne, in : *La Bourgogne entre les bassins rhénan, rhodanien et parisien : carrefour ou frontière ?* Actes du XVIII^e Colloque interrégional sur le Néolithique (Dijon, 1991), *Revue Archéologique de l'Est*, 14^e supplément, p. 448-476.

Pétrequin P. et Jeunesse C. dir. (1995) - *La hache de pierre. Carrières vosgiennes et échange de lames polies pendant le Néolithique (5400 - 2100 av. J.C.)*. Edition Errance, Dijon-Quétigny, 132 p.

Pétrequin P., Lobert G., Maitre A. et Monnier J.-L. (2006b) - Les outils à moissonner et la question de l'introduction de l'araire dans le Jura (France), in : P. Pétrequin, R.-M. Arbogast, A.-M. Pétrequin, S. van Willigen et M. Bailly (dir.), *Premiers chariots, premiers araires, la diffusion de la traction animale en Europe pendant les IV^e et III^e millénaires avant notre ère*, éd. Du CNRS, monographie du CRA n° 29, Paris, p. 107-120.

Pétrequin P., Magny M. et Bailly M. (2005) - Habitat lacustre, densité de population et climat, L'exemple du Jura français, in : Della Casa Ph. et Trachsel M. (eds), *WES'04, Wetland Economies and Societies*. Proceedings of the International Conference in Zurich, 10-13 March 2004. *Collectio Archaeologica* 3, p.143-168.

Pétrequin P. et Olive P. (1986) - Les dates carbone 14 de la station III, in : P. Pétrequin (dir.), *Les sites littoraux néolithiques de Clairvaux-les-Lacs (Jura), Problématique générale. L'exemple de la station III*, éd. Maison des sciences de l'homme, tome I, Paris, p. 13-26.

Pétrequin P. et Pétrequin A.-M. (1993) - *Ecologie d'un outil : la hache de pierre en Irian Jaya (Indonésie)*, monographie du CRA, n°12, éd. CNRS, 461 p.

Pétrequin P. et Pétrequin A.-M. dir. (2001) - *Lac de Clairvaux, Clairvaux-les-Lacs (Jura) Trois millénaire d'habitat lacustre*, rapport d'évaluation, CRAVA et Laboratoire de Chrono-écologie, multigraphié.

Pétrequin P., Pétrequin A.-M., Arbogast R.-M., Maréchal D. et Viellet A. (2006) - Travois et jougs néolithiques du Lac de Chalain à Fontenu (Jura, France), in : P. Pétrequin, R.-M. Arbogast, A.-M. Pétrequin, S. van Willigen et M. Bailly (dir.), *Premiers chariots, premiers araires, la diffusion de la traction animale en Europe pendant les IV^e et III^e millénaires avant notre ère*, éd. Du CNRS, monographie du CRA n° 29, Paris, p. 87-105.

Pétrequin P., Pétrequin A.-M., Errera M, Cassen S., Croutsch C., Klassen L., Rossy M., Garibaldi P., Isetti E., Rossi G. et Delcaro D. (2005) - Beigua, Monviso e Valais. All'origine delle grandi asce levigate di origine alpina in Europa occidentale durante il V millennio, *Rivista di Scienze Preistoriche*, LV, p. 265-322.

Pétrequin P., Pétrequin A.-M., Errera M, Jaime-Riveron O., Bailly M., Gauthier E. et Rossi G. (sous presse) - Premiers épisodes de la fabrication des longues haches alpines : ramassage de galets ou choc thermique sur des blocs ?, *bulletin de la Société Préhistorique Française*.

Pétrequin P., Pétrequin A.-M., Giligny F. et Ruby P. (1994) - Produire pour soi, la céramique de Chalain 2C au Néolithique Final, *bulletin de la Société Préhistorique Française*, tome 91, n°6, Paris, p. 407-417.

Pétrequin P., Viellet A. et Illert N. (1999) - Le Néolithique au nord-ouest de Alpes : rythmes lents de l'habitat, rythmes rapides des techniques et des styles ?, in : *Habitat et société*, Rencontres Internationales d'Archéologie et d'Histoire d'Antibes, éd. A.P.D.C.A., Juan-les-Pins, p. 297-323.

Piningre J.-F. (1986) - L'industrie lithique, in : P. Pétrequin (dir.), *Les sites littoraux néolithiques de Clairvaux-les-Lacs (Jura), Problématique générale, l'exemple de la station III*, éd. de la Maison des Sciences de l'Homme, tome I, Paris, p. 190-203.

Piningre J.-F. (1989a) - L'industrie lithique de la station II, in : P. Pétrequin (dir.), *Les sites littoraux néolithiques de Clairvaux-les-Lacs (Jura), Le Néolithique moyen*, éd. de la Maison des Sciences de l'Homme, tome II, Paris, p. 177-186.

Piningre J.-F. (1989b) - Les industries lithiques du niveau V, in : P. Pétrequin (dir.), *Les sites littoraux néolithiques de Clairvaux-les-Lacs (Jura), Le Néolithique moyen*, éd. de la Maison des Sciences de l'Homme, tome II, Paris, p. 295-308.

Piqué A. (1991) - Les massifs anciens de France, segments de la chaîne varisque d'Europe occidentale, in : Piqué (coord.), *Les Massifs anciens de France*, éd. Sciences géologiques, n°44, vol. 3-4, p. 371-385.

Piqué A., Bogdanoff S., Quénardel J.-M., Rolet J. et Santallier D. (1994) - The French Paleozoic Terranes, in J. D. Keppie ed., 1994, *Pre-Mesozoic Geology in France and Related Areas*, Springer Verlag ed., Berlin, p. 483 à 500.

Poissonnier B. (2002) - Pylons, broyeur, bouchardes, marteaux et autres percuteurs : les interprétations fonctionnelles au risque de l'expérimentation, in : H. Procopiou et R. Treuil (dir.), *Moudre et broyer. L'interprétation fonctionnelle de l'outillage de mouture dans la Préhistoire et l'Antiquité*, Mémoires de la section d'Histoire des Sciences et Techniques, vol. 1, Paris, p. 141-154.

Pommepuy C. (1999) - Le matériel de mouture de la vallée de l'Aisne de l'Age du bronze à La Tène finale : formes et matériaux, *Revue Archéologique de Picardie*, n°1-2.

Portmann J.-P. (1955) - Pétrographie des moraines du glacier würmien du Rhône dans la région des lacs subjuraasiens (Suisse), *bulletin de la Société Neuchâteloise de Géographie*, t. LI fasc. 5, p. 13-55.

Portmann J.-P. (1966) - Pétrographie des formations glaciaires à l'est du lac de Biemme (Suisse), *Eclogae Geologicae Helvetiae*, vol. 59, n° 2, p. 697-721.

Procopiou H. (1998) - *L'outillage de mouture et de broyage en Crète minoenne*, thèse de doctorat, Université de Paris I, multigraphié, 2 vol.

Procopiou H. (2004) - Le broyage des matières minérales, l'apport de la tribologie à l'identification de la transformation des matières minérales, *Dossier d'Archéologie*, n°20, p. 58-61.

Procopiou H., Anderson P., Formenti, F. et Tresserras J.-J. (2002) -Etude des matières transformées sur les outils de mouture : identification des résidus et des traces d'usure par analyse chimique et par observations en microscopie optique et électronique, in : Procopiou H., Treuil R. (dir.), *Moudre et broyer. L'interprétation fonctionnelle de l'outillage de mouture dans la Préhistoire et l'Antiquité*, Mémoires de la section d'Histoire des Sciences et Techniques, vol. 1, p. 111-128.

Procopiou H. et Formenti, F. (2000) - La chromatographie en phase gazeuse. Meule et molettes, « à quoi ont elles servi » ? *Les dossiers d'archéologie*, 253, p. 70-73.

Procopiou H., Jautée E., Vargiolu R. et Zahouani H. (1996) - Petrographic and use-wear analysis of a quern from Syvritos Kephala, in : *XIII U.I.S.P.P. Congress Proceedings, Forli, 8-14 september 1996, Workshop 17, functional analysis of lithic artifacts : current state of the research*, vol. 6, t. 2, A.B.A.C.O. edizioni, p. 1183-1192.

Py M. et Adroher Auroux A.-M. (1991) - Principes d'enregistrement du mobilier archéologique, *Lattara* 4, Lattes, p. 83-100.

Ramseyer D. et Roulière-Lambert M.-J. dir. (1996) - *Archéologie et érosion. Mesures de protection pour la sauvegarde des sites lacustres et palustres*, Actes de la première rencontre internationale de Marigny, 29-30 septembre 1994, Centre Jurassien du Patrimoine, Lons-le-Saunier, 144 p.

Reille J.-L. (2000) - L'importation des meules à grains en Languedoc occidental au deuxième âge du Fer sur les sites de Pech Maho (III^e s. av. J.-C.) et du Cayla de Mailhac (V^e au II^e s. av. J.-C.), *Document d'Archéologie Méridionale*, 23, p. 273-278.

Ribaux P. (1986) - Cortailod-Est, un village du Bronze final, Tome 3. L'homme et la pierre. *Archéologie Neuchâteloise*, 3, 140 p.

Richard E. (1836) - Aperçu géognostique sur les environs de Moisse (département du Jura), *bulletin de la Société Géologique de France*, t. 8, Paris, p. 149 - 155.

Richard H. (1997) - Analyse pollinique d'un sondage de 7,50 m, in : P. Pétrequin (dir.), *Les sites littoraux néolithiques de Clairvaux-les-Lacs et de Chalain (Jura), Chalain station 3, 3200-2900 av. J.-C.*, éd. de la Maison des Sciences de l'Homme, tome III, vol. 1, Paris, p. 101-112.

Richard H. et Ruffaldi P. (2004) - Premières traces polliniques d'influence de l'homme sur le couvert végétal de l'Est de la France, in : H. Richard (dir.), *Néolithisation précoce. Premières traces d'anthropisation du couvert végétal à partir des données polliniques*, Presse Universitaires Franc-Comtoise, Annales Littéraires n° 777, série Environnement, sociétés et archéologie n°7, Besançon, p. 117-125.

Rivals M. (2006) - l'outillage lithique de mouture et de broyage chasseen de saint-michel-du-touch (31), mémoire de diplôme de l'EHESS, Toulouse, 195 p.

Roulière-Lambert M.-J. (1985) - Des fouilles anciennes à Clairvaux et Chalain à la constitution des collections du Musée Municipal de Lons-le-Saunier, in : *Néolithique Chalain-Clairvaux. Fouilles anciennes*. Présentation des collections du Musée de Lons-le-Saunier, 1, Lons-le-Saunier, Musée d'archéologie, p. 9-22.

Roux V. (1985) - *Le matériel de broyage. Etude ethnoarchéologique à Tichitt (R.I.) Mauritanie*, éd. Recherches sur les Civilisations, 58, Paris, 112 p.

Saintot S. (1989) - L'industrie lithique de la station VIII, in : P. Pétrequin (dir.), *Les sites littoraux néolithiques de Clairvaux-les-Lacs (Jura), le Néolithique moyen*, éd. de la Maison des Sciences de l'Homme, tome II, Paris, p. 477-486.

Saintot S. (1997) - L'industrie lithique taillée, in : P. Pétrequin (dir.), *Les sites littoraux néolithiques de Clairvaux-les-Lacs et de Chalain (Jura), Chalain station 3, 3200-2900 av. J.-C.*, éd. de la Maison des Sciences de l'Homme, tome III, vol. 2, Paris, p. 371-396.

Saintot S. (1999) - Les armatures de flèches en silex de Chalain et Clairvaux, *Gallia Préhistoire*, tome 40, Paris, p. 204-241.

Santallier D. (2003) - Revue des méthodes de détermination pétrographique appliquées aux objets archéologiques. Actes de la Table ronde internationale *Les matières premières lithiques en Préhistoire*. Aurillac (Cantal) 20-22 juin 2002, *Préhistoire du Sud-Ouest*, supplément n°5, p. 293-296.

Santallier D., Caron V., Gisclon J.-L., Jautée E. et Rantsordas S. (2002) - Réflexions préliminaires sur les qualités mécaniques des matériaux lithiques utilisés pour la confection du matériel de broyage et de mouture, in : H. Procopiou et R. Treuil R. (dir.), *Moudre et broyer. L'interprétation fonctionnelle de l'outillage de mouture dans la Préhistoire et l'Antiquité*, Mémoires de la section d'Histoire des Sciences et Techniques, vol. 1, p. 15-29.

Santallier D., Fillon J.-P. et Mignot A. (1998) - A propos de ce que l'on appelle les « Roches Vertes » en archéologie, *Revue d'Archéométrie*, n°24, p. 129-147.

Santallier D., Lardeaux J.-M., Marchand J. et Marignac Ch. (1994) - Metamorphism in the French Massif Central, in : *Pre-Mesozoic Geology in France and Related Areas*, J. D. Keppie éd., Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, p. 324-340.

Schaal C. (2002) - Paléocarpologie de la station 19 du lac de Chalain (Jura) au III^e millénaire av. J.-C., *Internéo 4*, Paris, Association pour les Etude interrégionales sur le Néolithique et Société Préhistorique Française, p. 59-68.

Schaal C. (2004) - L'Homme du Néolithique et l'Amour en cage (*Physalis alkekengi*), in : G. Boëtsch et H. Cortot (éd.), *Plantes qui nourrissent, plantes qui guérissent dans l'espace alpin*. Collection Anthropologie des populations alpines, éd. de la Librairie des Hautes-Alpes, Gap, p. 47-73.

Schibler J., Jacomet S., Hüster-Plogmann H. et Brombacher C. (1997) - Economic crash in the 37th and 36th centuries cal. BC in Neolithic lake shore sites in Switzerland, *Anthropozoologica*, n° 25-26, p. 553-570.

Schoumacker A. (1993) - Apport de la technologie et de la pétrographie pour la caractérisation des meules, in : P. Anderson, S. Beyries, M. Otte, H. Plisson (dir.), *Traces et fonction : les gestes retrouvés*, t.1, colloque international de Liège, Centre de recherche archéologique du C.N.R.S., 50, éd. Eraul, Liège, p. 163-175.

Séara F. et Ganard V. (1996), avec la collaboration de Bourgeois D., Laläi D., Léna A., Limondin N., Rotillon S., Schneider N. et Sordoillet D. - *Les gisements de Choisey Aux Champins (39.150.041) et de Ruffey-sur-Seille A Daupharde (39.471.026) (Jura) ; Etude des occupations mésolithiques, néolithique et protohistoriques de deux sites de plaine alluviale*. Document Final de Synthèse de fouilles préventives, Association pour les Fouilles Archéologiques Nationales, Service Régional de l'Archéologie de Franche-Comté, Besançon, 569 p.

Sené G. (1997) - Les coprolithes du Néolithique final de Clairvaux-les-Lacs et Chalain, in : P. Pétrequin (dir.), *Les sites littoraux néolithiques de Clairvaux-les-Lacs et de Chalain (Jura), Chalain station 3, 3200-2900 av. J.-C.*, éd. de la Maison des Sciences de l'Homme, tome III, vol. 2, Paris, p. 747-756.

Sigaut F. (1991) - Un couteau ne sert pas à couper mais en coupant. Structure, fonctionnement et fonction dans l'analyse des objets, in : *25 ans d'études technologiques en Préhistoire. Bilan et perspectives*, actes des rencontres 18-19-20 Octobre 1990, APDCA, Juan-les-Pins, p. 21-34.

Soyer R. (1960) - *Géologie de la région parisienne*, Que sais-je, Presse Universitaires de France, Paris, n° 854, 128 p.

Stuiver M., Reimer P. J., Bard E., Beck J. W., Burr G. S., Hughen K. A., Kromer B., McCormac G., van der Plicht J. et Spurk M. (1998) - Intcal98 radiocarbon age calibration, 24'000-0 cal BP, *Radiocarbon*, 40, p. 1041-1083.

Tardieu C. (2002) - Application d'une méthode d'analyse spatiale au village lacustre néolithique de Charavines-les-Baigneurs (Isère, France), *Bulletin de la Société Préhistorique Française*, 99, 2, Paris, p. 313-330.

Tardieu C. (2004) - Espaces de vie et identité au néolithique : approche spatiale des communautés lacustres du domaine circum-alpin, thèse de doctorat, Université Paris I, 2 vol.

Templer M. (2006) - Analyse typologique, évolution et affinités culturelles de la céramique néolithique de Clairvaux XIV, Jura, France (1ère moitié du IVème millénaire av. J.-C.), mémoire de licence, université de Neuchâtel, 83 p.

Thevenot J.-P., Strahm C., Pétrequin P., Gallay A., Bocquet A. et Bill J. (1976) - La civilisation Saône-Rhône. *Revue Archéologique de l'Est et du Centre-Est*, XXVIII, t. 3-4, p. 331 à 420.

Thiébaud J. et Jacquin J.-P. (1961) - Données nouvelles sur la constitution, l'origine et la minéralisation de l'« eurite » de la Serre (Jura), *bulletin de la Société Géologique de France*, n° 162, p. 72 et 73.

Thirault E., Santallier D. et Vera R. (1999) - Les matériaux lithiques polis du Néolithique rhône-alpin : de la caractérisation à l'interprétation archéologique. In : Beeching A. (dir.), *Circulations et identités culturelles alpines à la fin de la Préhistoire. Matériaux pour une étude*, travaux du Centre d'Archéologie Préhistorique de Valence, n°2, p. 259-296.

Vaquer J. (1996) - *Réseaux de circulation de l'obsidienne en Méditerranée centro-occidentale. La pierre taillée : ressources, technologies, diffusion*, Séminaire du Centre d'Anthropologie, Toulouse, p. 29-34.

Viellet A. (1997) - Etude dendrochronologique des chênes et des frênes (*Quercus* sp. et *Fraxinus* exc.) provenant du site néolithique final de Chalain 19, mémoire de D.E.A., Université de Franche-Comté, Faculté des Lettres, Besançon, 82 p.

Viellet A. (2005) - Synthèse chronologique des bois d'œuvre des sites néolithiques de Clairvaux-Lacs et de Chalain (Jura, France). Les aléas de la méthode dendrochronologique, *bulletin de la Société Préhistorique Française*, tome 102, n°4, Paris, p. 803-812.

Viellet A. (2007) - Temps, espace, environnement. Etude dendrochronologique des villages littoraux de Chalain et de Clairvaux (Jura, France) du 39e au 26e siècles av. J.-C., Thèse de doctorat., Université de Franche-Comté, Faculté des Lettres, Besançon, 388 p.

Von Raumer J.-F. (1969) - Stilpnomelan als alpinmetamorphes produkt im Mont-Blanc-Granit, *Contribution to Mineralogy Petrology*, n° 21, p. 257-271.

Voruz J.-L. (1997) - L'outillage en os et en bois de cerf de Chalain 3, in : P. Pétrequin (dir.), *Les sites littoraux néolithiques de Clairvaux-les-Lacs et de Chalain (Jura), Chalain station 3, 3200-2900 av. J.-C.*, éd. de la Maison des Sciences de l'Homme, tome III, vol. 2, Paris, p. 467-510.

Weinstein-Evron M., Lang B. et Ilani S. (1999) - Natufian trade/exchange in basalt implements: evidence from Northern Israel, *Archaeometry*, 41, p. 267-273.

Weinstein-Evron M., Kaufman D. et Bird-David N. (2001) - Rolling Stones: Basalt Implements as Evidence for Trade/Exchange in the Levantine Epipalaeolithic, *Journal of the Israel Prehistoric Society*, 31, p. 25-42.

Windl H. J. (1984) - Mahlversuche mit urzeitlichen Mühlen im Museum für Urgeschichte Asparn a. d. Zaya, *Wissenschaftliche Mitteilungen aus dem Niederösterreichischen Landesmuseum*, n°3, p.143-150.

Wright K. (1992) - A Classification System for Ground Stone Tools from the Prehistoric Levant, *Paléorient*, vol. 18, n° 2, p. 53-81.

Williams-Thorpe O. et Thorpe R.S. (1989) - Provenancing and archaeology of roman millstones from Sardinia (Italy), *Oxford Journal of Archaeology*, 8, p. 89-112.

Wolf C. et Hurni J.-P. (2002) - L'environnement forestier à travers l'étude dendrochronologique des sites littoraux du lac de Neuchâtel. 2700 av. J.-C. : point de rupture, in : H. Richard et A. Vignot (eds), *Equilibres et ruptures dans les écosystèmes durant les 20 derniers millénaires: durabilité et mutation*, actes du colloque international de Besançon, 2000, Annales Littéraires de l'Université de Franche-Comté, Série Environnement, Sociétés et Archéologie, 3, p. 387-402.

Zimmermann A. (1988) - Steine, in : U. Boelicke et al., *Der Bandkeramische Siedlungsplatz Langweiler 8*, Rheinische Ausgrabungen 28, Köln, p. 569-787.

Zogo J. - 1981 : Le permien et le trias du massif de la Serre (Jura,) étude sédimentologique, thèse de doctorat, université de Dijon, institut des sciences de la Terre, 156 p.

Annexe 1 :
Inventaire
des sites archéologiques
de la Combe d'Ain
ayant livré du
matériel lithique pondéreux

LAC DE CHALAIN
Carte IGN 1/25000, Champagnole 3326 Ouest
Pétrequin dir., 2000

Chalain 2 /3-5

Coordonnées Lambert 863,37 x 2191,96

Coordonnées GPS

N 46° 40. 517'

E 005° 46. 826'

Connu autrefois sous le nom d'Ilot des Roseaux. Situé à l'extrémité et au large d'une grande presqu'île. L'essentiel du mobilier des fouilles de 1904-1909 provient de CH 2 /3-5.

Site fouillé par P. Pétrequin en 1986, sur une surface de 71 m².

Cet habitat, qui appartient en totalité au Néolithique final (groupe de Chalain), comprend trois niveaux d'occupation séparés par des craies ; il est affecté par des loupes de glissement du côté du large (CH 1).

La surface de site conservée est d'environ 40 m x 50 m, avec une puissance stratigraphique d'environ 80 cm du côté du lac. Une protection du front d'érosion est à prévoir.

Site classé au titre des Monuments Historiques en 1911.

Chalain 2 A-C

Coordonnées Lambert 863,33 x 2191,99

Coordonnées GPS

N 46° 40. 553'

E 005° 46. 790'

Le site correspond à la partie terrestre de l'Ilot des Roseaux. F. Bourdier y a effectué un sondage en 1955/1956. Les fouilles de P. Pétrequin en 1987 et 1988, sur une surface de 200 m² ont mis en évidence deux phases chronologiques superposées (couche C : Clairvaux ancien; couche A// : Clairvaux récent). Deux palissades et un chemin de planche ont été dégagés sur 70 m de longueur.

La surface de site conservée est d'environ 45 m x 40 m et sa protection physique a été réalisée par le Service régional des Monuments historiques.

Site classé au titre des Monuments historiques en 1911.

Chalain 3

Coordonnées Lambert 863,26 x 2191,96

Coordonnées GPS

N 46° 40. 528'

E 005° 46. 747'

Le site a été signalé par F. Bourdier en 1955 sous le nom d'Ilot David. Le mobilier des fouilles anciennes effectuées par J. Feuvrier dans sa partie haute est déposé au Musée de Dole. P. Pétrequin reprend les fouilles de 1989 à 1991 sur une surface de 129 m², mettant en évidence une stratigraphie complexe.

La surface de site conservée est d'au moins 50 m x 40 m, avec une séquence stratigraphique de 1,40 m de haut du côté du lac : couches VIII Horgen, VI Horgen, IV Ferrières, IIc Clairvaux ancien et Clairvaux récent.

Un sondage palynologique de H. Richard a montré l'existence vraisemblable d'une couche du Néolithique ancien vers 1,80 m de profondeur, datée de la deuxième moitié du sixième millénaire av. J.-C.

La protection du front d'érosion a été réalisée par le Service régional des Monuments historiques.

Chalain 4

Coordonnées Lambert 863,20 x 2191,95

Coordonnées GPS

N 46°40.516'

E 005° 46. 702'

Il s'agit d'un site stratifié complexe avec une occupation continue entre 3040 et 3000 av. J.-C. (Clairvaux ancien). De la couche superficielle très érodée proviennent quelques tessons de l'Age du Bronze final (IIb à IIIa). L'étendue des fouilles anciennes n'a pas pu être estimée en raison de la prolifération des saules; il est probable que seule la partie haute et facile d'accès du site ait été touchée par les fouilles anciennes.

Le site a été fouillé par P. Pétrequin de 1992 à 1994, sur une surface de 100 m².

La protection du front d'érosion a été réalisée par le Service régional des Monuments Historiques.

Chalain 19

Coordonnées Lambert 863,12 x 2191,08

Coordonnées GPS

N 46° 40. 067'

E 005° 46. 593'

Le site a été détecté en 1904 par la présence de pieux en chêne qui dépassaient du sol tourbeux ; il est connu sous le nom d'Ilot sous Doucier (à ne pas confondre avec le Grand Ilot de Doucier signalé par L.A. Girardot en 1906 et qui est en fait le site de CH 20).

Pratiquement jusqu'en 1985, de nombreuses fouilles anciennes et clandestines ont eu lieu sur la partie centrale du site non recouverte de craie lacustre. Pendant l'hiver 1978/1979, M. Magny a réalisé des sondages à la tarière.

La fouille de 1700 m², dirigée par P. Pétrequin de 1995 à 2000, a révélé deux occupations principales : Horgen et Clairvaux ancien, avec une stratigraphie de 1,10 m du côté lac. Ce gros village à palissade du Néolithique final est relié à la terre ferme par un chemin de planches.

Chalain 20

Coordonnées Lambert 863,19 x 2191,13

Coordonnées GPS

N 46° 40. 112'

E 005° 46. 648'

Le site a été signalé par L.A. Girardot sous le nom de Grand Ilot de Doucier. Il s'agit d'un site d'importance majeure, en partie effondré dans le lac (CH 21), constitué probablement d'un village sur remblais artificiels et d'une puissance stratigraphique de 3,50 m, avec des dépôts anthropiques ininterrompus au centre de l'habitat

La surface de site conservée est de 50 m x 30 m environ.

Son occupation peut être attribuée à la deuxième moitié du Néolithique final (Chalain). De plus, L.A.

Girardot signalait en surface de la presqu'île, au dessus de la couche de craie qui scelle le Néolithique final, un niveau de l'Age du Bronze final avec quelques objets en bronze.

Chalain 21

Coordonnées Lambert 863,29 x 2191,12

Coordonnées GPS

N 46° 40. 110'

E 005° 46. 737'

Il s'agit de blocs effondrés et basculés dans le lac, issus des sites littoraux de CH 20 et CH 27, sans qu'il soit réellement possible de distinguer l'une ou l'autre origine. Ces blocs, situés à environ 150 m du rivage et à 8 à 12 m de profondeur, ont été repérés par P. Pétrequin en 1972.

Ils sont attribués chronologiquement à la deuxième moitié du Néolithique final (Chalain).

LAC DE CLAIRVAUX
Carte IGN 1/25000, Champagnole 3326 Ouest
Pétrequin et Pétrequin dir., 2001

Clairvaux II-IIbis

Coordonnées Lambert 861,775 x 2180,15

Coordonnées GPS

N 46° 34. 253'

E 005° 45. 109'

Site repéré par J.N. Le Mire en 1869 ; les premiers sondages ont été négatifs.

Retrouvé à nouveau en 1972 (P. Pétrequin), à l'occasion d'une prospection préliminaire à l'extension de la plage municipale de Clairvaux.

Décapage partiel en 1972 et 1973, précédant la pose d'un géotextile et un remblaiement partiel. La couche archéologique est très érodée, mais une fouille extensive a montré qu'il s'agissait d'un village de type Port-Conty, daté du 35e siècle av. J.C., avec une palissade, une ligne de maisons et des greniers sur pilotis situés vers le large, sur un haut fond émerseur à l'étiage.

Dimensions du site : 80 m x 50 m. Les poteaux des habitations sont encore conservés sur toute la surface du hameau.

Clairvaux III

Coordonnées Lambert 861,50 x 2180,20

Coordonnées GPS

N 46° 33. 589'

E 005° 45. 112'

Site d'habitat stratifié reconnu en 1969 par P. Pétrequin. En 1972, deux sondages de 4 m² pour reconnaître des successions d'habitat et de couches d'incendie très bien conservées.

En 1974, fouille subaquatique partielle d'une surface d'environ 48 m². Trois occupations successives. Les deux plus anciennes appartiennent au groupe de Clairvaux phase récente (30e s. av. J.-C.). Relevé des pieux sur une surface de 320 m².

La surface du site est d'environ 50 m sur 35 m, avec une puissance stratigraphique de 50 à 200 cm.

Excellent état de conservation.

Site classé au titre des Monuments Historiques en 1979.

Clairvaux IV

Coordonnées Lambert 861,325 x 2180,30

Coordonnées GPS

N 46° 34. 243'

E 005° 44. 807'

La partie du site dans le lac a été reconnue par J. Le Mire en 1869, avec des pieux qui dépassaient du sol ; mais les premiers sondages ont alors été négatifs, parce que les fouilles restaient superficielles.

En 1977, deux sondages (P. Pétrequin) de 4 m² chacun ont permis de reconnaître une séquence chronologique complexe sur 80 cm de hauteur moyenne.

En 1984, une campagne de fouille a été consacrée à ces habitats qui se succèdent de la fin du 31e siècle jusqu'au 30e siècle ; la surface fouillée n'a été que de 55 m² en raison de l'extrême difficulté de lecture et de reconnaissance des ensembles stratigraphiques. Attribution culturelle : groupe de Clairvaux, phase ancienne. La surface du site est de l'ordre de 50 m x 50 m, avec une palissade probable et un chemin de planches au moins.

Site classé au titre des Monuments Historiques en 1979.

Depuis cette date, les remblais déversés par les particuliers et par la DDE Subdivision de Clairvaux-les-Lacs ont détruit les abords du site et les anciens accès néolithiques.

La pérennité du site est menacée par le développement non contrôlé de la végétation, en particulier les saules et les roselières.

Clairvaux VII

Coordonnées Lambert 861,35 x 2180,35

Coordonnées GPS

N 46° 33. 372'

E 005° 44. 853'

Le site a été recoupé en 1970-72 par une tranchée drainant les eaux de la Fontaine Saint-Nithier, la pelleuse n'ayant qu'effleuré le début de la couche archéologique. Dans les déblais de la tranchée, quelques tessons du Néolithique Moyen Bourguignon.

En 2001, l'extension de cet habitat très important a pu être appréciée à l'occasion des sondages d'évaluation du patrimoine archéologique de Clairvaux. Une seule couche archéologique attribuée au Néolithique moyen (datation ¹⁴C AMS en cours).

Surface du site : au moins 50 m x 50 m.

Excellent état de conservation.

Clairvaux VIII

Coordonnées Lambert 861,47 x 2178,95

Coordonnées GPS

N 46° 33. 587'

E 005° 44. 884'

Village du Néolithique moyen II (Néolithique Moyen Bourguignon), recoupé par une des nombreuses tranchées de drainage réalisées vers 1986 par l'exploitant agricole du bas-marais, au sud du Grand Lac de Clairvaux.

L'extension du site n'est pas connue précisément et l'état de conservation des structures en bois est médiocre, justement en raison de l'abaissement local de la nappe. Il pourrait s'agir d'un village avec une seule rangée de maisons et une occupation unique.

La couche archéologique, située à faible profondeur (40 à 70 cm), pourrait se trouver fortement dégradée par une remise en culture de la parcelle aujourd'hui en voie d'abandon.

Clairvaux X

Coordonnées Lambert 861,675 x 2180,325

Coordonnées GPS

N 46° 34. 332'

E 005° 45. 040'

Site découvert en 1996, lors d'une évaluation archéologique (F. Jeudy, R. Martineau et P. Pétrequin) occasionnée par un projet d'extension du parking jouxtant la plage municipale de Clairvaux.

Couche d'occupation unique, datée de la première moitié du 30e siècle et attribuée à la phase récente du groupe de Clairvaux.

L'extension précise n'est pas connue, car les sondages y sont impossibles en raison des remblais de cailloux déversés au cours du 19e siècle, pour tenter d'assainir le bas-marais. La surface couverte par le site pourrait avoisiner 50 m x 30 m. Epaisseur de la couche archéologique : 30 à 50 cm.

Très bon état de conservation. Du côté de la rive, une clôture a été posée par la municipalité de Clairvaux pour matérialiser la limite entre la zone archéologique et les remblais du parking.

Clairvaux XIV

Coordonnées Lambert 861,80 x 2179,75

Coordonnées GPS

N 46° 33. 712'

E 005° 45. 035'

Site repéré par sondages systématiques à la tarière lors de l'évaluation archéologique du Grand Lac de Clairvaux en 2001.

Habitat à stratigraphie complexe, attribué au Néolithique moyen II. Deux sondages de 1 m² chacun ont montré qu'il s'agissait d'une très longue séquence du Néolithique Moyen Bourguignon (première moitié du IV^e millénaire av. J.C.), avec une puissance stratigraphique qui atteint 1 m au centre du site (5 datations ¹⁴C AMS en cours).

Les dimensions de ce site majeur, reconnues à partir de deux transects atteignent 50 m x 50 m au moins.

Très bon état de conservation, sous le niveau de la nappe phréatique.

Clairvaux La Motte-aux-Magnins

Coordonnées Lambert 861,55 x 2180,25

Coordonnées GPS

N 46° 34. 253'

E 005° 45. 109'

Etabli à l'extrémité d'une presqu'île tourbeuse au nord du Grand Lac, le site de la Motte-aux-Magnins a été identifié par J. Le Mire en 1869, avec un premier sondage de quelques 10 m². Il s'agit du premier site néolithique d'ambiance humide découvert en France. La puissance de sa stratigraphie (100 à 250 cm) et l'intensité des occupations du Néolithique et de l'Age du Bronze qui s'y sont succédé depuis le début du IV^e millénaire (NMB) jusqu'au milieu du II^e millénaire, en font un site-clef pour la compréhension des cultures néolithiques au nord-ouest des Alpes. De 1970 à 1983, la Motte-aux-Magnins a fait l'objet de fouilles programmées, d'abord dans le contexte du Service régional de l'Archéologie, puis du CNRS. Les surfaces fouillées sont de 96 m² pour la Motte-aux-Magnins, 8 m² pour les sondages de la Motte-aux-Magnins Sud et de 4 m² pour le sondage de la Motte-aux-Magnins Nord.

Les couches archéologiques s'étendent bien au-delà des limites cadastrales et "terrestres" de la presqu'île tourbeuse. Un sondage de 1999 à 50 m au sud de la rive a montré que les couches archéologiques du Néolithique et de l'âge du Bronze ancien y étaient encore suffisamment épaisses pour ne pas pouvoir être traversées avec une sonde pollinique.

D'après les sondages de 1972 et de 2001, la surface du site est évaluée, au minimum, à 110 m x 100 m.

Ce site majeur a été classé au titre des Monuments Historiques en 1989.

Son état de conservation est excellent, mais le développement des arbres et des roseaux est préjudiciable à sa survie dans le temps.

L'entretien régulier de la végétation doit être prévu dans des délais raisonnables.

Annexe 2 :

Explication
des numéros d'inventaire
du matériel lithique pondéreux
de la Combe d'Ain

Annexe 2 :
 Numéro d'inventaire du matériel lithique pondéreux de Chalain/Clairvaux

Lac		Site		Couche/phase		Type de pièce		N° Objet
N° inv.	Correspondance	N° inv.	Correspondance	N° inv.	Correspondance	N° inv.	Correspondance	
1	Chalain	2	CH 2	1	C	1	Meule/Molette	De 01 à n
				2	A	2	Polissoir	
				3	/5	3	Percuteurs/Bouchardes	
				4	/3	4	Bloc enclume	
				5	/6			
				0	/2			
		3	CH 3	1	VIII			
				2	VI			
				3	IV			
				4	II c			
				0	Fouilles Anciennes et post VII			
		4	CH 4	1	1			
				2	2			
				3	3			
				4	4			
				5	2 et 3			
				0	HS			
		19	CH 19	1	O			
				2	H			
				3	K			
				4	H/K et Fouilles Anciennes			
				5	ABC			
		21	CH 21	0	Pas de couche définie			

Annexe 2 :
 Numéro d'inventaire du matériel lithique pondéreux de Chalais/Clairvaux

Lac		Site		Couche/phase		Type de pièce		N° Objet
N° inv.	Correspondance	N° inv.	Correspondance	N° inv.	Correspondance	N° inv.	Correspondance	
2	Clairvaux	2	CL II	0	Pas de couche définie	1	Meule/Molette	De 01 à n
		3	CL III	1	inf	2	Polissoir	
				2	sup	3	Percuteurs/Bouchardes	
				0	HS	4	Bloc enclume	
		4	CL IV	1	inf			
				2	sup			
		7	CL VII	0	Regroupement des couches			
		8	CL VIII	0	Pas de couche définie			
		10	CL X	0	Pas de couche définie			
		14	CL XIV	0	Regroupement des couches			
		0	CL MM	1	V			
				2	Sud			
				3	A			
				4	A-C			
				5	A-G			
				6	B			
				7	C			
				8	D			
				9	E			
				10	F			
				11	G			
				12	H			
				13	H-G			
				14	H-K			
				15	J			
				16	K			

Annexe 3 :

Inventaire du matériel de
mouture et de broyage
de Chalain/Clairvaux

Annexe 3 :
matériel de mouture et de broyage de Chalain/Clairvaux

N° Inv.	M²	Typo	e/ fg	pds (g)	Lg. (cm)	lg. (cm)	ép. min	ép. max	NMI	Matère	grain	Prov. Possible	face 1	surface active	°Cb	face 2	côté 1	côté 2	extré. 1	extré. 2	observations	brûlé	Local.	Lame Mince	Dessin / Photo	
CH 2																										
1 2 2 1	01	N 62 A //	fg	4	2,9	1,3		0,5	Méta ind.	mica schiste (gneiss riche en micas)	fin					/	/	/	/	/			Musée Lons			
1 2 2 1	02	A 64 A	meule	fg	4	2,3	1,8	0,4	Sed ind.	?	fin		très polie			/	/	/	/	/	éclat de taille		Musée Lons			
1 2 2 1	03	A 68 A		fg	710	13,5	10	4,8	Méta ind.	roche métamorphique (gneiss avec lit de micas blancs)	fin		pas de surface active			/	/	/	/	/	brûlé	X	Musée Lons			
1 2 2 1	04	Ua 61 A		fg	60	8,2	3,4	2	Granitoïde alpin	granite à deux micas	gros	Alpes				/	/	/	/	/	éclat de taille		Frasnois	X		
1 2 2 1	05	Ua 61 A		fg	20	4,5	3,5	1,4	Granitoïde alpin	granite à deux micas	gros					/	/	/	/	/	éclat de taille		Musée Lons			
1 2 2 1	06	Va 61 A	M/Mo	fg	1620	12	17	6,7	Méta ind.	?	très gros		cassée			poli d'usage	aménagé	cassé	aménagée	cassée	brûlé	X	Musée Lons			
1 2 4 1	01	non précisé/3	meule	e	14000	37	26	8	13	Sed calcaire	calcaire	moyen		bouchardée très polie, percussion sur les cotés	33/20 cm	faible	naturelle	naturel	naturel	naturelle	cassée	découverte de surface, réutilisation en bloc enclume sur un arête ?		Musée Lons		ok
1 2 3 1	01	E 27 /5	/	fg	100	8,7	6,6	1,5	Grès type Serre	arkose	moyen	Serre	naturelle			cassée	naturel	cassé	cassée	cassée	éclat de taille		Musée Lons			
1 2 3 1	02	F 27 /5	meule	fg	1335	12,5	17,6	2,1	6,2	Grès type Serre	arkose	moyen	Serre	bouchardée polie	16/10 et 14/10 cm	ind	bouchardée polie	naturel	cassé	cassée	cassée	brûlé, et oxydation naturelle	X			ok
1 2 3 1	03	F 27 /5	meule	fg	5800	30	29	2,5	10	Grès type Serre	arkose	moyen	Serre	bouchardée légèrement polie	20/25 et 27/25 cm	moyen	bouchardée, polissage fort	cassé	naturel	cassée	cassée	brûlé, et oxydation naturelle	X	Frasnois		rapport
1 2 3 1	04	H 25 /5	meule	fg	7700	22,5	20,5	6,5	12	Grès type Serre	arkose	fin	Serre	bouchardée légèrement polie	19/12 cm	faible	cassé	cassé	cassé	cassée	cassée	brûlé, et oxydation naturelle	X	Musée Lons		rapport + photo pour "ocre"
1 2 3 1	05	J 23 /5	/	fg	205				Granitoïde alpin	Granitoïde à deux micas	gros	Alpes	/			/	/	/	/	/	brûlé poudre	X	Frasnois	X		
1 2 5 1	01	D 32/6	meule	e	84 000	63	40	21	calcaire	litage parallèle à SA	hétérogène	Locale	piquetée			brute	arêtes abattues			ébauche de meule perdue lors du transport vers le village		Musée Lons		rapport		
1 2 0 1	01	Recollé avec 1 2 3 1 03 (Chalain 2 /5)																								
1 2 0 1	02	/		fg	105	7,8	5,8	4,5	Grès type Serre	arkose	grossier	Serre	bouchardée ocrée			cassée	naturel	cassé	cassée	cassée	brûlé, et oxydation naturelle (analyse DX et Raman) voir si le fg colle avec CH2/5		Lyon	1		
1 2 0 1	03	/		fg	22	5,2	4,2	1,3	Grès type Serre	arkose	grossier	Serre	/			/	/	/	/	/	éclat de taille		Musée Lons			
1 2 0 1	04	/	meule	fg	28	3,2	2,7	2,4	Grès type Serre	arkose	grossier	Serre	bouchardée	2/2 cm		naturelle	cassé	cassé	cassée	cassée	brûlé		Musée Lons			
1 2 0 1	05	/		fg	51	4,8	4,4	1,4	Sed ind.	Subarkose ?	fin et poreux		plane			naturelle	cassé	cassé	cassée	cassée			Musée Lons			
1 2 1 1	01	A 57 C	molette	e	2880	19,5	14	6,7	Cristallin à mica vert	granite à mica vert	moyen	Alpes	bouchardée polie érodée	18/13 cm	ind.	naturelle	naturel	naturel	naturelle	taillée	brûlé incendié, friable, section ovulaire	X	Frasnois		ok	
1 2 1 1	02	A 61 C		fg	90				Poudre ind.	/	fin										poudre	X	Musée Lons			
1 2 1 1	03	A 67 C		fg	5	2,7	1,7	0,4	Métagranite Aar	métagranite à biotite incolore	moyen	Aar									éclat de taille		Musée Lons			
1 2 1 1	04	A 62 C		fg	75				Poudre ind.	/	fin										poudre	X	Musée Lons			
1 2 1 1	05	C 63 C	meule	fg	390	4,6	10,4	5,5	Calcaire	calcaire oolitique	moyen	Locale	cassée	8/4 cm	faible	bouchardée usée	cassé	cassé	naturelle	cassée	forte résistance mécanique, brûlé	X	Musée Lons			
1 2 1 1	06	D 67 C		fg	20	6,8	2,8	1	1	Métagranite Aar	métagranite à biotite incolore	fin	Aar										Frasnois			
1 2 1 1	07	J 62 C		fg	10				Poudre ind.	ind. avec craie											poudre (de meule décomposée ?)	X	Musée Lons			
1 2 1 1	08	T 70 C ET D 64 C		fg	135	10	6,5	1,6	1,6	Métagranite Aar	métagranite à biotite incolore	fin	Aar	cassée sur litage			cassée sur litage	cassé	cassé	naturelle	cassée			Frasnois		

Annexe 3 :
matériel de mouture et de broyage de Chalain/Clairvaux

N° Inv.	M²	Typo	e/ fg	pds (g)	Lg. (cm)	lg. (cm)	ép. min	ép. max	NMI	Matière	grain	Prov. Possible	face 1	surface active	°Cb	face 2	côté 1	côté 2	extré. 1	extré. 2	observations	brûlé	Local.	Lame Mince	Dessin / Photo	
1 2 1 1	09	L 62 C	meule	fg	90	8,8	5,1	1,4		Grès type Serre	arkose	Serre	bouchardée	7,5/4 cm	faible							éclat de taille		Musée Lons		
1 2 1 1	10	L 72 C		fg	125	6	5,5	2,7		Métagranite Aar	métagranite à biotite incolore	Aar	cassée sur litage			cassée sur litage	cassé	cassé	cassée	cassée			Frasnois	X		
1 2 1 1	11	M 70 C		fg	150	3	8,3	3,8		Métagranodiorite	métagranodiorite	MCE	brute de galet			cassée	cassé	cassé	cassée	cassée	brûlé, sur galet	X	Frasnois	X		
1 2 1 1	12	M 70 C	molette	fg	1365	14,5	15		4,2	Cristallin à mica vert	gneiss à mica vert	Alpes	érodée			érodée	érodé	érodé	érodée	érodée	brûlé	X	Frasnois		ok	
1 2 1 1	13	M 71 C	meule	fg	675	8,2	10,4	4,4	4,4	Calcaire	Intraosparite à dolomite	Locale (Jurassique supérieur)	naturelle	10/8 cm	faible	bouchardage grossier	cassé	naturel	cassée	naturelle + taillée		X	Frasnois	X		
1 2 1 1	14	M 71 C	molette	fg	1265	11,5	20,5	2,8	3,5	Calcaire	Intrabaspasparite à intraclaste micritique	Locale (Jurassique supérieur)	léger poli	19,5/10 et 19/11 cm	faible	réutilisation en polissoir plan	naturel	naturel	taillée	taillée	faible résistance mécanique M en Mo, fin d'utilisation, réutilisation poussée pour un calcaire ???		Frasnois	X		
1 2 1 1	15	N 69 C et M 69 C et M 70 C	meule	e	11900	48,5	25,6	5,7	7,3	Métagranite Aar	métagranite pauvre en mica	Aar	polissage de surface repris par bouchardage grossier et par taille des extrémités	46/22 et 12 cm	46/1,3 cm	naturelle, sur galet	naturel + taille	naturel + taille	naturelle	naturelle	brûlé incendie, extrémité proximale étroite et extrémité distale large, sur galet, section demi ovulaire plate	X	Frasnois	X	ok	
1 2 1 1	16	O 57 C	M/Mo	fg	245	18,4	7,8	4		Métagranite Aar	orthogneiss, litage parallèle à la SA	Aar	naturelle	7/5,5 cm	faible	bouchardée peu usée	cassé	cassé	naturelle	cassée	brûlé	X	Musée Lons			
1 2 1 1	17	P 59 C		fg	55					Métagranite Aar	orthogneiss riche en micas	Aar									t. mauvais état	X	Musée Lons			
1 2 1 1	18	P 64 C	molette	e	1950	19,5	16,2	2,7	3,5	Cristallin à mica vert	granite à mica vert	Alpes	polie couvrant au centre le bouchardage	17/16 cm	faible	encroutement poli par usage, sur galet	taille	taille	cassée et poursuite de l'utilisation	naturelle	réutilisé après casse, section rectangulaire sur galet		Frasnois		ok	
1 2 1 1	19	Q 58 C	molette	fg	580	8,8	9,8	5,5	5,5	Méta ind.	orthogneiss, très compact	Alpes	naturelle	7/11 cm	faible	bouchardée polie	naturel	cassé	naturelle	cassée			Musée Lons			
1 2 1 1	20	Ta 65 C et D 64 C		fg	170	10,5	6,2	1,8	1,8	Métagranite Aar	métagranite Mt Blanc ?	Aar	cassée			cassée	cassé	cassé	cassée	cassée			Frasnois	X (2)		
1 2 1 1	21	U 62 C		fg	65	5,2	3,7		2,8	Cristallin type Serre	Granite type Serre	Serre									brûlé	X	Musée Lons			
1 2 1 1	22	V 63 C		fg	5					Métagranite Aar	mica schiste ou gneiss	Aar									poudre	X	Musée Lons			
1 2 1 1	23	Ya 61 C	molette	e	2405	17,2	15,3		5	Méta ind.	méta de haute pression (roche basique), minéraux vert fluo	Alpes	bouchardée, poli total des gros cristaux	17/15 cm	forte, 17/2,7 cm	poli d'usage	naturel	naturel	naturelle + taillée	naturelle + bouchardée	SA brûlée, incendie (empreinte SA), section en amande, "en bouton" très bombée, sur galet	X	Frasnois		ok	
1 2 1 1	24	Ya 63 C		fg	245					Poudre ind.	/										poudre issue d'une meule ou d'un polissoir brûlé	X	Musée Lons			
1 2 1 1	25	Ua 64 C		fg	5	1,7	4,3		1,3	Métagranite Aar	métagranite à biotite incolore	Aar									éclat de taille		Musée Lons			
1 2 1 1	26	E 61 C		fg	15	3,7	2,7	/	1,5	Sed ind.	grès										éclat de taille		Musée Lons			
CH 3																										
1 3 1 1	01	Dc 72 VIII		fg	5	1,9	1,4		1,3	Grès type Serre	arkose	Serre	bouchardée polie			cassée	cassé	cassé	cassée	cassée	éclat de taille		Musée Lons			
1 3 1 1	02	Dc 72 VIII		fg	5	2,3	2,1		0,4	Grès type Serre	conglomérat à grain fin	Serre	naturelle			cassée	cassé	cassé	cassée	cassée	éclat de taille		Musée Lons			
1 3 1 1	03	Dc 72 VIII		fg	5	3,4	1,4		1,1	Grès type Serre	conglomérat à grain fin	Serre	cassée			cassée	cassé	cassé	cassée	cassée	éclat de taille		Musée Lons			
1 3 1 1	04	Dc 86 VIII		fg	5	2,8	1,7		0,4	Grès type Serre	conglomérat à grain fin	Serre	cassée			naturel	cassé	cassé	cassée	cassée	éclat de taille		Musée Lons			
1 3 1 1	05	Ec 72 VIII	meule	fg	180	5	7		7	Grès type Serre	conglomérat à grain fin	Serre	bouchardée			cassé	naturel	cassé	taillée	cassée			Musée Lons			
1 3 1 1	06	Ec 72 VIII		fg	10	4	2,9		1,2	Grès type Serre	conglomérat à grain fin	Serre				bouchardé poli					éclat de taille, cassé en 2		Musée Lons			

Annexe 3 :
matériel de mouture et de broyage de Chalain/Clairvaux

N° Inv.	M²	Typo	e/ fg	pds (g)	Lg. (cm)	lg. (cm)	ép. min	ép. max	NMI	Matière	grain	Prov. Possible	face 1	surface active	°Cb	face 2	côté 1	côté 2	extré. 1	extré. 2	observations	brûlé	Local.	Lame Mince	Dessin / Photo						
1 3 1 1	07	Ec 72 VIII		fg	10	4,4	2,6		0,9	Grès type Serre	arkose Lithique	moyen	Serre									éclat de taille		Lyon	X						
1 3 1 1	08	Fc 85 VIII	meule	fg	690	9,5	7,7		8,5	Calcaire	Oobiosparite	moyen	Locale (Jurassique supérieur)	naturelle	6/5,5 cm	nulle	bouchardé	naturel	cassé	cassée	naturelle			Frasnois	X	ok mono					
1 3 1 1	09	Hc 76 VIII		fg	10	3,2	2,3		1	Grès type Serre	conglomérat à grain fin	moyen	Serre	cassée			cassée	cassé	cassé	cassée	cassée	éclat de taille		Musée Lons							
1 3 1 1	10	Jc 78 VIII		fg	360					Grès type Serre	grés feld.	moyen	Serre									brûlé poudre	X	Musée Lons							
1 3 1 1	11	Kc 78 VIII		fg	1	1,5	1,4		0,2	Grès type Serre	conglomérat à grain fin	moyen	Serre	cassée			cassée	cassé	cassé	cassée	cassée	éclat de taille		Musée Lons							
1 3 1 1	12	Lc 79 VIII		fg	15	4,5	2,7		1,3	Grès type Serre	conglomérat à grain fin	moyen	Serre	bouchardée polie	3/1,5 cm		bouchardé poli	cassé	naturel	cassée	cassée			Musée Lons							
1 3 1 1	13	Lc 79 VIII		fg	5	1,9	1,9		1	Grès type Serre	conglomérat à grain fin	moyen	Serre	cassée			bouchardé très poli	cassé	naturel	cassée	cassée	brûlé	X	Musée Lons							
1 3 1 1	14	Mc 80 VIII		fg	20	5,1	3,3		1,4	Grès type Serre	conglomérat à grain fin	moyen	Serre	bouchardée polie	2/0,5 cm		cassé	cassé	cassé	cassée	cassée	éclat de taille		Musée Lons							
1 3 1 1	15	Mc 80 VIII		fg	15	2,7	3,2		1,4	Grès type Serre	conglomérat à grain fin	moyen	Serre	bouchardée très polie	3/2,5 cm		cassé	cassé	cassé	cassée	cassée	éclat de taille		Musée Lons							
1 3 1 1	16	Ub 84 VIII		fg	55	4,9	3,6		3	Leucogranite	Leucogranite blanc	moyen		cassée			cassé	cassé	cassé	cassée	cassée			Musée Lons							
1 3 1 1	17	Xb 84 VIII								Sed Silcrète	grauwake à ciment siliceux											lame monographie		Lyon	X						
1 3 1 1	18	Mc 77 VIII								Sed Silcrète	grauwake à ciment siliceux											lame monographie		Lyon	X						
1 3 1 1	19	Mc 82 VIII								Sed Silcrète	grauwake à ciment siliceux											lame monographie		Lyon	X						
1 3 2 1	01	Ec 84 VI		fg	65	5,9	3,8		3,5	Sed silcrète	silcrète	moyen		cassée			cassée	cassé	cassé	cassée	cassée	brûlé	X	Musée Lons							
1 3 2 1	02	Ec 85 VI		fg	45	5,1	3,7		3,2	Sed silcrète	silcrète	moyen		cassée			cassée	cassé	cassé	cassée	cassée	brûlé	X	Musée Lons							
1 3 2 1	03	Fc 79 VI		fg	80	5,5	4,7		3,6	Sed silcrète	silcrète	gros		cassée			cassée	cassé	cassé	cassée	cassée	brûlé	X	Lyon	X						
1 3 2 1	04	Gc 83 VI	?	fg	1035	16	12,5		4,2	Cristallin type Serre	granite Serre "massif"	très gros	Serre	érodée			érodée	érodée	érodée	érodée	érodée	érodée	érodée	érodée	érodée	érodée	érodée, brûlé cordiforme	X	Musée Lons		
1 3 2 1	05	Gc 83 VI		fg	520					Cristallin type Serre	granite à deux micas + myrmékite + sillimanite	moyen	Serre									brûlé poudre	X	Frasnois	X (2)						
1 3 2 1	06	Gc 83 VI		fg	2	1,8	1,5		0,3	Sed silcrète	silcrète	moyen		bouchardée	5/3 cm		cassée	cassé	cassé	cassée	cassée	éclat de taille		Musée Lons							
1 3 2 1	07	Hc 81 VI ET Lc 82 VI		fg	80	4,9	2,9		3,7	Sed silcrète	silcrète	moyen			moyen							brûlé	X	Musée Lons							
1 3 2 1	08	Jc 76 VI		fg	15	2,5	3		2,2	Sed silcrète	silcrète	gros		cassée			cassée	naturel	cassé	cassée	cassée	éclat de taille		Musée Lons							
1 3 2 1	09	Jc 85 VI		fg	40	4,6	4,2		4,3	Meulière	calcaire siliceux à Characées	fin	Bassin Parisien	naturelle			bouchardé	taillé	cassé	cassée	cassée	éclat de taille		Frasnois	X						
1 3 2 1	10	Jc 85 VI		fg	15	4,4	2		2,3	Sed silcrète	silcrète	fin		cassée			cassé	cassé	cassé	cassée	cassée			Musée Lons							
1 3 2 1	11	Mc 81 VI		fg	5	1,9	1,2		0,6	Sed silcrète	silcrète	moyen		cassée			cassé	cassé	cassé	cassée	cassée	éclat de taille, réavivage de SA		Musée Lons							
1 3 2 1	12	Mc 84 VI		fg	5	1,8	1,9		0,7	Sed silcrète	silcrète	moyen		cassée			cassé	naturel	cassé	cassée	cassée	éclat de taille		Musée Lons							
1 3 2 1	13	Mc 85 VI	meule	fg	175	7,4	6		4,9	Sed silcrète	silcrète	gros		bouchardé très poli	3,4/4 cm	moyen	cassée	naturel	cassé	cassée	cassée			Musée Lons							
1 3 2 1	14	Mc 85 VI		fg	150	5	5,5		6,5	Sed silcrète	silcrète	gros		bouchardée	4/4,5 cm	faible	bouchardé très poli	naturel	cassé	cassée	cassée	brûlé	X	Musée Lons							
1 3 2 1	15	Mc 85 VI		fg	80	3,5	2		3,2	Sed silcrète	silcrète	moyen		cassée			cassé	cassé	cassé	cassée	cassée			Musée Lons							
1 3 2 1	16	Mc 85 VI		fg	25	3,5	2,4		2,5	Sed silcrète	silcrète	moyen		cassée			cassé	cassé	cassé	cassée	cassée			Lyon	X						
1 3 2 1	17	Mc 85 VI		fg	15	3,6	2,3		2,5	Sed silcrète	silcrète	moyen		cassée			cassé	cassé	cassé	cassée	cassée			Musée Lons							
1 3 2 1	18	Mc 85 VI		fg	15	3,4	2		2,1	Sed silcrète	silcrète	gros		bouchardée polie			bouchardé très poli	naturel	cassé	cassée	cassée			Musée Lons							

Annexe 3 :
matériel de mouture et de broyage de Chalain/Clairvaux

N° Inv.	M²	Typo	e/ fg	pds (g)	Lg. (cm)	lg. (cm)	ép. min	ép. max	NMI	Matière	grain	Prov. Possible	face 1	surface active	°Cb	face 2	côté 1	côté 2	extré. 1	extré. 2	observations	brûlé	Local.	Lame Mince	Dessin / Photo	
1 3 2 1	19	Nc 77 VI	meule	fg	2885	16	14,5		6,3	Calcaire	calcaire oolithique	moyen	Locale	naturelle + taillée	14/12 cm		piqueté	taillé	cassé	cassée	taillée	meule cassée en cours de fabrication		Musée Lons		ok mono
1 3 2 1	20	Nc 82 VI		fg	10	2,9	2,7	1,6		Sed silcrète	silcrète	moyen		cassée		cassé	cassé	cassé	cassée	cassée	brûlé	X	Musée Lons			
1 3 2 1	21	Nc 82 VI		fg	35	4,5	3,2	2,5		Sed silcrète	silcrète	moyen		bouchardée très polie		cassé	cassé	cassé	cassée	cassée			Musée Lons			
1 3 2 1	22	Oc 81 VI		fg	10	4	2,1	1,4		Sed silcrète	silcrète	moyen		cassée		cassé	naturel	cassé	cassée	cassée	éclat de taille		Musée Lons			
1 3 2 1	23	Oc 81 VI		fg	10	3,3	1,8	1,4		Sed silcrète	silcrète	fin		cassée		cassé	cassé	cassé	cassée	cassée	brûlé	X	Musée Lons			
1 3 2 1	24	Oc 81 VI		fg	5	2	2	1,2		Sed silcrète	silcrète	moyen		cassée		cassé	cassé	cassé	cassée	cassée	éclat de taille brûlé	X	Musée Lons			
1 3 2 1	25	Oc 81 VI		fg	2	1,2	1,5	0,6		Sed silcrète	silcrète	moyen		cassée		cassé	cassé	cassé	cassée	cassée			Musée Lons			
1 3 2 1	26	Oc 81 VI		fg	2	1,4	1,3	0,5		Sed silcrète	silcrète	moyen		cassée		cassé	cassé	cassé	cassée	cassée			Musée Lons			
1 3 2 1	27	Oc 81 VI		fg	2	1,6	1,1	0,4		Sed silcrète	silcrète	moyen		cassée		cassé	cassé	cassé	cassée	cassée			Musée Lons			
1 3 2 1	28	Oc 82 VI		fg	3,8	2,2	2,2	0,7		Sed silcrète	silcrète	moyen		bouchardée polie							éclat de taille		Musée Lons		photo mono	
1 3 2 1	29	Oc 82 VI		fg	3,3	3,1	2,1	0,6		Sed silcrète	silcrète	moyen									éclat de taille		Musée Lons		photo mono	
1 3 2 1	30	Oc 82 VI		fg	3,4	3,1	1,6	0,8		Sed silcrète	silcrète	moyen		bouchardée polie							éclat de taille		Musée Lons		photo mono	
1 3 2 1	31	Oc 82 VI		fg	3,2	2,5	1,5	1		Sed silcrète	silcrète	moyen		bouchardée polie							éclat de taille		Musée Lons		photo mono	
1 3 2 1	32	Oc 82 VI		fg	3	2,9	1,6	0,6		Sed silcrète	silcrète	moyen									éclat de taille		Musée Lons		photo mono	
1 3 2 1	33	Oc 82 VI		fg	2,3	2	1,7	0,8		Sed silcrète	silcrète	moyen									éclat de taille		Musée Lons		photo mono	
1 3 2 1	34	Oc 82 VI		fg	1,4	1,8	1,5	0,8		Sed silcrète	silcrète	moyen									éclat de taille		Musée Lons		photo mono	
1 3 2 1	35	Oc 82 VI		fg	1,2	1,7	1,6	0,3		Sed silcrète	silcrète	moyen									éclat de taille		Musée Lons		photo mono	
1 3 2 1	36	Oc 82 VI		fg	0,9	1,8	0,8	0,6		Sed silcrète	silcrète	moyen									éclat de taille		Musée Lons		photo mono	
1 3 2 1	37	Oc 82 VI		fg	0,9	1,8	0,9	0,8		Sed silcrète	silcrète	moyen									éclat de taille		Musée Lons		photo mono	
1 3 2 1	38	Oc 82 VI		fg	0,9	1,2	1,2	0,8		Sed silcrète	silcrète	moyen									éclat de taille		Musée Lons		photo mono	
1 3 2 1	39	Oc 82 VI		fg	0,6	1,6	1,1	0,3		Sed silcrète	silcrète	moyen									éclat de taille		Musée Lons		photo mono	
1 3 2 1	40	Oc 82 VI		fg	0,4	1,2	1,2	0,4		Sed silcrète	silcrète	moyen									éclat de taille		Musée Lons		photo mono	
1 3 2 1	41	Oc 82 VI		fg	0,2	1,5	0,7	0,1		Sed silcrète	silcrète	moyen		cassée		cassé	cassé	cassé	cassée	cassée	éclat de taille		Musée Lons		photo mono	
1 3 2 1	42	Oc 83 VI		fg	10	3	2,2	1,3		Sed silcrète	silcrète	moyen		cassée		cassé	cassé	cassé	cassée	cassée			Musée Lons			
1 3 2 1	43	Oc 83 VI		fg	5	2,4	1,5	0,8		Sed silcrète	silcrète	moyen		cassée		cassé	cassé	cassé	cassée	cassée			Musée Lons			
1 3 2 1	44	Oc 84 VI		fg	70	5	3,2	4,4		Sed silcrète	silcrète	moyen		bouchardé poli	2,5/2,5 cm	faible	cassée	cassé	cassé	cassée	cassée	brûlé	X	Musée Lons		
1 3 2 1	45	Oc 80 VI								Sed silcrète	grauwache à ciment siliceux										lame monographie		Lyon	X		
1 3 2 1	46	Mc 85 VI								Sed silcrète	grauwache à ciment siliceux										lame monographie		Lyon	X		
1 3 3 1	01	Lc 81 IV		fg	55	5,6	3,3	/	4,4	Grès type Serre	arkose	hétérogène	Serre	/	/	/	/	/	/	/	éclat thermique	X	Frasnois			
1 3 3 1	02	Lc 82 IV		fg	40	7,6	3,1	/	2,1	Grès type Serre	arkose	hétérogène	Serre	/	/	/	/	/	/	/	éclat thermique	X	Frasnois			
1 3 3 1	03	Mc 81 IV		fg	15	4,5	2,6	/	1,2	Grès type Serre	arkose	hétérogène	Serre	Bouchardée	2/1 cm	/	/	/	/	/	éclat thermique	X	Frasnois			
1 3 3 1	04	Mc 82 IV	molette	e	2655	21	13	/	7,5	Leucogranite	leucogranite	moyen		naturel	12/20 cm	m	bouchardé poli	naturel	taillé	cassée	taillée	brûlé, section rectangulaire	X	Frasnois		Ok
1 3 3 1	05	Mc 82 IV		fg	280	/	/	/	/	Grès type Serre	arkose	hétérogène	Serre	/	/	/	/	/	/	/	9 éclats thermiques > 4 cm	X	Frasnois			
1 3 3 1	06	Mc 82 IV		fg	130	9,6	4,3	/	3,8	Grès type Serre	arkose	hétérogène	Serre	bouchardée polie	9/4 cm	/	/	/	/	/	éclat thermique qui remonte	X	Frasnois			

Annexe 3 :
matériel de mouture et de broyage de Chalain/Clairvaux

N° Inv.	M²	Typo	e/ fg	pds (g)	Lg. (cm)	lg. (cm)	ép. min	ép. max	NMI	Matière	grain	Prov. Possible	face 1	surface active	°Cb	face 2	côté 1	côté 2	extré. 1	extré. 2	observations	brûlé	Local.	Lame Mince	Dessin/ Photo	
1 3 3 1	07	Mc 82 IV	fg	40	4	5,2	/	3,1	Calcaire	bleu, bio intra sparite et vadose	fin	Locale (Jurassique supérieur)	naturel	/	/	bouchardé	cassé	cassé	naturelle	cassée	brûlé	X	Frasnois	X		
1 3 3 1	08	Mc 82 IV	fg	25	/	/	/	/	Grès type Serre	Arkose	hétérogène	Serre	/	/	/	/	/	/	/	/	14 éclats thermiques < 4 cm	X	Frasnois			
1 3 3 1	09	Mc 82 IV	fg	25	/	/	/	/	Calcaire	bleu à entroques	fin	Locale	/	/	/	/	/	/	/	/	brûlé, 5 fgs	X	Frasnois			
1 3 3 1	10	Mc 82 IV	fg	20	5,3	2,4	/	2	Grès type Serre	arkose	hétérogène	Serre	/	4,2/2,2 cm	/	/	/	/	/	/	éclat thermique qui remonte	X	Frasnois			
1 3 3 1	11	Mc 82 IV	fg	15	4	2,7	/	1,6	Grès type Serre	Silicrète ?	moyen	Serre	cassée	/	/	cassé	naturel	cassé	cassée	cassée	brûlé	X	Lyon	X		
1 3 3 1	12	Mc/Lc 81/82 IV	meule	"e"	21000	48	33	7	14	Grès type Serre	arkose	hétérogène, j 0,6 cm	Serre	bouchardée polie et lustrée sur le pourtour	43/30 cm	fort 3 cm	aménagée	aménagé	aménagé	aménagée	aménagée	fg principal	X	Frasnois		Ok
1 3 3 1	13	Nc 84 IV	ind.	/	/	/	/	/	/	crystallin	granite à muscovite et grenat	/	Alpes	/	/	/	/	/	/	/	/	lame monographie		Lyon	X	
1 3 3 1	14	Oc 86 IV	ind.	fg	5	3,1	2,8	/	0,5	Sed gwk cal	grauwacke calcaire	fin		/	/	/	/	/	/	/	éclat de taille, fg polissoir ?		Lyon	X		
1 3 3 1	15	Oc 86 IV	ind.	/	/	/	/	/	/	crystallin	monocristal	/		/	/	/	/	/	/	/	lame monographie		Lyon	X		
1 3 4 1	01	LC 85 IIc//+++	molette	fg	85	7,4	4,3		3,5	Sed subarkose	grès feld.	lité		cassée	7/3 cm	t ft	bouchardée polie	cassé	cassé	naturelle	cassée	même matière première que les polissoirs		Musée Lons		
1 3 0 1	01	Nc/Qc 110/113 II-IV	meule	fg	370	4,6	6,6		8,5	Grès type Serre	arkose	hétérogène	Serre	bouchardée polie	5,5/3,5 cm	fble	cassée	cassé	cassé	aménagée, perpendiculaire SA	cassée	sondage 2002		Frasnois		
1 3 0 1	02	Oc 111 II-IV	meule	fg	3225	20	15	6,8	8,5	Calcaire	Oomicrite	Fin	Locale (Jurassique supérieur)	plane irrégulière (trouée), polie	15/16 cm	fble	très irrégulière, dissoute ?	cassé	cassé	aménagée	cassée	sondage 2002		Frasnois	X	
CH 4																										
1 4 0 1	01	OF 65	molette	e ?	160	7,8	5		3,2	Calcaire	calcaire	/	Locale	lisse, polie	7,8/5 cm	moyen	naturelle	cassé	cassé	cassée	cassée	brûlé, friable et érodée, section rectangulaire, contre batte ?	X	Frasnois		ok
1 4 1 1	01	EF 67 G	fg	25	3,7	6,4		1,45	Gneiss à 2 micas	gneiss à 2 micas et grenat	fin	Alpes	/	/	/	/	/	/	/	/	éclat de taille		Frasnois	X		
1 4 1 1	02	GF 64 G	fg	90	7,3	3,4		1,4	Cristallin type Serre	orthogneiss	moyen	Serre	cassée	/	/	cassée	cassé	cassé	cassée	cassée	brûlé + morceaux	X	Frasnois			
1 4 1 1	03	GF 65 G	fg	20	4	2,9		1,7	Cristallin type Serre	orthogneiss	gros	Serre	cassée	/	/	cassée	cassé	cassé	cassée	cassée	brûlé, en miettes	X	Frasnois			
1 4 1 1	04	GF 67 G	meule	fg	105	5,5	7,8		1,9	Gneiss à 2 micas	gneiss	fin	Alpes	bouchardée très polie, litage oblique	7/3 cm	/	cassée	naturel	cassé	cassée	cassée	/		Frasnois		
1 4 1 1	05	GF 67 G	meule	fg	40	4,9	5,9		1,4	Gneiss à 2 micas	gneiss	fin	Alpes	bouchardée très polie	5/3 cm	/	naturelle	naturel	cassé	taillée	cassée	éclat de taille		Frasnois		
1 4 1 1	06	HF 64 G	fg	20	3,5	3		1,8	Cristallin type Serre	orthogneiss	moyen	Serre	cassée	/	/	cassée	cassé	cassé	cassée	cassée	brûlé et friable	X	Frasnois			
1 4 1 1	07	HF 65 G	fg	15	3,8	1,9		2	Gneiss à 2 micas	gneiss	moyen	Alpes	cassée	/	/	cassée	cassé	cassé	cassée	cassée	deux morceaux brûlés et friables	X	Frasnois			
1 4 1 1	08	JF 65 G	fg	5	2,7	2		1,8	Gneiss à 2 micas	gneiss	fin	Alpes	cassée	/	/	cassée	cassé	cassé	cassée	cassée	brûlé en miettes	X	Frasnois			
1 4 1 1	09	KF 60 G	fg	210	9	6,3		2,8	Cristallin type Serre	orthogneiss à deux micas	moyen	Serre	cassée	/	/	cassée	cassé	cassé	cassée	cassée	brûlé	X	Frasnois	X		
1 4 1 1	10	KF 65 G	meule	fg	95	10,5	6,4		2,1	Gneiss à 2 micas	gneiss	fin	Alpes	bouchardée très polie	5/7 cm	/	/	/	/	/	éclat de taille, deux morceaux		Frasnois			
1 4 1 1	11	KF 65 G	ind.	fg	10	2	4,6		0,8	Gneiss à 2 micas	gneiss à 2 micas	fin	Alpes	/	/	/	/	/	/	/	éclat de taille		Frasnois	X (2)		
1 4 1 1	12	KF 66 G	fg	200	10,5	6,5		2	Cristallin type Serre	orthogneiss	moyen	Serre	cassée	/	/	cassée	cassé	cassé	cassée	cassée	brûlé	X	Frasnois			

Annexe 3 :
matériel de mouture et de broyage de Chalain/Clairvaux

N° Inv.	MP	Typo	e/ fg	pds (g)	Lg. (cm)	lg. (cm)	ép. min	ép. max	NMI	Matière	grain	Prov. Possible	face 1	surface active	°Cb	face 2	côté 1	côté 2	extré. 1	extré. 2	observations	brûlé	Local.	Lame Mince	Dessin/ Photo	
1 4 1 1	13	LF 67 G	molette	fg	155	7,2	6,3	4	Leucogranite	leucogranite	moyen		bouchardée légèrement polie	7/6 cm	moyen	naturelle	cassé	naturel	cassée	cassée	brûlé	X	Frasnois	X		
1 4 1 1	14	MF 64 G		fg	160	11	5,8	1,6	Cristallin type Serre	orthogneiss	moyen	Serre	cassée		/	cassée	cassé	cassé	cassée	cassée	brûlé	X	Frasnois			
1 4 1 1	15	MF 65 G	meule	fg	10500	29	21,5	11	Calcaire	calcaire	fin	Locale	bouchardée lissée	29/22 cm	nulle	cassée	naturel	cassé	naturelle	cassée	réutilisé en enclume sur une arête		Frasnois			
1 4 1 1	16	MF 67 G	molette	fg	1480	15,5	16,5	4,5	Sed ind.	grès feldspathique très cimenté	fin		bouchardée légèrement polie	15/16 cm	faible	naturelle	taillé	taillé	taillée	cassée	/		Frasnois		OK	
1 4 1 1	17	MF 67 G		fg	5	3,7	2	0,8	Gneiss à 2 micas	gneiss	fin	Alpes	/		/	/	/	/	/	/	éclat de taille, deux morceaux		Frasnois			
1 4 2 1	01	AF 60 F		fg	145	8,8	4,2	4,1	Granite type protogine Mt Blanc	granite	gros	Mont Blanc ?	bouchardée polie érodée	5/3 cm	fort	cassée	cassé	cassé	cassée	cassée	brûlé	X	Frasnois			
1 4 2 1	02	BF 59 F	meule	fg	55	4,5	3,2	2,8	Gneiss à deux micas	gneiss avec peu de micas mais très gros	fin	Alpes	bouchardée très polie, érodée	3/1 cm	fort	naturelle	cassé	cassé	cassée	cassée	brûlé, très friable	X	Frasnois	X		
1 4 2 1	03	BF 60 F		fg	150	6,2	6,2	3	Granite type protogine Mt Blanc	granite déformé pauvre en micas	moyen	Mont Blanc ?	bouchardée polie érodée	5/5 cm	fort	naturelle	cassé	naturel	cassée	cassée	brûlé et friable	X	Frasnois	X		
1 4 2 1	04	BF 60 F	molette	e	1405	16	15	5	Granite type protogine Mt Blanc	granite à biotite verte	moyen	Mont Blanc	bouchardée légèrement polie	14,5/16 cm	fort	naturelle	naturel	naturel	naturelle	naturelle	brûlé, ovulaire dissy, "en bouton"? Sur galet	X	Frasnois		OK	
1 4 2 1	05	CF 60 F	meule	fg	215	8,4	5,5	4,3	Granite type protogine Mt Blanc	granite à biotite, déformation cassante	moyen	Mont Blanc	bouchardée très polie	5/4 cm		brute	cassé	brut	cassée	cassée	altéré (chauffe ?), deux morceaux et une découpe	?	Frasnois	X		
1 4 2 1	06	DF 60 F	meule	fg	70	12	2,5	3,5	Sed ind.	grès feldspathique	fin		bouchardée très polie	6/0,5 cm							éclat de taille, ravivage de butée		Frasnois		OK	
1 4 2 1	07	EF 59 F	meule	fg	2295	15	17	3,5	8,8	Leucogranite	leucogranite	moyen		bouchardée très polie	15/17 cm	fort	naturelle	naturel	cassé	naturelle	cassée	brûlé	X	Frasnois		OK
1 4 2 1	08	FF 64 F		fg	10	3	3	0,6	Cristallin type Serre	orthogneiss	moyen	Serre	cassée			naturelle	cassé	cassé	cassée	cassée	brûlé, en miettes	X	Frasnois			
1 4 2 1	09	FF 65 F		fg	3	1,5	1	0,5	Gneiss à deux micas	gneiss		Alpes	cassée			cassée	cassé	cassé	cassée	cassée	brûlé, trois morceaux	X	Frasnois			
1 4 2 1	10	FF 66 F		fg	3	2,2	1,4	0,8	Gneiss à deux micas	gneiss	fin	Alpes	cassée			cassée	cassé	cassé	cassée	cassée			Frasnois			
1 4 2 1	11	HF 61 F		fg	80	6,7	3,5	3	Grès type Serre	arkose	moyen	Serre	cassée, coloration rouge			cassée	cassé	cassé	cassée	cassée	ocre		Lyon	X+Dx		
1 4 2 1	12	HF 68 F			90				Méta ind.	monocrystal de feldspath perthitique	gros										poudre brûlé	X	Frasnois	X		
1 4 2 1	13	JF 66 F	meule	fg	45	3	4,2	4,2	Grès type Serre	arkose	moyen	Serre	naturelle	4/3 cm		cassée	naturel	cassé	naturelle	cassée	brûlé	X	Frasnois			
1 4 2 1	14	KF 68 F	molette	fg	260	8,1	6,8	2,4	3,8	Sed ind.	grès feldspathique très cimenté	fin		bouchardée polie	6,5/6,5 cm	moyen	bouchardée et poli d'aménagement	cassé	cassé	cassée	cassée	brûlé, éclat circulaire à l'épicentre de la chaleur	X	Frasnois		OK
1 4 2 1	15	NF 61 F		fg	15	4,6	3,2	0,9	Gneiss à deux micas	gneiss	fin	Alpes									éclat de taille		Frasnois			
1 4 2 1	16	NF 69 F		fg	60	5	2,7	4,3	Sed ind.	Passée siliceuse	gros		naturelle			cassée	cassé	cassé	cassée	cassée	brûlé, fg de perc ?	X	Frasnois			

