



# De l'amont vers l'aval : fonction et gestion des productions lithiques dans les réseaux d'échanges du Chasséen méridional

Loïc Torchy

► **To cite this version:**

Loïc Torchy. De l'amont vers l'aval : fonction et gestion des productions lithiques dans les réseaux d'échanges du Chasséen méridional. Archéologie et Préhistoire. Université Toulouse le Mirail - Toulouse II, 2013. Français. <NNT : 2013TOU20062>. <tel-01124208>

**HAL Id: tel-01124208**

**<https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-01124208>**

Submitted on 6 Mar 2015

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Université  
de Toulouse

# THÈSE

En vue de l'obtention du  
DOCTORAT DE L'UNIVERSITÉ DE TOULOUSE

Délivré par :  
Université Toulouse 2 Le Mirail (UT2 Le Mirail)

---

Présentée et soutenue par :

**Loïc Torchy**

le 17 septembre 2013

Titre :

**DE L'AMONT VERS L'AVAL :**  
fonction et gestion des productions lithiques  
dans les réseaux d'échanges du Chasséen méridional

---

École doctorale et discipline ou spécialité :  
ED TESC : Préhistoire

Unités de recherche :  
TRACES - UMR 5608 du CNRS / CEMES - UPR 8011 du CNRS

Composition du jury :

Mme BEYRIES Sylvie, Directrice de recherche, CNRS, UMR 7264 CEPAM, rapporteur  
M. CLEMENTE-CONTE Ignacio, Científico titular, CSIC, Barcelone, Espagne, examinateur  
M. GASSIN Bernard, Docteur et chercheur associé, UMR 5608 TRACES, examinateur  
M. GILIGNY François, Professeur, Université de Paris 1 Panthéon-Sorbonne, rapporteur  
M. JAUBERT Jacques, Professeur, Université de Bordeaux 1, examinateur  
Mme LÉA Vanessa, Chargée de recherche, CNRS, UMR 5608 TRACES, examinateur  
M. SCIAU Philippe, Directeur de recherche, CNRS, UPR 8011 CEMES, co-directeur  
M. VAQUER Jean, Directeur de recherche, CNRS, UMR 5608 TRACES, co-directeur













# SOMMAIRE

<b>REMERCIEMENTS.....</b>	<b>13</b>
<b>RÉSUMÉ.....</b>	<b>14</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>15</b>
<b>ABRÉVIATIONS ET SYMBOLES.....</b>	<b>16</b>
<b>INTRODUCTION.....</b>	<b>17</b>
<b>PREMIERE PARTIE : Contexte d'étude.....</b>	<b>23</b>
1.1. Le Chasséen méridional.....	24
1.1.1. Culture matérielle et chronologie.....	24
1.1.2. Les réseaux de diffusion des silex bédouliens.....	25
1.1.2.1. La zone de production.....	26
1.1.2.2. L'hypothèse des sites intermédiaires.....	27
1.1.2.3. Des sites consommateurs plus ou moins intégrés.....	29
1.1.3. Les productions lithiques spécialisées.....	29
1.1.3.1. Le traitement thermique du silex.....	30
1.1.3.2. Production et utilisation des lamelles sur silex bédoulien chauffé.....	33
1.1.3.3. Production et utilisation des lames sur silex bédoulien non chauffé.....	35
1.1.3.4. Les autres productions lamino-lamellaires sur silex bédoulien : lamelles non chauffées et lames sur silex chauffé.....	35
1.1.3.5. Les autres productions spécialisées.....	36
1.2. Problématique et justification du choix du corpus.....	37
1.3. Présentation des sites et échantillonnage des éléments lithiques.....	41
1.3.1. Saint-Martin.....	42
1.3.2. Les Moulins.....	49
1.3.3. L'Héritière.....	55
1.3.4. Saint-Antoine.....	61

1.3.5. Auriac.....	68
1.3.6. Saint-Michel-du-Touch .....	76
1.3.7. Château-Percin.....	83
1.3.8. Bilan sur la sélection des pièces pour l'étude tracéologique .....	91
<b>DEUXIEME PARTIE : Méthodologie.....</b>	<b>93</b>
2.1. Sciences des matériaux et archéologie expérimentale .....	95
2.1.1. Traitement thermique en four électrique .....	96
2.1.1.1. Essais de chauffe à différentes températures sur des petits volumes .....	96
2.1.1.2. Essais de chauffe à 200°C sur une longue durée. ....	98
2.1.1.3. Chauffe du nucléus 915.94.21T.....	98
2.1.1.4. Chauffe du nucléus 915.94.21M.....	99
2.1.1.5. Chauffe du 915.94.21V .....	100
2.1.1.6. Chauffe du nucléus 21P .....	103
2.1.2. Propriétés mécaniques des matériaux .....	105
2.1.2.1. Test de dureté .....	105
2.1.2.2. Test de ténacité .....	107
2.1.2.3. Comportement à la fracturation .....	110
2.1.3. Etat des supports débités.....	112
2.1.3.1. Analyse des surfaces : observation au MEB et rugosimétrie .....	112
2.1.3.2. Analyse des tranchants : tomographie RX.....	115
2.1.4. Efficacité des tranchants .....	124
2.1.4.1. Mesure du pouvoir de coupe des tranchants.....	125
2.1.4.2. Mesure objective de la perception subjective d'un artisan boucher sur l'efficacité. ....	129
2.2. Etude tracéologique .....	137
2.2.1. Choix de la méthode.....	137
2.2.2. Constitution du référentiel expérimental.....	138

2.2.3. Formation et altération des traces d'utilisation.....	139
2.2.3.1. Moulages pour évolution des micro-écailllements et émoussés .....	140
2.2.3.2. Formation et évolution des poliss.....	140
2.2.3.3. Observations des pièces archéologiques dites « patinées ».....	141
2.2.4. Analyse des pièces archéologiques .....	143
2.2.4.1. Stratégie de sélection des pièces .....	143
2.2.4.2. Caractéristiques du support.....	144
2.2.4.3. Localisation et caractéristiques de la partie active .....	145
2.2.4.4. Description des traces d'utilisation .....	148
2.2.4.5. Interprétions fonctionnelles.....	150
2.2.5. Approche des sous-systèmes techniques .....	151
2.2.6. Gestion des outillages sur chacun des sites .....	151
<b>TROISIEME PARTIE : Analyse fonctionnelle.....</b>	<b>153</b>
3.1. De la trace à la fonction de l'outil, approche des sous-systèmes techniques.....	154
3.1.1. Le travail des matières animales .....	154
3.1.1.1. Les activités de boucherie .....	154
3.1.1.2. Le travail de la peau.....	175
3.1.1.3. Le travail des matières osseuses .....	190
3.1.2. Le travail des matières végétales.....	198
3.1.2.1. La coupe des végétaux tendres .....	198
3.1.2.2. Le sciage du bois (ou autres végétaux très ligneux) .....	211
3.1.2.3. Le raclage des végétaux.....	218
3.1.3. Analyse du mobilier archéologique.....	219
3.1.3. Le travail des matières minérales.....	227
3.2. Gestion des productions spécialisées sur chacun des sites du corpus.....	237
3.2.1. Site producteur et utilisateur de silex.....	237
3.2.1.1. Saint-Martin à Malaucène (Vaucluse).....	237

3.2.2. Sites consommateurs avec faible intensité d'utilisation.....	245
3.2.2.1. Les Moulins à Saint-Paul-Trois-Châteaux (Drôme).....	245
3.2.2.2. Auriac PIV à Carcassonne (Aude).....	252
3.2.2.3. Saint-Michel-du-Touch à Toulouse (Haute-Garonne).....	257
3.2.3. Sites consommateurs avec intensité d'utilisation plus forte .....	267
3.2.3.1. L'Héritière à Vernègues (Bouches-du-Rhône) .....	267
3.2.3.2. Saint-Antoine à Saint-Aunès (Hérault).....	269
3.2.3.3. Château-Percin à Seilh (Haute-Garonne) .....	273
<b>QUATRIEME PARTIE : Synthèse .....</b>	<b>277</b>
4.1. Le traitement thermique : une adaptation de la matière pour un besoin spécialisé ?.....	278
4.1.1. Constats établis à partir des sciences des matériaux et de l'archéologie expérimentale .....	278
4.1.2. Arguments archéologiques qui montrent que l'adaptation d'une production pour une fonction a pu être une motivation.....	280
4.1.2.1. Des supports destinés à être utilisés avec leur bords bruts .....	281
4.1.2.2. Corrélation entre lamelles débitées après chauffe et activités de boucherie .....	282
4.1.2.3. Comparaisons dans les zones de recouvrement des modules des pièces en silex chauffé et non chauffé.....	284
4.1.2.4. Bilan .....	285
4.2. Fonctions et fonctionnements des outils : implication des outils spécialisés dans les sous-systèmes techniques .....	287
4.2.1. Spécialisations artisanales et complémentarité entre les sites .....	287
4.2.2. Représentation des différentes activités sur les sites par des spectres fonctionnels, essais méthodologiques : spectres absolus et spectres relatifs.....	289
4.3. Contribution à la compréhension du fonctionnement des réseaux.....	302
4.3.1. La place des différentes matières premières .....	302
4.3.2. Les réseaux : modalités de diffusion du silex bédoulien.....	304

4.3.2.1. Variabilité des intensités d'utilisations : un indice permettant d'aborder l'intégration des sites ?.....	305
4.3.2.2. Des sites plus ou moins intégrés et des gestions différentes. ....	306
4.3.2.3. Des réseaux différents selon les matières premières.....	311
<b>REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES .....</b>	<b>323</b>
<b>TABLE DES FIGURES .....</b>	<b>343</b>





# REMERCIEMENTS

En préambule de cette étude, je souhaite remercier toutes les personnes qui ont contribué, d'une manière ou d'une autre, à son aboutissement.

Tout d'abord, Jean Vaquer et Philippe Sciau pour avoir accepté de diriger ce travail et pour leurs remarques, conseils et corrections.

Vanessa Léa et Bernard Gassin, pour le suivi régulier de ce travail en tant que tuteurs, et bien évidemment pour leurs nombreuses lectures, remarques, corrections et conseils.

Je remercie toutes les personnes qui m'ont confié les séries lithiques pour leur étude : Vanessa Léa (Saint-Martin), Alain Beeching et Mylène Lert (Les Moulins), Eric Thirault (L'Héritière), Benoit Sendra et Robin Furestier (Saint-Antoine), Jean Vaquer et Jean Guilaine (Auriac), Gaëlle Jédikian (Saint-Michel-du-Touch), Fabrice Pons et Muriel Gandelin (Château-Percin).

Merci à Jacques Pelegrin, Laurence Astruc, Patricia Anderson, Didier Binder, Jimmy Linton et Cédric Lepère pour toutes les discussions et conseils qui ont contribué à l'avancement de ce travail.

Juan Gibaja, Juan José Ibañez pour leur accueil à Barcelone, et Ignacio Clemente-Conte pour avoir accepté de participer au jury.

Sylvie Beyries et François Giligny, pour avoir accepté d'être rapporteur.

Jacques Jaubert, pour avoir accepté de se joindre au jury.

Je remercie tous les physiciens qui m'ont formé, aidé et conseillé : Philippe Sciau, Yoanna Léon, Josep Roque-Rosell, Christophe Deshayes, David Neumeyer et Christian Roucau du laboratoire CEMES, puis Alexandre Freulon, Benjamin Duployer et Christophe Tenailleau du laboratoire CIRIMAT.

Bruno, pour la mise à disposition de ses compétences et sa participation en tant qu'artisan boucher pour le test à l'aveugle.

Enfin, mes dernières pensées iront pour ma famille et mes amis.

# RÉSUMÉ

**Mots clés : Chasséen méridional, traitement thermique, tracéologie, efficacité, réseaux.**

Entre 4300 et 3500 avant notre ère, la diffusion du silex bédoulien en contexte chasséen a atteint une ampleur considérable. Ce silex, extrait des affleurements crétacés inférieurs du nord du Vaucluse a été mis en forme dans des ateliers spécialisés situés à proximité des gisements. Il a été ensuite exporté sous forme de lames non chauffées, mais aussi de nucléus chauffés préparés pour le débitage de lamelles par pression sur les sites consommateurs. Il s'agit, dans ce travail, de mieux cerner l'organisation des sociétés chasséennes, de l'amont vers l'aval des réseaux de diffusion, en abordant la question du renforcement des spécialisations artisanales qui en est l'un des aspects les plus marquants. Les productions sont abordées par le biais des réseaux, approche originale puisque jusqu'à maintenant les études ont concerné des sites isolés ou des corpus de sites au sein d'un terroir. La zone d'étude est vaste, et par conséquent nous avons fait le choix de nous concentrer sur les productions spécialisées communes à tous les sites, c'est-à-dire les productions lamino-lamellaires en silex bédoulien chauffé et non chauffé, mais aussi sur d'autres matériaux (silex oligocène, silex sénonien, silex de Los Monegros). Le corpus inclut des sites géographiquement positionnés de l'amont vers l'aval des réseaux et ayant accès aux productions spécialisées : le seul site producteur ayant fait l'objet d'une fouille méthodique (Saint-Martin, Vaucluse), des sites consommateurs (Les Moulins, Drôme ; L'Héritière, Bouches-du-Rhône et Saint-Antoine, Hérault), un site hypothétiquement central redistributeur (Auriac, Aude) et des sites aux marges de l'aire d'extension du Chasséen méridional (Saint-Michel-du-Touch et Château Percin, Haute-Garonne). Une méthodologie basée sur une approche tracéologique et un recours aux sciences des matériaux a permis dans un premier temps, de constater que le traitement thermique, par une modification de la porosité, provoque une baisse de la ténacité et a une incidence sur la fracturation et sur son cheminement.

Il a pu être démontré que la modification des propriétés de la roche par la chauffe se traduit par une amélioration du pouvoir de coupe des tranchants des lamelles débitées sur silex bédoulien notamment par des mesures d'acuité des tranchants et par des séries de tests mécaniques ou d'utilisation en aveugle de lamelles chauffées ou non chauffées. L'analyse fonctionnelle a permis ensuite d'approfondir nos connaissances sur la place des productions spécialisées dans les sous-systèmes techniques, c'est-à-dire de comprendre comment et pour quelle finalité ces outils ont été utilisés. Enfin, la réflexion a été poussée sur des questions d'ordre plus général concernant l'organisation des réseaux d'échanges. Ces idées sont basées sur l'intégration plus ou moins forte des sites aux différents réseaux et mènent à des discussions concernant la complémentarité et le fonctionnement de ces réseaux.

# ABSTRACT

**Title : From upstream to downstream: function and management of lithic productions in exchange networks of southern Chassey culture.**

**Keywords : southern Chassey culture, heat treatment, use-wear analysis, efficiency, networks.**

Between 4300 and 3500 BCE, the distribution of bedoulian flint in southern Chassey culture context reached a considerable scale. The flint blocks extracted from lower Cretaceous outcrops in northern Vaucluse was formed in specialized workshops situated near the deposits. It was then exported as unheated blades, but also as heated cores prepared to knap bladelets by pressure on consumer sites. The aim of this study is to understand better the organization of Chassey societies, distribution of networks from upstream to downstream, dealing with the question of enhancement of craft specializations which is one of the most important aspects. The productions are dealt with through networks, which is an original approach, because until now the studies have involved isolated sites or corpus of sites within a region. The study area is large, and therefore we have chosen to focus on the common specialized production, that is to say blades and bladelets of heated and unheated bedoulian flint, but also on other materials (Oligocene flint, Senonian flint, Los Monegros flint) in all sites. The corpus includes sites geographically positioned upstream to downstream of networks and have access to specialized productions: the only producer site which was the subject of a methodical excavation (*Saint-Martin, Vaucluse*), consumer sites (*Les Moulins, Drôme, L'Héritière, Bouches-du-Rhône* and *Saint-Antoine, Hérault*), a hypothetical central redistributor site (*Auriac, Aude*) and sites on the margins of the extension area of southern Chassey culture (*St. Michel-du-Touch* and *Château-Percin, Haute-Garonne*). Firstly, a methodology based on a traceological approach and materials science has enabled us to note that the heat treatment affects the stone fracturing and its path by changing the porosity and decreasing the tenacity. It could be shown, especially by edge acuity and mechanic tests or use of heated and unheated bladelets in a blind test, that the change in the properties of the stone results in an improvement in the sharpness of the blades. The functional analysis was then used to further our understanding of the role of specialized productions in the *sous-systèmes techniques*, that is to say, to understand how and for what purpose these tools were used. Lastly, the analysis was expanded into more general issues concerning the organization of exchange networks. These ideas are based on the level of integration of sites to different networks and lead to discussions on complementarity and operation of these networks.

# ABRÉVIATIONS ET SYMBOLES

## Sites :

MAL : Saint-Martin

SPM : Les Moulins

L'Her : L'Héritière

StA : Saint-Antoine

AUR : Auriac

SMT : Saint-Michel-du-Touch

ChP : Château-Percin

## Matières premières :

SB : Silex bédoulien

SO : Silex oligocène

SLM : Silex de Los Monegros

SS : Silex sénonien

Nch : non chauffé

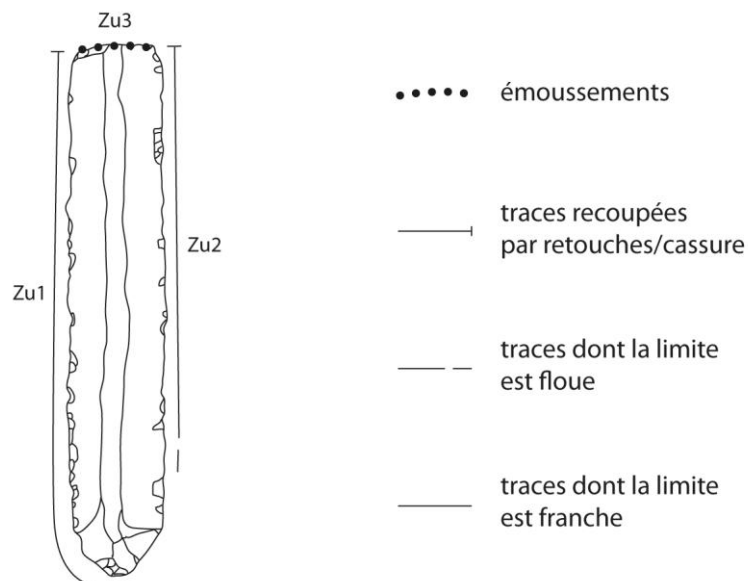
ch : chauffé

## Tracéologie :

Zu : zone d'utilisation

indét. : indéterminé

nég. d'enlèv. : négatifs d'enlèvements



# INTRODUCTION

La diffusion de matières premières sur de longues distances est certes attestée dès le Paléolithique (Féblot-Augustins 1997 ; Bourguignon et Turq, 2008 ; Slimak, 2008), mais elle ne s'est intensifiée et généralisée qu'au Néolithique (Phillips *et al.* 1977, Phillips 1980, Amblard 1984, Perlès 1992, Binder et Bostyn 2008). En effet, c'est lors de cette période que les réseaux d'échanges sont devenus organisés, pérennes, et reposaient sur des producteurs spécialisés (Perlès 2012). Selon certaines hypothèses, ceci a pu être en liaison avec des nouvelles contraintes et de nouveaux besoins propres à la sédentarité de ces communautés (Sherratt 1982, Halstead 1989, Binder et Perlès 1990).

Le rôle des échanges a pu être dichotomique : acquérir des biens ou établir des relations sociales (Perlès 2007, Thirault 2001 et 2005, Vaquer *et al.* 2006), pour certains, ces termes sont indissociables (Mauss 1950, Robb et Farr 2005, Van Gijn 2010). La part de chacun de ces termes est probablement différente selon s'il s'agit de bien de prestige ou d'objet du quotidien. L'archéologue est confronté à seulement une partie des artefacts et par conséquent, les modalités des échanges, les contreparties et les aspects sociaux sont difficiles à appréhender.

C'est pourquoi, nous parlerons de diffusion de biens, l'étude de ces flux permettant peu à peu de reconstituer les réseaux. Les outils d'analyse des réseaux sont variés. Une première approche qui consiste à quantifier la proportion d'une matière première en fonction de la distance et à établir des modèles théoriques à partir de courbes de décroissance (Renfrew 1975) fut largement critiquée (Perlès 2007). En effet, le concept des chaînes opératoires (Leroi-Gourhan 1964) et le fait qu'elles puissent être segmentées dans l'espace et le temps accordent différentes valeurs aux pièces techniques et aux supports destinés à être des outils. Les études technologiques permettent d'identifier les produits de première intention et de cerner les modalités de diffusion (Pelegrin 1995). De surcroît, les produits qui ont été utilisés sont identifiables par les analyses fonctionnelles, et par conséquent la tracéologie permet de discuter des modalités de réception des produits importés dans le cadre du fonctionnement des réseaux (Gibaja-Bao 2002, Gassin *et al.* 2006a, Linton 2012).

Pour l'aire géographique concernée, c'est-à-dire le sud de la France, c'est au cours du Chasséen méridional (fin V<sup>ème</sup> – milieu IV<sup>ème</sup> millénaire avant notre ère) que le phénomène a pris le plus d'ampleur. À la suite de la définition d'un Chasséen méridional

apparemment « homogène » d'un point de vue lithique (Arnal et Benazet 1952 ; Arnal 1953 et 1956 ; Bailloud 1963 ; Philipps 1972), une périodisation et des diversités régionales ont été mises en évidence dans un premier temps grâce aux études de la céramique (Phillips 1972 ; Courtin 1974 ; Vaquer 1975 ; Vaquer 1990a).

Plus tard, la reconnaissance du traitement thermique du silex bédoulien (Binder 1984), la caractérisation plus précise des matières premières lithiques (Barbier 1995, Blet *et al.* 2000, Milot 2011), les modalités de circulation (Binder 1991 ; Léa 2004a), leur distribution spatiale et les usages auxquels elles étaient destinées (Binder et Gassin 1988 ; Gassin 1996 ; Gassin *et al.* 2006a et 2011), ont permis d'observer la variabilité et la diversité des assemblages lithiques (Binder et Perlès 1990 ; Binder 1998). Il semble d'après ces travaux, que les réseaux étaient structurés au moins sur deux échelles : d'une part, le flux principal de la zone de production jusqu'aux premiers sites récepteurs, et d'autre part, la diffusion secondaire au sein des finages (Binder et Gassin 1988 ; Gassin 1996 ; Léa, 2004a ; Léa 2005a ; Gassin *et al.* 2006a, Léa *et al.* 2007 ; Torchy 2009 ; Torchy et Gassin 2011 ; Gassin *et al.* 2011). Une structuration territoriale et une complémentarité entre les sites sont perceptibles et révèlent la complexité de l'organisation des sociétés. Les productions spécialisées sont conçues pour circuler en grande quantité et sur de longues distances (Binder et Perlès, 1990 ; Perlès, 2007) et dès lors, « *Chaque site doit être appréhendé comme élément d'un réseau* » (Binder et Perlès 1990). Parallèlement, la poursuite des études céramiques a permis d'affiner les aspects chronologique et d'identifier différents faciès (Vaquer 1991 ; Jédikian 2000 ; Georjon 2003 ; Léa *et al.* 2004b ; Lepère 2009 ; Georjon et Léa sous presse).

Dans ce contexte, nous revenons sur l'un des matériaux qui a fait l'objet d'une diffusion tout à fait remarquable : le silex bédoulien issu des affleurements du Crétacé inférieur du nord du Vaucluse (Courtin 1974, Binder 1998). Ce silex se retrouve souvent en très grande quantité dans les assemblages chasséens de Provence, de la Vallée du Rhône, du Languedoc, de Midi-Pyrénées, mais aussi, au-delà de l'aire d'expansion du Chasséen, jusqu'en Catalogne, au Nord de l'Italie et en Suisse (Léa, 2005a). Tous les sites chasséens de cette aire géographique étaient dépendants des réseaux d'échanges pour la confection de leur outillage. Même les sites à proximité d'autres sources de silex utilisable ont importé du silex bédoulien pour les productions de lamelles par pression. De sorte que ce n'est pas uniquement une matière première qui a été importée mais un savoir-faire spécialisé conçu uniquement dans la zone des ateliers producteurs et des produits spécialisés, c'est-à-dire des lames débitées par percussion indirecte et le

traitement thermique de blocs de silex pour débiter des lamelles par pression, qui contrastent avec les productions « expédientes » faites sur les matériaux locaux.

L'objectif principal de notre thèse est de tenter de mieux cerner l'organisation des réseaux d'échanges des sociétés chasséennes, de l'amont vers l'aval, en abordant la question du renforcement des spécialisations artisanales par l'étude des produits lamino-lamellaires sur silex chauffé et non chauffé.

Ce travail s'articule en quatre parties. Dans un premier temps, la problématique est développée, précédant le choix des sites qui permettent de répondre à une partie des questions soulevées. Deuxièmement, les aspects méthodologiques sont détaillés, sans oublier de faire état des limites de cette étude et par conséquent, de modérer la portée des résultats. Troisièmement, il s'agit de présenter des analyses tracéologiques et de comprendre la gestion de différentes productions par une interprétation fonctionnelle. Enfin, une synthèse est exposée grâce au croisement de l'ensemble de ces données avec les études tracéologiques existantes, mais pour des questions particulières, avec les études technologiques lithiques, osseuses et céramiques.

Ce travail s'inscrivant à la suite d'études technologiques plus ou moins détaillées (Vaquer 1990a, Briois 1997 et 2005, Remicourt 2004, Perrin *et al.* 2006, Vaquer et Remicourt 2010, Gallin 2011 et 2012, Furestier et Léa 2011, Léa 2005c, 2007b, 2010a et 2010b, 2011a et 2011b) nous avons choisi d'aborder ces thèmes par une approche pluridisciplinaire composée d'une étude tracéologique associée à un recours aux sciences des matériaux et à l'archéologie expérimentale.

Par le passé et jusqu'à maintenant, le recours aux sciences physiques pour répondre à des questions archéologiques s'est révélé très fructueux, notamment lors des études tribologiques pour la compréhension de la formation et la caractérisation des polis d'utilisation (Beyries *et al.* 1988, Christensen et Walter 1992, Anderson *et al.* 1998 ; Astruc *et al.* 2002 et 2003, Anderson et Chabot 2004, Anderson *et al.* 2006, Evans et Donahue 2005 et 2008). Par ailleurs, certains outils de caractérisation mécanique sont fréquemment utilisés pour mesurer la dureté et la ténacité des roches (Domanski et Webb 1992 ; Surmely et Murat 2003 ; Lerner 2006, Tsobgou 2006 et 2009) ou de façon plus appliquée, leur aptitude à la taille (Texier 1982, Gallet et Texier 1992, Gallet 1998). Le domaine particulier que nous exploitons ici est la science des matériaux. Il s'agit de l'étude des propriétés, de la structure et de la mise en œuvre des matériaux utilisés pour la fabrication de produits. Pouvant être appliquée à l'archéologie, elle a permis notamment de comprendre les techniques de fabrication de céramiques sigillées (Sciau



*et al.* 1992, Léon 2010). Concernant l'application au silex, des recherches ont été effectuées sur les transformations engendrées par le traitement thermique du silex (Domanski et Webb 1992 et 2007, Domanski *et al.* 1994 et 2009). Plus récemment, un projet ANR (Léa *et al.* 2012) et une thèse de doctorat (Schmidt 2011) ont permis une avancée majeure de nos connaissances sur le sujet, notamment par la mise en évidence d'une modification de la porosité (Roque-Rosell *et al.* 2011) et par la création de nouvelles liaisons physico-chimiques (Schmidt 2011). Cette partie de mon travail s'inscrit directement à la suite de ces recherches puisqu'il s'agit de mettre en évidence les enjeux fonctionnels d'un procédé technique : le traitement thermique du silex bédoulien et son incidence sur l'acuité des tranchants.

Suite aux tests en laboratoire, nous avons recours à l'archéologie expérimentale pour aborder la perception de l'efficacité des silex chauffés et non chauffés par un artisan boucher. L'archéologie expérimentale a été adoptée peu après la naissance de la Préhistoire, et par la suite, les protocoles sont devenus de plus en plus rigoureux et permettent d'aborder l'efficacité des outils (Astruc *et al.* 2012). Notre expérimentation, empirique, est basée sur la mesure objective de la perception subjective humaine.

Enfin, une analyse fonctionnelle permet de comprendre la gestion de ces productions spécialisées. Les consommateurs ont importés des lames et lamelles en silex bédoulien chauffé et non chauffé et quelques fois aussi des matières premières provenant d'autres réseaux (oligocène, sénonien, de Los Monegros). Il s'agit grâce à la tracéologie de voir comment ces supports ont été utilisés et de mesurer l'intérêt fonctionnel de ces importations depuis de longues distances. Cet aspect n'est probablement pas le seul et l'étude de l'organisation des réseaux devrait permettre de soulever des questions propres à l'aspect social de ces échanges.

L'originalité de cette approche pluridisciplinaire peut être appréciée à plusieurs niveaux. D'une part, l'application de la science des matériaux pour tenter de cerner un procédé technologique utilisé pendant la Préhistoire : le traitement thermique du silex, et de mesurer son incidence sur les propriétés mécaniques des outils. D'autre part, l'analyse fonctionnelle de productions spécialisées communes à plusieurs sites de l'amont à aval des réseaux de diffusion, déjà vu pour des périodes plus récentes (Linton 2012), mais pour la première fois appliquée en contexte chasséen, devrait permettre une meilleure compréhension de la gestion de ces productions et de l'intérêt d'une diffusion sur une telle distance.

Notre méthodologie est appliquée à un corpus de sites géographiquement positionnés de l'amont vers l'aval des réseaux et ayant eu accès à ces produits spécialisés. Il s'agit de Saint-Martin à Malaucène (Vaucluse), des Moulins à Saint-Paul-Trois-Châteaux (Drôme), de l'Héritière à Vernègues (Bouches-du-Rhône), de Saint-Antoine à Saint-Aunès (Hérault), d'Auriac à Carcassonne (Aude) de Saint-Michel-du-Touch à Toulouse et de Château Percin à Seilh (Haute-Garonne).

Ces sites de plein-air sont plus ou moins éloignés des ateliers producteurs et par définition relativement bien intégrés dans les réseaux de diffusion du silex bédoulien, avant et après l'innovation technologique du traitement thermique. Il s'agit donc d'observer la structuration des réseaux, non pas à l'échelle d'un finage, mais sur les axes principaux.

#### Limites et difficultés rencontrées :

Lors de la définition du sujet de cette thèse, nous avons pensé intégrer un corpus d'une vingtaine de sites, d'ampleurs différentes (grottes bergeries, grands sites de plein-air...) et parmi le mobilier, d'échantillonner dans toutes les catégories technologiques. Compte tenu de la durée nécessaire aux analyses fonctionnelles ajoutée à la formation et aux tests relatifs aux sciences des matériaux, ce sujet s'est rapidement révélé trop vaste. Nous avons donc décidé d'une part de réduire le corpus à 7 grands sites de plein-air, et d'autre part, à focaliser notre étude sur les productions lamino-lamellaires. L'inconvénient de ces choix est de ne pas pouvoir être multiscalaire et aborder la fonction des sites, en revanche, le fait de pouvoir étudier des productions ou produits spécialisés communs à des sites de même ampleur, permet de mettre l'accent sur leur position géographique, sur leur intégration dans les réseaux, et sur la chronologie.



## **PREMIERE PARTIE : Contexte d'étude**

## **1.1. Le Chasséen méridional**

Le Chasséen méridional est marqué par une intensification des mutations socio-économiques amorcée lors du Néolithique ancien. L'économie de subsistance de ces communautés était basée sur l'élevage et l'agriculture, mais ne négligeait pas la chasse, la pêche et la cueillette. L'économie chasséenne n'étant pas homogène dans l'espace et la durée, nous tâcherons de nuancer ces propos lors des paragraphes suivants.

### **1.1.1. Culture matérielle et chronologie**

La céramique chasséenne est souvent d'excellente qualité, les pâtes sont souvent bien cuites et régulières, un soin particulier est portée à la finition, les récipients sont souvent lissés et polis. Les formes les plus courantes sont les coupes en calotte de sphère, les écuelles carénées, les vases globuleux, les vases à col, les vases tulipiformes, les jattes et les assiettes à marli. Les moyens de préhension sont variés (languettes, boutons simples et boutons perforés). Les décors sont plutôt rares, mais quand ils sont présents, ils sont très caractéristiques : décors géométriques incisés, avec parfois des inclusions blanchâtres (Vaquer 1975, Lepère 2009, Gandelin 2011a).

Il existe, au sein des industries lithiques, une dichotomie entre l'utilisation des roches locales et l'importation de matières premières lointaines de haut qualité. Au sein des industries lithiques taillées, nous pouvons répertorier le silex bédoulien originaire du Vaucluse, le silex oligocène, le silex sénonien, l'obsidienne, les silex tertiaires locaux et le quartz en proportion variable selon la chronologie et les sites (Vaquer 1990, Briois 1997 et 2005, Léa 2004a, Léa *et al.* 2007).

Le trait caractéristique du Chasséen méridional est la présence de silex bédoulien ayant subi un traitement thermique volontaire et débité par pression pour l'obtention de lamelles. Ceci a d'ailleurs permis de donner une définition lithique au Chasséen provençal dans la lignée de la proposition de Jean Arnal (Binder 1991). Toutefois, en Languedoc, le Chasséen ancien qui a été caractérisé d'après la céramique, possède des assemblages lithiques qui sont dépourvus de silex bédoulien chauffé, mais dans lesquels le silex bédoulien non chauffé est bien représenté. Ces différences terminologiques qui pourraient être gênantes lors de la description et l'analyse d'un réseau à l'échelle interrégionale ont été récemment revisitées grâce à l'amélioration des datations radiocarbone (Léa 2004b, Léa *et al.* 2004a, Binder *et al.* 2008) et présentées dans le tableau ci-dessous (fig. 1).

BC cal.	Provence	Languedoc	Caractéristiques communes	
4550	Pré Chasséen		Absence de traitement thermique	
4350	Proto Chasséen			
4250	Chasséen ancien	Chasséen ancien		Circulation de lames en silex bédoulien non chauffé, débitage d'éclats sur éclats
4050		Chasséen classique	Traitement thermique des silex bédouliens	Style de débitage semi-conique
3800	Chasséen récent	Chasséen récent		Style de débitage quadrangulaire-plat et semi-conique
3600				

**Fig. 1 : Tableau récapitulatif de différences terminologiques selon les données recueillies d'après Binder *et al.* 2008)**

Un article plus récent propose une autre terminologie qui isole plusieurs groupes culturels du Néolithique moyen (Van Willigen *et al.* 2011). Cependant, si nous prenons en compte l'évolution des chaînes opératoires du silex bédoulien, il ne nous semble pas qu'il y ait de réelle rupture mais une continuité dans l'évolution technologique, ainsi nous avons choisi de rester fidèle aux terminologies plus anciennes. Par conséquent lorsque l'on parle de phases antérieures au traitement thermique nous parlons de Chasséen ancien, et lorsque les assemblages sont composés en partie de lamelles débitées après traitement thermique, nous parlons de Chasséen récent.

### **1.1.2. Les réseaux de diffusion des silex bédouliens**

La diffusion du silex bédoulien a été organisée à partir des affleurements géologiques jusqu'au-delà de l'aire d'extension du Chasséen méridional (Catalogne, Suisse, Piémont ; fig. 2). Les études technologiques montrent que les chaînes opératoires sont segmentées dans l'espace et dans le temps. Même si pour le moment nous ne maîtrisons pas la structuration des réseaux, nous pouvons distinguer trois groupes : les sites producteurs, les sites intermédiaires et les sites consommateurs.



Fig. 2 : Situation géographique du Chasséen méridional et ensembles culturels voisins (fond de carte Fabien Tessier).

### 1.1.2.1. La zone de production

Le silex bédoulien en position primaire était extrait des affleurements du Crétacé inférieur principalement dans le Vaucluse (Courtin 1974 ; Binder 1998 ; Léa 2004a). Il est caractérisé par une texture fine et homogène, peu détritique, avec quelques inclusions comme des oxydes (silex blond) et des sulfures de fer (silex gris ou noir), des spicules de spongiaires et des débris d'échinodermes (Barbier 1995).

Sur les affleurements, l'abondance des déchets de taille (Schmid 1960 et 1963) et la quantité de maillets retrouvés (Binder 1998 ; Léa *et al.* 2004b) nous laisse imaginer l'ampleur du travail des carrières néolithiques, mais l'hétérogénéité d'exploitation dans la diachronie depuis la plus ancienne préhistoire jusqu'à la période moderne pour les pierres à fusil complique l'étude des séries collectées en surface sur les ateliers (Léa 2004a). Pourtant, il a tout de même été possible d'identifier au moins deux ateliers à l'abri du Levant du Léaunier et l'abri Grangeon à Veaux (Courtin 1974 ; Binder 1984). Par ailleurs, les récentes découvertes des Trois Termes à Gordes, de La Combe à Caromb et de Saint-Martin à Malaucène (Léa 2003c ; Léa 2004b ; Léa *et al.* 2004a ; Léa et Vaquer

2010) montrent qu'une partie des ateliers étaient installés non pas sur les affleurements, mais dans les plaines à quelques kilomètres.

Ces blocs pouvaient être exploités de différentes manières. Les deux schémas les plus fréquents sont d'une part, le débitage de lames par percussion indirecte ou par pression pour exportation, et d'autre part, le traitement thermique des blocs (avec phases de mise en forme avant et après) pour l'exportation de nucléus préformés. Un troisième schéma se rencontre sur le site de la Combe (Vaucluse), la chauffe du bloc et le débitage de lamelle par pression succède à un premier débitage de lames par percussion indirecte sur nucléus non chauffé (Léa 2005a). Le débitage de lames par percussion indirecte, la mise en forme de blocs et le traitement thermique relèvent de savoir-faire spécialisés et sont réalisés uniquement dans la zone de production : ce savoir-faire n'était pas partagé avec les artisans de sites récepteurs, ni avec les utilisateurs de ces produits (Léa 2004b).

Bien qu'en l'état actuel des connaissances un seul atelier ait fait l'objet d'une fouille méthodique et commence à être bien documenté (Saint-Martin, Malaucène, Vaucluse), une dizaine d'autres ateliers sont connus par des ramassages de surface et une certaine variabilité est déjà perceptible (Léa et Vaquer 2010). Les phases de mise en forme et le traitement thermique étaient réalisés sur les ateliers, selon plusieurs schémas opératoires (Léa 2005a). Certains ateliers produisaient à la fois des préformes en silex bédoulien chauffé et des lames en silex bédoulien non chauffé, comme le site de La Combe (Léa 2005a et 2006), d'autres produisaient uniquement des préformes comme Les Trois Termes (Léa 2004b) et Saint-Martin (Gassin *et al.* 2006a, Léa et Vaquer 2010).

#### **1.1.2.2. L'hypothèse des sites intermédiaires.**

L'analyse de la segmentation des chaînes opératoires dans l'espace et le temps montre qu'il existait probablement des sites intermédiaires. L'étude technologique du site de Rocalibert (Piolenc, Vaucluse) montre qu'il s'agissait d'un site redistributeur. En effet, 183 lamelles et 80 nucléus ont été retrouvés sur le site et montrent qu'il y a eu une importation de préformes en silex bédoulien chauffé, une éventuelle fin de mise en forme, un débitage de lamelles sur place, et une exportation de ces lamelles (Léa 2004b et 2005a). Toutefois, nous ignorons si cette exportation se faisait à l'échelle interrégionale ou à l'échelle du finage.

Plus loin en aval des réseaux, et d'après les courbes de décroissance relative aux modèles théoriques de diffusion des matières premières (Renfrew 1975 et 1984), la



diffusion du silex bédoulien semble ne pas avoir été organisée de proche en proche mais par l'intermédiaire de sites intermédiaires (Léa 2005a, Vaquer 2007). En effet, la proportion de silex bédoulien sur les sites n'est pas toujours inversement proportionnelle à la distance des sources (Briois *et al.* 1998) puisque sur certains sites comme Auriac (Carcassonne, Aude) la proportion de silex bédoulien représente environ 98% de l'assemblage (Briois 1997 et 2005, Vaquer et Remicourt 2010) alors que le site est au moins à 300 kilomètres des sources à vol d'oiseau. Ces sites auraient un rôle redistributeur au sein de leur finage, dans la diffusion du silex bédoulien.

Cependant, le seul critère de proportion de matière première n'est pas suffisant pour confirmer cette hypothèse (Léa 2005a), et des arguments technologiques sont manquants. En effet, certains auteurs se demandent par exemple si un site pouvant être considéré comme redistributeur ne serait pas un site sur lequel on pourrait trouver une réserve de préformes, par exemple (Léa 2005a).

La tracéologie pourrait aussi apporter sa contribution à l'identification de ces sites intermédiaires. En effet, les modalités d'approvisionnement d'une matière première peuvent avoir une forte incidence sur l'intensité d'utilisation des outillages. Ainsi un outil difficilement accessible sera utilisé plus longuement. Les sites intermédiaires seraient alors logiquement les plus intégrés aux réseaux de diffusion et l'intensité d'utilisation serait relativement basse. Par exemple, l'étude tracéologique du mobilier provenant du fossé St2 d'Auriac a montré que l'intensité d'utilisation des lamelles débitées après chauffe était relativement faible (Torchy et Gassin 2011). Cela ne contredit pas l'hypothèse selon laquelle ce serait un site central redistributeur (Vaquer 1990, Vaquer 2007, Vaquer et Remicourt 2010), mais d'autres arguments sont nécessaires pour étayer cette hypothèse. En effet, si la forte intégration du site d'Auriac dans les réseaux semble être démontrée, rien ne prouve que des nucléus ou lamelles aient été redistribués sur d'autres sites.

Si les critères d'identification des sites intermédiaires ne sont pas encore bien définis, c'est probablement parce qu'il a pu exister une certaine variabilité de sites. Le site de Rocalibert a pu être spécialisé dans la distribution de lamelles sur de longues distances, puisque nous savons que les sites consommateurs ont importé des préformes mais aussi des lamelles, par le calcul du ratio lamelles/nucléus qui est trop haut sur la plupart des sites (Léa 2005a). Ce même site de Rocalibert a pu aussi occuper une place centrale au sein de son finage et produire des lamelles pour les sites consommateurs environnants. Dans ce cas, nous devons essayer de trouver des équivalents dans les autres finages.

### **1.1.2.3. Des sites consommateurs plus ou moins intégrés.**

Quelles que soient les régions et la terminologie utilisée, une tendance générale s'observe dans les assemblages : la proportion de silex bédoulien semble être de plus en plus importante. Dans les phases anciennes, comme pour le pré-Chasséen de Fontbrégoua ou le Proto-Chasséen de Giribaldi (Binder 1990 et 1991), le pré-Chasséen de Port Ariane (Briois et Léa 2003, Léa 2005b, Léa 2007a), le Chasséen ancien du Pirou (Torchy 2008), le silex bédoulien représente une faible proportion dans les industries lithiques. Le reste des assemblages est constitué le plus souvent de silex tertiaires locaux et/ou de quartz en galets (Léa 2004c, Torchy 2008). Puis à partir de la charnière entre le 5<sup>ème</sup> et le 4<sup>ème</sup> millénaire, marquée par le recours au traitement thermique, le silex bédoulien est souvent prépondérant dans les assemblages (Binder 1984). Par exemple, sa proportion peut atteindre 95% sur le site Chasséen récent de Lattes et 92% sur le site de Jarnègues (Léa 2004a).

Néanmoins, la chronologie n'est pas le seul facteur qui permet d'expliquer les changements observés pour l'industrie lithique puisque pour une même période et un même finage, les proportions peuvent être variables (Vaquer et Remicourt 2010). De plus, certains sites sont totalement exclus de ces réseaux comme c'est le cas pour le site Chasséen récent de Vert Parc (Briois et Léa 2003 ; Vignaud 2004, Gassin *et al.* 2006a) où le silex bédoulien est présent, mais sous la forme d'éclats débités à partir de blocs locaux (des Costières du Gard) prélevés en position secondaire comme le prouve la présence de néocortex (Léa 2004a).

Il semble donc que les sites consommateurs soient intégrés à des niveaux différents selon la chronologie et la distance qui les sépare des sources, mais peut-être aussi selon la fonction des sites et leur articulation avec un éventuel site intermédiaire dans le finage. Il pourrait s'agir de réseaux à arborescence de morphologie fractale, c'est-à-dire une arborescence hiérarchisée dont les ramifications se répètent à chaque nœud (Linton 2012).

### **1.1.3. Les productions lithiques spécialisées**

Sont considérées comme productions spécialisées au sens techno-économique les productions issues d'un savoir-faire non-partagé et qui sont consommées en un lieu différent (Miller 1987, Pelegrin et Roux 1989, Perlès 1992), c'est-à-dire, en ce qui concerne le Chasséen, les productions lamino-lamellaires sur silex chauffé et non chauffé puisque celles-ci sont préparées uniquement dans la zone des ateliers (mise en forme de

blocs, traitement thermique du silex, débitage de lames), et consommées sur d'autres sites (Léa 2004a).

### **1.1.3.1. Le traitement thermique du silex**

#### **a. Mise en évidence**

Déjà connu pour les populations paléindiennes d'Amérique du Nord, et reconnu pour rendre la matière plus apte à la taille (Crabtree et Butler 1964, Inizan *et al.* 1995, Inizan et Tixier 2000), le traitement thermique des roches siliceuses a ensuite été identifié sur des industries du Paléolithique supérieur sur les gisements solutréens de Laugerie-Haute et du Placard (Bordes 1969, Inizan *et al.* 1976). Il s'agit cependant d'un procédé plus ancien, puisque des exemples sont attestés en Afrique du Sud dans des industries du Paléolithique moyen comme sur le site de Blombos (Brown *et al.* 2009, Mourre *et al.* 2010).

Au Néolithique, les premières évidences de traitement thermique associé au débitage par pression datent de 5600/5500 avant notre ère dans le sud de la Péninsule ibérique (Morgado et Pelegrin 2012). En contexte chasséen, les silex bédouliens ont été chauffés ainsi que les silex oligocènes dans une moindre mesure (Binder 1991 ; Renault 1998, Renault *et al.* 2005). Le traitement thermique du silex bédoulien a été mis en évidence par le contraste existant entre les surfaces révélées par un débitage après chauffe qui apparaissent luisantes, et celles qui existaient auparavant, qui restent mates et qui sont quelques fois rubéfiées (Binder 1984). Le traitement thermique concerne des éclats, qui sont ensuite retouchés par pression, et aussi et surtout des blocs (ou quelques fois de gros éclats) destinés à être débités par pression pour obtenir des lamelles (Binder 1984 et 1991).

La chauffe des blocs de silex bédouliens a été réalisée dans la zone des ateliers comme le montre la présence de nombreux « cracks » thermiques de gros modules et d'éclats de mise en forme avant et après chauffe sur les sites de La Combe, des Trois-Termes et de Saint-Martin (Léa 2003c ; Léa *et al.* 2012). Mais pour le moment aucune structure de chauffe n'ayant été découverte, de nombreuses lacunes subsistent concernant les modalités de ce traitement thermique (Léa et Vaquer 2010).

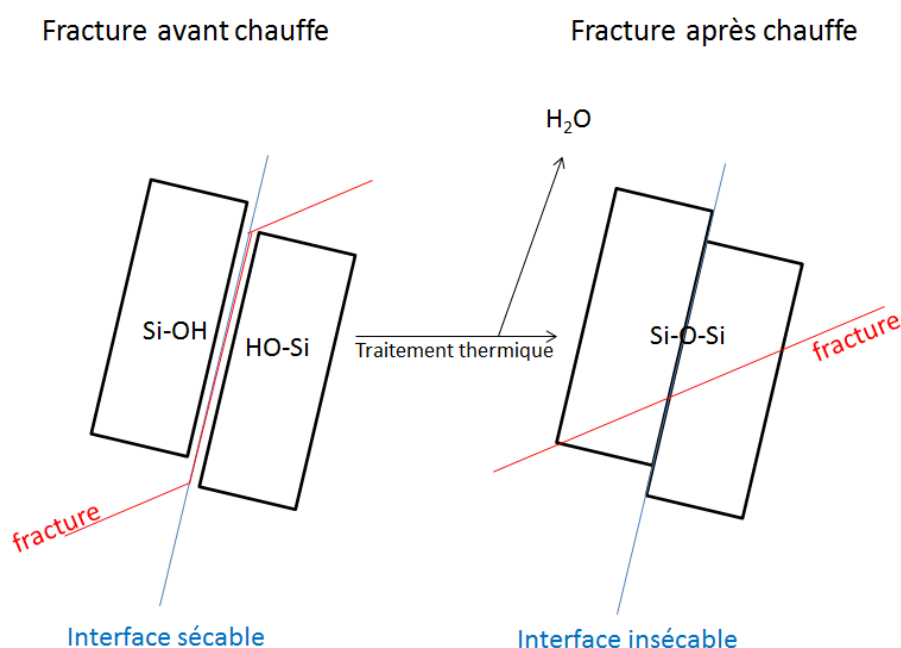
Afin de réduire ces lacunes, l'atelier producteur de Saint-Martin, sur lequel la chauffe est attestée, est le premier à faire l'objet de fouilles programmées, et parallèlement, des expérimentations de chauffe y ont été réalisées (Léa 2008). De plus, le projet ANR « ProMiTraSil », coordonné par V. Léa depuis 2009, a pour objectif d'avoir une meilleure

connaissance des affleurements de silex bédoulien, de mieux comprendre les accidents thermiques observés dans la zone de production, d'observer les transformations structurales subies par le silex, d'essayer de connaître le milieu de chauffe par analyses physico-chimiques (Roque-Rosell *et al.* 2011 ; Léa *et al.* 2012).

### b. Que se passe-t-il lors de la chauffe?

Les recherches concernant les transformations induites par le traitement thermique ont abouti à plusieurs théories. Certaines études plaident pour une recristallisation de la matrice de calcédoine qui emboîte les lésphères de quartz (Bradley et Clayton 1987, Griffith *et al.* 1987) accompagnée d'une déshydratation moléculaire (Seitzer Olausson 1983, Griffith *et al.* 1987), d'autres conçoivent une recristallisation des matériaux siliceux et une réduction de la taille de cristaux (Crabtree et Butler 1964, Domanski et Webb 1992). Cependant, ces théories sont parfois contradictoires et parfois non réellement démontrées (Schmidt 2011). Les travaux les plus récents montrent une réorganisation de la porosimétrie (Roque-Rosell *et al.* 2011) et la création de nouvelles liaisons (Schmidt 2011).

Lors du traitement thermique, l'eau moléculaire est chassée du bloc de silex lors de la transformation chimique :  $\text{Si-OH} + \text{HO-Si} \rightarrow \text{Si-O-Si} + \text{H}_2\text{O}$ . Ce départ d'eau est donc accompagné par la création de liaisons Si-O-Si qui auraient pour conséquence de réduire les défauts de la roche et la rendre plus homogène (Schmidt *ibidem*). Lors du débitage, la fracture emprunterait donc un chemin différent (fig. 3)



**Fig. 3 : Création des liaisons Si-O-Si et cheminement de la fracture selon si le silex est chauffé ou pas. (Schéma réalisé d'après les données issues de Schmidt 2011).**

Par ailleurs, la création des liaisons Si-O-Si induite par la chauffe serait responsable de l'augmentation de la dureté du silex (Schmidt 2011). Des mesures de ténacité montrent une diminution de celle-ci à partir de 200°C (Schindler *et al.* 1982), d'autres montrent que cette diminution débute à partir de 300°C (Domanski *et al.* 1994). Il semblerait que le phénomène de baisse de la ténacité ne suive pas une règle absolue, mais puisse être différente pour chaque type de silex, voire même selon les différents blocs en fonction de l'organisation de leurs cristaux et de leur porosité.

Selon des théories anciennes, les surfaces luisantes ne seraient pas dues au microrelief mais à la présence d'inclusion d'eau sous les surfaces (Griffith *et al.* 1987). Ces explications semblent improbables dans la mesure où elles devraient diffuser la lumière et par conséquent atténuer l'intensité de la lumière réfléchi (Schmidt 2011). La cause la plus plausible serait donc une augmentation de la lumière réfléchi et une diminution de la diffusion par une surface plus lisse (Schmidt 2011 ; Schmidt *et al.* 2012).

### **c. Pourquoi avoir recours au traitement thermique ?**

Tout comme les théories concernant les modifications apportées par la chauffe, les propositions concernant les motivations qui ont pu conduire à un recours au traitement thermique sont nombreuses. Nous évoquons ici uniquement celles qui sont envisageables pour la chauffe des blocs dans le contexte du Chasséen méridional.

Bien que non publié mais objet de discussions au sein de la communauté scientifique suite à des réflexions menées à propos du Néolithique grec (Perlès 2009), un possible aspect symbolique n'est pas à exclure. En effet, les pièces débitées après traitement thermique sont luisantes, parfois translucides et rubéfiées.

L'hypothèse la plus couramment admise est l'amélioration de la matière pour faciliter le débitage par pression sur les sites consommateurs qui autoriserait une moindre spécialisation (Binder 1984, Binder et Gassin 1988). Toutefois le traitement thermique n'est pas indispensable pour le débitage du silex bédoulien par pression (Pelegrin 1988), et il semblerait que cette pratique ait plus de sens lors du débitage avec un équipement simple et léger (Binder 1984, Pelegrin 1988).

Enfin, quelques allusions ont été faites à propos d'une éventuelle augmentation de l'acuité des tranchants (Masson 1984, Gassin 1996). Le traitement thermique serait donc lié à l'utilisation. C'est sur ce point que nous allons pousser notre réflexion, et une partie de ce travail de thèse consistera à tester cette hypothèse par une approche tracéologique et un recours à la science des matériaux.

### 1.1.3.2. Production et utilisation des lamelles sur silex bédoulien chauffé

Les phases de mise en forme et le traitement thermique étaient réalisés sur les ateliers, selon plusieurs schémas opératoires (Léa 2005a). Plusieurs styles de nucléus ont pu être identifiés. Dans un premier temps le style (semi-)conique à plan de pression non incliné et le style quadrangulaire-plat à plan de pression très incliné ont été différenciés et ont servi de marqueurs chronologiques (fig. 4, Binder 1984, Binder et Gassin 1988, Binder 1991, Léa 2003a). Puis, des nucléus dits « mixtes » ont été identifiés avec des caractéristiques empruntées à chacun des deux styles cités précédemment, c'est-à-dire une morphologie semi-conique avec un plan de pression très incliné comme à Jarnègues (Léa 2004a, Léa 2006). Concernant l'évolution des styles au cours du temps, il s'avère que le style semi-conique perdure au Chasséen récent comme sur le site de Lattes (Léa 2004a), et le style quadrangulaire-plat serait donc une innovation technique propre à certains ateliers (Léa et Vaquer 2010).

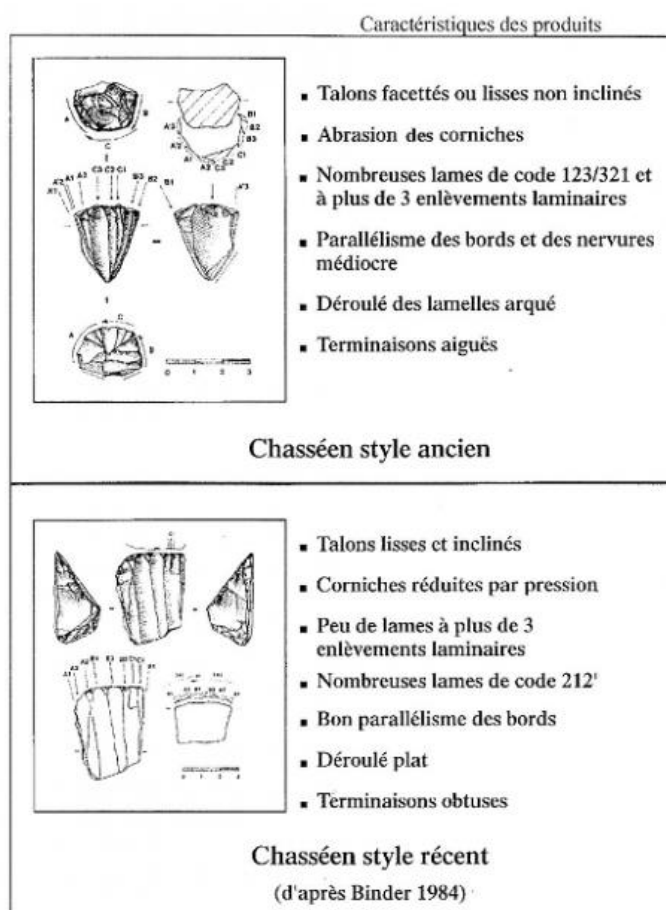
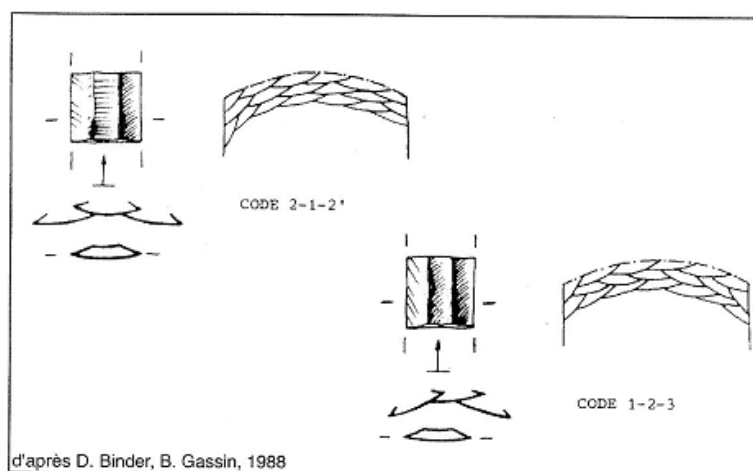


Fig. 4 : Différences stylistique et caractéristiques des produits obtenus à partir de nucléus conique (en haut) et quadrangulaire-plat (en bas), d'après Binder 1984 et Léa 2004a.

Sur les sites consommateurs, ces nucléus peuvent être débités selon différents agencements. Lors des études technologiques, ceci est perceptible par la lecture des codes opératoires sur les lamelles, c'est-à-dire la chronologie des négatifs d'enlèvements des lamelles précédentes sur la face supérieure (fig. 5).



**Fig. 5 : Possibilité d'agencement des lamelles de code opératoire 212' et lamelle de code opératoire 123 (d'après Binder et Gassin 1988).**

Il a été constaté que les lamelles de code opératoire 212' étaient souvent plus larges et plus régulières que celle de code opératoire 123 ou 321 (Binder et Gassin 1988). Les études tracéologiques ont mis en évidence que ces supports sont plus intensément utilisés (Gassin 1996, Torchy et Gassin 2011). Les lamelles de code opératoire 212' sont, en proportion par rapport à celles de code opératoire 123/321, plus nombreuses au cours des étapes récentes du Chasséen. Nous allons donc voir dans quelle mesure, de l'amont vers l'aval du réseau ce choix privilégié pour les 212' se retrouve sur les différents sites consommateurs.

En général, ces lamelles ont souvent été utilisées avec les tranchants bruts pour la découpe de matières animales tendres, mais ce n'est pas exclusif (Gassin 1999, Gassin *et al.* 2011). Elles ont pu notamment faire l'objet d'un façonnage par la technique du coup de burin pour racler des végétaux ou être transformées pour obtenir des armatures de flèche (Gassin 1996).

Concernant les modalités d'exploitation des nucléus, l'hypothèse d'un débitage intermittent a été proposée à la suite de l'étude des séries du site de Montou (Pyrénées-Orientales) où l'on ne retrouve que la fin de la chaîne opératoire (Léa 2005a). Un seul nucléus pourrait faire l'objet d'un débitage de plusieurs séries de lamelles sur différents sites. Toutefois, à la grotte de l'Église, les nucléus semblent plutôt débités en une fois afin de constituer une réserve de lamelles dans laquelle les supports les plus adaptés

aux besoins ont été choisis en priorité (Gassin 1996). Par ailleurs, sur le site de Rocalibert, les nucléus ont été débités pour exporter les lamelles sous forme de produits finis (Léa 2004b et 2005a). Plusieurs modalités de diffusion et de gestion peuvent donc être envisageables

### **1.1.3.3. Production et utilisation des lames sur silex bédoulien non chauffé**

Les lames en silex bédoulien non chauffé, débitées dans la zone des ateliers, ont été importées sur les sites consommateurs sous la forme de produits finis. Ces lames faisaient généralement l'objet d'une gestion longue avec de nombreux ravivages et recyclages (Gassin 1996). Certains indices laissent croire que les lames qui attestent plusieurs utilisations ont pu faire l'objet d'utilisations intermittentes sur différents sites. En effet, à la grotte de Montou (Pyrénées-Orientales), en aval des réseaux, les lames sont extrêmement retouchées et l'on note une absence totale d'esquilles résultant de ces entretiens par retouches ou ravivage, les supports auraient été importés déjà retouchés et déjà utilisés (Gassin 1999, Léa 2005a, Léa 2006).

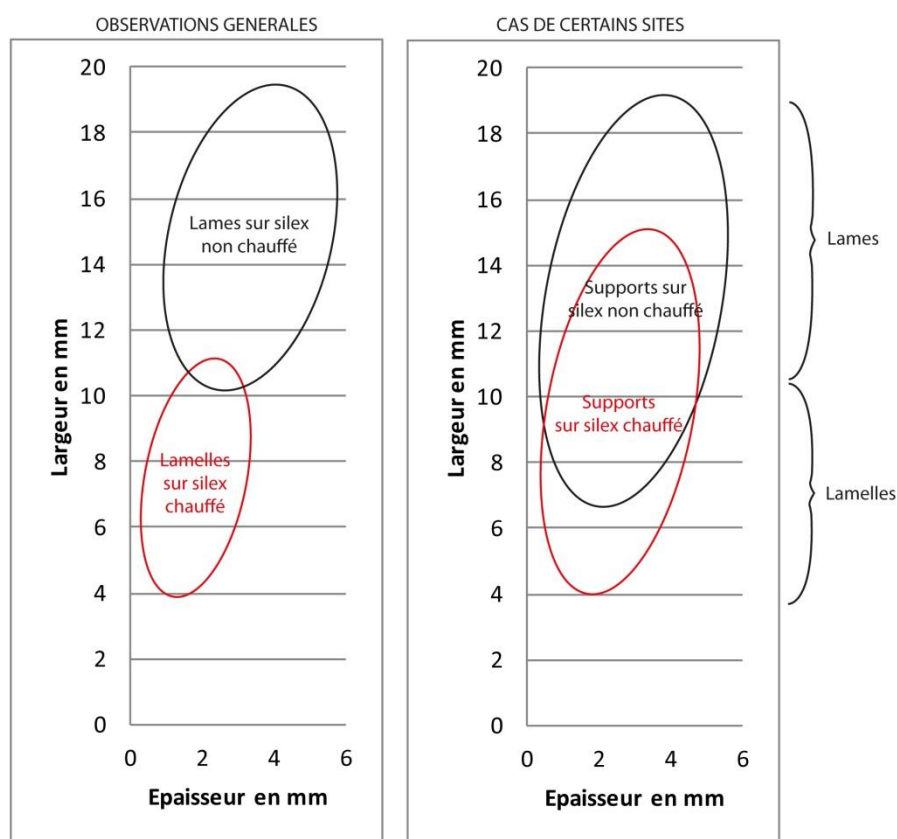
### **1.1.3.4. Les autres productions lamino-lamellaires sur silex bédoulien : lamelles non chauffées et lames sur silex chauffé.**

La vision associant, d'un côté, lamelles et silex chauffé, et de l'autre, lames et silex non chauffé, peut sembler très schématique c'est pourquoi nous devons quelques explications concernant l'emploi des termes lames et lamelles.

Nous préférons ne pas créer une limite artificielle par le choix d'une largeur fixe qui servira de seuil entre les lames et les lamelles mais nous faisons la distinction entre les deux à partir de critères technologiques, c'est-à-dire sur le fait que les supports non chauffés sont généralement de fort module, alors que les supports chauffés sont souvent de faible module (fig. 6 ; Léa 2004a). Or, il a déjà été montré que les productions en silex non chauffé pouvaient avoir des modules aussi petits que les productions en silex chauffés (Léa, *ibidem*). Inversement, certaines productions chauffées sont plus imposantes que les productions en silex non chauffé, et il semble illogique qu'une lamelle soit plus large qu'une lame. Nous considérons donc une limite (non stricte, mais en fonction des productions sur le site) basée sur la césure observée dans les nuages de



points entre silex chauffé et silex non chauffé, c'est-à-dire vers 10-11 mm. Ainsi, par exemple, un support non chauffé de largeur égale à 8 mm est appelé lamelle (fig. 6).



**Fig. 6 : Critères de distinction entre lames et lamelles. Nous établissons une distinction métrique basée selon les données technologiques.**

Cette distinction associant critères technologiques et données métriques permet de mettre en évidence des productions particulières comme par exemple, celle du site de Lattes (Hérault), où l'on observe la présence de lamelles en silex bédoulien non chauffé dont la largeur minimale peut aller jusqu'à 5 millimètres. Elles sont pour la majorité d'entre elles non retouchées et semblent donc avoir fait l'objet d'une gestion différente de celle des lames (Léa 2004a). Ces lamelles sur silex non chauffé ont un module équivalent aux lamelles débitées après chauffe, mais un mode de transport différent puisqu'elles ont été importées sous forme de produits finis. Sur le site de Lattes, ces deux productions sont représentées. Mais dans ce cas pourquoi importer des lamelles sur silex bédoulien non chauffé sur un site où les lamelles sur silex chauffé sont abondantes ? Ces lamelles ont-elles les mêmes fonctions ?

### 1.1.3.5. Les autres productions spécialisées

Le silex Oligocène du bassin d'Apt-Forcalquier (Vaucluse) se retrouve en bonne proportion en Provence dès le Chasséen ancien sous la forme de lames non chauffées, de lamelles débitées après chauffe, et d'éclats, puis ce silex devient prépondérant au

Chasséen récent sous la forme de lames robustes qui remplacent peu à peu les lames en silex bédoulien non chauffé (Binder 1998). En Languedoc oriental, le silex oligocène se raréfie dans la partie orientale où il est tout de même attesté par quelques lames robustes, notamment sur les sites de Raffègues à Mèze, Hérault et de la grotte de la Madeleine à Villeneuve-lès-Maguelonne, Hérault (Léa 2004a). En revanche, il semble totalement absent en Languedoc occidental (Briois 1997 et 2005) mais représenté plus au sud et plus à l'ouest par quelques éléments dans le Roussillon à Montou (Léa 2004a) et dans le Toulousain (Gandelin *et al.* 2006). Il semble donc que la diffusion de ce silex ait été privilégiée vers l'est sans être totalement absente des productions diffusées vers l'ouest (Léa 2004a).

Le silex sénonien est d'origine aquitaine sans pouvoir apporter plus de précision concernant l'origine exacte des sources puisque ce matériau se retrouve dans toute la région concernée (Turq 2000). En contexte chasséen, il est représenté par des éclats et quelques lames sur des sites du Toulousain (Brossier *et al.* 2000, Perrin *et al.* 2006, Gandelin *et al.* 2006).

Le silex de Los Monegros de la vallée de l'Ebre (Aragon), a été importé sous la forme de lames en général plutôt robustes (Perrin *et al.* 2006, Gandelin *et al.* 2006).

Enfin, l'obsidienne, en majorité liparote dans les phases anciennes, puis en majorité sarde dans les phases récentes, est représentée par quelques lamelles sur de nombreux sites chasséens (Binder et Courtin 1994, Vaquer 2007, Binder *et al.* 2012). La découverte du site des Terres-Longues à Trets (Bouches-du-Rhône), remet en question des modèles auparavant proposés (Tykot 1996) sur le mode de diffusion de cette matière puisque presque une trentaine de nucléus et 774 lamelles y ont été découvert (Léa et Vaquer 2010, Léa 2012). Les blocs auraient donc été exploités selon des modalités de mise en forme chasséennes et débités en lamelles, rediffusées ensuite sous forme de produits finis sur les sites chasséens des parages (Léa *ibidem*).

## **1.2. Problématique et justification du choix du corpus**

Le renforcement des spécialisations artisanales et l'intensification des échanges sur de longues distances (jusqu'à 350 km) est un phénomène marquant au Chasséen. Dans quelles mesures peut-on mettre en évidence un éventuel intérêt fonctionnel des supports issus de productions spécialisées et quels sont les enjeux socio-économiques de ces échanges ?

Pour traiter cette problématique, trois axes de recherche sont privilégiés :

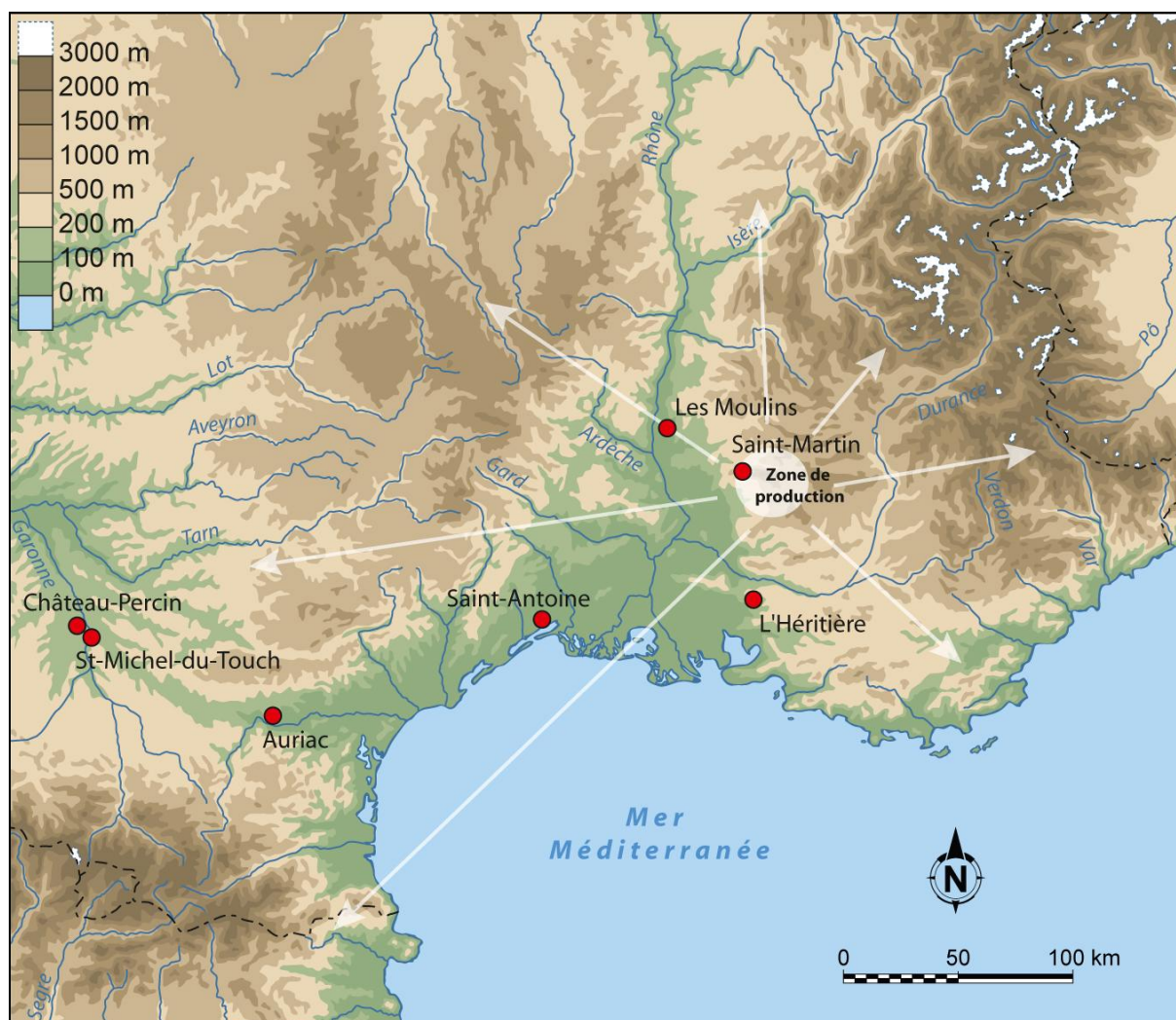
**1) Quelle est l'incidence du traitement thermique sur le silex et sur les supports débités ?** Le traitement thermique entraîne une modification visuelle du silex et il y a depuis longtemps des hypothèses sur le fait qu'il semble faciliter le débitage par pression (Binder 1984). Par ailleurs, quelques allusions selon lesquelles les tranchants ont une acuité supérieure lorsque les lamelles sont débitées après chauffe se retrouvent dans la littérature (Gassin 1996, Binder et Bostyn 2008), mais cela n'a jamais été testé auparavant. En effet, la modification structurelle du matériau peut avoir des conséquences sur le cheminement de la fracture et sur l'acuité des supports débités. Nous testerons cette hypothèse par une analyse physique du matériau et par l'étude de la gestion des supports débités après chauffe.

**2) Quelle est la place des productions lamino-lamellaires sur silex chauffé et non chauffé dans les sous-systèmes techniques ?** Il s'agit de montrer comment ces productions spécialisées ont été utilisées sur les différents sites et quels ont été les facteurs déterminants pour le choix des outils (longueur importante, délinéation, largeur, etc.) en fonction de la tâche à accomplir. Par ailleurs, des évolutions technologiques sont perceptibles au cours du Chasséen sur les ateliers producteurs (le traitement thermique apparaît et se généralise, le style de débitage évolue avec l'apparition du mode quadrangulaire-plat). Dans quelle mesure ces évolutions peuvent-elles traduire une volonté d'adapter les supports à une fonction particulière lors de leur utilisation sur les sites récepteurs ?

**3) Peut-on mieux comprendre l'organisation des réseaux et cerner une partie des enjeux socio-économiques des échanges sur de longues distances ?** Les sites peuvent être plus ou moins intégrés à ces réseaux en fonction de la distance des sources mais aussi en fonction de leur position dans la diffusion du silex. En effet, l'hypothèse selon laquelle la diffusion du silex ne semble pas se faire de manière linéaire mais par l'intermédiaire de sites redistributeurs (Briois *et al.* 1998, Léa 2005a, Vaquer 2007) mérite d'être testée par la tracéologie. L'étude de la gestion des différents assemblages peut-elle nous permettre de mieux comprendre la complexité des schémas de diffusion du silex ?

Pour tenter de répondre à ces questions nous avons choisi un corpus de 7 sites ayant eu recours à ces productions spécialisées et placés géographiquement de l'amont vers l'aval des réseaux de diffusion du silex bédoulien (fig. 7).

Nous avons choisi dans le corpus le seul site producteur ayant fait l'objet d'une fouille méthodique (**Saint-Martin à Malaucène, Vaucluse**), des sites consommateurs (**Les Moulins à Saint-Paul-Trois-Châteaux, Drôme, L'Héritière à Vernègues, Bouches-du-Rhône et Saint-Antoine à Saint-Aunès, Hérault**), un site hypothétiquement central redistributeur (**Auriac à Carcassonne, Aude**) et des sites aux marges de l'aire d'extension du Chasséen méridional (**Saint-Michel-du-Touch à Toulouse et Château Percin à Seilh, Haute-Garonne**)



**Fig. 7 : Position géographique des sites du corpus (fond de carte F. Tessier).**

Nous aborderons les réseaux par l'étude des productions lamino-lamellaires depuis la zone de production jusque dans des sites consommateurs très éloignés des ateliers producteurs. Il ne s'agit donc pas d'essayer d'aborder la totalité des activités révélées par l'industrie lithique qui ont été réalisées sur un site. Ce type d'approche a déjà été réalisé par exemple à la grotte de l'Eglise dans le Var (Gassin 1996 ; fig. 8).

		Site A	Site B	Site C	Site D	Site E	Site F
Production 1	Mat. Pr. 1	X					
	Mat. Pr. 2	X					
	Mat. Pr. 3	X					
Production 2	Mat. Pr. 1	X					
	Mat. Pr. 2	X					
	Mat. Pr. 3	X					
Production 3	Mat. Pr. 1	X					
	Mat. Pr. 2	X					
	Mat. Pr. 3	X					

**Fig. 8 : Stratégie d'échantillonnage de type A, toutes les productions d'un site sont observées.**

Il ne s'agit pas non plus d'aborder un finage local mais de mieux comprendre comment ces produits spécialisés ont été gérés de l'amont vers l'aval et de voir dans quelle mesure ils nous renseignent sur l'organisation socio-économique des réseaux d'échanges. Remarquons d'ailleurs, que comme cela a déjà été souligné, que ces produits spécialisés ne sont pas toujours les plus à même de nous donner des renseignements sur les activités qui se sont déroulées sur les sites sur lesquels ils ont été retrouvés. Si l'on prend l'exemple des lames en silex bédoulien non chauffé, il a été démontré par plusieurs études que leur utilisation intermittente (Gassin 1999) pouvait avoir eu lieu en différents lieux (Astruc 2005, Léa 2005a, Astruc et Léa, sous presse). Nous nous concentrerons donc sur les caractéristiques techniques et les divers modes d'utilisation des différents produits spécialisés pour mettre en évidence des points communs à tous les sites et des variabilités qui peuvent être interprétables en termes de chronologie, d'éloignement par rapport à la zone de production, d'intégration du site dans un réseau à la diffusion non linéaire, ou encore de fonction du site.

Cette approche du réseau d'un bout à l'autre, et non d'un site et des différentes activités qui y sont représentées, peut donc paraître originale puisque jusqu'à maintenant les études en contexte Chasséen ont concerné des sites isolés ou des ensembles de sites au sein d'un finage. La zone d'étude est vaste, et par conséquent nous avons fait le choix de nous concentrer sur les productions spécialisées communes à tous les sites (fig. 9), c'est-à-dire les productions lamino-lamellaires en silex bédoulien chauffé et non chauffé, mais aussi sur d'autres matériaux (silex oligocène, silex sénonien, silex de Los Monegros).

		Site A	Site B	Site C	Site D	Site E	Site F
Production 1	Mat. Pr. 1	X	X	X	X	X	X
	Mat. Pr. 2	X	X	X	X	X	X
	Mat. Pr. 3	X	X	X	X	X	X
Production 2	Mat. Pr. 1						
	Mat. Pr. 2						
	Mat. Pr. 3						
Production 3	Mat. Pr. 1						
	Mat. Pr. 2						
	Mat. Pr. 3						

**Fig. 9 : Stratégie d'échantillonnage de type B, quelques productions communes issues de plusieurs sites d'un réseau sont observées.**

Les deux stratégies d'échantillonnage présentées sont complémentaires, chacune présentant avantages et inconvénients (fig. 10).

	Echantillonnage type A	Echantillonnage type B
Aborder la fonction d'un site	+++	-
Mettre en évidence des différences de gestion entre les productions	+++	-
Mettre en évidence des différences de gestion entre les matières premières	+++	+++
Mettre en évidence des différences de gestion d'une même production sur plusieurs sites	-	+++
Discuter de la place d'un site dans un réseau	-	+++

Fig. 10 : Résultats escomptés selon la stratégie d'échantillonnage.

### 1.3. Présentation des sites et échantillonnage des éléments lithiques

Les sites du corpus sont tous des grands sites de plein-air. Nous avons fait ce choix afin de suivre les productions lamino-lamellaires le long des réseaux de diffusion sur des sites sans grande disparité fonctionnelle apparente. Par exemple nous n'avons pas sélectionné de grotte-bergerie ou de halte de chasse dans notre corpus.

Les disparités attendues résident dans le fait que, premièrement, ces sites peuvent être producteurs, intermédiaires ou consommateurs. Deuxièmement, ils ont des positions géographiques différentes, ils ne sont pas tous situés à la même distance des sources de silex. Et enfin, pour certains sites, une phase ancienne sans traitement thermique est attestée.

D'après les datations radiocarbone et les études du mobilier, nous pouvons chronologiquement présenter les sites de manière suivante (fig. 11):

	4250-4150	4150-4050	4050-3950	3950-3850	3850-3750
Saint-Martin		Cinf ?	C et		C1
Les Moulins					
L'Héritière					
Saint-Antoine		phase ancienne	phase récente		
Auriac					
St-Michel-du-T					
Château Percin		phase ancienne	phase récente		

Fig. 11 : Présentation des sites selon la chronologie approximative.

Toutefois, il ne s'agit pas là de calage chronologique strict et chacune des datations sera discutée site par site.



### 1.3.1. Saint-Martin

#### Situation et découverte :

La découverte du site est liée aux recherches menées dans le cadre du PCR coordonné par Vanessa Léa « *Sites producteurs et sites consommateurs durant le Chasséen en Vaucluse : gestion des silex bédouliens / périodisation chrono-culturelle* » (Léa 2003c), et notamment grâce à l'étude de la collection Gauthier constituée de ramassages de surface au lieu-dit Saint-Martin sur la commune de Malaucène (Léa *et al.* 2004b).

#### Campagnes de fouilles :

Les opérations de terrain ont débuté par des sondages en 2006 puis par des fouilles programmées en 2007, 2010 et 2011 (fig. 12 et 13).



**Fig. 12 : Vue aérienne du site de Saint-Martin, campagne de fouilles 2010 (photo L. Torchy).**



**Fig. 13 : Saint-Martin : plan du site, emprise des sondages de 2006, des fouilles de 2007, 2010 et 2011 (DAO M. Gazenbeek, V. Léa et L. Torchy).**



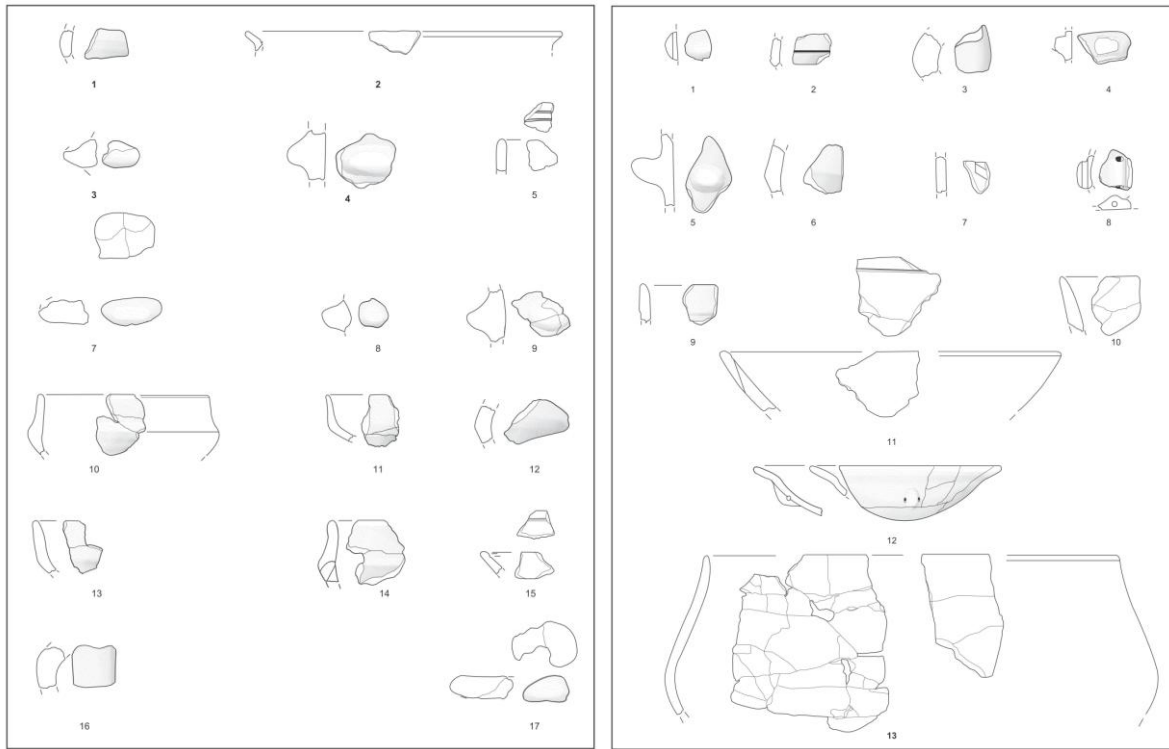
### Les principales structures néolithiques :

Une approche géomorphologique montre qu'il existe différents horizons bien conservés sur une puissance allant jusqu'à 80 cm. Au sein de cette stratigraphie, quelques fosses, un foyer et une sépulture (pour le moment non fouillée) ont été mises en évidence.

La spécificité de ce site est perceptible par l'abondance des accidents thermiques et des éclats de mise en forme en silex bédoulien. Parmi le mobilier on note aussi la présence de fragments de meules en grès (réutilisées dans des structures de combustion et quelques-unes en marqueur de tombe), de faune, de fragment de pointes et d'aiguilles en os, de plaques de calcaire, de deux haches en roche verte, d'un fragment de maillet en quartzite (Léa 2011a).

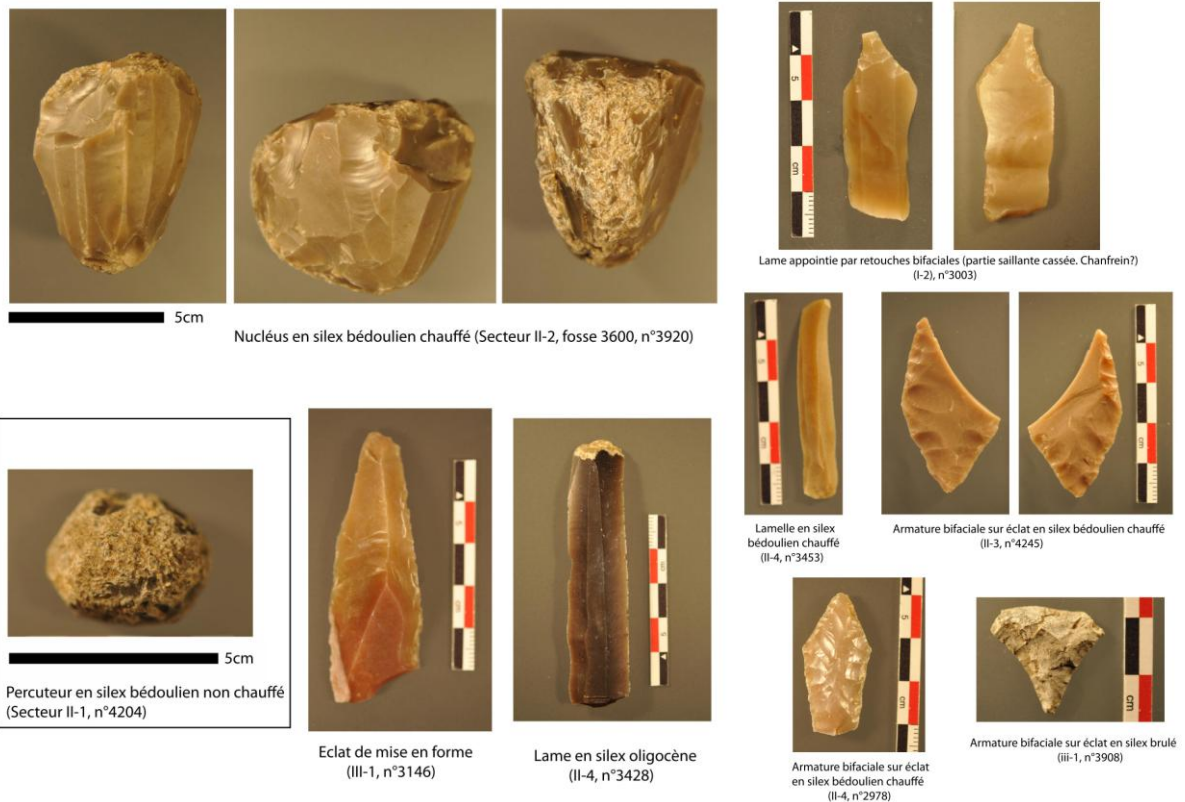
### Etude céramique :

Bien que généralement mal conservée, la céramique apporte des informations importantes concernant les périodes d'occupation du site. Les coupes à sillon périphérique interne sont bien représentées, elles apparaissent en Provence, dès le début du Chasséen récent (ou classique) ce qui permet de caler le site entre 4000 et 3800 avant notre ère. L'apparition de bandeaux multitubulés placés sur des récipients à segmentation basse à partir du décapage 6 plaide pour l'existence d'au moins deux étapes (fig. 14). Les décapages les plus profonds sont mal documentés mais pourraient correspondre à une troisième étape (Lepère 2010 et 2011a).



**Fig. 14 : Industrie céramique du site de Saint-Martin, secteurs II et III. On note la présence de coupes à sillon et de bandeaux multitubulés, ce qui indique au moins deux étapes d'occupation (d'après Lepère 2010).**

Etude du mobilier lithique (fig. 15) :

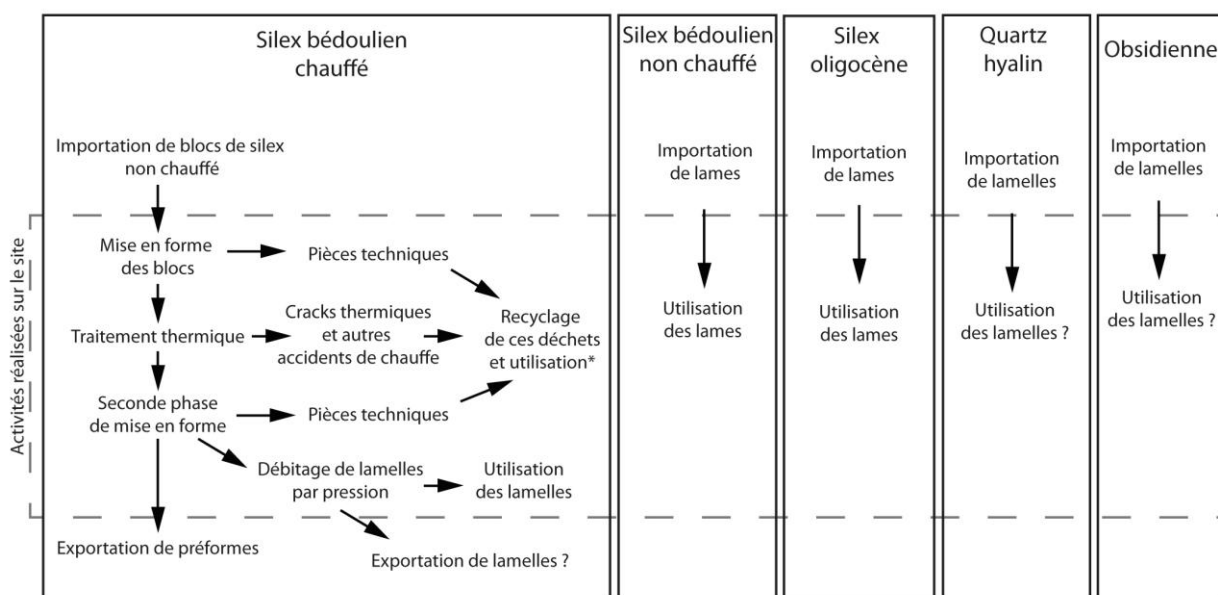


**Fig. 15 : Mobilier lithique issue des fouilles du site de Saint-Martin (photos V. Léa et L. Torchy).**

Le mobilier lithique issu des fouilles 2010 et 2011 comprend un total de 2507 éléments sans compter les refus de tamis (fig. 16). Le silex bédoulien est quasi-exclusif, on note toutefois quelques éléments en silex oligocène, en quartzite et en quartz hyalin, et certains silex sont d'origine indéterminée ou indéterminable (cette catégorie peut donc inclure du silex bédoulien). Les éléments de mise en forme prédominent largement quels que soient les niveaux archéologiques et les horizons sédimentaires. Dans une moindre mesure, on note la présence de lame(lle)s et de nucléus. La couche Cinf se distingue des autres par la proportion de silex chauffé qui est moins importante. De plus, on note la présence d'un débitage d'éclats lamellaires irréguliers sur silex non chauffé, probablement débités à la pierre tendre (Léa inédit dans rapport 2010 et 2011).

Matières premières	Effectif total	Effectif lame(lle)s
Silex bédoulien chauffé	1927 (76,9 %)	175
Silex bédoulien non chauffé	300 (12 %)	10
Silex béd. chauffe indéterminée	142 (5,6 %)	8
Silex oligocène	2 (0,08 %)	1
Quartz hyalin	3 (0,12 %)	0
Quartzite	3 (0,12 %)	0
Silex indéterminable	130 (5,18 %)	1
TOTAL	2507	195

Fig. 16 : Représentation des différentes matières premières sur le site.



\*l'étude tracéologique de ces pièces techniques a montré qu'une partie d'entre elle étaient recyclées et utilisées comme outils (Torchy in Léa 2011).

Fig. 17 : Présentation synthétique des chaînes opératoires représentées sur le site de Saint-Martin.

- Le silex bédoulien chauffé :

Les affleurements les plus proches sont à environ 5 kilomètres de Saint-Martin. Lorsqu'ils ont été importés sur le site, les blocs avaient déjà subi une phase de mise en forme, peut-être étaient-ils testés directement sur les affleurements, mais peut-être aussi largement dégrossis afin de faciliter le transport (Léa 2007b). Une fois sur le site, les blocs étaient sujets à une autre phase de mise en forme comme en témoignent les pièces techniques non chauffées retrouvées sur le site (fig. 17). Ensuite, ces blocs étaient traités thermiquement comme en témoignent les nombreux cracks thermiques et pièces indiquant d'autres accidents de chauffe. Des pièces techniques (lames à crête, éclats d'ouverture de plan de pression...) à la face inférieure luisante et avec une ou plusieurs plages mates sur la face supérieure indiquent qu'une dernière phase de mise en forme avait lieu après le traitement thermique. Une première étude tracéologique montre que ces pièces techniques ou pièces issus d'accident de chauffe ont été recyclées et utilisées comme outils (Torchy 2011). Une fois le nucléus préformé, une série de lamelles pouvaient être débitées, peut-être pour tester le bloc avant l'exportation des préformes mais aussi pour obtenir des supports utilisables en marge de l'atelier de production. D'ailleurs, une partie des nucléus ont été exploités jusqu'à épuisement comme en témoigne la quantité de lamelles retrouvées sur le site et les quelques nucléus arrivés en fin d'exploitation.

- Le silex bédoulien non chauffé :

Les pièces non chauffées peuvent pour certaines être intégrées à la chaîne opératoire du silex bédoulien chauffée s'il s'agit des pièces techniques débitées avant traitement thermique. Cependant, la présence de lames en silex bédoulien non chauffé indique l'existence d'une autre chaîne opératoire. Puisqu'aucune pièce technique n'est associée, ces lames ont très probablement été produites dans un autre secteur ou sur un autre site et importée sous la forme de produits finis.

- Le silex oligocène :

Les affleurements de silex oligocène les plus proches (Apt-Forcalquier) sont à environ 40 kilomètres de Saint-Martin, à vol d'oiseau. Cette lame a été importée sous forme de produit fini et témoigne de contacts avec d'autres réseaux.

- Le quartz :

Quelques fragments de quartz hyalin ont été introduits sur le site et témoignent d'échanges avec la zone alpine (Brisotto 1999).

- Les quartzites :

Trois éclats ou fragments d'éclats ont été introduit sur le site.

#### Etude tracéologique préliminaire :

Comme l'a souligné Bernard Gassin lors d'un premier test tracéologique sur une trentaine de pièces (Gassin *in* Léa 2008), les enjeux de l'étude fonctionnelle de l'industrie lithique du site de Saint-Martin sont importants. Cependant, les pièces sont très souvent altérées par des phénomènes post-dépositionnels. Il en résulte des traces qui se présentent sous la forme de points de poli répartis de manière aléatoire, ou de légers lustres sur toute la surface de la pièce, ce qui rend l'étude et les interprétations plus difficiles. Le caractère exceptionnel du site nous a toutefois incités à élargir cet échantillonnage.

Ce sont donc 136 pièces dont 56 lame(lle)s qui ont été sélectionnées pour une étude préliminaire (Torchy 2011). Même si l'état altéré des pièces a sans doute généré un biais dans l'étude, cette analyse élargie a permis de mettre en évidence la réalisation d'activités autres que celles liées à la production lithique.

#### Intérêts de l'étude tracéologique :

Le site de Saint-Martin est le premier site de production lithique chasséen ayant fait l'objet d'une fouille méthodique et les travaux en cours ont montré qu'un habitat était associé à l'atelier de taille. Une analyse fonctionnelle élargie pourrait permettre de mieux cerner le mode de vie des communautés ayant fréquenté le site en abordant les questions suivantes :

- Peut-on mettre en évidence la réalisation d'activités, domestiques ou artisanales, autres que la taille du silex ? Quelle est l'intensité d'utilisation des supports lamino-lamellaires en silex bédoulien ? Quelle a été la fonction des produits lamino-lamellaires sur silex bédoulien chauffé et non chauffé ?
- Quelles sont les modalités de gestion des différentes productions (réalisées sur place ou importées) ? On ne produit pas de grandes lames mais on en importe (bédoulien non chauffé et oligocène). Y'a-t-il un objectif fonctionnel pour ces importations ? que dire de l'articulation de la zone de consommation par rapport à la zone de production ?
- Existe-t-il une différence de gestion entre les industries des couches C, C1, Cinf ? Que dire de l'évolution du site ?

### Echantillonnage pour l'étude tracéologique :

Pour tenter de répondre à ces questions, nous avons échantillonné le mobilier des fouilles 2010 et 2011 de manière suivante :

- Lame(lle)s en silex bédoulien chauffé : 99/175 soit 56,6 %
- Lame(lle)s en silex bédoulien non chauffé : 10/10 soit 100 %
- Lame(lle)s en silex oligocène non chauffé : 1/1 soit 100 %

L'étude tracéologique de ces 110 lame(lle)s devrait permettre de compléter les données recueillies lors de l'étude préliminaire (Torchy 2011).

### **1.3.2. Les Moulins**

#### Situation et découverte :

En 1966, Maurice Joly a signalé à la Direction Régionale des Antiquités Préhistoriques de Rhône-Alpes, des traces d'occupation à l'ouest de la ville de Saint-Paul-Trois-Châteaux. Il s'agit entre autres, d'une sépulture en fosse avec « un vase hémisphérique à mamelons d'un diamètre de 25 cm environ », d'« un crâne placé sous 3 ou 4 gros rocs » ainsi que de nombreuses lames en silex, des grattoirs, deux haches, une meule, de nombreux tessons sans un seul fond plat et une perle en calcaire blanc.

#### Campagnes de fouilles :

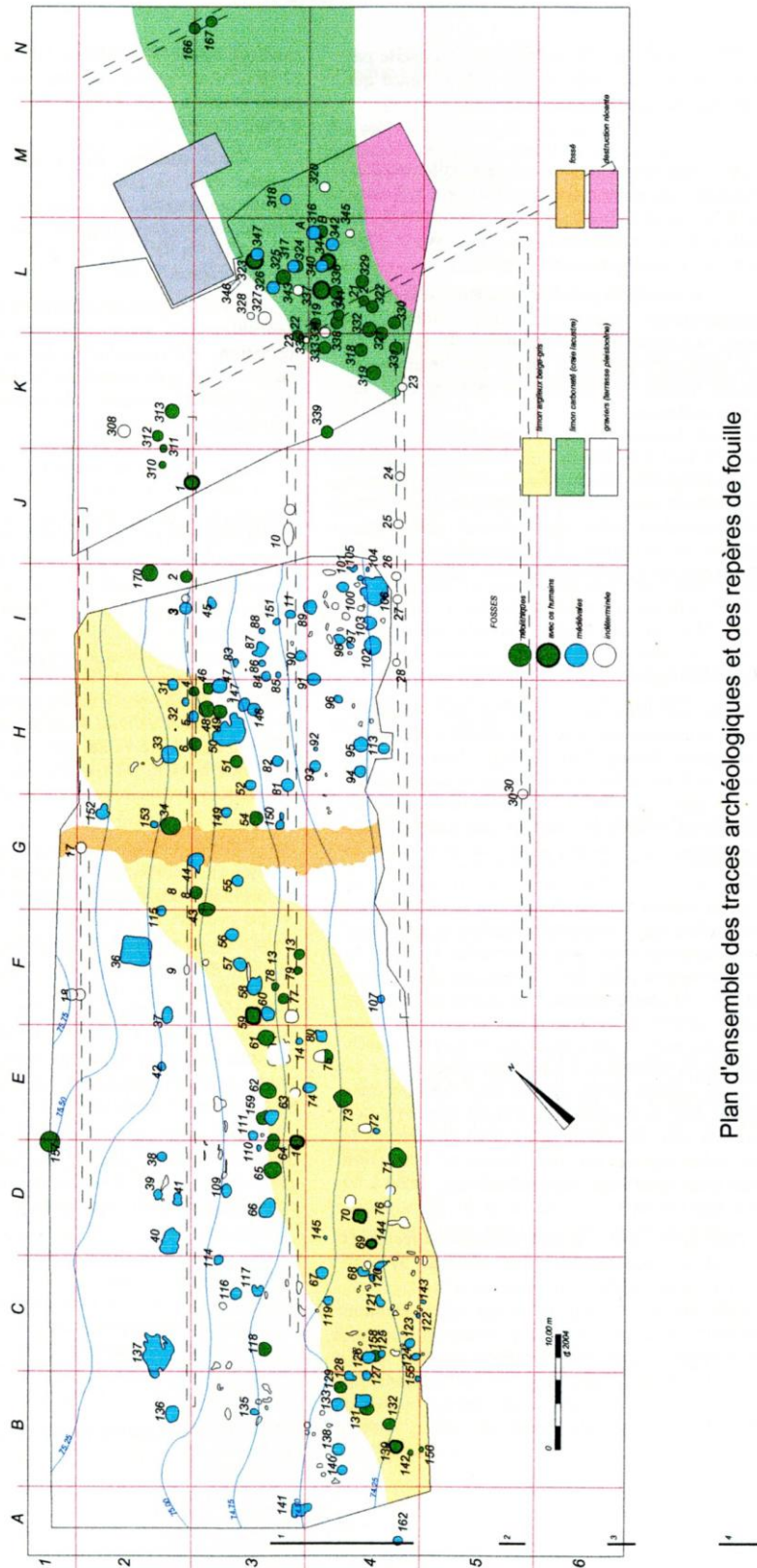
Lors des fouilles d'un site gallo-romain à partir de 1982, quelques découvertes se rapportant au Néolithique *lato-sensu* sont signalées. En 1984, à la demande de la Direction Régionale des Antiquités Historiques de Rhône-Alpes, le Centre d'Archéologie Préhistorique de Valence intervient au lieu-dit Les Moulins. Lors des opérations de fouilles de 1984 et 1985, dirigées par Alain Beeching, 170 dépressions ou anomalies d'origines anthropiques ont été comptabilisées, dont 44 fosses chasséennes.

En 1994, à l'extrémité sud-ouest du site des Moulins et dans le cadre de l'extension du parking d'une surface commerciale, une brève intervention est dirigée par Valérie Bel. Lors de ces fouilles, F. Thiercelin a découvert une fosse chasséenne qui s'avère être une des plus riches en mobilier chasséen.

En 2000-2001, dans le cadre d'une nouvelle extension du parking, sous la co-direction de A. Beeching et F. Cordier, 47 nouvelles structures sont découvertes, dont 21 sont sûrement chasséennes (Beeching 2005).

Les principales structures néolithiques :

Concernant le Chasséen, ces fouilles ont révélés surtout des fosses ou d'autres structures en creux dont certaines contenaient de restes humains (fig. 18).



Plan d'ensemble des traces archéologiques et des repères de fouille

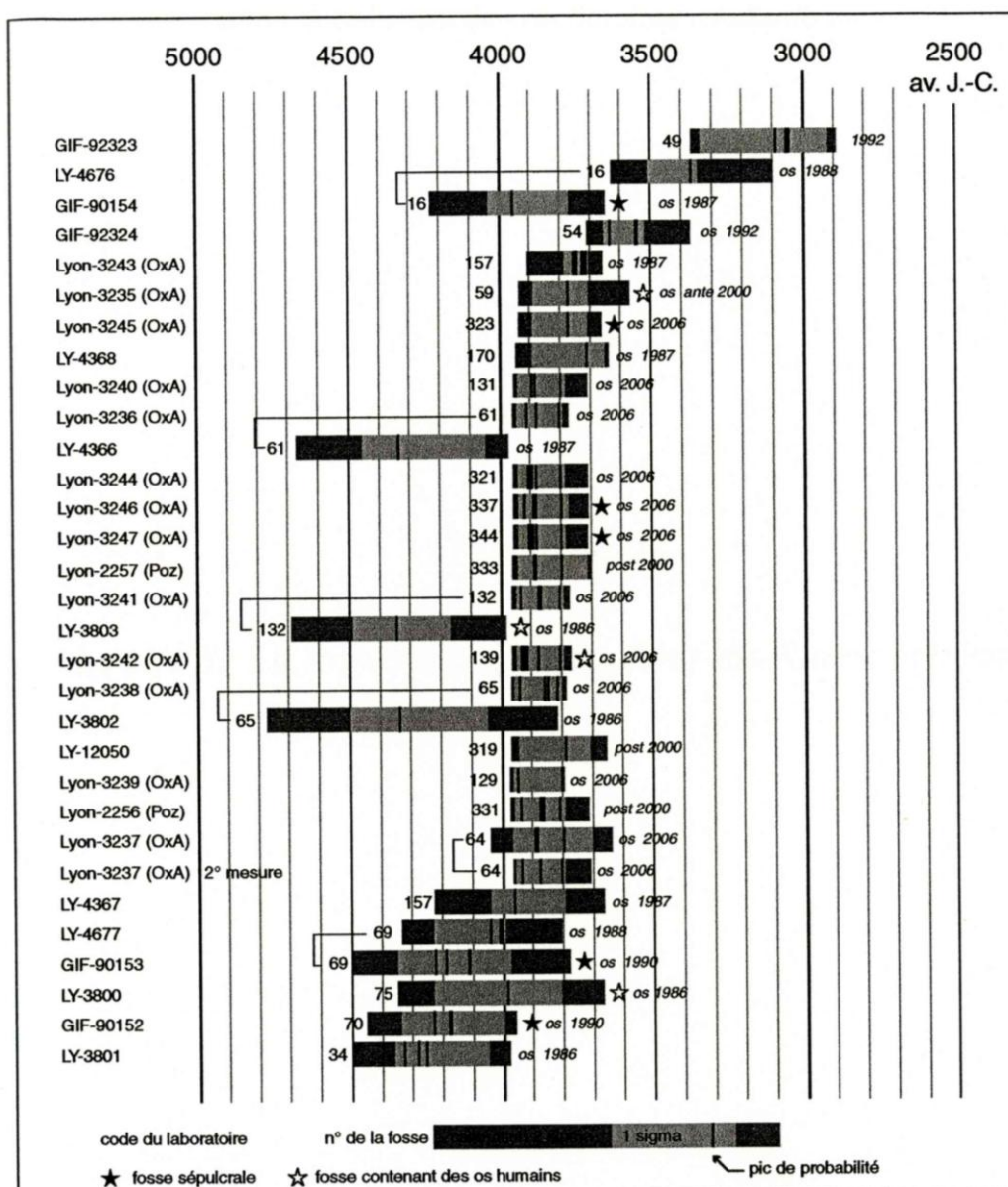
Fig. 18 : Les Moulins : plan du site (d'après Beeching 2005).



Le mobilier retrouvé est composé de céramique, d'industries lithique et osseuse, de quelques fragments de quartz et d'obsidienne, d'outils et d'objet en pierre polie et de matériel de broyage.

Les datations :

Même si une partie des datations semblent trop anciennes ou trop récentes par rapport au mobilier (fig. 19), la majorité d'entre elles sont comprises dans la fourchette 4000-3700 BC cal., ce qui s'accorde avec les études des industries céramique et lithique.

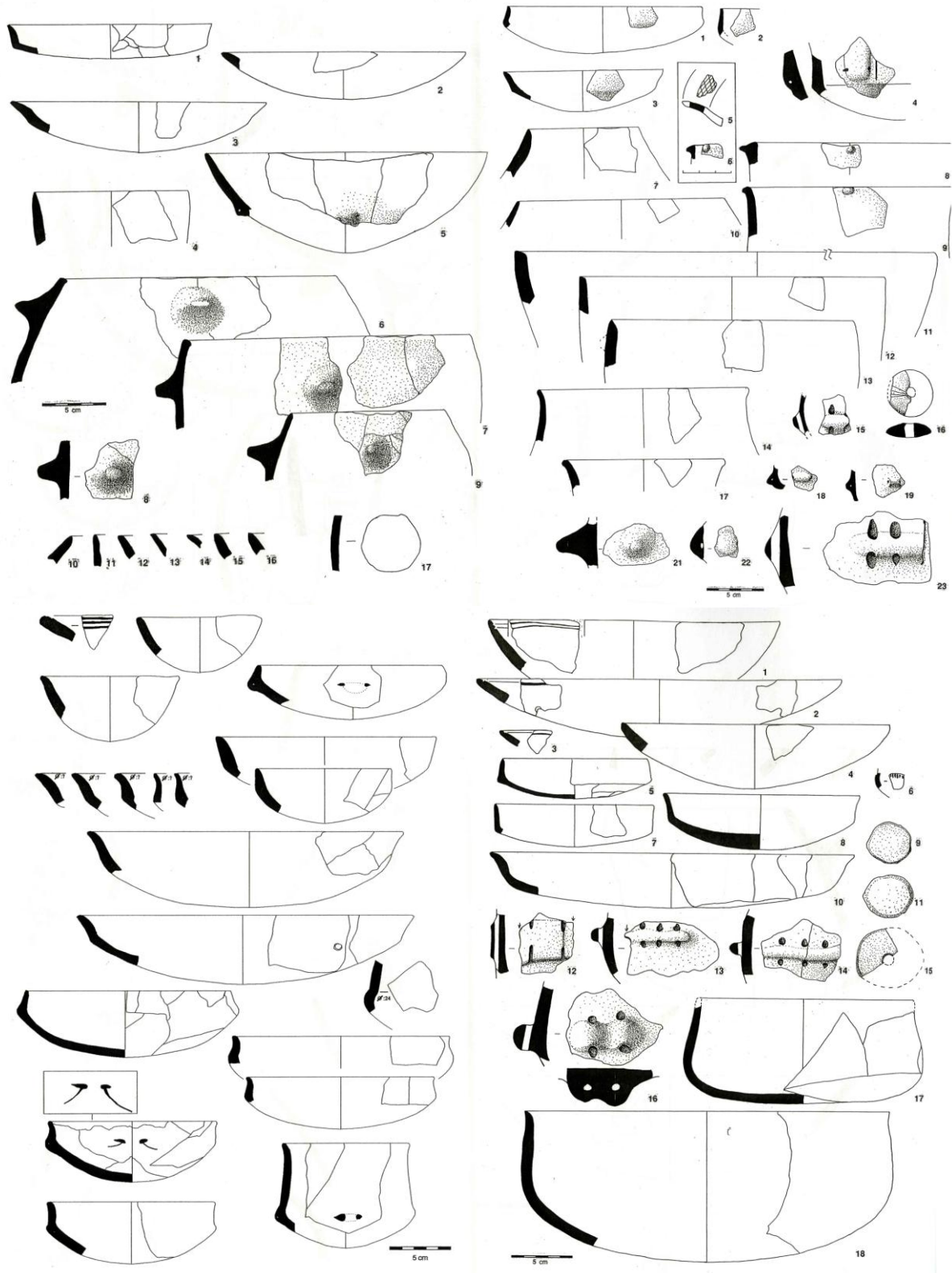


Saint-Paul-Trois-Châteaux-Les Moulins  
 Calibrations effectuées avec le logiciel Calib2000 (Stuiver *et alii* 1998), selon la méthode des intersections  
 Centre d'Archéologie Préhistorique de Valence - 2006

Fig. 19 : Datation C<sup>14</sup> obtenus à partir d'échantillons provenant du site des Moulins (d'après Beeching 2005)



Etude céramique :



**Fig. 20 : Céramique du site des Moulins (d'après Beeching 2005).**

La céramique intègre beaucoup de formes très basse et fréquemment carénées, des coupes en calotte, des coupes à sillon, des surbaissés, des écuelles à crans et autres carénés bas, des vases à épaulement et col haut, des petites jarres et des marmites à bord droit ou rentrant (fig. 20). Les décors sont encore présents, notamment les sillons

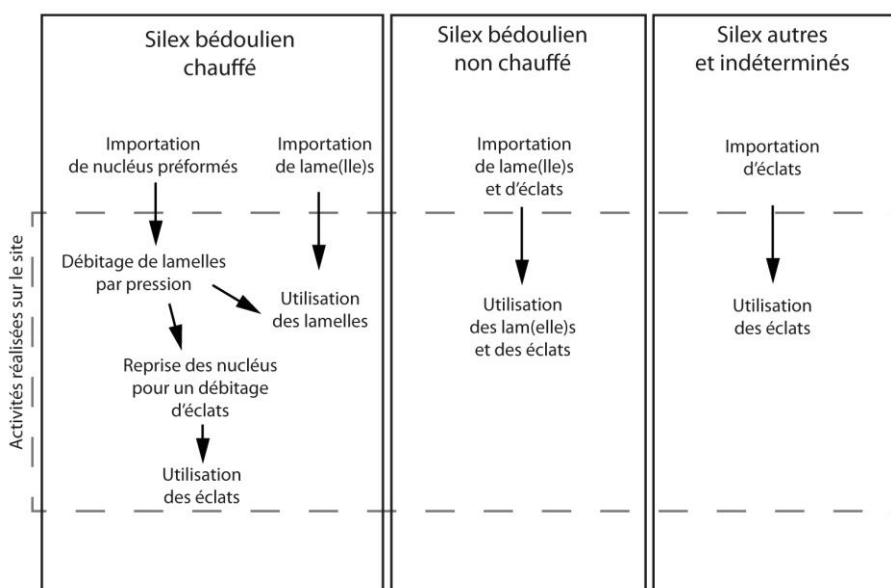
multiples, les moustaches gravées et les fusaiöles à décor gravé rayonnant. Les prises sont variées mais les anses vraies sont rares. Ces éléments permettent de rattacher le site au groupe C, Chasséen récent rhodanien (Beeching 1995, Ferber et Beeching 2005).

Etude du mobilier lithique :

L'assemblage lithique taillé totalise 1238 éléments, déchets et esquilles compris, composé à 38,5 % de silex bédoulien chauffé, 10 % de silex bédoulien non chauffé et 51.5 % de silex indéterm. ou indéterminables (fig. 21 et 22).

Matières premières	Effectif total	Effectif lame(lle)s
Silex bédoulien chauffé	476 (38.5 %)	335
Silex bédoulien non chauffé	125 (10 %)	61
Silex indéterm. et autres MP	637 (51.5 %)	40
TOTAL	1238	436

**Fig. 21 : Représentation des différentes matières premières sur le site.**



**Fig. 22 : Présentation synthétique des chaînes opératoires représentées sur le site des Moulins.**

- Le silex bédoulien chauffé :

Il s'agit de silex bédoulien extrait des affleurements du Vaucluse et traité thermiquement dans la zone des ateliers producteurs. Il est introduit sur le site des Moulins sous la forme de nucléus à lamelles préformés et aussi sous la forme de lame(lle)s déjà débitées pour les modules les plus importants. D'une manière générale, le style de débitage fait référence à un pôle récent comme en témoigne les lamelles qui

portent des traces de mise en forme se rapportant au nucléus de style quadrangulaire-plat (Léa 2005c). Par ailleurs, en fin d'exploitation, certains nucléus ont été employés pour un débitage d'éclats.

- Le silex bédoulien non chauffé :

Les lame(lle)s et éclats en silex bédoulien ont été importés sous forme de produits finis. Les supports lamino-lamellaires ont été probablement débités dans la zone de production, par percussion indirecte mais aussi par pression (Léa *ibidem*).

- Le silex tertiaire local :

Il a été introduit sous la forme de petits nucléus ou de petits blocs pour une exploitation basée sur un débitage d'éclats par percussion directe.

#### Intérêts de l'étude tracéologique :

Le site des Moulins est géographiquement placé au nord de la zone de production. Les études tracéologiques précédentes ont concerné des sites au sud-est et sud-ouest, il s'agit donc d'une étude inédite sur cet axe de diffusion. Par ailleurs, le site des Moulins est considéré comme un des sites les plus importants de la Drôme (Beeching 2005). Peut-on y voir un éventuel site central au sein du finage ? Peut-on mettre en évidence une éventuelle redistribution ?

L'étude tracéologique des produits lamino-lamellaires devrait permettre de répondre aux questions suivantes :

- Quelle est l'intensité d'utilisation des supports lamino-lamellaires en SB ? que dire de l'intégration du site dans les réseaux ?
- Quelle a été la fonction des produits lamino-lamellaires sur silex bédoulien chauffé et non chauffé ?
- Lors de l'étude technologique, il a été noté que les lustres et les émoussés d'utilisation sont presque exclusivement identifiés sur les lames robustes en silex bédoulien non chauffé (Léa 2005c). Que dire de la gestion des supports en fonction des modules ? Cela peut-il correspondre à des contraintes techniques selon les activités ?

### Echantillonnage pour l'étude tracéologique :

Pour tenter de répondre à ces questions, nous avons échantillonné le mobilier de site des Moulins de manière suivante :

- Lame(lle)s en silex bédoulien chauffé : 220/335 soit 65,7 %
- Lame(lle)s en silex bédoulien non chauffé : 44/61 soit 72,1 %

### **1.3.3. L'Héritière**

#### Situation et découverte :

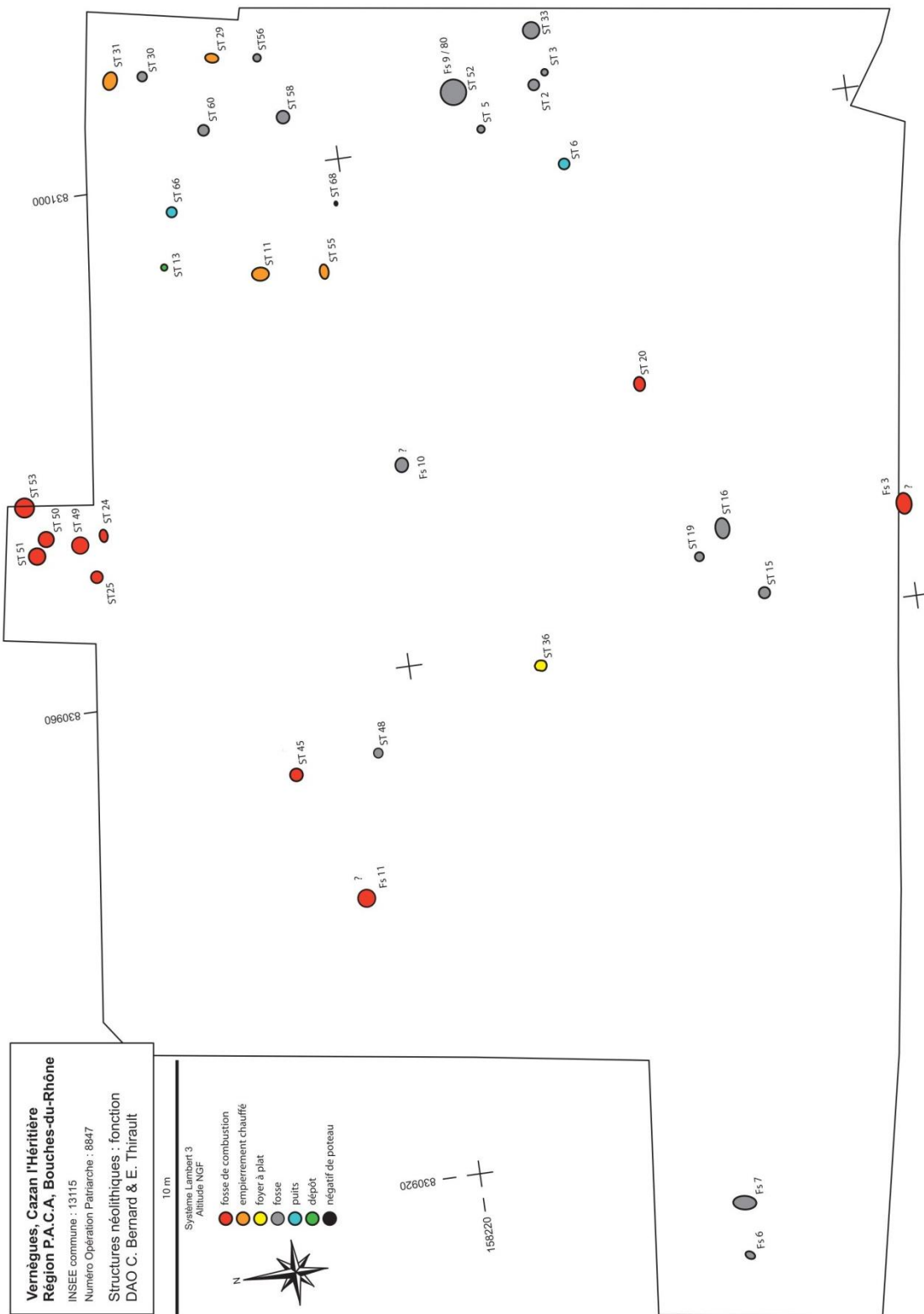
Le vallon de Cazan, sur la commune de Vernègues, forme une dépression de 700 mètres de large en moyenne. Dans un premier temps, des prospections ont permis de collecter des éléments caractéristiques du Chasséen aux lieux-dits La Plaine et La Ribassière (Courtin 1974, Marchesi 1990). En 1996, des travaux de construction pour le TGV Méditerranée et plus tard, l'urbanisation progressive du vallon ont conduit le Service Régional de l'Archéologie à prescrire des diagnostics (Chapon *et al.* 1997, Molina 2005) suivis quelques fois par des campagnes de fouilles.

#### Campagnes de fouilles :

En l'an 2000, des fouilles ont été dirigées par Sébastien Schmitt au lieu-dit Cazan sur le site de L'Héritière II (Schmitt 2000). Pour une surface totale de 5230 m<sup>2</sup>, un seul foyer peut-être rapporté au Néolithique ou à la Protohistoire *lato-sensu*. Du 1<sup>er</sup> septembre au 3 octobre 2008, toujours sur le site de L'Héritière II, une fouille de sauvetage a été réalisée par la SARL Paléotime sur la parcelle B2 675p (Thirault 2011).

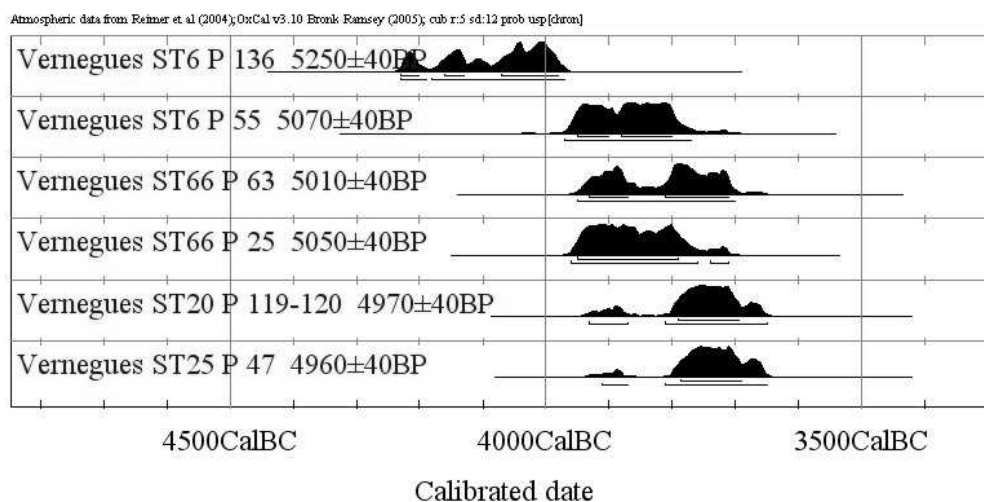
#### Les principales structures chasséennes :

Le décapage et les fouilles sur la parcelle B2 675p ont permis de mettre au jour 16 fosses, 2 puits, un dépôt, 3 empièvements chauffés, 8 à 10 fosses de combustion, un ou deux foyer à plat et un probable calage de poteau se rapportant aux occupations du Néolithique moyen (fig. 23).