Annexe 3 :
matériel de mouture et de broyage de Chalain/Clairvaux

N° Inv.	M²	Typo	e/ fg	pds (g)	Lg. (cm)	lg. (cm)	ép. min	ép. max	NMI	Matière	grain	Prov. Possible	face 1	surface active	°Cb	face 2	côté 1	côté 2	extré. 1	extré. 2	observations	brûlé	Local.	Lame Mince	Dessin/ Photo
1 4 2 1	17	OF 64 F	fg	115	7,5	5		2	Cristallin type Serre	métagranite à deux micas et myrmékite	gros	Serre	cassée			cassée	naturel	cassé	cassée	cassée	+ KF 66 G et MF 64 G	X	Frasnois	X	
1 4 2 1	18	PF 63 F	meule	130	6	5		4,2	Leucogranite	leucogranite	moyen		bouchardée polie	3,5/5 cm	moyen	naturelle	cassé	naturel	cassée	cassée	brûlé	X	Frasnois		OK
1 4 2 1	19	VE 59 F	fg	5	2,1	2,3		0,8	Orthogneiss à muscovite	métagranite à muscovite	fin	Alpes	cassée			cassée	cassé	cassé	cassée	cassée		?	Frasnois	X (2)	
1 4 2 1	20	XE 60 F	fg	10	3	2,2		1,4	Granite type protogine Mt Blanc	Granite à biotite verte	moyen	Mont Blanc	cassée			cassée	cassé	cassé	cassée	cassée	altéré (chauffe ?)	?	Frasnois		
1 4 2 1	21	XE 60 F	fg	5	2,8	1,6		1,3	Granite type protogine Mt Blanc	granite à biotite, déformation cassante	moyen	Mont Blanc	cassée			cassée	cassé	cassé	cassée	cassée	altéré (chauffe ?)	?	Frasnois	X	
1 4 2 1	22	XE 62 F	meule	45	5,6	1,8		4,1	Orthogneiss à muscovite	orthogneiss	fin	Alpes	bouchardée très polie	0,5/3		naturelle	taillé	cassé	cassée	cassée	éclat	?	Frasnois		
1 4 2 1	23	YE 59 F	fg	20	4,9	1,3		4,3	Orthogneiss à muscovite	orthogneiss à muscovite	fin	Alpes	bouchardée très polie	0,5/3		cassée	cassé	cassé	cassée	cassée	éclat + miettes	?	Frasnois	X	
1 4 2 1	24	YE 60 F	Meule	200	6	8,5		4,5	Granite type protogine Mt Blanc	Granite à biotite verte	moyen	Mont Blanc	bouchardée très polie	5/5 et 5/3	moyen	polie	naturel	cassé	cassée	cassée	brûlé, friable	X	Frasnois		
1 4 2 1	25	ZE 62 F	fg	30	5	3,7		1,9	Granite type protogine Mt Blanc	Granite à biotite verte	moyen	Mont Blanc	bouchardée polie	1/1 cm		cassée	cassé	cassé	cassée	cassée	altéré (chauffe ?) et friable, trois morceaux	?	Frasnois		
1 4 3 1	01	AF 60 E	molette	e	3400	21,7	14,6	7,3	Calcaire	calcaire oolithique	moyen	Locale	bouchardée très polie	21/14 cm	fort	naturelle	naturel, abattu au contact de la surface active	naturel, abattu au contact de la surface active	naturelle, abattu au contact de la surface active	naturelle, abattu au contact de la surface active, traces de percussion	réutilisé comme percuteur (F), section triangulaire dissy		Frasnois		ok + photo
1 4 3 1	02	JF 63 E	molette	e	1065	15,7	12,5	4	Leucogranite	granite à muscovite, rose	moyen		bouchardée légèrement polie	15/12 cm	moyen	encroutement	taillé	cassé et réutilisée	taillée	taillée	section rectangulaire		Frasnois	X	Ok
1 4 3 1	03	JF 65 E	meule	fg	45	5	3,7	2,9	Grès type Serre	arkose	Gros	Serre	bouchardée, arrasion des gros grains, érodée	4,5/3 cm		cassée	cassé	cassé	naturelle	cassée			Frasnois		
1 4 3 1	04	KF 59 E	fg	35	3,9	2,9		2,2	Grès type Serre	arkose	moyen	Serre	bouchardée			cassée	cassé	cassé	cassée	cassée	brûlé	X	Lyon	X	
1 4 3 1	05	NF 59 E	meule	fg	75	5,8	4,8	2,6	Grès type Miéry	subarkose à apatite organique	fin	Miéry/ Salins	bouchardée	4,5/2 cm		cassée	taillé	cassé	cassée	cassée	brûlé	X	Frasnois / Lyon	X	
1 4 3 1	06	KF 68 E	fg	75	6,3	4,4		2,3	Grès type Serre	grès feldspathique cimenté	moyen	Serre	bouchardée très polie	6/4 cm		cassée	cassé	naturel	cassée	cassée	brûlé	X	Frasnois		

Annexe 3 :
matériel de mouture et de broyage de Chalain/Clairvaux

N° Inv.	MP	Typo	e/ fg	pds (g)	Lg. (cm)	lg. (cm)	ép. min	ép. max	NMI	Matière	grain	Prov. Possible	face 1	surface active	°Cb	face 2	côté 1	côté 2	extré. 1	extré. 2	observations	brûlé	Local.	Lame Mince	Dessin / Photo	
1 4 3 1	07	LF 69 drain (E)		110					Méta ind.	monocrystal de feldspath perthitique, avec plagioclase et chlorite	gros										poudre brûlé	X	Frasnois	X		
1 4 3 1	08	LF 69 drain (E)	molette	e	3755	23,4	17,5	6,5	Méta type Verrucano	Quartzite déformée à quartz rouge	moyen	NPS	bouchardée légèrement polie	23/17 cm	faible	naturelle	naturel	naturel	naturelle	naturelle	brûlé 4 morceaux, section ovulaire. Sur galet	X	Frasnois	X	Ok	
1441	01	CF 65 D	meule	fg	1230	15,5	15	2,8	4,5	Gneiss à deux micas	métagranite à deux micas	gros	Alpes	bouchardé très poli	reste 12/14 cm	fort	cassée	naturel	cassé	taillée	cassée	2 morceaux		Frasnois/Lyon	X	
1441	02	GF 61 et KF 61		fg	975	16,8	13,5	5,7	Grès type Miéry	subarkose litée	fin	Miéry/Salins	cassée			naturelle	cassé	cassé	cassée	cassée	remontage 2 morceaux		Frasnois			
1441	03	GF 61 B		fg	10	4,5	3,2	0,8	Sed ind.	grès quartzitique	t. fin		naturelle			cassée	cassé	cassé	cassée	cassée	brûlé	X	Frasnois			
1441	04	EF 60, JF 61, JF 63, KF 63, PF 59	meule	fg	1005	10,5	6,5	8,5	Grès type Miéry	subarkose litée	fin	Miéry/Salins	bouchardée polie	10/6,5 cm	faible	naturelle	cassé	cassé	cassée	cassée	remontage 5 morceaux		Frasnois			
1441	05	GF 62 D		fg	1	1,6	1	0,5	Gneiss à deux micas	métagranite à deux micas	/										deux morceaux très petits		Frasnois			
1441	06	HF 61 D		fg	10	3,2	1,6	1	Grès type Miéry	subarkose litée	fin	Miéry/Salins	cassée			cassée	cassé	cassé	cassée	cassée			Frasnois			
1441	07	HF 64 D	molette	fg	380	6,8	13,2	1	4,7	Méta type Verrucano	Quartzite déformée	moyen	NPS	bouchardée très polie	12/3 cm	faible	naturelle	naturel	cassé	cassée	cassée	brûlé, sur galet	X	Frasnois	X	Ok
1441	08	HF 64 D		fg	30	3,4	6,9	1,5	Méta type Verrucano	Quartzite déformée	fin	NPS	bouchardée très polie								éclat de taille		Lyon	X		
1441	09	LF 63 D		fg	10	3,6	2,6	1	Grès type Miéry	subarkose litée	fin	Miéry/Salins	cassée			cassée	cassé	cassé	cassée	cassée	brûlé	X	Frasnois			
1441	10	KF 62 D		fg	200	5,5	5	4	Grès type Miéry	subarkose litée	fin	Miéry/Salins	bouchardée	5,5/5 cm	faible	cassé	cassé	cassé	cassée	cassée	brûlé	X	Frasnois			
1441	11	MF 66 CD	ind	fg	40	6,8	4,9	1	Sed ind.	grès à passée de quartz	fin				faible						plaquette		Frasnois			
1441	12	NF 60 VII		fg	5	2,9	2,1	0,7	Métagranite Aar	à biotite verte majoritaire	moyen	Aar	cassée			cassée	cassé	cassé	cassée	cassée			Lyon	X		
1441	13	NF 61 D		fg	190	7,9	3,4	4,3	Grès type Miéry	subarkose à apatite organique	fin lité	Miéry/Salins	bouchardée très polie		fort	cassée	cassé	cassé	cassée	cassée			Lyon	X		
1441	14	OF 59 A-C VII		fg	50	3,6	2,8	3,8	Grès type Miéry	subarkose litée	fin	Miéry/Salins	bouchardée	3,5/3 cm	brute	cassée	cassé	cassé	cassée	cassée			Frasnois			
1441	15	PF 59 A	meule	fg	70	5,8	4	2,8	Grès type Serre	arkose	gros	Serre	bouchardée polie	4/2 cm		cassée	cassé	taillé	cassée	cassée	brûlé	X	Frasnois			
1441	16	PF 59 VII		fg	10	3,1	2,1	1,7	Sed ind.	grès quartzitique très cimenté	moyen		érodée			cassée	cassé	cassé	cassée	cassée	deux éclats		Frasnois			
1441	17	PF 59 VII		fg	5	3,4	2,9	0,6	Grès type Serre	conglomérat à grains fins, arkose	gros	Serre									éclat de taille		Lyon	X		
1441	18	PF 61 VII		fg	30	3,2	2,7	3,3	Grès type Serre	arkose	moyen	Serre	bouchardée			cassée	cassé	cassé	cassée	cassée	brûlé	X	Lyon	X		
1441	19	PF 61 VII (A-C)		fg	80	2,5	6,7	4,2	Sed ind.	grès feldspathique compact, lié	moyen		naturelle			naturelle	naturel	naturel	naturelle	cassée	brûlé	X	Frasnois			

Annexe 3 :
matériel de mouture et de broyage de Chalain/Clairvaux

N° Inv.	MP	Typo	e/ fg	pds (g)	Lg. (cm)	lg. (cm)	ép. min	ép. max	NMI	Matière	grain	Prov. Possible	face 1	surface active	°Cb	face 2	côté 1	côté 2	extré. 1	extré. 2	observations	brûlé	Local.	Lame Mince	Dessin / Photo	
1441	20	PF 62 VII/	molette	e	1820	13,5	12,2	7,5	Calcaire	calcaire coquillier	gros	Locale	bouchardée polie	13/12 cm	faible	naturelle	naturel	naturel	naturelle	naturelle	section circulaire		Frasnois		Ok	
1441	21	JF 61 B		fg	90	9	3	2,5	Grès type Miéry	subarkose litée	fin	Miéry/ Salins	cassée			cassée	cassé	cassé	cassée	cassée	brûlé	X	Frasnois			
1441	22	JF 61 D		fg	75	7,6	3,3	2,8	Grès type Miéry	subarkose litée	fin	Miéry/ Salins	plan longit.			cassée	cassé	taillé	cassée	cassée	brûlé	X	Frasnois			
1441	23	JF 61 D		fg	50	4,3	2,7	2,8	Grès type Miéry	subarkose litée	fin	Miéry/ Salins	cassée			cassée	cassé	cassé	cassée	cassée	brûlé		Frasnois			
1441	24	JF 61 D		fg	5	3,2	2,1	0,8	Grès type Miéry	subarkose litée	fin	Miéry/ Salins	cassée			cassée	cassé	cassé	cassée	cassée			Frasnois			
1441	25	PF 61 VII		fg	130	7,2	6,5	2,8	Grès type Miéry	subarkose litée	fin	Miéry/ Salins	cassée			cassée	cassé	cassé	cassée	cassée	brûlé, deux morceaux	X	Frasnois	X, lame 1442 35		
1441	26	PF 61 VII		fg	90	7,7	4,8	2	Grès type Miéry	subarkose litée	fin	Miéry/ Salins	plane			cassée	cassé	cassé	cassée	cassée			Frasnois			
1441	27	PF 61 VII		fg	80	6	4,5	3	Grès type Miéry	subarkose litée	fin	Miéry/ Salins	cassée			cassée	cassé	cassé	cassée	cassée			Frasnois			
1441	28	PF 61 VII		fg	55	6,2	3,4	3,2	Grès type Miéry	subarkose litée	fin	Miéry/ Salins	cassée			cassée	cassé	cassé	cassée	cassée			Frasnois			
1441	29	PF 62 VII		fg	120	5,5	4,5	3,2	Grès type Miéry	subarkose litée	fin	Miéry/ Salins	cassée			cassée	cassé	cassé	cassée	cassée	brûlé	X	Frasnois			
1441	30	PF 62 VII		fg	80	7,4	3,9	2,6	Grès type Miéry	subarkose litée	fin	Miéry/ Salins	cassée			dépression longit.	taillé	cassé	naturelle	cassée	brûlé	X	Frasnois			
1441	31	PF 62 VII		fg	25	3,2	3,5	1,9	Grès type Miéry	subarkose litée	fin	Miéry/ Salins	cassée			cassée	cassé	cassé	cassée	cassée	brûlé, deux morceaux	X	Frasnois			
1 4 5 1	01	PF 61 E-F	molette	fg	35	2	5	3,7	Granite type protogine Mt Blanc	Granite à biotite verte	gros	Mont Blanc	bouchardée polie			cassée	naturel	cassé	cassée	cassée	altéré (chauffe ?)	?	Frasnois			
CH 19																										
1 19 1 1	01	CG 111		fg	10	5,1	3	0,9	Grès type Serre	arkose parfois bien cimentée	moyen	Serre	cassée		/	brute	cassé	cassé	cassée	cassée	éclat thermique	X	Frasnois			
1 19 1 1	02	CH 112		fg	30	/	/	/	Grès type Serre	arkose parfois bien cimentée	moyen	Serre	/		/	/	/	/	/	/	16 éclats thermiques	X	Frasnois			
1 19 1 1	03	CH 112		fg	15	2,9	2,5	3,4	Grès type Serre	arkose parfois bien cimentée	gros	Serre	bouchardée polie		faible	cassée	cassé	cassé	cassée	cassée	éclat thermique	X	Frasnois			
1 19 1 1	04	CH 112		fg	15	6,1	1,3	3,5	Grès type Serre	arkose parfois bien cimentée	gros	Serre	cassée		/	cassée	brut	cassé	cassée	cassée	éclat thermique	X	Frasnois			
1 19 1 1	05	CH 112		fg	15	4,5	2,4	1,3	Grès type Serre	arkose parfois bien cimentée	moyen	Serre	cassée		/	cassée	cassé	cassé	brute	cassée	éclat thermique	X	Frasnois			
1 19 1 1	06	CH 112/CJ 111		fg	225	20	4,5	5	Grès type Serre	arkose parfois bien cimentée	moyen	Serre	polie lustré (bord de la SA)		/	cassée	cassé	cassé	cassée	cassée	remontage de 8 fgs, collage direct avec meule 1	X	Frasnois			
1 19 1 1	07	CJ 111		fg	75	11,1	4,1	1,6	Grès type Serre	Arkose	moyen	Serre	cassée		/	cassée	cassé	cassé	brute	cassée	éclat thermique, remontage de 3 fgs, un pour lame mince	X	Lyon	X		
1 19 1 1	08	CJ 111		fg	10	3,2	2,8	0,9	Grès type Serre	arkose parfois bien cimentée	fin	Serre	cassée		/	cassée	brut	cassé	cassée	cassée	éclat thermique externe	X	Frasnois			
1 19 1 1	09	CJ 111		fg	5	1,6	1,2	1,8	Grès type Serre	arkose parfois bien cimentée	gros	Serre	bouchardée polie		concav e	cassée	cassé	cassé	cassée	cassée	éclat thermique	X	Frasnois			
1 19 1 1	10	CJ/CH 112	meule	"e"	25000	50	34	15	20	Grès type Serre	arkose parfois bien cimentée	hétérogène	Serre	bouchardée polie, lustré sur la circonférence. Thermofractée en zones concentriques sur deux centres de chaleur	45/26 cm	concavité très forte (5 cm)	thermoclastée, bouchardée et poli de régularisation	bouchardé et poli de régularisation	bouchardé et poli de régularisation	bouchardée et poli de régularisation	bouchardée et poli de régularisation	remontage de 26 fgs, meule à grain explosée par le feu : Meule 1	X	Frasnois		OK
1 19 1 1	11	CK 111		fg	10	3	2,5	3	Grès type Serre	arkose parfois bien cimentée	gros	Serre	bouchardée légèrement polie		cassée	cassée	cassé	cassé	cassée	cassée	éclat thermique	X	Frasnois			
1 19 1 1	12	CD 115-1		fg	37	4,8	1,6	4,6	Grès type Serre	arkose à grain parfois très nourris	hétérogène	Serre	cassée		/	cassée	cassé	brut	cassée	cassée	éclat thermique	X	Frasnois			
1 19 1 1	13	CD 115-3		fg	10	5,2	0,7	2,5	Grès type Serre	arkose à grain parfois très nourris	moyen	Serre	cassée		/	cassée	cassé	brut	cassée	cassée	éclat thermique	X	Frasnois			

Annexe 3 :
matériel de mouture et de broyage de Chalain/Clairvaux

N° Inv.	M²	Typo	e/ fg	pds (g)	Lg. (cm)	lg. (cm)	ép. min	ép. max	NMI	Matière	grain	Prov. Possible	face 1	surface active	°Cb	face 2	côté 1	côté 2	extré. 1	extré. 2	observations	brûlé	Local.	Lame Mince	Dessin / Photo	
1 19 1 1	14	CD 115-4	fg	15	4,3	1,2	/	3,3	Grès type Serre	arkose à grain parfois très nourris	grossier	Serre	cassée		/	cassée	cassé	brut	cassée	cassée	éclat thermique noirci	X	Frasnois			
1 19 1 1	15	CD 115-5	fg	20	5,4	3,1	/	1,3	Grès type Serre	arkose à grain parfois très nourris	moyen	Serre	cassée		/	cassée	cassé	brut	cassée	cassée	éclat thermique	X	Frasnois			
1 19 1 1	16	CD 115-6	fg	70	5,8	2,3	/	6,4	Grès type Serre	arkose à grain parfois très nourris	hétérogène	Serre	cassée		/	cassée	cassé	brut	cassée	cassée	éclat thermique	X	Frasnois			
1 19 1 1	17	CD 115-7	fg	85	5,5	2,3	/	6,8	Grès type Serre	Arkose	hétérogène	Serre	cassée		/	cassée	cassé	brut	cassée	cassée	éclat thermique	X	Lyon	X		
1 19 1 1	18	CD 115/CE 114	fg	1550	21	6,5	7,1	9,1	Grès type Serre	arkose à grain parfois très nourris	hétérogène	Serre	bouchardée et polie		concavité forte (1,5 cm)	thermoclastée, bouchardée et poli de régularisation	cassé	cassé	cassée	cassée	remontage de 5 fgs, brûlé	X	Frasnois			
1 19 1 1	19	CD 115-2	fg	25	5,2	1,3	/	2,9	Grès type Serre	arkose à grain parfois très nourris	hétérogène	Serre	cassée		/	cassée	cassé	brut	cassée	cassée	éclat thermique	X	Frasnois			
1 19 1 1	20	CE 114	meule	fg	8000	39,5	27	4,7	9	Grès type Serre	Arkose litage perpendiculaire à la SA	hétérogène	Serre	bouchardée, plages polies dans l'allongement, présence d'ocre (?)	43/28 cm	très concave (3,5 cm)	thermoclastée, bouchardée et poli de régularisation	thermoclasté, bouchardée et poli de régularisation	cassé	thermoclastée, bouchardée et poli de régularisation	cassée	remontage de 29 fgs, meule à grain explosée par le feu, débitage de la préforme par le feu sur une paroi (exploitation en carrière ?) Meule 2. Rem avec 18 et 21.	X	Frasnois/Lyon	X	OK
1 19 1 1	21	CE 114	fg	1140	21	5,1	5,2	8,2	Grès type Serre	arkose à grain parfois très nourris	hétérogène	Serre	bouchardée et polie		concavité forte (1 cm)	thermoclastée, bouchardée et poli de régularisation	cassé	bouchardé et poli de régularisation	cassée	bouchardée et poli de régularisation	brûlé	X	Frasnois			
1 19 1 1	22	CE 114	fg	30	6,4	4	/	1,8	Grès type Serre	arkose à grain parfois très nourris	gros	Serre	cassée		/	cassée	cassé	cassé	cassée	cassée	éclat thermique	X	Frasnois			
1 19 1 1	23	CE 115	fg	5	2,7	2,3	/	1	Grès type Serre	arkose à grain parfois très nourris	moyen	Serre	cassée		/	cassée	cassé	brut	cassée	cassée	brûlé	X	Frasnois			
1 19 1 1	24	CE 115	fg	3	1,7	1,2	/	0,9	Grès type Serre	arkose à grain parfois très nourris	moyen	Serre	cassée		/	cassée	cassé	cassé	brute	cassée	brûlé	X	Frasnois			
1 19 1 1	25	CH 101	fg	25	4,9	3,1	/	1,8	Grès type Serre	arkose	gros	Serre	bouchardée	3/2 cm	/	cassée	cassé	cassé	cassée	cassée	/	X	Frasnois			
1 19 1 1	26	?	fg	150	5,6	3,3	/	5,3	Grès type Serre	arkose	gros	Serre	cassée		/	brute	cassé	cassé	brute	cassée	brûlé	X	Frasnois			
1 19 1 1	27	CF 118	meule	fg	95	5,3	4,9	/	3,4	Sed ind	grés	poreux	plane, bouchardée	5/2,5 cm	nul	cassée	cassé	cassé	cassée	cassée	brûlé	X	Lyon	X		
1 19 1 1	28	CG 102	meule	e	4760	23	17,5	6,3	8,5	Calcaire	calcaire	fin	Locale	plages polies et bouchardage "neuf"	17/15 cm	T. légèrement concave	brute (surface d'origine du bloc morainique)	brut (surface d'origine du bloc morainique)	taillé	taillée	taillée	réutilisation en pierre de chauffé, petite SA	X	Frasnois		OK
1 19 1 1	29	CG 102	molette	e	2355	25	22	2,3	4,6	Grès type Serre	arkose	gros	Serre	bouchardage central, contours polis	22/25 cm	T. légèrement concave	thermoclastée et poli de régularisation	abattu	abattu	abattue + zones brutes	abattue	molette discoïde, remontage de 2 éclats thermiques de couleur différente (Ying/Yang), section triangulaire dissymétrique	X	Frasnois		OK
1 19 1 1	30	CH 102	fg	1285	30,5	8	2,8	5,1	Grès type Serre	grès feldspathique	moyen	Serre	large cuvette concave très marquée, SA entretenue par bouchardage, poli des extrémités	30/8 cm	fort	naturelle d'origine glaciaire (bloc morainique?)	abattu	thermo fracté	abattue verticalement	abattue verticalement	éclat thermique en grande "lune" : extrémité de meule à grain, en fin d'utilisation, brûlé	X	Frasnois		OK	
1 19 1 1	31	CH 102	fg	260	17	3	/	7,4	Grès type Serre	arkose	moyen	Serre	concave, polie aux extrémités	10/2,5 cm	/	cassée	brut légèrement bouchardé	cassé	abattue verticalement	cassée	éclat thermique en V : extrémité de meule	X	Frasnois			

Annexe 3 :
matériel de mouture et de broyage de Chalain/Clairvaux

N° Inv.	M²	Typo	e/ fg	pds (g)	Lg. (cm)	lg. (cm)	ép. min	ép. max	NMI	Matière	grain	Prov. Possible	face 1	surface active	°Cb	face 2	côté 1	côté 2	extré. 1	extré. 2	observations	brûlé	Local.	Lame Mince	Dessin / Photo	
1 19 1 1	32	CH 111	molette	e	4710	25,5	18	2,5	7	Leucogranite	Leucogranite		bouchardée, polie, zones lustrées en périphérie	25/18 cm	légèrement convexe	convexe, bouchardée, poli de régularisation	abattu	polie, d'usage antérieur ou de l'origine glaciaire (bloc morainique?)	cassée	cassée	section semi-ovalaire p'tite meule	X	Frasnois		OK	
1 19 1 1	33	CH 112	meule	fg	2745	22	13	3	7	Grès type Serre	grès feldspathique	hétérogène	Serre	bouchardée très polie	21/10,5 cm	très concave (2 cm)	bouchardée, poli de régularisation et tentative de taille d'une excroissance par bouchardage	poli d'usure	poli d'usure	cassée	cassée et zones brutes	brûlé, SA de petite largeur	X	Frasnois		OK
1 19 1 1	34	CK 112	molette	fg	2210	16	14	/	9,5	Granite à deux micas	granite altéré à deux micas		bouchardée et polie	14,5/14,5 cm	nul	décomposée	abattu	décomposé	abattue	très friable	brûlé, friable. Observation macro différente de l'attribution en lame mince : pas du tout le faciès Serre	X	Frasnois	X		
1 19 1 1	35	CE 122	meule	fg	1506	14,4	10,7	/	6,3	Grès type Miéry	subarkose litée		bouchardée et polie	9/12 cm	faible	brute	aménagé	cassé	aménagée	cassée	brûlé	X	Frasnois			
1 19 2 1	01	CA 103	meule	fg	454	10,5	7	/	4,2	Grès type Serre	grès feldspathique bien cimenté		bouchardée, polie	7/9 cm	moyen	plane, polie	aménagé	cassé	cassée	cassée	brulé	X	Frasnois			
1 19 2 1	02	CB 105		fg	1116	14	6,8	/	11,2	Calcaire	Intra oosparite	/	légèrement bouchardée	4/3 cm	moyen	/	aménagé, arêtes tranchantes	cassé	cassée	cassée	une arête tranchante	X	Frasnois	X		
1 19 2 1	03	CD 101	meule	fg	321	14	4	/	4,2	Méta ind.	gneiss à structure linéaire		bouchardée, polie		nul	bouchardée	bouchardé	cassé	cassée	bouchardée	un bord de meule		Frasnois			
1 19 2 1	04	CD 103	molette	fg	634	10	9	/	4,8	Schiste vert	gneiss à gros quartz ronds		bouchardée, polie		léger	bouchardée	cassé	cassé	aménagée	aménagée	un quart de molette		Frasnois	X		
1 19 2 1	05	CF 102	meule	fg	566	15	7	/	4,3	Grès type Miéry	subarkose compacte, litage oblique	t. fin	bouchardée, polie	15/6 cm	nul	bouchardée	naturel suivant le litage	cassé	/	cassée			Frasnois			
1 19 2 1	06	CH 102		fg	30	5,9	1,7	/	2,8	Grès type Serre	grès feldspathique bien cimenté		/		/	aménagée	cassé	/	/	/	éclat de taille		Frasnois			
1 19 2 1	07	CJ 105	/	fg	24	/	/	/	/	Poudre	Sed. Ind.	/	/		/	/	/	/	/	/	poudre brûlée	X	Frasnois			
1 19 3 1	01	CJ 100	molette	e	3707	22,5	20,5	/	7	Méta ind.	gneiss à filon de silice à litage oblique très fin		bouchardée, polie, lustrée	22/20 cm	faible (0,5 cm)	régularisée par bouchardage	brute vers la SA, puis aménagée	cassé	brute vers la SA, puis bouchardée	brute vers la SA, puis bouchardée	très jolie molette, sur galet, section ovale		Frasnois		ok	
1 19 4 1	01	F. A.	meule	fg	2475	14,5	10,5	4,7	6,8	Sed ind.	grauwacke grossière		finement bouchardée, très polie	15/10 cm	convexe fort (0,5/15 cm)	bouchardée, plane	cassé	cassé	cassée	aménagée	brûlé	X	Frasnois/Lyon	X		
1 19 4 1	02	F. A.		fg	195	8	7,2	2,2	3	Sed ind.	grès ind. (qtz)	poreux friable	bouchardée polie	6/6 cm	/	bouchardée irrégulière	cassé	/	cassée	triangulaire	brûlé	X	Frasnois			
1 19 4 1	03	CT 122		fg	305	/	/	/	/	Poudre ind.	Magma	/	/		/	/	/	/	/	/	poudre	X	Frasnois			
1 19 4 1	04	CR 124	molette	e	2085	24,5	14,5	/	4,5	Granodiorite	Granodiorite calcique		plane polie dans tous les sens, lustrée sur l'extrémité	21,5/12 cm	nul	bouchardée, poli "de régularisation", convexe	abattage direct	abattage direct	abattage direct	abattage direct	galet morainique ? section semi ovale brûlée	X	Frasnois	X	ok	
1 19 4 1	05	YR 154		fg	65	5	3,9	/	2,4	Sed ind.	quartzite		très lisse, naturelle			cassée	cassé	cassé	cassée	cassée	brûlé	X	Frasnois			
1 19 4 1	06	CQ 120	/	fg	10	/	/	/	/	Poudre ind.	/	/	/		/	/	/	/	/	/	poudre brûlée	X	Frasnois			
1 19 4 1	07	CQ 120		fg	587	16	12,5	/	2,7	Calcaire	Intra bio sparite à oolithes		cassée selon litage			aménagée irrégulière	/	/	/	/	extrémité ou dos de l'outil		Frasnois	X		
1 19 4 1	08	CQ 121	meule	fg	1511	25	8,7	/	4,1	Méta ind.	gneiss très micacé, structure linéaire		polie, litée	25/7 cm	nul	aménagée	aménagé	aménagé	aménagée	cassée	paquet de spaghettis comme 1 19 21 03		Frasnois			

Annexe 3 :
matériel de mouture et de broyage de Chalain/Clairvaux

N° Inv.	M²	Typo	e/ fg	pds (g)	Lg. (cm)	lg. (cm)	ép. min	ép. max	NMI	Matière	grain	Prov. Possible	face 1	surface active	°Cb	face 2	côté 1	côté 2	extré. 1	extré. 2	observations	brûlé	Local.	Lame Mince	Dessin / Photo
1 19 4 1 09	CQ 123	/	fg	256	/	/	/	/	Cristallin type Serre	poudre, granite Serre ?	/	Serre	/	/	/	/	/	/	/	/	poudre brûlée	X	Frasnois		
1 19 4 1 10	CR 124	/	fg	785	/	/	/	/	Cristallin type Serre	granite à deux micas et myrmékite	/	Serre	/	/	/	/	/	/	/	/	poudre brûlée	X	Frasnois	X	
1 19 4 1 11	CT 123		fg	1230	/	/	/	/	Poudre ind.	Grès avec craie	/		/	/	/	/	/	/	/	/	poudre brûlée	X	Frasnois		
1 19 4 1 12	CV 119		fg	171	6,9	4,1	/	4,8	Sed ind.	grès	moyen		bouchardée polie	5/4 cm	faible	cassée	cassé	cassé	bouchardée	cassée	brûlé	X	Frasnois		
1 19 4 1 13	CV 124		fg	890	/	/	/	/	Poudre ind.	granite blanc (?) avec craie	/		/	/	/	/	/	/	/	/	poudre brûlée	X	Frasnois		
1 19 4 1 14	CW 122	molette	e	1650	15,5	14,5	/	5,3	Méta ind.	gneiss blanc à litage oblique	hétérogène	Alpes	bouchardée polie	16/14,5 cm	/	aménagés, zone brute de galet vers la SA			cassée	aménagés, zone brute de galet vers la SA	brûlée friable "en bouton" sur galet	X	Frasnois		OK
1 19 4 1 15	CZ 125		fg	1053	/	/	/	/	Poudre ind.	granite blanc (?) avec craie	/		/	/	/	/	/	/	/	/	poudre brûlée, 5 sacs	X	Frasnois		
1 19 4 1 16	CZ 122		fg	430	/	/	/	/	Poudre ind.	/	/		/	/	/	/	/	/	/	/	poudre brûlée	X	Frasnois		
1 19 4 1 17	CZ 126		fg	41	/	/	/	/	Poudre ind.	granite ou orthogneiss blanc	/		/	/	/	/	/	/	/	/	poudre brûlée	X	Frasnois		
1 19 4 1 18	DA 124		fg	6	/	/	/	/	Poudre ind.	/	/		/	/	/	/	/	/	/	/	poudre brûlée	X	Frasnois		
1 19 4 1 19	DA 125		fg	525	/	/	/	/	Poudre ind.	granite blanc (?) avec craie	grossier		/	/	/	/	/	/	/	/	poudre brûlée, 7 sacs	X	Frasnois		
1 19 4 1 20	DB 123		fg	97	/	/	/	/	Poudre ind.	Granite blanc (?)	/		/	/	/	/	/	/	/	/	poudre brûlée	X	Frasnois		
1 19 4 1 21	DB 124		fg	15	/	/	/	/	Poudre ind.	/	/		/	/	/	/	/	/	/	/	poudre brûlée	X	Frasnois		
1 19 4 1 22	F. A.	meule	fg	565	8,8	6,1	/	7,8	Leucogranite	granite blanc riche en micas	moyen		bouchardée	7,5/5 cm	léger	érodée	bouchardé arrondi sur une arête	érodé	érodée	érodée	brûlée	X	Frasnois		
CH 20																									
1 20 0 1 01		M	fg	2390	20,5	13,1		5,2	Calcaire	calcaire		Local	bouchardée très polie	15,8/11,9	0,7/15,8	cassée	aménagé arrondi	cassé	cassée	abattue	surface active qui se redresse vers l'extré 2	non	Frasnois		
1 20 0 1 02		M	fg	2505	25,8	14,5		7	M/M ind.	ind. Sur galet		Alpes ?				bouchardée	brut, de galet	cassé	cassée	cassée	sur galet	oui	Frasnois		
CH 21																									
1 21 0 0 1 01		/	fg	272	11,6	8,6		2,2	M/M ind.	gneiss, litage de micas sombre dans éléments blancs (Métagranite de l'Aar de CH 2 C ?)		Alpes ?									fragment brisé, meule ?	oui	Frasnois		
CL II/ibis																									
2 2 0 1 01	Δ 94 C	M/Mo	fg	545	13	7,5		4	Sed ind	gwk sans Ca ?	fin		bouchardée ?		nul	cassée	aménagé	cassé	cassée	cassée	pas de traces d'utilisation, encroûtement calcaire		Musée Lons	faite mais où ?	
2 2 0 1 02	Δ 103 J	meule	fg	20	3,4	3,4		1,4	sed calc.	calcaire		locale	bouchardée	vernie		cassée	cassé	cassé	cassée	cassée	éclat		Musée Lons	faite mais où ?	
CL III																									
2 3 1 1 01	A O 67 III 41	molette	"e"	2560	19	15		5,5	Calcaire			Locale	bouchardée polie	18/12 cm	18/0,5 cm	aménagée	aménagé	aménagé	aménagée	cassée	brûlé, section rectangulaire (?)	X	Frasnois		ok
2 3 1 1 02	Δ3 A II d	meule	fg	250					Calcaire	érodé		Locale									2 fpts brûlés	X	Musée Lons		
2 3 1 1 03	Δ3 B II d	meule	fg	40	5,1	4,6		1,6	Calcaire	foncé		Locale	bien bouchardée, polie	3,5/4 cm		cassée	cassé	cassé	cassée	cassée	brûlé	X	Musée Lons		
2 3 1 1 04	Δ3 E II d	meule	fg	528	12	9		3	Calcaire	Intra oosparite		Locale (Jurassique supérieur)	bouchardée polie	9/6 cm		cassée selon litage	cassé	cassé	cassée	cassée	angle de meule		Frasnois	x	
2 3 1 1 05	Δ3 E II d	meule	fg	100					Calcaire			Locale									10 éclat de taille		Musée Lons		

Annexe 3 :
matériel de mouture et de broyage de Chalain/Clairvaux

N° Inv.	M²	Typo	e/ fg	pds (g)	Lg. (cm)	lg. (cm)	ép. min	ép. max	NMI	Matière	grain	Prov. Possible	face 1	surface active	°Cb	face 2	côté 1	côté 2	extré. 1	extré. 2	observations	brûlé	Local.	Lame Mince	Dessin/ Photo	
2 3 1 1	06	A3 E II d	meule	fg	32	5,7	2,5	1,7	Calcaire	Biosparite à entroques et crinoïde		Locale (Jurassique moyen)	polie	4/2 cm		cassée	cassé	cassé	cassée	cassée	brûlé	X	Frasnois	X		
2 3 1 1	07	A3 F II d	meule	fg	270	11	7	4	Calcaire	coquillier, cristaux de calcite		Locale	bouchardée ?	6/4 cm		cassée	cassé	cassé	cassée	cassée	plus éclats		Musée Lons			
2 3 1 1	08	A3 G II d	éclat	fg	20				Calcaire		fin	Locale									noir, brûlé	X	Musée Lons			
2 3 1 1	09	A3 H II d	meule	fg	6000	28	14	10	Calcaire			Locale	bouchardée polie, 2/3 de la surface	15/9 cm	fort	aménagée	aménagé	cassé	aménagée	cassée	mono		Musée Lons		photo mono	
2 3 1 1	10	A3 H II d	lm		0				Méta ind.	micaschiste												?		faite, mais où ?		
2 3 1 1	11	A3 R II d	éclat	fg	40				Calcaire	cristaux de calcite visible		Locale									6 éclats de taille		Musée Lons			
2 3 1 1	12	A3 S II d	éclat	fg	40				Calcaire			Locale											Musée Lons			
2 3 1 1	13	A5 H II d	meule	fg	20				Calcaire	coquillier, cristaux de calcite		Locale											Musée Lons			
2 3 2 1	01	D 702	?	fg	895	17	9,5	4,5	Calcaire	calcaire "pourri", choux fleur, poreux	moyen	Locale	litage ? Induration de la partie centrale	12/07 cm		aménagée	aménagé	cassé	aménagée	cassée	évolution de la matière première post dépositionnelle, concrétion		Musée Lons			
2 3 2 1	02	D 768	meule/Mo	e	5000	21,5	20	10	Calcaire		moyen	Locale	érodée, polie sur le pourtour	16/13 cm		poli d'usage	aménagé	érodé	aménagée	érodée	brûlé, coloration bleu des concrétions	X	Musée Lons		ok	
2 3 2 1	03	D 915	meule	fg	435	10	7,5	4	Calcaire	Oosparite	très fin	Locale (Jurassique supérieur, Argovien)	bouchardée polie	9/7 cm	nul	cassée	aménagé	cassé	aménagée	cassée	mono		Frasnois	X		
2 3 2 1	04	A3 K II craie n° 1	M / Mo	fg	675	10	8,5	4,1	Calcaire			Locale	lisse	7/5 cm	plane	érodée	érodé	érodé	érodé	érodée	érodée	brûlé, angle de meule	X	Musée Lons		
2 3 2 1	05	A6 R niv 0	molette	e	1103	10,5	10,5	7	Calcaire	calcaire + choux fleur, poreux		Locale	bouchardée	7/7 cm	fort	bouchardée	bouchardé	bouchardé	bouchardée	bouchardée	coloration verte, altéré et concrétionné, section circulaire		Frasnois		ok	
2 3 2 1	06	A21 B 0		fg	160	8,5	6	2,5	Méta ind.	schiste à 2 micas et feld., lité, mais des ponts blancs en coupes			litage			aménagée ?	brut	brut	brute	brute	mono		Musée Lons		faite, mais où ?	
2 3 2 1	07	A21 F 0	meule	fg	960	12,5	11,5	4	Calcaire	calcaire "pourri"		Locale	bouchardée polie		plane	érodée / cassée	érodé / cassé	érodé / cassé	érodée / cassée	érodée / cassée	coloration verte, concrétion		Musée Lons			
2 3 2 1	08	A22 G 0	meule	fg	845	16	7	5	Calcaire	calcaire "pourri", choux fleur, poreux		Locale	litage ?		plane	aménagée, poli d'usage, érodé	cassé	cassé	cassée	cassée	coloration verte des concrétions, dos, angle de meule		Musée Lons			
CL IV																										
2 4 1 1	01	A 4 IX		fg	2	1,7	1,4	0,9	Granitoïde alpin	granite	moyen	Alpes	cassée			naturelle	cassé	cassé	cassée	cassée	brûlé, 2 fgts	X	Musée Lons			
2 4 1 1	02	A 4 VII 28	Meule (?)	fg	32	5,7	4,1	1,8	Méta alpin	Vert. Quartzite micacé à biotite	fin	Alpes	bouchardée très polie	X		cassée	cassé	cassé	cassée	cassée	éclat de taille		Musée Lons		ok	
2 4 1 1	03	A 4 X 314	Molette	fg	195	8,3	7,4	1,2	3,7	Granitoïde alpin	granite	moyen	Alpes	bouchardée légèrement polie	X		cassée	cassé	naturel	naturelle	taillée	brûlé	X	Musée Lons		
2 4 1 1	04	B 3 VII	/	fg	62	5,8	4,6	2,4	Sed ind.		moyen		cassée			cassée	cassé	cassé	cassée	cassée	éclat de taille		Musée Lons			
2 4 1 1	05	B 4 VI		fg	1	1,8	1,4	0,4	Grès type Miéry	subarkose	fin	Miéry/Salins									éclat de taille		Musée Lons			
2 4 1 1	06	C 3 VI	Meule	fg	6	3	1,5	1,3	Sed ind.		moyen		bouchardée très polie	2,2/1,5 cm		cassée	cassé	cassé	cassée	cassée	brûlé	X	Musée Lons			
2 4 1 1	07	C 3 VI 20	Molette	fg	55	5,5	3,4	2,5	Granitoïde alpin	granite	moyen	Alpes	bouchardée très polie	X		cassée	naturel	cassé	cassée	cassée	brûlé	X	Musée Lons			
2 4 1 1	08	C 3 VI 20	Molette	fg	35	4,2	3,4	2,3	Granitoïde alpin	granite	moyen	Alpes	bouchardée très polie	X		cassée	naturel	cassé	cassée	cassée	brûlé	X	Frasnois	X		
2 4 1 1	09	C 3 VIII 63	Meule	fg	10	4,9	2,7	0,9	Méta alpin	Quartzite micacé à biotite	t. fin	Alpes	bouchardée très polie	X							éclat de taille (parallèle à la surface)		Frasnois	X		

Annexe 3 :
matériel de mouture et de broyage de Chalain/Clairvaux

N° Inv.	M²	Typo	e/ fg	pds (g)	Lg. (cm)	lg. (cm)	ép. min	ép. max	NMI	Matière	grain	Prov. Possible	face 1	surface active	°Cb	face 2	côté 1	côté 2	extré. 1	extré. 2	observations	brûlé	Local.	Lame Mince	Dessin / Photo	
2 4 1 1	10	C 4 VI	fg	1	/	/	/	/	Ind.												2 fragments		Musée Lons			
2 4 1 1	11	C 4 VIII	Meule (?)	fg	20	5,1	4,5	0,8	Sed ind.		fin		naturelle			bouchardée						éclat de taille (perpendiculaire à la surface)		Musée Lons		
2 4 1 1	12	C 10 VIII		fg	6	2,9	2,1	2	Ind.		fin										éclat de taille, anthropique ?		Musée Lons			
2 4 1 1	13	D 3 VI 15		fg	100	5,5	4,4	3,5	Granitoïde alpin	granite	gros	Alpes	cassée			cassée	cassé	cassé	cassée	cassée		brûlé	X	Musée Lons		
2 4 1 1	14	D 3 VI 15		fg	35	4,7	2,9	2,5	Granitoïde alpin	granite	gros	Alpes	naturelle			cassée	cassé	cassé	cassée	cassée		brûlé	X	Musée Lons		
2 4 1 1	15	D 3 VIII	?	fg	20	4,5	3,7	1,2	Granitoïde alpin	granite	gros	Alpes	bouchardée très polie	2/4,5 cm		cassée	cassé	cassé	cassée	cassée		brûlé	X	Musée Lons		
2 4 1 1	16	E 4 VII		fg	0,5	1	1,3	0,4	crystallin Ind.	M/M											éclat		Musée Lons			
2 4 2 1	01	A 3 IV 27	meule	fg	140	5	3,8	5,3	Sed ind	litage para.	moyen		bouchardée	2,5/2,5 cm	nul	poli d'usage	poli d'usage	taillé	cassée	cassée		brûlé	X	Musée Lons		
2 4 2 1	02	A 3 V 55	molette	e	2000	20,7	16,7	4,5	M/M ind. Alpes	litage para alternant roche poreuse et compacte ?	fin	Moraine, Alpes	bouchardée au centre sur un lit compact, polie sur le pourtour lit "poreux"	20/16 cm	faible, 20/0,7 cm	polie (d'usage ou demi galet ?)	naturel	naturel	naturelle	naturelle		sur galet , section semi ovulaire		Frasnois		ok
2 4 2 1	03	A 4 V		fg	2	2,4	2	0,3	Sed ind		moyen										éclat de taille		Musée Lons			
2 4 2 1	04	A 5 IV	meule	fg	5	3,2	1,6	0,9	Sed ind		moyen		vernée !	2/1 cm		cassée	cassé	cassé	cassée	cassée		éclat de taille		Musée Lons		
2 4 2 1	05	B 4 III		fg	70	6,5	3,5	2,2	Orthogneiss alpin	blanc très lité	fin	Alpes	bouchardée			cassée	cassé	cassé	cassée	cassée				Musée Lons		
2 4 2 1	06	B 4 III		fg	20	4,5	2,8	1,4	Orthogneiss alpin	orthogneiss à mica blanc	fin	Alpes	cassée			cassée	cassé	cassé	cassée	cassée				Frasnois	X	
2 4 2 1	07	B 4 III		fg	3	2,4	1,1	1	Orthogneiss alpin	blanc très lité	fin	Alpes	cassée			cassée	cassé	cassé	cassée	cassée				Musée Lons		
2 4 2 1	08	B 7 III		fg	50	5,4	2,9	2,8	Orthogneiss alpin	blanc très lité	fin	Alpes	cassée			cassée	cassé	cassé	cassée	cassée				Musée Lons		
2 4 2 1	09	B 7 IV	Recollé																							
2 4 2 1	10	B 9 II 6		fg	75	8,8	4,6	1,3	Chloritoschiste NPS	Chloritoschiste à épidote sans actinote	fin	NPS	cassée			cassée	cassé	taillé	cassée	cassée		peut-être utilisé comme grattoir méta vert		Frasnois	X	
2 4 2 1	11	B 9 IV		fg	1				M/M ind.															Musée Lons		
2 4 2 1	12	C 11 II	meule	fg	70	8,6	4,7	1,4	Chloritoschiste NPS	vert	fin	NPS	bouchardée très polie	6/2 cm		cassée	cassé	cassé	cassée	cassée				Musée Lons		
2 4 2 1	13	C 5 III		fg	125	8,9	5,2	2,4	Orthogneiss alpin	blanc très lité	fin	Alpes	cassée			cassée	cassé	cassé	cassée	cassée		éclat de taille		Musée Lons		
2 4 2 1	14	D 1 IV	meule	fg	2	2,2	1,9	0,3	M/M ind.		moyen		cassée			cassée	cassé	cassé	cassée	cassée				Musée Lons		
2 4 2 1	15	D 3 V	molette ?	fg	832	12,5	9,5	7	Granite alpin	blanc et vert	grossier	Alpes	bouchardée polie	2,5/2 cm		bouchardée plane	cassé	cassé	cassée	cassée		brûlé très friable	X	Musée Lons		
2 4 2 1	16	D 3 V 30		fg	111	5,9	5,1	3,7	Granite alpin	blanc et vert	grossier	Alpes	cassée			cassée	cassé	cassé	cassée	cassée		brûlé très friable	X	Musée Lons		
2 4 2 1	17	D 3 V		fg	110				Granite alpin	granite à deux micas	grossier	Alpes										plusieurs fgts brûlés très friables	X	Frasnois	X	
2 4 2 1	18	D 3 V 31		fg	23	3,7	3,5	2	Granite alpin	blanc et vert	grossier	Alpes	polie	1/1 cm		cassée	plan, angle 100°	cassé	cassée	cassée		brûlé très friable	X	Musée Lons		
2 4 2 1	19	D 3 V		fg	11	3,2	2,6	1,4	Granite alpin	blanc et vert	grossier	Alpes	bouchardée polie	1/1 cm		cassée	plan, angle 100°	cassé	cassée	cassée		brûlé très friable	X	Musée Lons		
2 4 2 1	20	D 3 V	meule	fg	215	12,3	5,4	4,5	Arkose	ind. litage légèrement oblique	hétérogène	Serre	bouchardée très polie	10/3 cm		bouchardée plane	cassé	cassé	cassée	cassée		brûlé	X	Frasnois/Lons	X	
2 4 2 1	21	D 3 V 28		fg	18	4,9	3,7	0,9	Sed grès	ind.	hétérogène											éclat de taille brûlé	X	Musée Lons		
2 4 2 1	22	D 3 V		fg	15	3,4	1,7	2,2	Sed grès	ind.	hétérogène		bouchardée très polie	3/1,5 cm		cassée	cassé	cassé	cassée	cassée		triangulaire brûlé	X	Musée Lons		
2 4 2 1	23	D 3 V		fg	15				Sed grès	ind.	hétérogène											17 fgts brûlés	X	Musée Lons		
2 4 2 1	24	D 3 V		fg	11	4,5	2,3	1,3	Sed grès	ind.	hétérogène		cassée			poli d'usage	aménagé	cassé	cassée	cassée		brûlé	X	Musée Lons		
2 4 2 1	25	D 3 V 51		fg	6	3,8	2,1	1	Sed grès	ind.	hétérogène											éclat thermique ? brûlé	X	Musée Lons		
2 4 2 1	26	D 10 III	meule	fg	5900	50	30	11	Méta Aar	Quartzophyllade facies schiste vert	hétérogène	Aar/Gothard	bouchardée très polie		moyen	naturelle	naturel	taillé	naturelle	naturelle		série recollée d'éclats (70) d'abattage de la butée		Frasnois	X	

Annexe 3 :
matériel de mouture et de broyage de Chalain/Clairvaux

N° Inv.	M²	Typo	e/ fg	pds (g)	Lg. (cm)	lg. (cm)	ép. min	ép. max	NMI	Matère	grain	Prov. Possible	face 1	surface active	°Cb	face 2	côté 1	côté 2	extré. 1	extré. 2	observations	brûlé	Local.	Lame Mince	Dessin/ Photo		
CL VII																											
2 7 0 1	01	CL VII/1 110-140	Meule	fg	180	6,5	6,8		2,5	Calcaire	calcaire dolomitique	moyen (j 0,4 cm)	bouchardée, lustrée sur le pourtour	5/5 cm	nul	cassée	cassé	cassé	aménagée	cassée				Frasnois			
2 7 0 1	02	CL VII/1 85 110	Meule	fg	3000	26	17		5,5	Calcaire	calcaire coquiller	moyen	érodée, zones très lisse	14/10 cm	nul	cassée					érodée			Frasnois			
2 7 0 1	03	CL VII/1 85 110		fg	60	5,1	4		3	Calcaire	calcaire coquiller à cristaux bien individualisés	moyen	bouchardée zones lisses	3/3 cm								X	Frasnois				
2 7 0 1	04	DA 56/1 Puisard	Meule	fg	2610	12,4	19		8,6	Calcaire	calcaire coquiller	hétérogène	bouchardée polie	17/10,5 cm	plano-convexe	cassée, zones lisses	aménagé	cassé	cassée mais surface active épannelée	cassée mais surface active épannelée	utilisation de l'outil après casse possible, puis feu en dernier. Section probablement ovale	X	Frasnois				
2 7 0 1	05	DA 56/3 Puisard		fg	52	4,8	4,2		2	Calcaire	calcaire coquiller						arrondi, zone très lisse						Frasnois				
2 7 0 1	06	DA 52 et DB 54	Meule	fg	2420	18	16,5		5,8	Calcaire	calcaire coquiller	moyen	bouchardée lissée, départ de la cuvette	14/13 cm	concave fort	aménagée par bouchardage, plane, zones lissées	perpendiculaire, aménagé par enlèvements	cassé	perpendiculaire, aménagé par enlèvements	cassée	remontage 2006			Frasnois			
2 7 0 1	07	DA/DB 52/53	Meule	fg	2170	13	18		6	Calcaire	calcaire coquiller	moyen hétérogène	érodée, zones bouchardées lissées	15/8 cm	plano-convexe	plane érodée	aménagé perpendiculaire	érodé	cassée	cassée	très érodée, section rectangulaire			Frasnois		ok	
2 7 0 1	08	DB 54	Mollette ?	e	810	11,7	10,4		4,8	Calcaire	calcaire crayeux	fin	lissée irrégulière			plane					sur "gale" ?, fonction ?			Frasnois			
2 7 0 1	09	DB 54 et DC 52	Meule	fg	970	10,5	8,4		7	Calcaire	calcaire coquiller	fin, hétérogène	bouchardée lissée, zone polie											Frasnois			
2 7 0 1	10	DC 53	Meule	fg	1050	15	14		3,8	Calcaire	calcaire coquiller	fin, hétérogène	bouchardée, lissage parfois intense sur le pourtour	11/12 cm	concavo-convexe	aménagée, lisse, deux aplats	aménagé	aménagé	cassée	aménagée	très érodée, section ovale très aplatie	X	Frasnois		ok		
2 7 0 1	11	DC 56	Meule	e	6500	34,5	19,6	4	6	Calcaire	calcaire coquiller	moyen plutôt homogène	bouchardée, lissage plus intense sur le pourtour	31/17 cm	concavo-convexe	irrégulière, zone lisse, et une cuvette de polissage ?	aménagé par épannelage	abattu rentant	abattue	aménagée par épannelage	type "Danubien", section trapézoïdale plate			Frasnois		ok	
2 7 0 1	12	DC 56		fg	40	6	2,8		2,6	Calcaire	Calcaire coquiller		érodée, grains polis brillants	4/1 cm	nul									Frasnois			
2 7 0 1	13	DE 53		fg	37	4,6	2,5		2,8	Calcaire	calcaire à cristaux bien individualisés		érodée		nul									Frasnois			
2 7 0 1	14	DA 51	Meule	fg	870	10,3	8,6		4,8	Calcaire	calcaire coquiller à cristaux bien individualisés	hétérogène, j 0,5 cm	bouchardée érodée	9/8 cm	concavo-convexe	aménagée zones lissées	aménagé perpendiculaire	cassé	cassée	cassée	voir remontage 2006			Frasnois			
2 7 0 1	15	DA 51		fg	155	8,5	6,3		2,9	Calcaire	calcaire coquiller	grossier					plan							Frasnois			
2 7 0 1	16	DA 54		fg	46	5,1	3,2		2,7	Calcaire	calcaire à cristaux rosés	moyen	érodée	4/2 cm	nul										Frasnois		
2 7 0 1	17	DA 54		fg	34	3,6	3,3		2,6	Calcaire	calcaire		bouchardée érodée	2/2,5 cm	nul										Frasnois		
2 7 0 1	18	DA 55		fg	8					Calcaire	calcaire à cristaux bien individualisés			oui							deux éclats à surface active plane très lisse			Frasnois			
2 7 0 1	19	DB 51		fg	50	8,5	2,9		2,1	Calcaire	Calcaire coquiller	hétérogène	bouchardée lisse	7,5/2 cm	/						éclat			Frasnois			
2 7 0 1	20	DB 52		fg	46	4,5	3,9		2,6	Calcaire	calcaire à cristaux bien individualisés	moyen	bouchardée	3/2 cm	/							?		Frasnois			
2 7 0 1	21	DB 53	M/Mo	fg	1355	7,8	14		7	Calcaire	calcaire dense, calcite dans petites géodes	fin	bouchardée, zone lisse (pas de poli sur ce calcaire)	11/7 cm	plano-convexe	bouchardée très arrondie	oblique, aménagé par enlèvements	bouchardé	cassée	cassée	tranche d'outil, section demi ocalaire tronquée			Frasnois		ok	
2 7 0 1	22	DB 53	M/Mo	fg	105	7,4	2,6		4,5	Calcaire	calcaire à cristaux bien individualisés		bouchardée zone très lisse sur le pourtour	4,5/2 cm	nul	cassée	cassé	cassé	aménagée	cassée	extrémité d'outil			Frasnois			
2 7 0 1	23	DC 51		fg	500	12,8	4,6		7,1	Calcaire	calcaire à cristaux bien individualisés	moyen	bouchardée	7/2 cm	nul	cassée	aménagé par bouchardage, perpendiculaire					X		Frasnois			
2 7 0 1	24	DC 51		fg	10	3,5	2,6		0,8	Calcaire	calcaire à cristaux bien individualisés	moyen	érodée	3/1 cm	plane						éclat			Frasnois			

Annexe 3 :
matériel de mouture et de broyage de Chalain/Clairvaux

N° Inv.	M²	Typo	e/ fg	pds (g)	Lg. (cm)	lg. (cm)	ép. min	ép. max	NMI	Matère	grain	Prov. Possible	face 1	surface active	°Cb	face 2	côté 1	côté 2	extré. 1	extré. 2	observations	brûlé	Local.	Lame Mince	Dessin/ Photo
2701	25	DC 52	fg	21	5,4	3,3		1,3	Calcaire	calcaire coquiller	moyen		bouchardée	4/1,5 cm							éclat		Frasnois		
2701	26	DC 52	fg	9	3,8	3		1	Calcaire	calcaire à cristaux bien individualisés			lisse	1/0,5 cm	nul						éclat		Frasnois		
2701	27	DC 52	fg	3					Calcaire	calcaire	fin										éclat		Frasnois		
2701	28	DC 53	Meule	fg	2065	12	18,5	7,2	Calcaire	calcaire coquiller	moyen hétérogène		bouchardage profond, j 0,3 cm, zone polie	10/16 cm	plano-convexe	irrégulière, zones lisses	aménagé arrondi	cassé	aménagée	cassée	extrémité de meule, section probablement ovale	X	Frasnois		ok
2701	29	DC 53	fg	270	7	5,6		5,1	Calcaire	calcaire coquiller	hétérogène		cassée			irrégulière, lisse							Frasnois		
2701	30	DD 52	fg	180	7,1	5,7		5,6	Calcaire	calcaire à cristaux bien individualisés	moyen homogène, j 0,3 cm		bouchardée zone polie	3/2,5 cm	nul	plane lisse					épaisseur réelle	?	Frasnois		
2701	31	DD 52	fg	100	6,6	3,9		3,3	Calcaire	calcaire à cristaux bien individualisés	moyen homogène, j 0,3 cm		lisse érodée	4,4/3 cm	nul							?	Frasnois		
2701	32	DE 51	fg	230	6,8	6,4		4,5	Calcaire	calcaire à cristaux bien individualisés	hétérogène		érodée	5,5/5 cm	nul								Frasnois		
2701	33	DE 53	fg	80	8,5	4,8		2,1	Calcaire	calcaire à cristaux bien individualisés	moyen		irrégulière, zones lisses	7/3 cm				aménagé ?			éclat de butée ?		Frasnois		
2701	34	DE 54	fg	380	8,8	8,7		4,5	Calcaire	Calcaire coquiller			lissée	7,5,5cm	nul	cassée	aménagé	cassé	cassée	cassée	surface active non bouchardée et lisse, fonction ?		Frasnois		
2701	35	DE 54	fg	260	12,7	8,3		3,1	Calcaire	calcaire coquiller	moyen hétérogène		bouchardage neuf	12/6 cm	nul		aménagé				bouchardage profond, j 0,3 cm, cause de la casse ?		Frasnois		
2701	36	DE 54	fg	73	5,4	3,2		3,4	Calcaire	calcaire coquiller	hétérogène		érodée	4/2 cm	nul								Frasnois		
2701	37	DE 54	fg	27	5,9	4,2		1,2	Calcaire	calcaire coquiller à cristaux bien individualisés	moyen		bouchardage neuf	4/2 cm							éclat		Frasnois		
2701	38	DE 54	fg	22	4,2	3		1,8	Calcaire	calcaire coquiller	hétérogène		bouchardée lisse	3/2 cm	nul								Frasnois		
2701	39	DE 54	fg	8	3,1	3,1		0,9	Calcaire	calcaire coquiller à cristaux bien individualisés	moyen		bouchardage neuf	2/1,5 cm							éclat		Frasnois		
2701	40	DE 55	fg	495	7,5	10,2		4,7	Calcaire	calcaire coquiller à cristaux bien individualisés parfois rosés	moyen		bouchardée lisse sur les gros grains	9/5 cm	nul	irrégulière, zones lisses	aménagé perpendiculaire	cassé	aménagée	cassée	voir remontage 2006	X	Frasnois		
2701	41	DE 55	fg	135	7	5		3,3	Calcaire	calcaire à cristaux bien individualisés parfois rosés	moyen		très lissée	3,5/2 cm	légèrement concave							X	Frasnois		
2701	42	DE 55	fg	100	6	3,5		3,8	Calcaire	calcaire coquiller à cristaux bien individualisés			bouchardée lisse	5/2,5 cm	nul								Frasnois		
2701	43	DC 52	Meule	fg	2910	25	15	5	Calcaire	calcaire coquiller oolithique, à fleur	moyen hétérogène		érodée, zone lisse	18,5/13,5 cm	concavo-convexe	irrégulière érodée, zone lisse	aménagé par enlèvements verticaux	érodé	cassée	cassée	type "danubien", section rectangulaire, érodé	X	Frasnois		ok
2701	44	DD 51	/	fg	60	/			Calcaire	calcaire coquillier à cristaux automorphes	hétérogène		/			émoussée					dos d'outil	oui	Frasnois		/
2701	45	DE 52	Meule	fg	560	12,3	8,5	4	Calcaire	calcaire coquillier (oolithique ?)	hétérogène, poreux		érodée, zones lisses	12/8	ind.				aménagée ?		extrémité d'outil ? Erodé	non	Frasnois		/
2701	46	DA 51	/	fg	8	/			Calcaire	calcaire coquillier à cristaux automorphes	hétérogène		lissée	2/0,5							éclat	oui	Frasnois		/
2701	47	DB 54	M/Mo	fg	86	/			Calcaire	calcaire à cristaux bien individualisés	homogène		bouchardée polie	4/1,5							/	non	Frasnois		/
2701	48	DB 55	M/Mo	fg	1572	16,5	8	11	Calcaire	calcaire coquillier (oolithique ?) à cristaux automorphes	hétérogène		lisse, sans trace résiduelle de bouchardage	12/4	convexe						outil très épais, section trapézoïdale	oui	Frasnois		/
2701	49	DE 55	Molette	e	600	12	7,5	4	Calcaire	calcaire coquillier à cristaux automorphes	hétérogène		régulière, très lisse, arêtes émoussée	10/6	convexe	replat lissé	aménagé	aménagé	aménagée	aménagée	section triangulaire dissymétrique métrique, ancienne partie centrale de meule ?	oui	Frasnois		OK

Annexe 3 :
matériel de mouture et de broyage de Chalain/Clairvaux

N° Inv.	M²	Typo	e/ fg	pds (g)	Lg. (cm)	lg. (cm)	ép. min	ép. max	NMI	Matière	grain	Prov. Possible	face 1	surface active	°Cb	face 2	côté 1	côté 2	extré. 1	extré. 2	observations	brûlé	Local.	Lame Mince	Dessin/ Photo
2701	50	DA 52	Meule	fg	1706	17	15,5		3,8	Calcaire	calcaire coquillier (oolithique ?) à cristaux automorphes	hétérogène	bouchardée lissée, très régulière	15,5/14,5	convexo-concave	aménagée par bouchardage	aménagé	aménagé	cassée mais utilisation après casse	cassée	section semi-ovalaire	oui	Frasnois		OK
2701	51	DA 52	Meule	fg	150	/				Calcaire	calcaire coquillier crayeux	grossier hétérogène	lisse, bouchardage profond	7,5/5							/	oui	Frasnois		/
2701	52	DA 52	/	fg	57	/				Calcaire	calcaire coquillier à cristaux automorphes	homogène	érodée	3,5/1							extrémité d'outil ? érodé	oui	Frasnois		/
2701	53	DA 52	/	fg	38	/				Calcaire	calcaire à cristaux bien individualisés	homogène	bouchardée lisse	4/2,5	convexe						/	oui	Frasnois		/
2701	54	DA 53	M/Mo	fg	35	/				Calcaire	calcaire coquillier crayeux	grossier hétérogène	érodée	3,5/1,5	plane						/	non	Frasnois		/
2701	55	DA 54	/	fg	30	/				Calcaire	calcaire coquillier lité à cristaux automorphes	hétérogène	lissée	1,5/3							éclat	non	Frasnois		/
2701	56	DB 51	Molette ?	e	1010	13	11,5		4,5	Calcaire	calcaire ind.	fin	large replat lisse	/	/	large replat lisse					galet, pas de bouchardage. Utilisation anthropique ?	oui	Frasnois		/
2701	57	DB 51	/	fg	50	/				Calcaire	calcaire coquillier à cristaux automorphes	hétérogène	plusieurs plages aménagées lissées, pas de bouchardage net								4 fragments	oui	Frasnois		/
2701	58	DB 51	/	fg	23	/				Calcaire	calcaire à cristaux bien individualisés	homogène	plages aménagées lisses								2 éclats	oui	Frasnois		/
2701	59	DB 52	/	fg	162	/				Calcaire	calcaire coquillier (oolithique ?)	hétérogène	érodée	1/6	plane						éclat vertical, érodé	oui	Frasnois		/
2701	60	DB 54	Meule	fg	520	/				Calcaire	calcaire coquillier crayeux, litage perp. à la surface active	grossier hétérogène	lisse	1/6	/						éclat vertical	oui	Frasnois		/
2701	61	DD 54	M/Mo	fg	325	/				Calcaire	calcaire ind., litage para. à la surface active	ind.	cassée	/	/	aménagée, régulière, très convexe					objet noir	oui	Frasnois		/
2701	62	DD 55	/	fg	10	/				Calcaire	calcaire coquillier crayeux	grossier hétérogène	bouchardée, légèrement polie (brillance)	3/1	/						/	non	Frasnois		/
2701	63	DE 51	Meule	fg	644	/				Calcaire	calcaire coquillier à cristaux automorphes	hétérogène	régulière et rugueuse, pas de bouchardage clair	10/3,5	plane						/	non	Frasnois		/
2701	64	DE 54	/	fg	50	/				Calcaire	calcaire coquillier	grossier hétérogène	très lisse, plus de traces du bouchardage		plane						3 fragments	oui	Frasnois		/
2701	65	DA 51	Meule	e	4000	25	14		7	Calcaire	calcaire coquillier lité, à cristaux automorphes, litage para à la surface active	hétérogène	lisse au centre, bouchardage général, neuf en périphérie, épannelage	24/13	légèrement concave	aménagée, parties cassées selon le litage	aménagé, perp.	cassé	aménagée, perp.		section rectangulaire	oui	Frasnois		OK
2701	66	DA 51	M/Mo	fg	462	/				Calcaire	calcaire coquillier crayeux	grossier hétérogène	irrégulière, bouchardage profond, épannelé ?	10,5/6,5	/						surface active ou dos d'outil ?	oui	Frasnois		/
2701	67	DA 53	Meule	fg	2600	23	15,5		5	Calcaire	calcaire dense lité, cristaux automorphes dans matrice sombre	homogène	bouchardée polie par aration des zones hautes, bouchardage profond	21/13	convexo-concave	aménagée par bouchardage	aménagé	cassé	aménagée	cassée	section rectangulaire plate	oui	Frasnois		OK
2701	68	DA 55	M/Mo	fg	836	13,5	8,5		6	Calcaire	calcaire coquillier à cristaux automorphes	hétérogène	/			irrégulière mais aménagée et lisse					dos d'outil	oui	Frasnois		/
2701	69	DB 52	/	fg	51	/				Calcaire	calcaire coquillier à cristaux automorphes	hétérogène	plusieurs plages aménagées lissées, pas de bouchardage net								2 fragments	oui	Frasnois		/
2701	70	DB 53	/	fg	90	/				Calcaire	calcaire coquillier à cristaux automorphes	homogène	bouchardée lisse	4,5/3,5	plane						extrémité d'outil ?	oui	Frasnois		/
2701	71	DB 54	Meule	fg	815	13,5	10		6	Calcaire	calcaire coquillier à cristaux automorphes	homogène	bouchardée lissée, cupule centrale de 3 cm de dia, 0,4 de prof.	12/9	/	aménagée	aménagé	cassé	cassée	cassée	réutilisation en mortier ? Ou tentative de morcellement ?	oui	Frasnois		/

Annexe 3 :
matériel de mouture et de broyage de Chalain/Clairvaux

N° Inv.	M²	Typo	e/ fg	pds (g)	Lg. (cm)	lg. (cm)	ép. min	ép. max	NMI	Matière	grain	Prov. Possible	face 1	surface active	°Cb	face 2	côté 1	côté 2	extré. 1	extré. 2	observations	brûlé	Local.	Lame Mince	Dessin/ Photo	
2701	72	DB 55	M/Mo	fg	110	/			Calcaire	calcaire coquillier crayeux, litage perp. à la surface active	grossier hétérogène		érodée	6/2	plane				aménagée		extrémité d'outil, très érodé	oui	Frasnois		/	
2701	73	DB 56	Meule	fg	10 000	28,5	20	14	Calcaire	calcaire à cristaux bien individualisés	homogène		régulière, bouchardage profond quasi neuf, peu lissée, épannelée	22,5/16	concave	aménagée, irrégulière, zones lissées	cassé	/	/	/	rapport entre taille de la surface active et épaisseur de l'outil peu optimal	oui	Frasnois		/	
2701	74	DC 52	Molette	e	564	13	10,3	2,8	Calcaire	calcaire à cristaux bien individualisés	fin, homogène		bouchardée très lissée	12/9	convexe	irrégulière, surface de cassure	aménagé, parties cassées	aménagé, parties cassées	aménagée, parties cassées	aménagée, parties cassées	toutes les arêtes sont émoussées, réutilisation d'un éclat ?	oui	Frasnois		/	
2701	75	DC 52	Molette	fg	176	/			Calcaire	calcaire coquillier (oolithique ?) à cristaux automorphes	hétérogène		régulière, érodée	7/4	très convexe						érodé	oui	Frasnois		/	
2701	76	DC 53	Meule	fg	2 410	19	16,5	6	Calcaire	calcaire coquillier crayeux	grossier hétérogène		bouchardée lisse, cupule centrale de 0,3 cm de prof.	15/14	plane sauf cupule	cassée	/	/	/	/	/	/	oui	Frasnois		/
2701	77	DC 53	/	fg	12	/			Calcaire	calcaire à cristaux bien individualisés	homogène		lisse	1,5/0,5	/						éclat	oui	Frasnois		/	
2701	78	DC 54	/	fg	76	/			Calcaire	calcaire à cristaux bien individualisés	homogène		irrégulière lissée, arêtes émoussées	6/3	/		aménagé				dos d'outil	oui	Frasnois		/	
2701	79	DC 55	Meule	fg	331	10	8	2,8	Calcaire	calcaire coquillier à cristaux automorphes	homogène		bouchardée lissée, rugueuse	8/7	plane						/	oui	Frasnois		/	
2701	80	DC 55	/	fg	102	/			Calcaire	calcaire à cristaux bien individualisés	homogène		traces de bouchardage et de martelage sur les surface planes	/	/						7 éclats, volonté de réduire l'outil en morceau	oui	Frasnois		/	
2701	81	DC 55	/	fg	80	/			Calcaire	calcaire à cristaux bien individualisés	homogène		bouchardée lisse	5/3	plane						extrémité d'outil ?	oui	Frasnois		/	
2701	82	DD 51	/	fg	1	/			Calcaire	calcaire ind.	/		/	1,5/0,5	plane						/	oui	Frasnois		/	
2701	83	DD 53	Meule	e	16 000	27	25	12	Calcaire	calcaire coquillier à cristaux automorphes, litage para à la surface active	homogène		bouchardée lissée	16/12	plane	irrégulière mais lisse	brut, de galet	brut, de galet	brute, de galet	brute, de galet	section ovalaire. surface active de tôle ridicule pour les 16 kg	non	Frasnois		OK	
2701	84	DD 53	Meule	e	5 000	29	17,5	6	Calcaire	calcaire coquillier crayeux	grossier hétérogène		bouchardée très lissée, surtout sur le pourtour, épannelée	23/17	planoconvexe	brute après enlèvement énorme par taille	aménagé, rentrant	aménagé, rentrant	aménagée	aménagée	section rectangulaire	non	Frasnois		OK	
2701	85	DD 53	M/Mo	fg	202	9	7	2,3	Calcaire	calcaire coquillier à cristaux automorphes	hétérogène		régulière, lissée par endroit, pas de trace nette de bouchardage								dos d'outil ?	oui	Frasnois		/	
2701	86	DD 53	M/Mo	fg	74	/			Calcaire	calcaire coquillier crayeux	grossier hétérogène		/	4/3	plane						/	non	Frasnois		/	
2701	87	DD 53	/	fg	41	/			Calcaire	calcaire à cristaux bien individualisés	homogène		bouchardée lissée	3,5/2,5	plane						/	oui	Frasnois		/	
2701	88	DD 54	/	fg	40	/			Calcaire	calcaire à cristaux bien individualisés	homogène		/			lisse irrégulière					éclat de dos ou de coté d'outil	oui	Frasnois		/	
2701	89	DE 51	/	fg	60	/			Calcaire	calcaire à cristaux bien individualisés	homogène		lisse	3/3	plane						/	oui	Frasnois		/	
2701	90	DE 51	/	fg	20	/			Calcaire	calcaire coquillier à cristaux automorphes	hétérogène		très lisse	2,5/1,5							/	oui	Frasnois		/	
2701	91	DE 53	M/Mo	fg	560	12,5	9,5	3,5	Calcaire	calcaire à cristaux bien individualisés	homogène		bouchardée lissée, érodée	8/6	plane						surface active ou dos d'outil ?	oui	Frasnois		/	
2701	92	DE 54	Meule	fg	460	/			Calcaire	calcaire coquillier (oolithique ?) à cristaux automorphes	hétérogène		bouchardée polie	11/8	plane						/	oui	Frasnois		/	
2701	93	DE 56	Meule	fg	450	/			Calcaire	calcaire coquillier crayeux	grossier hétérogène		érodée	5/7	plane						/	non	Frasnois		/	
2701	94	DE 56	Molette ?	fg	310	/			Calcaire	calcaire coquillier lité	très fin		irrégulière érodée	/	/	une zone lisse plane			aménagée		extrémité d'outil ? Erodé	oui	Frasnois		/	

Annexe 3 :
matériel de mouture et de broyage de Chalain/Clairvaux

N° Inv.	M²	Typo	e/ fg	pds (g)	Lg. (cm)	lg. (cm)	ép. min	ép. max	NMI	Matière	grain	Prov. Possible	face 1	surface active	°Cb	face 2	côté 1	côté 2	extré. 1	extré. 2	observations	brûlé	Local.	Lame Mince	Dessin / Photo		
2 7 0 1	95	DA 52	Meule	fg	2 875	18	13,5		12,5	Calcaire	calcaire coquillier crayeux		lisse, bouchardage résiduel irrégulier (effet de l'érosion ?)	12/10	concave	irrégulière, zone lisse	aménagé	cassé	/	/	outil épais	oui	Frasnois		/		
2 7 0 1	96	DD 51	Molette	e	1 988	20,5	15		6	Calcaire	calcaire ind.		jaune et noire, bouchardée, lissage, très intense sur le pourtour	17,5/13	plano-convexe	aménagée ou naturelle ?	aménagé ou naturel ?	aménagé ou naturel ?	cassée mais utilisation après casse	cassée	outil rose et matière première très peu dense : effet de la chauffe. Section semi-ovalaire. +2 fragments. Sur galet ?	oui	Frasnois		OK		
CL X																											
2 10 0 1	01	(1996)	ind	fg	55	8,1	2,5		2	Méta Alpes	gneiss, faciès schiste vert à albite	Alpes	cassée			cassée	brut		cassés		matière vue CL MM B		Musée Lons				
CL XIV																											
2 14 0 1	01	T1 . S6/1	meule	fg	5000	12,5	20		13	Calcaire	grenu blanc		homogène	Locale	bouchardée érodée	15/7 cm	0,5/15 cm	aménagée et encroutement ?	aménagé	aménagé	cassée	aménagée	brûlé, érodé, extrémité de meule, section trapézoïdale	X	Frasnois		ok
2 14 0 1	02	P 47 D1		fg	180	5,2	5,8		3,1	Calcaire	coquillier, litage para blanc		fin	Locale	bouchardée polie	5,5/4,5 cm	nul	aménagée avec alvéoles de dissolution ?	aménagé	aménagé	cassée	cassée	brûlé	X	Frasnois		
2 14 0 1	03	P 47 6 D1		fg	110	6,4	4		4,8	Calcaire	coquillier, petit cristaux de calcite rosés blanc		moyen	Locale	bouchardée polie	4/3,5 cm	nul	cassée	cassé	cassé	aménagée	cassée	brûlé	X	Frasnois		
2 14 0 1	04	P 47 6 D1		fg	100	6,2	4,6		1,9	calcaire	litage para blanc		fin	Locale	lisse bouchardée	6/3,5 cm	nul	litage, aménagée ?	aménagé	cassé	cassée	cassée	brûlé	X	Frasnois		
2 14 0 1	05	P 49 6 D1		fg	230	8,3	5,1		4,1	Calcaire	grenu blanc		poreux	Locale	érodée, régulière	7/4 cm	nul	aménagée ?	érodé	érodé	érodée	érodée	brûlé	X	Frasnois		
2 14 0 1	06	Q 45 D1		fg	230	6,8	4,3		5,5	Calcaire	calcaire coquillier blanc		grossier	Locale	érodée	?	nul	cassée	cassé	cassé	cassée	cassée	brûlé	X	Frasnois		
2 14 0 1	07	P 45 D2		fg	220	6	8		4,8	Calcaire	grenu blanc		homogène, 2 mm	Locale	polie à lustrée	5/4 cm	nul	cassée	aménagé	cassé	cassée	cassée	brûlé	X	Frasnois		
2 14 0 1	08	R 47 D2	molette	fg	1670	14,5	10		7,5	Calcaire	calcaire coquillier blanc		moyen	Locale	érodé, SA sur les arêtes	13/6 cm	fort	aménagée	aménagé	cassé	cassée	cassée	brûlé, réutilisation après casse, mi-molette, section rectangulaire plate	X	Frasnois		ok
2 14 0 1	09	R 45 D3	meule ?	fg	535	11,3	9,8		3,2	Calcaire	calcaire coquillier blanc		grossier (1 cm)	Locale	polie ?	2,5/4 cm	nul	cassée	cassé	cassé	plan de frappe ?	cassée	brûlé, gros éclat de taille ?	X	Frasnois		
2 14 0 1	10	P 46 D3//		fg	1000	9,1	10,3		7,6	Calcaire	calcaire coquillier blanc		grossier	Locale	lissée, débordante sur arêtes	7/6 cm	nul	cassée	cassé	cassé	cassée	cassée	brûlé, érodé, réutilisée après casse	X	Frasnois		
2 14 0 1	11	R 45 D4		fg	165	5,5	5		4,3	Calcaire	calcaire coquillier, dense gris ?		moyen	Locale	bouchardée polie	3/3 cm	nul	aménagée ?	aménagé	cassé	cassée	aménagée	brûlé ?	X	Frasnois		
2 14 0 1	12	P 46 D4//		fg	280	8	7,6		3,1	Calcaire	grenu blanc		moyen homogène	Locale	lisse ? érodée	8/6 cm et 9/5,5 cm	nul	lisse ?	cassé	cassé	cassée	cassée	brûlé	X	Frasnois		
2 14 0 1	13	P 48 D4//		fg	600	8,3	5,1		8,9	calcaire	grenu, calcite rose ? litage perpendiculaire, blanc		homogène	Locale	lisse	8/3,5 cm	fort	aménagée	aménagé, érodé	cassé	cassée	cassée	brûlé	X	Frasnois		à voir
2 14 0 1	14	R 49 D5//		fg	15	4,2	2,5		1,2	Calcaire	grenu		homogène, 2 mm	Locale	érodée	1,5/3 ?	nul	cassée	aménagé	cassé	cassée	cassée	brûlé	X	Frasnois		
2 14 0 1	15	P 45 D5//	molette	fg	1645	17	18		3,3	calcaire	grossier (0,5 cm)		grossier	Locale	bouchardée polie lustrée sur le pourtour	17/15 cm	0,6/17 cm	aménagée ?	aménagé	aménagé	cassée	aménagée	brûlé, mi-molette	X	Frasnois		
2 14 0 1	16	P 46 D5//	meule	fg	315	15,3	6,8		2,4	calcaire			moyen	Locale	bouchardée polie	12/4,5 cm	nul	cassée	aménagé	cassé	cassée	cassée			Frasnois		
2 14 0 1	17	Q 45 F/	meule	"e"	3050	26	16		4,7	Calcaire	calcaire coquillier blanc		grossier (1 cm)	Locale	bouchardée polie lustrée sur le pourtour	19/13 cm	faible	aménagée, poli d'usage, fines stries longitudinales	aménagé	cassé	aménagée	cassée	brûlé, réutilisation après casse, section trapézoïdale plate	X	Frasnois		ok
2 14 0 1	18	M 47 D1		fg	450	7,5	9		3,2	Calcaire	grenu à petites boules, blanc à gris		hétérogène, j 2mm	Locale	Bouchardée, polie sur le pourtour	7/7,5 cm	légèrement convexe	aménagée plane	aménagé	cassé	cassée	cassée	la section serait quadrangulaire plate		Frasnois		

Annexe 3 :
matériel de mouture et de broyage de Chalain/Clairvaux

N° Inv.	M²	Typo	e/ fg	pds (g)	Lg. (cm)	lg. (cm)	ép. min	ép. max	NMI	Matère	grain	Prov. Possible	face 1	surface active	°Cb	face 2	côté 1	côté 2	extré. 1	extré. 2	observations	brûlé	Local.	Lame Mince	Dessin / Photo	
2 14 0 1	19	M 47/O 48 D1	meule	fg	13000	35	25	9	Calcaire	calcaire coquillier avec cristaux de quartz ?, litage oblique blanc à gris	j 1,2 cm, hétérogène	Locale	cassée			convexe, lissée	aménagé	aménagé	érodée	cassée	Remontage de deux fragments à conservation différentielle, l'un en milieu acide (fumier O 48), pas l'autre. Section visible triangulaire dissymétrique		Frasnois		ok	
2 14 0 1	20	N 45 D1		fg	1000	13,5	8,5	6	Calcaire	coquillier, litage oblique "noir"	globalement homogène	Locale	bouchardée érodée	13/5 cm	concave	cassée	cassé	cassé	cassée	cassée	brûlé	X	Frasnois			
2 14 0 1	21	N 46 D1		fg	15	5			Calcaire	gris		Locale											Frasnois			
2 14 0 1	22	N 46 D1		fg	250	7	4	5,5	Calcaire	calcaire coquillier, coquille à passée rouge	j 3 cm, anguleux	Locale	légèrement polie	5,5/3 cm	nul							brûlé	X	Frasnois		
2 14 0 1	23	N 48 D1		fg	180	8,5	5	4,5	Calcaire	coquillier, litage parallèle gris	très grossier, j 1 cm	Locale	érodée	5/3 cm	nul	aménagé ?	aménagé ?	cassé	cassée	cassée			Frasnois			
2 14 0 1	24	N 48 D1	molette ?	fg	530	12,7	9,5	2,5	Calcaire	coquillier, litage parallèle blanc	grossier, j 1 cm	Locale	cassée		nul	aménagée lissage d'usage	érodé	érodé	aménagée ? érodée	érodée			Frasnois			
2 14 0 1	25	O 47 D1		fg	325	9,5	6	4,3	Calcaire	litage parallèle, blanc	homogène très fin	Locale	bouchardée ?	7/6,5 cm		cassée	cassé	cassé	aménagée lissée	cassée	brûlé	X	Frasnois			
2 14 0 1	26	O 47 D1		fg	115	7,5	6	1,7	Calcaire	très lité gris	fin et homogène, + coquilles ?	Locale									un litage		Frasnois			
2 14 0 1	27	O 47 D1		fg	15	3,8			Calcaire	calcaire coquillier gris		Locale	polie	3,5/2,5 cm	nul								Frasnois			
2 14 0 1	28	O 47 D1		fg	10	4,3			Calcaire	Calcaire à cristaux de calcite (?)	anguleux	Locale	lissée ?										Frasnois			
2 14 0 1	29	M 47 D2		fg	270	10	8,5	3	Calcaire	coquillier, litage parallèle blanc		Locale	bouchardée polie	9/6 cm	nul								Frasnois			
2 14 0 1	30	M 47 D2		fg	260	8,5	5	4,5	Calcaire	grenu		Locale	érodée, léger replat ?								brûlé	X	Frasnois			
2 14 0 1	31	M 47 D2		fg	12				Calcaire	calcaire coquillier		Locale	polie	1,5/1 cm							érodé		Frasnois			
2 14 0 1	32	N 45 D2		fg	155	10,5	6,5	2	Calcaire	calcaire coquillier	grossier	Locale											Frasnois			
2 14 0 1	33	N 45 D2		fg	150				Calcaire	grenu à cristaux rosé		Locale	érodée	6,5/3,5 cm	concave							2 fgts		Frasnois		
2 14 0 1	34	N 46 D2		fg	115	4,8	4	4,5	Calcaire	grenu	anguleux	Locale	bouchardée polie	4/3 cm	légèrement concave	cassée						brûlé	X	Frasnois		
2 14 0 1	35	N 47 D2		fg	2000	18,5	13,5	6	Calcaire	calcaire coquillier blanc		Locale	lisse érodée	10/10 cm	convexe	cassée	érodée	cassé sur litage bien cristallisé	cassée	cassée			Frasnois			
2 14 0 1	36	N 49 D2		fg	185	10,5	5,5	3	Calcaire	calcaire coquillier	très grossier	Locale					aménagé ?	érodé	érodée	érodée			Frasnois			
2 14 0 1	37	O 48 D2	molette	fg	670	11,5	8	5	Calcaire	calcaire coquillier	homogène anguleux	Locale	bouchardée légèrement polie	10,5/7 cm	nul	lissage d'usage	aménagé	cassé	cassée	cassée	1/4, section semi-ovale		Frasnois		ok	
2 14 0 1	38	O 48 D2		fg	300	10,5	7,5	3	Calcaire	grenu blanc	anguleux	Locale	bouchardée polie	7/5,5 cm	légèrement convexe	plane	aménagé érodé	cassé	cassée	cassée	la section serait quadrangulaire plate		Frasnois			
2 14 0 1	39	N 48 D3		fg	255	10,5	8,5	1,7	Calcaire	gris	très fin	Locale									un litage, parfois poli (naturel ?)		Frasnois			
2 14 0 1	40	O 46 D3	molette	e	2500	25	13,7	2,3	6	Calcaire	grenu, litage parallèle		Locale	bouchardée polie sur le pourtour	23/12,5 cm	plano-convexe						brûlé, érodée, section demi-ovale	X	Frasnois		ok
2 14 0 1	41	O 46 D3		fg	150	8	6,5	2,5	Calcaire			Locale					aménagé				brûlé, éclat	X	Frasnois			
2 14 0 1	42	M 46 D4	molette	fg	325	7,5	9,5	4	Calcaire	ind..		Locale	bouchardée polie	8/7 cm	convexe	cassée	aménagé	aménagé	aménagée	cassée	brûlé ? Section ovale ?	X	Frasnois			

Annexe 3 :
matériel de mouture et de broyage de Chalain/Clairvaux

N° Inv.	M²	Typo	e/ fg	pds (g)	Lg. (cm)	lg. (cm)	ép. min	ép. max	NMI	Matière	grain	Prov. Possible	face 1	surface active	°Cb	face 2	côté 1	côté 2	extré. 1	extré. 2	observations	brûlé	Local.	Lame Mince	Dessin / Photo	
2 14 0 1	43	M 45 D5	fg	1500	20,5	11		5	Calcaire	calcaire coquillier minéraux rosés (calcite ?) blanc	hétérogène, j 1 cm	Locale	bouchardée polie	18/10 cm	nul	érodée	aménagé	érodé	érodée	érodée	brûlé érodé, section quadrangulaire plate		Frasnois			
2 14 0 1	44	M 46 D5	fg	340	10,5	7		3,5	Calcaire	calcaire coquillier blanc	très grossier	Locale	polie érodée	6/4,5 cm		cassée	aménagé érodé	cassé	cassée	cassée			Frasnois			
2 14 0 1	45	M 48 D5	fg	55					Calcaire			Locale	polie	3/2,5 cm	nul						brûlé	X	Frasnois			
2 14 0 1	46	M 46 F	fg	30	6,5	3,5		1	Calcaire	calcaire coquillier gris		Locale									éclat brûlé	X	Frasnois			
2 14 0 1	47	M 47 F	fg	5000	16	22		11	Calcaire	coquillier, matrice fine gris	j 1,5	Locale	cassée			lissage d'usage ?	cassé	cassé	cassée	cassée	éclat thermique ?	X	Frasnois			
2 14 0 1	48	N 46 F	fg	1500	15,5	12		6,5	Calcaire	coquillier, matrice fine à cristaux rosé	j 1,5 cm	Locale	trace de percussion (bouchardage ?)								meule ?		Frasnois			
2 14 0 1	49	N 47 F	fg	2000	11,5	9		7,5	Calcaire	calcaire coquillier (packstone)gris		Locale	cassée			cassée	bien cristallisé	cassé	cassée	cassée	brûlé	X	Frasnois			
CL MM																										
2 0 1 1	01	CS 96 V	meule	fg	1600	18	11,5		8	Calcaire	dure	grossier	Locale	épannelée, bouchardage profond, polie	14/7 cm	fort	aménagée	cassé	cassé	cassée	cassée	brûlé	X	Musée Lons		mono p 310
2 0 1 1	02	CU 96 V 2 et 3	M/Mo ?	fg	5300	27	17		8,5	Calcaire	gréseux ?, sur bloc ?	grossier	Locale	bouchardée polie lustrée sur le pourtour	23/14 cm	concave 23/1 cm	aménagé érodée	aménagé érodé	aménagé érodé	aménagé érodée	aménagé érodée	brûlé, en deux fragments	X	Musée Lons		mono p309
2 0 1 1	03	CY 97 V	?	fg	87	5	4		4	Calcaire	dolomitisé ?		Locale	bouchardée, polie	2/2 cm		cassée	cassé	cassé	cassée	cassée	brûlé, ref mono p 309	X	Musée Lons		
2 0 1 1	04	CZ 93 V a 126	molette	fg	2200	13	12		9	Calcaire	sur bloc ?	grossier	Locale	bouchardée polie lustrée	10/10 cm		aménagée	aménagé	aménagé	aménagée	cassée	mi molette, section trapézoïdale		Musée Lons		mono p309
2 0 1 1	05	CZ 94 V a 113,	M/Mo ?	fg	1800	15	13		6,5	Calcaire	sur bloc ?		Locale	polie lustrée	12/12 cm		aménagée	aménagé	aménagé	aménagée	cassée	Dos brûlé, mi-Mo ou M Danub. Section demi-ovale irrégulière	X	Musée Lons		mono p309
2 0 1 1	06	CZ 99 V	M/Mo ?	fg	1100	12	14		4	Calcaire	dure	grossier	Locale	bouchardée polie	10/10 cm	faible	aménagé	taillé	taillé	cassée	cassée	réutilisation après casse, section demi-ovale		Musée Lons		mono p309
2 0 1 1	07	DA 93 V a	meule petite largeur	e	13500	37,5	17,5		13	Calcaire	sur bloc ?		Locale	en cours de piquetage, sur un plan de schistosité	13/30 cm		en cours d'aménagement	brut	brut	brute	aménagée perpendiculaire	ébauche		Musée Lons		mono p 310
2 0 1 1	08	CR 96 V 22	Ebauche sur bloc ?	e	16500	32	29		14	Calcaire			Locale								ébauche ? ref mono p 310		?			
2 0 1 1	09	DA 96 V	ind.	fg	10	5	1,5		1,1	Méta ind.	quartzite verdâtre à quartz rouge, verrucano ?	fin	Alpes								cassés	éclat		Frasnois		
2 0 2 1	01	DA 63 II-III (supérieur surface ?)	meule	e	20000	33	30,5	10,5	12	Sed calcaire	calcaire	fin		bouchardage grossier	30/30 cm	nul	naturelle	naturel	taillé	naturelle	naturelle	meule en cours de fabrication		Frasnois		ok
2 0 2 1	02	CL 65 II	meule	fg	195	5,2	7,4	/	2,7	M/M ind.	mica schiste	grossier		bouchardée très polie	5/3 cm	nul	cassée	cassé	naturel	cassée	naturelle			Musée Lons		
2 0 2 1	03	CL 67 VIII		fg	5					Magma	granite blanc ?	moyen									reste de poudre ?	X	Musée Lons			
2 0 3 1	01	CQ 103 IIIc		fg	10	3,6	1,8		2,2	Sed ind.	grès	moyen					cassée	cassé	cassé	cassée	cassée	brûlé	X	Musée Lons		
2 0 3 1	02	CR 102 IIIc		fg	5	2,6	2,3		0,5	Méta ind. B	méta vert à point	fin	Alpes				cassée	cassé	cassé	cassée	cassée			Musée Lons		
2 0 3 1	03	CS 102 IIIc	Meule	e	9300	32	20,5		14	Sed calcaire	calcaire coquillier	grossier	Locale	bouchardée	24/14 cm	nulle	naturelle	naturel	naturel	naturelle	naturelle	petite largeur, section rectangulaire épaisse, profil triangulaire		Frasnois		ok
2 0 3 1	04	CU 101 III /// **		fg	15	5	3,8		0,9	Schiste vert	gneiss lité	très fin	Alpes								éclat de taille		Musée Lons			
2 0 3 1	05	CU 101 III /// **		fg	3	2,4	1,6		0,4	Schiste vert	gneiss lité	très fin	Alpes								éclat de taille		Musée Lons			
2 0 3 1	06	CU 101 III /// **		fg	3	2,9	1,3		0,5	Schiste vert	gneiss lité	très fin	Alpes								éclat de taille		Musée Lons			
2 0 3 1	07	CU 101 III /// **		fg	2	2,6	1,3		0,3	Schiste vert	gneiss lité	très fin	Alpes								éclat de taille		Musée Lons			

Annexe 3 :
matériel de mouture et de broyage de Chalain/Clairvaux

N° Inv.	M²	Typo	e/ fg	pds (g)	Lg. (cm)	lg. (cm)	ép. min	ép. max	NMI	Matière	grain	Prov. Possible	face 1	surface active	°Cb	face 2	côté 1	côté 2	extré. 1	extré. 2	observations	brûlé	Local.	Lame Mince	Dessin/ Photo	
2 0 3 1	08	CV 98 IIIb/	meule	fg	80	5,5	5,5	2,3	Schiste vert	gneiss lité	très fin	Alpes	cassée			poli d'usage	cassé	cassé	cassée	cassée			Musée Lons			
2 0 3 1	09	CV 98 IIIb/		fg	35				Schiste vert	méta schiste albitique	très fin	Alpes									7 fpts, Méta ind. A		Musée Lons	X N° 206106		
2 0 6 1	01	CQ 101 III/°°°	meule	fg	75	3,5	7,3	5,5	M/M ind. C		moyen	Alpes	bouchardée très polie	5/1 cm		cassée	brute, sur galet	cassé	cassée	cassée	galet morainique			Musée Lons		
2 0 6 1	02	CQ 102 III///	meule	fg	30	4,5	4,3	1,4	Méta ind. B	méta vert à point	fin	Alpes	bouchardée			cassée	cassé	cassé	cassée	cassée			Musée Lons			
2 0 6 1	03	CQ 107 III/°		fg	20	4,6	3	1,3	Méta ind. B	méta vert à point	fin	Alpes	bouchardée très polie	4/2 cm	fort	cassée	cassé	cassé	cassée	cassée			Musée Lons			
2 0 6 1	04	CQ 107 III/°		fg	5	3,3	1,9	0,8	M/M ind. C		moyen	Alpes	cassée			cassée	cassé	cassé	cassée	cassée			Musée Lons			
2 0 6 1	06	lame mince devenue			2 0 3 1 09																					
2 0 7 1	01	CR 97 IIb/50	molette	e	1135	18,4	15,4	1,5	3,5	Sed Ind	poroux, pas de Ca	moyen		bouchardée polie sur le pourtour	18/15	moyen	irrégulière	aménagé	aménagé	aménagée	aménagée	très plate, usée, section triangulaire dissy		Frasnois		ok
2 0 7 1	02	CV 103 III57	meule	fg	395	10,2	10,5	2,1	2,4	Méta ind	schiste à litage oblique très fin, riche en mica	très fin	Alpes	bouchardée polie	10/8 cm	fort	bouchardée, dos de meule	taillé	taillé	cassée	taillée	outil très usé, brûlé	X	Musée Lons		
2 0 7 1	03	/		fg	175	7,2	5	4,4	ind.	Granite ou quartzite ??	hétérogène			cassée		cassée	cassé	cassé	cassée	cassée			Musée Lons			
2 0 7 1	04	CR 97 II b 40	molette	e	2260	26	20	1,5	3,2	Méta ind. B	vert à points blanc, chloristoschiste type CL IV sup	fin	Alpes	bouchardée légèrement poïe, lustrée sur le pourtour	25/20 cm	25/1 cm	meule	taillé	taillé	taillée	taillée	meule réutilisée en broyon une face convexe et une concave, section rectangulaire		Frasnois		ok
			meule									Alpes	bouchardée polie sur le pourtour	20/17 cm	20/2 cm	molette					meule initiale de petite dimension assez profonde, petit "mortier" ?					
2 0 8 1	01	CT 102 II c //20	meule	fg	75	7	6	2,2	Méta ind.	vert et quartz rose, litage oblique	moyen	Verrucano ? Alpes	bouchadée très polie	5/4,5 cm	/	cassée	taillé	cassé	cassée	cassée			Musée Lons			
2 0 8 1	02	CT 102 II c //21	meule	fg	15	3,2	6,2	1,2	Méta ind.	vert et rose, litage oblique	moyen	Verrucano ? Alpes	bouchadée très polie	4,5/2 cm	fort	cassée	cassé	cassé	cassée	cassée			Musée Lons			
2 0 8 1	03	CX 103 II c /// 12		fg	3	2,2	1,8	0,7	M/M ind.		moyen										éclat de taille		Musée Lons			
2 0 8 1	04	CW 98		fg	80	5,6	5,6	2,3		gneiss	moyen		bouchardée			cassée	cassé	cassé	naturelle	cassée	éclat de taille		?			
2 0 8 1	05	CW 98		fg	15	4,1	2,6	1,4		gneiss	moyen		bouchardée polie			naturelle	cassé	cassé	cassée	cassée	éclat de taille		?			
2 0 8 1	06	CW 98		fg	10	5	1,7	0,6		gneiss	moyen		cassée			cassée	naturel	cassé	cassée	cassée	éclat de taille		?			
2 0 8 1	07	CW 98		fg	5	2,5	2	0,4		gneiss	moyen		bouchardée			cassée	cassé	cassé	cassée	cassée	éclat de taille		?			
2 0 8 1	08	CW 98		fg	3	3	1,4	0,4		gneiss	moyen										éclat de taille		?			
2 0 8 1	09	CW 98		fg	3	3,5	1,5	0,8		gneiss	moyen										éclat de taille		?			
2 0 9 1	01	CU 100 II c//7		fg	275	10,7	6,5	4	M/M ind.		gros		cassée			cassée	cassé	cassé	cassée	cassée	plusieurs fpts, très érodé		Musée Lons			
2 0 10 1	01	devenue	2 0 7 1	04	CL MM C																					
2 0 10 1	02	CR 101 II b //		fg	20	4,8	2,6	1,7	Métgranite Aar	litage fin et doré	fin	Aar	cassée			cassée	cassé	cassé	cassée	cassée	brûlé	X	Musée Lons			
2 0 10 1	03	CS 98 II /		fg	5	2,7	1,8	1,2	Métgranite Aar	litage fin et doré	fin	Aar	cassée			cassée	cassé	cassé	cassée	cassée	brûlé	X	Musée Lons			
2 0 10 1	04	CS 100 II b 9	meule	fg	345	11	7,9	2,9	3,6	Méta ind.	schiste micacé	fin	Alpes	bouchardée concave	8/5 cm et 9/5 cm	faible	bouchardée convexe	cassé	cassé	cassée	cassée	meule réutilisée en broyon (?), épaisseur constante, brûlé	X	Musée Lons		
2 0 10 1	05	DA 102 II b III	meule	fg	820	13,5	9,5	5,4	Métgranite Aar	litage oblique, quartz entre micas verdâtres.	moyen	Aar	bouchardée légèrement poïi	5/7 cm	moyen	bouchardée poli d'usage	cassé	cassé	érodée	cassée			Musée Lons			
2 0 11 1	01	CR 99 II a		fg	270	13,5	6	3,8	Métgranite Aar	gneiss grossier	fin	Aar	cassée			cassée	naturel	cassé	cassée	cassée	brûlé	X	Musée Lons			
2 0 11 1	02	CR 99 II a		fg	55	10,2	4,8	1,2	Métgranite Aar	gneiss grossier	fin	Aar	cassée			naturelle	naturel	cassé	cassée	cassée	brûlé	X	Musée Lons			
2 0 11 1	03	CR 99 II a		fg	30	5,2	4,9	1,3	Métgranite Aar	gneiss grossier	fin	Aar	cassée			cassée	cassé	cassé	cassée	cassée			Musée Lons			

Annexe 3 :
matériel de mouture et de broyage de Chalain/Clairvaux

N° Inv.	M²	Typo	e/ fg	pds (g)	Lg. (cm)	lg. (cm)	ép. min	ép. max	NMI	Matière	grain	Prov. Possible	face 1	surface active	°Cb	face 2	côté 1	côté 2	extré. 1	extré. 2	observations	brûlé	Local.	Lame Mince	Dessin / Photo	
2 0 1 1 1	04	CR 100	meule	fg	80	11	5,2		1,8	Métagranite Aar	gneiss grossier	fin	Aar	bouchardée			cassée	taillé	cassé	cassée	cassée	retaille horizontale de meule, à coller		Musée Lons		
2 0 1 1 1	05	CR 100		fg	5	4,1	2,8		0,8	Métagranite Aar	gneiss grossier	fin	Aar	cassée			cassée	cassé	cassé	cassée	cassée	brûlé	X	Musée Lons		
2 0 1 1 1	06	CU 101 II III	meule	fg	120	7,8	3,3		3,4	ind.		moyen		bouchardée très polie	2/1 cm	nul	naturelle	cassé	cassé	cassée	cassée			Musée Lons		
2 0 1 1 1	07	CV 101 II //		fg	270	8,8	6,4		5,2	ind.	blanc à point vert/noir	fin		érodée			aménagée	aménagé	taillé	cassée	cassée	brûlé, sonne creux	X	Musée Lons		
2 0 1 1 1	08	CY 101 II //		fg	260	8	6,7		4,4	Métagranite Aar	blanc à doré très lité	grossier	Aar	cassée			cassée	cassé	cassé	cassée	cassée	brûlé	X	Musée Lons		
2 0 1 1 1	09		meule	fg	160	6	5,6		5,2	Sed ind		moyen		bouchardée polie	4/2 cm	fort	bouchardée	aménagée	cassé	cassée	cassée	brûlé	X	Musée Lons		
2 0 1 1 1	10	CZ 98 I c 41		fg	30	3,7	8,1		1,2	ind.		fin										éclat de taille		Musée Lons		
2 0 1 2 1	01	CP 108 I c		fg	35	4,7	3,2		1,8	Méta ind		moyen		vernée !			naturelle	taillé	cassé	naturelle	cassée			Musée Lons		
2 0 1 2 1	02	CQ 98		fg	95	8	5,4		1,8	Métagranite Aar		fin	Aar	cassée			cassée	cassé	cassé	cassée	cassée	brûlé	X	Musée Lons		
2 0 1 2 1	03	CQ 98 I c 27		fg	5	2,7	2,4		0,5	Métagranite Aar		fin	Aar	cassée			cassée	cassé	cassé	cassée	cassée	brûlé	X	Musée Lons		
2 0 1 2 1	04	CQ 100 I c 31	molette	e	2155	22	14,5		4,5	Méta alpin	litage parallèle	moyen	Moraine, Alpes	bouchardée légèrement polie sur le pourtour	21/14 cm	faible	brute, sur galet	naturel	naturel	naturelle	aménagée	section ovulaire dissymétrique "coquille de moule", sur galet	X	Frasnois		ok
2 0 1 2 1	05	CQ 100 I c		fg	730	13	10		4	Métagranite Aar	gneiss grossier	fin	Aar	cassée			cassée	cassé	cassé	cassée	cassée			Musée Lons		
2 0 1 2 1	06	CR 97 I c 19		fg	15	4,8	2,7		1,4	Métagranite Aar		fin	Aar	cassée			cassée	cassé	cassé	cassée	cassée			Musée Lons		
2 0 1 2 1	07	CR 98 I c 11		fg	15	5,1	3,2		1,07	Métagranite Aar		fin	Aar	cassée			cassée	cassé	cassé	cassée	cassée	brûlé	X	Musée Lons		
2 0 1 2 1	08	CR 99 I c //		fg	195	8	6		3	Métagranite Aar	gneiss fin à biotite verte	fin	Aar	cassée			cassée	cassé	cassé	cassée	cassée	ind D		Frasnois	X	
2 0 1 2 1	09	CR 99 I		fg	85	9,4	3,6		2,3	Méta ind		moyen		cassée			cassée	cassé	cassé	cassée	cassée			Musée Lons		
2 0 1 2 1	10	CR 99 I 59		fg	45	8,6	2,9		1,2	Métagranite Aar	litage perpendiculaire?	moyen	Aar	aménagée	2/0,5 cm	nul	cassée	cassé	cassé	cassée	cassée			Musée Lons		
2 0 1 2 1	11	CR 99 I c		fg	20	5,9	2,4		1,3	Métagranite Aar		fin	Aar	cassée			cassée	naturel	cassé	cassée	cassée	brûlé	X	Musée Lons		
2 0 1 2 1	12	CR 99 I c		fg	15	5,4	3,3		0,9	Métagranite Aar		fin	Aar	cassée			cassée	cassé	cassé	cassée	cassée	brûlé	X	Musée Lons		
2 0 1 2 1	13	CW 98 I b c		fg	5	3	1,8		1,7	Cristallin type Serre	granite rosé à biotite	gros	Serre	cassée			cassée	cassé	cassé	cassée	cassée	brûlé	X	Musée Lons		
2 0 1 5 1	01	CQ 101 I a		fg	50	6,3	3,8		1,9	Métagranite Aar	gneiss	gros	Aar	cassée			cassée	cassé	cassé	cassée	cassée			Musée Lons		
2 0 1 5 1	02	CR 99 I b 55	meule	fg	220	9,5	10,4		2	Métagranite Aar	gneiss, litage oblique	gros	Aar	bouchardée très polie	9/9 cm	moyen	cassée	cassé	cassé	cassée	cassée	brûlé	X	Musée Lons		
2 0 1 5 1	03	CR 99 I b n° 24		fg	210	8,2	6,5		2,2	Métagranite Aar	méta blanc et vert, lité	fin	Aar	cassée			cassée	cassé	cassé	cassée	cassée			Musée Lons		
2 0 1 5 1	04	CR 99 n° 24																			remonte avec le 03					
2 0 1 5 1	05	CR 100 I bn° 40	meule	fg	955	10	18,5	0,1	4,4	Métagranite Aar	gneiss	gros	Aar	bouchardée très polie	16/7 cm	fort	cassée	naturel	cassé	taillée	cassée	retaille d'une extrémité, plusieurs fgts		Musée Lons		ok
2 0 1 5 1	06	CR 100 I b 22		fg	125	8,4	3,8		3,1	Métagranite Aar	gneiss	gros	Aar	cassée			naturelle	naturel	cassé	taillée	naturelle			Musée Lons		
2 0 1 5 1	07	CR 100		fg	60	8,1	3,7		2,4	Métagranite Aar	Métagranite à biotite	gros	Aar	cassée			cassée	naturel	cassé	cassée	cassée	brûlé	X	Frasnois	X	
2 0 1 5 1	08	CR 100 n° 29		fg	45	5,3	2,9		2,2	Métagranite Aar	Métagranite à biotite	fin	MCE	cassée			cassée	cassé	cassé	cassée	cassée	brûlé	X	Frasnois	X	
2 0 1 5 1	09	CR 101 I b // 57		fg	25	3,6	2,7		2,4	M / M ind		moyen		cassée			cassée	cassé	cassé	cassée	cassée			Musée Lons		
2 0 1 5 1	10	CR 101 I b // 57		fg	20	4,5	2,6		1	Métagranite Aar	gneiss	gros	Aar	cassée			cassée	cassé	cassé	cassée	cassée			Musée Lons		

Annexe 3 :
matériel de mouture et de broyage de Chalain/Clairvaux

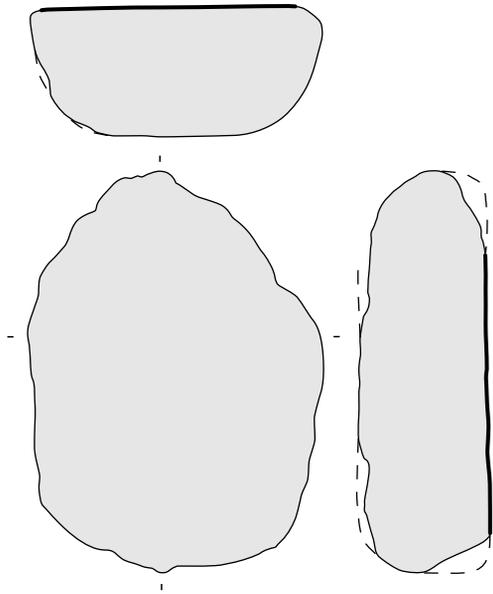
N° Inv.	MP	Typo	e/ fg	pds (g)	Lg. (cm)	lg. (cm)	ép. min	ép. max	NMI	Matière	grain	Prov. Possible	face 1	surface active	°Cb	face 2	côté 1	côté 2	extré. 1	extré. 2	observations	brûlé	Local.	Lame Mince	Dessin / Photo	
2 0 1 5 1	11	CS 101 1 b //	fg	275	11,2	8,1		2,5	Métagranite Aar	méta blanc et vert, lité	fin	Aar	cassée			cassée	cassé	cassé	cassée	cassée			Musée Lons			
2 0 1 5 1	12	CS 101 1 b //	fg	5	3,5	1,4		0,7	Métagranite Aar	méta blanc et vert, lité	fin	Aar	cassée			cassée	cassé	cassé	cassée	cassée			Musée Lons			
2 0 1 5 1	13	CT 101 1 a	meule	fg	560	6	17,5		9,4	Calcaire	calcaire coquillier	gros	Locale	bouchardée polie	4/3 cm	moyen	aménagée	cassé	naturel	cassée	cassée			Musée Lons		
2 0 1 5 1	14	CW 102 1 a 7		fg	3	2,3	1,7		0,6	M / M ind											éclat de taille		Musée Lons			
2 0 1 5 1	15	CY 98 1 a //	meule	e	28000	50,5	36,5	7,5	13,5	Calcaire	calcaire, litage para	moyen	Locale	en cours de ravivage, polie sur le pourtour	42/26 cm	42/2 cm, moyen	bouchardée	aménagé	aménagé	aménagée	aménagée	arêtes arrondies, sur bloc, Section rectangulaire irrégulière		Frasnois		ok
2 0 1 5 1	16	CY 98 1 a /		fg	5	2,8	2,4		0,6	Calcaire	calcaire coquillier	gros	Locale								éclat de taille		Musée Lons			
2 0 1 5 1	17	DA 101 1 b	meule	fg	115	5,5	6		3,5	Calcaire	Oomicrite	gros	Locale (Jurassique supérieur)	bouchardée légèrement polie	4/4 cm	faible	cassée	naturel	cassé	cassée	cassée			Frasnois	X	
2 0 1 6 1	01	CP 108 1	meule	fg	845	8,5	4		12,2	Sed ind.	blanc	fin		bouchardée très polie	faible	aménagée	naturel	cassé	cassée	cassée	section demi-ovale		Musée Lons			
2 0 1 6 1	02	CP 108 1	meule	fg	120	5,5	10		3	Sed ind.	inclusion rouge			bouchardée, polie		cassée	aménagé	naturel	aménagée	cassée	éclat de taille d'une extrémité		Musée Lons			
2 0 1 6 1	03	CP 109 1		fg	20	4,7	2,4		1,9	M / M ind	gros quartz et minéral vert en baguettes automorphes	moyen		cassée		cassée	cassé	cassé	cassée	cassée			Musée Lons			
2 0 1 6 1	04	CQ 101 1		fg	70	5,5	4		2,1	M / M ind		fin		cassée		cassée	cassé	cassé	cassée	cassée	rajouté, CU 101 pas vu		Musée Lons			
2 0 1 6 1	05	CQ 101	meule	fg	40	6	2		1,1	M / M ind	schiste	fin	Alpes	bouchardée polie	1/3 cm	nul	cassée	naturel	cassé	cassée	cassée	éclat de taille	X	Musée Lons		
2 0 1 6 1	06	CQ 101 1		fg	15	4,6	6,2		2,5	Méta ind.	litage oblique	fin		bouchardée très polie		cassée	aménagé	cassé	cassée	cassée			Musée Lons			
2 0 1 6 1	07	CQ 101 1 a		fg	3	1,4	2,5		0,4	ind.	ind	moyen		cassée		cassée	naturel	cassé	cassée	cassée	éclat de taille		Musée Lons			
2 0 1 6 1	08	CQ 109 1	meule	fg	30	5,5	5,2		1,8	Méta Alpes	vert et quartz rouge	moyen	Verrucano ? Alpes	bouchardée légèrement polie	8/4 cm		cassée	cassé	cassé	cassée	cassée			Musée Lons		
2 0 1 6 1	09	CQ 110	M/molette	fg	7100	22,5	20		13	Calcaire	calcaire coquillier grossier	fin	Locale	aménagée érodée	20/17 cm	ind.	bouchardée aplanie	naturel	naturel	cassée	cassée	M/Mo ???		Musée Lons		photo
2 0 1 6 1	10	CR 99	molette	fg	220	12,2	4,5	3,1	4,8	Sed ind.	noir	moyen		bouchardée très polie	2/3 cm	moyen	taillée	cassé	taillé	naturelle	naturelle	brûlé	X	Musée Lons		
2 0 1 6 1	11	CR 108		fg	15	5	2,2		1,5	Méta Alpes	vert et quartz rouge	fin	Verrucano ? Alpes	cassée		cassée	cassé	cassé	cassée	cassée	2 fgts		Musée Lons			
2 0 1 6 1	12	CR 109 1	molette	fg	355	8,9	9,8		4,3	Sed ind.	à point rouge	moyen		bouchardée légèrement polie	6,5/7 cm	faible	taillée	naturel	cassé	cassée	cassée			Musée Lons		
2 0 1 6 1	13	CR 109	meule	fg	150	5,3	5,4		3,8	Sed ind.	blanc	fin		bouchardée légèrement polie	4/4 cm	nul	cassée	cassé	cassé	cassée	cassée			Musée Lons		
2 0 1 6 1	14	CS 97-98	M/molette	e	2925	20,5	13	4	5,2	Calcaire		fin	Locale	bouchardée polie	18/12 cm	nulle	naturelle	naturel	naturel	naturelle	naturelle			Musée Lons		ok
2 0 1 6 1	15	CS 101																			remonte avec le 20					
2 0 1 6 1	16	CS 101 1	meule	fg	45	4,7	3,9		1,9	Grès type Miéry	Subarkose	fin	Miéry/ Salins	bouchardée			cassée	taillé	cassé	cassée	cassée			Lyon	X	
2 0 1 6 1	17	CS 102 1		fg	15	5	3,7		1,2	Grès type Miéry	Subarkose	fin	Miéry/ Salins									éclat de taille		Musée Lons		
2 0 1 6 1	18	CS 102 1		fg	10	4,9	2,9		1,5	Grès type Miéry	Subarkose	fin	Miéry/ Salins									éclat de taille		Musée Lons		
2 0 1 6 1	19	CT 97 1		fg	55	5	5		1,4	Méta ind.		fin		naturelle			cassée	taillé	cassé	cassée	cassée			Musée Lons		
2 0 1 6 1	20	CT 101 1	meule	fg	170	11,8	7,3		2,5	Grès type Miéry	Subarkose	fin	Miéry/ Salins	bouchardée			cassée	taillé	cassé	cassée	cassée	brûlé	X	Musée Lons		
2 0 1 6 1	21	CU 97 1 1	molette	fg	150	6,3	5,3		4,3	Sed ind.	noir	fin		bouchardée polie	2/2 cm		aménagée	cassé	cassé	cassée	cassée	extrémité de molette		Musée Lons		

Annexe 3 :
matériel de mouture et de broyage de Chalain/Clairvaux

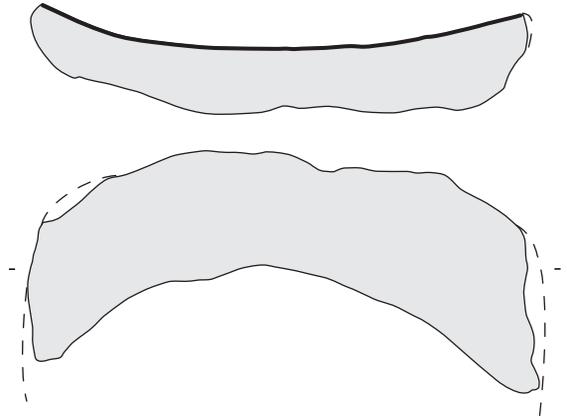
N° Inv.	MP	Typo	e/ fg	pds (g)	Lg. (cm)	lg. (cm)	ép. min	ép. max	NMI	Matière	grain	Prov. Possible	face 1	surface active	°Cb	face 2	côté 1	côté 2	extré. 1	extré. 2	observations	brûlé	Local.	Lame Mince	Dessin / Photo	
20161	22	CU 101 I	meule	fg	15	3	2,7		1,5	ind.			bouchardée très polie			cassée	cassé	cassé	cassée	cassée			Musée Lons			
20161	23	CU 101 I		fg	10	3,6	2,6		1,2	Schiste vert Alpin	méta tres grossier	fin	Alpes	cassée		cassée	cassé	cassé	cassée	cassée	brûlé, 2 fgts	X	Musée Lons			
20161	24	CU 101 I		fg	3	2,5	1,9		1,4	ind.			bouchardée polie			cassée	naturel	cassé	cassée	cassée	brûlé	X	Musée Lons			
20161	25	CV 101 I		fg	75	4,2	4,2		3,7	Sed ind.			cassée			cassée	cassé	cassé	cassée	cassée	brûlé	X	Musée Lons			
20161	26	CV 103 I	molette	fg	150	11,2	6,8		2	Sed ind.	dur		bouchardée très polie		fort	cassée	cassé	cassé	cassée	cassée	éclat de taille		Musée Lons			
20161	27	CV 103																			remonte avec le 26					
20161	28	CV 103																			remonte avec le 27					
20161	29	CW 96	meule	fg	2605	25	17,2		5,5	Schiste vert Alpin	litage parallèle	gros	Alpes	bouchardée très polie	21/14 cm	moyen	aménagée	cassé	cassé	cassée	cassée			Musée Lons		
20161	30	CW 97 I	meule	fg	150	4,6	15,2		1,2	Méta Alpes	litage très fin horizontal, oblique sur la SA	fin	Moraine, Alpes	bouchardée polie	13,5/3,5 cm	fort	taillée	cassé	cassé	cassée	brute de galet	éclat d'abattage de bord de cuvette, surface brute type galet morainique		Frasnois		ok
20161	31	CX 101	meule	fg	60	6,2	4,5		1,8	Méta Alpes	schiste vert et noir	fin	Alpes	bouchardée une "cupule" 2/2	5/3,5 cm		cassée	cassé	cassé	cassée	cassée		X	Musée Lons		
20161	32	CX 101	meule	fg	10	3,5	3,1		0,9	Méta Alpes	schiste vert et noir	moyen	Alpes	bouchardée très polie	2/2 cm			cassé	cassé	cassée	cassée	brûlé	X	Musée Lons		
20161	33	CY 98	meule	e	14000	45,5	25,5	4	10	Calcaire	Oobio micrite parfois sparitique	gros	Locale (Jurassique supérieur)	bouchardée polie	42/22 cm	nulle	naturelle	naturel	naturel	naturelle	naturelle	surface irrégulière, bouchardage? Tapho ? utilisée pour les céréales? Section ?		Frasnois	X	ok
20161	34	CY 102 I		fg	4	2,7	0,9		0,6	ind.											éclat de taille		Musée Lons			
20161	35	CY 102 I		fg	4	2,1	1,8		0,5	ind.													Musée Lons			
20161	36	CY 102 I		fg	3	1,8	1,5		0,6	ind.													Musée Lons			
20161	37	CY 102 I		fg	2	2	0,5		0,4	ind.													Musée Lons			
20161	38	CZ 101 I	meule	fg	245	7,7	9,9		4	Schiste vert Alpin	schiste amphibolitique	moyen	Alpes	bouchardée			cassée	cassé	cassé	cassée	cassée	Ind G		Frasnois	X	
20161	39	CZ 102		fg	20	4	2,6		1,4	Méta ind.	ressemble au lité vert des autres couches	fin		cassée			cassée	cassé	cassé	cassée	cassée			Musée Lons		
20161	40	DA 101 I		fg	40	5,9	3,4		1,7	Schiste vert Alpin	méta tres grossier	moyen	Alpes	cassée			cassée	cassé	cassé	cassée	cassée			Musée Lons		
20161	41	DA 102 I	meule	fg	510	13,9	5,5		4,8	Schiste vert Alpin	méta tres grossier	gros	Alpes	bouchardée très polie			cassée	cassé	cassé	cassée	cassée			Musée Lons		
20161	42	CS 101 I		fg	6	3,1	1,7		1,5	ind.													Musée Lons			
20161	43	CS 101 I		fg	2	3,1	1,8		1	ind.													Musée Lons			

Annexe 4 :

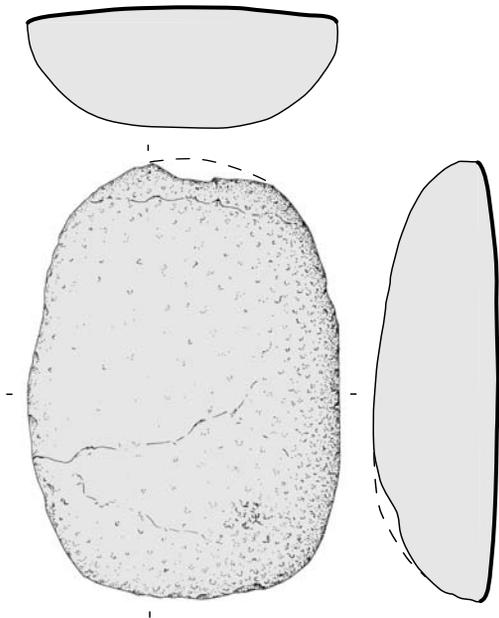
Planches du matériel de
mouture et de broyage
du Néolithique final
de Chalain/Clairvaux



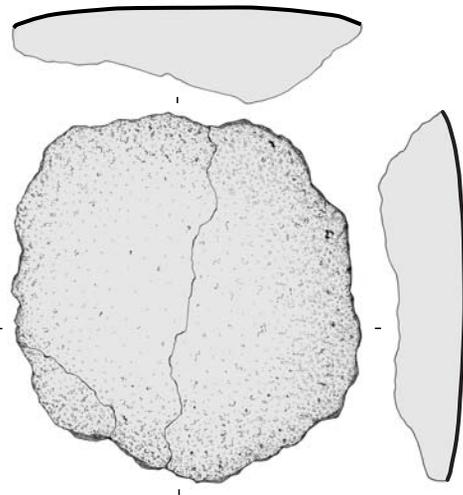
1 19 1 1 28, CH 19 O
meule (?) en calcaire



1 19 1 1 30, CH 19 O
éclat thermique de meule en grès



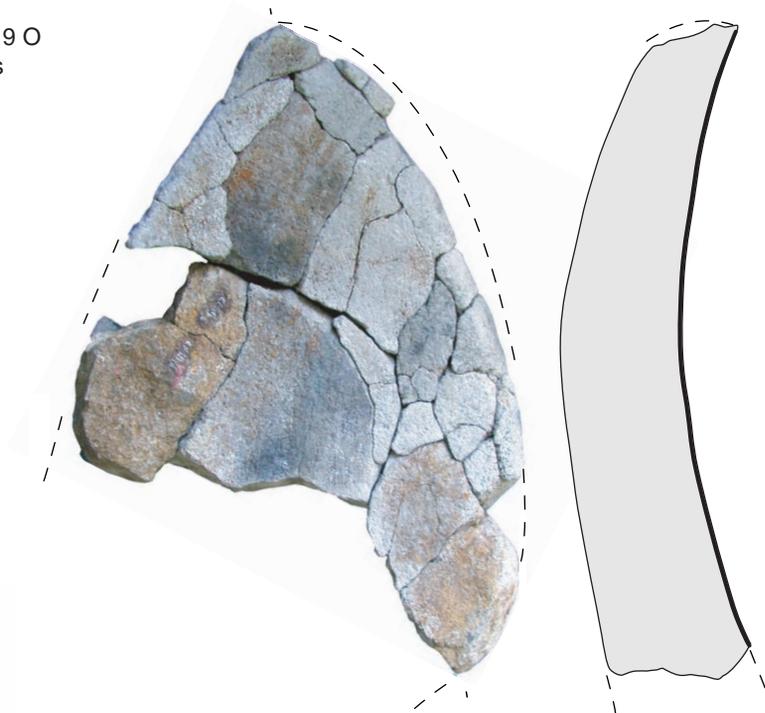
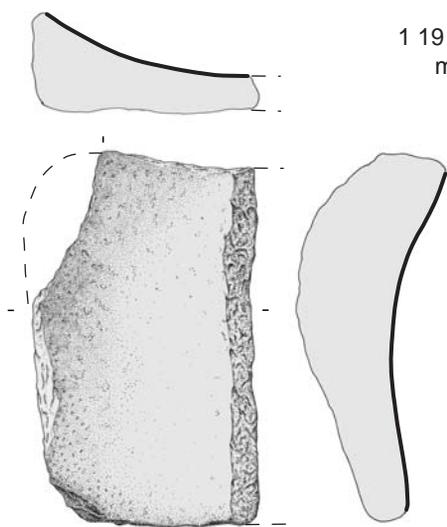
1 19 1 1 32, CH 19 O
molette en leucogranite



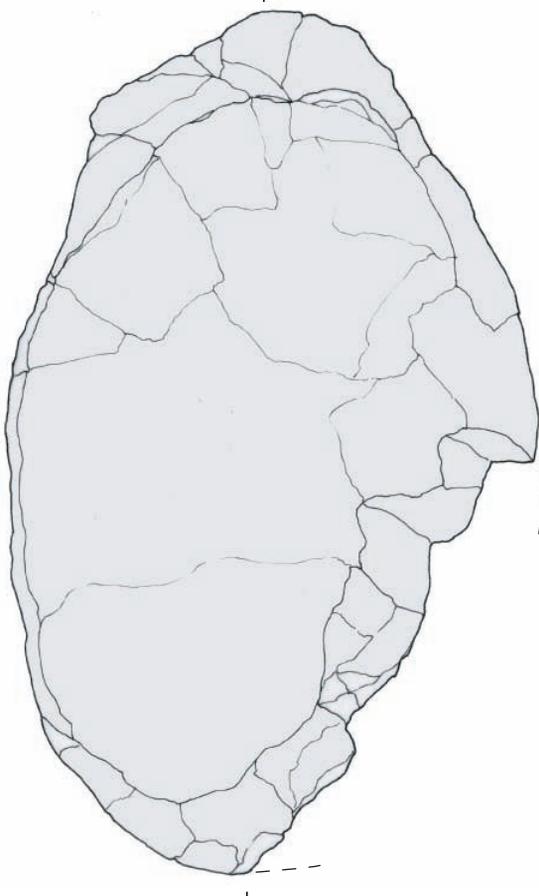
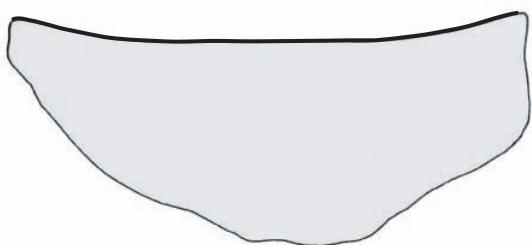
1 19 1 1 29, CH 19 O
molette en grès



1 19 1 1 33, CH 19 O
meule en grès

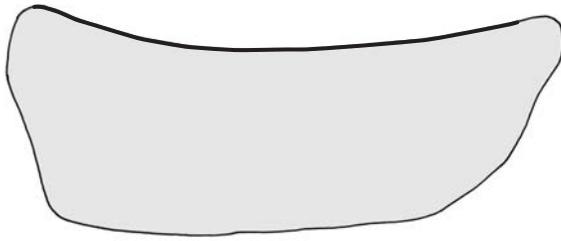


1 19 1 1 20, CH 19 O
meule en grès

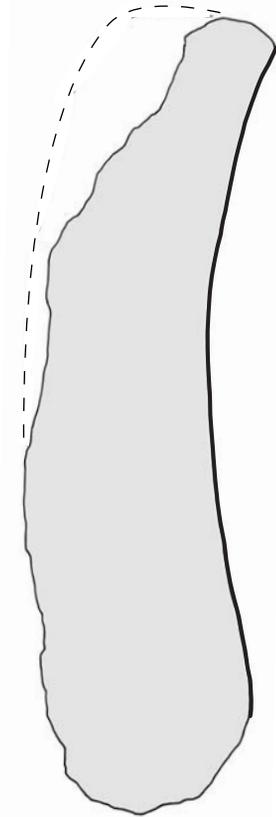
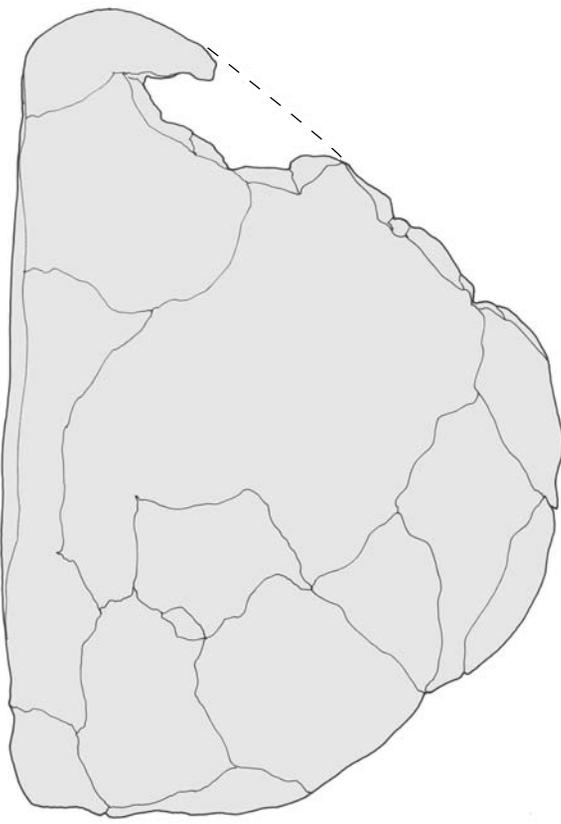


0 10 cm

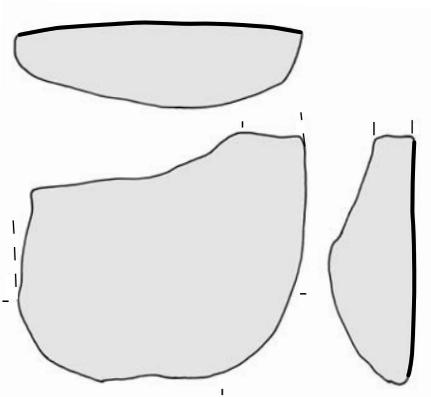
1 19 1 1 10, CH 19 O
meule en grès



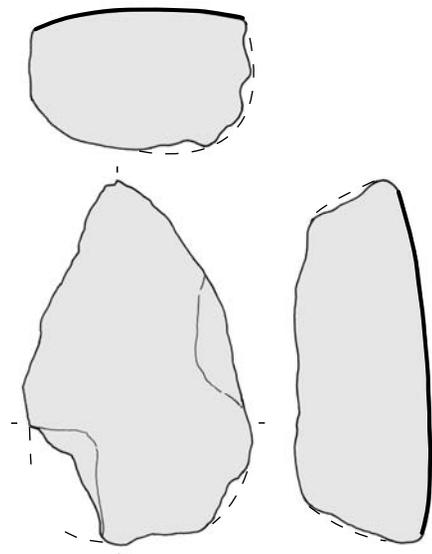
1 3 3 1 12, CH 3 IV
meule en grès



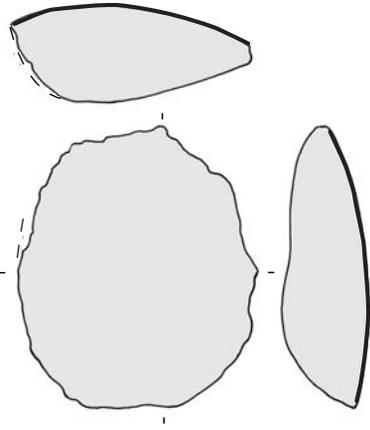
0 10 cm



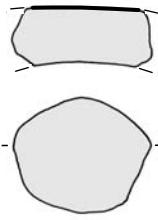
1 4 1 1 16, CH 4 phase 1
molette en grès fin



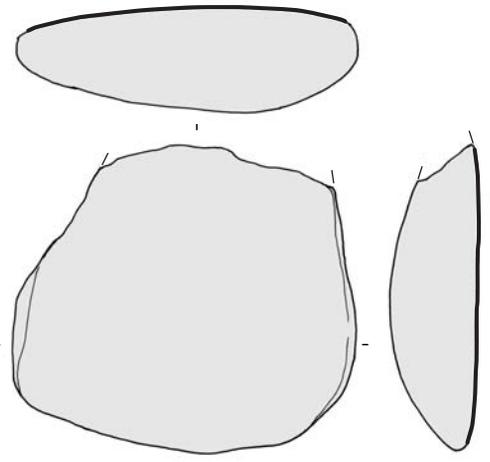
1 3 3 1 04, CH 3 IV
molette en leucogranite



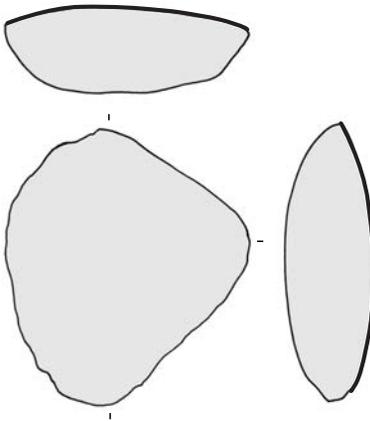
1 19 4 1 14, CH 19 HK
molette en roche alpine



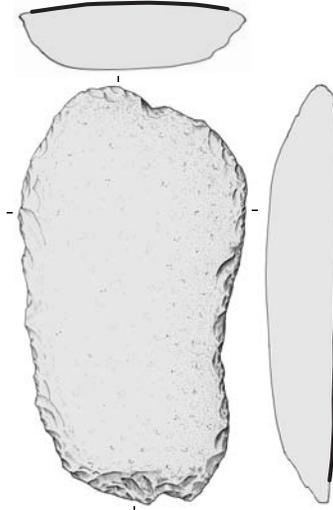
1 4 2 1 14, CH 4 phase 2
"molette" en grès fin



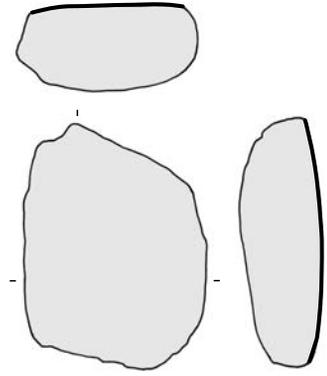
1 19 3 1 01, CH 19 K
molette en roche alpine



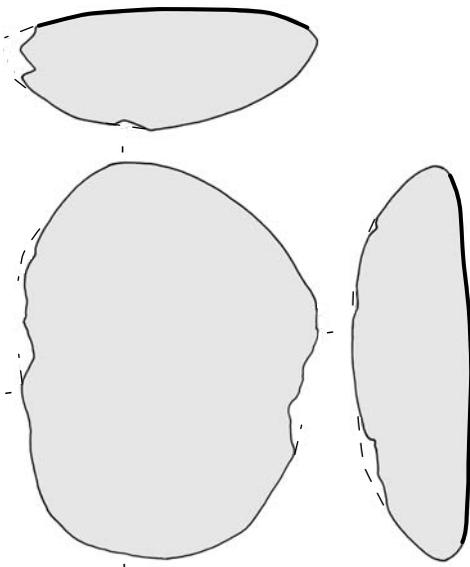
1 4 2 1 04, CH 4 phase 2
molette en roche alpine



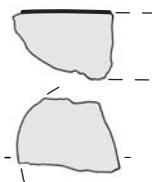
1 19 4 1 04, CH 19 HK
molette en roche alpine



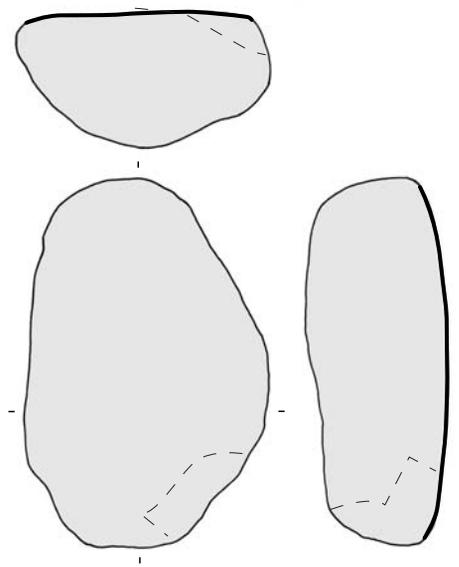
1 4 3 1 02, CH 4 phase 3
molette en leucogranite



1 4 3 1 08, CH 4 phase 3
molette en roche alpine

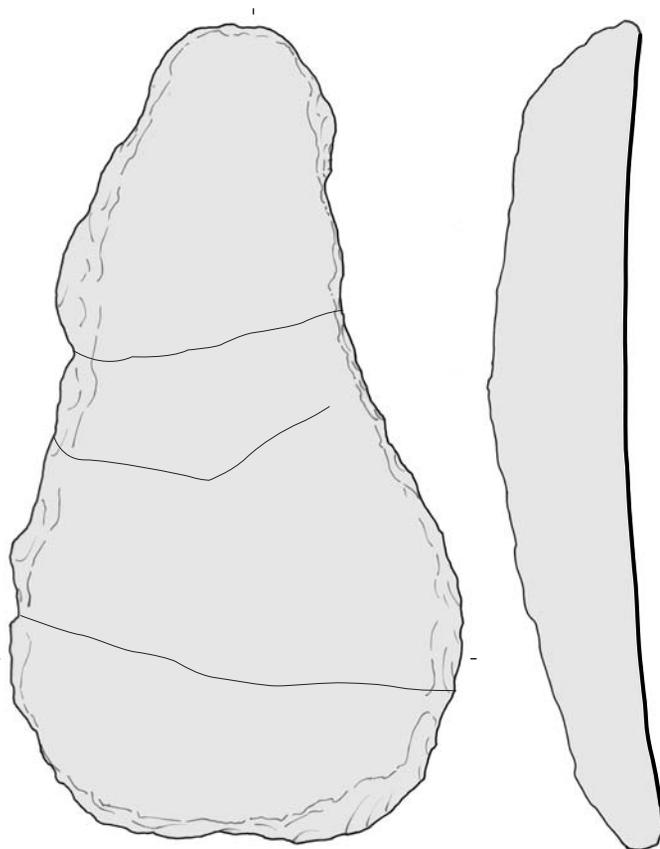
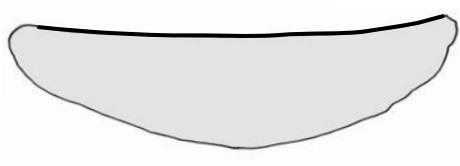


1 4 2 1 18, CH 4 phase 2
molette en leucogranite

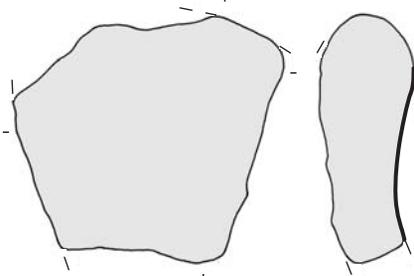
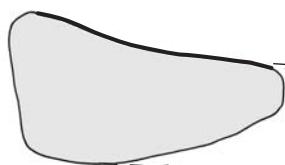


1 4 3 1 01, CH 4 phase 3
molette en calcaire

0 10 cm

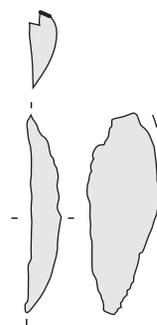


1 2 1 1 15, CH2 couche C
meule en roche alpine

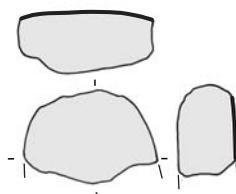


1 4 2 1 07, CH 4 phase 2
meule en leucogranite

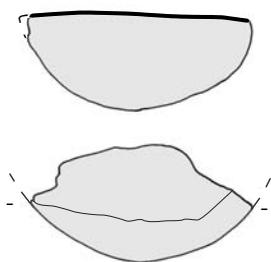
0 10 cm



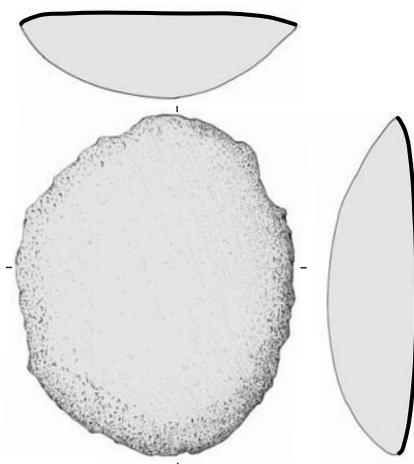
1 4 2 1 06, CH 4 phase 2
éclat d'abattage en grès fin



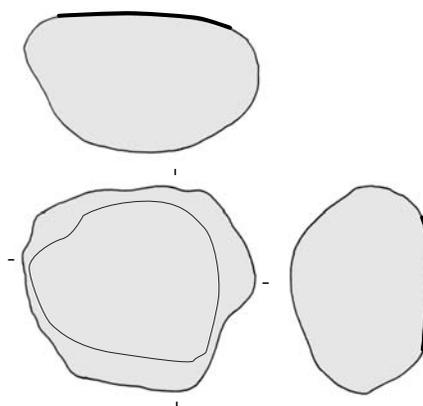
1 4 0 1 01, CH 4 HS
"molette" en calcaire



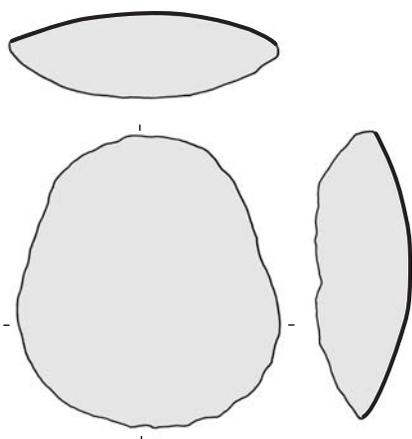
1 4 4 1 07, CH 4 phase 4
molette en roche alpine



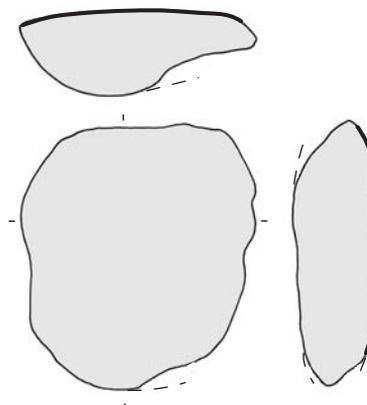
2 4 2 1 02, CL IV couche supérieure
molette en roche alpine



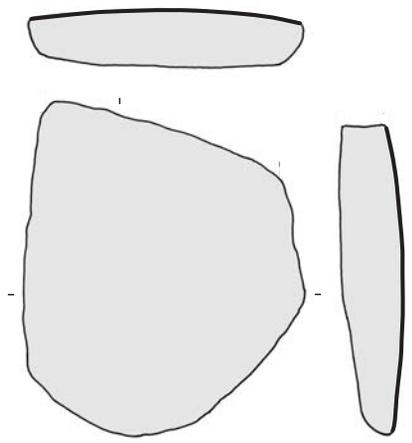
1 4 4 1 20, CH 4 phase 4
molette en calcaire



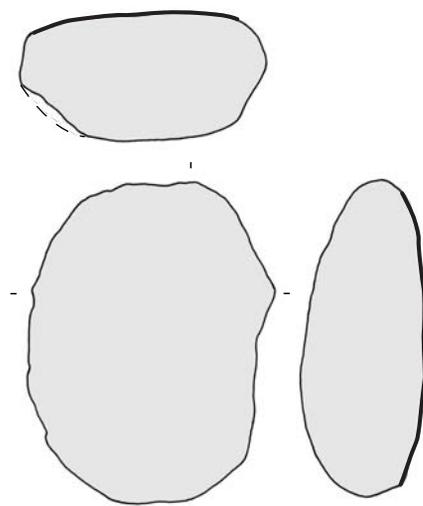
1 2 1 1 23, CH2 couche C
molette en roche alpine



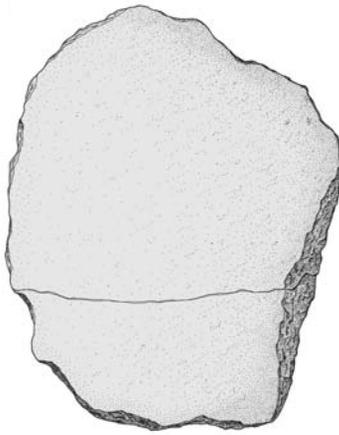
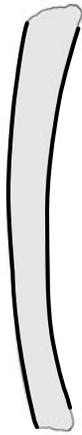
1 2 1 1 12, CH2 couche C
molette en roche alpine



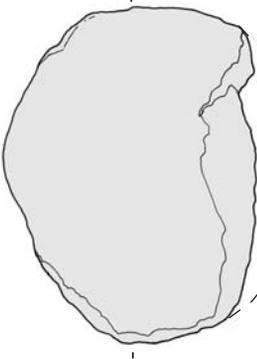
1 2 1 1 18, CH2 couche C
molette en roche alpine



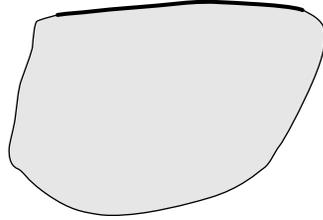
1 2 1 1 01, CH 2 C
molette en roche alpine



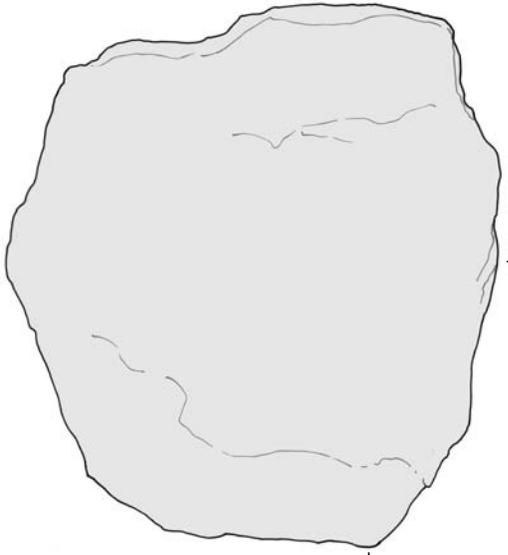
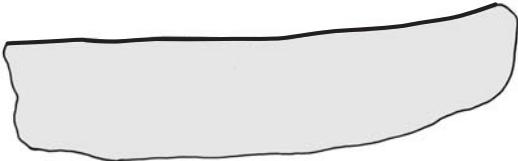
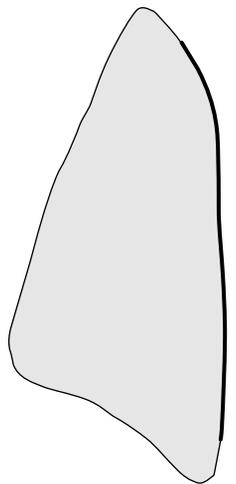
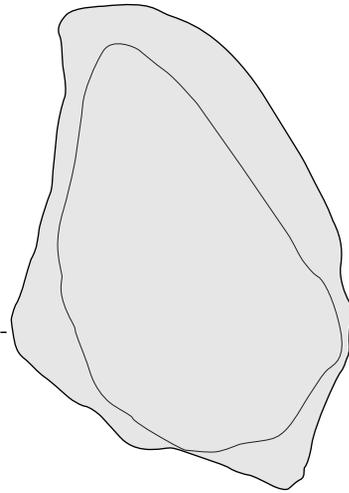
2 0 7 1 0 4, CL MM C
meule/molette en roche alpine



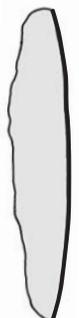
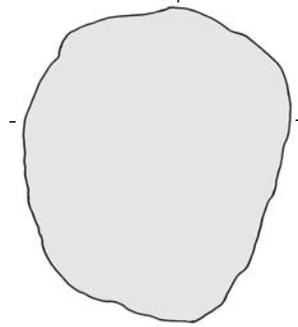
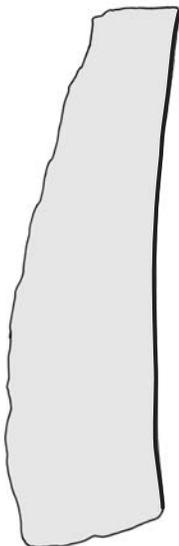
2 3 1 1 0 1, CL III
ensemble inférieur
molette en calcaire



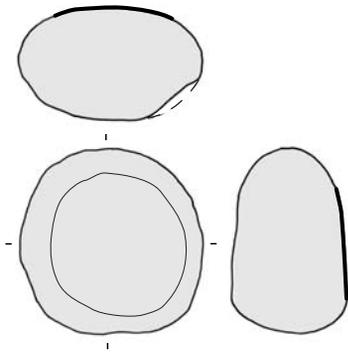
2 0 3 1 0 3, CL MM A
meule (?) en calcaire



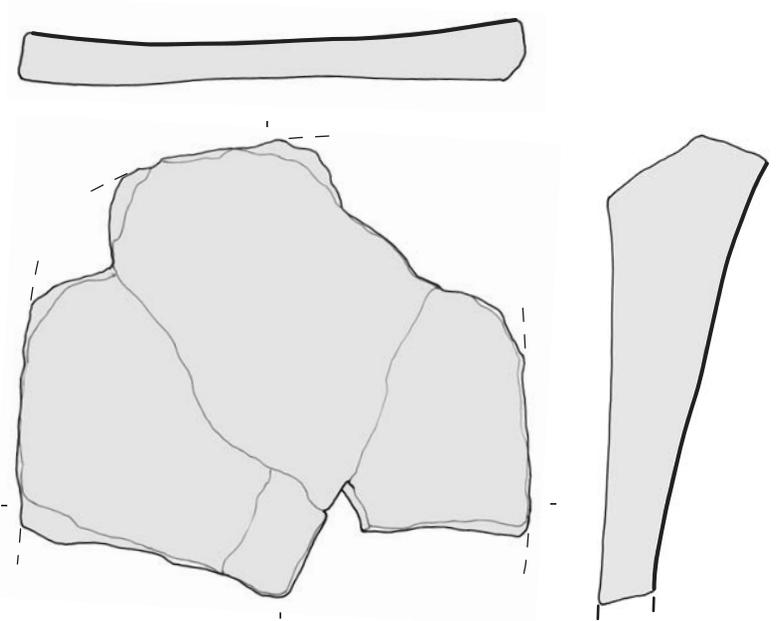
2 0 2 1 0 1, CL MM Sud
ébauche de meule en calcaire



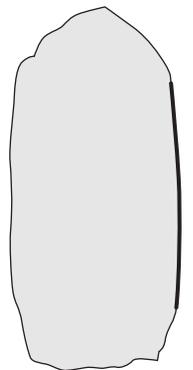
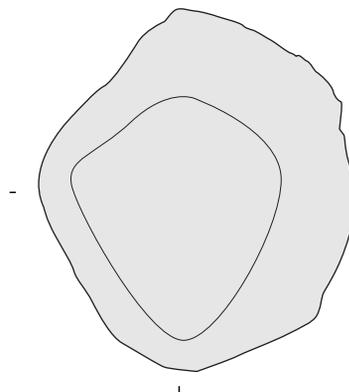
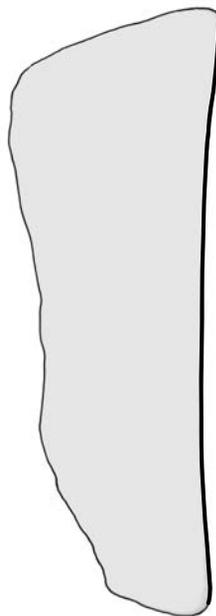
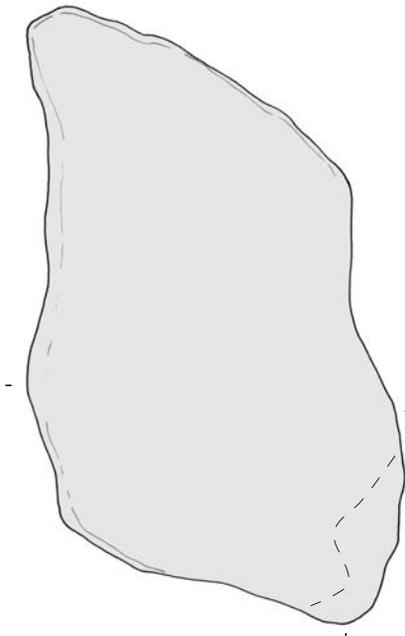
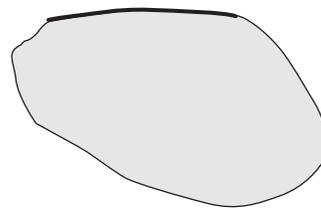
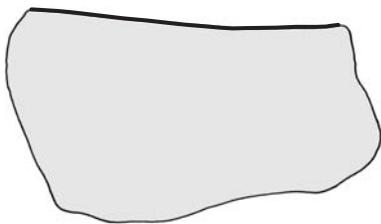
2 0 7 1 0 1, CL MM C
molette en roche ind.