**Fig. 23 : L'Héritière II : plan du site (d'après Thirault 2011).**

## Les datations C14 :

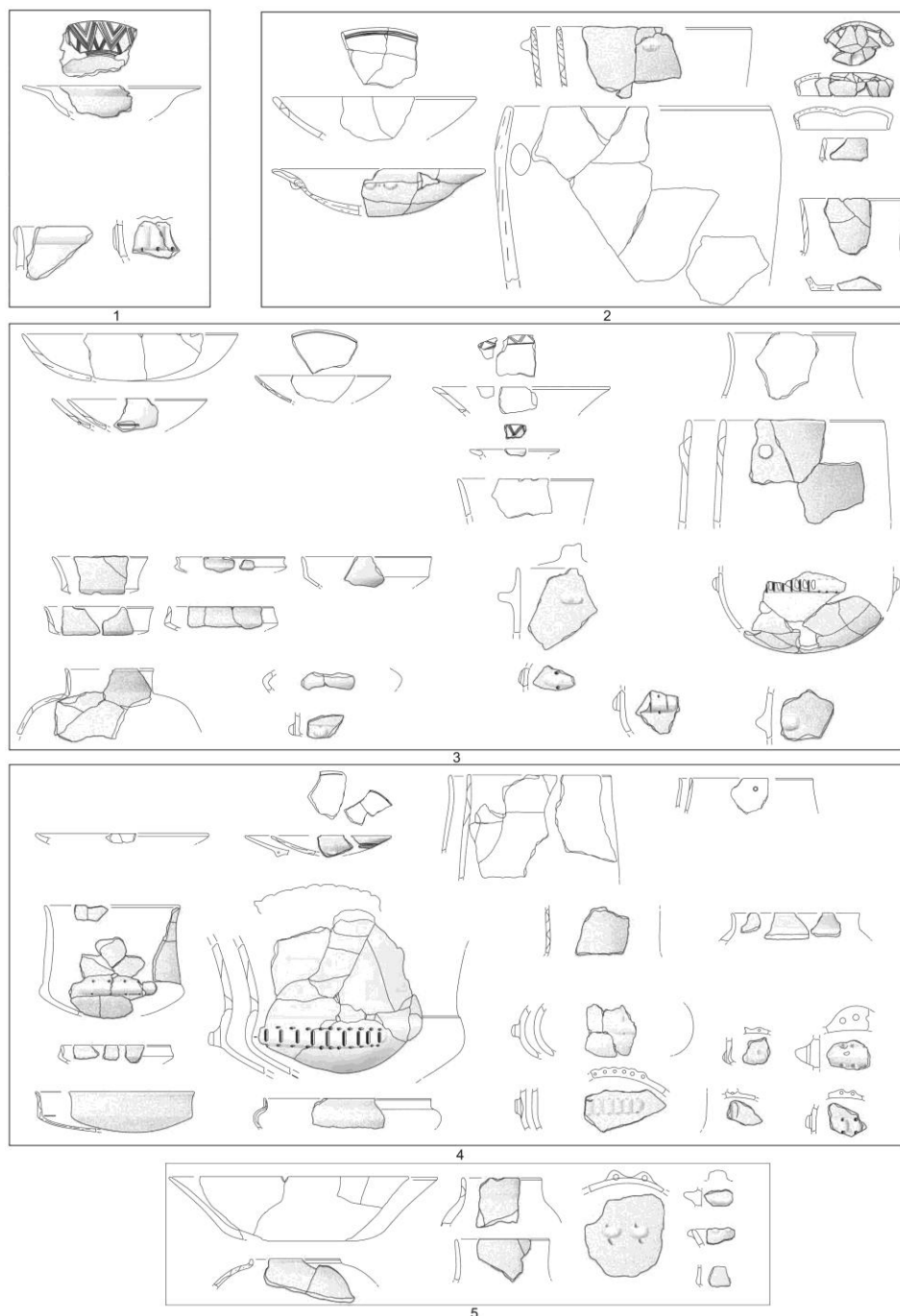


**Fig. 24 : L'Héritière II : datations C<sup>14</sup> (d'après Thirault 2011).**

Sur les 6 datations radiocarbone réalisées, une seule s'écarte du lot, il s'agit d'un charbon de la couche 10 du puits St6 (fig. 24). La fourchette de probabilité obtenue est trop ancienne et ne concorde pas au mobilier céramique de ce niveau. En revanche, quelques éléments épars correspondant au Chasséen ancien ont été retrouvés sur le site, il s'agit donc de mobilier erratique et le charbon en fait probablement partie. Par ailleurs, les 5 autres datations sont comprises dans une fourchette allant de 3970 à 3650 avant notre ère et concordent avec la majorité des industries céramiques et lithiques du site.

### Etude céramique :

L'étude de la céramique issue des fosses fait apparaître trois phases courtes du Chasséen récent (Lepère 2011b ; fig. 25). La première phase se caractérise par une abondance de coupes à sillons simples ou multiples, des coupes à décor interne complexe et la présence d'assiette à rebord décoré. Elle se rapproche des couches 17 à 24 de la grotte Fontbrégoua et du site des Terres-Longues à Trets (Lepère 2006). Une diminution des coupes à sillon et une disparition des coupes à décor interne complexe est signalée dans la deuxième phase. On note la présence de vases à pseudo-col ainsi que des boutons juxtaposés ce qui correspond au faciès de Rocalibert (Georjon 2003). Dans la dernière phase, les formes carénées fermées, les bandeaux incisés multitubulés et les vases à col large disparaissent pour laisser place aux vases à couronne de boutons. Il s'agit d'un faciès de type Pertus II/Trou Arnaud (Lepère 2003).



**Fig. 25 : Industrie céramique du site de l'Héritière selon les phases (d'après Lepère 2011b).**

**Etude du mobilier lithique :**

L'industrie lithique est composée de 745 éléments lithiques taillés, dont 432 en silex bédoulien chauffé (191 lame(lle)s), 42 éléments en silex bédoulien non chauffé (12 lame(lle)s) et 11 éléments en obsidienne (fig. 26 et 27). Le reste correspond aux silex tertiaires locaux et indéterminés qui sont relativement nombreux, sous forme d'éclats et de débris. L'assemblage est relativement homogène d'un point de vue chrono-culturel et se rapporte à une phase récente du Chasséen méridional (Léa 2011b), ce qui s'accorde plutôt bien avec les datations  $C^{14}$  (fig. 24) et la datation d'après l'étude de la céramique.

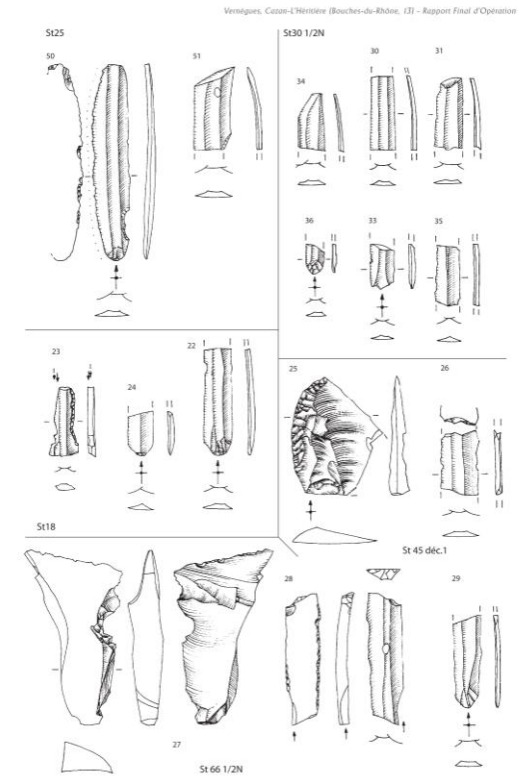
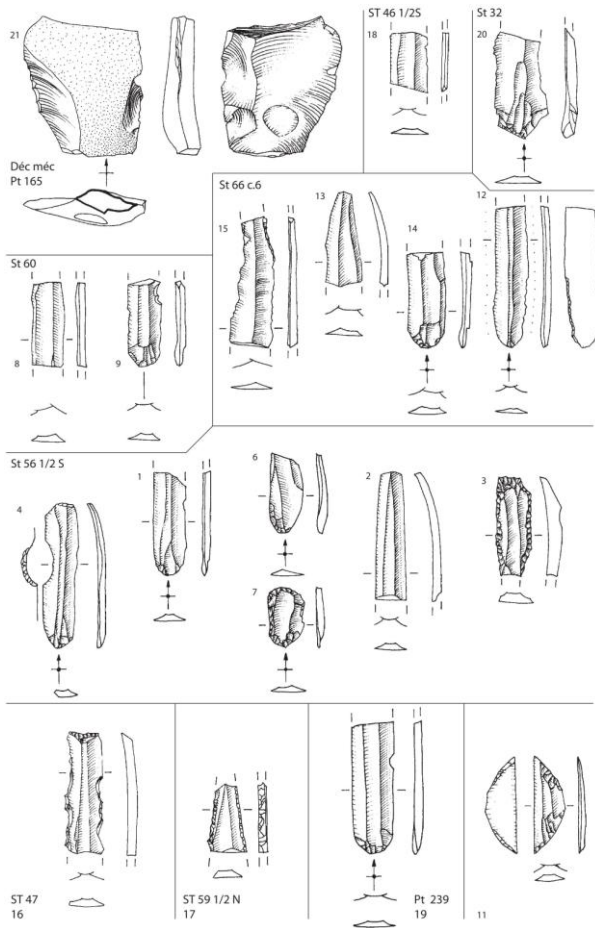


Figure 134 - Vernègues, Cazan-l'Héritière, industrie lithique taillée en silex. Les numéros renvoient à l'inventaire 6. Dessins au trait R. Picavet. Paléotime 2011 263

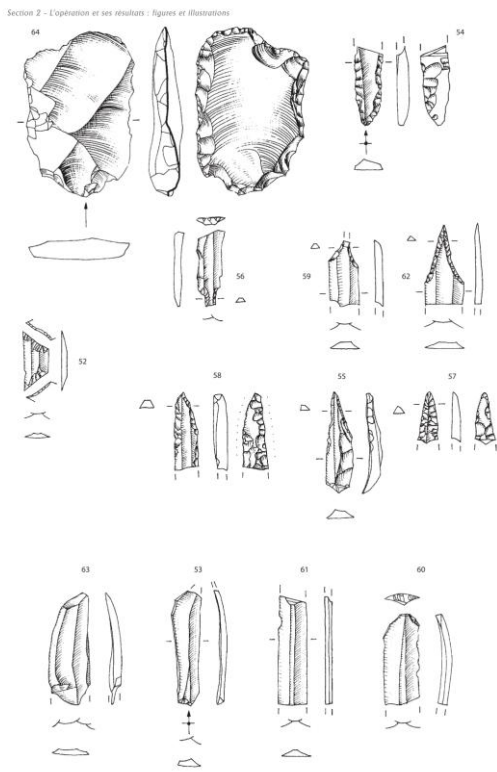


Figure 135 - Vernègues, Cazan-l'Héritière, industrie lithique taillée en silex. Les numéros renvoient à l'inventaire 6. Dessins au trait R. Picavet. 264

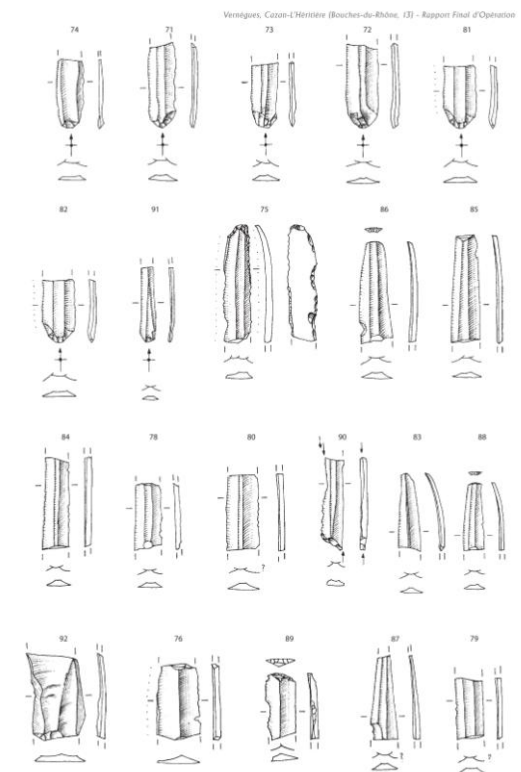
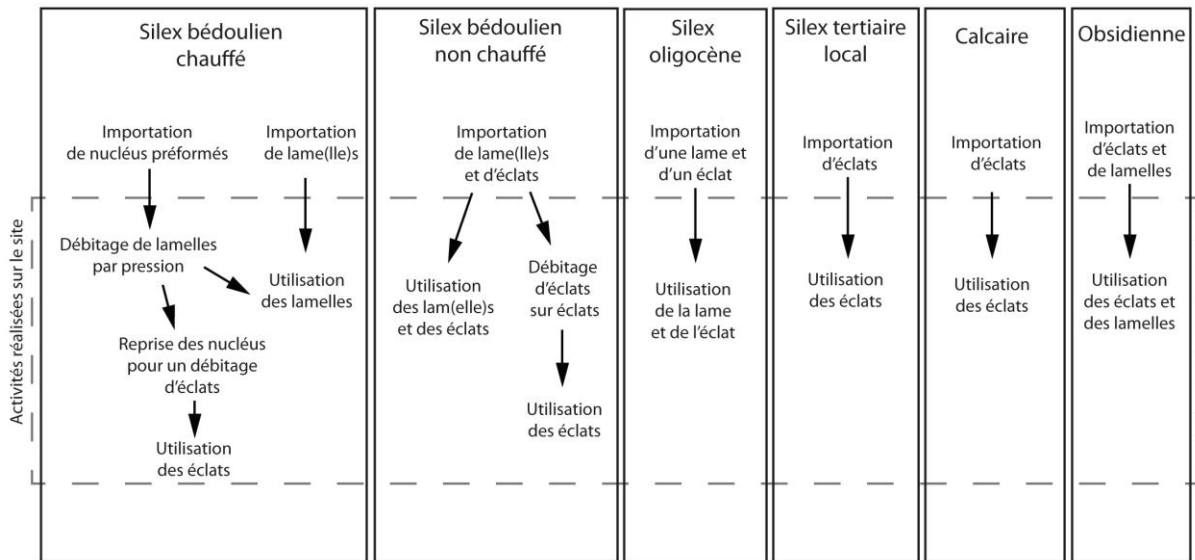


Figure 136 - Vernègues, Cazan-l'Héritière, industrie lithique taillée en silex, choix de lamelles. Les numéros renvoient à l'inventaire 6. Dessins au trait R. Picavet. Paléotime 2011 265

**Fig. 26 : Industrie lithique du site de l'Héritière (d'après Léa 2011b, dessins R. Picavet).**





**Fig. 27 : Présentation synthétique des chaînes opératoires représentées sur le site de l'Héritière.**

Intérêts de l'étude tracéologique :

L'étude tracéologique des produits lamino-lamellaires devrait permettre de répondre aux questions suivantes :

- Quelle est l'intensité d'utilisation des supports lamino-lamellaires en silex bédoulien ? que dire de l'intégration du site dans les réseaux ?
- La proportion de silex chauffé est nettement supérieure à celle du non chauffé, comment interpréter ce déséquilibre ? Quelle a été la fonction des produits lamino-lamellaires sur silex bédoulien chauffé et non chauffé ?
- Lors de l'étude de l'industrie osseuse, il a été noté que les pointes représentaient une forte proportion et qu'elles étaient raffutées par raclage (Sénépart 2011). Peut-on mettre en évidence, parmi le mobilier lithique, des outils qui auraient pu avoir raclé des matières osseuses ?

Echantillonnage :

Lors de la mise à disposition de l'industrie lithique du site, avant que notre sujet soit entièrement défini, nous avons effectué une étude tracéologique sur 42 pièces comprenant éclats et lame(lle)s (Torchy 2011b).

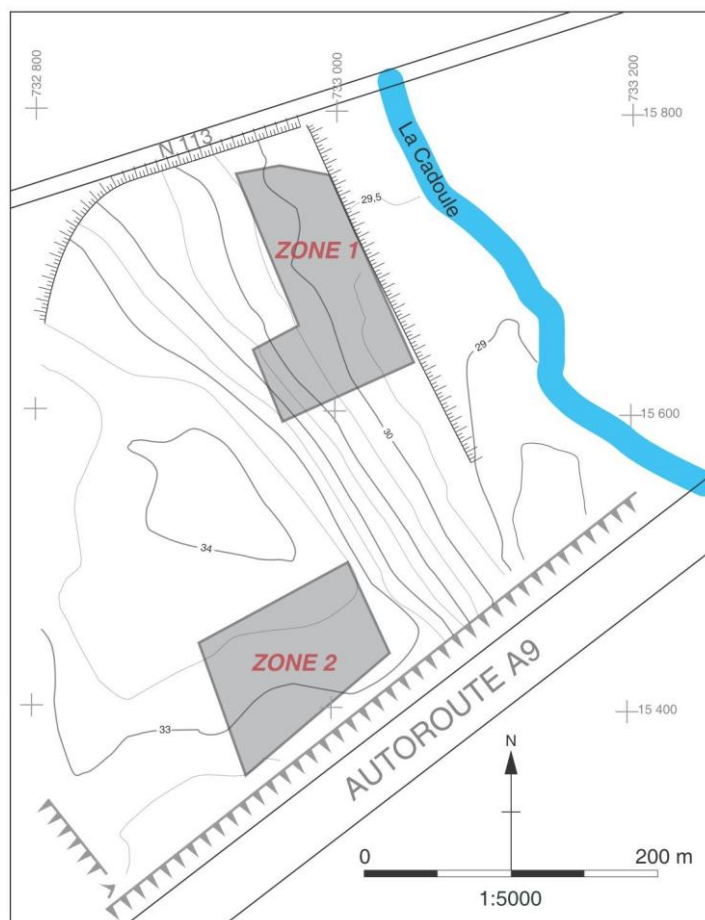
Pour tenter de répondre aux questions posées ci-dessus, nous avons analysé les données relatives aux 29 lame(lle)s qui sont réparties de manière suivante :

- Lame(lle)s en silex bédoulien chauffé : 25/191 soit 13,1 %
- Lame(lle)s en silex bédoulien non chauffé : 4/12 soit 33,3 %

### 1.3.4. Saint-Antoine

#### Situation et découverte :

Localisé sur la plaine alluviale de la Cadoule, le site fût découvert par René Majurel en 1958 suite à un arrachage de vignes (Majurel et Prades 1967). Le projet d'extension de la ZAC Saint-Antoine et à l'origine de sondages en 2006 qui ont révélé deux zones d'occupation attribuables au Chasséen (Georjon *et al.* 2006, fig 28).



**Fig. 28 : Localisation des deux zones d'occupation du site de Saint-Antoine (d'après Sandra 2011).**

#### Campagnes de fouilles :

Suite à ce diagnostic, une prescription pour des fouilles a été accordée à Oxford Archéologie Méditerranée. Ces fouilles ont été dirigées par Guy Cockin, assisté de Bertrand Gourlin entre mai et juin 2009.

La zone 1 se rapporte à une occupation Pré-Chasséenne et n'est par conséquent pas étudiée dans ce volume.

## Les principales structures néolithiques de la zone 2 :

La zone 2 a révélé 253 structures en creux, donc 19 silos et 37 foyers (fig. 29). Parmi ces fosses, on a comptabilisé un total de 14 squelettes humains dont 3 étaient placés dans des silos.

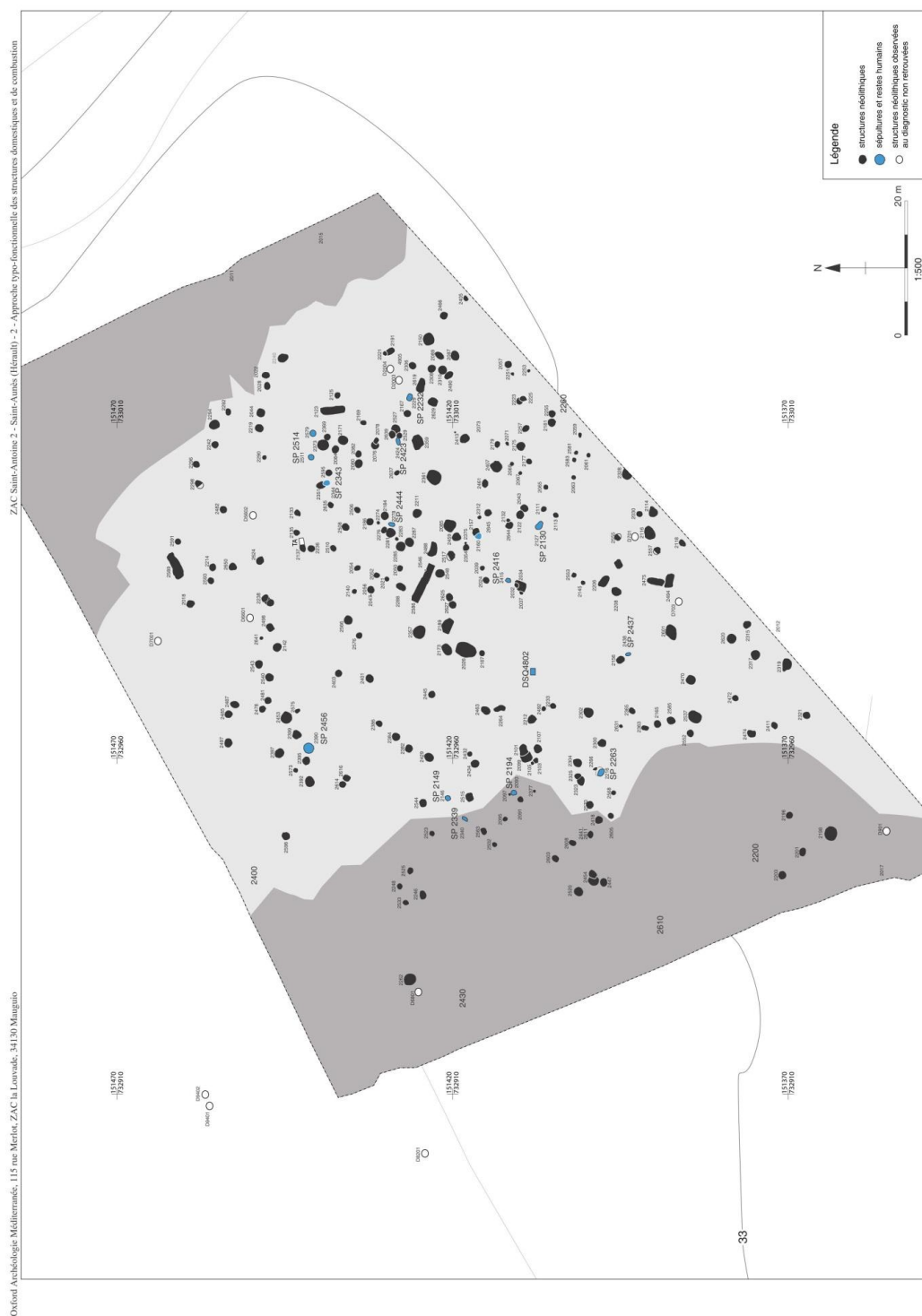


Figure 28 : Plan de situation des structures domestiques de la zone 2.

Fig. 29 : Saint-Antoine : plan de la zone 2 (d'après Sendra 2011).

Les datations (fig. 30 et 31):

FAITS	US	Ech	Type de matériel daté	N° de laboratoire	Age C14 en BP	Age calibré		Probabilités maximales (2 sigma)			
						max	min				
SP 2423	SQ 2425		Os (humain)	Poz-36645	5370 ± 35 BP	4331 cal. BC	4057 cal. BC	54,60%	4331 cal. BC	4222 cal. BC	Phase 2
								19,50%	4133 cal. BC	4057 cal. BC	
FY 2586	2588	"<2064>	Charbon	Poz-36646	5360 ± 40 BP	4328 cal. BC	4053 cal. BC	16,80%	4328 cal. BC	4281 cal. BC	Phase 3
								27,30%	4136 cal. BC	4053 cal. BC	
SP 2514	SQ 2513		Os (humain)	Poz-36642	5260 ± 40 BP	4231 cal. BC	3978 cal. BC	14,30%	4231 cal. BC	4193 cal. BC	Phase 3
								81,10%	4177 cal. BC	3978 cal. BC	
SP 2343	SQ 2347		Os (humain)	Poz-36641	5250 ± 40 BP	4230 cal. BC	3973 cal. BC	11,70%	4230 cal. BC	4197 cal. BC	Phase 3
								83,70%	4174 cal. BC	3973 cal. BC	
SI 2605	2606	"<2082>	Graine carbonisée	Poz-36666	5210 ± 40 BP	4230 cal. BC	3950 cal. BC	3,40%	4226 cal. BC	4205 cal. BC	Phase 3
								84,80%	4074 cal. BC	3950 cal. BC	
SP 2456	SQ 2504		Os humain	Poz-36644	5200 ± 40 BP	4226 cal. BC	3948 cal. BC	2,20%	4226 cal. BC	4206 cal. BC	Phase 3
								89,00%	4073 cal. BC	3948 cal. BC	
SI 2537	2536	<2059>	Graine carbonisée	Poz-36647	5100 ± 35 BP	3971 cal. BC	3798 cal. BC	39,20%	3971 cal. BC	3892 cal. BC	Phase 4/5
								56,20%	3884 cal. BC	3798 cal. BC	
SI 2021	2020	"<2001>	Graine carbonisée	Poz-36665	5160 ± 35 BP	4045 cal. BC	3811 cal. BC	85,50%	4045 cal. BC	3937 cal. BC	Phase 4/5
								9,90%	3861 cal. BC	3811 cal. BC	

Fig. 30 : Saint-Antoine : datations radiocarbone (d'après Sendra 2011).

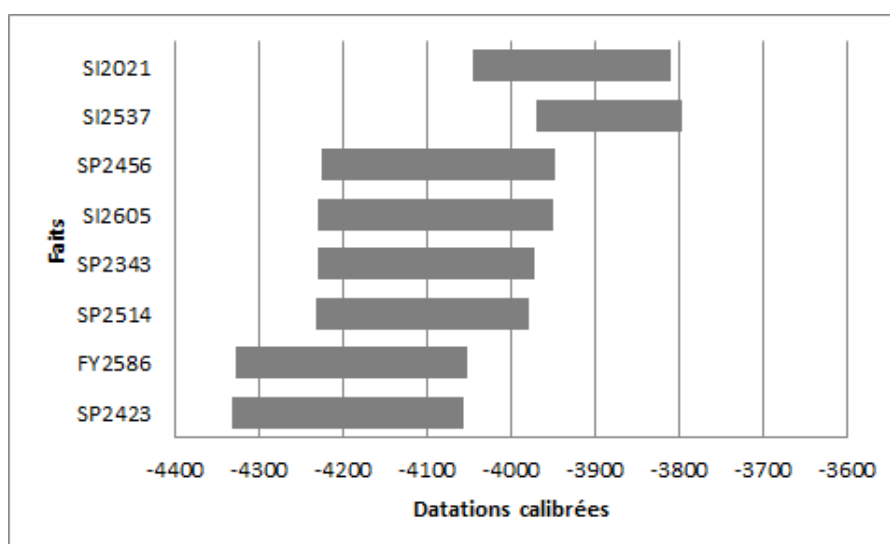


Fig. 31 : Représentation graphique des datations radiocarbone (DAO L. Torchy).

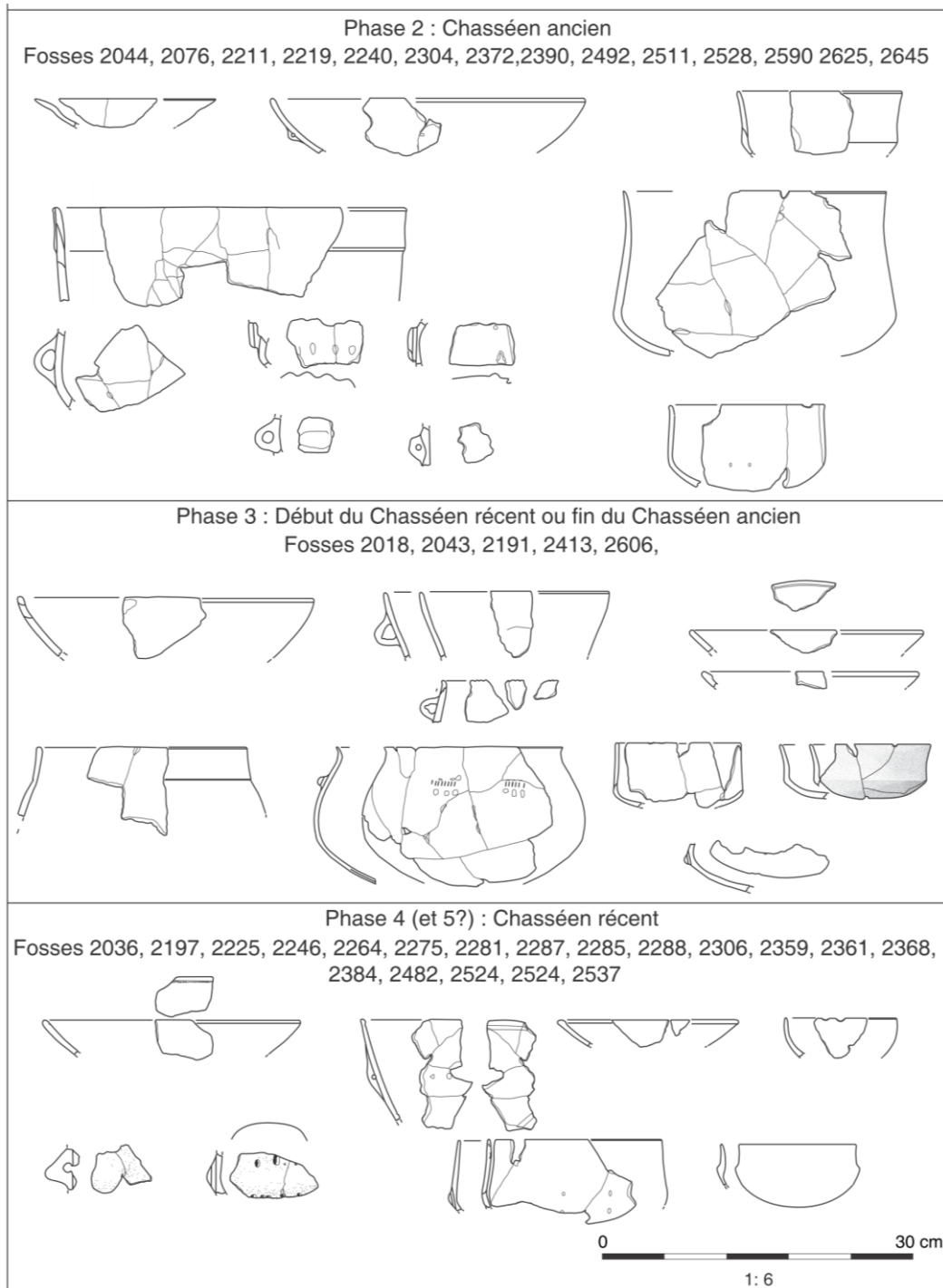
Les deux datations les plus anciennes ne concordent pas avec la stratigraphie. Pour la première, il s'agit d'un prélèvement sur un os humain de la sépulture SP 2423. Cette fosse recoupe une fosse attribuée au Chasséen récent qui recoupe elle-même une fosse du Chasséen ancien. Cette fourchette est donc bien trop basse. Pour la seconde, il s'agit d'un charbon prélevé à la base d'une structure de combustion. Le mobilier associé est attribué au Chasséen classique, voire récent, il n'y a donc pas de concordance avec le charbon.

Les 6 autres datations semblent en revanche avoir une bonne concordance avec le mobilier et placent les occupations de la zone 2 dans une fourchette comprise entre 4200 et 3800 avant notre ère. L'analyse des pics de probabilités permet de distinguer au

moins 3 phases (Sendra 2011) : une phase attribuée au Chasséen ancien (4331 à 4053 BC cal.), une phase de transition (4230 à 3900 BC cal.) et une phase du Chasséen récent (4050 à 3800 BC. cal.).

#### Etude céramique (fig. 32) :

Le mobilier céramique issu de la zone 2 concorde avec ces trois fourchettes de datations. La phase 2 peut être située dans une fourchette allant de 4200 à 4000 avant notre ère (Chasséen ancien). Le mobilier, comparable à celui de Jacques Cœur et à celui de la phase I de Vert-Parc, est caractérisé par la présence d'assiettes à rebord large, parfois décoré, de récipients tulipiformes ou sphériques à bord renforcé et de bols ou jattes tronconiques à carène basse. La phase 3 correspond à une phase de transition entre le Chasséen ancien et le Chasséen récent qui peut être placée aux alentours de 4000 avant notre ère. La phase 4 est attribuée au Chasséen récent. Une éventuelle phase 5 pourrait correspondre à une deuxième occupation du Chasséen récent.



**Fig. 32 : Synthèse des occupations de la zone 2 d'après le mobilier céramique (d'après Lepère 2011c). La phase 1, présente uniquement dans la zone 1, n'est pas présentée ici.**

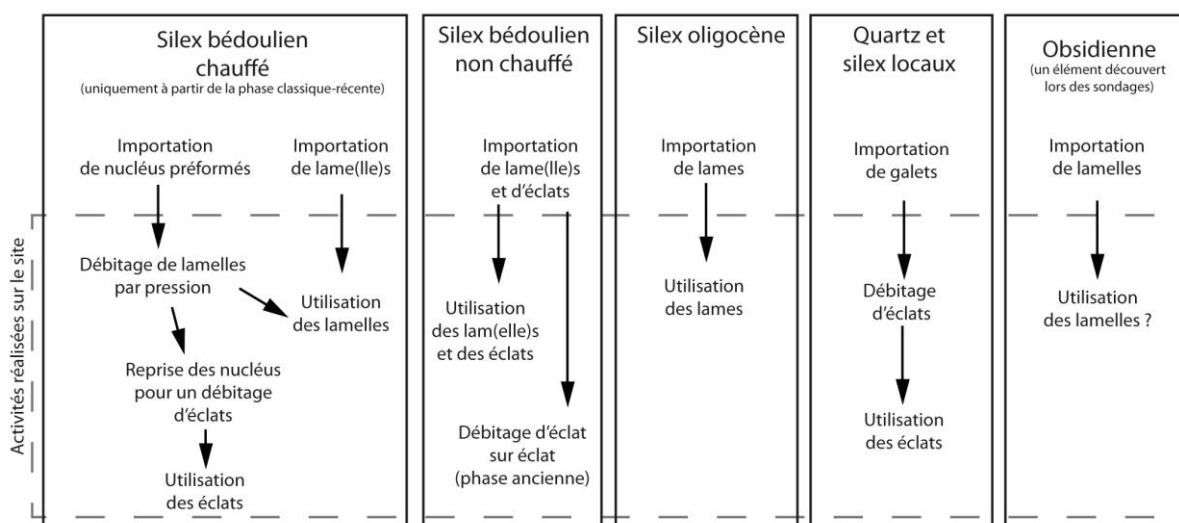
### Etude du mobilier lithique :

Sur un total de plus de 250 structures en creux (fig. 29), 659 éléments lithiques taillés ont été recueillis, dont 256 en silex bédoulien non chauffé (171 lame(lle)s), 52 en silex bédoulien chauffé (24 lame(lle)s), 21 en silex oligocène dont 12 lame(lle)s, 1 lamelle en silex oligocène débitée après chauffe et 28 éléments en quartz (fig. 33 et 34).

Matières premières	Effectif total	Effectif lame(ille)s
Silex bédoulien chauffé	52 (7,9 %)	24
Silex bédoulien non chauffé	256 (38,9 %)	171
Silex oligocène	21 (3,2 %)	12
Silex tertiaire local	66 (10 %)	0
Quartz	28 (4,2 %)	0
TOTAL	659	207

**Fig. 33 : Représentation des différentes matières premières sur le site.**

Le mobilier lithique permet de distinguer deux phases chrono-culturelles, il s'agit d'une phase ancienne du Chasséen sans traitement thermique, et d'une phase récente avec des lamelles débitées après chauffe dont l'effectif est néanmoins trop faible pour permettre une approche stylistique et affiner l'attribution chronologique (Furestier et Léa 2011). L'industrie lithique ne permet pas de distinguer autant de phases que l'étude du mobilier céramique, et compte tenu du fait que certaines fosses contenaient du mobilier lithique mais pas de tessons de céramique permettant une datation, nous avons pris parti de considérer ces deux phases comme base pour l'étude tracéologique.



**Fig. 34 : Présentation synthétique des chaînes opératoires représentées sur le site de Saint-Antoine 2, zone 2.**

- Le silex bédoulien chauffé :

Il est représenté uniquement dans la phase récente. Il s'agit de silex bédoulien extrait des affleurements du Vaucluse et traité thermiquement dans la zone des ateliers producteurs. Il a été introduit sur le site de Saint-Antoine sous la forme de nucléus à

lamelles préformés et peut-être aussi sous la forme de lamelles. En fin de vie, les nucléus ont été parfois repris pour le débitage d'éclats.

- Le silex bédoulien non chauffé :

Deux productions sont identifiées. La première concerne uniquement la phase ancienne, il s'agit d'un débitage d'éclats à partir d'éclats importés. La deuxième concerne une production lamino-lamellaire qui est représentée par 171 éléments importés sous la forme de produits finis.

- Le silex oligocène

Il est représenté par 21 éléments dont 12 lame(lle)s. Il est introduit sur le site sous la forme de produits finis. Il s'agit de silex oligocène non chauffé, à l'exception d'une lamelle débitée après chauffe.

- Le quartz et les silex locaux :

Des galets locaux ont été introduits pour un débitage d'éclats par percussion directe, ou par percussion sur enclume.

- L'obsidienne :

Une seule lamelle de code opératoire 212' a été découverte lors des sondages. Son origine est pour le moment indéterminée.

#### Intérêts de l'étude tracéologique :

L'étude tracéologique des produits lamino-lamellaires devrait permettre de répondre aux questions suivantes :

- Quelle est l'intensité d'utilisation des supports lamino-lamellaires en SB ? que dire de l'intégration du site dans les réseaux ?
- Quelle a été la fonction des produits lamino-lamellaires sur silex bédoulien chauffé et non chauffé ?
- Des lames en silex oligocène ont été importées sur le site, de module équivalent au silex non chauffé qui est pourtant bien représenté. Quel est l'intérêt de cette importation ? Les lames en silex oligocène ont-elles eu une fonction différente ?
- Peut-on distinguer des gestions différentes selon les phases chronologiques ?



### Echantillonnage pour l'étude tracéologique :

Pour tenter de répondre à ces questions, nous avons échantillonné le mobilier de site de Saint-Antoine de manière suivante :

- Lame(lle)s en silex bédoulien chauffé : 8/24 soit 33,3 %
- Lame(lle)s en silex bédoulien non chauffé : 32/140 soit 22,8 %
- Lame(lle)s en silex oligocène : 10/12 soit 83,3 %

### **1.3.5. Auriac**

#### Situation et découverte :

Découvert en 1966 lors de prospections par M.-L. Durand, ce site de plein-air est installé au sommet d'un éperon formé par la confluence entre l'Aude et le ruisseau dit « de Saint-Jean » (Guilaine et Vaquer 1973 ; fig. 35).



**Fig. 35 : Vue aérienne du site d'Auriac (photo J. Vaquer).**

#### Campagnes de fouilles :

Dès lors, des sondages ont été réalisés par Jean Guilaine et son équipe en 1971 et 1972 sur une surface totale de 10 m<sup>2</sup>. Malgré quelques bouleversements liés à l'érosion et à la

viticulture, des niveaux archéologiques étaient bien conservés sous les talwegs entre 70 cm et 1 m de profondeur selon les sondages. Ils ont révélé du macro-outillage (maillet, percuteurs, meule, pesons...), une cinquantaine d'éléments en silex et de nombreux tessons de céramique qui permettent une attribution à une phase classique du Chasséen méridional (Guilaine et Vaquer 1973). Des anomalies ont pu être cartographiées à partir de photographies aériennes et montrent que le site s'étendait sur une majeure partie de l'éperon (Vaquer et Claustre 1989). Quelques années plus tard, le projet d'aménagement d'un golf est à l'origine de nouveaux sondages et de fouilles de sauvetage entre 1985 et 1988 (fig. 36 ; Vaquer, 1990).

Les études préliminaires réalisées en post-fouille sur les industries lithiques, céramiques et osseuses ont confirmé l'attribution du site à une phase classique du Chasséen (Vaquer 1986, Vaquer 1990). L'étude du spectre faunique montre que l'espèce la plus consommée est le bœuf domestique (Carrère *in* Remicourt 2004). Par la suite, ces études ont été approfondies et sont présentées ci-après.



Fig. 36 : Plan du site d'Auriac (DAO J. Vaquer *et al.*)

### Les principales structures néolithiques :

Ces opérations ont permis de mettre à jour plusieurs ensembles archéologiques :

- **le secteur PI** : il s'agit d'un fossé barrant l'éperon découvert sur environ 100 mètres, et interrompu sur 4,5 mètres en son centre (St1 à l'ouest et St2 à l'est). Une forte quantité de matériel lithique et céramique y a été retrouvée. Les différentes couches stratigraphiques ont permis d'identifier cinq phases principales de remplissage (Jédikian 1998).

- **le secteur PIV** : une ouverture d'environ 300 m<sup>2</sup> a été réalisée dans la partie nord-ouest de l'éperon sur une nappe de vestige d'environ 500 m<sup>2</sup> en liaison avec de nombreux foyers, silos, trous de poteaux, mais également des structures d'extraction et de stockage. Ce secteur a révélé du mobilier céramique, du macro-outillage, un spectre faunique dominé par le bœuf domestique, et plus de 1000 éléments en silex (Vaquer 1990).

- **le secteur P III** : il s'agit d'une aire d'activités à l'extérieur de l'enceinte fouillée sur 88 m<sup>2</sup>. Cinq structures de combustion à pierres chauffées et deux fosses oblongues ont pu être excavées (Vaquer et Remicourt 2010). La densité des vestiges est plus faible que pour les autres secteurs, il n'a livré que 135 éléments lithiques.

### Les datations :

Les trois datations (fig. 37) réalisées sur des charbons des secteurs PI St1, PIII et PIV placent le site dans une phase très récente du Chasséen méridional alors que le mobilier céramique se rapporte plutôt à la phase classique, c'est-à-dire dans la première moitié du IV<sup>ème</sup> millénaire (Jédikian 2000 ; Vaquer et Jédikian 2002) :

- |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"><li>- Gif 8386 : 4650 ± 60 B.P., calibration à 2 <math>\sigma</math> : - 3605 à - 3179 avant J.-C.</li><li>- Gif 8387 : 4610 ± 60 B.P., calibration à 2 <math>\sigma</math> : - 3569 à - 3121 avant J.-C.</li><li>- Gif 8388 : 4690 ± 70 B.P., calibration à 2 <math>\sigma</math> : - 3628 à - 3216 avant J.-C.</li></ul> |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

**Fig. 37 : Datations C14 réalisées pour le fossé 23 du secteur PIII, le fossé St1 du secteur PI et l'un des silos du secteur PIV (d'après Vaquer et Remicourt 2010).**

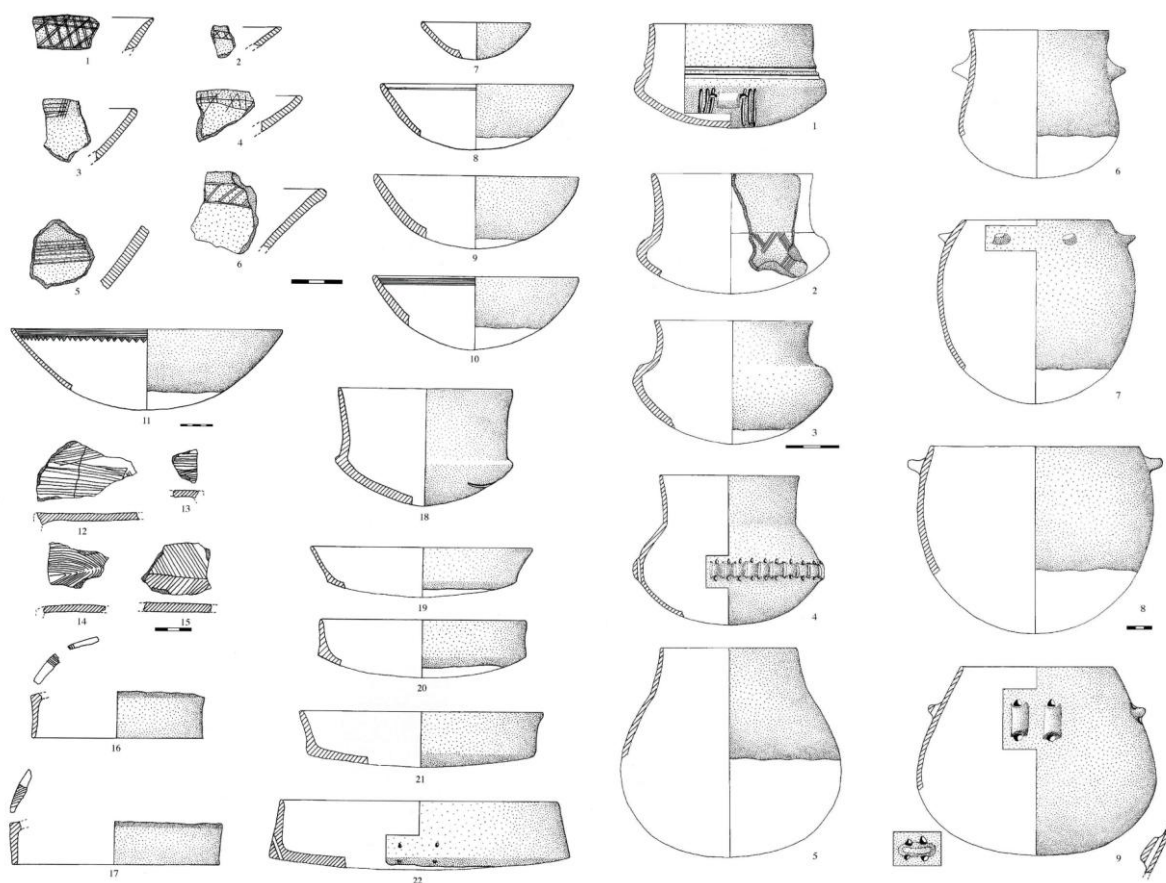
En effet, la céramique du site d'Auriac présente de nombreuses affinités avec le mobilier de la couche 12 du site de Camprafaud (Rodriguez 1984), qui est datée de 4900 ± 130 BP

soit 3966-3367 BC (Jédikian 2000). Les datations C<sup>14</sup> semblent donc trop récentes (fig. 37).

### Etude céramique :

L'étude du mobilier céramique (Jédikian 2000 ; fig. 38) a permis la reconnaissance de groupes de vases très spécifiques dont des écuelles de la Lagozza types Ib et Ic, des couvercles à décors incisés qui démontrent une filiation italique. Par ailleurs, des vases à col et à épaulement, des décors cannelés s'apparentent à une tradition biziennne. Enfin, les quelques exemplaires de coupes à décors complexes évoquent de possible contacts avec le Chasséen caussenard (Boutin et Constantini 1993). Le faciès d'Auriac présente la spécificité d'inclure des coupes en calotte de sphère avec le décor de sillons internes incisés sous la lèvre.

La totalité de ces éléments permet d'attribuer le site d'Auriac à une phase classique-récente du Chasséen méridional (Guilaine et Vaquer 1973, Vaquer 1975, Vaquer 1990, Jédikian 1998 et 2000). En effet, ce faciès est comparable à celui de la couche 12 du site de Camprafaud à Ferrières-Poussarou dans l'Hérault, qui est daté de 4900±130 BP soit 3966-3367 avant notre ère (Jédikian 2000).

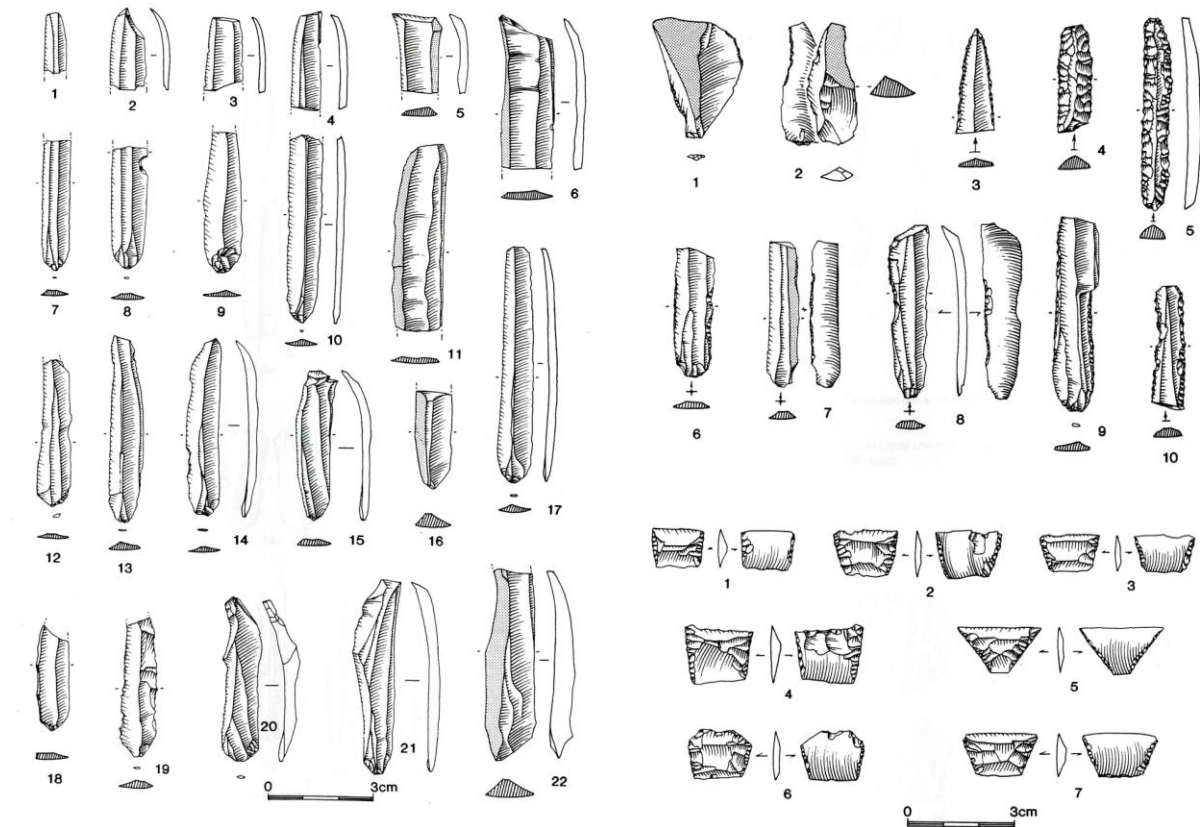


**Fig. 38 : Industrie céramique du site d'Auriac (d'après Jédikian 2000).**



## Etude du mobilier lithique :

Le mobilier du secteur PIV (Amiel 1989, Briois 1997 et 2005) et du fossé St2 (Remicourt 2004) a fait l'objet d'études technologiques dont la synthèse est présentée ci-après (fig. 39, 40 et 41).

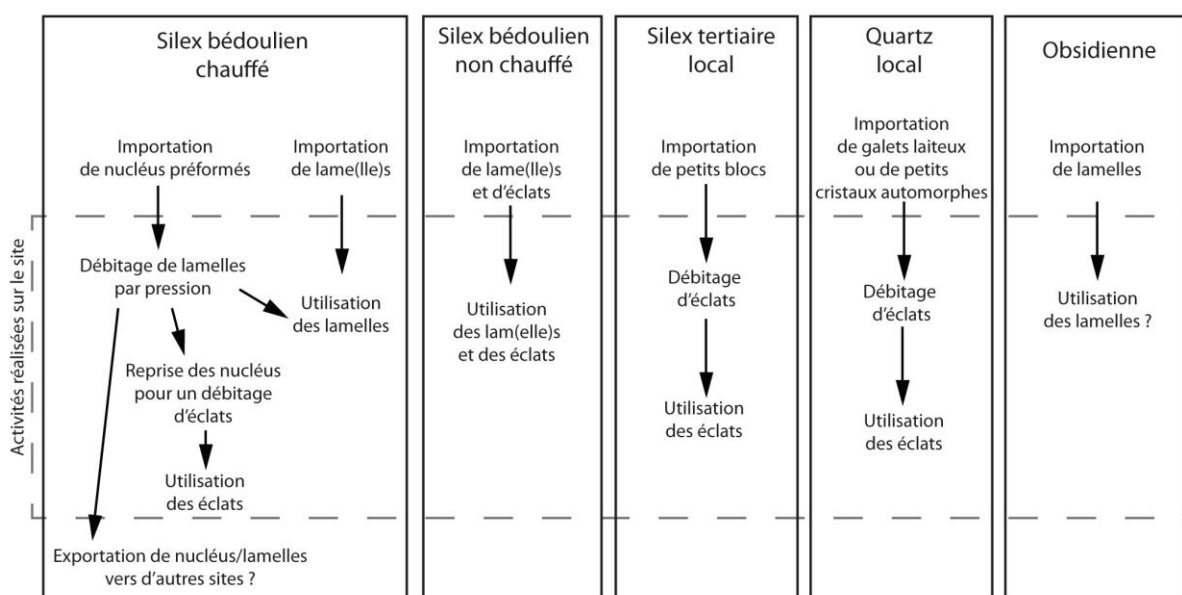


**Fig. 39 : Industrie lithique du site d'Auriac (d'après Briois 1997).**

Il se compose de 2697 pièces, dont 1901 en silex bédoulien chauffé (1479 lame(lle)s), 18 éléments en silex bédoulien non chauffé (11 lame(lle)s), 71 éléments en silex tertiaire local et 6 éléments en obsidienne. Il faut noter qu'une partie du reste de l'industrie est indéterminable (619 éléments dont 455 lame(lle)s) et par conséquent peut inclure du silex bédoulien. Il s'agit donc d'une proportion exceptionnelle pour un site attribué au Chasséen classique (Briois 1997 et 2005, Vaquer et Remicourt 2010). L'industrie lithique du fossé St2 est quasi-identique à celle du secteur PIV (Remicourt 2004).

Matières premières	Effectif total	Effectif lame(lle)s
Silex bédoulien chauffé	1901 (70,5 %)	1479
Silex bédoulien non chauffé	18 (0,7 %)	11
Silex tertiaire local	71 (2,6 %)	0
Quartz	82 (3 %)	0
Obsidienne	6 (0,2 %)	5
Silex indéterminable	619 (23 %)	455
TOTAL	2697	1945

**Fig. 40 : Représentation des différentes matières premières sur le site.**



**Fig. 41 : Présentation synthétique des chaînes opératoires représentées sur le site d'Auriac.**

- Le silex bédoulien chauffé :

Il s'agit de silex bédoulien extrait des affleurements du Vaucluse et traité thermiquement dans la zone des ateliers producteurs. Il est introduit sur le site d'Auriac sous la forme de nucléus à lamelles préformés et peut-être aussi sous la forme de lamelles. Il n'est pas exclu qu'une partie des nucléus aient été entamés et expédiés vers d'autres sites du terroir comme le suggère des indices de débitage intermittent à la grotte de Montou (Léa 2005a). Les cinq nucléus retrouvés sur le silex indiquent qu'il y a eu un débitage de lamelles par pression à la béquille, puis un débitage d'éclats par percussion directe en fin d'exploitation. Les plans de pression sont inclinés entre 45 et 60 degrés par rapport au front du nucléus qui est plutôt plat. Ce constat indique qu'il s'agit plutôt d'un débitage de style quadrangulaire-plat, mais à la différence des nucléus

de type Trets (Binder 1991), le front du nucléus déborde sur un des flancs lui donnant une apparence proche du style semi-conique et serait donc en faveur d'une économie de type mixte comme cela a été vu à Lattes (Léa 2004a). Parmi les lamelles correspondant à l'optimum de débitage, on observe une plus forte proportion de lamelles de code opératoire 212' (n=542) par rapport aux lamelles de code opératoire 123/321 (n=316). Au regard de l'outillage, nous devons insister sur la proportion notable de burins qui représentent près de 20% des supports retouchés. Le lot d'armatures est constitué de pièces bifaciales sur éclats et de bitroncatures géométriques sur lamelles débitées après chauffe.

Ces éléments ont des caractéristiques qui permettent, comme pour l'étude de la céramique, une attribution à une phase classique du Chasséen méridional.

- Le silex bédoulien non chauffé :

Il n'est représenté que par 11 lame(lle)s et 7 éclats importées sous la forme de produits finis.

- Le silex tertiaire local :

Il est introduit sous la forme de petits nucléus ou de petits blocs pour une exploitation basée sur un débitage d'éclat par percussion directe.

- Le quartz :

Des petits cristaux ou galets locaux ont été introduit pour un débitage par percussion directe, ou par percussion sur enclume.

- L'obsidienne :

De provenance sarde, les lamelles ou fragments de lamelles ont été importées sous la forme de produits finis.

#### Etude tracéologique préliminaire :

L'étude tracéologique d'un échantillon du mobilier du fossé St2 (Torchy 2009, Torchy et Gassin 2011) a montré que les lamelles en silex bédoulien débitées par pression après traitement thermique avaient fait l'objet d'une gestion relativement courte et présentaient une faible intensité d'utilisation révélatrice d'un approvisionnement plutôt aisé. Ce constat s'accorde avec le fait que ces lamelles représentent une très forte proportion des éléments lithiques.



### Intérêts de l'étude tracéologique du secteur PIV:

La poursuite de l'étude tracéologique sur une partie du mobilier lithique du secteur PIV nous semble importante pour compléter les résultats recueillis lors de l'étude préliminaire et tenter de répondre aux questions suivantes :

- Existe-t-il une différence de gestion entre les industries du secteur PIV et le fossé St2 ? Que dire de la répartition spatiale du mobilier sur le site ?
- Il y a peu de lames non chauffée, mais on trouve des lames chauffée de fort module. Existe-t-il une différence de gestion en fonction des modules ?
- Quelle est l'intensité d'utilisation des supports lamino-lamellaires en SB ? que dire de l'intégration du site dans les réseaux ?
- Quelle a été la fonction des produits lamino-lamellaires sur silex bédoulien chauffé et non chauffé ?
- Au regard de l'outillage, les burins et coches sur lame(lle)s représentent une bonne proportion. Est-ce que cela correspond à une activité particulière ?

### Echantillonnage pour l'étude tracéologique :

Pour tenter de répondre à ces questions, nous avons échantillonné le mobilier du secteur PIV de manière suivante :

- Lame(lle)s en silex bédoulien chauffé : 68/809 soit 8,4 %
- Lame(lle)s en silex bédoulien non chauffé : 1/1 soit 100 %

L'étude tracéologique de ces 69 éléments devrait permettre de compléter les données recueillies lors de l'étude des 41 lame(lle)s échantillonnées parmi le mobilier du fossé St2.

## **1.3.6. Saint-Michel-du-Touch**

### Situation et découverte :

Localisé à trois kilomètres au nord-ouest de l'actuel centre de Toulouse, sur un éperon à la confluence de la Garonne et du Touch, le site est documenté depuis 1893, suite à des prospections de F. Regnault. Il signalait des « *quartzites taillées primitives* » ainsi que des haches polies et des poteries (Regnault 1983). Durant l'été 1944, lors d'une visite des

tranchées et abris des troupes allemandes, Louis Méroc identifia la présence de « *puissantes couches archéologiques comprenant du Néolithique* » (Méroc 1964).

#### Campagnes de fouilles :

Les recherches se sont accélérées à partir de 1964, lors de la déclaration d'un projet de construction d'un ensemble immobilier : la cité du Château d'Ancely. L. Méroc était alors conservateur à la Direction des Antiquités Préhistoriques et confiait à Georges Simonnet la responsabilité de cette opération de sauvetage, une des premières en France. Les fouilles furent menées de 1964 à 1973 et ce sont plus de 450 structures allant du Néolithique moyen au Moyen Âge qui ont été identifiées (Méroc et Simonnet 1979).

Entre 2001 et 2006, un Programme Collectif de Recherche (Jédikian 2002 et 2003) a eu pour objectif de faire une synthèse des données sur le site. Un projet de publication monographique est en cours.

Depuis 2005, la zone dite « Villa d'Ancely », plus au sud et à l'extérieur de l'enceinte, a fait l'objet de fouilles préventives. Ces opérations ont contribué à affiner les connaissances sur le site et une étude micromorphologique montre que certaines des structures correspondent à des radiers de sols (Walicka, inédit, Walicka *et al.* 2012). Des sections de fossés ont été mises au jour, dans la continuité des enceintes déjà connues (Merleau 2011, Galy 2012). Le 13 chemin de la Flambère a été fouillé par l'INRAP à l'automne 2007. Le fossé n° FO 2049 a révélé de la céramique attribuée au Chasséen classique avec une évolution allant d'un style archaïque à un style évolué. Ce fossé et en continuité avec les fossés A14-17, A18, A240, A21 et A248 (Merleau 2011). Lors de la fouille préventive menée par Mosaïque archéologie au 26 chemin de la Flambère, a été mis en évidence un fossé nommé FO 1006 en continuité avec A191 dont le remplissage est attribué entre le Chasséen classique et le Chasséen classique évolué (Galy 2012).

#### Les principales structures néolithiques :

Les fouilles ont permis de mettre en évidence un système de fossés et de palissades formant trois, voire quatre, enceintes concentriques dont l'emprise semble s'être accrue au fil de l'occupation chasséenne (fig. 42). Par ailleurs, des nombreuses structures domestiques, des structures de combustion et un monument funéraire ont été identifiés (Méroc et Simonnet 1979 ; Jédikian et Gernigon 2003), ainsi que des radiers de sols (Walicka, inédit).

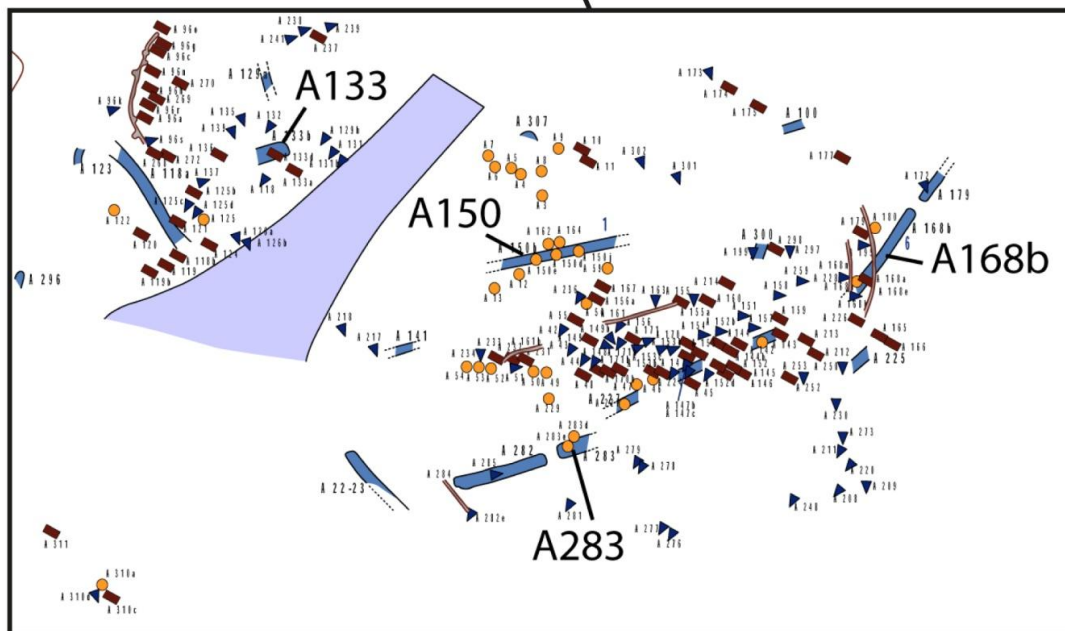
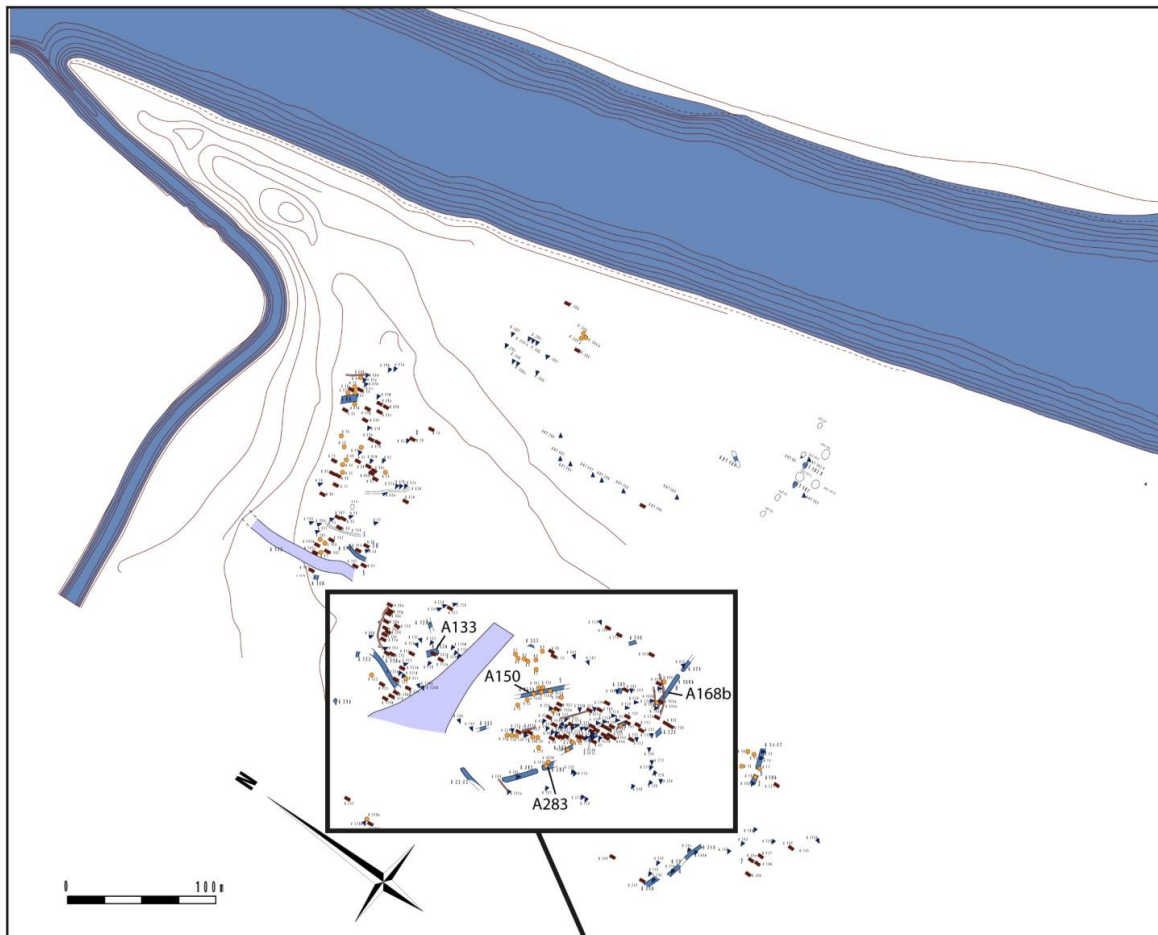


Fig. 42 : Saint-Michel-du-Touch : plan du site (DAO G. Jédikian d'après plan de G. Simonnet).

## Les datations :

La plupart des datations réalisées ne correspondent pas à l'attribution chrono-culturelle proposée pour le site et sont en contradiction avec les autres sites majeurs de la Garonne. Ainsi, elles ont été très discutées lors d'une récente étude du site (Gallin 2012). Les datations réalisées par deux laboratoires différents (Monaco et Erlangen) sont pour la plupart d'entre elles antérieures à 4000 BC cal. (fig. 43).

Etant donné que le site de Saint-Michel-du-Touch a été approvisionné en silex bédoulien chauffé, accepter cette datation serait équivalent à accepter que ce site ait été fourni en silex chauffé avant l'usage du traitement thermique dans la zone des ateliers (Léa *et al.* 2007), ce qui est impossible. Nous devons par conséquent rejeter ces datations et proposer une attribution chrono-culturelle en fonction du mobilier.

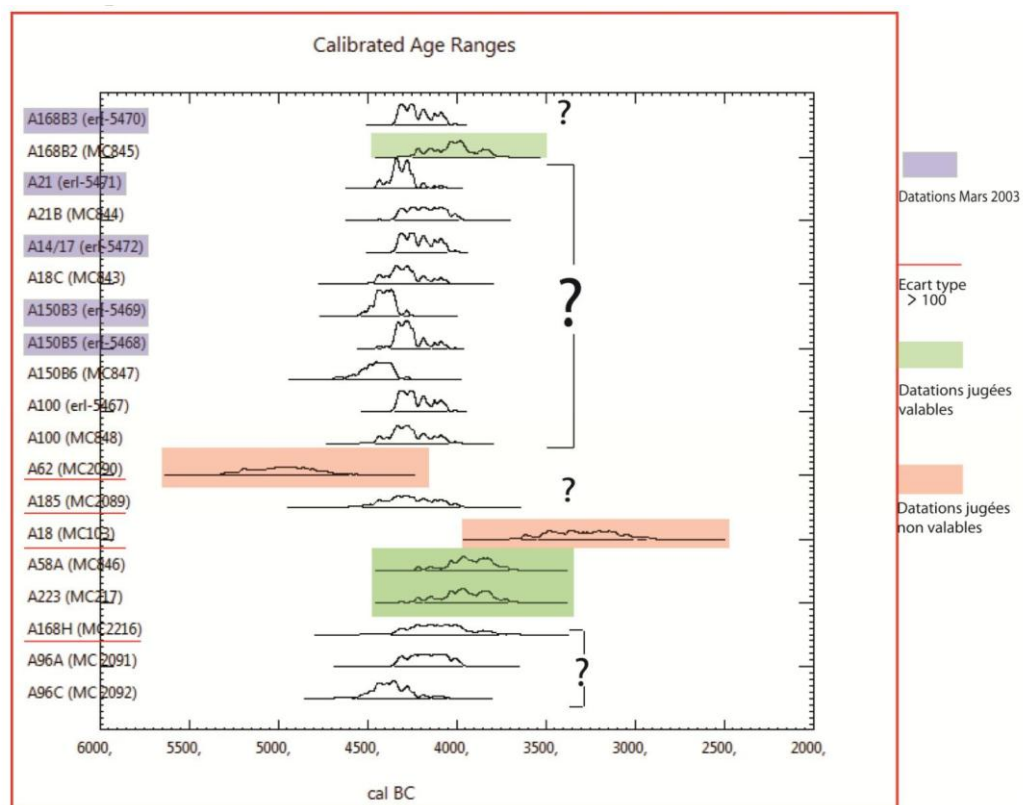


Fig. 43 : Saint-Michel-du-Touch : datations <sup>C14</sup> et critiques (d'après Gallin 2012).

### Etude céramique :

L'étude de la céramique fait apparaître trois phases (Jédikian 2003) :

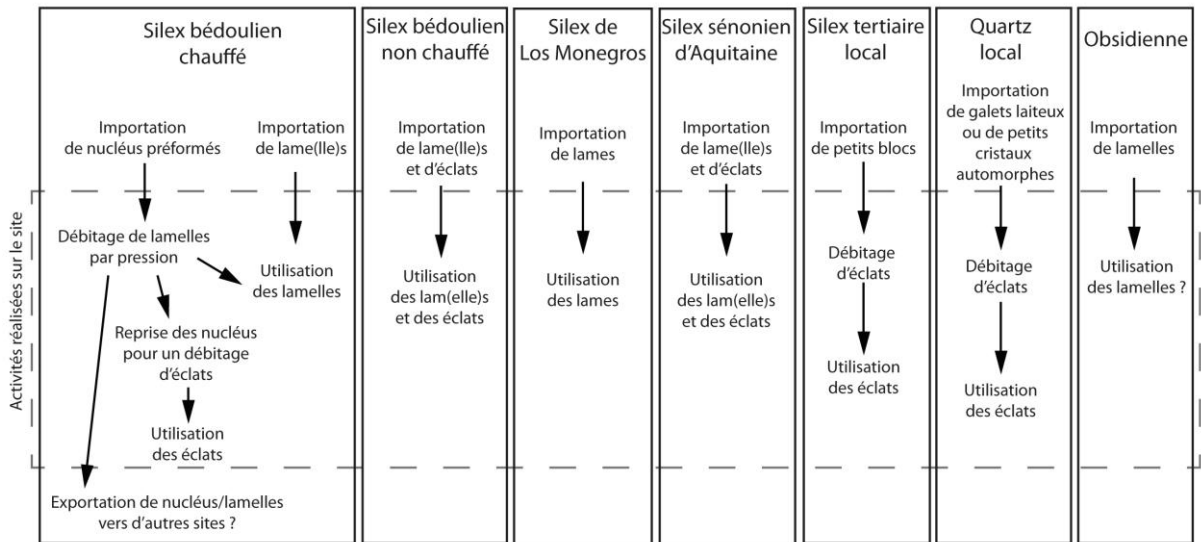
- l'ensemble A150B-A141 : il s'agit d'un Chasséen ancien/classique caractérisé par la présence de coupes à marli interne, de coupes à cran et de vases à profil segmentés et de tubulures, et par l'absence de coupe à sillon.
- l'ensemble A168-A283 : un Chasséen ancien/classique en continuité avec l'ensemble plus ancien, avec des coupes à sillon simple et à lèvre ourlée intérieurement
- l'ensemble A14-A17 : un Chasséen classique/récent avec des décors dominés par les coupes à sillon et des lèvres ourlées intérieurement, les carènes sont peu profondes, en majorité du groupe I (Vaquer 1975)(A150sup).

### Etude du mobilier lithique (fig. 44) :

Plusieurs études ont été concentrées sur le mobilier lithique de différentes parties du site (Briois *et al.* 1998, Perrin *et al.* 2006, Gallin 2011 et 2012). La présence de silex bédoulien chauffé dans toutes les structures interdit l'attribution au Chasséen ancien (Léa 2004a, Binder *et al.* 2008).

L'étude la plus récente a permis de mettre en évidence deux pôles chrono-culturels, dénommés 1a et 1b (Gallin 2012). Le pôle 1a comprend les structures A168b, A282, A283, A34, A150inf et A58inf. On note la présence de silex bédoulien chauffé, une majorité de talons facettés non inclinés, des armatures « Jean Cros » et des bitroncatures, la présence de burins et d'un chanfrein. Il s'agirait d'une phase « classique » évoluée. Le pôle 1b comprend les structures A133, A14, A17, A18, A21, A150sup et A58sup. Les silex non chauffés sont de plus en plus rares, les talons lisses et inclinés sont de plus en plus présents, on note la présence d'armatures à pédoncule et ailerons, et de bi-troncatures géométriques de plus en plus standardisées. L'ensemble de ces caractéristiques permettent d'attribuer cette phase au Chasséen récent.

La position géographique du site à la confluence des sphères languedociennes et quercinoises est perceptible au regard de la diversité des matières premières dans l'industrie lithique, et par la diversité observée dans la sphère de l'outillage.



**Fig. 44 : Présentation synthétique des chaînes opératoires représentées sur le site de Saint-Michel-du-Touch.**

- Le silex bédoulien chauffé :

Il s'agit de silex bédoulien extrait des affleurements du Vaucluse et traité thermiquement dans la zone des ateliers producteurs à partir de la charnière entre le V<sup>ème</sup> et le VI<sup>ème</sup> millénaire (Léa *et al.* 2004a). La présence de silex chauffé dans toutes les fosses interdit l'attribution au Chasséen ancien.

Il est introduit sur le site de Saint-Michel-du-Touch sous la forme de nucléus à lamelles préformés et peut-être aussi sous la forme de lamelles. Les styles de débitage identifiés à partir des lamelles correspondent en partie au style quadrangulaire-plat et permettent de distinguer deux phases : Chasséen « classique » évolué et Chasséen récent.

- Le silex bédoulien non chauffé :

Il a été introduit sur le site sous forme d'éclats et de lames circulant sous forme de produits finis. Ces produits ont probablement été débités dans la zone de production vaclusienne.

- Le silex de Los Monegros :

Issu de la vallée de l'Ebre, il s'agit d'un silex oligocène qui a été introduit sur le site sous la forme de lames souvent robustes.

- Le silex sénonien :

Il s'agit pour la quasi-totalité des pièces, de silex sénonien d'Aquitaine (Demars 1985 ; Turq 2000). La plupart des éléments introduits sur le site sont des éclats, mais on note aussi quelques lames et lamelles.

- Le silex tertiaires locaux :

Ils sont issus de différents faciès. On note du silex du « Verdier », de Saint-Ferréol, des Petites Pyrénées. Ces matières premières ont été introduites sur le site sous la forme de petits blocs ou d'éclats.

- Le quartz :

Sept éléments en quartz hyalin pourraient être d'origine alpine, bien que l'on note aussi la présence de petits cristaux dans les Pyrénées et dans la Montagne Noire. Le reste est composé d'éclats obtenus à partir de galets locaux.

- L'obsidienne :

Les lamelles ou fragments de lamelles sont importées sous la forme de produits finis. Il s'agit d'obsidienne de Lipari (Guilaine et Vaquer 1994, Perrin *et al.* 2006)

#### Etude tracéologique préliminaire sur un échantillon provenant du fossé A150 :

Il faut signaler ici que quelques pièces (le silex bédoulien chauffé a été écarté) ont fait l'objet d'une analyse tracéologique préliminaire non publiée (Linton, inédit). Les résultats de cette étude sont intégrés en synthèse.

#### Intérêts de l'étude tracéologique :

La question du site redistributeur a été posée pour SMT (Briois *et al.* 1998 ; Gallin 2012). Le taux de silex bédoulien est plus faible à Villeneuve-Tolosane par rapport à SMT, il y aurait une éventuelle dépendance du premier par rapport au deuxième. Cependant, des pièces techniques (éclats de remise en forme, lamelles latérales, plages mates) semblent montrer que VTC n'est pas dépendant de SMT, par ailleurs, il est mieux intégré dans les réseaux du silex sénonien. L'industrie lithique de SMT se distingue des industries languedociennes surtout par la non-exclusivité de l'emploi du silex bédoulien pour la composante lamino-lamellaire. Pourquoi ces importations minoritaires d'éléments lamino-lamellaires en silex sénonien d'une part, et en silex de Los Monegros d'autre part ? S'agit-il de productions visant à combler des faiblesses dans l'approvisionnement en matériau provençal ? Il faut s'interroger sur le statut de ces productions, ont-elles la même fonction ?

L'étude tracéologique devrait permettre de répondre aux questions suivantes :

- Existe-t-il une différence de gestion entre les industries des différentes phases ? différentes structures ?
- Quelle a été la fonction des produits lamino-lamellaires sur silex bédoulien chauffé et non chauffé ? Quelle est la fonction des lames en silex de Los Monegros ? en silex sénonien ? Que dire de la gestion des différentes matières premières ?
- Quelle est l'intensité d'utilisation des supports lamino-lamellaires en SB ? que dire de l'intégration du site dans les réseaux ?

#### Echantillonnage pour l'étude tracéologique :

Pour tenter de répondre à ces questions, nous avons échantillonné le mobilier de fossés A133, A150, A168 et A283 de manière suivante :

- Lame(lle)s en silex bédoulien chauffé : 122/268 soit 45,5 %
- Lame(lle)s en silex bédoulien non chauffé : 36/94 soit 38,3 %
- Lame(lle)s en silex de Los Monegros : 9/10 soit 90 %
- Lame(lle)s en silex sénonien d'Aquitaine : 7/7 soit 100 %

L'étude tracéologique de ces 174 éléments devrait permettre de compléter les données recueillies lors de l'étude préliminaire (Linton inédit).

### **1.3.7. Château-Percin**

#### Situation et découverte :

Localisé sur une falaise au nord de la confluence de la Garonne avec le ruisseau des Garossos, le site de Château Percin a été découvert en 1946 par Louis Méroc lors de nombreuses prospections (Méroc et Simonnet 1970).

#### Campagnes de fouilles :

En 1970, il a fait des sondages avec G. Simonnet (Simonnet 1970) puis des fouilles l'année d'après et jusqu'en 1974 (Simonnet 1971, 1973a, 1973b et 1974, Beyneix 1998).



En 2006, le projet de construction d'une station d'épuration conduisait à des diagnostics et des fouilles en 2007 et 2008 co-dirigées par Fabrice Pons et Muriel Gandelin (fig. 46).

Les principales structures néolithiques :

Lors des fouilles, un fossé d'enceinte qui correspond à la partie septentrionale du site a été mis au jour. Environ 75 structures se rapportant au Chasséen ont été inventoriées (fig 46), il s'agit des fosses pour la plupart, et aussi de structure à galets chauffés.

Par ailleurs, il faut signaler la découverte d'un tronçon de palissade et d'un rempart qui a été incendié et qui s'est éboulé dans le fossé d'enceinte. Ce retranchement était constitué d'éléments de bauge agglutinés contre une structure de bois (fig. 45).



**Fig. 45 : Palissade en partie incendiée et éboulée dans le fossé (d'après Pons et Gandelin 2011, photo S. Puech, INRAP).**

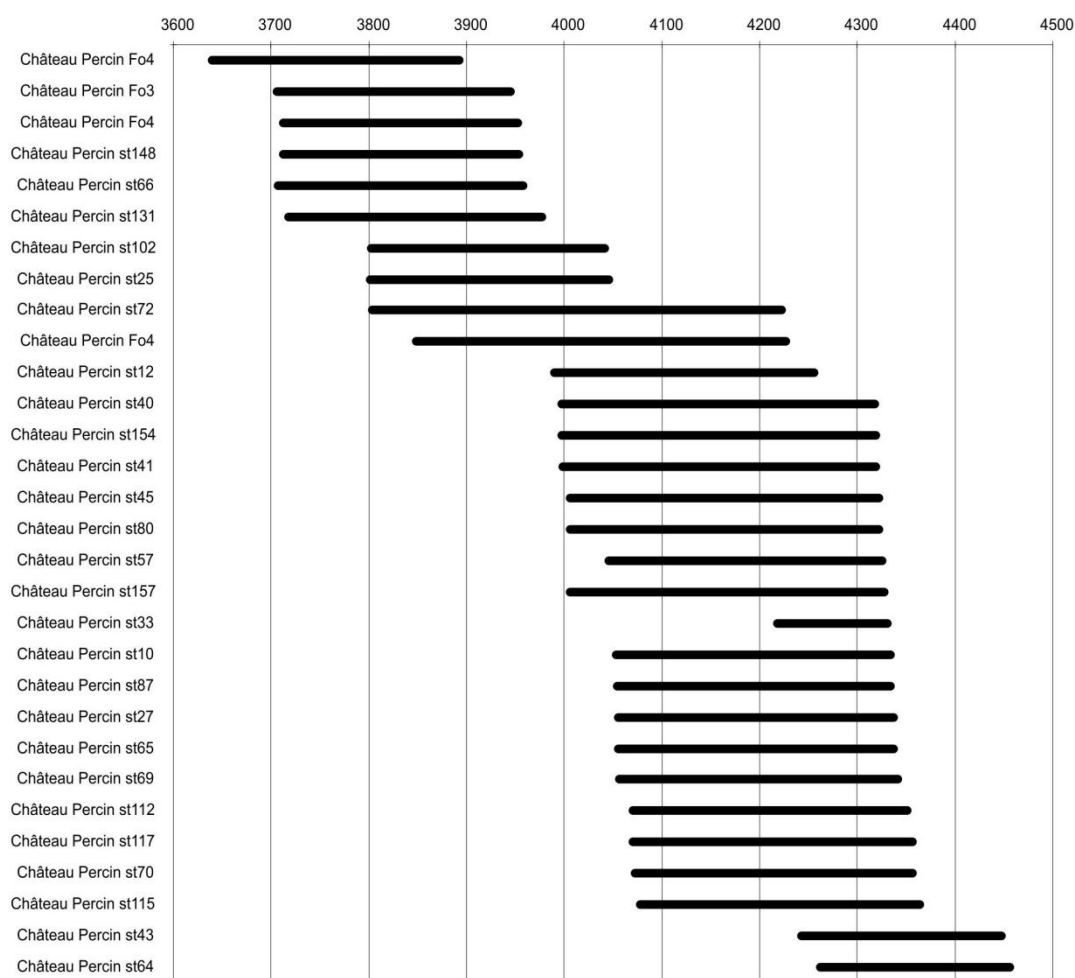


Fig. 24 Plan général des aménagements néolithiques. © Inrap, I. Pons

Fig. 46 : Château Percin : plan du site (d'après Pons et Gandelin 2011).

### Les datations :

Les datations réalisées font apparaitre une fréquentation du site entre 4460 et 3650 avant notre ère. Elles sont en accord avec l'étude du mobilier céramique et lithique puisque le site a été occupé du Chasséen ancien au Chasséen récent (fig. 47).

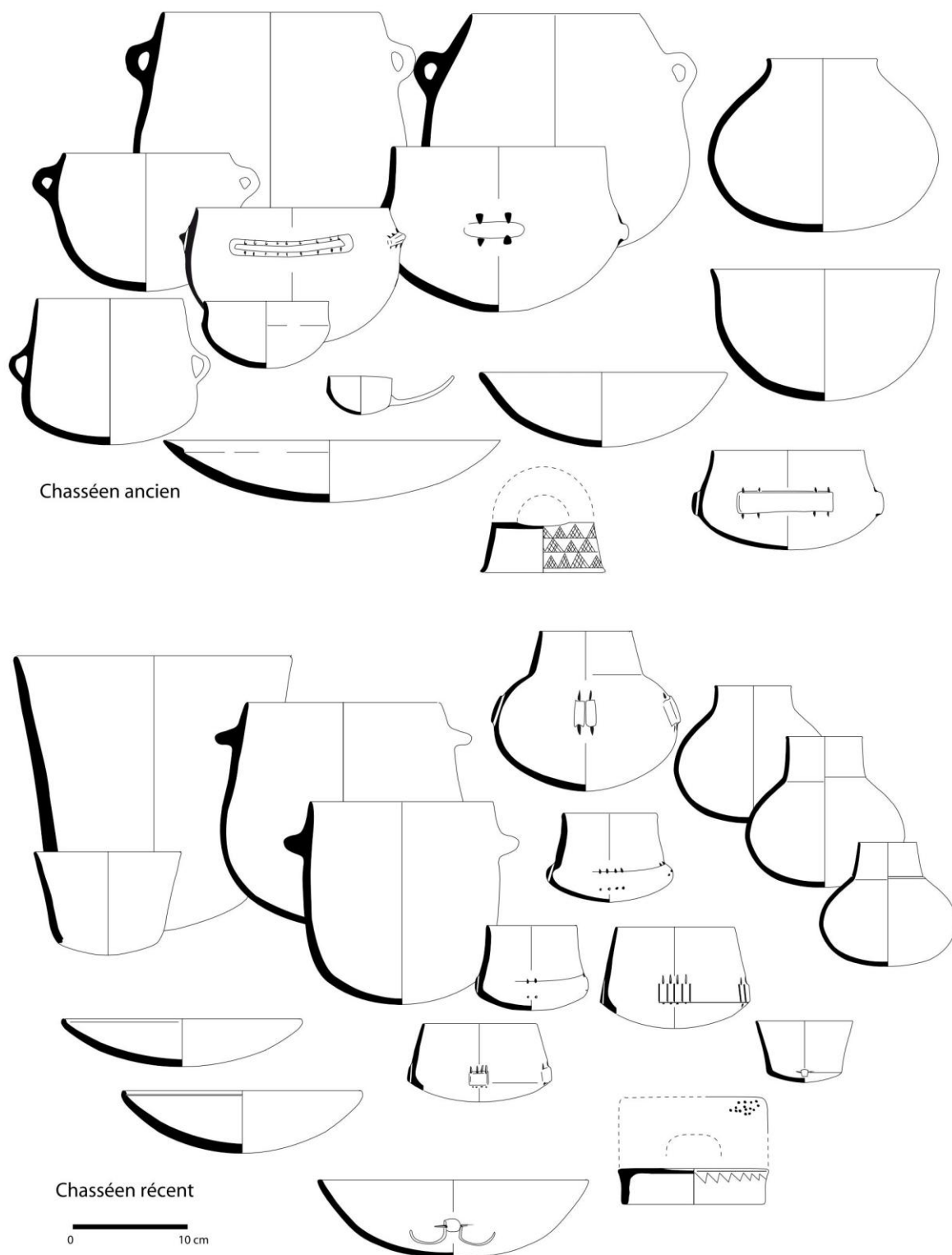


**Fig. 47 : Château Percin : datations C<sup>14</sup> (d'après Pons et Gandelin 2011).**

### Etude céramique :

L'étude céramique montre plusieurs occupations : de 2 à 3 phases (Gandelin 2011b), en accord avec les datations C<sup>14</sup>. Une phase appartenant au Chasséen ancien est attestée par : des anses en ruban, des bandeaux horizontaux multiforés verticalement, des bords de coupes à épaisseur interne, un fragment d'écuelle à carène douce dotée d'un bandeau horizontal multiforé. Une phase appartenant au Chasséen récent, dominé par les coupes et les écuelles carénées, coupes à lèvre ourlée intérieurement (fig. 48). Par

ailleurs, une phase appartenant au Chasséen classique est supposé, bien que la quantité de mobilier ne soit pas suffisante pour l'affirmer.



**Fig. 48 : Représentation synoptique des ensembles types des Chasséens ancien et récent du site de Château-Percin (d'après Gandelin 2011b).**

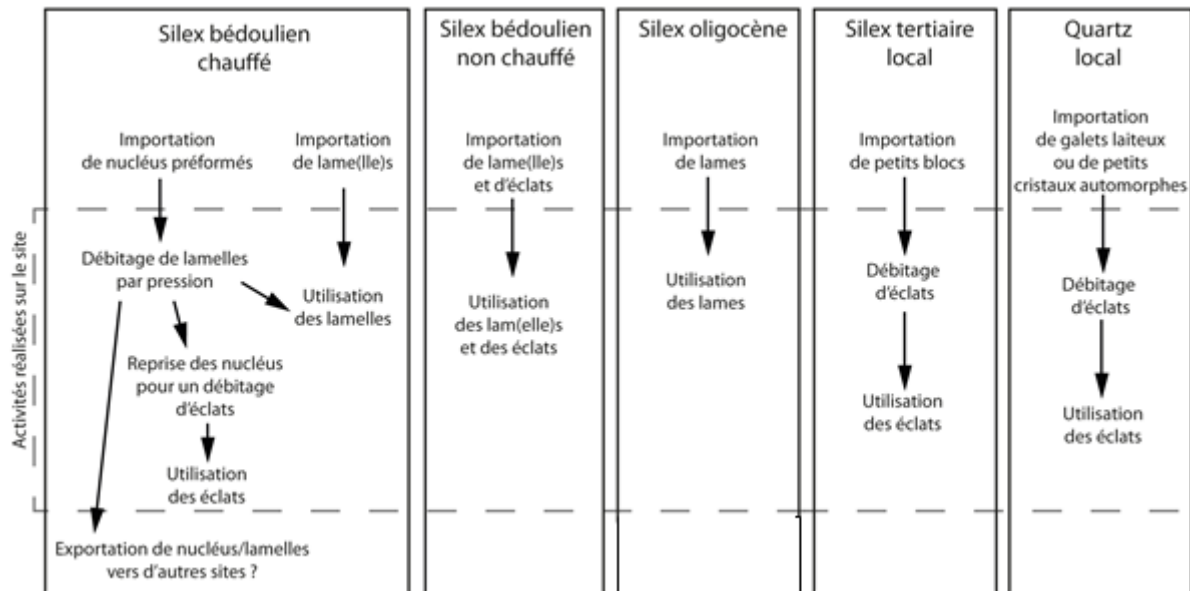
## Etude du mobilier lithique issu des fouilles 2007-2008 :

L'assemblage lithique issu des fouilles 2007-2008 est composé de 146 éléments, dont 39 en silex bédoulien chauffé (27 lame(lle)s), 30 en silex bédoulien non chauffé (13 lame(lle)s), 6 en silex du Verdier, 3 en silex oligocène, 19 en quartz ou quartzite. L'étude technologique fait apparaître une phase ancienne sans traitement thermique et une phase récente avec traitement thermique (Léa 2011c ; fig. 49 et 50).

Nous devons par ailleurs signaler que l'inventaire provenant d'une étude plus ancienne (Vaquer 1990a) n'a pas été intégrée ici puisque d'une part les pièces proviennent en grande partie de ramassages de surface, et d'autre part, les critères de distinction technologiques ne sont pas les mêmes. Toutefois, un fait très intéressant est à signaler : une part très importante de l'outillage a été réalisée sur galets de quartzite. Nous discuterons des possibles implications de la présence de couteaux en quartzite sur la gestion des outils en silex après l'étude tracéologique présentée dans ce travail.

<b>Matières premières</b>	<b>Effectif total</b>	<b>Effectif lame(lle)s</b>
Silex bédoulien chauffé	39	27
Silex bédoulien non chauffé	30	13
Silex du Verdier	6	0
Silex oligocène	3	2
Quartz	19	0
Silex indéterminable	49	0
TOTAL	146	42

**Fig. 49 : Représentation des différentes matières premières sur le site.**



**Fig. 50 : Présentation synthétique des chaînes opératoires représentées sur le site de Château-Percin.**

- Le silex bédoulien chauffé :

Il est représenté uniquement dans la phase récente. Il s'agit de silex bédoulien extrait des affleurements du Vaucluse et traité thermiquement dans la zone des ateliers producteurs, c'est-à-dire à plus de 300 kilomètres du site à vol d'oiseau. Il a été introduit sur le site de Château Percin sous la forme de nucléus à lamelles préformés et peut-être aussi sous la forme de lamelles.

- Le silex bédoulien non chauffé :

Le silex bédoulien non chauffé a été importé sur le site sous forme de lames et d'éclats qui ont probablement été produits dans la zone des ateliers vauclusiens.

- Le silex oligocène :

Les quelques éléments en silex oligocène ont été introduits sous forme de produits finis, leur origine pourrait être d'Apt-Forcalquier.

- Le silex tertiaire local :

Il semble s'agir de silex du Verdier, il a été importé sous la forme d'éclats et de petits blocs pour un débitage d'éclat sur place.

- Le quartz :

Quelques fragments proviennent de galets locaux complètent cet assemblage.

## Intérêts de l'étude tracéologique

Le site de Château Percin se trouve à l'ouest totalement en aval des réseaux de diffusion de silex bédoulien. L'intérêt de l'étude réside, d'une part dans le fait qu'il s'agit d'un site très éloigné de la zone de production, et d'autre part, qu'au moins deux occupations sont discernables, l'une sans traitement thermique, l'autre avec.

L'étude tracéologique devrait permettre de répondre aux questions suivantes :

- Quelle a été la fonction des produits lamino-lamellaires sur silex bédoulien chauffé et non chauffé ? sur silex oligocène ?
- Existe-t-il une différence de gestion entre les industries des différentes phases ?
- Quelle est l'intensité d'utilisation des supports lamino-lamellaires en SB ? que dire de l'intégration du site dans les réseaux ?

## Echantillonnage pour l'étude tracéologique :

- Lame(lle)s en silex bédoulien chauffé : 13/27 soit 41,8 %
- Lame(lle)s en silex bédoulien non chauffé : 6/13 soit 46,1 %
- Lame(lle)s en silex oligocène : 1/2 soit 50 %

### 1.3.8. Bilan sur la sélection des pièces pour l'étude tracéologique

Site	Matière première	Effectif total lame(lle)s	Effectif échantillonné	Pourcentage
<b>Saint-Martin (Malaucène)</b>	Silex bédoulien chauffé	175	99	56,6 %
	Silex bédoulien non chauffé	10	1	100 %
	Silex oligocène	1	1	100 %
<b>Les Moulins (St-Paul-Trois-Châteaux)</b>	Silex bédoulien chauffé	335	220	65,7 %
	Silex bédoulien non chauffé	61	44	72,1 %
<b>L'Héritière II (Vernègues)</b>	Silex bédoulien chauffé	191	25	13,1 %
	Silex bédoulien non chauffé	12	4	33,3 %
<b>Saint-Antoine 2 (Saint-Aunès)</b>	Silex bédoulien chauffé	24	8	33,3 %
	Silex bédoulien non chauffé	140	32	22,8 %
	Silex oligocène	12	10	83,3 %
<b>Auriac (Carcassonne) PIV</b>	Silex bédoulien chauffé	809	68	8,4 %
	Silex bédoulien non chauffé	1	1	100 %
<b>Saint-Michel-du-Touch (Toulouse)</b>	Silex bédoulien chauffé	268	122	45,5 %
	Silex bédoulien non chauffé	94	36	38,3 %
	Silex sénonien	7	7	100 %
	Silex de Los Monegros	10	9	90 %
<b>Château Percin (Seilh)</b>	Silex bédoulien chauffé	30	13	43,3 %
	Silex bédoulien non chauffé	13	6	46,1 %
	Silex oligocène	2	1	50 %
<b>Effectif total</b>			<b>707</b>	

Fig. 51 : Bilan sur la sélection des pièces.





## **DEUXIEME PARTIE : Méthodologie**

Pour tenter de trouver des réponses à la problématique précédemment exposée, nous avons fait le choix d'adopter une méthodologie pluridisciplinaire (fig. 52), efficace et adaptée aux questionnements posés.

Tout d'abord, une approche relative aux sciences des matériaux permet de mesurer de façon objective les éventuelles améliorations apportées par le traitement thermique. Pour cela, nous étudions les propriétés mécaniques de la roche, l'état des surfaces de fracture et des tranchants, et les propriétés des supports débités. Nous voulons savoir si la chauffe peut entraîner une modification des propriétés mécaniques du silex, ceci ayant une incidence sur le pouvoir de coupe des lamelles.

Ensuite, les tests en laboratoire sont complétés par une session d'expérimentations. Nous voulons savoir si l'augmentation du pouvoir de coupe des lamelles est significative et peut être perceptible par un artisan boucher lors de la découpe de matières animales. Pour cela, un test à l'aveugle a été organisé afin d'obtenir l'avis du boucher sur l'efficacité des lamelles en silex chauffé et non chauffé, et ainsi analyser sa perception subjective.

Enfin, une étude tracéologique est menée en ayant ces éléments en tête. L'objectif de cette analyse fonctionnelle est d'observer la gestion des produits lamino-lamellaires spécialisés ayant circulé sur de longues distances. Nous pensons que la mise en évidence des différences de gestion entre les différents produits devrait permettre de mettre en évidence plusieurs aspects. Premièrement, le traitement thermique pourrait avoir une finalité liée à l'efficacité des outils pour la découpe de matières tendres. Deuxièmement, les outils semblent morphologiquement bien adaptés aux tâches effectuées, l'aspect fonctionnel pourrait donc être une motivation importante (même si ce n'est probablement pas la seule) pour justifier l'importation de ces produits d'origine lointaine. Par la suite, le calcul des intensités d'utilisation devrait permettre d'étudier le comportement, économe ou non, des différents sites et appréhender leur capacité d'approvisionnement et par conséquent de discuter de leur intégration dans les réseaux de diffusion.

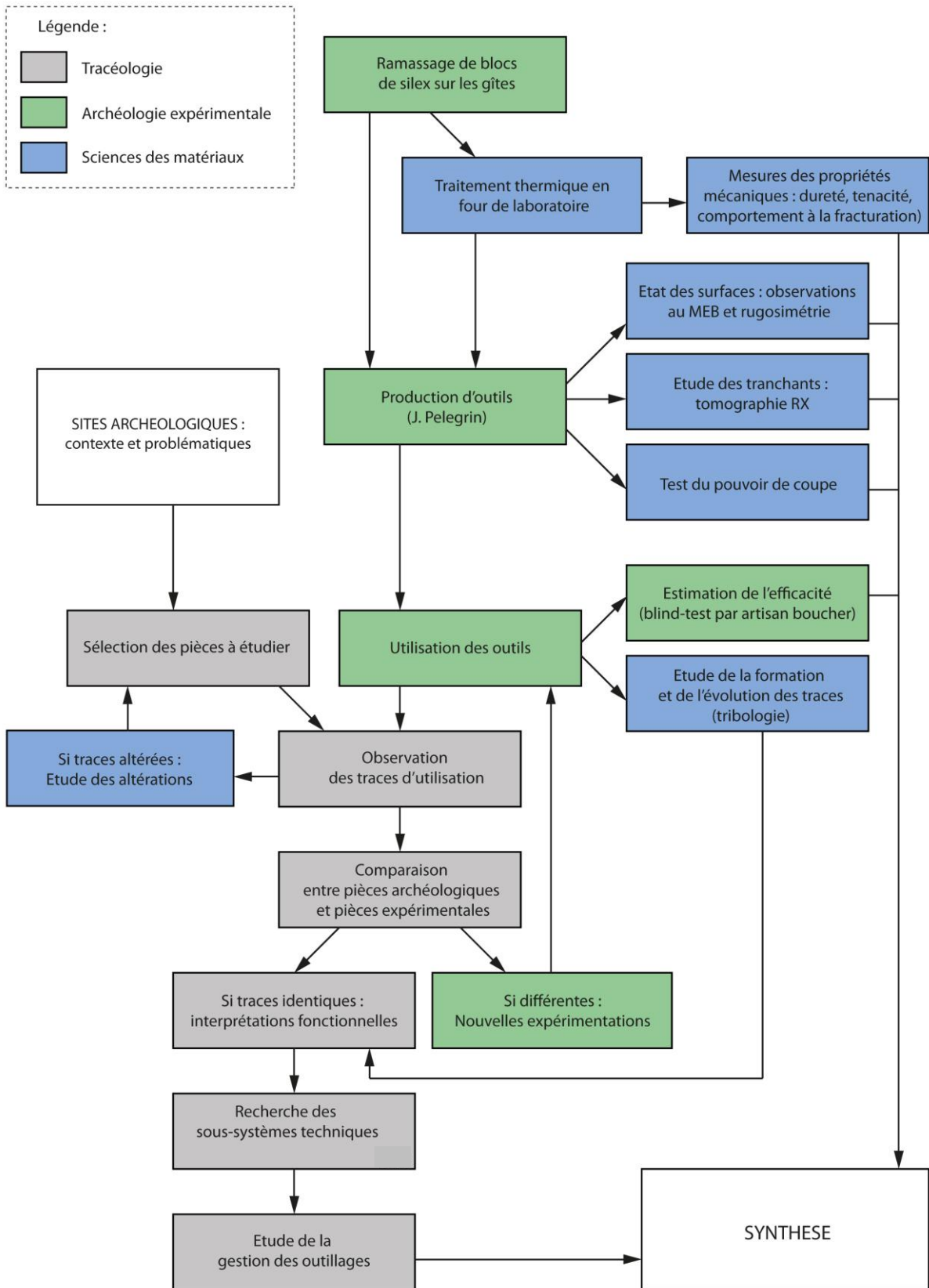


Fig. 52 : Diagramme présentant les différentes disciplines abordées et les connexions entre-elles.

## 2.1. Sciences des matériaux et archéologie expérimentale

Un recours aux sciences des matériaux s'est avéré nécessaire afin d'approfondir la compréhension de certaines observations liées au traitement thermique du silex et de

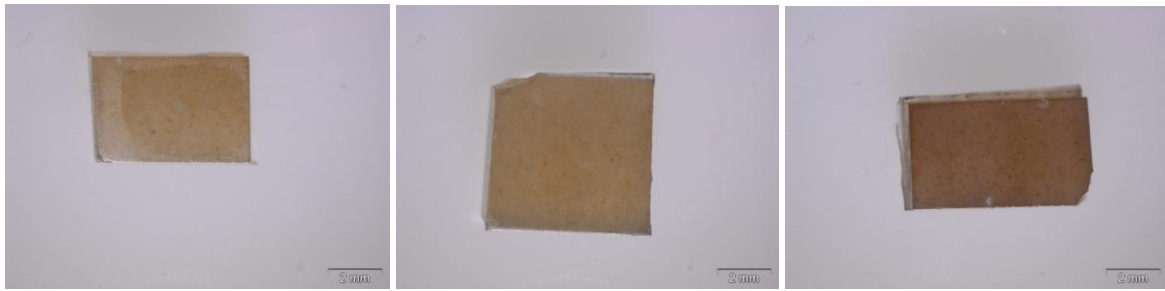
tester certaines hypothèses. En effet, si le traitement thermique est reconnu sur le mobilier lithique chasséen depuis près de 30 ans (Binder 1984), nous ignorons encore quel est son intérêt. D'après les expérimentateurs, la chauffe pourrait modifier les propriétés clastiques de la roche et des tests en laboratoire ont montré que ces modifications pouvaient être variables et à des températures différentes selon les roches et même pour différents types de silex. Il est donc essentiel de tester les propriétés mécaniques du silex bédoulien avant et après traitement thermique. Influencée par la seule idée de modification des propriétés clastiques du silex, l'hypothèse la plus communément admise pour justifier l'usage de la chauffe est que celle-ci favorise le débitage par pression. Toutefois, des expérimentateurs ont montré que le silex bédoulien non chauffé possédait les qualités requises à ce type de débitage et par conséquent il nous semble judicieux de tester une hypothèse moins courante : les lamelles débitées après traitement thermique auraient des tranchants plus acérés. Cette idée a été émise quelques fois dans la littérature (Gassin 1996 ; Binder et Bostyn 2008) mais cela n'a jamais été testé objectivement. Nous avons donc ciblé nos analyses sur cette hypothèse, c'est-à-dire en observant la morphologie des tranchants (état des surfaces et microdélinéation du fil) puis en testant leur efficacité par deux moyens, le premier étant un test de pouvoir de coupe, le second étant un test à l'aveugle avec un artisan.

Nous avons choisi d'organiser cette partie en suivant l'ordre d'une chaîne opératoire : dans un premier temps nous testons la matière première, ensuite nous nous intéressons à l'aspect des supports débités, puis nous testons leur efficacité.

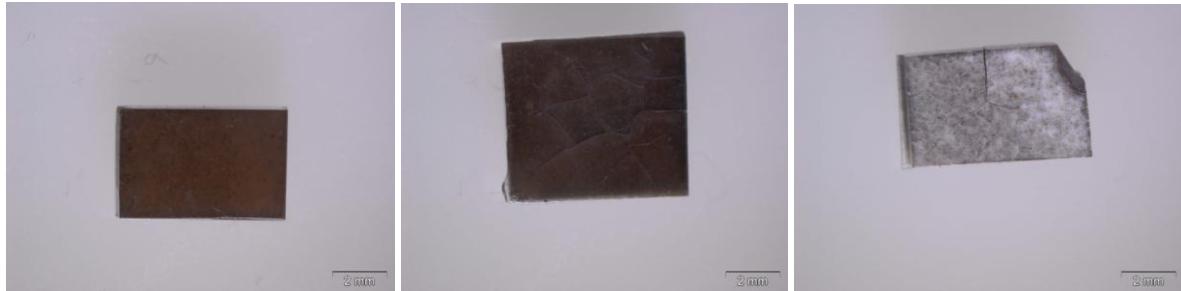
### **2.1.1. Traitement thermique en four électrique**

Les essais de chauffe présentés ci-après peuvent avoir deux objectifs. D'une part, les chauffes exploratoires permettent de tester des températures ou des durées différentes afin de voir l'effet produit sur le silex et tenter de s'approcher empiriquement des chauffes néolithiques réussies. D'autre part, les chauffes préparatoires ont pour intérêt de préparer les éprouvettes destinées aux tests, ou les nucléus pour le débitage de lamelles par pression.

#### **2.1.1.1. Essais de chauffe à différentes températures sur des petits volumes**



**Fig. 53 : Changements colorimétriques (de gauche à droite : non chauffé, 200°C et 300°C). Le silex se rubéfie entre 200° et 300°C.**



**Fig. 54 : Changements colorimétriques et fissuration (de gauche à droite : 400°C, 500°C et 600°C). Le silex est de plus en plus foncé puis devient gris entre 500°C et 600°C, pendant ce temps plusieurs réseaux de fissures se forment (photos L. Torchy).**



Les 5 éprouvettes (se présentant sous la forme de petits cubes préparés à la scie à fil diamanté) ci-dessus (fig. 53 et 54) proviennent du même bloc de silex bédoulien prélevé dans les affleurements géologiques du nord du Vaucluse et ont été chauffées en four de laboratoire à résistances apparentes, programmé à partir de 20°C et pour une montée et une descente en température de 0,2°C/mn avec un palier d'une heure à la température indiquée :

- 200°C : la couleur n'a pas changé par rapport à l'échantillon non chauffé, aucune fissure n'est visible et après fracturation par percussion, les nouvelles surfaces apparaissent mates.
- 300°C : l'échantillon est rubéfié, sans fissure, et après fracturation par percussion, les nouvelles plages sont luisantes
- 400°C : l'échantillon est encore plus rubéfié, toujours sans fissure, après fracturation par percussion, les nouvelles plages sont luisantes.

- 500°C : l'échantillon est très foncé, des fissures sont visibles en surface.

600°C : l'échantillon est gris blanc, deux générations de fissures sont visibles au microscope.

L'échantillon chauffé à 300°C est celui qui s'approche le plus de l'aspect des pièces archéologiques, il est bien rubéfié et les surfaces révélées par une cassure conchoïdale sont luisantes, nous pouvons donc considérer le traitement thermique comme réussi. Les cas néolithiques ne présentent pas toujours de forte rubéfaction, c'est pourquoi nous considérons qu'il s'agit de la limite haute de la fourchette de températures.

Pour appréhender la limite basse, nous devons maintenant tester le facteur temps.

### **2.1.1.2. Essais de chauffe à 200°C sur une longue durée.**

L'essai précédent nous a montré qu'à 200°C nous ne pouvons distinguer de différence à l'œil nu avec l'échantillon non chauffé. Nous avons essayé de voir si le facteur temps avait une incidence à cette température en augmentant la durée jusqu'à 100 heures. Après cette chauffe, l'éprouvette n'a pas changé de couleur, aucune fissure n'est visible au microscope et après fracturation par percussion, il s'avère que les nouvelles plages sont mates. Il semble donc que l'allongement de la durée de chauffe n'ait pas eu d'effet particulier visible à cette échelle. Nous pouvons donc considérer que la température de transformation du silex bédoulien se situe dans une fourchette large entre 200 et 300°C.

Les chauffes préparatoires suivantes ont été réalisées en tenant compte de cette information. L'objectif est d'obtenir un nucléus traité thermiquement exploitable pour le débitage des lamelles que nous utiliserons dans les tests suivants.

Comme l'ont montré les expérimentations antérieures (Crabtree et Butler 1964 ; Inizan *et al.* 1976 ; Tixier *et al.* 1980 ; Domanski et Webb 1992), le traitement thermique des pièces volumineuses est délicat. Toute variation de température trop brusque risque de fissurer le bloc. Au fur et à mesure de nos expérimentations, nous avons donc essayé d'être de plus en plus prudents lors de la programmation de la vitesse de montée et de descente en température ainsi que pour le choix de la température maximum.

### **2.1.1.3. Chauffe du nucléus 915.94.21T**

Le nucléus 915.94.21T (fig. 55) a été placé dans une écuelle en faïence posée directement sur la sole du four de laboratoire à une température de départ de 20°C. La montée en température s'est faite à raison de 0,2°C/mn pendant 19h10mn jusqu'à

250°C, qui est la température médiane de la fourchette obtenue précédemment. Cette température a été maintenue pendant une heure avant de baisser de 0,2°C/mn jusqu'à 20°C.



Fig. 55 : Nucléus 915.94.21T avant traitement thermique (photo L. Torchy).

Après cet essai de chauffe, le nucléus est encore entier mais présente plusieurs fissures. Son ouverture par percussion, permet de constater que les nouvelles surfaces sont luisantes mais que de nombreuses fissures le rendent totalement impropre à la taille (fig. 56).

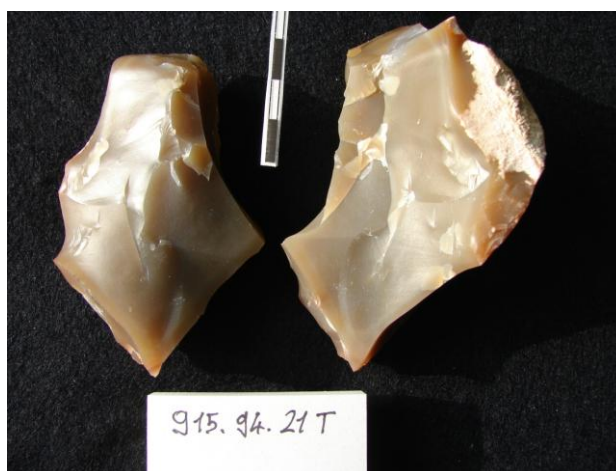


Fig. 56 : Nucléus 915.94.21T après traitement thermique et ouverture (photo J. Pelegrin).

Nous pensons que soit la température maximale était trop forte, ou soit les variations en température ont été trop rapides, par conséquent, nous décidons d'être plus prudent pour le prochain bloc en modifiant les paramètres de chauffe.

#### 2.1.1.4. Chauffe du nucléus 915.94.21M

Le nucléus 915.94.21M (fig. 57) a été placé dans une écuelle en faïence posée sur la sole du four de laboratoire à une température de départ de 20°C. La montée en température



s'est faite à raison de 0,1°C/mn pendant 36h40 jusqu'à 240°C. Cette température a été maintenue pendant une heure avant de baisser de 0,1°C/mn jusqu'à 20°C.



Fig. 57 : Nucléus 915.94.21M avant traitement thermique (photo L. Torchy).

Après ce deuxième essai de chauffe, pourtant plus prudent, le nucléus présente une fissure. Son ouverture par percussion, permet de constater qu'il a subi une transformation thermique mais il reste néanmoins inapte à la taille : il présente une fissure mate oblique, en diagonale, et aussi un net début de craquage central en petites cupules (fig. 58).



Fig. 58 : Nucléus 915.94.21M après traitement thermique et ouverture (photo J. Pelegrin).

Il semble que les conditions de chauffe soient encore impropres à la réussite de cette manipulation, par conséquent, nous décidons de modifier une fois de plus les paramètres de chauffe, mais aussi en plaçant le nucléus dans un milieu de chauffe différent.

#### 2.1.1.5. Chauffe du 915.94.21V

Les résistances du four sont apparentes et nous pensons que cela puisse avoir un impact négatif lié à la conduction thermique trop rapide de l'air et qui transmettrait au nucléus les à-coups thermiques du four.

Le nucléus est donc placé dans un bain de sable de molasse (cf. indices archéologiques :

des petits blocs de molasse rubéfiée découvert sur le site de Saint-Martin ont peut-être un lien avec la chauffe du silex), à conduction moindre, contenu dans un pot en terre cuite (fig. 59 et 60) et en diminuant encore la vitesse de montée en température en intercalant des paliers de 5 h, aux températures de 90, 100, 110 et 120°C (fig. 61), qui nous semble être une phase de la montée lors de laquelle il y a de forts départs d'eau.

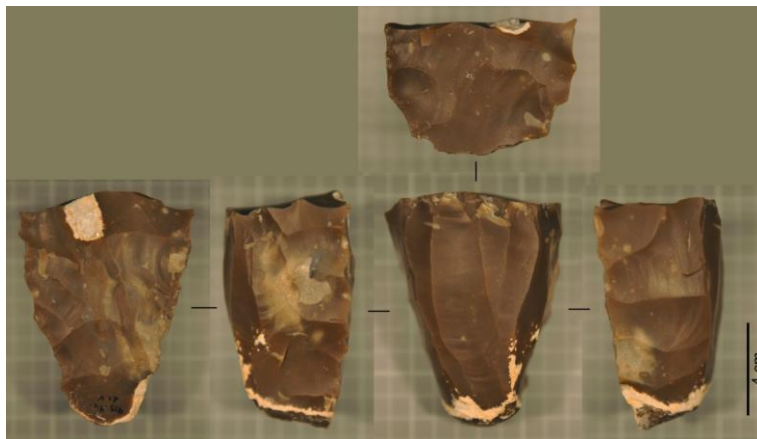


Fig. 59 : Nucléus 915.94.21V avant traitement thermique (photo L. Torchy).



Fig. 60 : Nucléus 915.94.21V plongé dans le sable de molasse et placé dans le four. La sonde du thermocouple est en contact avec le nucléus (photos L. Torchy).

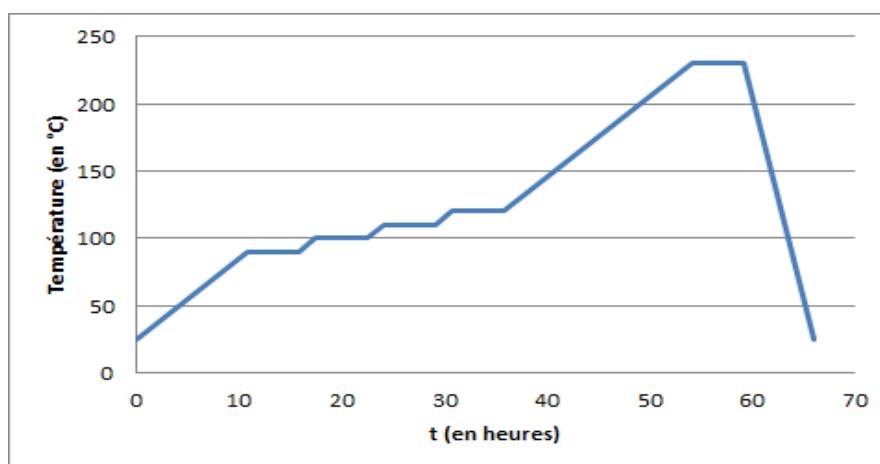
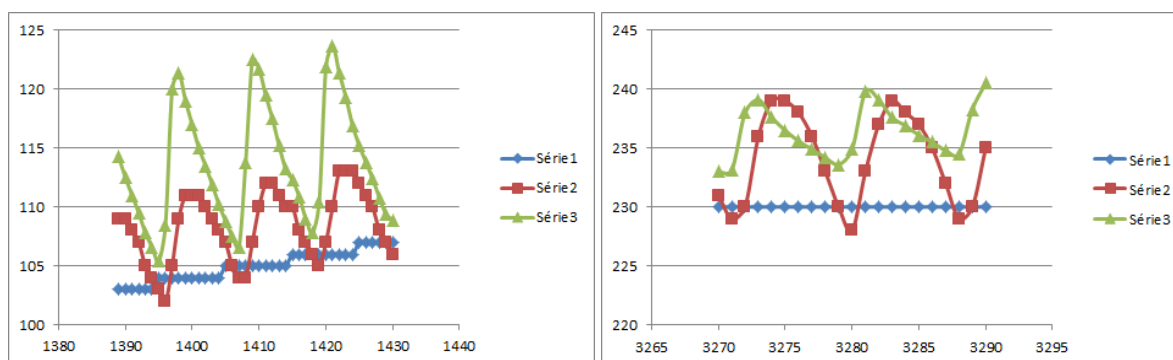


Fig. 61 : Traitement thermique du nucléus 915.94.21V : courbe de température.

Cette fois, la sonde d'un thermocouple est placée dans le bain de sable de molasse en contact avec le nucléus, ceci afin de contrôler la température subie par le nucléus. Mais au vu des courbes, il s'avère que le four chauffe par impulsions discontinues assez brutales. La conséquence est que le nucléus subit des variations de température d'une amplitude de plus de 15°C sur des périodes de 12 minutes pendant la montée, et dépasse les 240°C, toujours avec oscillations, alors que la température programmée est de 230°C (fig. 62). Le problème n'est pas seulement lié à la conduction mais aussi au rayonnement puisque l'amplitude des oscillations mesurées à proximité du nucléus est supérieure à celles de la sonde du four.



**Fig. 62 : Série 1 = température programmée ; série 2 = température mesurée par la sonde du four ; série 3 = température mesurée par le thermocouple. On observe une forte oscillation par rapport à la température programmée.**

À la suite de cette chauffe, le nucléus 915.94.21V présente de larges fissures. Une fois le bloc ouvert par percussion, il s'avère que le silex a subi une modification mais de larges fissures mates et profondes sont à déplorer (fig. 63).



**Fig. 63 : Nucléus 915.94.21V après traitement thermique et ouverture (photo J. Pelegrin).**

Suite à ces constats, nous voulons augmenter l'épaisseur de sable entre le nucléus et les résistances pour limiter le rayonnement thermique, mais il s'avère que la chambre du four est trop petite. Nous devons donc changer de four.

### 2.1.1.6. Chauffe du nucléus 21P

Ce nucléus, plus petit, a bénéficié de plus amples protections. Le nucléus 915.94.21P (fig. 64) a été plongé dans pot de fleur en terre cuite rempli de sable de molasse avec couvercle et a été chauffé dans un four de cuisine « SEB Turbo délice » dit « à chaleur dite tournante » (résistance électrique non visible dans la chambre du four et donc théoriquement pas ou peu de « radiations ») dont la température peut se régler grâce à un potentiomètre et peut se contrôler grâce à la sonde du thermocouple placée dans le sable en contact avec le nucléus (fig. 65).

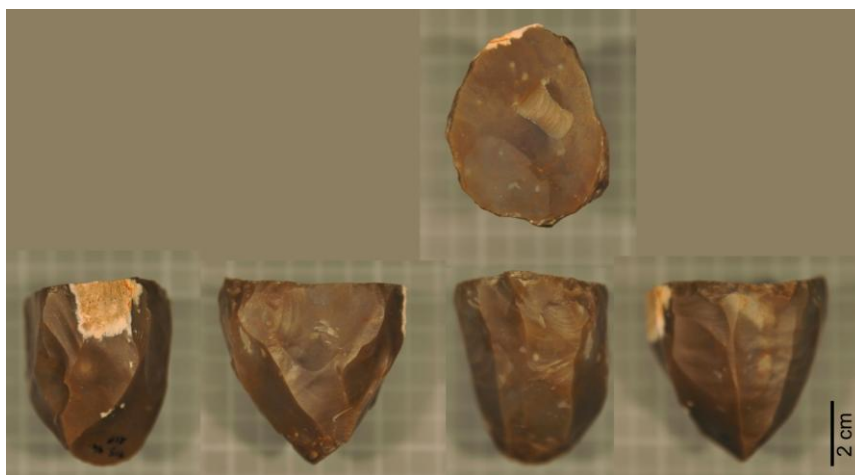
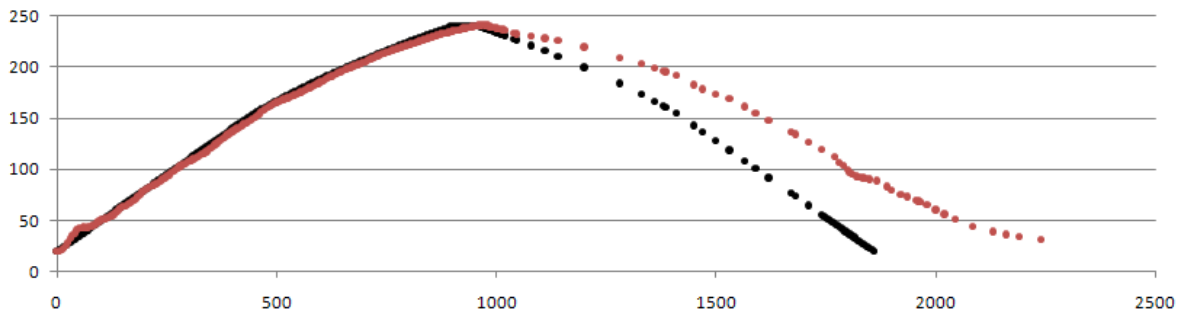


Fig. 64 : Nucléus 915.94.21P avant traitement thermique (photo L. Torchy).



Fig. 65 : Nucléus 915.94.21P plongé dans le sable de molasse et placé dans un four de cuisine. La sonde du thermocouple est en contact avec le nucléus (photos L. Torchy).





**Fig. 66 : Traitement thermique du nucléus 915.94.21V : courbe de température (en abscisses = temps en minutes ; en ordonnées : température en degrés ; en noir = température souhaitée ; en rouge = température mesurée par le thermocouple).**

La montée (fig. 66) a été très lente sur 15 heures, de 20°C à 240°C (3°C par 10mn pendant 7h 30 jusqu'à 155°C, puis progressivement ralentie jusqu'à 1,5°C par 10 mn lors de la 15<sup>ème</sup> heure jusqu'à 240°C (la sonde toute proche du nucléus indique alors, à 15 h, 235°C). Un palier à 240°C commandé pendant 1 h : la sonde atteint 241,1°C à 16h 10. La descente est programmée sur 15 h (jusqu'à 31 h) à 20°C, mais, à ces 31 h, la sonde est encore à 90°C, et sera encore à 31,2°C à 37h20.



**Fig. 67 : Fissure de 4 millimètres visible après le traitement thermique du nucléus 915.94.21P et autres fissures visible après débitage d'une série de lamelles (photos L. Torchy et J. Pelegrin).**

Après traitement thermique, le nucléus est rosi en surface et présente une petite fissure visible dans son axe d'allongement (fig. 67). Dès son entame par quelques enlèvements de régularisation, la transformation est évidente. Au cours de son débitage, trois autres fissures sont apparues mais il a toutefois été possible de débiter plus de 40 lamelles par pression à la béquille, utilisables pour les tests présentés plus bas.