2 3 2 1 05, CL III ensemble supérieur
molette en calcaire



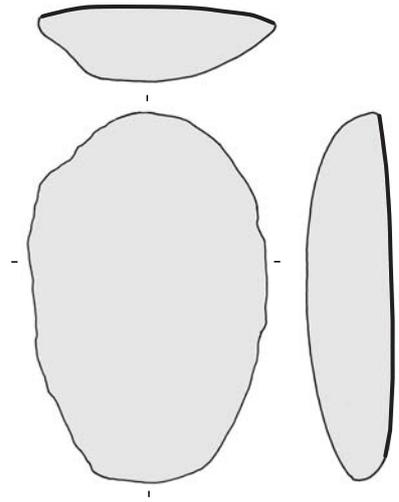
1 2 3 1 02, CH 2 /5
meule en grès



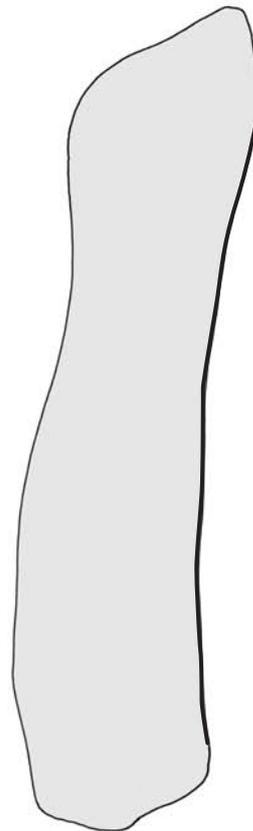
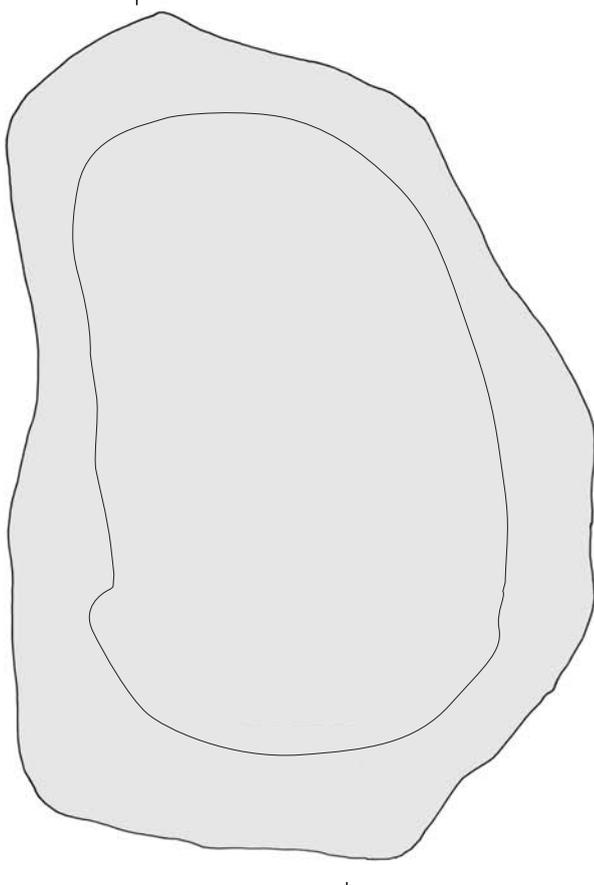
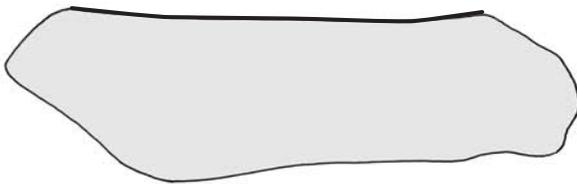
2 3 2 1 02, CL III couche supérieure
meule (?) en calcaire

1 2 4 1 01, CH 2 /3
meule en calcaire





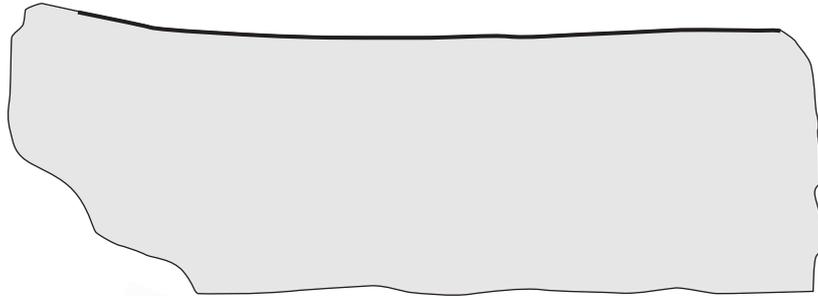
2 0 12 1 04, CL MM H
molette en roche alpine



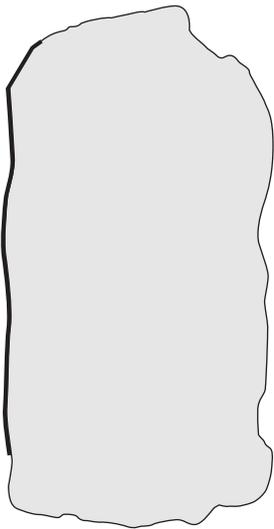
0 10 cm

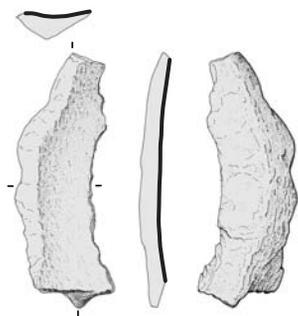
2 0 15 1 15, CL MM J
meule en calcaire

0 10 cm

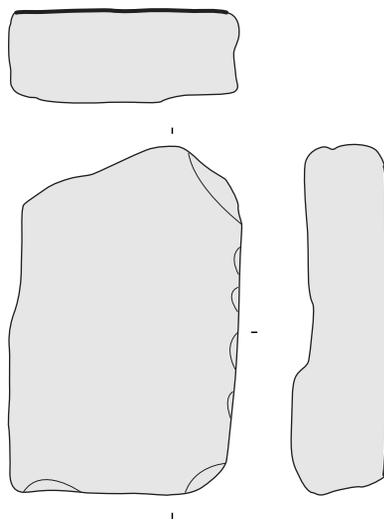


1 2 5 1 01, CH 2 /6
ébauche de meule en calcaire





2 0 16 1 30, CL MM K
 éclat d'abattage de meule en roche alpine

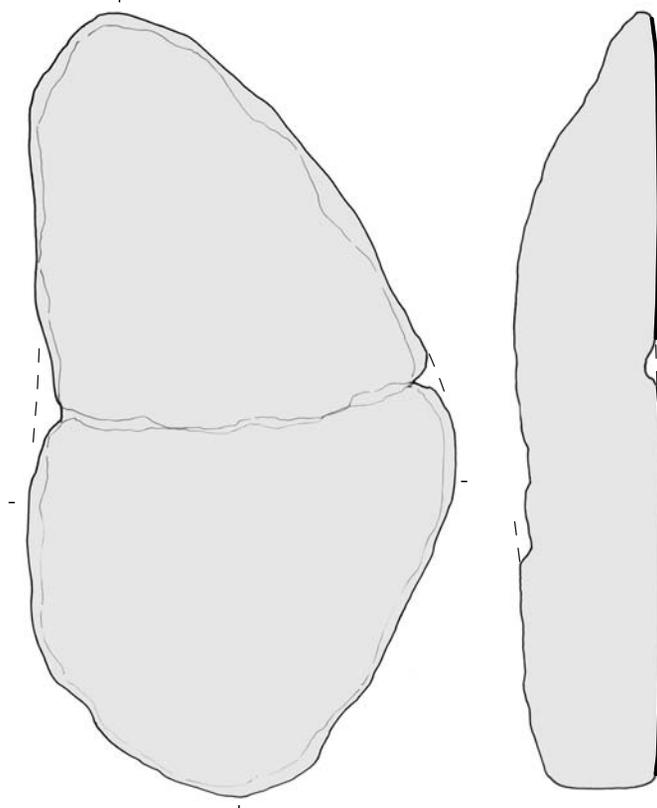


2 0 16 1 14, CL MM K
 meule (?) en calcaire

0 10 cm

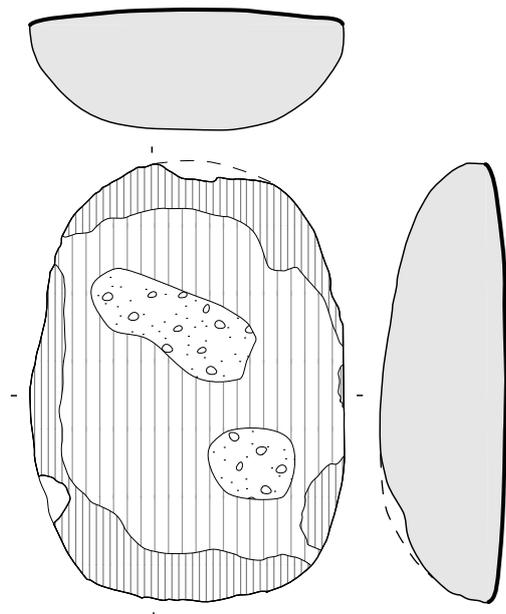


2 0 16 1 33, CL MM K
 meule en calcaire

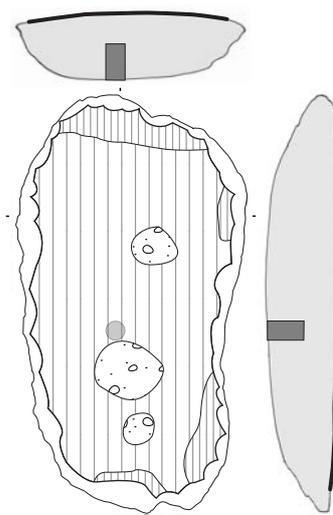


Annexe 5 :

Planches techniques
du matériel de mouture et de
broyage
du Néolithique final
de Chalain/Clairvaux

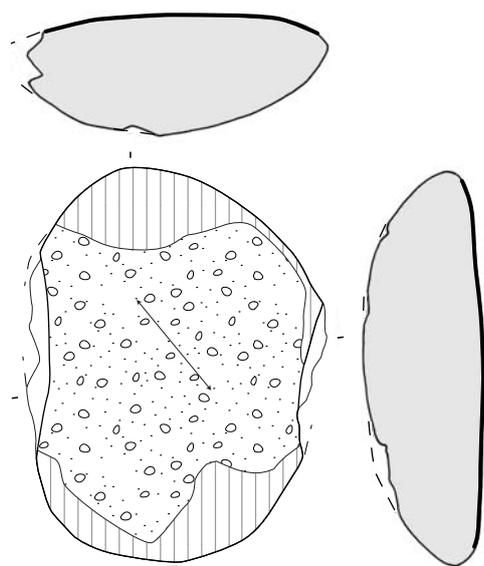


1 19 1 1 32, CH 19 O
molette en leucogranite

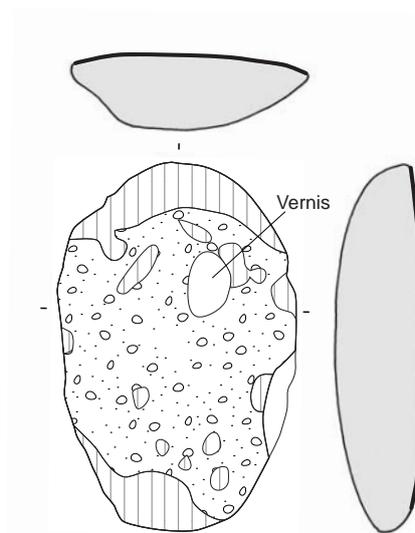


1 19 4 1 04, CH 19 HK
molette en roche alpine

0 10 cm



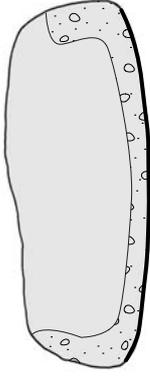
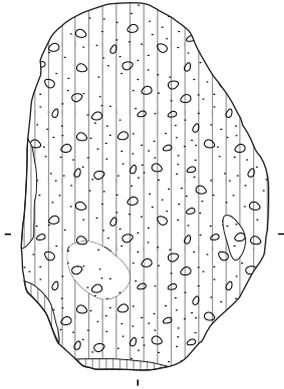
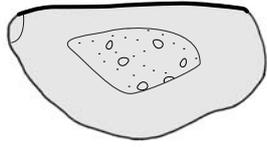
1 4 3 1 08, CH 4 phase 3
molette en roche alpine



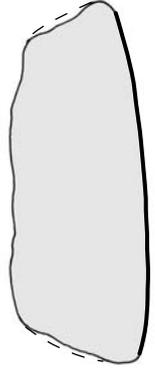
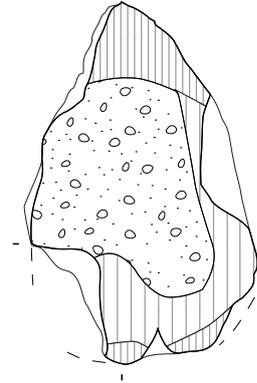
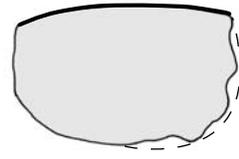
2 0 12 1 04, CL MM H
molette en roche alpine

Légende

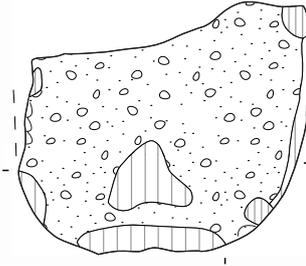
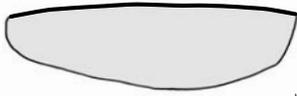
Surface active		Etat de la surface active		
	En coupe		Bouchardée	
	De face		Polie	
			Lustrée	



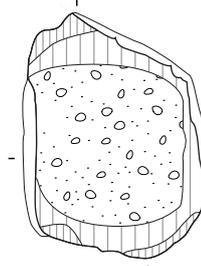
1 4 3 1 01, CH 4 phase 3
molette en calcaire



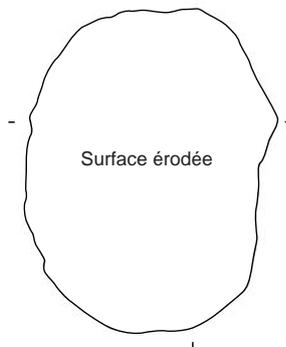
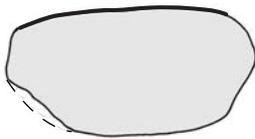
1 3 3 1 04, CH 3 IV
molette en leucogranite



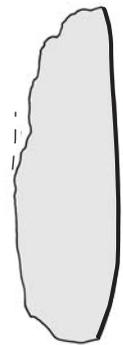
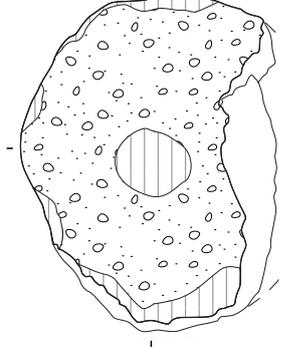
1 4 1 1 16, CH 4 phase 1
molette en grès fin



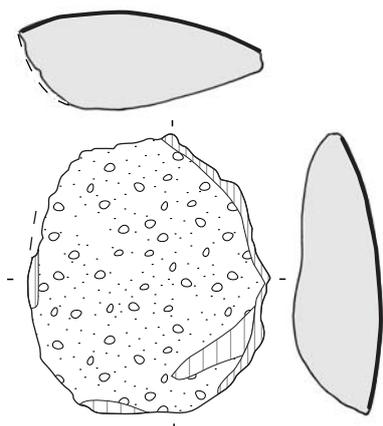
1 4 3 1 02, CH 4 phase 3
molette en leucogranite



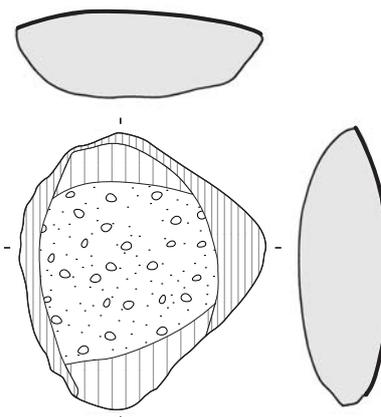
1 2 1 1 01, CH 2 C
molette en roche alpine



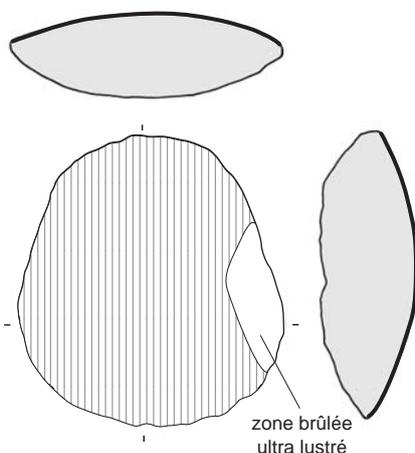
2 3 1 1 01, CL III ensemble inférieur
molette en calcaire



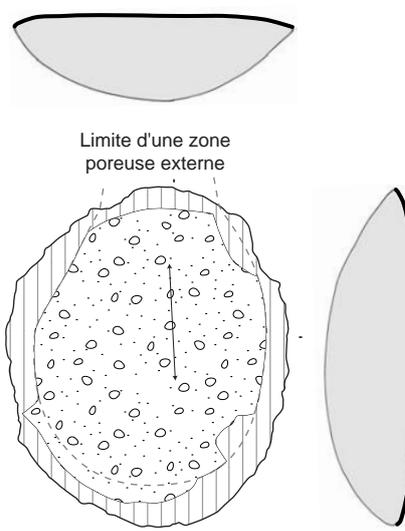
1 19 4 1 14, CH 19 HK
molette en roche alpine



1 4 2 1 04, CH 4 phase 2
molette en roche alpine

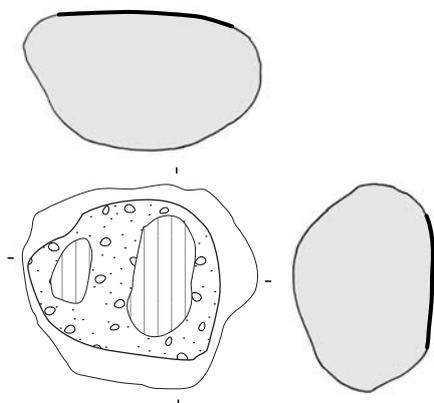


1 2 1 1 23, CH2 couche C
molette en roche alpine

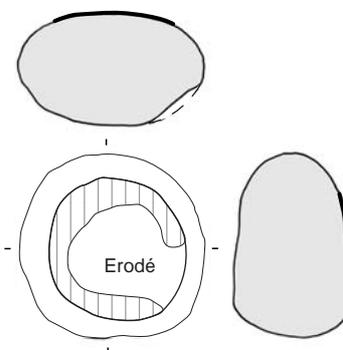


2 4 2 1 02, CL IV couche supérieure
molette en roche alpine

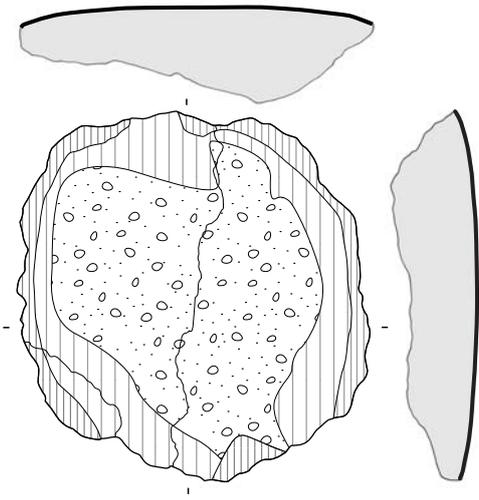
0 10 cm



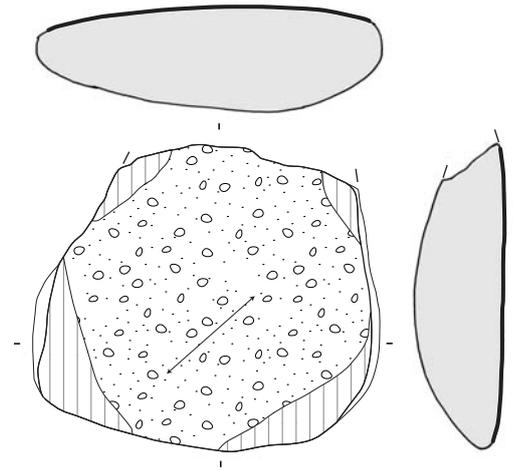
1 4 4 1 20, CH 4 phase 4
molette en calcaire



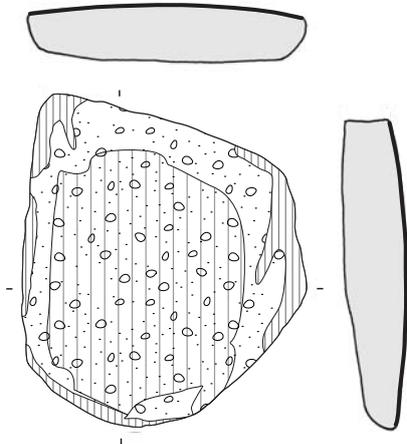
2 3 2 1 05, CL III ensemble supérieur
molette en calcaire



1 19 1 1 29, CH 19 O
molette en grès

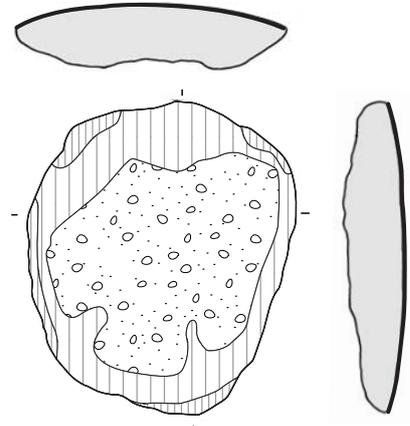


1 19 3 1 01, CH 19 K
molette en roche alpine

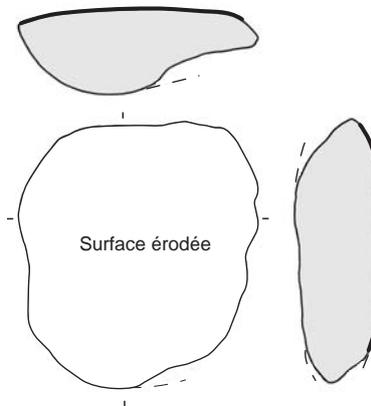


1 2 1 1 18, CH2 couche C
molette en roche alpine

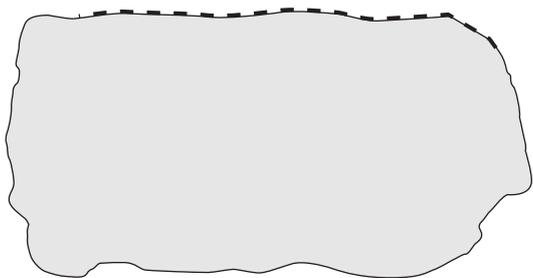
0 10 cm



2 0 7 1 01, CL MM C
molette en roche ind.

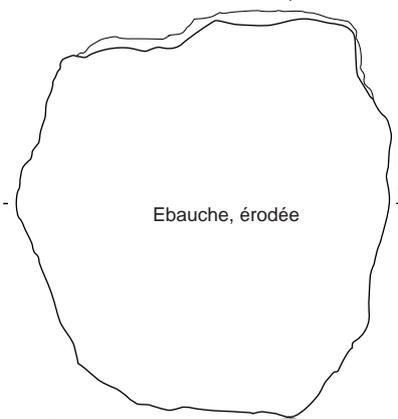
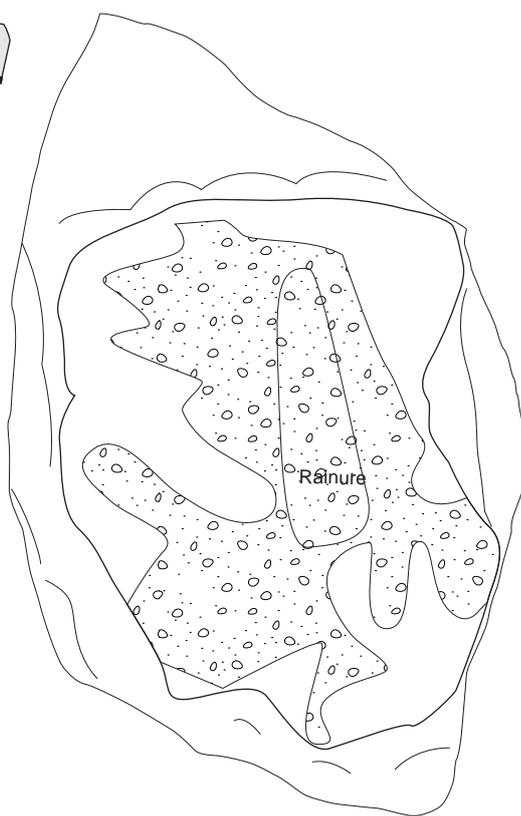
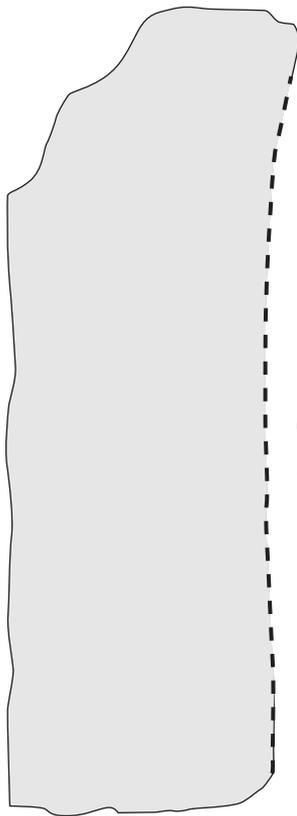
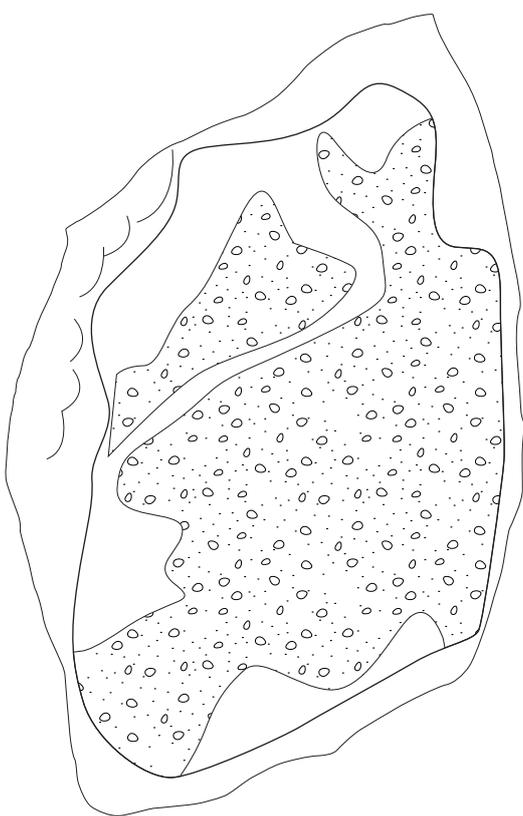


1 2 1 1 12, CH2 couche C
molette en roche alpine



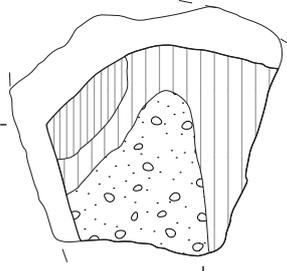
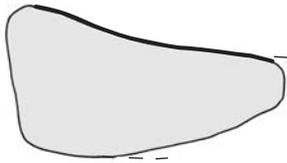
1 2 5 1 01, CH 2 /6
ébauche de meule en calcaire

0 10 cm

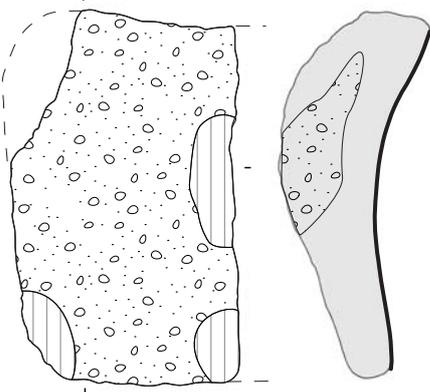


Ebauche, érodée

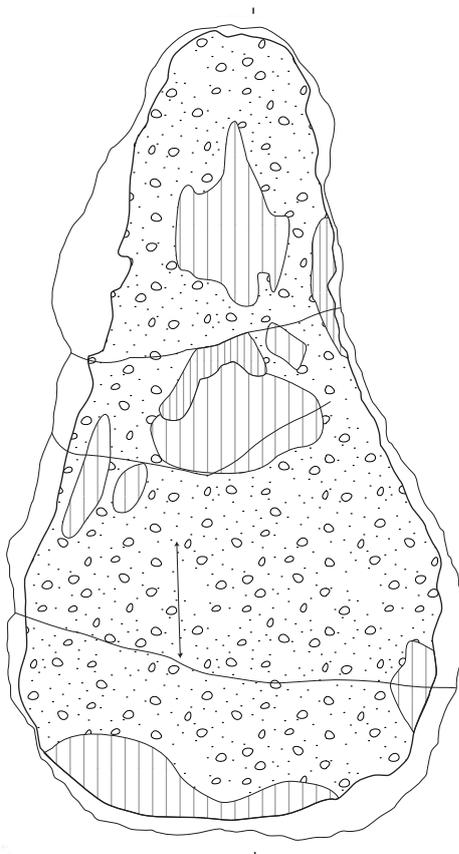
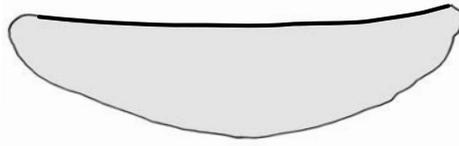
2 0 2 1 01, CL MM Sud
ébauche de meule en calcaire



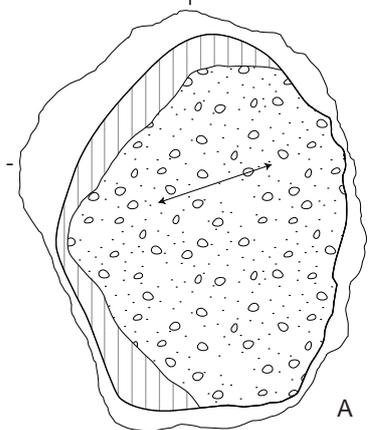
1 4 2 1 07, CH 4 phase 2
meule en leucogranite



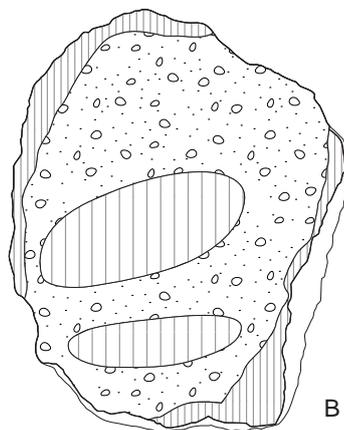
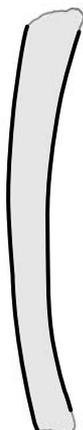
1 19 1 1 33, CH 19 O
meule en grès



1 2 1 1 15, CH2 couche C
meule en roche alpine



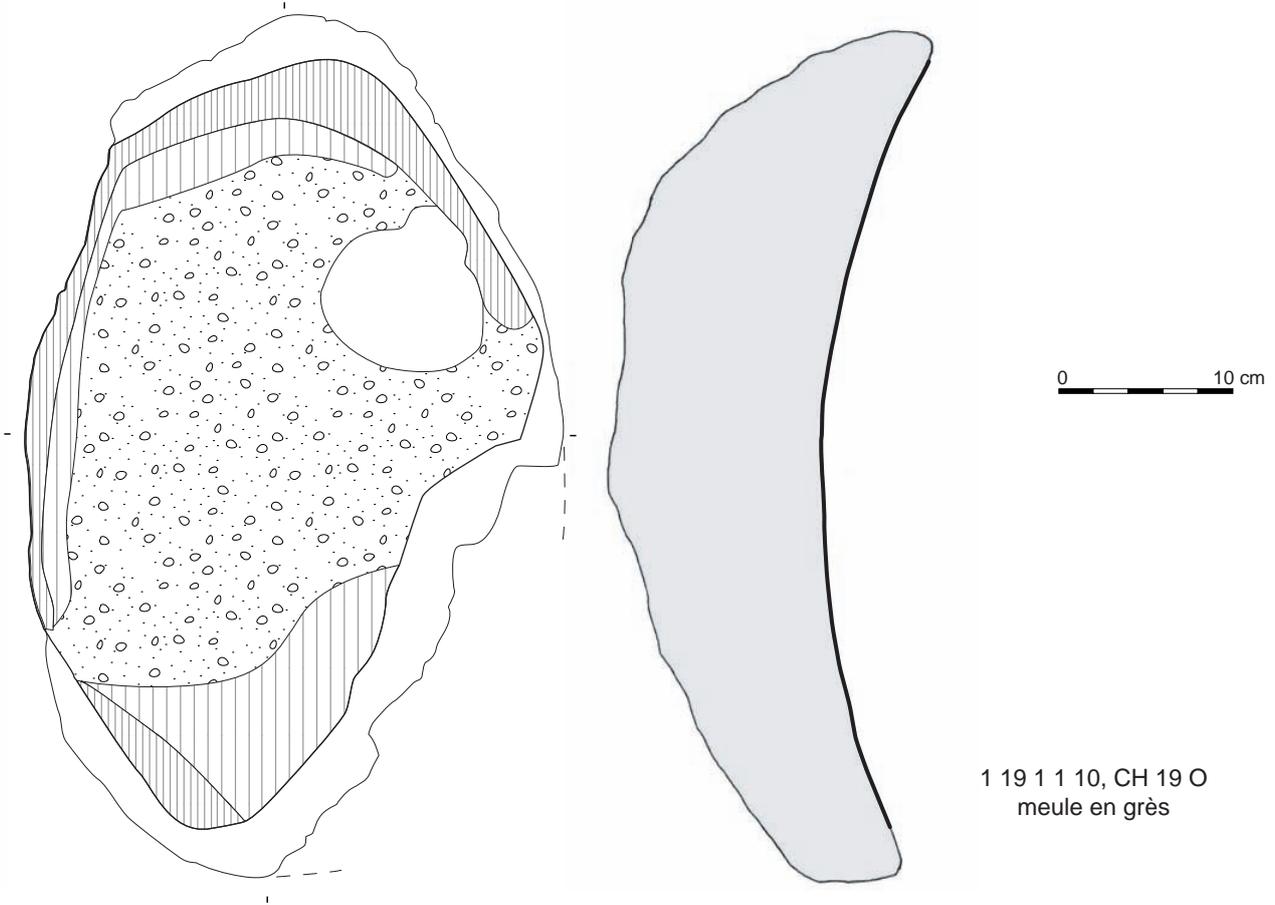
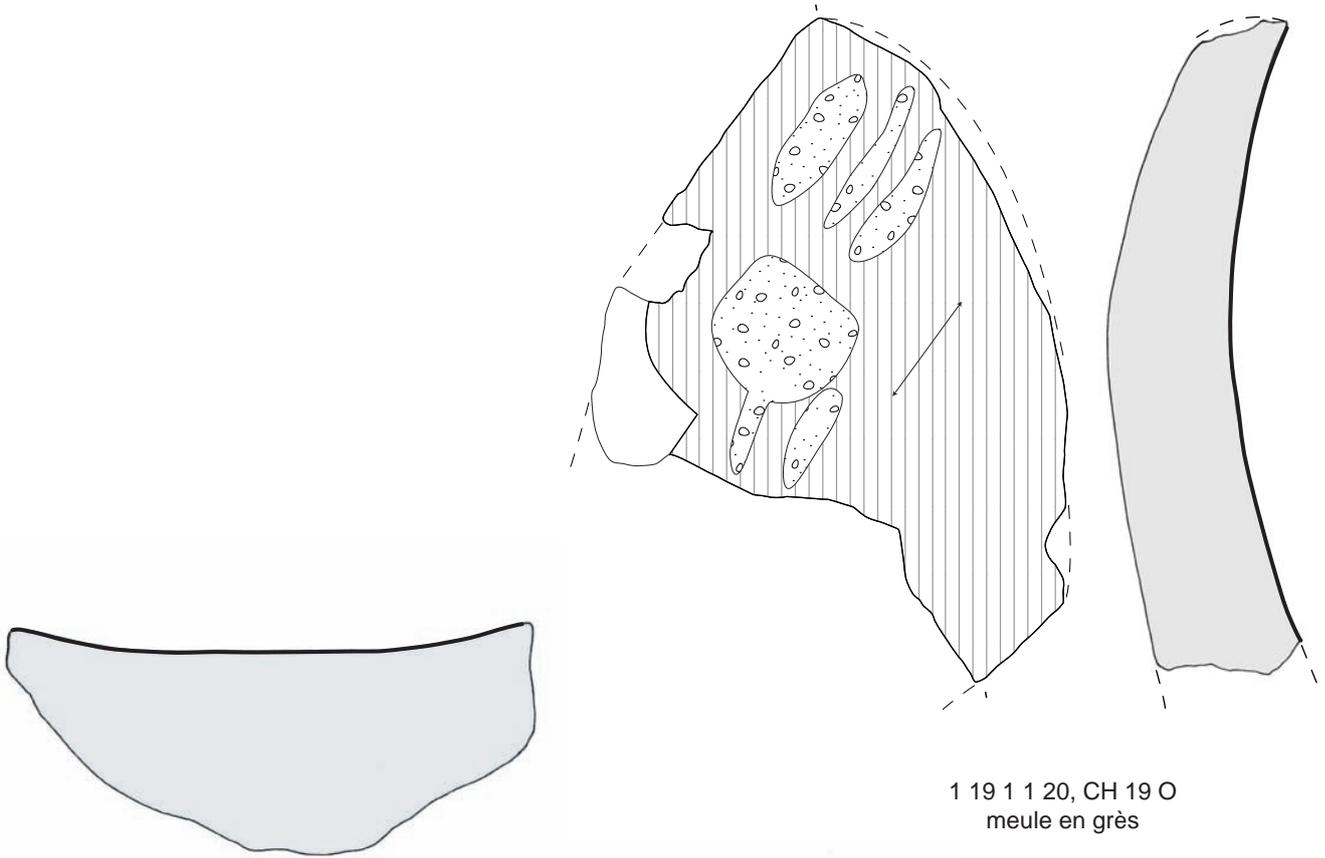
A



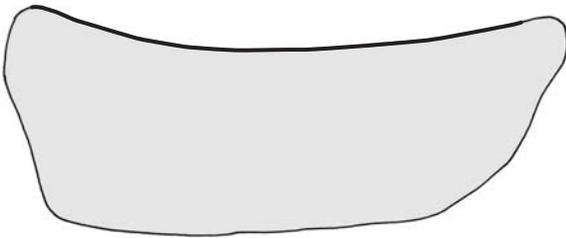
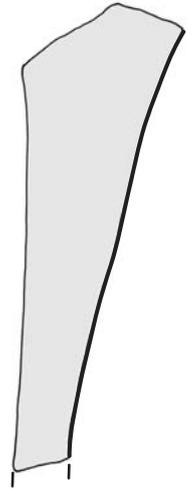
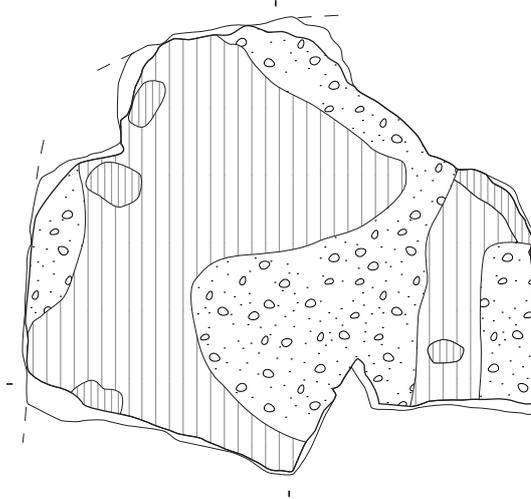
B

2 0 7 1 04, CL MM C
meule/molette en roche alpine

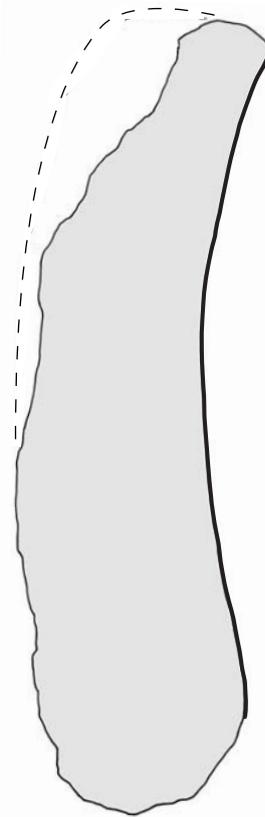
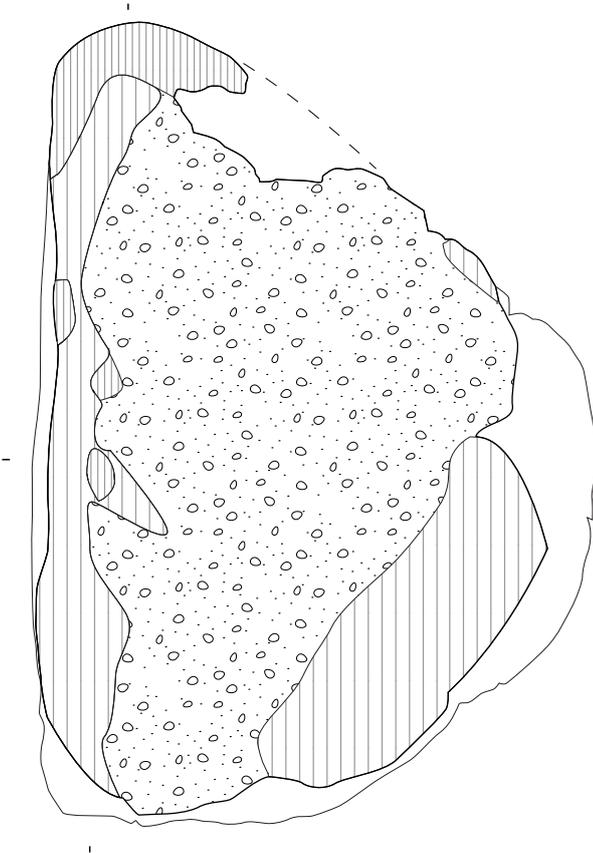




0 10 cm

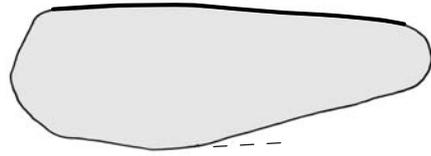


1 2 3 1 02, CH 2 /5
meule en grès

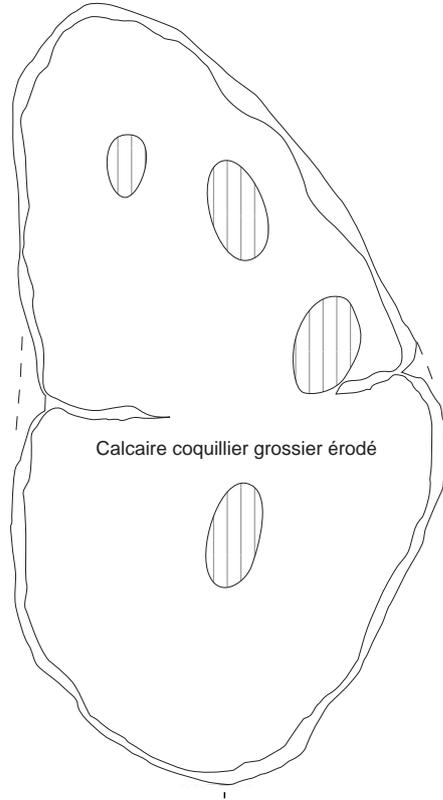


1 3 3 1 12, CH 3 IV
meule en grès

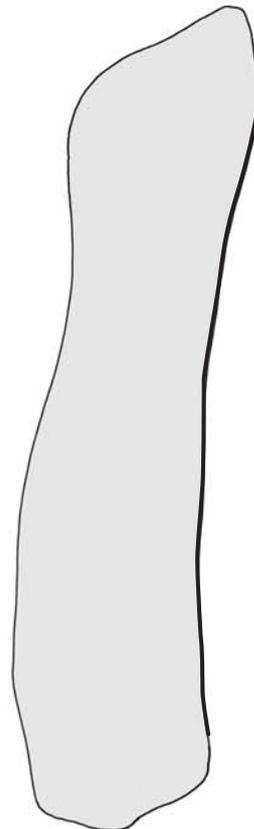
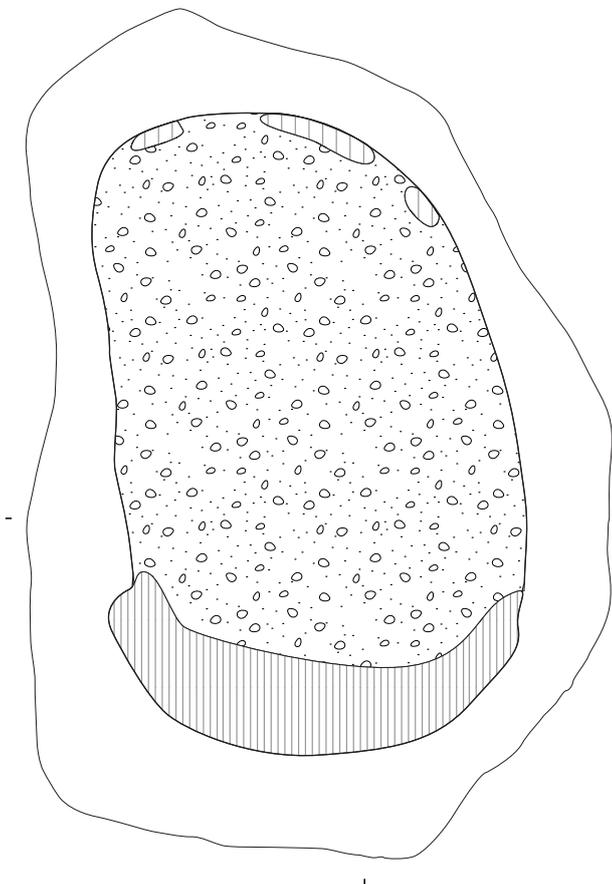
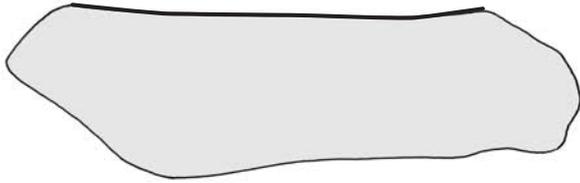
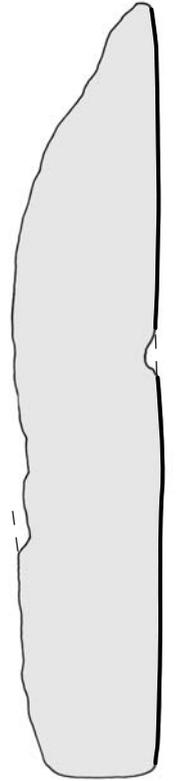
0 10 cm



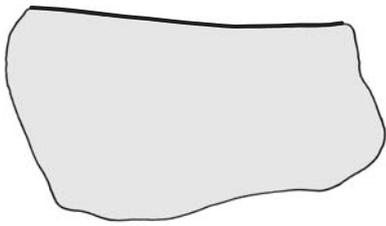
2 0 16 1 33, CL MM K
meule en calcaire



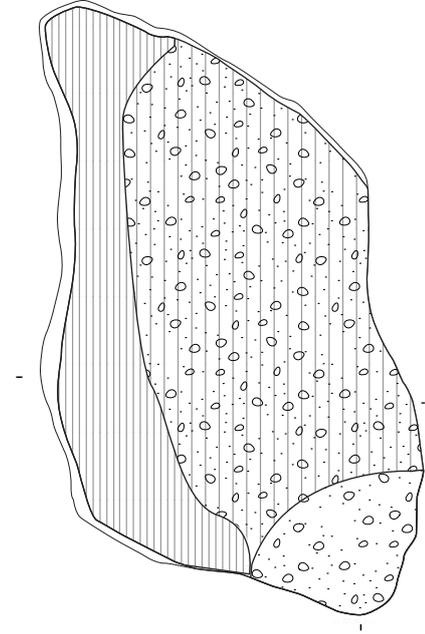
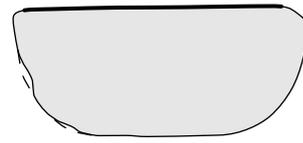
Calcaire coquillier grossier érodé



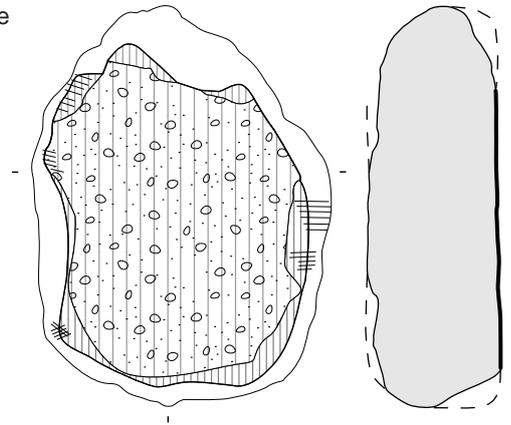
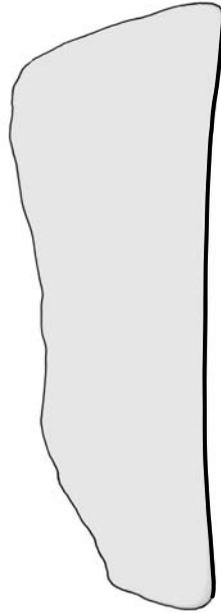
2 0 15 1 15, CL MM J
meule en calcaire



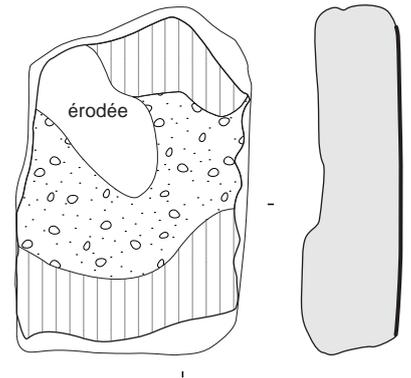
1 19 1 1 28, CH 19 O
meule (?) en calcaire



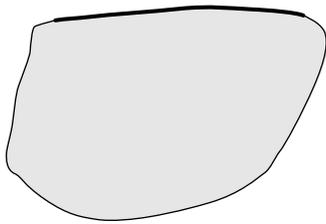
1 2 4 1 01, CH 2 /3
meule en calcaire



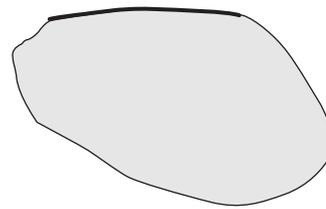
2 0 16 1 14, CL MM K
meule (?) en calcaire



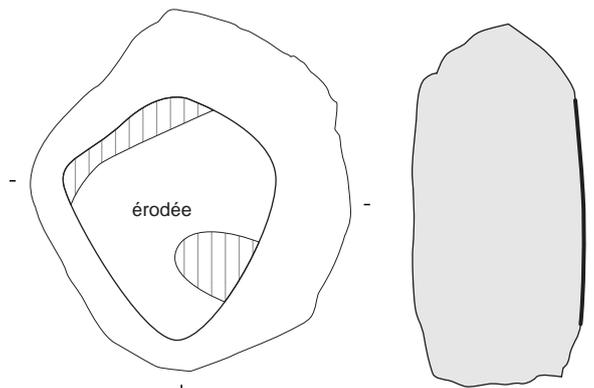
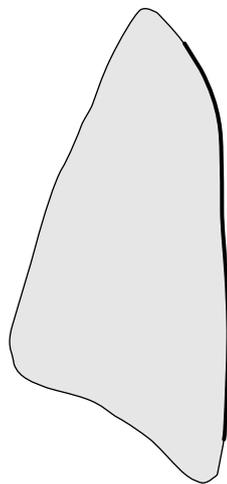
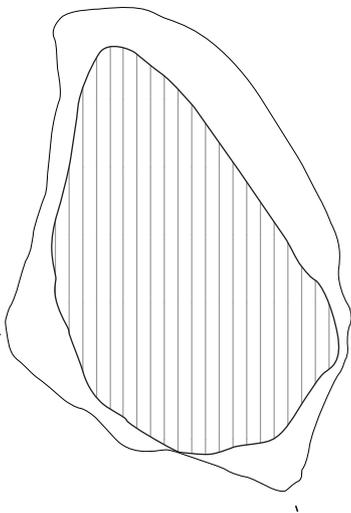
0 10 cm

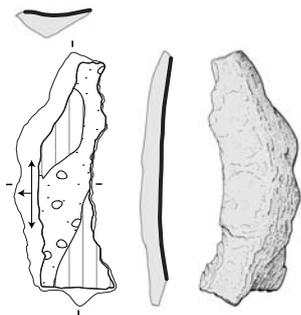


2 0 3 1 03, CL MM A
meule (?) en calcaire

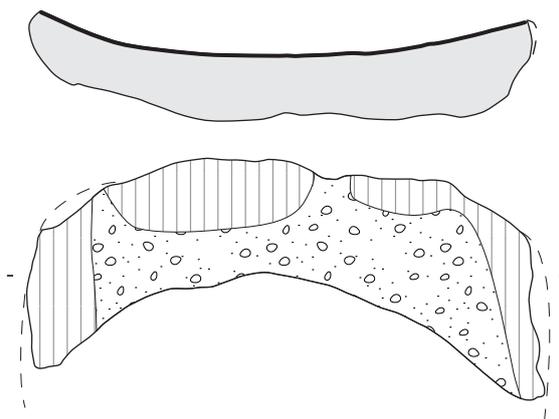


2 3 2 1 02, CL III
couche supérieure
meule (?) en calcaire

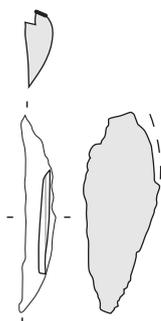




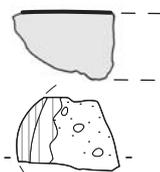
2 0 16 1 30, CL MM K
éclat d'abattage de meule en roche alpine



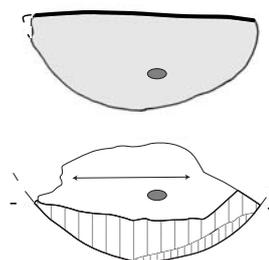
1 19 1 1 30, CH 19 O
éclat thermique de meule en grès



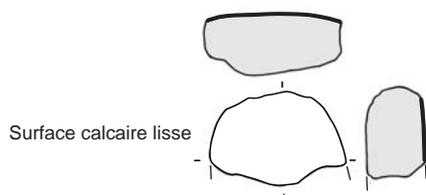
1 4 2 1 06, CH 4 phase 2
éclat d'abattage en grès fin



1 4 2 1 18, CH 4 phase 2
molette en leucogranite

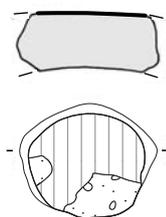


1 4 4 1 07, CH 4 phase 4
molette en roche alpine



Surface calcaire lisse

1 4 0 1 01, CH 4 HS
"molette" en calcaire



1 4 2 1 14, CH 4 phase 2
"molette" en grès fin

0 10 cm

Annexe 6 :

Inventaire des polissoirs
de Chalain/Clairvaux

Annexe 6 :
Inventaire des polissoirs de Chalain/Clairvaux

N° Inv.	N°	M²	e/fg	pds (g)	Lg. (cm)	lg. (cm)	ép. min.	ép. max.	matière première	face 1	face 2	coté 1	coté 2	extré. 1	extré. 2	observations	brûlé	local.	dessin
CH 2																			
1 2 1 2	01	D 63 C	fg	15	4	2,6		1,2	grauwacke							galet grattoir à peau		Frasnois	Dessin
1 2 1 2	02	F 57 C	e	281	10,8	7,5	0,8	3,5	grauwacke calcaire, fin et poreux	cuvette profonde	plane + rainures	plan	plan	plane	naturelle	brûlé, polissoir à main ?	x	Lons	
1 2 1 2	03	F 71 C	fg	6000	36	23		8	calcaire conglomératique	plane	cassée	naturel	cassé	cassée	cassée	énorme polissoir plat		Lons	
1 2 1 2	04	H 57 C	e	570	19,6	9,2	0,3	3,3	grauwacke	cannelure moyenne longitudinale	plan longitudinal + cannelure longitudinale moyenne	plan transversal	plan transversal	taillée	taillée			Lons	
1 2 1 2	05	K 62 C	fg	102	5,4	4		2,9	grauwacke, fin et poreux	plane	cassée	plan	cassé	naturelle	naturelle	friable, parallélépipède très émoussé, brûlé. Sur bloc	x	Lons	
1 2 1 2	06	K 63 C	fg	10	3,2	3,1	0,4	1,1	grauwacke	cassée	cuvette large longitudinale	cassé	plan longitudinal	cassée	cassée			Lons	
1 2 1 2	07	L 71 C	fg	205	10	7,6	0,5	1,9	grauwacke calcaire, grain fin	cuvette large longitudinale	1 plan transversal + 1 plan longitudinal	cassé	convexe longitudinal	cassée	cassée	tendance coin. Sur bloc		Lons	
1 2 1 2	08	M 72 C	fg	155	10,5	8,5	0,4	2,2	grauwacke	cuvette large	cuvette large	plan longitudinal	plan longitudinal	cassée	1 pointe non utilisée	tendance coin. Sur bloc		Lons	
1 2 1 2	09	M 72 C	fg	355	9,5	9	0,4	3,3	grauwacke calcaire, grain fin	1/4 de cuvette	1/4 de cuvette	naturel	cassé	naturelle	cassée	tendance coin. Sur bloc		Lons	
1 2 1 2	10	N 58 C	fg	130	8,8	7		1,8	grauwacke lité	cassée	cassée	cassé	cassé	cassée	cassée	brûlé	x	Lons	
1 2 1 2	11	N 58 C	fg	105	7,5	5,5		2	grauwacke	polie érodée	cassée	cassé	cassé	cassée	cassée	brûlé friable	x	Lons	
1 2 1 2	12	D 58 C	fg	30	6,2	5	0,5	1,5	grauwacke	cassée	cuvette large longitudinale	cassé	cassé	cassée	cassée			Lons	
1 2 1 2	13	O 71 C	fg	280	15,5	12,2	0,3	1,3	grauwacke calcaire	cuvette large+ longitudinale étroit	polissage plan longitudinal	polissage plan transversal	polissage plan longitudinal	cassée	cassée			Lons	
1 2 1 2	14	O 71 C	fg	370	15	14,5	1,1	2,5	grauwacke calcaire	polissage plan + cannelure moyenne longitudinale	cuvette large oblique	cassé	polissage plan longitudinal	cassée	encoche polissage transversal			Lons	
1 2 1 2	15	O 72 C	fg	240	15	11,2	0,3	0,9	grauwacke calcaire	2 cannelures larges	1 cannelure large + 1 plan	cassé	plan longitudinal	cassée	plan longitudinal			Lons	
1 2 1 2	16	P 64 C	fg	9	3,9	3,7		0,4	grauwacke calcaire, grain fin	polie plane	polie plane	poli en biseau	cassé	polie émoussée	cassée	plaquette très fine brûlée	x	Lons	
1 2 1 2	17	P 65 C	fg	50	7,1	5,2	0,3	1,4	grauwacke	cuvette longitudinale	cuvette longitudinale	plan longitudinal	cassé	plan longitudinal	cassée			Lons	
1 2 1 2	18	P 67 C	fg	186	11,1	4,3	1	3,2	grauwacke calcaire compacte	2 cuvettes longitudinales	cuvette oblique	cassé	naturel	cassée	cassée			Lons	
1 2 1 2	19	S 63 C	fg	485	13,8	8,5	0,2	3,7	grauwacke calcaire lité, à grain très fin	cuvette longitudinale	cuvette longitudinale	cassé	naturel	cassée	cassée			Lons	
1 2 1 2	20	TA 60 C	fg	1990	25	19	0,4	4	calcaire	plane	cassée	naturel	cassé	cassée	cassée	plaquette calcaire (bloc enclume ?)		Lons	
1 2 1 2	21	V 69 C	fg	425	18,2	13	0,5	1,8	grauwacke calcaire	cuvette large longitudinale	cuvette large longitudinale	cassé	convexe transversal	convexes longitudinaux	naturelle			Lons	
1 2 1 2	22	Wa 59 C	e	1125	19,2	11,1	1,8	3,4	grauwacke calcaire	cuvette large longitudinale	cuvette large longitudinale	naturel+ 4 impacts de taille	polissage plan longitudinal	naturelle	naturelle			Lons	
1 2 1 2	23	Xa 63 C	fg	170	11,3	11,3	0,9	1	grauwacke calcaire	plan + cannelure large longitudinale	plan + cannelure large longitudinale	cassé	plan longitudinal	cassée	cassée			Lons	
1 2 1 2	24	XA 65 C	fg	65	9,2	5,2	0,4	1,4	grauwacke calcaire à grain très fin	naturelle	cannelure étroite	cassé le long de cannelure	polissage plan longitudinal	cassée	cassée			Lons	
1 2 1 2	25	XA 65 C	fg	45	6,3	6	0,4	1,3	grauwacke calcaire	naturelle	2 cannelures étroites	cassé au milieu de la cannelure	polissage longitudinal	cassée	taillé			Lons	
1 2 1 2	26	YA 61 C	fg	35	4,4	4,3	0,4	2,2	grauwacke	cuvette large longitudinale	cuvette large	2 cannelures transversales	plan usé	cassée	cuvette oblique	polissage transversal sur la face 2 par rapport à l'axe de la face 1		Lons	

Annexe 6 :
Inventaire des polissoirs de Chalain/Clairvaux

N° Inv.	N°	M²	e/fg	pds (g)	Lg. (cm)	lg. (cm)	ép. min.	ép. max.	matière première	face 1	face 2	coté 1	coté 2	extré. 1	extré. 2	observations	brûlé	local.	dessin
1 2 1 2	27	YA 64 C	e	1100	19,2	10	1,5	5	grauwacke calcaire	plan longitudinale + cannelure longitudinale moyenne	convexe longitudinal + cannelure longitudinale étroite	convexe longitudinal	plan longitudinal partiel	naturelle	naturelle			Lons	
1 2 1 2	28	ZA 63 C	fg	21	6,7	2		1,2	grauwacke, fin et poreux	plane	plane	cassé	cassé	cassée	cassée			Lons	
1 2 1 2	29	/	fg	20	4,8	3,2		1	grauwacke	plane	plane	érodé	érodé	érodée	érodée	à ranger, galet brûlé, très friable	x	Lons	
1 2 1 2	30	V 62 C	fg	130	11,2	7,5	1,4	0,2	grès, litage parallèle à la surface active, grain fin	plane polie	plane polie	cassé	plan poli oblique	cassée	cassée			Frasnois	
1 2 2 2	01	R 63 A//	e	440	10,6	9,8	1,8	4,1	grauwacke calcaire, fin et poreux	cuvette oblique	naturelle	cassé	naturel	naturelle	cassée	brûlé	x	Lons	
1 2 2 2	02	M 57 A/	fg	6	3,3	1,9		0,7	grès feldspathique, grain fin	plane	cassée	naturel	cassé	cassée	cassée	brûlé	x	Lons	
1 2 2 2	03	B 77 AC	e	48	7,6	3,2		1,9	grauwacke calcaire, grain fin	cannelure longitudinale	/	cannelure longitudinale	plan	naturelle	cassée	brûlé, section triangulaire. Sur bloc	x	Lons	
1 2 3 2	01	E 25	fg	75	7,7	5,8	/	1,6	eurite ?, grain fin	plane polie	cassée	plan poli, arête arrondie	cassé	cassée	cassée			Frasnois	
1 2 3 2	02	E 25	fg	15	6	3,4	/	0,8	eurite ? à passée de Quartz, grain fin	légèrement convexe, polie	cassée	cassé	cassé	cassée	cassée			Frasnois	
CH 3																			
1 3 4 2	01	Gc 85 IIc//	e	1905	22,5	16	1,3	3,2	grauwacke calcaire, grain fin	convexes+cuvette transversale	1cannelure large longitudinale+1/2 cannelure brisée	naturel	cassé	naturelle	cassée	plaquette très usée comme celle de CH3VIII		Lons	dessin mono
1 3 4 2	02	Jc 83 IIc/*	e	125	8,9	8,4	0,4	3,2	grauwacke calcaire, grain fin	cannelure longitudinale	cannelure transversale profonde	cannelure transversale profonde	cannelure transversal profonde	coupée	cannelure transversale profonde	tendance coin, pol. pour fûts osseux à encoches multiples. Sur bloc		Lons	dessin et photo mono
1 3 4 2	03	Jc 84 IIc/	fg	190	13,5	11,6	0,5	1,7	grauwacke, grain fin	cuvette large	cassée	cannelure transversale profonde	cassé	cannelure transversale profonde	cassée	plaquette très fine, friable		Lons	dessin mono
1 3 4 2	04	Kc 81 IIc/	e	1160	16	15	2,2	3,5	grauwacke calcaire, grain fin	1cannelure 1cuvette 1rainure longitudinales	1cuvette + 2 rainures	1 gorge transversale profonde	cassé	cassée	coupé	plaquette totalement polie + rainure		Lons	dessin mono
1 3 4 2	05	Kc 83 IIc//***	fg	50	4,5	3,2		2,9	grès lité, grain fin	concavité polie	cassée	cassé	cassé	cassée	cassée			Lons	
1 3 4 2	06	Kc 83 IIc//***	fg	35	5,8	4		1,1	grès lité, grain fin	cassée	cassée	cassé	cassé	cassée	cassée	brûlé	x	Lons	
1 3 4 2	07	Kc 86 IIc//***	fg	25	4,2	4,1	0,7	1,4	grauwacke, grain fin	convexe	cannelure large+1 cannelure étroite longitudinale	cassé	concave longitudinal	naturelle	cassée			Lons	
1 3 4 2	08	Lc 80 IIc/	fg	55	5,7	4,7	0,6	2,2	grauwacke, grain fin	cannelure moyenne	cuvette	cassé	cassé	cassée	plane longitudinale			Lons	dessin mono
1 3 4 2	09	Lc 83 IIc//***	fg	40	3,8	3		2,2	grauwacke lité, grain fin	plane polie	cassée	cassé	cassé	cassée	cassée	brûlé	x	Lons	
1 3 4 2	10	Lc 83 IIc//***	fg	10	4,5	3		0,9	grès, litage parallèle à la surface active, grain fin	plane polie	cassée	cassé	cassé	cassée	cassée			Lons	
1 3 4 2	11	Mc 81 IIc//***	fg	100	9,4	6,6	0,6	2,3	grauwacke	cannelure profonde longitudinale	cuvette	coupé	plan longitudinal	cassée	cassée	tendance coin. Sur bloc		Lons	dessin mono
1 3 4 2	12	Oc 83 IIc//***	fg	10	3,4	2		1,3	grauwacke, grain fin	plane polie	plane polie	cassé	cassé	cassée	cassée	brûlé	x	Lons	
1 3 4 2	13	Tc 79 IIc//***	fg	25	4,9	4,6		1	grauwacke compacte	cannelure large	cuvette	plan longitudinal	cassé	cassée	cassée	section triangulaire. Sur bloc		Lons	
1 3 0 2	01	/	fg	2819	19	14,5		9,5	grès, litage parallèle à la surface active	au moins 3 cuvettes, aspect bosselé irrégulier	cassée	cassé	coupé	cassée	cassée	bloc au départ		Lons	

Annexe 6 :
Inventaire des polissoirs de Chalain/Clairvaux

N° Inv.	N°	M²	e/fg	pds (g)	Lg. (cm)	lg. (cm)	ép. min.	ép. max.	matière première	face 1	face 2	coté 1	coté 2	extré. 1	extré. 2	observations	brûlé	local.	dessin
1 3 0 2	02	/	fg	162	11,2	6,5	0,5	2	grauwacke	polie en cuvette	polie en cuvette	cassé	poli	cassée	cassée	Plaquette probable, brûlé	x	Lons	
1 3 3 2	01	Kc 85 IV	fg	1210	15	12,5	3,2	5,5	grauwacke calcaire, litage parallèle à la surface active	cuvette large	1plan + 1cannelure longitudinale	cassé	naturel	cassée	cassée	brûlé, Bloc au départ	x	Lyon / Lons	
1 3 3 2	02	Kc 86 IV	fg	10	4,5	2,7		1,1	grauwacke calcaire	plane polie	cassée	cassé	cassé	cassée	cassée	brûlé	x	Lons	
1 3 3 2	03	Lc 86 IV	fg	125	8,5	4,1	3,7	4,1	grauwacke verdâtre, grain fin	cassée	cuvette longitudinale	naturel	taillé	taillée	cassée			Lons	dessin mono
1 3 3 2	04	Mc 82 IV	fg	5	3,1	2,2		0,5	subarkose, grain fin	plane polie	cassée	cassé	cassé	cassée	cassée	brûlé	x	Lons	
1 3 3 2	05	Oc 86 IV	fg	64	10,3	4,9		1,6	grauwacke calcaire							brûlé, un litage de 01 ?	x	Lons	
1 3 3 2	06	Oc 87 IV	fg	350	12	10		6,5	grauwacke calcaire verdâtre, grain fin	cannelure large longitudinale	cassée	cannelure large longitudinale	cannelure large oblique	cassée	cassée	coin. Sur bloc		Lons	dessin mono
1 3 3 2	07	Zb 84 IV	fg	30	5,4	3,6		1,5	subarkose, grain fin	cassée	cassée	cassé	cassé	cassée	cassée			Lons	
1 3 3 2	08	Oc 86 IV	/	/					grauwacke, grain grossier							lame monographie		Lyon	
1 3 2 2	01	Bc 82 VI	fg	60	3,8	3,5		3,6	subarkose compacte, grain fin	cassée	cassée	cassé	cassé	cassée	cassée			Lons	
1 3 2 2	02	Ec 77 VI	fg	55	6,2	5,4	0,6	1,7	grauwacke, grain fin	cannelure large longitudinale	cannelure large longitudinale	plan longitudinal	plan longitudinal	cassée	cassée	brûlé friable, pol. pour aiguilles en os	x	Lons	dessin et photo mono
1 3 2 2	03	Ec 82 VI	fg	35	6,5	3		1,7	subarkose compacte, litage parallèle à la surface active, grain fin	cassé	plan bouchardé poli	taillé	taillé	naturelle	cassée			Lons	
1 3 2 2	04	Fc 84 VI	fg	5	3	2,1		0,9	subarkose, litage parallèle à la surface active, grain fin	plan poli	cassée	cassé	cassé	cassée	cassée			Lons	
1 3 2 2	05	Gc 83 VI	fg	5	2,7	1,6		0,6	subarkose, litage parallèle à la surface active, grain fin	plan poli	cassée	cassé	cassé	cassée	cassée			Lons	
1 3 2 2	06	Gc 86 VI	e	3240	30,5	22	4,5	2	subarkose, litage parallèle à la surface active, grain fin	large dépression longitudinale, ondulée	très large dépression longitudinale ondulée	taillé	naturel+taillé	naturelle	naturelle+taillée	sur plaquette, trace de "découpe" ? Polissage Hache+gaine		Lons	dessin et photo mono
1 3 2 2	07	Jc 79 VI	fg	60	6,8	5	0,8	2,5	grauwacke, grain fin	cannelure large longitudinale	naturelle	cassé	coupé	plane transversale	cassée	4 morceaux		Lons	
1 3 2 2	08	Mc 86 VI	fg	2	1,6	1,4		1	grauwacke	cassée	cassée	cassé	cassé	cassée	cassée	2 morceaux		Lons	
1 3 2 2	09	Nc 80 VI	fg	30	5,7	2,7		1,9	grauwacke calcaire	cassée	cannelure large	cassé	cassé	cassée	cassée	friable		Lons	
1 3 2 2	10	Oc 85 VI	fg	11	3,8	1,6		1,2	subarkose, grain fin							brûlé	x	Lons	
1 3 1 2	01	Fc 83 VIII	e	1900	37,5	22,5	0,4	1,9	grauwacke calcaire, grain fin	très large cuvette longitudinale	1cuvette+1cannelure longitudinale	plan longitudinal	cassé	plane transversale	cassée	pol. à lame de pierre polie, sur plaquette		Lons	dessin et photo mono
1 3 1 2	02	Kc 81 VIII	fg	2	1,8	1,5		0,4	grauwacke à grain très fin							éclat de taille		Lons	
1 3 1 2	03	Oc 83 VIII	e	345	12	8	1,8	3,9	subarkose à grain très fin	large dépression transversale	1 large dépression transversale	taillé	plan longitudinal	cassée	naturelle	pol. à lame de pierre réutilisés, sur bloc		Lons	dessin mono
1 3 1 2	04	Vb 85 VIII	e	2150	21,5	15,3	3	3,2	grauwacke calcaire, grain fin	plan+cuvette circulaire	plan + 2 cannelures larges	cassé	plan longitudinal	taillée+transversale plane	cassée	pol. à lame de pierre réutilisés comme support à découper, sur plaquette		Lons	dessin et photo mono

Annexe 6 :
Inventaire des polissoirs de Chalain/Clairvaux

N° Inv.	N°	M²	e/fg	pds (g)	Lg. (cm)	lg. (cm)	ép. min.	ép. max.	matière première	face 1	face 2	coté 1	coté 2	extré. 1	extré. 2	observations	brûlé	local.	dessin
1 3 1 2	05	Xb 82 VIII	e	525	13	11,6	1,3	3,8	calcaire à grain très fin	plane	cuvette large longitudinale	naturel	plan longitudinal	taillée	plane longitudinale	pol. à lame de pierre polie + traces de "découpe", sur bloc		Lons	dessin mono
1 3 1 2	06	Xb 84 VIII	/	/					grauwacke							lame monographie		Lyon	
CH 4																			
1 4 1 2	01	HF 65 G	fg	865	17,4	8,8	.	4,7	subarkose	cannelure. large longitudinale.	cannelure. large longit. cassée	plan longit.	taillé	naturelle	taillée			Frasnois	Dessin NM
1 4 1 2	02	KF 68 G	fg	1600	15	12,5	3,3	6,8	subarkose lité	dépression longit.	plan longit.	plan longit.	plan longit.	cassée	cassée	brûlé, taille du calibre (bloc) de transport (CH 21)	x	Frasnois	
1 4 1 2	03	LF 66 G	fg	45	5,7	4,2	0,3	1,7	subarkose	cuvette profonde longit.	cassée	plan longit.	scié ?	cassée	cassée	brûlé	x	Lyon	
1 4 1 2	04	LF 67 G	fg	50	5	3,8	1,3	2,4	subarkose	cassée	cuvette longit.	plan longit.	cassé	cassée	taillée	brûlé	x	Frasnois	
1 4 1 2	05	LF 67 G	fg	25	3,8	3,7	.	1,8	grauwacke	cuvette longit.	cuvette longit.	cassé	plan longit.	cassée	cassée	brûlé + poudre	x	Frasnois	
1 4 1 2	06	LF 67 G	fg	10	3,5	3,1	.	1,2	subarkose	plan longit.	cassée	cassé	cassé	cassée	cassée	couteau à moisson ?		Frasnois	
1 4 1 2	07	MF 64 G	fg	20	4,4	2,7	.	1,2	subarkose poreux	convexe	concave	cassé	cassé	cassée	cassée	sciée ?		Frasnois	Dessin
1 4 2 2	01	AF 59 F	fg	25	5,2	4	0,6	1,2	grauwacke calcaire	plane longit.	cuvette longit.	plan longit.	plan longit.	cassée	plan longit.			Frasnois	Dessin NM
1 4 2 2	02	BF 59 F	fg	10	4,5	3,5	0,3	0,6	grauwacke calcaire	cannelure longit.	dépression longit.	cassée	cassé	cassée	cassée			Frasnois	
1 4 2 2	03	BF 60 F	fg	40	5,7	5,6	0,3	0,9	grauwacke	cassée	plane longit.	cassé	cassé	cassée	cassée	grattoir?		Frasnois	
1 4 2 2	04	DF 64 F	fg	15	3,9	3,3	.	0,8	grauwacke calcaire	polie	naturelle	cassé	cassé	/	cassée	S. B. : Dépôt de colle ?		Frasnois	
1 4 2 2	05	DF 65 F	fg	160	9,2	6,4	1,5	2,8	subarkose lité	cassée	dépression longit.	taillé	cassé	cassée	cassée			Frasnois	
1 4 2 2	06	EF 62 F	fg	105	7,7	4,2	.	2,7	subarkose lité	cassée	cassée	cassé	cassé	cassée	cassée	brûlé, ind.	x	Frasnois	
1 4 2 2	07	EF 67 F	fg	20	6,8	5,2	0,2	0,6	grauwacke	cassée	plan longit.	cassé	plan longit.	cassée	cassée			Frasnois	
1 4 2 2	08	EF 67 F	fg	7	3,6	3,1	0,2	0,8	grauwacke	cassée	2 cannelures longit.	cassé	cassé	cassée	cassée			Frasnois	
1 4 2 2	09	EF 67 F	fg	2	1,8	1,1	.	0,3	grauwacke calcaire	plane	cassée	cassé	cassé	cassée	cassée			Frasnois	
1 4 2 2	10	EF 70 F	e	225	16,7	9,6	0,2	0,9	grauwacke calcaire à grain très fin	plan longit.	dépression. longit.+ rainure	plan longit.	plan longit.	cassée	cassée	S. B. : Dépôt de colle ?		Frasnois	Dessin NM
1 4 2 2	11	FF 65 F	fg	25	3,7	3,4	.	1,7	grauwacke à grain très fin (siltite)	cuvette longit.	cuvette longit.	cassé	taillé	cassée	cassée			Lyon	
1 4 2 2	12	FF 68 F	fg	30	7	4,5	0,2	1,2	grauwacke	cuvette longit.	cuvette longit.	scié	plan longit.	cassée	cassée			Frasnois	
1 4 2 2	13	GF 64 F	fg	90	8,9	3,7	1	2,9	grauwacke calcaire	cassée	cannel. large	plan longit.	plan transversal	cassée	cassée			Frasnois	Dessin NM
1 4 2 2	14	HF 61 F	fg	35	4,1	3,3	1,2	2,2	grauwacke calcaire, quartz ronds	plane longit.	cuvette longit.	cassé	convexe longit.	cassée	cassée	brûlé	x	Frasnois	
1 4 2 2	15	HF 62 F	fg	95	9	4,3	.	1,6	grauwacke calcaire	plane longit.	dépression longit.	plan longit.	plan longit.	cassée	cassée	brûlé	x	Frasnois	Dessin NM
1 4 2 2	16	JF 65 F	fg	5	3,3	2,5	0,2	0,7	grauwacke	cuvette longit.	cuvette longit.	cassé	scié	cassée	cassée	S. B. : Dépôt de colle ?		Frasnois	
1 4 2 2	17	JF 66 F	fg	420	13,5	8,6	1,2	4,5	grauwacke calcaire	cuvette longit.	plane longit.+can.longit.	plan longit.	plan longit.	cassée	cassée	taille max des plaquettes		Frasnois	Dessin
1 4 2 2	18	LF 68 F	fg	30	7,2	6,6	0,2	0,9	grauwacke	cannelure longit.	cuvette longit.	cassé	scié	scié	cassée	grattoir (+ KF 69 F). S. B. : Dépôt de colle ?		Frasnois	
1 4 2 2	19	LF 68 F	fg	15	5,8	3,5	.	0,7	grauwacke	plane polie	cassée	scié ?	cassé	cassée	cassée	trois morceaux		Frasnois	
1 4 2 2	20	LF 69 F	fg	5	4,9	2,7	0,2	0,6	grauwacke	plan longit.	cuvette longit.	cassé	plan longit.	cassée	cassée	S. B. : Dépôt de colle ?		Frasnois	
1 4 2 2	21	MF 61 F	fg	85	6,1	3,9	.	3,5	subarkose	cassée	plane longit.	plan longit.	scié	cassée	cassée	réutilisation		Frasnois	
1 4 2 2	22	MF 61 F	fg	5	2,3	1,5	.	0,7	subarkose	polie	plane longit.	cassé	cassé	cassée	cassée			Frasnois	
1 4 2 2	23	MF 67 F	e	57	12,4	6	0,3	0,6	subarkose	cuvette longit.	plane longit.	.	.	.	.	très plat, usé à outrance. S. B. : Dépôt d'argile		Frasnois	Dessin
1 4 2 2	24	NF 59 F	fg	5	3	1,4	.	0,6	grauwacke	plane longit.	cassée	convexe longit.	cassé	cassée	cassée	brûlé	x	Frasnois	
1 4 2 2	25	NF 60 F	fg	80	6	5,7	.	2	subarkose lité	cassé	dépression longit.	cassé	cassé	cassée	cassée	brûlé	x	Frasnois	
1 4 2 2	26	NF 61 F	fg	15	4,7	3,7	0,3	1,2	grauwacke	cuvette longit.	cuvette longit.	taillé	scié	scié	cassée			Frasnois	
1 4 2 2	27	NF 62 F	fg	5	2,5	1,9	.	1,1	subarkose	plane	plane	cassé	cassé	cassée	cassée			Frasnois	

Annexe 6 :
Inventaire des polissoirs de Chalain/Clairvaux

N° Inv.	N°	M²	e/fg	pds (g)	Lg. (cm)	lg. (cm)	ép. min.	ép. max.	matière première	face 1	face 2	coté 1	coté 2	extré. 1	extré. 2	observations	brûlé	local.	dessin
1 4 2 2	28	NF 65 F	fg	55	8,7	5	0,6	1,6	grauwacke	large cuvette longit.	plan longit.	plan longit.	cassé	cassée	cassée			Frasnois	
1 4 2 2	29	OF 59 F	fg	3	2,6	2,1	.	0,2	grauwacke calcaire	plane	plane	cassé	cassé	cassée	cassée			Frasnois	
1 4 2 2	30	OF 62 F	fg	40	6,4	4,7	0,4	1,6	grauwacke	cuvette longit.	cuvette longit.	plan longit.	cassé	cassé	cassé			Frasnois	Dessin NM
1 4 2 2	31	OF 62 F	e	30	6,7	6	.	0,3	grauwacke calcaire	plane longit.	plane longit.	retouché	cassé	retouché	cassé	grattoir		Frasnois	
1 4 2 2	32	PF 61 F	fg	10	5,8	3,3	.	0,5	grauwacke calcaire	plane	plane	cassé	cassé	cassé	cassé			Frasnois	
1 4 2 2	33	PF 65 F	fg	20	5,1	4,7	0,5	1,3	grauwacke calcaire	can. longit.+rainure longit	plane longit.	cassé	cassé	cassé	cassé			Frasnois	
1 4 2 2	34	TE 59 F	fg	25	6	3,2	0,6	1,4	grauwacke	cassée	cassée	cassé	cassé	cassé	cassé	brûlé, réutilisation en palisson	x	Frasnois	
1 4 3 2	01	EF 61 E	fg	15	5,3	2,9	0,5	1,3	grauwacke lité	cuvette longit.	cuvette longit.	plan longit.	cassé	cassée	cassée			Lyon	
1 4 3 2	02	EF 62 E	fg	25	3,7	3,2	.	1,5	subarkose	cassée	cassée	cassé	cassé	cassée	cassée	brûlé, ind.	x	Frasnois	
1 4 3 2	03	EF 69 E	fg	5	3,3	2	.	0,7	grauwacke calcaire	polie	polie	cassé	cassé	/	polie			Frasnois	
1 4 3 2	04	GF 65 E	fg	30	5,7	5	0,3	0,8	grauwacke calcaire	plane longit.	cuvette longit.	cassé	plan longit.	cassée	cassée			Frasnois	
1 4 3 2	05	GF 67 E	fg	80	9,3	6,3	0,6	1,4	grauwacke	cassée	dépression longit.	cassé	taillé	cassée	cassée	brûlé	x	Frasnois	
1 4 3 2	06	KF 64 E	e	900	18	8,8	2,7	4	grauwacke	canell.longit.prof.	canell. longit.prof.	plan transversal	plan longit.	plane longit.	naturelle			Frasnois	Dessin NM
1 4 3 2	07	KF 68 E	fg	1205	22,5	13,5	.	3,2	grauwacke calcaire	dépression longit.	plan longit.	naturel	plan longit.	naturelle	naturelle	S. B. : Dépôt de colle ?		Frasnois	Dessin NM
1 4 3 2	08	LF 61 E	fg	40	5,6	4,5	0,5	1,7	grauwacke calcaire	cassée	cassée	cassé	cassé	cassée	cassée	éclat de taille		Frasnois	
1 4 3 2	09	LF 61 E	e	10	4,2	3,5	.	0,5	grauwacke calcaire	.	.	.	.	.	.	grattoir plusieurs fgs		Frasnois	Dessin NM
1 4 3 2	10	LF 66 E	fg	255	17,7	14,2	0,3	1,2	grauwacke calcaire	cuvette longit.	pl.long.+canell.long	encoch.transv.prof	encoch.transv.prof	cassée	cassée	S. B. : Dépôt de colle ?		Frasnois	Dessin NM
1 4 3 2	11	MF 61 E	fg	25	8,1	2,6	.	0,8	grauwacke calcaire	cassée	plan	cassé	taillé	cassée	taillée	brûlé	x	Frasnois	
1 4 3 2	12	MF 62 E	fg	100	6,3	5,8	.	2,2	subarkose lité	polie	cassée	cassé	cassé	cassée	cassée	brûlé	x	Frasnois	
1 4 3 2	13	MF 68 E	e	445	18,5	12,2	0,3	2,2	grauwacke calcaire	cuvet.circ.+ can.longit.	dépression longit.	taillé	concaves transversaux	sciée	sciée	rem. OF 63D + GF 61 D		Frasnois	Dessin NM
1 4 3 2	14	NF 59 E	e	115	10,4	5	.	1,8	grauwacke calcaire	.	.	.	.	.	.	pointe bifaciale		Frasnois	Dessin NM
1 4 3 2	15	NF 59 E	fg	20	5	3,6	0,3	0,6	grauwacke	plane longit.	plane longit.	cassé	cassé	taillée	cassée	outil probable en deux morceaux		Frasnois	Dessin
1 4 3 2	16	NF 59 E	fg	10	4,2	3,3	.	0,9	grauwacke calcaire	.	.	.	.	.	.	éclat de taille		Frasnois	
1 4 3 2	17	NF 60 E	fg	145	6,5	5	.	4,3	grauwacke calcaire	plane longit.	2 cannelures longit.	cassé	cassé	cassée	taillée	brûlé	x	Frasnois	
1 4 3 2	18	NF 60 E	fg	125	5,5	4,2	.	0,9	grauwacke calcaire	plane	plane	cassé	cassé	cassée	cassée	brûlé	x	Frasnois	
1 4 3 2	19	NF 60 E	fg	10	/	/	.	/	grauwacke calcaire	.	.	.	.	.	.	3 éclats de taille		Frasnois	
1 4 3 2	20	NF 61 E	fg	15	4	3,1	.	0,9	grauwacke calcaire	bouchardée, légèrement polie	cassée	cassé	cassé	cassée	cassée			Frasnois	
1 4 3 2	21	NF 62 E	fg	25	7,6	4,2	0,3	0,7	grauwacke	cassée	canell. longit.+poli longit.	cassé	scié	cassée	cassée			Frasnois	
1 4 3 2	22	NF 63 E	fg	35	3,9	3,5	.	2,1	subarkose lité	cassée	cassée	cassé	cassé	cassée	cassée	ind.		Frasnois	
1 4 3 2	23	NF 63 E	fg	15	5,7	2,1	.	0,5	grauwacke calcaire	plane	cassée	cassé	cassé	cassée	cassée			Frasnois	
1 4 3 2	24	NF 64 E	fg	10	5	2,7	.	0,9	grauwacke calcaire	.	.	.	.	.	.	éclat de taille		Frasnois	
1 4 3 2	25	OF 59 E	fg	110	9,9	6,7	.	1,4	subarkose lité	cassée	plane longit. polie	naturel	naturel	cassée	naturelle			Frasnois	
1 4 3 2	26	OF 59 E	fg	10	3	2,4	.	1,6	subarkose	plane longit.	cassée	cassé	cassé	cassée	cassée	brûlé, ind.	x	Frasnois	
1 4 3 2	27	OF 61 E	fg	115	9,2	5,5	1,1	2,1	grauwacke calcaire	concave transversal	plane transversal	cassé	poli longit.	poli longit. naturel	cassée			Frasnois	
1 4 3 2	28	OF 62 E	fg	15	4,8	3,5	.	0,8	grauwacke calcaire	.	.	.	.	.	.	éclat de taille		Frasnois	
1 4 3 2	29	OF 63 E	fg	15	5,8	2,8	.	1,3	grauwacke, grain fin	rainure profonde	rainure profonde	taillé	scié	cassée	cassée			Frasnois	
1 4 3 2	30	OF 66 E	fg	10	5	3,1	0,4	0,9	grauwacke à grain très fin	cuvette longit.	cuvette longit.	cassé	plan longit.	cassée	cassée	S. B. : Dépôt de colle ?		Frasnois	

Annexe 6 :
Inventaire des polissoirs de Chalain/Clairvaux

N° Inv.	N°	M²	e/fg	pds (g)	Lg. (cm)	lg. (cm)	ép. min.	ép. max.	matière première	face 1	face 2	coté 1	coté 2	extré. 1	extré. 2	observations	brûlé	local.	dessin
1 4 3 2	31	PF 63 E	fg	195	11,8	11,2	0,4	0,8	grauwacke calcaire	plane longit.	plane longit.	cassé	taillé	cassée	cassée			Frasnois	Dessin
1 4 4 2	01	BF 59 C	fg	200	6,2	6	.	3,5	grauwacke calcaire	plane longit.	plane longit.	poli longit.	cannelure longit.	cassée	cassée			Lyon	
1 4 4 2	02	DF 62 D	fg	50	7,2	4,2	.	1,9	grauwacke calcaire, grain fin	cassée	plane longit.	cassé	cassé	cassée	cassée			Lyon	
1 4 4 2	03	GF 60 D	e	230	11	7	.	4	grauwacke	dépression longit.	cuvette longit.	1 encoche transv. prof.	1 encoche transv. prof.	poli transversal	cannelure longit.	polissoir à arc ?		Frasnois	Dessin NM
1 4 4 2	04	GF 64 D	fg	5	2,2	1,8	.	1,2	grauwacke calcaire	cassée	plane	cassé	cassé	cassée	cassée	brûlé, quatre morceaux	x	Frasnois	
1 4 4 2	05	HF 59 B	fg	30	6,8	2,6	0,8	1,8	grauwacke	large cuvette longit.	cannelure longit.	naturel	naturel	cassée	cassée			Frasnois	
1 4 4 2	06	HF 59 C	fg	50	7,9	6,4	0,2	1,3	grauwacke	cassée	plan longit.+can.larg.long	cassé	cassé	cassée	cassée			Frasnois	
1 4 4 2	07	HF 60 D	fg	180	11,3	8,7	1,2	1,7	grauwacke	plan longit.	can. longit.+cuvette longit	cassé	cassé	cassée	cassée	S. B. : Dépôt de colle ou charbon ou cendre ?		Frasnois	
1 4 4 2	08	HF 60 VII	fg	15	3,2	2,5	0,6	1,2	grauwacke calcaire à grain très fin (Siltite)	plan	plan	cassé	cassé	cassée	cassée			Lyon	
1 4 4 2	09	HF 61 D	e	1285	20,5	16,7	1,5	2,6	grauwacke calcaire	plan longit.	3 cuvettes circulaires	plan longit.	plan longit.	taillé	naturel			Frasnois	Dessin NM
1 4 4 2	10	JF 59 D	fg	50	8,9	6,5	.	0,8	grauwacke	plan longit.	plan longit.	cassé	cassé	cassée	cassée	trois morceaux		Frasnois	
1 4 4 2	17	KF 64 D	e	520	16,5	13	0,9	2,6	grauwacke	plan longit.	dépression longit.	plan longit.	cassé	cassée	cassée			Frasnois	Dessin NM
1 4 4 2	18	LF 60 B	fg	60	6,9	6,2	0,9	1,7	grauwacke	cassé	cannelure longit.	cassé	cassé	scié	cassée	brûlé	x	Lyon	
1 4 4 2	20	MF 60 D	fg	15	5,6	2,7	.	1,2	grauwacke calcaire	.	.	.	.	.	.	éclat de taille		Frasnois	Dessin NM
1 4 4 2	21	MF 62 D	fg	275	10,7	10,2	.	1,7	grauwacke calcaire	cassée	plan longit.	taillé	cassé	taillé	taillé			Frasnois	Dessin NM
1 4 4 2	22	NF 59 VII/	fg	5	3	2,2	.	0,6	grauwacke calcaire	.	.	.	.	.	.	éclat de taille		Frasnois	
1 4 4 2	23	NF 61 VII	fg	4	2,8	2,7	.	1,1	grauwacke	naturel	plan	naturel	cassé	cassée	cassée	deux morceaux		Frasnois	
1 4 4 2	24	NF 61 VII	fg	3	3,1	0,9	.	0,6	grauwacke	dépression	cassé	plan longit.	cassé	cassée	cassée			Frasnois	
1 4 4 2	25	NF 62 D	fg	100	6,4	4,5	.	3,4	subarkose ?	cassée	cuvette longit.	cassé	taillé	cassée	cassée			Frasnois	
1 4 4 2	26	OF 61 VII	e	95	10,5	4,6	.	2,2	grauwacke calcaire	.	.	.	.	.	.	pointe bifaciale		Frasnois	NM
1 4 4 2	27	OF 61 VII	e	20	4,8	3,5	.	1,4	grauwacke	.	.	.	.	.	.	grattoir		Frasnois	Dessin
1 4 4 2	28	OF 61 VII	e	20	4,8	3,7	.	0,5	grauwacke	.	.	.	.	.	.	grattoir		Frasnois	Dessin
1 4 4 2	29	OF 61 VII	fg	15	3,5	3,3	.	0,8	grauwacke calcaire	cassé	cassé	cassé	cassé	cassée	cassée			Frasnois	Dessin NM
1 4 4 2	30	OF 62 D	fg	10	5,9	3,8	.	0,4	grauwacke calcaire	2 cuvettes longit.	cassé	cassé	cassé	cassée	cassée			Frasnois	
1 4 4 2	31	PF 59 VII	fg	175	9	6	1,5	3,3	grauwacke calcaire, grain fin	convexes longit.	cannelure profonde	cassé	scié	cassée	cassée			Frasnois	
1 4 4 2	33	PF 61	fg	155	10	8,2	.	1,6	grauwacke calcaire	très polie pol. à rainure	cassé	cassé	cassé	cassée	polie	deux morceaux collables		Frasnois / Lyon	
1 4 4 2	34	PF 61 A-C	e	30	6,6	3,5	.	1,1	grauwacke calcaire	.	.	.	.	.	.	racloir		Frasnois	Dessin
1 4 4 2	36	PF 61 VII	fg	100	7,3	4,2	.	2,7	sable siliceux	cassé	cassé	cassé	cassé	cassée	cassée	brûlé	x	Frasnois	
1 4 4 2	37	HF 60 D / JF 60 C	fg	40	4,5	4,5	.	2	sable siliceux	cuvette longitudinale	cassé	cassé	cassé	cassée	cassée	brûlé, deux morceaux, friable, érodé	x	Frasnois	
CH 19																			
1 19 2 2	01	CD 100	fg	305	13,2	10,2	0,8	1,6	grauwacke calcaire, grain fin	très polie cuvette circulaire	thermofractée	cassé	abattu émoussé	abattu émoussé	abattu émoussé	/	x	Frasnois	
1 19 2 2	02	CB 102	fg	90	9,3	7,1	/	0,9	grauwacke calcaire, grain fin	plane avec une cannelure (1,5 cm de large)	plane et cassée	cassé	effilé	cassé	plan et deux rainures (poli de pointe)	/		Frasnois	
1 19 2 2	03	CB 106	fg	215	6,5	6,2	/	4,1	subarkose, grain fin	légère cannelure	brute et lisse	cassé, arêtes émoussées	cassé	cassé	cassé	brûlé	x	Frasnois	
1 19 2 2	04	CD 106	fg	35	6,4	2,8	1,5	2	grauwacke calcaire, grain fin	plane polie	cannelure longitudinale à angle droits	/	cannelures longitudinales	cassé	cassé	"toberlone" utilisé jusqu'au bout. Sur bloc		Frasnois	

Annexe 6 :
Inventaire des polissoirs de Chalain/Clairvaux

N° Inv.	N°	M²	e/fg	pds (g)	Lg. (cm)	lg. (cm)	ép. min.	ép. max.	matière première	face 1	face 2	coté 1	coté 2	extré. 1	extré. 2	observations	brûlé	local.	dessin
1 19 2 2	05	CD 106	fg	35	4,5	3	/	2,4	grauwacke calcaire, grain fin	cassée	cassée	brut	cassé	cassé	cassé	/		Frasnois	
1 19 2 2	06	CE 106	fg	85	4,3	3,8	/	3	subarkose, grain fin	début de cuvette	cassée	brut arêtes émoussées	cassé	brut	brut	/		Frasnois	
1 19 2 2	07	CG 104	fg	385	11,2	10,5	1,7	3,6	grauwacke	cuvette circulaire très lisse	très légère cuvette	cassé arêtes retouchées	cassé	brut arêtes émoussées	brut arêtes émoussées	brûlé, triangulaire, palisson ? Sur bloc	x	Frasnois	dessin AMP
1 19 2 2	08	CG 104	fg	10	3,2	2,1	/	1,5	grauwacke, grain fin, poreux	plane polie	plane polie	cassé	cassé	cassé	cassé	surfaces friables et émoussées		Frasnois	
1 19 2 2	09	CH 103	fg	130	7,6	5,5	1,8	1,8	calcaire, biopel sparite dolomitisée, provenance jurassique local, grain fin	plane	plane bouchardée	cassé	cassé	cassé	cassé	ciment calcaire		Frasnois	
1 19 2 2	10	CH 103	fg	80	7,8	4,8	/	2,1	grauwacke calcaire, grain fin	cassée	plage polie irrégulière + 1 rainure	cassé	plan poli	cassé	cassé	/		Frasnois	
1 19 2 2	11	CH 103	fg	25	5,6	1,9	/	2,1	grauwacke, grain fin, poreux	cassée	cassée	brut, arêtes émoussées	cassé	arêtes émoussées	cassé	/		Lyon	
1 19 2 2	12	CJ 101	fg	20	3,3	2,6	/	1,6	subarkose, grain fin	deux fines cannelures	cassée	poli débordant sur les arêtes	cassé	poli	cassé	/		Lyon	
1 19 2 2	13	CJ 101	fg	10	2,5	2,3	/	1,5	grauwacke calcaire, grain fin, poreux	cassé	cassée	cassé	cassé	cassé	cassé	brûlé friable surfaces émoussées	x	Frasnois	
1 19 2 2	14	CK 107	fg	65	5,3	4,8	/	2,7	subarkose lité	cassé	cassée	cassé	brut	brut	cassé	/		Frasnois	
1 19 2 2	15	CK 107	fg	25	6,6	3,1	/	1	grauwacke, grain fin	début de légère cuvette	plane bouchardée	cassé	cassé	brut arêtes émoussées	cassé	/		Frasnois	
1 19 4 2	01	BH 114	fg	240	19,5	9,5	/	1,1	grauwacke calcaire, grain fin	poli diffus en plage	cassée	cassé	cassé et aménagé	cassé et aménagé	front taillé arrondi	réutilisation en grattoir (gouge) brûlé	x	Frasnois	
1 19 4 2	02	BJ 116	fg	85	8,4	5,6	1,3	2	grauwacke calcaire, grain fin	large rainure très polie	plane très polie	cassé	cassé	/	polis longitudinaux à deux niveaux	Pol. à arc ?		Frasnois	
1 19 4 2	03	BJ 116	fg	50	8,1	4,5	/	1,6	grauwacke, grain fin	plane polie + cannelure	cassé	cassé	plan poli	plan poli	cassé	/		Frasnois	
1 19 4 2	04	BW 115	e	30	4,6	4,6	/	1,8	grauwacke, grain fin	plane polie	cassée	taillé	taillé	taillé	taillé	éclat, réutilisation en grattoir		Frasnois	
1 19 4 2	05	BY 117	fg	80	6,5	5,4	/	2,2	subarkose, grain fin	convexe très lisse	concave très lisse	cassé	cassé	cassé	cassé	/		Lyon	
1 19 4 2	06	CR 123	fg	330	12	8,7	2,4	3	subarkose, lité, grain fin	cannelure longitudinale peu profonde	légère cuvette	cassé petite rainure annexe	cassé arêtes émoussées	brut	cassé	apparition du litage sur les parties polies		Frasnois	
1 19 4 2	07	CT 127	fg	635	14,5	12,3	/	6	calcaire oolithique, grain fin dont micro-organisme	plage polie légèrement convexe	cassé	cassé	cassé	cassé	cassé	brûlé, bloc morainique d'origine ?	x	Frasnois	
1 19 4 2	08	CU 123	e	1065	16,5	15,5	2	2,9	grauwacke calcaire, grain fin	cannelure peu profonde + enlèvement par le feu de ses rebords	convexe débitée par le feu	poli	poli	poli	cassé	brûlé, recollage des périphéries mais utilisation de la surface centrale, induré	x	Frasnois	Dessin EN
1 19 4 2	09	CU 123	fgs	50	/	/	/	/	grauwacke calcaire, friable	/	/	/	/	/	/	brûlé	x	Frasnois	
1 19 4 2	10	DC 127	fg	385	20	12	0,4	2	grauwacke, grain fin	large cannelure longitudinale + rainure périphérique	plat très poli, cannelure périphérique	cannelure + poli longitudinal	rainure + poli longitudinal	cassé	effilé	utilisation jusqu'au bout		Frasnois	Dessin MT
1 19 4 2	11	F. A.	fg	2195	17	16	/	5,6	subarkose, lité, grain fin	polie irrégulière zones cassées	plane écaillée râpeuse	cassé	abattu	abattu, arêtes émoussées	cassé	/		Frasnois	
1 19 4 2	12	F. A.	fg	35	8,2	3,4	/	1,1	subarkose, grain blanchâtre et fin	polie, légères cuvettes	cassée	cassé	abattu, arêtes émoussées	cassé	/	avec un éclat en grés blanc fin		Lyon	
1 19 4 2	13	F. A.	fg	605	14,5	9,9	2,1	3,9	grauwacke, grain fin	cuvette ovale, extrémité bouchardée polie	légère cuvette, extrémité bouchardée polie, un enlèvement re-poli	plan poli + cannelures transversale	plan irrégulier poli	cassé	cassé arêtes émoussées	en bloc rectangulaire à l'origine ?		Frasnois	
1 19 4 2	14	F. A.	fg	100	8	5,5	0,8	3,1	grauwacke, grain fin	plane polie + une cannelure	cannelures concentriques et zone cassée	plan poli, une légère butée	effilé	plan poli	cassé	Utilisation jusqu'au bout		Frasnois	

Annexe 6 :
Inventaire des polissoirs de Chalain/Clairvaux

N° Inv.	N°	M²	e/fg	pds (g)	Lg. (cm)	lg. (cm)	ép. min.	ép. max.	matière première	face 1	face 2	coté 1	coté 2	extré. 1	extré. 2	observations	brûlé	local.	dessin
1 19 4 2	15	F. A.	fg	95	9,8	7,7	0,6	1,1	grauwacke, grain fin	plane polie légèrement concave	plane polie légèrement convexe	effilé émoussée	retouché, effilé émoussée	cassé	retouché, effilé émoussée	Plaquette d'épaisseur constante, réutilisation en grattoir (gouge)		Frasnois	
1 19 4 2	16	F. A.	fg	35	6,1	4	0,2	2,1	grauwacke calcaire, grain fin, poreux	polie, une cannelure	plane légèrement polie	effilé et cassé	plan polie, large arêtes arrondie	effilé et cassé	effilé émoussé	brûlé	x	Frasnois	
1 19 4 2	17	F. A.	fg	10	2,4	1,8	/	1,4	subarkose lité	plane polie	cassée	cassé	cassé	cassé	cassé	brûlé	x	Frasnois	
1 19 4 2	18	F. A.	fg	45	6	4,3	/	1,4	grauwacke à grain très fin (siltite)	plane polie	polie irrégulière	cassé	cassé + arêtes émoussées	brut	brut	friable (calcaire ?)		Lyon	
1 19 4 2	19	F. A.	fg	110	8,6	7,5	0,7	1,2	grauwacke, grain fin	légères cuvettes très polie	plane polie écaillée	cassé	cassé	cassé	plan poli, arêtes émoussées			Frasnois	
1 19 4 2	20	F. A.	fg	1235	20	11	/	5,3	subarkose, lité, grain fin	polie, deux cannelures parallèles, + petite cuvette circulaire de 4 cm	polie, irrégulière, large cannelure oblique	cassé	cassé	cassé	cassé + arêtes émoussées	triangle allongé, le litage apparaît à la surface. Sur bloc		Frasnois	
1 19 3 2	01	CH 104	/	10	2,8	2,4	/	1,4	grauwacke, grain fin	polie, profil en léger S	plane polie	poli longitudinal, arêtes émoussées	cassé	cassé	cassé	/		Frasnois	
1 19 3 2	02	CA 102	fg	15	4,8	3,5	0,4	0,9	grauwacke calcaire, grain fin	polie + deux légères cannelures transversales	plie, deux cannelures longitudinale	plan poli	cassé	cassé	cassé	/		Frasnois	
1 19 3 2	03	CB 101	fg	1175	15	14	1,8	4	grauwacke calcaire, grain fin	polie, large cannelure oblique	poli cuvette circulaire	poli légère cannelure	poli + cannelure	plan poli	cassé	bloc rectangulaire à l'origine ?		Frasnois	Dessin AMP
1 19 3 2	04	CB 102	fg	20	5,1	2,9	/	1	grauwacke calcaire, grain fin	plane polie	plane bouchardée brûlée	cassé	cassé	/	abattu	/		Frasnois	
1 19 3 2	05	CB 107	fg	150	10,1	8,1	/	2,3	grauwacke, grain fin	cannelure longitudinale + cuvette transversale	cannelure longitudinale + plages polies + cuvette transversale	poli + une cannelure à angles vifs	cassé	poli, rainure transversale	cassé	pièce utilisée dans tous les sens et jusqu'au bout. Sur bloc		Frasnois	
1 19 3 2	06	CB 111	fg	985	14,5	14,5	2,5	2,8	grauwacke calcaire, grain fin	plane polie	thermofractée + une plage polie	brut + cannelure transversale de 6 cm	poli arêtes émoussées	cassé	cassé	débitage en plaquettes ?	x	Frasnois	
1 19 3 2	07	CC 104	fg	645	18	14,5	1,3	1,8	grauwacke calcaire, grain fin	cuvette circulaire	débitage par le feu	cassé	deux rainures transversales + poli longitudinal	poli longitudinal	plan poli	/		Frasnois	Dessin AMP
1 19 3 2	08	CD 101	fg	125	8	6,7	0,8	2,2	grauwacke calcaire, grain fin	large cannelure longitudinale	cuvette	cassé	cassé	cassé	poli longitudinal	/		Frasnois	
1 19 3 2	09	CD 103	fg	45	10,6	4	0,5	1,5	grauwacke , grain fin	cuvette + rainures	cuvette longitudinale	poli	cassé	cassé	poli + une rainure	remontage de 2 fgs, un pour lame mince		Lyon	
1 19 3 2	10	CE 101	fg	280	11,1	9,6	1,5	2,5	grauwacke, grain fin	deux cannelures parallèles	polie légèrement convexe	cannelure transversale + retouche sur les arêtes.	brut	large cannelure transversale	large cannelure transversale	/		Frasnois	Dessin AMP
1 19 3 2	11	CG 105	fg	215	8,7	8	2,3	1,5	grauwacke calcaire, grain fin	plane polie	cassée + une plage polie	poli	cassé	cassé	cassé	morceau de polissoir usé, utilisation jusqu'au bout		Frasnois	
1 19 3 2	12	CG 105	fg	70	10,1	3,9	/	1,8	grauwacke calcaire, grain fin	polie + deux cannelures parallèles	plane polie	cannelures longitudinales	plan poli	cassé	cassé	utilisation jusqu'au bout d'un bloc rectangulaire à l'origine ?		Frasnois	
1 19 3 2	13	CJ 102	fg	15	4,2	3,9	/	0,7	grauwacke, grain fin	légère cuvette	cassée	cassé	cassé	/	cassé et retouché	/		Frasnois	
1 19 3 2	14	CD 105	fg	10	2,7	2,2	/	1,4	subarkose, grain fin	cassée	cassée	brut	cassé	cassé	cassé	brûlé	x	Frasnois	
1 19 3 2	15	CK 107	fg	40	6,2	3,7	0,4	2	grauwacke, grain fin	cannelure longitudinale	cannelure oblique + rainure + plage polie	plan poli	effilé	cassé	cassé	/		Frasnois	
1 19 1 2	01	CH 121	fg	50	4,7	3,9	/	2	subarkose lité, friable	légère cuvette	cassée	cassé	cassé	cassé	cassé	brûlé	x	Frasnois	
1 19 1 2	02	CH 121	fg	40	5,6	3	/	2	subarkose lité, friable	plane de part et d'autre d'une légère rainure	plane, arêtes émoussées	cassé	cassé	cassé	cassé	brûlé	x	Frasnois	
1 19 1 2	03	CH 121	fg	10	3,6	2,1	/	1,1	subarkose lité, friable	légère rainure	cassée	cassé	cassé	cassé	cassé	brûlé	x	Frasnois	
1 19 1 2	04	CF 123	fg	5	2,1	2,1	/	1	subarkose, friable	plane	plane	cassé, arêtes émoussées	cassé, arêtes émoussées	cassé	cassé	brûlé	x	Frasnois	

Annexe 6 :
Inventaire des polissoirs de Chalain/Clairvaux

N° Inv.	N°	M²	e/fg	pds (g)	Lg. (cm)	lg. (cm)	ép. min.	ép. max.	matière première	face 1	face 2	coté 1	coté 2	extré. 1	extré. 2	observations	brûlé	local.	dessin
1 19 1 2	05	CH 121	fg	10	2,2	2,1	/	1,1	subarkose, friable	plane	cassée	cassé	cassé	cassé	cassé	brûlé	x	Frasnois	
1 19 1 2	06	CH 121	fg	5	/	/	/	/	subarkose, friable	/	/	/	/	/	/	brûlé, 2 fgs	x	Frasnois	
1 19 1 2	07	CH 121	fg	5	2,5	1,8	/	1,2	subarkose, friable	légère cuvette	cassée	cassé	cassé	cassé	cassé	brûlé	x	Frasnois	
1 19 1 2	08	CG 120	fg	25	5,5	2,8	/	1,5	subarkose, grain fin	plages polies, cassée	cassée	cassé	cassé	plan, arête polie	cassé	brûlé	x	Frasnois	
1 19 1 2	09	CG 122	fg	55	8,8	3,4	/	1,2	subarkose, grain fin	cassée	brute	brut, arêtes émoussées	cassé	cassé	cassé	/		Frasnois	
1 19 1 2	10	CH 122	fg	40	7,5	4	/	1,3	subarkose, grain fin	large cannelure	cassée	cassé	cassé	cassé	cassé	/		Frasnois	
1 19 1 2	11	CH 122	fg	15	2,8	2,4	/	1,3	subarkose, grain fin	plane	cassée	cassé	brut	cassé	cassé	brûlé	x	Frasnois	
1 19 1 2	12	CK 109	fg	80	11,6	4,5	/	1,2	subarkose, grain fin	légère cuvette oblique	cassée	cassé	brut, arêtes polies	cassé	cassé	brûlé	x	Frasnois	
1 19 1 2	13	CK 109	fg	10	/	/	/	/	subarkose, grain fin	/	/	/	/	/	/	brûlé, 4 fgs	x	Frasnois	
1 19 1 2	14	CA 109	fg	60	8,4	4,5	0,7	1,5	grauwacke, grain fin	cannelure oblique	plane polie	plan, arêtes émoussées	cassé	cassé et retouché	cassé	/		Frasnois	
1 19 1 2	15	CD 121	fg	100	6,7	5,8	/	1,8	subarkose, grain fin	2 légères cannelures	cassée	cassé	cassé	brut, arêtes émoussées	cassé			Frasnois	
1 19 1 2	16	CE 123	fg	50	6	4,5	/	1,9	subarkose lité, grain fin	départ de cuvette	brute	abattu	cassé, arêtes émoussées	cassé	cassé, arêtes émoussées	brûlé, Palisson ?	x	Frasnois	
1 19 1 2	17	CF 112	fg	155	6,6	6,2	1,1	4,2	grauwacke calcaire	large cuvette	large cuvette	plan, une arête vive	poli, arêtes émoussées	cassé	cassé	(feld. jaune carré) Angle de polissoir en fin d'utilisation (en bloc rectangulaire à l'origine ?) Palisson ?		Frasnois	Dessin AMP
1 19 1 2	18	CG 102	fg	90	9,8	4,2	/	1,4	subarkose, grain fin	plane polie avec une légère cannelure longitudinale	plane	cassé et retouché	cassé et retouché	abattu et cannelure transversale	retouché	brûlé, réutilisation en polissoir à mains, épaisseur constante (polissoir en bloc rectangulaire à l'origine ?)	x	Frasnois	
1 19 1 2	19	CG 102	fg	55	4,7	2,1	3,1	3,9	arkose	polie, départ de concavité	brute	cassé	cassé	cassé	cassé	brûlé, épaisseur constante (polissoir en plaquette à l'origine ?)	x	Frasnois	
1 19 1 2	20	CG 102	fg	25	5,8	3,6	0,5	1,3	grauwacke, friable	légère cannelure longitudinale	légère cuvette longitudinale	cassé	arêtes polies	aménagé	arêtes polies	réutilisation en grattoir		Frasnois	
1 19 1 2	21	CG 102	fg	5	2,8	2,2	/	0,9	grauwacke, grain fin, friable	plane	plane	cassé	cassé	cassé	cassé	brûlé	x	Frasnois	
1 19 1 2	22	CH 101	fg	1425	19	18	2	4	calcaire à entroques ou marne à grain très fin	large cuvette ovale et quelques stries parallèles (polissage de pointe)	brute	cassé	cassé	brut	brut	quelques monocristaux de calcite		Frasnois	
1 19 1 2	23	CH 102	fg	10	4	3,2	/	0,8	grauwacke, grain fin	légère cannelure	plane et zones cassées	cassé	cassé	cassé	cassé	brûlé	x	Frasnois	
1 19 1 2	24	CH 115	fg	645	15	11	0,7	6	grauwacke calcaire, grain fin	large cuvette longitudinale	large cuvette longitudinale	poli, arêtes émoussées présentant 2 rainures peu profondes (polissage de pointe)	poli, arêtes émoussées	poli	cassé (par usure)	Brûlé, Angle de polissoir en fin d'utilisation, (en bloc rectangulaire à l'origine ?), Palisson ?	x	Frasnois	Dessin AMP
1 19 1 2	25	CJ 110	fg	3	1,8	1,8	/	0,4	grauwacke, grain fin	plane	plane	cassé	cassé	cassé	cassé	t. petit		Frasnois	
1 19 1 2	26	CL 113	fg	680	18	16	0,4	2,3	grauwacke calcaire, grain fin	plane	brûlée cassée	cannelure perpendiculaire limitée par 2 butées (2 mm de dénivelé)	cassé	cassé	cassé	Brûlé, Angle de polissoir en fin d'utilisation, (en bloc rectangulaire à l'origine ?), Palisson ?	x	Frasnois	Dessin AMP
1 19 1 2	27	CM 113	fg	570	17,6	11,5	1,7	3,6	grauwacke calcaire, grain fin	large cannelure longitudinale	brute mamelonnée	cassé	cassé	brut	brut	brûlé (polissoir en bloc rectangulaire à l'origine ?)	x	Frasnois	

Annexe 6 :
Inventaire des polissoirs de Chalain/Clairvaux

N° Inv.	N°	M²	e/fg	pds (g)	Lg. (cm)	lg. (cm)	ép. min.	ép. max.	matière première	face 1	face 2	coté 1	coté 2	extré. 1	extré. 2	observations	brûlé	local.	dessin
CH 21																			
1 21 0 2	01	/7	e	4410	23,5	9	8,5	8,5	grauwacke non calcaire, grain séparés, quartz anguleux, micas	brute	brute	brut	brut	brute	brute	friable en surface, taille d'importation des blocs ?		Frasnois	dessin
1 21 0 2	02	/1	fg	480	14,5	13	0,6	1,8	grauwacke calcaire à grain très fin	cuvette circulaire, une rainure fine	cassée	cassé par une rainures profonde	cassé	poli	cassée	polissoir plat. Sur plaquette	x	Frasnois	
CL II/Ibis																			
2 2 0 2	01	Δ 73	fg	400	8,5	7		5	grès, arénite verdâtre, grain fin	large cannelure	légère cuvette longitudinale	plan poli	aménagé	coupée	cassée	section triangulaire		Lons	
2 2 0 2	02	Δ 90 U	fg	330	15	9,5		3,2	arénite, pas de calcite, litage parallèle	deux replat	cassée	irrégulier	irrégulier	coupée	cassée			Lons	
2 2 0 2	03	Δ 95 G	fg	30	4,8	3		2	grès, arénite, grain fin				coupé					Lons	
2 2 0 2	04	Δ 97 J	fg	415	15,5	8,5		2,9	grès, arénite, litage parallèle	plane érodée	plane érodée	cassé	coupé	cassée	cassée			Lons	
CL III																			
2 3 1 2	01	CL III	e	147	14,5	6	1,3	0,3	grauwacke calcaire, grain fin	départ de cuvette	départ de cuvette, et dépression longitudinale	cassé par usure	irrégulier	cassée	irrégulière	pas dans la mono, utilisation après casse		Lons	
2 3 1 2	02	Δ3 B II c	fg	30	6,5	6		0,7	grauwacke, nombreux micas, litage parallèle à la surface active	plane polie	cassée	irrégulier	irrégulier			plaquette, brûlé	x	Lons	
2 3 1 2	03	Δ3 D II d	fg	32	5,2	3,5		1,2	grauwacke, litage parallèle à la surface active, grain fin	plane polie		irrégulier				érodée		Lons	
2 3 1 2	04	Δ6 ? E II b-c	e	110	6,1	4,4		3,2	calcaire, grain fin							rainures accidentelles, sur plan de clivage, brûlé	x	Lons	
2 3 1 2	05	Δ3 K II d	fg	3					ind.									Lons	
2 3 1 2	06	Δ3 M II c	fg	40					grauwacke nombreux micas							brûlé, érodé	x	Lons	
2 3 0 2	01	Δ3 H.S.	fg	57	4,6	4,4		1,6	grauwacke calcaire, nombreux micas, litage parallèle à la surface active	irrégulière sur litage	irrégulière sur litage	irrégulier	irrégulier	cassée	cassée	brûlé	x	Lons	
2 3 2 2	01	Δ2 E II b	fg	75	7,8	7,5		1,4	grès, grain fin	départ de cuvette	départ de cuvette	cassé par usure	cassé	cassée	cassée	verni, remontage, polissoir sur plaquette		Lons	mono p 199
2 3 2 2	02	Δ2 N II b	fg	5					ind.							verni, coloration rouge, brûlé ?	x	Lons	
2 3 2 2	03	Δ3 D II b 1	fg	203	10,5	9		1,5	grès, litage parallèle à la surface active							verni, polissoir sur plaquette, + fgts		Lons	
2 3 2 2	04	Δ3 G II b	fg	440	15,7	8,4	2,3	0,9	grès, grain grossier	départ de cuvette	départ de cuvette	cassé par usure	plan			verni, massif, trois fragments		Lons	mono p 199
2 3 2 2	05	Δ3 O II b/ Δ3 P II b 1	fg	437	15,6	7,3	2,4	0,7	grès, grain grossier	départ de cuvette	départ de cuvette	cassé par usure	plan			colle avec Δ3 G II b ? verni, un angle de plus de 90°		Lons	
2 3 2 2	06	Δ3 P II b	fg	20					ind.							brûlés altérés, deux fragments	x	Lons	
2 3 2 2	07	Δ3 R II craie	fg	1					grès, grain fin							4 fgts		Lons	
2 3 2 2	08	Δ3 S II craie	fg	6					grès, grain fin							brûlé	x	Lons	
CL IV																			
2 4 1 2	01	A4 X 319	fg	510	14,5	10,5	0,4	2,3	grauwacke, grain fin	plan	cuvette longit.peu prof	scié ?	taillé	cassé	plan longit.	plaquette usée j. bout		Lons	Dessin
2 4 1 2	02	A10 X	fg	5	3,3	1,7	.	0,5	grauwacke, grain fin	polie	cassé	cassé	cassé	cassé	cassé			Lons	

Annexe 6 :
Inventaire des polissoirs de Chalain/Clairvaux

N° Inv.	N°	M²	e/fg	pds (g)	Lg. (cm)	lg. (cm)	ép. min.	ép. max.	matière première	face 1	face 2	coté 1	coté 2	extré. 1	extré. 2	observations	brûlé	local.	dessin
2 4 1 2	03	C4 VIII 57	fg	25	5,2	3,7	.	1,4	Subarkose ?	cassé	plan longit.	cassé	cassé	taillé	cassé			Lons	Dessin
2 4 1 2	04	D3 X 209	e	1335	19,2	16,2	2	3,8	grauwacke, grain fin	cuvette longit.	cann.large longit.	cassé	plan longit.	plan transv.	plan longit.	plaquette (16 cm l), brûlé ?	x	Lons	Dessin
2 4 1 2	05	D7 IX 67	fg	95	8	6,9	0,5	1,9	grauwacke, grain fin	dépres.longit.peu profonde	dépres.longit.peu profonde	scié ?	plan longit.	cassé	cassé	brûlé	x	Lons	Dessin
2 4 1 2	06	D7 VIII 4	fg	65	6,9	6,2	0,5	1,5	grauwacke	cuvette large	cuvette large	scié ?	plan longit.	cassé	cassé	brûlé, 2fgts	x	Lons	Dessin
2 4 1 2	07	Z10 X 109 ?	fg	50	8,5	3,6	0,3	2	grauwacke	plan longit.	cuvette profonde longit	scié ?	plan longit.	cassé	cassé	brûlé, 2fgts (coins) bloc (9 cm)	x	Lons	Dessin
2 4 2 2	01	B3 IV 28	e	155	8,4	6,2	1,7	2	grauwacke	cassée	plan longit.	cassé	plan transversal	cassée	cassée			Lons	dessin
2 4 2 2	02	B3 IV	fg	5	3,5	2,5	.	1,2	grauwacke à grain très fin	plan poli	plan poli	naturel	cassé	cassée	cassée	brûlé	x	Lons	
2 4 2 2	03	C4 III 16	e	505	10	5,7	6,1	6,7	grauwacke	plan longit.	plan longit.	plan longit.	plan longit.	taillée	taillée	réutilisation en nucleus à éclat		Frasnois	dessin
2 4 2 2	04	C8 IV 3	fg	15	4,3	3,2	.	1,2	Subarkose	naturelle	cassé	naturel	cassé	cassée	cassée	brûlé	x	Lons	
2 4 2 2	05	C8 IV	fg	5	2,5	1,2	1	0,5	grauwacke	ind.	cassée	cassé	cassé	cassée	cassée			Lons	
CL VII																			
2 7 0 2	15	DB 52	fg	900	17,5	10		6	grès à ciment calcaire, grain fin et homogène	replat poli	brute ou sur cassure, présence de nodule	plan râpeux, arêtes émoussées				forme classique du Néolithique moyen, en osselet	x	Frasnois	
2 7 0 2	16	DC 52	fg	18	3	2,5		2,2	grès (Quartz, feldspath...), grain fin et homogène	replat poli	/	replat poli				/		Frasnois	
2 7 0 2	17	DD 52	fg	105	8,5	5,6		2,2	grès (Quartz, feldspath...), grain fin et homogène	lisse légèrement concave	replat lisse	lisse légèrement concave	/			friable	x	Frasnois	
2 7 0 2	18	DE 51	fg	140	8	6		2	grès (Quartz, feldspath...) litage para à la surface active	polie légèrement convexe						friable	x	Frasnois	
2 7 0 2	19	DC 53	fg	16	2,5	2,5		3,4	grès à ciment calcaire	une cuvette lisse, profonde	plan rugueux	plan poli	plan poli			section classique en osselet		Frasnois	
2 7 0 2	20	DA 54	fg	30	5,2	3,5		1,3	grès (Quartz, feldspath...), grain fin et homogène	plane lisse	plane selon deux orientations, lisse	/				/	x	Frasnois	
2 7 0 2	21	DC 53	fg	253	10	4,5		4	calcaire coquillier crayeux, quelques quartz, grain hétérogène	nombreuses stries non orientées, sur 6/2 cm	nombreuses stries non orientées, sur 7/3 cm					traces de découpe ?	x	Frasnois	
2 7 0 2	22	DB 52	e	1060	15,5	11		6	grès à tendance triasique (quartz, feldspath...), grain hétérogène grossier	cuvette irrégulière (légèrement bosselée) polie, arêtes encore nettes	érodée sur gros litage	cuvette irrégulière (légèrement bosselée) polie, arêtes encore nettes	cuvette irrégulière (légèrement bosselée) polie, arêtes encore nettes	cassée	brute	forme classique du Néolithique moyen, en osselet	x	Frasnois	x
2 7 0 2	23	DC 52	fg	15	/				subarkose litée, grain fin et homogène							provenance : Rhétien de Salins ou Poligny		Frasnois	
2 7 0 2	24	DD 53	fg	57	5	4		2,5	subarkose litée, grain fin et homogène	plane lisse						provenance : Rhétien de Salins ou Poligny		Frasnois	
2 7 0 2	25	DE 52	fg	40	8	4,5		1	subarkose litée, grain fin et homogène							provenance : Rhétien de Salins ou Poligny	x	Frasnois	

Annexe 6 :
Inventaire des polissoirs de Chalain/Clairvaux

N° Inv.	N°	M²	e/fg	pds (g)	Lg. (cm)	lg. (cm)	ép. min.	ép. max.	matière première	face 1	face 2	coté 1	coté 2	extré. 1	extré. 2	observations	brûlé	local.	dessin
2 7 0 2	01	sondage	fg	160	10,6	6,5		3,1	grès ind., quartz fin et homogène dans marice abondante	zones polie irrégulière, convexes						grès du Rhétien ?		Frasnois	
2 7 0 2	02	DB 53	fg	57	6,1	4		3,2	grès ind., quartz fin dans marice abondante			une rainure oblique, 0,2 de prof				concavités anthropiques, mais très érodé, grès du Rhétien ?		Frasnois	
2 7 0 2	03	DB 56	fg	355	8,5	7,8		4,5	grès ind., grain fin et homogène	lisse très légèrement concave	cannelure largement arrondi de 0,2 de prof	plan lisse	lisse, départ de cannelure	cassée	cassée	section rectangulaire	x	Frasnois	x
2 7 0 2	04	DC 52	fg	420	14,4	6,5		4,5	calcaire coquiller ou grès ? Grain fin hétérogène, coquille jusqu'à 1 cm, petits quartz	cannelure lisse, de 5,5 cm de large, 0,6de prof	cannelure lisse, de 5,5 cm de large, 0,5de prof	cannelure lisse, de 3,5 cm de large, 0,4de prof	cannelure lisse, de 3,5 cm de large, 0,4de prof	plusieurs rainures fines, de 0,2 cm de prof.	cassée	section en osselet		Frasnois	x
2 7 0 2	05	DA 54	fg	75	5,5	4		3,4	grès ind., petit quartz parfois fumé dans matrice abondante	plane lisse		plan lisse				section triangulaire		Frasnois	
2 7 0 2	06	DB 52	fg	34	5,4	3,9		1,5	grès micacé à ciment calcaire, grain fin et homogène	départ de cuvette, très lisse	départ de cuvette	légère cannelure très étroite (1 cm) et 0,1 de prof.	cassé	cassée	cassée	"plaquette"		Frasnois	
2 7 0 2	07	DB 52	fg	10	2	1,9		1,4	grès ind., grain très fin	petite cannelure très lisse	petite cannelure très lisse	petite cannelure très lisse	petite cannelure très lisse	cassée		section rectangulaire		Frasnois	x
2 7 0 2	08	DB 53	fg	16	3	2,7		1,8	grès ind., grain fin et homogène							facettes planes anthropique, mais très érodées		Frasnois	
2 7 0 2	09	DB 54	fg	85	4,8	4,9		3,8	grès ind., petit quartz parfois fumé dans matrice abondante	plane lisse		plan lisse				section triangulaire		Frasnois	
2 7 0 2	10	DC 52	fg	100	7,2	5		2,8	calcaire coquiller, grain hétérogène	lisse très légèrement concave		lisse, arête avec face 1 utilisée				travail sur une arête, très polie		Frasnois	
2 7 0 2	11	DC 52	fg	4	2	1,9		0,9	grès ind., grain fin	plane lisse							x	Frasnois	
2 7 0 2	12	DC 52	fg	3	2,2	2,1		0,5	calcaire, cristaux de calcaite fin	plane lisse								Frasnois	
2 7 0 2	13	DC 55	fg	10	2,5	2,2		1,7	grès ind., grain fin et homogène	plane lisse		plane lisse						Frasnois	
2 7 0 2	14	DD 53	fg	5	2,3	1,7		1,3	grès ind., grain fin	plane lisse							x	Frasnois	
CL VIII																			
2 8 0 2	01		fg		5,5	4		2,5	ind.							mono p483		?	
2 8 0 2	02		fg		5,5	4		4	ind.							mono p483		?	
CL XIV																			
2 14 0 2	01	Q 46 et Q 46	e	60	10,3	4,2		1,2	calcaire, grain fin	plane lisse	brute	arrondi	arrondi	arrondie	arrondie			Frasnois	
2 14 0 2	02	P 45	fg	3	3	1,1		0,7	sed ind., grain fin	cassée	cassée	plan poli	plan poli	plane polie	cassée	brûlé	x	Frasnois	
2 14 0 2	03	P 48	fg	25	3,6	3,8		1,8	subarkose, litage para	très polie	cassée	cassé	cassé	cassée	cassée	brûlé ?	x	Frasnois	
2 14 0 2	04	P 49	fg	130	6,2	4		4,6	calcaire coquillier gréseux, grain fin	plane polie cassée	cassée	cassé	cassé	plane polie, rainure de 1 cm ?	cassée	faciès de subarkose		Frasnois	
2 14 0 2	05	Q 48	fg	15	3	3,5		1	subarkose	polie, petite cuvette	polie	aménagé	cassé	aménagée	cassée			Frasnois	
2 14 0 2	06	R 47	fg	50	6,2	2,9		2,3	calcaire, litage para, grain fin	brute	brute	aménagé	cassé	cassée	cassée	brûlé, appartient peut-être à 2 14 02 10	x	Frasnois	
2 14 0 2	07	R 46	fg	185	9,8	6		1,6	calcaire, litage para, grain fin	bouchardée ? polie ?	cassée	concavités successives ?	cassé sur une passée de calcite	cassée	cassée	recolle avec D4// Q47, réutilisation de meule ? appartient peut-être à		Frasnois	

Annexe 6 :
Inventaire des polissoirs de Chalain/Clairvaux

N° Inv.	N°	M²	e/fg	pds (g)	Lg. (cm)	lg. (cm)	ép. min.	ép. max.	matière première	face 1	face 2	coté 1	coté 2	extré. 1	extré. 2	observations	brûlé	local.	dessin
2 14 0 2	08	R 47	fg	155	10,4	6,5		1,6	calcaire coquillier, grain fin	lisse, irrégulière	cassée	lisse aménagé	cassé sur une passée de calcite	cassée	cassée	appartient peut-être à 2 14 02 10		Frasnois	
2 14 0 2	09	P 47	fg	30	4,6	4,7		1,3	calcaire, grain fin	lissée ?	lissée ?	arrondi	arrondi	cassée	/	triangulaire, brûlé	x	Frasnois	
2 14 0 2	10	Q 45 et R 46	fg	225	17	5,8		1,9	calcaire, grain fin	plane polie cassée	cassée	concavités successives de même diamètre	concavités successives de même diamètre	concavités successives de même diamètre	concavités successives de même diamètre	recolle avec D4 R 45		Frasnois	
2 14 0 2	11	Q 46	fg	25	5,5	2,6		1,9	calcaire coquillier, grain fin	plane polie, rainures de 2 cm sur 1 mm de prof.	plane polie	plan poli	plan poli	cassée	cassée			Frasnois	
2 14 0 2	12	Q 49	fg	115	10,1	4,1		2,2	calcaire coquillier	très lisse, départ de rainure de 1 cm	cassée	cassé	cassé	cassée	cassée	palisson ? très rapeux sauf sur la SA		Frasnois	
2 14 0 2	13	Q 46	fg	20	4,5	1,5		2,5	calcaire, litage para, grain fin	plane polie	cassée	concavités successives ?	cassé	cassée	cassée	brûlé, appartient peut-être à 2 14 02 10	x	Frasnois	
2 14 0 2	14	M 47	fg	15	3,7	2,9		1,4	calcaire coquillier							friable, brûlé	x	Frasnois	
2 14 0 2	15	N 46	fg	10	3,6	3,5		0,8	sed ind.							friable, brûlé	x	Frasnois	
2 14 0 2	16	N 46	fg	5	1,7	0,9		1,5	ind.							friable		Frasnois	
2 14 0 2	17	N 47	fg	8	3,5	2,8		0,7	Sed ind.							friable		Frasnois	
2 14 0 2	18	O 47	fg	235	6,9	7,6		4,3	calcaire coquillier, grain fin	replas strié						friable		Frasnois	
2 14 0 2	19	O 47	fg	12	3	2,8		1,8	grès							friable		Frasnois	
2 14 0 2	20	M 46	fg	94	5,3	6,2		2,3	grès micacé massif, grain fin et homogène	départ de cuvette		plan poli				brûlé	x	Frasnois	
2 14 0 2	21	M 46	fg	36	3,8	2,6		2,7	grès ?							friable		Frasnois	
2 14 0 2	22	O 45	fg	42	4,4	3		2,4	ind.							friable		Frasnois	
2 14 0 2	23	O 46	fg	36	4,3	3		3,1	calcaire, grain fin									Frasnois	
2 14 0 2	24	O 48	e	305	10,7	8,4		4,5	grès micacé, grain fin et homogène	petite cuvette + replat sur le bord	légère dépression	concave poli	plan poli	non utilisée		brûlé, triangulaire, friable	x	Frasnois	x
2 14 0 2	25	O 48	fg	10	2,7	2,7		0,9	grès ?							brûlé	x	Frasnois	
2 14 0 2	26	O 49	fg	80	4,6	3,7		3,1	calcaire							brûlé	x	Frasnois	
2 14 0 2	27	M 45	fg	10	3,5	2,1		2	calcaire							érodé		Frasnois	
2 14 0 2	28	M 45	fg	25	4,1	2,1		2,8	grès									Frasnois	
2 14 0 2	29	M 47	fg	825	11	10,5		5,5	calcaire coquillier, grain grossier	replat lisse						polissoir ? brûlé	x	Frasnois	
2 14 0 2	30	N 49	fg	10	3,3	2,8		1,2	grès ?	une zone polie						éclat brûlé	x	Frasnois	
2 14 0 2	31	O 46	fg	290	7,3	8,7		2,3	calcaire							bloc trapézoïdal, très érodé		Frasnois	
2 14 0 2	32	M 49	fg	40	3,6	3,1		2,7	grès ? litage perpendiculaire	plane polie								Frasnois	
CL MM																			
2 0 1 2	01	CY 99 V	fg	1660	15	11,5		7	calcaire, sur bloc ?, grain fin	3 plans	cassée	cassé	plan, irrégulier	cassée	cassée	mono p 310		Lons	
2 0 1 2	02	DA 99 V	fg	385	8	6		5	calcaire très rapeux, grain fin	SA plane irrégulière, peu marquée	plane irrégulière	plan perpendiculaire irrégulier	cassé	cassée	cassée	dalle mono p 310		Lons	
2 0 1 2	03	CZ DA 93 94 V b	e						grès							facettes et rainures multiples		/ mono p 311	
2 0 1 2	04	CZ DA 93 94 V b	e						grès							facettes et rainures multiples		/ mono p 311	
2 0 1 6 2	01	.	fg	15	4,2	2,6		0,9	calcaire	cassée	plane	naturel	cassé	cassée	cassée	brûlé	x	Lons	
2 0 1 6 2	02	CA (CR ?) 100 I	e	2675	23,2	11,2	4,5	5,7	grauwacke calcaire	cuvette longitudinale	cuvette transversale	poli longitudinal	rainure longitudinale profonde	naturelle	cassée	brûlé, taille du bloc de CH 21	x	Lons	si CR 100 I 112, dessin

Annexe 6 :
Inventaire des polissoirs de Chalain/Clairvaux

N° Inv.	N°	M²	e/fg	pds (g)	Lg. (cm)	lg. (cm)	ép. min.	ép. max.	matière première	face 1	face 2	coté 1	coté 2	extré. 1	extré. 2	observations	brûlé	local.	dessin
20162	03	CQ 99 I 10	e	565	14,5	9,2	1,9	4,2	subarkose, un litage très poreux	dépression large longitudinale	dépression large longitudinale	taillé	plan longitudinal	taillée	taillée	brûlé	x	Lons	dessin
20162	04	CQ 102 I 99	fg	65	8,1	5,2	0,6	1,5	grauwacke calcaire	naturelle	plan longitudinal	cassé	taillé	cassée	naturelle			Lons	
20162	05	CQ 102 I	fg	5	2,6	2,4	0,8	1,3	grauwacke	plan longitudinal	cuvette longitudinale	cassé	plan longitudinal	cassée	cassée	brûlé	x	Lons	
20162	07	CR 102 I 55	fg	910	15,6	11,4	4,8	5,2	grauwacke	cuvette longitudinale	cuvette longitudinale	naturel	taillé	cassée	taillée	brûlé	x	Lons	
20162	08	CR 105 I 140	fg	5	2,8	1,5		0,8	grauwacke	cassée	cassée	cassé	cassé	cassée	cassée	brûlé	x	Lons	
20162	09	CR 108 I	fg	15	3,3	2,8		1,8	grauwacke	naturelle	plane	cassé	plan longitudinal	naturelle	cassée	brûlé	x	Lyon	
20162	10	CS 103 I a c	fg	40	4	3,4		2,9	subarkose, très lité	plan longitudinal	plan longitudinal	cassé	taillé	cassée	taillée	brûlé, rougi	x	Lons	
20162	11	CV 100 I 4	fg	460	12,5	12,2	2	3,2	subarkose	naturelle	cuvette	cassé	cassé	cassée	cassée			Lons	
20162	12	CV 100 I	fg	5	3,2	2		0,6	grauwacke	cuvette	plane	cassé	cassé	cassée	cassée	brûlé	x	Lons	
20162	13	CV 103 I 53	e	185	8,5	6,7	1,8	2,8	grauwacke	convexe bouchardé profond	cannelure longitudinale	taillé	taillé	taillée	cannelure transversale profonde	polissoir à arc?		Lons	
20162	14	CW 100 I	e	5	5,5	2,1		0,9	grauwacke calcaire, très poreux	plan transversal	2 plans transversaux	scié	scié	cassée	cassée	brûlé, affûtoir pour métal ?	x	Lons	
20162	15	CW 101 I	fg	15	4,4	3,9		2,1	subarkose	plane	plane	poli longitudinal	cassé	cassée	cassée	brûlé	x	Lyon	
20162	16	CX 98 I 68	fg	385	13,7	7,2	1,7	3,6	grauwacke	large cuvette longitudinale	large cuvette longitudinale	cassé	plan longitudinal	cassée	cassée			Lons	
20162	17	CX 98 I 139	fg	95	7,2	5,6	1	1,8	grauwacke calcaire	cuvette longitudinale	plan longitudinal	cassé	cassé	cassée	cassée			Lons	
20162	18	CX 98 I 72	fg	40	6,7	4,4	0,5	1,6	grauwacke calcaire	cuvette longitudinale	plan longitudinal	scié	plan longitudinal	cassée	cassée	brûlé	x	Lons	
20162	19	CY 98 I 42	fg	170	10,2	6,8	0,6	2,8	grauwacke à grain très fin	large dépression longitudinale	large dépression longitudinale	taillé	plan longitudinal	cassée	taillée			Lons	
20162	20	CY 101 I	fg	20	4,2	3	1,2	1,7	subarkose	cuvette longitudinale	cuvette longitudinale	taillé	cassé	taillée	cassée			Lons	
20162	21	CY 102 I 47	e	610	18,2	8,7	1,2	3,8	grauwacke	cuvette longitudinale	rainure longitudinale+convexe longitudinal	plan longitudinal	encoche transversale	naturelle	rainure transversale	brûlé	x	Lons	
20162	23	CZ 98 I 24	fg	90	7,7	3,3	2,5	3	subarkose	cuvette longitudinale	convexes longitudinaux	cassé	taillé	cassée	cassée	brûlé	x	Lons	
20162	24	CZ 101 I 98	fg	165	8,7	4,6	2,3	3,2	grauwacke	plan longitudinal	large cannelure longitudinale	plan longitudinal	plan longitudinal	cassée	cassée	rainures aiguilles sur 1 coté, polissoir (pour métal?)		Frasnois	dessin
20162	25	DA 97 I	fg	5	2,7	1,2		1,2	calcaire	cassée	cassée	cassé	cassé	cassée	cassée	brûlé	x	Lons	
20162	26	DA 99 I	fg	3	2,2	1,6		0,7	subarkose	cassée	cassée	cassé	cassé	cassée	cassée	brûlé	x	Lons	
20152	01	CQ 103 Ib 31	e	25	3,9	3,6		1,5	grauwacke calcaire, grain grossier	convexe	convexe	convexe	convexe	convexe	convexe	grattoir à peaux		Frasnois	dessin
20152	02	CR 99 I b 4	fg	110	8,2	4,5	0,9	1,8	grauwacke calcaire	cuvette longitudinale	cuvette longitudinale	cassé	plan longitudinal	cassée	cassée			Lons	
20152	03	CR 99 I b 39	fg	60	5,6	4,2	0,6	1,8	grauwacke calcaire	dépression longitudinale	dépression longitudinale	cassé	cassé	cassée	cassée			Lons	
20152	04	CR 99 I b 39	fg	45	5	4,2	1,1	1,8	grauwacke calcaire	plan longitudinal	dépression longitudinale	plan longitudinal	cassé	cassée	cassée			Lyon	
20152	05	CR 99 I b 39	fg	15	3,5	3,3		0,9	grauwacke calcaire	plan longitudinal	plan longitudinal	cassé	cassé	cassée	cassée			Lons	
20152	06	CR 99 I b 39	fg	5	3	2,2	0,7	1,1	grauwacke calcaire	plan longitudinal	plan longitudinal	cassé	cassé	cassée	cassée			Lons	
20152	07	CS 99 I b	fg	10	2,7	1,8		0,9	calcaire	2 rainures étroites longitudinale	cassée	naturel	cassé	cassée	cassée	rainure pour pointe en os		Lons	
20152	08	CS 103 I b	fg	15	3	2,1		2,2	subarkose	cassée	rainure longitudinale	plan longitudinal	cassé	cassée	taillée	affûtoir pour pointes en os ?, brûlé	x	Lons	
20152	09	CT 102 I b	fg	60	6	5,5	0,9	1,4	grauwacke calcaire	large cannelure longitudinale	naturelle	plan longitudinal	plan longitudinal	cassée	cassée	brûlé	x	Lons	
20152	10	CU 101 I a	fg	115	6,2	5,6		3,9	calcaire	plane	cassée	cassé	cassé	cassée	cassée			Lons	
20152	11	CX 96 I b 4	fg	1450	13,9	13	4	6,4	calcaire	cuvette longitudinale profonde	2 cannelures larges transversales	cassé	cassé	cassée	cassée			Lons	
20152	12	CX 98 I b 43	fg	10	2,8	2,5	0,3	1,2	grauwacke	plan longitudinal	cuvette longitudinale	scié	poli longitudinal	cassée	cassée			Lons	