## Bilan et conclusion sur les expérimentations de chauffe (fig. 68) :

	Vitesse de montée moyenne	Vitesse de descente moyenne	Température maximum	Observations
Nucléus 21T	0,2°C/mn	0,2°C/mn	250°C programmée	Nucléus fissuré
Nucléus 21M	0,1°C/mn	0,1°C/mn	240°C programmée	Nucléus fissuré
Nucléus 21V	0,06°C/mn	0,5°C/mn	230°C programmée et 240°C mesurée	Nucléus fissuré
Nucléus 21P	0,22°C/mn	0,18°C/mn	241,1°C mesurée	Traitement thermique considéré comme réussi malgré quelques fissures

**Fig. 68 : Récapitulatif des expériences de chauffe et observations.**

Les brusques variations de températures ont manifestement eu un impact négatif sur l'état des nucléus par la formation de fissures profondes, il semble donc essentiel de protéger les blocs de ces variations dans un milieu de chauffe à forte inertie thermique. La température du dernier bloc n'a pas dépassé les 241,1°C, mais cette température a suffi à le faire rubéfier, ainsi que de le transformer jusqu'à cœur puisqu'après ouverture par percussion, les surfaces sont luisantes. Il semble donc inutile de risquer d'aller au-delà de cette température.

### **2.1.2. Propriétés mécaniques des matériaux**

Pour d'autres roches que le silex bédoulien, il a été montré que le traitement thermique transforme la matière première à partir d'une certaine température. Cependant, le phénomène est complexe et comme nous l'avons montré dans la partie précédente, les théories sont nombreuses.

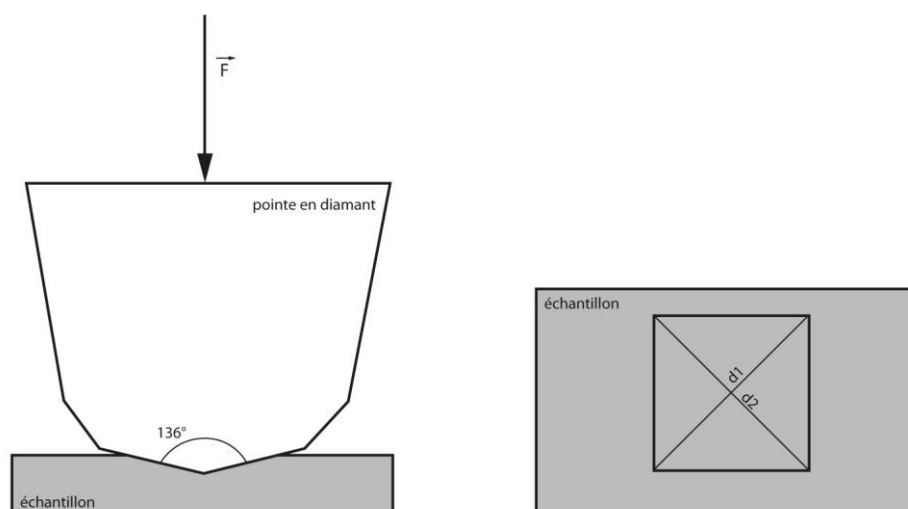
Par conséquent et pour tenter de comprendre pourquoi les communautés chasséennes ont eu recours à la chauffe, nous devons appliquer ces tests mécaniques au silex bédoulien.

#### **2.1.2.1. Test de dureté**

Des éprouvettes en silex bédoulien géologiques ou archéologiques, non chauffés ou chauffés à des températures allant de 200 à 500°C dans les mêmes conditions que celles du chapitre 1.1, ont été soumises au test de dureté Vickers, celui-ci étant le plus

adéquat pour les matériaux durs. L'appareil utilisé est un micro-indentateur Buehler OmniMet 2100 series, et les manipulations ont été effectuées en collaboration avec monsieur Alexandre Freulon du laboratoire CIRIMAT-ENSIACET de Toulouse.

Ce test consiste à appliquer une charge par l'intermédiaire d'une pointe pyramidale normalisée en diamant qui laisse une empreinte (fig. 69) sur l'éprouvette préalablement fixée.



**Fig. 69 : Principe du test de dureté Vickers. Une pointe en diamant soumise à une force contrôlée laisse une empreinte sur l'échantillon testé, les dimensions de celle-ci permettent d'en déduire sa dureté.**

La dureté Vickers (HV) est obtenue grâce à la formule suivante :

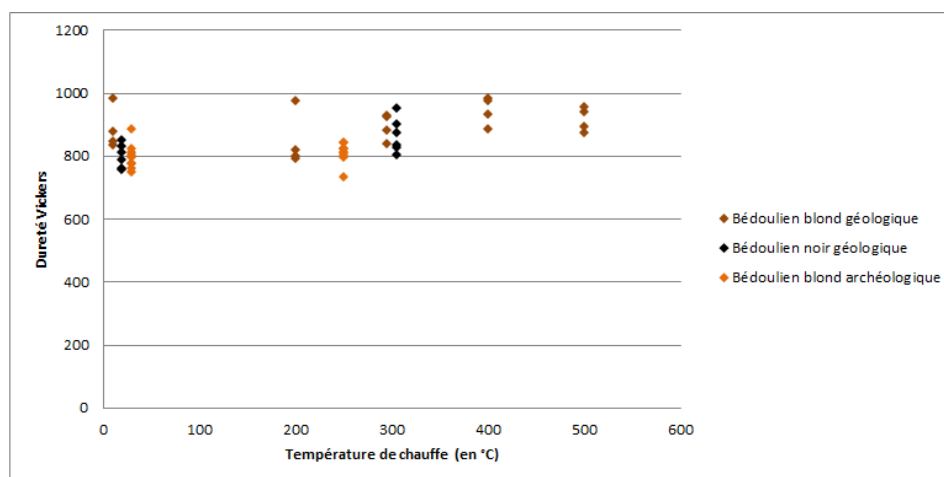
$$HV = \frac{2F \cdot \sin\left(\frac{136^\circ}{2}\right)}{g \cdot d^2}$$

F correspond à la force appliquée (en N) ; 136° est l'angle du sommet de la pyramide ; g est l'accélération terrestre ( $\approx 9,806$ , exprimée en  $m \cdot s^{-2}$ ) ; d est la moyenne des diagonales de l'empreinte (en mm).

Après quelques essais avec des charges différentes et des durées différentes sur le silex bédoulien, nous avons décidé d'appliquer une force de 9,806 Newton (correspondant à 1 kilogramme) pendant une durée de 10 secondes, ce qui permet de laisser une empreinte bien visible sans fracturer l'éprouvette.

Neuf éprouvettes en silex bédoulien ont été soumises à ce test. Sept échantillons géologiques, dont cinq blonds et deux noirs, chauffés à différentes températures

pendant 8 heures, ainsi que deux échantillons blonds provenant du site de St-Martin à Malaucène, considérés comme chauffé et non chauffé selon les critères de distinction visuels (Binder 1984). Même si nous ne connaissons pas la température de chauffe de l'échantillon archéologique, nous l'avons estimée et placée à une température de 250°C dans le graphique suivant pour plus de lisibilité (fig. 70).



**Fig. 70 : Dureté Vickers en fonction de la température de chauffe (un losange correspond à une empreinte, une série verticale de plusieurs losanges correspond à un échantillon).**

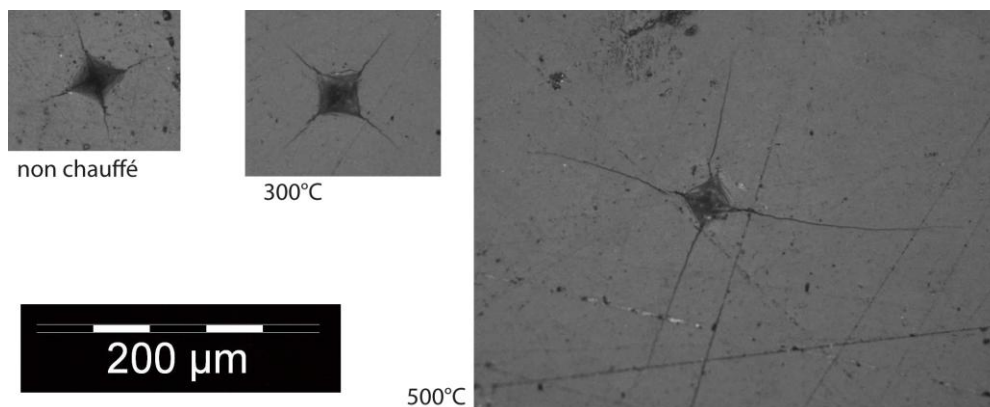
Ce test fait apparaître que la dureté Vickers est globalement comprise entre 700 et 1000. Sur un même échantillon, les valeurs obtenues peuvent être fortement variables, par exemple de 800 à 1000 pour l'échantillon blond géologique chauffé à 200°C. Ceci peut s'expliquer par le fait que le matériau testé est hétérogène, et que par conséquent, nous devons raisonner sur des tendances moyennes. Il apparaît que les échantillons archéologiques sont légèrement moins durs que les échantillons géologiques, sans que nous puissions expliquer pourquoi (sélection du matériau par les communautés chasséennes ? altérations post-dépositionnelles ?). En tout cas, le traitement thermique ne semble pas avoir modifié la dureté de façon significative.

Nous pouvons en déduire que si les expérimentateurs ont remarqué une modification des propriétés clastiques, il ne s'agit probablement pas d'un phénomène lié à la dureté. Il faut donc continuer cette investigation par d'autres tests mécaniques.

### **2.1.2.2. Test de ténacité**

Lors du test de dureté Vickers, nous avons remarqué que des fissures partaient des angles du carré d'indentation (fig. 71).

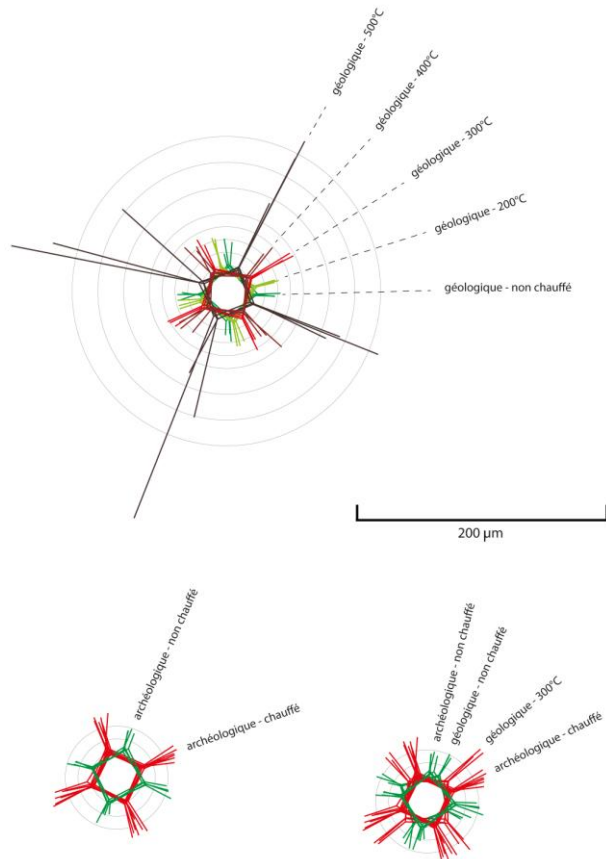




**Fig. 71 : Carrés d'indentation et fissures partant des angles (photos L. Torchy).**

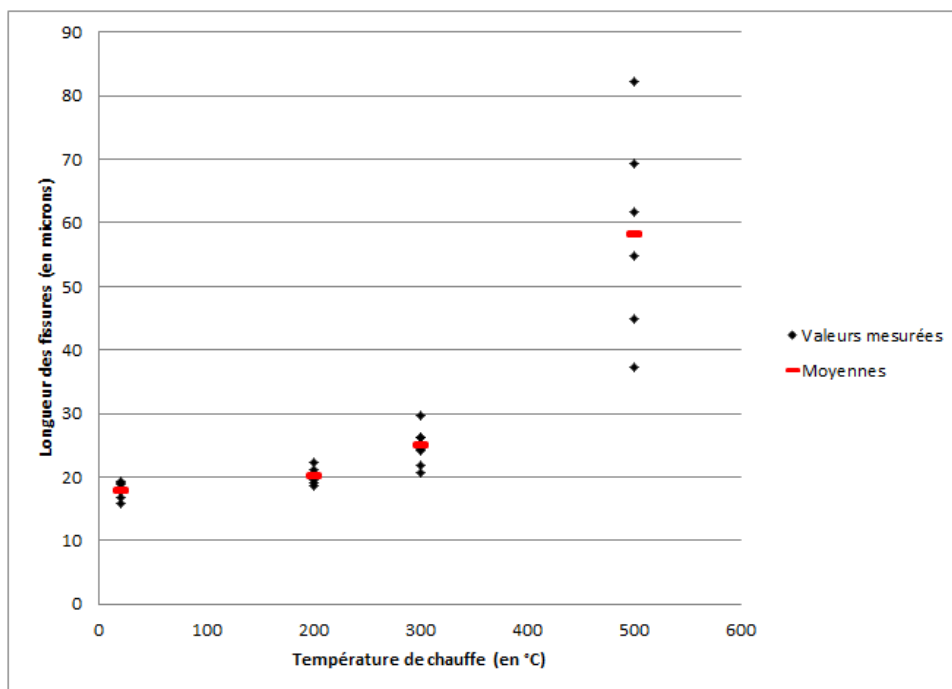
La valeur absolue de la ténacité peut être calculée à partir de la longueur de ces fissures si l'on connaît leur morphologie en profondeur (Pertuz 2003), ce qui n'a pas été possible avec les moyens mis à notre disposition. Nous nous sommes contentés des valeurs relatives par la comparaison de la longueur des fissures en fonction de la température de chauffe, ce qui est suffisant pour ce que nous voulons démontrer ici, c'est-à-dire que la ténacité est modifiée par le traitement thermique.

Constatant que la longueur de ces fissures était variable, nous les avons regroupées en transparence, sous la forme de schémas concentriques obtenus sous Illustrator (fig. 72). Cette superposition fait apparaître que le traitement thermique a une incidence sur la longueur des fissures. Plus la température de chauffe est élevée, plus les fissures sont longues. La différence de ténacité peut aussi être observée à partir des échantillons archéologiques : la longueur de fissures sur l'échantillon chauffé est supérieure à celle de l'échantillon non chauffé.



**Fig. 72 : Superposition des empreintes Vickers sous Illustrator (DAO L. Torchy).**

Si l'on se concentre maintenant sur les échantillons géologiques provenant d'un même bloc et chauffés à des températures différentes, nous constatons que la longueur augmente et que les valeurs obtenues sont de plus en plus éclatées avec la hausse de la température (fig. 73).



**Fig. 73 : Longueur des fissures en fonction de la température de chauffe.**

Nous savons que quelle que soit la morphologie de la fissure en profondeur, une augmentation de la longueur des fissures traduit une diminution de la ténacité (Pertuz, 2003). Même si nous ne disposons pas de valeurs absolues, nous pouvons en conclure que sur l'intervalle [20-500°C], plus nous augmentons la température de chauffe du silex bédoulien, plus sa ténacité diminue.

La baisse de ténacité semble donc être la modification mécanique perçue par les expérimentateurs lors de la taille du silex. En plus de l'aspect visuel qui était déjà connu, le traitement thermique génère donc une modification significative des propriétés mécaniques du silex bédoulien. Les communautés chasséennes ont donc créé une matière première aux propriétés clastiques spécifiques.

La baisse de la ténacité implique que l'énergie nécessaire à la fracturation est moins élevée. Par ailleurs, nous nous demandons si le cheminement de fracturation est la même et c'est pourquoi nous avons eu recours à un autre test mécanique que nous avons développé en étant inspiré par des expériences similaires menées sur différents silex (Kelterborn, 2003).

### 2.1.2.3. Comportement à la fracturation

Il s'agit là d'un test empirique dont le principe est d'arracher de la matière par pression grâce à un poinçon en os, sur des éprouvettes calibrées préparées à la scie à fil diamanté et présentant un angle de 20 degrés (fig. 74).

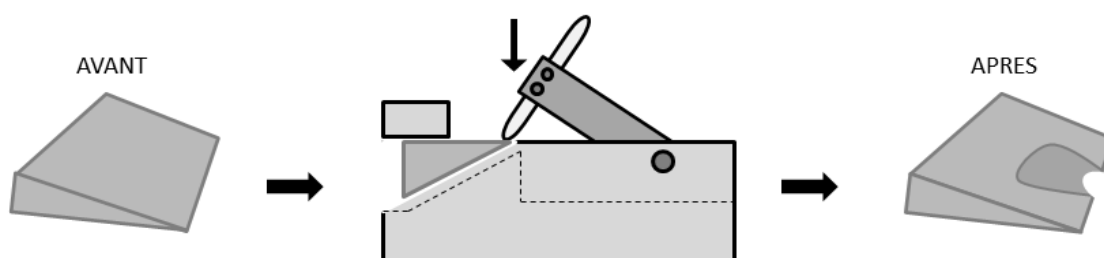
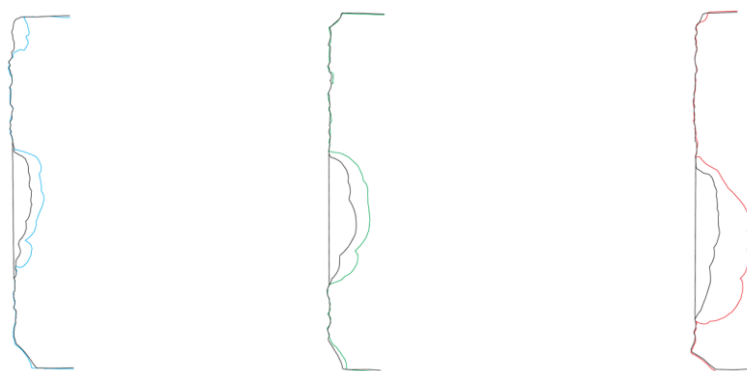


Fig. 74 : Test d'arrachement de matière par pression (DAO L. Torchy).

Les faces sont ensuite observées en microscopie optique et traitées avec le logiciel analySIS work d'Olympus pour le calcul de l'extension de la fracture. Un coefficient est obtenu par le rapport entre la surface perdue sur chacune des deux faces, ce qui permet la comparaison de l'extension de la fracture à différentes températures de chauffe.

Nous avons testé neuf échantillons, avec le système de poinçon présenté en deuxième partie (§ 2.1.3). Sur ces échantillons, nous obtenons un coefficient moyen de 1,8 pour le non chauffé et le chauffé à 200°C, et de 2,8 pour le chauffé à 300°C. Ce qui veut dire que

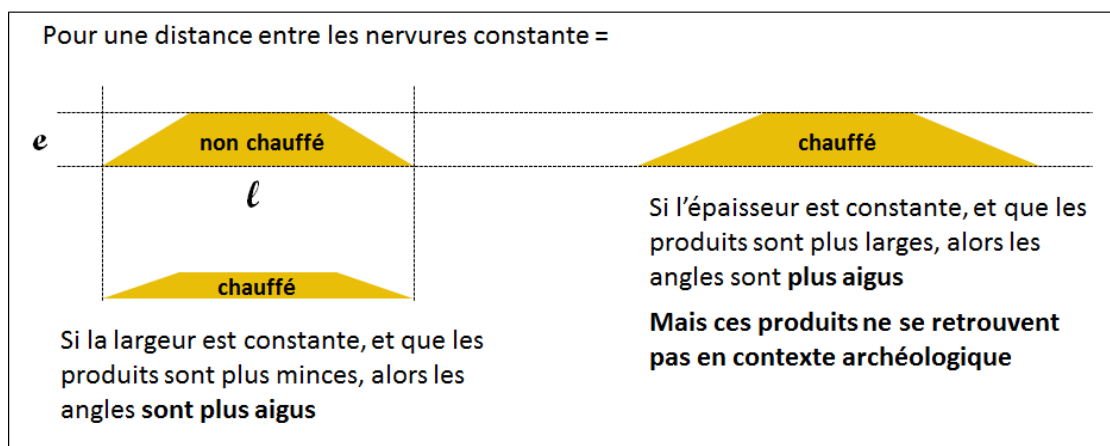
la fracture a une plus forte capacité à filer sur le silex chauffé à 300°C (fig. 75), et par conséquent, la terminaison est plus fine (terminologie Gonzales et Ibañez 1994).



**Fig. 75 : Fractures visibles sur silex non chauffé, chauffé à 200°C, chauffé à 300°C (DAO L. Torchy). On remarque que l'extension de la fracture est plus importante sur l'échantillon chauffé à 300°C.**

Même si l'appareil de test est moins élaboré et par conséquent moins précis, le constat est le même que pour le silex danois (Kelterborn 2003), le traitement thermique a une incidence sur le cheminement de la fracturation. Dans le cas du silex bédoulien le changement s'opère entre 200 et 300°C.

La baisse de la ténacité fait que la fracture rencontre moins de résistance, par conséquent, son extension en longueur et en largeur peut donc être supérieure. Une hypothèse selon laquelle le traitement thermique aurait pu être employé pour faire des lames plus larges a été proposée (Pelegrin 2012). En contexte chasséen, nous ne retrouvons pas ces produits plus larges mais cette hypothèse fondée sur des constats expérimentaux nous invite à nous interroger sur la relation entre les propriétés mécaniques du matériau et le cheminement de la fracturation. En effet, s'il est possible pour une même épaisseur de faire des lames plus larges grâce au traitement thermique, il doit théoriquement être possible de faire des lames moins épaisses mais aussi larges (fig. 76).



**Fig. 76 : Evolution théorique du module des lames débitées après traitement thermique (DAO L. Torchy).**

Suite à cette série de tests mécaniques sur la matière première, nous devons nous intéresser à l'étape suivante de la chaîne opératoire : le support débité.

### **2.1.3. Etat des supports débités**

#### **2.1.3.1. Analyse des surfaces : observation au MEB et rugosimétrie**

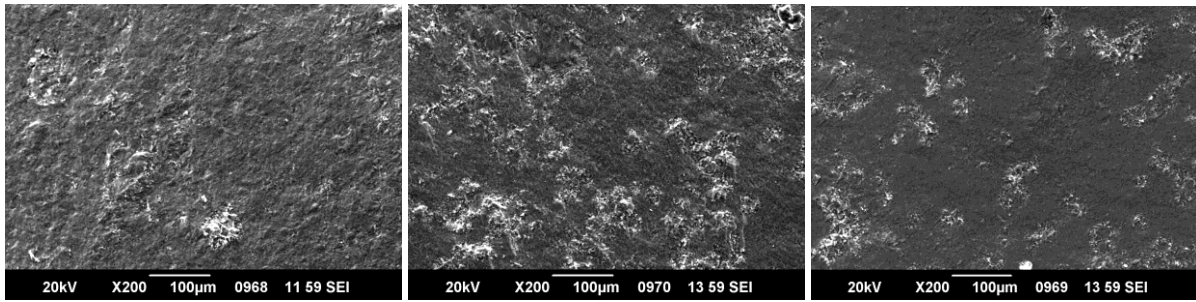
En ce qui concerne l'industrie chasséenne, le traitement thermique a été identifié par le contraste qui existe entre les plages mates correspondant à des fractures avant chauffe et les plages luisantes correspondant à des fractures après chauffe (Binder 1984).

Que ce soit sur silex bédoulien ou sur d'autres matériaux, les surfaces ont fait l'objet d'observation au microscope électronique à balayage (MEB) en collaboration avec monsieur Christophe Deshayes du laboratoire du CEMES, et les conclusions convergent sur le fait que les surfaces issues d'une fracturation après chauffe sont plus lisses que celles déjà existantes avant le traitement thermique (Seitzer Olausson et Larsson 1982, Masson 1984).

Pour compléter ces expérimentations, nous avons préparé trois échantillons :

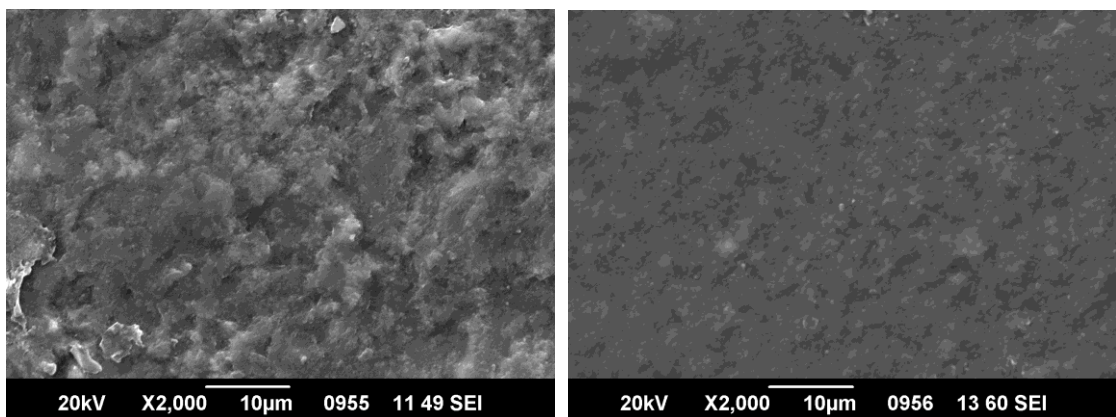
- sur un éclat en silex bédoulien non chauffé, nous avons prélevé un premier échantillon (surface mate);
- cet éclat a été chauffé à 280°C pendant 8 heures puis nous avons prélevé un deuxième échantillon (surface mate);
- cet éclat a été fracturé par percussion directe pour prélever un troisième échantillon (surface luisante).

Ces premières observations (fig. 77) montrent que la surface issue de la fracturation après traitement thermique (plage luisante) est plus lisse que les deux autres, mais toutefois parsemée de petites zones plus rugueuses. Celles-ci sont déjà présentes avant la chauffe et semblent correspondre à des inclusions dans le silex (fossiles ; oxydes ; cristaux de quartz plus gros...).



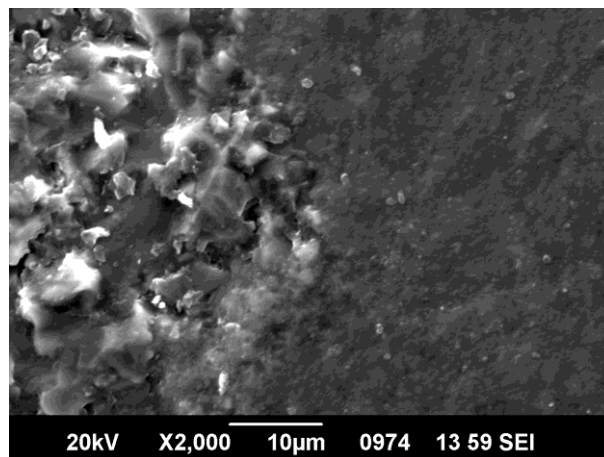
**Fig. 77 : Images MEB : surface sur silex non chauffé ; surface existante avant chauffe ; et surface créée après chauffe (photos L. Torchy).**

A plus fort grossissement (x2000), la différence de rugosité est encore plus nette entre la surface obtenue à partir de silex non chauffée et la surface obtenue après chauffe (fig. 78). Sur cette dernière, les cristaux de quartz ne sont que très peu visibles.



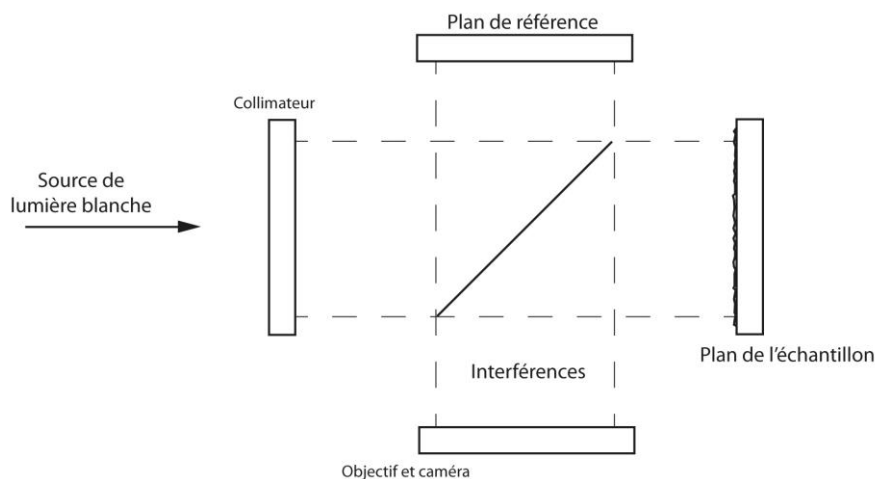
**Fig. 78 : A gauche, surface n°1 (non chauffé), x2000 ; à droite, surface n°3 (fracture après chauffe), x2000 (photos L. Torchy).**

Toujours au même grossissement (x2000), sur la surface créée après traitement thermique, le cadre a été centré en marge d'une zone grenue (fig. 79). Ce contraste nous montre que même si cette plage nous apparaît uniformément luisante à l'œil nu, des zones où les cristaux sont plus volumineux ne semblent pas, à cette échelle, avoir subi l'effet du traitement thermique.



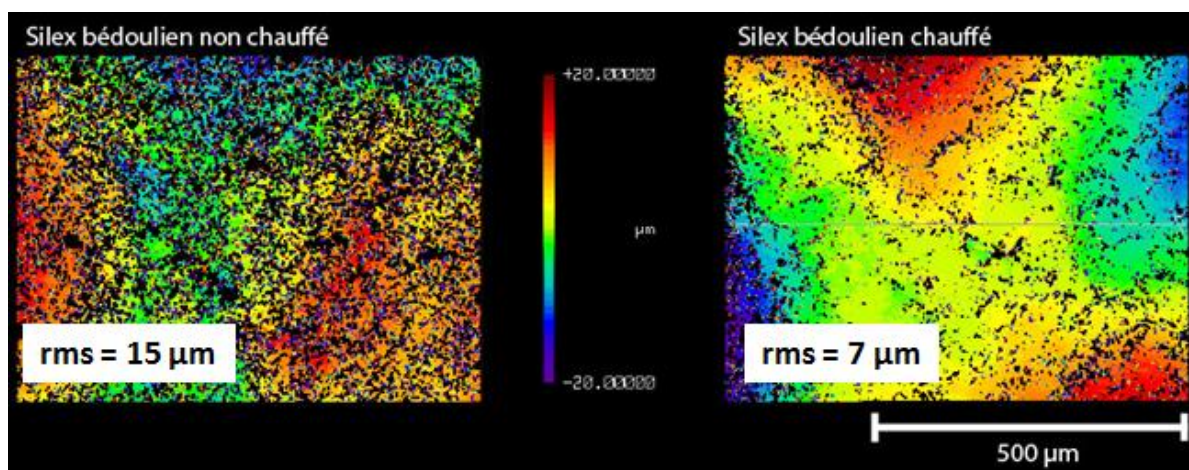
**Fig. 79 : Surface n°3, x2000, à la limite d'une zone grenue (photo L. Torchy).**

Dans un second temps et pour donner des valeurs à ces différences de rugosité qui sont pour le moment visuelles, nous avons eu recours au microscope interféromètre en lumière blanche à l'*Institute Material Science* de Barcelone en collaboration avec monsieur Josep Roque-Rosell (fig. 80), qui permet une reconstruction de la microtopographie et l'obtention d'une valeur de rugosité à l'échelle du micron.



**Fig. 80 : Principe de l'interférométrie en lumière blanche (DAO L. Torchy).**

Le contraste entre silex chauffé et silex non chauffé est encore plus évident, avec de surcroît la rugosité moyenne mesurée par l'appareil qui varie du simple au double, soit respectivement 7 et 15 microns (fig. 81).



**Fig. 81 : Mesure de la rugosité en microscopie à interféromètre en lumière blanche (DAO L. Torchy).**

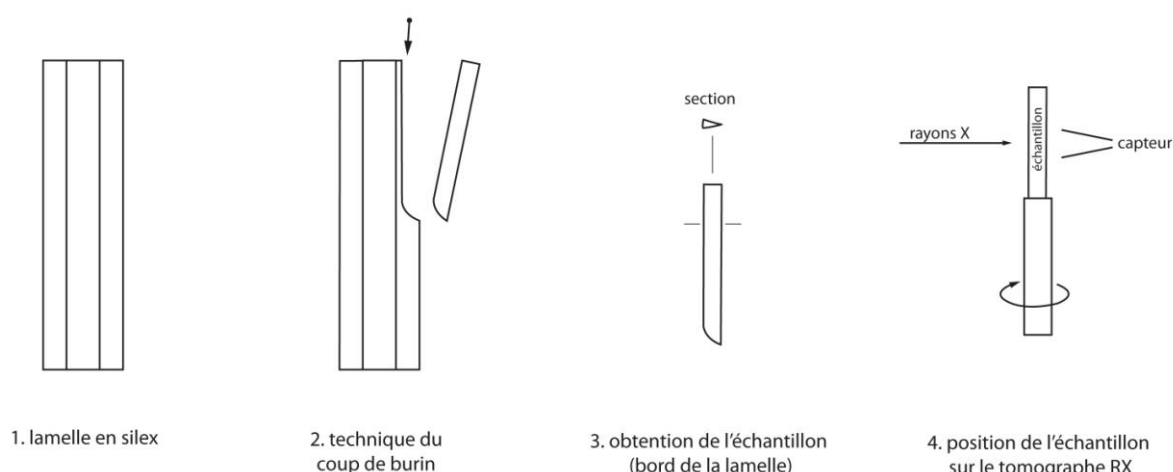
Le contraste entre plage mate et plage luisante sur un même éclat indique que la chauffe n'a pas d'effet sur la rugosité des surfaces existantes avant chauffe mais modifie le volume du silex, ce qui a un effet sur la fracturation après traitement thermique.

Les lamelles débitées après chauffe ont donc un tranchant pourvu de surfaces moins rugueuses. Une analogie est peut-être à faire avec les couteaux modernes en acier lisse ou en céramique qui sont réputés plus efficaces pour la découpe de matières tendres en partie grâce à une baisse des frottements. Cette idée sera discutée au cours des chapitres suivants, lors de nos tests d'efficacité, mais avant cela nous devons continuer les observations sur l'état des supports débités et plus spécifiquement sur le fil du tranchant.

### 2.1.3.2. Analyse des tranchants : tomographie RX

Pour juger de la régularité des bords des lamelles, nous avons donc eu recours à la tomographie à rayons X. L'appareil utilisé est un nanotom 180 de Phoenix pourvu par la fédération de recherche FERMaT (FR3089) en collaboration avec messieurs Christophe Tenailleau et Benjamin Duployer du laboratoire CIRIMAT/UPS Toulouse. Le principe est l'analyse des interactions d'un faisceau de rayons X avec un échantillon par un logiciel permettant une reconstruction 3D de la matière.

Pour gagner en résolution, il est nécessaire d'approcher le plus possible le capteur de l'échantillon, qui par conséquent doit être le plus fin possible pour être toujours dans le champ de détection du capteur. Pour un gain de temps par rapport à la découpe à la scie à fil diamanté, nous avons choisi de préparer les échantillons par la technique préhistorique du coup de burin, afin de garder la chute comme échantillon puisque le tranchant est conservé sur quelques millimètres de longueur sur un support très fin (fig. 82).

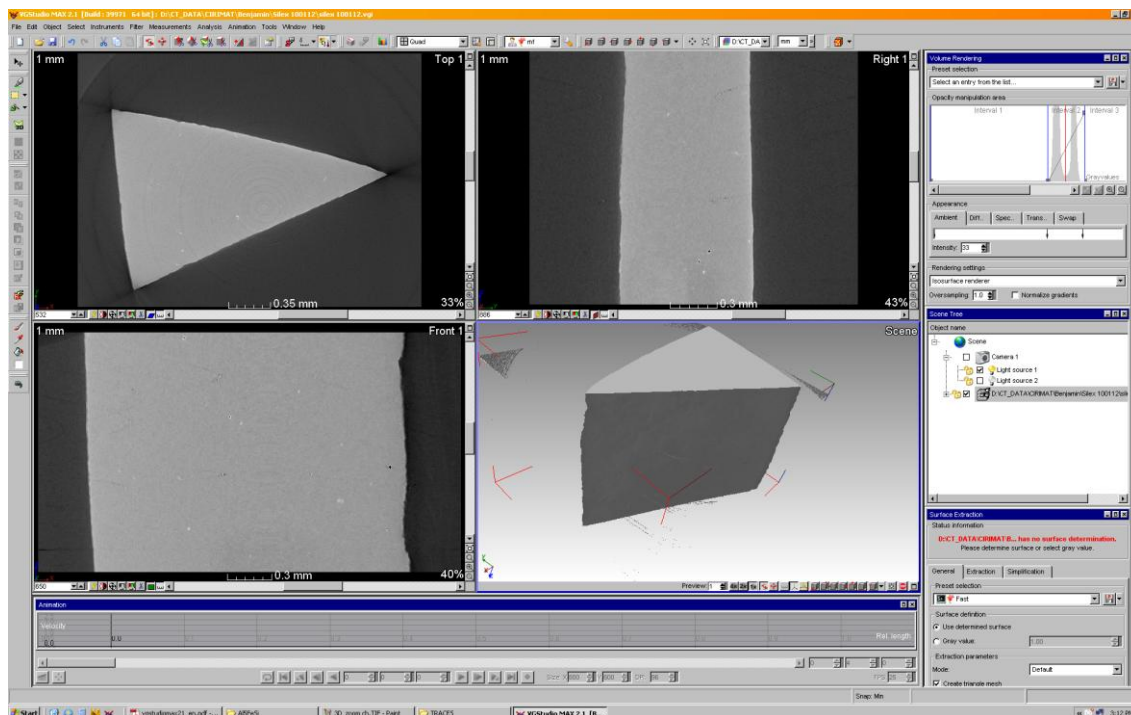


**Fig. 82 : Préparation des échantillons destinés à être observés au tomographe par la technique du coup de burin (DAO L. Torchy).**

Après un temps d'acquisition de quelques heures pour chaque échantillon, la résolution obtenue est de l'ordre de quelques microns. Le logiciel permet d'avoir une vue de l'objet

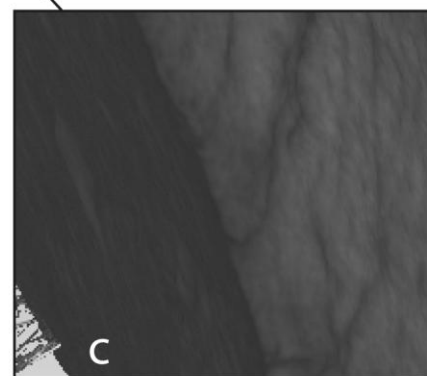
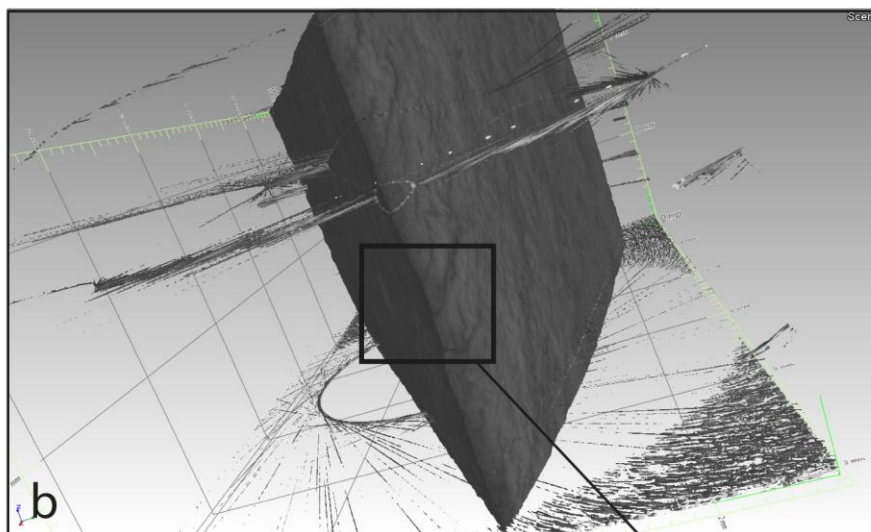
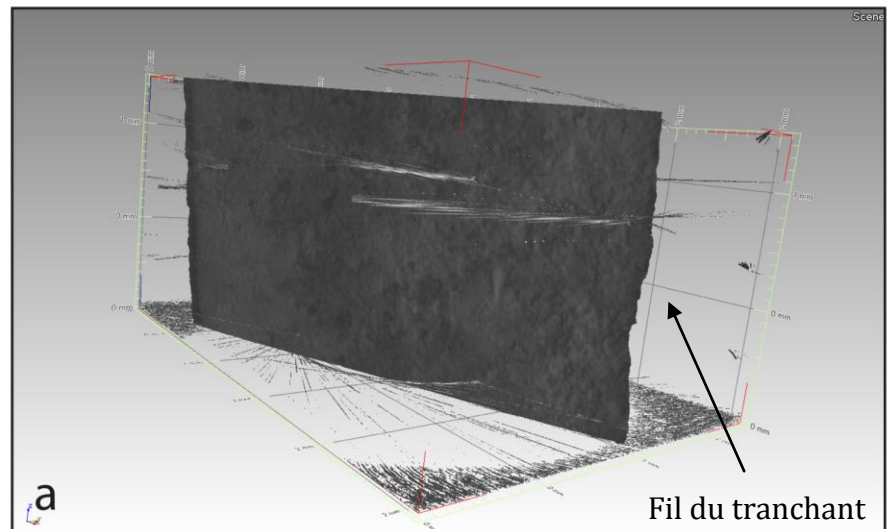


en 3D, ainsi que trois vues en coupe correspondant au trois plans  $x\hat{O}y$ ,  $x\hat{O}z$  et  $y\hat{O}z$  (fig. 83).

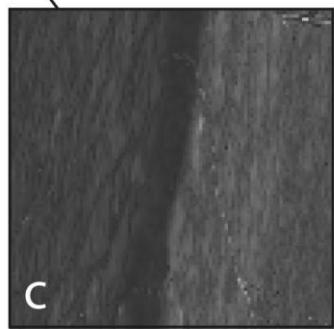
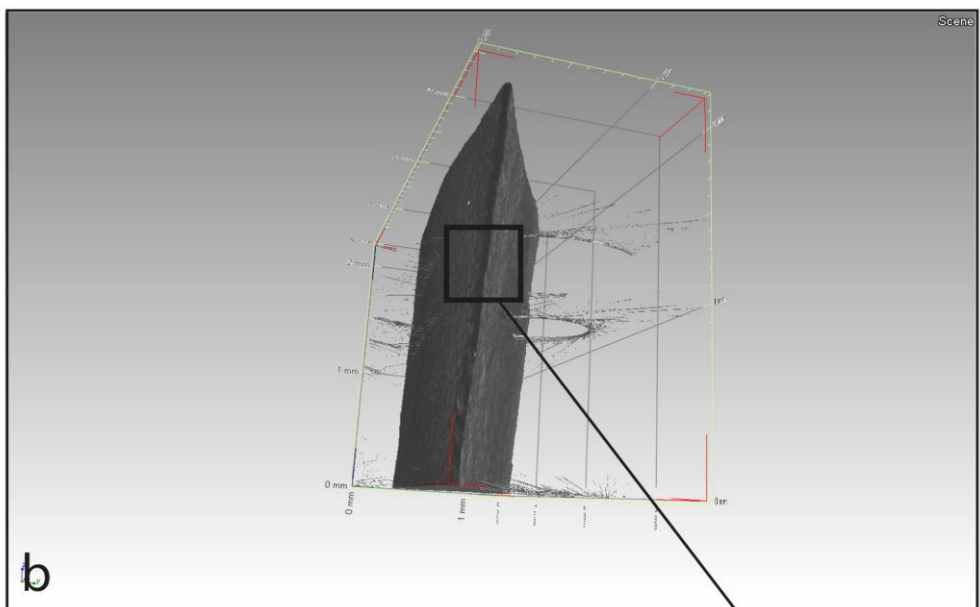
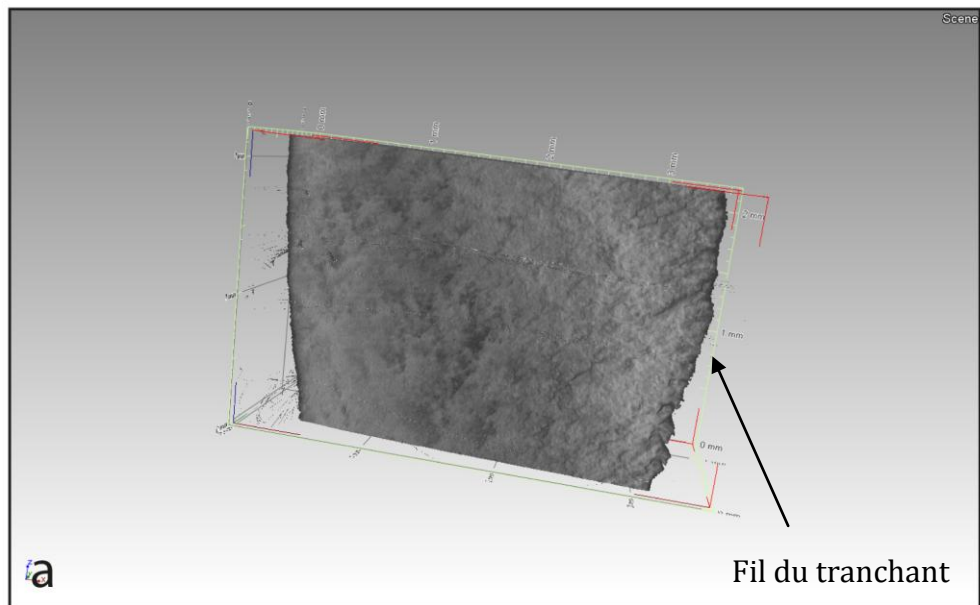


**Fig. 83 : Reconstruction 3D de l'échantillon après passage dans le tomographe RX (images obtenues à partir du logiciel VGStudio max 2.1 par B. Duployer, CIRIMAT).**

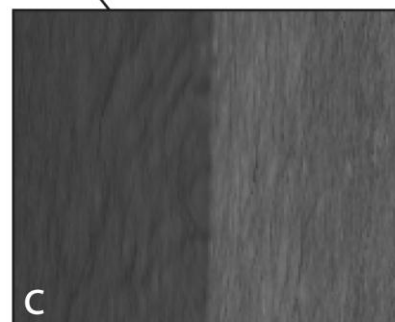
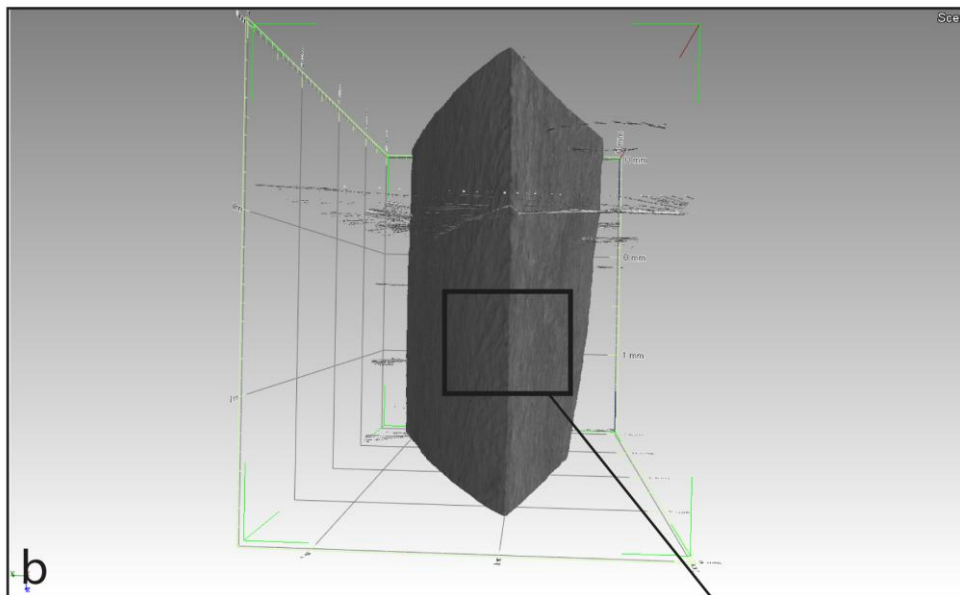
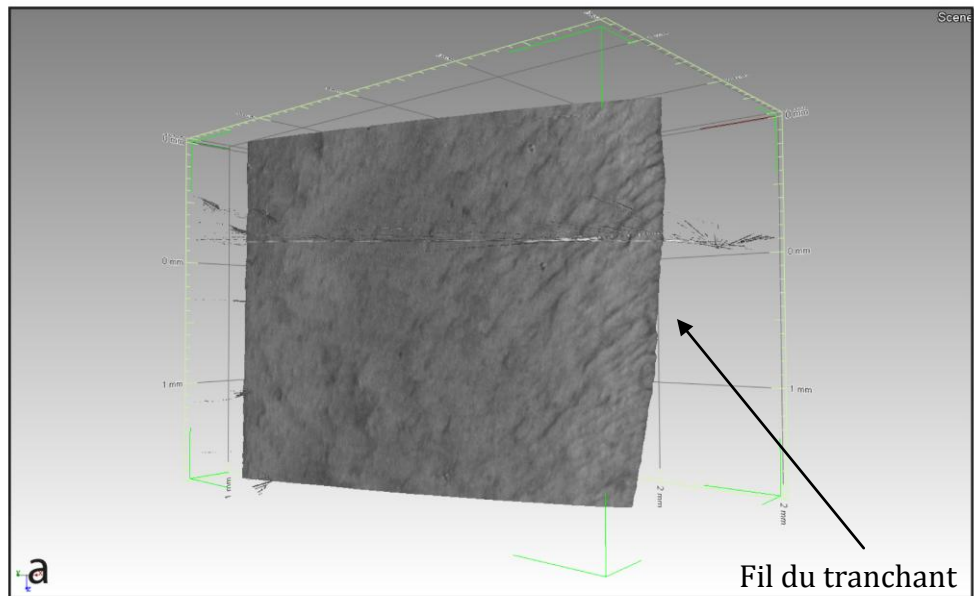
Ces premières analyses nous ont permis d'observer quatre bords de lamelles débitées par pression à partir des nucléus 21P et 21I. Quatre échantillons ont été préparés grâce à la technique du coup de burin et placés dans le tomographe à rayons X. Ces analyses nous permettent d'obtenir une reconstruction des tranchants en 3D, ce qui nous permet de juger de l'aspect du tranchant et de la régularité du fil pour l'observation directe de la figure ou par superposition des sections 2D.



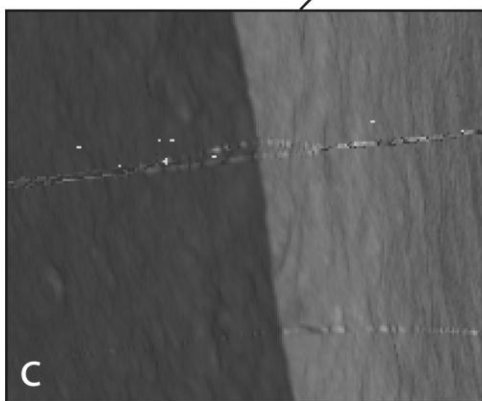
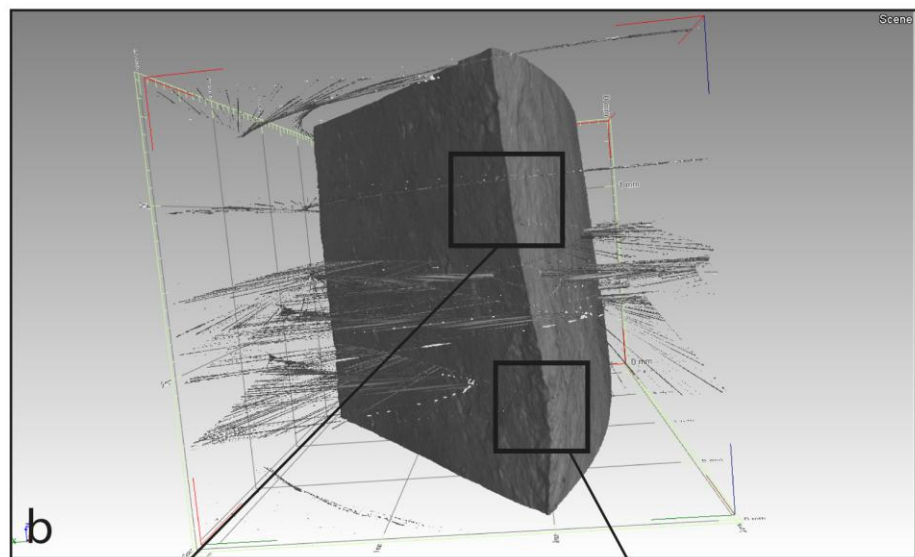
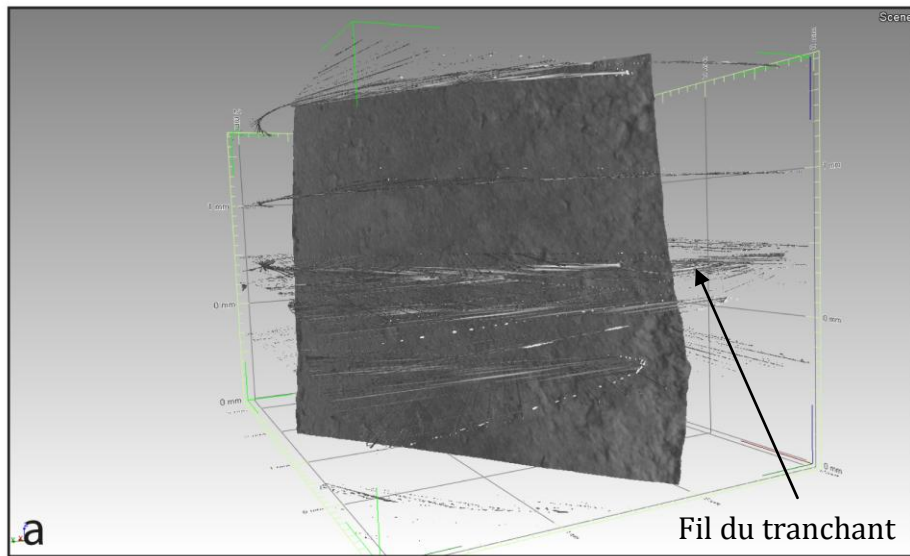
**Fig. 84 : Echantillon 2117 (non chauffé), vues 3D du tranchant et du fil. Nous pouvons constater sur l'image a) que la microdélinéation n'est pas parfaitement rectiligne. Sur l'image c) le fil du tranchant n'est pas régulier (images obtenues à partir du logiciel VGStudio max 2.1 par B. Duployer, CIRIMAT).**



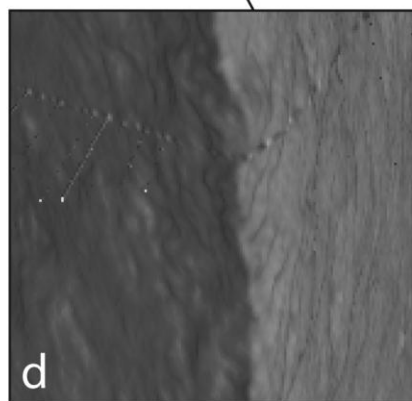
**Fig. 85 : Echantillon 21143 (non chauffé), vues 3D du tranchant et du fil. Nous pouvons constater sur l'image a) que la microdélinéation n'est pas parfaitement rectiligne. Sur l'image c) le fil du tranchant n'est pas régulier (images obtenues à partir du logiciel VGStudio max 2.1 par B. Duployer, CIRIMAT).**



**Fig. 86 : Echantillon 21P5 (chauffé), vues 3D du tranchant et du fil. Nous pouvons constater sur l'image a) que la microdélinéation est plus rectiligne que sur les images précédentes. Sur l'image c) le fil du tranchant est aussi beaucoup plus régulier (images obtenues à partir du logiciel VGStudio max 2.1 par B. Duployer, CIRIMAT).**



Fil du tranchant très net

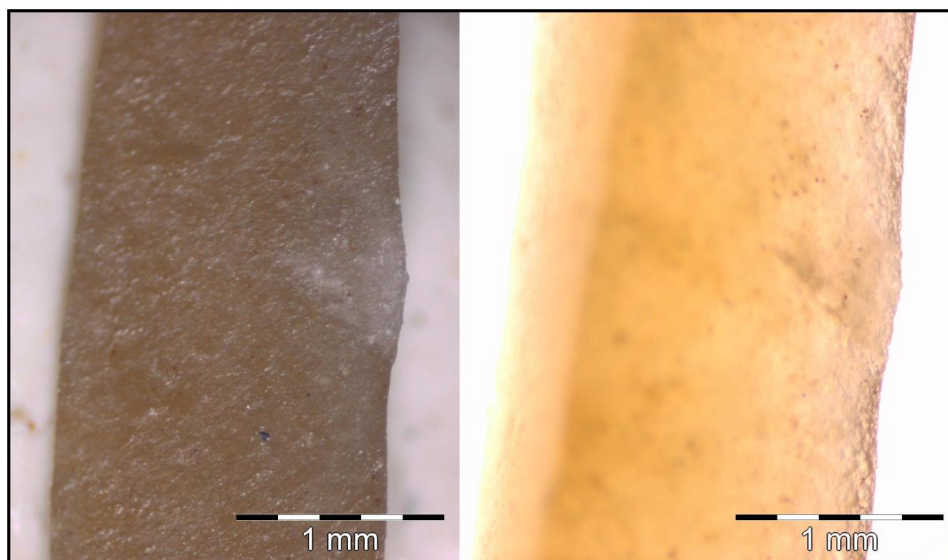


Zone grenue et fil irrégulier

**Fig. 87 : Echantillon 21P13 (chauffé), vues 3D du tranchant et du fil Nous pouvons constater sur l'image c) que le fil est très net, alors que sur l'image d) il est très irrégulier, ceci étant causé par un défaut dans le silex, c'est-à-dire une zone où la porosité est différente (images obtenues à partir du logiciel VGStudio max 2.1 par B. Duployer, CIRIMAT).**



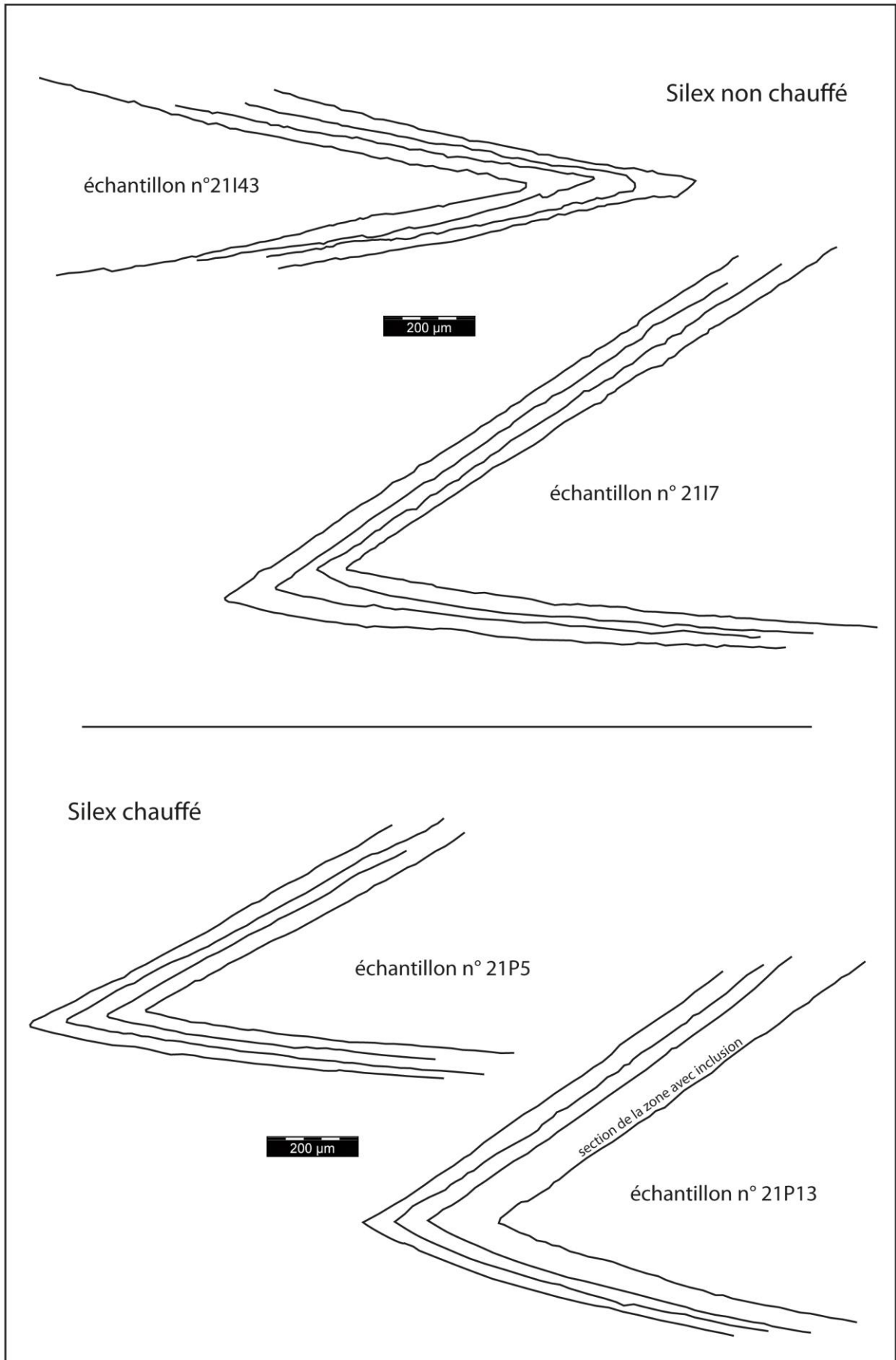
La comparaison entre les deux échantillons non chauffés (fig. 84 et fig. 85) et les deux échantillons chauffés (fig. 86 et fig. 87) montre que pour ces derniers, les bords ont une microdélinéation plus rectiligne et un fil du tranchant plus net. Le cas de l'échantillon n° 21P13 doit cependant être discuté puisqu'une partie du tranchant apparaît irrégulière (fig. 87d). Après vérification à la loupe binoculaire, il s'avère que le cheminement de la fracture a été légèrement dévié par une inclusion dans le silex (fig. 88). De granulométrie différente, cette inclusion est responsable de l'irrégularité du fil du tranchant observé sur l'échantillon chauffé n° 21P13 (fig. 87d).



**Fig. 88 : Echantillon 21P13 (chauffé). Inclusion blanche et plus opaque ayant modifié le cheminement de la fracture lors de la formation du bord de la lamelle. A gauche, en lumière réfléchie, nous voyons l'inclusion blanche et son effet sur la délinéation du tranchant. A droite, en lumière transmise, il est possible d'observer une différence d'opacité traduisant une organisation différente des cristaux. Le traitement thermique ne semble pas avoir affecté cette partie (photos L. Torchy).**

Dans un deuxième temps, le logiciel nous a permis d'obtenir des sections des tranchants de ces mêmes échantillons. Nous les avons groupés sous Illustrator afin de juger de leur variabilité le long du tranchant. Nous avons gardé une section tous les 500 microns, soit quatre par échantillon (fig. 89).

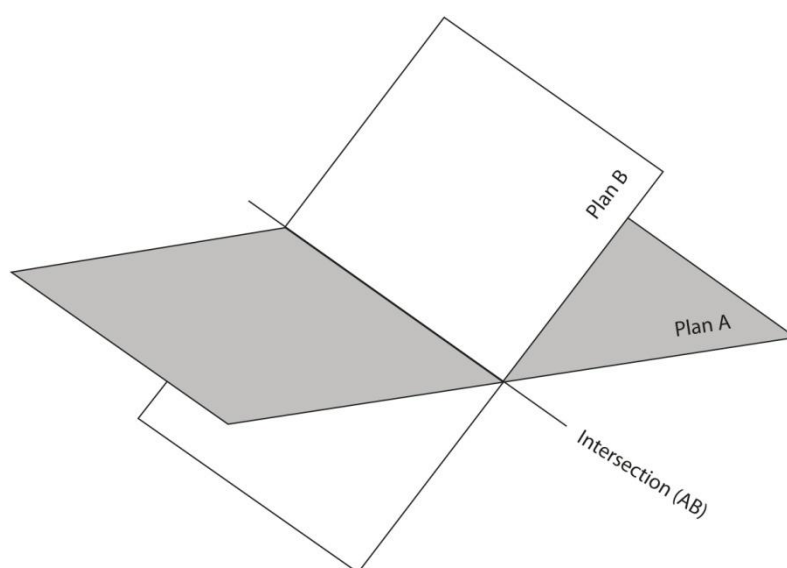
Ces observations sont bien évidemment à compléter sur un plus grand nombre d'échantillons issus de plusieurs nucléus chauffés et non chauffés. Toutefois, d'après ces premières observations, il semble que le traitement thermique favorise l'obtention d'un fil du tranchant plus rectiligne, même si quelques défauts subsistent dans des zones à la granulométrie différente où le traitement thermique ne semble pas eu d'effet à cette échelle.



**Fig. 89 : Sections obtenues sur les quatre échantillons. Nous constatons que les tranchants sont plus réguliers lorsque que le silex est chauffé. Il faut toutefois noter que certains défauts du silex ont une incidence néfaste sur la régularité du cheminement de la fracture, comme pour l'échantillon n° 21P13 (DAO L. Torchy).**

Les travaux existants sur les couteaux modernes et leur affutage (Vézina *et al.* 1999) montrent que les irrégularités du fil du tranchant, même infimes, peuvent avoir un impact considérable sur le pouvoir de coupe. Dans le cas des lamelles obtenues par cassure conchoïdale, le fil du tranchant est formé lors du débitage par l'intersection du plan de fracturation avec un plan déjà existant. La régularité de ce fil dépend donc de la régularité du cheminement de la fracture dans le matériau.

Nous pouvons nous représenter la formation du fil du tranchant par le schéma suivant (fig. 90) : en géométrie dans l'espace, l'intersection du plan A et du plan B est la droite (AB).



**Fig. 90 : Notion de géométrie applicable au débitage du silex : l'intersection de deux plans dans l'espace est une droite. Si les surfaces sont irrégulières alors la droite est irrégulière (DAO L. Torchy).**

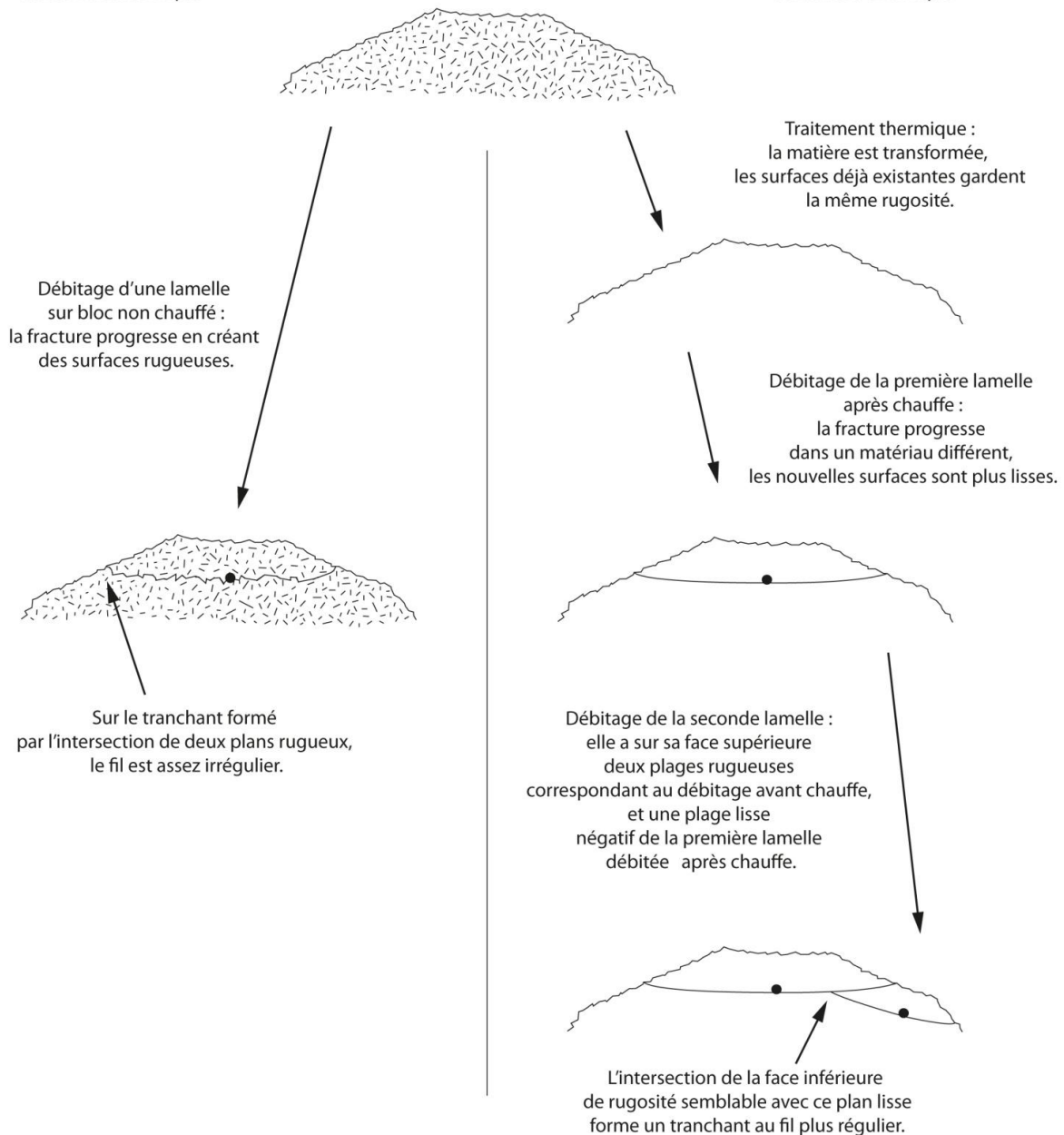
Si l'on applique ce modèle pour le débitage (fig. 91), nous pouvons considérer que le plan A correspond à la face supérieure de la future lamelle, et que lors du détachement de celle-ci, la fracture chemine en suivant le plan B correspondant à la face inférieure de cette même lamelle. Le fil du tranchant est donc l'intersection de ces deux plans. Si nous considérons un matériau homogène où la fracture zigzague entre les cristaux avec une amplitude moyenne de 15 microns comme cela a été vu pour le silex bédoulien non chauffé (§ 3.1), l'intersection des deux plans pourra avoir une amplitude moyenne de 30 microns. Dans le cas du silex bédoulien chauffé, la fracture chemine avec une amplitude de 7 microns, ce qui donne une amplitude théorique de 14 microns en moyenne.



Cas n° 1 :  
débitage sans  
traitement thermique

Bloc de silex non chauffé, mis en forme,  
vu de dessus (plan de pression).

Cas n° 2 :  
débitage après  
traitement thermique



**Fig. 91 : Débitage sur silex non chauffé et sur silex chauffé, cheminement de la fracture dans les deux cas (DAO L. Torchy).**

Par conséquent, si cette tendance se vérifie, le pouvoir de coupe d'une lamelle débitée après chauffe devrait être supérieur à celui d'une lamelle non chauffée.

#### 2.1.4. Efficacité des tranchants

L'hypothèse que nous voulons tester est celle selon laquelle le traitement thermique pourrait avoir une incidence sur l'efficacité des tranchants. Nous avons testé cette efficacité par deux manières différentes, d'une part, grâce à un test de pouvoir de coupe

en laboratoire grâce à un banc de test que nous avons développé, et d'autre part, grâce un test à l'aveugle avec un artisan boucher.

### 2.1.4.1. Mesure du pouvoir de coupe des tranchants

Pour pouvoir juger et comprendre les différences d'efficacité qui peuvent exister entre deux outils en silex, nous devons d'abord présenter un outil référent et qui est sujet à de nombreux tests : le couteau moderne (fig. 92).

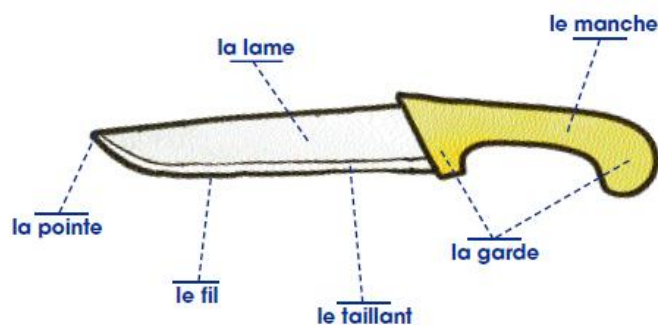


Fig. 92 : Schéma représentant les différentes parties d'un couteau moderne.

Il existe des tests normés (ISO 8442-5) pour mesurer l'efficacité des couteaux modernes, en mesurant le nombre de bandelettes de papier coupées par passage du couteau, mais la fragilité et surtout l'irrégularité des lamelles en silex font qu'elles ne peuvent être soumises à ces tests. Cette norme concerne la spécification du tranchant et les essais de conservation du tranchant sur des couteaux modernes. Il existe plusieurs bancs de test visibles par exemple sur le site Internet de l'entreprise CATRA - Angleterre ([www.catra.org](http://www.catra.org)). Nous nous sommes inspirés des bancs de tests existants, mais pas directement applicables pour notre étude, pour développer un banc de test pouvant recevoir des lamelles en silex.

Bien que relevant de procédés de fabrication différents, les lamelles en silex ont d'un point de vue fonctionnel, une morphologie permettant de réutiliser la terminologie employée pour les couteaux modernes (fig. 93).

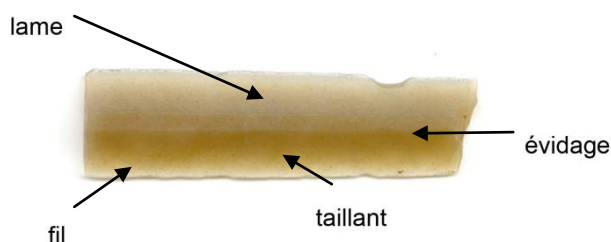
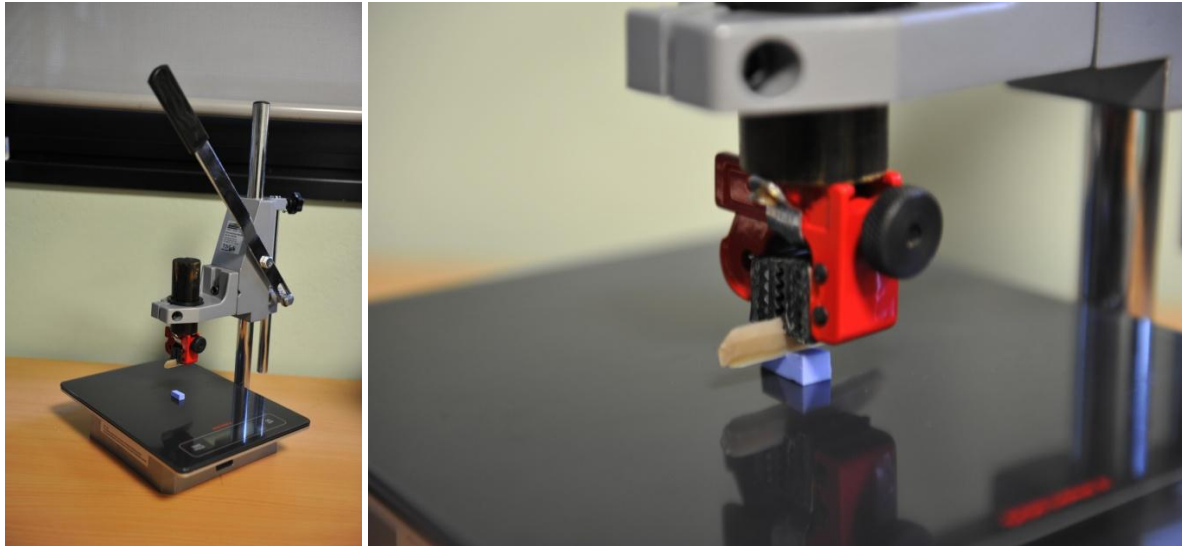


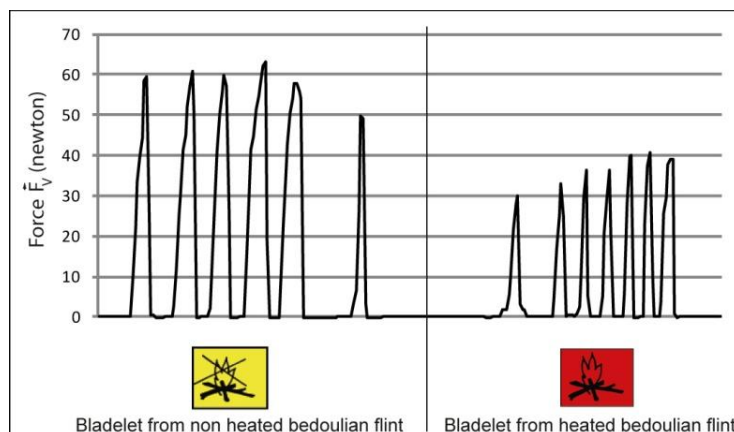
Fig. 93 : Terminologie utilisée en coutellerie appliquée à une lamelle en silex (photo L. Torchy).

Nous nous sommes inspirés de ces points communs pour développer notre banc de test. Celui-ci a pour objectif de mesurer le pouvoir de coupe des tranchants des lamelles en prenant en compte uniquement la composante verticale, ce qui permet de ne pas être gêné par le fait que certaines lamelles soient très arquées. Il mesure la force nécessaire à la pénétration de la lame dans une éprouvette en silicone (fig. 94).



**Fig. 94 : Banc de test, élaboré par nos soins, permettant de mesurer la force nécessaire à une lamelle pour trancher une éprouvette calibrée en silicone et d'en déduire son pouvoir de coupe (Photos L. Torchy).**

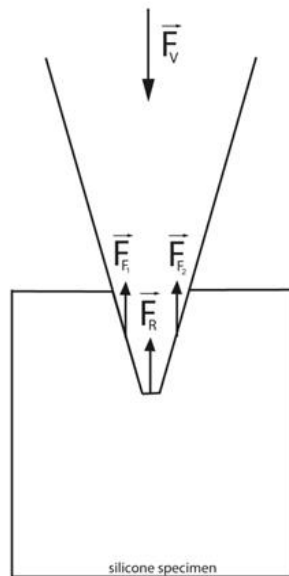
Lors de ce premier test, nous avons mesuré la force nécessaire exercée sur la lamelle pour qu'elle pénètre une éprouvette en silicone de section carrée (un centimètre de côté). Ces mesures ont été effectuées pour 6 lamelles en silex non chauffé et 7 lamelles débitées après chauffe, et montrent un pouvoir de coupe supérieur pour ces dernières (fig. 95).



**Fig. 95 : Force nécessaire à la pénétration dans l'éprouvette en silicone. Nous pouvons constater que lorsqu'il s'agit de silex non chauffé, il faut plus de force (DAO L. Torchy).**

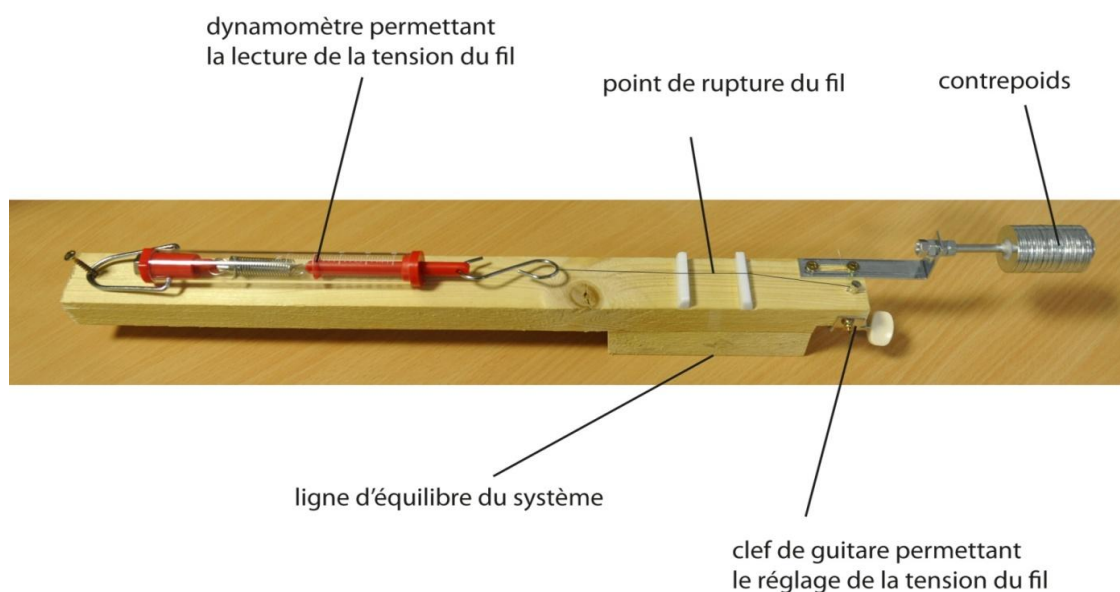
Ce premier test montre une amélioration du pouvoir de coupe mais lorsque la lamelle pénètre dans l'éprouvette (fig. 96), les forces de frottement des surfaces  $F_{F1}$  et  $F_{F2}$

viennent s'ajouter à la force de réaction  $F_R$ . Nous savons déjà que lorsque les lamelles sont débitées après chauffe, elles ont des surfaces moins rugueuses et ces forces sont diminuées.



**Fig. 96 : Schéma simplifié des principales forces entrant en jeu lors du test sur éprouvette en silicone. La force appliquée ( $F_V$ ) est fonction de ( $F_R$ ) liée à l'acuité du fil du tranchant et aux frottements des surfaces ( $F_F$ ). (DAO L. Torchy).**

Nous avons donc développé un autre type d'éprouvette calibrée : un fil de nylon de 200 microns de diamètre en tension (fig. 97). L'objectif de cette modification est d'avoir une éprouvette qui cède avant même que les surfaces n'entrent en jeu ( $F_{F1}$  et  $F_{F2}$ ), ainsi la mesure obtenue dépend uniquement du facteur fil du tranchant ( $F_R$ ).



**Fig. 97 : Test du pouvoir de coupe : éprouvette fil de nylon. Nous mesurons la force nécessaire pour rompre le fil de nylon calibré, ce qui permet de mesurer uniquement l'effet du fil du tranchant (Photo L. Torchy).**

Pour ce second test, nous avons sélectionné à l'œil nu un total de 50 lamelles débitées par pression à la béquille (débitage J. Pelegrin) ayant des modules très proches afin d'obtenir 25 lamelles d'un bloc chauffé (bloc 21P ; cf. § 1.5) et 25 lamelles d'un bloc non chauffé (bloc 21I ; fig. 98).



Fig. 98 : Bloc préformé n° 21I (Photo L. Torchy).

Nous avons représenté les résultats sous la forme d'un histogramme (fig. 99) où les graduations en abscisse correspondent à la force exercée sur la lamelle juste avant la rupture du fil de nylon.

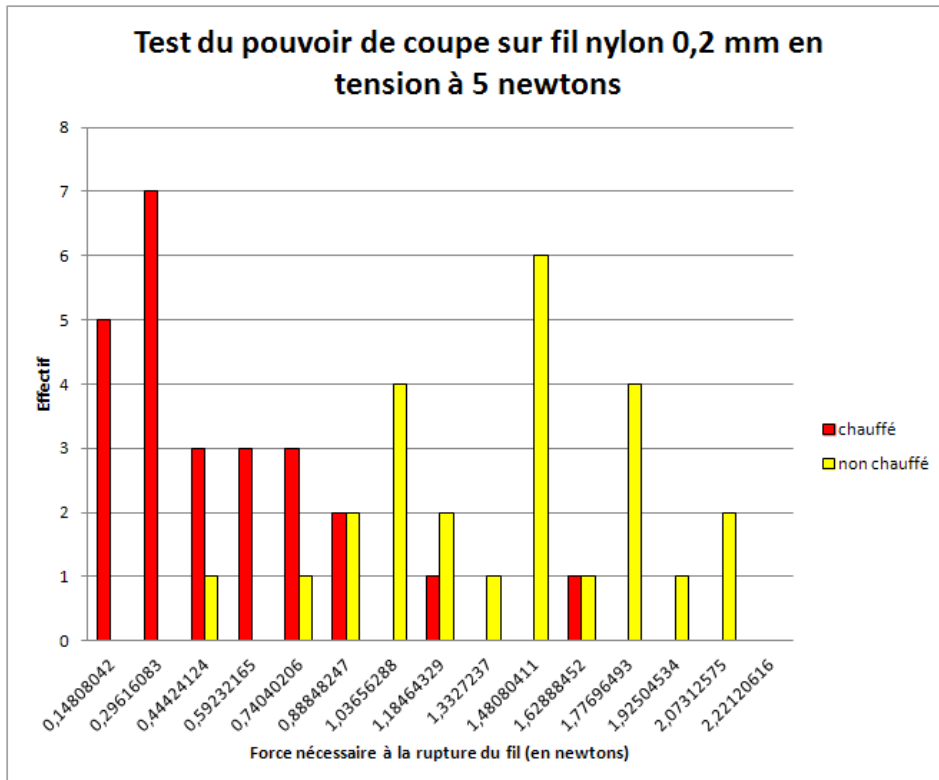


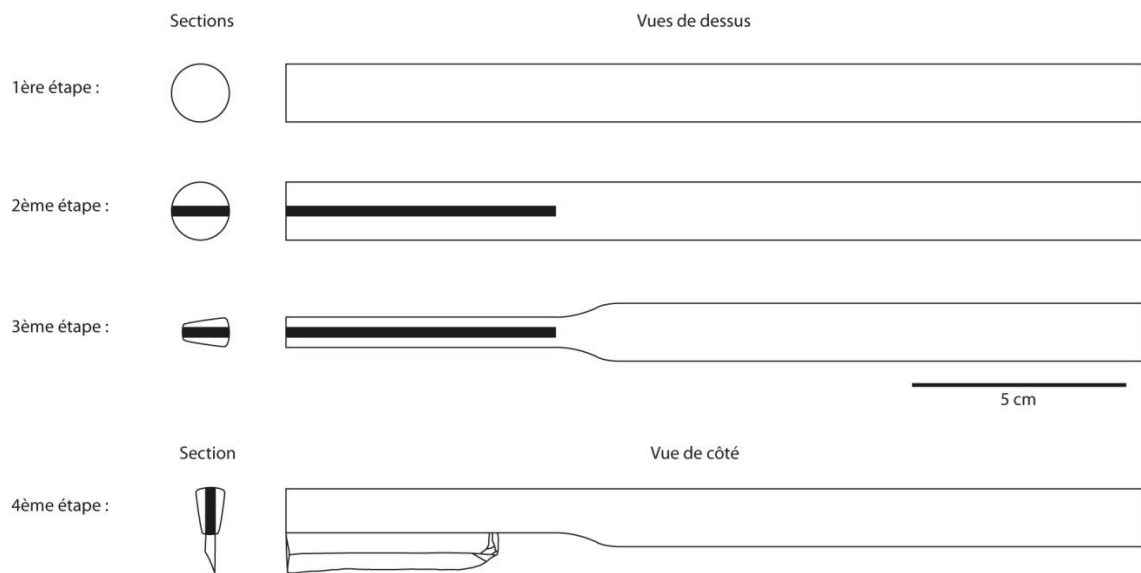
Fig. 99 : Histogramme des forces nécessaires à la rupture du fil de nylon. Nous pouvons constater que la force nécessaire moyenne pour couper le fil est supérieure quand le silex est non chauffé. (DAO L. Torchy).

Même s'il existe une zone de recouvrement entre chauffé et non chauffé, probablement en partie liée à l'hétérogénéité du matériau et du choix aléatoire du point de contact entre la lamelle et le fil de nylon, nous voyons clairement que la force nécessaire à la rupture du fil de nylon est en général largement inférieure pour les lamelles débitées après traitement thermique. Cela montre que la régularité du fil du tranchant à une incidence majeure sur le pouvoir de coupe, toutefois il s'agit là de tests sur éprouvettes qui ne prennent pas en compte la composante horizontale de la force. Ils sont donc à compléter avec un test moins objectif mais en rapport avec l'utilisation des lamelles durant le Chasséen : la découpe de viande par un artisan boucher.

#### **2.1.4.2. Mesure objective de la perception subjective d'un artisan boucher sur l'efficacité.**

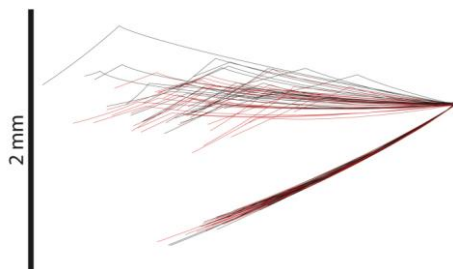
En complémentarité des tests de pouvoir de coupe, nous avons souhaité faire un test « grandeur nature » et pour de la découpe de matériaux plus ou moins hétérogènes comme des pièces de boucherie. Pour cela, un test à l'aveugle a été organisé avec pour objectif de rendre compte de la perception d'un artisan boucher concernant le pouvoir de coupe des lamelles avec et sans traitement thermique. Nous lui avons distribué, deux à deux, des lamelles emmanchées afin qu'il nous donne son avis sur la relative efficacité des lamelles.

Afin de garantir un maximum d'homogénéité dans l'outillage, les manches ont été façonnés à partir de baguettes de bois standardisées de 13,5 millimètres de diamètre (fig. 100). Elles ont été coupées à 20 centimètres de longueur (1<sup>ère</sup> étape), puis en partie fendues à la scie sauteuse (2<sup>ème</sup> étape). La partie fendue a ensuite été affinée en biseau à la râpe et à la lime à bois (3<sup>ème</sup> étape). Enfin, la lamelle a été fixée axialement avec de la colle néoprène (4<sup>ème</sup> étape).

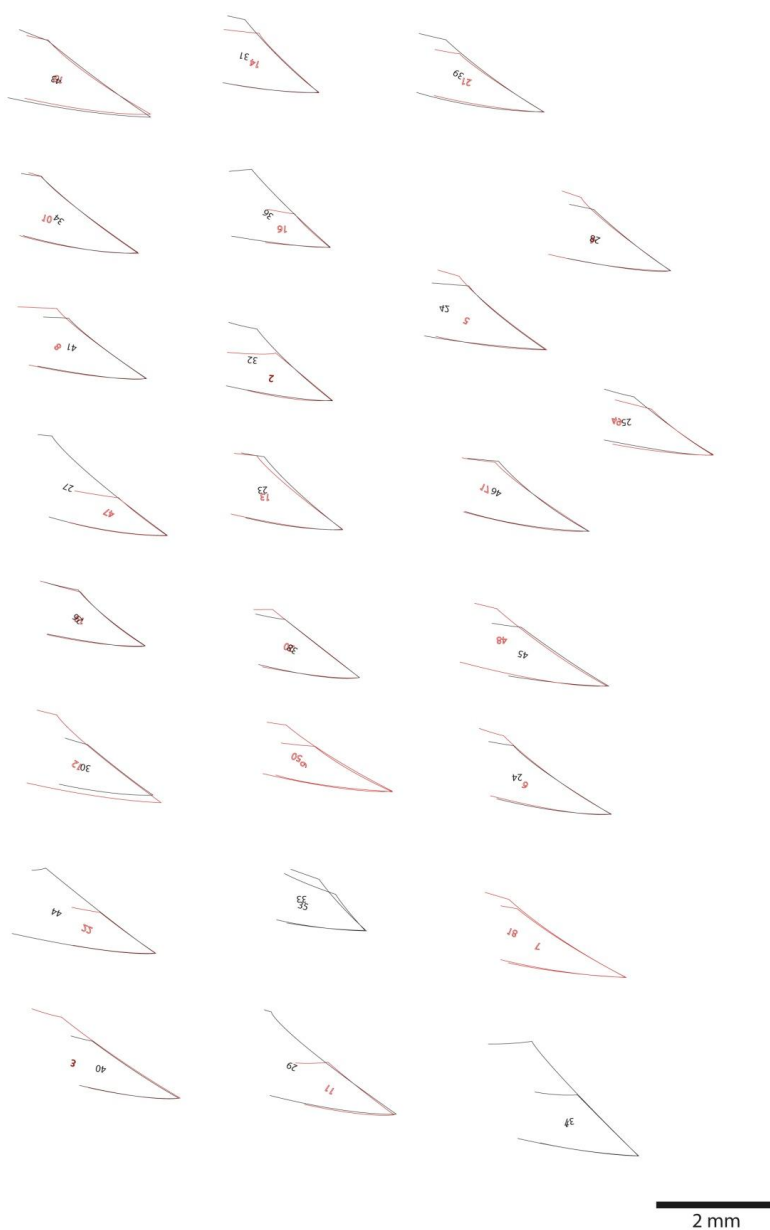


**Fig. 100 : Etapes de fabrication des manches. Nous avons tenté dans la mesure du possible d'avoir des outils standardisés. (DAO L. Torchy).**

Les paires ont été sélectionnées par moulage du tranchant afin qu'il n'y a pas de biais causé par des différences d'angulations. Les sections ont été superposées sous Illustrator (fig. 101), puis triées deux à deux (fig. 102).



**Fig. 101 : Superposition des profils sous Illustrator (en noir : non chauffé ; en rouge : chauffé). Cette représentation graphique a été utilisée pour comparer les sections de lamelles et les trier deux à deux à angulation similaire. (DAO L. Torchy).**



**Fig. 102 : Regroupement des lamelles par paires. Elles sont ensuite présentées à l'artisan boucher pour le test à l'aveugle. (DAO L. Torchy).**



Pendant le test à l'aveugle, un observateur a reporté les informations concernant l'avis du boucher sur un tableau (fig. 103), et parallèlement, un test de réplicabilité a été opéré en passant plusieurs fois la même paire de lamelles (tests n° 3, 3bis, 3ter et 3quater) sans que le boucher ne puisse le remarquer puisqu'elles ont été nettoyées à chaque fois.

n° test	outil n° 1	outil n° 2	avis de l'artisan boucher				durée d'utilisation outil n° 1	durée d'utilisation outil n° 2	tâches
			outil n° 1 beaucoup plus efficace que outil n° 2	outil n° 1 un peu plus efficace que outil n° 2	pas de différence entre les deux	outil n° 2 un peu plus efficace que outil n° 1			
1	1	37							
2	15	43							
3	46	17							
4	10	34							
5	8	41							
6	47	27							
7	26	19							
3bis	46	17							
8	30	12							
9	22	44							
10	40	3							
11	32	2							
12	13	23							
13	20	38							
14	9	50							
3ter	46	17							
15	35	33							
16	11	29							
17	7	18							
18	36	16							
3quater	46	17							
19	14	31							
20	25	49							
21	21	39							
22	28	4							
23	42	5							
24	45	48							
25	6	24							

**Fig. 103 : Fiche à remplir par l'observateur lors du test à l'aveugle (DAO L. Torchy).**

Ce test à l'aveugle nous permet de vérifier si une corrélation entre traitement thermique et efficacité des outils est perceptible à l'échelle humaine.

Des lamelles emmanchées ont été utilisées deux à deux par le boucher (fig. 104). Son avis pour chaque paire a été reporté sur un tableau (fig. 105) par un observateur.

Parallèlement, le test de réplicabilité a été validé : la paire de lamelles 46-17 a été testée à 4 reprises sans que le boucher ne puisse le remarquer (elles ont été nettoyées en toute discrétion). La première fois, il nous a dit que la lamelle n° 17 était selon lui « un peu plus efficace » que la lamelle n° 46. Les deuxième, troisième et quatrième fois, il nous a dit que la lamelle n° 17 était « beaucoup plus efficace ». Même si pour le premier test, l'artisan boucher a utilisé le terme « un peu » au lieu de « beaucoup » pour les trois autres, les quatre avis vont dans le même sens et permettent de valider l'ensemble des tests.

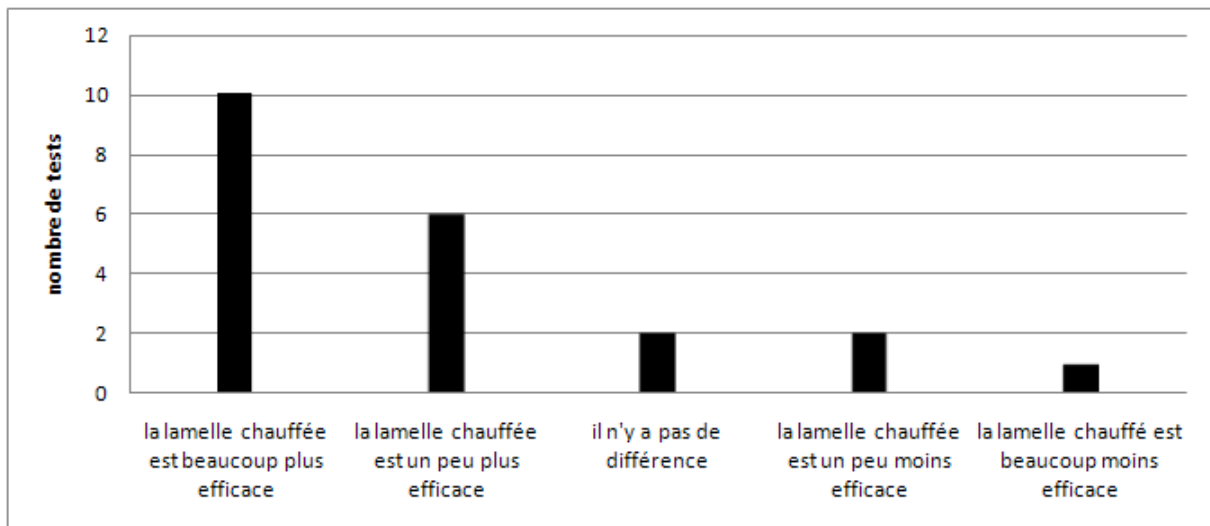


**Fig. 104 : Présentoir avec lamelles emmanchées et test en cours (Photos P. Sciau).**

n° test	outil n° 1	outil n° 2	avis de l'artisan boucher					durée d'utilisation outil n° 1	durée d'utilisation outil n° 2	tâches
			outil n° 1 beaucoup plus efficace que outil n° 2	outil n° 1 un peu plus efficace que outil n° 2	pas de différence entre les deux	outil n° 2 un peu plus efficace que outil n° 1	outil n° 2 beaucoup plus efficace que outil n° 1			
1	1	37				X		5' 44"	2' 18"	désossage complet épaule gauche
2	15	43					X	1' 30"	1' 40"	découpe morceaux épaule gauche
3	46	17				X		1' 57"	1' 30"	découpe morceaux épaule gauche
4	10	34	X					45"	29"	découpe morceaux épaule gauche
5	8	41	X					1' 01"	45"	découpe morceaux épaule gauche
6	47	27				X		49"	27"	découpe morceaux épaule gauche
7	26	19					X	24"	21"	désossage épaule droite
3bis	46	17					X	31"	26"	désossage épaule droite
8	30	12					X	37"	58"	désossage épaule droite
9	22	44				X		58"	1' 21"	désossage épaule droite
10	40	3				X		1' 04"	40"	désossage épaule droite
11	32	2					X	25"	45"	découpe morceaux épaule droite
12	13	23			X			1' 02"	1' 21"	découpe morceaux épaule droite
13	20	38			X			50"	45"	découpe morceaux épaule droite
14	9	50		X				1' 33"	1' 07"	découpe morceaux épaule droite
3ter	46	17					X	15"	40"	découpe morceaux gigot
15	35	33			X			1' 23"	1' 15"	découpe morceaux gigot
16	11	29		X				57"	48"	découpe morceaux gigot
17	7	18				X		58"	1' 26"	découpe morceaux gigot
18	36	16				X		1' 00"	1' 04"	découpe morceaux gigot
3quater	46	17					X	39"	1' 01"	découpe morceaux gigot
19	14	31	X					1' 16"	46"	découpe morceaux gigot
20	25	49					X	33"	48"	découpe morceaux gigot
21	21	39		X				25"	35"	découpe morceaux gigot
22	28	4				X		25"	23"	découpe morceaux gigot
23	42	5					X	21"	19"	découpe morceaux gigot
24	45	48					X	27"	20"	découpe côtes filet
25	6	24		X				28"	16"	découpe côtes filet

**Fig. 105 : Avis du boucher pour chaque paire de lamelles représenté sur un tableau (DAO L. Torchy).**

Au cours de la session, 21 tests ont fait intervenir une lamelle chauffée et une lamelle non chauffée. Selon l'avis de l'artisan boucher, ces tests ont été classés en cinq catégories et présentés dans l'histogramme suivant (fig. 106).



**Fig. 106 : Histogramme représentant l'avis du boucher. Dans 16 cas sur 21, il a désigné sans le savoir la lamelle en silex chauffé comme étant la plus efficace (DAO L. Torchy).**

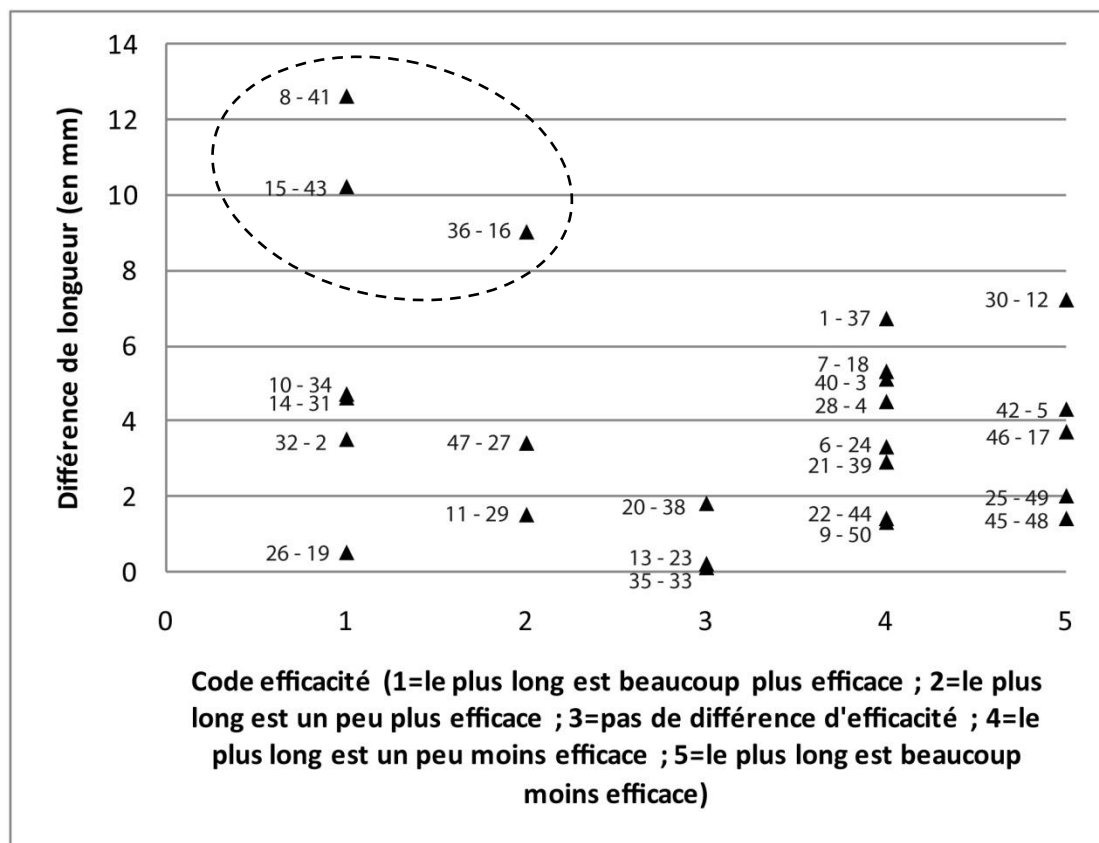
Il apparaît que dans 16 tests sur 21 (76,2 %), la lamelle chauffée a été jugée plus efficace que la lamelle non chauffée.

Ce résultat qui montre une forte corrélation entre traitement thermique et gain d'efficacité doit être discuté. Si nous essayons de voir l'impact du facteur humain (temps de prise en main, transfert professionnel, préjugés sur les outils), nous nous rendons compte que ce résultat devrait probablement être supérieur. En effet, en regardant plus précisément la chronologie des tests, on remarque que le boucher a préféré la lamelle non chauffée uniquement dans des tests de début de session (fig. 107). Il peut s'agir ici d'une longue phase de prise en main de l'outil en silex (puisque c'est la première fois qu'il utilisait des lames en silex) lors de laquelle il ne pouvait pas encore apprécier le tranchant à sa juste valeur.

tests classés par ordre chronologique	la lamelle chauffée est beaucoup plus efficace	la lamelle chauffée est un peu plus efficace	il n'y a pas de différence	la lamelle chauffée est un peu moins efficace	la lamelle chauffée est beaucoup moins efficace
2					15 - 43
3	46 - 17				
4	10 - 34				
5	8 - 41				
6				47 - 27	
7	26 - 19				
8	30 - 12				
9				22 - 44	
10		40 - 3			
11	32 - 2				
12			13 - 23		
13			20 - 38		
16		11 - 29			
18		36 - 16			
19	14 - 31				
20	25 - 49				
21		21 - 39			
22		28 - 4			
23	42 - 5				
24	45 - 48				
25		6 - 24			

**Fig. 107 : Corrélation entre chauffe et efficacité, tests placés par ordre chronologique. Les cas où la lamelle en silex chauffé n'est pas la plus efficace sont discutables car ils peuvent correspondre à la phase de prise en main. Si l'on élimine les premiers tests qui peuvent être biaisés pour cette dernière raison, le pourcentage de lamelles chauffées désignées comme étant plus efficace est encore plus grand.**

Par ailleurs, les lamelles n'ont pas toutes la même longueur, et l'artisan nous a dit qu'au regard des outils, il avait des préjugés sur la longueur des lamelles lors du premier quart de la session, c'est à dire jusqu'au test n° 8. C'est lors de ce test qu'il nous a fait part de sa surprise : il pensait que la lamelle n° 12 (24 mm ; chauffée) allait être inefficace alors que pendant l'utilisation, elle a été selon lui « beaucoup plus efficace » que la lamelle n° 30 pourtant plus longue (31,2 mm ; non chauffée). Ce probable transfert professionnel lié à la longueur (il nous a indiqué qu'en boucherie, on utilisait des couteaux longs pour la découpe des parties tendres) peut être mis en évidence par le nuage de point ci-dessous (fig. 108).



**Fig. 108 : Efficacité en fonction de la différence de longueur des lamelles. Lorsque les deux lamelles présentées ont une différence de longueur évidente, à l'œil nu c'est-à-dire de l'ordre d'un centimètre (regroupées dans le cercle en pointillés), l'artisan a tendance à considérer la plus longue comme la plus efficace. (DAO L. Torchy).**

Nous remarquons trois points distants des autres et qui correspondent exactement aux tests lors desquels l'artisan boucher nous a signalé qu'une lamelle était moins efficace à cause de sa faible longueur. Le fait qu'il existe une césure semble signifier qu'il s'agit effectivement de préjugés mais pas d'une réalité, puisque les points correspondant aux différences de longueur plus discrètes ne tendent pas dans le même sens.

Cette session d'expérimentations nous montre que le traitement thermique contribue à l'amélioration de l'efficacité des lamelles en silex pour la découpe des matières tendres. Même si l'augmentation du pouvoir de coupe n'est pas toujours très forte, elle est perceptible dans la plupart des cas par un artisan, ce qui nous montre qu'elle n'est pas négligeable.

Toutefois, nous devons nous demander si cette amélioration justifie à elle seule l'usage du traitement thermique qui nécessite un fort investissement technique de la part des producteurs chasséens. C'est donc dans leur comportement relatif aux outils qu'ils ont utilisés que nous pouvons trouver des arguments qui confortent ou infirment cette hypothèse. Avant de présenter les résultats de cette étude tracéologique, nous devons d'abord présenter la méthodologie employée.

## 2.2. Etude tracéologique

Dès la naissance de la discipline au milieu du XIX<sup>e</sup> siècle, les préhistoriens ont éprouvé le besoin d'assigner une fonction aux objets recueillis. Ces interprétations étaient rendues possibles par des comparaisons avec des outils modernes, des exemples empruntés à l'ethnologie, ou encore par des tests expérimentaux qui visaient à montrer les fonctions pour lesquelles les outils étaient le mieux adaptés. Dans les années 1930, Sergei A. Semenov a été le premier à observer à fort grossissement les traces d'usure sur les outils en silex, pour les comparer à un référentiel expérimental, puis par analogie, en restituer leurs modes d'utilisation. Ses travaux ne furent traduits du russe que bien plus tard (Semenov, 1964), et après la prise de conscience de l'importance de cette nouvelle discipline dans les années 1970, les préhistoriens occidentaux s'engagèrent dans des débats méthodologiques au cours des années 1980 et 1990 sur l'utilisation des faibles (10x à 80x), forts (100x à 400x), et très forts grossissements (jusqu'à 10000x). Aujourd'hui bon nombre de chercheurs ont choisi de combiner l'utilisation de la loupe binoculaire et du microscope métallographique, qui sont des méthodes peu coûteuses et complémentaires, et qui permettent l'observation de micro-ébréchures, d'émousses, de poliss et des stries d'utilisation et de formuler dans la plupart des cas, des interprétations au sujet du fonctionnement de l'outil et de la matière travaillée.

### 2.2.1. Choix de la méthode

Le contexte archéologique a une influence directe sur le choix de la méthode d'analyse. Nous avons écarté le recours aux logiciels d'imagerie (González Urquijo et Ibañez Estevez 2003, Lerner *et al.* 2007, Vardi *et al.* 2010), ainsi que l'observation des traces au microscope optique à balayage (MEB), ou l'analyse des résidus (Regert 2007, Högberg *et al.* 2009) puisque le traitement des pièces par ces méthodes prend beaucoup de temps et par conséquent amoindrit le nombre de pièces analysées, ce qui présente un biais important lorsque l'on vise à l'étude d'échantillons les plus représentatifs possibles et donc les plus nombreux.

Nous avons opté pour une méthode plus classique, en utilisant la complémentarité existant entre la loupe binoculaire (observation des micro-ébréchures, émoussés, répartition des traces sur l'outil...) et le microscope métallographique (détails des poliss, stries...). Cette méthodologie est certes inspirée de nombreux et précédents travaux (Plisson 1985, González Urquijo et Ibañez Estevez 1994, Ibañez Estevez et González Urquijo 1996, Gassin 1996), mais adaptée au corpus étudié lors de ce travail, par des

emprunts ici et là en ajoutant des critères d'observation spécifiques (section des tranchants, incidence des code opératoires...). Le temps d'observation par pièce a été en moyenne de 20 à 30 minutes pour la loupe binoculaire, et de 1 à 2 heures pour le microscope.

Les interprétations concernant les pièces archéologiques sont rendues possibles par comparaison avec les traces observées sur un référentiel expérimental.

### **2.2.2. Constitution du référentiel expérimental**

Même s'il existe déjà bon nombre de référentiels expérimentaux en partie publiés ou mis à notre disposition, la création de notre propre référentiel est indispensable. En effet, cette étape permet une meilleure compréhension de l'aspect des traces et de leur formation puisque nous avons quelques fois réalisé des moulages en silicone des parties actives et des photos de l'évolution des traces au cours des expérimentations. De surcroît, manier soi-même les outils inculque à l'expérimentateur la capacité de juger de leur efficacité et démontre l'importance capitale du geste.

Les différentes expérimentations peuvent être regroupées de la façon suivante :

- Expérimentations systématiques : les outils sont utilisés avec des mouvements simples et systématiques sur différentes matières, sans finalité particulière, afin d'observer les traces produites pour tenter d'établir une liste de critères d'inférence.
- Expérimentations réalistes : les outils sont utilisés dans une finalité prédéterminée, plausible pour la période néolithique, en veillant à ce que le geste soit efficace, avant d'observer les traces d'usures résultant de ce travail.
- Expérimentations mimétiques : partant de l'expérience acquise grâce aux précédentes expérimentations, il s'agit d'essayer de reproduire, avec le maximum de fidélité, des traces observées sur le matériel archéologique. Cela a pour intérêt de tenter d'affiner les interprétations fonctionnelles et de proposer des hypothèses pour les traces non interprétables jusque-là.

Il nous a semblé pertinent de présenter ce référentiel parallèlement à l'étude du matériel archéologique pour faciliter les comparaisons entre les photos de traces (troisième partie). Nous ne présenterons ici qu'un tableau récapitulatif des expérimentations qui ont été réalisées dans le cadre de ce travail (fig. 109)

<b>Classes</b>	<b>Activités</b>	<b>Effectifs</b>
<b>Matières animales</b>	Boucherie	28
	Découpe de viande uniquement	5
	Raclage de peau	26
	Découpe de peau	11
	Sciage de matières osseuses	13
	Raclage de matières osseuses	21
	Perçage de matières osseuses	8
<b>Matières végétales</b>	Coupe de végétaux tendres	15
	Raclage de végétaux tendres rigides	16
	Sciage/rainurage de bois	18
	Raclage de bois	22
	Perçage de bois	7
<b>Matières minérales</b>	Incision argile	5
	Raclage argile	9
	Raclage calcaire	6
	Raclage autres matières minérales	9
	Perçage céramique	5
<b>TOTAL</b>		<b>224</b>

**Fig. 109 : Récapitulatif des expérimentations. Les détails sont présentés parallèlement à la présentation des résultats tracéologiques, en troisième partie.**

### **2.2.3. Formation et altération des traces d'utilisation**

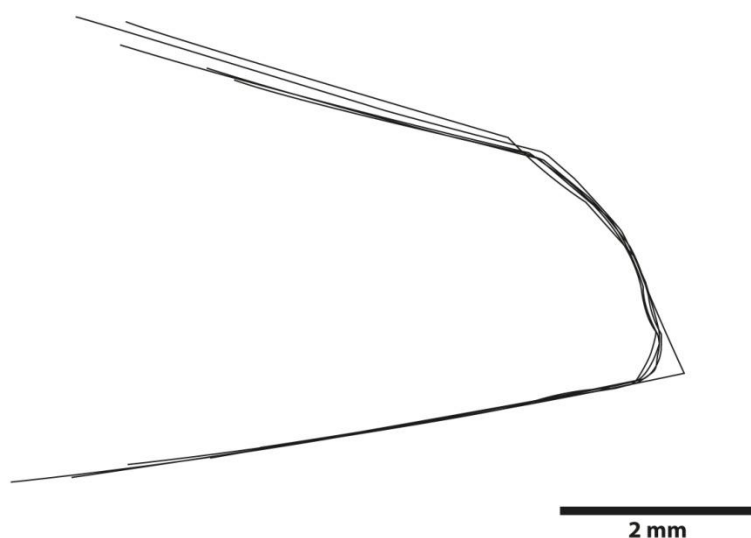
Lors de l'étude tracéologique, nous nous référons souvent à notre référentiel expérimental. Cependant, en ce qui concerne les pièces archéologiques, nous ne connaissons pas la durée d'utilisation de l'outil et si nous savons qu'il est resté un bon moment sous terre, nous ne savons pas à quel point les phénomènes post-dépositionnels ont modifié ces traces d'utilisation. C'est pourquoi en complément du référentiel expérimental et des écrits sur le sujet (Bertouille 1991), il nous a semblé



judicieux de faire quelques tests sur la formation et l'altération des traces, ceci afin de mieux préparer l'échantillonnage et d'avoir une interprétation plus fiable lors de l'étude des pièces archéologiques.

### **2.2.3.1. Moulages pour évolution des micro-écailllements et émoussés**

Pour comprendre l'écaillage et l'émoussement de l'outil lors du travail de certaines matières, nous avons fait des moulages en silicone en cours d'expérimentations pour obtenir des sections du tranchant et observer son évolution (fig. 110). L'objectif est de voir l'effet produit par une matière dure et/ou abrasive en fonction du temps, et d'appréhender l'état de l'outil lorsque l'on note une éventuelle baisse d'efficacité justifiant son avivage, son recyclage ou son abandon. Nous reviendrons sur ces expérimentations dans la quatrième partie, lors des paragraphes de présentation du référentiel expérimental.

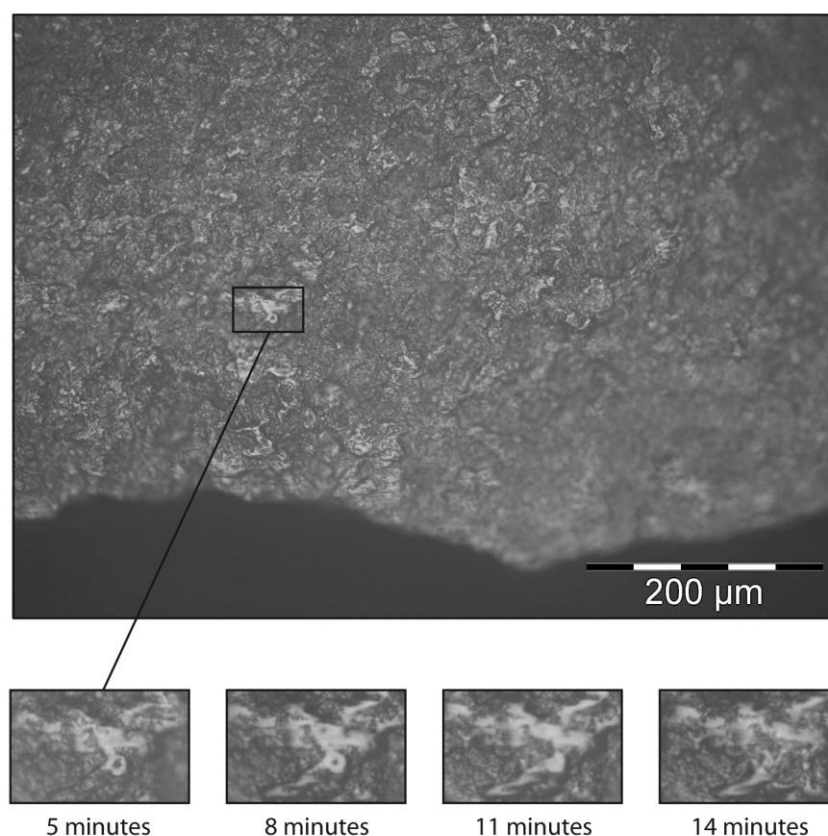


**Fig. 110 : Evolution d'un tranchant lors du raclage de céramique. Le fil du tranchant commence par s'ébrécher, puis s'émousser, d'abord en arrondi, puis en biseau (DAO L. Torchy).**

### **2.2.3.2. Formation et évolution des polis**

L'objectif de ces quelques expérimentations est de porter attention sur l'évolution des polis afin d'avoir des interprétations plus fiables lors de l'étude tracéologique. Nous avons procédé à l'utilisation des outils comme lors d'expérimentations classiques, mais cette fois-ci le travail a été interrompu plusieurs fois afin de prendre des photos de traces en cours de développement (fig. 111). Comme pour la formation de l'évolution

des écailllements et émoussés (§ 2.4.1), nous reviendrons sur ces expérimentations dans la quatrième partie, lors des paragraphes de présentation du référentiel expérimental.



**Fig. 111 : Détail de l'évolution du poli lors d'un rainurage de bois tendre. Entre 5 et 11 minutes, nous constatons une accumulation de matière polie et étirée dans le sens du mouvement. A 14 minutes, un petit morceau s'est désolidarisé et laisse apparaître la surface grenue du silex (Photos et DAO L. Torchy).**

### **2.2.3.3. Observations des pièces archéologiques dites « patinées »**

Les pièces dites « patinées » sont souvent identifiées comme pièces altérées et souvent écartées lors de la sélection des pièces avant étude tracéologique (Andersen et Whitlow 1983, Plisson 1986, Plisson et Mauger 1988). Pourtant, les pièces affectées par une « patine » blanche peuvent présenter des traces en relativement bon état de conservation et interprétables comme celles du site de Pirou à Valros dans l'Hérault (Torchy 2009 ; Torchy et Gassin 2011).

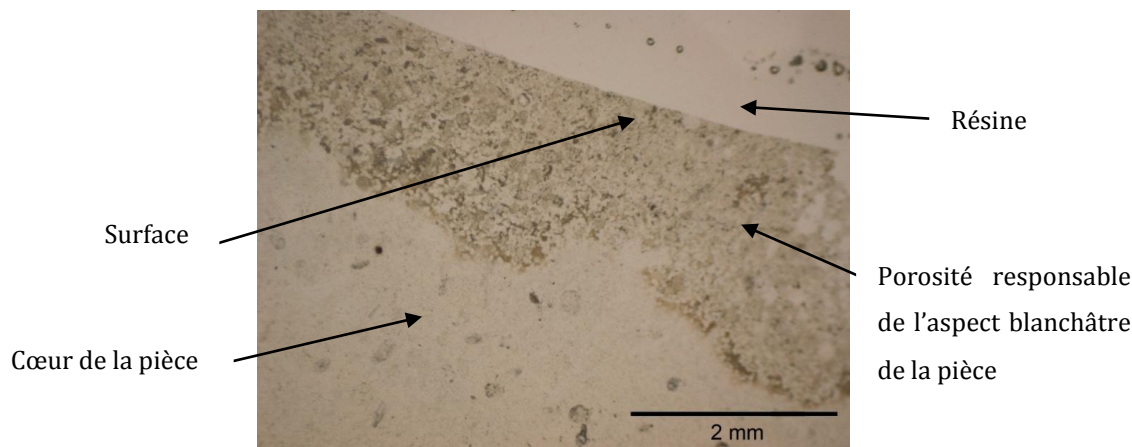
Sans vouloir expliquer ce phénomène, nous avons fait quelques observations pour comprendre l'aspect blanchâtre de ces pièces. Deux échantillons de surface provenant du site de Saint-Martin à Malaucène pour l'un, et des combes de Veaux pour l'autre, ont

été sciés et observés à la loupe binoculaire en transmission et en réflexion, ce qui a montré que l'aspect blanchâtre des pièces était causé par une modification de la microporosité (fig. 112).



**Fig. 112 : Observation des deux échantillons « patinés ». Comme en témoigne la comparaison des photos en réflexion et en transmission, la patine blanche est un effet visuel engendré par une différence de porosité (Photos L. Torchy).**

En complément, l'observation d'une lame-mince, réalisée à partir de la section d'une pièce en silex provenant du site magdalénien de l'abri Campalou à St Nazaire-en-Royans (Drôme), montre que cette porosité n'entraîne pas obligatoirement une modification de la microtopographie de surface (fig. 113).



**Fig. 113 : lame mince obtenue à partir d'une pièce patinée. La différence de structure entre le cœur de la pièce et la périphérie est flagrante. Nous pouvons cependant constater que la surface ne semble pas altérée (Photo L. Torchy).**

Nous retiendrons que l'aspect blanchâtre des pièces est causé par une modification de la porosité en profondeur et que la surface peut garder la même microtopographie est peut être observée au microscope, à condition de faire les réglages nécessaires pour ne pas être gêné par le fort reflet lumineux que dégage une pièce blanche. Par ailleurs, des pièces apparaissant « très fraîches » peuvent avoir subi des altérations d'ordre mécanique ou thermique qui vont modifier l'aspect des traces (Clemente-Conte 1997). Enfin, si l'on admet que les polis peuvent être constitués de résidus de la matière travaillée, nous pouvons avoir une dissolution de ces dépôts sans que le support ne soit affecté, comme par exemple l'acide nitrique contenu dans les pluies acides qui dissout l'apatite (résidus d'os).

Par conséquent, et devant la complexité de ces phénomènes, il semble plus sage de ne pas échantillonner les pièces selon leur aspect à l'œil nu, puisque cela pourrait causer un biais dans l'étude tracéologique.

## **2.2.4. Analyse des pièces archéologiques**

### **2.2.4.1. Stratégie de sélection des pièces**

Le contexte archéologique et les questions posées lors de la problématique conditionnent l'échantillonnage. Nous avons concentré notre étude sur les productions lamino-lamellaires qui sont directement associées aux questions concernant le traitement thermique, communes à tous les sites, et dont les chaînes opératoires sont relativement bien documentées d'amont en aval des réseaux. Même si en règle générale, une forte proportion de ces productions a été observée, le temps de mise à disponibilité

(selon le contexte de fouilles et de post-fouilles) ou la quantité de données préliminaires de chacune des collections a influencé la quantité de pièces analysées par site.

#### 2.2.4.2. Caractéristiques du support

Pour chacune des pièces échantillonnées, nous avons enregistré les caractéristiques suivantes dans une base de données (données qui ont été collectés en amont lors des études technologiques et dont les bases de données sont disponibles) :

- La matière première : elle est caractérisée à la loupe binoculaire par la reconnaissance des impuretés et fossiles. Dans quelques cas, la matière première reste indéterminée (silex non reconnu) ou indéterminable (pièce brûlée).
- Le traitement thermique : le contraste et la reconnaissance de plages mates et/ou des plages luisantes nous permettent dans la plupart des cas de savoir si le silex a subi un traitement thermique ou pas. Nous faisons allusion ici à un traitement thermique volontaire et maîtrisé, et non pas de pièces qui auraient pu être altérées par le feu.
- Le produit de débitage : chaque pièce est classée éclat ou lame/lamelle d'après la régularité des bords et des nervures et non pas selon des critères métriques (Léa 2003). Pour les supports lamino-lamellaires, des précisions sont relevées concernant leur agencement sur le nucléus, noté par un code opératoire (fig. 114), et leur module (largeur et épaisseur). Il n'est pas pertinent de relever la longueur puisque les pièces sont souvent fragmentées.