Annexe 6 :
Inventaire des polissoirs de Chalain/Clairvaux

N° Inv.	N°	M ²	e/fg	pds (g)	Lg. (cm)	lg. (cm)	ép. min.	ép. max.	matière première	face 1	face 2	coté 1	coté 2	extré. 1	extré. 2	observations	brûlé	local.	dessin
2 0 15 2	13	CX 101 I b 72	fg	65	6,7	5	0,9	1,4	grauwacke	large dépression longitudinale	large dépression longitudinale	cassé	cassé	cassée	cassée	brûlé	x	Lyon	
2 0 15 2	14	DA 98 I b 6	fg	25	3,6	3,1		1,3	grauwacke calcaire	naturelle	cannelure longitudinale	cassé	naturel	cassée	cassée	brûlé	x	Lons	
2 0 15 2	15	DA 98 I b 6	fg	15	2,9	2,5		1,7	grauwacke calcaire	naturelle	cannelure large longitudinale	cassé	plan longitudinal	cassée	cassée	brûlé	x	Lons	
2 0 15 2	16	DA 98 I b 6	fg	10	2,8	1,9		1,5	grauwacke calcaire	naturelle	poli longitudinal	cassé	poli longitudinal	cassée	cassée	brûlé	x	Lons	
2 0 15 2	17	DA 98 I b 6	fg	10	3	2,4		1,2	grauwacke calcaire	naturelle	plan longitudinal	cassé	plan longitudinal	cassée	cassée	brûlé	x	Lons	
2 0 15 2	18	DA 96 II b	fg	140	6,3	4,6	2,6	3,7	subarkose	large cannelure longitudinale	concaves longitudinaux	taillé	taillé	taillée	cassée			Lons	
2 0 12 2	01	CQ 98 I c 24	fg	145	9,2	7,1	0,8	1,9	grauwacke calcaire	plane	large cuvette longitudinale	scié	plan longitudinal	cassée	cassée	brûlé, 2 fgts à coller	x	Lons	
2 0 12 2	02	CR 96 I c 80	e	2765	28	16	2	5,5	grauwacke	large dépression longitudinale	2 cannelures longitudinales	scié	taillé	plan longitudinal	naturelle			Lons	
2 0 12 2	03	CR 98 I c 12	fg	60	5,5	3,7		2	grauwacke calcaire	cannelure longitudinale	plan longitudinal	cassé	cassé	cassée	naturelle	brûlé	x	Lons	
2 0 12 2	04	CS 100 I c	fg	5	1,8	1,5		0,8	grauwacke	cassée	cassée	cassé	cassé	cassée	cassée	brûlé	x	Lons	
2 0 12 2	05	CZ 100 II (b) 4	fg	50	6,1	5,3	0,8	1,9	grauwacke	cuvette longitudinale	convexes longitudinaux	cassé	plan longitudinal	cassée	grattoir	grattoir à peaux à l'extrémité		Lons	Dessin
2 0 12 2	06	DA 96 I c 76	fg	160	7,9	7,4	0,9	1,6	grauwacke calcaire	plan longitudinal	naturel	cassé	cassé	cassée	convexe transversal	brûlé, à coller	x	Lons	
2 0 13 2	01	CZ 97 I c	fg	25	6,4	3,1	0,6	1,4	grauwacke	plan longitudinal	cassée	cassé	cassé	cassée	cassée	brûlé	x	Lons	
2 0 13 2	02	DA 97 I c 79	fg	180	8,7	6,8	2,4	1,1	subarkose	large dépression longitudinale	large dépression longitudinale	plan longitudinal	cassé	plan longitudinal	cassée			Lons	
2 0 14 2	01	I à I c	fg	1245	18,6	12,4	2,5	3,9	calcaire à point brillant! très fin, très blanc	plan longitudinale+cuvette longitudinale	plan longitudinal	cassé	plan longitudinal	cassée	cassée			Lons	
2 0 11 2	01	CQ 100 II a 8	fg	175	8,4	8	1,1	1,5	grauwacke calcaire	plan longitudinal	plan longitudinal	cassé	cassé	cassé	cassé			Lons	
2 0 11 2	02	CT 103 II b 4	fg	130	8,5	5,5	0,8	1,7	grauwacke	plan longitudinal	cuvette longitudinale	cannelure large transversale	cassé	cassée	cassée			Lons	
2 0 11 2	04	CV 96 I c	fg	4	3,4	2		0,8	calcaire	cassée	plan longitudinal	cassé	plan longitudinal	cassée	cassée			Lons	
2 0 11 2	06	CY 101 II ///	fg	15	5,9	4,2		0,3	grauwacke calcaire	cassée	plan longitudinal	cassé	cassé	cassée	cassée			Lons	
2 0 11 2	07	DA 99 II b 8	fg	35	4,9	3,7	0,9	1,6	grauwacke calcaire	plan longitudinal	cuvette longitudinale	cassé	cassé	cassée	cassée	brûlé	x	Lyon	
2 0 10 2	01	CS 96 I c 49	fg	30	5,3	2,9	0,6	1,7	grauwacke	cannelure longitudinale	cannelure longitudinale	plan longitudinal	cassé	cassée	cassée			Frasnois	dessin
2 0 10 2	02	CU 100 II c / 17	fg	105	7,4	5,3	0,8	2,1	grauwacke calcaire	naturelle	large dépression	scié	taillé	cassée	cassée			Lons	
2 0 10 2	03	CW 96 II b 32	e	5100	28,5	15	8,2	9,2	grauwacke calcaire, verdâtre, Suisse???	cuvette profonde longitudinale, 1,5 cm prof + piquetage	brute	cassé	plan transversal aménagé	cassée	cassée	brûlé	x	Frasnois	dessin ?
2 0 10 2	04	CW 96 II b 8	e	1185	19,2	14,3	0,2	3,2	grauwacke	plan longitudinale+cannelure longitudinale	cuvette longitudinale+cannelure longitudinale	plan longitudinal	plan longitudinal	cassée	cassée			Lons	
2 0 10 2	05	CX 100 II b II d 7	fg	300	10,5	7,8	1	3,9	grauwacke calcaire	cuvette longitudinale	cuvette longitudinale	taillé	scié	cassée	cassée	brûlé	x	Lons	
2 0 10 2	06	CX 100 II b II c	fg	25	4,3	3,9	0,7	1,3	grauwacke calcaire	cuvette longitudinale	plan longitudinal	cassé	cassé	cassée	cassée	brûlé, 4 fgts friables	x	Lons	
2 0 10 2	07	CY 99 II c /	fg	15	4,6	3	0,4	1	grauwacke calcaire, très blanc, très lité, très calcaire	plane	cuvette large	cassé	cassé	cassée	cassée	brûlé	x	Lons	
2 0 10 2	08	CY 99 II c /	fg	10	2,6	2	0,5	0,8	grauwacke calcaire, très blanc, très lité, très calcaire	plan cassé	plan cassé	cassé	cassé	cassée	cassée	brûlé	x	Lons	

Annexe 6 :
Inventaire des polissoirs de Chalain/Clairvaux

N° Inv.	N°	M²	e/fg	pds (g)	Lg. (cm)	lg. (cm)	ép. min.	ép. max.	matière première	face 1	face 2	coté 1	coté 2	extré. 1	extré. 2	observations	brûlé	local.	dessin
2 0 10 2	09	CY 99 II c /	fg	10	3	2,8	0,5	0,8	grauwacke calcaire, très blanc, très lité, très calcaire	cuvette large	cuvette large	cassé	cassé	cassée	cassée	brûlé	x	Lons	
2 0 10 2	10	CY 99 II c /	fg	5	3,1	1,7	0,7	0,9	grauwacke calcaire, très blanc, très lité, très calcaire	plane	plane	plan longitudinal	cassé	cassée	cassée	brûlé	x	Lons	
2 0 10 2	11	CZ 101 II b /	e	600	14,5	8,2		2,5	grauwacke	plan longitudinal	plan longitudinal	naturel	2 convexes longitudinaux	aménagée	aménagée			Lons	
2 0 10 2	12	CZ 101 I b // 4	fg	110	9,2	5,3	1,3	2,1	grauwacke calcaire	naturelle	concaves longitudinaux	.cassé	cassé	cassée	cassée	brûlé	x	Lons	
2 0 10 2	13	DA 101 II b //	fg	65	5,3	3,5		2,3	calcaire	plane	cassée	cassé	cassé	cassée	cassée	brûlé	x	Lons	
2 0 10 2	14	CU 96 II b	e	2110	22,5	10,4	4,4	6,9	grauwacke	cannelure large longitudinale	cannelure large longitudinale	taillé	plan longitudinal	cassée	taillé			Frasnois	dessin
2 0 10 2	15	CW 97 II b 15	e	965	16	10,9	2,3	4	grauwacke	large dépression longitudinale	replat, bouchardée	plan longitudinal	taillé	cassée	plan longitudinal	essais de retaille parallèle à la surface		Frasnois	dessin
2 0 9 2	01	CX 101 II c/15	fg	13	3,5	3,3		0,6	calcaire sombre très lité à grain très fin	cassée	cassée	cassé	sciage récent ?	cassée	cassée	brûlé	x	Lons	
2 0 9 2	02	CY 101 II c/	fg	175	9	8,8		1,6	calcaire gris	plan +trace de racleage	cassée	cassé	cassé	cassée	cassée	plaquette		Lons	
2 0 9 2	03	CY 101 II c/	fg	30	4,9	3,6		1,2	calcaire sombre très lité à grain très fin	cuvette peu profonde	cassée	cassé	cassé	cassée	cassée	brûlé	x	Lons	
2 0 9 2	04	CY 101 II c/	fg	10	4,3	3,3		0,6	calcaire sombre très lité à grain très fin	cassée	cassée	cassé	cassé	plane	cassée	brûlé	x	Lons	
2 0 9 2	05	CY 101 II c/	fg	10	4,2	4,1		0,5	calcaire sombre très lité à grain très fin	plan	cassée	cassé	cassé	cassée	cassée	brûlé	x	Lons	
2 0 9 2	06	DA 101 II c/	fg	5	3,3	2,3		0,4	grès micacé calcaire	cassée	cassée	cassé	cassé	cassée	cassée			Lons	
2 0 9 2	07	DA 99 II d 19	fg	45					calcaire sombre très lité à grain très fin							7 fgts brûlés	x	Lons/Lyon	
2 0 9 2	08	DA 99 II d 19	fg	35	7,6	4,5		0,9	calcaire sombre très lité à grain très fin	plane	cassée	cassé	cassé	cassée	cassée	brûlé	x	Lons	
2 0 9 2	09	DA 99 II d 19	fg	30	5,8	3,8	0,3	1,4	calcaire sombre très lité à grain très fin	cuvette longitudinale	cassée	plan longitudinal	cassé	cassée	cassée	brûlé	x	Lons	
2 0 9 2	10	DA 99 II d 19	fg	55	6,3	6	0,3	1,2	calcaire sombre très lité à grain très fin	cuvette longitudinale	cassée	plan longitudinal	cassé	cassée	cassée	brûlé, collé avec un Ile (C)	x	Lons	
2 0 8 2	01	CQ 99 II c // 10	fg	70	7,1	5,5	0,6	2,4	grauwacke	cannelure profonde longitudinale	encoche profonde transversale	plan	fragment d'encoche profonde transversale	cassée	biseauté	polissoir à arc?		Frasnois	Dessin
2 0 8 2	02	CV 100 II c //	fg	15	2,6	1,4		1,6	grauwacke	cassée	cassée	cassé	cassé	cassée	cassée	brûlé, t. friable; plusieurs fgts	x	Lons	
2 0 8 2	03	CV 103 II c // 4	fg	50	10,6	6,1		0,4	calcaire blanc	plan longitudinal	plan longitudinal	cassé	cassé	cassée	cassée			Lons	
2 0 8 2	04	CW 100 II c //	fg	15	3,3	2,6		1	calcaire sombre très lité à grain très fin	cassée	cassée	plan longitudinal	cassé	cassée	cassée	brûlé	x	Lons	
2 0 8 2	05	CW 100 II c //	fg	7	3,4	2		0,6	calcaire sombre très lité à grain très fin	cassée	cassée	cassé	cassé	cassée	cassée	brûlé	x	Lons	
2 0 8 2	06	CW 100 II c // 16	fg	9	4,7	3,4		0,6	calcaire sombre très lité à grain très fin	cassée	cassée	cassé	cassé	cassée	cassée	brûlé	x	Lons	
2 0 8 2	07	CW 100 II c // 15	fg	42	9	5		0,6	calcaire sombre très lité, cernés de silice à grain très fin	cassée	cassée	cassé	cassé	cassée	cassée	brûlé	x	Lons	
2 0 8 2	08	CX 99 II c //	fg	10					calcaire sombre très lité à grain très fin	Sciage récent ?						2 fgts		Lons	

Annexe 6 :
Inventaire des polissoirs de Chalain/Clairvaux

N° Inv.	N°	M²	e/fg	pds (g)	Lg. (cm)	lg. (cm)	ép. min.	ép. max.	matière première	face 1	face 2	coté 1	coté 2	extré. 1	extré. 2	observations	brûlé	local.	dessin
2 0 8 2	09	CX 100 II c ///	fg	10					Microcodium très lité à grain très fin							2 fgts		Plus de fragments	
2 0 8 2	10	CX 100 II c ///4	fg	50	7,2	4	0,5	1,5	calcaire sombre très lité à grain très fin	cuvette longitudinale	cassée	plan longitudinal	cassé	cassée	cassée	brûlé	x	Lons	
2 0 8 2	11	CX 100 II c ///5	fg	20	4,4	2,7	0,3	1,5	calcaire sombre très lité à grain très fin	plan longitudinal	cassée	cassé	cassé	cassée	cassée	brûlé	x	Lons	
2 0 8 2	12	CY 100 IIc ///	fg	3	1,9	1,5	0,1	0,3	calcaire sombre très lité à grain très fin	cassée	cuvette longitudinale	cassé	cassé	cassée	cassée	brûlé	x	Lons	
2 0 7 2	01	CQ 100 III / 9	e	435	22	6	0,2	3,7	grauwacke calcaire	large cannelure longitudinale	large cannelure longitudinale	scié	concaves+convexes transversaux	cassée	taillée			Lons	
2 0 7 2	02	CQ 102 III / 15	fg	75	5,6	5,2	1,1	2	grauwacke calcaire	large dépression longitudinale	cannelure longitudinale	plan longitudinal	cassé	cassée	cassée	brûlé	x	Lons	
2 0 7 2	03	CR 96 III 21	fg	15	4,8	1,7		3,4	subarkose	cassée	plan longitudinal	taillé	cassé	cassée	taillée			Lyon	
2 0 7 2	04	CS 98 III 14	fg	320	9,5	7,3	1,9	3,2	subarkose	convexes longitudinaux	dépression large+taille	taillé	cannelure transversale	taillée	cassée	brûlé	x	Lons	
2 0 7 2	05	CZ 101 o III	fg	45	6,5	5		1,7	calcaire gréseux ?	cassée	naturelle	cassé	cassé	cassée	cassée	brûlé	x	Lons	
2 0 7 2	06	DA 101 II c //8	fg	470	16,1	12	0,6	2,3	grauwacke calcaire	cuvette longitudinale	cuvette longitudinale	plan longitudinal	scié	cassée	cassée	brûlé	x	Lons	
2 0 6 2	01	CQ 99 III // 12	e	470	24,6	6,4	0,3	4,5	grauwacke	cannelure large longitudinale	cannelure large longitudinale	plan transversal	biseauté	plan transversal	cassée			Frasnois	Dessin
2 0 6 2	02	CQ 102 III ///	fg	40	5	3,9	1,6	2,1	grauwacke calcaire	cuvette large	cuvette large	cassé	plan longitudinal	cassée	cassée	brûlé	x	Lons	
2 0 6 2	03	CU 101 III //**	fg	5	4,1	2,4		0,4	calcaire à fossiles	cassée	dépression longitudinale	plan transversal	cassé	cassée	cassée			Lons	
2 0 6 2	04	CW 101 III //**	fg	95	6,5	4,5		2,3	calcaire	plane	plane	plan	plan	cassée	cassée			Lons	
2 0 6 2	05	CX 96 III 4	fg	395	9	8,8	2,1	3,4	subarkose	cannelure large oblique	cannelure large oblique	taillé	cassé	naturelle	cassée			Lons	
2 0 6 2	06	CX 98 III // 1	fg	4	2,7	2,6		0,5	grauwacke	plan longitudinal	2 cannelures étroites longitudinales	cassé	cassé	cassée	cassée			Lons	
2 0 3 2	01	CU 96 III b 4	fg	440	14,5	10	0,3	3,6	grauwacke calcaire, très blanc, très lité, très calcaire	cannelure large longitudinale	cuvette profonde longitudinale	scié	plan longitudinal	cassée	cassée	voir 20 10 2 07 à 10		Lons	
2 0 5 2	01	CZ 103 II III	fg	25	5,3	4,4		0,6	grauwacke calcaire	plan longitudinal	cassée	cassé	plan longitudinal	cassée	cassée			Lons	
2 0 5 2	02	CZ 103 II III	fg	10	3,6	3,5		0,7	grauwacke calcaire	plan longitudinal	cassée	cassé	plan longitudinal	cassée	cassée	brûlé	x	Lons	
2 0 2 2	01	CN 66 IX	fg	110	8,5	2,7	/	3	grauwacke calcaire, grain fin	plan longitudinal	plan longitudinal	plan longitudinal	cassé	cassé	taillé			Lons	

Annexe 7 :

Inventaire des percuteurs
de Chalain/Clairvaux

Annexe 7 :
Inventaire des percuteurs de Chalain/Clairvaux

N° Inv.	M²	e/fg	pds (g)	Lg. (cm)	lg. (cm)	ép. (cm)	matière première	observations	Typo.	Local.	Lame	Photo ou dessin	Brûlé
CH 2													
1 2 0 3	01	2-1	e	440	9,7	7,9	4	Quartzite laiteux	plat, brûlé	Percuteur	Lons		x
1 2 0 3	02	2-11	e	887	10,5	9,2	6,6	Quartzite laiteux	brûlé	Percuteur	Lons		x
1 2 0 3	03	2-12	e	910	11,3	10,8	5,8	Quartzite laiteux	brûlé	Percuteur	Lons		x
1 2 0 3	04	2-12	e	662	9,7	9,9	5,8	Quartzite laiteux	brûlé	Percuteur	Lons		x
1 2 0 3	05	2-12	fg	380	8,7	7,5	5,1	Quartzite laiteux	brûlé	Percuteur	Lons		x
1 2 0 3	06	2-12	fg	289	8,9	5	4,5	Quartzite laiteux	brûlé, 1/2	Percuteur	Lons		x
1 2 0 3	07	2-12	fg	4	3,3	1,4	0,6	Quartzite laiteux	brûlé	Percuteur	Lons		x
1 2 0 3	08	2-3	fg	113	6,8	3,7	3,6	Quartzite laiteux	brûlé	Percuteur	Lons		x
1 2 0 3	09	2-3	fg	27	3,9	3,2	2,5	Quartzite laiteux	brûlé	Percuteur	Lons		x
1 2 0 3	10	2-3	fg	10	3,1	2	1,3	Quartzite laiteux	brûlé	Percuteur	Lons		x
1 2 0 3	11	2-4	fg	200	7,8	5,2	5,1	Quartzite laiteux	brûlé, 1/2	Percuteur	Lyon	X	x
1 2 0 3	12	2-4	fg	38	4,2	3,8	3	Quartzite laiteux	brûlé	Percuteur	Lons		x
1 2 0 3	13	2-4	fg	36	4,4	3,3	3,6	Quartzite laiteux	brûlé	Percuteur	Lons		x
1 2 0 3	14	2-4	fg	5	2,1	1,2	1,9	Quartzite laiteux	brûlé	Percuteur	Lons		x
1 2 0 3	15	2-5	fg	115	6,8	6,5	2,3	Quartzite laiteux	brûlé	Percuteur	Lons		x
1 2 0 3	16	2-5	fg	23,5	/	/	/	Quartzite laiteux	brûlés, 7 morceaux	Percuteur	Lons		x
1 2 0 3	17	F 26 /2	fg	10	4	2,5	1,5	Quartzite laiteux	brûlé	Percuteur	Lons		x
1 2 0 3	18		fg	612	10,7	7,8	6	Quartzite laiteux	brûlé, 1/2	Percuteur	Lons		x
1 2 0 3	19		fg	282	8,5	7	4,2	Quartzite laiteux	1/2	Percuteur	Lons		x
1 2 0 3	20		fg	155	7,5	3,7	4,6	Quartzite laiteux	brûlé, 1/4	Percuteur	Lons		x
1 2 0 3	21		fg	150	6,5	4,1	4,1	Quartzite laiteux	brûlé	Percuteur	Lons		x
1 2 0 3	22		e	106	5,5	4,1	3,1	Ind.	brûlé, impacts sur toutes les faces	Percuteur	Lons		x
1 2 0 3	23		fg	78	6	4,5	2,6	Quartzite laiteux	brûlé	Percuteur	Lons		x
1 2 0 3	24		e	62	3,8	3,5	3,4	Ind.	"boule" outil de potier ?	Ind.	Lons		
1 2 0 3	25		fg	60	5,4	3,5	3	Quartzite laiteux	brûlé	Percuteur	Lons		x
1 2 0 3	26		fg	42	5,8	3,7	2,5	Quartzite laiteux	brûlé	Percuteur	Lons		x
1 2 0 3	27		fg	33	5	2,7	2,7	Quartzite laiteux	brûlé	Percuteur	Lons		x
1 2 0 3	28		fg	27	5,2	3,4	1,7	Quartzite laiteux	brûlé	Percuteur	Lons		x
1 2 0 3	29		fg	230	7,3	5,9	5,2	Quartzite laiteux	brûlé	Percuteur	Lons		x
1 2 0 3	30		fg	17	3,8	2,8	2	Quartzite laiteux	brûlé	Percuteur	Lons		x
1 2 0 3	31		fg	14	4	2,7	1,4	Quartzite laiteux	brûlé	Percuteur	Lons		x
1 2 0 3	32		fg	8,5	3,1	3	1,1	Quartzite laiteux	brûlé	Percuteur	Lons		x
1 2 0 3	33		fg	8,5	3,4	2,7	1	Quartzite laiteux	brûlé	Percuteur	Lons		x
1 2 0 3	34		fg	8	3,8	2,4	1,4	Quartzite laiteux	brûlé	Percuteur	Lons		x
1 2 0 3	35		fg	4	3,2	1,7	1	Quartzite laiteux	brûlé	Percuteur	Lons		x
1 2 0 3	36		fg	2	2,2	1,4	1	Quartzite laiteux	brûlé	Percuteur	Lons		x
1 2 1 3	01	B 65 C	fg	60	5,7	4,1	2,3	Quartzite laiteux	éclat	Percuteur	Lons		
1 2 1 3	02	C 66 C	fg	10	2,9	2,9	1	Quartzite laiteux	éclat	Percuteur	Lons		
1 2 1 3	03	D 67 C	fg	60	5	4	2,4	Quartzite laiteux	petite boucharde pour hache	Boucharde	Frasnois	ok	
1 2 1 3	04	F 71 C	fg	25	4,4	3,1	2	Quartzite laiteux	roulé	Percuteur	Frasnois		
1 2 1 3	05	G 70 C	fg	110	5,4	4,2	3,8	Quartzite laiteux	brisé en 4 (1/4)	Percuteur	Lons		
1 2 1 3	06	H 68 C	e	380	7,7	7,4	5	Quartzite laiteux	percussion sur toute la périphérie	Boucharde	Lons		
1 2 1 3	07	H 70 C	fg	56	5,3	3,7	3,7	Quartzite laiteux	éclat	Percuteur	Lons		
1 2 1 3	08	K 71 C	fg	880	14,5	12,4	4,6	Calcaire	2 arêtes à enlèvements multiples	Percuteur	Lons		
1 2 1 3	09	K 73 C	e	420	8	7,5	5,3	Quartzite laiteux	percussion sur toute la périphérie	Boucharde	Frasnois	ok	
1 2 1 3	10	L 60 C	fg	3	1,5	1	0,8	Quartzite laiteux	éclat	Percuteur	Lons		
1 2 1 3	11	N 63 C	fg	33	4,2	3,8	2	Quartzite laiteux	éclat	Percuteur	Lons		

Annexe 7 :
Inventaire des perceurs de Chalain/Clairvaux

N° Inv.	M²	e/fg	pds (g)	Lg. (cm)	lg. (cm)	ép. (cm)	matière première	observations	Typo.	Local.	Lame	Photo ou dessin	Brûlé
1 2 1 3	12	Q 59 C	fg	10	2,7	2,4	2,1	Quartzite laiteux	éclat	Percuteur	Lons		
1 2 1 3	13	V 62 C	fg	110	7,6	5,7	3,6	Quartzite laiteux	éclat	Percuteur	Lons		
1 2 1 3	14	W 63 C	fg	50	5,2	4,2	1,2	Quartzite laiteux	éclat	Percuteur	Lons		
1 2 1 3	15	WA 64 C	fg	280	8,5	6	5,5	Quartzite laiteux	brisé en 2 (1/2), bouchardage profond au 2 extrémité	Percuteur	Lons		
1 2 1 3	16	Y 62 C	fg	30	3,7	2,7	2,5	Quartzite laiteux	éclat	Percuteur	Lons		
1 2 1 3	17	D 67 C	fg	40	4,3	3,5	2	Quartzite laiteux	petite boucharde pour hache	Boucharde	Frasnois	ok	
1 2 2 3	01	A 57 A //	e	485	8,6	6,5	6	Quartzite laiteux		Percuteur	Lons		
1 2 2 3	02	B 58 A //	fg	30	4,2	3	2,5	Quartzite laiteux	éclat	Percuteur	Lons		
1 2 2 3	03	B 59 A //	fg	18,5	3,6	3	1,8	Quartzite laiteux	éclat	Percuteur	Lons		
1 2 2 3	04	D 57 A //	fg	6	4,4	2,3	0,6	Quartzite laiteux	éclat, réutilisé en pierre de chauffe	Percuteur	Lons		x
1 2 2 3	05	F 59 A //	fg	130	7,6	4,3	3,7	Quartzite laiteux	éclat, réutilisé en pierre de chauffe	Percuteur	Lons		
1 2 2 3	06	G 58 A //	fg	30	4,6	3,3	1,6	Quartzite laiteux	éclat, réutilisé en pierre de chauffe	Percuteur	Lons		
1 2 2 3	07	G 61 A //	fg	14	3,8	2,4	2,2	Quartzite laiteux	éclat	Percuteur	Lons		
1 2 2 3	08	J 62 A //	e	255	8,2	5	5	Quartzite laiteux		Percuteur	Lons		
1 2 2 3	09	M 58 A //	e	750	9,5	8,5	7,5	Quartzite laiteux	bouchardé sur la périphérie, raclage transversal sur le côté	Boucharde	Frasnois	ok	
1 2 2 3	10	M 60 A //	fg	13	3,7	1,9	1,9	Quartzite laiteux	éclat	Percuteur	Lons		
1 2 2 3	11	N 61 A //	fg	17	4	3,6	1,9	Quartzite laiteux	éclat	Percuteur	Lons		
1 2 2 3	12	P 60 A //	fg	55				Quartzite laiteux	5 éclats, réutilisé en pierre de chauffe	Percuteur	Lons		x
1 2 2 3	13	S 63 A //	fg	56	4,5	3,5	3,3	Quartzite laiteux	éclat	Percuteur	Lons		
1 2 2 3	14	S 64 A //	e	225	7	6,5	5,2	Quartzite laiteux		Percuteur	Lons		
1 2 2 3	15	S 64 A //	fg	10	3,2	3,1	1,4	Quartzite laiteux	éclat	Percuteur	Lons		
1 2 2 3	16	V 63 A //	fg	5	2,5	2,2	1,2	Quartzite laiteux	éclat	Percuteur	Lons		
1 2 2 3	17	Z 64 A //	fg	70	5,6	4,2	3	Quartzite laiteux	éclat, réutilisé en pierre de chauffe	Percuteur	Lons		x
1 2 2 3	18	H 60 A /	e	315	8,5	7,3	4,5	Quartzite laiteux		Percuteur	Lons		
1 2 2 3	19	H 63 A /	e	655	11,2	7,7	6,2	Quartzite laiteux		Percuteur	Lons		
1 2 2 3	20	K 66 A /	fg	30	4	3	2,3	Quartzite laiteux	éclat	Percuteur	Lons		
1 2 2 3	21	K 66 A /	fg	8	3	2,1	1,6	Quartzite laiteux	éclat	Percuteur	Lons		
1 2 2 3	22	P 59 A /	fg	13	3,1	3,1	1,5	Quartzite laiteux	éclat	Percuteur	Lons		
1 2 2 3	23	A 66 A	fg	81	6	4	3	Quartzite laiteux	éclat	Percuteur	Lons		
1 2 2 3	24	Ab 69 A	fg	138	6,5	5,4	5	Quartzite laiteux	éclat, réutilisé en pierre de chauffe	Percuteur	Lons		x
1 2 2 3	25	Ab 69 A	fg	10	3,8	2,6	1	Quartzite laiteux	éclat	Percuteur	Lons		
1 2 2 3	26	Ab 70 A	fg	53	5,5	3,9	3	Quartzite laiteux	éclat	Percuteur	Lons		
1 2 2 3	27	Ab 70 A	fg	31	4,9	3,4	2,2	Quartzite laiteux	éclat	Percuteur	Lons		
1 2 2 3	28	Ab 70 A	fg	8	3,7	2,8	0,4	Quartzite laiteux	éclat	Percuteur	Lons		
1 2 2 3	29	F 71 A	fg	125	8	4,7	4	Quartzite laiteux	éclat	Percuteur	Lons		
1 2 2 3	30	H 65 A	fg	30	4,3	3,3	1,9	Quartzite laiteux	éclat, réutilisé en pierre de chauffe	Percuteur	Lons		x
1 2 2 3	31	K 68 A	fg	75	5,4	4	3,1	Quartzite laiteux	éclat, réutilisé en pierre de chauffe	Percuteur	Lons		x
1 2 2 3	32	P 68 A	fg	76	6,2	3,1	3,2	Quartzite laiteux	éclat, réutilisé en pierre de chauffe	Percuteur	Lons		x
1 2 2 3	33	Q 66 A	e	270	8,5	6	5	Quartzite laiteux	brisé en 2, réutilisé en pierre de chauffe	Percuteur	Lons		x
1 2 2 3	34	Q 67 A	fg	110	7,8	4,7	3,4	Quartzite laiteux	éclat	Percuteur	Lons	X	
1 2 2 3	35	Q 67 A	fg	78	7,1	3,7	3,7	Quartzite laiteux	éclat, réutilisé en pierre de chauffe	Percuteur	Lons		x
1 2 2 3	36	Q 67 A	fg	26	4,5	3,3	1,2	Quartzite laiteux	éclat, réutilisé en pierre de chauffe	Percuteur	Lons		x
1 2 2 3	37	Q 67 A	fg	21	4,4	3,5	1,4	Quartzite laiteux	éclat	Percuteur	Lons		
1 2 2 3	38	Q 67 A	fg	11	3,3	2,1	2,1	Quartzite laiteux	éclat	Percuteur	Lons		
1 2 2 3	39	Q 67 A	fg	2	2	1,2	1	Quartzite laiteux	éclat	Percuteur	Lons		
1 2 2 3	40	R 69 A	fg	53	5,4	5,2	2,6	Quartzite laiteux	éclat	Percuteur	Lons		
1 2 2 3	41	S 70 A	fg	44	4,2	3,4	3	Quartzite laiteux	éclat, réutilisé en pierre de chauffe	Percuteur	Lons		x
1 2 2 3	42	S 70 A	fg	27	5,1	2,3	1,5	Quartzite laiteux	éclat, réutilisé en pierre de chauffe	Percuteur	Lons		x

Annexe 7 :
Inventaire des perceurs de Chalain/Clairvaux

N° Inv.	M²	e/fg	pds (g)	Lg. (cm)	lg. (cm)	ép. (cm)	matière première	observations	Typo.	Local.	Lame	Photo ou dessin	Brûlé
1 2 2 3	43	S 70 A	fg	20	4,2	2,9	1,7	Quartzite laiteux	éclat, réutilisé en pierre de chauffe	Percuteur	Lons		x
1 2 2 3	44	S 70 A	fg	9	3,2	3,2	1,5	Quartzite laiteux	éclat, réutilisé en pierre de chauffe	Percuteur	Lons		x
1 2 2 3	45	S 70 A	fg	7	1,8	1,8	1,4	Quartzite laiteux	éclat	Percuteur	Lons		
1 2 2 3	46	U 64 A	e	530	10	7	6,5	Quartzite laiteux		Percuteur	Lons		
1 2 2 3	47	U 69 A	fg	15	3,3	2,2	1,5	Quartzite laiteux	éclat, réutilisé en pierre de chauffe	Percuteur	Lons		x
1 2 2 3	48	Ua 61 A	fg	1555	15,2	13,3	6,2	Calcaire	enlèvements continus sur 1 arête sur 1 long côté, brûlé	Percuteur	Lons		x
1 2 2 3	49	W 68 A	fg	52	4,8	4,4	3,5	Quartzite laiteux	éclat	Percuteur	Lons		
1 2 2 3	50	Wa 61 A	fg	73	5,3	4,6	3	Quartzite laiteux	éclat	Percuteur	Lons		
1 2 2 3	51	Y 69 A	fg	8	3,6	2,3	1,2	Quartzite laiteux	éclat	Percuteur	Lons		
1 2 2 3	52	Z 69 A	fg	46	4,6	3,7	2,9	Quartzite laiteux	éclat, réutilisé en pierre de chauffe	Percuteur	Lons		x
1 2 2 3	53	Z 69 A	fg	33	3,7	3,4	2,4	Quartzite laiteux	éclat, réutilisé en pierre de chauffe	Percuteur	Lons		x
1 2 2 3	54	Z 69 A	fg	27	3,6	3,1	3,2	Quartzite laiteux	éclat, réutilisé en pierre de chauffe	Percuteur	Lons		x
1 2 2 3	55	Z 70 A	fg	34	4,5	3	2,5	Quartzite laiteux	éclat	Percuteur	Lons		
1 2 2 3	56	A 91 A-C	fg	5,4	2,8	2	1,2	Quartzite laiteux	éclat	Percuteur	Lons		
1 2 2 3	57	D 81 A-C	fg	8,2	3	2,3	1,6	Quartzite laiteux	éclat	Percuteur	Lons		
1 2 2 3	58	G 76 A-C	fg	10,2	2,2	2,6	1,9	Quartzite laiteux	éclat	Percuteur	Lons		
1 2 2 3	59	Sa 61 A-C	fg	131,5	6	5	4,5	Quartzite laiteux	brisé en 4 (1/4)	Percuteur	Lons		
1 2 2 3	60	D 57 A //	e	330	6,6	6,2	6	Quartzite laiteux	tout rond	Boucharde	Frasnois		
1 2 3 3	01	E 27 /5	fg	68	5,7	4,5	2,9	Quartzite laiteux	éclat, réutilisé en pierre de chauffe	Percuteur	Lons		x
1 2 3 3	02	E 27 /5	fg	7,9	3,9	2	1,2	Quartzite laiteux	éclat, réutilisé en pierre de chauffe	Percuteur	Lons		x
1 2 3 3	03	F 25 /5	e	505	9,4	8,6	5,2	Quartzite laiteux	utilisation périphérique	Boucharde	Lons		
1 2 3 3	04	F 26 /5	e	400	8,7	7,5	5,7	Quartzite laiteux	3 pointes bouchardees	Boucharde	Lons		
1 2 3 3	05	F 26 /5	e	395	9,4	7,2	5,2	Quartzite laiteux	3 extrémités bouchardees	Boucharde	Lons		
1 2 3 3	06	F 26 /5	fg	67	4,9	4,6	3,6	Quartzite laiteux	éclat, réutilisé en pierre de chauffe	Percuteur	Lons		x
1 2 3 3	07	F 26 /5	fg	37	4,6	3,2	2,7	Quartzite laiteux	éclat, réutilisé en pierre de chauffe	Percuteur	Lons		x
1 2 3 3	08	G 25 /5	fg	46	5,5	5,4	2,5	Quartzite laiteux	éclat, réutilisé en pierre de chauffe	Boucharde	Lons		x
1 2 3 3	09	J 24 /5	e	720	10,7	9,5	6,4	Quartzite laiteux	3 extrémités bouchardees	Boucharde	Lons		
1 2 3 3	10	K 24 /5	e	430	8	7,8	5,4	Quartzite laiteux	utilisation périphérique	Boucharde	Lons		
1 2 4 3	01	A 33 /3	fg	46	4,5	3	3	Quartzite laiteux	éclat thermique ?	Percuteur	Lons		x
1 2 4 3	02	C 33 /3	fg	73	5,4	4,2	3,5	Quartzite laiteux	éclat, réutilisé en pierre de chauffe	Boucharde	Lons		x
1 2 4 3	03	D 30 /3	fg	115	7,8	5,3	4,9	Quartzite laiteux	éclat, réutilisé en pierre de chauffe	Percuteur	Lons		x
1 2 4 3	04	D 32 /3	e	1335	9,8	11	10	Quartzite laiteux	3 extrémités utilisées, réutilisation en pierre de chauffe	Percuteur	Lons		x
1 2 4 3	05	D 32 /3	fg	82	6,4	4,9	2,4	Quartzite laiteux	éclat	Percuteur	Lons		
1 2 4 3	06	D 32 /3	fg	71	5	3,7	2,6	Quartzite laiteux	éclat	Ind.	Lons		
1 2 4 3	07	D 33 /3	fg	90	6	5,2	5,1	Quartzite laiteux	éclat, réutilisé en pierre de chauffe	Percuteur	Lons		x
1 2 4 3	08	D 33 /3	fg	86	5,2	5,4	4,2	Quartzite laiteux	éclat, réutilisé en pierre de chauffe	Boucharde	Lyon	X	x
1 2 4 3	09	D 33 /3	fg	24	3,6	3,5	2,7	Quartzite laiteux	éclat, réutilisé en pierre de chauffe	Boucharde	Lons		x
1 2 4 3	10	E 32 /3	e	435	9,8	7,4	5,7	Quartzite laiteux	1 extrémité bouchardees	Boucharde	Lons		
1 2 4 3	11	E 32 /3	e	143	7,4	4,8	3,2	Quartzite laiteux	1 arête utilisée	Boucharde	Lons		
1 2 4 3	12	E 32 /3	fg	126	5,2	4,8	4,8	Quartzite laiteux	1 extrémité utilisé	Boucharde	Lons		
1 2 4 3	13	E 32 /3	fg	44	5,5	3,3	2,8	Quartzite laiteux	éclat, brûlé	Percuteur	Lons		x
1 2 4 3	14	F 26 /3	fg	47	4,5	4	2,6	Quartzite laiteux	éclat, réutilisé en pierre de chauffe	Percuteur	Lons		x
1 2 4 3	15	F 32 /3	fg	150	8,6	5,6	4,5	Quartzite laiteux	éclat, réutilisé en pierre de chauffe	Boucharde	Lons		x
1 2 4 3	16	F 32 /3	fg	47	5,5	4,2	2,4	Quartzite laiteux	éclat, réutilisé en pierre de chauffe	Percuteur	Lons		x
1 2 4 3	17	F 33 /3	fg	6	2,8	1,8	1,4	Quartzite laiteux	éclat, brûlé	Percuteur	Lons		x
1 2 4 3	18	H 25 /3	fg	23	4,3	2,3	2,2	Quartzite laiteux	éclat, réutilisé en pierre de chauffe	Percuteur	Lons		x
1 2 4 3	19	J 25 /3	fg	79	6,5	4,9	3,9	Quartzite laiteux	éclat, réutilisé en pierre de chauffe	Percuteur	Lons		x
1 2 4 3	20	J 25 /3	fg	48	5,2	4	3,5	Quartzite laiteux	éclat, réutilisé en pierre de chauffe	Percuteur	Lons		x

Annexe 7 :
Inventaire des percuteurs de Chalain/Clairvaux

N° Inv.	M²	e/fg	pds (g)	Lg. (cm)	lg. (cm)	ép. (cm)	matière première	observations	Typo.	Local.	Lame	Photo ou dessin	Brûlé
1 2 4 3	21	J 25 /3	fg	33	4,7	4	2,4	Quartzite laiteux	éclat, réutilisé en pierre de chauffe	Percuteur	Lons		x
1 2 4 3	22	J 25 /3	fg	5	2	2	1,1	Quartzite laiteux	éclat, réutilisé en pierre de chauffe	Percuteur	Lons		x
1 2 4 3	23	L 25 /3	e	305	8,4	6,9	4,6	Quartzite laiteux	2 extrémités utilisées	Percuteur	Lons		
1 2 4 3	24	SE 2 /3	e	430	7,6	6,7	5,6	Quartzite laiteux	5 points bouchardés, chauffé	Boucharde	Lons		x
1 2 4 3	25	/3-5	fg	100	6,2	5,1	3,4	Quartzite laiteux		Percuteur	Frasnois		
1 2 4 3	26	2.12	e	560	11,3	7,1	7	Quartzite laiteux		Percuteur	Frasnois	ok	
1 2 5 3	01	CH2/6	fg	37	4,7	3,3	2,4	Quartzite laiteux	brûlé	Percuteur	Lons		x
1 2 5 3	02	CH2/6	fg	28	4,3	3,4	2,3	Quartzite laiteux	brûlé	Percuteur	Lons		x
CH 3													
1 3 0 3	01	Lc 85 Post VII	fg	30	5	3,4	1	Quartzite laiteux		Percuteur	Lons		
1 3 0 3	02	NC-OC 95-96 X	fg	195	6,5	5,8	3,8	calcaire		percuteur	Frasnois		
1 3 0 3	03	NC-QC 110-113 II-IV	e	250	8,8	6,3	3	calcaire		percuteur	Frasnois		
1 3 0 3	04	NC-QC 110-113 II-IV	fg	120	5,3	4	3	calcaire	brûlé	percuteur	Frasnois		x
1 3 1 3	01	Ac 72 VIII	e	25	5,3	5,1	0,9	Calcaire	galet calcaire, éclat du Gc 74 VIII	Percuteur	Lons	ok	
1 3 1 3	02	Ac 73 VIII	fg	1200	12,8	8,8	7,7	Calcaire	1 enlèvement à 1 extrémité	Percuteur	Lons		
1 3 1 3	03	Ac 79 VIII	/	/	15?	10?		Quartzite laiteux	percuteur ovulaire	Percuteur	?	ok	
1 3 1 3	04	Ac 81 VIII	fg	1340	14	11	7	Calcaire	1 tranchant à enlèvements multiples, plusieurs fragments	Percuteur	Lons		
1 3 1 3	05	Ac 82 VIII	e	975	14,5	7,7	6,9	Calcaire	galet calcaire, 1 enlèvement à 1 extrémité	Percuteur	Lons	ok	
1 3 1 3	06	Bc 78 VIII	e	640	10,5	9,5	5,7	Quartzite laiteux	2 extrémités bouchardées	Boucharde	Lons		
1 3 1 3	07	Bc 83 VIII	e	2380	17,5	10,5	11,5	Calcaire	1 enlèvement à 1 extrémité	Percuteur	Lons		
1 3 1 3	08	Cc 78 VIII	e	190	6,3	4,7	3,6	Calcaire	enlèvements sur 1 arête, brûlé	Percuteur	Lons		x
1 3 1 3	09	Cc 80 VIII	e	1270	13	11,3	8,5	Calcaire	1 tranchant à enlèvements multiples	Percuteur	Lons		
1 3 1 3	10	Cc 81 VIII	e	1710	20	9,5	8,3	Calcaire	calcaire à arêtes, 1 longue arête avec enlèvements	Percuteur	Lons	ok	
1 3 1 3	11	Dc 76 VIII	e	760	12,3	9,6	6,5	Calcaire	1 enlèvement à chaque extrémité, réutilisé en pierre de chauffe	Percuteur	Lons		x
1 3 1 3	12	Dc 81 VIII	fg	400	8,2	6	5,9	Calcaire	2 enlèvements à 1 extrémité	Percuteur	Lons		
1 3 1 3	13	Fc 84 VIII	e	760	11,4	8,9	6,8	Calcaire	enlèvements à 2 extrémités	Percuteur	Lons		
1 3 1 3	14	Fc 86 VIII	fg	116	7,2	6,2	3	Quartzite laiteux	éclat	Boucharde	Lons		
1 3 1 3	15	Gc 74 VIII	e	1090	12,5	8,5	5,8	Calcaire	galet calcaire, 1 enlèvement à 1 extrémité	Percuteur	Lons	ok	
1 3 1 3	16	Gc 81 VIII	e	490	9,7	6,7	6,4	Calcaire	1 enlèvement à chaque extrémité	Percuteur	Lons		
1 3 1 3	17	Gc 82 VIII	e	820	10,3	7,5	8,2	Calcaire	trace de percussion à 1 extrémité	Percuteur	Lons		
1 3 1 3	18	Jc 79 VIII	e	3360	17,2	11,7	12,5	Calcaire	quelques enlèvements périphériques	Percuteur	Lons		
1 3 1 3	19	Jc 79 VIII	e	1370	12,5	12,2	8,4	Calcaire	1 enlèvement à chaque extrémité, réutilisé en pierre de chauffe	Percuteur	Lons		x
1 3 1 3	20	Jc 82 VIII	e	410	8,7	8,2	5,2	Quartzite laiteux	3 arêtes utilisées	Boucharde	Lons		
1 3 1 3	21	Kc 80 VIII	/	/	18?	12?		Calcaire	calcaire à arêtes	Percuteur	?	ok	
1 3 1 3	22	Kc 86 VIII	e	770	13,5	8	7,4	Quartzite laiteux	2 pointes utilisées	Boucharde	Lons		
1 3 1 3	23	Lc 86 VIII	e	3840	17,5	15,5	12	Calcaire	galet calcaire, enlèvements à 1 extrémité	Percuteur	Lons	ok	
1 3 1 3	24	Mc 80 VIII	e	650	12,8	7,2	5,7	Calcaire	1 arête avec enlèvement multiples	Percuteur	Lons	ok	
1 3 1 3	25	Nc 79 VIII	fg	3	2	1,7	1	Calcaire		Percuteur	Lons		
1 3 1 3	26	Oc 78 VIII	e	1670	14,5	11	7,7	Quartzite laiteux	2 extrémités utilisées	Percuteur	Lons		
1 3 1 3	27	Oc 79 VIII	e	260	7,5	6,4	5,6	Quartzite laiteux	1 extrémité utilisée	Boucharde	Lons		
1 3 1 3	28	Oc 79 VIII	fg	48	7,2	2,7	2,7	Calcaire		Percuteur	Lons		
1 3 1 3	29	Oc 80 VIII	e	675	10,4	8,8	5,6	Quartzite laiteux	percuteur sphérique, 3 "pointes" bouchardées	Boucharde	Lons	ok	
1 3 1 3	30	Tb 82 VIII	fg	1270	12,5	12	7,5	Calcaire	1 arête à enlèvements multiple, brûlé	Percuteur	Lons		x
1 3 1 3	31	Vb 82 VIII	fg	20	4,7	3,4	1,6	Calcaire		Percuteur	Lons		

Annexe 7 :
Inventaire des perceurs de Chalain/Clairvaux

N° Inv.	M²	e/fg	pds (g)	Lg. (cm)	lg. (cm)	ép. (cm)	matière première	observations	Typo.	Local.	Lame	Photo ou dessin	Brûlé
1 3 1 3	32	Yb 86 VIII	fg	255	7,6	5	6,5	Quartzite laiteux	bouchardage périphérique, brisé en deux, 310g, perceur sphérique	Boucharde	Lons	ok	
1 3 1 3	33	Zb 78 VIII	e	2320	17,5	9,7	9,4	Calcaire	1 enlèvement à chaque extrémité	Percuteur	Lons		
1 3 1 3	34	Zb 83 VIII	e	435	7,5	7,5	5,5	Quartzite laiteux	perceur sphérique, bouchardage périphérique	Boucharde	Lons	ok	
1 3 2 3	01	Ac 82 VI	e	495	7,2	7,3	6,9	Calcaire	3 pointes bouchardées	Boucharde	Lons		
1 3 2 3	02	Dc 81 VI	fg	2	2,8	1,8	0,4	Calcaire	éclat	Percuteur	Lons		
1 3 2 3	03	Ec 77 VI	e	805	13,1	10,3	5,3	Calcaire	calcaire à arêtes, 1 tranchant à enlèvements multiples	Percuteur	Lons		
1 3 2 3	04	Ec 81 VI	e	350	8,9	7,2	5	Quartzite laiteux	2 pointes utilisées	Percuteur	Lons		
1 3 2 3	05	Fc 79 VI	fg	1245	13,2	10,2	7,5	Calcaire	calcaire à arêtes, 1 tranchant à enlèvements multiples	Percuteur	Lons		
1 3 2 3	06	Fc 86 VI	e	385	8,2	7,4	6,5	Quartzite laiteux	1 extrémité bouchardée, réutilisée en pierre de chauffe	Boucharde	Lons		x
1 3 2 3	07	Hc 86 VI	e	2050	14,5	11,6	10	Calcaire	nombreux enlèvements sur 3 pointes	Percuteur	Lons		
1 3 2 3	08	Kc 82 VI	fg	15	3,3	2,1	1,6	Quartzite laiteux	éclat réutilisé en pierre de chauffe	Percuteur	Lons		x
1 3 2 3	09	Kc 85 VI	e	290	10,5	6	3,2	Quartzite laiteux	2 extrémités utilisées	Boucharde	Lons		
1 3 2 3	10	Kc 86 VI	fg	1380	13,5	11,5	8,2	Calcaire	calcaire à arêtes, 1 arête avec 3 enlèvements, brûlé	Percuteur	Lons		x
1 3 2 3	11	Lc 82 VI	fg	2	2,3	2,3	0,7	Calcaire		Percuteur	Lons		
1 3 2 3	12	Lc 84 VI	fg	3	2,2	1,4	0,8	Quartzite laiteux	éclat réutilisé, pierre de chauffe	Percuteur	Lons		x
1 3 2 3	13	Lc 85 VI	fg	40	5,9	5	1,6	Quartzite laiteux	éclat réutilisé en pierre de chauffe	Percuteur	Lons		x
1 3 2 3	14	Lc 85 VI	fg	15	3,8	3,2	1,5	Quartzite laiteux	éclat	Percuteur	Lons		
1 3 2 3	15	Lc 85 VI	fg	8	3,3	2,8	1,1	Quartzite laiteux	éclat	Percuteur	Lons		
1 3 2 3	16	Mc 85 VI	fg	30	5,3	4	1,7	Quartzite laiteux	éclat réutilisé en pierre de chauffe	Percuteur	Lons		x
1 3 2 3	17	Xb 85 VI	e	550	9,6	7,7	7	Calcaire	1 enlèvement à chaque extrémité	Percuteur	Lons		
1 3 3 3	01	Cc 84 IV	fg	7	5	2,8	0,5	Calcaire		Percuteur	Lons		
1 3 3 3	02	Gc 85 IV	fg	2	3	2	0,5	Calcaire		Percuteur	Lons		
1 3 3 3	03	Oc 84 IV	fg	7	4	2,2	0,6	Ind.	1 éclat, réutilisé pierre chauffante	Percuteur	Lons		x
1 3 4 3	01	Jc 82 II c ///***	fg	4	1,8	3,8	0,5	Calcaire	éclat de taille	Percuteur	Lons		
1 3 4 3	02	Mc 80 IIc ///***	fg	20	7,3	2,8	1	Calcaire	éclat	Percuteur	Lons		
1 3 4 3	03	Oc 83 IIc /// ***	fg	200	6	5	4,5	Ind.	galet, toute la périphérie bouchardé, réutilisée pierre de chauffe	Boucharde	Lons		x
CH 4													
1 4 2 3	01	AF 62 F	e	455	9,5	7	5,5	Calcaire	2 extrémités bouchardées	Boucharde	Frasnois	ok	
1 4 2 3	02	BF 59 F	fg	800	18,5	8	4,5	Calcaire	nombreux enlèvements sur 1 arête	Percuteur	Lons		
1 4 2 3	03	BF 59 F	fg	1250	14,5	11,5	7	Calcaire	nombreux enlèvements sur 2 arêtes	Percuteur	Lons		
1 4 2 3	04	BF 59 F	e	1450	22	9	7	Calcaire	quelques traces d'impact sur 1 arête	Percuteur	Frasnois	ok	
1 4 2 3	05	BF 60 F	e	520	10,5	8	4	Calcaire	1 enlèvement à 1 extrémité	Percuteur	Lons		
1 4 2 3	06	BF 60 F	e	950	21	6,5	5	Calcaire	quelques traces d'impact sur 1 arête	Percuteur	Lons		
1 4 2 3	07	BF 64 F	e	650	10	9	5,5	Calcaire	1 enlèvement à 1 extrémité	Percuteur	Frasnois	ok	
1 4 2 3	08	CF 59 F	e	1050	12,5	9,5	6	Calcaire	quelques traces d'impact sur 1 arête	Percuteur	Lons		
1 4 2 3	09	CF 61 F	e	1000	11	8,5	7	Calcaire	plusieurs traces d'impact à 1 extrémité	Percuteur	Lons		
1 4 2 3	10	DF 60 F	e	1050	11,5	8	8	Calcaire	2 traces d'impact à chaque extrémité	Percuteur	Lons		
1 4 2 3	11	DF 60 F	e	1500	13,5	11,5	6	Calcaire	4 traces d'impact aux extrémités	Percuteur	Lons		
1 4 2 3	12	DF 63 F	fg	147	6,3	6,5	2,5	Calcaire	fendue après utilisation d'1 extrémité, 1/2 boucharde	Boucharde	Lons		
1 4 2 3	13	DF 66 F	e	1020	11,5	9,5	10	Calcaire	3 impacts sur arête	Percuteur	Lons		
1 4 2 3	14	DF 68 F	fg	58	5	4,2	2	Ind.	fendue après utilisation d'1 extrémité, 1/2 boucharde	Boucharde	Lons		
1 4 2 3	15	EF 60 F	e	1270	15	9	7	Calcaire	4 traces d'impacts sur arêtes, naviforme	Percuteur	Lons		
1 4 2 3	16	EF 64 F	fg	1700	16,5	9,5	7	Calcaire	4 traces d'impact aux extrémités	Percuteur	Lons		
1 4 2 3	17	EF 65 F	fg	1450	15	10,5	7,5	Calcaire	traces d'impact aux 2 extrémités	Percuteur	Lons		
1 4 2 3	18	GF 69 F	e	1900	18,5	15	8,5	Calcaire	4 traces d'impact aux extrémités	Percuteur	Lons		
1 4 2 3	19	JF 66 F	e	1400	16	15,5	5,5	Calcaire	4 traces d'impact sur les arêtes	Percuteur	Lons		

Annexe 7 :
Inventaire des percuteurs de Chalain/Clairvaux

N° Inv.	M²	e/fg	pds (g)	Lg. (cm)	lg. (cm)	ép. (cm)	matière première	observations	Typo.	Local.	Lame	Photo ou dessin	Brûlé
1 4 2 3	20	LF 62 F	fg	700	10,5	9	7,5	Calcaire	pièce éclatée, impacts aux 2 extrémités	Percuteur	Lons		
1 4 2 3	21	LF 67 F	fg	5	2,4	1,9	1,7	Quartzite laiteux	fragment brûlé	Percuteur	Frasnois		x
1 4 2 3	22	NF 65 F	e	1500	12	11	9,5	Calcaire	2 enlèvements à 1 extrémité	Percuteur	Lons		
1 4 2 3	23	OF 66 F	fg	10	2,2	1,9	2	Quartzite laiteux	fragment brûlé	Percuteur	Frasnois		x
1 4 2 3	24	OF 66 F	fg	68	8	4	2,5	Calcaire	1 éclat issu d'1 extrémité	Percuteur	Lons		
1 4 2 3	25	OF 67 F	e	440	9,5	7,5	6	Quartzite laiteux	2 surfaces bouchardées	Boucharde	Frasnois	ok	
1 4 2 3	26	PF 63 F	fg	35	4,8	4,1	1,6	Quartzite laiteux	fragment brûlé	Percuteur	Frasnois		x
1 4 2 3	27	PF 64 F	fg	30	4,2	3,8	2,5	Quartzite laiteux	fragment brûlé	Percuteur	Frasnois		x
1 4 2 3	28	VE 59 F	e	340	6,5	.	.	Calcaire	boucharde totale, molette ?	Boucharde	Lons		
1 4 2 3	29	WE 61 F	e	590	11	8,5	5	Calcaire	impacts répétés aux 2 extrémités	Percuteur	Frasnois	ok	
1 4 2 3	30	WE 64 F	e	2230	15	11,5	9,5	Calcaire	4 traces à 1 extrémité, brûlé	Percuteur	Lons		x
1 4 2 3	31	YE 60 F	e	1090	11,5	10,5	5,5	Calcaire	3 traces d'impacts aux extrémités, 1 plage polie	Percuteur	Frasnois	ok	
1 4 2 3	32	YE 60 F	fg	1150	15	11,5	5,5	Calcaire	pièce arrondie, 2 traces d'impact	Percuteur	Lons		
1 4 2 3	33	ZE 59 F	e	1470	13	11,5	7	Calcaire	plusieurs traces d'impact aux 2 extrémités	Percuteur	Lons		
1 4 2 3	34	ZE 60 F	e	495	7,5	.	.	Calcaire	boucharde totale	Boucharde	Lons		
1 4 2 3	35	ZE 60 F	e	1410	13,5	9,5	6,5	Calcaire	1 trace d'impact à 1 extrémité	Percuteur	Lons		
1 4 2 3	36	ZE 60 F	e	1415	12	10,5	8	Calcaire	traces d'impacts forts aux 2 extrémités	Percuteur	Lons		
1 4 2 3	37	ZE 60 F	e	1650	13	10	8,5	Calcaire	nombreuses traces d'impact aux extrémités	Percuteur	Lons		
1 4 2 3	38	AF 62 F	e	1280	14	8,5	6,5	Calcaire	5 traces d'impacts aux extrémités	Percuteur	?		
1 4 3 3	01	EF 65 E	e	1410	14,5	9	7	Calcaire	1 trace d'impact à 1 extrémité	Percuteur	Lons		
1 4 3 3	02	EF 70 E	fg	950	14	10,5	7,5	Calcaire	5 traces d'impact sur les arêtes	Percuteur	Lons		
1 4 3 3	03	FF 65 E	e	5000	21	14	13	Calcaire	1 enlèvement à 1 extrémité, réutilisation dans un foyer	Percuteur	Lons		
1 4 3 3	04	JF 65 E	fg	5	3,4	2	1	Ind.	fragment	Percuteur	Frasnois		
1 4 4 3	01	DF 63 C	fg	1170	14	11,5	7	Calcaire	nombreuses traces d'impact sur 1 arête	Percuteur	Lons		
1 4 4 3	02	FF 62 D	fg	1760	15	10,5	8,5	Calcaire	nombreux enlèvements sur arêtes	Percuteur	Lons		
1 4 4 3	03	MF 59 D	fg	1160	14,5	7,5	7,5	Calcaire	nombreux enlèvements aux 2 extrémités	Percuteur	Lons		
1 4 4 3	04	YE 62 C	e	1300	15	10,5	7,5	Calcaire	2 impacts	Percuteur	Lons		
CH 19													
1 19 1 3	01	CB 113	e	1500	14,7	12	6,7	Calcaire		Percuteur	Frasnois		
1 19 1 3	02	CC 114	e	330	10	5	4,5	Calcaire		Percuteur	Frasnois		
1 19 1 3	03	CE 114	fg	400	9,3	6,8	3,5	Calcaire	parallélépipède	Percuteur	Frasnois		
1 19 1 3	04	CH 110	e	245	8,3	6,2	4,4	Calcaire		Percuteur	Frasnois		
1 19 1 3	05	CH 112	e	540	8	7,3	5,9	Calcaire		Percuteur	Frasnois		
1 19 1 3	06	CJ 113	e	645	10,4	8,3	6,4	Calcaire		Percuteur	Frasnois		
1 19 1 3	07	CK 122	e	190	6,8	5	4,7	Calcaire	1 arête	Percuteur	Frasnois		
1 19 1 3	08	CL 113	fg	65	4,5	4,6	2,8	Quartzite laiteux	brûlé	Percuteur	Frasnois		x
1 19 1 3	09	CM 113	e	335	9,5	8,6	3,4	Quartzite laiteux	brûlé	Percuteur	Frasnois		x
1 19 2 3	01	CA 102	fg	1173	11,8	11,5	6,5	Calcaire	perc. occasionnel	Percuteur	Lons		
1 19 2 3	02	CB 102	e	244	7,2	5,5	4,3	Calcaire	galet brûlé	Percuteur	Lons		x
1 19 2 3	03	CB 106	e	374	10	5,8	5,1	Calcaire		Percuteur	Lons		
1 19 2 3	04	CD 101	e	381	7,4	7,2	4,7	Ind.	galet, percussion intense à une extrémité et sur le pourtour	Percuteur	Lons		
1 19 2 3	05	CF 104	e	232	6,5	5,8	4,5	Calcaire	galet, percussion sur une extrémité	Percuteur	Lons		
1 19 2 3	06	CG 102	e	296	7,5	6,5	4,3	Calcaire	dégagement d'une arête à une extrémité	Percuteur	Lons		
1 19 2 3	07	CJ 102	fg	650	21,5	5,8	4	Calcaire		Percuteur	Lons		
1 19 2 3	08	CA 104 H	/	425	9	7,9	5,1	Calcaire	vu dans les listings papier	/	?		
1 19 3 3	01	CA 101	e	357	9,2	7	3,5	Calcaire		Percuteur	Lons		
1 19 3 3	02	CB 101	fg	1346	13,8	10,9	7,5	Calcaire		Percuteur	Lons		
1 19 3 3	03	CF 103	fg	290	7,2	6,2	4	Calcaire	1/2 percuteur (cassé en 2)	Percuteur	Lons		

Annexe 7 :
Inventaire des perceurs de Chalain/Clairvaux

N° Inv.	M²	e/fg	pds (g)	Lg. (cm)	lg. (cm)	ép. (cm)	matière première	observations	Typo.	Local.	Lame	Photo ou dessin	Brûlé
1 19 3 3	04	CK 107	fg	310	8,6	5,9	5,1	Ind.	perceur occasionnel	Percuteur	Lons		
1 19 3 3	05	CF 102 K	/	4670	19,5	14,2	18,4	Calcaire	vu dans les listings papier	/	?		
1 19 4 3	01	BO 114	e	812	11,7	7,5	7,2	Calcaire	perc. occasionnel	Percuteur	Lons		
1 19 4 3	02	BW 116	fg	43	4,8	3,6	3,6	Quartzite laiteux	brûlé	Percuteur	Lons		x
1 19 4 3	03	BZ 122	e	542	9,7	7	6,1	Calcaire		Percuteur	Lons		
1 19 4 3	04	CQ 120	e	395	6,8	6,6	6,2	Quartzite laiteux	bouchardage total	Percuteur	Lons		
1 19 4 3	05	CR 121	fg	135	6,5	7,7	3,5	Calcaire	réutilisation en pierre de chauffe	Percuteur	?		x
1 19 4 3	06	CS 118	e	296	11,5	7,5	3	Calcaire	forme de coquille d'huître, une arête sur 80% du pourtour, perc. Occasionnel	Percuteur	Lons		
1 19 4 3	07	CT 117	fg	240	8,3	5,8	4,8	Calcaire	gros négatifs d'éclats, arêtes fraîches, traces de percussions	Percuteur	?		
1 19 4 3	08	CV 123	e	525	9,4	6,5	5,3	Quartzite laiteux	percussion sur le pourtour	Percuteur	Lons		
1 19 4 3	09	CX 116	e	794	15	8,5	6	Calcaire	perc. occasionnel	Percuteur	Lons		
1 19 4 3	10	CX 123	e	3693	20	13	9,5	Quartzite laiteux	faces planes et polies	Percuteur	Lons		
1 19 4 3	11	CY 121	e	926	12,4	11,6	4,6	Calcaire	perc. occasionnel	Percuteur	Lons		
1 19 4 3	12	DA 125	e	365	9,4	6,3	4,6	Calcaire		Percuteur	Lons		
1 19 4 3	13	DB 128	e	2212	15	12	10	Calcaire	perc. occasionnel	Percuteur	Lons		
1 19 4 3	14	DC 123	e	550	12,3	6,7	4,4	Calcaire	érodé	Percuteur	Lons		
1 19 4 3	15	F. A.	fg	250	8,8	5,4	4,1	Quartzite laiteux		Percuteur	Lons		
1 19 4 3	16	F. A.	fg	105	6,8	4,6	2,9	Quartzite laiteux		Percuteur	Lons		
1 19 4 3	17	F. A.	fg	5	3,4	2,5	0,3	Quartzite laiteux	petit éclat	Percuteur	Lons		
1 19 5 3	01	CA 101	fg	265	9,9	5,7	3,5	Calcaire	léger poli (tardif, 27ème s)	Percuteur	Lons		
CH 21													
1 21 0 3	01	/	fg	61	7,6	5,7	2,2	Quartzite laiteux	éclat	Percuteur	Frasnois		
CL II/Ibis													
2 2 0 3	01	CLII - Δ 94 D	e					Silex		Ind.	?		mono p 178
2 2 0 3	02	CLII - Δ 96 M	e		6,8	4,4	3,4	Calcaire	strié	Ind.	Lons		mono p184
2 2 0 3	03	CLII - Δ 95 R	e		5,2	4,3	1,3	Ind.	encoché	Ind.	Lons		mono p184
CL III													
2 3 1 3	01	CL III - Δ2 G II c n°1	fg	132				Quartzite laiteux		Percuteur	Lons		
2 3 1 3	02	CL III - Δ3 M II d	fg	53				Calcaire	2 éclats	Ind.	Lons		
2 3 1 3	03	CL III - Δ3 M II d	fg	40				Calcaire		Percuteur	Lons		
2 3 1 3	04	CL III - Δ3 R II d	fg	115				Calcaire	brûlé, éclat anguleux	Ind.	Lons		x
2 3 2 3	01	CL III - Δ6 P II b	e	290	8,9	7	4,7	Calcaire	galet, percussion sur une arêtes, éventail	Percuteur	Lons	ok	
2 3 2 3	02	CL III - Δ6 S II b	e	225	6,9	5,9	4,3	Calcaire	galet, perc. unipolaire brûlé	Percuteur	Lons		x
2 3 2 3	03	CL III - Δ15 R niv. 0	e	136	5,4	5,4	4,2	Quartzite laiteux	boucharde ?	Percuteur	Lons		
CL IV													
2 4 1 3	01	A 35	e	215	8	8	6,7	Quartzite laiteux	1 arête utilisée, réutilisée en pierre de chauffe	Percuteur	Lons		x
2 4 1 3	02	B 8 IX 90	fg	30	4,7	3,6	2	Quartzite laiteux	éclat	Percuteur	Lons		
2 4 1 3	03	B 9 X	fg	22	3,1	2,6	2,4	Quartzite laiteux	éclat	Percuteur	Lons		
2 4 1 3	04	C 1 VIII 104	e	1035	11,5	8,5	7	Quartzite laiteux	2 extrémités utilisées	Percuteur	Lons		
2 4 1 3	05	C 2 IX	fg	2	1,8	1	0,8	Quartzite laiteux		Percuteur	Lons		
2 4 1 3	06	C 3 VI 16	e	650	11	8,5	6	Quartzite laiteux	bouchardage complet sur 1 extrémité, brûlé	Boucharde	Lons	ok	x
2 4 1 3	07	C 4 X	fg	60	4,7	3,6	2,4	Quartzite laiteux	éclat	Percuteur	Lons		
2 4 1 3	08	C 5 IX 8	fg	16	4	2,2	1,5	Quartzite laiteux	éclat	Percuteur	Lons		
2 4 1 3	09	C 8 IX-X	e	1035	9,5	7	9	Calcaire	perceur sur 1 arête, ancien bloc enclume réutilisé	Percuteur	Lons		
2 4 1 3	10	C 9 X	fg	11	3	2,1	2	Quartzite laiteux	éclat	Percuteur	Lons		
2 4 1 3	11	D 7 IX-X	e	735	14	7	6,7	Calcaire	1 arête, 5 enlèvements, oblong	Percuteur	Lons		

Annexe 7 :
Inventaire des perceurs de Chalain/Clairvaux

N° Inv.	M²	e/fg	pds (g)	Lg. (cm)	lg. (cm)	ép. (cm)	matière première	observations	Typo.	Local.	Lame	Photo ou dessin	Brûlé
2 4 1 3	12	E 5 IX	fg	33	4,2	3,2	2,1	Quartzite laiteux	éclat	Percuteur	Lons		
2 4 1 3	13	Z 8 IX	fg	2	2,4	2,1	0,5	Quartzite laiteux	éclat	Percuteur	Lons		
2 4 1 3	14	Z 9 X	fg	1,5	1,3	1,1	1	Quartzite laiteux		Percuteur	Lons		
2 4 1 3	15	Couche IX-X	fg	1	1,5	1,5	0,4	Quartzite laiteux	éclat	Percuteur	Lons		
2 4 2 3	31	C 4 III	fg	5	3,9	2,6	0,6	Calcaire	éclat	Ind.	Lons		
2 4 2 3	01	A 1 III	fg	5	2,2	2,1	1,2	Quartzite laiteux	éclat, réutilisé en pierre de chauffe	Percuteur	Lons		x
2 4 2 3	02	A 3 IV	fg	8	3,1	2,1	1,4	Quartzite laiteux	éclat	Percuteur	Lons		
2 4 2 3	03	A 5 III	fg	6	2,4	1,8	1,3	Quartzite laiteux	éclat	Percuteur	Lons		
2 4 2 3	04	A 7 V 1	fg	25	4,4	3,6	1,8	Quartzite laiteux	éclat	Percuteur	Lons		
2 4 2 3	05	A 7 V	fg	0,4	1,3	1	0,3	Quartzite laiteux		Percuteur	Lons		
2 4 2 3	06	A 10 III 63	e	274	8,7	5,2	4,8	Quartzite laiteux	en partie éclaté, ovulaire	Percuteur	Lons	ok	
2 4 2 3	07	A 10 II 14	fg	5	2,5	1,8	1	Quartzite laiteux		Percuteur	Lons		
2 4 2 3	08	B 3 IV	fg	2,5	2,5	2,2	0,4	Quartzite laiteux	réutilisé en pierre de chauffe	Percuteur	Lons		x
2 4 2 3	09	B 6 III	fg	1,5	/	/	/	Quartzite laiteux	2 fragments brûlés	Percuteur	Lons		
2 4 2 3	10	B 8	fg	6	3	2,5	1,3	Quartzite laiteux		Percuteur	Lons		
2 4 2 3	11	B 9 III 54	fg	43	4,6	3,3	2,4	Quartzite laiteux		Percuteur	Lons		
2 4 2 3	12	C 3 VI 17	fg	115	/	/	/	Quartzite laiteux	15 fragments brûlés	Percuteur	Lons		x
2 4 2 3	13	C 3 V	fg	21	3,3	3,2	2	Quartzite laiteux	éclat, brûlé	Percuteur	Lons		x
2 4 2 3	14	C 3 V	fg	6	3,1	2,8	1,4	Ind.	brûlé	Percuteur	Lons		x
2 4 2 3	15	C 3 V	fg	4	2,2	1,7	1,5	Quartzite laiteux	une rature sur le IV	Percuteur	Lons		
2 4 2 3	16	C 3 V	fg	3	1,9	1,5	1	Quartzite laiteux		Percuteur	Lons		
2 4 2 3	17	C 10 III	fg	0,6	1,6	1,2	0,3	Quartzite laiteux	éclat	Percuteur	Lons		
2 4 2 3	18	C 11 IV 27	e	215	6,5	5,8	4,5	Quartzite laiteux	trace de bouchardage sur 3 pointes, triangulaire	Boucharde	Lons		
2 4 2 3	19	D 2 II 11	e	543	9,5	7	7,5	Quartzite laiteux	utilisé sur 2 extrémités, rectangulaire	Percuteur	Lons	ok	
2 4 2 3	20	D 3 IV 38	fg	3	2	1,2	0,8	Quartzite laiteux	éclat	Percuteur	Lons		
2 4 2 3	21	D 9 IV 12	fg	25	3,5	3,7	2,2	Quartzite laiteux	éclat brûlé	Percuteur	Lons		x
2 4 2 3	22	D 9 IV	fg	7	2,5	2	2,2	Quartzite laiteux	éclat, réutilisé en pierre de chauffe	Percuteur	Lons		x
2 4 2 3	23	D 11 II 7	fg	9	2,3	2,1	1,7	Quartzite laiteux	éclat	Percuteur	Lons		
2 4 2 3	24	D 11 III	fg	8	3,1	2,7	0,8	Quartzite laiteux	éclat réutilisé en pierre de chauffe	Percuteur	Lons		x
2 4 2 3	25	E 5 III 3	fg	18	4,3	3,3	1,6	Quartzite laiteux	éclat	Percuteur	Lons		
2 4 2 3	26	E 5 III	fg	9	2,8	2,4	1,6	Quartzite laiteux	éclat, 3 fragments ?	Percuteur	Lons		
2 4 2 3	27	E 6 II 6	fg	12	3,3	2,2	2,2	Quartzite laiteux	éclat, réutilisé en pierre de chauffe	Percuteur	Lons		x
2 4 2 3	28	E 6 III	fg	3,4	/	/	/	Quartzite laiteux	3 fragments	Percuteur	Lons		
2 4 2 3	29	E 10 IV	fg	2	2	1,4	0,8	Quartzite laiteux		Percuteur	Lons		
2 4 2 3	30	Z 8 IV	fg	2	2,2	1,6	0,5	Quartzite laiteux	éclat	Percuteur	Lons		
CL VII													
2 7 0 3	01	/	e	231	5,9	5	4,6	Calcaire	sondages 2002	Ind.	Frasnois		
2 7 0 3	02	DA 54	e	285	12,1	6,6	2,7	Calcaire	un éclat à une extrémité	Percuteur	Frasnois		
2 7 0 3	03	DA 54	fg	450	9	8,6	5,4	Quartzite laiteux		Percuteur	Frasnois		
2 7 0 3	04	DB 54	fg	75	6,3	5,5	2,3	Quartzite laiteux		Percuteur	Frasnois		
2 7 0 3	05	DB 54	e	1115	13,4	10,5	7,5	Quartzite laiteux		Percuteur	Frasnois		
2 7 0 3	06	DB 56	e	292	7,2	6,6	5,8	Quartzite laiteux		Percuteur	Frasnois		
2 7 0 3	07	DC 53	e	490	8,1	7,9	6,2	Quartzite laiteux	bouchardage périphérique	boucharde	Frasnois	ok	
2 7 0 3	08	DC 54	e	465	8,3	8,2	6,3	Quartzite laiteux		Percuteur	Frasnois		
2 7 0 3	09	DC 55	e	190	5,7	5,3	4,9	Quartzite laiteux	bouchardage périphérique	boucharde	Frasnois	ok	
2 7 0 3	10	DA 51	e	100	4,4	3,9	3,9	Autre	boucharde	boucharde	Frasnois		
2 7 0 3	11	DA 51	e	115	5,2	4,8	3,2	Calcaire	percussion intense sur deux zones localisées	Percuteur	Frasnois	ok	
2 7 0 3	12	DD 54	e	380	7,4	7,1	5,6	Quartzite laiteux	percussion intense sur le pourtour	Percuteur	Frasnois	ok	

Annexe 7 :
Inventaire des percuteurs de Chalain/Clairvaux

N° Inv.	M²	e/fg	pds (g)	Lg. (cm)	lg. (cm)	ép. (cm)	matière première	observations	Typo.	Local.	Lame	Photo ou dessin	Brûlé
2 7 0 3	13	DD 51	fg	1	/		Quartzite laiteux		Percuteur	Frasnois			x
2 7 0 3	14	DD 51	fg	4	/		Quartzite laiteux		Percuteur	Frasnois			
2 7 0 3	15	DB 55	fg	45	/		Quartzite laiteux		Percuteur	Frasnois			
2 7 0 3	16	DA 55	fg	500	9	6,5	6	Quartzite laiteux	bouchardage intense, remodelage de la forme initial	boucharde	Frasnois		
2 7 0 3	17	DA 51	fg	390	8	6,5	6	Quartzite laiteux		Percuteur	Frasnois		
2 7 0 3	18	DA 52	fg	52	/		Quartzite laiteux	4 éclats	Percuteur	Frasnois			x
2 7 0 3	19	DA 52	fg	210	/		Quartzite laiteux	5 éclats	Percuteur	Frasnois			x
2 7 0 3	20	DA 52	e	681	10	8	7	Calcaire	éclats aux extrémités	Percuteur	Frasnois	ok	x
2 7 0 3	21	DA 53	e	70	4,5	3,5	2,5	Calcaire	boucharde sur galet, percussion et éclat sur les extrémité et sur une face	boucharde	Frasnois	ok	
2 7 0 3	22	DA 53	fg	100	5,7	4,4	3,3	Ind.	demi galet, percussion sur une extrémité	Percuteur	Frasnois		
2 7 0 3	23	DA 53	e	345	7	6,5	5,5	Quartzite laiteux	bouchardage périphérique	Percuteur	Frasnois	ok	
2 7 0 3	24	DA 55	e	470	8,5	6,5	6	Quartzite laiteux	pas de trace de percussion claire	Ind.	Frasnois		
2 7 0 3	25	DB 51	fg	447	8	7,5	7	Calcaire		Percuteur	Frasnois		
2 7 0 3	26	DB 52	fg	386	7	7	5,5	Quartzite laiteux		Percuteur	Frasnois		x
2 7 0 3	27	DB 54	fg	3	/		Quartzite laiteux		Percuteur	Frasnois			x
2 7 0 3	28	DB 54	fg	396	9	8	4	Quartzite laiteux		Percuteur	Frasnois		
2 7 0 3	29	DB 55	fg	176	6,5	5,5	4	Quartzite laiteux		Percuteur	Frasnois		x
2 7 0 3	30	DB 55	e	586	11,5	8,5	6	Calcaire	un éclat à une extrémité	Percuteur	Frasnois		
2 7 0 3	31	DC 52	fg	1560	14	10	9	Quartzite laiteux	patatoïde très irrégulier	Percuteur	Frasnois		
2 7 0 3	32	DC 54	e	822	9	8	7,5	Quartzite laiteux		Percuteur	Frasnois	ok	
2 7 0 3	33	DD 54	fg	290	9	6	5,5	Quartzite laiteux		Percuteur	Frasnois		x
2 7 0 3	34	DD 54	fg	338	9	7	4	Calcaire	un éclat à une extrémité	Percuteur	Frasnois		
2 7 0 3	35	DD 55	fg	213	7	6	4	Calcaire		Percuteur	Frasnois		
CL VIII													
2 8 0 3	01	CL VIII	e		7	5,5	5	Quartzite laiteux		Ind.	?		mono p483
CL XIV													
2 14 0 3	01	P 47	e	305	8	7,5	4,5	Calcaire		Percuteur	Frasnois		X
2 14 0 3	02	P 49	fg	15	5	3	1	Calcaire	éclat	Percuteur	Frasnois		
2 14 0 3	03	R 45	e	85	5,6	3,9	4,1	Silex	usure concave, petite boucharde à hache ?	boucharde	Frasnois		X
2 14 0 3	04	R 48	e	275	8	5,5	3,5	Calcaire	parallélépipède	Percuteur	Frasnois		X
2 14 0 3	05	P 46	fg	15	3,8	2,5	1	Calcaire	éclat	Percuteur	Frasnois		
2 14 0 3	06	P 47	fg	475	9	4,5	9	Calcaire		Percuteur	Frasnois		
2 14 0 3	07	R 46	fg	400	7,5	10	4,5	Calcaire	coeur blanc, brûlé	Percuteur	Frasnois		x
2 14 0 3	08	R 47	fg	115	5,5	5,5	4,5	Calcaire		Percuteur	Frasnois		
2 14 0 3	09	R 47	fg	110	5,5	4,5	3,5	Calcaire	brûlé	Percuteur	Frasnois		x
2 14 0 3	10	R 45	fg	310	8,5	8	4	Calcaire	brûlé	Percuteur	Frasnois		x
2 14 0 3	11	Q 45	fg	410	8	6	7	Calcaire	nombreuses fissures	Percuteur	Frasnois		
2 14 0 3	12	Q 45	e	125	6	3,2	4,1	Calcaire	galet	Percuteur	Frasnois		X
2 14 0 3	13	P 49	e	105	5,5	4	3,5	Calcaire	galet	Percuteur	Frasnois		X
2 14 0 3	14	Q 48	fg	240	9	6,5	4,5	Calcaire		Percuteur	Frasnois		
2 14 0 3	15	R 47	fg	255	6,5	6	5,5	Quartzite laiteux	brûlé	Percuteur	Frasnois		x
2 14 0 3	16	R 47	fg	30	4,4	4	1,5	Calcaire	éclat	Percuteur	Frasnois		
2 14 0 3	17	R 48	fg	2				Calcaire	éclat	Percuteur	Frasnois		
2 14 0 3	18	P 49	e	810	13	6	7	Calcaire	prisme (à arêtes)	Percuteur	Frasnois		
2 14 0 3	19	Q 46	fg	40	5	3,5	2,5	Calcaire		Percuteur	Frasnois		
2 14 0 3	20	Q 49	fg	30	6,3	3,5	1,7	Calcaire	éclat	Percuteur	Frasnois		
2 14 0 3	21	Q 49	fg	20	7	3,5	0,8	Calcaire	éclat	Percuteur	Frasnois		

Annexe 7 :
Inventaire des percuteurs de Chalain/Clairvaux

N° Inv.	M²	e/fg	pds (g)	Lg. (cm)	lg. (cm)	ép. (cm)	matière première	observations	Typo.	Local.	Lame	Photo ou dessin	Brûlé
2 14 0 3	22	R 46	e	730	10,5	8,5	8,5	Calcaire		Percuteur	Frasnois		
2 14 0 3	23	R 47	fg	20	5,5	3,8	1,3	Ind.		Percuteur	Frasnois	X	
2 14 0 3	24	R 47	fg	15	4,6	4,5	1	Calcaire	bien cristallisé	Percuteur	Frasnois		
2 14 0 3	25	R 49	e	325	8,5	7	4	Calcaire	brûlé	Percuteur	Frasnois		x
2 14 0 3	26	R 49	fg	2				Quartzite laiteux	éclat	Percuteur	Frasnois		
2 14 0 3	27	Q 47	fg	10	5	2,6	0,8	Calcaire	éclat	Percuteur	Frasnois		
2 14 0 3	28	P 45	fg	55	8	4,8	0,9	Calcaire	éclat	Percuteur	Frasnois		
2 14 0 3	29	P 45	fg	15	4	5	0,7	Calcaire	éclat	Percuteur	Frasnois		
2 14 0 3	30	P 49	e	560	9	8	7,5	Calcaire	brûlé ?, patatoïde à arêtes	Percuteur	Frasnois		x
2 14 0 3	31	Q 47	fg	5	2,5	2	1	Calcaire	brûlé?	Percuteur	Frasnois		x
2 14 0 3	32	Q 48	fg	75	6	5	3	Calcaire		Percuteur	Frasnois		
2 14 0 3	33	Q 48	fg	30	6	4,5	1	Ind.	éclat	Percuteur	Frasnois		
2 14 0 3	34	Q 48	fg	10	2,8	2,8	2	Calcaire	éclat	Percuteur	Frasnois		
2 14 0 3	35	Q 48	fg	2				Calcaire	éclat	Percuteur	Frasnois		
2 14 0 3	36	Q 49	fg	5	3	2	0,5	Calcaire	brûlé ?	Percuteur	Frasnois		x
2 14 0 3	37	R 47	e	750	9	8,5	7,5	Calcaire	enlèvements sur arêtes	Percuteur	Frasnois		
2 14 0 3	38	R 47	fg	30	5	4	1,5	Quartzite laiteux	éclat	Percuteur	Frasnois		
2 14 0 3	39	R 47	fg	3	2,7	1,5	0,6	Calcaire	éclat	Percuteur	Frasnois		
2 14 0 3	40	R 48	e	620	8	10	6,5	Calcaire	patatoïde, une arête	Percuteur	Frasnois	X	
2 14 0 3	41	R 49	fg	25	4	3,7	2	Calcaire	éclat	Percuteur	Frasnois		
2 14 0 3	42	R 49	fg	5				Calcaire	éclat	Percuteur	Frasnois		
2 14 0 3	43	R 49	fg	5				Calcaire	éclat	Percuteur	Frasnois		
2 14 0 3	44	R 45	fg	775	12	8	7,5	Calcaire	brûlé	Percuteur	Frasnois		x
2 14 0 3	45	R 45	e	455	8	8	5,5	Ind.		Percuteur	Frasnois	X	
2 14 0 3	46	R 45	fg	265	8	5,5	5,5	Calcaire	traces de percutions sur une arête ?	Percuteur	Frasnois		
2 14 0 3	47	Q 45	fg	10	3,7	2,5	0,8	Calcaire	éclat	Percuteur	Frasnois		
2 14 0 3	48	Q 46	e	1055	11	9	8	Calcaire		Percuteur	Frasnois	X	
2 14 0 3	49	Q 49	fg	40	6	3,7	1,5	Calcaire	éclat	Percuteur	Frasnois		
2 14 0 3	50	R 49	fg	65	8,3	4	2	Calcaire	éclat	Percuteur	Frasnois		
2 14 0 3	51	P 46	e	500	8,5	8,5	5	Quartzite laiteux	brûlé	Percuteur	Frasnois	X	x
2 14 0 3	52	R 46	e	955	15,5	12	5	Calcaire	calcaire à arêtes	Percuteur	Frasnois	X	
2 14 0 3	82	M 45	fg	1				Quartzite laiteux		Percuteur	Frasnois		
2 14 0 3	53	N 46	e	700	13	6	8,2	Calcaire		Percuteur	Frasnois	X	
2 14 0 3	54	N 46	fg	40	5,6	4,1	2,3	Quartzite laiteux	éclat brûlé	Percuteur	Frasnois		
2 14 0 3	55	O 47	fg	115	5	3,2	4,5	Calcaire	brûlé	Percuteur	Frasnois		x
2 14 0 3	56	O 48	fg	3	3	1,2	0,6	Quartzite laiteux		Percuteur	Frasnois		
2 14 0 3	57	M 47	fg	30	3,2	2,6	2,8	Quartzite laiteux		Percuteur	Frasnois		
2 14 0 3	58	N 46	fg	16	3,2	3,3	1,4	Quartzite laiteux	brûlé	Percuteur	Frasnois		x
2 14 0 3	59	N 47	fg	30	5,8	8,9	1	Calcaire	éclat brûlé	Percuteur	Frasnois		x
2 14 0 3	60	M 49	fg	1100	12	11	6,5	Calcaire		Bloc enclume	Frasnois		
2 14 0 3	61	N 47	e	485	12,5	9	4	Calcaire	triangulaire, brûlé	Percuteur	Frasnois	X	x
2 14 0 3	62	N 48	fg	1200	12	10	10	Calcaire	brûlé ?	Bloc enclume	Frasnois		x
2 14 0 3	63	N 48	fg	2	1,8	1,6	0,7	Quartzite laiteux	éclat	Percuteur	Frasnois		
2 14 0 3	64	O 47	fg	6	2,7	2,1	0,8	Calcaire	éclat	Percuteur	Frasnois		
2 14 0 3	65	O 49	e	480	7,5	7,5	6,5	Calcaire		Percuteur	Frasnois		
2 14 0 3	66	O 49	fg	6	3,4	2,3	0,6	Quartzite laiteux	éclat	Percuteur	Frasnois		
2 14 0 3	67	M 47	e	75	3,8	3,9	3,5	Silex		boucharde	Frasnois	X	
2 14 0 3	68	N 47	e	135	6,3	3,8	3,8	Calcaire	quadrangulaire, un éclat sur arête	Percuteur	Frasnois	X	

Annexe 7 :
Inventaire des percuteurs de Chalain/Clairvaux

N° Inv.	M²	e/fg	pds (g)	Lg. (cm)	lg. (cm)	ép. (cm)	matière première	observations	Typo.	Local.	Lame	Photo ou dessin	Brûlé
2 14 0 3	69	O 46	e	1000	10	8,5	8,5	Calcaire	enlèvement sur une arête	Percuteur	Frasnois		
2 14 0 3	70	O 48	e	1000	13	7,5	7	Calcaire	une pointe, brûlé	Percuteur	Frasnois		x
2 14 0 3	71	O 48	e	1000	12	10	6,7	Calcaire	brûlé	Percuteur	Frasnois		x
2 14 0 3	72	O 49	fg	1000	9	9	9	Calcaire		Percuteur	Frasnois		
2 14 0 3	73	O 49	e	600	10	7	6	Calcaire		Percuteur	Frasnois		
2 14 0 3	74	O 49	fg	35	6	4,1	1,3	Calcaire	éclat	Percuteur	Frasnois		
2 14 0 3	75	O 49	fg	7	3	2,6	1	Calcaire	éclat brûlé	Percuteur	Frasnois		x
2 14 0 3	76	M 48	fg	315	9,5	5,5	5	Calcaire	brûlé ?	Percuteur	Frasnois		x
2 14 0 3	77	N 47	fg	10	2,9	2,5	1,6	Quartzite laiteux	brûlé	Percuteur	Frasnois		x
2 14 0 3	78	N 48	fg	10	3,8	2,2	0,8	Calcaire	éclat	Percuteur	Frasnois		
2 14 0 3	79	O 45	e	1000	13	9	7	Calcaire	brûlé	Percuteur	Frasnois		x
2 14 0 3	80	O 49	fg	325	9	6	5,5	Quartzite laiteux	brûlé	Percuteur	Frasnois		x
2 14 0 3	81	O 49	fg	110	9,5	4,5	1,5	Calcaire	un litage, brûlé ?	Percuteur	Frasnois		x
CL X													
2 10 0 3	01	CL X 1996	fg	330		/	/	Quartzite laiteux	nombreux fragments, brûlé	Percuteur	Lons		x
CL MM													
2 0 1 3	01	CS 97	e	175	10	5,7	3,5	Calcaire	Eclat calcaire, trace de découpe ?	Ind.	Lons		mono p 305
2 0 1 3	02	CW 100 V 5	e	380	7	6	6	Autre	une cupule de 2 cm de dia et 0,5 de prof.	boucharde	Lons		mono p 305
2 0 1 3	03	CX 99	e					Calcaire	Eclat calcaire	Ind.	?		mono p 305
2 0 1 3	04	CY 97	fg	83	7	3,5	3	Silex	Oblong	Percuteur	Frasnois		mono p 296 n° 2
2 0 1 3	05	CZ 93 212	e		3,9	3,4	3,2	Calcaire	inventorié en galet strié	Ind.	?		mono p 305
2 0 1 3	06	CZ 96	fg		7,2	4,5	3,3	Calcaire	inventorié en galet strié	Ind.	?		mono p 296, n° 4
2 0 1 3	07	CZ 97	e		4,7	3,3	1,8	Calcaire	inventorié en galet strié	Ind.	?		mono p 305
2 0 1 3	08	CZ-DA 99/100	e	352				Calcaire	percuteur sur galet	Ind.	?		mono p 296 n° 1
2 0 1 3	09	CZ-DA 99/100	e	660	9	7,5	7	Quartzite laiteux	Trace de percussion à une extrémité	Percuteur	Lons		mono p 305
2 0 1 3	10	DA 96	e	122				Calcaire	percuteur sur galet	Ind.	?		mono p 296 n° 5
2 0 1 3	11	DA 96	e		4,9	4,2	3,5	Calcaire	inventorié en galet piqueté.	Ind.	?		mono p 296, n° 6
2 0 1 3	12	DA 97	fg	95	6	5	3,5	Silex	difforme, anguleux	Percuteur	Frasnois		mono p 296 n° 3
2 0 1 3	13	DA 97	fg	195	6	7	5	Quartzite laiteux		Ind.	Lons		
2 0 0 3	02	CQ-CR 96 97	fg	10	3,3	2,4	1	Quartzite laiteux		Percuteur	Frasnois		
2 0 0 3	03	/	fg	31	4,1	3,1	2,9	Quartzite laiteux	brûlé	Ind.	Frasnois		x
2 0 10 3	01	CQ 101 I Ib//	fg	1				Quartzite laiteux	peut être en F	Ind.	Lons		
2 0 10 3	02	CR 100 I 47	e	490	8,4	7	6	Quartzite laiteux	bouchardé aux 2 extrémités, sphérique	Boucharde	Lons		
2 0 10 3	03	CR 100 I	fg	21	3,9	3,1	2,7	Quartzite laiteux	éclat brûlé	Percuteur	Lons		x
2 0 10 3	04	CR 101 I Ib//	fg	190	9	5,5	3,8	Quartzite laiteux	fragment, brûlé, points d'impacts sur la périphérie	Percuteur	Lons		x
2 0 10 3	05	CR 101 I Ib//	fg	50	3,8	3,6	2,9	Quartzite laiteux		Percuteur	Lons		
2 0 10 3	06	CS 98 II / 52	e	695	10,8	7,4	6,4	Calcaire	1 enlèvement à chaque extrémité	Percuteur	Lons		
2 0 10 3	07	CS 100 I Ib 14	fg	73	4,3	4,6	3,5	Quartzite laiteux	éclat	Boucharde	Lons		
2 0 10 3	08	CS 101 I Ib ///	fg	7	2,3	2,3	1,1	Quartzite laiteux	éclat	Percuteur	Lons		
2 0 10 3	09	CS 101 I Ib //	fg	7	2,4	1,7	1,7	Quartzite laiteux	éclat	Percuteur	Lons		
2 0 10 3	10	CS 102 I Ib / 11	fg	75	5,2	3,9	3,7	Quartzite laiteux	éclat brûlé	Percuteur	Lons		x
2 0 10 3	11	CT 101 I b //	fg	620	13,7	5,3	4,8	Calcaire	3 arêtes avec 1 enlèvement	Percuteur	Lons		

Annexe 7 :
Inventaire des perceurs de Chalain/Clairvaux

N° Inv.	M²	e/fg	pds (g)	Lg. (cm)	lg. (cm)	ép. (cm)	matière première	observations	Typo.	Local.	Lame	Photo ou dessin	Brûlé
2 0 10 3	12	CT 102 IIb /	fg	2	2,4	1,3	0,6	Quartzite laiteux	éclat	Percuteur	Lons		
2 0 10 3	13	CT 103 IIb /23	fg	35	5,1	3,8	1,9	Quartzite laiteux	éclat brûlé	Percuteur	Lons		x
2 0 10 3	14	CV 97 II	fg	11	3,5	2,4	1,4	Quartzite laiteux	éclat	Percuteur	Lons		
2 0 10 3	15	CW 101 II b/	fg	10	3,7	2	1,7	Ind.		Ind.	Lons		
2 0 10 3	16	CW 101 IIb * 3	e	95	5,5	4,5	3,5	Ind.		Boucharde	Frasnois	ok	
2 0 10 3	17	CZ 100 IIc 24bis	e	375	7	6,8	5,8	Calcaire	bouchardé aux 2 extrémités	Boucharde	Lons		
2 0 10 3	18	DA 97 IIa II b	e	1570	Ø10,5	.	.	Calcaire	boucharde sphérique totale	Boucharde	Lons	ok	
2 0 10 3	19	DA 102 IIb-III	e	1855	13,3	10,8	7,5	Calcaire	10 points d'impact à 1 extrémité	Percuteur	Lons		
2 0 10 3	20	DA 103 IIb-III	fg	26	3,5	2,3	2,5	Quartzite laiteux	brûlé	Percuteur	Lons		x
2 0 10 3	21	CY 99 II c //	fg	50	6,1	4,6	1,6	Silex	éclat brûlé	Ind.	Frasnois		x
2 0 10 3	22	DA 101 II b ///	fg	15	5,3	3,1	0,8	Ind.	éclat brûlé	Ind.	Frasnois		x
2 0 11 3	01	CS 101 II /// 6	fg	24	3,6	3,2	2,6	Quartzite laiteux	éclat brut	Percuteur	Lons		
2 0 11 3	02	CS 101 II /// 6	fg	13	3,3	3	1,7	Quartzite laiteux	éclat	Percuteur	Lons		
2 0 11 3	03	CT 100 II 54	fg	15	4	2,4	1,3	Quartzite laiteux	éclat	Percuteur	Lons		
2 0 11 3	04	CT 100 IIb 65	e	650	10,6	9	6	Quartzite laiteux	2 arêtes utilisées, ovulaire, pierre chauffée	Percuteur	Lons		x
2 0 11 3	05	CW 102 IIb //	e	290	7,2	6,3	5,2	Ind.	bouchardage périphérique, sphérique	Boucharde	Lons		
2 0 11 3	06	CY 99 IIb 9	fg	110	6	4	3,7	Quartzite laiteux	fragment brûlé	Boucharde	Lons		x
2 0 11 3	07	CY 101 II ///	e	380	7,5	6,8	5,2	Quartzite laiteux	bouchardage total, sphérique	Boucharde	Lons		
2 0 11 3	08	CZ 100 IIb	e	550	8,5	8,8	7,7	Quartzite laiteux	bouchardage sur 5 extrémités, triangulaire	Boucharde	Lons		
2 0 11 3	09	DA 98 Ic 20	fg	330	7,2	7,2	7,2	Calcaire	bouchardage total brisé en 2	Boucharde	Lons		
2 0 12 3	01	CQ 100 Ic 33	fg	70	5,7	5,4	2,8	Quartzite laiteux	éclat	Percuteur	Lons		
2 0 12 3	02	CR 100 I c 1	e	840	10,7	9,2	7	Quartzite laiteux	2 extrémités bouchardées, patatoïde, pierre chauffée	Boucharde	Lons		
2 0 12 3	03	CS 100 I c 5	e	370	8,5	7,4	5	Quartzite laiteux	2 extrémités bouchardées, triangulaire	Boucharde	Lons		
2 0 12 3	04	CS 100 Ic	fg	15	4	3,2	1,7	Quartzite laiteux	éclat brûlé	Percuteur	Lons		x
2 0 12 3	05	CU 97 Ic	fg	32	4,8	4,2	1,7	Quartzite laiteux	éclat	Boucharde	Lons		
2 0 12 3	06	CV 103 I c	fg	1				Quartzite laiteux		Ind.	Lons		
2 0 12 3	07	CX 98 Ic	fg	8	2,5	2	1	Quartzite laiteux	éclat	Percuteur	Lons		
2 0 15 3	01	CQ 98 Ib	fg	3	2,4	1,2	0,9	Quartzite laiteux	éclat	Percuteur	Lons		
2 0 15 3	02	CQ 101 Ia 4	fg	20	2,7	2,3	2	Quartzite laiteux	éclat brûlé	Percuteur	Lons		x
2 0 15 3	03	CR 98 Ib //7	fg	250	7	5,7	4,5	Quartzite laiteux	fragment brûlé	Percuteur	Lons		x
2 0 15 3	04	CR 101 Ia	fg	2	2	1,3	0,5	Quartzite laiteux	éclat	Percuteur	Lons		
2 0 15 3	05	CR 102 Ib 44	fg	450	8,5	7,5	5	Quartzite laiteux	bouchardage périphérique, 1/2	Boucharde	Lons		
2 0 15 3	06	CR 102 Ib 44	fg	17	4	3,6	2	Quartzite laiteux	éclat, réutilisation en pierre chauffée	Percuteur	Lons		x
2 0 15 3	07	CR 102 Ib 44	fg	10	4	3	1	Quartzite laiteux	éclat, réutilisation en pierre chauffée	Percuteur	Lons		x
2 0 15 3	08	CS 98 Ib 30	fg	101	6,5	5,7	3,5	Quartzite laiteux	éclat brûlé	Boucharde	Lons		x
2 0 15 3	09	CS 99 Ib	fg	3	2,2	1,7	1,2	Quartzite laiteux	éclat	Percuteur	Lons		
2 0 15 3	10	CS 100 Ib	fg	2	.	.	.	Quartzite laiteux	2 éclats brûlés	Percuteur	Lons		x
2 0 15 3	11	CT 101 Ib	fg	2	2,5	0,9	0,8	Quartzite laiteux	éclat	Percuteur	Lons		
2 0 15 3	12	CV 100 I c 4	fg	82	6,5	4,5	3,4	Quartzite laiteux	brûlé	Percuteur	Lons		x
2 0 15 3	13	CY 100 I c 5	fg	55	5,8	3,7	2,3	Calcaire	éclat, réutilisation en pierre chauffée	Boucharde	Lons		x
2 0 15 3	14	CV 102 Ib 12	e	535	Ø 7	.	.	Calcaire	bouchardage total	Boucharde	Lons		
2 0 15 3	15	CV 102 Ib 13	fg	50	5,2	3,7	2,4	Ind.	éclat brûlé	Boucharde	Frasnois		x
2 0 15 3	16	CW 99 Ib 34	fg	80	4,8	4,6	3,2	Quartzite laiteux	éclat	Percuteur	Lons		
2 0 15 3	17	CY 97 Ib 21	fg	60	5,2	3,3	2,3	Quartzite laiteux	éclat brûlé	Boucharde	Lons		x
2 0 15 3	18	CY 97 Ib	fg	12	3,1	2,2	1,4	Quartzite laiteux	éclat	Percuteur	Lons		
2 0 15 3	19	CZ 101 Ia 4	fg	75	5,6	4,2	2,5	Quartzite laiteux	éclat brûlé	Boucharde	Lons		x
2 0 15 3	20	CZ 101 Ia	fg	35	5	3,2	2,3	Quartzite laiteux	éclat brûlé	Boucharde	Lons		x
2 0 15 3	21	CZ 101 Ia	fg	16	.	.	.	Quartzite laiteux	3 éclats brûlés	Percuteur	Lons		x

Annexe 7 :
Inventaire des percuteurs de Chalain/Clairvaux

N° Inv.	M²	e/fg	pds (g)	Lg. (cm)	lg. (cm)	ép. (cm)	matière première	observations	Typo.	Local.	Lame	Photo ou dessin	Brûlé
20153	22	CZ 101 Ia	fg	13	3,4	2	1,5	Quartzite laiteux	éclat brûlé	Percuteur	Lons		x
20153	23	CZ 101 Ib	e	1080	14,5	12,5	6,8	Calcaire	1 arête avec 3 enlèvements	Percuteur	Lons		
20153	24	CZ 101 Ib	fg	2	1,8	1,4	0,4	Quartzite laiteux	éclat	Percuteur	Lons		
20153	25	DA 101 Ib	fg	11	3,5	2,6	1	Quartzite laiteux	éclat brûlé	Boucharde	Lons		x
20163	01	/	fg	35	4	3,6	3	Silex	1 pointe bouchardée	Boucharde	Frasnois		
20163	02	/	fg	2				Quartzite laiteux	2 fragments	Ind.	Lons		
20163	03	CP 108 I b	fg	21	3,8	2,8	1,3	Quartzite laiteux	éclat brûlé	Percuteur	Lons		x
20163	04	CP 108 I	fg	13	2,9	2,8	1,8	Quartzite laiteux	brûlé	Percuteur	Lons		x
20163	05	CP 108 I	fg	2	2	1,5	1	Quartzite laiteux	éclat brûlé	Boucharde	Lons		x
20163	06	CP 108 I	fg	30	4,5	3	1,7	Quartzite laiteux	éclat	Boucharde	Lons		
20163	07	CP 108 I	fg	13	3,8	3,2	1,2	Quartzite laiteux	éclat, réutilisation dans un foyer	Percuteur	Lons		x
20163	08	CP 109 I	fg	9	.	.	.	Quartzite laiteux	2 fragments brûlés	Percuteur	Lons		x
20163	09	CP 110 I	e	675	9,8	7,8	7,8	Quartzite laiteux	2 extrémités bouchardées, ovulaire	Boucharde	Lons		
20163	10	CP 110 I	fg	220	9	5,2	3,2	Quartzite laiteux	brisé en 4, réutilisation dans un foyer	Boucharde	Lons		x
20163	11	CP 110 I	fg	100	6,4	5,5	3	Quartzite laiteux	éclat, réutilisation dans un foyer	Percuteur	Lons		x
20163	12	CP 110 I	fg	5	2,4	1,8	1,2	Quartzite laiteux	éclat, réutilisation dans un foyer	Percuteur	Lons		x
20163	13	CQ 98 I 1	e	370	7	6,3	6	Quartzite laiteux	bouchardage périphérique, sphérique	Boucharde	Lons		
20163	14	CQ 100 I 46	fg	160	5,6	4,8	4	Silex	bouchardage sur 1 extrémité, brûlé	Boucharde	Frasnois		x
20163	15	CQ 108 I	fg	18	4,4	3	1,3	Ind.	éclat très noir, réutilisation dans un foyer	Percuteur	Lons		x
20163	16	CQ 108 I	fg	5	2,5	2,3	1,2	Quartzite laiteux	éclat, réutilisation dans un foyer	Percuteur	Lons		x
20163	17	CQ 110 I	fg	2	1,5	1,4	0,8	Quartzite laiteux		Percuteur	Lons		
20163	18	CR 98 I 30	e	345	7,5	7	4,5	Quartzite laiteux	2 extrémités bouchardées, triangulaire	Boucharde	Lons		
20163	19	CR 98 I 31	fg	100	5,6	5,4	3,7	Quartzite laiteux	éclat brûlé	Boucharde	Lons		x
20163	20	CR 100 I	fg	3	2,3	1,3	0,9	Quartzite laiteux	éclat, réutilisation dans un foyer	Percuteur	Lons		x
20163	21	CR 101 I	e	205	8,2	4,9	4,8	Quartzite laiteux	impacts aux 2 extrémités, oblong	Percuteur	Lons		
20163	22	CR 102 I 15	e	330	7,4	7	5,2	Quartzite laiteux	bouchardage périphérique, ovulaire	Boucharde	Lons		
20163	23	CR 102 I 202	fg	25	3,5	2,8	2,6	Quartzite laiteux	3 pointes utilisées	Percuteur	Lons		
20163	24	CR 102 I	fg	16	3,7	2,4	2,3	Silex	éclat brûlé	Boucharde	Frasnois		x
20163	25	CR 109 I	fg	150	6	5	5	Quartzite laiteux	éclat	Boucharde	Lons		
20163	26	CR 109 I	fg	15	3,6	2,7	1,7	Quartzite laiteux	éclat, réutilisation dans un foyer	Boucharde	Lons		x
20163	27	CR 109 I	fg	4	2,5	1,4	1,1	Quartzite laiteux	éclat brûlé	Percuteur	Lons		x
20163	28	CS 98 Ib	fg	135	6,2	6,2	3,4	Quartzite laiteux	éclat brûlé	Percuteur	Lons		x
20163	29	CS 100 I 7	e	615	10,2	7,6	6,4	Quartzite laiteux	3 extrémités utilisées, 1 concavité	Boucharde	Lons	ok	
20163	30	CS 100 I	fg	10	3,7	2	1,2	Ind.	éclat	Percuteur	Lons		
20163	31	CS 100 I 18	fg	8	3,6	2	1,2	Quartzite laiteux	éclat	Percuteur	Lons		
20163	32	CS 101 I 2	fg	16	4,6	2,5	1,5	Quartzite laiteux	éclat	Percuteur	Lons		
20163	33	CS 101 I	fg	12	3	2,5	1,4	Quartzite laiteux	éclat	Percuteur	Lons		
20163	34	CS 101 I 38	fg	10	3,5	1,9	1,4	Quartzite laiteux	fragment, point d'impact sur 1 pointe	Percuteur	Lons		
20163	35	CS 102 I	fg	7	2,7	2	1,3	Quartzite laiteux	éclat	Percuteur	Lons		
20163	36	CS 103 I 4	e	615	8,5	8,4	7	Quartzite laiteux	bouchardage périphérique, sphérique	Boucharde	Lons		
20163	37	CS 103 I	fg	70	6,5	5,6	1,8	Quartzite laiteux	fragment, quelques points d'impacts sur 1 arête	Percuteur	Lons		
20163	38	CV 96 I 18	e	355	9	6	5	Quartzite laiteux	2 extrémités utilisées, patatoïde	Boucharde	Lons		
20163	39	CV 101 I 27	e	480	9	8,4	6	Quartzite laiteux	bouchardé sur 5 pointes, quadrangulaire	Boucharde	Lons		
20163	40	CV 102 I	fg	105	.	.	.	Quartzite laiteux	4 éclats brûlés	Percuteur	Lons		x
20163	41	CV 102 I 11	fg	30	5,1	4,7	1,6	Quartzite laiteux	éclat brûlé	Boucharde	Lons		x
20163	42	CV 103 I	fg	2,5	2,7	1,6	0,6	Ind.	éclat	Percuteur	Lons		
20163	43	CW 101 I	fg	4	2,3	1,9	1,5	Quartzite laiteux	éclat	Percuteur	Lons		
20163	44	CX 98 I	fg	15	3,6	2,1	1,8	Quartzite laiteux	éclat	Percuteur	Lons		

Annexe 7 :
Inventaire des percuteurs de Chalain/Clairvaux

N° Inv.	M²	e/fg	pds (g)	Lg. (cm)	lg. (cm)	ép. (cm)	matière première	observations	Typo.	Local.	Lame	Photo ou dessin	Brûlé
2 0 16 3	45	CX 101 I	fg	6	2,9	1,9	1	Quartzite laiteux	éclat brûlé	Percuteur	Lons		x
2 0 16 3	46	CX 101 I	fg	3	2,2	1,9	0,8	Quartzite laiteux	éclat	Percuteur	Lons		
2 0 16 3	47	CY 97	fg	20	3,7	3,2	2,2	Quartzite laiteux	fragment, brûlé	Percuteur	Lons		x
2 0 16 3	48	CZ 93 I	fg	20	3,5	3,3	2,4	Quartzite laiteux	éclat brûlé	Percuteur	Lons		x
2 0 16 3	49	CZ 98 I 26	fg	13	5,6	2,9	0,8	Calcaire	éclat	Percuteur	Lons		
2 0 16 3	50	CZ 101 I 23	fg	32	3,3	2,5	2,5	Quartzite laiteux	éclat brûlé	Percuteur	Lons		x
2 0 16 3	51	CZ 102 I 14	e	780	11	7,5	5,6	Ind.	bouchardage périphérique continu et extrémité large, hémisphérique	Boucharde	Lons		
2 0 16 3	52	DA 93 I 17	fg	70	5,7	4	3,3	Quartzite laiteux	éclat	Boucharde	Lons		
2 0 16 3	53	DA 96 I 3	e	495	10,4	7,8	4,4	Quartzite laiteux	bouchardage périphérique, ovulaire	Boucharde	Lons		
2 0 16 3	54	DA 97 I 6	e	205	5,9	5,6	4,8	Silex	bouchardage périphérique continu	Boucharde	Frasnois	ok	
2 0 16 3	55	DA 97 I 8	fg	114	6,5	5	3,8	Quartzite laiteux	éclat	Boucharde	Lons		
2 0 16 3	56	DA 99 I	e	400	8,6	6,7	6,3	Quartzite laiteux	2 extrémités bouchardées, trapézoïdale	Boucharde	Lons		
2 0 16 3	57	DA 102 I	fg	26	5,5	3,2	1,5	Quartzite laiteux	éclat	Boucharde	Lons		
2 0 16 3	58	DA 103 I 21	e	525	10,9	7,4	6	Quartzite laiteux	enlèvements sur 2 extrémités et 2 arêtes, brûlé, oblong	Percuteur	Lons		x
2 0 16 3	59	CW 102 I	fg	10	2,7	1,9	1,8	Silex		Ind.	Frasnois		
2 0 16 3	60	/	fg	15	4,1	3,7	1,1	Silex	éclat	Ind.	Frasnois		
2 0 16 3	61	CV 97 I	e	30	5	3,7	1,8	Ind.	éclat	Ind.	Frasnois		
2 0 16 3	62	CR 101 I	fg	3	2,7	1,3	1,2	Ind.	Brûlé	Ind.	Frasnois		x
2 0 2 3	01	CL 65 IV	fg	3	1,9	1,6	0,9	Quartzite laiteux	fragment cassé de partout	Percuteur	Lons		
2 0 2 3	02	CN 65 VII	fg	30	4,7	3,6	1,9	Quartzite laiteux	fragment brûlé	Percuteur	Lons		x
2 0 2 3	03	CN 65 VII	fg	35	5	4,3	2,4	Quartzite laiteux	fragment brûlé, point d'impact sur une arête	Percuteur	Lons		x
2 0 2 3	04	CN 67 VII	fg	20	4,2	2,6	1,7	Quartzite laiteux	fragment brûlé, point d'impact sur une arête	Percuteur	Lons		x
2 0 2 3	05	CL 1973 sondage	fg	17	/	/	/	Quartzite laiteux	12 fragments brûlés	Percuteur	Lons		x
2 0 2 3	06	CL 1973 sondage	fg	2	1,5	1,4	0,7	Quartzite laiteux	brûlé	Percuteur	Lons		x
2 0 3 3	01	CQ 101 III //// a1	fg	250	8	7,2	4,2	Quartzite laiteux	1/2, extrémité bouchardée	Boucharde	Lons		
2 0 3 3	02	CR 100 III //// 12	fg	185	7,3	5,9	3,7	Quartzite laiteux	1 extrémité bouchardée, réutilisation en pierre chauffée	Boucharde	Lons		x
2 0 3 3	03	CR 101 III //// °°°°	fg	18	3,1	2,1	2,3	Quartzite laiteux	éclat	Percuteur	Lons		
2 0 3 3	04	CR 101 III //// °8	fg	15	3,8	2,7	1,2	Quartzite laiteux	éclat	Boucharde	Lons		
2 0 3 3	05	CS 98 III //// 3	e	285	7,4	7,4	5	Quartzite laiteux	2 extrémités bouchardées, quadrangulaire	Boucharde	Lons		
2 0 3 3	06	CU (V?)101 III ////**	fg	56	5,4	3,5	3,2	Quartzite laiteux	éclat brûlé	Boucharde	Lons		x
2 0 3 3	07	CV 100 III ////	fg	7	2,5	1,9	1,6	Quartzite laiteux	éclat brûlé	Percuteur	Lons		x
2 0 3 3	08	CV 101 III ////**	e	1915	16	10,5	9,5	Calcaire	4 traces d'impact, bloc-enclume ?	Percuteur	Lons		
2 0 3 3	09	CW 100 III ////	fg	5				Quartzite laiteux	3 éclats brûlés	Percuteur	Lons		x
2 0 3 3	10	CX 101 IIIb	fg	0,5	2	1	0,2	Quartzite laiteux	éclat	Percuteur	Lons		
2 0 3 3	11	CY 99 III ////	e	320	8	6,7	5,5	Quartzite laiteux	2 extrémités bouchardées, triangulaire	Boucharde	Lons		
2 0 4 3	01	CS 96 III	e	605	9,8	8,2	7,5	Quartzite laiteux	4 extrémités bouchardées, triangulaire	Boucharde	Lons		
2 0 6 3	01	CQ 98 III /3	e	645	8,5	8,5	8	Quartzite laiteux	bouchardage total	Boucharde	Lons	ok	
2 0 6 3	02	CQ 99 III /// 15	e	420	8,2	7,5	6,4	Quartzite laiteux	1 extrémité largement bouchardée, sphérique	Boucharde	Lons		
2 0 6 3	03	CQ 99 III /// 16	fg	55	4,9	4,9	3	Quartzite laiteux	éclat brûlé	Percuteur	Lons		x
2 0 6 3	04	CQ 99 III /// 16	fg	20	3,7	2,5	2,2	Quartzite laiteux	éclat brûlé	Percuteur	Lons		x
2 0 6 3	05	CQ 101 III /0	fg	2	2,2	1,5	0,5	Quartzite laiteux	éclat	Percuteur	Lons		
2 0 6 3	06	CQ 101 III //**	e	330	7,5	6,5	6,5	Quartzite laiteux	bouchardage total, sphérique	Boucharde	Lons		
2 0 6 3	07	CQ 101 III //**	fg	235	8,5	6,2	4,5	Quartzite laiteux	éclat+ 1 fragment, réutilisation en pierre chauffée	Boucharde	Lons		x
2 0 6 3	08	CQ 101 IIIb	fg	11	2,9	1,8	1,5	Quartzite laiteux	éclat	Percuteur	Lons		
2 0 6 3	09	CR 98 III /	fg	20	3,1	2,6	1,9	Quartzite laiteux	éclat	Percuteur	Lons		
2 0 6 3	10	CR 99 III ///	fg	125	8	4,5	3,5	Quartzite laiteux	éclat brûlé	Percuteur	Lons		x
2 0 6 3	11	CR 101 III /°	e	520	9,3	8,2	6,4	Quartzite laiteux	2 extrémités utilisées, ovulaire	Boucharde	Lons		

Annexe 7 :
Inventaire des perceurs de Chalain/Clairvaux

N° Inv.	M²	e/fg	pds (g)	Lg. (cm)	lg. (cm)	ép. (cm)	matière première	observations	Typo.	Local.	Lame	Photo ou dessin	Brûlé
2 0 6 3	12	CU 97 III	fg	4	2,7	1,6	1,1	Quartzite laiteux	éclat	Percuteur	Lons		
2 0 6 3	13	CV 98 III ///	fg	140	8,5	5,5	2,5	Ind.	brisé en 2. 1 enlèvement à 1 extrémité	Percuteur	Lons		
2 0 6 3	14	CV 98 III ///	fg	3	1,9	1,5	0,6	Quartzite laiteux	éclat	Percuteur	Lons		
2 0 6 3	15	CV 99 III ///	fg	3	1,8	1,4	1	Quartzite laiteux	éclat	Percuteur	Lons		
2 0 6 3	16	CW 99 III ///	fg	235	6,8	6,3	4,7	Quartzite laiteux	brisé en 2	Percuteur	Lons		
2 0 6 3	17	CW 103 III ///	fg	5	2	1,8	1,5	Quartzite laiteux	éclat brûlé	Percuteur	Lons		x
2 0 6 3	18	CY 100 III ///	e	675	8,9	8,7	8	Quartzite laiteux	2 arêtes utilisées, quadrangulaire, brûlé	Percuteur	Lons		x
2 0 6 3	19	DA 101 III****	e	1070	13,8	9,7	5,5	Calcaire	brûlé, 1 enlèvement sur 3 extrémités	Percuteur	Lons		x
2 0 6 3	20	DA 101 III***	e	260	5,8	5,8	4,7	Calcaire	bouchardage total	Boucharde	Lons		
2 0 7 3	01	CQ 97 IId 21	fg	340	7,8	5,5	4,9	Quartzite laiteux	1/2, bouchardage aux extrémités	Boucharde	Lons		
2 0 7 3	02	CQ 101 III 3è 10	e	790	11,2	8,9	7	Quartzite laiteux	4 pointes utilisées, quadrangulaire	Percuteur	Lons		
2 0 7 3	03	CR 93 (8) ? IIb ///	fg	13	3	2,7	1,7	Quartzite laiteux	éclat brûlé	Percuteur	Lons		x
2 0 7 3	04	CR 97 IId 6	fg	215	8,3	7,4	3,7	Quartzite laiteux	1/2, bouchardage périphérique	Boucharde	Lons		
2 0 7 3	05	CS 103 III /	fg	10	2,9	2,2	1,3	Quartzite laiteux	éclat brûlé	Percuteur	Lons		x
2 0 7 3	06	CT 102 III / 8	fg	1650	15,5	9	8	Calcaire	4 arêtes utilisées	Percuteur	Lons		
2 0 7 3	07	CU 103 III /	fg	40	5,8	3,2	2,1	Quartzite laiteux	éclat brûlé	Percuteur	Lons		x
2 0 7 3	08	CU 103 III /	fg	4	3	2	0,9	Quartzite laiteux	éclat	Percuteur	Lons		
2 0 7 3	09	CV 100 III /	fg	24	3,8	3,3	2,4	Quartzite laiteux	éclat	Percuteur	Lons		
2 0 7 3	10	CV 100 III /	fg	6	2,8	1,2	1	Quartzite laiteux	éclat	Percuteur	Lons		
2 0 7 3	11	CV 101 IIc /// 25	fg	105	7,3	4,5	3,9	Quartzite laiteux	éclat brûlé	Boucharde	Lons		x
2 0 7 3	12	CV 102 III /	fg	65	4,7	3,8	3,8	Quartzite laiteux	éclat	Percuteur	Lons		
2 0 7 3	13	CV 103 III /	fg	80	5,8	5,5	3,2	Quartzite laiteux	éclat brûlé	Percuteur	Lons		x
2 0 7 3	14	CV 103 III /	fg	11	2,5	2,5	1,8	Quartzite laiteux	éclat brûlé	Percuteur	Lons		x
2 0 7 3	15	CW 102 III / 17	fg	265	7,6	7	5	Quartzite laiteux	éclat brûlé	Boucharde	Lons		x
2 0 7 3	16	CX 98 III /	fg	2	2	1,5	0,7	Quartzite laiteux		Percuteur	Lons		
2 0 7 3	17	DA 101 o III	fg	17	5,2	3,6	1,2	Calcaire	éclat	Percuteur	Lons		
2 0 7 3	18	ind	fg	2	/	/	/	Quartzite laiteux	2 fragments	Percuteur	Lons		
2 0 8 3	01	CT 102 II c // 2	fg	435	10,8	5,9	5	Quartzite laiteux	1/2, extrémité bouchardée	Boucharde	Lons		
2 0 8 3	02	CV 99 IIc ///	fg	45	5,3	2,9	2	Quartzite laiteux	éclat brûlé	Percuteur	Lons		x
2 0 8 3	03	CW 100 IIc ///	fg	20	3,5	2,8	1,8	Quartzite laiteux		Percuteur	Lons		
2 0 8 3	04	CX 102 II c ///	fg	375	11	7	6	Quartzite laiteux	éclat	Percuteur	Lons		
2 0 8 3	05	CX 103 IIc ///	fg	75	5	4,5	3,8	Quartzite laiteux	éclat brûlé	Percuteur	Lons		x
2 0 8 3	06	CY 99 IIc /// 2	e	1590	14,5	10,5	10	Calcaire	enlèvements sur 1 arête	Percuteur	Lons		
2 0 9 3	01	CQ 99 IIc/	fg	1	1,5	1,4	0,5	Quartzite laiteux	éclat	Percuteur	Lons		
2 0 9 3	02	CS 100 IIc / 1	fg	30	5	3,3	2	Quartzite laiteux	éclat brûlé	Percuteur	Lons		x
2 0 9 3	03	CV 102 IIc //	fg	13	2,7	2,2	1,7	Quartzite laiteux	éclat brûlé	Percuteur	Lons		x
2 0 9 3	04	CX 102 IIc //	fg	10	2,7	2,2	1,8	Quartzite laiteux	éclat brûlé	Percuteur	Lons		x
2 0 9 3	05	CY 101 II c /	e	175	7,5	5	5	Ind.	1 extrémité bouchardée	Boucharde	Lons		
2 0 9 3	06	CZ 101 IIc / 11	e	3085	16,5	14,5	10	Calcaire	1 enlèvement à 1 extrémité	Percuteur	Lons		

Annexe 8 :

Inventaire des blocs-enclumes
de Chalain/Clairvaux

Annexe 8 :
Inventaire des blocs-enclumes de Chalain/Clairvaux

N° Inv.		M²	Pds (g)	Lg. (cm)	lg. (cm)	ép. max (cm)	Matière première	observations	Brûlé	Localisation
CH 2										
1 2 2 4	01	V 69 A	2720	20,4	11,9	6,4	calcaire	1 enlèvement sur 1 arête, origine morainique		Lons
1 2 1 4	01	C 57 C	7900	23	17	15,5	calcaire	10 arêtes utilisées		Frasnois
1 2 1 4	02	D 57 C	6500	23	21	14	calcaire	enlèvements sur 3 arêtes, origine morainique		Lons
1 2 1 4	03	E 57 C	16800	37	17	17	calcaire	5 arêtes utilisées, origine morainique		Lons
CH 3										
1 3 1 4	01	Gc75 VIII	4410	19,9	12,2	13,2	calcaire	enlèvements sur 2 arêtes		Lons
1 3 1 4	02	Gc 81 VIII	3700	21,5	12,5	8	calcaire	3 arêtes à enlèvements multiples		Lons
1 3 1 4	03	Lc 77 VIII	3000	17,5	11,4	11,9	calcaire	4 arêtes à enlèvements multiples	x	Lons
1 3 1 4	04	Ub 81 VIII	3100	21,5	14,5	7,6	calcaire	1 arête à enlèvements multiples	x	Lons
1 3 2 4	01	Dc 81 VI	9000	30	26,5	12,5	calcaire	3 arêtes à enlèvements multiples		Lons
1 3 2 4	02	Kc 77 VI	14500	37,5	24	15	calcaire	quelques enlèvements sur 1 arête, provenance d'éboulis		Lons
1 3 2 4	03	Kc 85 VI	2700	16	11	8	calcaire	enlèvements sur 2 arêtes		Lons
1 3 3 4	01	Lc 83 IV	5800	33,5	18	8	calcaire	2 arêtes à enlèvements continus		Lons
1 3 4 4	01	Lc 81 IIc /	11500	24	18,5	13	calcaire	quelques enlèvements sur 1 arête		Lons
CH 4										
1 4 1 4	01	HF 64 G	3100	21,5	13	7	calcaire	2 arêtes très utilisées		Frasnois
1 4 1 4	02	JF 68 G	8500	23	20	14	calcaire	série d'enlèvements sur arête supérieure		Lons
1 4 1 4	03	MF 65 G	8800	28,5	21	12	calcaire	3 arêtes avec enlèvements		?
1 4 2 4	01	DF 61 F	14800	25	25	15	calcaire	nombreux enlèvements sur 2 arêtes		Lons
1 4 2 4	02	EF 62 F	9500	27	21	13,5	calcaire	2 arêtes avec enlèvements		Lons
1 4 2 4	03	FF 59 F	13500	28	18,5	14,5	calcaire	enlèvements sur 1 arête 1 enlèv. sur 1 extrémité		Lons
1 4 2 4	04	GF 70 F	10500	20	20	17	calcaire	quelques enlèvements sur 1 extrémité		Lons
1 4 2 4	05	JF 68 F	14000	29	23	18,5	calcaire	enlèvements sur 1 arête et sur 1 extrémité		Lons
1 4 2 4	06	MF 60 F	3330	24	13,5	7	calcaire	fragment, nombreux enlèvements sur 2 arêtes		Lons
1 4 2 4	07	NF 65 F	8000	42	17	11	calcaire	1 arête courte utilisée		Lons
1 4 2 4	08	NF 67 F	2900	20	13	13	calcaire	2 enlèvements à 1 extrémité		Lons
1 4 2 4	09	PF 64 F	19000	43	17	16	calcaire	quelques enlèvements possibles sur 2 arêtes, pièce très corrodée		Lons
1 4 2 4	10	XE 62 F	3000	18	11	6,5	calcaire coquillier	fragment, enlèvements sur 2 arêtes	x	Lons
1 4 3 4	01	DF 61 E	1817	14	14	8,5	calcaire	pièce incomplète, enlèvements sur 1 arête	x	Lons
1 4 3 4	02	GF 66 E	3700	18,5	16	7,5	calcaire	nombreux enlèvements sur 4 arêtes		Lons

Annexe 8 :
Invetaire des blocs-enclumes de Chalain/Clairvaux

N° Inv.		M²	Pds (g)	Lg. (cm)	lg. (cm)	ép. max (cm)	Matière première	observations	Brûlé	Localisation
1 4 3 4	03	NF 66 E	6500	23	19	10	calcaire	quelques enlèvements sur 2 extrémités		Lons
1 4 3 4	04	NF 67 E	12000	28	18	17,5	calcaire	1 arête utilisée avec enlèvements	x	Lons
1 4 3 4	05	OF 68 E	16200	29	25	18	calcaire	nombreux enlèvements sur 2 arêtes		Lons
1 4 4 4	01	DF 60 D	8000	23	14	14	calcaire	4 arêtes avec enlèvements		Frasnois
1 4 4 4	02	GF 61 D	13000	26	25	18	calcaire	nombreux enlèvements sur 2 arêtes		Lons
1 4 4 4	03	GF 64 D	8100	23	19	14	calcaire	enlèvements multiples sur arête supérieure		Lons
1 4 4 4	04	NF 65 D	8300	22	19	16	calcaire	quelques enlèvements sur 1 arête	x	Lons
1 4 4 4	05	NF 66 D	13800	26	23	19,5	calcaire	nombreux enlèvements sur 4 arêtes		Lons
1 4 4 4	06	NF 66 D	8300	29	24	10	calcaire	2 enlèvements sur 1 arête		Lons
1 4 4 4	07	OF 65 D	9200	20	19	17	calcaire	2 arêtes avec enlèvements		Lons
1 4 4 4	08	WE 64 D	4100	22	21	8	calcaire	plusieurs enlèvements aux 2 extrémités		Lons
1 4 4 4	09	XE 60 D	3600	20	10	12	calcaire	quelques traces d'impacts sur 1 arête		Lons
CH 19										
1 19 1 4	01	CH 102	4100	20	16,5	8	calcaire			Frasnois
1 19 2 4	01	CB 105	918	13	6,2	6,5	calcaire			Lons
1 19 2 4	02	CE 101	1115	9,8	9,4	7,6	calcaire	vu dans les listings papier		?
1 19 2 4	03	CG 102	1110	12	8,7	8,5	calcaire	vu dans les listings papier		?
1 19 3 4	01	CC 107	874	11	12	7	calcaire	pyramidale		Lons
1 19 3 4	02	CC 108	> 20kg	55	19	20	calcaire			Lons
1 19 3 4	03	CD 106	1266	17	9,6	5,6	calcaire			Lons
1 19 3 4	04	CC 105	3620	22,3	12	11,2	calcaire	vu dans les listings papier		?
1 19 3 4	05	CJ 104	1525	15	10,2	6,1	calcaire	vu dans les listings papier		?
1 19 3 4	06	CK 103	6030	22	17	11,5	calcaire	vu dans les listings papier		?
1 19 4 4	01	BP 116	618	10	7,7	5	calcaire			Lons
1 19 4 4	02	BH 115	4040	30,2	19,5	5,5	calcaire	vu dans les listings papier		?
1 19 4 4	03	BN 120	249	15,6	10,9	10	calcaire	vu dans les listings papier		?
CL III										
2 3 1 4	01	Δ3 V III	3060	21	13,5	12	calcaire coquillier à géode de calcite	percussion sur une arête		Lons
2 3 2 4	01	Δ10 C niv 0	2040	17,5	11	6	calcaire	sur galet		Lons

Annexe 9 :

Inventaire et
description des lames minces
du matériel lithique pondéreux
de Chalain/Clairvaux

Description des lames minces :
Bilan général

N° Inv.	M 2	Catégorie	Détermination macroscopique	Lame	Détermination	Provenance possible	Lame faite à	
1 19 2 2	09	CH 103	Calcaire	grès		Biopel sparite dolomitisée	Locale	Lyon
2 3 1 1	06	Δ3 E II d	Calcaire	calcaire		Biosparite à entroques et crinoïde	Locale (Jurassique moyen)	Lyon
1 19 4 1	07	CQ 120	Calcaire	calcaire		Intra bio sparite à oolithes	Locale (Jurassique supérieur)	Lyon
1 19 2 1	02	CB 105	Calcaire	calcaire		Intra oosparite	Locale (Jurassique supérieur)	Lyon
2 3 1 1	04	Δ3 E II d	Calcaire	calcaire		Intra oosparite	Locale (Jurassique supérieur)	Lyon
1 2 1 1	14	M 71 C	Calcaire	calcaire		Intrabiosparite à intraclaste micritique	Locale (Jurassique supérieur)	Lyon
1 2 1 1	13	M 71 C	Calcaire	calcaire		Intraoosparite à dolomite	Locale (Jurassique supérieur)	Lyon
2 0 16 1	33		Calcaire	calcaire coquillier grossier		Oobio micrite parfois sparitique	Locale (Jurassique supérieur)	Lyon
1 3 1 1	08	Fe 85 VIII	Calcaire	calcaire		Oobiosparite	Locale (Jurassique supérieur)	Lyon
1 3 0 1	02	Oc 111 II-IV	Calcaire	calcaire		Oomicrite	Locale (Jurassique supérieur)	Lyon
2 0 15 1	17	DA 101 I b	Calcaire	calcaire		Oomicrite	Locale (Jurassique supérieur)	Lyon
2 3 2 1	03	D 915	Calcaire	calcaire		Oosparite	Locale (Jurassique supérieur, Argovien)	Lyon
1 3 3 1	07	MC 82 IV	Calcaire	calcaire		Calcaire(marneux) bleue à entroques	Locale	Lyon
2 0 8 2	09	CX 100 II c ///	Calcaire	calcaire sombre très lité		Microcodium très lité		Lyon
2 0 9 2	07	DA 99 II d 19	Calcaire	calcaire sombre très lité		Microcodium très lité		Lyon
2 2 0 1	02	Δ 103 J	Calcaire	calcaire	introuvable	/		Besançon
1 3 2 1	09	JC 85 VI	Sédimentaire	roche blanche grain très fin, grès ?		Meulière, calcaire silicifié à characées		Lyon
2 0 16 2	15	CW 101 I	Sédimentaire	grès fin lité		Silex - Biomicrite à organisme globulaire microoculaire silicifié		Lyon
1 2 0 3	11	CH2/2-4	Sédimentaire	quartzite laiteux		Silex (calcrète silicifié)	Locale	Lyon
1 2 2 3	34	Q 67 A	Sédimentaire	quartzite laiteux		Silex (calcrète silicifié)	Locale	Lyon
1 2 4 3	08	D 33 /3	Sédimentaire	quartzite laiteux		Silex (calcrète silicifié)	Locale	Lyon
1 2 1 1	15	N 62 C et M 69 C et M 70 C	Cristalline	orthogneiss		Blastomylonite, méta granite à tiède, pauvre en micas	Aar	Lyon
1 2 1 1	10	L 72 C	Cristalline	métagranite blanc		Métagranite (granite écrasé) à biotites "incolores"	Aar	Lyon
2 0 15 1	07	CR 100	Cristalline	gneiss grossier		Métagranite à biotites	Aar	Lyon
1 2 1 1	20	Ta 65 C et D 64 C	Cristalline	métagranite blanc	X (2)	Métagranite à biotites "incolores"	Aar	Lyon
1 4 4 1	12	NF 60 VII	Cristalline	métagranite blanc		Métagranite à biotites majoritaires	Aar	Besançon
2 0 12 1	08	CR 99 I c //	Cristalline	gneiss fin très lité vert doré		Métagranite à seconde paragenèse de faible température	Aar	Lyon
2 4 2 1	26	D 10 III	Cristalline	roche métamorphique plano linéaire hétérogène à quelques micas		Décharge sédimentaire, quartzophyllade faciès schiste vert à tourmaline	Aar/Gothard	Lyon
1 19 2 1	04	CD 103	Cristalline	roche métamorphique oeuillée		Schiste vert à tourmaline, chloritoïde	Aar/Gothard	Lyon
2 0 3 1	09	CV 98	Cristalline	gneiss fin très lité	2 0 6 1 06	Faciès schiste vert, méta schiste albitique	Alpes	Lyon
2 0 16 1	38	CZ 101 I	Cristalline	méta très grossier		Faciès schiste vert, quartzophyllade à tendance basique, schiste amphibolique	Alpes	Lyon
1 3 3 1	13	Nc 84 IV	Cristalline	lame mince		Granite à muscovite et grenat	Alpes	Besançon
1 4 1 1	11	KF 65 G	Cristalline	lame mince	X (2)	Gneiss à deux micas	Alpes	Besançon
1 4 1 1	01	EF 67 G	Cristalline	gneiss très riche en micas		Gneiss à grenats et à deux micas	Alpes	Lyon
1 4 2 1	02	BF 59 F	Cristalline	orthogneiss riche en micas		Gneiss avec peu de micas mais très gros	Alpes	Lyon
2 4 2 1	17	D 3 V	Cristalline	roche magmatique blanche et verte		Granite à deux micas, altéré	Alpes	Lyon
1 2 2 1	04	Ua 61 A	Cristalline	métagranite		Granite à deux micas, pauvre en micas, cataclasite	Alpes	Lyon
1 4 2 1	03	BF 60 F	Cristalline	granite déformé pauvre en micas		Granite déformé pauvre en micas	Alpes	Besançon
1 19 4 1	04	CR 124	Cristalline	granodiorite	forage	Granodiorite calciqie	Alpes	Lyon
1 4 4 1	01	CF 65 D	Cristalline	métagranite blanc		Métagranite à deux micas	Alpes	Besançon
1 4 2 1	19	VE 59 F	Cristalline	métagranite à muscovite	X (2)	Métagranite à muscovites	Alpes	Besançon
2 4 2 1	06	B 4 III	Cristalline	gneiss blanc très lité		Orthogneiss à micas blanc	Alpes	Lyon
1 4 2 1	23	YE 59 F	Cristalline	orthogneiss vert		Orthogneiss à muscovites	Alpes	Lyon

Description des lames minces :
Bilan général

N° Inv.	M 2	Catégorie	Détermination macroscopique	Lame	Détermination	Provenance possible	Lame faite à
1 2 3 1	05	J 23 /5	Cristalline	poudre claire,	Pseudomorphose, granitoïde à 2 micas très Qtz/Feldspath	Alpes	Lyon
2 4 1 1	09	C 3 VIII 63	Cristalline	gneiss vert	Quartzite micacé à biotites	Alpes	Lyon
1 2 1 1	11	M 70 C	Cristalline	orthogneiss	Méta granodiorite	Massif Cristallin Externe	Lyon
2 0 15 1	08	CR 100 n° 29	Cristalline	méta blanc et vert, lité	Métagranite à biotites ou métagranodiorite	Massif Cristallin Externe	Lyon
1 19 4 1	10	CR 124	Cristalline	granite riche en Biotite	Granite à deux micas et myrmékite	Massif de la Serre	Lyon
1 3 2 1	05	GC 83 VI	Cristalline	granite à biotite	X (2) Granite à deux micas. + myrmékites + sillimanites	Massif de la Serre	Lyon/Besançon
1 19 1 1	34	CK 112	Cristalline	granite à biotite	Granite légèrement orienté à deux micas	Massif de la Serre	Lyon
1 4 1 1	09	KF 60 G	Cristalline	orthogneiss à biotite	Métagranite à deux micas	Massif de la Serre	Lyon
1 4 2 1	17	OF 64 F	Cristalline	métagranite à biotite	Métagranite à deux micas. + myrmékites	Massif de la Serre	Lyon
2 4 2 1	10	B 9 II 6	Cristalline	gneiss vert	Chloritoschiste à épidotes (sans actinote)	Nappe Pennique Supérieure	Lyon
1 4 4 1	08	HF 64 D	Cristalline	gneiss	Mylonite à tiède, quartzite déformé	Nappe Pennique Supérieure	Lyon
1 4 3 1	08	LF 69 drain (E)	Cristalline	roche sédimentaire indéterminée	Mylonite à tiède, Quartzite déformé	Nappe Pennique Supérieure	Lyon
1 4 4 1	07	HF 64 D	Cristalline	orthogneiss	forage Ultra mylonite à tiède, filon de quartz déformé, muscovites	Nappe Pennique Supérieure	Lyon
1 4 2 1	21	XE 60 F	Cristalline	mylonite	Cataclasite, granite à biotites, écrasé	Protogine Mt Blanc	Besançon
1 4 2 1	05	CF 60 F	Cristalline	métagranite blanc	Granite à biotites, altéré, déformation cassante. Stilpnomélane	Protogine Mt Blanc	Lyon
2 3 1 1	10	Δ3 H II d	Cristalline	micaschiste	introuvable	/	Besançon
2 3 2 1	06	Δ21 B 0	Cristalline	schiste à 2 micas et feld., lité, mais des points blancs en coupes	introuvable	/	Besançon
1 4 1 1	13	LF 67 G	Cristalline	roche magmatique riche en micas	Leucogranite		Lyon
1 4 3 1	02	JF 63 E	Cristalline	granite à muscovite	Leucogranite		Besançon
2 4 1 1	08	C 3 VI 20	Cristalline	granite	Granitoïde		Lyon
1 4 3 1	07	LF 69 drain (E)	Cristalline	lame mince	Monocrystal de feldspath perthitique potassique + Plagio + Chlorite		Besançon
1 4 2 1	12	HF 68 F	Cristalline	lame mince	Monocrystal de feldspath sericitisé		Besançon
1 3 3 1	15	OC 86 IV	Cristalline	lame mince	Monocrystal		Besançon
1 19 1 2	01	CH 121	Grès	grès fin lité	Subarkose	Poligny/Salins	Lyon
1 19 1 2	09	CG 122	Grès	grès fin lité	Subarkose	Poligny/Salins	Lyon
1 19 1 2	15	CD 121	Grès	grès fin lité	Subarkose	Poligny/Salins	Lyon
1 19 2 2	12	CJ 101	Grès	grès fin lité	Subarkose	Poligny/Salins	Lyon
1 19 4 2	05	BY 117	Grès	grès fin lité	Subarkose	Poligny/Salins	Lyon
1 19 4 2	12	F. A.	Grès	grès fin lité	Subarkose	Poligny/Salins	Lyon
1 3 3 2	01	Kc 85 IV	Grès	grès ind.	Subarkose	Poligny/Salins	Lyon
1 4 1 2	03	LF 66 G	Grès	grès fin lité	Subarkose	Poligny/Salins	Lyon
1 4 3 1	05	NF 59 E	Grès	grès fin lité	Subarkose	Poligny/Salins	Besançon
1 4 4 1	13	NF 61 D	Grès	grès fin lité	Subarkose	Poligny/Salins	Lyon
1 4 4 2	35	PF 61 VII devenue meule 1441 25	Grès	grès fin lité	Subarkose	Poligny/Salins	Lyon
2 0 16 1	16	CS 101 I	Grès	grès fin lité	Subarkose	Poligny/Salins	Lyon
2 0 7 2	03	CR 96 III 21	Grès	grès fin lité	Subarkose	Poligny/Salins	Lyon
1 19 1 1	07	CJ 111	Grès	grès feldspathique grossier	Arkose	Trias - Massif de la Serre	Lyon
1 19 1 1	17	CD 115-7	Grès	grès feldspathique grossier	Arkose	Trias - Massif de la Serre	Lyon
1 19 1 1	27	CF 118	Grès	grès ind.	Litharénite, tendance granitoïde	Trias - Massif de la Serre	Lyon
1 19 1 1	20	CE 114	Grès	grès feldspathique grossier	Arkose	Trias - Massif de la Serre	Lyon
1 3 1 1	07	EC 72 VIII	Grès	conglomérat à grain fin	Arkose	Trias - Massif de la Serre	Lyon
1 4 2 1	11	HF 61 F	Grès	grès feldspathique grossier, dépôt rouge (ocre ?)	Arkose	Trias - Massif de la Serre	Lyon
1 4 3 1	04	KF 59 E	Grès	grès feldspathique grossier	Arkose	Trias - Massif de la Serre	Lyon
1 4 4 1	17	PF 59 VII	Grès	conglomérat à grain fin	Arkose	Trias - Massif de la Serre	Besançon

Description des lames minces :
Bilan général

N° Inv.	M 2	Catégorie	Détermination macroscopique	Lame	Détermination	Provenance possible	Lame faite à	
1 4 4 1	18	PF 61 VII (PF 61 VIII sur lame)	Grès	grès feldspathique grossier		Arkose	Trias - Massif de la Serre	Besançon
2 4 2 1	20	D 3 V	Grès	grès ind. litage légèrement oblique		Arkose	Trias - Massif de la Serre	Lyon
1 3 1 1	17	Xb 84 VIII	Grès	grès feldspathique grossier		Silcrète	Trias - Massif de la Serre	Besançon
1 3 1 1	18	Mc 77 VIII	Grès	grès feldspathique grossier		Silcrète	Trias - Massif de la Serre	Besançon
1 3 1 1	19	Mc 82 VIII	Grès	grès feldspathique grossier		Silcrète	Trias - Massif de la Serre	Besançon
1 3 2 1	03	Fc 79 VI	Grès	grès grossier		Silcrète	Trias - Massif de la Serre	Lyon
1 3 2 1	16	Mc 85 VI	Grès	grès grossier		Silcrète	Trias - Massif de la Serre	Lyon
1 3 2 1	45	Oc 80 VI	Grès	grès feldspathique grossier		Silcrète	Trias - Massif de la Serre	Besançon
1 3 2 1	46	Mc 85 VI	Grès	grès feldspathique grossier		Silcrète	Trias - Massif de la Serre	Besançon
1 3 3 1	11	Mc 82 IV	Grès	grès feldspathique grossier		Silcrète	Trias - Massif de la Serre	Lyon
2 2 0 1	01	Δ 94 C	Grès	molasse	introuvable	/		Besançon
2 2 0 2	01	Δ 73	Grès	molasse calcaire verdâtre	introuvable	/		Besançon
2 2 0 2	02	Δ 90 U	Grès	molasse à litage parallèle	introuvable	/		Besançon
2 2 0 2	03	Δ 95 G	Grès	molasse calcaire	introuvable	/		Besançon
2 2 0 2	04	Δ 97 J	Grès	molasse à litage parallèle	introuvable	/		Besançon
1 19 1 2	14	CA 109	Grès	molasse		Grauwacke		Lyon
1 19 2 2	11	CH 103	Grès	molasse		Grauwacke		Lyon
1 19 3 2	09	CD 103	Grès	molasse		Grauwacke		Lyon
1 19 4 1	01	F. A.	Grès	grès ind.		Grauwacke grossière		Lyon
1 2 1 2	17	P 65 C	Grès	molasse compacte très micacée		Grauwacke compact micacé		Lyon
1 3 1 2	06	Xb 84 VIII	Grès	lame mince		Grauwacke		Besançon
1 3 3 2	08	Oc 86 IV	Grès	lame mince		Grauwacke		Besançon
1 4 3 2	01	EF 61 E	Grès	molasse		Grauwacke		Besançon
1 4 4 2	18	LF 60 B	Grès	molasse		Grauwacke		Lyon
2 0 15 2	13	CX 101 I b 72	Grès	molasse		Grauwacke		Lyon
2 0 16 2	09	CR 108 I	Grès	molasse		Grauwacke		Lyon
1 19 4 2	18	F. A.	Grès	molasse très fine		Siltite, grauwacke calcaire		Lyon
1 2 1 2	15	O 72 C	Grès	molasse calcaire très compacte		Grauwacke calcaire compacté		Lyon
1 2 3 2	02	E 25/5	Grès	eurite ? à passée de Quartz		Biosparite, calcaire gréseux (grauwacke calcaire)		Lyon
1 3 3 1	14	OC 86 IV	Grès	molasse calcaire		Grauwacke calcaire		Lyon
1 4 2 2	11	FF 65 F	Grès	molasse très fine		Siltite, grauwacke calcaire		Lyon
1 4 4 2	08	HF 60 VII	Grès	molasse calcaire très fine		Siltite, grauwacke calcaire		Lyon
1 4 4 2	33	PF 61	Grès	molasse calcaire		Grauwacke calcaire		Lyon
1 4 4 2	02	DF 62 D	Grès	molasse calcaire		Grauwacke calcaire		Lyon
1 4 4 2	01	BF 59 C	Grès	molasse calcaire		Grauwacke calcaire		Lyon
2 0 10 2	03	CW 96 II b 32	Grès	molasse calcaire		Grauwacke calcaire particulière		Lyon
2 0 11 2	07	DA 99 II b 8	Grès	molasse calcaire		Grauwacke calcaire		Lyon
2 0 15 2	04	CR 99 I b 39	Grès	molasse calcaire		Grauwacke calcaire		Lyon