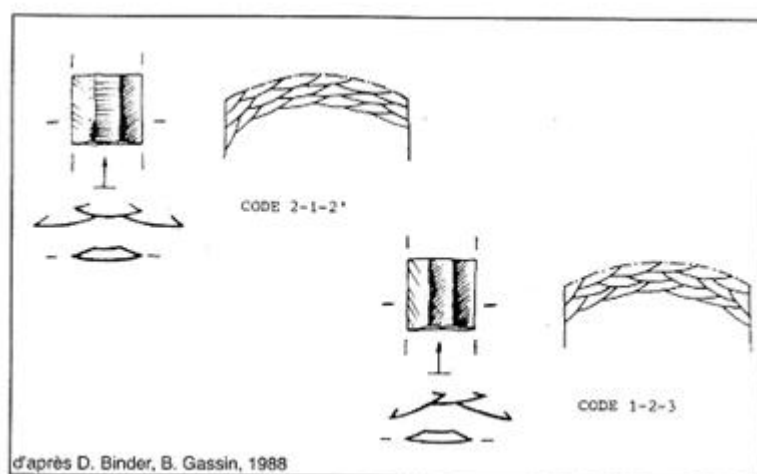
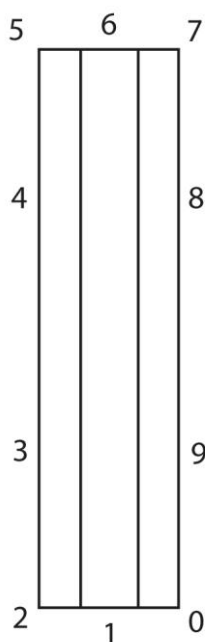


Fig. 114 : schéma illustrant les codes opératoires obtenus par les différents agencements sur le nucléus au cours du débitage (d'après Binder et Gassin 1988).

### 2.2.4.3. Localisation et caractéristiques de la partie active

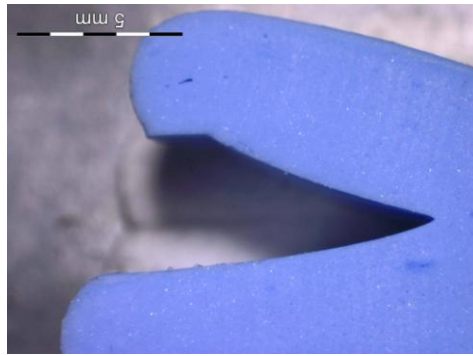
- Localisation de la (ZU) zone d'utilisation (fig. 115) : nous relevons ici la partie active interprétée comme « efficace » et non pas la totalité de la zone ayant été en contact avec la matière travaillée. Par exemple, dans le cas de l'utilisation du bord gauche, le code sera « 34 » même si l'extrémité distale est affectée. Le code « 5 » est utilisé uniquement lors de l'usage intentionnel de l'angle formé par le bord gauche et l'extrémité distale. Cette détermination est rendue possible en raisonnant sur l'intensité du développement des traces et permet non seulement d'éviter un biais dû à la fragmentation mais aussi de permettre plus de clarté lors du traitement de la base de données pour le traitement statistique concernant les parties actives.



**Fig. 115 : Codes utilisés pour les différentes zones du support (DAO L. Torchy, codes simplifiés d'après Plisson 1985).**

- Morphologie de la partie active : pour la mesure de l'angle, le recours à un goniomètre nous paraît trop imprécis. En effet, les surfaces générées par une fracture conchoïdale sont généralement concaves ou convexes, mais rarement planes, et par conséquent, la prise de mesure est assez aléatoire. Nous avons donc choisi d'observer la section des parties actives par moulage (fig. 116) et de faire un regroupement dans des classes prenant en compte les convexités et une valeur approchée de l'angle.








**Fig. 116 : Moulage (en silicone) du tranchant d'un bord de lame. Ceci nous permet de comparer les sections et d'obtenir non pas une valeur d'angle mais un code morpho-angulométrique (Photo. L. Torchy).**

Ces classes sont codées (xx) avec le premier chiffre correspondant à l'angle approximatif et le second chiffre correspondant aux convexités (fig. 117).

Angles		Convexités	
1	proche de 10°	1	faces supérieure et inférieure concaves
2	proche de 20°	2	face supérieure concave et face inférieure plane
3	proche de 30°	3	face supérieure concave et face inférieure convexe
4	proche de 40°	4	face supérieure plane et face inférieure concave
5	proche de 50°	5	faces supérieure et inférieure planes
6	proche de 60°	6	face supérieure plane et face inférieure convexe
7	proche de 70°	7	face supérieure convexe et face inférieure concave
8	proche de 80°	8	face supérieure convexe et face inférieure plane
9	proche de 90°	9	faces supérieure et inférieure convexes
0	proche ou supérieur à 100°		

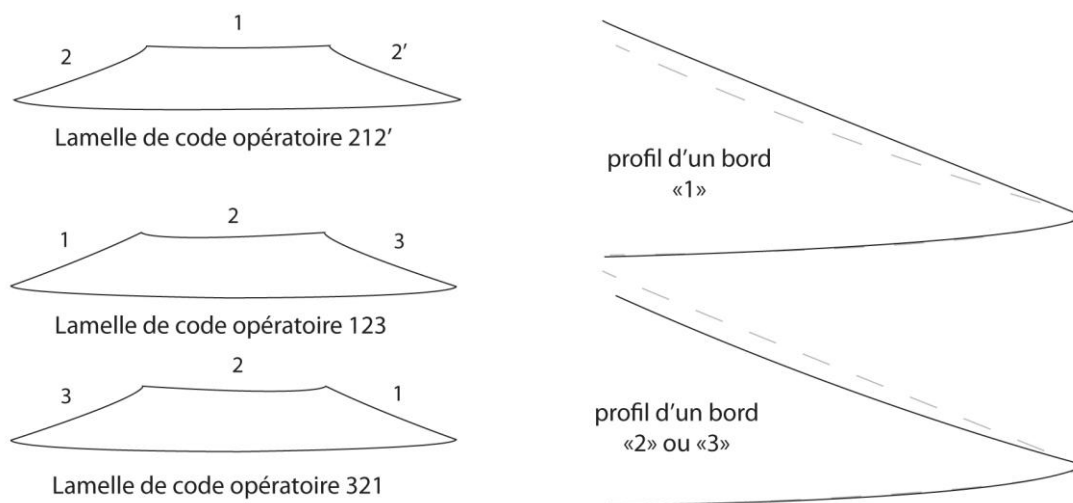
  

bord de lamelle	pan de burin	grattoir sur lame
		
code 33	code 92	code 97

**Fig. 117 : Codes morpho-angulométriques et exemples (DAO L. Torchy).**

- Code opératoire de la plage utilisée (uniquement pour les lamelles débitées après chauffe ; cf. partie I) : nous avons vu précédemment que les agencements sur le nucléus peuvent générer des lames ou lamelles de codes opératoires différents. Selon ces codes, les concavités sur la face supérieure peuvent varier et ceci a pour conséquence une assez forte variabilité du profil du tranchant (fig. 118). À la grotte de l'Eglise supérieure (Baudinard, Var), une différence d'intensité d'utilisation a été observée selon les différents codes opératoires, ceci ayant été interprété comme étant dû à une plus grande régularité des lamelles de code 212' (Gassin, 1996). Nous voulons vérifier si, par ailleurs, le profil des tranchants a une incidence sur le choix privilégié de ces lamelles en observant quels bords ont

été privilégiés sur les lames et lamelles de code opératoire 123/321, c'est-à-dire si le bord de code 3, ayant une tendance à être plus aigu, a plus souvent été utilisé que le bord 1.



**Fig. 118 : Codes opératoires et profils des bords. La plage supérieure d'un bord « 1 » correspond au centre d'une lamelle de la série antérieure, est par conséquent plus plane que celle d'un bord « 2 » ou « 3 » dont la plage supérieur est concave car elle correspond à un bord d'une lamelle de la série antérieure. La section de chaque cas est représentée en pointillés pour comparaison (DAO L. Torchy).**

- Retouches et ravivages de la partie active : certains supports sont volontairement retouchés avant l'utilisation, d'autre s'écaillent pendant l'utilisation. Dans bon nombre de cas, la distinction entre retouche volontaire, ravivage du bord et écailllements d'utilisation n'est pas évidente. À cela peuvent s'ajouter des écailllements post-dépositionnels qui viennent compliquer l'observation. Nous avons fait le choix de ne pas risquer ce classement aléatoire en raisonnant plutôt sur la chronologie des enlèvements. Pour cela, un système de code a été mis en place, ils sont notés (xx) avec le premier chiffre correspondant à l'état de la ZU avant utilisation et le second chiffre correspondant aux convexités état de la ZU après utilisation.

Etat de la ZU avant utilisation : bord brut (1x), enlèvements marginaux (2x), enlèvements couvrants (3x), enlèvements semi-abrupts à abrupts (4x), enlèvements alternants isolés (5x), coches (6x), coup de burin (7x), extrémité appointie (8x), enlèvements irréguliers (9x) et cassure (0x).

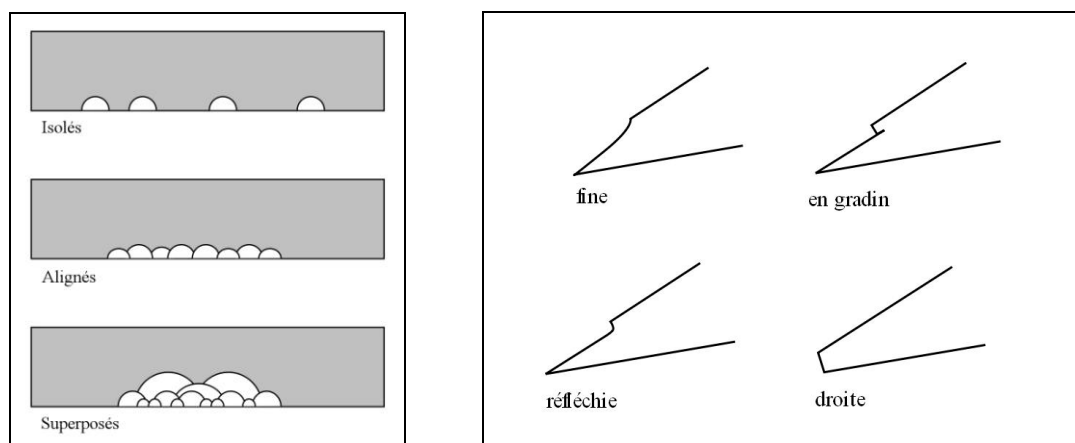


Etat de la ZU après utilisation : pas ou très peu d'écailllements (x1), écailllements isolés (x2), écailllements alignés (x3), écailllements superposés (x4), « pièce esquillée » (x5), écailllements micro-perlés (x6) et émoussé (x7).

Le relevé de cette information n'a pas pour objectif une interprétation fonctionnelle (ceci est présenté ci-après pour les écailllements d'utilisation ; § 1.3.4), elle permet de rendre compte du choix morphologique de la partie active, de sa capacité à être ravivée, et de son état d'abandon.

#### 2.2.4.4. Description des traces d'utilisation

- Ebréchures : nous notons leur quantité (peu nombreux, très nombreux), leur orientation (transversales ou obliques), leur disposition (isolés, alignés ou superposés ; fig. 119a), leur morphologie (en demi-lune, semi-circulaires, triangulaires, irréguliers), leur terminaison (fines, réfléchies, en gradins ; fig. 119b).

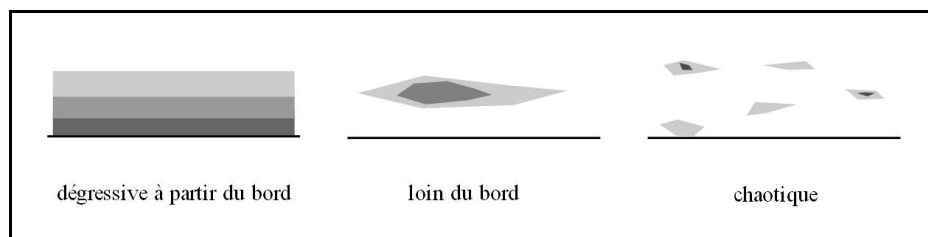


**Fig. 119 : Distribution (à gauche) et terminaison (à droite) des écailllements (d'après González Urquijo et Ibáñez Estevez 1994, modifié).**

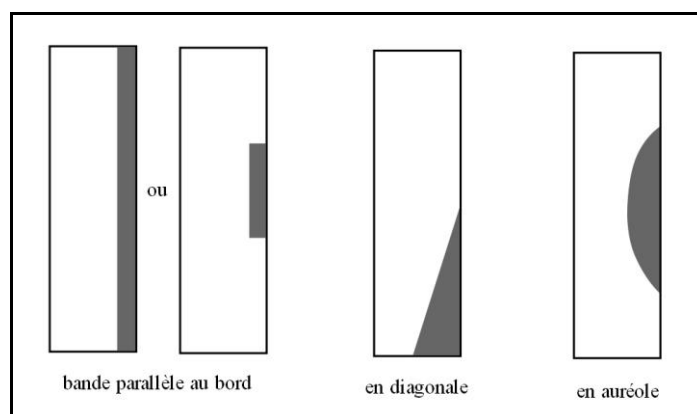
Les émoussés : nous relevons leur intensité (faible : quelques centaines de microns ou fort : plus d'un millimètre), leur symétrie (symétrique, plus développé vers la face inférieure ou vers la face supérieure) et leur continuité le long du bord (continu ou discontinu).

Les polis : ils sont caractérisés par leur disposition à partir du bord (dégressive, loin du bord ou chaotique ; fig. 120), par leur distribution le long du bord (parallèle, en diagonale ou en auréole ; fig. 121), par leur extension transversale (marginale : inférieure à 300 microns, modérée : de 300 à 500 microns, envahissante : de 500

microns à 1 millimètre, ou couvrante : plus d'un millimètre), nous notons si la limite de la zone polie est floue ou franche.



**Fig. 120 : Disposition du poli (d'après le rapport du thème commun du CRA du CNRS sur le travail des plantes, 1995, modifié).**



**Fig. 121 : Distribution du poli, (d'après le rapport du thème commun du CRA du CNRS sur le travail des plantes, 1995 ; modifié).**

Des informations plus précises sont relevées comme leur trame (compacte : surface totalement polie ou presque ; serrée : les zones polies occupent plus de 50% de la surface ; semi-serrée : zones polies occupent moins de 50% de la surface ; ou ouverte : taches isolées de poli, non reliées), leur réticulation (très étroite : largeur des zones polies inférieures à 5 microns ; étroite : de 5 à 10 microns ; moyenne : de 10 à 15 microns ; ou large : supérieure à 15 microns), leur microtopographie (plane : aucun relief n'est visible ; bombée : les zones polis forment des petites bosses ; bombée étirée : les bosses sont étirées dans le sens du mouvement), leur texture (lisse ou rugueuse). Enfin, nous indiquons si ce poli est piqueté de micro-trous ou non.

Stries et autres indicateurs linéaires : nous notons leur quantité (peu nombreuses ou très nombreuses), leur orientation (transversale, longitudinale ou oblique) et leur largeur (étroites ou larges).

Le relevé précis de toutes ces caractéristiques permet de connaître la cinématique de l'outil pendant le travail et d'avoir des informations sur la morphologie, la dureté et l'abrasivité de la matière travaillée.

### 2.2.4.5. Interprétions fonctionnelles

- Mode de fonctionnement (fig. 122) : il s'agit de la cinématique de l'outil pendant le travail, le mouvement peut être longitudinal (L), transversal (T) ou rotatif (R). Dans le cas des mouvements transversaux et lorsque cela est possible, il est précisé s'il s'agit d'une coupe positive (TCP) ou d'une coupe négative (TCN), auquel cas la face correspondant à la face d'attaque est signalée.

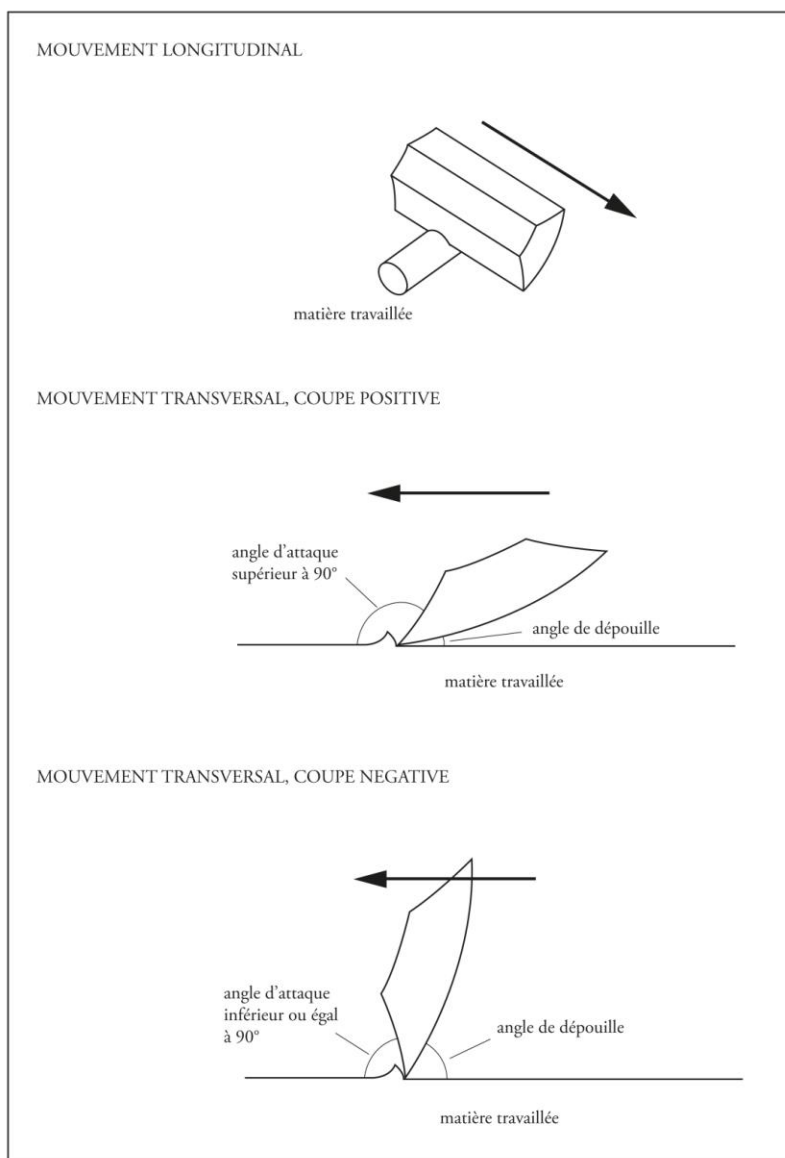


Fig. 122 : Fonctionnement de l'outil (d'après Gassin 1996, modifié)

Informations sur la matière travaillée : morphologie, dureté, abrasivité... permettra de déterminer sa nature avec plus ou moins de précision (fig. 123).

1. Matière minérale	2. Matière végétale	3. Matière animale	4. Matière dure indéterminée
14. Matière minérale dure	21. Végétaux tendres	31. Tissus carnés indéterminés	5. Matière mi-dure indéterminée
15. Matière minérale mi-dure	22. Bois végétal	313. Carcasse	
16. Matière minérale tendre		32. Peau	6. Matière tendre indéterminée
		33. Matière osseuse	
		331. Os	22 + 32. Plusieurs matières travaillées
		332. Bois animal	

**Fig. 123 : Codes utilisés pour la matière travaillée. Ces codes sont utilisés uniquement dans notre base de données, par conséquent les matières travaillées apparaissent en toutes lettres dans ce travail (d'après Plisson 1985, adapté à notre corpus).**

## 2.2.5. Approche des sous-systèmes techniques

Une fois la base de données complétée, les outils sont groupés par matière travaillée puis par fonctionnement (présentés dans la troisième partie). Ainsi, nous pouvons nous rendre compte du choix des caractéristiques techniques des outils pour chaque activité selon les critères précédemment décrits (cf. § 1.3.2 et 1.3.3).

Une fois toutes ces informations réunies et lorsque cela sera possible, des hypothèses concernant la finalité de ces activités sont proposées, ceci permettant d'aborder les sous-systèmes techniques, c'est-à-dire comment les outils de pierre taillés ont été mis en œuvre et quels étaient leur rôle dans des étapes de certaines chaînes opératoires de traitement d'autre matériaux. Dans la plupart des cas, c'est un croisement de données avec les autres études du site qui permet une interprétation fiable.

## 2.2.6. Gestion des outillages sur chacun des sites

Nous abordons les comportements techno-économiques de chaque site par l'étude de la gestion des outillages sur chacun des sites (en troisième partie).

Dans un premier temps, il s'agit d'analyser l'intensité d'utilisation de chaque production pour le calcul de la proportion de pièces utilisées, du nombre moyen de zones d'utilisation par pièce utilisée et sur la totalité des pièces échantillonnées. Nous partons du principe que les productions les moins accessibles ont tendance à avoir une intensité d'utilisation plus forte, car ils sont sujets à plus d'avivages ou de recyclages, mais d'autres facteurs peuvent entrer en compte (symbolisme, échanges par lots, etc.).

Dans un deuxième temps, nous faisons état des besoins techniques satisfaits par type de produit, c'est-à-dire pour quelles activités les outils ont été utilisés. Dans ce but nous représentons un spectre fonctionnel pour chaque produit de chaque site afin de faciliter les comparaisons. Ces spectres montrent des tendances et doivent être considérés avec prudence car les différentes activités peuvent laisser des traces plus ou moins visibles,

qui se forment plus ou moins rapidement ou qui s'altèrent plus ou moins facilement. Nous ne dressons pas de spectre fonctionnel général par site puisque tous les outils n'ont pas été systématiquement observés

## **TROISIEME PARTIE : Analyse fonctionnelle**

### **3.1. De la trace à la fonction de l'outil, approche des sous-systèmes techniques**

Dans cette première sous-partie, nous présentons les interprétations fonctionnelles déduites des observations tracéologiques. Il s'agit donc de reconstituer une partie de la chaîne opératoire et par conséquent, d'approcher les sous-systèmes techniques dans lesquels les outils étaient mis en œuvre.

Nous présentons les résultats obtenus à partir du mobilier archéologique par catégorie selon les matières travaillées et en intégrant les données expérimentales afin de pouvoir faire des comparaisons directes et vérifier la pertinence des interprétations fonctionnelles.

#### **3.1.1. Le travail des matières animales**

Le travail des matières animales peut-être subdivisé en trois sous-parties : les activités de boucherie, le travail de la peau et le travail des matières osseuses.

Nous avons fait le choix de ne pas présenter les armatures de projectiles car pour les sites étudiés, elles ne permettent pas de répondre à la problématique. En effet, elles ont été façonnées sur des supports variables et pas toujours identifiés, et de plus, leur faible effectif ne permet pas l'analyse comparative dont elles mériteraient de faire l'objet, avec leur propre problématique.

##### **3.1.1.1. Les activités de boucherie**

Les activités pouvant se rapporter à la boucherie sont variées : l'abattage, le dépouillage ou écorchage, la désarticulation, l'éviscération, la décarnisation et la découpe de la viande. Ces différentes activités laissent des traces variables, nous présentons ici celles qui peuvent générer les micro-ébréchures délicates observées sur les lames et lamelles chasséennes et qui ont été testées lors de nos expérimentations.

###### **a. Expérimentations**

Le dépouillage : cette opération qui consiste à ôter la peau de l'animal, a dû être réalisée en tirant sur la peau à l'aide d'une main tout en sectionnant les parties résistantes avec la lamelle emmanchée tenue dans l'autre main. Le mouvement est toujours longitudinal unidirectionnel. Les contacts avec les os ou les tendons sont rares, ils ont été signalés uniquement pour sectionner la peau sur le pourtour des pâtes et de la queue.

L'éviscération : lors de cette opération qui consiste à retirer les viscères de l'abdomen et les poumons de la cage thoracique, des contacts accidentels avec les côtes ont été signalés lors de l'expérimentation.

La décarnisation : il s'agit de récupérer les muscles sur la carcasse, les contacts avec les os sont très nombreux. Le geste a été le même que lors de l'utilisation d'un scalpel, c'est-à-dire un mouvement longitudinal unidirectionnel.

Traditionnellement, les pièces ayant été utilisées pour ces activités de boucherie sont souvent affectées par un écaillage abondant bifacial, en général dissymétrique, souvent discontinu, avec des enlèvements écailleux parfois obliques dans le sens du mouvement. Dans certains cas, un poli peut être présent entre les négatifs d'écailllements sur l'émoissé du fil actif et quelquefois légèrement débordants sur les faces de l'outil. Les nervures peuvent être légèrement émoissées avec des stries dans le sens du mouvement (Gassin 1996). Il peut exister une convergence de forme entre les traces de boucherie et celles qui résultent de piétinements, et les difficultés de reconnaissance de ces activités ont souvent été soulignées (Keeley 1980, Courtin et Villa 1982, Plisson 1985, Villa *et al.* 1985 et 1986, Helmer *et al.* 1987). De plus, il peut exister une forte variabilité de traces en fonction de la robustesse de l'outil et des gestes de l'expérimentateur (Beyries 1993).

Nous avons réalisé une série d'expérimentations réalistes, 28 lamelles en silex bédoulien (9 en silex non chauffé et 19 débitées après chauffe, fig. 124) ont été utilisées pour le dépouillage, l'éviscération et la décarnisation de 3 agneaux. Etant donné, la fragilité des lamelles en silex, les gestes effectués ont été plutôt délicats en évitant au maximum les contacts avec les os, tout en veillant à faire un travail efficace. Ceci nous paraît pertinent dans la mesure où il est dans l'intérêt de l'utilisateur d'économiser ses outils, et que de plus, il a été constaté à la grotte de Fontbrégoua que « le boucher devait avoir la main très légère, et beaucoup de ses gestes n'ont pas laissé de traces sur les os » (Villa *et al.* 1985).

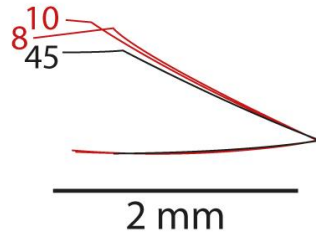


n° lamelle	traitement thermique	durée (en minutes)	tâche(s) effectuée(s)
10	oui	49	dépouillage
46	non	21	dépouillage
15	oui	18	dépouillage
47	oui	18	dépouillage
29	non	12	dépouillage
6	oui	5	dépouillage
1	non	2	dépouillage
22	oui	1	dépouillage
45	non	1	dépouillage
43	non	1	dépouillage
20	oui	9	éviscération
36	non	1	éviscération
19	oui	20	décarnisation
17	oui	20	décarnisation
2	oui	19	décarnisation
50	oui	14	décarnisation
25	non	10	décarnisation
49	oui	10	décarnisation
28	non	8	décarnisation
18	oui	6	décarnisation
14	oui	6	décarnisation
16	oui	5	décarnisation
12	oui	5	décarnisation
3	oui	4	décarnisation
44	non	3	décarnisation
8	oui	13	dépouillage et éviscération
5	oui	7	éviscération et décarnisation
48	oui	22	dépouillage et décarnisation

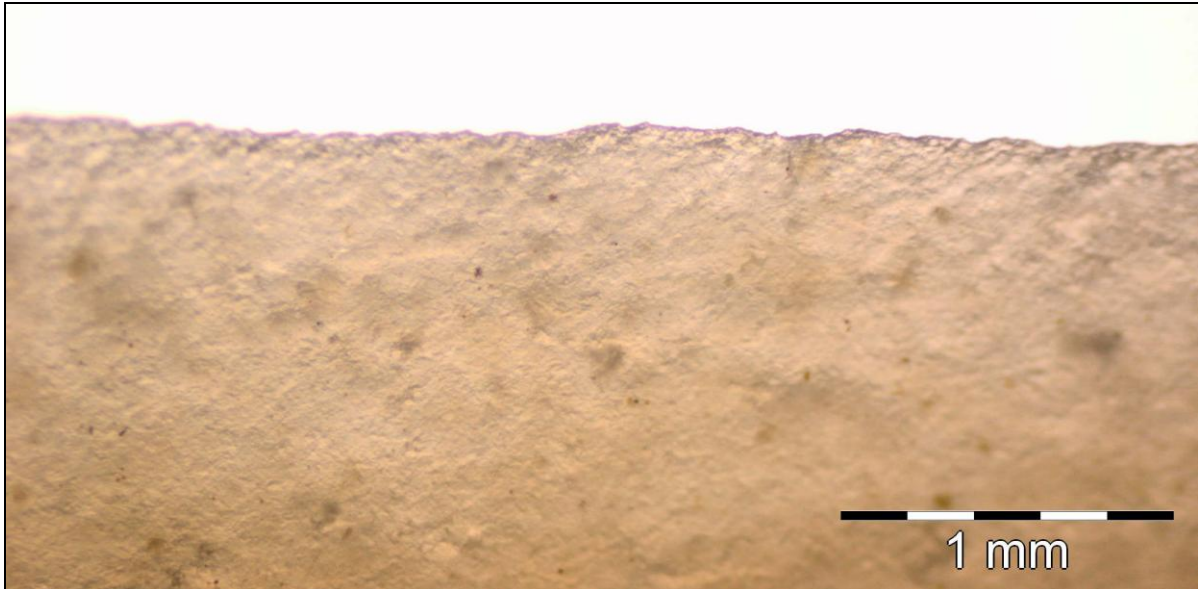
**Fig. 124 : Inventaire des lamelles utilisées lors des expérimentations de boucherie (expérimentations L. Torchy).**

### **Remarques sur l'efficacité**

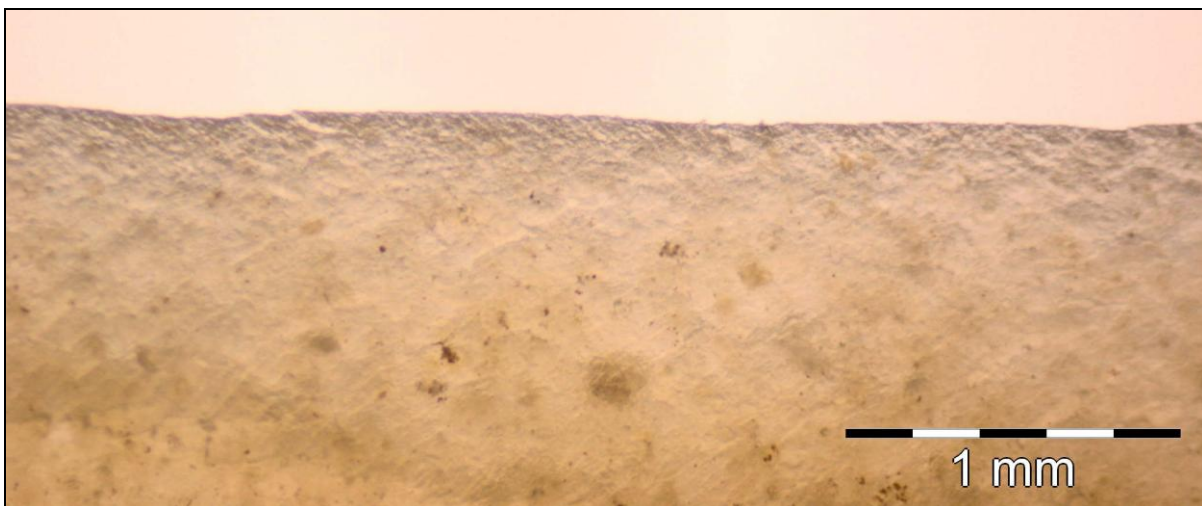
Au cours des expérimentations, une différence d'efficacité a été remarquée lors de l'alternance entre lamelles en silex non chauffé et lamelles débitées après chauffe. Par exemple, les lamelles n° 8 et 10 (silex chauffé) se sont révélées beaucoup plus efficaces que la lamelle n° 45 (silex non chauffé) ayant pourtant un angle de tranchant un peu plus aigu (fig. 125). Il semble que ce soit l'irrégularité du fil du tranchant qui a eu un effet néfaste sur son efficacité (fig. 126 et 127). Ces constats convergent avec les résultats obtenus à partir des tests en laboratoire et le test à l'aveugle organisé avec l'artisan boucher.



**Fig. 125 : Comparaison des angles des tranchants des lamelles n° 8, 10 (silex chauffé) et 45 (silex non chauffé) obtenus par moulage des bords. Les lamelles n° 8 et 10 sont beaucoup plus efficaces alors qu'elles ont pourtant un angle un peu moins aigu que la lamelle n° 45. (DAO L. Torchy).**



**Fig. 126 : Micro-délinéation du fil du tranchant de la lamelle en silex non chauffé n° 45 avant utilisation. Nous pouvons remarquer que ce fil est très irrégulier (Photo L. Torchy).**



**Fig. 127 : Micro-délinéation du fil du tranchant de la lamelle en silex chauffé n° 8 avant utilisation. Ce fil est beaucoup plus régulier que celui présenté sur la photo précédente (Photo L. Torchy).**

Par ailleurs, nous avons noté que les micro-ébréchures ont une forte incidence sur l'efficacité, par exemple la lamelle n° 10 coupait de moins en moins bien à partir de 25 mn d'utilisation alors qu'elle semblait quasiment intacte à l'œil nu. Lors de l'utilisation de ces fragiles lamelles, l'utilisateur a donc plutôt intérêt à éviter autant que possible les contacts avec les os s'il veut économiser son outil.

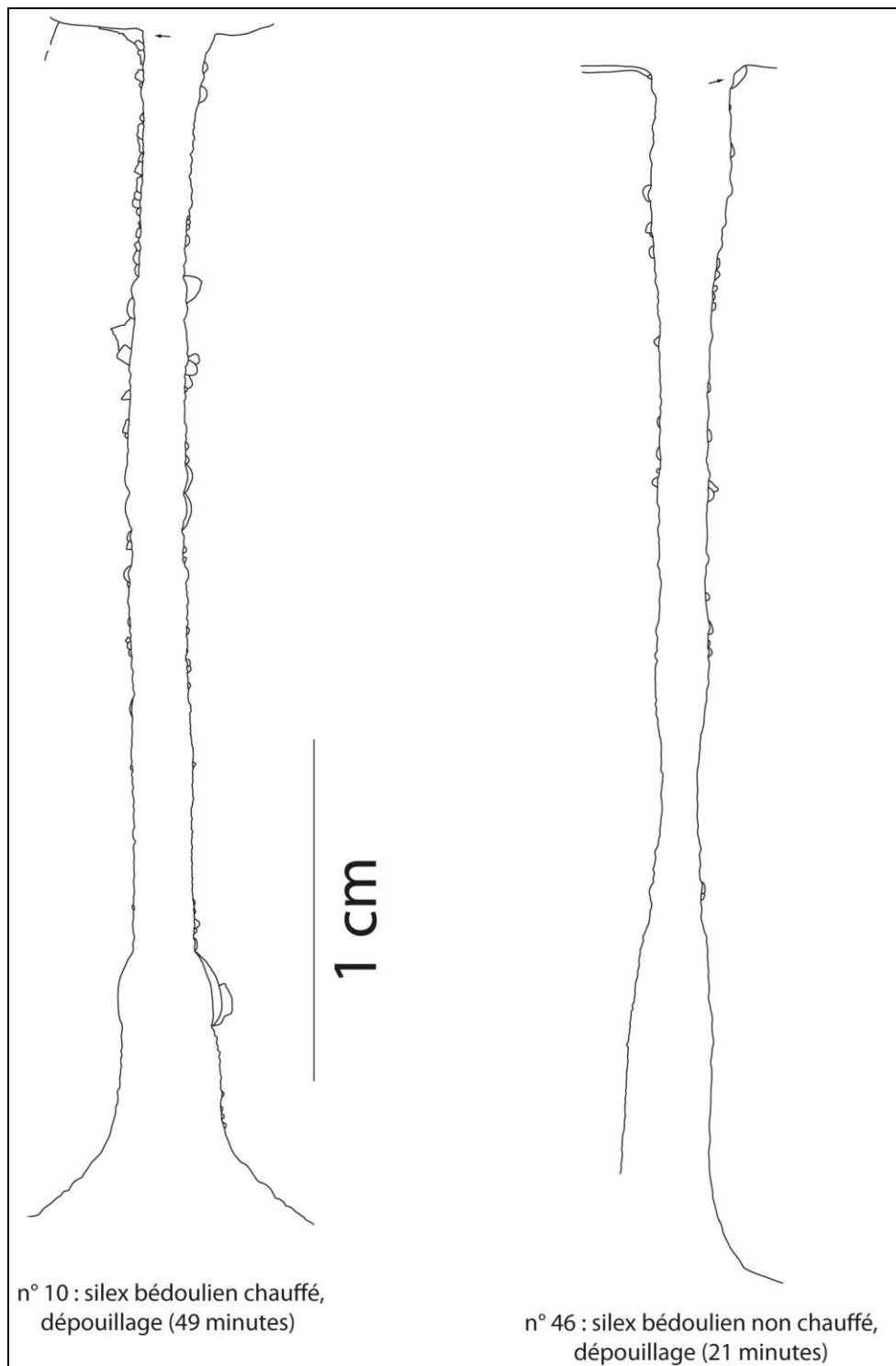
## **Description des traces**

Après utilisation, les lamelles présentent de nombreuses ébréchures avec des zones plus ou moins denses (fig. 128 à 131), dans la plupart des cas, ils sont majoritairement obliques et/ou avec un ou plusieurs enlèvements burinants à l'extrémité distale (au sens fonctionnel). L'abondance des ébréchures dépend des contacts avec les tendons et les os et de sa durée d'utilisation. Par exemple, la lamelle en silex non chauffé n°22 qui n'a été utilisée qu'une minute et sans contact signalé est quasi dépourvue d'écaillage. À l'inverse, la lamelle n° 10 qui a été utilisée pendant 49 minutes et qui a eu de nombreux contacts avec les os de la queue présente de nombreux écailllements.

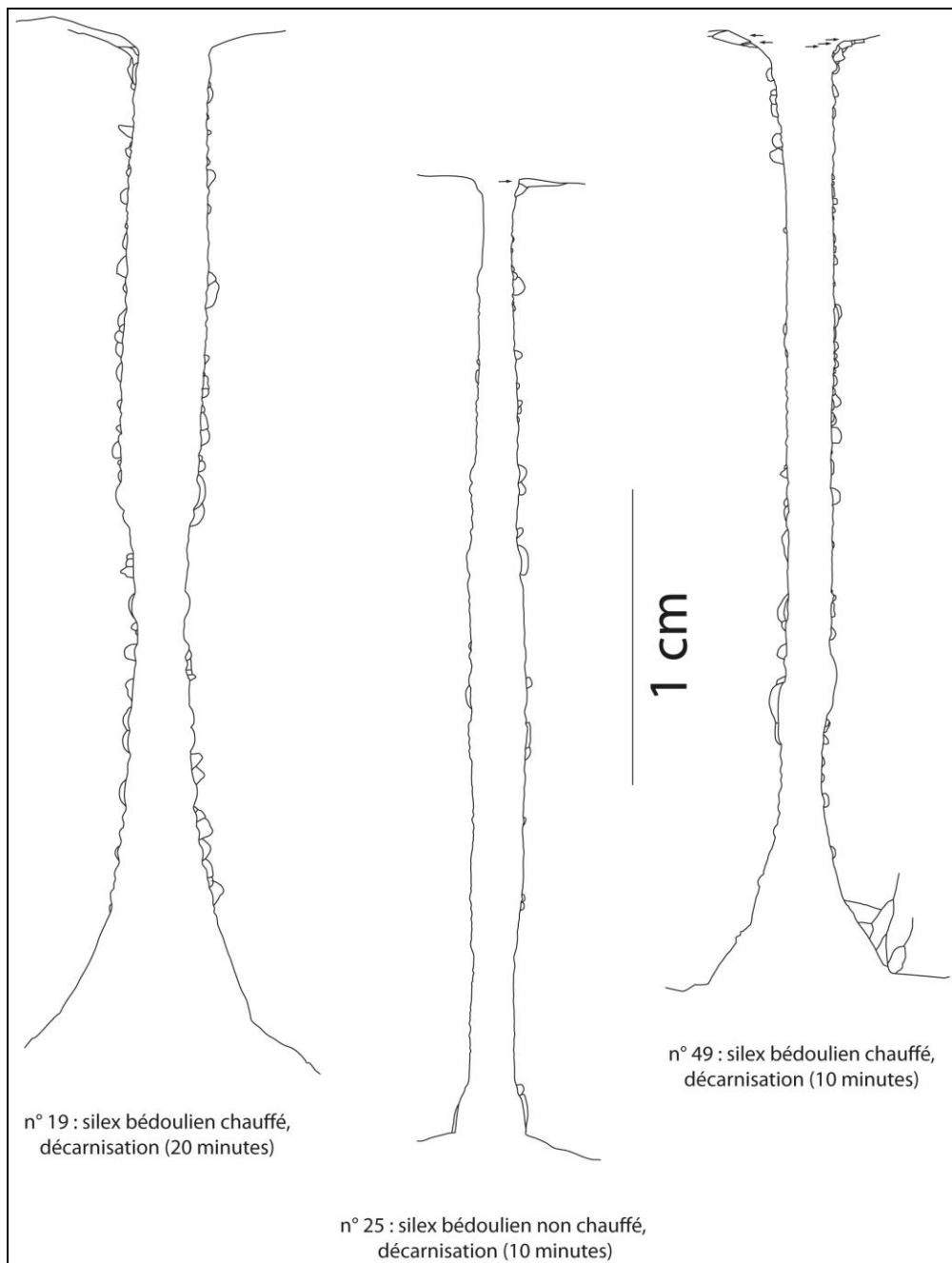
Par conséquent, les caractères que nous pouvons considérer comme diagnostiques sont : l'absence ou la quasi-absence de poli et d'émoussé associé à une répartition irrégulière des ébréchures sur le bord (souvent plus nombreuses en partie distale), ou une orientation des ébréchures majoritairement obliques, les enlèvements burinants transversaux aux extrémités.

Nous nous sommes interrogés sur les risques de confusions possibles avec les traces produites par la coupe de végétaux tendres pendant une courte durée. Il s'avère que ces pièces ont un poli lisse qui commence à se développer à partir de 15 minutes, et les écailllements ne sont pas aussi nombreux. Par conséquent, lorsque les traces sont bien développés, il n'y a quasiment pas de risque de confusion.

Il faut par ailleurs signaler que certaines lamelles utilisées pour la boucherie entre une et treize minutes présentent un bord peu ébréché, voire pas du tout. Cela confirme bien que si une lame ne porte pas de trace, cela ne veut pas dire qu'elle n'a pas été utilisée. Lors de l'observation du mobilier archéologique ces pièces sont classés parmi les pièces ayant travaillé des matières indéterminées ou les pièces sans trace diagnostique, par conséquent, l'effectif des outils ayant été diagnostiqués comme ayant été utilisés pour des activités de boucherie est donc une valeur minimale.



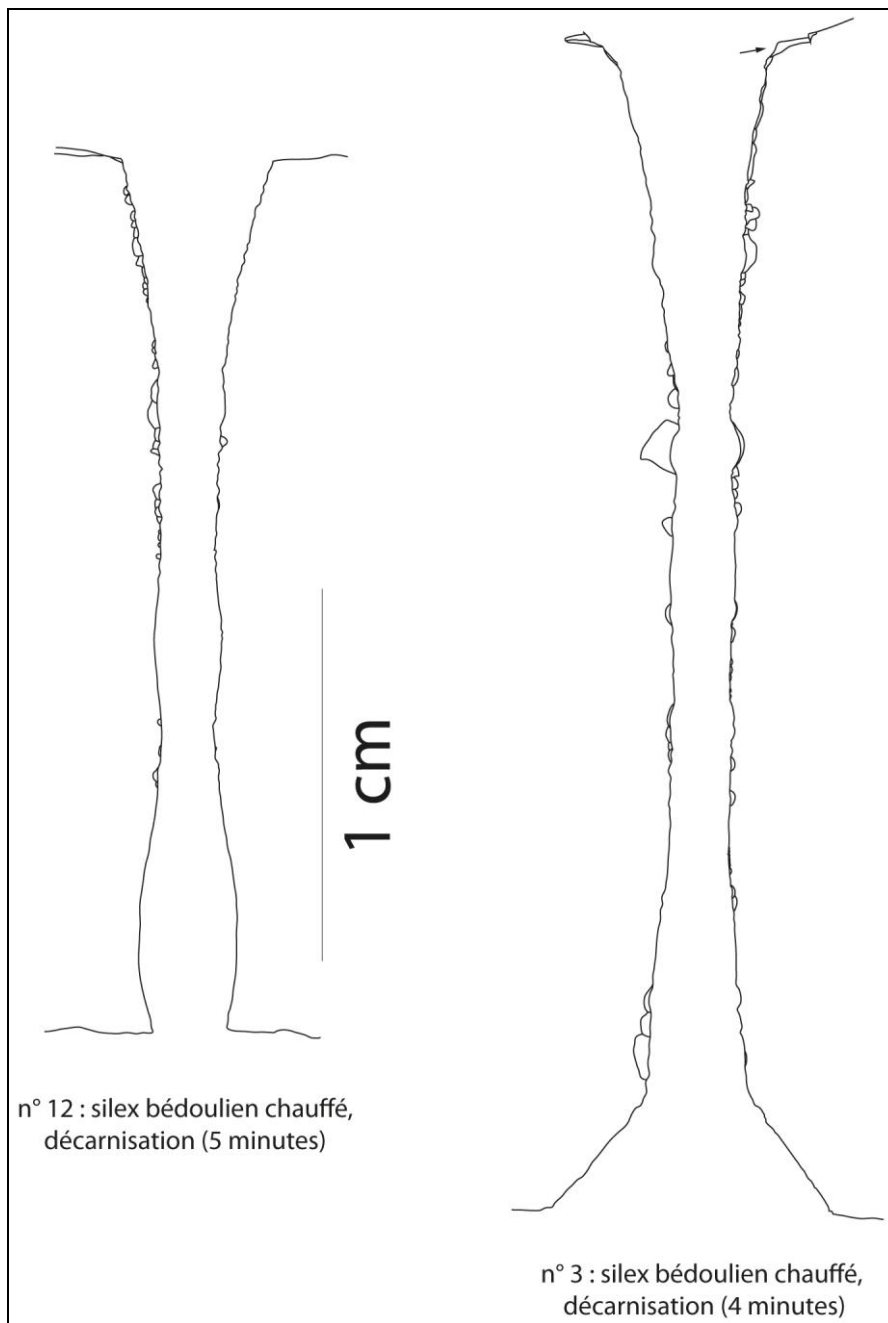
**Fig. 128 : ébréchures laissées par le dépouillage, lors de rares contacts avec les os, notamment ceux des pattes et de la queue. Celles-ci sont plus fréquentes en partie distale et par ailleurs, l'extrémité de chaque lamelle est affectée par un enlèvement burinant transversal. (DAO L. Torchy).**



**Fig. 129 : ébréchures laissées par la décarnisation. Les contacts avec les os sont plus nombreux.**

**La lamelle n° 19 est affectée par des ébréchures régulièrement réparties le long du bord isolées ou alignées. En partie proximal, la majorité d'entre-elles sont obliques et indiquent le sens du mouvement.**

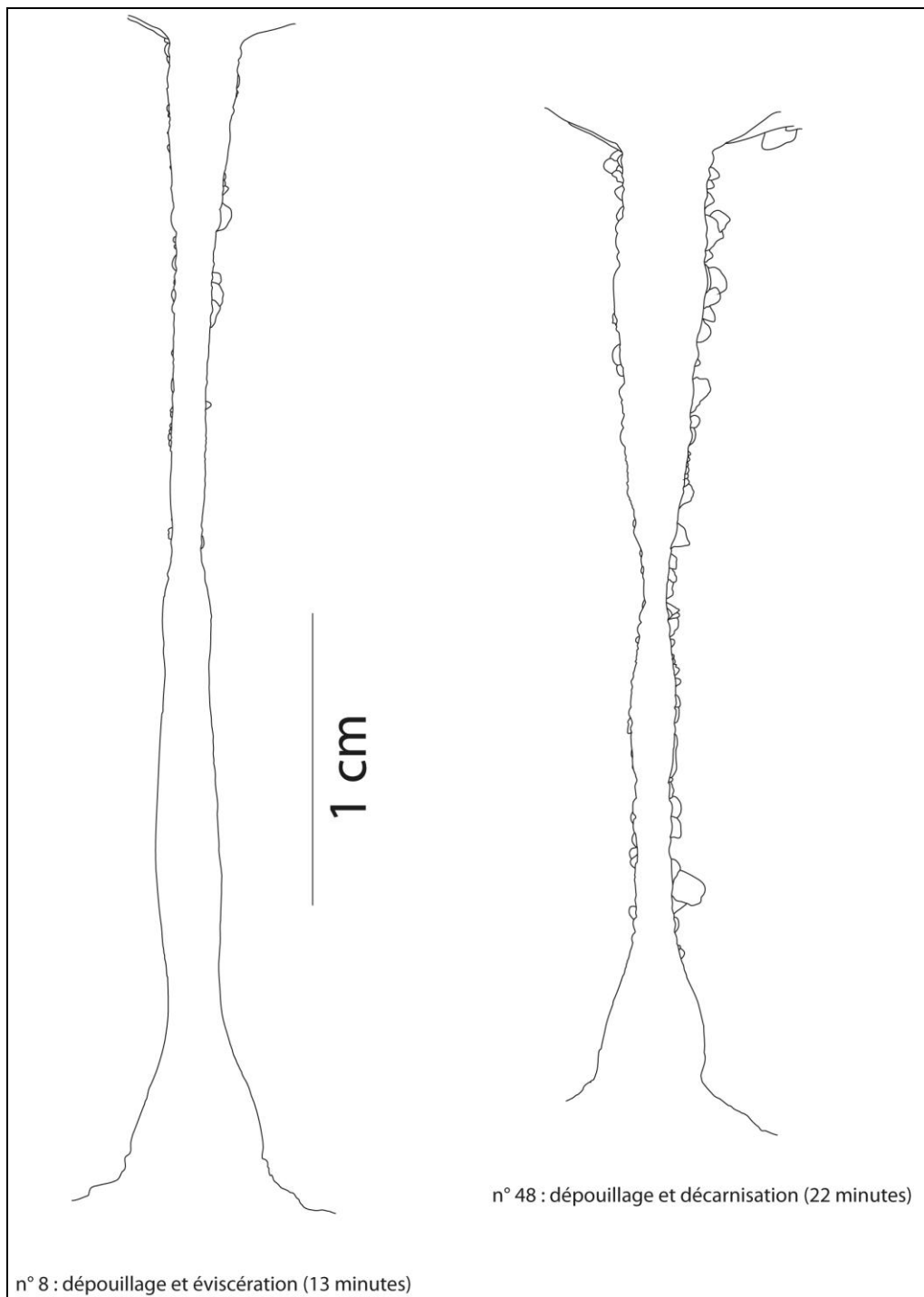
**Les lamelles n° 25 et 49 sont affectées par des ébréchures transversales plutôt isolées et des enlèvements burinants transversaux sur l'extrémité distale. (DAO L. Torchy).**



**Fig. 130 : Ebréchures laissées par la décarnisation. La lamelle n° 19 est affectée par des ébréchures régulièrement réparties le long du bord isolées ou alignées. En partie proximale, la majorité d'entre-elles sont obliques et indiquent le sens du mouvement.**

**La lamelle n° 12 est affectée par des ébréchures alignées à superposées plutôt en partie distale.**

**La lamelle n° 3 est affectée par des ébréchures transversales ou obliques, isolées ou alignées, et par un enlèvement burinant transversal sur l'extrémité distale. (DAO L. Torchy).**



**Fig. 131 : Ebréchures laissées par des activités mixtes.**

**La lamelle n° 8 (silex chauffé) est affectée par des ébréchures isolées et plutôt en partie distale.**

**La lamelle n° 48 (silex chauffé) est affectée par des ébréchures alignées à superposées, souvent oblique en partie distale. (DAO L. Torchy).**

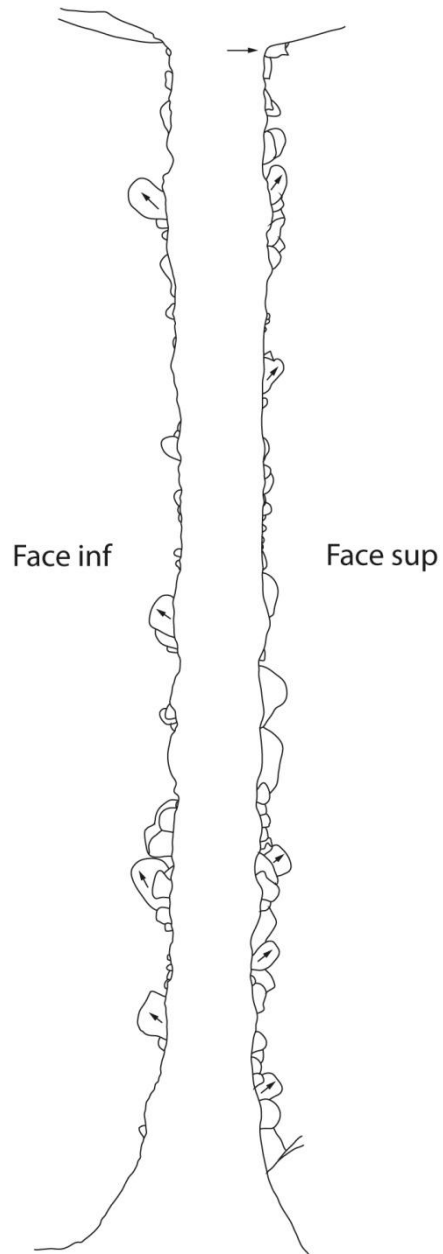
### **b. Analyse du mobilier archéologique**

À cause de la possible convergence de forme des traces avec d'autres activités ou des altérations diverses, aucun poli n'a clairement été identifié comme résultant d'activité de boucherie. Toutefois la répartition et la morphologie des ébréchures observées sur les lamelles expérimentales ont été repérées sur le mobilier archéologique (fig. 132 à 138).

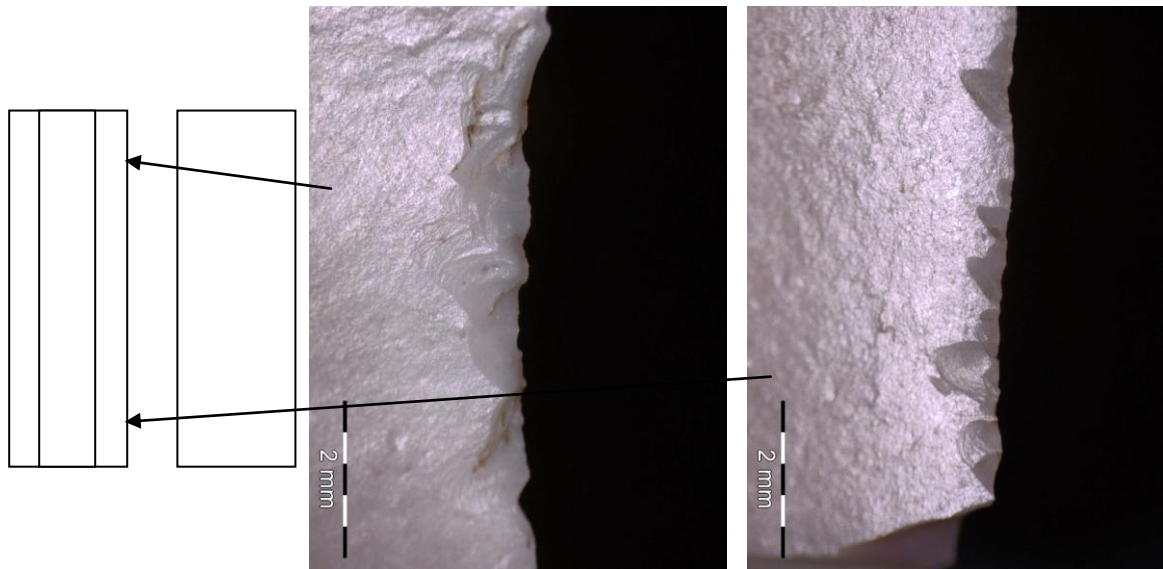


**Fig. 132 : Saint-Martin, répartition des ébréchures en majorité en partie distale, et enlèvement burinant transversal sur la lamelle n° 2435 (silex bédoulien chauffé). (DAO L. Torchy).**





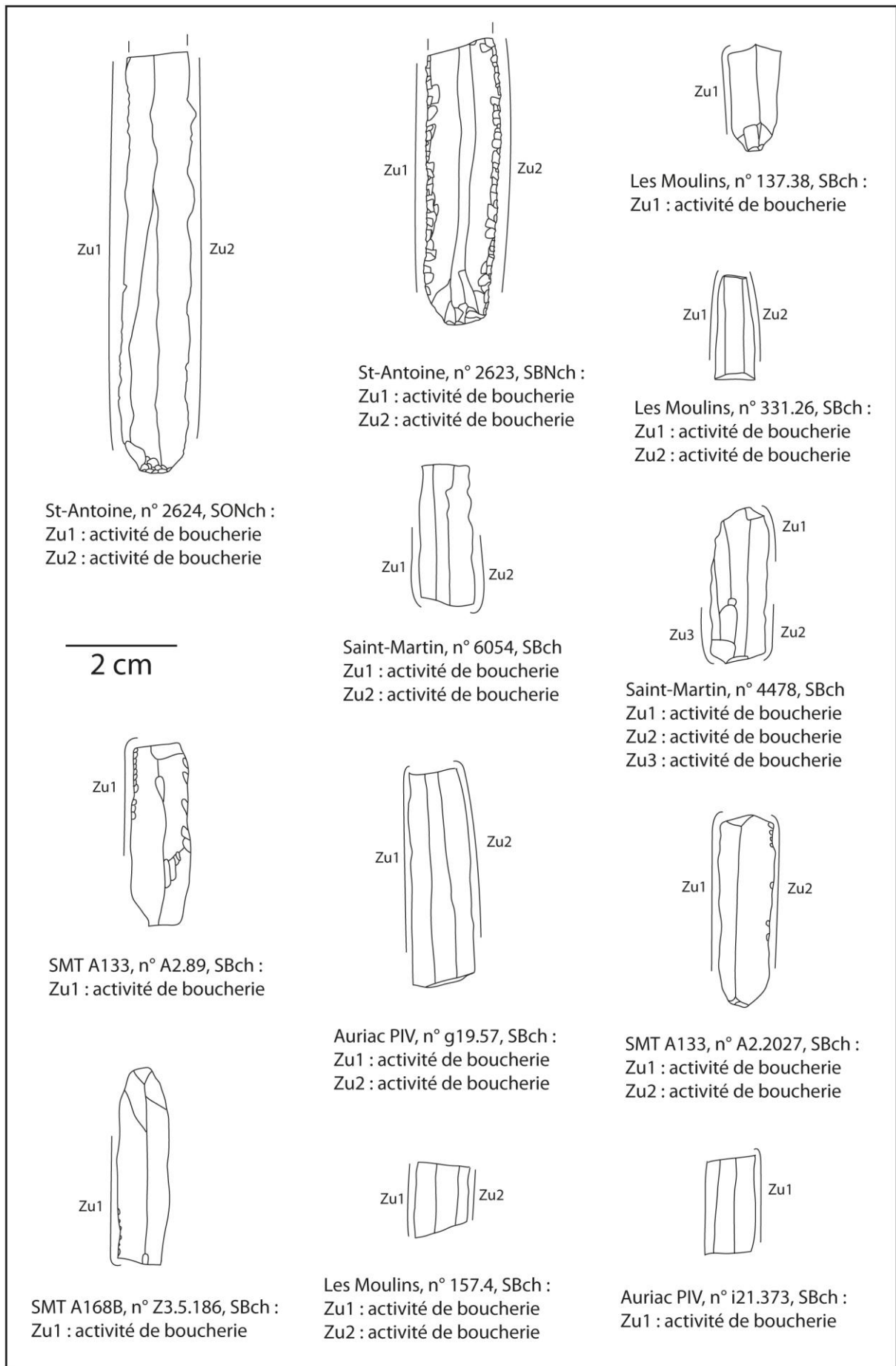
**Fig. 133 : Saint-Paul-Trois-Châteaux, ébréchures obliques et enlèvement burinant transversal sur la lamelle n° 69.74 (silex bédoulien chauffé). (DAO L. Torchy).**



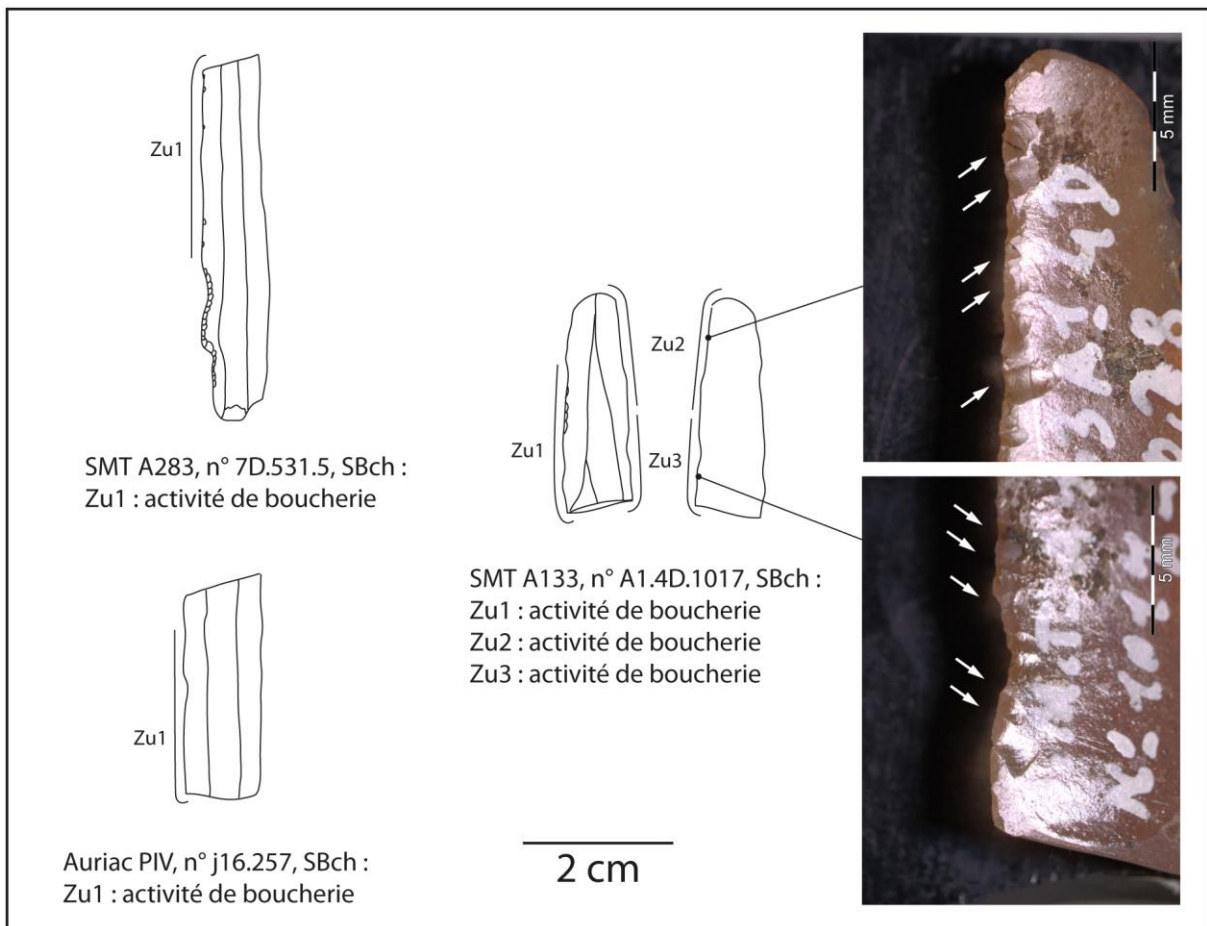
**Fig. 134 : Saint-Martin, ébréchures obliques sur la lamelle n° 4478 (silex bédoulien chauffé). Deux groupes d'ébréchures distinctes sur le même bord et ayant des orientations distinctes indiquent que la lamelle a probablement été retournée sur elle-même et réutilisée pour prolonger sa durée de vie. (Photos L. Torchy).**



**Fig. 135 : Saint-Michel-du-Touch A150, ébréchures obliques et enlèvement burinant transversal sur la lamelle n° 35 (silex bédoulien chauffé). (Photos L. Torchy).**



**Fig. 136 : éléments ayant été utilisés pour de la boucherie. (DAO L. Torchy).**



**Fig. 137 : éléments ayant été utilisés pour de la boucherie. (Photos et DAO L. Torchy).**



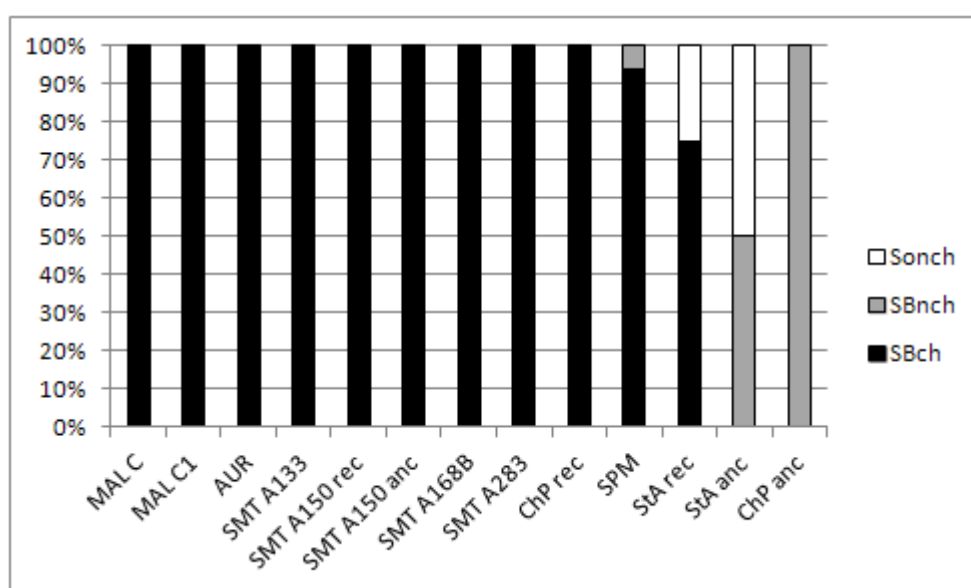
**Fig. 138 : Saint-Michel-du-Touch A133, ébréchures obliques sur la lamelle n°89 (silex bédoulien chauffé). (Photo L. Torchy).**

## Matières premières utilisées :

Mis à part pour les phases anciennes des sites de Saint-Antoine et de Château Percin, où le traitement thermique n'est pas attesté, le choix des matières premières est clairement orienté vers le silex bédoulien chauffé (fig. 139 et 140).

	MAL C	MAL C1	AUR	SMT A133	SMT A150 rec	SMT A150 anc	SMT A168B	SMT A283	ChP rec	SPM	StA rec	StA anc	ChP anc	TOTAL
SBch	3	6	8	5	3	2	6	9	4	31	6	-	-	83
SBnch	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	2	2	6
Sonch	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	2	-	4

**Fig. 139 : Décompte des matières premières utilisées. Le silex bédoulien chauffé est le plus utilisé pour la boucherie.**



**Fig. 140 : Proportion des matières premières utilisées.**

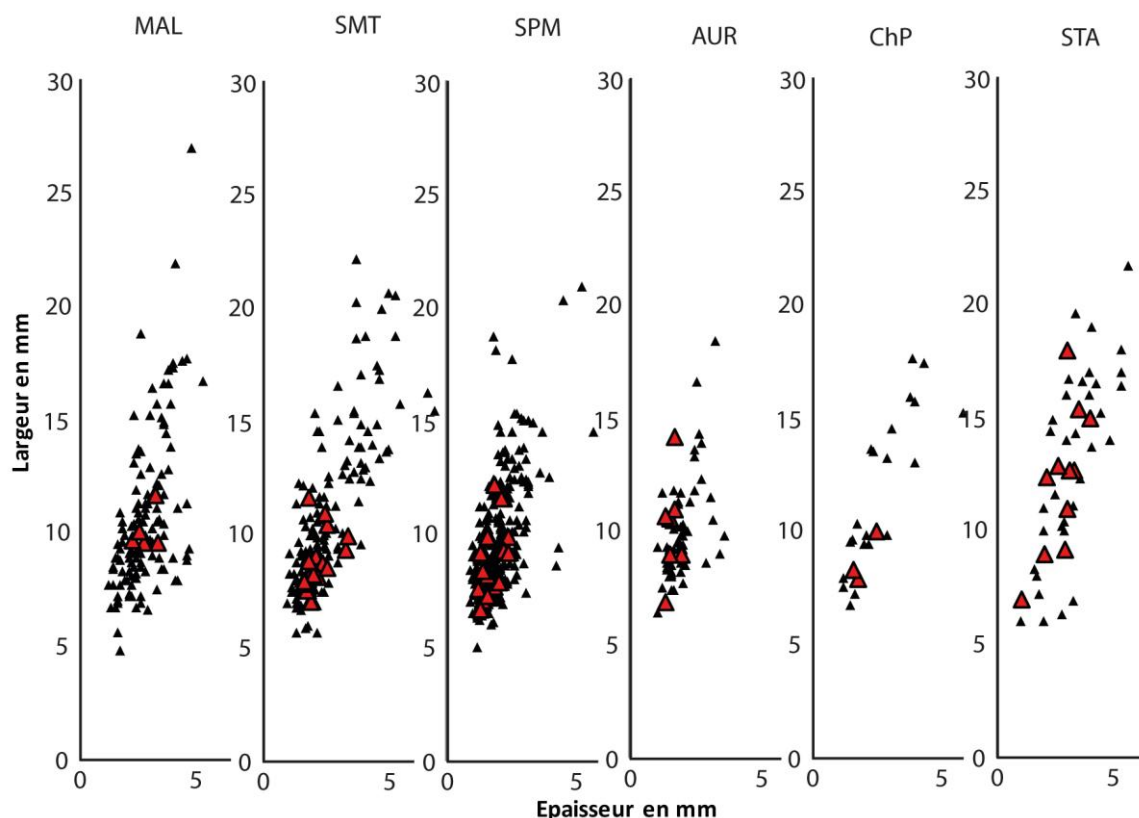
Nous devons rappeler ici que pour le site de l'Héritière, les données relatives à la boucherie ne sont pas exploitables. En effet, les critères de distinctions obtenus d'après le référentiel expérimental complémentaire n'étaient pas établis au moment de l'étude, celle-ci ayant été réalisée très précocement.

## Module des supports

Exception faite du site de Saint-Antoine, nous pouvons remarquer que les supports ayant été utilisés pour la boucherie ont généralement une largeur inférieure à 12 millimètres (fig. 141). Cette stratégie de sélection des outils peut être liée avec une des remarques de l'artisan boucher : « *les couteaux destinés à un travail délicat comme le désossage ont une lame assez courte et peu large* ». Ainsi, les lamelles sélectionnées par les artisans chasséens semblent être les outils adéquats pour la décarnisation délicate ayant le minimum de contact avec les os. Dans le cas de Saint-Antoine, la sélection



d'outils plus large peut s'expliquer par le fait que dans la phase ancienne peu d'éléments de faibles modules ont été importés, il s'agit peut-être donc d'un choix par dépit.



**Fig. 141 : Module des pièces ayant été utilisées pour de la boucherie (en rouge), comparé au module des pièces du reste de l'échantillon (en noir). Il s'agit le plus souvent du module lamellaire, sauf pour le site de Saint-Antoine sur lequel des lames et lamelles ont été utilisées. (DAO L. Torchy).**

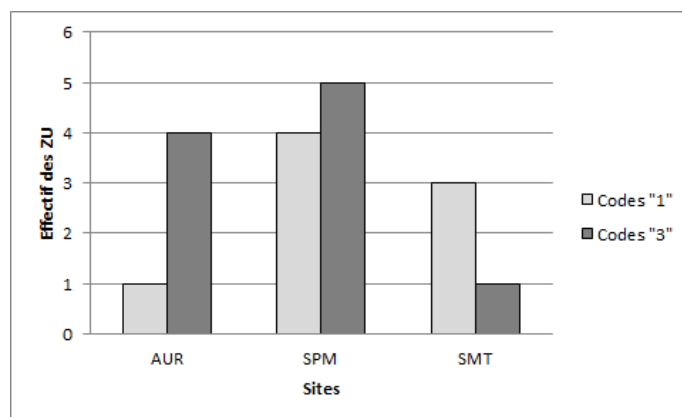
**Code opératoires utilisés (pour le silex bédoulien chauffé ;) :**

Considérant nos hypothèses sur l'acuité théorique des tranchants en fonction de la section des lamelles et des codes opératoires, nous avons relevé ces informations pour les outils de boucherie (fig. 142).

Codes opératoires	MAL	AUR	SMT	ChP	SPM	Effectif total
Sections triangulaires 12/21	1	-	5	-	2	8
Sections trapézoïdales 123/321	-	4	3	-	5	12
Sections trapézoïdales 212'	3	2	7	3	9	24
Lamelle à plus de 3 nég. d'enlèv.	1	-	-	-	-	1
Lamelles latérales	-	1	3	-	1	5

**Fig. 142 : Décompte des pièces selon les codes opératoires. Nous constatons que les codes opératoires 212' sont globalement les plus utilisés.**

### Bords utilisés sur les L14 (fig. 143) :

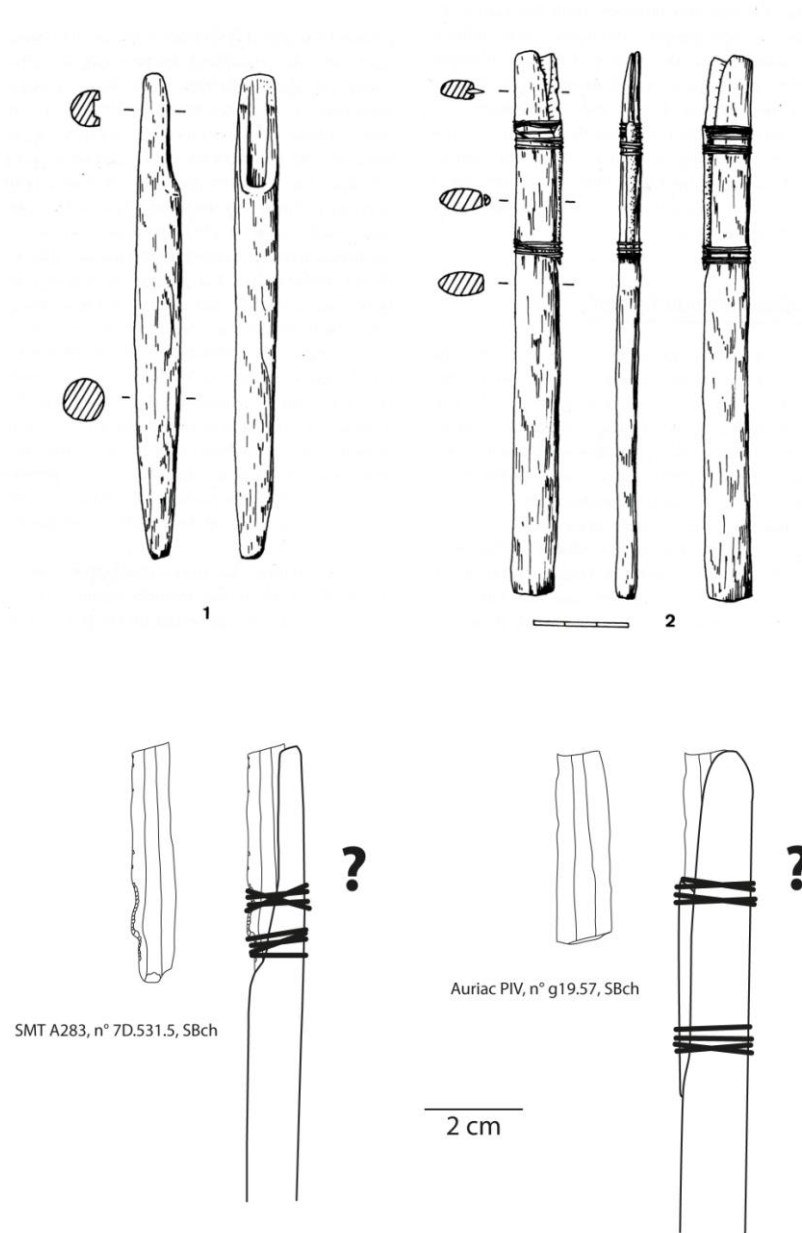


**Fig. 143 : Utilisation des bords « 1 » et des bords « 3 ». Sur l'ensemble des sites où la comparaison est possible, on ne remarque aucune différence significative (DAO L. Torchy).**

Il apparaît qu'il n'y a pas eu de préférence significative pour l'un des bords, ce qui infirme l'hypothèse selon laquelle la production de lamelles de code opératoire 212' aurait une finalité liée à l'acuité des tranchants (proposée dans la partie II). Ces lamelles semblent donc avoir été plus intensément utilisées pour d'autres raisons (Gassin 1996).

### **Localisation de la zone active :**

Dans la majorité des cas, la zone utilisée est une partie de bord avec l'extrémité adjacente (plus rarement un bord entier). Cela peut correspondre à un emmanchement dorsétien maintenant la lamelle mais laissant une partie découverte afin d'être plus maniable, comme cela a été observé pour le Cortaillod et pour le Néolithique final (Owen 1988).

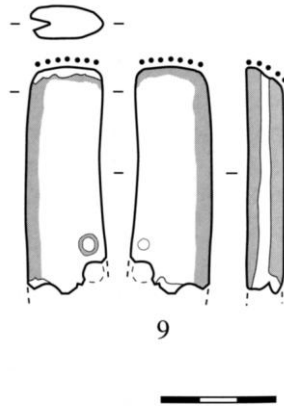


**Fig. 144 : Proposition de reconstitution d'emmanchement. Les coches façonnées sur la lamelle n° 7D.531.5 sont dépourvue de traces d'utilisation, il pourrait s'agir d'un aménagement lié à l'emmanchement. Par ailleurs une bonne proportion de lamelles sont affectées uniquement sur une partie du bord, comme la lamelle n° g19.57, la partie intacte pourrait correspondre à la partie ayant été inséré dans le manche (en haut : d'après Owen 1988 et en bas : DAO L. Torchy).**

Le mode de fonctionnement à la manière d'un scalpel correspond tout à fait à cet emmanchement et dans quelques cas des traces de préparation pourraient être un aménagement pour le passage d'un lien (fig. 144, Rots 2008).

Par ailleurs, il faut signaler la découverte sur le site chasséen de Villeneuve-Tolosane d'un fragment de manche en os, rainuré et perforé, provenant d'une côte de gros herbivore, qui pourrait aussi correspondre à de type d'emmanchement (Gaillard 2000 ; fig. 145).



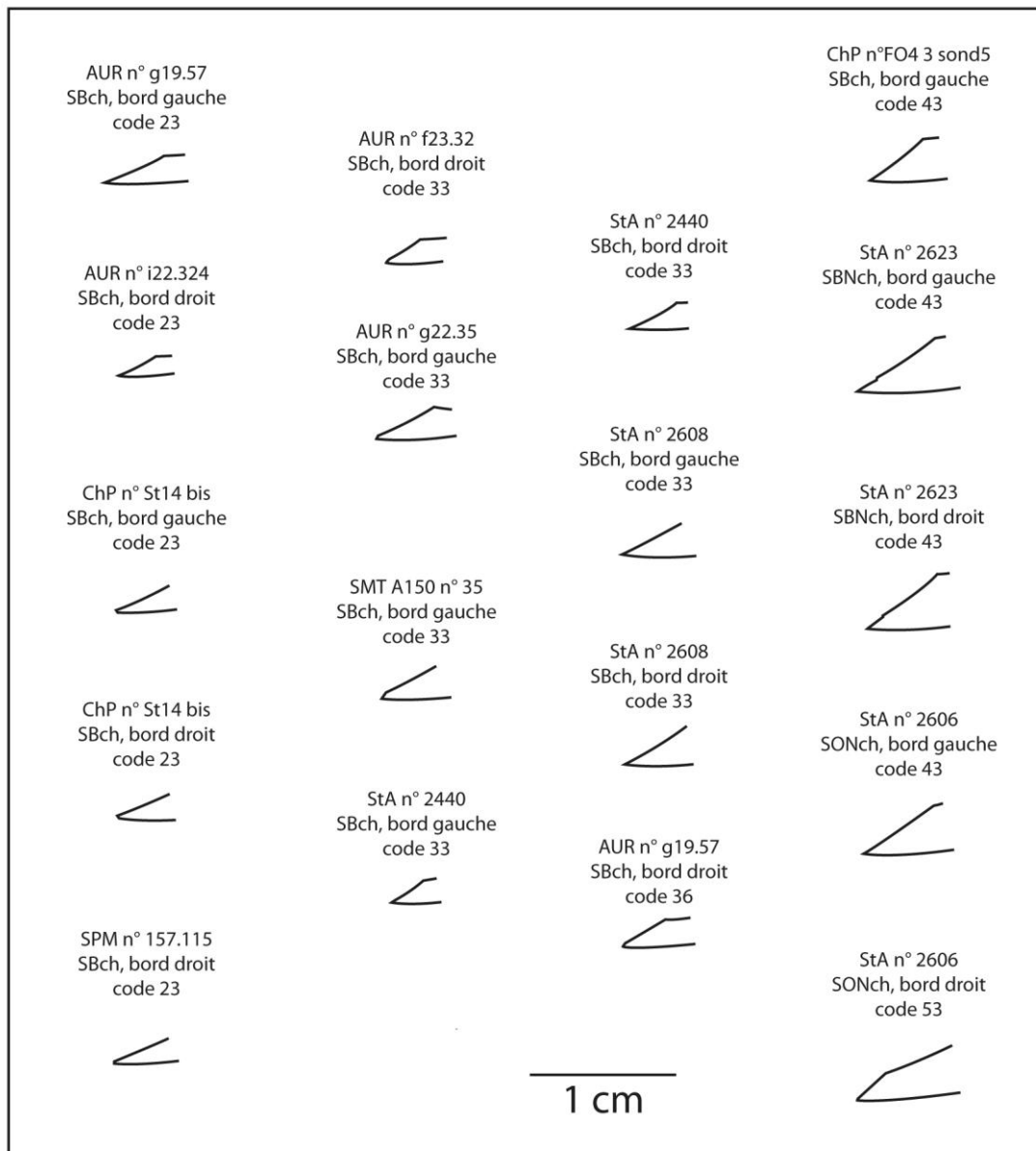


**Fig. 145 : fragment de manche en os (d'après Gaillard 2000). La rainure aménagée est de taille idéale pour y placer une lamelle.**

Cependant, cette découverte reste originale dans ce contexte, et nous pouvons imaginer que les communautés chasséennes ont pu façonner le même type de manche sur des matières périssables comme le bois.

#### **Morpho-angulométrie des tranchants :**

Les codes morpho-angulométriques les plus représentés sont le code 33 avec une variabilité allant de 23 à 43 (exceptionnellement 53 ; fig. 146), ce qui montre une sélection des supports avec un bord brut concavo-convexe allant de 20 à 40 degrés.



**Fig. 146 : Angles de tranchant (obtenus par moulage silicone) utilisés pour les activités de boucherie. On remarque que les angulations sont souvent comprises entre 20 et 30 degrés, plus rarement 40 et exceptionnellement 50 (DAO L. Torchy).**

#### **Etat de supports avant/après utilisation :**

Ces outils ont été utilisés majoritairement avec leurs bords bruts, sauf pour deux lames du site de Saint-Antoine pourvues de retouches directes rasantes. Les lamelles utilisées par leurs bords bruts ont été abandonnées une fois ceux-ci ébréchés.

#### **Possibilités de ravivage/réutilisation/recyclage :**

Le cas du site de Saint-Antoine montre la possibilité d'un raffutage par retouches rasantes. Celui-ci n'a presque pas modifié l'angulation mais a eu pour inconvénient de

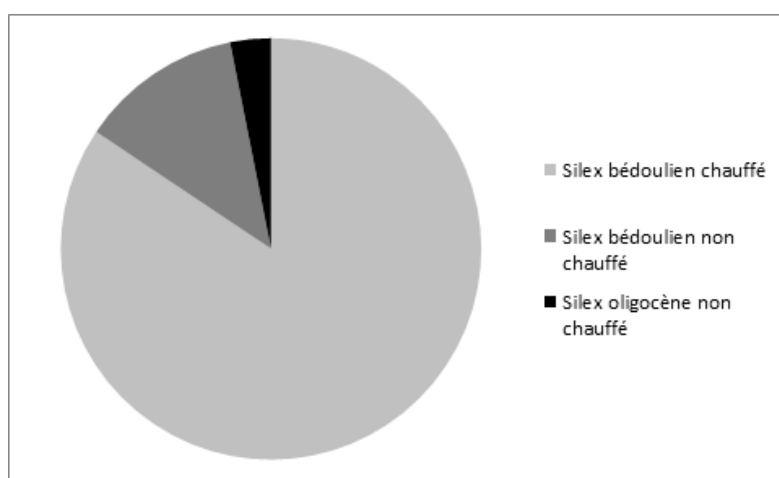
créer des arêtes transversales qui ont eu pour conséquence d'augmenter le frottement et par conséquent de diminuer l'efficacité de l'outil pour cette activité.

La réutilisation est attestée sur quelques éléments, dans la plupart des cas c'est l'autre bord qui a été utilisé. De plus, sur quelques lamelles des sites de Saint-Michel-du-Touch et Saint-Martin, la réutilisation d'un même bord inversé est attestée par l'orientation des ébréchures.

Les recyclages attestés sont variées : cela peut aller de l'aménagement d'une tronçature pour le raclage de la peau (SPM 2001.331.21), à l'utilisation de l'autre bord pour la coupe de végétaux tendres (AUR n° f23.32 et ChP n° 07 St2 bis). Le recyclage pour le raclage de végétaux tendres rigides après retouche par coup de burin et par ailleurs très fréquent en contexte chasséen (Gassin *et al.* 2006b).

### **Bilan**

Parmi les produits spécialisés, le choix des supports est très orienté vers les lamelles débitées après chauffe (fig. 147). Quand ce n'est pas le cas, c'est que cette matière première n'était pas ou peu disponible, comme pour le site de Saint-Antoine.



**Fig. 147 : Aperçu des matières premières utilisées pour la boucherie. Le silex bédoulien chauffé est la matière première la plus utilisée (DAO L. Torchy).**

Parmi les supports chauffés, le choix est porté préférentiellement sur les lamelles de code opératoires 212'. Nous avons voulu vérifier si le choix de ces supports était lié au fait qu'ils offraient souvent deux bords très acérés contre un seul pour les 123/321. Pour ce faire, nous avons vérifié quel bord était le plus utilisé sur les lamelles de code opératoire 123/321 (le bord « 1 », ou le bord « 3 » qui a tendance à être plus aigu ?).

Cependant, aucune corrélation n'a été observée, ce qui infirme cette hypothèse, il semble donc que le choix préférentiel des 212' est lié à leur plus forte symétrie et à la plus grande régularité des bords (Gassin 1996). Dans tous les cas, les supports utilisés ont

des bords très acérés : en majorité des codes morpho-angulométriques 23 et 33, c'est-à-dire des angles de 20 à 30 degrés (fig. 148).



**Fig. 148 : Classes morpho-angulométriques les plus fréquentes pour les outils de boucherie. Il s'agit de sections concavo-convexes à angles approximatifs compris entre 20 et 30 degrés (DAO L. Torchy).**

Il s'agit là de tranchants très fragiles utilisés pour la récupération plutôt délicate de matières carnées sur les carcasses en évitant dans la mesure du possible les contacts avec les os, comme en témoigne l'état d'abandon de ces pièces. Le tranchant recherché est le tranchant d'un bord brut et par définition sans raffutage possible. Ces outils ont eu par conséquent une durée de vie relativement courte. Le support a pu être réutilisé par une autre partie, le plus souvent le bord opposé, mais on note aussi des doubles utilisations du même bord, une fois par la partie distale puis une fois par la partie proximale.

### **3.1.1.2. Le travail de la peau**

Pratiqué depuis la Préhistoire, le travail de la peau avec des outils en pierre est documenté aujourd'hui par des exemples ethnologiques en Amérique du Nord chez les Athapascans (Beyries 2002), en Sibérie chez les Tchouktches (Beyries 2002) et en Ethiopie chez les Konso et les Gamo (Weedman 2005 et 2008).

La peau est utilisée pour la confection des nombreux objets (vêtements, abris, couvertures, lanières, récipients, sacs), et dans tous les cas, nécessite d'être traitée. La transformation de la peau en cuir nécessite de nombreuses étapes, variables selon les communautés, lors desquelles des outils en silex ont pu intervenir (Hayden 1990, Jardón Giner 2000, Beyries 2002 ; Négroni 2005, Lompré et Négroni 2008, Klokkernes 2007, Beyries 2008).

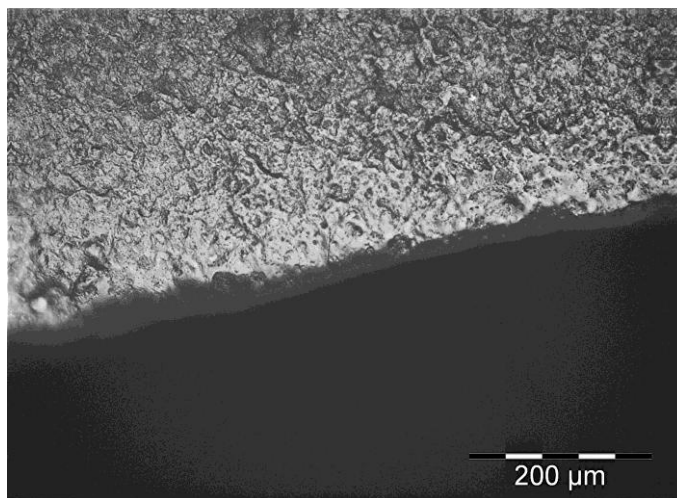
Nous listons ici les étapes pouvant nécessiter un outil en silex. Mouvements longitudinaux : écorchage, dépouillage, découpe sur peau fraîche ou sèche. Mouvements transversaux : épilage, effleurage, drayage, assouplissement, raclage du surplus d'agents tannants ou colorants.

Certaines études tracéologiques ont permis de reconstituer des procédés de traitement des peaux durant la Préhistoire en se basant sur les exemples ethnologiques (Beyries et Rots 2008). Dans ce chapitre, seuls les outils façonnés sur les produits lamino-lamellaires sont présentés et par conséquent, nous n'avons pas l'ambition de reconstituer les étapes de la transformation des peaux par les communautés chasséennes. En revanche, nous pouvons aborder d'éventuelles différences techniques ou culturelles par l'étude de la variabilité de l'utilisation des mêmes outils.

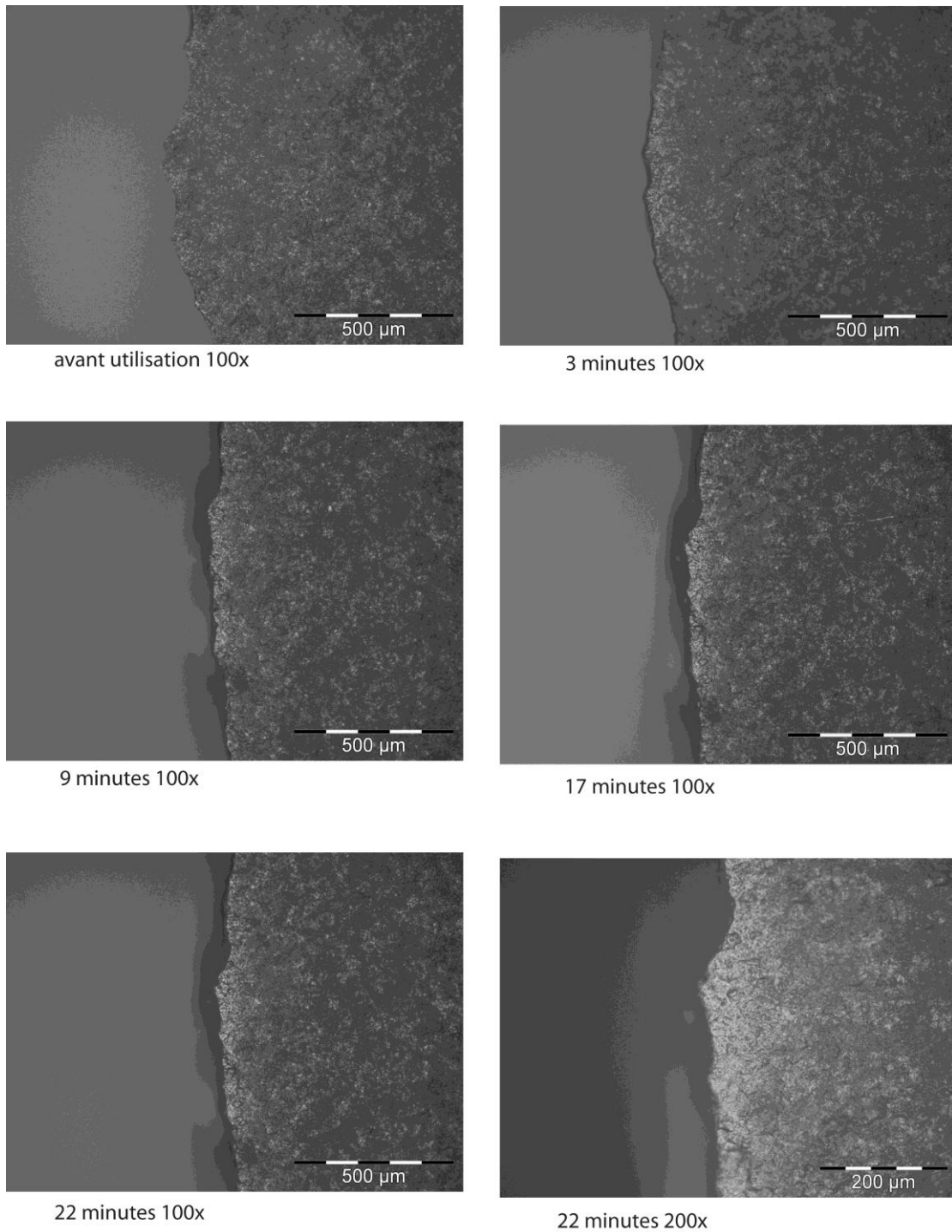
### **a. Expérimentations**

Dans le cadre de ce travail, nous avons réalisé un total de 25 expérimentations visant à obtenir des traces d'usure provenant du travail de la peau.

Le raclage de la peau laisse un émoussé du fil actif plus ou moins important, un poli plus ou moins brillant à trame serrée à compacte. Le poli est plus ou moins micro-piqueté et grenu (fig. 149). La répartition des traces et leur aspect est variable en fonction de l'état de la peau (fraîche, reverdie, sèche, rigide ou souple), du support, d'un éventuel ajout traitant (graisse, cendres). Le facteur temps peut avoir un impact important sur le développement des traces (fig. 150).



**Fig. 149 : Raclage de peau sèche de sanglier ocrée pendant une heure (face d'attaque). Un émoussé important affecte le fil du tranchant. Le poli est brillant, parsemé de micro-trous. Quelques stries transversales sont discernables (Photo L. Torchy).**



**Fig. 150 : Raclage d'une peau sèche de sanglier (très rigide). Nous constatons que le bord s'ébrèche rapidement et sa délinéation devient plus régulière au bout de trois minutes. Il y'a déjà quelques traces de poli qui sont plus marquées à partir de 9 minutes. Entre 17 et 22 minutes, le poli ne semble plus évoluer à cette échelle (Photos L. Torchy).**

Notre référentiel est encore trop modeste pour discerner les différentes étapes du travail de la peau, il existe des convergences de forme de trace selon les différents facteurs que nous ne maîtrisons pas. Certains auteurs ont d'ailleurs signalé qu'il existe un *continuum* entre les traces résultant du travail de la peau dans ses différents états (Keeley 1980, Plisson 1985, Vaughan 1985, Caspar 1988). Compte tenu du fait que les

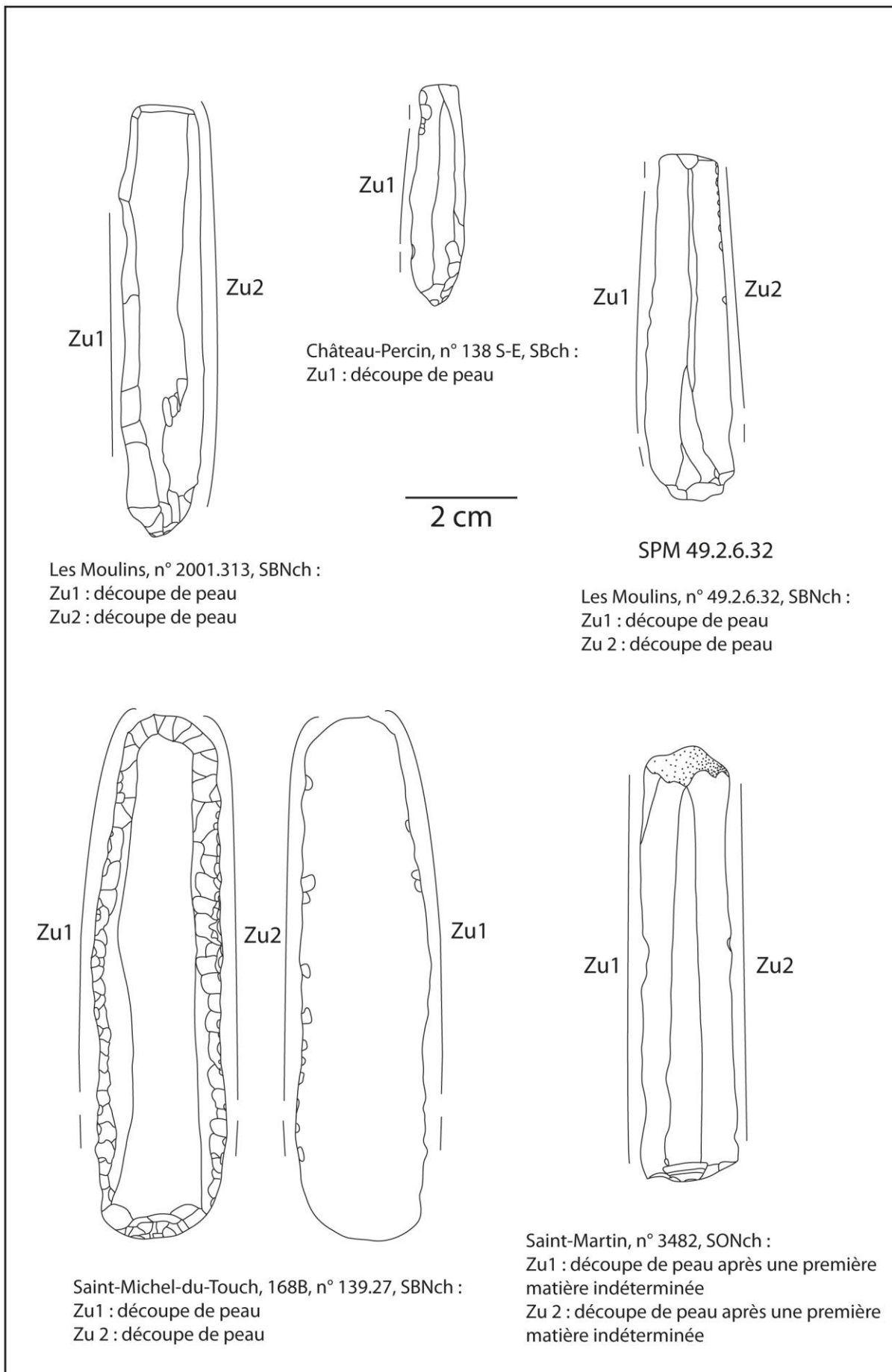
supports et les agents tannants ont pu être variables et ont aussi leur incidence sur l'état des traces, il serait pour nous hasardeux d'essayer d'interpréter l'état de la peau.

Par conséquent, pour l'analyse du mobilier archéologique, nous préférons donc nous contenter d'identifier les outils ayant travaillé la peau et de mettre l'accent sur le mode de fonctionnement, et non pas sur l'état de la matière.

## **b. Analyse du mobilier archéologique**

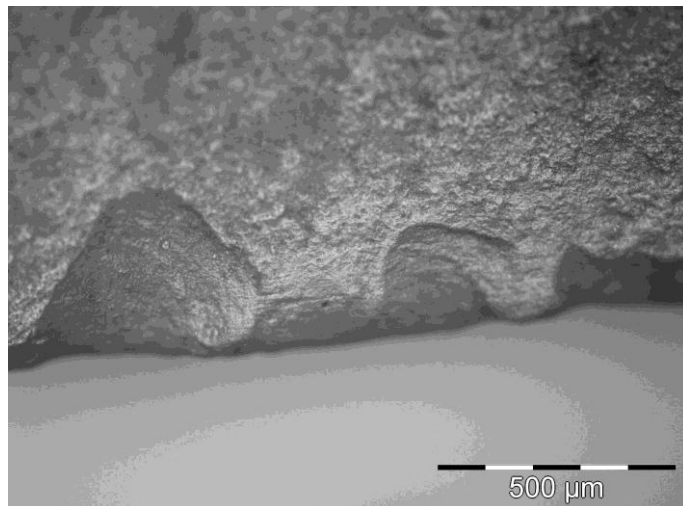
### **La découpe de la peau**

Les pièces ayant découpé de la peau présentent parfois quelques micro-écailllements, un poli grenu avec quelques fois des indicateurs linéaires, avec un émoussé du fil actif plus ou moins important (fig. 151 à 156).

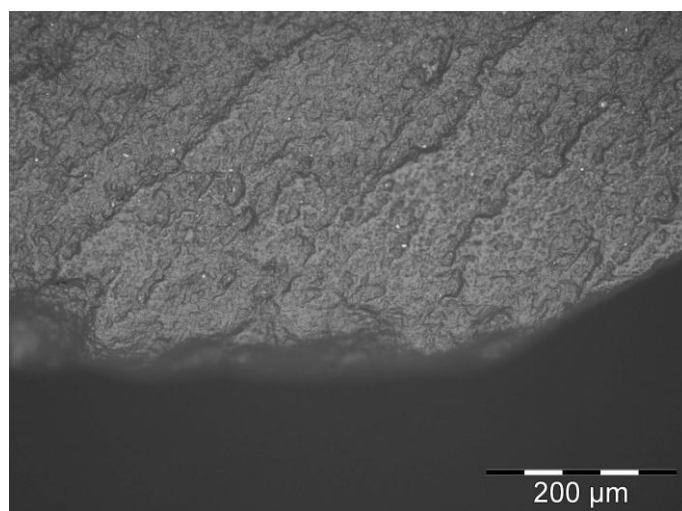
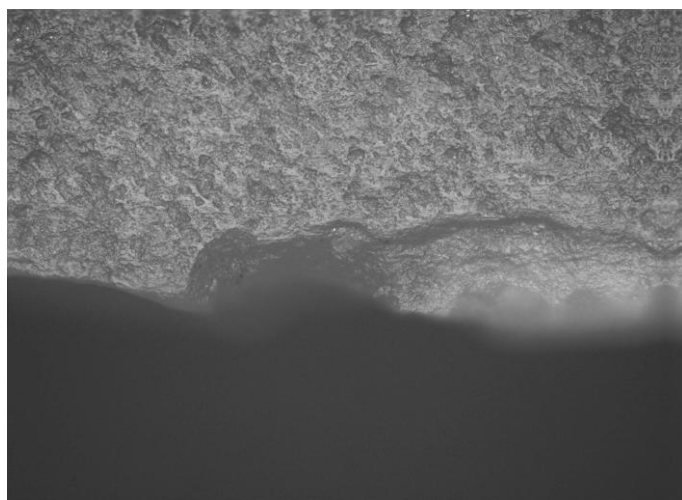


**Fig. 151 : éléments de découpe de peau (DAO L. Torchy).**

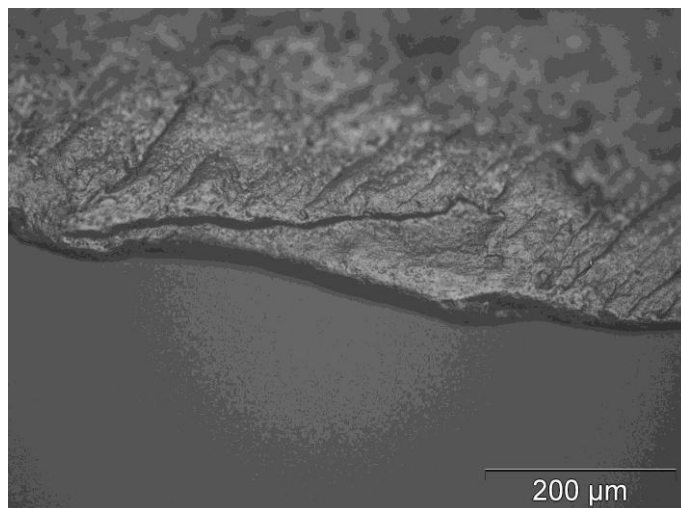




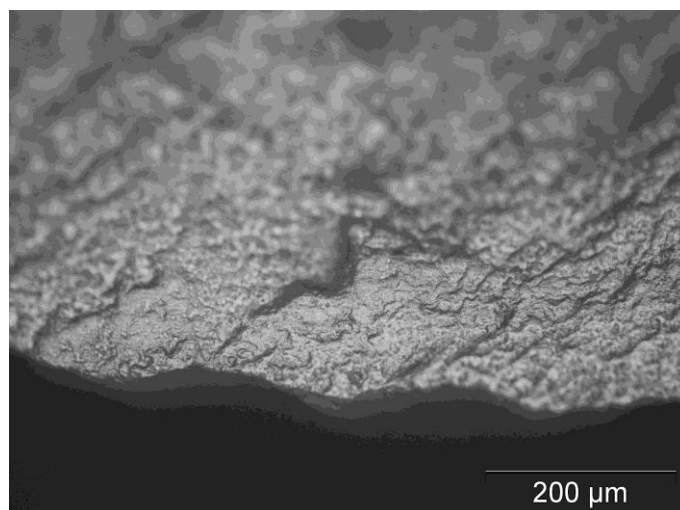
**Fig. 152 : Découpe de peau avec bord de lamelle en silex bédoulien chauffé. Des ébréchures isolées affectent le bord qui était brut à l'origine. Le poli est très grenu ce qui lui donne un aspect mat. Des stries longitudinales nous indiquent le mode de fonctionnement (ChP, n° St14bis). (Photo L. Torchy).**



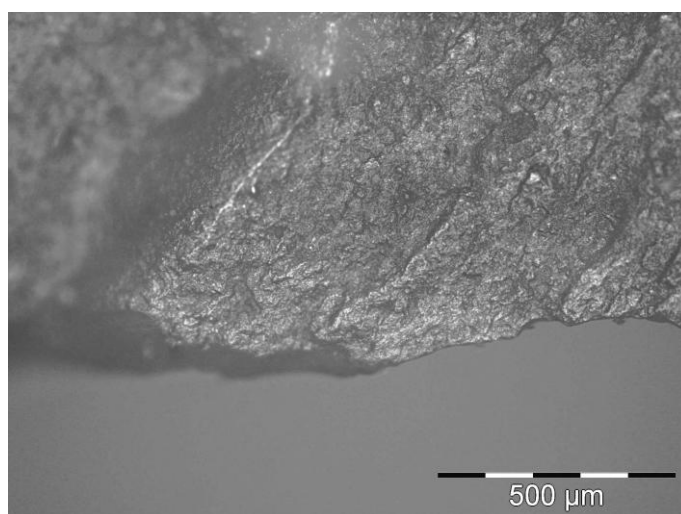
**Fig. 153 : Découpe de peau avec les deux bords d'une lame en silex oligocène non chauffé (MAL n° 3428), après une probable première utilisation indéterminée. L'aspect grenu du poli nous rappelle les pièces ayant découpé de la peau, mais toutefois, la trame de celui-ci semble correspondre à une précédente utilisation. (Photos L. Torchy).**



**Fig. 154 : Découpe de peau avec lamelle en silex bédoulien chauffé (StA n° 2104). Il s'agit d'un poli mat micropiqueté avec quelques stries longitudinales. Le fil du tranchant est très émoussé (Photo L. Torchy).**



**Fig. 155 : Découpe de peau avec lamelle en silex oligocène non chauffé (StA n° 2606). Le poli est légèrement brillant, son aspect est grenu. (Photo L. Torchy).**



**Fig. 156 : Découpe de peau avec lame en silex bédoulien non chauffé (SMT n° 2017). Seules les parties le plus élevées de la microtopographie sont affectées par ce poli d'aspect micropiqueté. Il semble donc que la matière travaillée était assez rigide. (Photo L. Torchy).**

### **Matières premières utilisées :**

En ce qui concerne le choix des matières premières, il ne semble pas y avoir eu de sélection préférentielle de silex chauffé ou non chauffé (fig. 157).

<b>Matières premières</b>	<b>MAL</b>	<b>SPM</b>	<b>L'Her</b>	<b>StA</b>	<b>AUR</b>	<b>SMT</b>	<b>ChP</b>	<b>Effectif total</b>
Silex bédoulien non chauffé	-	7	1	6	1	6	3	24
Silex bédoulien chauffé	1	6	5	2	2	-	1	17
Silex oligocène non chauffé	1	-	-	1	-	-	-	2

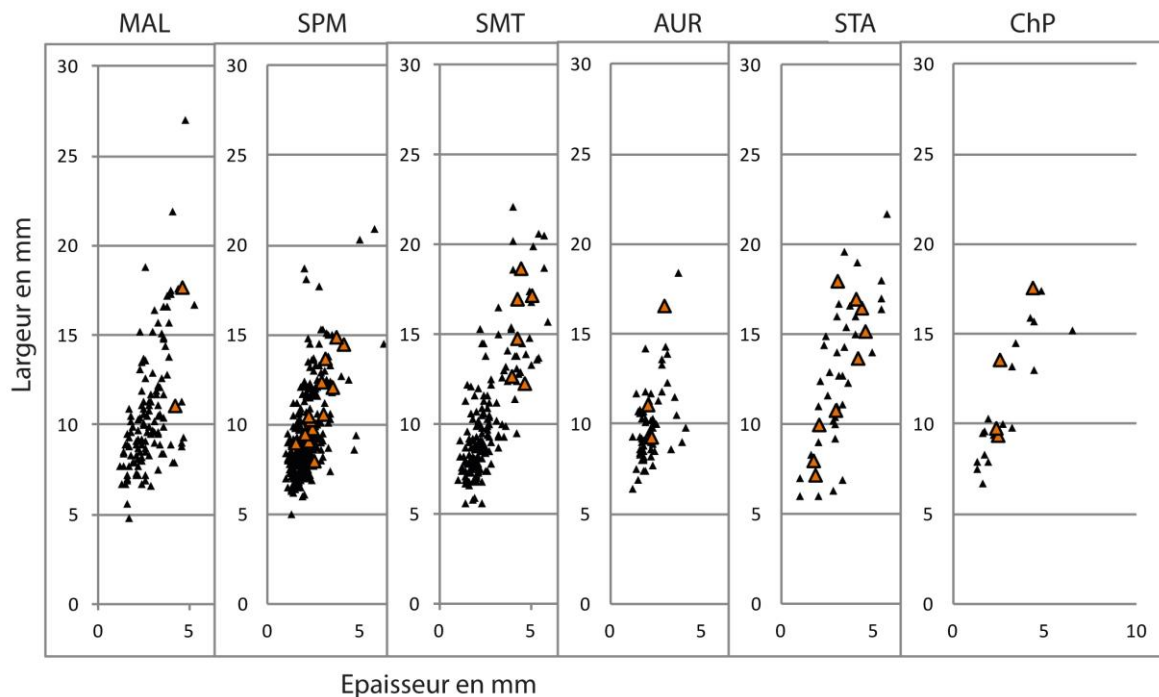
**Fig. 157 : Décompte des matières premières.**

*A priori*, le traitement thermique n'est pas un facteur de sélection des outils mais nous devons rester réservés car nous ignorons dans quelles étapes du traitement des peaux les outils de découpe sont intervenus. La peau peut avoir été découpée aussi bien à l'état frais que déjà transformée en cuir, ainsi il peut y avoir eu une sélection préférentielle de certaines matières premières selon l'étape de la chaîne opératoire.

### **Module des supports pour la découpe de peau :**

En général, les modules des outils ayant découpé de la peau sont très variés (fig. 158), mais nous pouvons distinguer des groupes de points selon les sites. Par exemple, sur le site de Saint-Michel-du-Touch, il n'y a pas eu pas de découpe avec des lamelles mais uniquement avec des lames de plus de 12 millimètres de largeur.

Cette stratégie de sélection des supports peut avoir un lien avec l'étape de la chaîne opératoire qui lui incombe. Cependant, nous ne pouvons pas distinguer ces différentes étapes et par conséquent, nous ne pouvons pas nous prononcer sur la motivation exacte du choix des modules.



**Fig. 158 : Module des pièces ayant découpé de la peau (en marron), comparé au module des autres pièces de l'échantillon (en noir). Selon les sites, les outils sont sélectionnés parmi les lames, les lamelles ou les deux. Nous ignorons s'il s'agit de choix liés aux activités réalisées ou à la composition des assemblages (DAO L. Torchy).**

### Codes opératoires utilisés :

Les lame(lle)s à section trapézoïdale ont été les plus utilisées (fig. 159), c'est à dire celles de code 123/321 (L14) et celles de code 212' (L15).

Codes opératoires	MAL	SPM	L'Her	StA	AUR	SMT	ChP	Effectif total
L13	-	2	3	-	-	-	-	5
L14	-	5	2	3	-	1	1	12
L15	1	3	1	3	3	3	-	14
L16	-	2	-	-	-	-	1	3
L4	1	1	-	-	-	2	2	6
Lind	-	-	-	3	-	-	-	3

**Fig. 159 : Codes opératoires utilisés. Les lame(lle)s de plein débitage sont les plus utilisées.**

Cela montre que ce sont les lamelles correspondant à l'optimum de débitage qui ont été les plus utilisés. Cependant, il semble de pas y avoir de préférence significative entre les lamelles de code opératoire 123/321 et celles de code opératoire 212'. L'agencement des lamelles lors du débitage ne semble donc par présenter d'intérêt fonctionnel.

### Localisation et morphologie de la partie active :

La partie active utilisée est un bord brut dans 51 cas, et un bord pourvu de retouches semi-abruptes dans 16 cas (fig. 160).

Morphologies	MAL	SPM	L'Her	StA	AUR	SMT	ChP	Effectif total
Retouches semi-abruptes	-	1	-	6	-	8	1	16
Bords bruts	3	22	11	4	4	3	4	51

**Fig. 160 : Morphologie des bords utilisés. Il s'agit la plupart du temps de bords bruts.**

Cela montre que le support recherché est un support à bord brut, mais que dans quelques cas, la durée de vie de l'outil peut-être prolongée grâce à un ravivage par des retouches semi-abruptes.

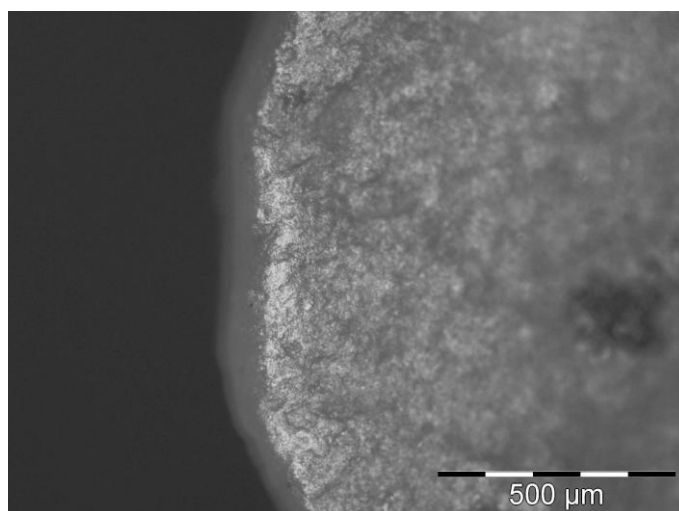
### **Bilan sur la découpe de la peau :**

Il existe une forte variabilité dans le choix des lame(lle)s destinées à couper de la peau. On utilise quasiment autant de supports sur silex chauffé que sur silex non chauffé, et sur les sites où cette matière première est disponible, on utilise aussi le silex oligocène. Les modules des pièces sont très variables, et ne sont pas forcément dépendants des disponibilités sur les différents sites. On utilise le plus souvent un bord brut (51 ZU), mais aussi un bord façonné par des retouches semi-abruptes (16 ZU).

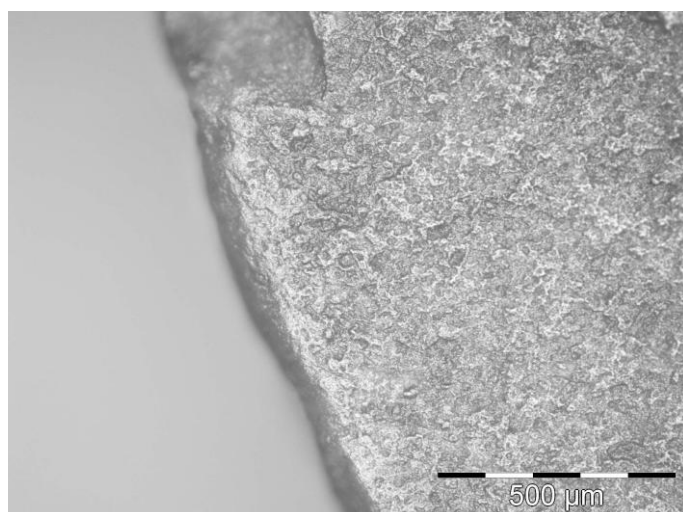
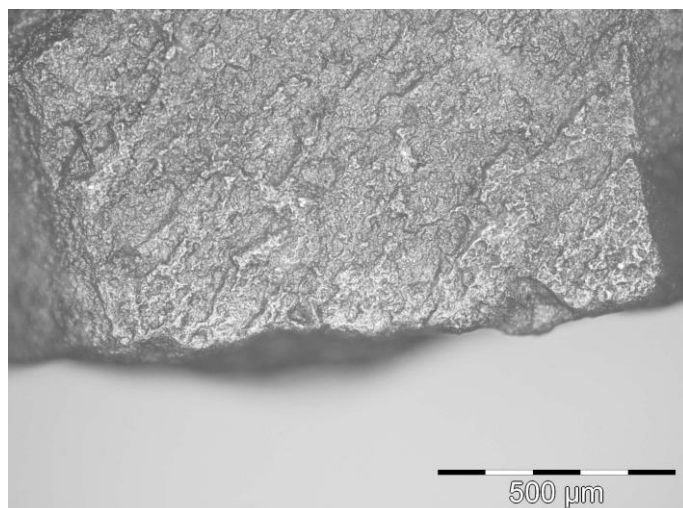
Cette variabilité peut s'expliquer par la multitude d'étapes lors desquelles la peau peut-être découpée. Son état peut varier de fraîche à sèche, être plus ou moins rigide, et être posée ou tendue sur différents supports, ce qui peut expliquer les différents besoins en outillage, mais notre référentiel expérimental de pièces ayant découpé de la peau ne nous permet pas d'aller plus loin pour le moment. Dans un contexte économique basé au moins en partie sur les échanges, la variabilité existant entre les différents sites pourrait peut-être s'expliquer par une éventuelle segmentation des étapes du travail de la peau dans l'espace et le temps. Pour approfondir cette idée et tester cette hypothèse, un échantillonnage plus conséquent est à prévoir.

### **Le raclage de la peau**

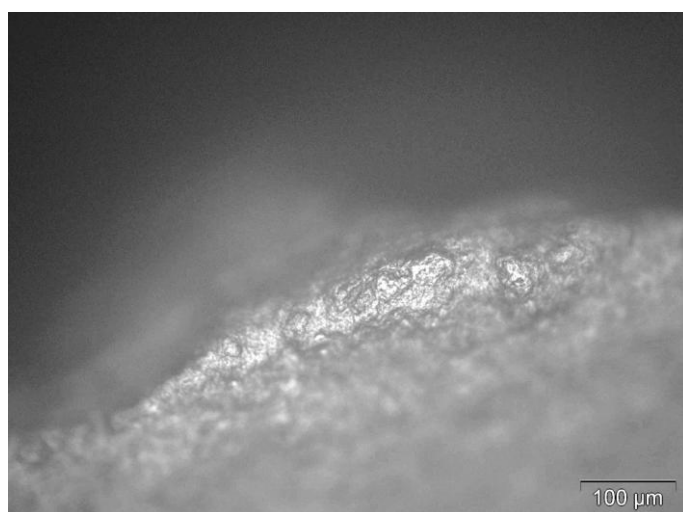
Les outils ayant raclé de la peau présentent un émoussé plus ou moins important associé à un poli grenu plus ou moins brillant (fig. 161 à 164).



**Fig. 161 : Raclage de peau avec l'extrémité distale de lame en silex bédoulien non chauffé (SMT A283 n° 740). Le fil du tranchant est très émoussé, le poli est d'aspect brillant et micropiqueté. Sa limite est franche (Photo L. Torchy).**



**Fig. 162 : Raclage de peau avec bord et cassure proximale de lame en silex de Los Monegros (SMT A150 n° 1122). Le fil du tranchant est très émoussé, le poli est d'aspect micropiqueté et moins brillant que sur le cas précédent, sa limite est floue (Photo L. Torchy).**



**Fig. 163 : Raclage de peau avec extrémité distale de lame en silex bédoulien non chauffé (StA n° 2378). Le fil du tranchant est très émoussé, le poli est d'aspect brillant et micropiqueté. Sa limite est franche (Photo L. Torchy).**

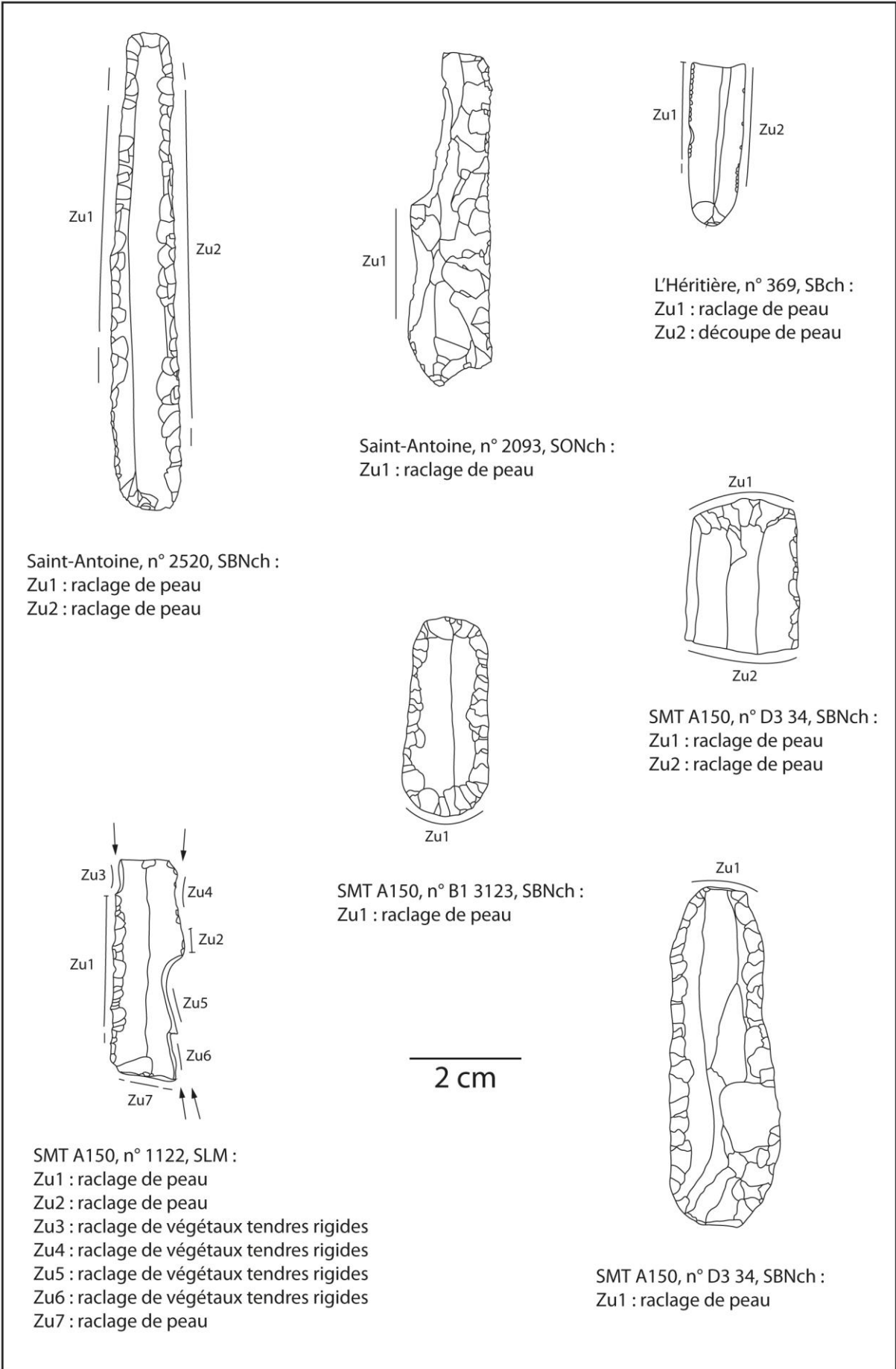


Fig. 164 : Eléments ayant raclé de la peau. (DAO L. Torchy).