Description des lames minces :
roches cristallines

Site / N° Inv.	M ²	Nbre de lame	Quartz	Feld. Alcalin	Plagio.	Biotite	Musco	Séricite	Autres	Texture	Déformation/Orientation de la lame	Roche	Origine possible
12 11 10	L 72 C	1	engrenés, petits, en "matrice"	gros, dont microclines perthitiques	séricitisés au cœur	altérées, parfois chloritisées, ou pâles, de rétro-morphose, soulignent la schistosité	X ?		chlorites, biotites progrades, minéraux opaques, apatites parfois automorphes	granolépido-clastique, avec phénoclastes (moulés par la déformation), hétérogranulaire	orientée, diaclasée, schistosité frustrée	Métagranite (granite écrasé) à biotite "incolore"	Aar
12 11 11	M 70 C	1	parfois engrenés	peu, tardifs, qui enrobent les plagio	nombreux, séricitisés	inégalement chloritisée, par circulation de fluides			chlorites d'altération, magnésiennes car incolores, amphiboles, allanites	grano à granonématoblastique	légère orientation	Orthogneiss, Méta granodiorite	MCE
12 11 15		1	petits, en trame	perthitiques, immenses microclines	séricitisés	brunes et parfois pâles	X	X	petits grenats	matrice hétérogranulaire, grain fin et quelques clastes ressoudés par le quartz. Répartition minérale hétérogène	déformée	Blastomylonite, métagranite à tiède, pauvre en micas	Aar
12 11 20	Ta 65 C	2	X, engrenés	X phénoclastes, dont microclines perthitiques	X phénoclastes séricitisés	pâles (progrades, magnésiennes), brunes au contact des oxydes de fer	X ?		rare chlorites d'altération, grenats, calcite dans les zones de pression : 400°C, déstabilisation des biotites, épidote, oxydes	granolépido-blastique, avec phénoclastes	écrasement, schistosité frustrée à nette	Métagranite à biotite "incolore"	Aar
12 21 04		1	X	?	X	altérées	X	X			peu déformée, à froid	Granite à deux micas, pauvre en micas, cataclasite	Alpes
12 31 05		1	roulants	perthitiques	X	chloritisées, de rétro-morphose	fragmentées, formées au dépend des feldspaths		chlorites d'altération, épidotes		peu déformée, domaine cassant	pseudomorphose de qqchose, Granitoïde à 2 micas très Qtz/Feldspath	Alpes
13 21 05	GC 83 VI	2	parfois engrenés	X		X	dans les zones de symplectites, tardives ?		symplectites Feld K/plagioclase, myrmékites, sillimanites, apatites	inéqui-granulaire, macrocristalline, grenue		Granite à deux micas. + myrmékite + sillimanite	Serre
13 31 13	Nc 84 IV	1				vraies, parfois pâles	grandes		grenat, opaques		domaine cassant	Granite à muscovite et grenat.	Alpes

Description des lames minces :
roches cristallines

Site / N° Inv.	M ²	Nbre de lame	Quartz	Feld. Alcalin	Plagio.	Biotite	Musco	Séricite	Autres	Texture	Déformation/ Orientation de la roche	Roche	Origine possible
13 31 15	OC 86 IV	1	purée sur les bords	en gros cristaux, inclusions dans les fractures			qq. micas blancs					Monocrystal	/
14 11 01		1	en lit	altérés	parfois séricitisés, trop nombreux pour un micaschiste	chloritisées	nombreuses, parfois très grandes, en fuseau	un peu	petites chlorites d'altération, grenats tardifs, minéraux noirs en traînée	très phylliteuse, lentilles tectoniques	importante, passage épi-mésosome	Gneiss à grenat et à deux micas	Alpes
14 11 09		1	en rubans			X	X		myrmékites		cataclasite	Orthogneiss à deux micas	Serre
14 11 11	KF 65 G	2	souvent engrenés	X	séricitisés	altérées	X		chlorites d'altération, grenats	granolépidoblastique	très orientée	Gneiss à deux micas	Alpes
14 11 13		1	roulants	X, dont albites ?	X		X			gros grain, hétérogranulaire		Leucogranite	Leuco
14 21 02		1	petits grains	perthitiques, peu nombreux et très altérés	séricitisés	un peu, altérées, oxydées ?	nombreuses en lit, en fuseau		grenats, myrmékites, nombreux opaques en traînée	gros grain	schistosité très marquée, mais faible degrés de métamorphisme	Gneiss avec peu de micas mais très gros	Alpes
14 21 03	BF 60 F	1	parfois engrenés	X	X		X		rare chlorites d'altération, amphiboles incolores ?, stilpnomélanes en paquet ?	inéqui-granulaire, grenue	légère déformation	Granite déformé pauvre en micas	Alpes
14 21 05		1	fragmentés, ciment des feldspaths	microclines fracturés	grands	chloritisées et pâles, quelques inclusions d'apatites (fort relief et en baguettes)	?		sphènes, chlorites dans les fissures, clinzoisites bleues, stilpnomélanes	hétérogranulaire		Granite à biotite, altéré, déformation cassante	Protogine Mt Blanc
14 21 12	HF 68 F	1	petits grains dans les fissures, souvent engrenés	1 gros altéré	séricitisés				chlorites d'altération, kaolinites d'altération			Monocrystal de feldspath perthitique	/

Description des lames minces :
roches cristallines

Site / N° Inv.	M ²	Nbre de lame	Quartz	Feld. Alcalin	Plagio.	Biotite	Musco	Séricite	Autres	Texture	Déformation / Orientation de la lame	Roche	Origine possible
14 21 17	OF 64 F	1	souvent engrenés	X + lentilles tectoniques (fuseaux)		X	d'altération des plagioclases et des sillimanites		symplectites Feld K/plagioclase, myrmékites, sillimanites, apatites, zircons à auréoles, sphènes	granolépidoblastique, avec zone de forte déformation (grain plus fin, muscovite)	très orientée	Métagranite à deux micas. + myrmékite	Serre
14 21 19	VE 59 F	2	engrenés	X	séricitisés		X + anciens plagios		épidotes, oxydes	granolépidoblastique, avec phénoclastes, lentilles tectoniques	très orientée, mylonite à tiède	Métagranite à muscovite	Alpes
14 21 21	XE 60 F	1	X, recristallisés entre les cristaux	très perthitiques	X	altérées			chlorites	clastes fracturés	déformée	cataclasite, Granite à biotite, écrasé	Protogine Mt Blanc
14 21 23		1	X	X, perthitiques	séricitisés	chloritisées	micas blancs sans clivages		grenats, chlorites, sphènes, épidotes, amphiboles en baguettes	grain fin, lentilles	à tiède	Orthogneiss à muscovite	Alpes
14 31 02	JF 63 E	1	parfois engrenés	très peu, xénomorphes et tardifs	automorphes, peu nombreux, parfois séricitisés		grandes			inéqui-granulaire, macrocristalline, grenue	très légère déformation	Granite à muscovite	Leuco
14 31 07	LF 69 drain (E)	1 Besançon	petits grains, souvent engrenés dans les fissures	1 gros altéré	en enclave dans les FK, automorphes, séricitisés, jaunasses en LPA		X		chlorites d'altération			Granite à deux micas ? Monocristal ?	/
14 31 08		1	phénoclastes totalement fragmentés, polycristallins	X						fond quartzo-micacé fin, hétérogranulaire, lentilles tectoniques	très orientée	Mylonite à tiède, Quartzite déformé	Nappe Pennique Supérieure

Description des lames minces :
roches cristallines

Site / N° Inv.	M ²	Nbre de lame	Quartz	Feld. Alcalin	Plagio.	Biotite	Musco	Séricite	Autres	Texture	Déformation/Orientation de la roche	Roche	Origine possible
14 41 01	CF 65 D	1	parfois engrenés	dont grands microclines perthitiques	séricitisés	progrades, magnésiennes et altérées	X		chlorites d'altération, sphènes et épidotes automorphes (recristallisation autour d'ilménites), grenats	granolépidoblastique, avec phénoclastes, matrice foliée	très orientée	Métagranite à deux micas	Alpes
14 41 07		1 (carotte)	phénoclastes totalement fragmentés, polycristallins, et en fond microcristallin, parfois roses en macro	dispersés, grands et fracturés, remplis de quartz			en petites lamelles moulées sur les clastes de quartz, polygonisation des micas originels ou altération de feldspaths ? Vertes en macro			oeillée en poisson, hétérogranulaire	très orientée, fente de distension perpendiculaire à la tension max., limite type cassant	Ultra mylonite à tiède, filon de quartz déformé, muscovites	Nappe Pennique Supérieure
14 41 08		1	phénoclastes	X	altérés ?					fond quartzo-micacé fin, hétérogranulaire, lentilles tectoniques	très orientée	Mylonite à tiède, Quartzite déformé	Nappe Pennique Supérieure
14 41 12	NF 60 VII	1	engrenés	dont microclines perthitiques	séricitisés	progrades, magnésiennes et altérées	X		rare chlorites d'altération rétro-morphosées	oeillée, granolépido-clastique, avec phénoclastes	très orientée	Métagranite à biotite majoritaire	Aar
19 11 34		1	X	X	X	abîmées	X		myrmékites altérées, calcite dans les fissures, Ca libéré par les feldspaths.	hétérogranulaire	très altérée, peu déformée, fracture à froid	Granite altéré à deux micas	Serre
19 21 04		1	X	en blastes, englobant d'anciennes formations		oxydées	de deux générations		tourmalines bleues, pas de chlorite mais des chloritoïdes, apatites, épidotes	inclusions en file, blastes, fente de distension dans les FK mais d'orientation différentes	très déformée avec une double orientation dont une schistosité plissée	Faciès schiste vert	Aar/Gothard

Description des lames minces :
roches cristallines

Site / N° Inv.	M ²	Nbre de lame	Quartz	Feld. Alcalin	Plagio.	Biotite	Musco	Séricite	Autres	Texture	Déformation/Orientation de la	Roche	Origine possible
19 41 04		1 (carotte)	phénoclastes	/- perthitiques	fantômes séricitisés	dégradées	nombreuses	X, en trame	épidotes (clinozoisites, allanite au dpdt des plagio), hornblendes à surcroissance (clivage 120), sphènes, stilpno?		déformation cassante	"Granodiorite calcique"	Alpes
19 41 10		1	X	X	X ?	X	X		myrmékites, apatites, grands sphènes		nulle	Granite à deux micas + myrmékite	Serre
20 121 08		1	X	grands	X	claires, fer dans les clivages	?		grenats, sphènes, épidotes		schistosité	Métagranite à seconde paragenèse de faible température	Aar
20 15 1 07		1	X	X	X	alumineuses, très pâles, moulées sur les clastes			apatites, zircons	oillée, matrice foliée riche en micas	très orientée	Métagranite à biotite	Aar
20 151 08		1	X	grands	petits, parfois en inclusion dans les potassiques	de rétroformation ?			épidotes	hétérogranulaire, amandes tectoniques		Métagranite à biotite ou granodiorite	MCE
20 16 1 38		1	X	albités et reliques	tordus et déformés, en grandes reliques		muscovites ou phengites ?, très nombreuses		nombreuses épidotes, parfois ferrifères (pistachite) et allanites, amphiboles vertes (actinote ?) avec deux phases de cristallisation, chlorites au dépend des amphiboles, petits sphènes		très orientée, déformation en fronce, microplis	Faciès schiste vert, quartzophyllade à tendance basique, schiste amphibolique	Alpes
20 61 06	devenu artefact 2031 09	1	roulants	albités très limpides, tardives et pleines d'inclusion			X		épidotes en fuseau, zonées parfois automorphes (avec deux phases de cristallisation), chlorites de néoformation car direction aléatoire, opaques	riche en Si et K	très orientée	Faciès schiste vert, Méta schiste albitique	Alpes

Description des lames minces :
roches cristallines

Site / N° Inv.	M²	Nbre de lame	Quartz	Feld. Alcalin	Plagio.	Biotite	Musco	Séricite	Autres	Texture	Déformation/Orientation de la roche	Roche	Origine possible
24 11 08		1	bourrés d'inclusion	très nombreux	séricitisés	rouillées	phyllites	X	épidotes de néoformation		léger écrasement	Granitoïde	Alpes
24 11 09		1	X	/	/	X (pas stlpno qui se forme à partir du minéral préexistant)			un peu de chlorite	hétérogranulaire	nulle	Quartzite micacé à biotite	Alpes
24 21 06		1	X	X, dont microclines en clastes	X	0	nombreux micas blancs, de petite taille, dérivation de plagio ?		tourmalines zonées, post ou synchrones de la déformation, zircons	petits cristaux, matrice foliée à muscovite	orientée, très mylonitique	Orthogneiss à mica blanc	Alpes
24 21 10		1		albites (pas de macle)	X				chlorites en fond, épidotes, sphènes automorphes de cristallisation récente		peu métamorphique	Chloritoschiste à épidote (sans actinote)	Nappe Pennique Supérieure
24 21 17		1	roulants	X	automorphes dans les potassiques	altérées	abîmées, secondaires, en plumeau		apatites, chlorites d'altération, épidotes	hétérogranulaire	peu déformée	Granite à deux micas, altéré	Alpes
24 21 26		1	X				déformées	X	nombreuses chlorites, sections basales de tourmalines bleues, chloritoïdes, épidotes, sphènes	schistosité transverse à la variation de chimisme	métapolyphasée	décharge sédimentaire, Quartzophyllade faciès schiste vert	Aar/Gothard

Description des lames minces :
Roches sédimentaires

Site / N° Inv./M2		Q	F		R (débris lithiques)			Maturité structurale et usure	Ciment			Matrice		Porosité	Nom (Folk)	Précisions	Groupe / Provenance possible
			Taille max. (mm)	Feld. Alcalin	Plagio.	ZRT	Qtzite		Autre	tri et forme des qtzs	Si	Nourrissage (Si)	Ca					Compo.	%matrice
CH 19 O	1 19 11 07	2,5	microcline	/	T	/	mica blanc	peu visibles, moyennement triés, émoussés	X	total, exogène	/	/	/	/	Arkose	Arkose avec nourrissage + microcline	Arkose - Massif de la Serre
CH 19 O	1 19 11 17	2	microcline	/	T	X	calcédoine, oxyde	moyennement triés, émoussés, sphéricité faible	X	total, exogène	/	/	/	faible	Arkose	Arkose avec nourrissage + microcline	Arkose - Massif de la Serre
CH 19 O	1 19 11 20	2	X	rare		X		très émoussés		X					Arkose		Arkose - Massif de la Serre
CH 19 O	1 19 11 27	2,5	orthose	rare		nombreuses	mica	mal triés, grains émoussés				micro quartz et argile	faible compression	Litharénite	ancienne grauwaacke - tendance granitoïde	Arkose - Massif de la Serre	
CH 3 VIII	Ec 72 VIII - 1311 07	7	microcline, perthite	altérés	T	nombreuses	/	peu visibles, mal triés	X	X	/	/	/	actuelle ?	Litharénite feldspathique grossière	Conglomérat à grains fins	Arkose - Massif de la Serre
CH 4 2	14 21 11	2	X	une zone de plagio recristallisé (det. MacKensie)	X	nombreuses	mica, apatite	mal triés, grains peu usés, angles légèrement émoussés	en poche	X				faible, compaction	Arkose lithique grossière		Arkose - Massif de la Serre
CH 4 3	14 31 04	2	altérés	/	T	nombreuses	micropegmatite	peu visibles, mal triés	X	total, exogène	/	/	/	faible	Arkose lithique	Arkose avec nourrissage + microcline	Arkose - Massif de la Serre
CH 4 4	PF 59 VII - 1441 17	3	rare, perthitiques, altérés	/	/	X	mica blanc, biotite	moyennement triés, sub-émoussés, sphéricité faible	du à l'interpénétration	X	/	argile dérivée des plagios, débris de quartz	faible, en poches	/	Arkose lithique grossière	Conglomérat à grains fins, grauwaacke à gros grains compactée	Arkose - Massif de la Serre
CH 4 4	PF 61 VII - 144118	2,5	microcline	/	T	X	mica blanc, micropegmatite	mal triés, émoussés, sphéricité forte	X	total, exogène	/	/	/	/	Arkose	Arkose avec nourrissage + microcline	Arkose - Massif de la Serre
CLIV sup	24 21 20	1	X			X		moyennement triés, très émoussés, œufs		X				faible, légère interpénétration	Arkose		Arkose - Massif de la Serre

CH 19 HK	1 19 41 01	1	orthose	rare		X		bien triés, grains émoussés				micro quartz et argile	>15%		Grauwaacke grossière	sans plagio	Grauwaacke
CH 19 HK	1 19 22 11	0,5	rare	parfois altérés	/	X	chlorite d'altération, mica blanc, Biotite altérée, oxydes	bien triés, très anguleux	calcédoine	/	/	argile, micro quartz, oxyde (pyrite), matière organique	>15%	actuelle, roche compactée	Grauwaacke	Grauwaackes compactées sans ciment calcaire	Grauwaacke
CH 19 HK	1 19 32 09	0,5 (mica j. 1,5)	rare, perthitiques	X	T	X	mica blanc "orienté", Biotite	mal triés, anguleux	calcédoine	/	/	/	>15%	actuelle, roche compactée	Grauwaacke	Grauwaackes compactées sans ciment calcaire	Grauwaacke

Description des lames minces :
Roches sédimentaires

Site / N° Inv./M2		Q	F		R (débris lithiques)		Maturité structurale et usure	Ciment			Matrice		Porosité	Nom (Folk)	Précisions	Groupe / Provenance possible	
CH 19 O	1 19 12 14	0,4	rares	parfois séricitisés	/	X	biotite, chlorite d'altération, mica blanc, oxyde	bien triés, très anguleux	calcédoine	/	/	micro quartz	>15%	actuelle, roche compactée	Grauwacke	Grauwackes compactées sans ciment calcaire	Grauwacke
CH 2 C	12 12 17	0,2		X		X	mica	bien triés, anguleux				micro quartz	>15%	faible, mais pas d'interpénétration, enfouissement faible	Grauwacke		Grauwacke
CH 3 IV	Oc 86 IV - 1332 08	1	/	X		X	mica	mal triés, anguleux				micro quartz	>15%		Grauwacke	Besançon.	Grauwacke
CH 3 VIII	Xb 84 VIII - 1312 06	0,5	?	X		X	mica	bien triés, peu émoussés				micro quartz	>15%		Grauwacke	Besançon.	Grauwacke
CH 4 3	EF 61 E - 1432 01	0,3	/	X	T	X	mica blanc, Biotite altérée	moyennement triés, anguleux	/	/	/	micro quartz	>15%	actuelle	Grauwacke	Besançon.	Grauwacke
CH 4 4	14 42 18	0,7	rares	parfois altérés	T	nombreuses	mica blanc, chlorite, biotite chloritisée, oxyde, oxydation des surfaces archéo	moyennement triés, très anguleux	/	/	/	micro quartz	>15%	actuelle, roche compactée	Grauwacke	Grauwackes compactées sans ciment calcaire	Grauwacke
Clairvaux MM K	20 162 09	0,2		X	X	X	nombreux micas	bien triés, anguleux				micro quartz	>15%		Grauwacke		Grauwacke
CLMM J	20 152 13	0,75	/	X	T	X	rares micas, débris schisteux polycristallins	peu trié, anguleux	calcédoine			micro quartz	>15%		Grauwacke grossière		Grauwacke

CH 19 HK	1 19 42 18	0,1 (0,3 pour les micas)	/	X	T	/	mica blanc, calcite, biotite chloritisée, intraclaste de calcaire micritique contenant des fossiles	très mal triés, sub-anguleux, changement brutal du régime de courant	/	/	fond macrocristallin	calcite microcristalline	>15%	très forte	(micro)Grauwacke lithique	Siltite à matrice lithique à FR en intraclaste de calcaire micritique	Grauwacke calcaire
CH 2 /5	12 32 02	0,1	rares			rares	grains de micrite, mica, éléments organiques rares				X	micrite calcaire			Biosparite	calcaire gréseux	Grauwacke calcaire
CH 2 C	12 12 15	0,3		X		rares	mica	bien trié, anguleux			X	micro quartz	>15%		Grauwacke		Grauwacke calcaire
CH 3 IV	Oc 86 IV - 1331 14	0,5	rares	parfois altérés	T	peu	mica blanc, chlorite d'altération, biotite, myrmékite, apatite org., calcite	moyennement triés, très anguleux	/	/	recristallisé	/	>15%	faible, roche compactée	Grauwacke	Grauwackes compactées à ciment calcaire + apatite org.	Grauwacke calcaire
CH 4 2	14 22 11	<0,1	rares	rares	T	/	chlorite	très bien triés, anguleux	/	/	fond macrocristallin en plage	/	>15%	/	(micro)Grauwacke	Siltite à poche de ciment calcaire, paléosol, parfois effet Vadose	Grauwacke calcaire

Description des lames minces :
Roches sédimentaires

Site / N° Inv./M2		Q	F		R (débris lithiques)		Maturité structurale et usure	Ciment			Matrice		Porosité	Nom (Folk)	Précisions	Groupe / Provenance possible	
CH 4 4	14 42 01	0,2	/	X	/	/	mica blanc, oxyde, biotite altérée, calcite, oxydation des surfaces archéo (chaux ?)	bien triés, sub-anguleux	/	/	X	/	>15%	actuelle, roche compactée	Grauwacke	Grauwackes compactées à ciment calcaire + apatite org.	Grauwacke calcaire
CH 4 4	14 42 02	0,4	rares	X	T	X	mica blanc, calcite, biotite altérée, calcite, apatite org., oxydation des surfaces archéo (chaux ?)	mal triés, anguleux	/	/	X	micro quartz	>15%	faible, roche compactée	Grauwacke	Grauwackes compactées à ciment calcaire + apatite org.	Grauwacke calcaire
CH 4 4	14 42 08	<0,1	rares	rares	T	/	opaque, chlorite	très bien triés, très anguleux	/	/	fond macrocristallin en plage	/	>15%	/	(micro)Grauwacke	Siltite à poche de ciment calcaire, paléosol, parfois effet Vadose	Grauwacke calcaire
CH 4 4	14 42 33	0,5	rares	altérés	/	peu	mica blanc, chlorite d'altération, calcite, biotite, oxydation des surfaces archéo (chaux ?), quelques apatites org.	bien triés, très anguleux	/	/	recristallisé	argile, calcite, silice (général)	>15%	faible, roche compactée	Grauwacke	Grauwackes compactées à ciment calcaire + apatite org.	Grauwacke calcaire
CLMM F	20 102 03	0,2		X			débris organiques en arc de cercle, glauconie				X	boue calcaire et micro quartz	très important		Grauwacke	faciès différent du groupe GWK calc.	Grauwacke calcaire
CLMM G	20 112 07	0,5, minoritaires	peu	peu		X	nombreux grains micritiques	bien triés, anguleux			X	boue micritique et micro quartz	>15%	légère compaction	Intrasparite	calcaire gréseux, selon proportion, GWK calc.	Grauwacke calcaire
CLMM J	20 152 04	1	X	X	X	X	grains micritiques	mal triés, grains usés, angles légèrement arrondis			bien développé	boue micritique et micro quartz	>15%	légère compaction	Grauwacke		Grauwacke calcaire

CH 3 IV	Mc 82 IV - 1331 11	3	X			X			calcédoine, en aiguille					soulignée par les quartz automorphes	Arkose lithique	Silcrète	Silcrète - Massif de la Serre
CH 3 VI	Fc 79 VI - 1321 05	5	microcline	altérés	T	X	biotite	mal triés, anguleux	en mosaïque	/	/	/		fissures et pores soulignés par les quartz	Arkose lithique	Silcrète (paléosol à ciment siliceux)	Silcrète - Massif de la Serre
CH 3 VI	Mc 85 VI - 1321 16 et 46	5	nombreux microclines	altérés	/	X	sillimanite, mica blanc	moyennement triés, anguleux	en mosaïque, calcédoine en aiguilles, couronne autour des grains	faible	/	/		importante, fissures et pores soulignés par les quartz	Arkose lithique	Silcrète (paléosol à ciment siliceux) Besançon	Silcrète - Massif de la Serre
CH 3 VI	Oc 80 VI - 1321 45	2,5	X			X		anguleux	en aiguilles	X				importante, soulignée pas les quartz automorphes	Arkose lithique	Silcrète, Besançon	Silcrète - Massif de la Serre

Description des lames minces :
Roches sédimentaires

Site / N° Inv./M2		Q	F		R (débris lithiques)		Maturité structurale et usure	Ciment			Matrice		Porosité	Nom (Folk)	Précisions	Groupe / Provenance possible
CH 3 VIII	Mc 77 VIII - 1311 18	4	X			X	anguleux	en aiguilles	X				importante, soulignée pas les quartz automorphes	Arkose lithique	Silcrète, Besançon	Silcrète - Massif de la Serre
CH 3 VIII	Mc 82 VIII - 1311 19	3	X			X	anguleux	en aiguilles	X				importante, soulignée pas les quartz automorphes	Arkose lithique	Silcrète, Besançon	Silcrète - Massif de la Serre
CH 3 VIII	Xb 84 VIII - 1311 17	1,2	rare microclines	X		X	peu usés	Calcédoine, en aiguilles	X				importante, soulignée pas les quartz automorphes	Litharénite	Silcrète, Besançon	Silcrète - Massif de la Serre

CH 2/2	Ch 2/2 - 1203 11	X							X					Silex	Percuteur	Silex
CH 2/3	12 43 08	X							X					Silex	Percuteur	Silex
CH 2 A	12 23 34	X							X					Silex	Percuteur	Silex
CH 3	IC 85 VI - 1321 09	X					Oogones de Characées		X					Meulière, calcaire silicifié à characées	Meule	Silex
CLMM K	20 162 15	0,1					oxyde, loges diagénétisées		calcédoine			micro quartz, en remplacement d'une micrite homogène		Biomicrite à organisme globulaire microloculaire silicifié	Polissoir	Silex

CH 19 HK	1 19 22 12	0,4	rare microclines, altérés	rare	T, Z	X	apatite org.	mal triés, anguleux	/	X	/	/	faible, en lentille ou poche, et film entre les grains	faible	Subarkose	Miéry	Subarkose- Poligny/Salins
CH 19 HK	1 19 42 05	0,4	rare microclines	rare	T, Z	X	apatite org., quelques minéraux colorés	peu visibles, bien triés	calcédoine	X	/	/	faible, en lentille ou poche	+ actuelle	Subarkose	Miéry	Subarkose- Poligny/Salins
CH 19 HK	1 19 42 12	0,5	rare, altérés	X	T, Z	rare	apatite org., oxyde	peu visibles, bien triés	calcédoine, légère compaction	X	/	/	faible, en film ou en petite plage isolée.	forte	Subarkose à grains fins	type Miéry	Subarkose- Poligny/Salins

Description des lames minces :
Roches sédimentaires

Site / N° Inv./M2		Q	F		R (débris lithiques)			Maturité structurale et usure	Ciment			Matrice		Porosité	Nom (Folk)	Précisions	Groupe / Provenance possible
CH 19 O	1 19 12 01	0,3		rares	X		apatite org.	peu visibles, bien triés		X	/	/	faible, en lentille ou poche		Subarkose	Miéry	Subarkose- Poligny/Salins
CH 19 O	1 19 12 09	0,6	altérés	rares	Z	rares	apatite org., quelques minéraux colorés	peu visibles, mal triés	/	X	/	/	faible, en lentille ou poche, et film entre les grains	+ actuelle	Subarkose	type Miéry	Subarkose- Poligny/Salins
CH 19 O	1 19 12 15	0,3	rares, altérés	X	T, Z	X	chlorite, apatite org.	moyennement triés, sub-émoussés	calcédoine, légère interpénétration	X	/	/	faible, en lentille ou poche, et film entre les grains	faible	Subarkose à grains fins	Miéry	Subarkose- Poligny/Salins
CH 3 IV	13 32 01	0,2					apatite organique	bien triés		X				faible, compaction	Subarkose	type Miéry	Subarkose- Poligny/Salins
CH 4 1	14 12 03	0,4		rares	X		apatite org.	peu visibles, moyennement triés		X	/	/	faible, en lentille ou poche		Subarkose	Miéry	Subarkose- Poligny/Salins
CH 4 3	NF 59 E - 1431 05	0,6	microcline	rares, séricitisés	/	X	chlorite, apatite org.	peu visibles, bien triés	calcédoine, interpénétration	quelques auréoles de croissance	/	/	/	actuelle	Subarkose	type Miéry	Subarkose- Poligny/Salins
CH 4 4	14 41 13	0,6	microcline	rares	T	X	apatite org.	peu visibles, bien triés	calcédoine, interpénétration	en partie anté écrasement	/	silice, argile, calcite	faible, en lentille ou poche	actuelle	Subarkose	type Miéry	Subarkose- Poligny/Salins
CH 4 4	14 42 35	0,6	X	X	T, Z	X	apatite org.	peu visibles, moyennement triés	calcédoine, compaction	X	/	silice, argile, calcite	faible, en lentille ou poche	actuelle	Subarkose à belles apatites détritiques	type Miéry	Subarkose- Poligny/Salins
CLMM C	20 72 03	0,3		rares	X		apatite org.	peu visibles, moyennement triés		X	/	/	faible, en lentille ou poche		Subarkose	Miéry	Subarkose- Poligny/Salins
CLMM K	20 161 16	0,5	rares microclines	rares		rares	apatite org.	peu visibles, mal triés	calcédoine	X	/	/	faible, en lentille ou poche		Subarkose	type Miéry	Subarkose- Poligny/Salins

Annexe 10 :
Inventaire
du matériel lithique pondéreux
de Charavines « Les Baigneurs »

Annexe 10 :
Inventaire du matériel lithique pondéreux de Charavines "les Baigneurs"

Matériel de mouture et de broyage																						
N° Inventaire	Loc.	couche	Typo	e/fg	Pds g	Lg. cm	lg. cm	ép. min	ép. max	Matière première	grain	face 1	surface active	° de cb	face 2	coté 1	coté 2	extré. 1	extré. 2	observations	NMI	Dessin
295		b1	meule							granite										pas vu	/	
317	/	b3	meule	e	103 000	70	47	/	23	grès	très gros	en poire, bouchardée polie sur les gros grains et le pourtour, fracture recollée et plâtrée	54/36 cm	4/54 cm et 2,5/36 cm	aménagée bouchardée	aménagé	aménagé	aménagée	aménagée	orientation parallèle à la surface active, section dissymétrique en haricot, profil en haricot, très épaisse	1	P3
320 (301 ?)	/	b3	meule	e	93 000	70	54	/	18,5	orthogneiss		bouchardée polie lustrée sur le pourtour	50/36 cm	4,5/50 cm	plate	aménagé	aménagé	aménagée	aménagée	brûlé, remontage au plâtre limité	1	P3
500		b1	meule		/	46	36	/	22	mylonite										pas vu	/	P4
1 894	B 2 26	b3	meule "à cupule"	e	10 000	40	34	/	5	grès compact lité à quelques micas	fin, poreux	irrégulière, quelques parties lisses (poli d'usage ?), une légère cuvette	cuvette 8/8 cm	/	pas de poli franc, régularisée par bouchardage	adouci, litage apparent				galette plate et circulaire, sans poli et peu de lissage, parfois régularisé par bouchardage. Classé en polissoir par A. Bocquet	1	P6
1896	B 21 21	b1	ind.	fg	5000	35	17		13	conglomérat		deux dépressions érodées irrégulières									/	
3252	B 25 24	b3	ind.	fg	3000	27,5	15		6	roche métamorphique	gros	surface active ? très érodée, peut être polie ? irrégulière	23/11 cm		concave, polie ?					érodé, brûlé	/	
4683	B 21 35	b3	meule	fg	7825	34	19	/	11	grès ou métagrinite ? micas orientés, litage oblique très fin et marqué		polie sur les gros grains, irrégulière par bouchardage ou par litage ?	27/13 cm	fort	cassée selon litage	cassé	cassé	zone polie sur la partie supérieure, dans le prolongement de la surface active, aménagée en bord rentrant sur la partie inf.	cassée	extrémité d'outil, "butée" d'une meule de 30 cm de large	1	P3
9418	B 30.29	b1/A	ind.	fg	13 000	26	21		14	calcaire dolomitique (ou calcite cristallisée ?)		traces ténues de bouchardage, zones polies disposées de façon aléatoire	24/14 cm	nul	arrondie	arrondi	arrondi	cassée	arrondie	section semi ovulaire, galet, encroûtement de craie lacustre ?	/	
9889	B 5 41 et 5 42, chape	b1	meule	fg	27000	"57"	/	/	11	grès et plâtre		bouchardée polie lustrée sur le pourtour	reste 30/15 cm	fort	léger poli d'usage, plane			cassés		zone brûlées, remontage à 70% au plâtre	1	P4

Annexe 10 :
Inventaire du matériel lithique pondéreux de Charavines "les Baigneurs"

N° Inventaire	Loc.	couche	Typo	e/fg	Pds g	Lg. cm	lg. cm	ép. min	ép. max	Matière première	grain	face 1	surface active	° de cb	face 2	coté 1	coté 2	extré. 1	extré. 2	observations	NMI	Dessin	
9903	ind.	HS	meule et pol.	e	14 000	37,5	24,5		10	grès schisteux marron, micacé, litage parallèle à la surface active	fin	une petite zone polie puis cupule 14/18 cm, circulaire, traverse au - 6 litages, 2,4 cm de prof	2/2 cm		cupule 2,4 prof	brute, en pallier selon les litages, à plat repose sur 5 points	perpendiculaire aux faces, une zone très polie et lisse de 11/2 cm, polissoir	brut, litages micacés apparents	perpendiculaire aux faces, un filon de minéraux blancs (calcite ?)	cassée	meule (probablement pas utilisée en « va-et-vient ») à cupule, utilisée en polissoir, dalle schisteuse à arêtes vives, section et profil rectangulaire	1	P4
9986	ind.	HS	mortier	fg	9 000	25	17	11	16	granite déformé, granite blanc et doré (micas altérés ?), phénocristaux de feldspaths	grossier, jusqu'à 2 cm	demi cuvette, dia 12/10 cm. Surface cassée. Gros grains polis dans la cuvette.	prof restante : 5 cm		petite, 15/10 cm, plane, grains polis (d'usage ?)	aménagé sur la partie basse	cassé, irrégulier	cassée, aménagée sur la partie basse	cassée	fragment de mortier, cassé dans sa partie supérieure.	1	P4	
AAA	/	Découverte H. Muller	meule	e	57 500	50	35		21	granite blanc et vert oeilé orienté, litage oblique ?	feldspath jusqu'à 4 cm	bouchardage ou litage avec oeil en amande visible, polie sur le pourtour et sur les gros grains	39/24 cm	0,5/24 cm et nul	cassée	cassé	cassé	cassée	cassée	visible sur la photo de 1921, pas d'aménagement pour rendre le bloc plus lisse, arêtes vives, surface active entière polie sur le pourtour	1		
/	B 11.28	b3	ind.	fg	5 000	16,5	9		4	orthogneiss, gros éléments noirs, basique (diorite ou gabbro)	gros, orienté	pas de surface active	/							dos de la meule ?	/		
/	B 29.26	b3	ind.	fg	0	16	12,5		4	orthogneiss, gros éléments noirs, basique (diorite ou gabbro)	gros, orienté	pas de surface active	/								/		
/	B 29.26	b3	ind.	fg	0	16	14		3,8	orthogneiss, gros éléments noirs, basique (diorite ou gabbro)	gros, orienté	pas de surface active	/							brûlé	/		
/	B 43.17	b3	ind.	fg	0	18,5	15		5,5	orthogneiss (Macro Mt blanc), gros éléments noirs, basique (diorite ou gabbro)	gros, orienté	pas de surface active	/								/		
/	B 9.31	b3	meule "à cupule"	e	1323	20	15		3,5	grès	moyen	dépression centrale circulaire de 2 mm prof, zone polie	9/7 cm		naturels					galet plat de la taille d'une molette avec cupule	1		
/	B5.41 et 5.42 chape	b1	ind.	fg	1350	13	12,5		5,5	Ind. orienté, verdâtre, feldspaths et "enclave" de quartz	gros		/							matière qui n'a rien à voir avec la meule entière 9889	/		

Annexe 10 :
Inventaire du matériel lithique pondéreux de Charavines "les Baigneurs"

N° Inventaire	Loc.	couche	Typo	e/fg	Pds g	Lg. cm	lg. cm	ép. min	ép. max	Matière première	grain	face 1	surface active	° de cb	face 2	coté 1	coté 2	extré. 1	extré. 2	observations	NMI	Dessin
/	B5.41 et 5.42 chape	b1	ind.	fg	330	9,5	7		5	Ind. orienté, verdâtre, feldspaths et "enclave" de quartz	gros		/							matière qui n'a rien à voir avec la meule entière 9890	/	
4836	/	ind.	Mo	e	690	13	11	/	4	grès, trous importants (1 cm), départ d'éléments	poreux	zones polies		plane	zones polies	aménagés ou naturels ?				sur galet, brûlé, section ovale	1	
1341	B 27 17	b3	Mo	e	3572	20	19	/	6	grès, microconglomérat	gros	bouchardée, zone polie sur le pourtour	18 cm de diamètre	convexe	brûlé, se délite	aménagés, érodés				sur galet, brûlé	1	
1889	B 229 88 non loc.	b3	Mo	fg	970	9	17	/	5	grès, feldspaths blancs et grains arrondis	gros	lisse			lisse			cassée	traces de percussion	sur galet, taille de mi molette, mais pas de surface active claire, section ovale très aplatie. Réut. en percuteur	1	
3256	B 11.30	b3	Mo	fg	3400	21	13	/	7	grès, gros éléments feldspathiques sombres et porphyriques, micas	moyen, hétérogranulaire	bouchardée	20/10 cm	nul	aménagés				cassée	bouchardage quasi neuf, section ovale épaisse	1	P9
1334	B 33 2	b1	Mo	fg	535	10	8	3	5	grès	hétérogène	bouchardée, zone polie	6/8 cm	plane	plane, érodée	aménagé	cassé	cassée	cassée		1	
1340	B 19 2	b1/A	Mo	e	2580	18,5	16	/	6	roche métamorphique, en écaille, litage ind. très fin, quartzite ?	fin	bouchardée polie sur le pourtour, angles nets avec les cotés	16/13,5 cm	nul	surface d'origine du galet ou aménagement total ?					galet étière ou aménagement total, molette circulaire 12/01/2005	1	P9
1891	B 2 27	b1	Mo	fg	1540	17	16	/	6	grès, quelques feldspaths	gros, dense	aménagée, zones lissées	12/9 cm	nul						sur galet ?, mi-molette, brûlée, porosité de surface, pas de poli clair car érodée.	1	
2565	B 13 26	b1	Mo	fg	280	10	6	/	5	grès	gros	bouchardée, zones polies	5/4 cm	nul	cassés				brûlé, éclat thermique	1		
3253	B 23 23	b1	Mo	e	2200	19	16	/	6	grès, minéraux noirs (terre) grès dur	gros	bouchardée ? zones lissées			aménagés ou naturels ?				sur galet ?, si bouchardage, une passée de calcite aurait cédée. Mo non à céréales. Section ovale	1		
3935	B 43 16	b1	Mo	fg	1366	18	8	/	7	ciment noir, dolérite écrasée ?	litage oblique	zones polies très irrégulière, pas de bouchardage	11/7 cm			cassés				SA ou dos avec poli d'usage ? Molette entière peu probable, section triangulaire, pas d'émoussées des arêtes, mais petit poli du pourtour.	1	P9

Annexe 10 :
Inventaire du matériel lithique pondéreux de Charavines "les Baigneurs"

N° Inventaire	Loc.	couche	Typo	e/fg	Pds g	Lg. cm	lg. cm	ép. min	ép. max	Matière première	grain	face 1	surface active	° de cb	face 2	coté 1	coté 2	extré. 1	extré. 2	observations	NMI	Dessin
4439	B 27.28	b1	Mo	fg	1118	14	11	/	6	grauwacke	hétérogène, arrondis	brûlé érodée, zones polies	11/7 cm		érodée, zones lissées	érodé	érodé	cassée	érodée	sur galet, mi-molette brûlée remontée, Section rectangulaire adoucie, épaisse	1	
4440	B 19.33	b1	Mo	e	580	10	8	/	2	grès, feldspaths roses		zones lisses	6/5 cm		bouchardée	bouchardé	bouchardé	traces de percussion	bouchardée	sur galet, molette à main, réemploi en perceur. Section circulaire	1	
4679	B 33.28	b1	Mo	fg	1670	18	14	/	6	grès	fin, poreux	bouchardée	11/11 cm	convexe	bouchardage grossier ?	naturels			cassée	sur galet, mi-molette érodée, utilisation peu importante d'un galet, section ovale aplatie par la SA	1	
4837		b1	Mo	fg	/	10	15		6	Ind.									cassée	pas vu, mi molette, section demi ovale, remontage 2 fragments	/	P9
9895	B 39.5	b1	Mo	fg	1240	15	14	/	5	grès compact (triasique ?)	gros, poreux (départ de Ca ?)	bouchardée polie, épannelée sur le pourtour	13,5/12,5 cm	nul	bouchardés, aménagés			cassée	mi-molette section semi ovale dissymétrique, bouchardage du centre de la SA quasi neuf, peut être en cours, cause de la cassure ?	1	P9	
1880	B 11.23	b1	Mo	fg	660	14	9	/	4,5	grès, schisteux	moyen	bouchardée polie sur le pourtour	12/8,5 cm	nul	cassés				schistosité plus ou moins parallèle à la SA	1		
2555	B5.27	b1	Mo	fg	1362	17,5	12	/	5,5	quartzite ? gneiss à passée verte, litage para	fin	bouchardée, polie sur les "hauteurs" et un peu sur le pourtour	16,5/11 cm		bouchardée ?					galet à encoche au départ ? brûlé ?, section semi ovale	1	P9
2567	B 21.06	b1	Mo	fg	945	14	11	/	5	grès ind.	poreux	zones polies	6/7 cm		érodée, brûlée					sur galet, brûlé, section ovale	1	
4677	B 27.36	b1	ind.	fg	238	10	6	/	3	grès ind.		cassée	/		lisse	cassés				/		
/	B 48.37	b1	Mo	fg	1345	14	9	/	5	grès ind.	gros	bouchardée polie	13/8 cm	nul	aménagés ou naturels ?			plâtre	aménagée	mi-molette brûlée	1	
/	B14.36	b1	Mo	e	1770	17	17		5	grès ind.	moyen	zones polies			zones polies					sur galet plat, brûlé, peut être meule, pas de SA nettes, section ovale très aplatie	1	

Annexe 10 :
Inventaire du matériel lithique pondéreux de Charavines "les Baigneurs"

N° Inventaire	Loc.	couche	Typo	e/fg	Pds g	Lg. cm	lg. cm	ép. min	ép. max	Matière première	grain	face 1	surface active	° de cb	face 2	coté 1	coté 2	extré. 1	extré. 2	observations	NMI	Dessin
Polissoirs																						
296	B 17 01	b1	polissoir	fg	272	10	10	/	4	Calcaire ou grès ? blanc	fin, poreux	départ d'une cuvette polie	concave									P9
297	B 52	b1	polissoir	fg	1 245	21	18	/	4	grauwacke		zone polie	plane								1/2 galet cassé horizontalement	
304	B 23 14	b3	polissoir	"e"	42 000	63	35	/	18	grès micacé, litage para peu marqué, dur	fin	plane lisse quelques impact de percussion, polie	nul		une petite zone très polie	perpendiculaire, abattu, surface active qui borde sur l'arête	aménagé rentrant	aménagée rentrant	aménagée rentrant	énorme polissoir fixe, brûlé, sur bloc aménagé en section triangulaire (moins de poids pour même surface active ?), remonté au plâtre	P5	
473	B 39 10	b1	polissoir/aiguiseur	e	14,0	8,4	1,4		0,8	grès compact, sombre	très fin										petite baguette triangulaire entièrement poli, section rectangulaire	P2
997	B 320	b1	pol. ou Mo ?	fg	695	13	7	/	6	grès, feldspaths arrondi	fin	polie	concave							brûlé ?	stratification parallèle à la surface active	P6
998	B 9 19	b1	polissoir	e	95	7	5	/	5	grès, subarkose ?	fin	pyramidale	5,5/4,5 et 5/4 cm		variable						polissoir à main ?	
1 333	B 31 22	b1	polissoir ?	fg	571	10	8	/	6	grès feldspathique avec encroûtements de bryozoaires	gros et poreux	érodée	concave								brûlé	
1 335	B 10 15	A/b1	polissoir	fg	1 410	17	14	/	8	grès compact, ciment calcaire ?	très fin	polie	plane								très abrasif	P9
1 336	B 25 20	b1	polissoir	fg	220	7	4	/	/	grès compact, ciment calcaire ?, négatif d'enlèvement de galet ou cuvette naturelle de qq. cm	fin, poreux	polie	plane									P9
1 337	B 7 10 C, B 17 0 et B 13 25	b3	polissoir	fg	2 000	25	/	/	/	grauwacke ?, ressemble à CH	fin, poreux		plane								polissoir sur plaquette, remontage	P5
1 338	B 25 4	ind.	polissoir ?	fg	63	6	4	/	4	quartz arénite	très fin	naturelle ?	plane								fragment de galet	
1 882	?	b1	lisseur	e	?	9,4	7,6		4,6	ind.											trois cuvettes, pas vu	P2
1 890	B 2 25	b1	polissoir	e	4 815	23	14	/	7	grès compact hétérogène q/feld, litage para, subarkose ?	moyen j 0,3 cm, poreux	une diagonal polie irrégulière (pol.. H + gaine ?) le reste érodé granuleux. 16/5 cm	plane		10/9 cm, bouchardée et polie sur les "hauteurs", car rainures et trous non bouchardé non poli	adoucis arrondis, litage apparents, râpeux						P7
1 893	B 11 21	b1	polissoir	fg	477	15	10	/	4	grès, ciment calcaire ?	moyen	polie	concave								perforé	P9

Annexe 10 :
Inventaire du matériel lithique pondéré de Charavines "les Baigneurs"

N° Inventaire	Loc.	couche	Typo	e/fg	Pds g	Lg. cm	lg. cm	ép. min	ép. max	Matière première	grain	face 1	surface active	° de cb	face 2	coté 1	coté 2	extré. 1	extré. 2	observations	NMI	Dessin	
1 896	B 21 21	b1	polissoir ?	e	8 100	34	17	/	12	grès, poubléen : énormes enclaves dans un grès fin, quartz fumés	gros		concave								érodé		
1 897	B 13 23	b1	polissoir ?	fg	49	7	4	/	2	grès, subarkose ?	fin		plane										
2 553	B 17 25	b1	polissoir/aiguiseur	fg	15	6	4		2,2	grès, ciment calcaire ?	fin, poreux	une encoche 1,4 lg, 0,8 large et 0,5 prof									une rainure		P2
2 554	B 13 26	b1	polissoir	fg	37	6	4	/	2	grès, grauwacke feldspathique	hétérogène	polie, petite	plane										
2 564	B 19 24	b1	polissoir	fg	1 675	20	19	/	7	grès	moyen	polie	concave		polie autour d'un mamelon d'1 cm haut, 10/6 cm						4 surface active dont une mamelonnée		P6
2 566	B 23 08	b1	polissoir ?	fg	1 197	16	14	/	3	grès ou molasse, grain plus gros que CH	moyen	lisse irrégulière	plane		érodée	aménagé par enlèvements	cassé	aménagée par enlèvements	cassée	pol. en plaquette		P7	
2 569	B 9 25	ind.	polissoir	fg	220	11	8	/	3	grès, blanc (calcaire ?)	fin compact	polie	concave										
3 245	B 29 (25) 01	b1	polissoir/aiguiseur	e	803,0	9,0	8,5		12,0	grès peu dense, très râpeux, grains noirs	fin, poreux	avec 2 rainures, 6cm/0,5/0,2 prof									forme très irrégulière section triangulaire, au moins 8 rainures, prof j 0,7, dans tous les sens, aiguiseur à main. Brûlé ?		P2
3 252	B 25 24	b3	polissoir ?	e	4 135	28	14	/	7	grès ? Schisteux, ciment noir, dolérite écrasée ? très patiné											très érodé, friable		
3 254	B 23 25	b1	pol. ou M ?	fg	2 500	20	18	/	8	grès, calcaire ?	gros	polie	plane		poli d'usage								P6
3 255	B 9 30	b1	polissoir ?	fg	1 460	17	13	/	7	grès compact, blanc, ciment calcaire ?	fin										friable, dos de pièce, arrondi, en boudin		
4 680	B 23 38	b1	pol. ou M ?	fg	1 823	19	18	/	4	grès micacé	fin	bouchardée polie	plane								2 schistosité : 1 parallèle à la surface active et l'autre oblique à 30° sur un polissoir en plaquette		P7
4 682	B 33 30	b1	polissoir ?	e	19 000	38	33	/	12	grès blanc, calcaire ?, érodé, bloc roulé ? litage para	très fin	irrégulière, mamelonnée, zones lisses quelques traces de percussion très localisée, zones brutes ou érodées très râpeuses			très irrégulière, zones lisses ou polies très petites (10/3 et 5/5), litage apparent	litages apparents émoussés, arêtes adoucies					énorme, blocs sans aménagement ni mise en forme, triangulaire, section ovale		P7

Annexe 10 :
Inventaire du matériel lithique pondéreux de Charavines "les Baigneurs"

N° Inventaire	Loc.	couche	Typo	e/fg	Pds g	Lg. cm	lg. cm	ép. min	ép. max	Matière première	grain	face 1	surface active	° de cb	face 2	coté 1	coté 2	extré. 1	extré. 2	observations	NMI	Dessin	
4 832	B 7 39	b1	polissoir	fg	664	11	10	/	5	grès compact, ciment calcaire ?	fin	polie			polie						embryon de mamelon		
4 835	B 35 5	b1	pol. ou Mo ?	fg	343	11	5	/	5	grès compact	moyen et allongé	très lisse			très lisse	cassé					brûlé		
5 295	Sondage 1972.3.7.105	b3	polissoir	e	5 250	34	23	/	14	grès ou calcaire, blanc, poreux, râpeux.	Inclusions de galets et traces d'enlèvements j 4,3 cm,	cuvette longitudinale polie, irrégulière 30/14/2 prof			brut, râpeux, poli d'usage ?					brûlé	section triangulaire, deux fragments, zone brûlée		P5
9 900	?	b3	polissoir	?	?	19	17	/	6	Ind.											pas vu		P5
9 901	B 13 43 ou 63	b1	polissoir	e	10 000	25	24	/	8	grès compact, gris à marron, très dur, quelques micas, 1 filon de quartz perpendiculaire à la surface active	fin et homogène, qq. gros quartz j 1 cm	irrégulière, poli recoupés par des traces de percussion parfois linéaires	deux zones quasi plane		mamelonnée, départ de cuvette lisse polie irrégulière, poli d'usage sur le tour ?	aménagé perpendiculaire	cassé		cassée	cassée	réutilisation du polissoir en enclume ?		P8
9 902	ind.	HS	polissoir	e	30 000	58	30	/	13	grès micacé, litage para qui casse		pas d'évidence de poli, cassures selon les litages	plane parfois irrégulière		poli franc sur 22/9 cm	naturel ? sur litage	cassé	perpendiculaire, arêtes adoucie	perpendiculaire, arêtes adoucie et zones cassées	2 fgts, gros polissoir avec une seule zone polie 22/9 cm et le reste du bloc présente des cassures sur litage		P8	
4 678	B 21 38	b1	polissoir	fg	547	14	12	/	3	grès clair, ciment calcaire ?	fin	cuvette polie	plane										P9

Annexe 10 :
Inventaire du matériel lithique pondéreux de Charavines "les Baigneurs"

N° Inv.	localisation	Couche	Typo	e/fg	Pds g	Lg. cm	lg. cm	ép. max	Matière première	observations	Dessin
292	/	b1	perc.	e	/	4,6	2	2,2	/	unipolaire	P1
298	B 19 18	b1	boucharde ?	e	235	8			galet quartz	petit perc.. ou boucharde ? galet oblong perc.. aux extrémités	
299	/	?	perc.	e	/	10,8		4,6	/	bipolaire, cassé	P1
300	/	A	perc.	e	/	3,6	2,4	2,4	/	bipolaire	P1
302	B 9 15	b1	boucharde ?	e	95	5,5	4,5	2,7	calcaire	bouchardage total, tout rond (comme les bouchardes en quartzite de CH CL)	
303	/	A	perc.	e	/	3,7	2,8	2	/	bipolaire	P1
307	B 19 11	b1	perc.	e	1070	12			galet quartz	oblong	
308	B 17 1	b1	perc.	e	850	13			galet quartz	oblong, perc. aux extrémités	
311	/	b1	perc.	e	/	5,8	3,2	3,2	/	unipolaire	P1
313	/	A	boucharde	e	/	12,2	8	5,2	/	unipolaire	P1
314	B 19 13	A	perc.	e	723	9			galet quartz	oblong, perc. intense	
322	B 17 01	b3	perc.	e	850	12,5			galet quartz	oblong, perc. intense aux extrémités	
454	B 35 10	b1	perc.	e	310	8			calcaire	érodé, perc. aux extrémités	
992	B 27 22	b1	perc.	e	840	12			galet quartz	patatoïde	
1238	B 3 13	b3	perc.	e	500	9			galet quartz	patatoïde	
1329	B 27 6	A	perc.	e	600	11			galet quartz	perc. aux extrémités et sur les tranches, triangulaire	
1331	B 31 19	b1	perc.	fg	260	7			galet quartz	perc. à l'extrémité	
1332	B 1 14	b3	perc.	fg	390	9,5			galet quartz	perc. à une extrémité	
1505	C 11	ind.	BE	e	12000				galet quartz	gros galet	
1505	C 12	ind.	BE	e	8000				galet quartz	gros galet	
1872	/	b3	perc.	e	/	8,4	4	3	/	unipolaire	P1
1881	B 10 25	b3	perc.	e	290	8,5			galet quartz		

Annexe 10 :
Inventaire du matériel lithique pondéreux de Charavines "les Baigneurs"

N° Inv.	localisation	Couche	Typo	e/fg	Pds g	Lg. cm	lg. cm	ép. max	Matière première	observations	Dessin
1883	/	b1	perc.	e	?	14,4	5,2	4,4	/	unipolaire	P1
2550	/	b1	perc.	e	/	5,8	4	2,8	/	unipolaire	P1
2556	nettoyage coupe 5 23	ind.	perc.	e	440	11			galet quartz	oblong	
2560	/	b1	boucharde	e	/	10,4	7,2	6,6	/	bipolaire	P1
3223	B 23 26	b1	perc.	e	706	11,5			galet quartz	oblong, perc. intense aux extrémités	
3224	B 23 25	b3	perc.	e	766	13			galet quartz	oblong	
3244	B 21 25	b3	perc.	fg	350	7	5		galet quartz	demi boudin, perc. important à l'extrémité	
3936	B 45 18	b3	perc.	e	950	10			galet quartz	circulaire, perc. sur une zone	
4441	B 29 32	b3	perc.	e	380	8			galet quartz		
4442	B 29 34	b3	perc.	e	795	14			galet quartz	trace de perc. à une extrémité	
4834	B 31 02	b1	perc.	e	1160	13			galet quartz	perc. aux extrémités	
5233	B 39 3	b1	perc.	e	700	11			galet quartz	oblong	
5291	/	b1	boucharde	e	/	10,8	9,4	6,6	/	bipolaire	P1
5294	B 6 32	b3	perc.	e	755	13			galet quartz	oblong	
1821 (8?)	B 4 16	b3	perc.	fg	688				galet quartz	perc. important., petites fractures	
342 - 2558	B 25 06	b1	perc.	e	580	10			galet quartz	perc. aux extrémités, parallélépipède	

Annexe 11 :
Inventaire
du matériel lithique pondéreux
de Sutz-Lattrigen VI
« Riedstation »

Matériel de mouture et de broyage

N° Objet	XM	YK	Typo	Couple	e/fg	Pds kg	Lg. cm	lg. cm	ép. min	ép. max	Matière première	grain	forme	Profil	Section	face 1	SA	°Cb (L et l)	face 2	coté 1	coté 2	extré. 1, proximale pour M	extré. 2	observations	Brûlé	Rq couple	dessin		
23162	47	142	M	1	"e"	36,2	51	32,5	/	15,5	Granitoïde	hétérogène, j 1,3 cm	anguleuse	rectangulaire biseauté à une extrémité	triangulaire	bouchardage marqué mais peu profond (0,2 cm), en ligne dans l'axe de la pièce. Poli sur le pourtour et petites zones arasées	41 / 30 cm	2,7 / 41 cm	0,3 / 30 cm	brûlée	cassé, de la SA j- mi hauteur sur 1/2 coté	aménagé, petits éclats de bouchardage (pendant le ravivage ?)	cassée j- mi hauteur par éclat thermique concave, et retouche des zones aigues par bouchardage, la casse n'a pas beaucoup entamé la surface active	cassée, 2 éclats thermiques latéraux, proue de bateau	meule entière brisée en deux en place, surface active polie vers les extrémités cassées, donc utilisation après casse, accidentelle pdt le bouchardage et/ou par feu, et fracture final thermique.	à l'extérieur de (dans ds la publie) la maison 7 coin NESt. Bon sur le dessin	oui, en face 2 et éclats thermiques sur le pourtour. Réutilisé e après une chauffe, et cassée par le feu à la fin.	couple brûlé parfait avec la molette (adéquation des surfaces actives).	Taf. 53.01
23163	47	142	Mo	1	"e"	6,4	25	18,5	/	9	Granitoïde	j- 2,7 cm	en amande ?	/	demi circulaire ?	bien conservée bouchardage profond homogène, poli sur les gros grains et sur les zones centrale et périphérique	21 / 16 cm	nul	convexe 0,5 / 16 cm	aménagée, très bombée	cassé	aménagement irrégulier visant à adoucir les angles	cassée érodée	érodée et friable cassée en deux	à l'extérieur de la Maison 7 coin NESt	oui		Taf. 53.01	
25231	21	137	Mo	2	e	8 (8,8 ds publie)	39,5	17	4	8,5	Gneiss	très petit	demi cylindre	rectangulaire plat	ovulaire dissymétrique	en écailles, bouchardage profond, polie aux extrémités et sur des replats d'écailles.	36,5 / 15 cm	nul	légèrement convexe	irréguliers, aménagement guidé par la structure de la roche, pas de bouchardage visible	bouchardage peu visible, surface en écaille, abattu rentrant	verticale	verticale irrégulière, écaillée. Casse d'un fragment mais qui n'arête pas l'utilisation.	avec meule 25243, pas d'indice de prise en main extérieur (molette débordante)	devant la Maison 5 coin NESt	oui, sur une zone de la surface active, vers la cassure actuelle.	couple pas crédible	Taf. 54.01	
25232	29	140	Mo		e	3,8	25,5	14,5	4	6,8	Granitoïde	j- 1 cm	ovalaire	sub rectangulaire	sub rectangulaire	bouchardage profond et large, poli assez couvrant, plus intense sur le pourtour	24 / 13,5 cm	0,2 / 24	convexe 0,3 / 13,5 cm	plane, brute, sur galet	aménagés, angle parfois assez vifs	abattues	angle vifs sauf vers la position des mains, orientation possible de l'outil	à 4,5 m de la maison 1, vers le lac	oui, zones rougies sur la SA, altération ds feld. en rose.		Taf. 54.03		

Annexe 11 :
Inventaire du matériel lithique pondéreux de Lattrigen VI "Riedstation"

N° Objet	XM	YK	Typo	Couple	e/fg	Pds kg	Lg. cm	lg. cm	ép. min	ép. max	Matière première		grain	forme	Profil	Section	face 1	SA		face 2	coté 1	coté 2	extré. 1, proximale pour M	extré. 2	observations		Brûlé	Rq couple	dessin	
																		°Cb (L et I)												
25233	35	137	Mo		e	3,4	29	13,5	4,5	5,5	Granitoïde	blanc gris, feldspath roses, minéraux noirs et verticillés (amphiboles ?), petits micas blancs	j- 0,5 cm	trapézoïdale	rectangulaire aplatie	demi ovulaire	bouchardage profond (j- 0,3 cm) et aligné, abattage des bords, zone polie sur le pourtour et lustrée aux extrémités	21 / 12,5 cm	0,3 / 21 cm	convexe 0,4 / 12,5 cm	brutes, lisses et arrondis, de galet			cassée, non retouchée	Mo presque entière, sur bloc préformé. Lustré qui atteste de l'utilisation de l'outil après la casse, pas forcément longtemps. Donc outil encore utilisable.	à 5,5 m de la maison 2, vers le lac	oui		Taf. 54.02	
25234	22	166	Mo/M		e	4,0	30	16	3,5	5,4	Gneiss	blanc à lits gris, micacés, litage fin parallèle à la surface active, yeux visibles sur les cotés	fin	amande	rectangulaire plate	Rectangulaire	brûlée, bouchardage lâche assez léger, polie sur quelques zones du pourtour, cupule par percussion (3,5/4/0,3 cm)	29 / 15,5 cm	0,5 / 29 cm	nul	brute, irrégulière lisse, à angle franc parfois poli d'usage	retouche de l'angle avec la SA, le reste est brut, lisse		cassée ou taillée	position de rejet. Sur dalle ? Orientation de l'outil possible (polie, arêtes sur face 2), réutilisation en enclume ? Outil encore utilisable	à 22 m de la maison 2, vers la terre	oui, sur la surface active		Taf. 53.02	
25235	29	146	Mo		e	8,4	34	17,5	6,8	9,5	Gneiss	ind. verdâtre, filon de quartz sur la SA, orientation légèrement oblique	très fin, max 0,2 cm	amande	demi ovulaire	triangulaire dissymétrique	bouchardage j- 0,2 cm, zones polies, plus nettes sur un des cotés et sur les filons de quartz	30 / 15 cm	légerement convexe	plane au centre	aménagée par bouchardage, très convexe, sans arêtes	deux aplats bruts verticaux et zone bouchardée pour adoucir l'angle	litage apparent, épannelée à partir de la SA puis rentrant, angle aigu mais adouci	brute, concavité naturelle, irrégulière mais lissée	en pointe, adoucie par bouchardage	roche peu déterminable car aménagement important et brûlé. Outil ergonomique, sens de l'utilisation possible	dans la Maison 1 vers la paroi Est	oui, face 2		Taf. 53.03
25237	23	167	M		fg	6,2	29	15		12	Granitoïde	blanc et gris, très légère orientation parallèle à SA	j- 1 cm	/	/	/	épannelée, bouchardage profond, j- 0,3 cm, petites plages polies	25 / 12 cm	/	nul	cassée	aménagés ?		cassée	aménagée ?	pas de poli franc : fragment du centre de la surface active ou une extrémité peu utilisée. Position de rejet logique	à 23 m de la maison 2, vers la terre	une zone noire et surface active rosée, si chauffée, peu intense		-

Annexe 11 :
Inventaire du matériel lithique pondéreux de Lattrigen VI "Riedstation"

N° Objet	XM	YK	Typ o	Cou ple	e/fg	Pds kg	Lg- cm	lg- cm	ép. min	ép. max	Matière première	grain	forme	Profil	Section	face 1	SA	°Cb (L et l)	face 2	coté 1	coté 2	extré. 1, proximale pour M	extré. 2	observations	Brûlé	Rq couple	dessin			
25238	30	139	M		fg	6,6	23,5	23		8	Gneiss	j- 0,7 cm	/	/	/	régulière, bouchardage profond, grains arassés surtout vers l'extrémité	21 / 17 cm	0,6 / 17 cm	légère me nt conv exe	aménagée, une zone plane qui relève l'extrémité de l'outil	cassé	vertical, aménagé ?		cassées	extrémité de meule ? Fg pas en position de rejet	à 5 m de la maison 1, vers le lac	oui, chauffé sur la surface active. Cause de la fracturati on pas nette			-
25239	39	143	M		e	51,4	51,5	33,5		20,5	Granitoïde	j- 0,9 cm	ovalaire irrégulière	trapèze épais biseauté sur une extrémité	triangul aire à tendanc e circulaire	très découpée mais utilisée tel que. Grands enlèvements parfois thermiques. Bouchardage régulier peu profond (j 0,2 cm) sur la surface active	38 / 26 cm	1,1 / 38 cm	nul	irrégulière, grands enlèvements	retouche de l'angle avec la surface active, le reste est anguleux parfois brut, bord parfois rentrant.		petite surface active pour le poids, meule irrégulière pas stable. L'axe de la longueur n'est pas celui de la surface active	devant (dans ds publie) la maison 3 coin NW, bon sur le dessin	oui, zones brûlées sur face 2 et sur un coté		Taf. 55.02			
25240	59	146	M		e	99,2	65	41	16	20,5	Gneiss	j- 0,9 cm	rectang ulaire	Trapézoïd ale	Rectan gulaire	rose orangée, bouchardage j- 0,2, souligné par écaillage, qq. grains polis et petites zones sur le pourtour	53 / 35 cm	2,5 / 53 cm	0 à 0,3 / 35 cm	régularisée, quasi plane, basculant la SA en position naturelle	verticaux, épannelage à partir de la SA, puis bruts	aménagée, épannelage sur les 5 cm sup.	oblique, épannelée j- mi hauteur, aménagée suivant le litage	Le litage rend difficile la lecture de la mise en forme. Roche (la même que d'autre outils mais en lité), forme et poids particulier.	dans la maison 12 coin NW	oui, zones brûlées sur la surface active et sur un angle		Taf. 56.02		
25241	31	134	M		e	61,6	66	37,5	14,5	19	Granitoïde	hétéro gène, j 1,1 cm	poire, partie distale large	haricot dissymétr ique	ovalaire aplatie, partie distale dissym étrique	épannelée, bouchardage j 0,2 cm, plus profond vers l'utilisateur, poli sur le pourtour	55 / 32 cm	3,5 / 55 cm	prox imal e conv exe dista le conc ave	plane à convexe vers distale, aménagée par enlèvement et bouchardage profond	aménagement total, par enlèvement et bouchardage		position naturelle avec partie distale relevée, partie proximale étroite, peu épaisse, convexe et à bouchardage profond : forte utilisation. Utilisation en sens inverse (proximale large et épais) qui nécessite un calage. Position de rejet ?	à 10 m de la maison 1 (3 sur publie), vers le lac bon sur le dessin	oui, sur une extrémité et la surface active		Taf. 55.01			

Annexe 11 :
Inventaire du matériel lithique pondéreux de Latrigen VI "Riedstation"

N° Objet	XM	YK	Typo	Couple	e/fg	Pds kg	Lg. cm	lg. cm	ép. min	ép. max	Matière première		grain	forme	Profil	Section	face 1	SA	°Cb (L et l)	face 2	coté 1	coté 2	extré. 1, proximale pour M	extré. 2	observations		Brûlé	Rq couple	dessin		
25242	20	140	M		e	61,6	55	40	16	18	Granitoïde	blanc. Quartz, gros feld. et peu de micas, altération de surface (j-5 cm) en orange	j- 1,9 cm	ovalaire	demi ovalaire dissymétrique	ovalaire aplatie	Bouchardage profond, j 0,5 cm, épannelage important, petites zones à poli léger, gros grains arasés	43 / 33 cm	2,2 / 43 cm	nul	brute, de galet, altération en gris vert, plane	épannelage et aménagement par bouchardage	épannelage à partir de la surface active, puis brut	brute	cassée à mi hauteur, en dessous	meule brisée en deux, mise en forme mini (surface active et un coté). Fracture finale non due au bouchardage et chauffe douteuse	dans la Maison 5 proximité paroi N	si cause de l'altération : face 2 et un coté			Taf. 56.01
25243	21	137	M	2	e	50,8	50	35	16	19	Granitoïde	blanc-gris, quartz, micas, feld. parfois altérés en rose	hétérogène, j 2,1 cm	ovalaire	ovalaire dissymétrique	ovalaire symétrique	bouchardage profond, j 0,4 cm et large, épannelée ? Petites zones à poli léger, érodé ?	35 / 30 cm	0,4 / 35 cm	nul	aménagés par bouchardage, profils ovales harmonieux			avec molette 25231, friable, érodée	devant la Maison 5 coin NEst	oui, cause de l'altération des Feldspathts en rose sur la surface active ?	Couple pas crédible	Taf. 54.01			
25244	51	130	M		fg	17,8	28	37		11,4	Gneiss	grains blancs dans "matrice" verte qui souligne une légère orientation parallèle à la surface active	j- 1,6 cm	"rectangulaire"	/	/	bouchardage profond irrégulier, polie sur les gros grains (yeux) peu nombreux, l'extrémité, en contrebas est très irrégulière, bouchardage violent ou écaillage par la chauffe	18,5 / 30 cm	/	légèrement concave	cassée	cassé	irréguliers mais semblent aménagés, pas d'angle vif	cassée	extrémité de meule, cassée par chauffe, position de rejet entre les deux rangées de bâtiments	15 m de la Maison 8, direction Maison 17	oui, cause de la fracturation		-		

Annexe 11 :
Inventaire du matériel lithique pondéreux de Latrigen VI "Riedstation"

Polissoirs

N° Inv.	XM	YK	Typo	e/fg	Pds g	Lg. cm	lg. cm	ép. min	ép. max	Matière première	grain	face 1	°Cb	face 2	coté 1	coté 2	extré. 1	extré. 2	observations	Local.
65005	29	143	Pol ?	fg	1200	21	12		5	grès micacé friable, molasse locale ?, lit plus grossier sur la SA	fin	lisse, irrégulière		cassée	brutes ou cassés ?			épannelée mais érodée	plusieurs surfaces d'aiguisage vagues, se trouvant en haut	devant maison 1
65018	28	140	Pol	e	2800	19,5	9		9	grès micacé molasse litée parallèle à SA	moyen	une cuvette lisse, 15/6,5	0,6 de prof.	brutes					une voie d'aiguisage bien reconnaissable, pol. à main lourd	devant maison 1
65126	15	149	Pol	fg	1400	15,5	11	3	6	grès micacé molasse grossière poreuse	j- 1 mm	cuvette	1,7 de prof	brute	arrondi en bourrelet	cassé	cassure nette	aménagée adoucie	une voie d'aiguisage bien reconnaissable, cuvette profonde. Fragment de bloc	"5" m maison 5 vers terre
66108	48	157	Pol	e?	7800	23	15		12,5	grès micacé molasse locale ? Litage parallèle à la SA	moyen	deux cuvettes probable érodées de 5 cm de large		une zone plane					deux surfaces d'aiguisage, plutôt vague, puisque érodées Bloc	"5" m maison 8 vers terre
66330	53	134	Pol	e	5000	23	17		11	grès micacé friable	moyen	érodée, irrégulière, zone polie peu franche, grise car brûlé		cassés ou érodés					brûlé, section triangulaire	"10" m maison 8 vers lac
65034			Pol/Palisson	e	317	13,5	5,5		2,8	grès micacé molasse locale ?		toute polie, concave dans la longueur, plane dans la largeur		plane	aménagés par petite retouche				palisson ? section demi ovale	

Annexe 11 :
Inventaire du matériel lithique pondéreux de Lattrigen VI "Riedstation"

Percuteurs

N° Inv.	XM	YK	Typo	e/fg	Pds g	Lg. cm	lg. cm	ép. cm	type de roche	matière première	observations	local.	dessin
65007	29	141	Perc.	e	78	4,2	3,6	2,6	granitoïde	minéraux verts	"fromage", bouchardé sur le pourtour	devant maison 1 coté lac	Taf. 48.03
65275	26	139	Perc.	e	1209	9	9	6,5	roche métamorphique	roche "alpine" dure	"fromage", bouchardage intense sur le pourtour, brûlé	devant maison 6 coté lac	Taf. 48.01

« De la pierre à la meule » durant le Néolithique, circulation et gestion des matières premières entre Rhin et Rhône

A partir des séries lacustres de Chalain/Clairvaux (Jura), Charavines « Les Baigneurs » (Isère) et Sutz-Lattrigen « Riedstation » (Suisse), la gestion de l'outillage lithique pondéreux est abordée, depuis l'approvisionnement en matière première jusqu'au rejet des outils. Le premier axe de recherche est chronologique et c'est dans la Combe d'Ain, en milieu calcaire, qu'il trouve son meilleur terrain d'application. Pour le matériel de mouture et de broyage, la gestion des matières premières est différente entre le Néolithique moyen et le Néolithique final, avec le choix de matériaux locaux d'une part, majoritairement exogènes d'autre part. Au Néolithique final, la gestion des matières premières diffère selon leur origine, une valeur plus importante est accordée aux matériaux siliceux, importés sur des distances de 50 km et plus ; l'évolution la plus nette est celle de la réorientation des réseaux d'approvisionnement, synchrone des changements culturels. Pour les polissoirs, les matières premières, majoritairement des grès fins, ne changent pas durant le Néolithique final, et certains gîtes sont déjà connus au Néolithique moyen ; la gestion des supports, à savoir une utilisation maximale des outils, est une constante entre 3200 et 2600 av. J.-C. à Chalain/Clairvaux. Le second axe de recherche est celui de la répartition spatiale des artefacts. Il semble que les moulins de type « va-et-vient » soient utilisés devant les habitations ou dans l'aire du pas-de-porte, avec une possible évolution de la localisation de l'activité de mouture, de l'extérieur vers l'intérieur de la maison, évolution symptomatique de la modification des fonctionnements sociaux au Néolithique final.

Mots clés : moulin va-et-vient, polissoirs, pétrographie, origine des matières premières, gestion des outils, village lacustre, Néolithique, nord-ouest des Alpes

«From stone to quern» during the Neolithic circulation and management of raw material between Rhine and Rhone rivers

The goal of this work is to understand the management of heavy stone tools, first from supply of the raw material to the moment the tool is discarded. This study is based on the artefacts of three palafittic settlements: Chalain/Clairvaux (Jura), Charavines « Les Baigneurs » (Isère) and Sutz-Lattrigen « Riedstation » (Switzerland). The first line of research is chronological and is best applied to the Combe d'Ain limestone region. In the case of the “back-and-forth” mill, the choice of the raw material differs greatly between the Middle and Late Neolithic. During the earlier period the raw material is exclusively local whereas in the later period it is imported. For the Late Neolithic these tools are treated differently according to their origin. Siliceous stones, imported from more than 50 km, seem to have an important economic value. The clearest indication of evolution is the reorientation of the supply network, which would be consistent with cultural changes. Polishing tools, consisting mostly of fine-grained sandstone, do not vary during the Late Neolithic and some outcrops (20 km from the village) were already exploited during the Middle Neolithic. A constant between 3200 and 2600 BC is that tools were always used until to their end. The second line of research deals with the spatial spread of the heavy stone tools. On lake-dwelling their interpretation is very complex. “Back-and-forth” mill nevertheless seem to be used either in front of the house or at the entrance. There is possibly an evolution of the place of grinding activity from the outside to inside of the house, indicating an evolution of social practices during the Late Neolithic.

Key Words: back-and-forth mill, polishing tool, petrographic analyses, raw material origin, tools management, lake-dwelling, Neolithic, northwest of the Alps