## Matières premières utilisées :

Les matières premières utilisées sont principalement le silex bédoulien non chauffé et le silex de Los Monegros sur le site de Saint-Michel-du-Touch (fig. 165).

Matières premières	MAL	SPM	L'Her	StA	AUR	SMT	ChP	Effectif total
Silex bédoulien non chauffé	-	2	2	5	-	4	-	13
Silex bédoulien chauffé	-	1	-	-	-	-	-	1
Silex de Los Monegros	-	-	-	-	-	3	-	3

Fig. 165 : Décompte des matières premières. Le silex bédoulien non chauffé est le plus utilisé, ainsi que le silex de Los Monegros sur le site de Saint-Michel-du-Touch.

## Module des supports pour le raclage de peau :

Les lames utilisées sont en général plutôt larges et robustes (fig. 166).

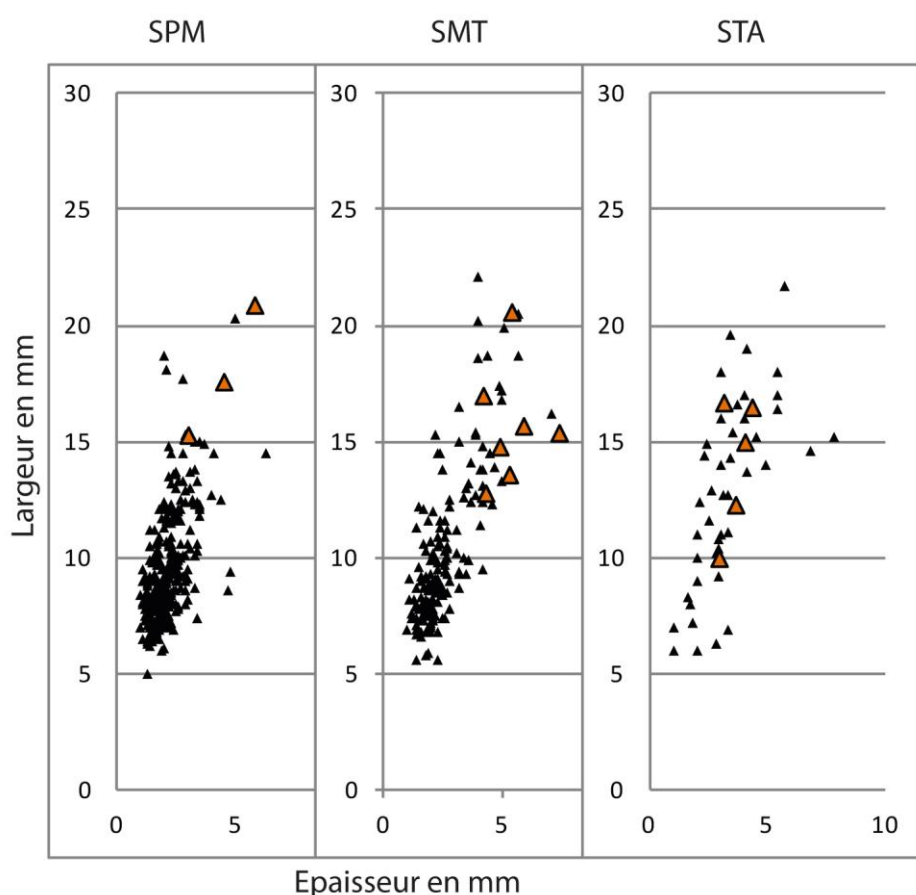


Fig. 166 : Module des pièces utilisées pour racler de la peau (en marron), comparé au module des autres pièces de l'échantillon (en noir). On remarque que les modules les plus robustes sont sélectionnés pour le raclage de peau (DAO L. Torchy)

## Localisation et morphologie de la zone active :

On note aussi bien l'utilisation des extrémités que l'utilisation des bords (fig. 167), la récurrence est notable au niveau de la morphologie puisque l'on a utilisé principalement des bords façonnés par retouches semi-abruptes (fig. 168).



Zones actives	MAL	SPM	L'Her	StA	AUR	SMT	ChP	Effectif total
Bords	-	2	-	7	-	2	-	11
Extrémités	-	-	2	1	-	7	-	10
Angles	-	1	-	-	-	-	-	1

**Fig. 167 : Localisation des parties actives. En fonction des sites, on utilise préférentiellement soit les bords, soit les extrémités.**

Morphologies	MAL	SPM	L'Her	StA	AUR	SMT	ChP	Effectif total
Retouches semi-abruptes	-	3	-	7	-	9	-	19
Cassures	-	-	2	-	-	-	-	2
Bords bruts	-	-	-	1	-	-	-	1

**Fig. 168 : Morphologie des parties actives. Elles sont le plus souvent retouchées par retouches semi-abruptes.**

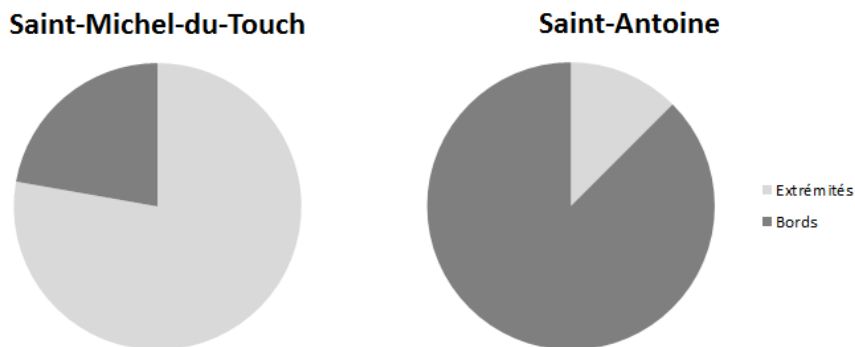
### **Ravivage/réutilisation/recyclage :**

Les ravivages ne sont pas prouvés mais supposés par de nouvelles générations de retouches semi-abruptes. Des réutilisations sont attestées par l'utilisation d'une autre zone (autre bord ou autre extrémité, fig. 164) On note un cas de recyclage pour un mouvement différent mais sur la même matière : le raclage et la découpe de peau sur une même pièce sur le site de l'Héritière (pas de chronologie certaine).

### **Bilan sur le raclage de la peau :**

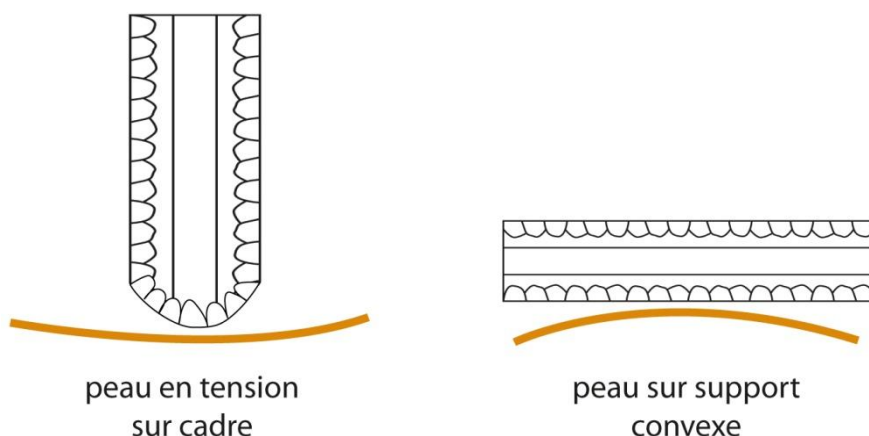
Le choix de centrer l'étude sur les productions lamino-lamellaires a bien évidemment une forte incidence sur la tentative de reconstitution du sous-système technique du travail des peaux, puisque nous savons qu'une bonne proportion des grattoirs sur éclats du Chasséen ont raclé de la peau (Gassin 1996 ; Torchy et Gassin 2011) et qu'ils n'ont pas été étudiés ici. Nous voulons mettre en évidence ici le rôle des productions lamino-lamellaires dans ce sous-système technique. Les supports privilégiés sont sur silex non chauffé, sélectionnés parmi les modules les plus importants. Dans 19 cas sur 22, la partie active est façonnée par retouches semi-abruptes, ce qui lui donne un angle de taillant très robuste.

Deux possibilités s'opposent quant au choix des zones utilisées : les bords ou les extrémités (fig. 169).



**Fig. 169 : Localisation des zones d'utilisation pour le raclage des peaux sur les deux sites où cette activité est bien représentée sur les productions lamino-lamellaires. (DAO L.Torchy).**

Dans le cas de l'utilisation d'une extrémité, la partie active est souvent convexe alors que les bords ont une délinéation rectiligne. Ces différences morphologiques font que ces outils ne semblent pas adaptés pour fonctionner sur les mêmes supports. Par exemple un grattoir convexe est plus adapté au raclage sur une peau en tension qui devient plus ou moins concave sous la pression, alors qu'un bord rectiligne est plus adapté à un support plat ou légèrement convexe (fig. 170). D'ailleurs, la répartition des traces sur les bords utilisés plaide souvent pour un support convexe.



**Fig. 170 : Hypothèses de fonctionnement des outils pour le raclage de peau. Il s'agit d'une vision schématique, la convexité de la peau en tension sur un cadre est exagérée pour mieux montrer l'effet de la pression de l'outil (DAO L. Torchy).**

Les capacités de raffutage et de recyclage sont différentes selon les cas. Un grattoir sur lame peut-être l'objet de nombreux ravivages. Il peut être façonné sur une des extrémités d'une lame déjà utilisée. Un bord de lame possède une partie active plus longue, mais le nombre de générations de ravivage est plus restreint. Enfin, l'emmanchement axial reconnu par des critères tracéologiques (Rots 2008, Ménard 2008), attesté en contexte chasséen pour les grattoirs sur éclats ou sur lames, comme par exemple sur le site du Pirou à Valros, Hérault (Torchy et Gassin 2011), ne peut pas être envisagé pour l'utilisation d'un bord. En l'absence de trace d'emmanchement pour

ces racloirs latéraux, nous ne pouvons pas proposer d'hypothèse sur leur moyen de préhension.

Quoi qu'il en soit, la variabilité observée peut être chronologique ou géographique, comme cela a été proposé suite à l'étude de sites languedociens en comparaison des sites provençaux (Torchy et Gassin 2011). Il serait intéressant de dresser un inventaire complet des éléments ayant raclé la peau, sur tous supports, en contexte chasséen pour une étude approfondie.

### 3.1.1.3. Le travail des matières osseuses

Les matières osseuses ont pu être travaillées pour le façonnage de divers objets (outils, fig. 171, éléments de parure, armatures...).



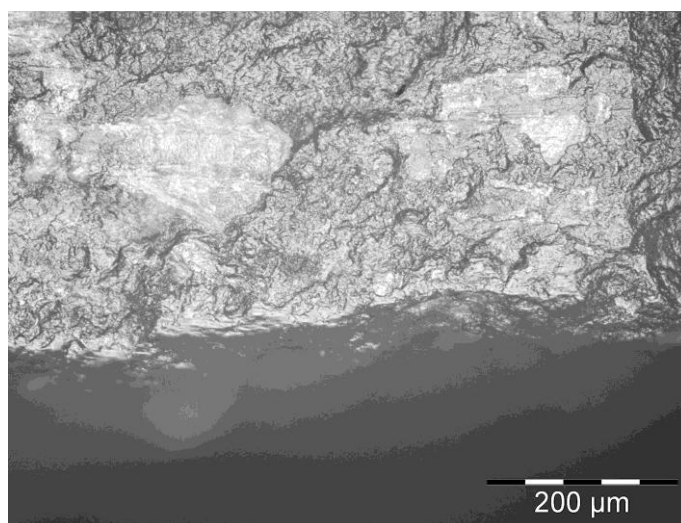
**Fig. 171 : Pointe façonnée à partir d'un tibia de petit ruminant provenant du site de Saint-Antoine (d'après Legrand-Pineau 2011).**

Les outils en silex peuvent être impliqués lors du raffutage par raclage sur des outils en os et du débitage par rainurage ou tronçonnage, et plus rarement pour le façonnage (Sénépart 1992). Toutefois, le recours au tronçonnage peut intervenir aussi dans les activités de boucherie (Helmer 1991, Gassin 1996). Il est par conséquent difficile, hors contexte, de discerner le tronçonnage pour le façonnage d'objets de celui opéré pour la séparation des pièces de boucherie. C'est pourquoi il convient de croiser les données tracéologiques avec les données issues des études de l'industrie osseuse et des restes fauniques.

#### **a. Expérimentations**

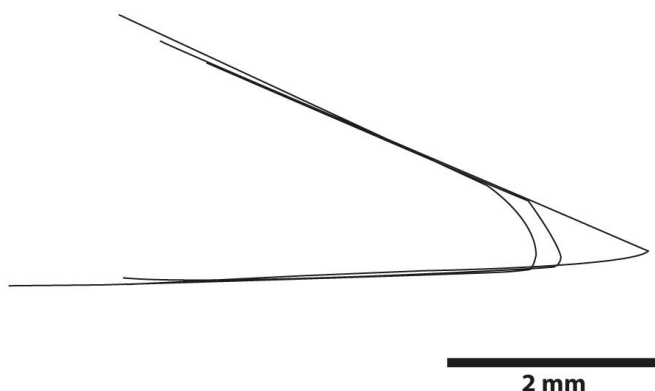
Le travail de l'os laisse de nombreux micros-écailllements qui peuvent être associés à un poli brillant d'extension marginale dans le cas d'un mouvement transversal et affectant le fil du tranchant et les nervures dans le cas d'un mouvement longitudinal. Ce poli est

dans la plupart des cas étiré dans le sens du mouvement à la manière d'un « rideau plissé » (fig. 172).



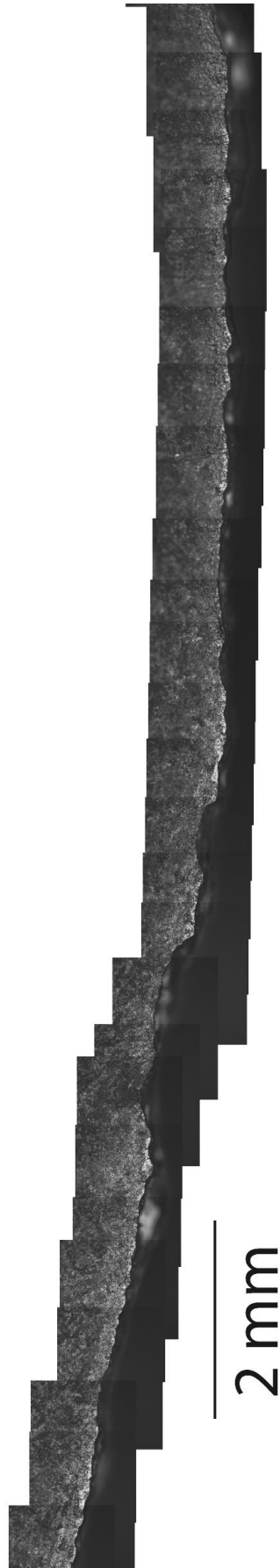
**Fig. 172 : Sciage d'os de cervidé pendant 30 minutes. Un poli lisse et brillant, étiré dans le sens du mouvement est visible sur le fil du tranchant ainsi que sur les parties les plus élevées de la microtopographie (Photo. L. Torchy).**

Ce poli se forme assez rapidement mais il n'est préservé que si le bord actif est stabilisé. Avant cela les nombreuses micro-ébréchures peuvent recouper les zones polies (fig. 173 à 175).

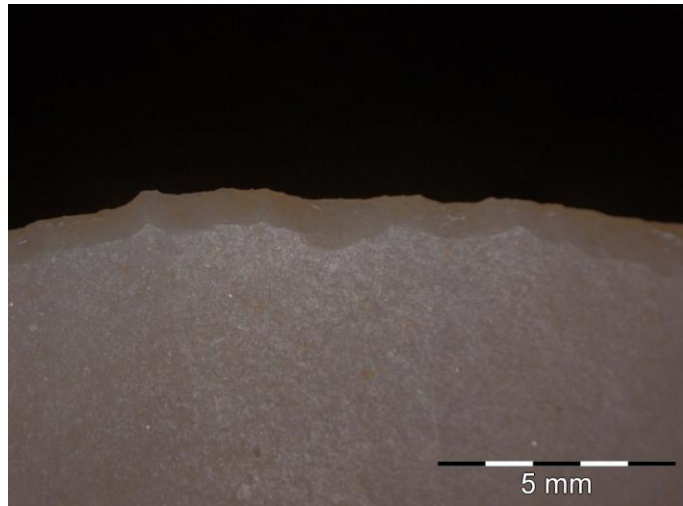


**Fig. 173 : Raclage d'os d'agneau en coupe négative (évolution du tranchant à 0, 10 et 20 minutes). Le fil commence par s'ébrécher, se stabilise et s'émousse à partir de 10 minutes de travail (DAO L. Torchy).**

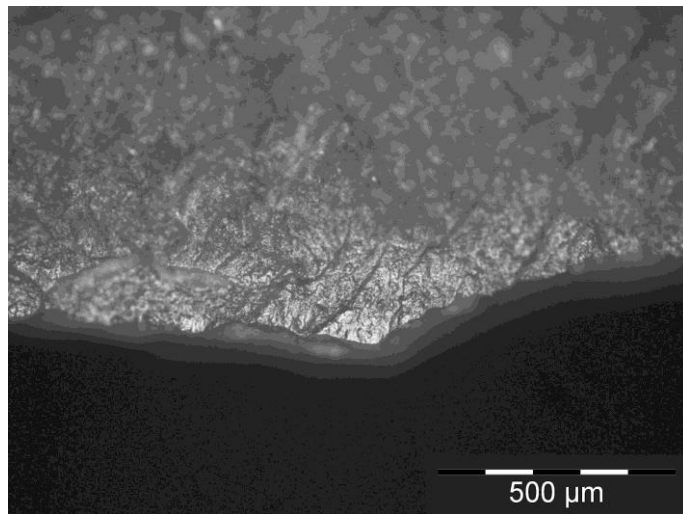
Lorsque le poli se développe, il apparaît souvent de façon discrète sous la forme de points brillants sur les parties saillantes (fig. 176) ou en bande sur le fil du tranchant mais toujours d'extension marginale (fig. 177 à 180).



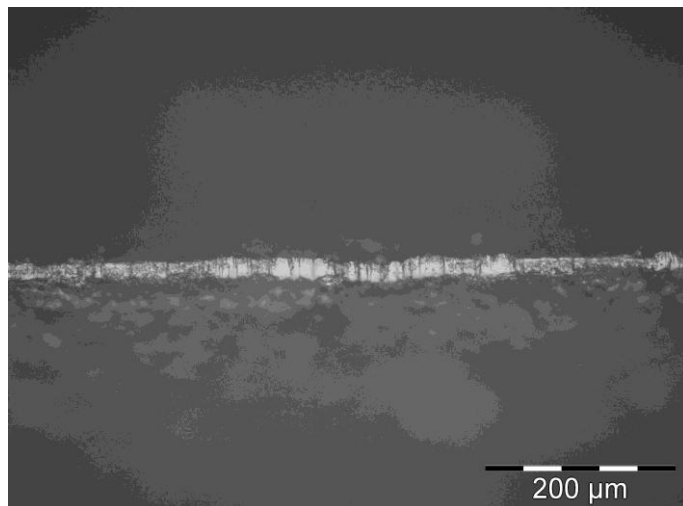
**Fig. 174 : Montage photo d'un bord ayant raclé de l'os, les zones brillantes (poli) sont entrecoupées par des micro-ébréchures. Ceci montre que selon la durée et intensité du travail, les nombreuses ébréchures peuvent recouper la majorité des points de poli. Les outils ayant travaillé l'os sont par conséquent plus difficile à reconnaître (Photos et DAO L. Torchy).**



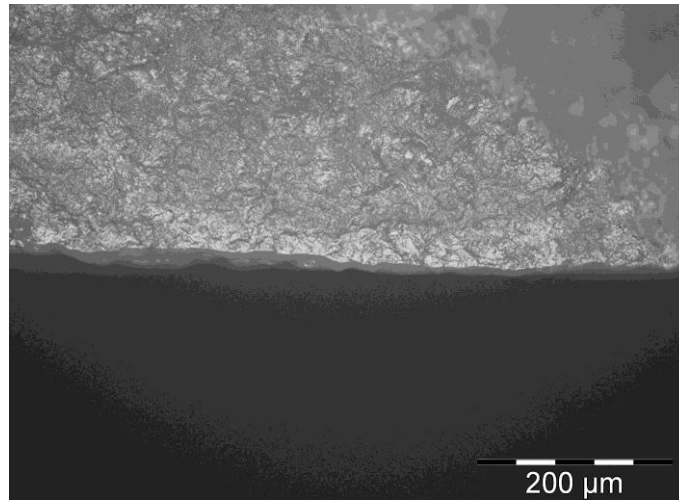
**Fig. 175 : Raclage d'os d'agneau en coupe négative pendant 20 minutes (ébréchures sur face en dépouille). (Photo L. Torchy).**



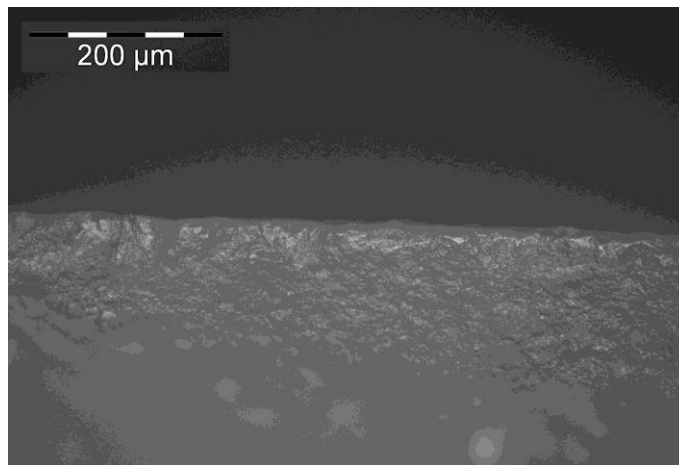
**Fig. 176 : Exp. 101, raclage d'os d'agneau en coupe négative pendant 20 minutes. Poli brillant marginal localisé uniquement sur les parties saillantes (face d'attaque). (Photo L. Torchy).**



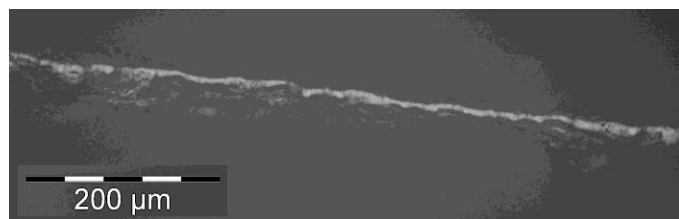
**fig. 177 : Raclage d'un os d'agneau frais en coupe négative pendant 30 minutes (face en dépouille). Bande de poli brillante, marginale à limite franche, avec nombreuses stries et étirements transversaux. (Photo L. Torchy).**



**Fig. 178 : Raclage d'os de cervidé pendant 30 minutes (face d'attaque). L'outil a un angle de taillant d'environ 60 degrés. Le poli est brillant et marginal, régulièrement disposé le long du bord, qui est dépourvu d'ébréchures. Ce résultat a été obtenu suite à un raclage délicat mais efficace, sur une surface régulière (Photo L. Torchy).**



**Fig. 179 : Raclage d'os de cervidé en coupe négative pendant 30 minutes (face en dépouille). Les points de poli sont très discrets (Photo L. Torchy).**

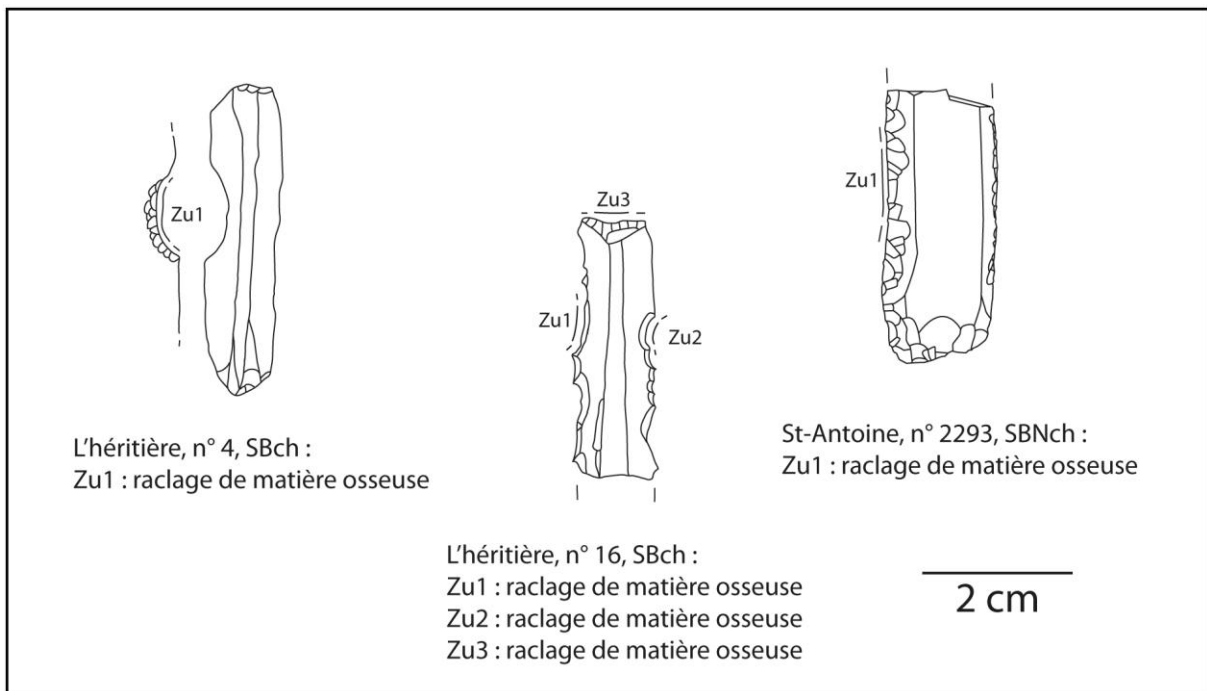


**Fig. 180 : Raclage d'os de cervidé en coupe négative pendant 30 minutes (fil du tranchant et face en dépouille). Le poli lisse et brillant est bien visible sur le fil du tranchant (Photo L. Torchy).**

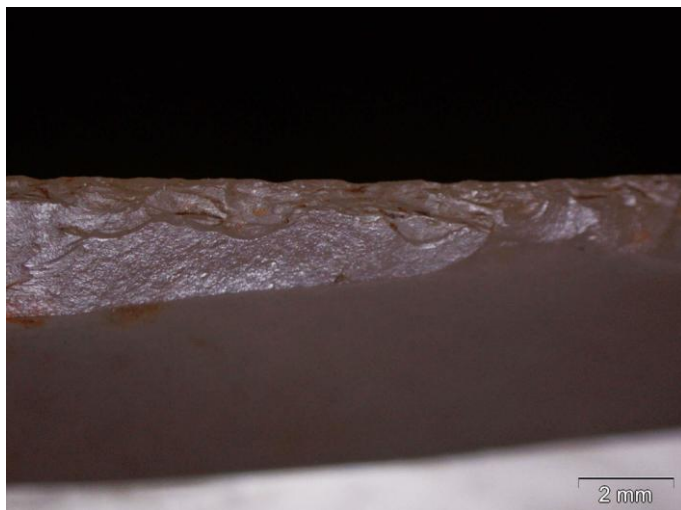
### **b. Analyse du mobilier archéologique**

Peu de pièces ont été diagnostiquées comme ayant travaillé des matières osseuses (sept outils correspondant à neuf zones d'utilisation). Les pièces ayant été utilisées pour du raclage (fig. 181) présentent des ébréchures importantes, superposées à terminaisons en marche (fig. 182), avec quelques points de poli sur le fil actif ou sur les parties les plus saillantes du bord (fig. 183), où à l'intérieur des coches. La seule pièce diagnostiquée comme ayant scié une matière osseuse (site des Moulins) présente quelques points de poli étirés dans le sens de la longueur.

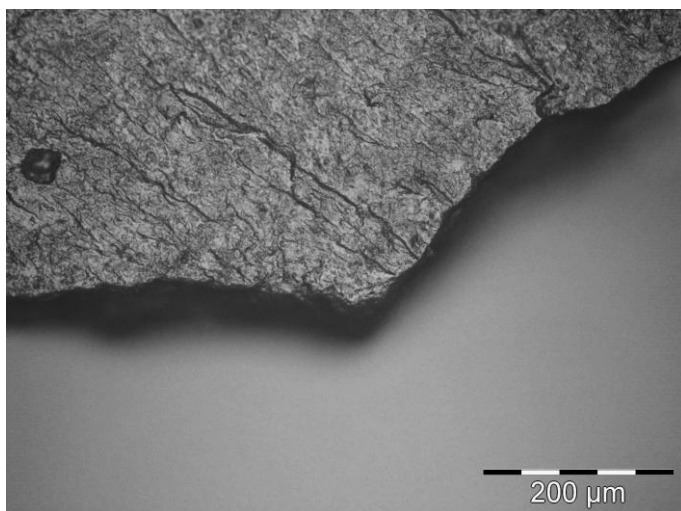




**Fig. 181 : éléments ayant travaillé des matières osseuses. (DAO L. Torchy).**



**Fig. 182 : ébréchures sur lame en silex bédoulien non chauffé ayant raclé des matières osseuses, face en dépouille (StA n° 2407). (Photo L. Torchy).**

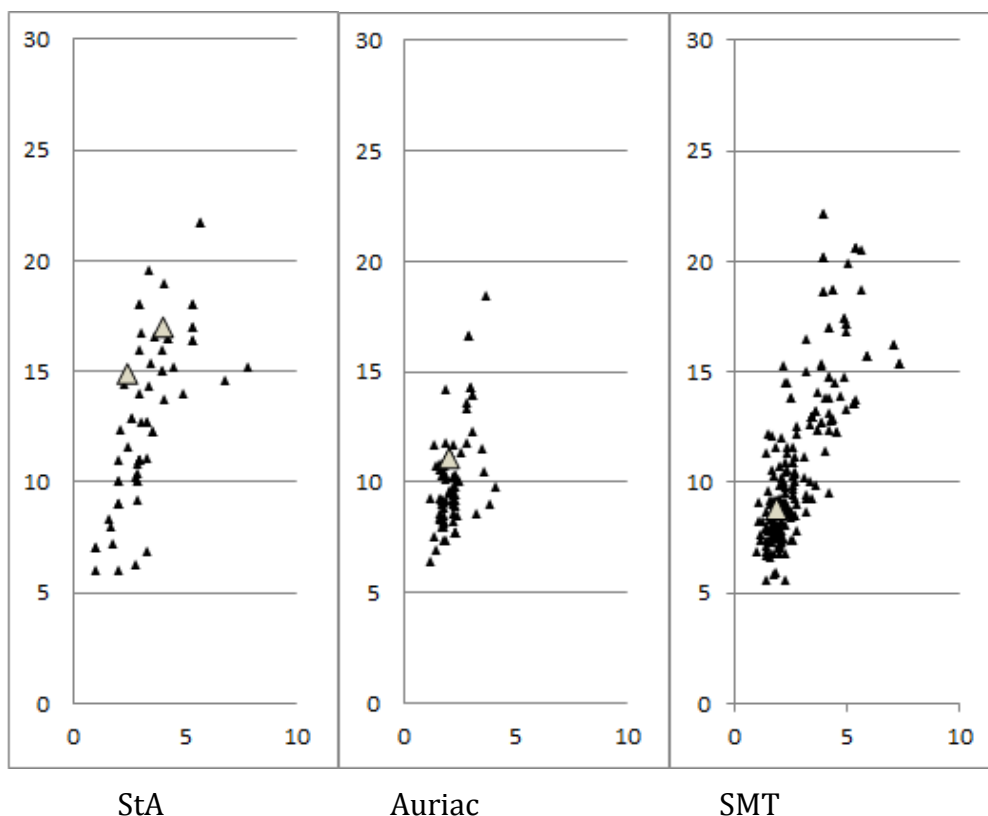


**Fig. 183 : Poli marginal sur lamelle en silex bédoulien chauffé ayant raclé des matières osseuses, face d'attaque (AUR n° h18.45). (Photo L. Torchy).**



## Module des supports :

Le module des supports est très variable (fig. 184).



**Fig. 184 : Module des éléments ayant raclé des matières osseuses (en gris), comparé au module des autres pièces de l'échantillon (en noir). Les deux supports provenant du site de l'Héritière ne sont pas représenté ici car leur épaisseur n'est pas connue. Pour comparaison, leurs largeurs sont de 9 et de 11 millimètres. (DAO L. Torchy).**

Cette variabilité de module pourrait révéler la diversité des tâches réalisées sur de l'os ou résulter du fait qu'il n'y ait pas de choix ou de contraintes techniques selon la taille du support. Cependant, ce trop faible effectif ne nous permet pas de développer cette idée.

## Matières premières :

Malgré le fait que l'effectif soit réduit, nous pouvons constater que le traitement thermique ne semble pas avoir été un facteur de sélection des pièces puisque le silex chauffé a été utilisé autant que le non chauffé (fig. 185). Cependant, nous devons rester réservés dans l'attente d'une étude sur un plus fort échantillon permettant une analyse statistique.

Matières premières	SPM	L'Her	StA	AUR	SMT	Total
Silex bédoulien non chauffé	1	-	2	-	-	3
Silex bédoulien chauffé	-	2	-	1	1	4

**Fig. 185 : Décompte par matières premières. Il semble que le traitement thermique ne soit pas un facteur de sélection des supports pour le travail de l'os.**

### **Croisement de données avec les études des industries osseuses :**

Le croisement des données (fig. 186) a été fait d'après les rapports de fouilles et publications : (MAL : Carrère, 2007, 2010 et 2011 ; SPM : Sénépart 2005 ; L'Her : Sénépart, 2011 ; StA : Legrand-Pineau 2011 ; AUR : Gaillard 1998 et 2000 ; SMT : Gaillard 2002 et 2003 ; ChP : Chandevau 2011).

	MAL	SPM	L'Her	StA	AUR	SMT	ChP
<b>Activités attestées par la tracéologie lithique (en nombre de Zu)</b>							
Raclage de matières osseuses	-	-	4	2	1	1	-
Sciage de matières osseuses	-	1	-	-	1 (fossé St2)	-	-
<b>Techniques de débitage attestées sur l'industrie osseuse</b>							
Percussion/flexion	-	oui	rare	oui	rare	rare	rare
Sciage/Rainurage	-	oui	oui	oui	oui	oui	non
<b>Techniques de façonnage et de raffûtage attestées sur l'industrie osseuse</b>							
Abrasion	-	oui	rare	oui	oui	oui	rare
Raclage	-	oui	oui	oui	non	N.C.	non

**Fig. 186 : Croisement entre données tracéologiques et étude de l'industrie osseuse. La mise en évidence de sciage, rainurage et raclage confirme que des outils en silex ont probablement été utilisés pour le débitage, façonnage et réaffûtage des outils en os.**

### **Bilan sur le travail des matières osseuses :**

Sur l'ensemble des supports lamino-lamellaires observés, c'est-à-dire 707, seulement 7 ont été diagnostiqué comme ayant travaillé des matières osseuses (9 zones d'utilisation). Par comparaison avec les résultats obtenus à partir des études des industries osseuses, cet effectif peut sembler trop réduit et peut s'expliquer par plusieurs raisons :

- La majorité des pièces ayant été utilisées pour cette activité sont des éclats.
- Les traces peuvent être très discrètes, sous l'aspect de quelques spots de poli disséminés sur la partie active et visibles uniquement avec un certain angle d'observation. Ces pièces peuvent donc être plus facilement manquées lors de l'observation tracéologique.
- Les nouvelles générations d'ébréchures peuvent enlever ces spots de polis et donc générer des traces non diagnostiques (ces pièces se retrouvent classées dans celles ayant travaillé des matières dures indéterminées)
- Le poli d'os est plus fragile et peut être altéré plus rapidement que les autres polis. Si l'on admet l'hypothèse selon laquelle le poli d'os est constitué de phosphore et de calcium (Christensen et Walter 1992, Christensen 1997 et 1998, Walter 2003), ce poli

peut être dissout pas l'acide nitrique que l'on peut trouver dans les eaux (pluies acides, engrais) qui percolent entre les sédiments.

En attendant de compléter les études tracéologiques sur les supports autres que le lamino-lamellaire, nous ne pouvons qu'émettre ces hypothèses. Par ailleurs, nous devons garder en tête que lors de l'élaboration de spectres fonctionnels sur un site, le différentiel de conservation ou de reconnaissance des traces peut induire des sous-représentations. Nous proposons une méthode de pondération en synthèse, pour le moment très théorique mais qui selon nous, pourrait aboutir à des perspectives intéressantes.

### **3.1.2. Le travail des matières végétales**

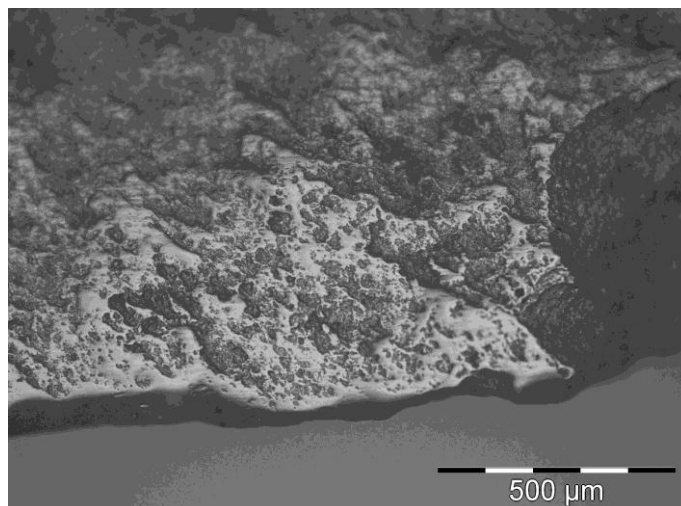
Ce chapitre est subdivisé en trois parties : la coupe des végétaux tendres, le sciage du bois et le raclage des végétaux. Cependant, la distinction entre végétaux tendres et végétaux durs n'est pas toujours évidente. Par conséquent, des explications concernant le classement dans telle ou telle catégorie sont données dans les différentes parties. Le terme « sciage » peut lui aussi être critiqué, et c'est pourquoi nous en discutons dans la partie concernée.

#### **3.1.2.1. La coupe des végétaux tendres**

Les végétaux que nous classons comme végétaux tendres sont toutes les plantes herbacées possédant peu de lignine et par conséquent peu rigides. Il existe un *continuum* entre ces plantes et les plantes très ligneuses, nous devons par conséquent fixer une limite empirique et faire ce choix en fonction du geste : les végétaux tendres sont les végétaux qui peuvent être généralement être coupés par une lame de silex en un seul mouvement.

##### **a. Expérimentations**

Les pièces ayant coupé des végétaux tendres présentent un poli brillant souvent visible à l'œil nu et des ébréchures plus ou moins importantes. À fort grossissement, le poli est lisse à trame compacte à semi-serrée. De fines stries longitudinales, plus ou moins nombreuses, quelquefois en pointillés peuvent être visibles sur le poli. Quand les traces sont bien développées (fig. 187), la reconnaissance des pièces ayant coupé des végétaux tendres est assez évidente (Korobkova 1978, Anderson-Gerfaud 1981 et 1982, Unger-Hamilton 1985 et 1988, Van-Gijn 1990, Anderson 1991 et 1992, Juen Jensen 1994).

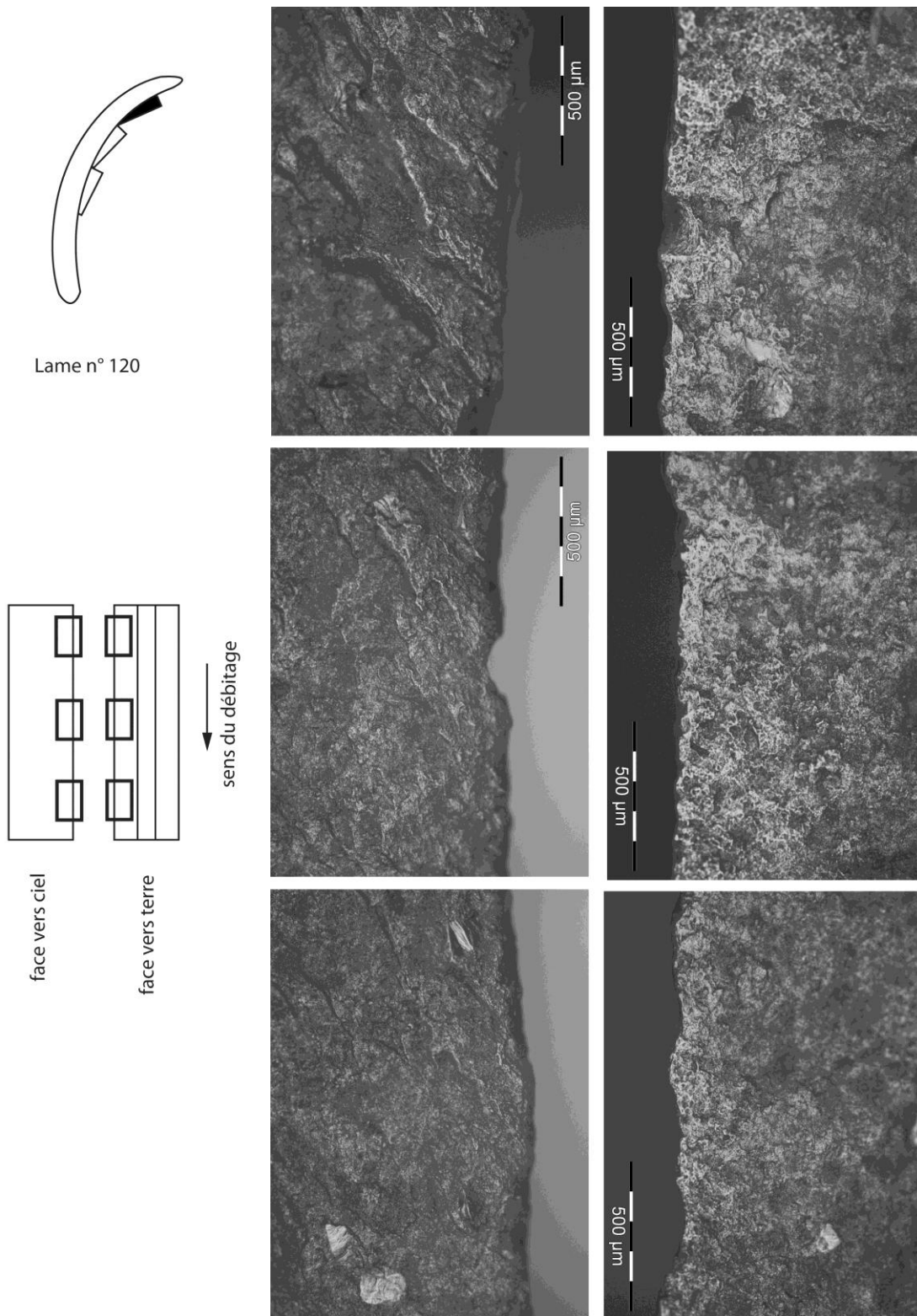


**Fig. 187 : Expérimentation de B. Gassin, moisson de *triticum compactum* pendant 2 heures. Le poli est d'aspect lisse, peu strié, sur un trame semi-serrée à compacte (Photo L. Torchy).**

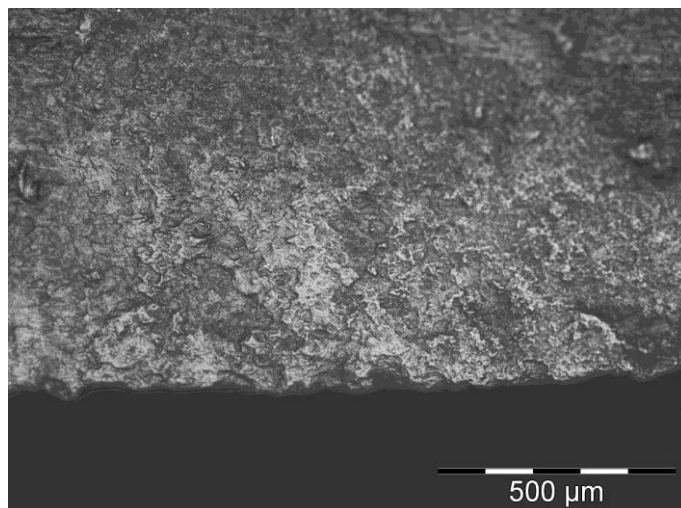
En revanche, ce n'est pas le cas lorsque les traces sont peu développées, c'est-à-dire lors d'utilisations brèves. En effet, si l'on ne prête attention qu'à l'aspect général du poli, il peut exister un risque de confusion avec les traces générées par le sciage ou le rainurage de végétaux plus rigides comme le bois (Torchy et Gassin 2011). Nous avons donc décidé de centrer notre référentiel sur cet aspect, pour essayer de distinguer des critères fiables.

Lors d'expérimentations pour la moisson de blé engrain (*triticum monococcum*) pendant 45 minutes (75 m<sup>2</sup> coupés) pour chaque session, les éléments ont été insérés obliquement dans un manche courbe afin de favoriser les différences de développement de traces causées par une répartition déséquilibrée sur chaque élément (fig. 188).

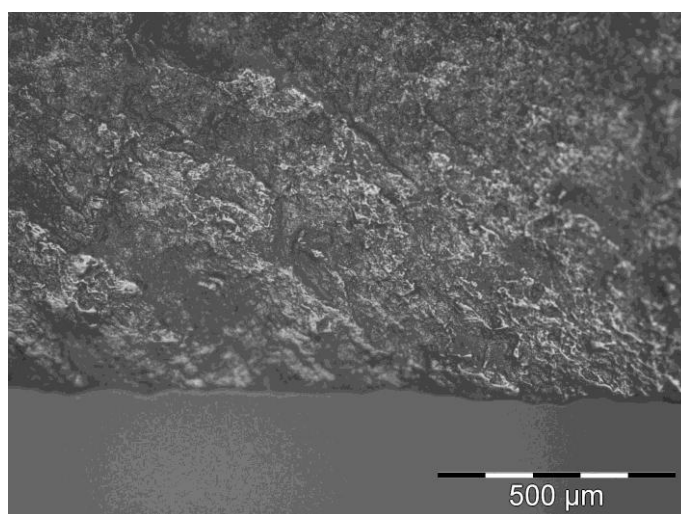
L'extension transversale du poli est plus ou moins couvrante, formant un gradient progressif du bord vers l'intérieur de la pièce. La limite de la zone polie est par conséquent assez floue. Dans certaines zones la trame est encore ouverte et les micro-dépressions les moins profondes sont déjà affectées par des taches de poli sauf dans quelques cas lorsque le relief de la pièce est important (fig. 189 et 190). Lors du travail du bois, les micro-dépressions ne sont jamais affectées à partir d'une certaine profondeur puisque la matière travaillée est plus dure, l'extension transversale est modérée et la limite du poli est plus nette.



**Fig. 188 : Répartition des traces sur un des éléments de faucille après 45 minutes de travail (75 m<sup>2</sup> de blé coupé). Le développement du poli est différent d'une face à l'autre. L'observation du développement des traces après quelques dizaines de minutes permet de discuter des convergences possibles avec les traces résultantes du travail du bois. (Photo L. Torchy).**



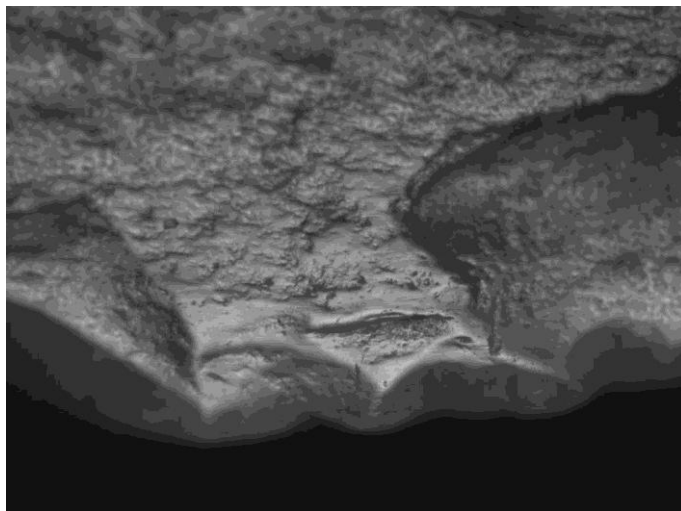
**Fig. 189 : Élément 122. 1T. La trame du poli est semi-serrée à serrée selon les zones. Les parties les plus basses de la microtopographie sont affectées par ce poli, ce qui causé par le fait que les végétaux coupés soient tendres. (Photo L. Torchy).**



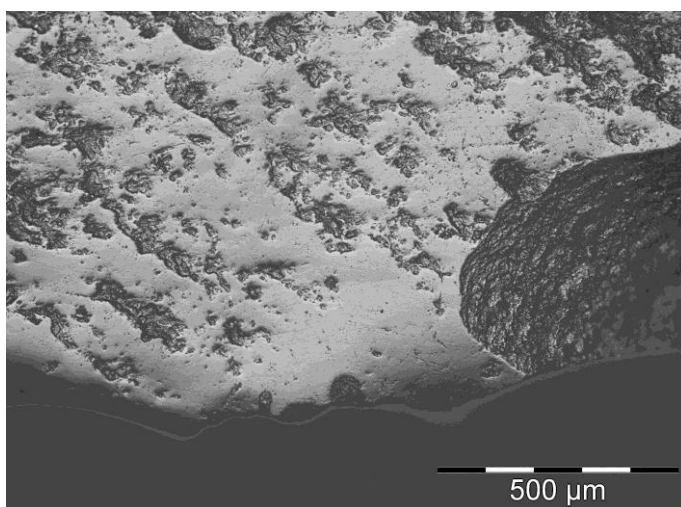
**Fig. 190 : Élément 124.1T. Sur cet élément, la trame est beaucoup plus ouverte, il semble que le fort relief favorise une formation du poli uniquement sur les parties les plus élevées de la microtopographie. (Photo L. Torchy).**

### **b. Analyse du mobilier archéologique**

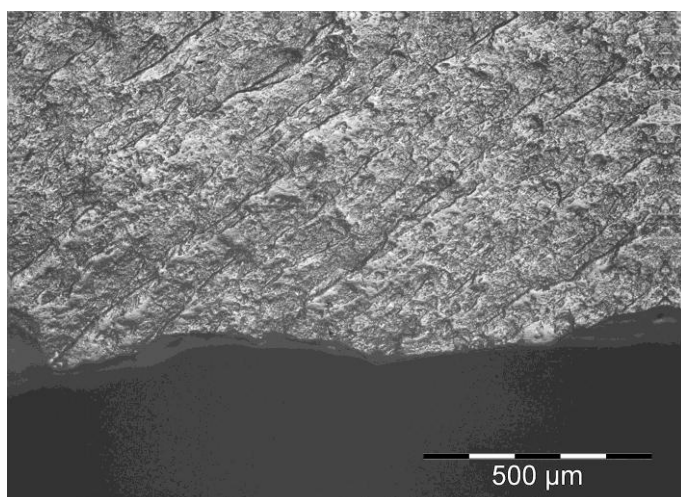
Il existe une forte variabilité des traces. Le poli peut-être très lisse (fig. 191) ou légèrement strié (fig. 192). Comme nous l'avons vu dans la partie concernant le référentiel expérimental, le poli peut avoir un trame semi-serrée à ouverte, ceci est le cas pour un élément provenant du site de Château-Percin et probablement lié à une utilisation brève (fig. 193 et 194).



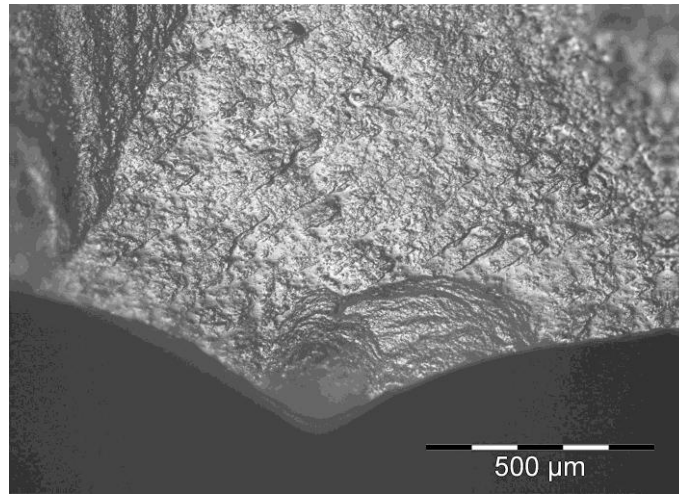
**Fig. 191 : L'Héritière n°50. Le poli est de trame compacte, il n'est pas strié. (Photo L. Torchy).**



**Fig. 192 Les Moulins ST2 2 7. Le poli est de trame compacte avec uniquement les zones les plus profondes de la microtopographie qui restent très peu affectées. Quelques stries longitudinales sont visibles. (Photo L. Torchy).**

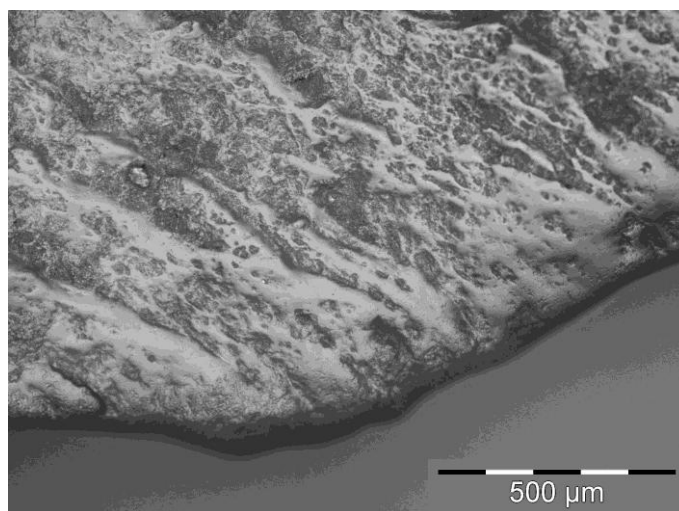


**Fig. 193 : Château Percin St42, face sup. La trame de ce poli est semi-serrée à serrée, les parties les plus basses sont elles aussi affectées, il s'agit probablement de végétaux tendres. (Photo L. Torchy).**



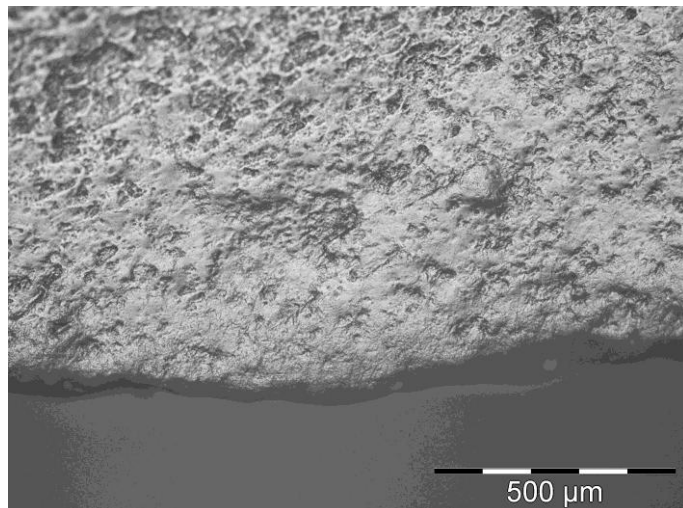
**Fig. 194 : Château Percin St42, face inf. Comme pour l'exemple précédent, la trame du poli est serrée à semi-serrée selon les zones. Par ailleurs, ce poli affecte facilement les négatifs des micro-ébréchures, ce qui indique le travail d'une matière tendre. (Photo L. Torchy).**

Par ailleurs, un poli lisse peut être affecté par une usure marginale d'aspect mat et grenu, plus ou moins striés. Dans certain cas (fig. 195) il peut s'agir d'une zone de l'outil qui était en contact avec une matière abrasive lors de son utilisation, comme lors de la coupe de tiges sur le sol (Clemente-Conte et Gibaja-Bao 1998, Gibaja-Bao 2002) ou lorsque les éléments sont insérés dans un *tribulum* (Anderson et Chabot 2004, Anderson *et al.* 2004), et dans d'autres cas, il s'agit clairement d'une réutilisation sur un autre matériau, comme le prouve l'orientation transversale des stries en contradiction avec le caractère longitudinal du poli végétal (fig. 196). Il s'agit là d'une pratique courante déjà signalé sur des sites contemporains, notamment en contexte Chasséen (Gassin 1996) ou Sepulcros de Fosa (Gibaja-Bao 2009), ou pour des grandes lames du Néolithique final (Clop *et al.* 2006).

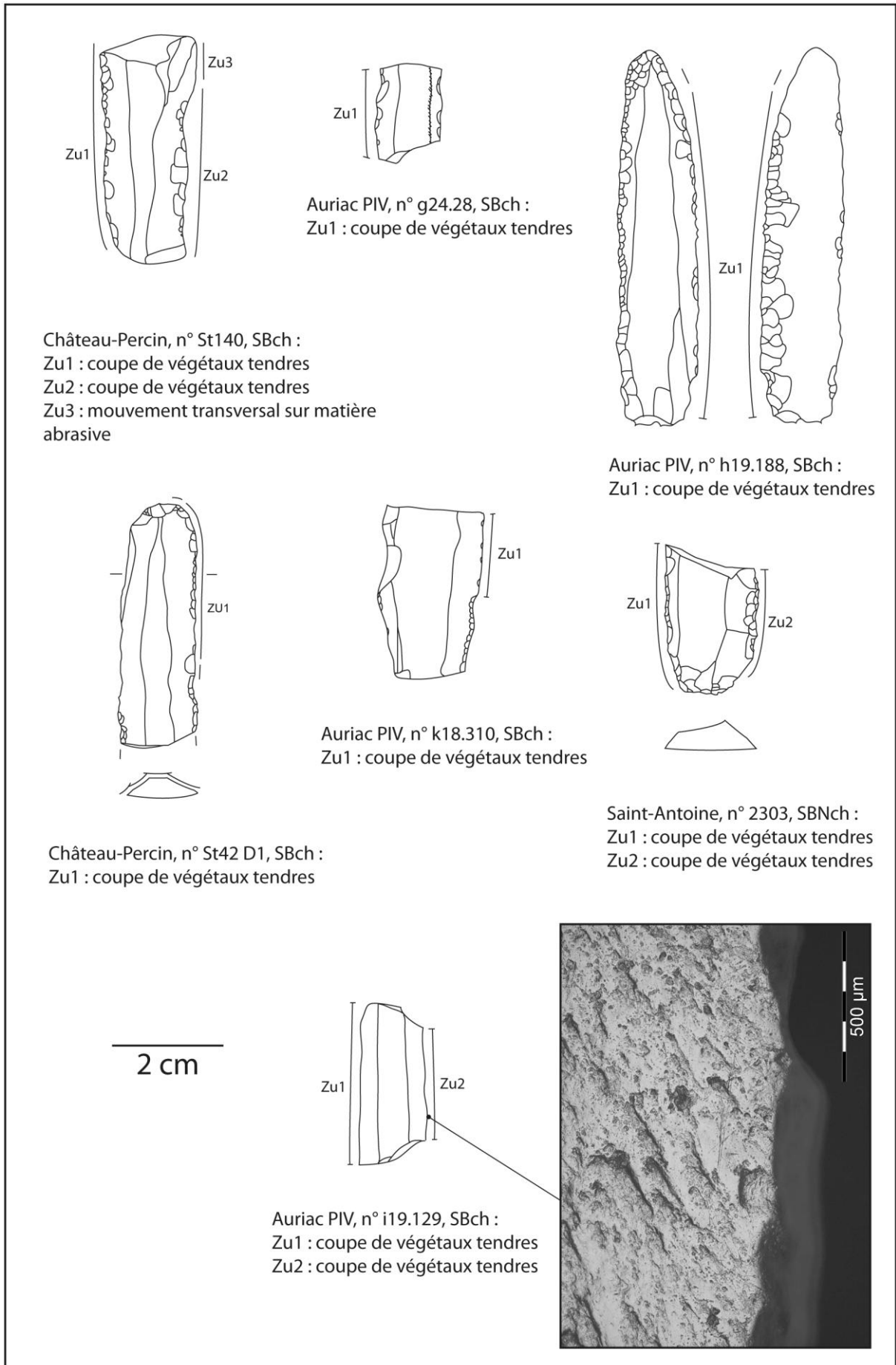


**Fig. 195 : Auriac PIV, n° g24.28. Le poli est lisse, sauf sur le fil du tranchant qui semble avoir été en contact avec une matière abrasive. (Photo L. Torchy).**

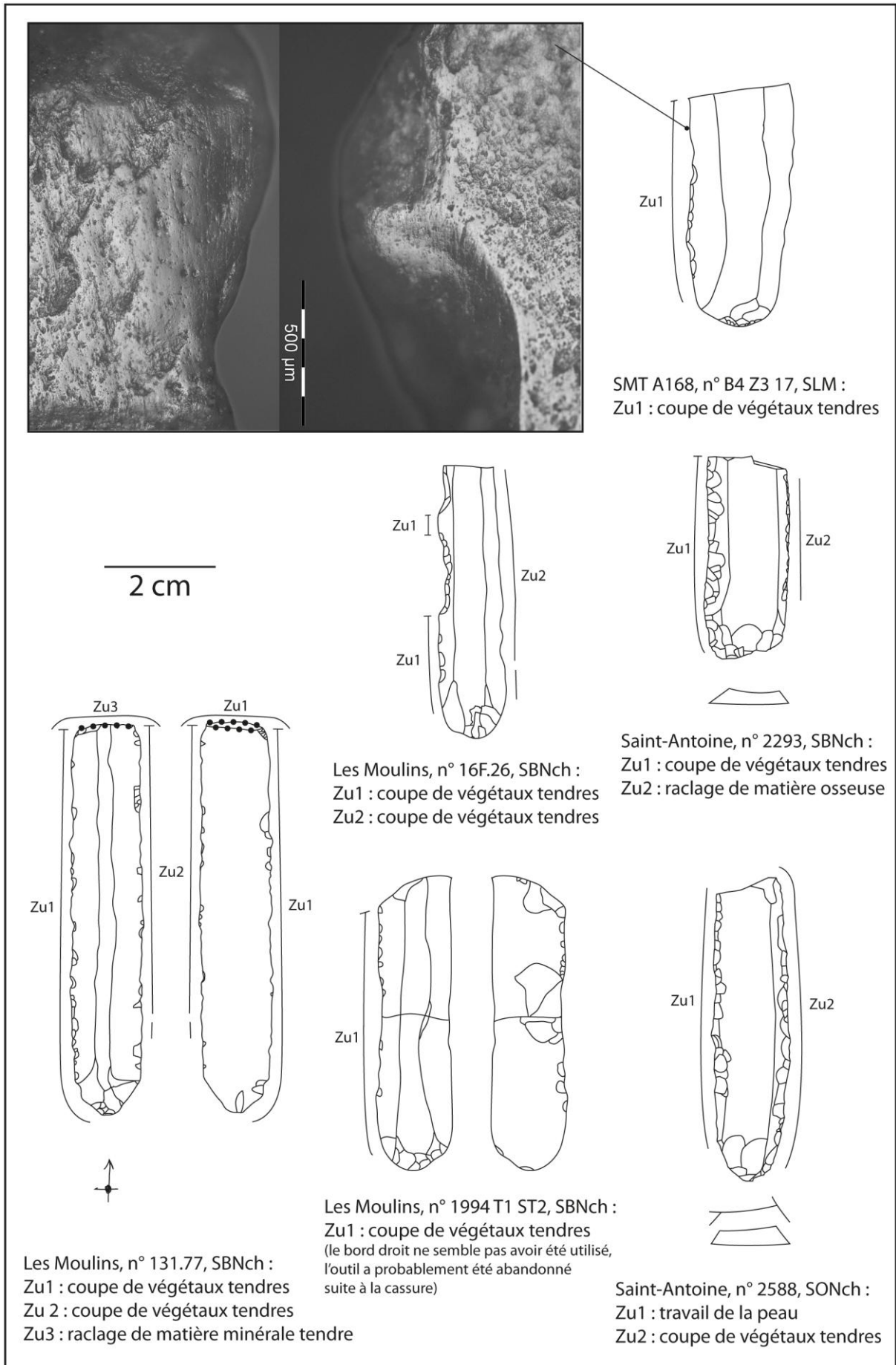




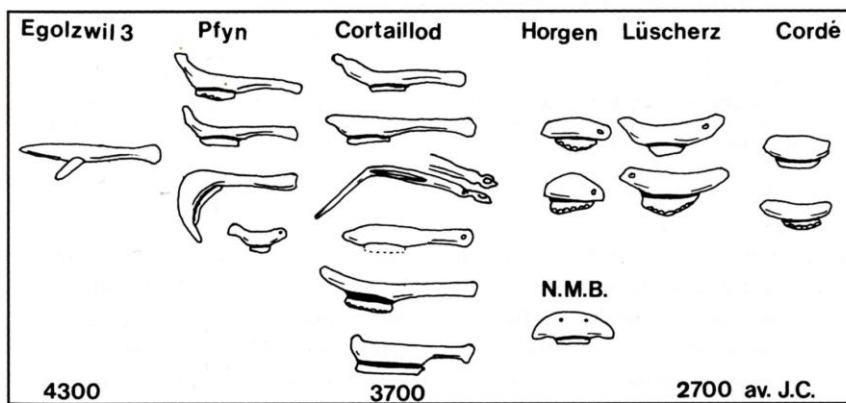
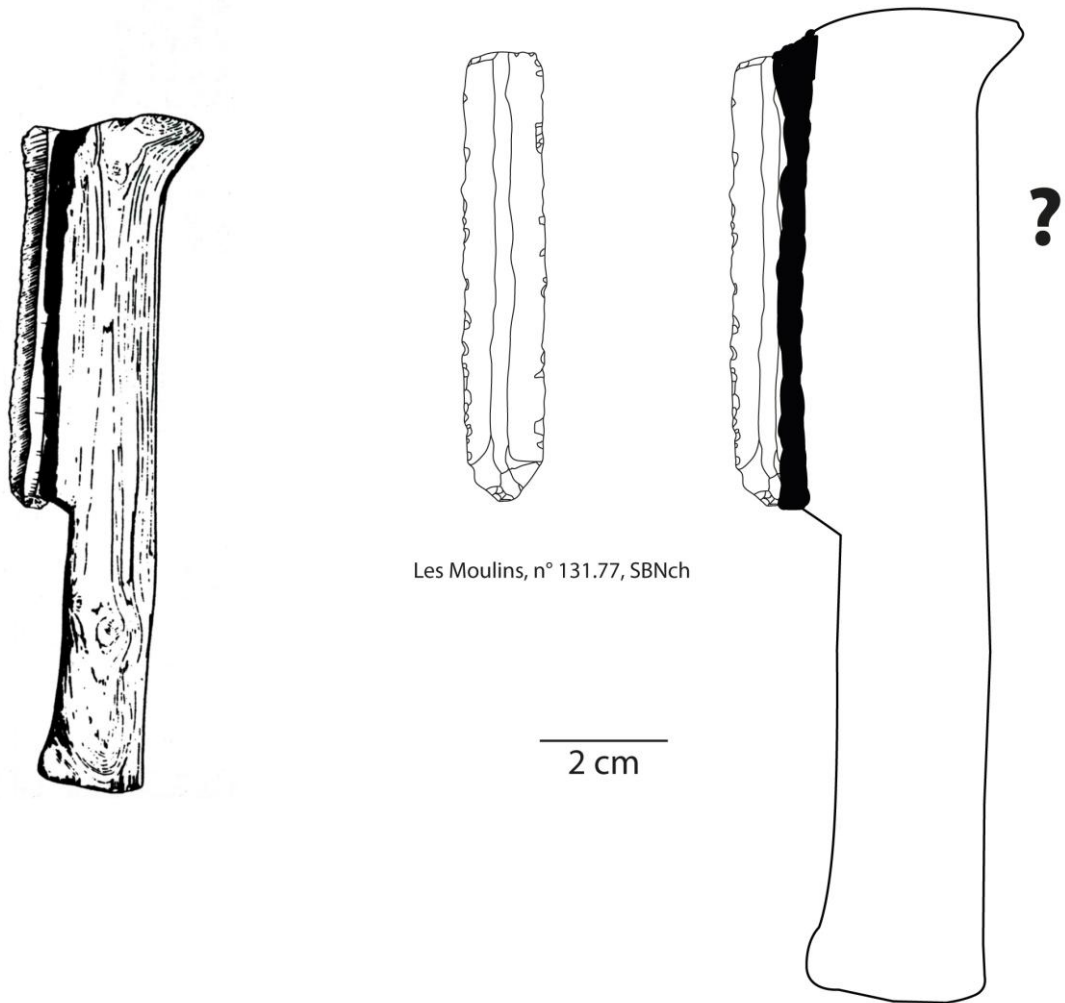
**Fig. 196 : Abrasion du tranchant sur lames ayant coupé des végétaux. La disposition du poli indique un mouvement longitudinal, et par la suite, une action transversale à généré une abrasion du fil du tranchant sur une partie du bord (Auriac PIV, non numérotée provenant du décapage). (Photo L. Torchy).**



**Fig. 197 : Eléments ayant coupé des végétaux tendres. (Photo et DAO L. Torchy).**



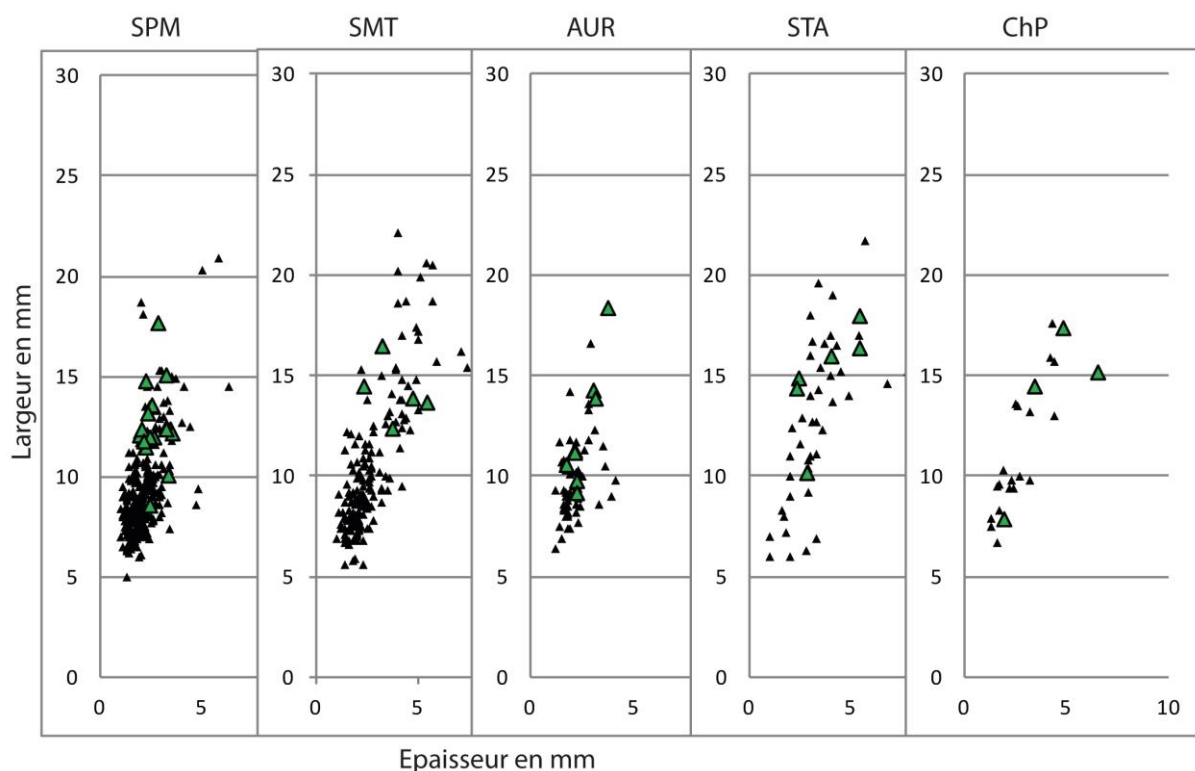
**Fig. 198 : Éléments ayant coupé des végétaux tendres. (Photos et DAO L. Torchy).**



**Fig. 199 : Proposition de reconstitution d'emmanchement d'une lame de faucille issue du site des Moulins selon les exemples archéologiques contemporains (d'après Egloff 1987 et Pétrequin et Pétrequin 1988). (DAO L. Torchy)**

Les supports utilisés pour la coupe de végétaux tendre (fig. 197 et 198) peuvent avoir des modules variables selon les sites mais ont souvent une largeur de plus de 11 mm (fig. 200). Ce choix est probablement lié à des contraintes d'emmanchement puisque les

éléments doivent être insérés assez profondément pour que l'assemblage résiste aux chocs occasionnés par l'activité tout en laissant une partie active externe assez importante. D'ailleurs, certaines lames montrent des évidences d'emmanchement : la partie emmanchée est restée dépourvue de poli (fig. 199 ; Vaughan 1987).



**Fig. 200 : Module des éléments utilisés pour la coupe de végétaux tendres (en vert), comparé au module des autres pièces de l'échantillon (en noir). On remarque que la largeur des supports utilisés est souvent supérieure à 11 millimètres, sauf sur le site d'Auriac où ces lames sont rares dans l'assemblage. (DAO L. Torchy).**

Le silex bédoulien a été le plus utilisé pour la coupe de végétaux tendres mais c'est aussi le plus abondant dans les assemblages. Il semble que le fait que le silex soit chauffé ou pas n'ait pas eu d'incidence sur le choix des supports puisque les éléments chauffés et non chauffés sont aussi bien représentés (fig. 201).

	SPM	AUR	STA	SMT	ChP	L'Her	Total
Silex bédoulien non chauffé	9	0	4	2	1	0	16
Silex bédoulien chauffé	6	8	0	1	3	2	20
Silex oligocène non chauffé	0	0	1	0	0	0	1
Silex de Los Monegros	0	0	0	2	0	0	2
Silex indéterminable	3	0	1	0	0	0	4

**Fig. 201 : Décompte des matières premières.**

Les parties actives sont les bords dans 100% des cas, et pour les éléments les plus longs, la répartition linéaire du poli le long du bord indique que le ou les élément(s) étai(en)t insérés longitudinalement dans un manche droit. Pour les éléments les plus courts, la cassure recoupe le poli ce qui indique qu'elle est postérieure à l'utilisation. Même si ce

mode d'emmanchement n'est pas le seul, l'insertion d'un ou plusieurs éléments longitudinalement à un manche droit semble être le plus représenté dans le Chasséen méridional (Ibáñez Estevez *et al.* 2008, Gassin *et al.* 2010).

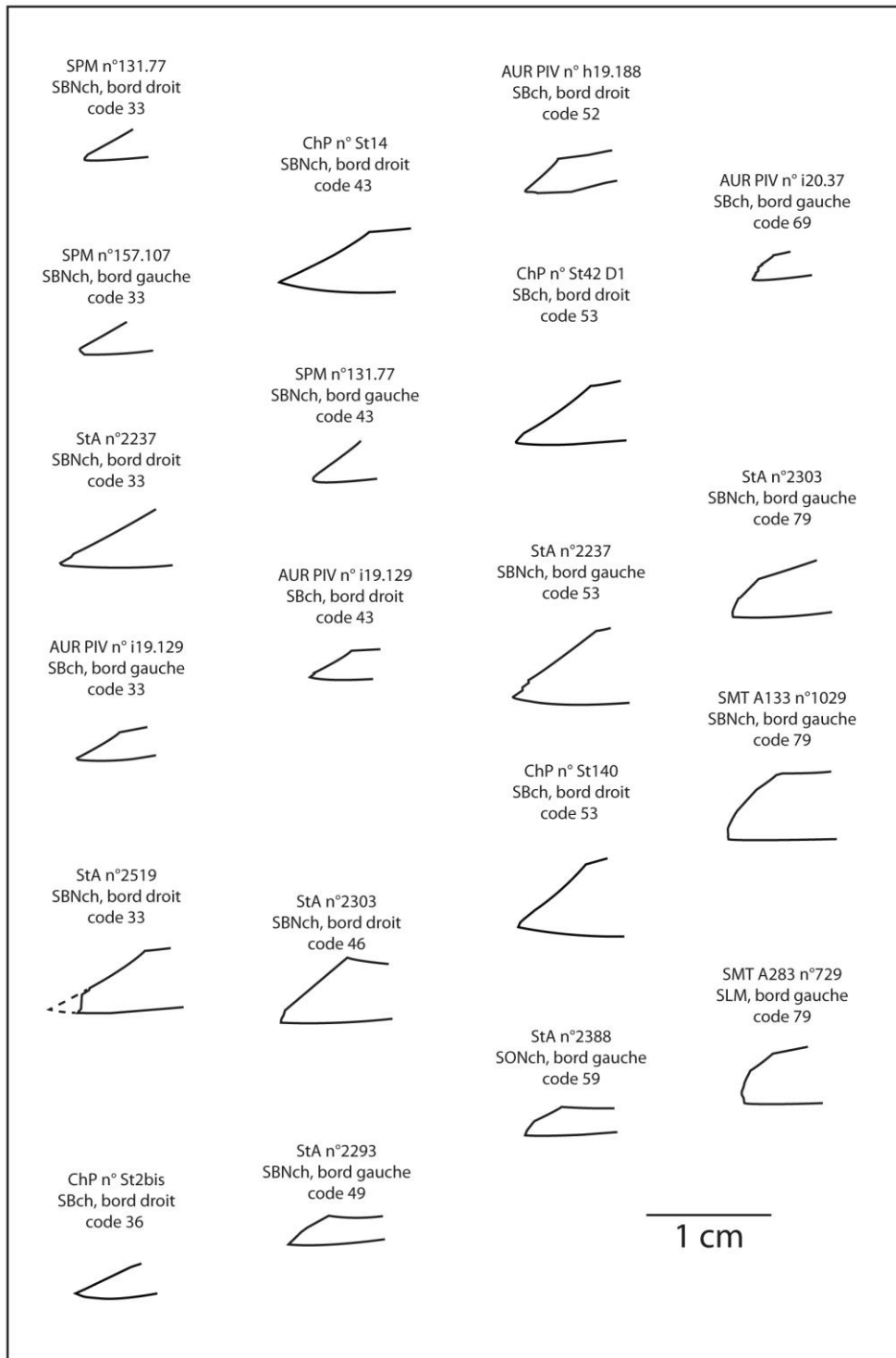
Les pièces ont été utilisées avec un bord brut et sont souvent abandonnées une fois celui-ci émoussé et/ou ébréché. Les éléments retouchés sont peu nombreux mais présents (fig. 202), ce qui indique qu'un ravivage était possible mais il n'a pas souvent été pratiqué par les utilisateurs.

	Sites						TOTAL
	SPM	SMT	AUR	STA	ChP	L'Her	
bords bruts avec écailllements isolés	16	1	5				22
bord bruts avec écailllements alignés ou superposés	4	1	3	1	3	3	15
bords avec retouches marginales et pratiquement sans écaillage	2						2
bords avec retouches semi-abruptes et pratiquement sans écaillage		3					3
bords avec retouches semi-abruptes et avec assez peu d'écailllements		1	1	4			6
bords avec retouches alternantes isolées et avec très peu d'écaillage	1				2		3
bords avec retouches couvrantes et assez peu d'écailllements				3			3

**Fig. 202 : Etat des bords ayant coupé des végétaux tendres.**

Il y a une forte variabilité dans les angles utilisés (fig. 203), dont des angles bruts proches de 50 degrés ce qui indique que les éléments pouvaient être ravivés par des retouches semi-abruptes sans modifier le profil du tranchant. Les éléments sont le plus souvent réutilisés en les retournant pour utiliser l'autre bord.

Un cas de recyclage est attesté sur le site d'Auriac, où un bord utilisé pour la coupe de végétaux tendres a ensuite été utilisé pour le raclage d'une matière abrasive indéterminée.

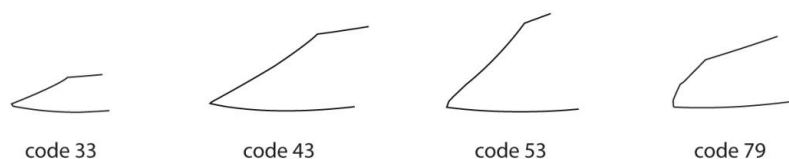


**Fig. 203 : Angle des tranchants ayant coupé des végétaux tendres. Les angles sont assez variables, d'environ 30 à 70 degrés. L'angulation ne semble pas être une contrainte technique primordiale. Dans certains cas, le ravivage modifie radicalement le profil. (DAO L. Torchy)**

### **c. Bilan sur la coupe des végétaux tendres**

Les supports utilisés sont des éléments plutôt longs et larges. Les pièces ayant coupé des végétaux tendres sont majoritairement sur le silex non chauffé (bédoulien, oligocène ou de Los Monegros) mais le chauffé est quand même bien représenté. Il semble que le facteur déterminant ne soit pas la matière première mais la largeur des supports, ceci probablement lié aux contraintes d'emmanchement. Les angles de taillant présentent

une forte variabilité, de 30 à 70 degrés (fig. 204), et ont la capacité d'être ravivés mais cette possibilité a peu été employée par les communautés chasséennes qui ont préféré la réutilisation par le bord opposé.



**Fig. 204 : Variabilité des classes morpho-angulométriques pour la coupe de végétaux tendres. (DAO L. Torchy).**

La répartition du poli sur les bords indique que les éléments en silex étaient emmanchés longitudinalement (mais jamais obliquement). Ces éléments sont plutôt longs, quand ils sont courts ils ont été cassés après utilisation comme en témoigne la répartition du poli. Si des éléments aussi longs avaient été positionnés dans un manche courbe, le poli aurait été réparti en auréole, ce qui n'est jamais le cas pour les sites étudiés ici. Il s'agit d'éléments qui étaient emmanchés longitudinalement dans un manche droit (élément unique ou éléments en série). C'est un constat qui n'est pas inédit en ce qui concerne le contexte chasséen (Gassin *et al.* 2010).

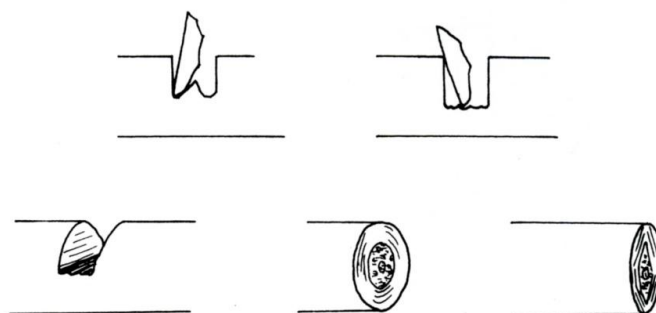
Au Néolithique, la coupe de végétaux tendres peut avoir eu plusieurs finalités. L'hypothèse de la moisson de céréales est celle qui revient le plus souvent en raison de l'importance économique de celle-ci (Gassin, 1996), mais d'autres activités peuvent être envisagées comme la récolte de végétaux pour la construction d'abris (Perlès et Vaughan, 1983), pour la vannerie (Pétrequin, 1974 ; Stordeur, 1989), pour l'artisanat du textile (Bocquet et Berretrot, 1989), ou pour la confection de litières pour l'élevage (Brochier, 1991).

### **3.1.2.2. Le sciage du bois (ou autres végétaux très ligneux)**

Les végétaux pouvant être classés dans cette catégories sont les végétaux très ligneux qui nécessitent plusieurs mouvements de va et vient avant d'être coupé. Nous avons choisi le terme sciage pour cette raison. Comme nous l'avons signalé dans la partie précédente, l'emploi de ce terme peut être critiqué car il s'agit du terme technique utilisé pour le fonctionnement d'une scie moderne. Cette dernière progresse dans la matière grâce à ses dents qui sont légèrement inclinées vers l'extérieur et creuse une « voie » supérieure à l'épaisseur de la lame. Dans l'attente d'une meilleure proposition, nous employons ce terme pour le silex car le mouvement est semblable même s'il faut, pour



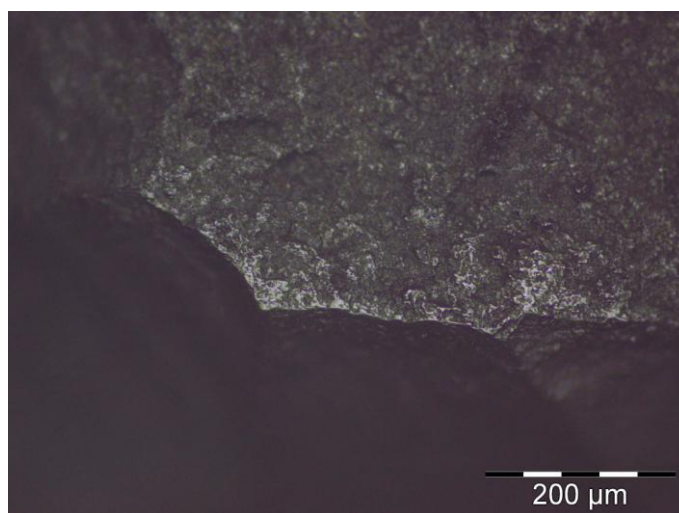
les diamètres importants, s’y reprendre à multiple reprise pour « donner de la voie » à la lame de silex (Noël et Bocquet 1987, Gassin 1996 ; fig. 205).



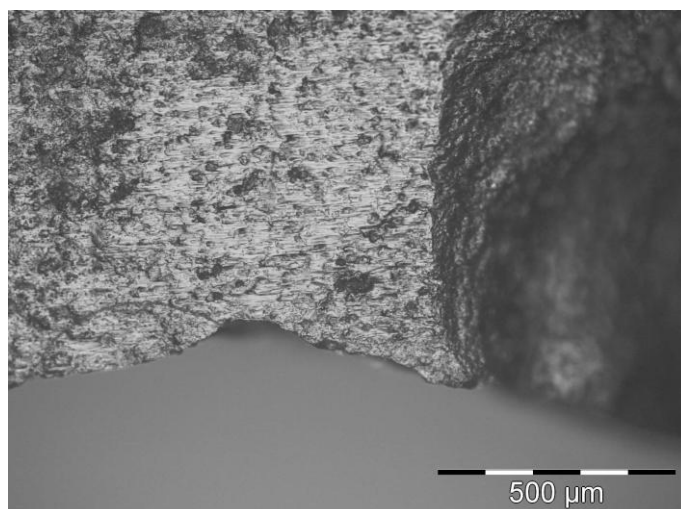
**Fig. 205 : Sciage d’une branche par creusement de deux rainures parallèles et élimination du relief résiduel (d’après Gassin, 1996).**

### **a. Expérimentations**

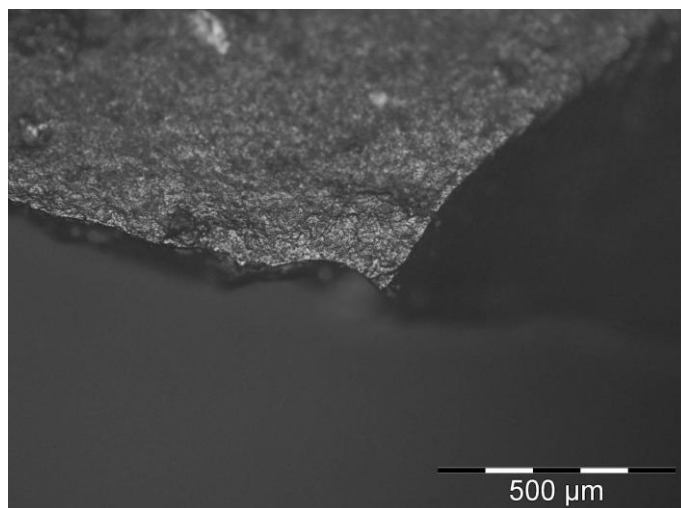
Au cours de 45 expérimentations, le sciage a été testé sur différentes essences de bois (buis, frêne, saule, pin, noisetier) et sur des états de séchage variables (vert, plusieurs jours ou plusieurs mois après la coupe). Les traces résultant du sciage sont de nombreuses ébréchures superposées, transversales ou obliques bidirectionnelles, un poli brillant sur chacune des faces, souvent en auréole, à trame serrée à semi-serrée. Plus le bois est dur et plus l’extension transversale des traces est faible, plus la réticulation du poli est étroite, et plus la quantité d’ébréchures est importante. Lorsque le relief de l’outil est accentué, le poli affecte uniquement les nervures (fig. 206 et 208). Le poli forme souvent de petits bossés étirés dans le sens du mouvement (fig. 207), mais ce n’est pas toujours le cas (fig. 209 et 210).



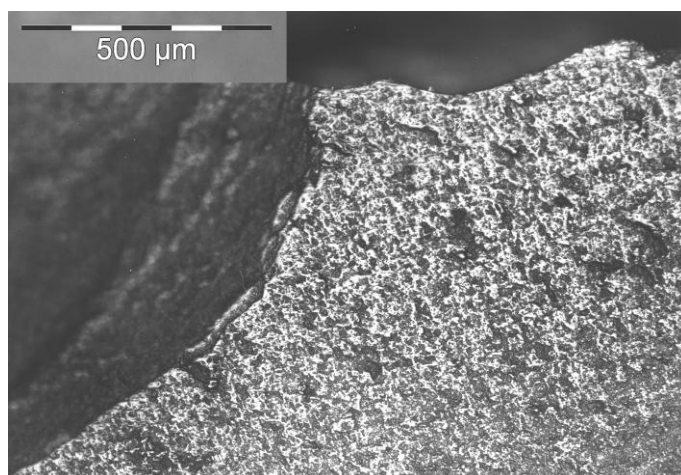
**Fig. 206 : Expérimentation n° 127, sciage de saule et de pin sec, 1 heure. Le bois scié étant relativement dur et le relief généré par la nervure étant très accentué, le poli affecte uniquement les nervures. (Photo L. Torchy).**



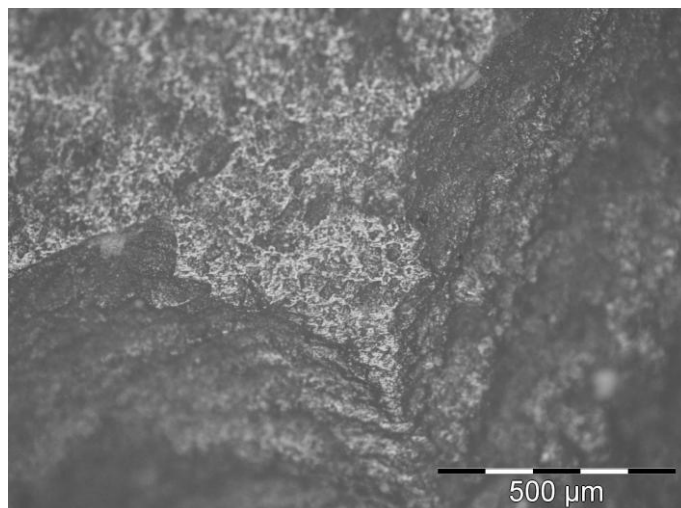
**Fig. 207 : Expérimentation 111, sciage de noisetier vert, 30 minutes. Ce bois est très tendre, ce qui a pour conséquence de générer un poli brillant d'extension transversale envahissante. Le geste est enregistré par de petites bosses qui sont étirées dans le sens du mouvement. (Photo L. Torchy).**



**Fig. 208 : Expérimentation n° 18, Sciage de buis sec, 20 minutes. Le buis sec étant très dur, uniquement les nervures proéminentes sont affectées par le poli. (Photo L. Torchy).**



**Fig. 209 : Sciage de bois pendant 1h15, x100, expérimentation Bernard Gassin. Un bois de dureté moyenne génère un poli à trame semi-serrée, de réticulation étroite, car il n'affecte que les parties les plus élevées de la microtopographie. (Photo B. Gassin).**

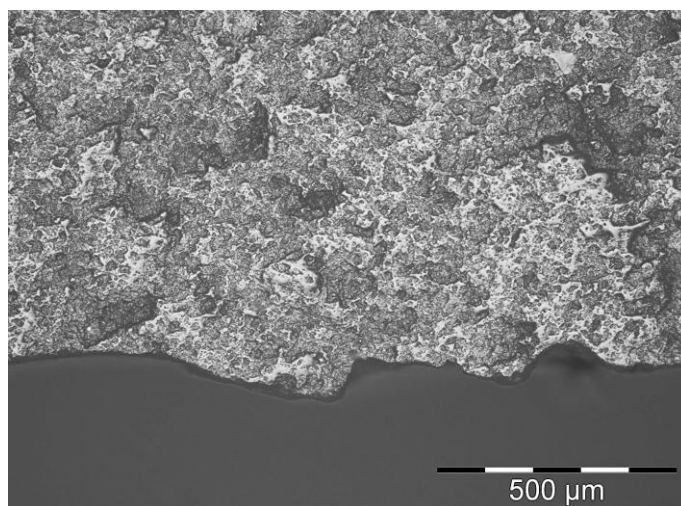


**Fig. 210 : Sciage de frêne sec pendant 20 minutes. Comme pour l'expérience précédente, il s'agit d'un bois de dureté moyenne, par conséquent la trame du poli est semi-serrée et sa réticulation est étroite. Par ailleurs, nous pouvons remarquer que les négatifs de retouches ne sont que très peu affectés. (Photo L. Torchy).**

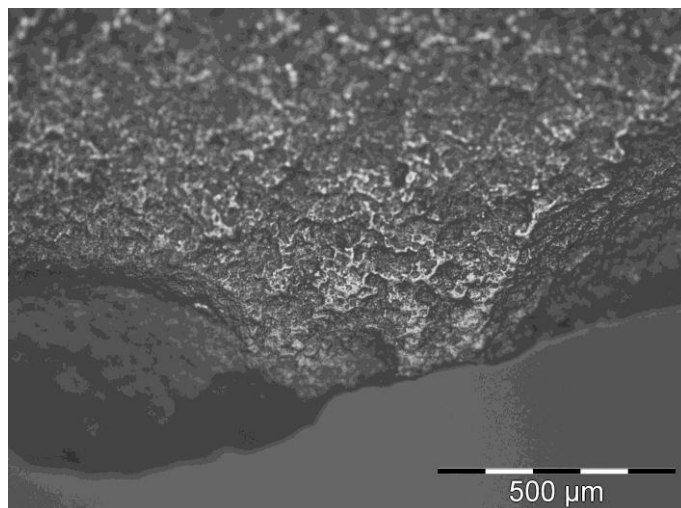
### **b. Analyse du mobilier archéologique**

Nous avons reconnu cette activité uniquement sur les sites des Moulins et de Saint-Michel-du-Touch.

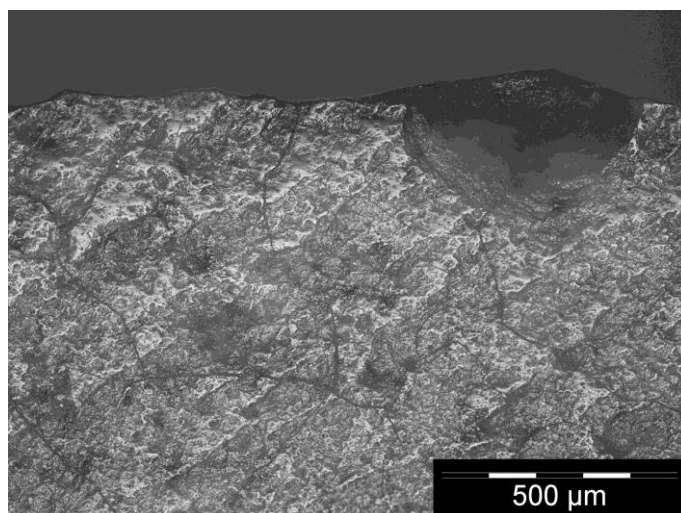
Sur toutes les pièces interprétées comme ayant scié du bois, le poli est brillant avec une trame semi-serrée, une réticulation moyenne et une extension envahissante (fig. 211 à 213). Ce qui nous permet de les distinguer des pièces ayant coupé des végétaux tendres est la répartition du poli en auréole, le fait que l'intérieur des négatifs d'enlèvement ne soient pas affectés (fig. 212), et que les micro-creux soient dépourvus de poli.



**Fig. 211 : Sciage ou rainurage de bois (SMT A150, n° E2 24). Le poli est brillant, la trame est semi-serrée à serrée. Les micro-creux sont dépourvus de poli. (Photo L. Torchy).**



**Fig. 212 : Sciage ou rainurage de bois (SMT A150, n° B.CN 12). Le poli est brillant à trame semi-serrée. La fine réticulation du poli indique le travail d'une matière mi-dure, il s'agit probablement de bois. (Photo L. Torchy).**



**Fig. 213 : Sciage ou rainurage de bois (Les Moulins, 84.85 n° 78.1.3). Malgré que la pièce soit brûlée, on distingue un poli à trame semi-serrée à serrée, brillant, et qui n'affecte pas les micro-crochets. (Photo L. Torchy).**

### **Matières premières :**

Sur les deux sites où le sciage du bois est attesté, la tendance est à la sélection des supports non chauffés (fig. 214).

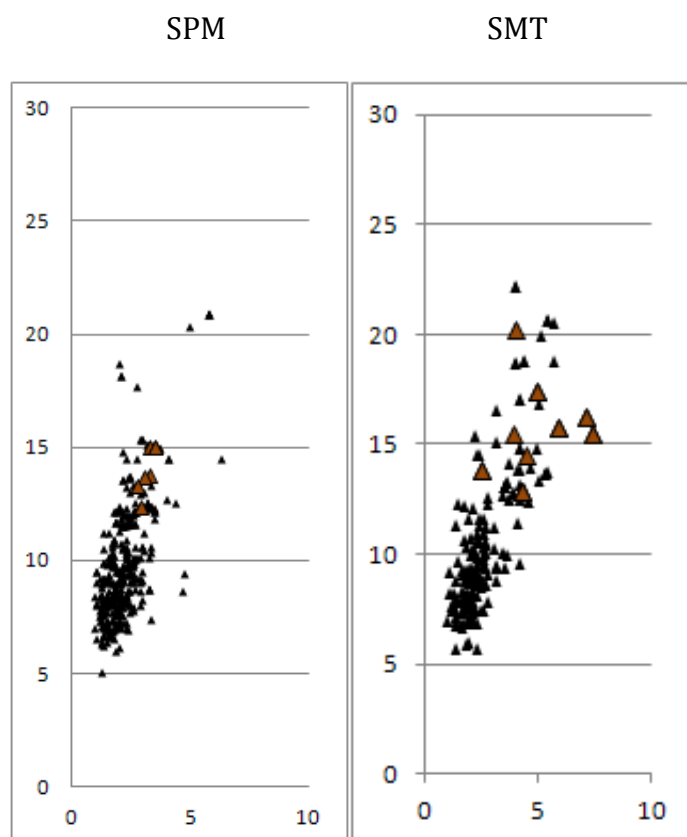
	SPM	SMT
Silex bédoulien non chauffé	4	4
Silex bédoulien chauffé	2	0
Silex de Los Monegros	0	5

**Fig. 214 : Décompte par matières premières sur les deux sites où le sciage ou rainurage de bois a été identifié.**

Cette sélection n'est peut-être pas directement liée à la matière première, mais à la robustesse des supports. En effet, les supports traités thermiquement sont souvent de faible module, par conséquent fragiles, et non adaptés pour le sciage de végétaux durs.

## Module des supports :

Sur les deux sites, les pièces sélectionnées sont les plus larges et les plus robustes selon leur disponibilité (fig. 215). Cela peut-être lié aux contraintes techniques : le support doit être emmanché et il faut de surcroît une bonne largeur émergeant du manche pour que la lame puisse creuser sa « voie » sans risquer d'être gênée. La matière ouvrée étant relativement dure, l'outil peut casser assez facilement : pour éviter cela, il doit être plus épais.



**Fig. 215 : Module des supports utilisés pour le sciage du bois (en marron), comparé au module des autres pièces de l'échantillon (en noir). Cette activité n'est représentée que sur les sites des Moulins et de Saint-Michel-du-Touch. Les supports utilisés sont sélectionnés parmi les plus larges de l'assemblage (DAO L. Torchy).**

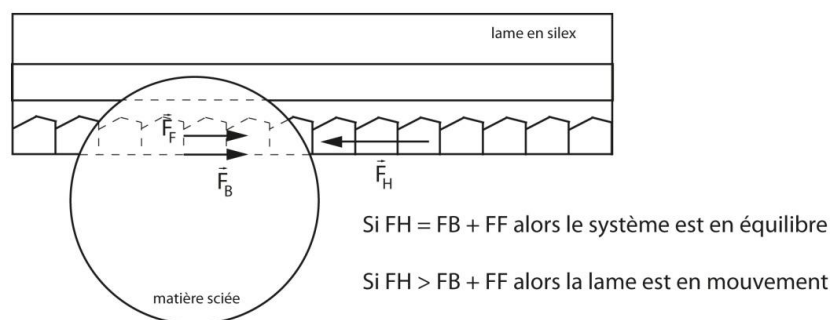
## Localisation et morphologie de la partie active :

Dans tous les cas ce sont les bords qui ont été utilisés, façonnés par des retouches directes semi-abruptes dans la plupart des cas, mais aussi par retouches bifaciales dans deux cas. Le geste effectué étant composé de mouvements de va et vient, il est préférable d'avoir une partie active plutôt longue et rectiligne. La lame est par conséquent le support idéal pour cette activité.

## Bilan sur le sciage du bois et autres végétaux durs :

Le sciage du bois laisse des traces souvent assez évidentes, même si quelques fois une confusion est possible avec des végétaux plus tendres. Pourtant, relativement peu d'outils ayant travaillé le bois ont été reconnus. Les supports ont été sélectionnés parmi les plus épais et les plus larges. Dans la majorité de cas, les bords sont façonnés par retouches semi-abruptes et lorsque ce n'est pas le cas, il s'agit de retouches bifaciales.

Lors du sciage, les nervures transversales formées par les retouches agissent comme des rabots (fig. 216). À l'inverse de ce qui a été montré pour la découpe de viande, il faut ici augmenter au maximum le contact entre les faces de la lame en silex et le bois pour donner une plus grande capacité aux forces de frottement  $F_f$ , et faire augmenter la force horizontale  $F_h$  pour que les nervures transversales rabotent la matière. Par conséquent, le support doit être robuste car l'opposition de ces deux forces présente des risques importants de cassure pour l'outil, d'autant qu'il doit être plutôt long pour être plus efficace.



**Fig. 216 : Modélisation simplifiée des forces en jeu lors du sciage (composantes horizontales). Les arrêtes transversales générées par les retouches fonctionnent comme des rabots. (DAO L. Torchy).**

L'importation de lames en silex de Los Monegros sur le site de SMT qui présente l'intérêt de compléter l'assemblage avec des supports plus robustes que ceux en silex bédoulien non chauffé, semble avoir été motivé par la nécessité de satisfaire l'activité de sciage de bois. Il existe un fort déséquilibre au niveau de la représentation de cette activité sur les sites, puisqu'elle est bien représentée à SMT et SPM, mais complètement absente des autres sites.

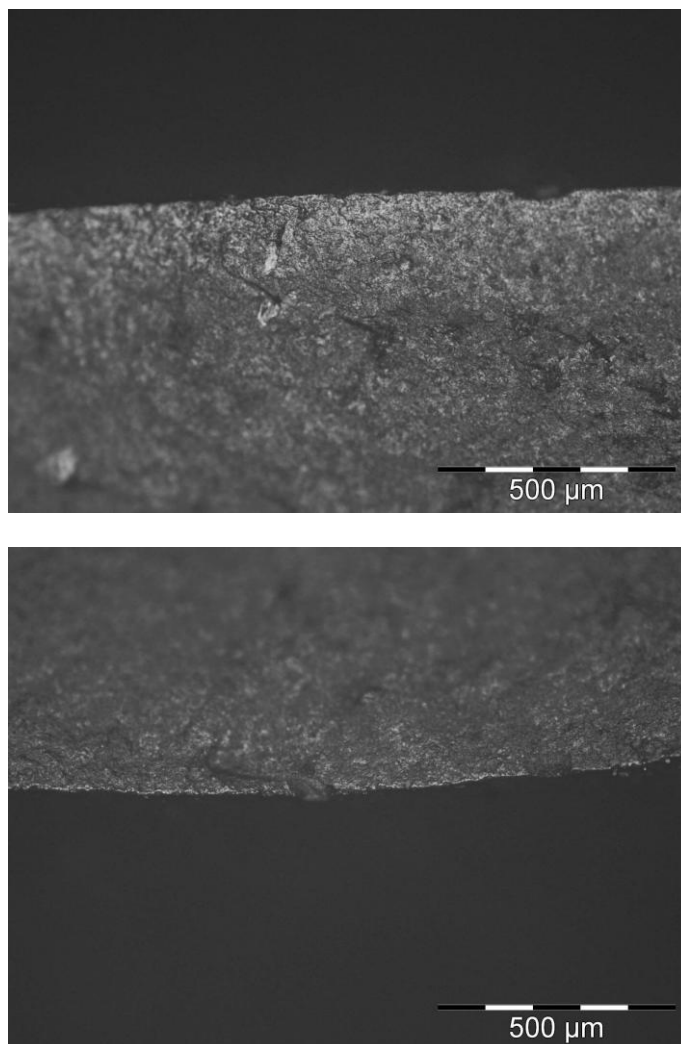
La finalité de cette activité peut être liée principalement au tronçonnage de branche de faible diamètre pour la fabrication de manche ou d'outils en bois (Noël et Bocquet 1987, Pétrequin 1989), mais en général, les traces sur les bois archéologiques sont plutôt rares et pour les diamètres plus importants, le recours à la hache ou l'herminette est plus souvent attesté (Egloff 1987, Pétrequin et Pétrequin 1988, Voruz 1991). La finalité de cette activité est donc plutôt à associer au façonnage d'objet plutôt qu'à l'acquisition de matière première (Gassin 1996).

### 3.1.2.3. Le raclage des végétaux

Le *continuum* évoqué précédemment à propos du taux de lignine dans les végétaux est encore plus problématique pour le classement des outils de raclage. En effet, le mouvement est le même pour les végétaux tendres et les végétaux plus durs. Par conséquent, nous n'allons pas tenter de catégoriser ces outils mais en discuter au cas par cas pour tenter d'estimer la dureté de la matière travaillée.

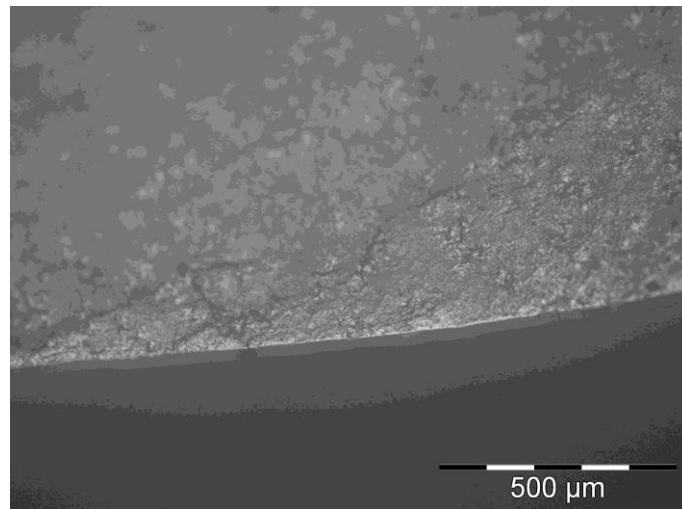
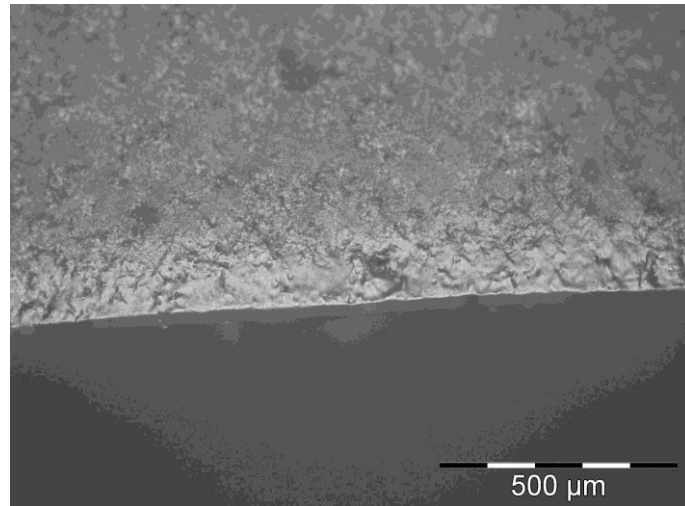
#### a. Expérimentations

Le raclage des végétaux tendres laisse un poli brillant et lisse parallèle au bord, de trame serrée à compacte (fig. 217 et 218). Son extension sur la face d'attaque est souvent modérée, alors qu'elle peut aller de marginale à couvrante sur la face en dépouille selon l'angle de travail.



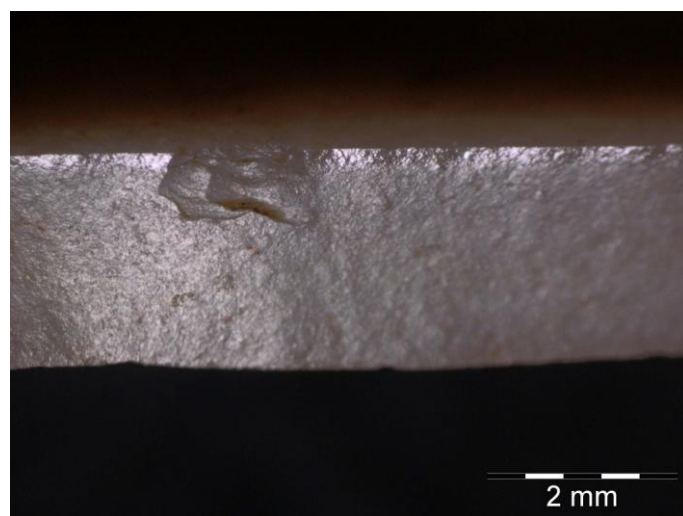
**Fig. 217 : Expérimentation n° 63, raclage de bambou sec, 20 minutes, face d'attaque (en haut) et face en dépouille (en bas). Le poli est brillant, plus développé sur la face d'attaque que sur la face en dépouille (Photos L. Torchy).**





**Fig. 218 : Raclage de canne de Provence, 20 minutes, face d'attaque (en haut) et face en dépouille (en bas) (expérimentation B. Gassin). Le poli compact et brillant est plus développé sur la face d'attaque (Photos L. Torchy).**

### **2.3.2. Analyse du mobilier archéologique**



**Fig. 219 : poli brillant visible sur le pan d'un burin (face d'attaque) ayant raclé des végétaux tendres rigides (Château Percin, n° Fo04 S5, silex bédoulien chauffé). (Photo L. Torchy).**



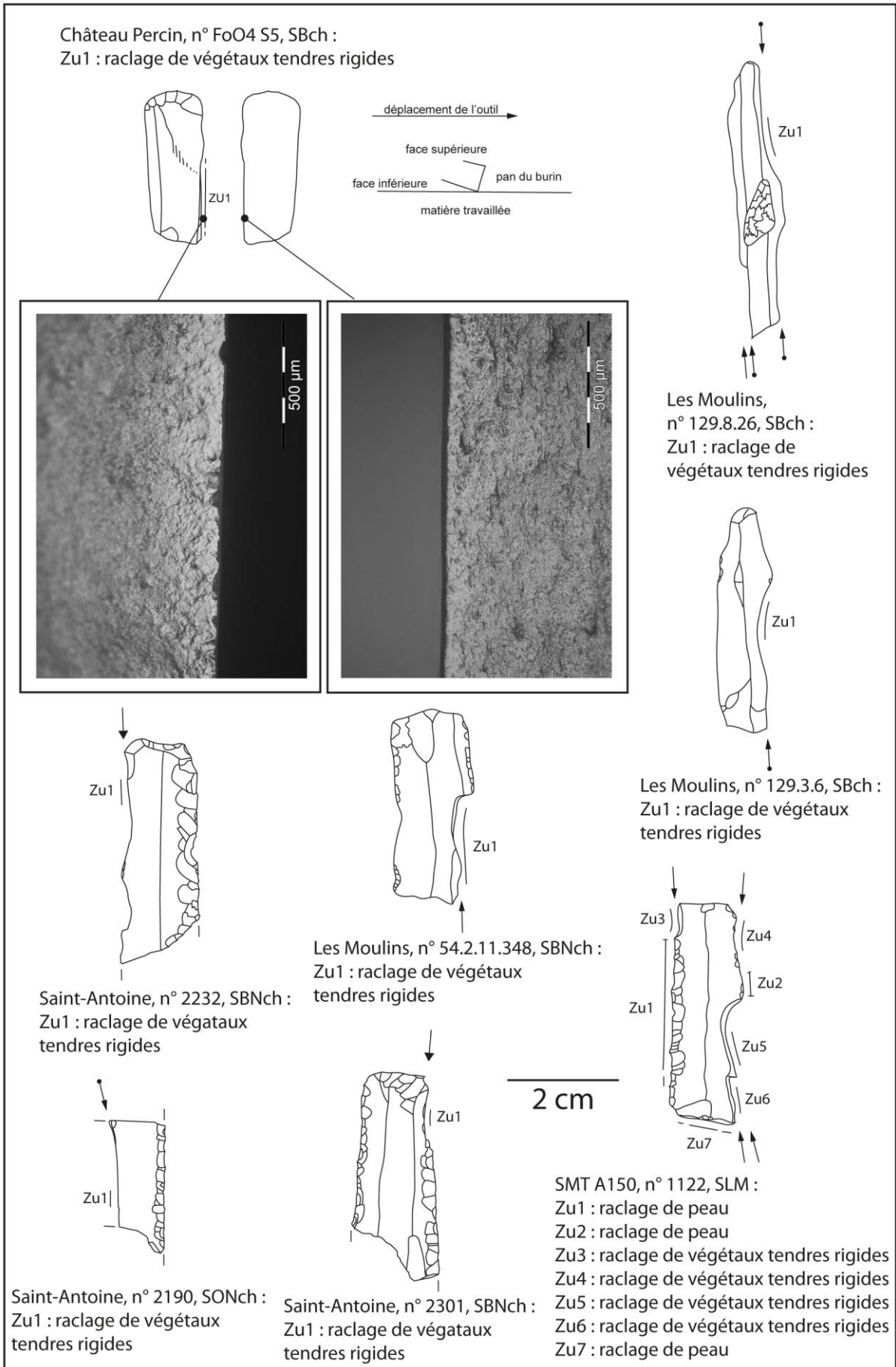
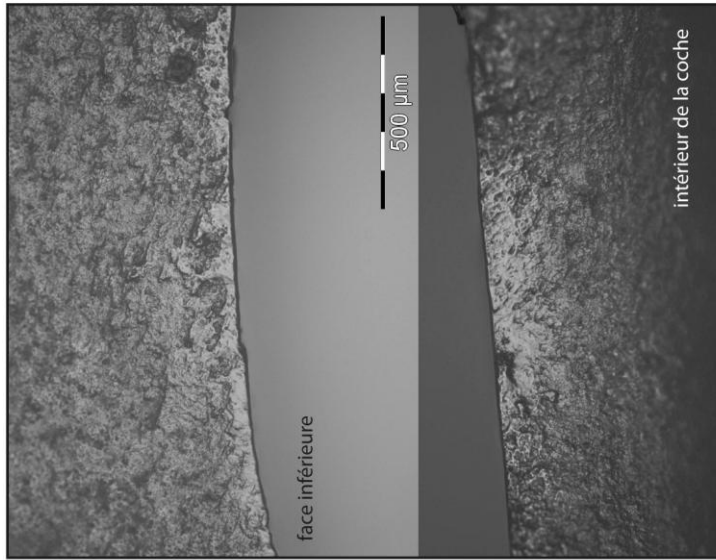
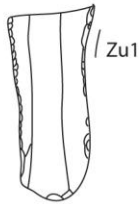
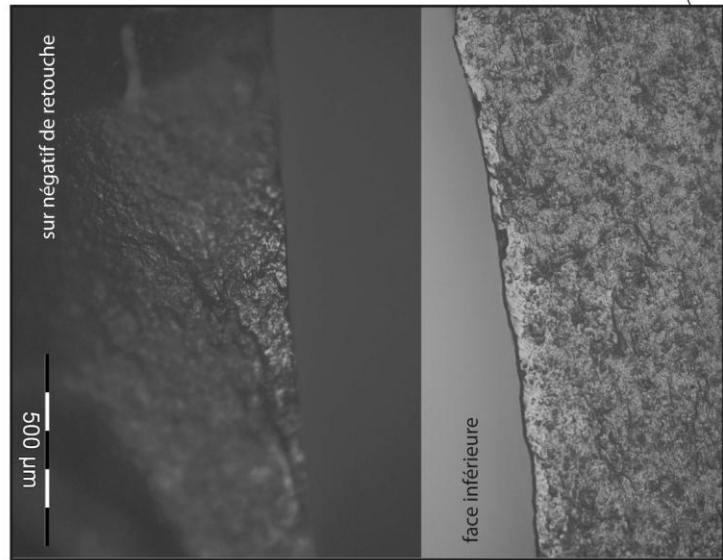
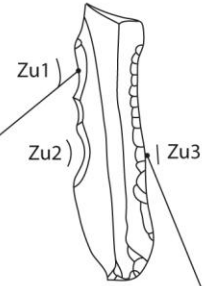


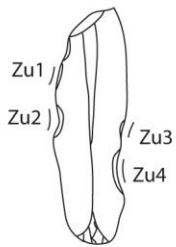
Fig. 220 : Eléments ayant raclé des végétaux tendres rigides. (Photos et DAO L. Torchy).



Auriac PIV, n° g14.158, SBch :  
 Zu1 : raclage de végétaux tendres rigides  
 Zu2 : raclage de végétaux tendres rigides  
 Zu3 : raclage de végétaux tendres rigides



Auriac PIV, n° i15.252, SBch :  
 Zu 1 : raclage de végétaux tendres rigides



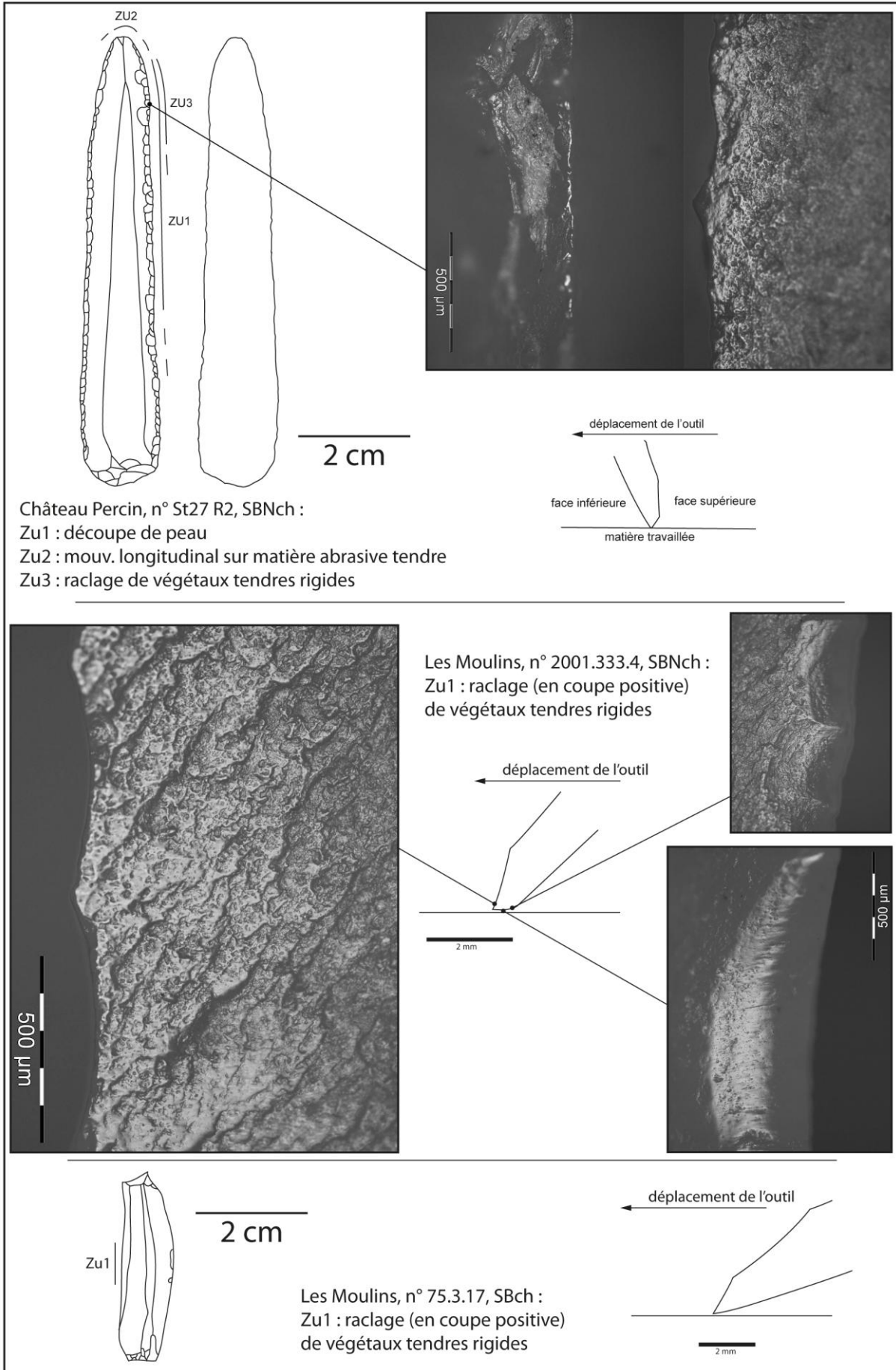
Auriac PIV, n° h13.silo, SBch  
 Zu1 à Zu4 : raclage de végétaux tendres rigides

2 cm



Auriac PIV, n° g16.86, SBch  
 Zu1 : raclage de végétaux tendres rigides

**Fig. 221 : Eléments ayant raclé des végétaux tendres rigides. L'intérieur des coches est utilisé en face d'attaque. (Photos et DAO L. Torchy).**



**Fig. 222 : Eléments ayant raclé des végétaux tendres rigides. (Photos et DAO L. Torchy).**

### Matières premières :

Il n'y a pas de matière première privilégiée, il semble plutôt que le choix ait dépendu de la disponibilité des matières sur les sites (fig. 223).

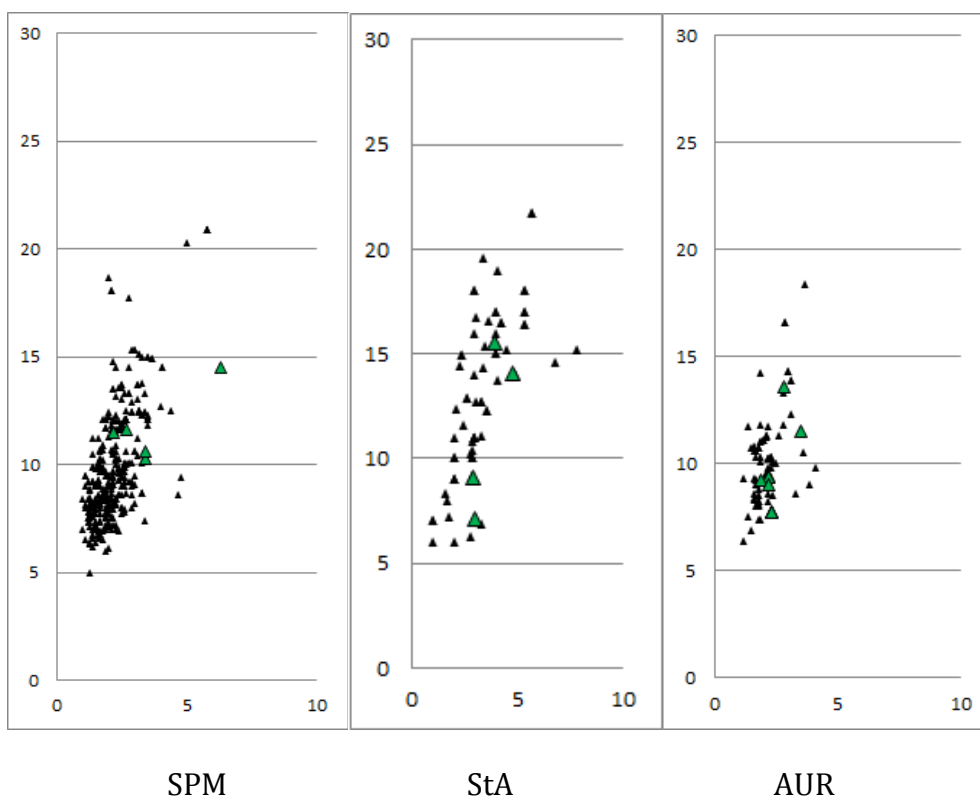
Matières premières	SPM	L'Her	StA	AUR	SMT	ChP	Total
Silex bédoulien chauffé	5	-	-	6	-	1	12
Silex bédoulien non chauffé	3	1	3	-	1	1	9
Silex oligocène non chauffé	-	-	1	-	-	1	2
Silex de Los Monegros	-	-	-	-	1	-	1
Silex indéterminable	-	1	-	-	-	-	1

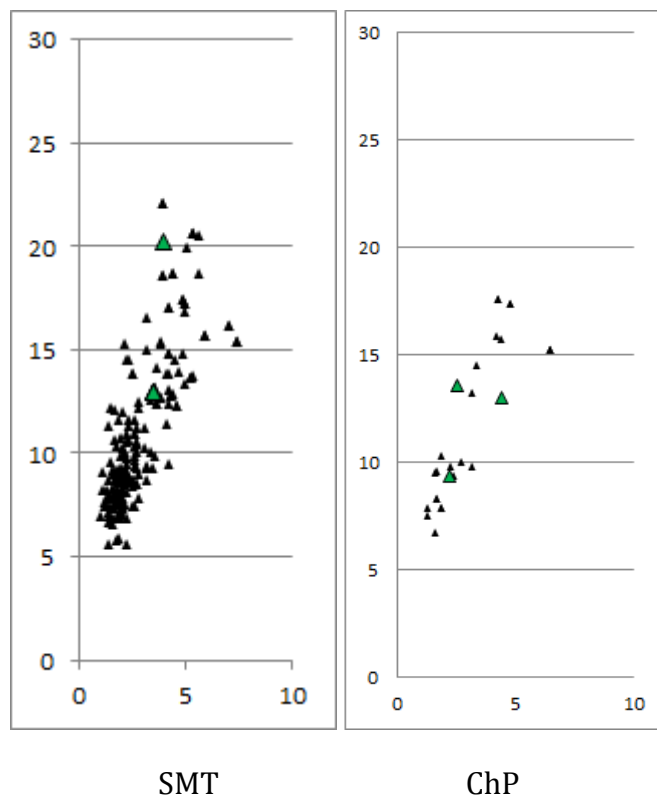
Fig. 223 : Décompte par matières premières.

Ainsi, sur le site d'Auriac, les supports chauffés ont été sélectionnés car ils sont très abondants. À l'inverse, sur le site de Saint-Antoine, uniquement des supports non chauffés ont été choisis.

### Module des supports :

Les modules des supports utilisés sont très variés (fig. 224).





**Fig. 224 : Module des éléments ayant raclé des végétaux tendres rigides (en vert), comparé au module des autres pièces de l'échantillon (en noir). Le module est variable selon les sites, il ne semble pas y avoir de contrainte technique (DAO L. Torchy).**

Les outils utilisés pour le raclage de végétaux étant souvent des burins ou des équivalents-burins, la partie active est obtenue par transformation du support. Il s'agit donc d'une retouche pouvant être réalisée sur une multitude de supports, et bien souvent après une première utilisation (Gassin *et al.* 2006b). Les outils recyclés peuvent donc provenir de diverses chaînes opératoires, ce qui expliquerait la diversité des modules.

#### **Localisation et morphologie de la partie active :**

Toutes les parties utilisées sont des bords, sauf dans un cas où il s'agit d'une cassure distale (fig. 225). Ces bords sont presque toujours transformés, le plus souvent par la technique du coup de burin ou par réalisation de coches par flexion.

Morphologie de la ZU	SPM	L'Her	StA	AUR	SMT	ChP	Total
Pan de burin	5	2	4	*	4	1	16
Coche	2	-	-	7	-	-	9
Bord brut	1	-	-	-	-	-	1
Retouches semi-abruptes	-	-	-	1	1	2	4
Retouches marginales	1	-	-	2	-	-	3
Cassure	-	-	-	1	-	-	1

**Fig. 225 : Nature des zones d'utilisation. \* : les burins du site d'Auriac ont déjà été observés lors de précédentes études (Gassin *et al.* 2006b, Torchy et Gassin 2011), ils ont raclé des végétaux tendres rigides pour la plupart d'entre eux. Par conséquent, ils n'ont pas été échantillonnés pour notre corpus.**

### **Ravivage, réutilisation et recyclage :**

Les ravivages attestés sont des coups de burins successifs, mais on note aussi la réutilisation du support par une autre zone, elle aussi retouchée par un coup de burin, ou par la réalisation d'une autre coche. Le recyclage par coup de burin, fréquent au Chasséen, n'est attesté qu'une seule fois ici à Saint-Michel-du-Touch : la lame en silex de Los Monegros a raclé de la peau avant d'être retouchée pour racler des végétaux tendres.

### **Bilan sur le raclage des végétaux :**

Les supports utilisés pour le raclage des végétaux sont de toutes dimensions et sur diverses matières premières. La retouche par la réalisation d'un burin ou d'une coche est dominante. Cela permet d'obtenir un fil actif linéaire ou presque, sur un tranchant proche de 90 degrés et par conséquent très robuste. La finalité de ce geste reste cependant indéterminée, les traces archéologiques sont en effet différentes des traces expérimentales. Les traces ayant l'aspect le plus ressemblant sont les traces obtenues suite au raclage de canne de Provence, mais ce végétal n'avait pas encore été importé à cet endroit au Néolithique (Gassin 1996). À ce jour, les hypothèses les plus pertinentes sont le raclage de végétaux tendres rigides pour régularisation de la surface (Gassin 1996 ; Gassin et al. 2006b) et le teillage du lin (Caspar et al. 2005 ; Caspar et al. 2007).

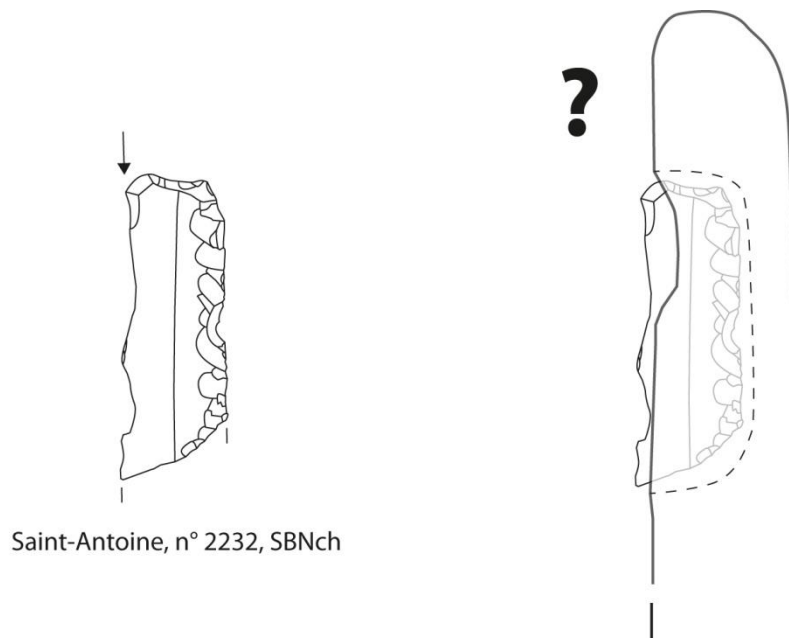
La présence de burins ayant raclé des végétaux tendres sur les sites du Saint-Michel-du-Touch et de Château Percin clarifie la vision que nous avons de leur répartition spatiale dans l'aire chasséenne, à savoir que dans le Toulousain, le raclage de végétaux tendres n'était pas réalisé avec des burins mais uniquement avec des équivalents (Gassin *et al.* 2006 ; fig. 226). Cette nouvelle vision montre que ce comportement technique pourrait bien avoir été diffusé dans toute l'aire d'expansion du Chasséen méridional, ou presque. Pour répondre à cette question, des études tracéologiques sont à prévoir dans les départements du Lot et de la Drôme. La présence d'un burin sur silex de Los Monegros à Saint-Michel-du-Touch montre que ce transfert culturel a pu être appliqué sur des matériaux exogènes (Linton, rapport inédit).





**Fig. 226 : Répartition spatiale des usures produites par le raclage de végétaux tendres rigides. L'élargissement à gauche correspond aux pièces de notre corpus (d'après Gassin *et al.* 2006b, modifié ; fond de carte Fabien Tessier).**

Certain burins sont pourvus d'une troncature. Il ne s'agit pas là de la troncature qui précède la retouche par coup de burin puisqu'elle est souvent postérieure. Aucune trace d'utilisation n'a été observée sur ces troncatures, il pourrait donc s'agir d'un aménagement pour insérer l'élément dans un manche (fig. 227).



Saint-Antoine, n° 2232, SBNch

**Fig. 227 : Hypothèse d'emmanchement pour certain burins. Dans la plupart des cas, la troncature est postérieure au coup de burin, et dépourvue de trace. Etant donné la standardisation des pièces, nous pensons qu'il pourrait s'agir d'une adaptation du support pour un emmanchement. (DAO L. Torchy).**

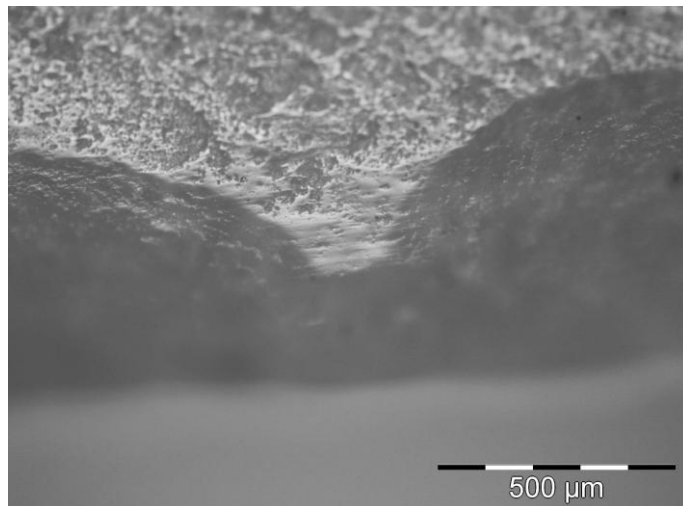
### 3.1.3. Le travail des matières minérales

Il existe une forte variabilité de matières minérales. Les différentes roches peuvent être classées selon leur granulométrie mais aussi en fonction de la cohésion entre les grains. De plus, par leur composition et la ressemblance des traces qu'elles laissent sur les outils, nous pouvons considérer les coquilles comme étant des matières minérales (Clemente-Conte et al. 2008).

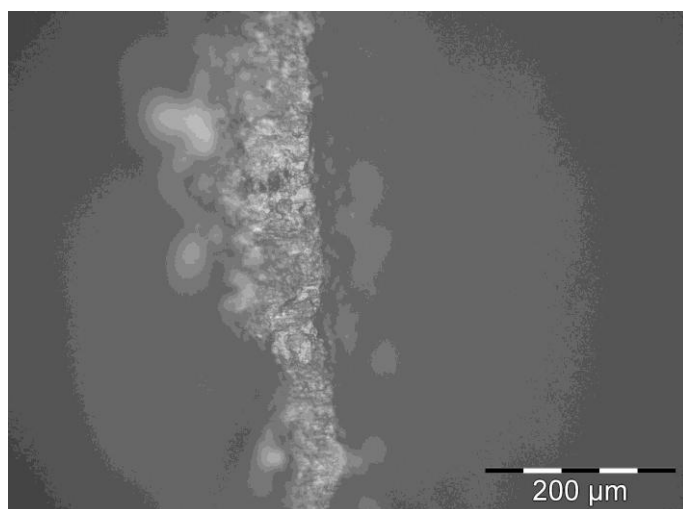
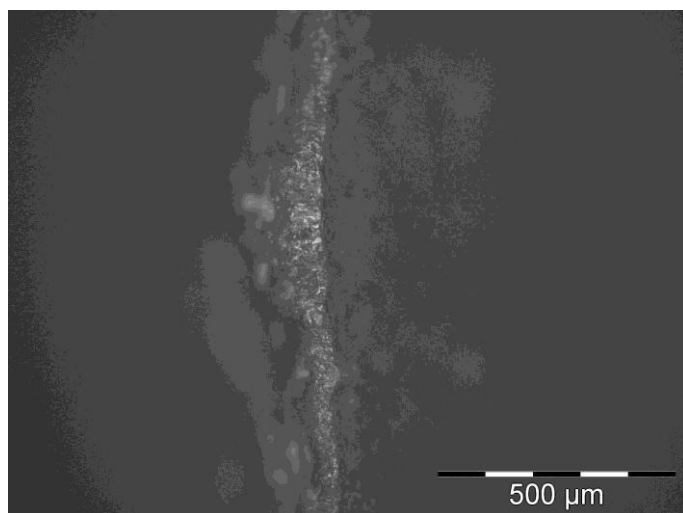
#### a. Expérimentations

Lors de nos expérimentations, nous avons constaté que l'aspect des traces dépendait surtout de la granulométrie et de la cohésion de la matière travaillée. Ainsi, les outils ayant travaillé une matière à grains fins présentent un poli brillant et lisse (fig. 228), alors que lorsque les grains sont plus grossiers, l'émoissé est mat (fig. 229).



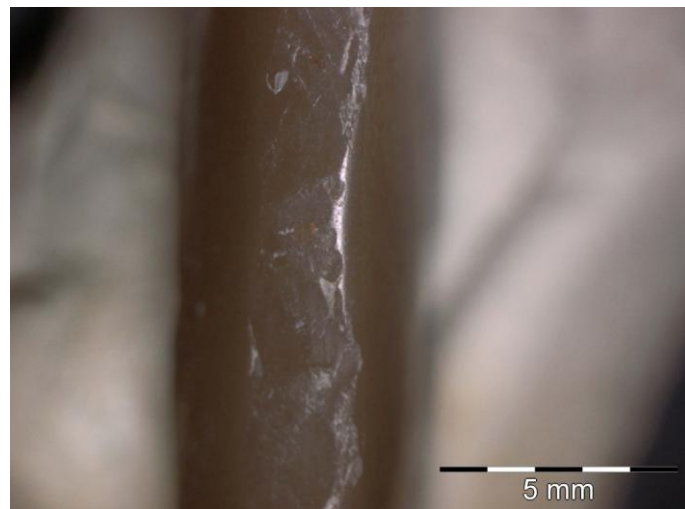
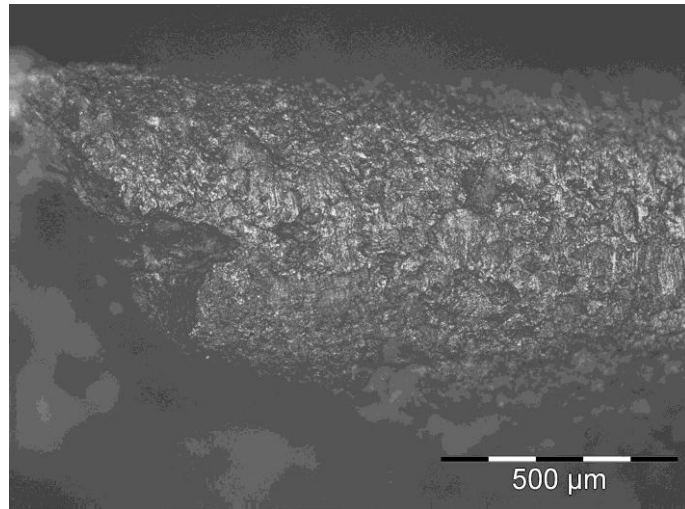


**Fig. 228 : Exp n° 28, incision d'argile sans dégraissant, pâte dite « cuir », 20 minutes. Le poli est de trame semi-serrée à compact, brillant, étiré dans le sens de la longueur. (Photo L. Torchy)**



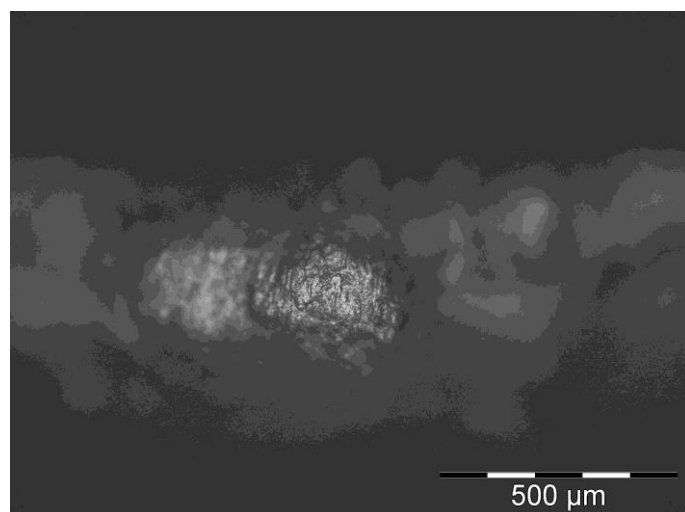
**Fig. 229 : Raclage de calcaire fin, 15 minutes (100x et 200x). Le grain de la matière travaillée est plus grossier que dans l'exemple précédent, l'aspect des traces est totalement différent, il n'y a pas de poli mais uniquement des ébréchures et émoussesments. (Photos L. Torchy).**

La cohésion des grains joue un rôle dans la mesure où ceux-ci se détachent par groupe et le résultat peut-être le même que pour les grains plus grossiers (fig. 230).



**Fig. 230 : Raclage de céramique moderne (forte cohésion entre les grains, sans dégraissant). L'émoissé est brillant à faible grossissement, mais à 100x on observe qu'il n'y a pas de poli, la composante abrasive et donc plus importante). (Photo L. Torchy).**

Enfin, lorsque la matière est de granulométrie hétérogène, l'émoissé est irrégulier (fig. 231).



**Fig. 231 : Raclage d'ocre, 30 minutes. L'hétérogénéité de la matière travaillée a pour conséquence de laisser des écailllements et émoissement irréguliers, des dépôts de poli de répartition chaotique. (Photo L. Torchy).**

## b. Analyse du mobilier archéologique

Toutes les pièces observées (fig. 232), que ce soit les éléments de raclage ou de perçage, présentent des émoussés très réguliers et très calibrés, plus ou moins mats.

	MAL	SPM	StA	AUR	SMT	Total
raclage	3	4	3	6	2	18
perçage	0	7	0	1	2	10

Fig. 232 : Décompte des éléments ayant travaillé des matières minérales.

### Les éléments de raclage

Parmi le mobilier archéologique, tous les éléments ayant été diagnostiqués comme ayant raclé des matières minérales présentent des émoussements très importants (fig. 233 à 237).

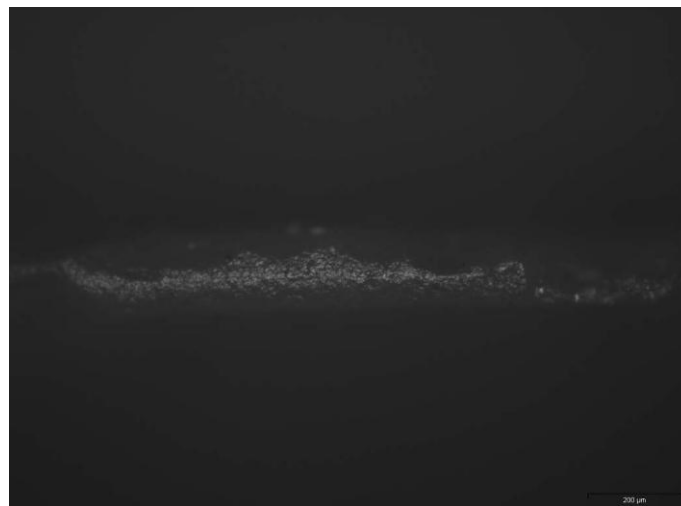
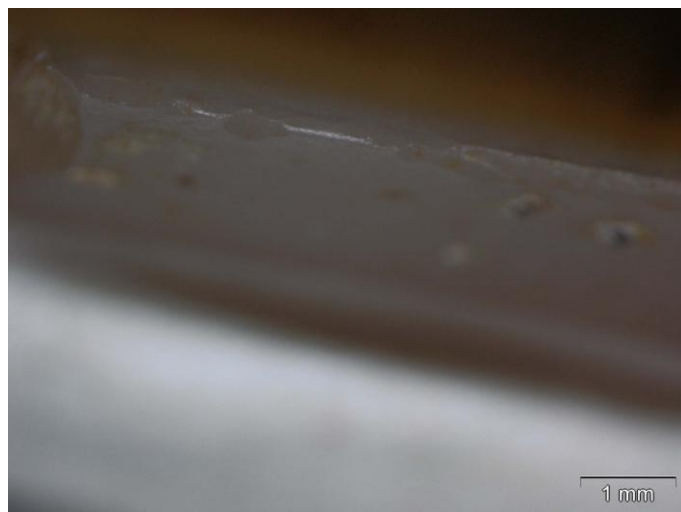
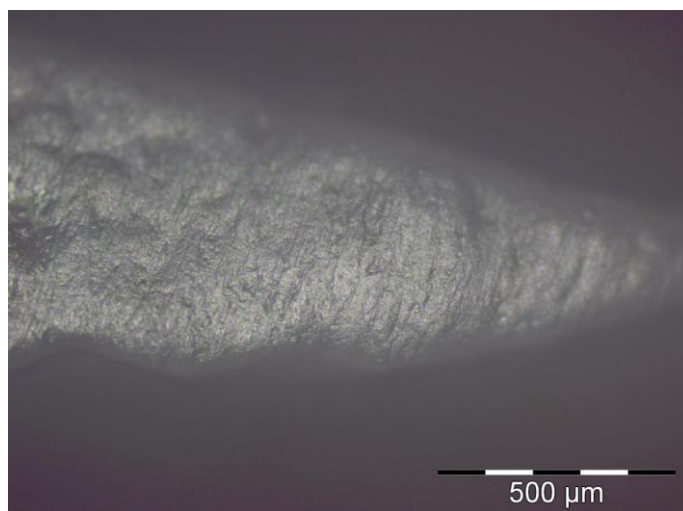


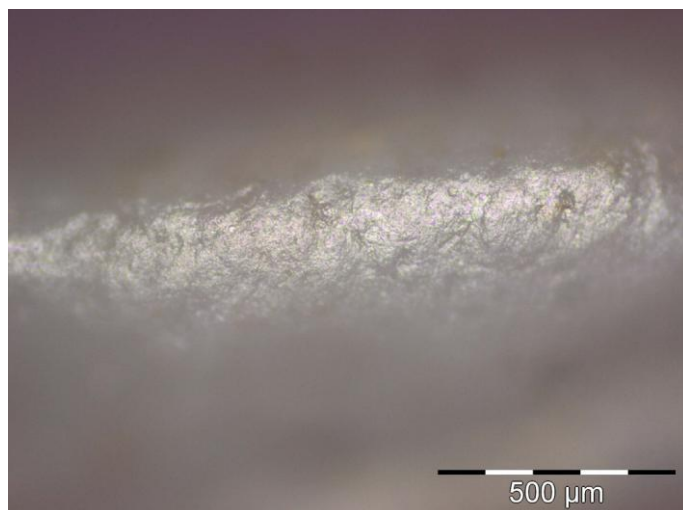
Fig. 233 : Emoussé sur lamelle en silex bédoulien chauffé (AUR n° e19.71). Il s'agit d'une émoussé assez important qui apparaît mat à 100x. Il semble s'agir d'une matière minérale homogène à grains relativement fins. (Photo L. Torchy).



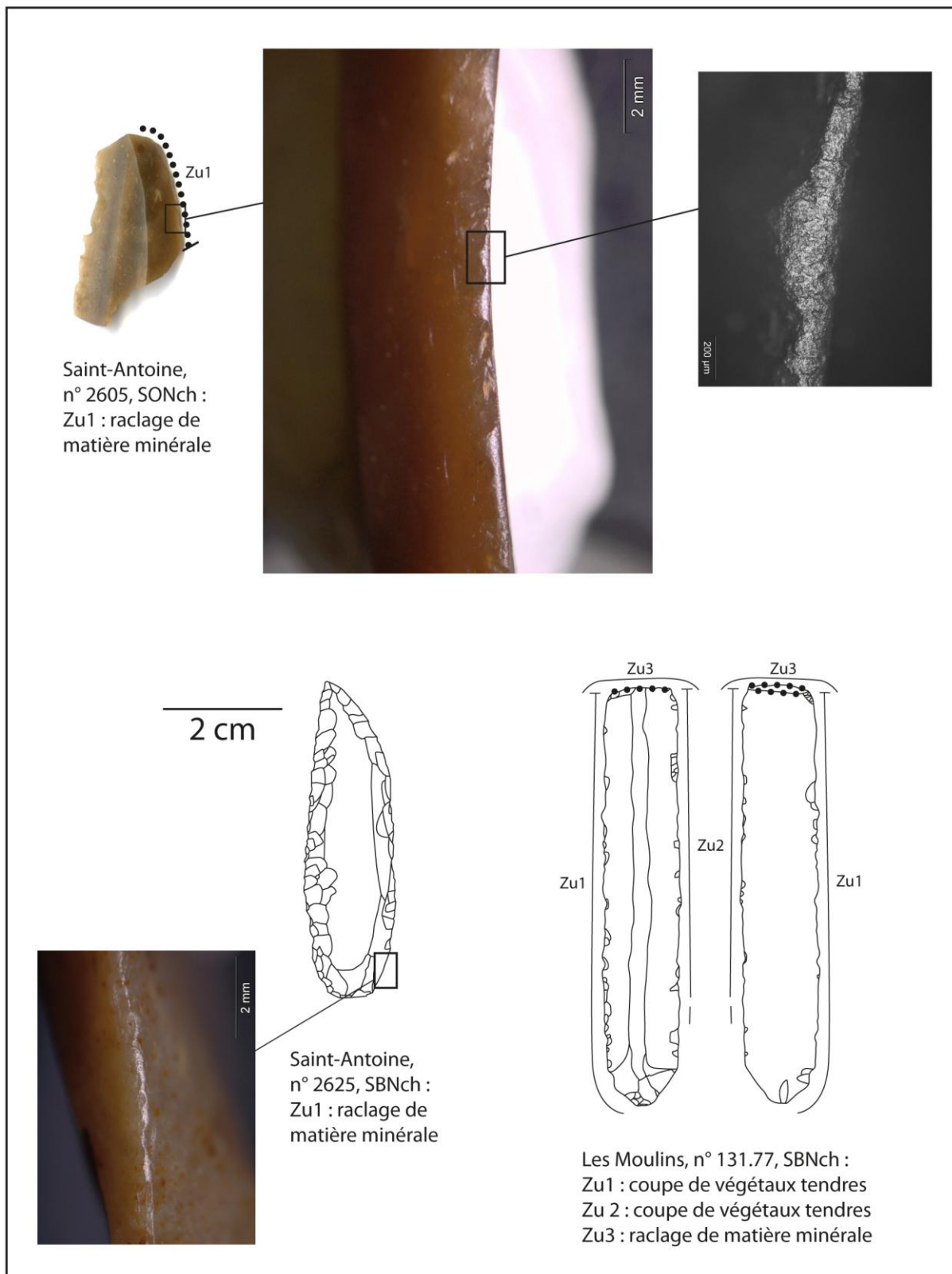
**Fig. 234 : Emoussé sur angle de lame en silex bédoulien non chauffé (StA n° 2436). (Photo L. Torchy).**



**Fig. 235 : Emoussé et stries transversales sur bord de lamelle en silex bédoulien chauffé (MAL n° 2984). (Photo L. Torchy).**



**Fig. 236 : Emoussé sur lame en silex bédoulien non chauffé (SMT A150, n° CN.13) (Photo L. Torchy).**



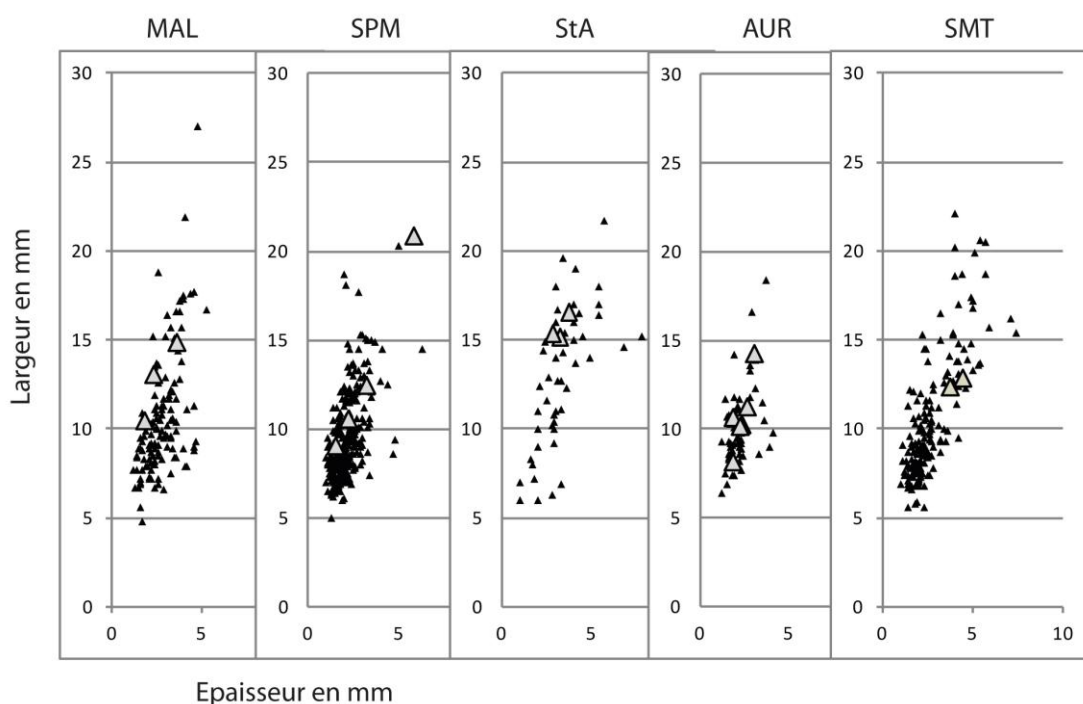
**Fig. 237 : éléments ayant raclés des matières minérales. (Photos et DAO L. Torchy).**

La matière première la plus représentée ici est le silex bédoulien chauffé (fig. 238). Cependant, l'effectif est trop réduit et il est préférable de ne pas le considérer comme représentatif.

	MAL	SPM	StA	AUR	SMT	Total
SBch	3	2	0	6	1	12
SBnch	0	2	2	0	1	5
Sonch	0	0	1	0	0	1

**Fig. 238 : Décompte par matières premières. La sélection semble faite selon la disponibilité sur les sites, il ne semble pas y avoir de contrainte technique liée à la matière première.**

Les modules utilisés sont très variables, de 8 à 21mm de largeur (fig. 239), il ne semble pas y avoir de sélection particulière dans les pièces, les contraintes techniques sont probablement assez souples.

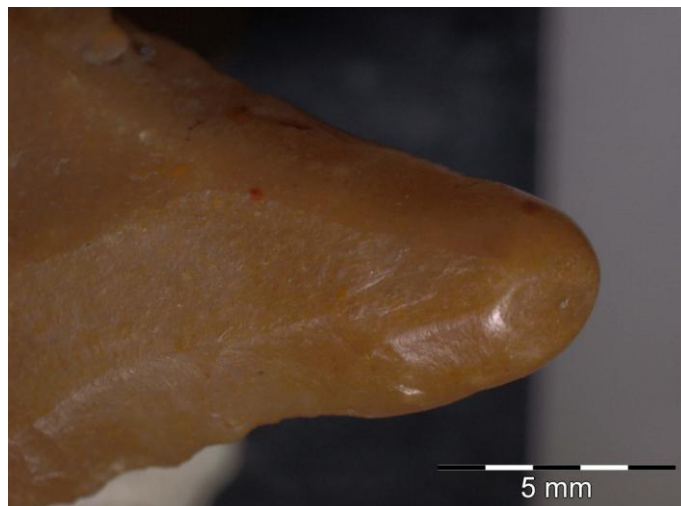


**Fig. 239 : Module des éléments ayant raclé des matières minérales (en gris), comparé au module des autres pièces de l'échantillon (en noir). Les modules sont variés, cela peut révéler l'absence de contrainte technique en fonction du module. (DAO L. Torchy).**

Plusieurs hypothèses sont envisageables, ces outils ont pu racler de la céramique ou du calcaire tendre et très fin. Nous sommes ici limité dans nos interprétations, il faudrait envisager un programme expérimental visant à tester la variabilité des traces (aspect de l'émoissé, largeur des stries) en fonction de la granulométrie et de la cohésion de la matière travaillée, mesurés avec des appareils normés.

### **Les éléments de perçage :**

Les éléments ayant percés des matières minérales tendres sont des supports dont une des extrémités a été préalablement appointée. Les nervures sont affectées par un émoissé plus ou moins intense (fig. 240 et 241), grenu et quelques fois très strié, transversalement à l'axe. Les diamètres de perçage sont compris entre 3,5 et 9 mm, pour une profondeur comprise entre 3 et 10-12 mm.



**Fig. 240 : Emoussé sur lame en silex bédoulien non chauffé (SMT A150, n° CN.9) (Photo L. Torchy).**



**Fig. 241 : Emoussé et ébréchures sur lame en silex bédoulien non chauffé (SMT A283, n° 738) (Photo L. Torchy).**

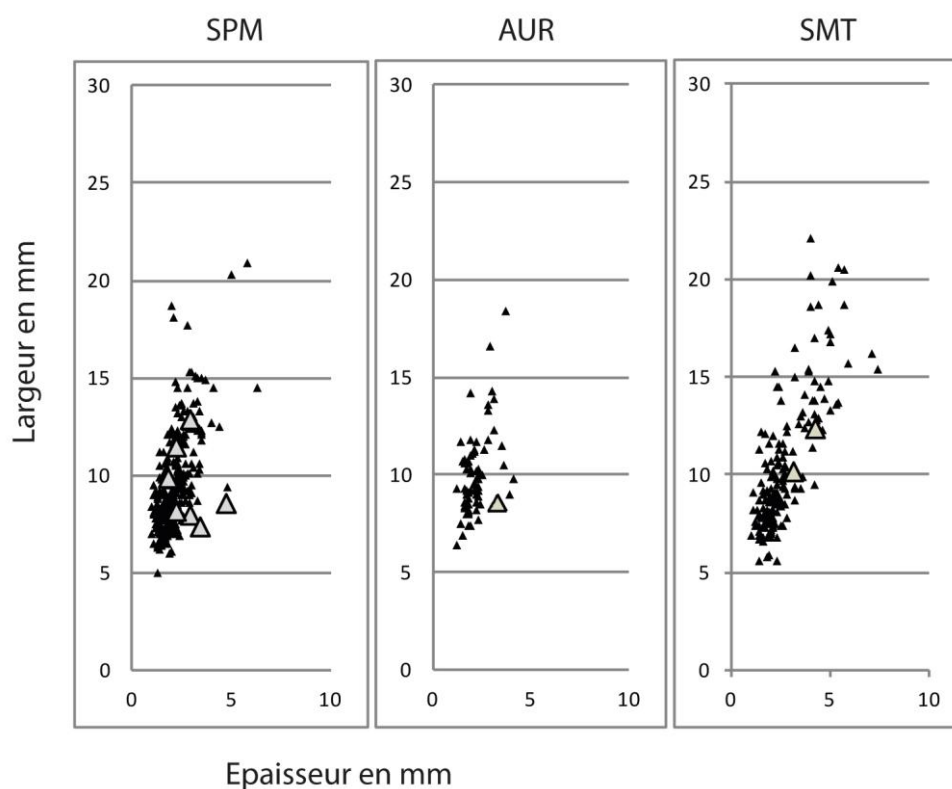
La matière première la plus représentée ici est le silex bédoulien chauffé (fig. 242). Cependant, l'effectif est trop réduit et il est préférable de ne pas le considérer comme représentatif.

	SPM	AUR	SMT	Total
SBch	6	1	0	7
SBnch	0	0	1	1
SLM	0	0	1	1
Sind	1	0	0	1

**Fig. 242 : Décompte des éléments ayant percé des matières minérales.**



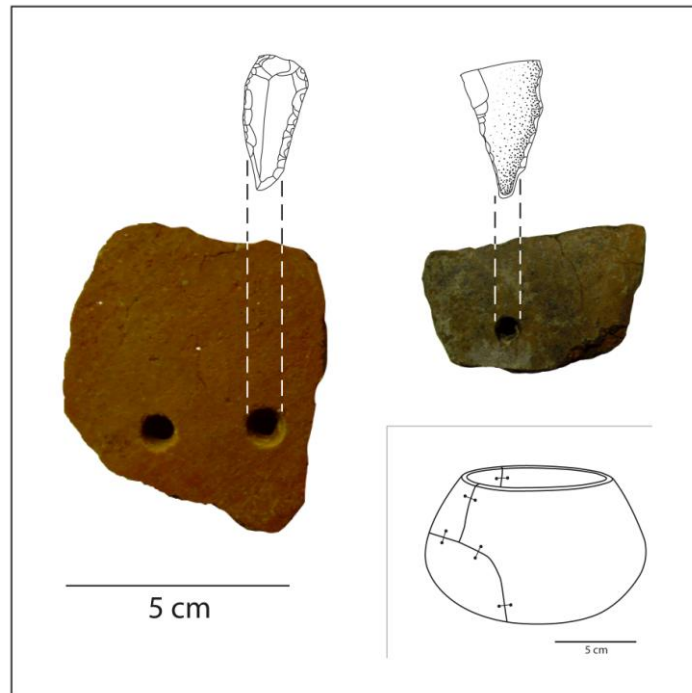
Les supports sélectionnés ont une variabilité de module assez importante mais ne dépassent jamais 13 mm (fig. 243).



**Fig. 243 : Module des pièces ayant percé des matières minérales. La largeur dépasse jamais 13 millimètres (DAO L. Torchy).**

Il s'agit de perçage d'une matière minérale tendre à grains fins. Les diamètres de perçoirs sont plus importants que les diamètres des trous dans les éléments de parure (SPM : 1,5 mm à l'ouverture, AUR : 2,5 mm). Sur le site de Saint-Michel-du-Touch, deux perles ont un diamètre à l'ouverture de 4,1 et 4,5 mm, mais ils ont été percés sur 1 cm à partir de chaque extrémité, ce qui fait qu'aucun perçoir n'est compatible. L'hypothèse la plus probable est le perçage de céramique, pour la réparation, mais les données concernant les diamètres de trous sur les sites concernés n'ont pas été relevés lors des études céramiques, nous pouvons juste proposer cette hypothèse après constat sur d'autres sites (fig. 244, Gassin 1993, Torchy et Gassin 2010)





**Fig. 244 : Correspondance entre les diamètres des perceurs et les diamètres des trous dans la céramique sur le site du Pirou à Valros (d'après Torchy et Gassin 2010). (Photos et DAO L. Torchy).**

#### **Bilan sur le travail des matières minérales :**

Le nombre d'outil ayant travaillé des matières minérales est relativement important et ceux-ci peuvent être divisés en deux groupes, le perçage et le raclage.

D'après la comparaison des diamètres, les perceurs ont probablement été utilisés pour la réparation de la céramique brisée. Les outils de raclage ont quant à eux des finalités d'utilisation moins évidentes. Dans notre corpus, les petits émoussés observés aux extrémités des bords ne sont pas des aménagements comme cela a pu être proposé par ailleurs (Gassin 1996), puisqu'ils sont de section circulaire et très régulière, ce qui implique une durée de contact supérieure à une simple abrasion pour un quelconque aménagement, cette hypothèse est donc exclue. Sur d'autres outils, l'émoussé est développé sur une grande partie ou sur la totalité d'un bord, son caractère fonctionnel est donc indiscutable.

La régularité de ces émoussés nous permet d'affirmer qu'il s'agit de matières minérales plutôt tendres et à grains fins. En l'état actuel de notre référentiel expérimental et de nos connaissances, nous pouvons proposer quelques hypothèses pour les possibles finalités. Il peut s'agir de finition lors du façonnage d'objet en matière minérale (céramique, calcaire, talc), ou à de la récupération de pigments minéraux comme cela a été expérimenté.

## **3.2. Gestion des productions spécialisées sur chacun des sites du corpus.**

Nous avons vu dans la partie précédente comment les supports étaient impliqués dans les différents sous-systèmes techniques, ce qui nous a permis d'appréhender l'intérêt purement fonctionnel des outils de silex. Cependant, nous avons vu que selon les sites, les comportements pouvaient être variables. Il semble donc que d'autres facteurs aient eu une incidence sur ces comportements et c'est par l'étude de la gestion des outillages que nous allons pouvoir aborder une partie des aspects sociaux-économiques.

Sur chacun des sites, l'assemblage lithique est constitué de matières premières d'origines diverses (Binder et Perlès 1990). La stratégie d'approvisionnement peut être aussi bien liée à la fonction du site qu'à son intégration dans tel ou tel réseau. Par ailleurs, les comportements des artisans lors de l'utilisation des outils sont dépendants des conditions d'approvisionnement : un support difficile à obtenir a tendance à être économisé, par le réaffutage ou le recyclage. Le calcul des taux d'utilisation des outils selon les matières premières et selon les supports devrait nous permettre de préciser l'intégration des sites dans les différents réseaux.

Pour cela, nous présentons les sites en trois catégories : les sites producteurs et consommateurs, les sites consommateurs à faible taux d'utilisation, et les sites consommateurs à fort taux d'utilisation.

### **3.2.1. Site producteur et utilisateur de silex**

Un seul des sites de notre corpus peut-être placé dans cette catégorie, le site de Saint-Martin à Malaucène.

#### **3.2.1.1. Saint-Martin à Malaucène (Vaucluse)**

Ce site producteur sur lequel la mise en forme et le traitement thermique du silex bédoulien sont attestés, a par ailleurs utilisé ses propres productions et importé des supports produits sur d'autres sites, dont une lame en silex oligocène (Léa 2010), ce qui en fait aussi un site consommateur.

##### **a. Intensité d'utilisation**

Les coefficients calculés à partir du nombre de pièces utilisées et du nombre de zones d'utilisation, révélateurs de l'intensité d'utilisation, sont présentés par matières premières.

### Le silex bédoulien chauffé :

Il s'agit de la principale production du site. Le silex bédoulien est importé sous la forme de blocs pour subir le traitement thermique et les phases de mises en forme. Avant exportations des préformes vers les sites consommateurs, quelques lamelles peuvent être débitées afin de tester les blocs. Par ailleurs, quelques nucléus épuisés et une bonne quantité de lamelles ont été retrouvés sur le site. L'étude tracéologique montre que ces lamelles ont été produites pour une consommation sur place.

Couche	Total échantillon	Pièces utilisées		Nombre de zone	Nombre de zone d'utilisation moyen	
		Effectif	Pourcentage		Par pièce	Total
Csup	9	3	33,3%	6	2,00	0,67
C1	43	4	9,3%	6	1,50	0,14
C	45	4	8,9%	6	1,50	0,13
Cinf	2	0	0,0%	0	-	-

**Fig. 245 : Intensité d'utilisation du silex bédoulien chauffé dans les différentes couches.**

Il est intéressant de constater que les valeurs obtenues concernant l'intensité d'utilisation dans C et dans C1 sont très faibles (fig. 245) mais non nulles. Ceci montre que les pièces ont été utilisées, ce qui octroie au site de Saint-Martin le statut de producteur et de consommateur. Le fait que les coefficients soient faibles est probablement lié à la facilité d'approvisionnement des utilisateurs de ces lamelles, en effet, la zone de consommation semble être juxtaposée à la zone de production (Léa 2007, 2010 et 2011).

Par ailleurs, le nombre de pièces issues des couches Cinf et Csup est trop bas pour considérer le coefficient comme étant représentatif, il est néanmoins intéressant de constater que quelques pièces ont été utilisées. La poursuite des fouilles archéologiques dans ces couches et l'étude du mobilier pourraient nous donner des informations sur l'évolution du site : son statut a-t-il toujours été le même ?

En attendant de pouvoir répondre à cette question, nous pouvons tenter d'affiner cette analyse en observant les taux d'utilisation par codes opératoires au sein des couches C1 et C. Ceci peut nous montrer quels types ont été choisis par les utilisateurs dans un contexte où les supports sont abondants.

Supports	Total échantillon	Pièces utilisées		Nombre de zone	Nombre de zone d'utilisation moyen	
		Effectif	Pourcentage		Par pièce	Total
Lame(lle)s à section triangulaire	2	0	0,0%	0	-	-
Lame(lle)s de code opératoire 123 ou 321	6	0	0,0%	0	-	-
Lame(lle)s de code opératoire 212'	10	2	20,0%	3	1,50	0,30
Lame(lle)s à plus de 3 négatifs d'enlèvements	6	1	16,7%	2	2,00	0,33
Lame(lle)s latérales	17	1	5,9%	1	1,00	0,06

**Fig. 246 : Intensité d'utilisation selon le code opératoire dans la couche C1.**

Au sein de la couche C1, les lamelles les plus utilisées sont les lamelles de code opératoire 212' et celles à plus de trois négatifs d'enlèvement.

Supports	Total échantillon	Pièces utilisées		Nombre de zone	Nombre de zone d'utilisation moyen	
		Effectif	Pourcentage		Par pièce	Total
Lame(lle)s à section triangulaire	4	1	25,0%	1	1,00	0,25
Lame(lle)s de code opératoire 123 ou 321	3	0	0,0%	0	-	-
Lame(lle)s de code opératoire 212'	15	2	13,3%	4	2,00	0,27
Lame(lle)s à plus de 3 négatifs d'enlèvements	3	0	0,0%	0	-	-
Lame(lle)s latérales	20	1	5,0%	1	1,00	0,05

**Fig. 247 : Intensité d'utilisation selon le code opératoire dans la couche C.**

Au sein de la couche C, ce sont les lamelles de section triangulaire qui sont les plus utilisées, suivies par celles de code opératoire 212'. Toutefois, cette subdivision des échantillons engendre des effectifs très faibles qui sont à considérer avec prudence. C'est pourquoi nous avons décidé de regrouper les couches pour avoir des tendances générales sur le site.

Supports	Total échantillon	Pièces utilisées		Nombre de zone	Nombre de zone d'utilisation moyen	
		Effectif	Pourcentage		Par pièce	Total
Lame(lle)s à section triangulaire	7	1	14,3%	1	1,00	0,14
Lame(lle)s de code opératoire 123 ou 321	11	0	0,0%	0	-	-
Lame(lle)s de code opératoire 212'	30	5	16,7%	9	1,80	0,30
Lame(lle)s à plus de 3 négatifs d'enlèvements	11	2	18,2%	5	2,50	0,45
Lame(lle)s latérales	48	5	10,4%	5	1,00	0,10
TOTAL	107	13	12,1%	20	1,54	0,19

**Fig. 248 : Intensité d'utilisation selon le code opératoire (toutes couches confondues).**

Les lamelles les plus utilisées sont celles avec plus de trois négatifs d'enlèvement et celles de code opératoire 212' (fig 246 à 248) ce qui semble indiquer les produits de première intention. À l'inverse, les lamelles latérales sont très peu utilisées.

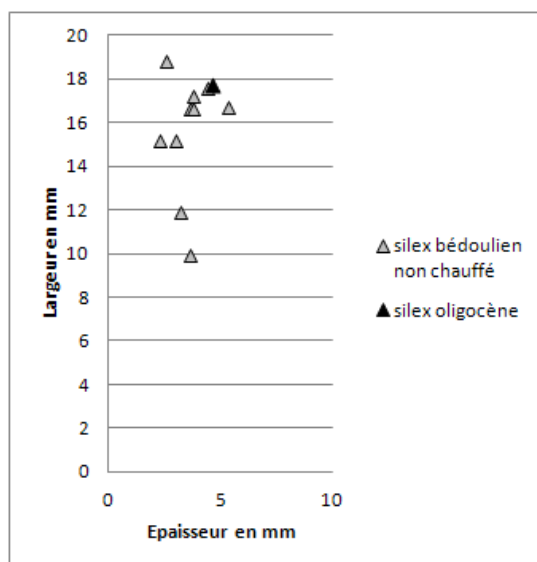
Aucune des 11 lamelles échantillonnées de code opératoire 123/321 n'a été utilisée. Peut-être s'agit-il d'un biais d'échantillonnage, car nous avons constaté que pour les autres sites, elles étaient très utilisées. En ce qui concerne les lamelles de code opératoire 212' et celles de plus de trois enlèvements, ce n'est pas une surprise puisque les études passées ont montré l'intérêt des utilisateurs pour ces types de lamelles probablement lié à leur largeur et à leur régularité (Gassin 1996, Torchy et Gassin 2011).

### **Le silex bédoulien non chauffé :**

Les lames et lamelles en silex bédoulien non chauffé n'ont pas été produites sur place. L'absence de nucléus et de pièces techniques générées lors du débitage montre qu'elles ont été produites ailleurs et importées à Saint-Martin sous la forme de produits finis. Ce qui révèle un autre aspect consommateur de ce site. Sur 10 lame(lle)s, seules 3 ont été utilisées, et chacune par une seule partie active. Nous pouvons envisager une introduction sous la forme de produit fini à partir d'un atelier voisin. Dans ce cas, la faible intensité d'utilisation serait explicable par la proximité de cet éventuel site.

### **Le silex oligocène :**

À l'inverse, une lame en silex oligocène non chauffée a été utilisée de 2 à 4 fois (selon s'il y a superposition des traces ou pas). Nous pouvons nous demander quel est l'intérêt d'une telle importation. Il ne nous semble pas que la motivation soit du domaine technique puisque les silex ne manquent pas à Saint-Martin et des lames en silex bédoulien non chauffé de même module semblent plus facilement accessibles (fig. 249). Le caractère exogène de cette pièce et sa couleur ont pu être un facteur justifiant son importation.



**Fig. 249 : Comparaison modules bédoulien non chauffé / oligocène. Les caractères technologiques de la lame en silex oligocène sont proches de ceux des lames en silex bédoulien non chauffé. L'intérêt de son importation n'est peut-être pas seulement fonctionnel (DAO L. Torchy).**

## b. Module des supports utilisés

Sur le silex bédoulien chauffé, les modules des supports produits et utilisés sont variables (fig. 250).

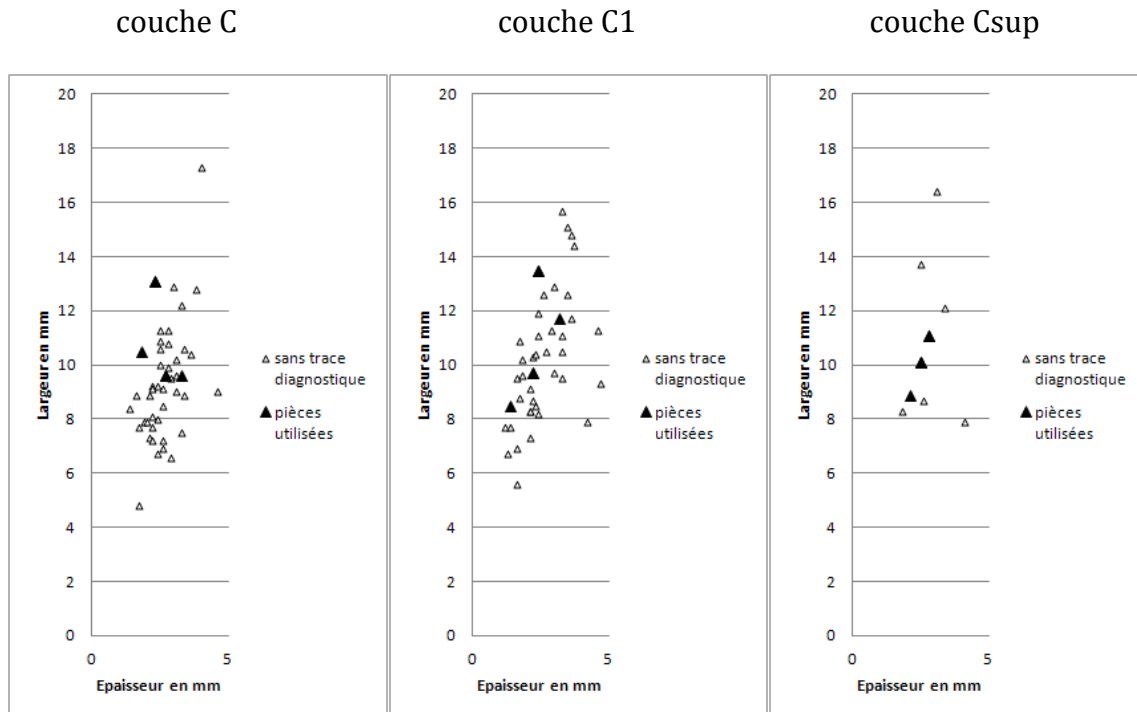


Fig. 250 : Silex bédoulien chauffé : variabilité des modules des supports utilisés. (DAO L. Torchy).

Les supports les plus larges peuvent provenir des séries de lamelles débitées afin de tester les préformes avant exportation, mais la présence de modules moins importants (et de nucléus épuisés) indique une production pour les lamelles elles-mêmes. Ceci peut correspondre à un besoin spécifique, nécessitant la production de lamelles de largeur comprise entre 9 et 12 millimètres. Par ailleurs, les lames en silex bédoulien non chauffé et en silex oligocène, dont les modules sont plus importants, sont complémentaires au silex chauffé et contribuent à obtenir un meilleur équilibre de l'assemblage.

## c. Besoins techniques satisfaits

Globalement, les besoins techniques satisfaits par les productions lamino-lamellaires sont orientés vers les activités de boucherie (fig. 251 à 253).

Couche C :

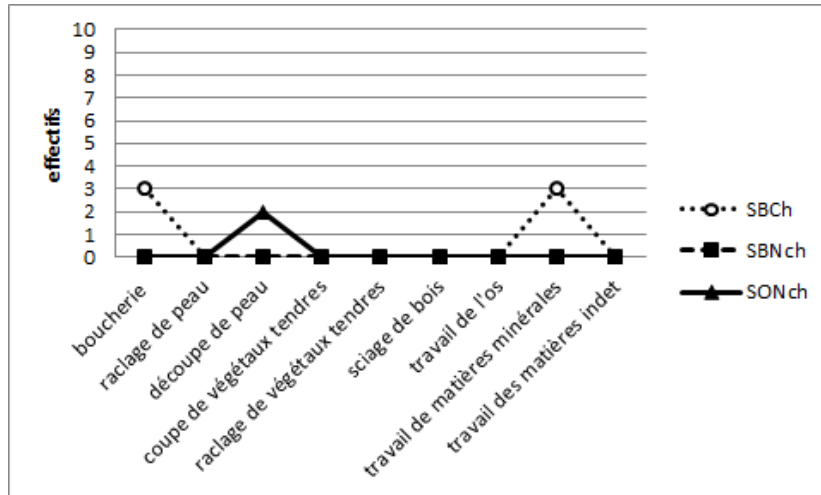


Fig. 251 : Besoins techniques satisfaits dans la couche C. (DAO L. Torchy).

Couche C1 :

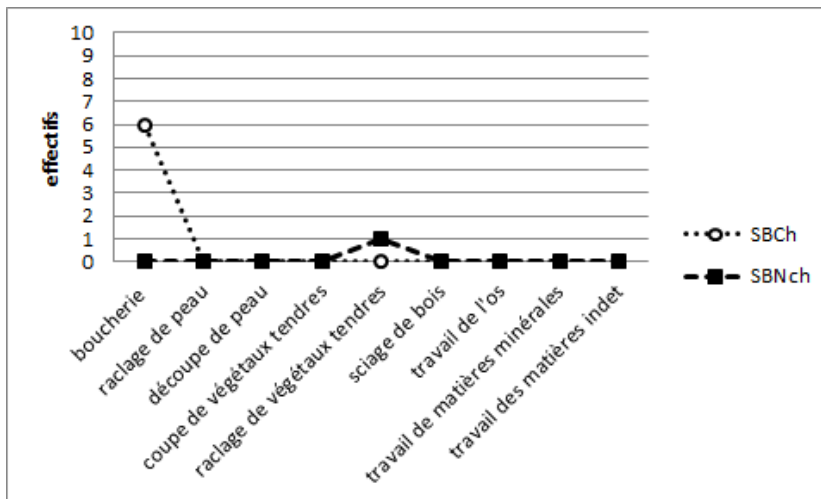


Fig. 252 : Besoins techniques satisfaits dans la couche C1. Les lamelles en silex bédoulien chauffé sont affectées uniquement pour les activités de boucherie (DAO L. Torchy).

Couche Csup :

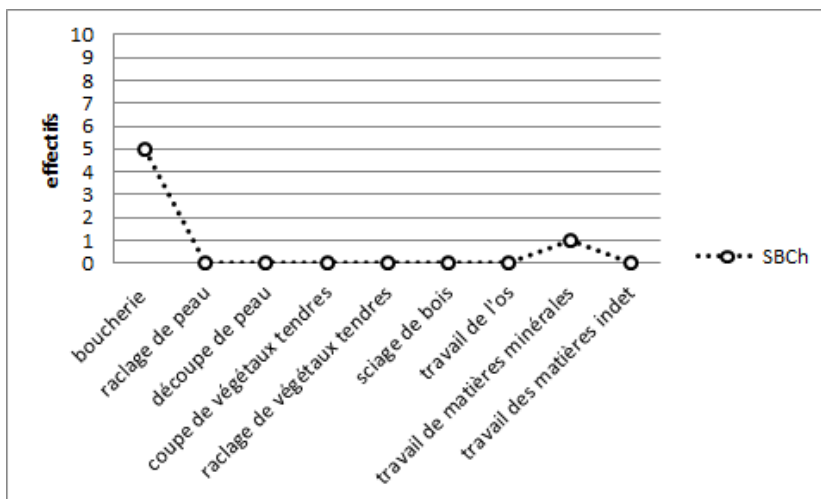


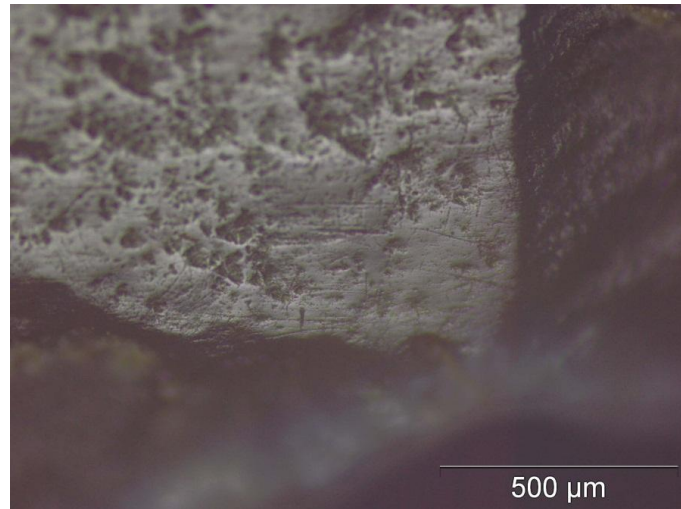
Fig. 253 : Besoins techniques satisfaits dans la couche Csup. (DAO L. Torchy)

Il faut rappeler qu'il s'agit là des activités réalisées uniquement avec les supports lamino-lamellaires et par conséquent ceci ne révèle pas la totalité des activités du site. En effet, l'observation complémentaire des autres productions montre que les éclats, les pièces de mise en forme et les déchets issus d'accidents thermiques, ont été utilisés pour d'autres activités comme le raclage de peau, de végétaux, de matières dures indéterminées (Torchy *in Léa et al.* 2011).

Par ailleurs, il faut signaler l'absence de pièce ayant coupé des végétaux tendres parmi les pièces échantillonnées. Ceci pourrait être remarquable pour un site chasséen puisque la totalité des sites ayant été étudiés par le passé ont révélé des éléments de faucille (Gassin *et al.* 2010). Cependant, la présence de fragments de meules sur le site nous laisse penser qu'il y a eu une activité spécifique au traitement des céréales. Devant ce constat, nous devons formuler plusieurs hypothèses :

- Les céréales n'étaient peut-être pas récoltées avec des faucilles ? Cela est techniquement possible comme le montre quelques exemples du Jura (Beugnier 1997) et d'Espagne cantabrique (Ibañez *et al.* 2008, Gassin *et al.* 2010), mais serait inédit en contexte chasséen.
- Les céréales auraient pu être importées à partir d'un autre site via les échanges ? Dans le contexte des réseaux d'échange nous pouvons nous attendre à ce que tous les matériaux circulent, cependant le transport de céréales peut-être problématique dans la mesure où il s'agit de volumes conséquents. Toutefois, ceci reste envisageable dans la mesure où il pourrait s'agir d'un site voisin de Saint-Martin.
- En restant sur la même idée, l'entretien des faucilles avec l'emmanchement et le démanchement des éléments pouvait peut-être se faire sur un autre secteur, hors de la zone fouillée ? La présence d'une lame de faucille (fig. 254) en silex bédoulien chauffé issue d'un ramassage de surface à environ 150 mètres de la zone fouillée conforte cette dernière hypothèse.





**Fig. 254 : Poli sur le bord d'une lame en silex bédoulien chauffé ramassée en prospection de surface à environ 150 mètres de la zone fouillée. Il s'agit de coupe de végétaux tendres, activité non représentée sur les éléments provenant des fouilles (Photo L. Torchy).**

Néanmoins, il s'agit d'un cas isolé et ces hypothèses devront être rediscutées après une éventuelle extension de la zone fouillée.

#### **d. conclusion sur le site de St-Martin**

Le fait que le taux d'utilisation soit faible mais non nul est compatible avec l'hypothèse d'une zone d'habitat attenante à l'atelier de production qui a été formulée d'après les études de la céramique, du mobilier lithique et de la faune (Léa 2011). L'étude tracéologique montre que la fonction des lamelles débitées après chauffe est clairement orientée vers les activités de boucherie. Par ailleurs, l'étude préliminaire réalisée sur les supports autres que lamino-lamellaires (Torchy 2011) montre qu'en plus de la boucherie, d'autres activités non liées à la production lithique ont été réalisées sur le site. On note la présence de raclage de végétaux tendres et de travail de la peau. Pour comprendre l'organisation spatiale du site, nous devons attendre l'élargissement de la zone fouillée afin d'avoir des échantillons plus représentatifs des différentes zones, mais aussi des différents niveaux archéologiques.

Concernant la gestion des éléments lithiques, l'originalité de ce site réside dans le fait que les pièces de mise en forme et les éclats thermiques ont été utilisés. En effet, ces pièces sont *a priori* des déchets au sens technologique du terme. Sur le site de Saint-Martin, l'utilisation de ces pièces rappelle l'adage « *les cordonniers sont toujours les plus mal chaussés* » et peut correspondre à une stratégie visant à utiliser au maximum les déchets afin de réserver les meilleures productions pour l'exportation.

### 3.2.2. Sites consommateurs avec faible intensité d'utilisation

Il s'agit des sites qui ont une intensité d'utilisation inférieure à 0,7 zone d'utilisation par pièce pour le silex bédoulien chauffé et inférieure à 1,2 zone d'utilisation par pièce pour le silex bédoulien non chauffé. Ces limites ont été fixées dans un premier temps afin d'éviter de présenter les sites de façon linéaire et commencer à les hiérarchiser. Toutefois, nous devons signaler que ces limites ne sont pas immuables et qu'elles seront rediscutées en synthèse en tenant compte de la distance qui éloigne les sites des gisements ainsi qu'à d'autres facteurs qui seront énoncés par la suite.

Dans cette partie, nous évoquons la gestion des outillages sur les sites des Moulins, d'Auriac et de Saint-Michel-du-Touch.

#### 3.2.2.1. Les Moulins à Saint-Paul-Trois-Châteaux (Drôme).

Comparé aux autres sites de la Drôme, la position géographique (en plaine, près du Rhône) et l'ampleur de certains sites, dont celui des Moulins, ont contribué à lui attribuer le statut de site central au sein du finage (Beeching 2005). Il s'agit donc d'un site qui, hypothétiquement, devrait avoir eu de nombreuses articulations avec les sites voisins, et aussi, avec un contact privilégié avec la zone de production.

Par ailleurs, ce site est placé au nord de la zone de production. Il s'agit de la première analyse fonctionnelle sur cet axe de diffusion. L'étude de la gestion de l'outillage devrait nous permettre d'analyser sa position dans les réseaux et de connaître ses besoins spécifiques.

##### a. Intensité d'utilisation

**Par matière première :**

Le silex bédoulien chauffé est moins intensément utilisé que le silex bédoulien non chauffé (fig. 255).

Matières premières	Total échantillon	Pièces utilisées		Nombre de zone	Nombre de zone d'utilisation moyen	
		Effectif	Pourcentage		Par pièce	Total
Silex bédoulien chauffé	220	58	26,4%	95	1,64	0,43
Silex bédoulien non chauffé	44	28	63,6%	49	1,75	1,11

Fig. 255 : Intensité d'utilisation selon les matières premières.

Il s'agit d'un constat observé pour la première fois à la grotte de l'Eglise (Gassin 1996) et par la suite sur d'autres sites chasséens (Torchy et Gassin 2011). Ce constat est probablement à mettre en relation avec le mode de circulation du silex bédoulien chauffé en préformes, ce qui permet de constituer de bonnes réserves de supports prêts

à débiter. L'approvisionnement plus aisé de ces lamelles serait donc la raison d'un taux d'utilisation plus bas (Gassin 1996). Cette hypothèse sera discutée en synthèse après l'étude de l'ensemble des sites de notre corpus.

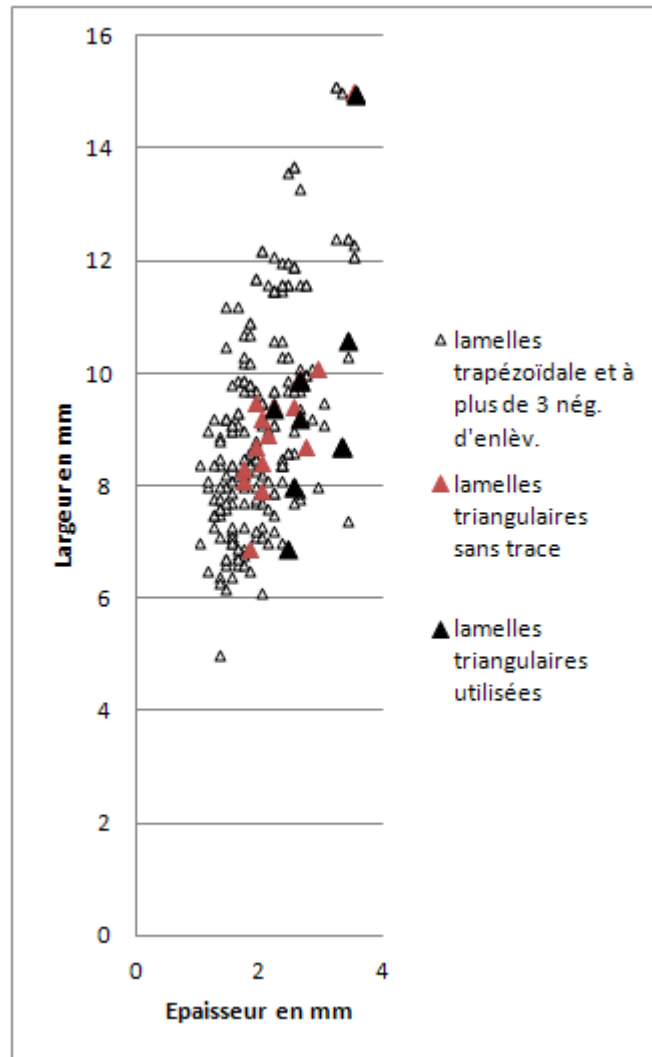
### **Sur silex bédoulien chauffé, par code opératoire :**

Les lame(lle)s de section triangulaire sont les plus utilisées (fig. 256), ce qui est surprenant car elles ne correspondent pas à l'optimum de débitage. Les lamelles latérales sont les moins intensément utilisées.

Supports	Total échantillon	Pièces utilisées		Nombre de zone	Nombre de zone d'utilisation moyen	
		Effectif	Pourcentage		Par pièce	Total
Lame(lle)s à section triangulaire	20	8	40,0%	14	1,75	0,70
Lame(lle)s de code opératoire 123 ou 321	58	16	27,6%	28	1,75	0,48
Lame(lle)s de code opératoire 212'	80	24	30,0%	41	1,71	0,51
Lame(lle)s à plus de 3 négatifs d'enlèvements	14	5	35,7%	7	1,40	0,50
Lame(lle)s latérales	48	5	10,4%	5	1,00	0,10

**Fig. 256 : Intensité d'utilisation selon les codes opératoires.**

L'utilisation des lamelles de section triangulaire n'est pas liée à une activité spécifique puisque plusieurs tâches ont été réalisées avec ce type de support, aussi bien avec des modes de fonctionnement longitudinaux que transversaux. Cependant, nous pouvons nous demander si leur morphologie spécifique peut les rendre plus appréciables pour une raison technique. Nous pouvons apprécier leurs modules dans le nuage de point suivant (fig. 257).

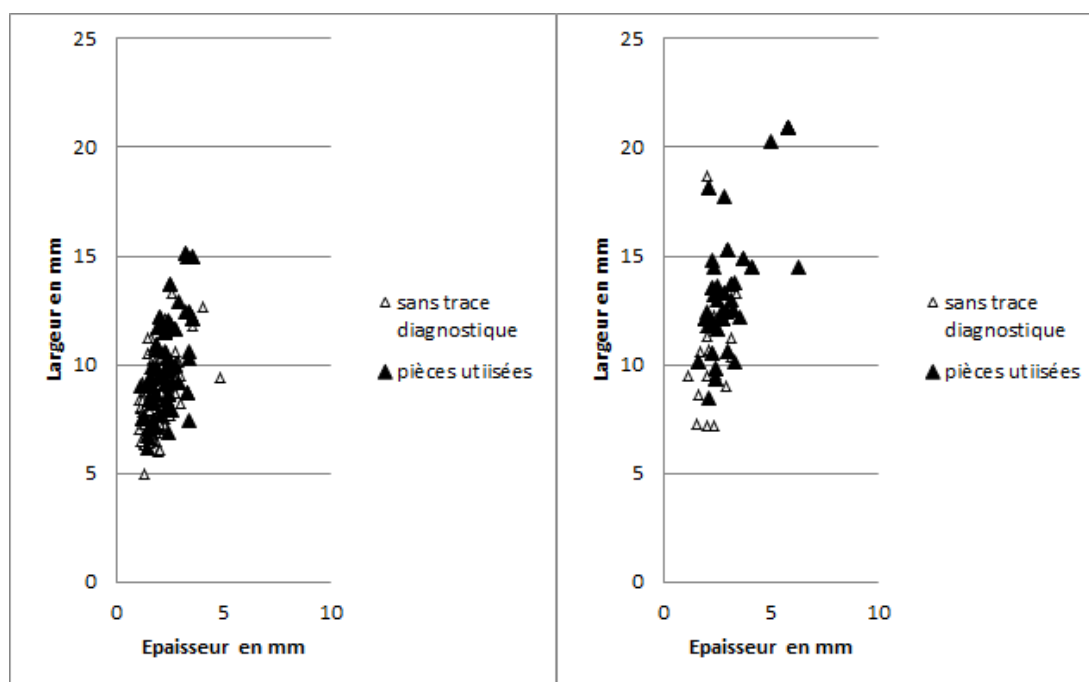


**Fig. 257 : Modules des lamelles à section triangulaire comparés aux autres codes opératoires. On remarque que celles qui sont le plus utilisées sont sélectionnées parmi les plus épaisses. (DAO L. Torchy).**

Pour une même largeur, les lamelles à section triangulaire sont en général plus épaisses, et parmi cette catégorie, les choix des artisans ont été portés principalement sur celles dont l'épaisseur est la plus conséquente. Il semble donc y avoir un choix technique délibéré, de lamelles étroites mais épaisses pour diverses activités.

### **b. Module des supports utilisés**

La représentation des modules des pièces par des nuages de points montre une forte zone de superposition entre les productions sur silex chauffé et celles sur silex non chauffé (fig. 258), ce qui est plutôt rare en contexte chasséen. En effet, les lamelles sont souvent celles qui ont été réalisées à partir de silex bédoulien chauffé, alors que les lames sont en silex bédoulien non chauffé. (Léa 2004a). À ce stade de l'étude, il est difficile de proposer des hypothèses pour expliquer cette particularité, nous y reviendrons plus loin.



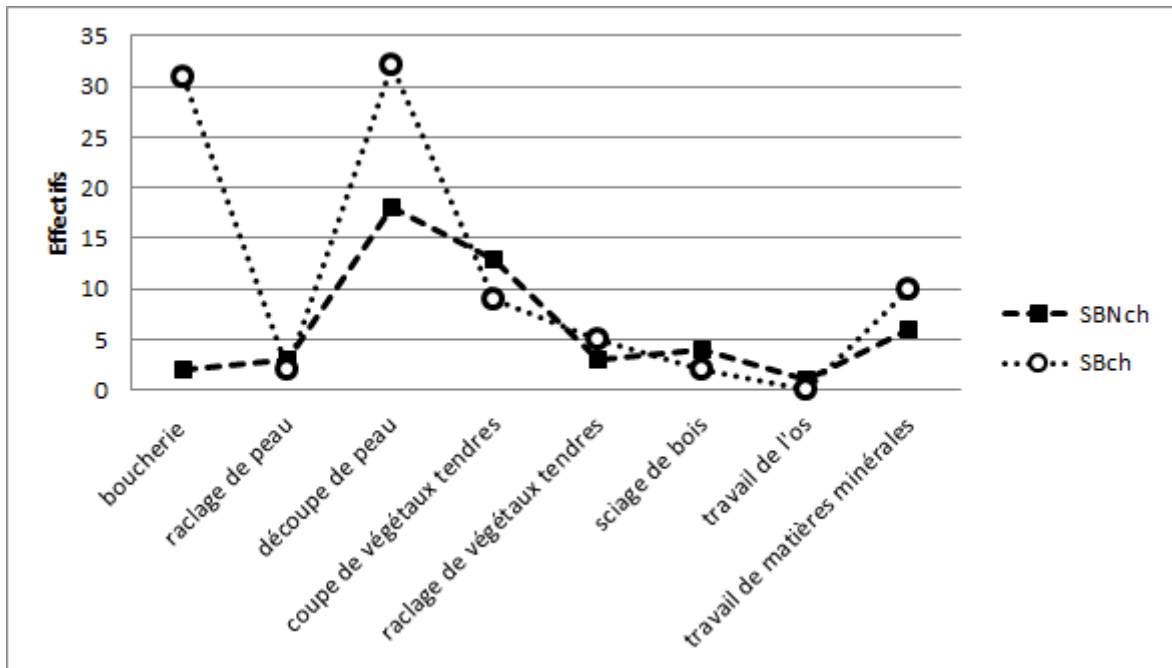
**Fig. 258 : Module des supports utilisés. Parmi les supports non chauffés, ce sont les modules les plus importants qui sont privilégiés. Pourquoi importer des lamelles en silex non chauffé quand les lamelles en silex bédoulien sont bien représentées dans l'assemblage ? (DAO L.Torchy)**

Quant à la répartition des pièces utilisées en fonction des modules, on observe qu'elle est homogène pour le silex chauffé, alors que pour le silex non chauffé, les pièces utilisées sont majoritairement les plus robustes. Le rôle du silex non chauffé dans l'assemblage pourrait donc être lié aux besoins en supports de forts modules, mais dans ce cas, pourquoi avoir importé des lamelles en silex bédoulien non chauffé alors que les lamelles en silex chauffé sont abondantes. Cette question a déjà été posée pour le site de Lattes (Léa 2004a) et nous devons essayer de formuler des hypothèses à partir de l'observation des besoins satisfaits avec les différentes productions.

### **c. Besoins techniques satisfaits**

#### **Par matière première :**

Une forte proportion des lame(lle)s en silex bédoulien chauffé était destinée aux activités de boucherie ainsi qu'au travail de la peau. En ce qui concerne le silex bédoulien non chauffé, la découpe de la peau et la coupe de végétaux tendres sont les activités les plus représentées (fig. 259).



**Fig. 259 : Besoins techniques satisfaits par matière première. La boucherie est réalisée quasi-exclusivement avec des supports en silex chauffé (DAO L. Torchy).**

Cela n'indique pas que ces activités étaient majoritaires sur le site, mais peut contribuer à comprendre le rôle de ces productions dans l'assemblage. Nous devons poursuivre l'analyse par l'étude des besoins techniques satisfaits en fonction de la largeur des pièces.

#### **En fonction de la largeur des pièces :**

Pour les deux graphiques suivant (fig. 260 et 261), les valeurs métriques minimales et maximales de chaque catégorie sont ajustées pour équilibrer l'effectif total. Il y a par conséquent 45 pièces par catégorie.

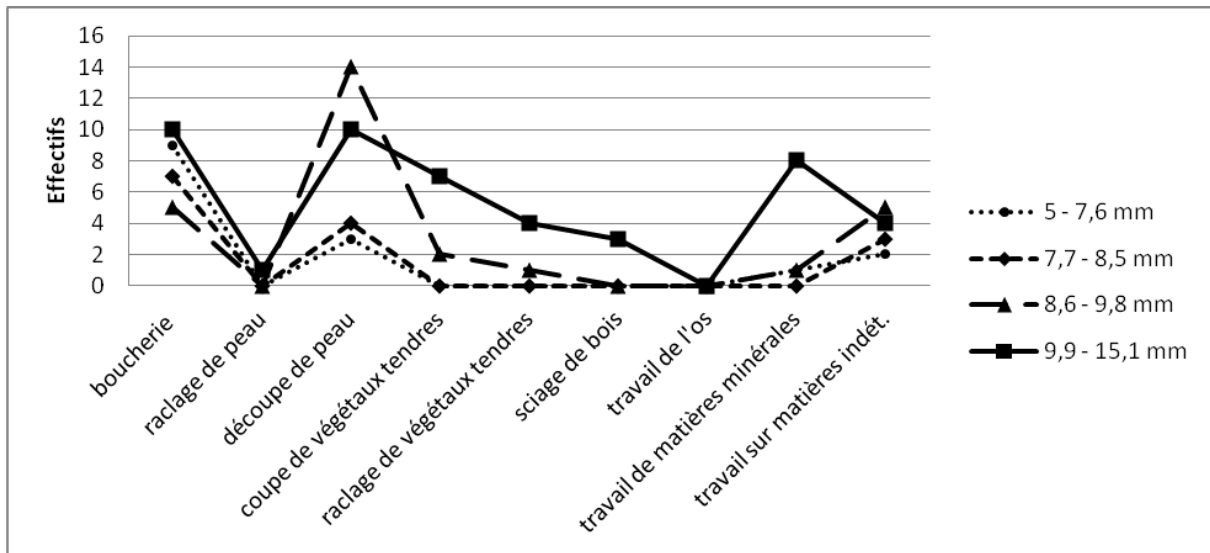


Fig. 260 : Silex bédoulien chauffé : besoins techniques satisfaits en fonction de la largeur. (DAO L. Torchy).

Pour le silex bédoulien chauffé, les modules les plus larges ont été utilisés majoritairement pour la découpe de peau. Si l'on se penche sur les activités de boucherie, il semble que la largeur ne soit pas un critère de sélection puisque chaque catégorie est bien représentée. Par ailleurs, le travail des matières minérales a été réalisé uniquement avec les modules les plus larges.

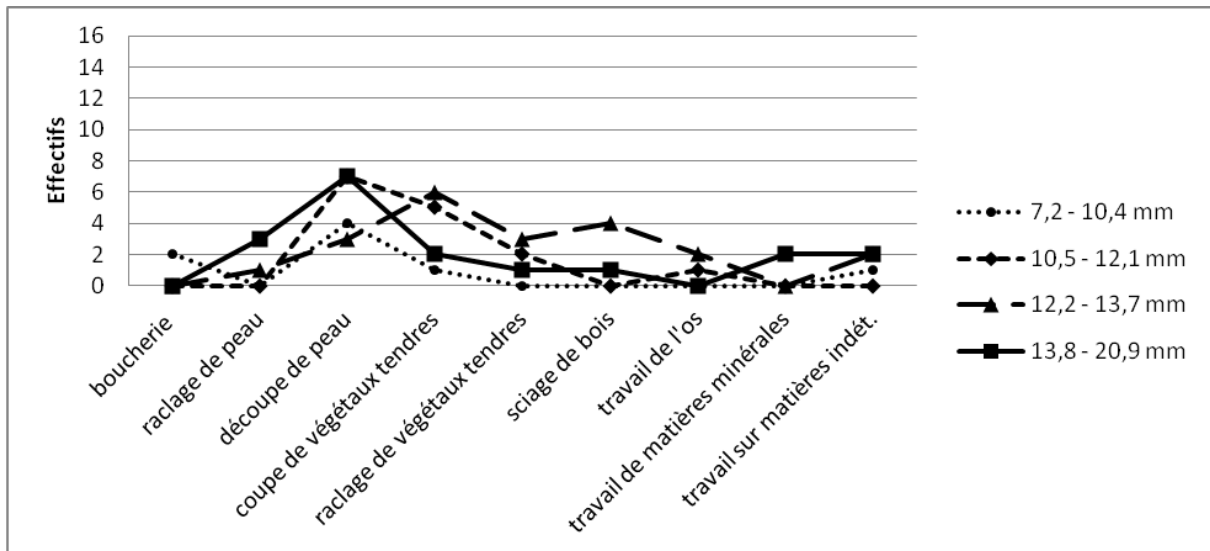
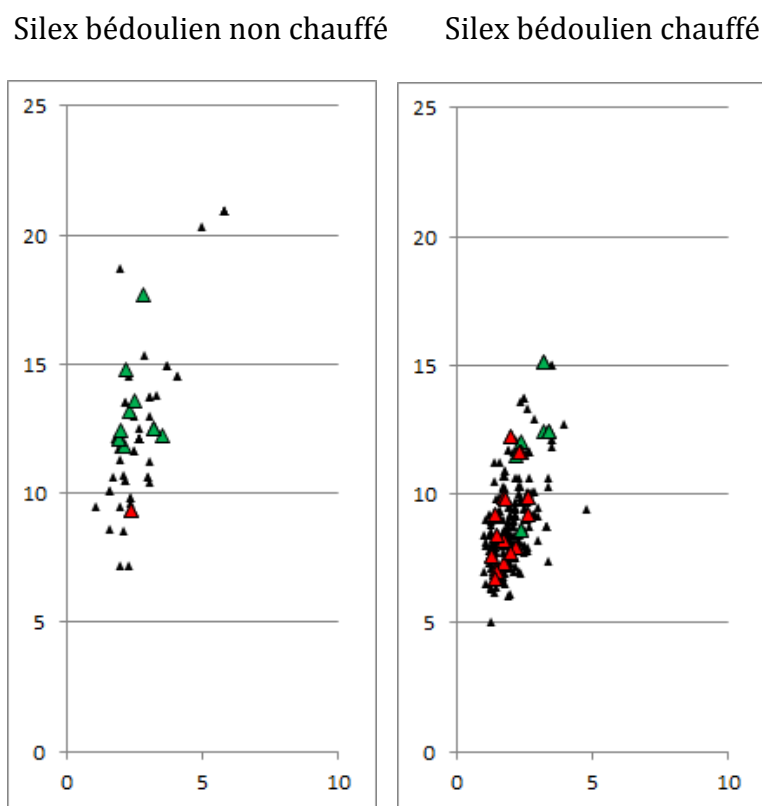


Fig. 261 : Silex bédoulien non chauffé : besoins techniques satisfaits en fonction de la largeur. (DAO L. Torchy).

Pour le silex bédoulien non chauffé, nous pouvons remarquer que pour la découpe de la peau, deux catégories non attenantes sont les plus représentées (10,5-12,1mm et 13,8-20,0mm). Le sciage du bois a été réalisé avec les lames comprises entre 12,2 et 13,7 millimètres. Le végétaux tendres ont été coupés avec des lame(lle)s de largeur comprise entre 10,5 et 13,7 millimètres.

L'ensemble de ces observations nous incite à dresser un graphique permettant de voir l'incidence de la matière première et du module du support pour la sélection des outils de boucherie et de coupe de végétaux tendres (fig. 262).



En vert : coupe de végétaux tendre ; en rouge : boucherie

**Fig. 262 : Comparaison du module des pièces sur le site des Moulins. La largeur semble être un critère déterminant pour la sélection des éléments de coupe de végétaux tendres. Le traitement thermique semble être un critère pour la sélection des outils de boucherie (DAO L. Torchy).**

Il s'avère que le choix des pièces correspondant à la coupe des végétaux tendres et aux activités de boucherie est basé sur des critères de sélection différents. Alors que le facteur déterminant pour la sélection des supports ayant coupé des végétaux tendres est la largeur (peu importe si le silex est chauffé ou pas), les éléments utilisés pour la boucherie ont été sélectionnés parmi les supports en silex chauffé (peu importe la largeur).

#### **d. conclusion sur le site des Moulins**

Sur le site des Moulins, la sélection des supports utilisés ne semble pas avoir été faite en fonction des pièces correspondant à l'optimum de débitage mais plutôt en fonction des besoins techniques, le module des pièces étant un facteur très déterminant.



La faible intensité d'utilisation des lamelles en silex non chauffé, importées sous forme de produits finis, permet de discuter de la relation entre l'intensité d'utilisation et le mode d'importation. Sur le site de la grotte de l'Eglise la faible intensité d'utilisation des lamelles débitées après chauffe a été expliquée par un approvisionnement facilité par le mode d'importation en préformes (Gassin 1996). Sur le site des Moulins, nous pouvons donc proposer l'hypothèse d'un approvisionnement par lots, dans lesquels les artisans sélectionnent leurs pièces selon les capacités techniques souhaitées. L'étude de la gestion des outillages montre que pour les lamelles, la sélection des outils de boucherie a été opérée sur celles débitées après chauffe, ce qui montre que le traitement thermique a été un critère de sélection des supports.

### 3.2.2.2. Auriac PIV à Carcassonne (Aude)

Le site d'Auriac est géographiquement positionné à environ 300 kilomètres des affleurements de silex bédoulien. Pourtant, l'assemblage lithique est composé de silex bédoulien chauffé à plus de 90%, ce qui lui a octroyé l'hypothétique statut de site central et redistributeur au sein de son finage (Vaquer et Remicourt 2010).

Si la relation privilégiée avec la zone de production du Vaucluse semble être assez évidente étant donné cette forte proportion, aucune preuve technique ne peut confirmer cette hypothèse pour le moment. Ceci est d'autant plus intéressant que le silex bédoulien non chauffé est rare sur ce site. Par conséquent, l'étude de la gestion de l'outillage est une clé pour la compréhension de l'articulation du site dans les réseaux d'échanges.

#### a. Intensités d'utilisation

Sur le secteur PIV, une seule lame est en silex bédoulien non chauffé, le calcul d'intensité d'utilisation serait donc non significatif. Par conséquent, seul le silex bédoulien chauffé est présenté dans cette partie.

#### Sur silex bédoulien chauffé, en fonction des codes opératoires :

Bien qu'absents de l'échantillon du secteur PIV (fig. 263), les supports les plus utilisés sont les lame(lle)s à plus de trois négatifs d'enlèvements du fossé St2 (fig. 264).

Supports	Total échantillon	Pièces utilisées		Nombre de zone	Nombre de zone d'utilisation moyen	
		Effectif	Pourcentage		Par pièce	Total
Lame(lle)s à section triangulaire	1	0	0,0%	0	-	-
Lame(lle)s de code opératoire 123 ou 321	14	5	35,7%	7	1,40	0,50
Lame(lle)s de code opératoire 212'	47	21	44,7%	35	1,67	0,74
Lame(lle)s à plus de 3 négatifs d'enlèvements	2	0	0,0%	0	-	-
Lame(lle)s latérales	4	2	50,0%	2	1,00	0,50
TOTAL	68	28	41,2%	44	1,57	0,65

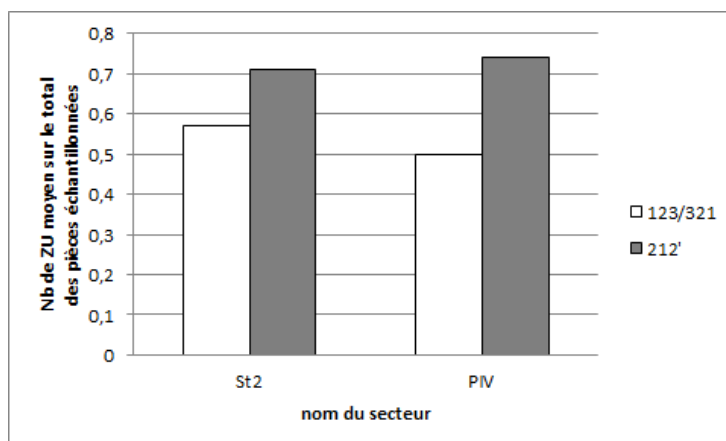
Fig. 263 : Intensités d'utilisation du silex bédoulien chauffé dans le secteur PIV.

Supports	Total échantillon	Pièces utilisées		Nombre de zone	Nombre de zone d'utilisation moyen	
		Effectif	Pourcentage		Par pièce	Total
Lame(lle)s à section triangulaire	4	1	25,0%	1	1,00	0,25
Lame(lle)s de code opératoire 123 ou 321	7	2	28,6%	4	2,00	0,57
Lame(lle)s de code opératoire 212'	21	10	47,6%	15	1,50	0,71
Lame(lle)s à plus de 3 négatifs d'enlèvements	5	4	80,0%	7	1,75	1,40
TOTAL	37	17	45,9%	27	1,59	0,73

**Fig. 264 : Intensités d'utilisation du silex bédoulien chauffé dans le fossé St2 (d'après Torchy et Gassin, 2011).**

Ces supports sont en général plus larges que les autres, ce qui semble être appréciable ici puisque le site n'a quasiment pas importé de lames non chauffées, et que par conséquent les supports larges sont rares. Par ailleurs et pour les deux zones, les lamelles de code opératoire 212' ont été plus intensément utilisées que les lamelles de code opératoire 123/321. Nous reviendrons, lors de la synthèse, sur les hypothèses pouvant expliquer ce constat fait à partir de la grotte de l'Eglise (Gassin 1996).

En plus des caractéristiques technologiques similaires (Vaquer et Remicourt 2010), les éléments du secteur PIV montrent des intensités d'utilisation proches de celles du fossé St2 (fig. 265 et 266).



**Fig. 265 : Comparaison des intensités d'utilisation des codes opératoires 212' et 123/321 sur les secteurs PIV et St2. Il n'y a pas de différence significative entre ces deux structures (DAO L. Torchy).**

Secteur	Total échantillon	Pièces utilisées		Nombre de zone	Nombre de zone d'utilisation moyen	
		Effectif	Pourcentage		Par pièce	Total
St2	37	17	45,9%	27	1,59	0,73
PIV	68	28	41,2%	44	1,57	0,65

**Fig. 266 : Comparaison des intensités d'utilisation sur le total des produits lamino-lamellaires en silex bédoulien chauffé sur les secteurs PIV et St2.**

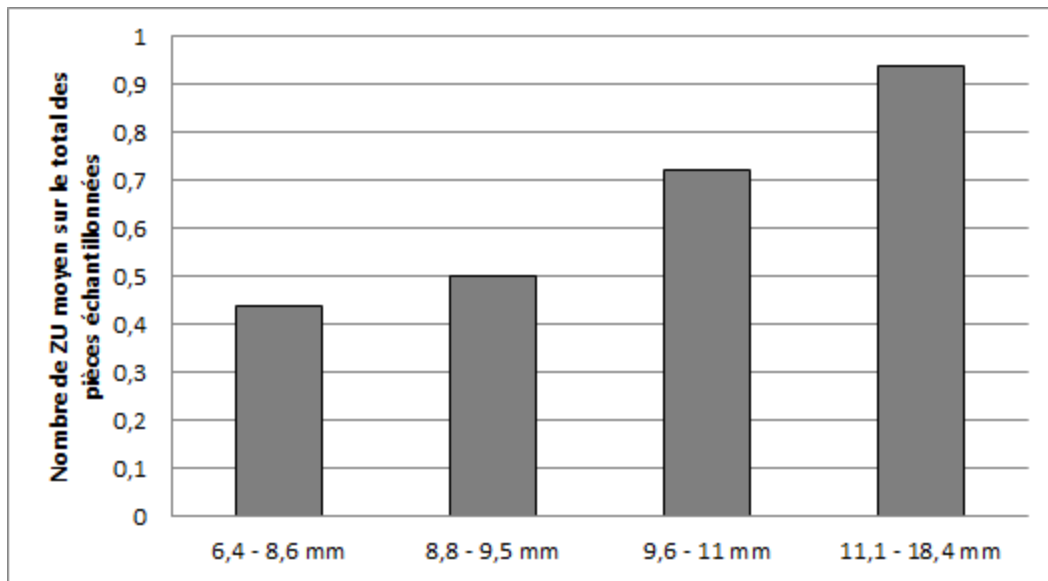
Ce constat est un argument supplémentaire pour affirmer l'homogénéité de l'assemblage lithique.

### **Intensité d'utilisation sur silex bédoulien chauffé, en fonction des modules :**

Les supports de fort module sont les plus intensément utilisées (fig. 267 et 268).

Supports	Total échantillon	Pièces utilisées		Nombre de zone	Nombre de zone d'utilisation moyen	
		Effectif	Pourcentage		Par pièce	Total
Lame(lle)s de largeur comprise entre 6,4 et 8,6 mm	18	4	22,2%	8	2,00	0,44
Lame(lle)s de largeur comprise entre 8,8 et 9,5 mm	18	7	38,9%	9	1,29	0,50
Lame(lle)s de largeur comprise entre 9,6 et 11 mm	18	7	38,9%	13	1,86	0,72
Lame(lle)s de largeur comprise entre 11,1 et 18,4 mm	17	11	64,7%	16	1,45	0,94

**Fig. 267 : Silex bédoulien chauffé : intensité d'utilisation en fonction de la largeur.**

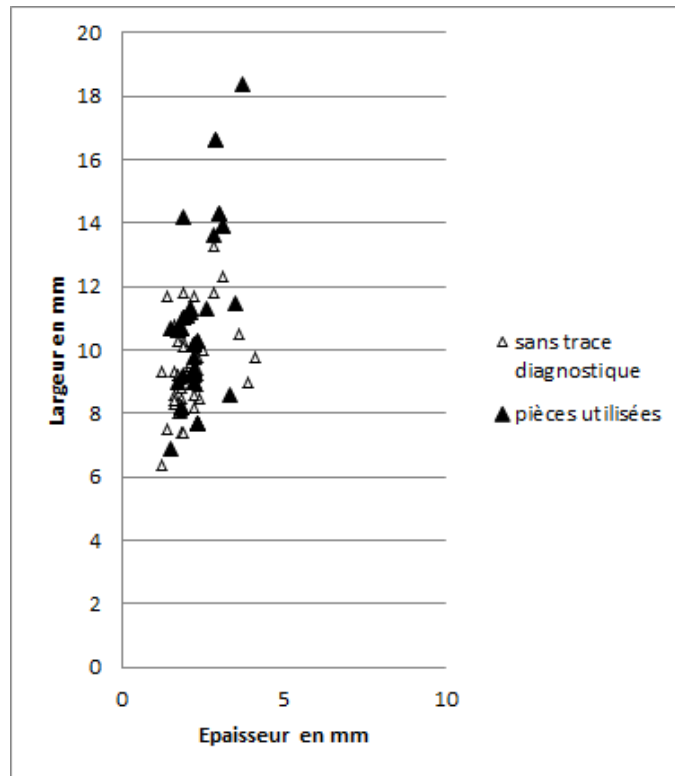


**Fig. 268 : Auriac PIV, lame(lle)s en silex bédoulien chauffé, intensité d'utilisation en fonction de la largeur. Les lames robustes sont plus intensément utilisées (DAO L. Torchy).**

Ceci peut s'expliquer par le fait que le silex bédoulien non chauffé, généralement de module important sur les autres sites, est rare à Auriac. En effet, si l'assemblage est déséquilibré, cette carence technique peut être comblée par une plus forte utilisation des supports les plus larges parmi le silex bédoulien chauffé.

### **b. Module des supports utilisés**

Comme nous l'avons vu précédemment, le module des pièces est un facteur ayant un impact important sur l'intensité d'utilisation. Les lames les plus larges ont toutes été utilisées (fig. 269).



**Fig. 269 : Silex bédoulien chauffé : module des pièces utilisées. (DAO L. Torchy).**

Cela confirme le fait que le site d'Auriac semble avoir des besoins en supports larges non satisfaits, et semble paradoxal pour un site ayant des relations privilégiées avec la zone de production vaclusienne. Ceci permet de discuter du différentiel qui pourrait exister entre les réseaux de silex chauffé et les réseaux de silex non chauffé (Vaquer et Remicourt 2010), ce que nous ne manquerons pas de faire en synthèse.

### **c. Besoins techniques satisfaits**

#### **Par matière première :**

Le faible effectif de zone d'utilisation sur silex non chauffé nous interdit toute discussion comparative (fig. 270), nous allons donc orienter la réflexion sur le module des pièces.

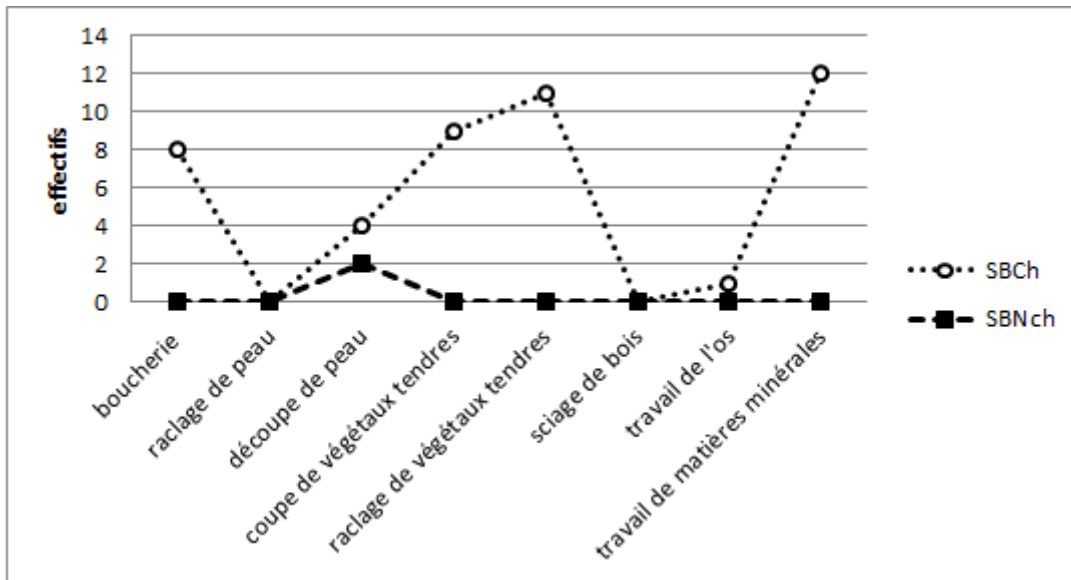


Fig. 270 : Besoins techniques satisfaits selon la matière première (DAO L. Torchy).

### En fonction de la largeur des pièces :

Il existe une complémentarité des supports en fonction de la largeur (fig. 271).

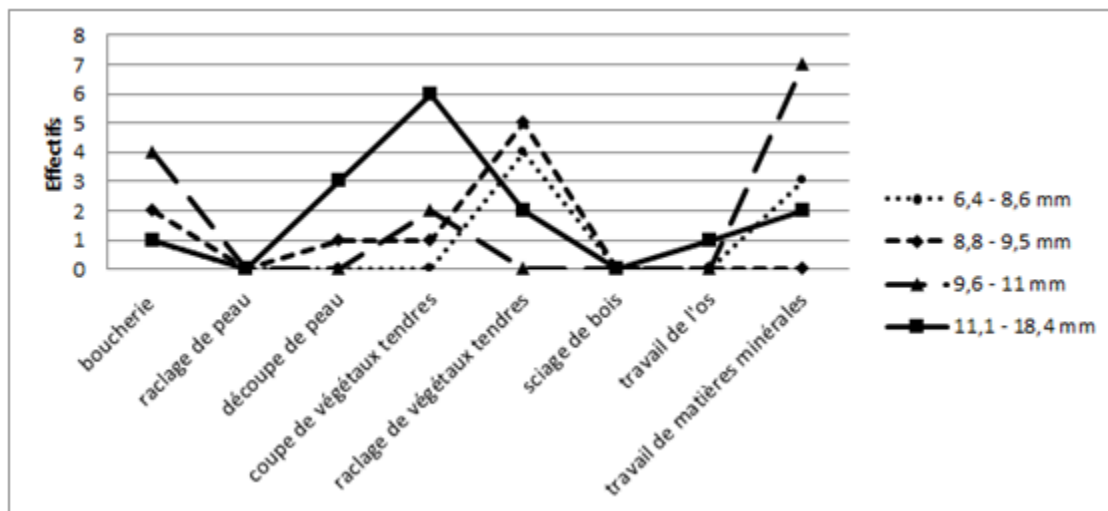


Fig. 271 : Besoins techniques satisfaits en fonction de la largeur. Il existe une complémentarité des supports en fonction de la largeur (DAO L. Torchy).

Les catégories 1 (6,4 - 8,6 mm) et 2 (8,8 - 9,5 mm) sont plutôt affectées pour le raclage de végétaux tendres rigides, la catégorie 3 (9,6 - 11 mm) pour la boucherie et le travail des matières minérales et la catégorie 4 (11,1 - 18,4 mm) pour la coupe de végétaux tendre et la découpe de la peau.

### d. Conclusion sur le site d'Auriac

Le site d'Auriac est pleinement intégré dans le réseau du silex bédoulien chauffé, mais pas dans le non chauffé (en ce qui concerne les lames). Au regard des choix sur l'ensemble des sites, la coupe des végétaux tendres nécessite des lames plutôt larges (>11mm), contrainte probablement liée à l'emmanchement. À Auriac et parmi les

supports laminaires sur silex chauffé, ce sont les supports les plus larges qui ont été privilégiés pour cette activité. Toutefois, des modules plus modestes ont aussi été utilisés pour cette activité, peut-être par insuffisance de supports larges. Cela traduit une nécessité technique non satisfaite, et les productions sur silex bédoulien non chauffé auraient pu la combler. Il est donc probable que le site d'Auriac n'a pas pu intégrer les réseaux de silex bédoulien non chauffé. L'hypothèse de réseaux différents entre le chauffé et le non chauffé (Vaquer et Remicourt 2010) est par conséquent renforcée.

L'hypothèse de la position intermédiaire d'Auriac dans les réseaux de diffusion de silex chauffé est discutée en synthèse.

### 3.2.2.3. Saint-Michel-du-Touch à Toulouse (Haute-Garonne).

Saint-Michel-du-Touch est un site de plein-air positionné à l'ouest en aval des réseaux de diffusion du silex bédoulien. Les productions spécialisées en silex bédoulien ne sont pas les seules puisque des lame(lle)s en silex sénonien et en silex de Los Monegros complètent l'assemblage lithique. Sa position pourrait être stratégique et il pourrait s'agir d'un carrefour d'échange avec d'autres ensembles culturels (Gallin 2012).

L'étude de la gestion des outillages est une clé pour essayer de comprendre l'intérêt de ces multiples importations exogènes.

#### a. Intensité d'utilisation

##### En fonction des matières premières :

Le site de Saint-Michel-du-Touch est un site à enceintes concentriques dont l'ampleur semble évoluer avec le temps. L'assemblage est par conséquent non homogène et la plupart du temps, nous présentons les données au sein des différentes structures.

Matières premières	Total échantillon	Pièces utilisées		Nombre de zone	Nombre de zone d'utilisation moyen	
		Effectif	Pourcentage		Par pièce	Total
Silex bédoulien non chauffé	9	5	55,6%	9	1,80	1,00
Silex bédoulien chauffé	16	3	18,8%	5	1,67	0,31
Silex de Los Monegros	-	-	-	-	-	-
Silex sénonien	-	-	-	-	-	-

Fig. 272 : Intensités d'utilisation pour la structure A133.

Matières premières	Total échantillon	Pièces utilisées		Nombre de zone	Nombre de zone d'utilisation moyen	
		Effectif	Pourcentage		Par pièce	Total
Silex bédoulien non chauffé	6	3	50,0%	4	1,33	0,67
Silex bédoulien chauffé	15	3	20,0%	5	1,67	0,33
Silex de Los Monegros	1	1	100,0%	7	7,00	7,00
Silex sénonien	-	-	-	-	-	-

Fig. 273 : Intensités d'utilisation pour la structure A150, remplissage supérieur.

Matières premières	Total échantillon	Pièces utilisées		Nombre de zone	Nombre de zone d'utilisation moyen	
		Effectif	Pourcentage		Par pièce	Total
Silex bédoulien non chauffé	4	3	75,0%	5	1,67	1,25
Silex bédoulien chauffé	13	3	23,1%	4	1,33	0,31
Silex de Los Monegros	1	1	100,0%	3	3,00	3,00
Silex sénonien	3	1	33,3%	2	2,00	0,67

**Fig. 274 : Intensités d'utilisation pour la structure A150, remplissage inférieur.**

Matières premières	Total échantillon	Pièces utilisées		Nombre de zone	Nombre de zone d'utilisation moyen	
		Effectif	Pourcentage		Par pièce	Total
Silex bédoulien non chauffé	5	2	40,0%	3	1,50	0,60
Silex bédoulien chauffé	33	5	15,2%	6	1,20	0,18
Silex de Los Monegros	2	2	100,0%	2	1,00	1,00
Silex sénonien	4	1	25,0%	2	2,00	0,50

**Fig. 275 : Intensités d'utilisation pour la structure A168B.**

Matières premières	Total échantillon	Pièces utilisées		Nombre de zone	Nombre de zone d'utilisation moyen	
		Effectif	Pourcentage		Par pièce	Total
Silex bédoulien non chauffé	8	4	50,0%	6	1,50	0,75
Silex bédoulien chauffé	42	6	14,3%	10	1,67	0,24
Silex de Los Monegros	3	3	100,0%	8	2,67	2,67
Silex sénonien	-	-	-	-	-	-

**Fig. 276 : Intensités d'utilisation pour la structure A283.**

Le silex de Los Monegros est le plus intensément utilisé, suivi du silex bédoulien non chauffé, du silex sénonien et du silex bédoulien chauffé (fig. 272 à 276). L'intensité d'utilisation révèle que le silex de Los Monegros peut avoir eu un statut fonctionnel particulier. Nous verrons sous peu que les supports issus de l'importation de cette matière première possèdent des qualités différentes des autres importations.

### **Sur silex bédoulien chauffé, en fonction des codes opératoires :**

Pour cette analyse, la division par secteur rend les effectifs trop faibles et non exploitables. Par conséquent, nous devons donc raisonner ici sur des tendances générales basées sur la totalité de l'échantillon.

Supports	Total échantillon	Pièces utilisées		Nombre de zone	Nombre de zone d'utilisation moyen	
		Effectif	Pourcentage		Par pièce	Total
Lame(lle)s à section triangulaire	19	7	36,8%	9	1,29	0,47
Lame(lle)s de code opératoire 123 ou 321	24	3	12,5%	4	1,33	0,17
Lame(lle)s de code opératoire 212'	35	7	20,0%	19	2,71	0,54
Lame(lle)s à plus de 3 négatifs d'enlèvements	13	0	0,0%	0	-	-
Lame(lle)s latérales	30	3	10,0%	4	1,33	0,13

**Fig. 277 : Intensité d'utilisation selon les codes opératoires.**

Encore une fois, nous constatons que ce sont les lames de section triangulaire qui sont les plus utilisées (fig. 277). Toutefois, il faut signaler que si l'on observe le nombre de zone d'utilisation moyen par pièce utilisée, ce sont les lamelles à section trapézoïdale de code opératoire 212' qui sont le plus intensément utilisées.

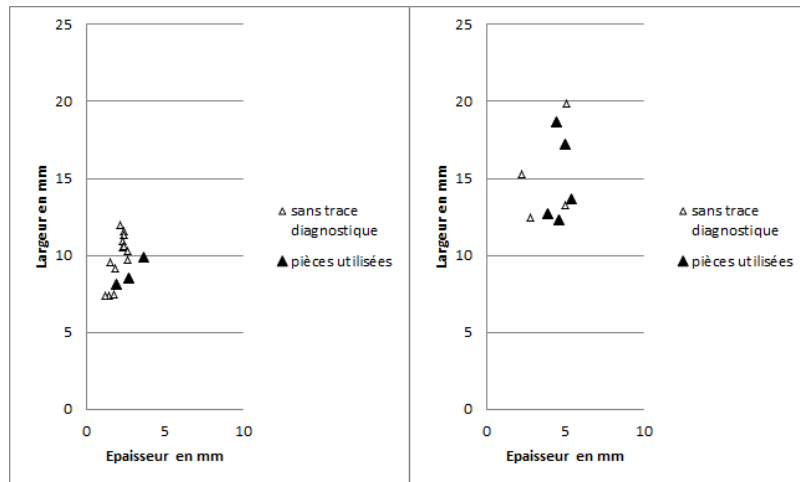
Ce différentiel peut être généré par une multitude de facteurs. Nous essayerons d'approfondir cette réflexion en synthèse.

## **b. Module des supports utilisés**

Nous présentons ici les pièces utilisées en fonction des modules parmi ce qui est disponible dans l'assemblage. Dans un premier temps, les nuages de points en fonction des matières premières sont détaillés par structure (fig. 278 à 284) avant de faire un regroupement pour vérifier les tendances générales (fig. 285 et 286).

**Pour la structure A133 :**

Silex bédoulien chauffé      Silex bédoulien non chauffé

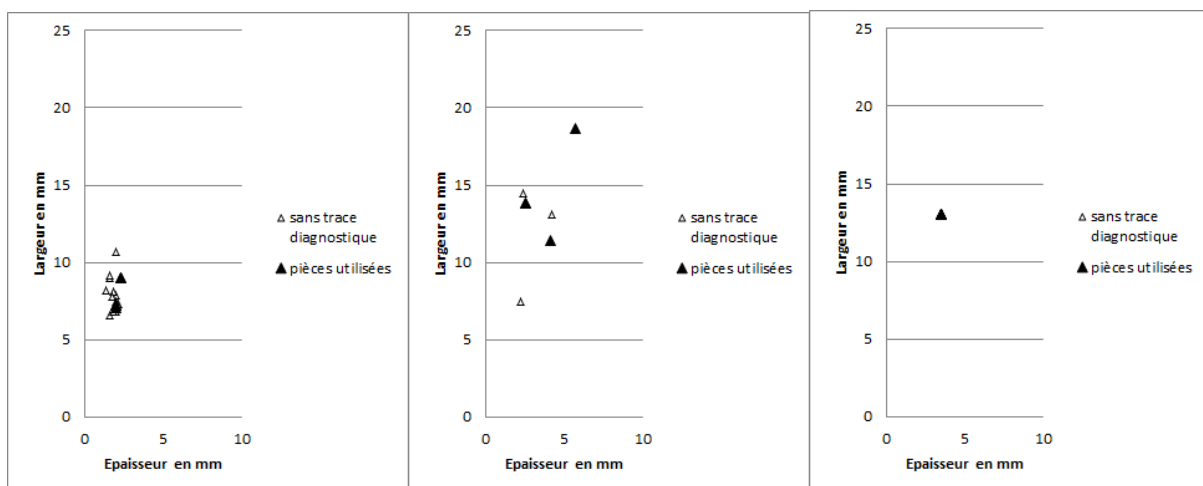


**Fig. 278 : Module des supports utilisés pour la structure A133. (DAO L. Torchy).**

Uniquement les silex bédoulien chauffé et bédoulien non chauffé y sont représentés. On observe une complémentarité des modules en fonction des matières premières. Les supports utilisés sont bien répartis, ce qui indique une bonne adéquation entre la constitution de l'assemblage et les besoins fonctionnels.

**Pour la structure A150, remplissage supérieur :**

Silex bédoulien chauffé      Silex bédoulien non chauffé      Silex de Los Monegros



**Fig. 279 : Module des supports utilisés pour la structure A150sup. (DAO L. Torchy).**

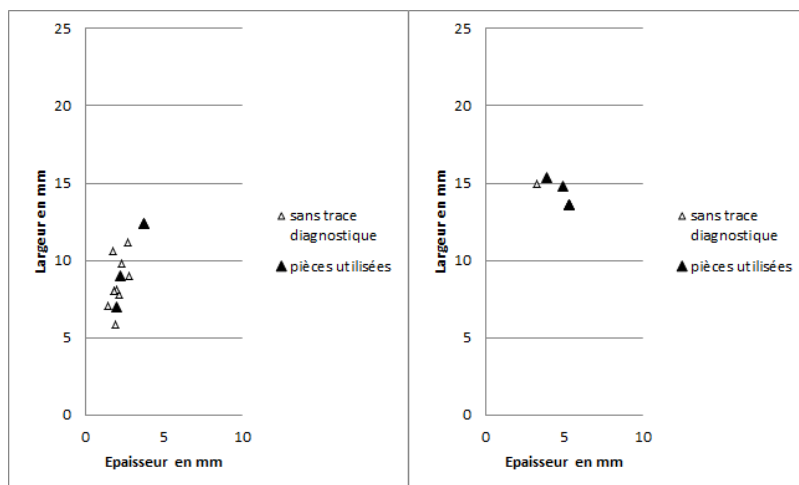


Les supports issus du remplissage supérieur de la structure A150 montrent les importations de silex bédoulien chauffés et non chauffés se complètent au niveau des modules. La seule lame de silex de Los Monegros est comparable aux modules des éléments en silex bédoulien non chauffé.

**Pour la structure A150, remplissage inférieur :**

Silex bédoulien chauffé

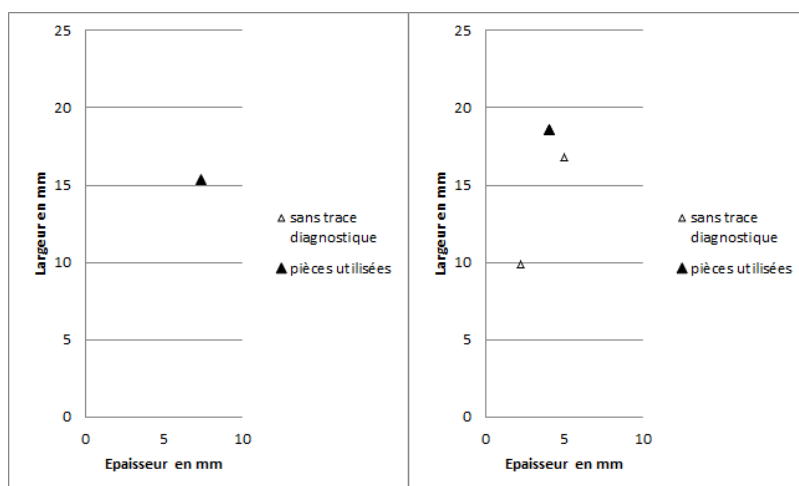
Silex bédoulien non chauffé



**Fig. 280 : Module des supports utilisés pour la structure A150inf (SBch et SBnch). (DAO L. Torchy).**

Silex de Los Monegros

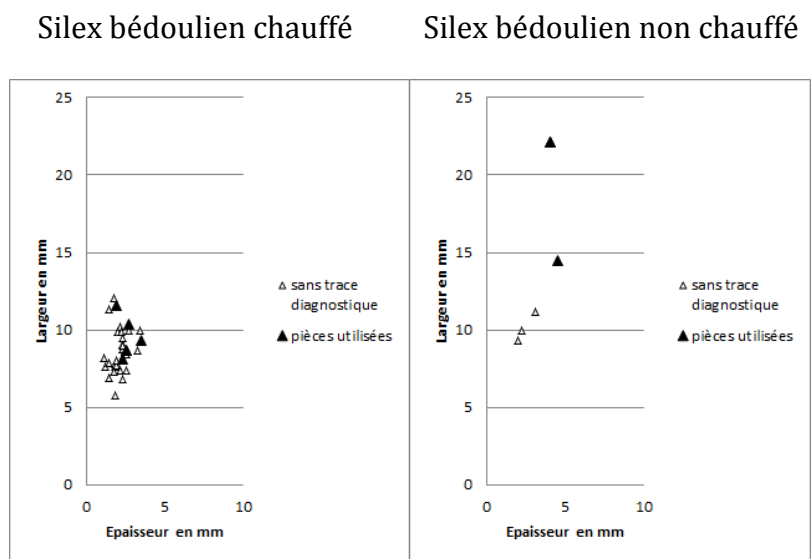
Silex sénonien



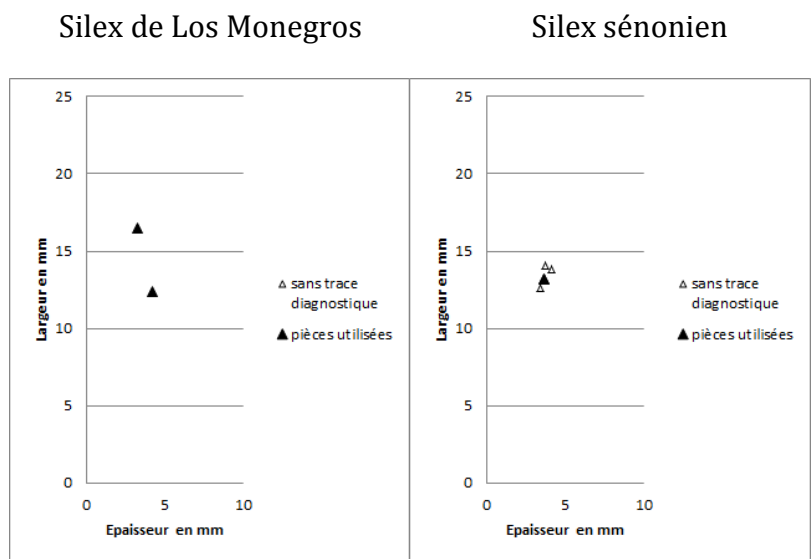
**Fig. 281 : Module des supports utilisés pour la structure A150inf (SLM et SS). (DAO L. Torchy).**

Une fois encore, les modules des éléments en silex bédoulien chauffé et non chauffés, sont complémentaires. Les supports sur silex de Los Monegros et sur silex sénonien ont des modules qui se rapprochent de ceux du silex bédoulien non chauffé, si ce n'est que l'épaisseur est beaucoup plus importante pour la lame de silex de Los Monegros.

**Pour la structure A168b :**



**Fig. 282 : Module des supports utilisés pour la structure A168b (SBCh et SBnch). (DAO L. Torchy).**



**Fig. 283 : Module des supports utilisés pour la structure A168b (SLM et SS). (DAO L. Torchy).**

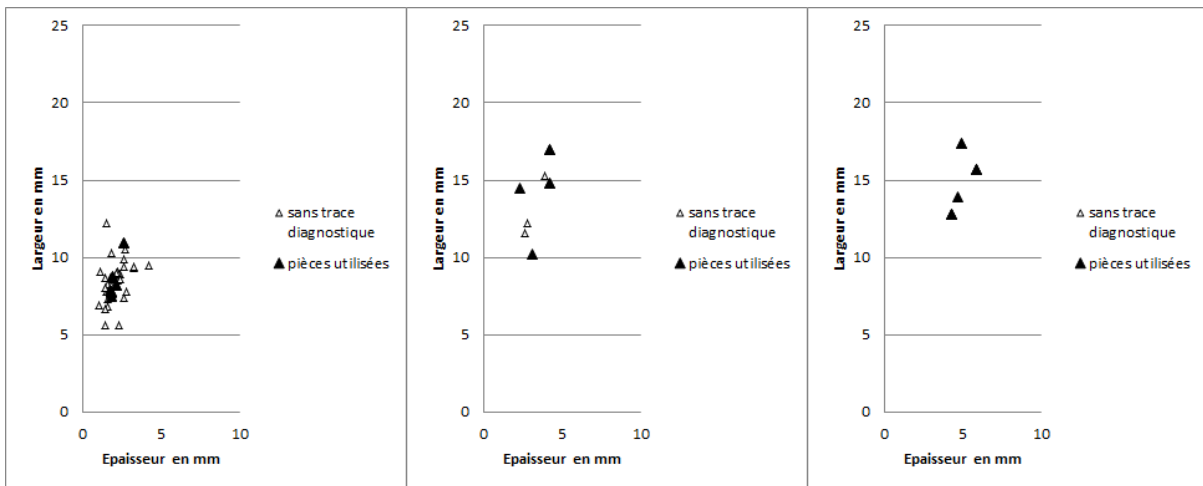
La complémentarité des modules entre silex bédoulien chauffé et non chauffé est récurrente. Quant aux productions issues du silex de Los Monegros et du silex sénonien, elles une fois de plus comparables au silex bédoulien non chauffé en ce qui concerne les modules.

**Pour la structure A283:**

Silex bédoulien chauffé

Silex bédoulien non chauffé

Silex de Los Monegros



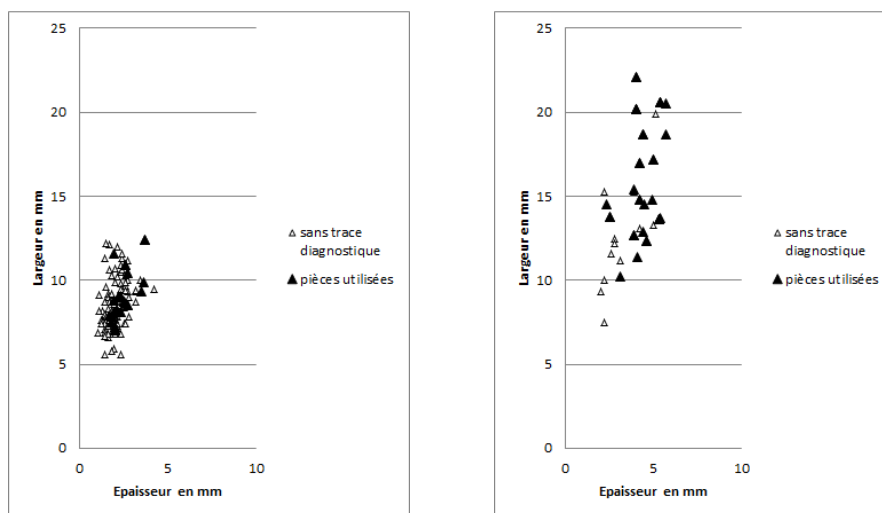
**Fig. 284 : Module des supports utilisés pour la structure A283. (DAO L. Torchy).**

Le silex sénonien est absent de cette structure. Le constat en encore le même pour le silex bédoulien : les supports chauffés et non chauffés sont complémentaires au niveau des modules. Par ailleurs, on observe que les éléments en silex de Los Monegros sont tous utilisés.

**Toutes structures confondues :**

Silex bédoulien chauffé

Silex bédoulien non chauffé



**Fig. 285 : Module des supports utilisés pour toutes structures confondues (SBch et SBnch). (DAO L. Torchy).**

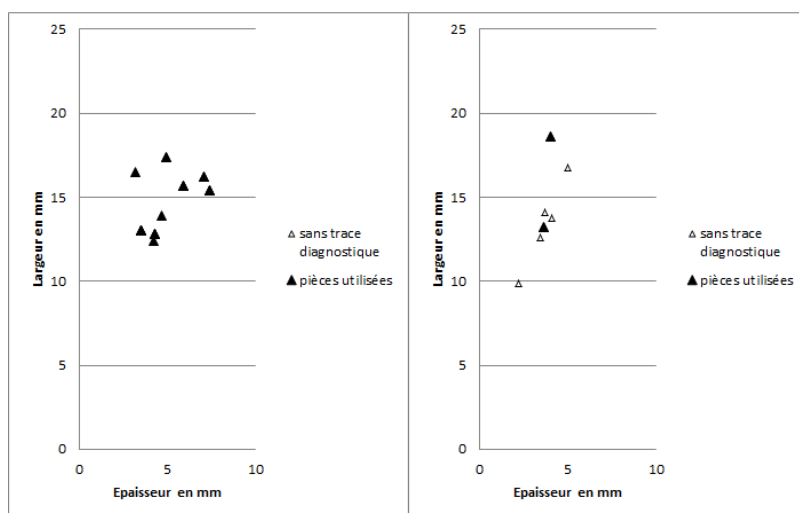


Fig. 286 : Module des supports utilisés pour toutes structures confondues (SLM et SS). (DAO L. Torchy).

Dans l'ensemble, on note une bonne répartition des pièces utilisées en fonction de ce qui est disponible, avec toutefois une plus forte utilisation des forts modules. Le silex de Los Monegros se distingue des autres productions par la robustesse de ses supports, ils sont de forte largeur et d'une épaisseur souvent plus forte que les autres productions. Toutes les lames échantillonnées en silex de Los Monegros ont été utilisées, ce qui semble montrer un réel intérêt fonctionnel, probablement lié à leur robustesse.

### c. Besoins techniques satisfaits

Pour la structure A133 :

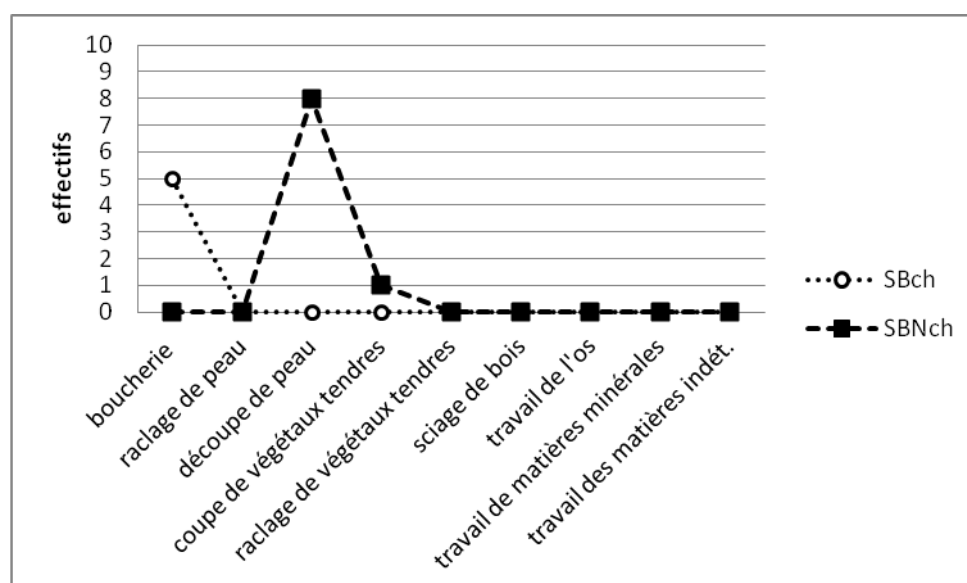
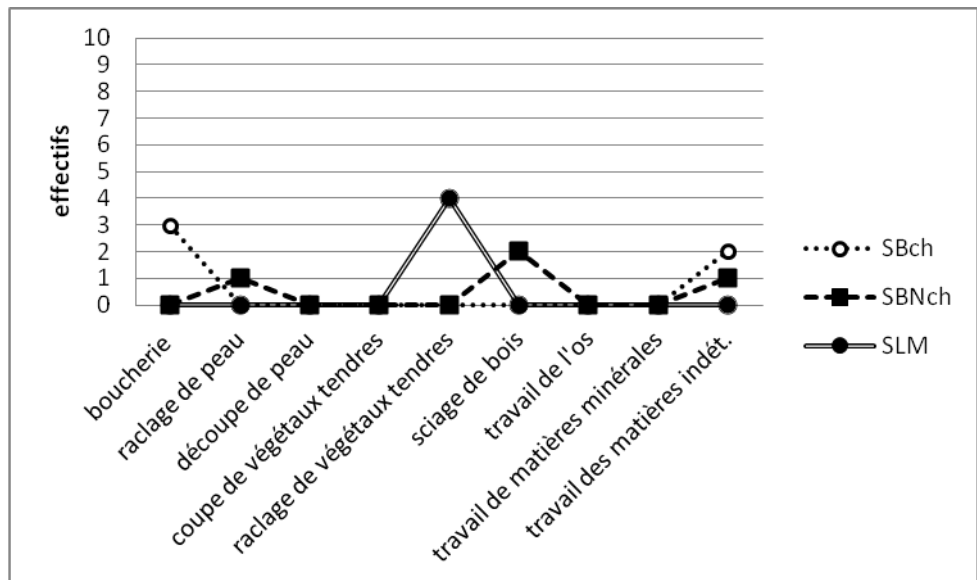


Fig. 287 : Besoins techniques satisfaits selon la matière première. Il existe une complémentarité entre silex chauffé et non chauffé (DAO L. Torchy).

La complémentarité fonctionnelle entre les différentes productions est claire (fig. 287). Les lamelles en silex bédoulien chauffé ont été utilisées pour la boucherie alors que les lames en silex bédoulien non chauffé ont été utilisées majoritairement pour la découpe de la peau.

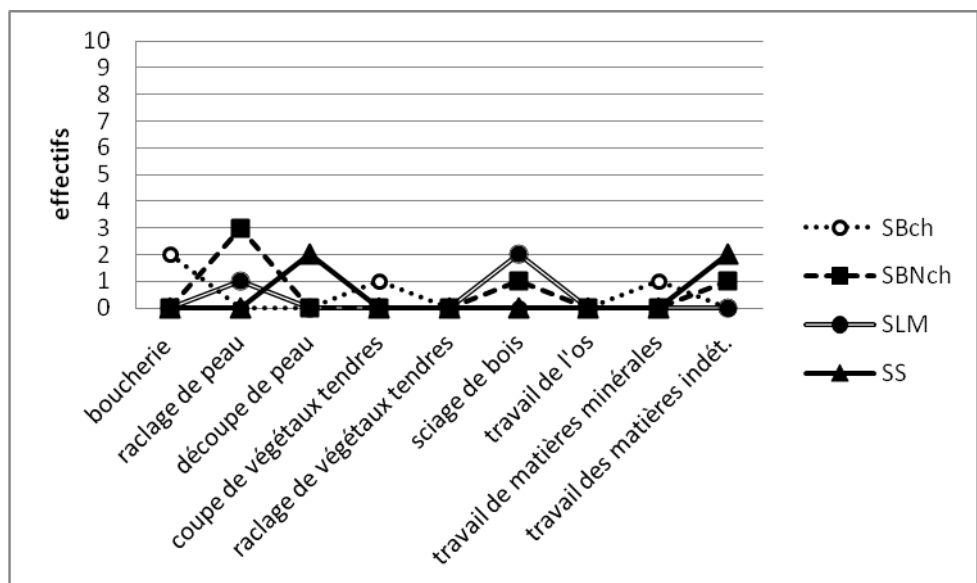
**Pour la structure A150, remplissage supérieur :**



**Fig. 288 : Besoins techniques satisfaits selon la matière première. (DAO L. Torchy).**

Selon ce graphique (fig. 288), nous pouvons associer le silex bédoulien chauffé à la boucherie, le silex bédoulien non chauffé au sciage de bois et au raclage de peau, et enfin, le silex de Los Monegros au raclage de végétaux tendres rigides.

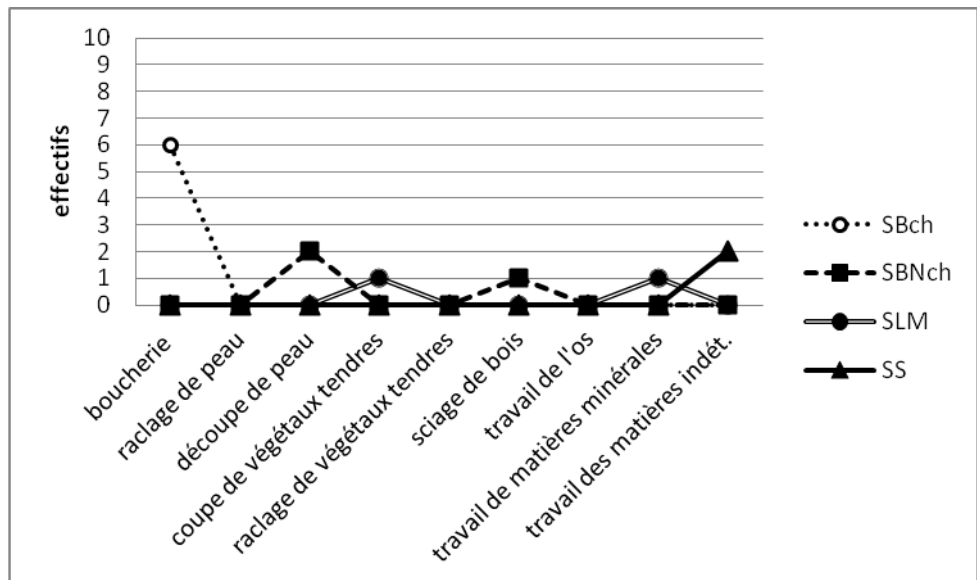
**Pour la structure A150, remplissage inférieur :**



**Fig. 289 : Besoins techniques satisfaits selon la matière première. (DAO L. Torchy).**

Pour le remplissage inférieur de la structure A150 (fig. 289), le silex bédoulien chauffé est une fois de plus associé à la boucherie. Le silex bédoulien est surtout affecté au raclage de peau alors que le silex sénonien est orienté vers la découpe. Cette fois-ci, le silex de Los Monegros a été utilisé le plus souvent pour du sciage de bois.

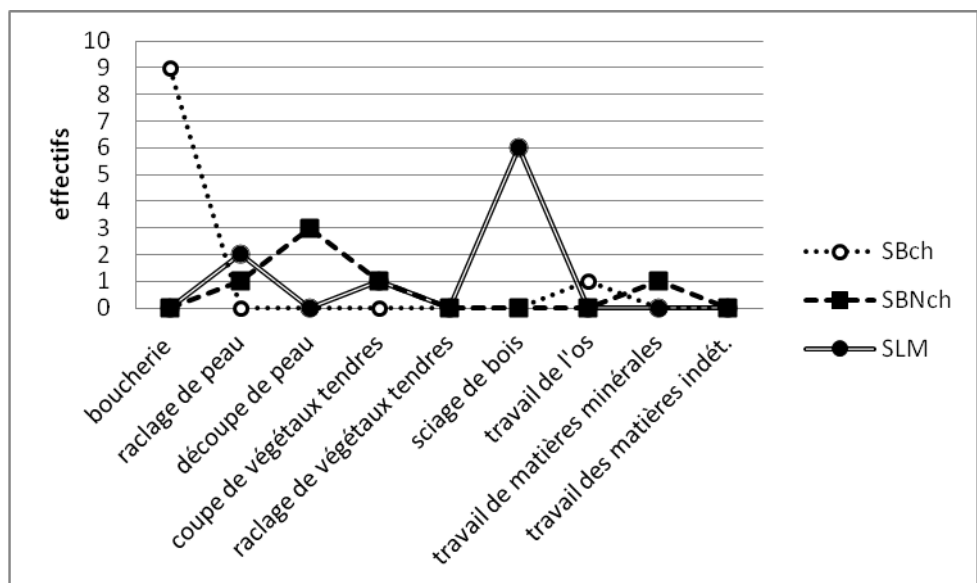
**Pour la structure A168b :**



**Fig. 290 : Besoins techniques satisfaits selon la matière première. (DAO L. Torchy).**

Les éléments issus de la structure A168b montrent une complète association entre silex bédoulien chauffé et activités de boucherie (fig. 290). Par ailleurs, la complémentarité entre les autres matières est perceptible, mais dans une moindre mesure. Ceci est probablement causé par la faiblesse des effectifs.

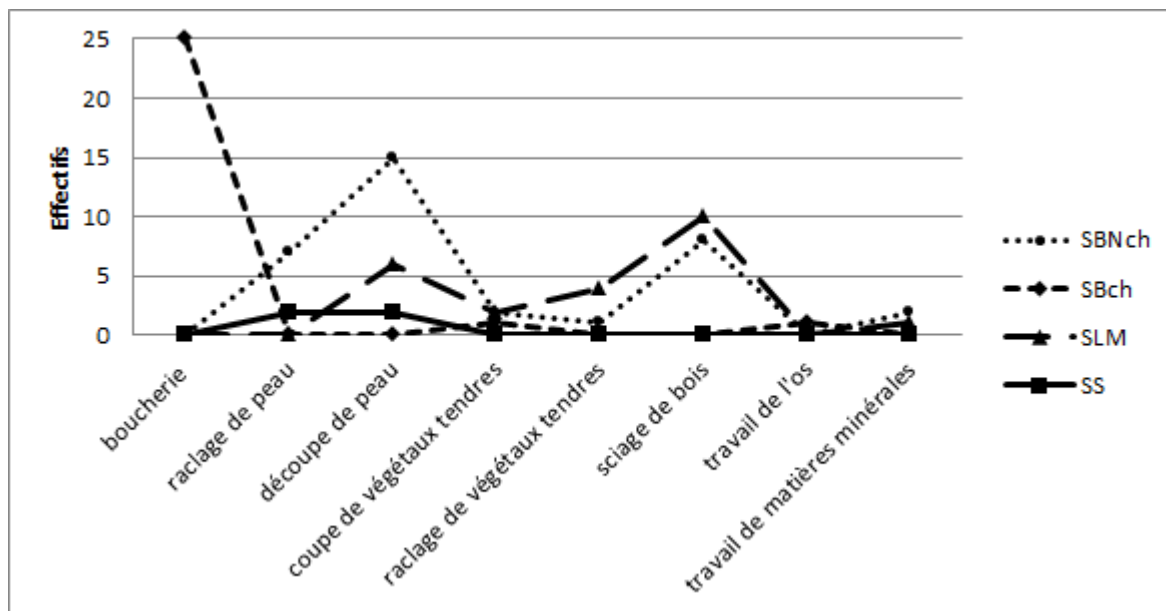
**Pour la structure A283 :**



**Fig. 291 : Besoins techniques satisfaits selon la matière première. (DAO L. Torchy).**

La boucherie a été encore une fois réalisée uniquement à l'aide de silex bédoulien chauffé. Quant au silex de Los Monegros, il est clairement destiné au sciage du bois (fig. 291).

**Selon les matières premières, toutes structures confondues :**



**Fig. 292 : Besoins techniques satisfaits selon la matière première. (DAO L. Torchy).**

Il existe une forte complémentarité entre les matières premières (fig. 292). Le silex bédoulien chauffé est principalement utilisé pour les activités de boucherie, le silex bédoulien non chauffé pour le travail de la peau et le sciage du bois, enfin, le silex de Los Monegros, est affecté au sciage du bois et dans une moindre mesure, au travail de la peau.

#### **d. Conclusion sur le site de Saint-Michel-du-Touch**

Il est difficile d'expliquer la variabilité des activités représentées sur le site en fonction de l'espace et du temps en l'absence d'une étude de toutes les fosses du site. Toutefois, nous pouvons constater que l'affectation des différentes productions spécialisées importées à telle ou telle tâche semble être techniquement appropriée. La complémentarité entre les différents supports (modules, tranchants...) semble bien adaptée aux besoins techniques. L'importation de silex de Los Monegros semble liée à un besoin de supports robustes qui viennent compléter les productions sur silex bédoulien non chauffé.

Par ailleurs, nous avons vu que les intensités d'utilisation sur le site de Saint-Michel-du-Touch étaient très faibles pour le silex bédoulien, alors qu'il est positionné à l'extrême

aval des chaînes opératoires. Ceci indique un approvisionnement facilité par un contact privilégié avec la zone de production vaclusienne. Cette position géographique aux marges de l'aire d'extension chasséenne confère au site un statut de carrefour d'échanges aux multiples influences (Gallin 2012). L'étude de la gestion des outillages sur le site de Saint-Michel-du-Touch montre un approvisionnement aisé pour des productions de diverses origines, ce qui renforce sa position de carrefour dans les réseaux d'échanges.

### 3.2.3. Sites consommateurs avec intensité d'utilisation plus forte

Par opposition avec la partie précédente, il s'agit des sites qui ont une intensité d'utilisation supérieure à 0,7 ZU par pièce pour le silex bédoulien chauffé et supérieure à 1,2 ZU par pièce pour le silex bédoulien non chauffé.

#### 3.2.3.1. L'Héritière à Vernègues (Bouches-du-Rhône)

Ce site de plein-air présente un assemblage lithique homogène se rapportant au Chasséen récent. De plus, une particularité a été notée concernant l'industrie osseuse, il existe une forte proportion de pointes (Sénépart 2011). Cette disproportion pourrait liée à une activité particulière et il convient de vérifier si la tracéologie lithique permet d'approfondir cette idée.

Par ailleurs, l'étude de la gestion de l'outillage a montré qu'il pouvait exister des récurrences sur les sites précédemment présentés, il pourrait en être de même pour le site de l'Héritière.

#### a. Intensité d'utilisation

**Par matière première :**

Supports	Total échantillon	Pièces utilisées		Nombre de zone	Nombre de zone d'utilisation moyen	
		Effectif	Pourcentage		Par pièce	Total
Silex bédoulien non chauffé	4	2	50,0%	5	2,50	1,25
Silex bédoulien chauffé	22	14	63,6%	16	1,14	0,73

**Fig. 293 : Intensité d'utilisation selon les matières premières.**

Comme pour les sites précédents et comme cela a été remarqué pour la première fois à la grotte de l'Eglise supérieure (Gassin 1996), le silex bédoulien non chauffé est plus intensément utilisé que le silex chauffé (fig. 293). Nous reviendrons en synthèse sur les facteurs ayant pu avoir une incidence sur ces coefficients.



## Sur silex bédoulien chauffé, par code opératoire :

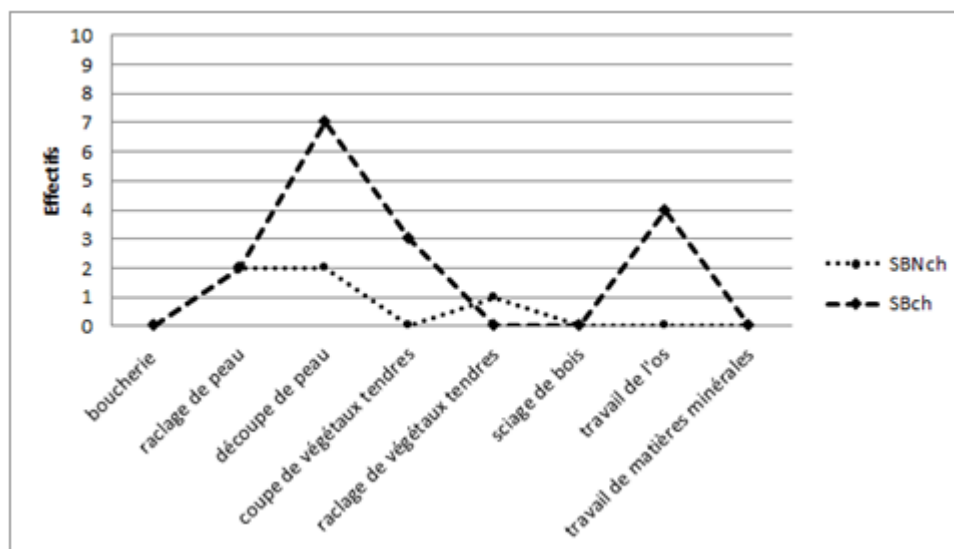
Supports	Total échantillon	Pièces utilisées		Nombre de zone	Nombre de zone d'utilisation moyen	
		Effectif	Pourcentage		Par pièce	Total
Lame(lle)s à section triangulaire	3	3	100,0%	5	1,67	1,67
Lame(lle)s de code opératoire 123 ou 321	6	4	66,7%	6	1,50	1,00
Lame(lle)s de code opératoire 212'	9	4	44,4%	7	1,75	0,78
Lame(lle)s à plus de 3 négatifs d'enlèvements	-	-	-	-	-	-
Lame(lle)s latérales	4	3	75,0%	3	1,00	0,75
	22	14	63,6%	21	1,50	0,95

**Fig. 294 : Silex bédoulien chauffé, intensité d'utilisation selon les codes opératoires :**

Ce sont les lamelles de section triangulaire qui ont été le plus intensément utilisé (fig. 294). L'hypothèse formulée lors de l'étude du site des Moulins, c'est-à-dire que ces supports ont peut-être une morphologie qui les rend plus appréciable pour certaines tâches se trouve encore renforcée ici.

### b. Besoins techniques satisfaits

Le fait que les activités de boucherie ne soient pas représentées n'est pas une réalité mais un biais d'observation (fig. 295). Au moment de l'étude, dont la période était conditionnée par les contraintes de post-fouille, notre référentiel expérimental était incomplet et ne nous permettait pas de reconnaître ces pièces avec certitude. Ces pièces ont probablement été classées parmi les pièces ayant travaillé des matières indéterminées.



**Fig. 295 : Besoins techniques satisfait en fonction des matières premières.**

Les activités les plus représentées parmi les supports lamino-lamellaires sont la découpe de la peau et le travail de l'os. Le croisement de données avec l'étude de l'industrie osseuse est intéressant puisque les outils en os ont été raffutés par raclage (Sénépart, inédit dans rapport 2011). L'étude tracéologique a donc établi le lien entre une partie de l'industrie lithique et l'industrie osseuse.

### c. Conclusion sur le site de l'Héritière 2

L'étude de l'industrie osseuse montre que les pointes sont représentées dans une proportion supérieure aux autres sites (Sénépart, *ibidem*). Ce constat associé au fait que les supports lamino-lamellaires ont principalement été utilisés pour le travail de la peau nous invite à penser que les outils en os étaient peut-être aussi intégrés à ce sous-système technique. Cette hypothèse pourrait se vérifier par une étude tracéologique pour vérifier l'orientation fonctionnelle de ces outils en os.

Concernant la gestion des outillages, l'intensité d'utilisation sur le site de l'Héritière, supérieure aux sites précédemment étudiés mais inférieure à la grotte de l'Eglise (Gassin 1996) semble montrer qu'il s'agit d'un site consommateur relativement bien intégré aux réseaux. Cette position hypothétique est discutée en synthèse grâce à la comparaison avec les intensités d'utilisation des autres sites du corpus.

#### 3.2.3.2. Saint-Antoine à Saint-Aunès (Hérault).

Le site de Saint-Antoine est un site de plein-air ayant été l'objet de plusieurs phases d'occupation distinctes. L'industrie lithique peut-être scindée en deux parties. Lors de la phase d'occupation ancienne, le silex bédoulien chauffé est absent alors qu'il représente une bonne proportion dans la phase récente. Par ailleurs, il faut signaler la présence de silex oligocène dans l'assemblage.

Les fosses attribuées avec certitude à une phase chronologique plus précise sont peu nombreuses. Nous sommes ici partagés entre la volonté d'avoir des échantillons homogènes aux dépens d'une réduction des effectifs, et l'analyse de l'ensemble du mobilier en un bloc qui pose des problèmes de mélange de phases entre elles. Nous avons fait le choix de traiter chaque phase séparément et proposer des interprétations lorsque cela est possible. Nous devons garder à l'esprit un éventuel biais causé par les faibles effectifs.

#### a. Intensité d'utilisation

**Pour la phase ancienne :**

Supports	Total échantillon	Pièces utilisées		Nombre de zone	Nombre de zone d'utilisation moyen	
		Effectif	Pourcentage		Par pièce	Total
Silex bédoulien non chauffé	6	6	100,0%	9	1,50	1,50
Silex oligocène non chauffé	1	1	100,0%	2	2,00	2,00

**Fig. 296 : Intensité d'utilisation des différentes matières premières pour la phase ancienne.**

## Pour la phase récente :

Supports	Total échantillon	Pièces utilisées		Nombre de zone	Nombre de zone d'utilisation moyen	
		Effectif	Pourcentage		Par pièce	Total
Silex bédoulien non chauffé	6	4	66,7%	8	2,00	1,33
Silex bédoulien chauffé	8	6	75,0%	8	1,33	1,00
Silex oligocène non chauffé	3	2	66,7%	3	1,50	1,00

**Fig. 297 : Intensité d'utilisation des différentes matières premières pour la phase récente.**

Les faibles effectifs incitent à la prudence, mais nous observons tout de même une plus forte utilisation du silex bédoulien non chauffé par rapport au silex bédoulien chauffé (fig. 297), ce qui reste la tendance observée sur les sites précédemment étudiés.

## Sur silex bédoulien chauffé, par code opératoire :

Supports	Total échantillon	Pièces utilisées		Nombre de zone	Nombre de zone d'utilisation moyen	
		Effectif	Pourcentage		Par pièce	Total
Lame(lle)s à section triangulaire	0	0	-	0	-	-
Lame(lle)s de code opératoire 123 ou 321	2	2	100,0%	2	1,00	1,00
Lame(lle)s de code opératoire 212'	3	3	100,0%	5	1,67	1,67
Lame(lle)s à plus de 3 négatifs d'enlèvements	0	0	-	0	-	-
Lame(lle)s latérales	3	1	33,3%	1	1,00	0,33

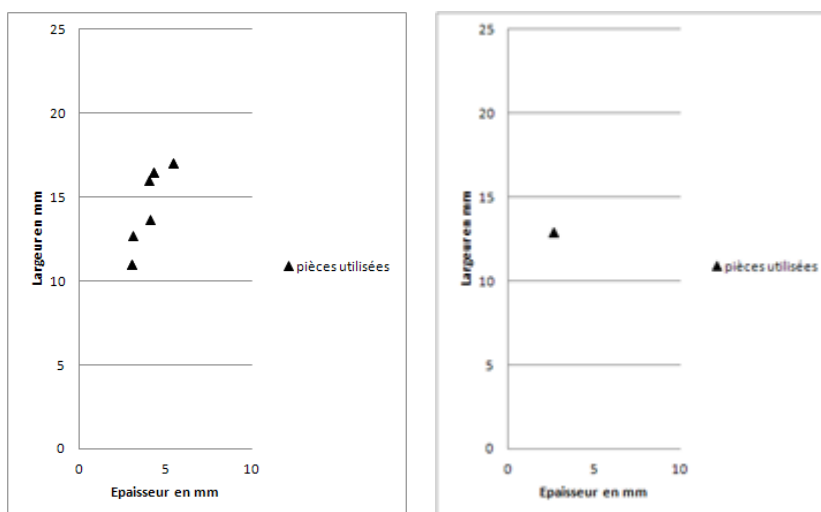
**Fig. 298 : STA, intensité d'utilisation des supports lamino-lamellaires en silex bédoulien chauffé.**

Le nombre de lamelles en silex bédoulien chauffé est faible et par conséquent, aucune lamelle de section triangulaire n'a été observée (fig. 298). Le constat établi sur les autres sites n'est donc pas vérifiable ici. Nous remarquons uniquement que les lamelles de section trapézoïdales sont plus intensément utilisées que les lamelles latérales.

## b. Module des supports utilisés

### Pour la phase ancienne :

Silex bédoulien non chauffé      Silex oligocène non chauffé



**Fig. 299 : Modules des supports utilisés pour la phase ancienne. (DAO L. Torchy).**

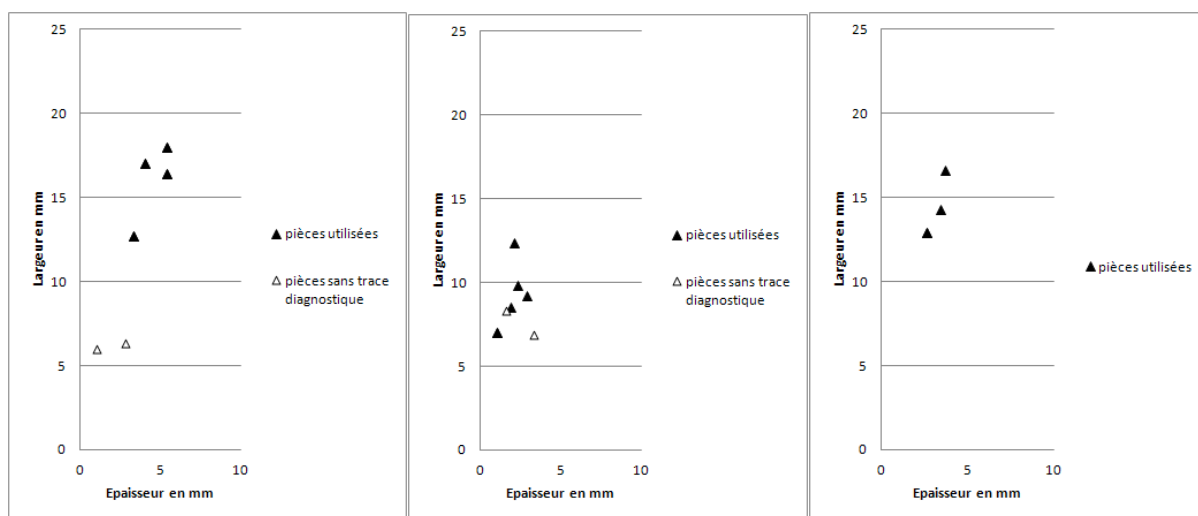
On observe que toutes les pièces sont utilisées (fig. 299). La lame de silex oligocène est de module comparable aux lames de silex bédoulien non chauffé.

**Pour la phase récente :**

Silex bédoulien non chauffé

Silex bédoulien chauffé

Silex oligocène

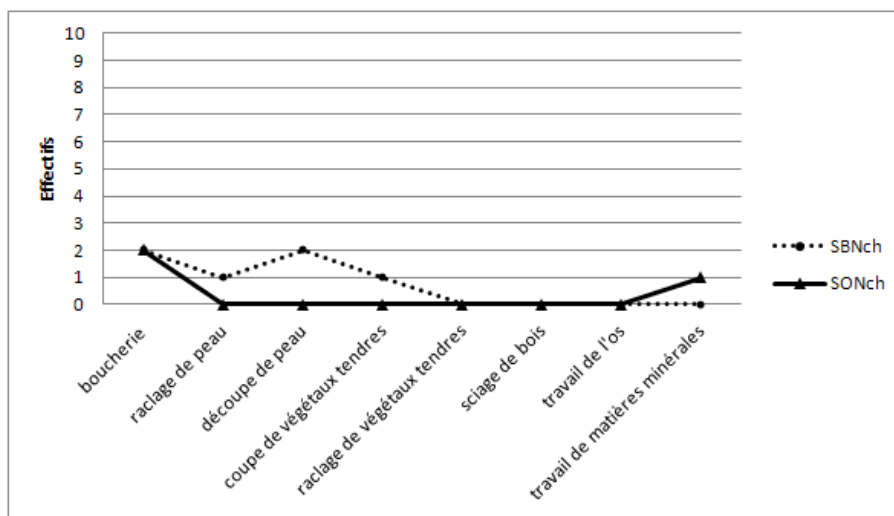


**Fig. 300 : Modules des supports utilisés pour la phase récente. (DAO L. Torchy).**

Pour la phase récente, l'importation du silex bédoulien chauffé complète l'assemblage en supports de faible module (fig. 300).

**c. Besoins techniques satisfaits**

**Pour la phase ancienne :**



**Fig. 301 : Besoins techniques satisfaits pour la phase ancienne. (DAO L. Torchy).**

L'activité la plus représentée est la boucherie avec quatre zones d'utilisation sur silex bédoulien chauffé et sur silex oligocène non chauffé (fig. 301). Par ailleurs, le silex bédoulien non chauffé est aussi affecté au travail de la peau, à la coupe de végétaux tendres et au travail des matières minérales.

Pour la phase récente :

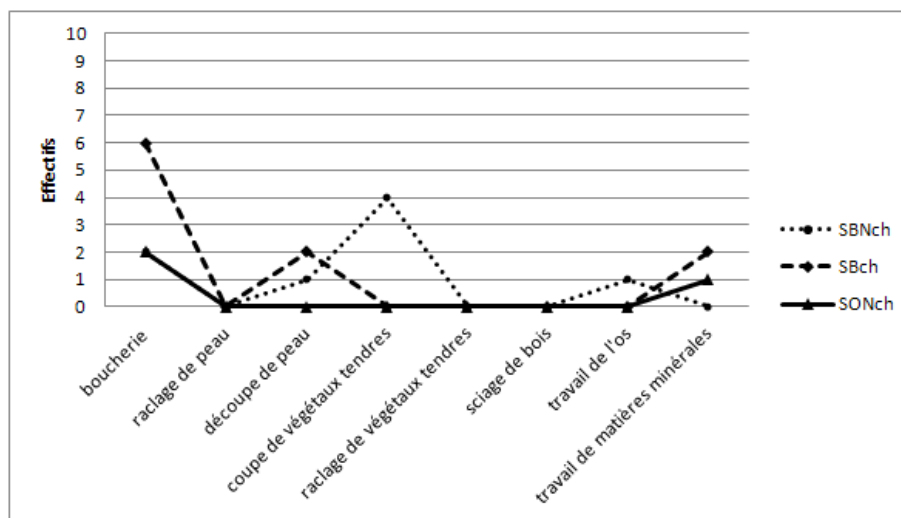


Fig. 302 : Besoins techniques satisfaits pour la phase récente. (DAO L. Torchy).

Pour la phase récente, on observe une complémentarité des matières premières entre les productions chauffées qui sont affectées aux activités de boucherie et les productions non chauffées qui sont plutôt orientées vers la coupe de végétaux tendres (fig. 302). La complémentarité entre le silex chauffé et le silex non chauffé trouve donc ici un intérêt fonctionnel.

Toutes phases confondues :

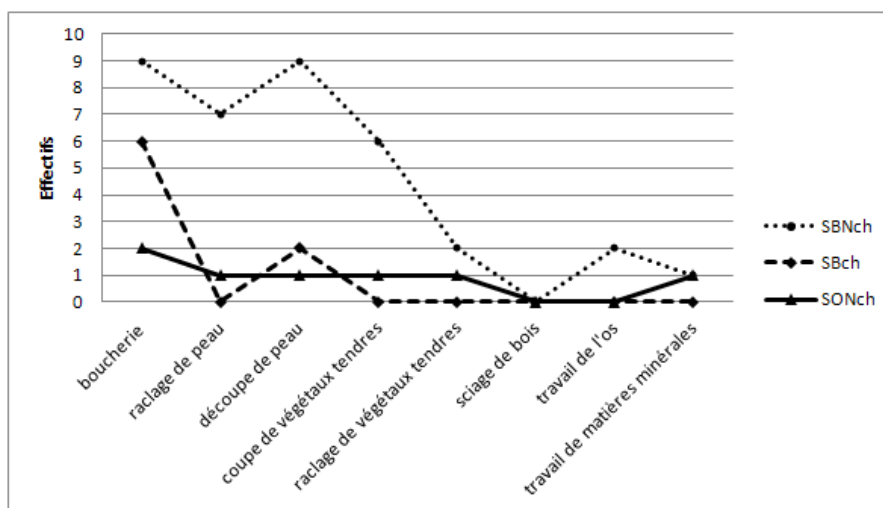


Fig. 303 : Besoins techniques satisfaits (toutes phases confondues). (DAO L. Torchy).

#### d. Conclusion sur le site de Saint-Antoine

Les interprétations par phase sont assez limitées en raison de faible effectif de pièces. Nous constatons tout de même un fait intéressant : l'utilisation préférentielle des lamelles chauffées pour les activités de boucherie dans la phase récente, alors que l'on utilisait du silex non chauffé (bédoulien et oligocène) dans la phase ancienne, puisqu'il n'y avait que cela à disposition. Il y a donc eu un changement dans les choix des supports

lorsque le site a été intégré dans les réseaux du silex bédoulien chauffé, ce qui conforte l'hypothèse selon lequel le traitement thermique pourrait avoir eu un intérêt fonctionnel.

À propos de la gestion des outillages, les intensités d'utilisation montrent que Saint-Antoine devait être un site consommateur assez bien intégré dans les réseaux. La comparaison avec les autres sites permet de discuter de sa position en synthèse.

### 3.2.3.3. Château-Percin à Seilh (Haute-Garonne)

Comme pour le site précédent, l'industrie lithique est scindée en deux parties avec une phase ancienne sans traitement thermique et une phase récente avec traitement thermique. Il s'agit du site le plus à l'ouest de notre corpus et par conséquent, le plus éloigné des gîtes de silex bédoulien.

Les précautions concernant l'analyse de faibles effectifs énoncés dans la partie précédente sont aussi valables pour l'étude du site de Château-Percin.

#### a. Intensité d'utilisation

**Pour la phase ancienne :**

Supports	Total échantillon	Pièces utilisées		Nombre de zone	Nombre de zone d'utilisation moyen	
		Effectif	Pourcentage		Par pièce	Total
Silex bédoulien non chauffé	2	2	100,0%	4	2,00	2,00
Silex bédoulien chauffé	-	-	-	-	-	-
Silex oligocène non chauffé	1	1	100,0%	2	2,00	2,00

**Fig. 304 : Intensité d'utilisation selon les matières premières.**

**Pour la phase récente :**

Supports	Total échantillon	Pièces utilisées		Nombre de zone	Nombre de zone d'utilisation moyen	
		Effectif	Pourcentage		Par pièce	Total
Silex bédoulien non chauffé	4	4	100,0%	6	1,50	1,50
Silex bédoulien chauffé	13	7	53,8%	11	1,57	0,85
Silex oligocène non chauffé	-	-	-	-	-	-

**Fig. 305 : Intensité d'utilisation selon les matières premières.**

Même si les effectifs sont réduits, on observe une tendance allant vers une plus forte intensité d'utilisation des productions non chauffées (fig. 304 et 305).

## b. Module des supports utilisés

Pour la phase ancienne :

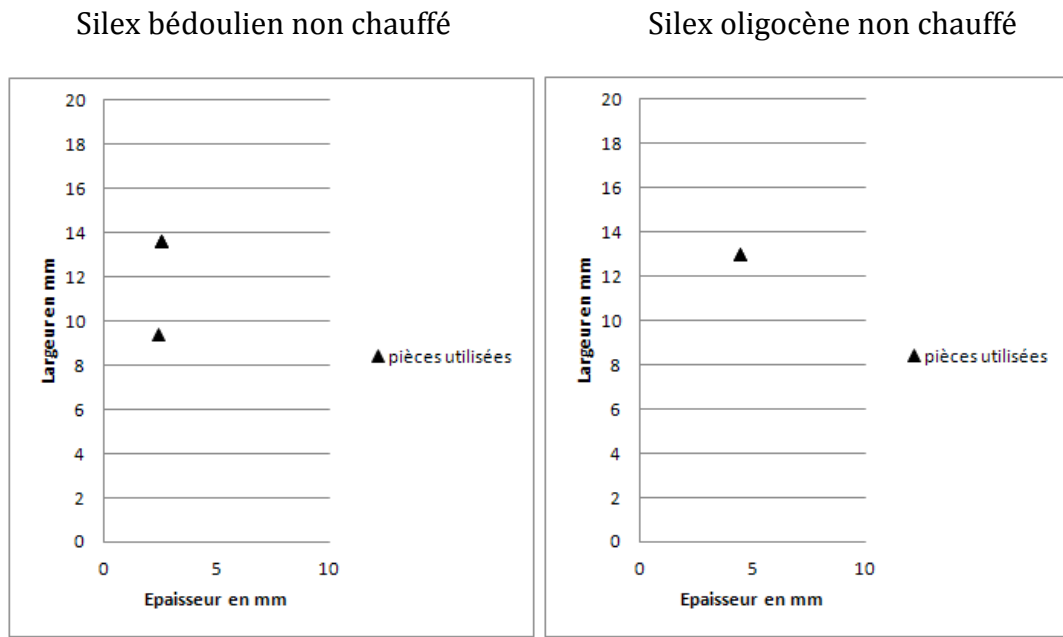


Fig. 306 : Modules des supports utilisés pour la phase ancienne. (DAO L. Torchy).

Pour la phase récente :

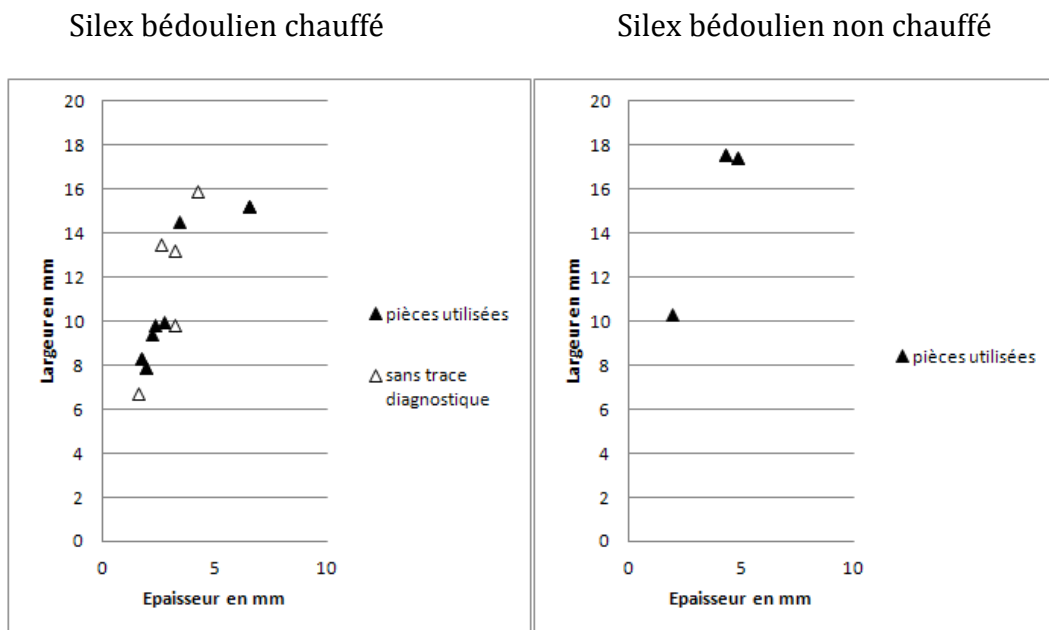


Fig. 307 : Modules des supports utilisés pour la phase récente. (DAO L. Torchy).

### c. Besoins techniques satisfaits

Pour la phase ancienne :

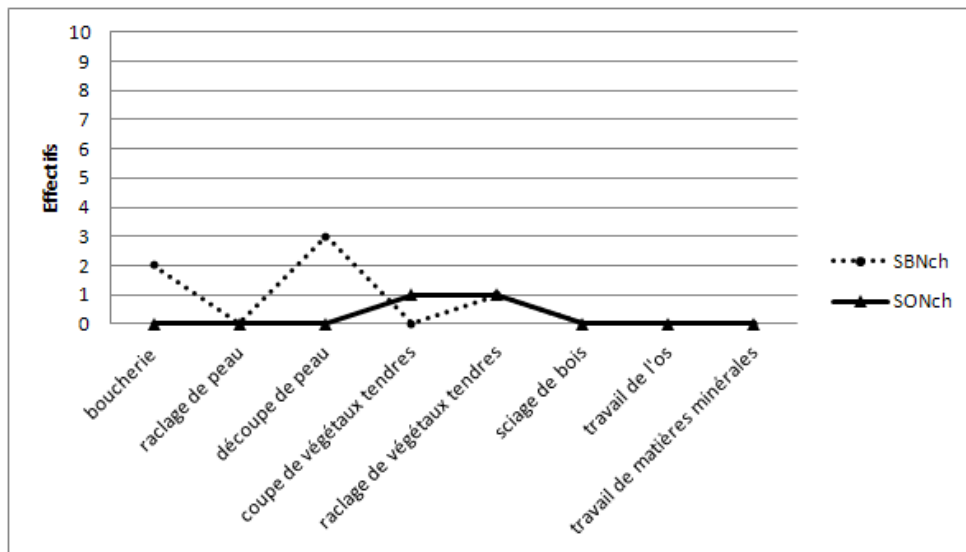


Fig. 308 : Besoins techniques satisfaits pour la phase ancienne. (DAO L. Torchy).

Pour la phase récente :

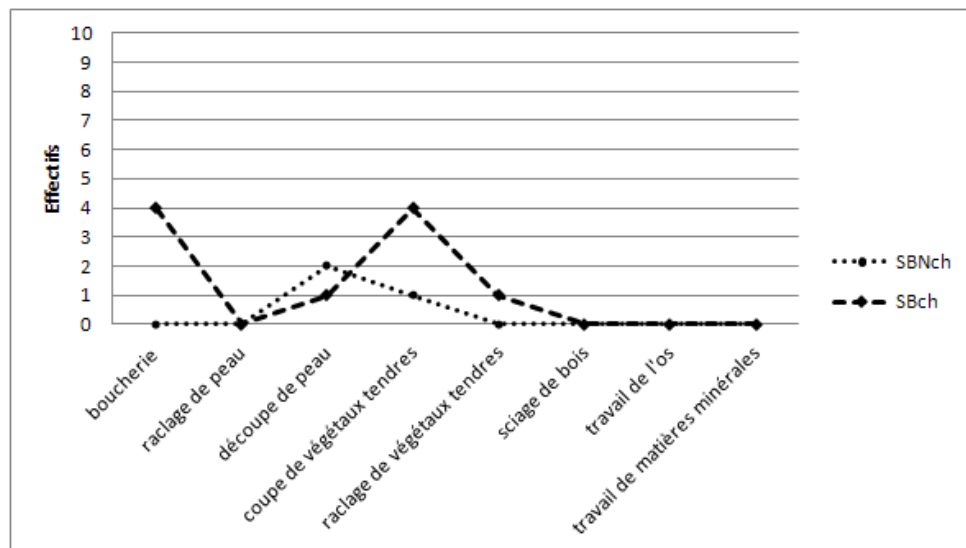


Fig. 309 : Besoins techniques satisfaits pour la phase récente. (DAO L. Torchy).

Le silex bédoulien chauffé, qui était absent de la phase ancienne, est affecté aux activités de boucherie et à la coupe de végétaux tendres. Les modules sont variés et l'on constate que les lames sont plutôt affectées à la coupe des végétaux alors que les lamelles sont destinées aux activités de boucherie.

### d. conclusion

La quantité de silex retrouvée à Château Percin est faible par rapport aux autres sites, c'est-à-dire 127 pièces pour 8399 m<sup>2</sup> fouillés. L'importante série recueillie par L. Méroc et étudiée dans les années 80 (Vaquer 1990a) montre qu'une part importante de



l'outillage a été réalisé sur éclats corticaux de galets en quartzite. Il s'agit notamment de couteaux à dos.

Si l'on se réfère à l'intensité d'utilisation des supports en silex, nous constatons qu'elle est relativement élevée mais pas plus que sur le site de Saint-Antoine qui est pourtant plus proche de la zone de production. D'après ces coefficients, il semble donc que le site de Château Percin ait bénéficié d'un approvisionnement relativement aisé par rapport à son éloignement, ce qui pourrait peut-être s'expliquer par une éventuelle redistribution via un site central au sein du finage. Toutefois, le fait qu'une partie des activités du site ait pu être réalisée avec les couteaux en quartzite peut engendrer une baisse de l'intensité d'utilisation du silex. Il faudrait envisager une étude tracéologique des outils en quartzite pour se rendre compte de l'incidence de leur utilisation sur les coefficients calculés.

Concernant la gestion des supports exogènes, comme pour le site de Saint-Antoine, lors de l'arrivée du silex chauffé dans la phase récente, les supports non chauffés ne sont plus (ou dans une moindre mesure) impliqués dans les activités de boucherie. Nous pouvons peut-être y voir un lien entre innovation technique (le traitement thermique) et activité nécessitant des tranchants acérés (boucherie).

## **QUATRIEME PARTIE : Synthèse**

Nous présenterons cette synthèse en commençant par montrer grâce à des arguments physiques et archéologiques, que le traitement thermique pourrait être une transformation de la matière pour une activité particulière : la boucherie. En effet, nous avons vu que par la chauffe, les propriétés clastiques de la roche étaient modifiées et que par conséquent, les lamelles produites étaient plus acérées.

Dans un deuxième temps, il s'agira de montrer que pour les autres productions, il peut aussi y avoir une réelle adéquation entre la forme et la fonction. L'étude de la gestion des outillages nous a permis d'observer des récurrences dans les comportements, nous dresserons un bilan pour essayer de comprendre ce que cela signifie. Par ailleurs, nous essayerons d'avoir une réflexion, pour le moment très théorique, sur la représentation des activités réalisées sur un site par des spectres fonctionnels. Ceci étant à considérer comme une base pour de nouvelles perspectives de recherche.

Enfin, nous essayerons de dresser un bilan sur l'articulation de chacun des sites dans les réseaux. Pour cela, nous évoquerons les facteurs pouvant avoir une incidence sur la constitution des assemblages. Puis nous montrerons qu'il peut exister des différences d'intégration dans tel ou tel réseau.

## **4.1. Le traitement thermique : une adaptation de la matière pour un besoin spécialisé ?**

Parmi les trois hypothèses pouvant expliquer le recours au traitement thermique des roches siliceuses les plus rencontrées dans la littérature, celle appuyant la volonté de procurer un gain d'efficacité aux produits débités après chauffe nous semble convaincante pour ce qui concerne les lamelles chasséennes. Nos arguments physiques et archéologiques étayant cette hypothèse sont présentés ci-dessous avant de discuter des deux autres : le traitement thermique pour faciliter le débitage par pression, et le traitement thermique pour modifier de façon symbolique l'aspect de la matière.

### **4.1.1. Constats établis à partir des sciences des matériaux et de l'archéologie expérimentale**

Lors des premiers essais de chauffe d'éprouvettes millimétriques, nous avons constaté une rubéfaction vers 300°C puis des fissurations de plus en plus importantes en montant en température. Les tests mécaniques par indentation Vickers ont montré que le traitement thermique n'avait apparemment pas d'incidence sur la dureté dans la

gamme de températures testées, mais qu'il provoquait une baisse de la ténacité. Par ailleurs, les tests menés dans le cadre du projet ANR « ProMiTraSil » ont montré que le silex subissait une réorganisation de la porosité (Roque-Rosell *et al.* 2011), cette réorganisation structurelle pourrait expliquer cette modification des propriétés mécaniques.

Ainsi, lors du débitage d'une lamelle après traitement thermique, la fracture chemine de façon plus rectiplanaire dans une porosité plus homogène ce qui a pour incidence de générer des surfaces moins rugueuses, comme cela a été montré par l'observation au M.E.B. et à l'interféromètre en lumière blanche. Ces fractures apparaissent luisantes à l'œil nu et c'est d'ailleurs le contraste de celles-ci avec les fractures mates qui a permis d'identifier à l'œil nu le traitement thermique en contexte chasséen (Binder 1984) ou en contexte des Sepulcros de Fosa (Terradas et Gibaja-Bao 2001).

Nos expérimentations ont permis d'obtenir un bloc, chauffé jusqu'à 240°C, ayant subi cette modification, qui malgré quelques fissures accidentelles a pu être débité et nous fournir plus de 40 lamelles (débitage Jacques Pelegrin). Sur ces lamelles, la logique de la géométrie dans l'espace s'est vérifiée : l'intersection de deux surfaces moins rugueuses forme un fil de tranchant plus régulier, de micro-délinéation plus rectiligne, comme cela a pu être vérifié par l'observation des nervures au MEB, ou encore par la reconstitution 3D des tranchants en tomographie à rayons X.

Les lamelles débitées après chauffe ont donc une micromorphologie différente qui a une incidence sur leurs interactions avec les matériaux coupés. Comme c'est le cas en coutellerie (Vézina *et al.* 1999), nous pouvons considérer que l'état des surfaces et l'état du fil du tranchant sont deux facteurs très incidents sur le pouvoir de coupe. Lors de la découpe de matières volumineuses et souples, les frottements entre les surfaces de lame et la matière découpée provoquent une résistance. Pour optimiser le couteau, il faut donc diminuer ces frottements par l'évidage de la lame, ou par l'emploi d'acier fin ou de céramique ayant des surfaces moins rugueuses. L'importance de l'état du fil du tranchant a fait l'objet d'études, qui montrent que des micro-défauts peuvent avoir une incidence sur la force à appliquer au niveau du poignet pour couper la matière.

Il existe des tests qui permettent une mesure du pouvoir de coupe (paramétrés selon la norme ISO 8442.5), mais qui ne sont pas applicables sur les lamelles en silex puisque ces dernières ont une morphologie moins régulière que les couteaux modernes. Nous nous sommes inspirés de ces tests pour mettre au point un banc de test adapté à ces lamelles. Ces essais ont permis de vérifier que les lamelles débitées après chauffe avaient un

pouvoir de coupe supérieur à celui des lamelles débitées sur silex non chauffé. Dans un deuxième temps et pour vérifier si cette modification était vraiment perceptible lors de la découpe, nous avons proposé un test à l'aveugle à un artisan boucher. Des lamelles emmanchées (distribuée par paires, débitées à partir de silex chauffé et non chauffé) lui ont été prêtées pour la découpe de viande, graisse et tendons. C'est donc sans connaître les caractéristiques de ces lamelles qu'il nous désigné que dans 80% des cas, les lamelles sur silex chauffé étaient « un peu plus » à « beaucoup plus » efficace que celles sur silex non chauffé.

Ce regard aussi objectif que possible par un recours aux sciences des matériaux et à l'archéologie expérimentale est un constat qui permet d'affirmer que les lamelles en silex chauffé sont plus efficaces pour la découpe de matières tendres, mais rien ne prouve que cela ait pu être une motivation conduisant les communautés chasséennes à adopter le traitement thermique, il faut pour cela se référer au mobilier archéologique.

#### **4.1.2. Arguments archéologiques qui montrent que l'adaptation d'une production pour une fonction a pu être une motivation**

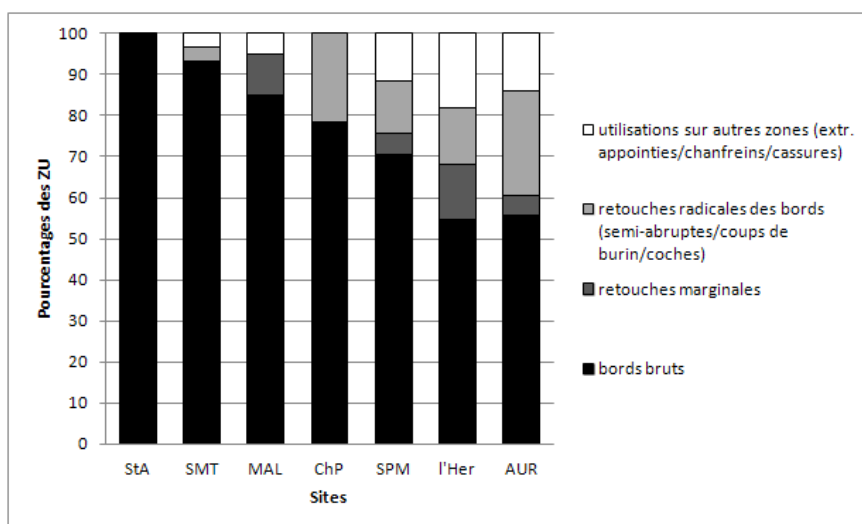
Afin d'établir un lien éventuel entre le traitement thermique et l'utilisation, nous avons voulu vérifier quelle était la variabilité fonctionnelle des lame(lle)s débitées après chauffe, de l'amont vers l'aval de la chaîne opératoire.

En amont, les fastidieuses phases de mise en forme et de chauffe, pourraient correspondre à la volonté de faciliter une future étape de la chaîne opératoire (Pelegrin 1984), pouvant être à un endroit différent et même en extrême aval. En effet, « *plus il y a d'étapes, et plus la prédétermination est élaborée et plus sont précises les intentions* » (Pelegrin 1995). Puisqu'au Chasséen, les chaînes opératoires sont segmentées dans l'espace et dans le temps (Léa 2004a), le traitement thermique pourrait correspondre à une volonté de faciliter le débitage sur les sites consommateurs comme cela a déjà été proposé dans la littérature (Inizan *et al.* 1976). Toutefois, on peut aussi imaginer son incidence sur une étape encore plus en aval : l'utilisation des outils.

Ainsi, les fastidieuses étapes de mise en forme et de chauffe auraient pu avoir pour objectif de faciliter le travail de l'utilisateur des lamelles. Pour cela nous devons observer les coutumes liées à l'utilisation de ces lamelles débitées après chauffe.

#### 4.1.2.1. Des supports destinés à être utilisés avec leur bords bruts

L'état d'abandon des lamelles débitées après chauffe est révélateur des intentions propres à cette production. En effet, elles sont généralement retrouvées avec leurs tranchants bruts (fig. 310). Lorsqu'elles sont retouchées, il s'agit souvent d'un recyclage par retouche radicale des bords ou utilisation d'une autre zone qui intervient suite à une première utilisation des bords bruts (Gassin 1996). Ceci nous montre que la première intention est l'utilisation des bords bruts avec un mouvement longitudinal et que les retouches sont attestées le plus souvent lors d'un recyclage. Cette production a donc une spécificité fonctionnelle observable sur différents sites, toutefois, nous devons nous pencher sur les cas où ces lamelles ont été gérées de manière différente pour en comprendre les raisons. Est-ce inclus dans le cahier des charges de ces lamelles ou s'agit-il d'opportunisme ?



**Fig. 310 : Nature des zones d'utilisation des lamelles débitées après chauffe. Les bords bruts sont les plus fréquents (DAO L. Torchy).**

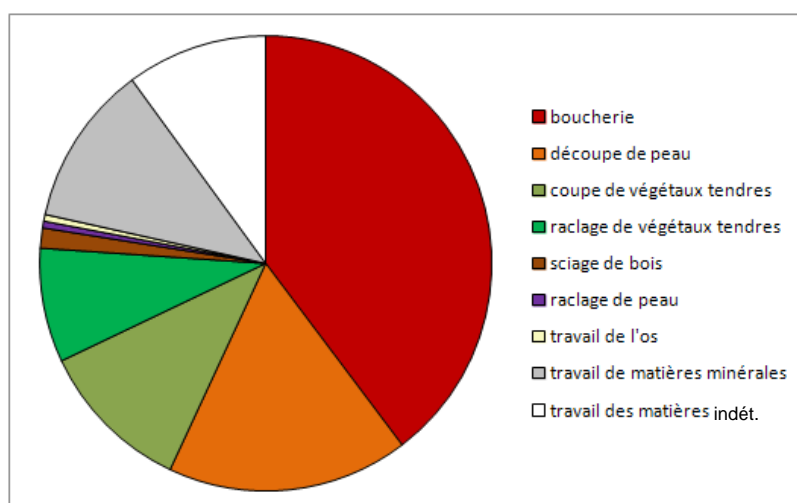
Dans le corpus étudié, le pourcentage d'utilisations autres que sur un bord brut est élevé sur les sites de L'Héritière et d'Auriac, où plus de 40% des lamelles en silex chauffé sont retouchées. Il s'agit là d'une gestion différente de l'outillage qui est liée au fait que les autres matières premières sont rares dans l'assemblage. En effet, sur ces deux sites, le silex bédoulien non chauffé et les matières premières locales représentent moins de 5% du mobilier lithique taillé, une partie de la production en silex chauffé pourrait combler ce manque. Concernant le silex bédoulien non chauffé, il pourrait s'agir d'une difficulté d'approvisionnement, mais pour les matières locales il semble s'agir d'un choix puisqu'elles peuvent représenter une bonne proportion dans les sites voisins comme

celui des Plots à Berriac (Briois 2005). La rareté des matières locales peut aussi avoir eu une incidence sur la gestion des lamelles en silex, comme à Fontbrégoua où les lamelles ont été aussi bien utilisées pour de la découpe que pour du raclage (Gassin 1999, Gassin *et al.* 2011). Sur le site de Saint-Martin, les activités nécessitant des mouvements transversaux ont été réalisées avec des éclats en silex chauffé, et même avec des pièces techniques ou des débris d'accident de chauffe (Torchy 2011). Il s'agit là de gestions opportunistes conditionnées par la composition de l'assemblage, ce qui ne nous empêche pas de considérer que les lamelles peuvent être prédestinées à être utilisées brutes pour de la découpe dès l'amont de la chaîne opératoire.

#### 4.1.2.2. Corrélation entre lamelles débitées après chauffe et activités de boucherie

Après avoir constaté sur le mobilier archéologique, que la plupart des lamelles débitées après chauffe étaient dépourvues de poli ou d'émoussement, nous avons réalisé un référentiel expérimental spécifique. Nos expérimentations nous ont permis d'établir des critères diagnostiques basés uniquement sur l'observation des ébréchures, tout en gardant à l'esprit que certaines pièces expérimentales ne présentent pas ces critères et que par conséquent le nombre de pièces archéologiques identifiées comme ayant servi à la boucherie est sous-représenté par rapport à la réalité.

Malgré cette probable sous-représentation, il s'agit de l'activité la plus représentée (fig. 311).



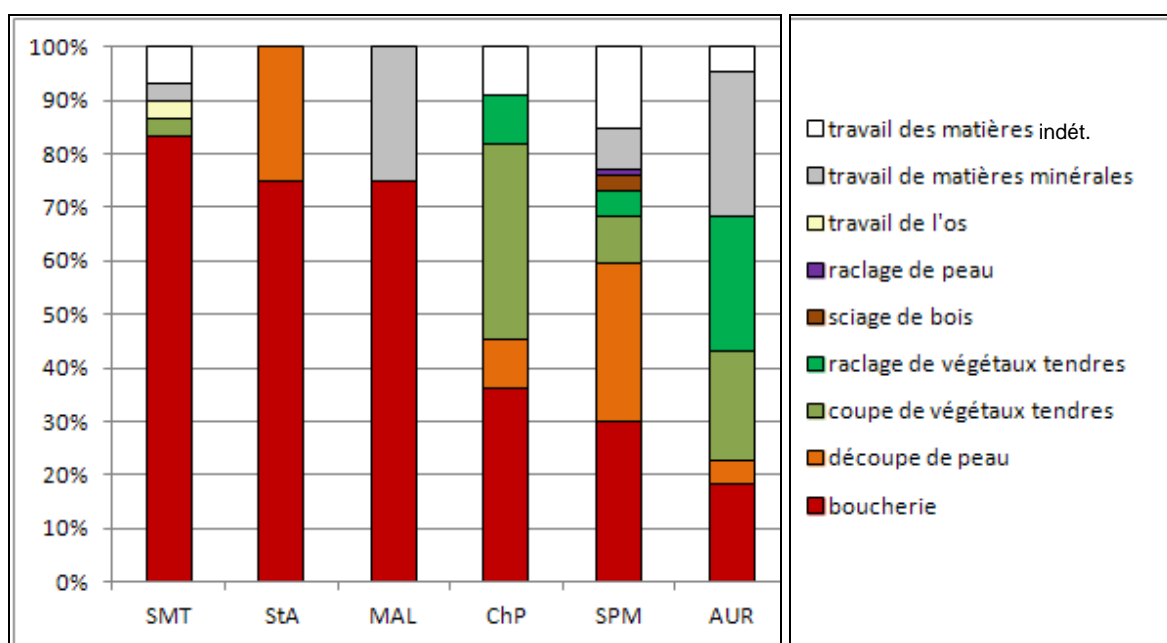
**Fig. 311 : Proportion des différentes activités réalisées avec des lamelles en silex bédoulien chauffé. La boucherie est l'activité la plus représentée (DAO L. Torchy).**

Lorsque l'on isole chaque site, on observe une forte variabilité de la proportion de lame(lle)s débitées après chauffe et affectées aux activités de boucherie (fig. 312). Pour

les sites de Saint-Michel-du-Touch, Saint-Antoine et Saint-Martin, cette proportion est de plus de 70%, alors qu'elle varie entre 18 et 37 % sur les trois autres sites. Pour ces derniers, nous devons essayer de considérer les facteurs qui pourraient avoir eu une influence sur ces proportions.

Nous avons vu précédemment que sur le site d'Auriac, les proportions de silex bédoulien non chauffé et des matières locales étaient extrêmement faibles, et par conséquent le silex bédoulien chauffé a été utilisé pour l'ensemble des activités. Dans une certaine mesure, le silex bédoulien chauffé a dû combler la quasi-absence des autres matières première et a donc été utilisé pour toutes les activités du site. Le taux de pièces chauffées affectées à la boucherie est par conséquent bas par rapport aux autres sites.

Pour les sites des Moulins et de Château-Percin, il faut signaler la présence de lames larges en silex bédoulien chauffé. Ces lames semblent compléter les productions laminaires sur silex non chauffé et sont en partie orientées vers les mêmes fonctions. Il s'agit d'une chaîne opératoire différente puisque ces supports larges sur silex bédoulien chauffé semblent être importés sous forme de produits finis.



**Fig. 312 : Proportion des différentes activités réalisées avec des lamelles en silex bédoulien chauffé (site par site). (DAO L. Torchy).**

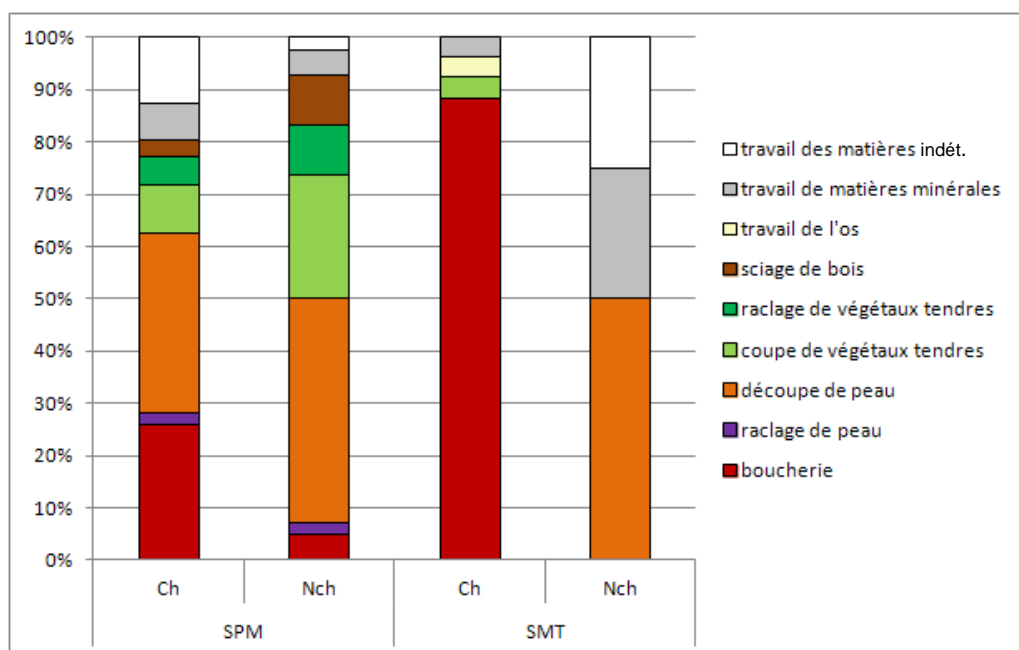
Sachant que le module lamellaire est souvent associé au traitement thermique, il n'est pas évident de dissocier le facteur déterminant : que recherchait-on pour les activités de boucherie, des supports lamellaires de largeur inférieure à 10-11 millimètres ou des supports débités après chauffe ? Pour répondre à cette question nous devons isoler ces caractéristiques. L'analyse des lamelles en silex non chauffé, nous permet de tester le



facteur largeur du support, et l'étude des lames débitées après chauffe met en exergue le facteur traitement thermique. Les deux sites où cette observation est possible sont les sites des Moulins et de Saint-Michel-du-Touch, puisque l'observation des nuages de points établis à partir des données métriques montre qu'il existe une zone de recouvrement entre les productions lamino-lamellaires sur silex chauffé et non chauffé.

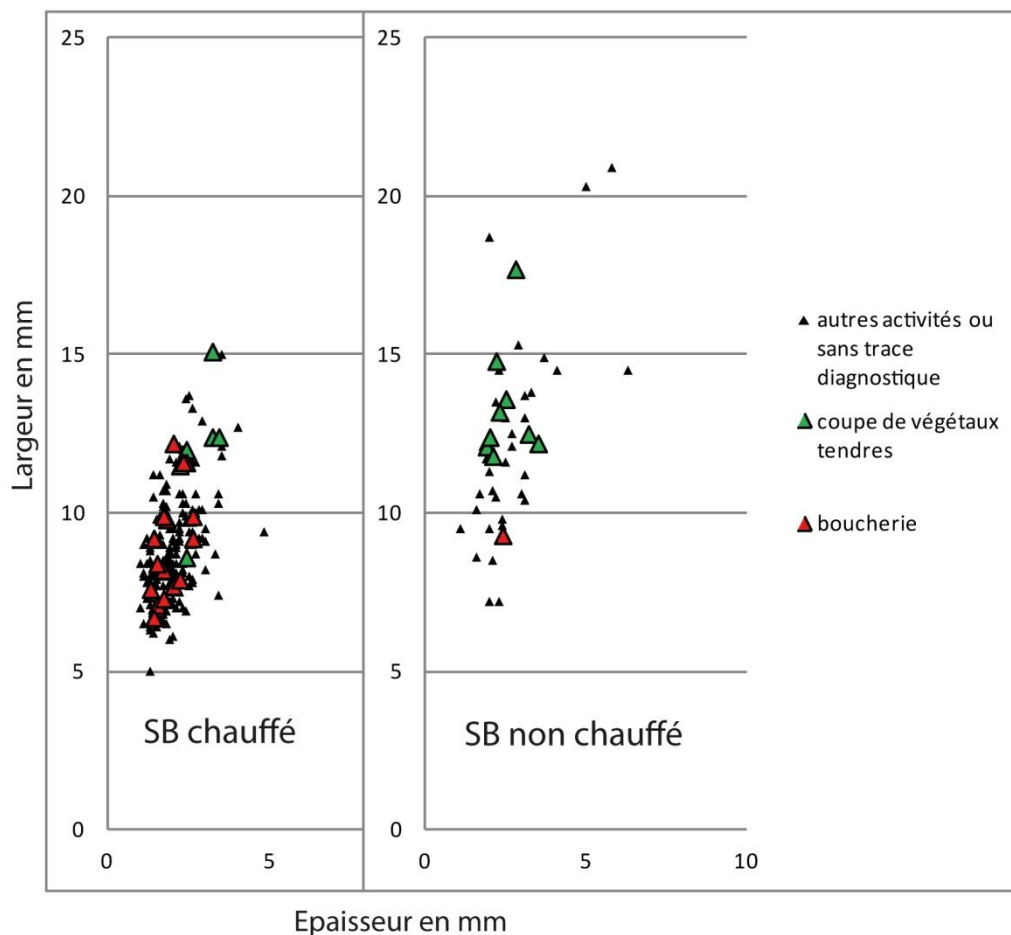
#### 4.1.2.3. Comparaisons dans les zones de recouvrement des modules des pièces en silex chauffé et non chauffé.

Il s'agit d'un constat peu commun au Chasséen (Léa 2004a) et nous devons y voir la possibilité d'isoler le facteur module pour voir l'incidence du traitement thermique dans le choix des supports. Ces zones sont définies entre 7,5 et 12,5 millimètres de largeur pour le site de Saint-Michel-du-Touch (fig. 285) et de 7,2 à 15 millimètres de largeur pour le site des Moulins (fig. 258).



**Fig. 313 : Représentation des activités sur supports dont le module est compris dans la zone de recouvrement entre silex bédoulien chauffé et non chauffé sur les sites de Saint-Michel-du-Touch et des Moulins. (DAO L. Torchy).**

Sur le site de Saint-Michel-du-Touch (fig. 313), il ressort très clairement que le traitement thermique est un facteur incident sur le choix des supports destinés aux activités de boucherie. La même tendance se retrouve sur le site des Moulins, mais elle est moins visible à cause de la forte représentation des autres activités. Pour ce site, la représentation graphique des modules sous la forme de nuages de points est plus adaptée pour cette démonstration (fig. 314).



**Fig. 314 : Choix des outils de boucherie et de coupe de végétaux tendres selon traitement thermique et modules de supports pour le site des Moulins à Saint-Paul-Trois-Châteaux. (DAO L. Torchy).**

L'observation de ces nuages de points montre que selon l'activité, le choix de l'outil est basé sur des critères différents. Ainsi, pour la coupe de végétaux tendres, le choix est porté sur la largeur des supports aussi bien sur le silex chauffé que sur le non chauffé, et ce probablement pour des questions d'emmanchement. Pour les activités de boucherie, c'est le traitement thermique qui semble avoir guidé le choix, puisque les mêmes modules sont disponibles sur silex non chauffé et seule une lamelle a été utilisée pour cette activité. Le traitement thermique est donc le facteur plus incident sur le choix de ces supports.

#### **4.1.2.4. Bilan**

Selon nous, en ce qui concerne le contexte chasséen, l'hypothèse selon laquelle le traitement thermique pourrait avoir un intérêt fonctionnel est renforcée. Il existe en effet un lien étroit entre l'amélioration des capacités techniques de ces lamelles et les coutumes d'utilisation. Nous devons toutefois nous assurer que ces constats se retrouvent lors des futures études et poursuivre les tests d'efficacité avec d'autres

moyens, ayant recours aux statistiques comme cela a été fait pour comparer différentes matières premières et différents systèmes d'emmanchement (Astruc *et al.* 2012).

À l'inverse, l'hypothèse d'un traitement thermique ayant pour objectif de faciliter le débitage par pression perd en probabilité dans ce contexte. En effet, il n'est pas indispensable pour le débitage du silex bédoulien (des supports de même module ont été débités par Jacques Pelegrin, cf. nucléus 21I), et les communautés chasséennes ont débité des lamelles sur silex non chauffé sur le site de Lattes (Léa 2004a), ou sur les sites des Moulins et Saint-Michel-du-Touch. De plus, des supports chauffés ont circulé sous la forme de produits finis, ce qui montre que dans ce cas, le traitement thermique n'est pas en relation avec le fait de faciliter le débitage sur les sites consommateurs.

Quant à l'hypothèse selon laquelle le traitement thermique a une valeur symbolique et sociale, nous préférons ne pas nous prononcer pour le moment pour le conteste chasséen.

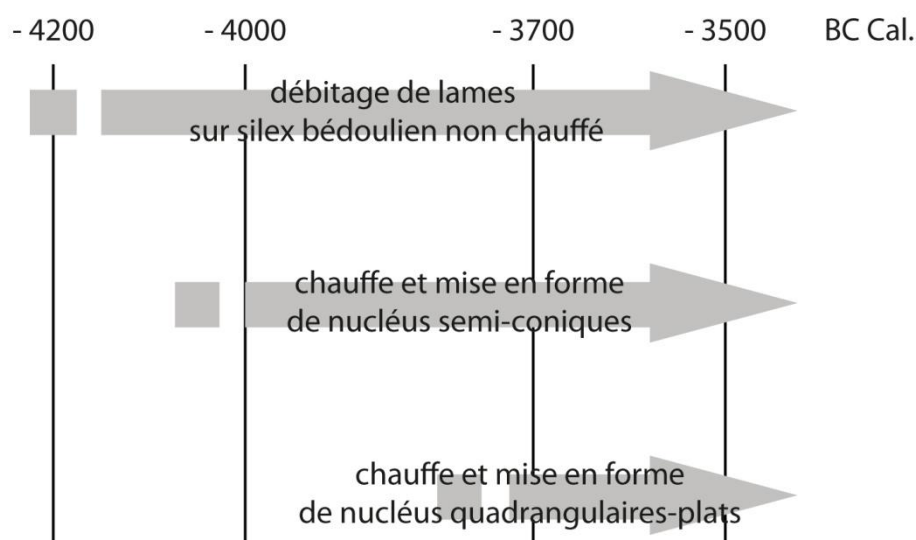
Il est vrai qu'à une échelle plus large, en contexte des Sepulcros de Fosa, des exemples peuvent mettre en association le silex dit *melado* (dont une partie est probablement du silex bédoulien ; Terradas et Gibaja-Bao 2002, Gibaja-Bao et Terradas 2008), avec des évidences d'inégalités sociales (Clop et Gibaja-Bao 2008) ou encore des dépôts de nucléus encore exploitables (Gibaja-Bao 2003) et même un débitage qui semble avoir été réalisé pour le défunt sur le site de Bobila Madurell (Terradas et Gibaja-Bao 2002). Dans le cadre de notre étude, nous n'avons observé aucun de ces exemples. Il peut exister une dichotomie concernant la finalité de l'acquisition de silex chauffé entre les communautés chasséennes et celles des Sepulcros de Fosa (Vaquer 2012).

Nous retiendrons que dans toute acquisition de bien est dépendante d'un contexte socioculturel (Lemonnier 1986 et 1993) et les choix peuvent présenter des intérêts fonctionnels et des intérêts symboliques qui sont souvent indissociables (Van Gijn 2010). La méthodologie utilisée dans le cadre de ce travail de thèse nous a permis de tester uniquement le côté technique et fonctionnel, par conséquent, nous préférons être prudents et nous nous interdisons tout commentaire sur un éventuel aspect symbolique.

## 4.2. Fonctions et fonctionnements des outils : implication des outils spécialisés dans les sous-systèmes techniques

### 4.2.1. Spécialisations artisanales et complémentarité entre les sites

Les études technologiques des industries lithiques permettent de mettre en évidence des savoir-faire spécialisés et non partagés, c'est-à-dire que les délicates phases de mise en forme des blocs, le traitement thermique et le débitage de lames en silex non chauffé n'a été réalisé que dans la zone de production (Léa, 2004a). De plus, certaines de ces productions évoluent au cours du temps, notamment par la mise en forme de nucléus quadrangulaires-plats (Binder et Gassin 1988 ; Binder 1991, fig. 315).



**Fig. 315 : Innovations technologiques sur silex bédoulien au cours du Chasséen (d'après les données recueillies à partir de : Binder 1991 et Léa 2004a). (DAO L. Torchy).**

Ces productions spécialisées ont été réalisées sur différents ateliers producteurs qui n'avaient pas les mêmes orientations : productions de lames en silex non chauffé et production de préformes sur silex chauffé (La Combe), productions de préformes sur silex chauffé (Les Trois Termes, Léa 2004b ; Saint-Martin, Léa 2007, 2010 et 2011), production de lamelles débitées après chauffe (Rocalibert ; Léa 2004b), production de micro-perçoirs (La Cabre ; Léa 1997 et 2003b).

Si la production de supports laminaires par percussion indirecte sur silex bédoulien non chauffé, et la chauffe et la mise en forme de blocs de silex pour un débitage de lamelles par pression relève d'artisans spécialisés, nous devons nous poser la question en ce qui

concerne le statut des productions autres que le lithique taillé. Sur les sites consommateurs du point de vue des chaînes opératoires du lithique taillé (Léa 2004a), dans une économie basée sur les échanges réciproques, les activités réalisées pourraient être pour certaines (comme le cuir par exemple), dans un objectif de fabrication qui va logiquement au-delà de l'autosuffisance. Ainsi, la surreprésentation de certaines activités (réalisées sur matières périssables perçues uniquement par la tracéologie) pourrait correspondre à de la production pour exportation soit à une échelle locale, soit interrégionale.

Les productions lithiques spécialisées pourraient correspondre à la recherche d'outils adaptés pour satisfaire certains besoins techniques : les lamelles débitées après chauffe sur silex bédoulien pour la boucherie, les lames assez larges en silex bédoulien pour la récolte des végétaux, les lames robustes en silex de Los Monegros pour le sciage du bois. Dans un contexte contemporain, on peut citer l'exemple du site de Schipluiden (Pays-Bas), sur lequel des *toolkits* correspondant aux différentes activités furent retrouvés avec des outils aux caractéristiques différentes dans chacun des cas (Van Gijn 2008, Van Gijn et Lammers-Keijers 2010).

Dans un contexte d'échange, les productions lithiques spécialisées pourraient être destinées à satisfaire aussi bien les activités de subsistance que les activités réalisées dans une logique de production pour l'échange. Il en résulte que les sites étaient complémentaires, mais aussi interdépendants (Léa 2005, Bréhard 2011). Saint-Martin est un site producteur de silex mais les artisans sont au moins consommateurs de ressources propres à leur subsistance. Par conséquent, ils pouvaient être dépendants d'autres sites, ne serait-ce que d'un site voisin.

L'objectif premier des échanges était peut-être d'établir des relations sociales, mais le moyen pour maintenir ces relations est de produire des biens, que ce soit de beaux objets (haches en roche verte...), des ressources de première nécessité (sel) et/ou des outils de plus en plus adaptés aux besoins fonctionnels (lames et lamelles) ? Le succès des productions spécialisées sur silex peut s'expliquer par le fait qu'il s'agit d'outils optimisés pour répondre à différents besoins, propres à la sphère domestique ou peut-être aussi au-delà.

Ainsi, les productions lamino-lamellaires n'ont pas seulement une finalité de productivité, elles correspondent peut-être aussi à la volonté d'obtenir des outils particuliers, puisque les qualités intrinsèques des supports (standardisation, grande

longueur, délinéation rectiligne, angles aigus) leur permettent d'être plus efficaces que les éclats pour une majorité des activités.

#### **4.2.2. Représentation des différentes activités sur les sites par des spectres fonctionnels, essais méthodologiques : spectres absolus et spectres relatifs.**

Un spectre fonctionnel a pour objectif de rendre compte des activités représentées sur un site donné par la représentation des différentes activités. Le calcul des proportions peut être basé sur le nombre d'outils utilisés ou sur le nombre de zones affectées à telle ou telle activité (Gassin, 1996 ; Torchy et Gassin, 2011).

L'étude de ce spectre peut-être riche d'informations, mais comme cela a été souligné récemment (Linton 2012), ils peuvent aussi conduire à des erreurs d'interprétation par l'existence de biais que nous devons maîtriser autant que faire se peut. Dans le cadre de notre étude, nous nous sommes concentré sur les productions lamino-lamellaires, c'est-à-dire que les activités réalisées avec les éclats ne sont pas représentées. Cela peut paraître incohérent de raisonner sur des spectres qui incluent seulement une partie de l'outillage, mais dans ce cas, que dire d'une spectre dressé à partir des industries lithiques qui ne tient pas compte des outils sur industries osseuse et des outils qui aurait pu être entièrement en matière périssable (bois pas exemple).

Dans notre démarche, l'objectif n'est pas d'aborder la représentation des activités sur chaque site, mais d'avoir une réflexion de fond sur les biais qui peuvent être induits par le fait d'aborder la représentation des activités par un décompte du nombre de zones d'utilisation (ou du nombre d'outils) et par la suite, de voir quelles sont les possibilités méthodologiques pouvant apporter des solutions pour limiter ces biais.

Nous devons essayer de lister les éventuels biais qui pourraient générer des sur- ou sous-représentations des activités dans ces spectres fonctionnels :

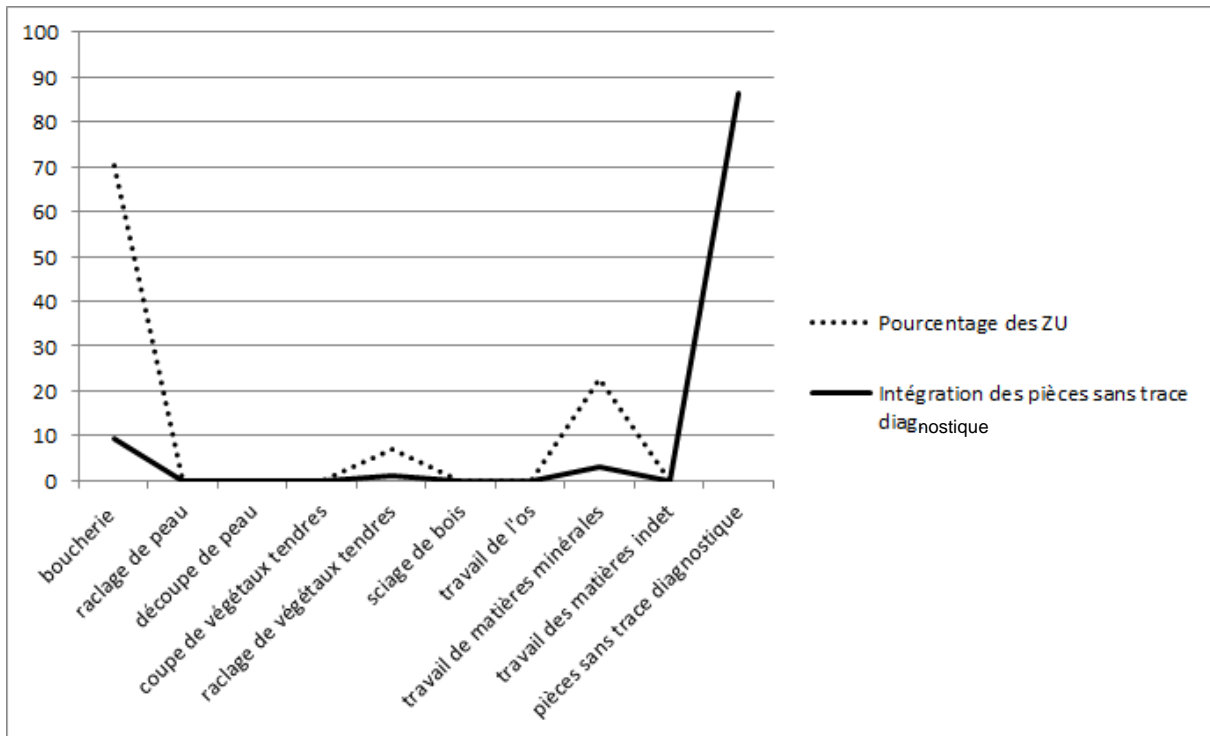
- Différentiel de développement de traces : la découpe de matière animales tendres ne laisse pas toujours de trace.
- Capacités de raffutage de l'outil : une ZU sur le front d'un grattoir peut cacher une quantité d'utilisations et de raffutages antérieurs.
- Facteur temps : est-ce qu'un lame qui a coupé des végétaux pendant 10 heures peut-être à l'égal d'une lamelle qui a récupéré de la viande pendant 10 minutes ?

- Lisibilité des traces : les traces laissées par le travail des matières osseuses peuvent être discrètes et/ou non diagnostiques, il existe un risque de sous-représentation.

Ces biais ne peuvent pas être correctement estimés sur un site puisque nous ne maîtrisons pas certains paramètres comme la durée de vie d'une lamelle qui a coupé de la viande ou celle d'un élément de faucille, mais si nous raisonnons sur un corpus, nous pouvons commencer à remarquer des régularités sur les différents sites. Ainsi la représentation de chaque activité ne sera pas en fonction des autres activités, mais sera représenté en fonction d'une moyenne calculée sur l'ensemble des sites : le spectre des moyennes. C'est donc sur les anomalies lisibles entre le spectre absolu du site et le spectre des moyennes que nous pouvons raisonner et tracer le spectre relatif.

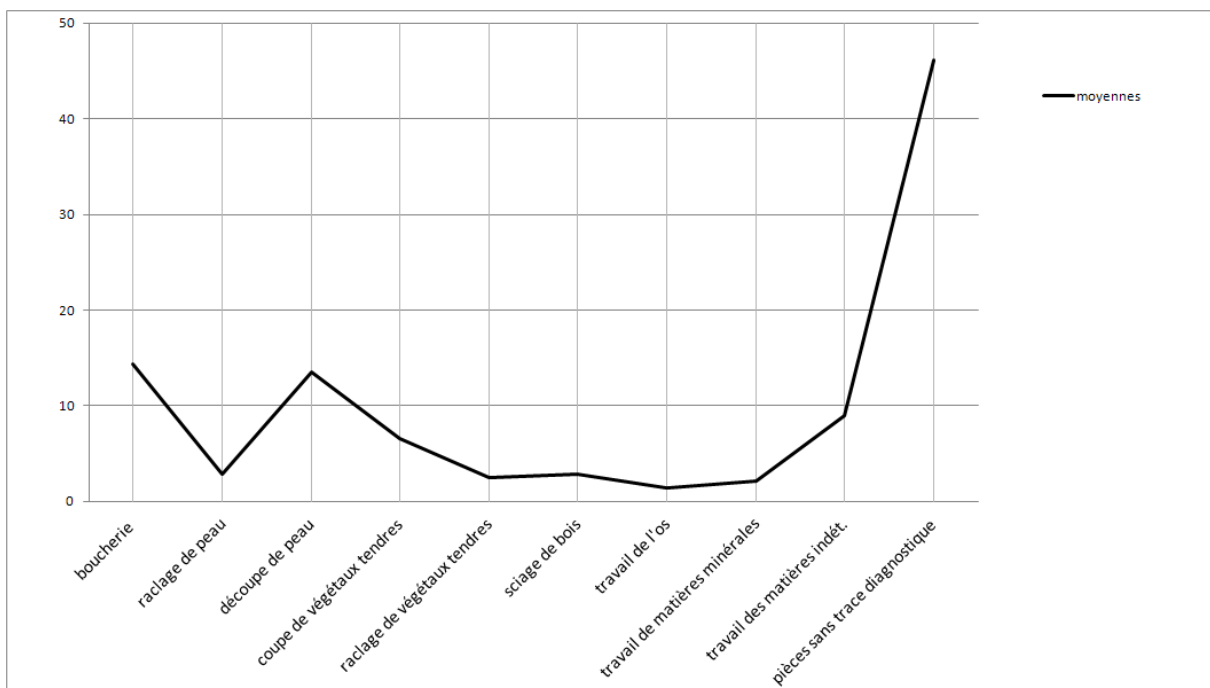
Il est bien évident que ce système de représentation est pour le moment établi à partir d'un corpus de 7 sites, et que par conséquent les représentations moyennes ne sont pas encore extrêmement fiables, mais il conviendra d'affiner celles-ci lors de futures études. De plus, il faudra intégrer les éclats, et dans l'absolu, les outils sur les autres matières que le silex taillé, notamment dans la vallée de la Garonne où il existe une composante importante d'outils tranchants sur éclats de galets de quartzite et cornéenne (Vaquer 1990a).

Par ailleurs, il faut préciser avant tout que nous intégrons aux spectres absolus, la représentation de chaque activité mais aussi le pourcentage des pièces sans trace diagnostique. Ceci est d'une importance considérable puisque par exemple pour le site de Saint-Martin, le taux d'utilisation des pièces est bas. Par conséquent si nous ne tenons pas compte des pièces sans trace diagnostique, le taux de pièces utilisées pour la boucherie culmine à 70%, ce qui ne reflète pas la réalité puisque sur le total des éléments lamino-lamellaires, moins de 10% présentent des traces liées à la boucherie (fig. 316).



**Fig. 316 : Saint-Martin, comparaison des spectres absolus tenant compte ou pas des pièces sans trace diagnostique. (DAO L. Torchy).**

Explication de la démarche : Dans un premier temps, la représentation de chaque activité est calculée pour chaque site/couche/structure (pourcentage pondéré selon les différentes matières premières), donnant des spectres fonctionnels absolus. Ces valeurs permettent de calculer une moyenne pour chaque activité, ce qui permet d'obtenir le spectre des moyennes. Ensuite, les spectres absolus sont soustraits du spectre des moyennes, permettant l'obtention des spectres relatifs (fig. 317).

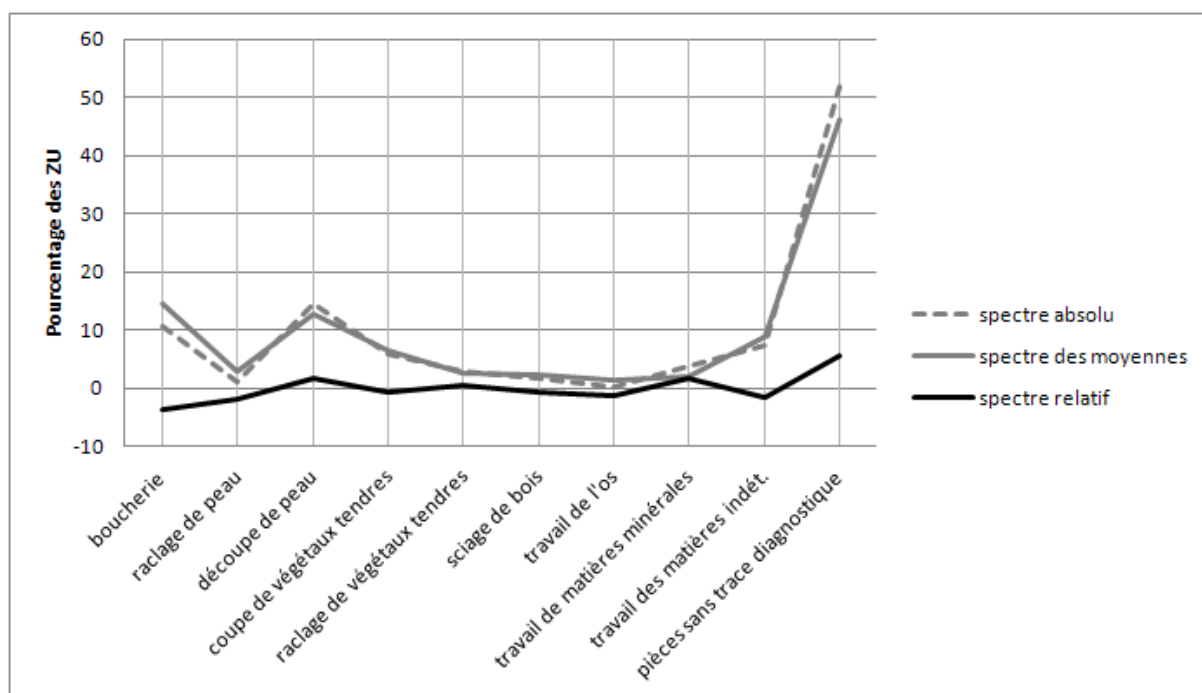


**Fig. 317 : Spectre des moyennes basé sur les 7 sites du corpus. (DAO L. Torchy).**



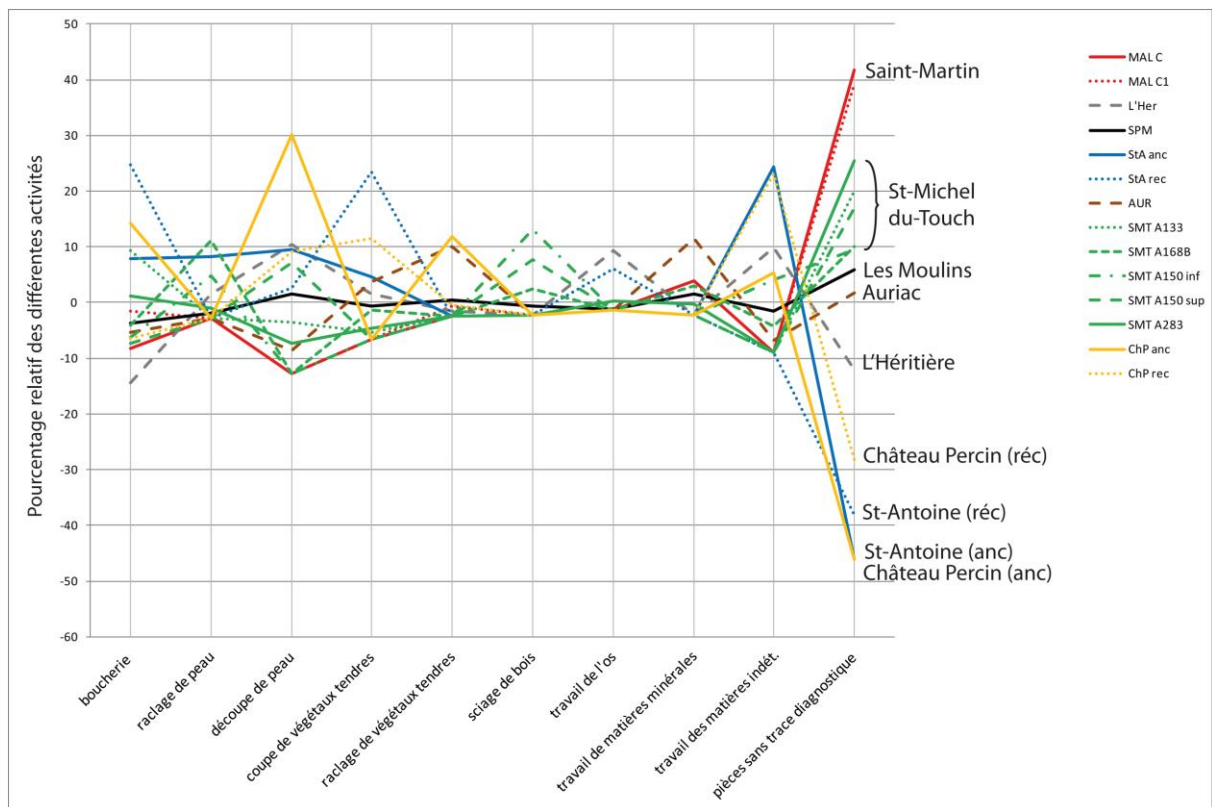
Nous pouvons voir que les pourcentages les plus importants sont les activités de boucherie et la découpe de la peau, ce qui peut venir du fait que les outils ont été utilisés assez brièvement et que par conséquent, un fort effectif est nécessaire. En revanche, le raclage de la peau est bas, sûrement pour deux raisons : la première liée à la capacité de ravivage des outils qui permet d'utiliser le même outil pendant des jours, la seconde raison est imputable à l'échantillonnage, nous savons qu'en contexte chasséen, bon nombre des outils ayant raclé la peau sont des grattoirs sur éclats (Torchy et Gassin 2011), et par conséquent ils ne sont non représentés ici.

Le spectre relatif est obtenu par la soustraction du spectre des moyennes au spectre absolu. Sur le site des Moulins le spectre absolu et le spectre des moyennes sont très proche, ce qui fait que le spectre relatif est quasiment plat (fig. 318). Au regard du spectre absolu, nous aurions pu penser à une forte représentation des activités de boucherie et de la découpe de peau mais le spectre relatif nous indique que ces activités ne sont pas plus représentées que les autres.



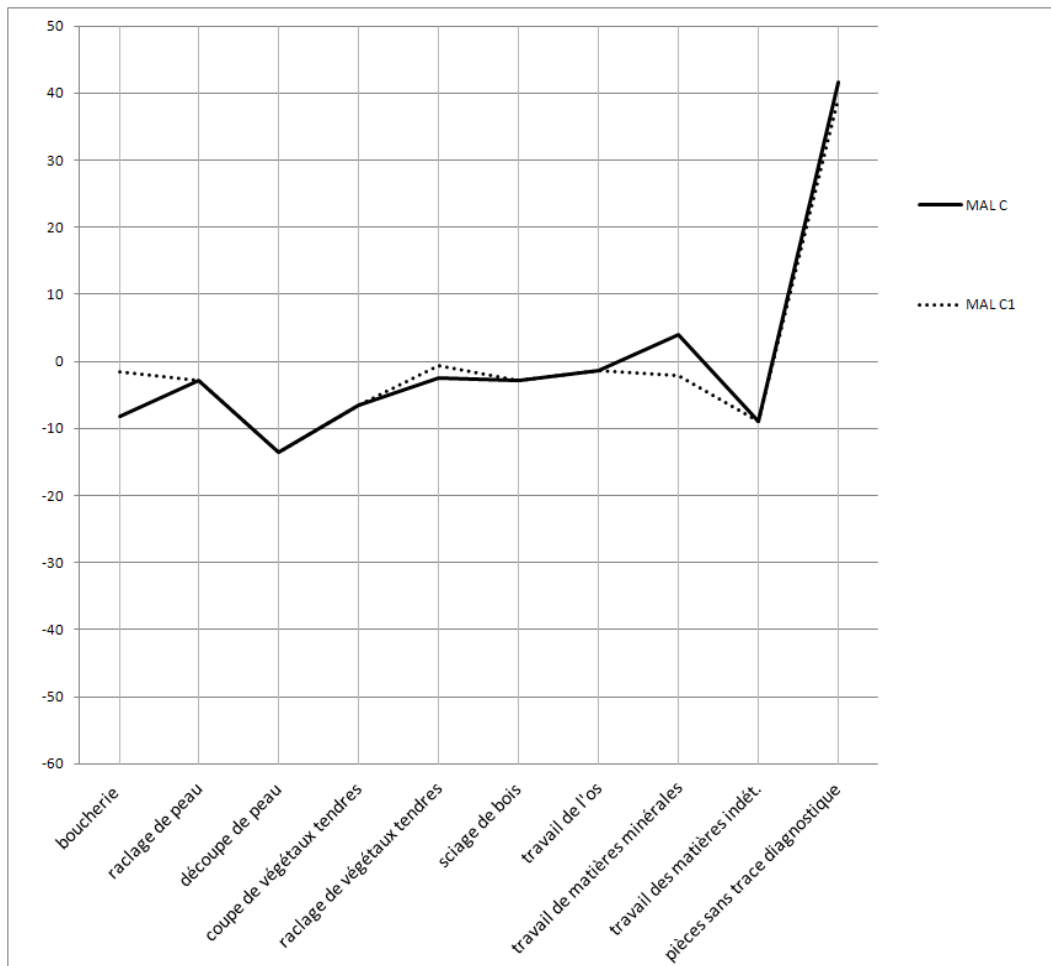
**Fig. 318 : Les Moulins, obtention du spectre relatif par soustraction du spectre des moyennes au spectre absolu. (DAO L. Torchy).**

La superposition des spectres relatifs des sept sites montre qu'ils ont des allures différentes, cela indique des différences d'utilisation des industries lamino-lamellaires sur chacun des sites (fig. 319).



**Fig. 319 : Spectres fonctionnels relatifs basés sur les représentations moyennes de chaque activité sur les sept sites du corpus. (DAO L. Torchy).**

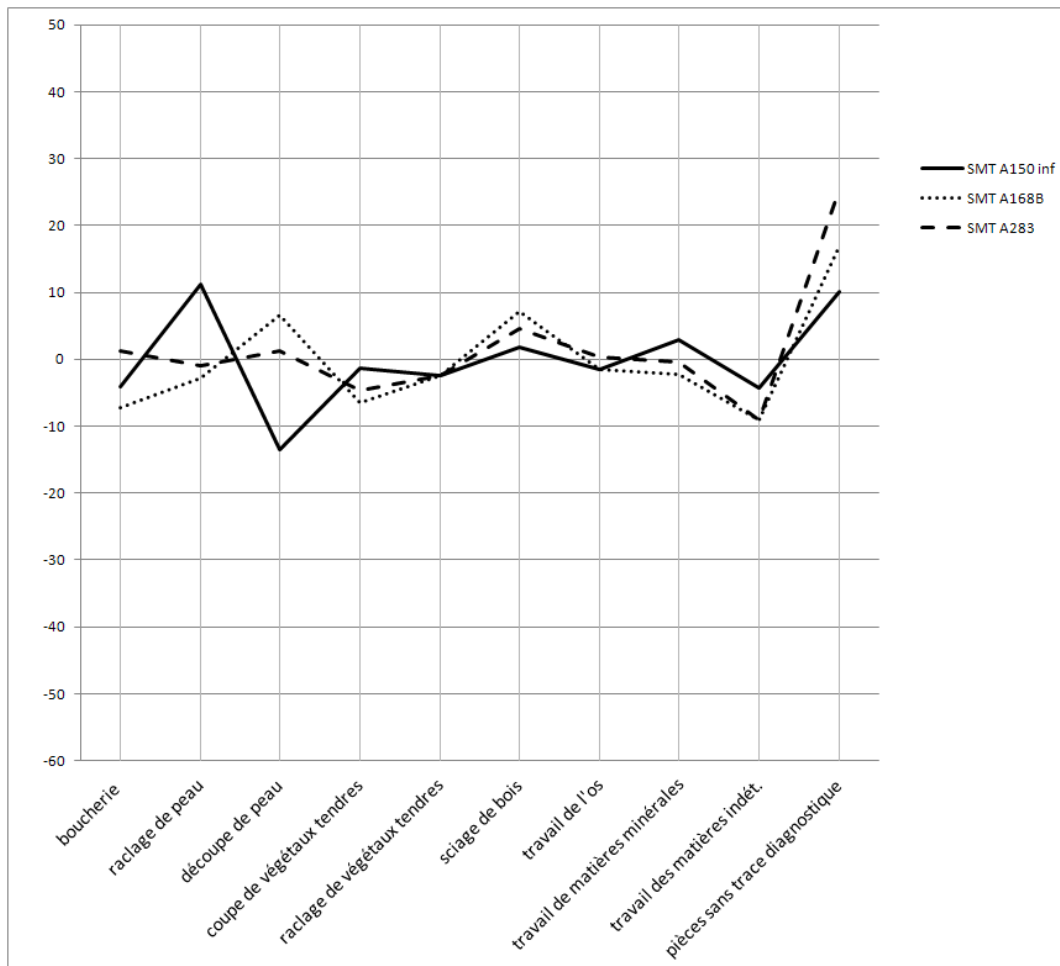
Pour plus de lisibilité, nous allons présenter les spectres un à un pour observer comment les outillages issus de productions spécialisées ont été utilisés sur chacun des sites.



**Fig. 320 : Spectres fonctionnels relatifs du site de St-Martin. (DAO L. Torchy).**

Il en ressort que la majorité des activités sont représentée sur le site dans une proportion inférieure à la moyenne. Quelques activités comme le raclage de végétaux tendres ou le travail de l'os peuvent être considérées comme moyennement représentées car proche du zéro. Dans la couche C, le travail des matières minérales est présent dans une proportion supérieure à la moyenne. Par ailleurs, on observe un taux de pièces sans traces diagnostiques qui est 40% supérieur à la moyenne, ce s'explique par le fait que la zone de consommation du site de Saint-Martin dispose d'un approvisionnement très aisé. Bien évidemment, ceci n'est pas révélateur de toutes les activités ayant été réalisées sur le site, mais ces spectres permettent de répondre la question suivante : quelles ont été les activités réalisées avec les productions lamino-lamellaires ?

Comme cela a été évoqué au début de cette partie, il s'agit pour le moment d'une réflexion théorique et il conviendra d'élargir cette méthode de pondération des spectres en tenant compte de la totalité des productions, pour cette fois-ci avoir une représentation des activités réalisées sur les différents sites.



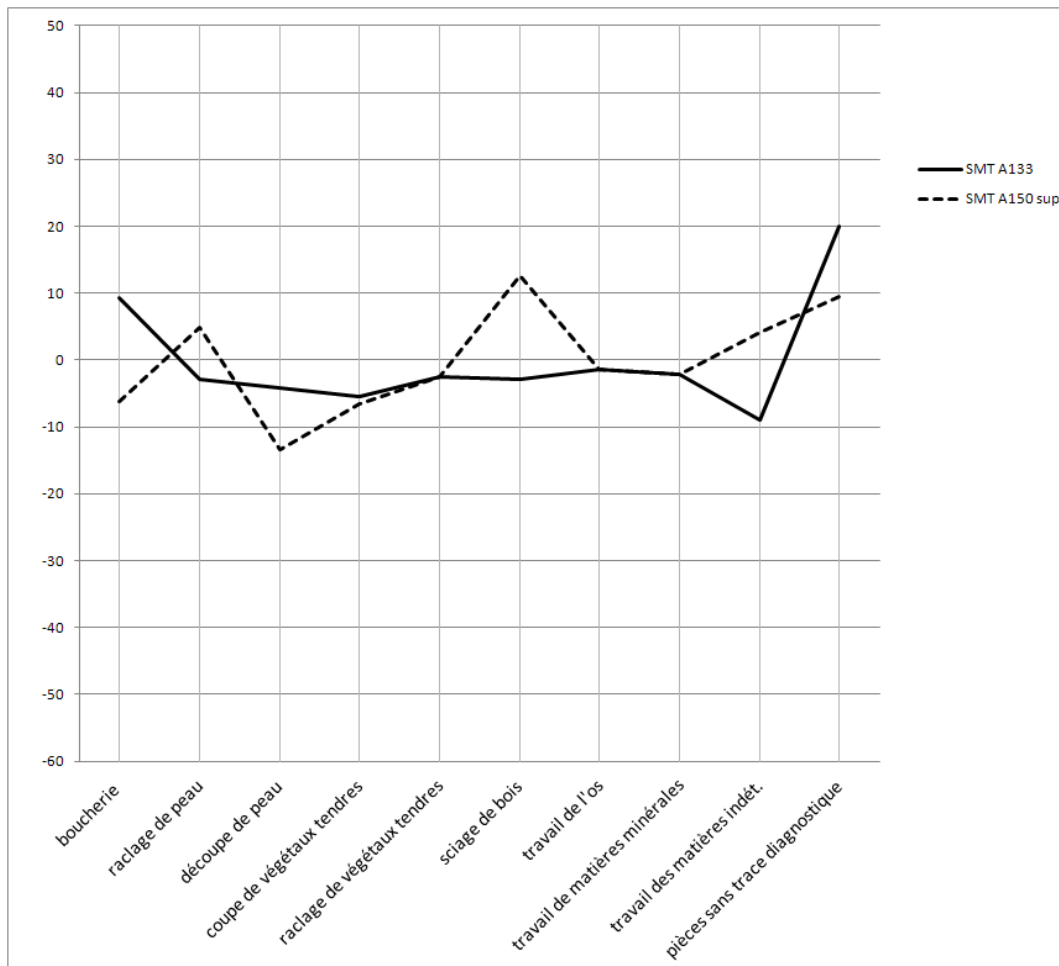
**Fig. 321 : Spectres fonctionnels relatifs du site de Saint-Michel-du-Touch, structure A150inf, A168b et A283. (DAO L. Torchy).**

Il faut remarquer dans un premier temps la forte similitude entre les structures A168b et A283 (elles sont contemporaines, il s'agit de deux segments de fossé d'une même enceinte).

Sans qu'une stricte contemporanéité ait été prouvée, les caractéristiques technologiques des structures A168b/A283 et A150inf sont similaires (Gallin 2012). Par ailleurs, le spectre fonctionnel obtenu à partir du remplissage inférieur de la structure A150 est très proche des deux autres, si ce n'est qu'il y a plus de raclage de peau et moins de découpe.

Si les structures sont contemporaines, cela pourrait correspondre à une répartition spatiale des tâches : dans ce cas, la peau peut-être raclée à un endroit et découpée 30 mètres plus loin.

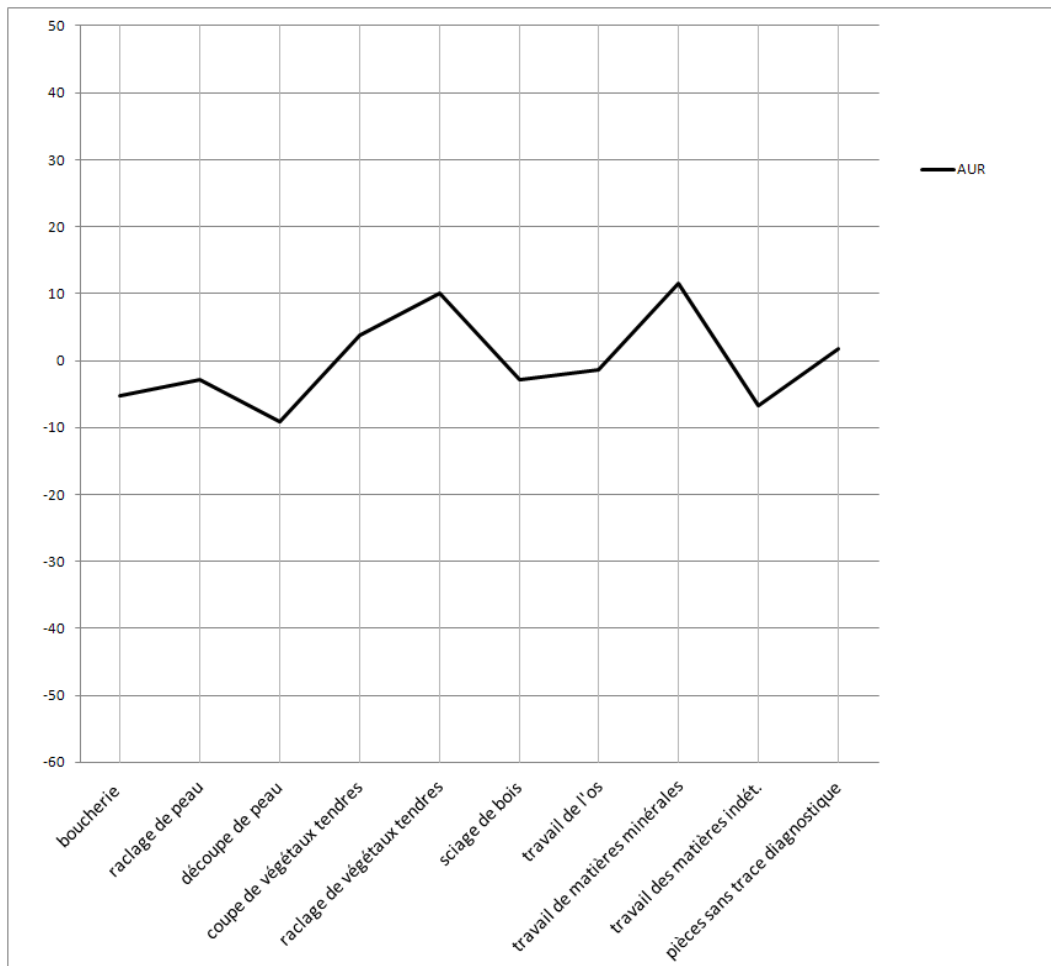
Toutefois, il s'agit là d'une pure hypothèse, il faudrait maintenant observer le reste de l'outillage pour la confirmer ou l'infirmier.



**Fig. 322 : Spectres fonctionnels relatifs du site de Saint-Michel-du-Touch, structure A150sup et A133. (DAO L. Torchy).**

Compte tenu du fait que les autres structures ne sont pas contemporaines, il n'est pas possible de dire si la variabilité des spectres est liée à des paramètres chronologiques ou spatiaux.

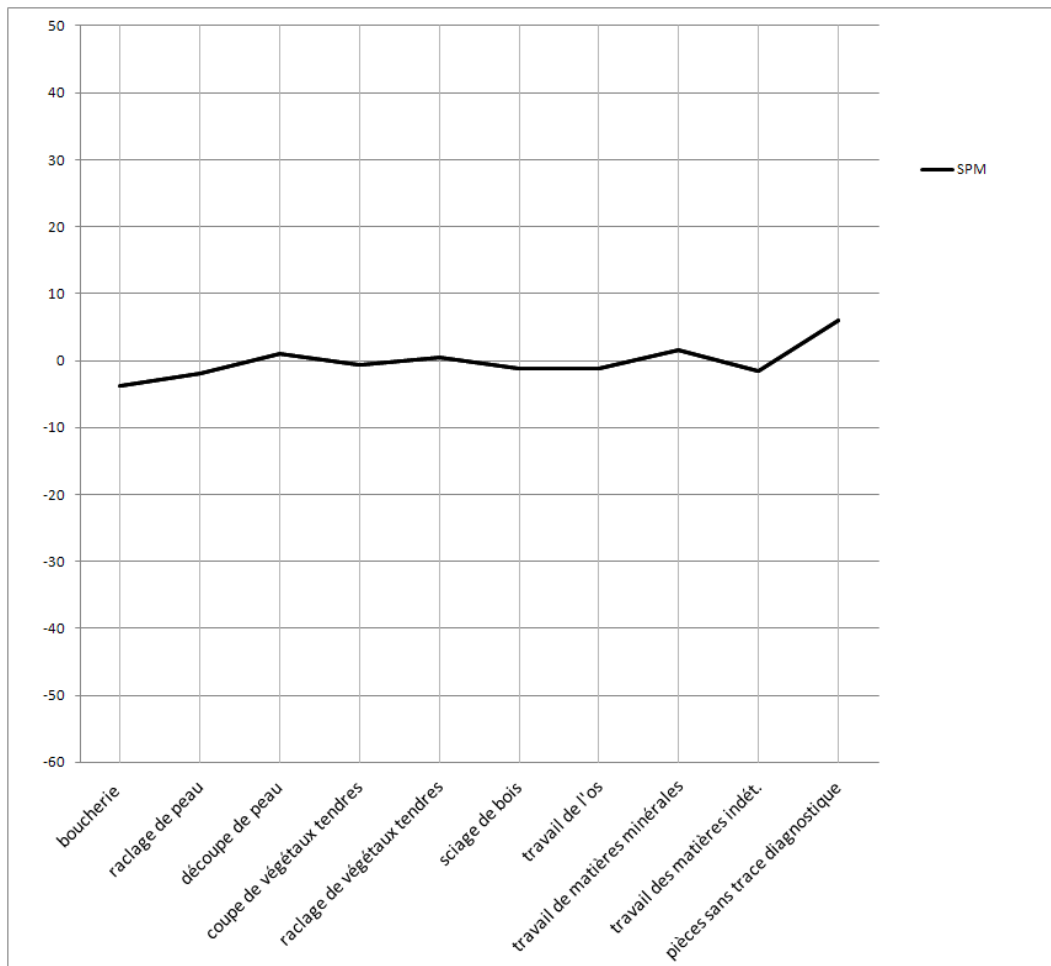
On remarque que le sciage du bois est très représenté dans la partie supérieure de la structure A150, il peut s'agir encore une fois d'une possible mise en évidence de répartition spatiale des tâches bien qu'il faille pour confirmer cela, étudier les autres structures du site.



**Fig. 323 : Spectre fonctionnel relatif du site d'Auriac. (DAO L. Torchy).**

Le site d'Auriac, considéré comme site central et hypothétiquement redistributeur au regard de la proportion des lamelles sur silex bédoulien chauffé (Vaquer et Remicourt 2010), présente une proportion relative de pièces sans trace diagnostique proche de 0 et semble donc proche de la « normalité ». Ceci est discutable. Nous devons garder en tête le fait que ce 0 n'a pas le même sens à Saint-Paul-Trois-Châteaux et à Auriac, puisque le facteur distance des sources a une incidence sur la gestion des outillages. De plus, le calcul de la moyenne a été fait à partir d'un corpus de sites de plein-air qui sont généralement mieux approvisionnés que les abris sous roche. Cela signifie que cette moyenne n'est pas représentative de l'ensemble des sites chasséens. Cela ne remet donc pas en question son statut de site central, même si d'autres arguments seraient les bienvenus pour discuter d'une éventuelle redistribution de lamelles en silex bédoulien chauffé. Comme nous l'avons signalé dans la partie I, les critères restent à définir.

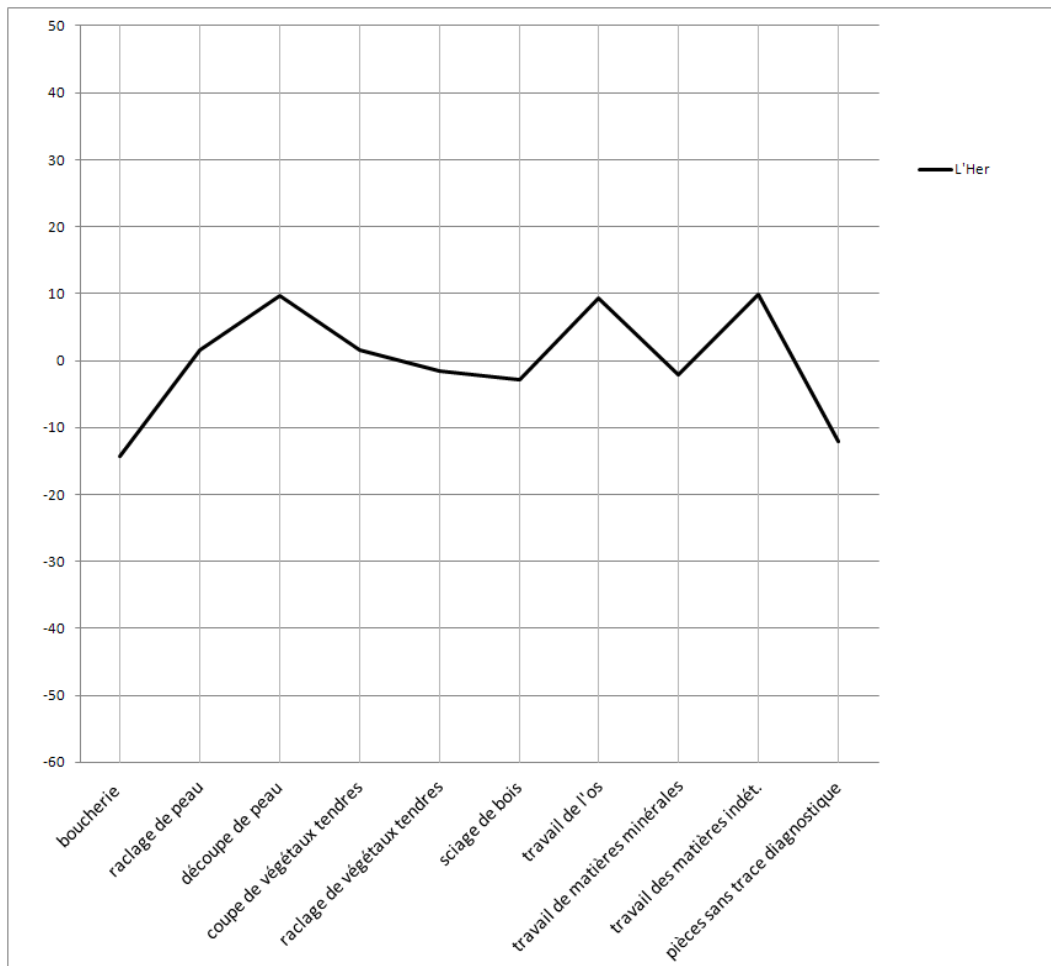
Par ailleurs, d'autres activités sont très bien représentées sur ce site, il s'agit du raclage de végétaux tendres rigides et du travail des matières minérales, et dans une moindre mesure de la coupe de végétaux tendres.



**Fig. 324 : Spectre fonctionnel relatif du site des Moulins. (DAO L. Torchy).**

Ce spectre, relativement plat, indique qu'aucune des activités n'est sur- ou sous-représentée.

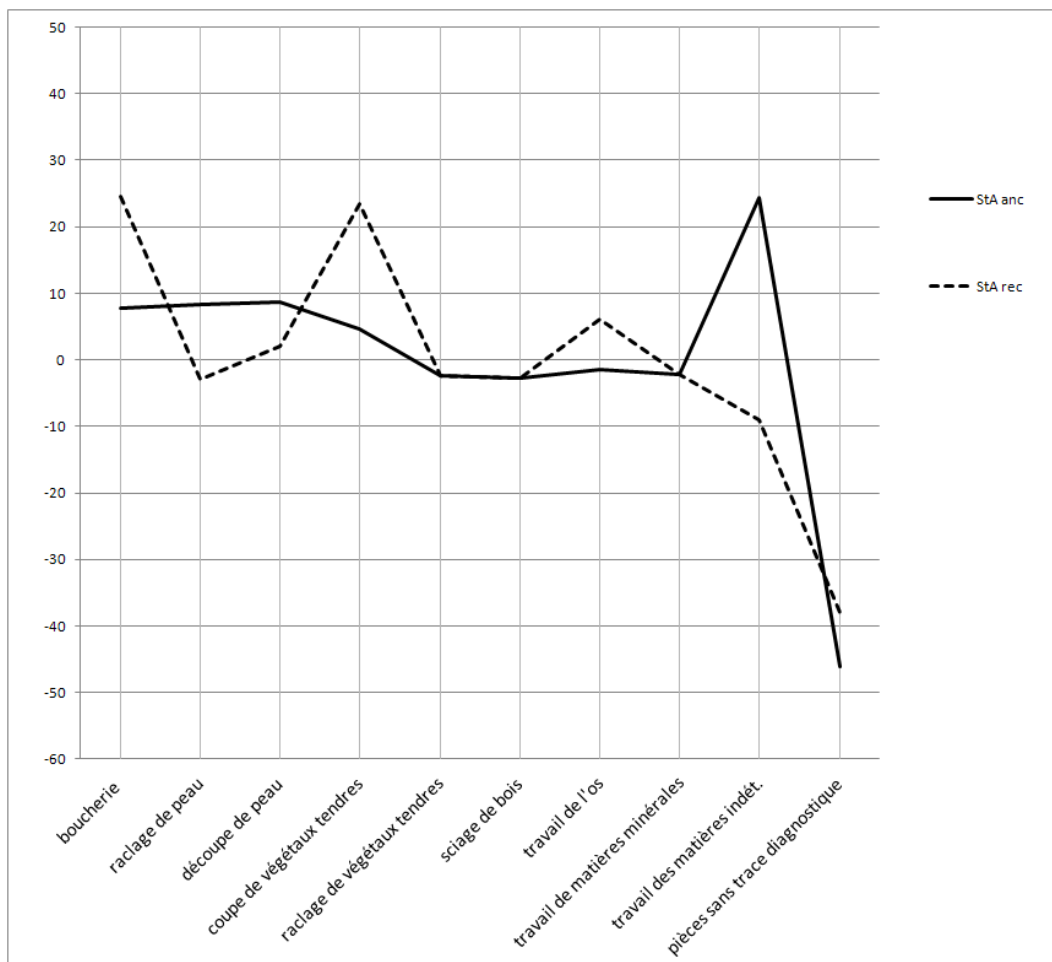
La quantité de pièces non diagnostiques est proche de celle du site d'Auriac, mais le rapport de signification est différent puisque le site des Moulins n'est qu'à quelques dizaines de kilomètres de la zone de production. Ce site est considéré comme un site central de la Drôme (Beeching 1991, 1999, 2003 et 2005, Beeching et Brochier 1989 et 1990, Beeching *et al.* 2000). D'un point de vue tracéologique, rien ne permet de lui conférer cette position centrale, sans avoir d'étude de comparaison dans la même zone.



**Fig. 325 : Spectre fonctionnel relatif du site de l'Héritière. (DAO L. Torchy).**

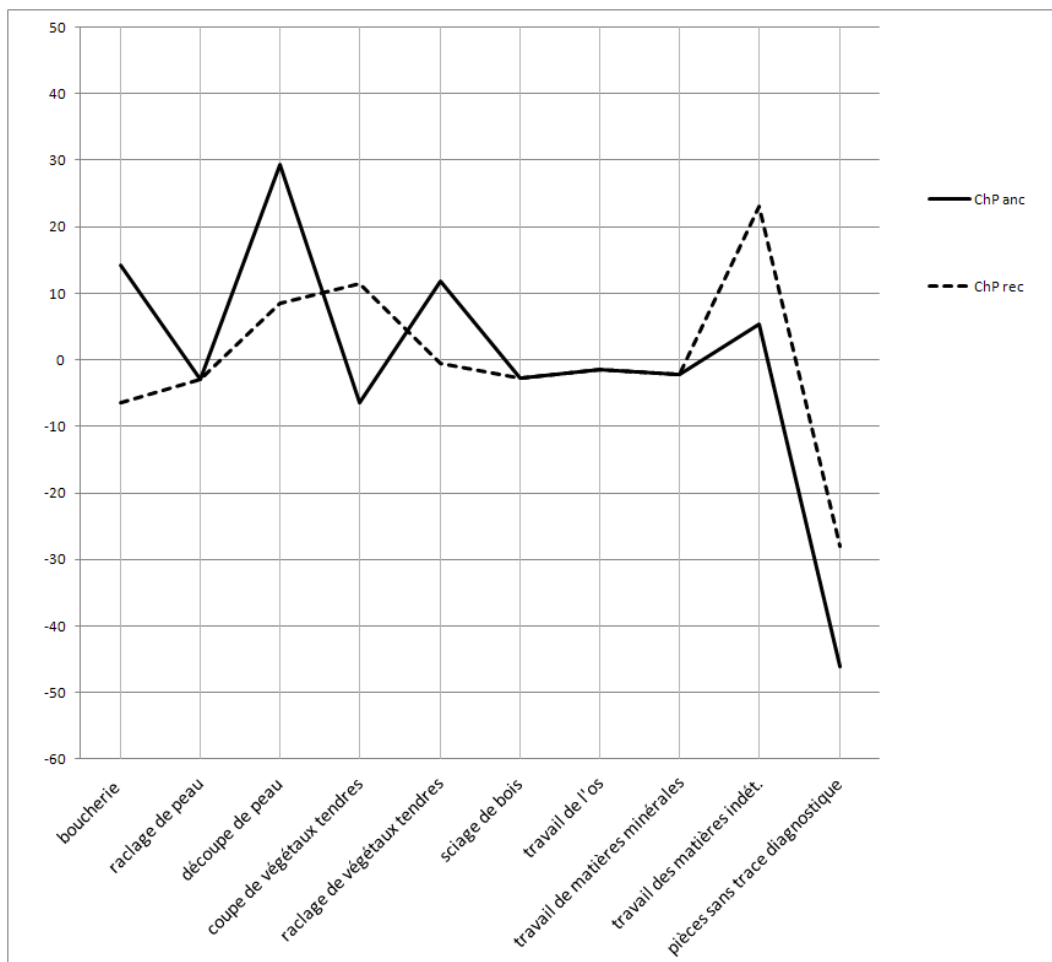
Au moment de l'étude de l'industrie lithique du site de l'Héritière, les critères permettant de distinguer les activités de boucherie d'après les seuls micro-écaillements n'était pas encore définis dans notre référentiel expérimental. Par conséquent, aucune pièce n'a été reconnue comme telle. Le pic négatif visible sur le spectre est un artefact qui devrait s'équilibrer avec le pic positif du travail des matières indéterminées. En revanche, les pics correspondant à la découpe de la peau et au travail des matières osseuses sont bien réels, ce qui indique une forte représentation de ces activités sur le site. Il a par ailleurs été signalé que l'industrie osseuse se démarquait par une forte proportion de pointes, raffutées par raclage (Sénépart 2011). Il serait intéressant d'envisager une étude tracéologique sur cette industrie pour voir s'il existe un lien entre la forte représentation des outils en silex ayant travaillé la peau et la forte représentation de ces pointes. Peut-on savoir si elles ont percé de la peau ?





**Fig. 326 : Spectres fonctionnels relatifs du site de Saint-Antoine. (DAO L. Torchy).**

Le fait de devoir prendre des ensembles homogènes (condition *sine qua non* pour que la représentation sous la forme de spectres ait du sens) ampute considérablement les effectifs, puisque bon nombre de fosses ne contiennent pas d'élément diagnostique permettant de les associer à la phase ancienne ou à la phase récente. Ces faibles effectifs peuvent donc biaiser les pourcentages puisqu'une ZU à plus d'incidence dans ces séries que dans celles à fort effectif, et elles sont donc à observer avec prudence. Le pic culminant à plus 20% pour la coupe de végétaux tendres dans la phase récente est une réalité puisque 8 pièces sur 18 ont été affectées à cette tâche. Il en est de même pour les activités de boucherie, ce qui montre que malgré le traitement de faibles effectifs, il est possible de raisonner grâce aux spectres de pourcentages relatifs.



**Fig. 327 : Spectres fonctionnels relatifs du site de Château-Percin. (DAO L. Torchy).**

D'après ces spectres, les activités réalisées dans la phase ancienne et dans la phase récente du site de Château Percin diffèrent radicalement. Ceci paraît peu probable et ceci peut-être causé par un double biais : d'une part, peu de fosses ont reçu une attribution chronologique certaine, et d'autre part, elles contenaient peu de mobilier. Il s'agit là d'une limite à nos interprétations.

Sur l'ensemble des sites, il s'avère que la fonction des productions spécialisées est différente selon les cas, ce qui conforte l'idée d'une complémentarité entre les sites. Néanmoins, cette hypothèse reste à démontrer par des études ciblées sur les terroirs.

## 4.3. Contribution à la compréhension du fonctionnement des réseaux

### 4.3.1. La place des différentes matières premières

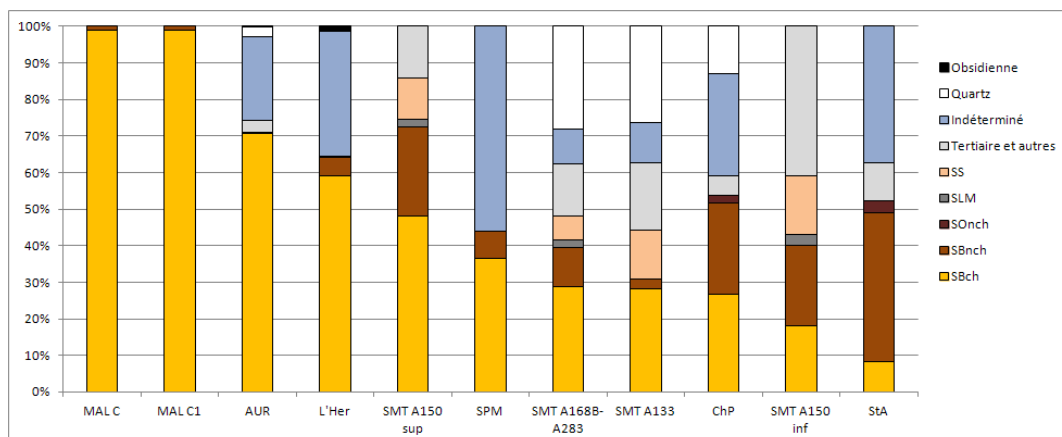


Fig. 328 : Proportion des différentes matières premières (toutes productions confondues). (DAO L. Torchy).

La notion d'assemblage lithique (Binder et Perlès 1990) prend très fortement son sens ici. En effet, des chaînes opératoires complémentaires jouent un rôle différent au sein de plusieurs sous-systèmes techniques. Par exemple, sur le site de Saint-Michel-du-Touch, quatre matières premières se complètent (fig. 329). Le silex bédoulien chauffé est destiné à satisfaire les besoins liés à la boucherie, le silex bédoulien non chauffé est affecté à la découpe de la peau et dans une moindre mesure du sciage du bois. Cette dernière activité est assurée en grande partie par le silex de Los Monegros. Le silex sénonien, peu représenté, est affecté au travail de la peau.

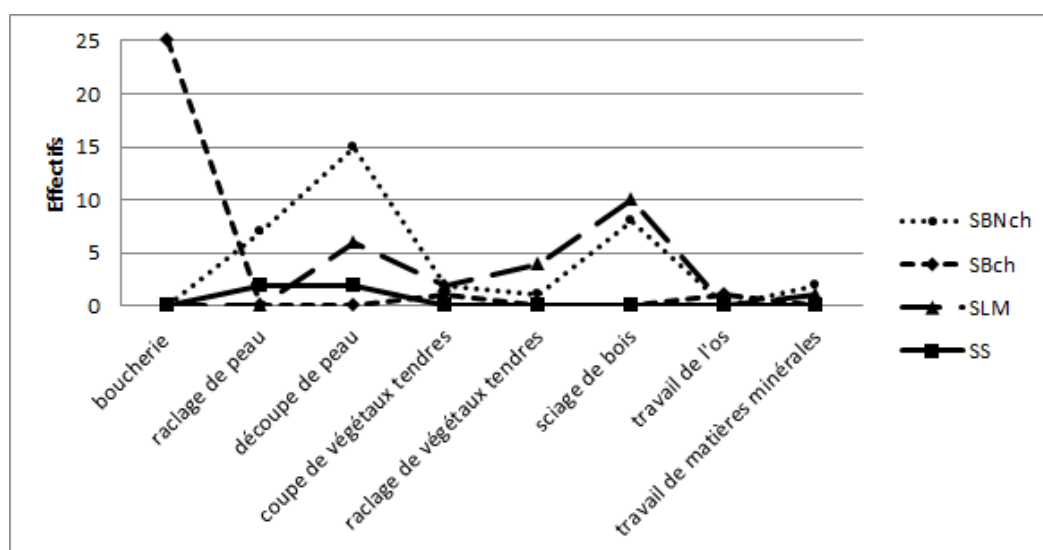


Fig. 329 : Utilisation des différentes matières sur le site de SMT. La complémentarité entre les différentes productions est évidente (DAO L. Torchy).

Par ailleurs, l'analyse plus poussée des lame(lle)s en silex bédoulien chauffé du site d'Auriac montre qu'il peut exister au sein d'une même chaîne opératoire, une complémentarité entre les différents modules. Ainsi, les modules les plus larges sont réservés à la coupe de végétaux tendres alors que les deux classes correspondant aux supports les moins larges sont affectées au raclage de végétaux.

La présence du silex de Los Monegros semble liée à un besoin technique spécifique aux phases les plus anciennes du site de Saint-Michel-du-Touch. Cette matière première, importée sous la forme de lames généralement plus robustes que celles en silex bédoulien non chauffé, est souvent affectée au sciage du bois, et en général, elle est très intensément utilisée ce qui peut traduire un coût d'acquisition très important. Dans la structure la plus récente, le fossé A133, aucune lame en silex de Los Monegros n'a été comptabilisée, il n'y a pas non plus de trace de sciage de bois sur les autres lames.

Le silex sénonien est plutôt discret dans l'assemblage, il vient renforcer les lames en silex bédoulien chauffé qui ont coupé ou raclé de la peau.

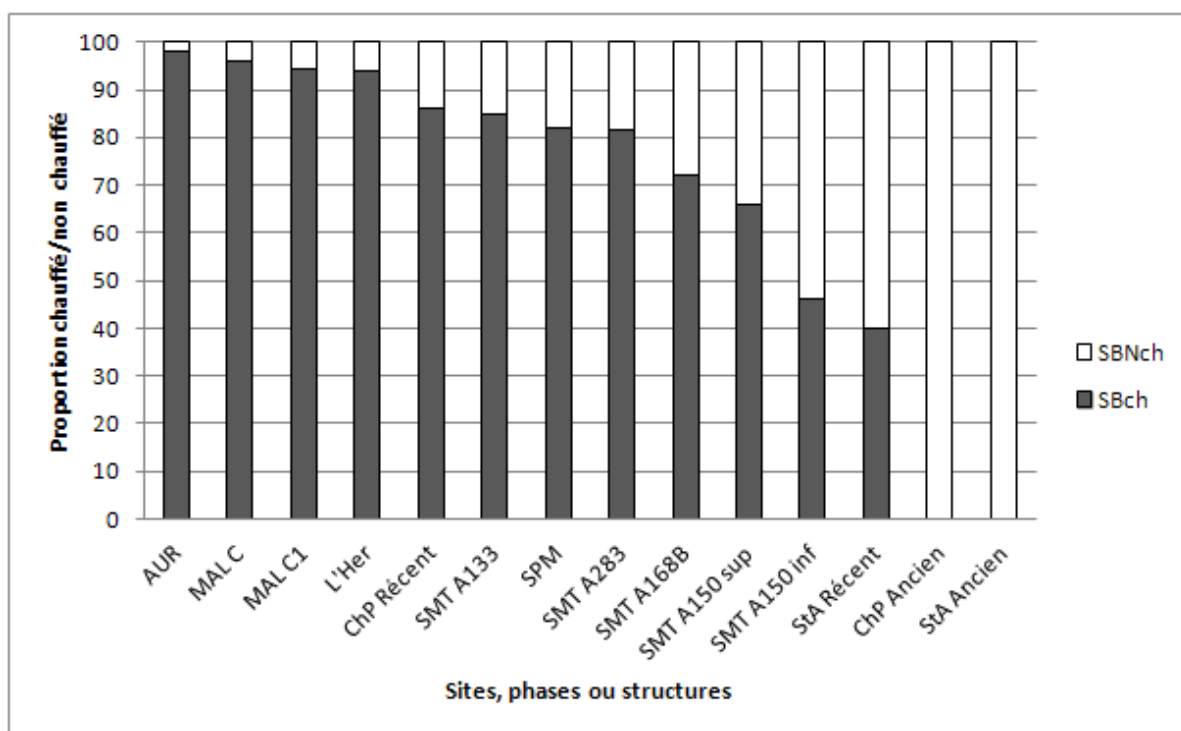


Fig. 330 : Proportion silex bédoulien chauffé/silex bédoulien non chauffé. (DAO L. Torchy).

La proportion chauffé/non chauffé est variable (fig. 330), cela s'explique en partie par la chronologie, le silex chauffé est absent des phases anciennes du Chasséen et devient prépondérant dans les assemblages dans les phases récentes (Léa 2004a).

Mais la chronologie n'est pas le seul facteur en cause puisque la proportion de silex non chauffé reste très forte, 60%, dans la phase récente du site de Saint-Antoine, et que pour Auriac, attribué au Chasséen classique languedocien et par conséquent plus ancien, la proportion de silex chauffé culmine à 98%. Pour une même période, l'intégration dans les réseaux peut être variable selon les sites (Léa 2005a).

Sur le site d'Auriac, cette disproportion ne s'explique pas par d'éventuels besoins spécifiques en outillage, puisque l'étude comparative des modules de pièces ayant coupé des végétaux tendres a montré que ce site aurait plutôt intérêt à être intégré aux réseaux du silex non chauffé, pour bénéficier de lames plus larges. D'ailleurs, pour cette activité, le choix a été porté parmi les supports les plus larges dans le silex chauffé (fig. 331).

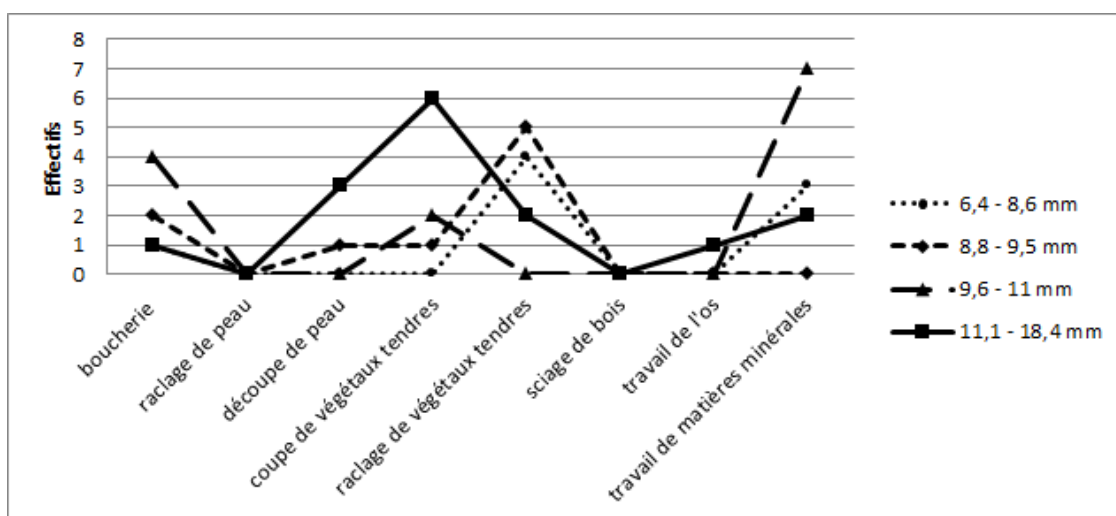


Fig. 331 : Utilisation selon les modules sur le site d'Auriac. (DAO L. Torchy).

Ceci permet de nuancer l'hypothèse selon laquelle les assemblages n'ont pas été constitués en fonction des besoins fonctionnels mais en fonction de l'intégration dans les réseaux (Gassin *et al.* 2006a). Nos constats nous invitent à formuler l'hypothèse suivante : les besoins fonctionnels ont pu avoir eu une incidence sur la constitution des assemblages, mais l'intégration du site dans tel ou tel réseau a pu constituer une limite (Torchy, sous presse).

#### 4.3.2. Les réseaux : modalités de diffusion du silex bédoulien

Les chaînes opératoires du silex bédoulien sont segmentées dans l'espace et dans le temps de l'amont vers l'aval (Léa 2004a). Le silex bédoulien était extrait des affleurements du nord du Vaucluse pour être mis en forme, parfois chauffé pour l'exportation de nucléus préformés et un débitage de lamelles sur les sites consommateurs, parfois débité sur place et exporté sous la forme de lames (Léa 2004a, et 2004b). Les sites consommateurs semblent avoir été intégrés à différents niveaux

dans ces réseaux de diffusion, ce qui a pu se faire par l'intermédiaire de sites centraux au sein des différents finages (Léa 2004b et 2005a).

#### **4.3.2.1. Variabilité des intensités d'utilisations : un indice permettant d'aborder l'intégration des sites ?**

Dans la partie précédente concernant la gestion des outillages, nous avons calculé les intensités d'utilisation des différentes matières premières par le nombre de zone d'utilisation moyen par pièce échantillonnée et par pièce utilisée, considérés comme étant fortement dépendante des coûts d'acquisition des productions importées (Gassin 1996, Van Gijn 2010). Avant d'établir la synthèse de ces données, il convient de préciser les autres facteurs ayant une forte incidence sur ces coefficients afin de prévenir et d'estimer au mieux un éventuel biais.

Le premier facteur est lié aux contraintes techniques des outils : pour la boucherie, les lamelles sont utilisées par leur bord brut et par conséquent il n'y a pas de raffutage possible. Lorsque le bord est usé, il faut utiliser une autre zone. En revanche, les grattoirs sur extrémité de lame ont une forte capacité à être raffuté. Ainsi, plusieurs générations de retouches peuvent recouper les utilisations précédentes, tout cela pour une seule zone d'utilisation.

Le deuxième facteur se rapproche du premier puisqu'il s'agit de la durabilité d'une zone d'utilisation pour chacune des activités. Une lamelle utilisée en boucherie a souvent une durée de vie assez brève, quelques dizaines de minutes, puisque les ébréchures ont un impact très négatif lors de l'utilisation. En revanche, une lame utilisée pour la coupe de végétaux ou un outil de potier peut avoir une durée de vie très longue, les expérimentations montrent que cela peut aller de quelques heures à plusieurs dizaines voire plusieurs centaines.

Le troisième facteur est directement lié à l'observation tracéologique, nous avons vu que les traces laissées par le travail de l'os ou les activités de boucherie n'étaient pas toujours bien visibles ou qu'elles étaient non déterminables, ce qui a pour conséquence une probable sous-représentation du nombre de zones d'utilisations correspondant à ces activités.

Enfin, il faut considérer que le taux d'utilisation d'un type de produit est dépendant des autres produits présents sur le site. Par exemple sur le site d'Auriac, la quasi-absence du silex bédoulien non chauffé est compensée en utilisant plus intensément le silex

bédoulien chauffé. Par ailleurs, puisque la chronologie est liée à la proportion des différentes matières premières, elle a une importance sur les taux d'utilisation. Selon les périodes les réseaux ont pu plus ou moins bien fonctionner, ce qui devrait avoir une incidence sur la gestion des outillages et les taux d'utilisation.

Pour limiter ce biais il faut d'une part, calculer les coefficients d'intensité d'utilisation en tenant compte du spectre des moyennes pour connaître la valeur pondérée de chaque activité (par exemple sur un site où la boucherie est une activité dominante, l'intensité d'utilisation est surreprésentée par le fait que l'on utilise une grande quantité de pièces pour cette activité, et d'autre part, calculer des taux de référence par zone géographique, et par phase chronologique pour les ensembles homogènes en tenant compte des proportions des matières premières dans les assemblages. Pour le moment, nous devons calculer ces taux selon les paramètres connus et garder en tête les facteurs de variabilité.

#### 4.3.2.2. Des sites plus ou moins intégrés et des gestions différentes.

Le choix d'aborder des chaînes opératoires spécialisées communes à un ensemble de sites de l'amont vers l'aval nous permet de discuter des différences d'intégration dans les réseaux. L'hypothèse de différence d'intégration des sites dans les réseaux a déjà été proposée selon des critères technologiques (Léa 2005a ; fig. 332), nous voulons tenter de tester cette hypothèse par des critères tracéologiques.

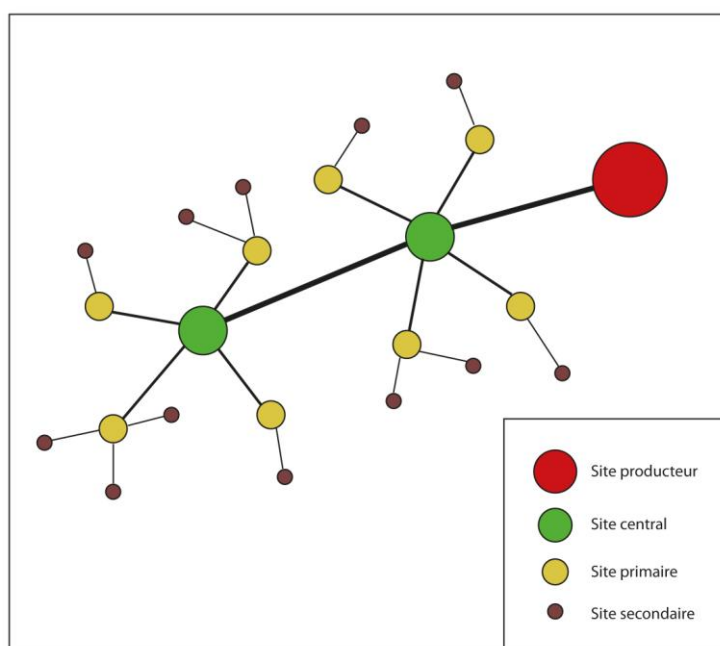


Fig. 332 : Hypothèse de fonctionnement des réseaux de diffusion du silex bédoulien (d'après Léa 2005, modifié). (DAO L. Torchy).

Nous nous sommes basés sur la représentation des modèles théoriques de diffusion appliqués selon les courbes de décroissance des matières premières en fonction de la distance des sources (Renfrew 1975 et 1984), pour générer une synthèse des intensités d'utilisation sur les différents sites pour le silex bédoulien chauffé et le silex bédoulien non chauffé, en partant du principe qu'un support moins accessible a été utilisé plus intensément (fig. 333), comme cela a été observé dans les réseaux du Néolithique récent et final (Linton 2012).

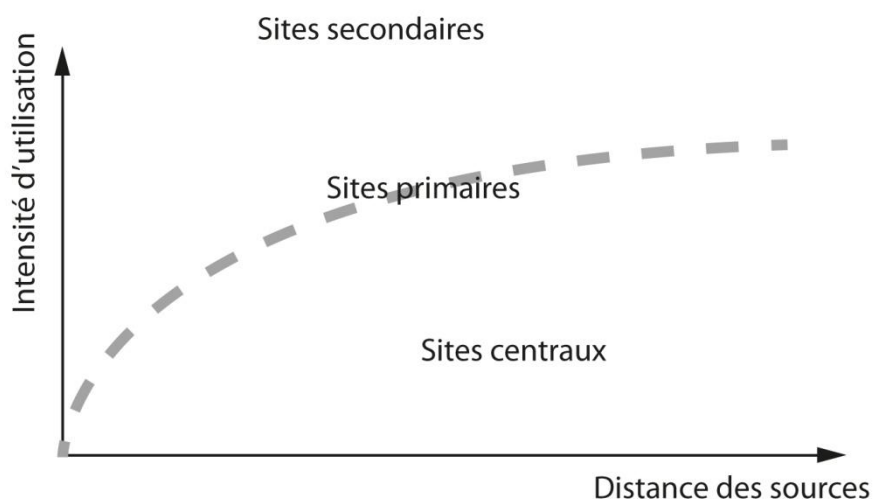


Fig. 333 : Schéma théorique de l'augmentation de l'intensité d'utilisation en fonction de la distance des sources. (DAO L. Torchy).

### a. Les réseaux du silex bédoulien chauffé

Pour la diffusion du silex chauffé, en prenant en compte les données brutes (fig. 334), nous observons que certains sites peuvent être très éloignés de la zone de production et faire l'objet d'une faible intensité d'utilisation des outillages.



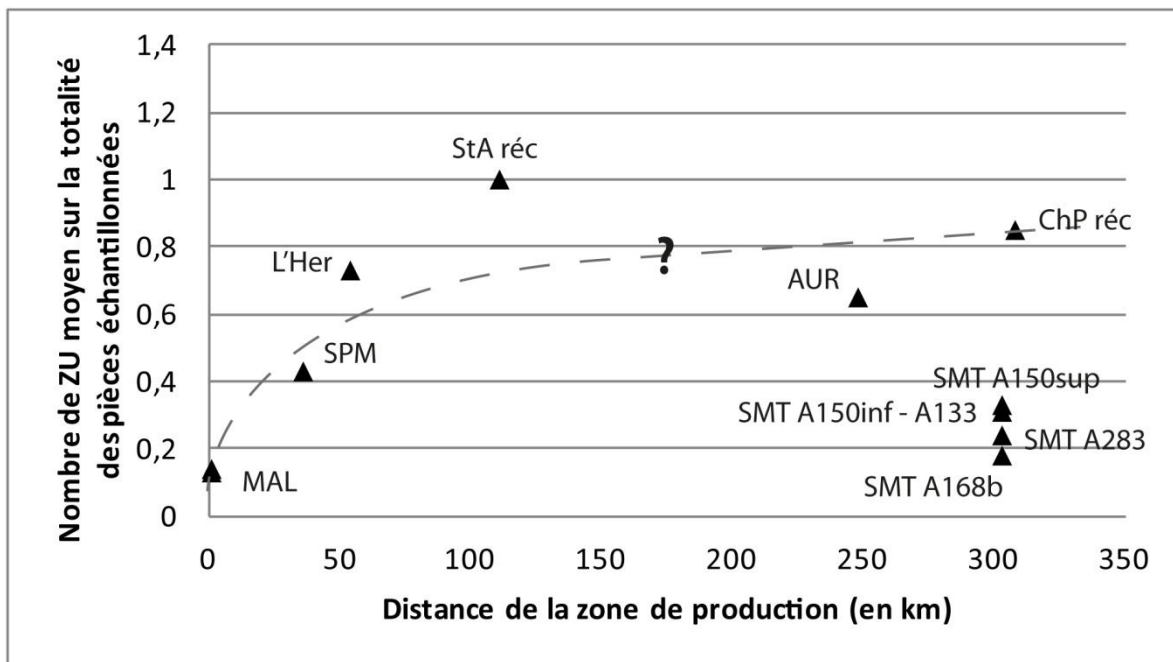
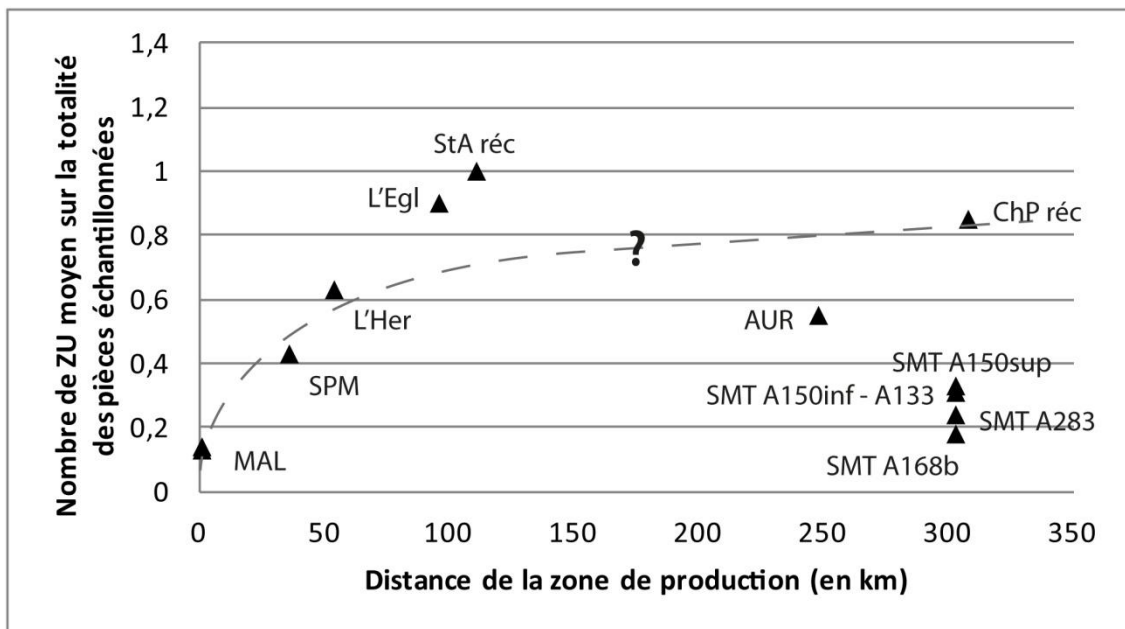


Fig. 334 : Intensité d'utilisation des lame(ille)s en silex bédoulien chauffé en fonction de la distance de la zone de production. (DAO L. Torchy).

Au regard des facteurs de variabilité exposés plus haut, nous pouvons considérer que les sites de l'Héritière et d'Auriac ont un coefficient affecté par le fait que ces sites sont mal approvisionnés en silex non chauffé et que par conséquent, les artisans ont utilisé le silex chauffé de manière plus intense, notamment pour les forts modules. Pour les comparer aux autres sites, nous avons donc modifié ces coefficients en prenant en compte uniquement les productions donc la largeur en inférieure à 11 millimètres (césure observée entre les productions chauffée et non chauffé sur les autres sites).

Un nouveau graphique a été réalisé (fig. 335) en tenant compte des corrections, et de plus, en intégrant un point supplémentaire, le site de la grotte de l'Eglise (Gassin 1996) à titre de comparaison.



**Fig. 335 : Intensité d'utilisation des lame(ille)s en silex bédoulien chauffé en fonction de la distance de la zone de production, avec correction pour l'Héritière et Auriac (Sites du corpus + La grotte de l'Eglise ; Gassin, 1996). (DAO L. Torchy).**

Ce nouveau graphique fait apparaître trois niveaux d'intégration : des sites dont l'intensité d'utilisation semble augmenter en fonction de la distance (Les Moulins, L'Héritière et Château-Percin), des sites qui utilisent les outils de façon plus intense peut-être à cause d'un approvisionnement moins aisé (L'Eglise et Saint-Antoine) et des sites qui ont une faible intensité d'utilisation malgré le fait qu'ils se trouvent plutôt en aval des réseaux de diffusion (Auriac et Saint-Michel-du-Touch). Deux hypothèses peuvent expliquer ce constat, soit ces sites ont une place privilégiés dans les réseaux et sont plus facilement approvisionnés (hypothèse des sites centraux), soit une partie des productions ont un statut autre que fonctionnel.

Sur le site de Saint-Michel-du-Touch, les lamelles des structures A168B et A150inf semblent avoir fait l'objet d'une gestion particulière. Alors que dans les autres structures, ou encore sur les autres sites, le nombre de ZU moyen par pièce utilisée oscille aux environs de 1,6, ce taux est respectivement de 1,2 et de 1,33 pour A168B et A150inf (fig. 336).

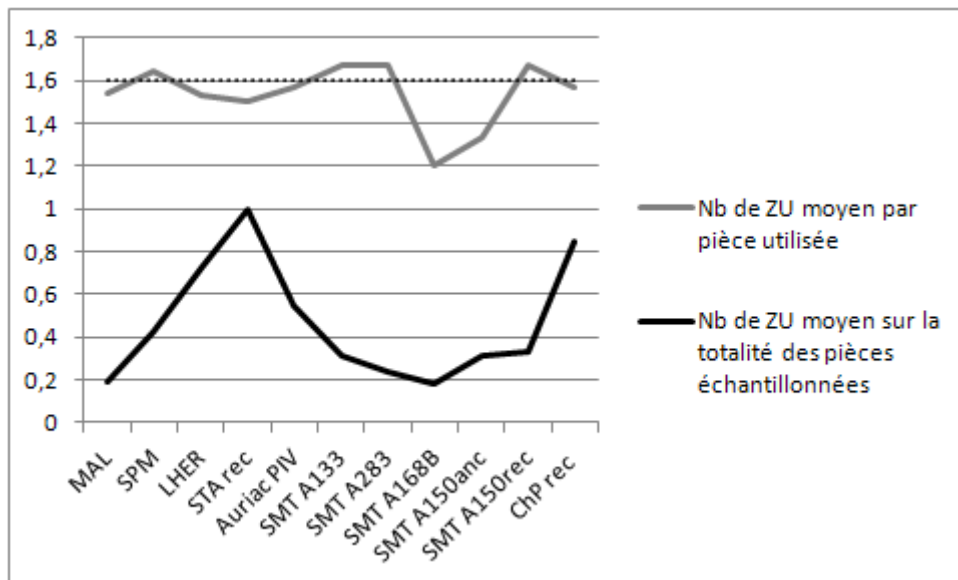


Fig. 336 : Nombre de zones d'utilisation moyen sur tous les sites du corpus. (DAO L. Torchy).

Il peut s'agir d'une tendance liée à une gestion, non pas économe comme dans les autres structures (fig. 337, 1<sup>er</sup> lot), mais de recherche de certains bords (fig. 337, 2<sup>ème</sup> lot). Sachant que dans ces structures, les lamelles chauffées ont été utilisées dans plus de 90% des cas pour des activités de boucherie, il pourrait s'agir d'un choix lié à la morpho-angulométrie des bords, c'est-à-dire une recherche des bords les plus aigus.

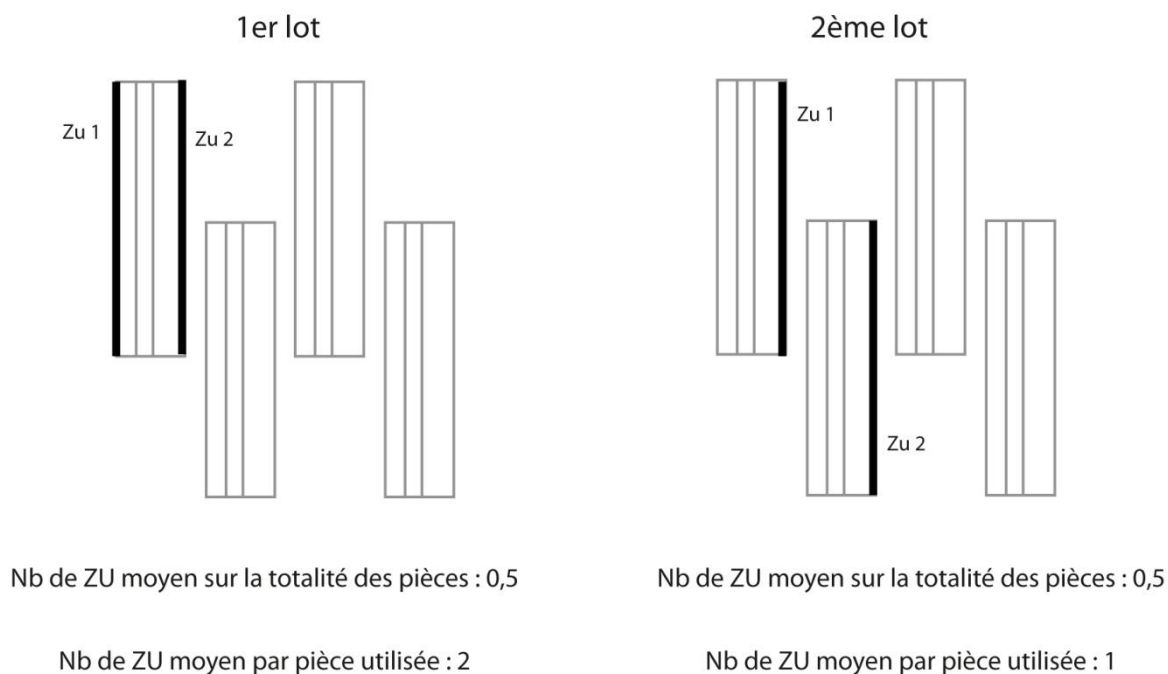


Fig. 337 : Deux modes de gestion différents pour un même nombre de ZU moyen sur la totalité des pièces.

## b. Les réseaux du silex bédoulien non chauffé

Le silex bédoulien non chauffé a été plus intensément utilisé que le silex chauffé, comme cela a été observé pour la première fois à la grotte de l'Eglise, et interprété comme étant lié à une mode de diffusion différent, d'un part des lames et d'autre part, des nucléus prêts à être débités qui constituent une réserve importante de lamelles (Gassin 1996).

Pour la représentation graphique (fig. 338), nous avons directement intégré les sites de la grotte de l'Eglise (Gassin 1996), de Langel et du Pirou (Torchy et Gassin 2011), dont les données sont connues et basées sur les mêmes critères.

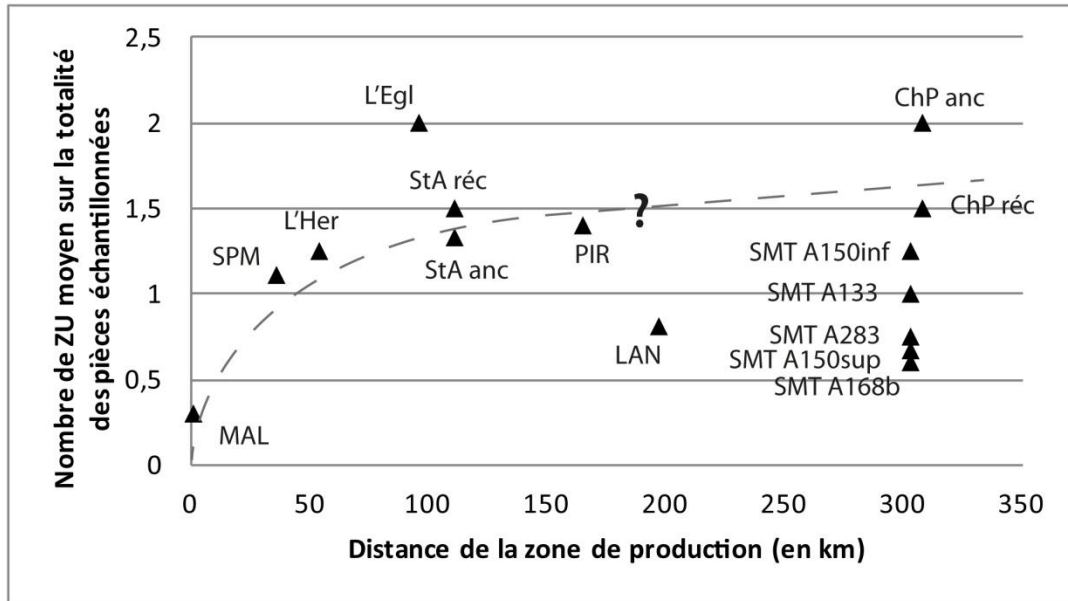
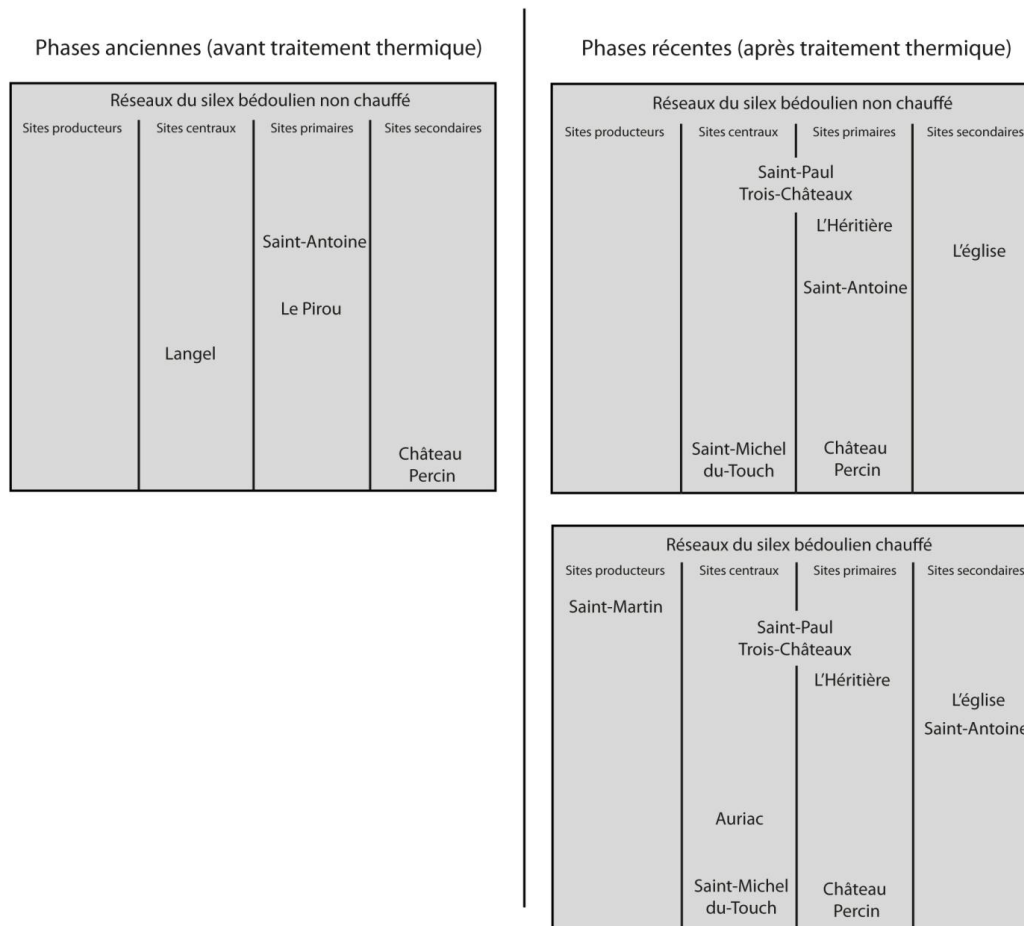


Fig. 338 : Intensité d'utilisation des lame(ille)s sur silex bédoulien non chauffé en fonction de la distance de la zone de production (sites du corpus + Le Pirou et Langel ; Torchy et Gassin 2011). (DAO L. Torchy).

Il apparaît plusieurs niveaux d'intégration : des sites dont l'intensité d'utilisation semble augmenter en fonction de la distance (Les Moulins, L'Héritière, Saint-Antoine, Le Pirou et la phase récente de Château-Percin), des sites moins intégrés (L'Eglise et la phase ancienne de Château-Percin) et des sites qui ont une faible intensité d'utilisation en fonction de leur position géographique (Langel et Saint-Michel-du-Touch).

### 4.3.2.3. Des réseaux différents selon les matières premières

Après comparaison des intensités d'utilisation en fonction de la distance, les sites semblent plus ou moins intégrés aux réseaux selon les phases et les matières premières (fig. 339).



**Fig. 339 : Degrés d'intégration des sites d'après les taux d'utilisation en fonction de la distance. (DAO L. Torchy).**

Entre la phase ancienne et la phase récente, le site de Château-Percin semble être davantage intégré aux réseaux du silex bédoulien non chauffé.

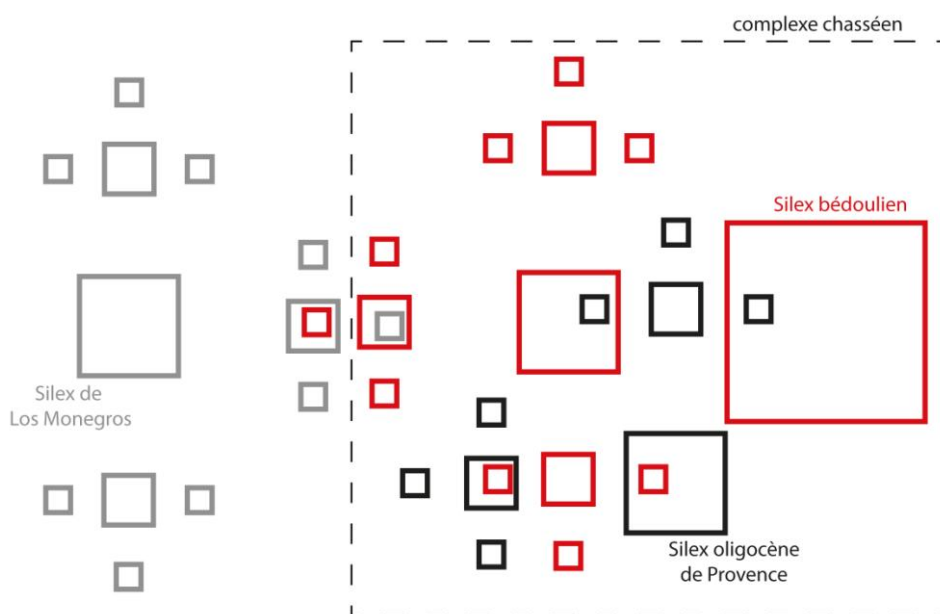
Pour une même phase et sur un même site, il peut exister des degrés d'intégration différents dans les réseaux du silex bédoulien chauffé et les réseaux du silex bédoulien non chauffé. Ainsi Saint-Martin et Auriac qui sont on ne peut plus intégrés aux réseaux du silex chauffé, sont quasiment exclus des réseaux du non chauffé. À l'inverse, le site de Saint-Antoine qui est un site considéré comme primaire dans les réseaux du non chauffé, se retrouve considéré comme secondaire dans les réseaux du chauffé.

Ces différences confortent l'hypothèse selon laquelle les réseaux du silex bédoulien chauffé et les réseaux du silex bédoulien non chauffé ont pu fonctionner de façon séparée (Vaquer et Remicourt 2010). D'ailleurs les ateliers producteurs peuvent être spécialisé soit dans le chauffé (Saint-Martin, ou Les Trois Termes ; Léa 2004b), soit dans le non chauffé et le chauffé (La Combe ; Léa 2003c), on peut donc imaginer qu'il existe des ateliers spécialisés uniquement dans le non chauffé.

La mise en forme de nucléus quadrangulaires-plats, innovation technologique apparaissant dans les phases les plus récentes, est une hyperspécialisation propre à certains ateliers (Léa et Vaquer 2010). Le transfert technique de ce style de débitage vers certains ateliers du Chasséen récent (comme Saint-Martin) n'a pas eu lieu, alors qu'ils étaient au maximum à quelques dizaines de kilomètres. Il se pourrait donc que cette innovation technologique ait été mise en place dans une optique de concurrence.

Les productions spécialisées sur les autres matières premières semblent emprunter elles aussi des réseaux indépendants. Le silex oligocène qui est surtout diffusé vers l'est, se retrouve tout de même vers l'ouest mais dans une moindre mesure, et de plus, sa diffusion semble avoir été stoppée en Languedoc oriental (Léa 2004a). Le silex de Los Monegros et le silex sénonien, présents sur le site de Saint-Michel-du-Touch et de provenances différentes ne sont pas signalés à l'est du seuil de Naurouze.

Ceci montre que les communautés chasséennes partagent des productions communes obtenues à partir du silex bédoulien, et qu'au sein des différents terroirs les assemblages sont complétés par les matières premières locales mais aussi par d'autres réseaux de diffusion provenant d'autres sphères culturelles. Le modèle de réseau à morphologie fractale pourrait ne pas s'appliquer uniquement à un seul flux mais à l'ensemble des matières premières (fig. 340).



**Fig. 340 : Schéma théorique d'un ensemble des réseaux à morphologie fractale dont les flux sont de différentes origines. La taille des carrés est fonction des niveaux d'intégration des sites (La distinction entre silex bédoulien chauffé et non chauffé n'a pas été représentée pour la lisibilité du schéma). (DAO L. Torchy).**



**CONCLUSIONS**  
**ET PERPECTIVES**



Par l'utilisation de différents moyens (tracéologie, archéologie expérimentale et sciences des matériaux), nous avons pu construire une méthodologie permettant d'aborder les productions spécialisées selon des aspects fonctionnels et techniques :

La réalisation des moulages et de photos en cours d'expérimentation permet d'ajouter une dimension à l'observation des traces : le facteur temps et la formation des émoussements et des polis. Ceci nous a permis d'établir des critères de reconnaissance entre le sciage du bois et la coupe de végétaux tendres pendant de courtes durées. Nous pourrions rendre cette dimension systématique lors de la constitution des référentiels expérimentaux puisqu'il existe encore de nombreux doutes lors de l'interprétation des traces, et notamment parce que nous ne maîtrisons pas le facteur temps. À ces observations empiriques pourrait s'ajouter un recours à la tribologie pour mieux cerner les mécanismes de formation des traces, et un recours à la spectroscopie pour la caractérisation chimique des résidus et polis sur des cas particuliers.

Concernant le traitement des données tracéologiques, nous avons eu une réflexion sur la quantification des outils ou des zones d'utilisation pour estimer la représentation des activités réalisées sur un site. Si dix outils ont coupé de la viande alors qu'un seul a raclé de la peau, pouvons nous affirmer que la boucherie est plus représentée que le travail de la peau ? Nous pensons qu'il faut tenter d'estimer les différences quantitatives d'outillage affectés selon les activités. Pour ce faire, nous proposons de voir quelles sont les proportions moyennes d'implication des outils pour telle ou telle activité, pour mettre en évidence les réelles disproportions. Il en est de même pour le calcul des intensités d'utilisation : la coupe de végétaux et le raclage de la peau nécessite moins d'outils et moins de zones d'utilisation que les activités de boucherie. Il y a donc un biais dans le calcul de l'intensité d'utilisation des outils d'un site selon la représentation des différentes activités. Il faudrait pouvoir pondérer le nombre de zone d'utilisation en fonction des différentes activités.

La notion d'efficacité a pu être abordée d'une part, grâce à la construction d'un banc de test pour mesurer le pouvoir de coupe de lamelles en silex, et d'autre part, en proposant un test à l'aveugle à un artisan boucher destiné à démontrer quels étaient les outils les plus efficaces. Cette complémentarité entre objectivité d'un test mécanique et

perception d'un artisan professionnel peut s'appliquer sur une échelle plus large, sur une large gamme d'outil et de matériaux découpés.

A l'issue de ce travail, nous tenons à revenir sur certains résultats et souligner quelques points afin d'en dégager des questionnements et des perspectives, et cela selon nos trois axes de recherche :

- l'incidence du traitement thermique,
- la place des productions spécialisées,
- et le fonctionnement des réseaux d'échanges.

#### 1/ A propos de **l'incidence du traitement thermique**,

Les tests d'indentation Vickers ont montré que la ténacité du silex blond bédoulien diminuait en fonction de la température de chauffe. Il faudrait prévoir de faire d'autres tests de ténacité normalisés pour mesurer la variabilité de la ténacité sur différents silex (bédoulien blond, bédoulien gris, oligocène) et son évolution en fonction de la température de chauffe. Nous pourrions ainsi confronter les données archéologiques (les silex oligocènes ont aussi été chauffés, et les silex gris mais dans une moindre mesure), aux données relevant des sciences des matériaux.

La modification des propriétés mécaniques de la roche engendre une plus grande régularité de la fracturation et les supports ont donc des surfaces plus lisses et un fil du tranchant plus rectilinéaire. Pour la découpe de matières tendres, les lamelles débitées après traitement thermique ont un pouvoir de coupe supérieur aux lamelles débitées sur silex non chauffé. D'une manière générale, l'ensemble des tests effectués sur le silex blond bédoulien devrait être appliqués sur toutes matières premières lithiques en fonction de la température de chauffe : rugosimétrie des surfaces, observation des tranchants en tomographie à rayons X et mesure du pouvoir de coupe.

De nouvelles expérimentations de boucherie sont à prévoir avec des éclats, lames et lamelles en silex chauffé et non chauffé, ceci avec des expérimentateurs de différents niveaux : débutants, intermédiaires et professionnels, toujours selon le principe du test à l'aveugle pour aborder la notion d'efficacité. Ces tests peuvent par la suite être appliqués sur différents matériaux (peau, végétaux...).

Le fil directeur est le test de l'hypothèse selon laquelle les communautés chasséenne ont pu avoir recours au traitement thermique pour améliorer l'acuité des tranchants, il nous

faudrait donc étudier les phases anciennes de la zone de production où des éléments de réponse peuvent se trouver.

Cette hypothèse n'est pas la seule, mais il nous semble logique de maîtriser dans la mesure du possible le domaine technique pour peut-être révéler tout ce qui est extérieur à ce système et relève du social ou du symbolique.

Il faudrait, d'une manière plus générale, suivre la question du traitement thermique dans le temps et observer la gestion des outillages pour les périodes antérieures et postérieures qui n'ont pas eu recours à la chauffe du silex.

**2/ Les diverses productions spécialisées** sont communes à tous les sites mais sont utilisées pour différentes activités. En l'absence d'analyse des outillages expédients, nous ne pouvons pas avoir de réflexion approfondie sur la représentation des sous-systèmes techniques, mais la mise en évidence de points communs et de différences nous renseigne sur le transfert des comportements techniques d'amont en aval des réseaux.

Pour les activités de boucherie le choix préférentiel des supports chauffés parmi les lamelles semble être commun à tous les sites et peut correspondre à une volonté d'utiliser des outils plus efficaces (sauf dans les phases anciennes puisqu'il n'avait pas encore de silex bédoulien chauffé). Dans cette éventuelle optique de productivité, il faudrait essayer d'identifier des concentrations sur les sites afin de voir si une zone était réservée à cette activité, ceci permettant d'aborder la notion de répartition des tâches.

Sur le site de Saint-Michel-du-Touch, les lames ayant raclé de la peau ont été utilisées surtout par leurs extrémités, alors que plus à l'est, à Saint-Antoine, elles ont été utilisées par leurs bords. Ce constat observé sur deux sites n'est pas suffisant pour établir des conclusions mais cela contribue à l'observation d'une tendance : vers l'ouest (en Languedoc occidental et maintenant dans le Toulousain,) on a utilisé les extrémités des lames pour racler la peau et vers l'est (en Provence et maintenant en Languedoc oriental) ce sont les bords qui ont le plus souvent été utilisés (Torchy et Gassin 2011). Il s'agit là d'une vision très schématique et incomplète qu'il conviendrait d'affiner selon les régions et les phases chronologiques par un inventaire des éléments ayant raclé la peau.

Sur les sites où la coupe de végétaux est représentée, nous avons constaté le fait que l(es) élément(s) étai(en)t inséré(s) longitudinalement dans un manche droit. Cela conforte le statut de marqueur culturel des faucilles, puisqu'une réflexion récente a mis en évidence le fait que pour le Néolithique moyen, on a utilisé des lames longues parallèles ou un élément unique oblique dans le Midi de la France et en Catalogne, alors que dans le sud de l'Espagne, les éléments utilisés étaient courts et emmanchés obliquement. Ces constats sont à affiner par l'étude systématique de la répartition des poliss sur les éléments de faucille selon la position géographique et chronologique des sites.

La présence de burins ayant raclé des végétaux tendres sur les sites du Saint-Michel-du-Touch et de Château Percin permet de revoir à la hausse l'aire d'expansion au sein de laquelle les burins ont été utilisés pour le raclage des végétaux, puisqu'ils n'étaient pas attestés dans le Toulousain jusqu'à présent (Gassin *et al.* 2006). Ce constat montre que ce comportement technique pourrait bien avoir été diffusé dans toute l'aire d'expansion du Chasséen méridional, ou presque. Pour répondre à cette question, des études tracéologiques sont à prévoir dans les départements du Lot et de la Drôme. Par ailleurs, la présence d'un burin en silex de los Monegros à Saint-Michel-du-Touch montre que ce transfert culturel peut-être appliqué sur des matériaux exogène (Linton, rapport inédit).

Sur le site de Saint-Michel-du-Touch, les lames en silex de Los Monegros ont été utilisées principalement pour le sciage du bois. Cette importation de supports laminaires larges et robustes, avec une délinéation rectiligne sur une bonne longueur semble en partie avoir une motivation technique puisque le sciage de bois avec des éclats est moins efficace d'après nos expérimentations. L'étude des productions expédientes en silex local permettrait de confirmer l'hypothèse selon laquelle l'importation de productions spécialisées exogènes peut avoir principalement une motivation technique.

Sur le site de l'Héritière, des coches ont été façonnées sur des lamelles pour le raclage de matières osseuses. Par ailleurs, l'étude de l'industrie osseuse montre qu'il existe une proportion inhabituellement élevée de pointes, qui ont été raffutés par raclage et donc utilisées. Etant donné que le travail de la peau est très bien représenté sur ce site, il serait intéressant de faire une étude tracéologique de l'industrie osseuse pour voir s'il existe aussi un lien avec le travail de la peau.

Toujours sur le site de l'Héritière, deux chanfreins ont été analysés, mais le trop faible développement des traces n'a pas permis de proposer une interprétation fonctionnelle. Les chanfreins sont des outils pour l'heure énigmatiques qui sont façonnés sur lamelles en silex bédoulien chauffé la plupart du temps et retrouvés surtout en contexte Chasséen récent, et peuvent être dans une certaine mesure considérés comme marqueur chrono-culturel. Toutefois, nous ignorons dans quel(s) sous-système(s) technique(s) ils étaient intégrés. Une fouille récente (La Daurelle, Drôme) a révélé plus 25 chanfreins sur un total de 1618 pièces, ce qui représente un fort effectif puisque d'habitude leur effectif de dépasse guère les quelques pièces. Il serait intéressant d'envisager une étude tracéologique de ces chanfreins, d'une part pour approcher leur fonction et d'autre part, d'essayer de savoir pourquoi ils sont si nombreux sur ce site.

D'une manière générale, il faudrait pouvoir identifier les proportions inhabituelles d'un certain type d'outil sur les différents sites puisque cela peut révéler soit une production spécialisée destinées à l'exportation, soit une forte proportion d'outillage nécessaire à une activité particulière sur le site. Un éventuel candidat pourrait être le site de La Cabre (Var) où une grande quantité de micro-perçoirs ont été retrouvée.

Les disproportions peuvent être considérées à plusieurs échelles : sur les différentes zones d'un site, entre les sites d'un terroir ou entre les différents terroirs. Selon l'échelle, ces disproportions peuvent révéler différents niveaux de spécialisation : l'artisan qui travaille pour la subsistance du village ou pour les sites voisins, ou l'artisan qui produit pour l'exportation à longue distance. L'étude des spécialisations à différentes échelles est donc une manière d'aborder les complémentarités entre les sites chasséens.

3/ Cette approche initiée par une entrée via **les réseaux d'échanges** a contribué à la compréhension de leur fonctionnement :

A une échelle interrégionale, la comparaison des intensités d'utilisation en fonction de la distance a permis d'approcher le degré d'intégration des sites dans les réseaux selon des critères tracéologiques. Il faudrait maintenant croiser les différentes approches pour tenter de définir des critères de distinction entre sites centraux, primaires et secondaires. Dans cet objectif, le site de Lattes pourrait être un bon candidat, une étude tracéologique est donc à envisager pour compléter les données technologiques.

Les sites ne sont pas desservis de la même manière en silex bédoulien chauffé et silex bédoulien non chauffé, parfois en contradiction avec leurs besoins techniques. Les

réseaux du silex bédoulien chauffé et non chauffé peuvent avoir en partie des fonctionnements indépendants les uns des autres. Cette hypothèse a déjà été formulée après l'étude du site d'Auriac par la forte proportion de silex chauffé et la quasi absence de non chauffé (Vaquer et Remicourt 2010). Le fait que certains ateliers producteurs puissent être spécialisés uniquement dans le silex chauffé conforte cette hypothèse.

Il existe une complémentarité des matières premières au sein de l'assemblage du point de vue de la production, mais aussi de la fonction. Les différentes productions spécialisées ne sont pas utilisées pour les mêmes activités. L'intégration à tel ou tel réseau peut correspondre à des choix techniques aussi bien que sociaux. Il semble que les besoins fonctionnels aient eu une incidence sur la constitution des assemblages, et l'intégration dans tel ou tel réseau a pu constituer une limite, ceci étant probablement dû à des aspects sociaux.

A une échelle locale, au sein de chaque finage, il faudrait envisager des études tracéologiques sur différents sites contemporains pour discuter des questions de complémentarité. Nous pourrions par la même occasion étudier l'hypothèse de l'utilisation intermittente des supports.

Dans la Drôme, il faudrait pouvoir comparer les taux d'utilisation du site des Moulins avec les autres sites voisins pour discuter de son éventuelle position centrale, et de voir quelles sont les interactions avec les autres sites.

En Vaucluse, les questionnements sont spécifiques aux ateliers producteurs. Il faudrait pouvoir étudier différents secteurs d'un même atelier afin de voir quelles sont les relations entre la zone de production et la zone d'habitat. Par ailleurs, il serait intéressant d'essayer de mettre en évidence d'éventuels retours d'échanges.

Enfin, un recul est nécessaire pour définir la gestion et l'utilisation des outillages au Chasséen méridional dans le contexte néolithique, par la comparaison avec des cultures contemporaines voisines comme la culture Sepulcros de Fosa, mais aussi par rapport aux cultures des périodes antérieures et postérieures selon les mêmes méthodes d'analyse.



# REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

**Amblard, S. 1984.** *Tichitt-Walata (R.I. Mauritanie): civilisation et industrie lithique.* Institut mauritanien de recherche scientifique. 321 p.

**Amiel, C. 1989.** *Les Industries en pierre taillée chasséennes du Languedoc occidental. L'exemple d'Auriac.* Mém. DEA : Toulouse, Ecole des Hautes Etudes en Sciences Sociales, sous la direction de Jean Guilaine. 54 p.

**Andersen, H. H. et H. J. Whitlow 1983.** Wear traces and patination on Danish flint artefacts *Nuclear instruments and methods in physics research:* p. 468-474

**Anderson, P. 1991.** Les premières cultures de céréales sauvages et domestiques primitives au Proche-Orient néolithique. *Cahiers de l'Euphrate*, 5/6. p. 191-232

**Anderson, P. 1992.** Experimental cultivation, harvest and threshing of wild cereals and their relevance for interpreting the use of Epipalaeolithic and Neolithic artifacts. *Préhistoire de l'agriculture : nouvelles approches expérimentales et ethnographiques.* Paris : p. 179-209

**Anderson, P., Astruc, L., Vargiolu, R. et Zahouani, H. 1998.** Contribution of quantitative analysis of surface states to a multi-method approach for characterising plant-processing traces on flint tools with gloss. *Functional analysis of lithic artefacts : current state of the research*, Longo : Workshop 17 of UISPP : p. 1151-1160

**Anderson, P. et Chabot J. 2004.** La première machine agricole et les lames cananéennes. *Les dossiers de l'Archéologie* n° 290, La tribologie: p. 44-51.

**Anderson, P., Chabot, J. et Van Gijn A. 2004.** The functional Riddle of Glossy Canaanese Blades and the Near Eastern Threshing Sledge. *Journal of Mediterranean Archaeology* 17.1: p. 87-130.

**Anderson, P., Georges, J.-M., Vargiolu, R. et Zahouani H. 2006.** Insights from a tribological analysis of the tribulum. *Journal of Archaeological Science.* 33. p. 1559-1568.

**Anderson-Gerfaud, P. 1981.** *Contribution méthodologique à l'analyse des microtraces d'utilisation sur les outils préhistoriques.* Thèse de 3e cycle, université de Bordeaux 1, 2 vol. 153 et 161 p.

**Anderson-Gerfaud, P. 1982.** Comment préciser l'utilisation agricole des outils préhistoriques. *Cahiers de l'Euphrate*, 3. p. 149-156

**Arnal, J. 1953.** La structure du Néolithique français d'après les récentes stratigraphies. *Zephyrus* t. 4: p. 311-344.

**Arnal, J. 1956.** La grotte de la Madeleine. *Zephyrus* t. 7: p. 33-79.

**Arnal, J. et Benazet, G. 1952.** Contribution à l'étude de la poterie néolithique française. *Bulletin de la Société Préhistorique Française*, t. 48 : p. 541-564.

**Astruc, L. 2005.** Au-delà de la notion de technologie expédiente. Table ronde du 15 mars 2004. Paris : *Cahiers des thèses transversaux ArScAn*, Cahier V, 2003-2004.

**Astruc, L. et Léa V. Sous presse.** Les cycles d'utilisation des (lamelle)s en silex bédouliens à Montou. Rythmes d'occupation et mobilité. *La grotte de Montou (Pyrénées-Orientales). Etudes chronostratigraphique, environnementale et fonctionnelle.* DAF. F. Claustre.



- Astruc, L., Le Brun, A., Vargiolu, R. et Zahouani, H. 2002.** L'Artisanat de la pierre au Néolithique précéramique. *Archéologia*, 388 : p. 54-65
- Astruc, L., Vargiolu, R. et Zahouani, H. 2003.** Wear assessments of prehistoric instruments. *Wear* 255 : p. 341 à 347.
- Astruc L., Ben Tkaya, M. et Torchy, L. 2012.** De l'efficacité des faucilles néolithiques au Proche-Orient : approche expérimentale. *Bulletin de la Société Préhistorique Française*, 109/4 : p. 671-687
- Bailloud, G. 1963.** Les civilisations atlantiques du Néolithique à l'Age du Fer. *Actes du premier colloque atlantique, Brest 1961*. P.-R. Giot. Rennes : Laboratoire d'Anthropologie Préhistorique: p. 22.
- Barbier, M. 1995.** *Caractérisation des silex urgoniens dans la région du Vaucluse*. Rapport de stage de recherche, DESS Méthodes scientifiques et techniques en Archéologie, Université de Bourgogne, Centre des sciences de la terre et EPHE, Préhistoire et paléoécologie du Quaternaire. Dijon.
- Beeching, A. 1991.** Sépultures, territoires et société dans le Chasséen méridional : l'exemple du Bassin rhodanien. *Identité du Chasséen, Actes du colloque international de Nemours, 1989*. A. Beeching, D. Binder, J.-C. Blanchet and e. al. Nemours : Mémoires du Musée de Préhistoire d'Ile de France, 4 : p. 327-341.
- Beeching, A. 1995.** Nouveau regard sur le Néolithique ancien et moyen du Bassin rhodanien. *Chronologies néolithiques : de 6000 à 2000 avant notre ère dans le Bassin rhodanien, Actes des XIe rencontres sur le Néolithique de la région Rhône-Alpes*. J.-L. Voruz. Ambérieu-en-Bugey, éd. Société préhistorique rhodanienne : p.93-112.
- Beeching, A. 1999.** Quelles maisons pour les Néolithiques méridionaux ? Les cas rhodaniens examinés dans le contexte général. *Préhistoire de l'espace habité en France du Sud. Actes des Premières Rencontres Méridionales de Préhistoire Récente, Juin 1994, Valence*. A. Beeching and J. Vital. Valence : Centre d'Archéologie Préhistorique de Valence : p. 29-61.
- Beeching, A. 2003.** Organisation spatiale et symbolique du rituel funéraire chasséen en moyenne vallée du Rhône : première approche. *Les pratiques funéraires néolithiques avant 3500 av. J.-C. en France et dans les régions limitrophes, Table ronde de la Société préhistorique française, Saint-Germain-en-Laye, 15-17 juin 2001*. P. Chambon and J. Leclerc. Paris, SPF (Mémoires de la Société préhistorique française). XXXIII : p. 231-239.
- Beeching, A. 2005.** *Le site des Moulins à Saint-Paul-Trois-Châteaux (Drôme), rapport de fin de 1<sup>ère</sup> année*, sous la direction d'Alain Beeching, ACR Les grands sites de terrasses chasséens dans le contexte des recherches rhodaniennes
- Beeching, A. et Brochier, J.-L. 1989.** *Territoire chasséen en vallée du Rhône*. Programme pluriannuel en sciences humaines Rhône-Alpes. Valence, CAP, Centre d'Archéologie Préhistorique. 48 p.
- Beeching, A. et Brochier, J.-L. 1990.** Programme « culture et milieu des premiers paysans de la moyenne vallée du Rhône » après cinq ans d'applications. *Archéologie et espaces - Xe Rencontres internationales d'Archéologie et d'Histoire d'Antibes*. J.-L. Fiches et S. Van Der Leeuw. Juan-les-Pins, APDCA : p. 145-155.
- Beeching, A., Berger, J.-F., Brochier, J.-L., Ferber, F., Helmer, D. et Sidi Maamar, H. 2000.** Chasséens : agriculteurs ou éleveurs, sédentaires ou nomades ? Quel type de milieux, d'économies et de sociétés ? *Sociétés et espaces, actes des Rencontres méridionales de Préhistoire récente, troisième session, 6 et 7 novembre 1998*. Leduc, M., Valdeyron, N. et Vaquer, J. Toulouse, Archives d'Ecologie Préhistorique : p. 59-80.
- Bertouille, H. 1991.** Réflexions à propos des traces d'utilisation présentées par les outils préhistoriques. *Paléo*, 3 : p. 201-206

- 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 : Université de Paris X.
- Beyneix, A. 1998.** La Station chasséenne de Château-Percin (Seilh, Haute-Garonne) : les fouilles G. Simonnet 1970-1974. *Bulletin de la Société préhistorique française*, 95 fasc. 1 : p. 77-84.
- Beyries, S. 1993.** Expérimentation archéologique et savoir-faire traditionnel : l'exemple de la découpe d'un cervidé. *Techniques et culture*, 22 : p. 53-79.
- Beyries, S. 2002.** Le Travail du cuir chez les Tchouktches et les Athapaskans : implications ethno-archéologiques. *Le Travail du cuir de la préhistoire à nos jours*, actes des XXIIe Rencontres internationales d'archéologie et d'histoire d'Antibes, 18-20 octobre 2001. Antibes : p. 143-157.
- Beyries, S. 2008.** Modélisation du travail du cuir en ethnologie, proposition d'un système ouvert à l'archéologie. *Anthropozoologica*, vol. 43 (1), p. 9-42 (DVD-ROM).
- Beyries S., Delamare, F. et Quantin, J.-C. 1988.** Tracéologie et rugosimétrie tridimensionnelle. Industries lithiques, tracéologie et technologie. 2 : aspects méthodologiques. Ed. S. Beyries. Oxford. p. 115-132
- Beyries, S. et Rots, V. 2008.** The Contribution of ethno-archaeological macro- and microscopic wear traces to the understanding of archaeological hide-working processes. *Prehistoric technology 40 years later : functional studies and the Russian legacy / functional studies and the Russian legacy*. Oxford. p. 21-28.
- Binder, D. 1984.** Systèmes de débitage laminaire par pression : exemples chasséens provençaux. *Préhistoire de la Pierre Taillée 2. Economie du débitage laminaire*. J. Tixier, M.-L. Inizan and H. Roche. Paris, Cercle de recherches et d'études préhistoriques: p. 71-84.
- Binder, D. 1990.** Le Néolithique moyen et supérieur dans l'aire liguro-provençale : le cas de Giribaldi (Nice, Alpes-Maritimes, France). *Autour de Jean Arnal. Premières Communautés Paysannes*. J. Guilaine and X. Gutherz. Montpellier: p. 147-161, 1 fig.
- Binder, D. 1991.** Facteurs de variabilité des outillages lithiques chasséens dans le sud-est de la France. *Identité du Chasséen, Actes du Colloque International de Nemours*. A. Beeching, D. Binder and J.-C. Blanchet. Nemours, Mémoires du musée de Préhistoire d'Ile-de-France: p. 261-272.
- Binder, D. 1998.** Silex blond et complexité des assemblages lithiques dans le Néolithique liguro-provençal. *Production et Identité culturelle. Actes de la deuxième session, Arles (Bouches-du-Rhône), 8 et 9 novembre 1996*. A. D'Anna and D. Binder. Antibes : Rencontres Méridionales de Préhistoire Récente: p. 111-128.
- Binder, D. et Gassin B. 1988.** Le débitage laminaire chasséen après chauffe : technologie et traces d'utilisation. *Industries lithiques, tracéologie et technologie*. S. Beyries. Oxford : British Archaeological Reports, International series 411: p. 93-125.
- Binder, D. et Perlès, C. 1990.** Stratégies de gestion des outillages lithiques au Néolithique. *Paléo* t. 2: p. 257-283.
- Binder, D. et Courtin, J. 1994.** Un point sur la circulation de l'obsidienne dans le domaine provençal. *Gallia Préhistoire* n°36: p. 310-322.
- Binder, D., Lepère, C. et Maggi, R. 2008.** Epipaléolithique et Néolithique dans l'arc liguro-provençal : bilan et perspectives de recherche. *Bulletin du Musée d'Anthropologie Préhistorique de Monaco* suppl. n°1: p. 49-62.
- Binder, D. et Bostyn, F. 2008.** Le silex et l'obsidienne : les outillages de pierre taillée. *Archéologie de la France. Le Néolithique*. Paris : Editions Picard et Ministère de la culture et de la Communication : 196-229.

- Binder, D., Gratuze, B. et Vaquer, J. 2012.** La circulation de l'obsidienne dans le sud de la France au Néolithique. *Rubricatum*, 5, Revista del museo de Gava.
- Blet, M., Binder, D. et Gratuze, B. 2000.** Essais de caractérisation des silex bédouliens provençaux par analyse chimique élémentaire. *Revue d'archéométrie* n°24: p.149-168.
- Bocquet A. et Berretrot, F. 1989.** Le Travail des fibres textiles au néolithique récent à Charavines (Isère). *Tissage, corderie, vannerie : approches archéologiques, ethnologiques, technologiques : IXème Rencontres internationales d'archéologie et d'histoire d'Antibes* : p. 113-128
- Bordes, F. 1969.** Traitement thermique du silex au Solutrén. *Bulletin de la Société préhistorique française*. CRSM, 66, 7 : p. 197
- Bourguignon, L. et Turq, A. 2008.** Territoires lithologiques et axes de circulation au Paléolithique dans le Nord-Est aquitain. *Archéopages*, vol. 21: p. 8-9
- Boutin, J.-Y. et Constantini, G. 1993.** Inventaire des coupes en calotte chasséennes des Grands Causses. *Bulletin de la Société préhistorique française*. 90, 5 : p. 352-356.
- Bradley, R. et Clayton, C. 1987.** The influence of flint microstructure on the formation of microwear polishes. In : G.D.G. Sieveking et M.H. Newcomer, *The human uses of flint and chert*. Cambridge, Cambridge University Press, p. 81-90.
- Bréhard, S. 2011.** Le Complexe chasséen vu par l'archéozoologie: révision de la dichotomie Nord-Sud et confirmation de la partition fonctionnelle au sein des sites méridionaux. *Bulletin de la Société Préhistorique Française*, 108/1 : p. 73-92
- Briois, F. 1997.** *Les industries lithiques du Languedoc méditerranéen (6000-2000 av. J.-C.). Rythmes et évolution dans la fabrication des outillages de pierre taillée néolithiques entre mer et continent*. Toulouse, Ecole des Hautes Etudes en Sciences Sociales.
- Briois, F. 2005.** *Les industries de pierre taillée néolithiques en Languedoc occidental : Nature et évolution des outillages entre les 6ème et 3ème millénaires av. J.-C.* Lattes : Edition de l'Association pour le développement en Languedoc-Rousillon, Monographies d'Archéologie Méditerranéenne, n° 20, 341 p.
- Briois, F., Brossier, S., Gernigon, K. et Vaquer, J. 1998.** Polymorphisme des industries chasséennes en silex entre le Rhône et l'Aquitaine. *Production et Identité culturelle. Actes de la deuxième session, Arles (Bouches-du-Rhône), 8 et 9 novembre 1996*. A. D'Anna and D. Binder. Antibes : Rencontres méridionales de Préhistoire récente : p. 129-144.
- Briois, F. et Léa, V. 2003.** Productions lithiques autochtones et identité du Chasséen : l'exemple de deux sites de la vallée du Lez (Hérault). *Temps et espaces. Rencontres méridionales de Préhistoire récente. Nîmes, Octobre 2000*. MAM, Lattes, Montpellier : p. 135-142.
- Brisotto, V. 1999.** Quartz hyalin et obsidienne dans les séries néolithiques entre Rhône moyen et Alpes du Nord : poids et signification. *Circulations et identités culturelles alpines à la fin de la préhistoire*, Beeching, Alain (Ed.), Valence, Centre d'Archéologie préhistorique : p. 211-230.
- Brochier, J.-L. 1991.** Environnement et culture, état de la question dans le sud-est de la France et principes d'étude autour du Chasséen de la moyenne Vallée du Rhône. *Identité du Chasséen, Actes du Colloque International de Nemours*. A. Beeching, D. Binder, J.-C. Blanchet et al. Nemours, Mémoires du musée de Préhistoire d'Ile-de-France.
- Brossier, S., Marlière, P., Lelouvier, L.-A., Marty, P., Vidaillet, F., Bouby, L. Carrère, I. Cayn, P., Gaudin, E. et Servelle, C. 2000.** Le site chasséen de Villeneuve-Tolosane/Cugnaux, Haute-Garonne. Une nouvelle opération de sauvetage (1996-1977). *Sociétés et espaces*. Toulouse : p. 313-318

- Brown, K., Marean Curtis, W., Andy I.R., Jacobs, Z., Tribolo, C., Braun, D.R., Roberts, D., Meyer, M.C. et Bernatchez, J. 2009.** Fire As an Engineering Tool of Early Modern Humans, 2009. *Science*, vol. 325, n° 5942, p. 859-862
- Carrère, I. 2007.** Etude de la faune. *Saint-Martin (Malaucène, Vaucluse). Rapport de fouilles 2007*. Sous la direction de Vanessa Léa. SRA région PACA.
- Carrère, I. 2010.** La faune. *Saint-Martin (Malaucène, Vaucluse). Rapport de fin de triennale 2007-2008-2010*. Sous la direction de Vanessa Léa. SRA région PACA. p. 140-142.
- Carrère, I. 2011.** Les restes osseux. *Saint-Martin (Malaucène, Vaucluse). Rapport de fouilles 2011*. Sous la direction de Vanessa Léa. SRA région PACA. p. 133
- Caspar, J.-P. 1988.** *Contribution à la tracéologie de l'industrie lithique du Néolithique ancien dans l'Europe nord-occidentale*. Thèse de doctorat, Louvain-la-Neuve, université catholique de Louvain, 2 volumes, 194 p.
- Caspar, J.-P., Feray, P. et Martial, E. 2005.** Identification et reconstitution des traces de teillage des fibres végétales au Néolithique. *Bulletin de la Société préhistorique française*, 102, 4, p. 867-880
- Caspar, J.-P., Martial, E. et Féray, P. 2007.** Le teillage des fibres végétales pour une réinterprétation fonctionnelle d'outils en silex néolithiques. *Archaeologia Mosellana*, vol 7: p. 613-623.
- Chandevau, F. 2011.** L'outillage osseux. *Station d'épuration de l'Aussonnelle, Seilh, Château Percin, rapport de fouilles INRAP*, sous la direction de F. Pons et M. Gandelin, 2 volumes.
- Chapon, P., Hasler, A. et Renault, S. 1997.** Vernègues, l'Héritière II. *Bilan scientifique de Provence Côte d'Azur*, n°19: p.104.
- Christensen, M. 1997.** The depositional formation process of usewear polish and its implications for the identification of worked material. Tools used in ivory working in the Upper Palaeolithic. *Porocilo o raziskovanju paleolita neolita in eneolita v Sloveniji*, 24. p. 99.
- Christensen, M. 1998.** Processus de formation et caractérisation physico-chimique des polis d'utilisation des outils en silex : application à la technologie préhistorique de l'ivoire. *Bulletin de la Société préhistorique française*, vol. 95, n° 2 : p. 183-201
- Christensen, M. et Walter, P. 1992.** Physico-chimie en tracéologie. Le cas des couteaux égyptiens. *La pierre préhistorique*. M. Menu and P. Walter. Paris, Laboratoire de Recherche des Musées de France : p. 149-171.
- Clemente-Conte, I. 1997.** Thermal Alterations of Flint Implements and the Conservation of Microwear Polish : preliminary experimental observations. *Siliceous rocks and culture*. Granada : p. 525-536
- Clemente-Conte, I. et Gibaja-Bao, J.-F. 1998.** Working processes on Cereals ; an approach through microwear analysis. *Journal of archaeological science*, 25 : p. 457-464.
- Clemente-Conte, I., Gassiot Ballbé, E. et Terradas, X. 2008.** Manufacture and use of stone tools in the Caribbean coast of Nicaragua : the analysis of the last phase of the shell midden KH-4 at Karoline (250-350 cal. AD). *Prehistoric technology 40 years later : functional studies and the Russian legacy*. Oxford, Archaeopress : p. 285-296.
- Clop, X., Gibaja Bao, J.-F., Palomo, A. et Terradas, X. 2006.** Approvisionnement, production et utilisation des grandes lames en silex dans le nord-est de la péninsule Ibérique. *La fin de l'Âge de Pierre en Europe du Sud. Actes de la table ronde de l'EHESS, Carcassonne, 5 et 6 septembre 2003*. J. Vaquer and F. Briois. Toulouse, Centre d'Anthropologie. EHESS : p. 233-246.

- Clop, X. et Gibaja-Bao, J.-F. 2008.** Neolithisation et structure sociale : données et discussion dans le nord-est de l'Espagne. *XV Congrès de l'Union Internationale des Sciences Préhistoriques et Protohistoriques*, UISPP, Tomar, CEIPHAR : p. 29-33.
- Courtin, J. 1974.** *Le Néolithique de la Provence*. Paris : Klincksieck, Mémoire de la SPF, 11 : 359 p.
- Courtin, J. et Villa, P. 1982.** Une expérience de piétinement. *Bulletin de la Société préhistorique française*, 79, 4 : p. 117-122
- Crabtree, D.E. et Butler, B.R. 1964.** Notes on experiment in flint knapping 1. Heat treatment of silica materials. *Tebiwa*, 7 fasc. 1 : p. 1-6.
- Demars, P.-Y. 1985.** L'approvisionnement en matériaux lithiques au Paléolithique dans le bassin de Brive et les déplacements de populations. *Revue archéologique du Centre de la France*, 24, 1, p. 9-16.
- Domanski M. et Webb J.-A. 1992.** Effect of heat treatment on siliceous rocks used in prehistoric lithic technology, *Journal of Archaeological Science* 19, 6, p. 601-614.
- Domanski M., Webb J.-A. et Boland J. 1994.** Mechanical properties of stone artefact materials and the effect of heat treatment, *Archaeometry* 36, 2, p. 177-208.
- Domanski, M. et Webb, J. 2007.** A Review of heat treatment research. *Lithic technology*, 32/2 : p. 153-194.
- Domanski, M., Webb, J., Glaisher, J., Gurba, J., Libera, J. et Zakoscielna. A. 2009.** Heat treatment of Polish flints. *Journal of archaeological Science*, vol. 36, n° 7, pp. 1400-1408.
- Egloff, M. 1987.** Emmanchements du Néolithique à l'âge du Bronze dans les palafittes d'Auvergnier. *La Main et l'outil : manches et emmanchements préhistoriques*. Table ronde C.N.R.S., Lyon, 26-29 nov. 1984 : p. 229-244
- Evans, A. et Donahue, R. 2005.** The elemental chemistry of lithic microwear : an experiment. *Journal of Archaeological Science* 32: p. 1733 à 1740.
- Evans, A. et Donahue, R. 2008.** Laser scanning confocal microscopy : a potential technique for the study of lithic microwear. *Journal of Archaeological Science*, 35 : p. 2223 à 2230.
- Féblot-Augustins, J. 1997.** *La circulation des matières premières au paléolithique : synthèse des données, perspectives comportementales*. Etudes et recherches archéologiques de l'Université de Liège. 2 volumes : 275 p.
- Ferber, F. avec la coll. de Beeching, A. 2005.** Etude de la céramique. *Le site des Moulins à Saint-Paul-Trois-Châteaux (Drôme), rapport de fin de 1<sup>ère</sup> année*, sous la direction d'Alain Beeching, ACR Les grands sites de terrasses chasséens dans le contexte des recherches rhodaniennes : p. 9-52.
- Furestier, R. et Léa, V. 2011.** L'industrie lithique. *ZAC Saint-Antoine 2. Saint-Aunès (Hérault)*. Rapport final d'opération. Oxford Archéologie Méditerranée. p. 164-206
- Gaillard, A. 1998.** *L'outillage osseux du site chasséen méridional classique d'Auriac, Carcassonne (Aude)*. Toulouse. Mémoire de diplôme de l'EHESS sous la direction de Jean Guilaine.
- Gaillard, A. 2000.** Contribution à l'étude des outillages osseux chasséen du sud-ouest de la France : les exemples de Villeneuve-Tolosane et d'Auriac. In : M. Leduc, N. Valdeyron et J. Vaquer, Sociétés et espaces, actes des troisièmes Rencontres Méridionales de Préhistoire Récente, 6-7 novembre 1998, Archives d'Ecologie Préhistorique, Toulouse, p. 273-279.
- Gaillard, A. 2002.** Etude des outillages en matières dures animales des occupations chasséennes de Saint-Michel-du-Touch. In : G. Jédikian, *Les occupations néolithiques de Saint-Michel-du-Touch (Toulouse, Haute-Garonne)*, Opération de Préparation de Publication, deuxième année, p. 97-101.

- Gaillard, A. 2003.** Outillage en matières dures animales du fossé A150. In : G. Jédikian, *Les occupations néolithiques de Saint-Michel-du-Touch (Toulouse, Haute-Garonne)*, Rapport de triennal de préparation de publication, p. 119-122.
- Gallet, M. 1998.** *Pour une technologie des débitages laminaires préhistoriques*. Paris, CNRS éditions. 177 p.
- Gallet, M. et Texier, P.-J. 1992.** Caractérisation et évaluation des contraintes lors d'un débitage expérimental de lames par pression. Perspectives expérimentales et implications archéologiques. . *La Pierre Préhistorique. Actes du séminaire du Laboratoire de Recherche des Musées de France, 13 et 14 décembre 1990*. M. Menu and P. Walter. Paris, Laboratoire de Recherche des Musées de France : p. 127 à 131.
- Gallin W. 2011.** *Etude technologique des industries lithiques chasséennes de Saint-Michel-du-Touch (Toulouse, Haute-Garonne) : les structure A168B et A133*. Mémoire de Master sous la direction de V. Léa, Université de Toulouse 2, Le Mirail, 174 p.
- Gallin W. 2012.** *Diversité et variabilité des industries lithiques du Chasséen méridional : le cas de Saint-Michel-du-Touch (Toulouse, Haute-Garonne)*. Mémoire de Master 2 sous la direction de V. Léa, Université de Toulouse 2, Le Mirail, 70 p.
- Galy, J. 2012.** 26, chemin de la Flambère. *Rapport de fouille préventive*. Mosaïque archéologie.
- Gandelin, M. 2011(a).** *Les enceintes chasséennes de Villeneuve-Tolosane et de Cugnaux dans leur contexte du Néolithique moyen européen*. Toulouse : Archives d'écologie préhistorique. 506 p.
- Gandelin, M. 2011(b).** La céramique. *Station d'épuration de l'Aussonnelle, Seilh, Château Percin, rapport de fouilles INRAP*, sous la direction de F. Pons et M. Gandelin. p. 310-352.
- Gandelin, M., Vaquer, J. et Bressy, C. 2006.** Les lames en matières premières exogènes dans le Chasséen de Villeneuve-Tolosane et de Cugnaux (Haute-Garonne). *La fin de l'Âge de Pierre en Europe du Sud. Actes de la table ronde de l'EHESS, Carcassonne, 5 et 6 septembre 2003*. J. Vaquer and F. Briois. Toulouse, Centre d'Anthropologie. EHESS: p. 121-137.
- Gassin, B. 1993.** Des outils de silex pour la fabrication de la poterie. *Traces et fonction : les gestes retrouvés*. Liège : Colloque international, Editions ERAUL, vol 50, 1993: p. 189 à 203.
- Gassin, B. 1996.** *Évolution socio-économique dans le Chasséen de la grotte de l'église supérieure (Var). L'apport de l'analyse fonctionnelle des industries lithiques*. Paris : CNRS éditions; Monographie du CRA, 17.
- Gassin, B. 1999.** La contribution de l'analyse fonctionnelle des industries lithiques à l'interprétation du statut des sites néolithiques. *Préhistoire de l'espace habité en France du Sud. Actes des premières Rencontres méridionales de Préhistoire récente, juin 1994, Valence*. Valence : p. 71-81.
- Gassin, B., Léa, V. et Linton, J et Astruc, L. 2006a.** Production, gestion et utilisation des outillages lithiques du Chasséen méridional. Normes techniques et pratiques sociales. De la simplicité des outillages pré- et protohistoriques. XXVIe rencontres internationales d'archéologie et d'histoire d'Antibes. L. Astruc, F. Bon, V. Léa and P.-Y. Milcent. Antibes : Editions APDCA: p. 223-233.
- Gassin, B., Astruc, L. et Léa, V., Philibert, S. et Gibaja, J.-F. 2006b.** Burins du Chasséen méridional. *ArchéoLogiques, 2* : p. 319-341.
- Gassin, B., Bicho, N.F., Bouby, L., Buxò, R., Carvalho, A.F., Clemente Conte, I., Gibaja, J. F., González Urquijo, J.E., Ibàñez, J.J., Linton, J., Marínval, P., Márquez, B., Peña-Chocarro, L., Pérez Jordà, G., Philibert, S., Rodríguez Rodríguez, A., et Zapata, L. 2010.** Variabilité des techniques de récolte et traitement des céréales dans l'Occident méditerranées au Néolithique ancien et moyen, facteurs environnementaux, économiques et sociaux. *Economie et société à la fin de la Préhistoire : actualité de la recherche*. Actes des 7<sup>ème</sup> Rencontres Méridionales de Préhistoire Récente, Lyon – Bron, 3-4 novembre 2006. ALPARA – Maison de l'Orient et de la Méditerranée. p. 19-37.

- Gassin, B., Léa, V., Astruc, L. et Linton, J. 2011.** Lithic Management in the Chassey Culture Neolithic. *Human Evolution*. Florence. Special Issue, p.143-160.
- Georjon, C. 2003.** Chronologie, variabilité et phénomènes de récurrence dans les corpus céramiques chasséens de la basse vallée du Lez (Hérault). *Temps et espaces culturels : du 6<sup>ème</sup> au 2<sup>ème</sup> millénaire en France du Sud*. Lattes : p. 115-126.
- Georjon, C., Pancin, S., Forest, V. et Léa, V. 2006.** ZAC Saint-Antoine Tranche 4 à Saint-Aunès (Hérault). Redécouverte d'un habitat chasséen : La Condamine de René Majurel. Rapport final d'opérateur de diagnostic archéologique, INRAP, SRA Languedoc-Roussillon, 97 p.
- Georjon, C. et Léa, V. Sous presse.** Les styles céramiques du Chasséen en Languedoc oriental : caractérisation et première comparaison avec les industries lithiques taillées. *Gallia Préhistoire*.
- Gibaja-Bao J.-F. 2002.** *La funcion de los instrumentos liticos como medio de aproximacion socio-economica. Comunidades del V-IV milenio cal. BC en el noreste de la Peninsula Iberica*. Tesis Doctoral, Universitat Autònoma de Barcelona, Bellaterra : 510 p.
- Gibaja-Bao, J.-F. 2003.** *Comunidades Neolíticas des Noreste de la Peninsula Iberica. Una aproximacion socio-economica a partir del estudio de la funcion de los utiles liticos*. Oxford : Hadrian Books Ltd. BAR 1140. 318 p.
- Gibaja-Bao, J.-F. 2009.** La reutilizacion de los instrumentos de silex. Algunos ejemplos documentados en yacimientos neolíticos de la Peninsula Ibérica. *Saldvie*, n°9, p. 23-35.
- Gibaja-Bao, J.-F. et Terradas, X. 2008.** Los restos líticos tallados de la necropolis de Can Gamburg-1 (Sabadell, Barcelona) : Primeros resultados des analisis tecnologico y funcional. *IV Congreso del Neolítico peninsular, 27-30 de noviembre de 2006*. Museo arqueológico de Alicante, MARQ : p. 178-183.
- Gonzalez Urquijo, J.E. et Ibañez Estevez, J.J. 1994.** *Metodologia de analisis funcional de instrumentos tallados en silex*. Bilbao, Universidad de Deusto. 301 p.
- Gonzalez Urquijo, J.E. et Ibañez Estevez, J.J. 2003.** The quantification of use-wear polish using image analysis. First results. *Journal of Archaeological Science*, 30 : p. 481 à 489.
- Griffith, D.R., Bergman, C.A., Clayton, C.J., Ohnuma, K. et Robins, G.V. 1987.** Experimental investigation of the heat treatment of flint, in : Sieveking G.D.G. et Newcomer M.H. *The human use of flint and chert. Proceedings of the fourth international flint symposium held at Brighton Polytechnic 10-15 april 1983*, Cambridge : Cambridge University Press, p. 43-52.
- Guilaine, J. et Vaquer, J. 1973.** Le site chasséen d'Auriac, commune de Carcassonne (Aude). *Bulletin de la Société préhistorique française*, tome 70, p. 367-384.
- Guilaine, J. et Vaquer, J. 1994.** Les obsidiennes du Midi de la France. *Gallia Préhistoire*, 36, Les obsidiennes à l'ouest du Rhône : p. 323-327.
- Halstead, P. 1989.** Like rising damp ? An ecological approach to the spread of farming in south-east and central Europe. In : A. Miller, D. Williams et N. Garner, *The beginning of agriculture*. Oxford, British Archaeological Reports, International Series, 496 : p. 23-53.
- Hayden, B. 1990.** The right rub : Hide working in high ranking households. *The interpretative possibilities of microwear analysis*. Uppsala, Societas Archaeologica Upsaliensis : p. 89-102.
- Helmer, D. 1991.** Les faunes chasséennes du sud-est de la France, essai de synthèse. In : A. Beeching, D. Binder, J.-C. Blanchet et al. *Identité du Chasséen, Actes du Colloque International de Nemours..* Nemours, Mémoires du musée de Préhistoire d'Ile-de-France : p. 343-349.

- Helmer, D., Vila, P. et Courtin J. 1987.** Quelques exemples de découpe dans le Néolithique du Sud-Est de la France. *La Découpe et le partage du corps à travers le temps et l'espace. Archeozoologica*, Paris : p. 107-114
- Högberg, A., Puseman, K. et Yost, C. 2009.** Integration of use-wear with protein residue analysis - a study of tool use and function in the south Scandinavian Early Neolithic. *Journal of Archaeological Science* 36: p. 1725 à 1737.
- Ibañez Estevez, J.-J., Clemente Conte, I., Gassin, B., Gibaja Bao, J.F., Gonzalez Urquijo, J.E., Marquez, B., Philibert, S., Rodriguez Rodriguez, A. 2008.** Harvesting technology during the Neolithic in South-West Europe. *Prehistoric Technology 40 years later*. L. Longo and N. Skakun. Oxford : Tempus Reparatum : p. 183-195.
- Ibañez Estevez, J.J. et Gonzalez Urquijo, J.E. 1996.** *From tool use to site function. Use-wear analysis in some Final Upper Palaeolithic sites in the Basque country*. Oxford, British Archaeological Reports, International Series 658.
- Inizan, M.-L. Roche, H. et Tixier, J. 1976.** Avantages d'un traitement thermique pour la taille des roches siliceuses. *Quaternaria*, 1976 : p. 2-18.
- Inizan, M.-L., Reduron, M., Roche, H. et Tixier, J. 1995.** *Technologie de la pierre taillée, tome 4*. Paris : Cercle de recherches et d'études préhistoriques. 199 p.
- Inizan, M.-L. et Tixier, J. 2000.** L'Emergence des arts du feu : le traitement thermique des roches siliceuses. *Paléorient*, 26, fasc. 2 : p. 23-36
- ISO 8442.5** Norme internationale, édition 2004, *Matériaux et objets en contact avec les denrées alimentaires – Coutellerie et orfèvrerie de table – Partie 5: Spécification du tranchant et essai de conservation du tranchant*.
- Jardón Giner, P. 2000.** *Los Raspadores en el paleolítico superior : tipología, tecnología y función en la Cova del Parpalló, Gandía, España, y en la Grotte Gazel, Sallèles-Cabardès, Francia*. Valencia, Servicio de investigación prehistórica : 182 p
- Jédikian, G. 1998.** *Typologie et statistique de la céramique chasséenne. Le cas d'Auriac (Carcassonne, Aude)*. Toulouse. Mémoire de diplôme de l'EHESS sous la direction de Jean Guilaine.
- Jédikian, G. 2000.** Typologie de la céramique chasséenne : l'exemple du site d'Auriac (Carcassonne, Aude). *Sociétés et espaces, actes des troisièmes Rencontres méridionales de Préhistoire récente*, 6-7 novembre 1998. Archives d'Ecologie Préhistorique, Toulouse : p. 305-312.
- Jédikian, G. 2002.** Les occupations néolithiques de Saint-Michel-du-Touch (Toulouse, Haute-Garonne). Opération de préparation de publication, 2<sup>e</sup> année. SRA Midi-Pyrénées, Toulouse, 103 p.
- Jédikian, G. 2003.** Les occupations néolithiques de Saint-Michel-du-Touch (Toulouse, Haute-Garonne). Opération de préparation de publication, 3<sup>e</sup> année. SRA Midi-Pyrénées, Toulouse, 204 p.
- Jédikian, G. et Gernigon, K. 2003.** Chronologie absolue de l'établissement chasséen. Les occupations néolithiques de Saint-Michel-du-Touch (Toulouse, Haute-Garonne). Opération de préparation de publication, 3<sup>e</sup> année. SRA Midi-Pyrénées, Toulouse, p. 31-53.
- Juel Jensen, H. 1994.** *Flint tools and plant working. Hidden traces of stone age technology*. Aarhus : Aarhus University Press. 263 p.
- Keeley, L.H. 1980.** *Experimental determination of stone tool uses a microwear analysis*. Prehistoric archaeology and ecology series. Chicago London: Univ. of Chicago press. 212 p.
- Kelterborn, P. 2003.** Measurable Flintknapping. *Mesoamerican lithic technology : experimentation and interpretation*. Salt Lake City : University of Utah Press.



- Klokkernes, T. 2007.** *Skin Processing Technology in Eurasian Reindeer Cultures : a comparative study in material science of Sàmi and Evenk methods – perspectives on deterioration and preservation of museum artefacts.* PhD thesis, The Royal Danish Academy of Fine Arts, The School of Conservation.
- Korobkova, G.F. 1978.** Les plus anciens outils à moissonner et leur rendement : à la lumière d'une étude tracéologique et expérimentale. *Sovetskaja arkheologija*, 4 : p. 36-52
- Léa, V. 1997.** Contribution à l'étude des sites de plein air chasséens : étude technologique de l'industrie lithique en silex blonds du site de la Cabre (Var), DEA, Université de Provence.
- Léa, V. 2003a.** Mesurer, quantifier et croiser. Une méthode d'approche pour les industries lithiques du Chasséen méridional. *Histoire & Mesure*, volume XVIII - n°1/2: pp 3 à 38.
- Léa, V. 2003b.** Un atelier de fabrication de microperçoirs au Chasséen : le site de la Cabre (Var). *Bulletin de la Société préhistorique française* tome 100, numéro 3.
- Léa, V. 2003c.** *Sites producteurs et sites consommateurs durant le Chasséen en Vaucluse : Gestion des silex bédouliens / Périodisation chrono-culturelle.* Programme Collectif de Recherche 2003-2005, avec la contribution de Didier Binder, Laurent Bouby, Jacques Buisson-Catil, Albert Carry, Marc Castan, Fabien Convertini, Christian Devalque, Bernard Gassin, Cathy Georjon, Karim Gernigon, Michel Grenet, Cédric Lepère, Stéphane Renault, Ingrid Sénépart, Eric Thirault et Pascal Verdin.
- Léa, V. 2004a.** *Les industries lithiques du Chasséen en Languedoc oriental : caractérisation par l'analyse technologique.* British Archaeological Reports International Series 1232, Oxford.
- Léa, V. 2004b.** Centres de production et diffusion des silex bédouliens au Chasséen. *Gallia Préhistoire* n°46. Paris : CNRS Editions : pages 231-250.
- Léa, V. 2004c.** Les productions sur galets locaux du Néolithique moyen du sud de la France. *Cinquièmes rencontres méridionales de préhistoire récente, Clermont-Ferrand, Novembre 2002.* H. Dartevelle. Clermont-Ferrand : Préhistoire du Sud-Ouest, supplément n°9 : p. 395-403.
- Léa, V. 2005a.** Raw, pre-heated or ready to use : discovering specialist supply systems for flint industries in mid-Neolithic (Chassey culture) communities in Southern France. *Antiquity*, volume 79, Number 303 : p. 51-65.
- Léa, V. 2005b.** Qui peut le plus peut le moins. *Au-delà de la notion de technologie expédiente.* L. Astruc. Paris : Cahiers des thèses transversaux ArScAn, Cahier V, 2003-2004 : p. 186-192.
- Léa, V. 2005c.** Etude de l'industrie lithique. *Le site des Moulins à Saint-Paul-Trois-Châteaux (Drôme), rapport de fin de 1<sup>ère</sup> année*, sous la direction d'Alain Beeching, ACR Les grands sites de terrasses chasséens dans le contexte des recherches rhodaniennes
- Léa, V. 2006.** Productions laminaires remarquables en contexte chasséen ? *La fin de l'âge de pierre en Europe du sud : matériaux et productions lithiques taillées remarquables dans le Néolithique et le Chalcolithique du sud de l'Europe.* Toulouse, Editions des Archives d'Ecologie préhistorique : p. 105-119.
- Léa, V. 2007a.** Etude technologique de l'industrie lithique - Port Ariane, Lattes (Hérault). *Lattara*. 20: p. 343-353.
- Léa, V. 2007b.** *Saint-Martin, Malaucène, Vaucluse, rapport de fouille 2007*, sous la direction de Vanessa Léa. SRA Provence Alpes Côte d'Azur.
- Léa, V. 2008.** Malaucène : Saint-Martin. *Bilan scientifique.* Région Provence-Alpes-Côte d'Azur, p. 244.
- Léa, V. 2010.** *Saint-Martin (Malaucène, Vaucluse). Rapport de fin de triennale 2007-2008-2010.* Sous la direction de Vanessa Léa. SRA région PACA.
- Léa, V. 2011a.** *Saint-Martin (Malaucène, Vaucluse). Rapport de fouilles 2011.* Sous la direction de Vanessa Léa. SRA région PACA.

- Léa, V. 2011b.** Etude de l'industrie lithique. *Les occupations chasséennes de Cazan-l'Héritière, à Vernègues, rapport d'opération d'archéologie préventive*, Paléotime, sous la direction de E. Thirault, 3 volumes.
- Léa, V. 2011c.** La céramique. *Station d'épuration de l'Aussonnelle, Seilh, Château Percin, rapport de fouilles INRAP*, sous la direction de F. Pons et M. Gandelin. p. 310-352.
- Léa V. 2012.** The Diffusion of Obsidian in the North-West Mediterranean: toward a New Model of the Chassey Culture ?, *Journal of Mediterranean Archaeology*. p. 147-173.
- Léa, V., Gassin, B. et Briois, F. 2004a.** Fonctionnement des réseaux de diffusion des silex bédouliens du Ve au IVe millénaire : questions ouvertes. *Ve Rencontres méridionales de Préhistoire récente, Clermont-Ferrand, nov. 2002. H. Darteville. Clermont-Ferrand, Préhistoire du Sud-Ouest, supplément n°9* : p. 405-420.
- Léa, V., Georjon, C., Lepère, C., Sénépart, I. et Thirault, E. 2004b.** Chasséen vaclusien qui es-tu ? *Vaucluse préhistorique : le territoire, les hommes, les cultures et les sites*. J. Buisson-Catil, A. Guilcher, C. Hussy, M. Pagny and M. Olive. Avignon, éd. Barthélemy : p. 165-200.
- Léa, V., Binder, D., Briois, F. et Vaquer, J. 2007.** Le Chasséen méridional à lamelle d'Arnal : évolution de notre perception des industries lithiques. *Un siècle de construction du discours scientifique en Préhistoire. XXVIe congrès préhistorique de France, Avignon, 21-25 septembre 2004*. Paris : Société Préhistorique Française. vol. 3 : p. 263 à 275.
- Léa V. et Vaquer J. 2010.** Diffusion et échange au Néolithique en Méditerranée nord-occidentale. *In* : X. Delestre et H. Marchesi, *Archéologie des rivages méditerranées : 50 ans de recherche*, Actes du colloque d'Arles, 28-29-30 octobre 2009, p. 199-210.
- Léa, V., Roque-Rosell, J., Torchy, L., Binder, D., Sciau, P., Pelegrin, J., Regert, M., Cousture, M.-P., Roucau, C. 2012.** Craft specialization and exchanges during the southern Chassey culture : an integrated archaeological and material sciences approach. *Rubricatum*, 5 , Revista del museo de Gava : p. 119-128.
- Legrand-Pineau, A. 2011.** Etude de l'industrie osseuse, *ZAC Saint-Antoine 2, Saint-Aunès, Languedoc-Roussillon, Rapport final d'opérations, fouilles préventives Oxford Archeologie méditerranée*, sous la direction de B. Sendra, B. Gourlin et G. Cockin, 3 volumes.
- Lemonnier, P. 1986.** The study of material culture today : towards an anthropology of technological systems. *Journal of Anthropological Archaeology*, 5, p. 147-186.
- Lemonnier, P. 1993.** Introduction. *Technological choices Transformation in material cultures since the Neolithic*. London : Routledge, p. 1-35.
- Léon, Y. 2010.** *Etude de la diffusion en Gaule d'une technique romaine d'élaboration de sigillées à travers l'analyse microstructurale des surfaces décoratives (ou engobes)*. Thèse de doctorat de 3<sup>ème</sup> cycle, sous la direction de P. Sciau. Université Paul Sabatier, Toulouse : 284 p.
- Lepère C. 2003.** Approche comparative des ensembles céramiques du Néolithique supérieur de Pertus II et Escanin II. Mémoire de DEA, sous la direction de D. Binder, UFR Civilisations et Humanités, département Histoire de l'Art et Archéologie, Université de Provence (inédit). 2 vol, 231 p.
- Lepère C. 2006.** Terres-Longues, étude du mobilier céramique : In : Pelissier, Les Terres-Longues. Rapport de fouille de sauvetage. Aix-en-Provence, DRAC-SRA PACA (inédit).
- Lepère, C. 2009.** *Identités et transferts culturels dans le domaine circumalpin : l'exemple des productions céramiques du Chasséen provençal*. Université Aix-Marseille I, Université de Provence, 513 p.
- Lepère, C. 2010.** Etude des productions céramiques. *Saint-Martin (Malaucène, Vaucluse). Rapport de fin de triennale 2007-2008-2010*. Sous la direction de Vanessa Léa. SRA région PACA. p. 129-139.

- Lepère, C. 2011a.** Etude des productions céramiques. *Saint-Martin (Malaucène, Vaucluse). Rapport de fouilles 2011*. Sous la direction de Vanessa Léa. SRA région PACA. p. 127-132
- Lepère C. 2011b.** Etude du mobilier céramique. Les occupations chasséennes de Cazan-l'Héritière, à Vernègues, rapport d'opération d'archéologie préventive, Paléotime, sous la direction de E. Thirault, 3 volumes.
- Lepère, C. 2011c.** Etude des productions céramiques, *ZAC Saint-Antoine 2, Saint-Aunès, Languedoc-Roussillon, Rapport final d'opérations*, fouilles préventives Oxford Archeologie méditerranée, sous la direction de B. Sendra, B. Gourlin et G. Cockin, 3 volumes.
- Lerner, H. 2006.** *Lithic raw material variability and the reduction of short-term use implements : an example from Northwestern New Mexico*. Department of Anthropology, McGill University. 314 p.
- Lerner, H., Du, X., Costopoulos, A. et Ostoja-Starzewki, M. 2007.** Lithic raw material physical properties and use-wear accrual. *Journal of Archaeological Science* 34: p. 711 à 722.
- Leroi-Gourhan, A. 1964.** *Le geste et la parole*. Collection Sciences d'aujourd'hui. Paris, Albin Michel : 323 p.
- Linton, J. 2012.** Analyse technique et fonctionnelle de l'outillage en silex du Grand-Pressigny au Néolithique récent et final de la Touraine au plateau suisse. Université de Bourgogne, UFR Sciences Humaines. Thèse de doctorat de 3<sup>ème</sup> cycle sous la direction de Claude Mordant et Rémi Martineau. 2 volumes. 444 et 291 p.
- Linton, J. inédit.** Rapport d'analyse tracéologique préliminaire sur le mobilier lithique de Saint-Michel-du-Touch, Toulouse.
- Lompre, A. et Negroni, S. 2008.** La complémentarité des outillages lithiques et osseux via la tracéologie. Problématique et méthodologie, *Espaces, techniques et sociétés de la Préhistoire au Moyen-Age : travaux en cours*, Actes de la première table ronde des jeunes chercheurs en archéologie de la MMSH, Aix-en-Provence, 18 mai 2006, A. Coudenneau et T. Lachenal (dir.), <http://www.mmsch.univ-aix.fr/ecoledoctorale/trjca/alomprenegroni.htm>
- Majuret, R. et Prades, H. 1967.** La station de la Condamine (Saint-Aunès, Hérault). *Gallia Préhistoire*, t. X, fasc. 1, p. 225-236.
- Marchesi, H. 1990.** Quelques données sur l'occupation néolithique du Bassin de Cazan, communes de Mallemort et de Vernègues, Bouches-du-Rhône. *Travaux du Laboratoire d'anthropologie et de préhistoire des pays de la Méditerranée occidentale* : p. 49-56
- Masson, A. 1984.** Un point de technologie chasséenne. *Nouvelles archives du Muséum d'Histoire Naturelle de Lyon*, 22 : p. 31-42.
- Mauss, M. 1950.** Sociologie et anthropologie. Paris, Presses universitaires de France : 482 p.
- Ménard, C. 2008.** *Etude technologique des grattoirs lithiques d'une occupation moderne éthiopienne, Eth-73-3-II, Macho Hill, ethnoarchéologie d'un procédé d'emmanchement*. Mémoire de Master 2 sous la direction de Michel Barbaza. Université de Toulouse le Mirail.
- Merleau, M.-L., Viarouge, M., Perrin, T., Thirault, E. et Bonnardin, S. 2011.** Archéologie préventive à Saint-Michel-du-Touch (Toulouse) : premiers résultats de la fouille menée au 13 chemin de la Flambère. *Marges, frontières et transgressions : Actualité de la recherche* : Actes des 8e Rencontres méridionales de Préhistoire récente, Marseille (13), 7-8 novembre 2008. Toulouse : Archives d'Ecologie Préhistorique, p. 299-316.
- Méroc, L. 1964.** *Rapport sur la fouille de sauvetage du gisement néolithique chasséen de Saint-Michel-du-Touch, commune de Toulouse (Haute-Garonne)*.

- Méroc, L. et Simonnet, G. 1970.** Le Chasséen de la haute et de la moyenne vallée de la Garonne, *Les Civilisations Néolithiques du Midi, Narbonne, Atacina*, 5, Carcassonne, Laboratoire de Préhistoire et de Paléolithologie, p. 39-47.
- Méroc, L. et Simonnet, G. 1979.** Les sépultures de Saint-Michel-du-Touch à Toulouse (Haute-Garonne). *Bulletin de la Société préhistorique française*, 76, 10-12, p. 379-407.
- Miller, D. 1987.** *Material Culture and Mass Consumption*. Basil Blackwell, Oxford : 240 p.
- Milot, J. 2011.** *Approche de la spécialisation artisanale au Néolithique par la caractérisation pétrographique et minéralogique des silex barrémo-bédouliens du Vaucluse*. Rapport de stage de Master 2, Dijon, Université de Bourgogne, 60 p.
- Molina, N. 2005.** *Cazan à Vernègues (Bouches-du-Rhône). Rapport final d'opération de diagnostic* (inédit). Nîmes, INRAP, 64 p.
- Morgado Rodriguez, A. et Pelegrin, J. 2012.** Origin and Development of Pressure Blade Production in the South of Iberian Peninsula (VI-III mil. Cal. B.C.). *The Emergence of Pressure Blade Making: From Origin to Modern Experimentation*, Springer, New York, p. 219-236.
- Mourre, V., Villa, P. et Henshilwood, C.S. 2010.** Early Use of Pressure Flaking on Lithic Artifacts at Blombos Cave, South Africa. *Science*, vol. 330, n° 6004, pp. 659-662.
- Negroni, S. 2005.** *L'exploitation des toisons animales : problématiques archéologiques et perspectives tracéologiques*. Aix, Université de Provence, Mémoire de Master 1 sous la direction de Maxence Bailly.
- Noël, M. et Bocquet, A. 1987.** *Les Hommes et le bois : histoire et technologie de la préhistoire à nos jours*. Paris, Hachette : 347 p.
- Owen, L.R. 1988.** *Blade and microblade technology selected assemblages from the north American Arctic and the upper paleolithic of southwest Germany*. BAR 441. Oxford : 394 p.
- Pelegrin, J. 1984.** Approche technologique expérimentale de la mise en forme de nucleus pour le débitage systématique par pression. *Préhistoire de la Pierre Taillée 2. Economie du débitage laminaire*. J. Tixier, M.-L. Inizan and H. Roche. Paris.
- Pelegrin, J. 1988.** Débitage expérimental par pression : du plus petit au plus grand. *Technologie préhistorique*. J. Tixier. Paris : CNRS: p. 37-53.
- Pelegrin J. 1995.** *Technologie lithique : Le Châtelperronien de Roc-de-Combe (Lot) et de la Côte (Dordogne)*. Paris, Cahiers du Quaternaire XX, 297 p.
- Pelegrin, J., 2012.** New Experimental Observations for the Characterization of Pressure Blade Production Techniques. In : Desrosiers P. (ed.) *The Emergence of Pressure Blade Making: From Origin to Modern Experimentation*. New York : Springer Editions. p. 465-501.
- Pelegrin, J. et Roux, V. 1989.** Taille des perles et spécialisation artisanale. Enquête ethnoarchéologique dans le Gujarat. *Techniques et culture* : p. 23-49
- Perlès, C. 1992.** Systems of exchange and organization of production in Neolithic Greece. *Journal of Mediterranean archaeology*. Sheffield, vol. 5, n°2, p.115-164.
- Perlès, C. 2007.** Echanges et technologie : l'exemple du Néolithique. *Un siècle de construction du discours scientifique en Préhistoire. Volume III*. J. Evin. Congrès du centenaire de la Société Préhistorique Française, XXVIe Congrès préhistorique de France, Avignon, 21-25 septembre 2004. Paris, Société préhistorique française: p. 53-62.
- Perlès, C. 2009.** Les industries lithiques néolithiques : logiques techniques et logiques sociales. In : *De Méditerranée et d'ailleurs... : mélanges offerts à Jean Guilaine*. Toulouse : Archives d'Ecologie préhistorique, p. 557-571.

- Perlès, C. 2012.** Le statut des échanges au Néolithique. *Rubricatum*. Gava, 5, p. 539-546
- Perlès, C et Vaughan, P. 1983.** Pièces lustrées, travail des plantes et moissons à Franchthi (Grèce), (Xe-IVe mil. B.C.). *Traces d'utilisation sur les outils néolithiques du Proche-Orient* : table ronde C.N.R.S. tenue à Lyon du 8 au 10 juin 1982 / sous la direction de M.-C. Cauvin. Lyon, p. 209-224
- Perrin, T., Bellot-Gurlet, L. et Jédikian-Cap, G. 2006.** Les productions laminaires du gisement chasséen de Saint-Michel-du-Touch (Toulouse, Haute-Garonne). Premières réflexions. *La fin de l'Âge de Pierre en Europe du Sud. Actes de la table ronde de l'EHESS, Carcassonne, 5 et 6 septembre 2003*. J. Vaquer and F. Briois. Toulouse, Centre d'Anthropologie. EHESS : p. 85-103.
- Pertuz, A. 2003.** *L'indentation Vickers et Knoop des matériaux massifs et revetus : dureté, ténacité et adhérence*, mémoire de Thèse, sous la direction de J. Lesage et D. Chicot, Université de Lille 1, 160 p.
- Pétrequin, P. 1974.** Interprétation d'un habitat néolithique en grotte : le niveau XI de Gonvillars (Haute-Saône). *Bulletin de la Société Préhistorique Française*, 71 : p. 489-534.
- Pétrequin, P. et Pétrequin, A.-M. 1988.** Cités lacustres du Jura : préhistoire des lacs de Chalain et de Clairvaux (4000-2000 ans av. J.-C.). Paris : Errance, 1988 Description : 32 p.
- Phillips, P. 1972.** Les caractères régionaux du Chasséen du Midi. *Bulletin de la Société préhistorique française* t. 69, 2: p. 538-553.
- Phillips, P. 1980.** Raw materials and social interaction in the southern french middle neolithic. *Interaction and Acculturation in the Mediterranean*. J. G. P. Best and N. M. W. d. Vries. Amsterdam : Gruner. BR, 1980: p. 23-28.
- Phillips, P., Aspinall, A. et Feather, S. 1977.** Stages de neolithisation in southern France : supply and exchange of raw materials. *Proceeding of the Prehistoric Society*, t. 43: p. 303-316.
- Plisson, H. 1985.** *Etude fonctionnelle des outillages lithiques préhistoriques par l'analyse des micro-usures : recherche méthodologique et archéologique*. Thèse de 3 cycle, Paris, université de Paris I. 357 p.
- Plisson, H. 1986.** Altération des micropolis d'usage : quelques expériences complémentaires. *Technical aspects of micro-wear studies on stone tools*. L. Owen and G. Unrath. Tübingen : Archeologica Venatoria: p. 111-116.
- Plisson, H. et Mauger, M. 1988.** Chemical and mechanical alteration of microwear polishes : an experimental approach. *Helinium*, XXVIII, 1 : p. 3-16.
- Pons, F. et Gandelin, M. 2011.** *Station d'épuration de l'Aussonnelle, Seilh, Château Percin, rapport de fouilles INRAP*, sous la direction de F. Pons et M. Gandelin.
- Regert, M. 2007.** Elucidating pottery function using a multi-step analytical methodology combining infrared spectroscopy, mass spectrometry and chromatographic procedures. *British Archaeological Reports Series*, 1650: p. 61 à 76.
- Regnault, F. 1983.** Communication, *Bulletin de la Société Archéologique du Midi*, séance du 12 décembre, p. 29.
- Remicourt, M. 2004.** *Techniques et variabilités des industries lithiques chasséennes : le cas d'Auriac (Carcassonne, Aude)*. Toulouse, Mémoire de DEA sous la direction de Jean Vaquer.
- Renault, S. 1998.** Economie de la matière première. L'exemple de la production, au Néolithique final en Provence, des grandes lames en silex zoné oligocène du bassin de Forcalquier (Alpes-de-Haute-Provence). *Production et Identité culturelle*. Actes de la deuxième session, Arles (Bouches-du-Rhône) p. 145-162.
- Renault, S., Léa, V., Rostan, P. et Thirault, E. 2005.** Matières premières lithiques et exploitations minières. *15 ans d'archéologie en Provence-Alpes-Côte d'Azur*. Sous la direction de Xavier Delestre. Aix-en-Provence : p. 46-53

- Renfrew C. 1975.** « Trade as interaction at a distance ». In : J.A. Sabloff et C.C. Lanberg-Karlovsky, *Ancient civilisation and trade*, Albuquerque, p. 3-59.
- Renfrew, C. 1984.** Trade as action at distance. *Approaches to social archaeology*. C. Renfrew. Cambridge, Harvard University Press : p. 86-134.
- Robb, J.E. et Farr R.H. 2005.** Substances in motion: Neolithic Mediterranean "trade". *The archaeology of Mediterranean prehistory*. Malden : Blackwell, pp. 24-45
- Rodriguez G. 1984.** La grotte de Camprafaud. Contribution à l'étude du Néolithique en Languedoc Central, Groupe Archéo. St-Ponais, 417 p.
- Roqué-Rosell, J., Torchy, L., Roucau, C., Léa, V., Colomban, P., Regert, M., Binder, D., Pelegrin, J. et Sciau P. 2011.** Influence of the heat treatment on the physical transformations of flints used by Neolithic societies (western Mediterranean area). *MRS Proceedings 1319*. DOI:10.1557/opl.2011.926 (actes du symposium Material issues in Art & Archaeology, IX, Boston, USA, 2010). Roqué-Rosell, J., L. Torchy, et al. 2010. Influence of Heat Treatment on the Physical Transformations of Flint Used by Neolithic Societies in the Western Mediterranean. *MRS Proceedings\_1319* ,( mrsf10-1319-ww09-02 doi:10.1557/opl.2011.926 ).
- Rots, V. 2008.** Hafting traces on flint tools. *Prehistoric Technology 40 years later*. L. Longo and N. Skakun. Oxford : Tempus Reparatum: p. 75-84.
- Schindler D.L., Hatch, J.W., Hay C.A. et Bradt R.C. 1982.** Aboriginal Thermal Alteration of Central Pennsylvania Jasper : Analytical and Behavioral Implications, *American Antiquity* 47, 3, p. 526-544.
- Schmid, E. 1960.** Ube reine Ausgrabung im Bereich der Silex-bergwerke von Veaux bei Malaucène (Vaucluse). *Der Anschnitt*, Jg. 12, 6, Bochum, p. 3-11.
- Schmid, E. 1963.** Vom Silex-Bergbau bei Veaux-Malaucène in Sud-frankreich. *Der Anschnitt*, Jg. 15, 3, Bochum, p. 10-21.
- Schmidt, P. 2011.** *Traitement thermique des silifications sédimentaires, un nouveau modèle des transformations cristallographiques et structurales de la calcédoine induite par la chauffe*. Thèse du Museum National d'Histoire Natuelle, sous la direction de F. Fröhlich, Paris, MNHN, 223 p.
- Schmidt P., Léa V., Sciau P. et Fröhlich F. 2012.** Detecting and quantifying heat treatment of flint and other silica rocks : a new non-destructive method applied to heat treated flint from the Neolithic Chassey culture, southern France, *Archaeometry*, sous presse (2012).
- Schmitt, S. 2000.** avec la collaboration de Cocoz, L. et Hanoun, R. *Vernègues, fouilles de l'Héritière II*. DFS-SRA Paca, 14 p.
- Sciau, P., Werwerft, M. et Vernhet, A. 1992.** Recherche sur les températures de cuisson et la nature des engobes des céramiques sigillées de la Graufesenque. *Revue d'archéométrie*, 16 : p. 89-95
- Seitzer Olausson, D. et Larsson, L. 1982.** Testing for the presence of thermal pre-treatment of flint in the Mesolithic and Neolithic of Sweden. *Journal of archaeological science*, 9 : p 275-285.
- Seitzer Olausson, D. 1983.** Experiments to investigate the effects of heat treatment on use-wear on flint tools. *Proceedings of the Prehistoric Society*, 49 : p. 1-13
- Semenov, S.A. 1964.** *Prehistoric Technology : an experimental study of the oldest tools and artefacts from traces of manufacture and wear*. Trad. M. Thomson-Bath. London : Cory, Adams & Mackay. 264 p.
- Sendra, B. 2011.** *ZAC Saint-Antoine 2. Saint-Aunès (Hérault)*. Rapport final d'opération. Oxford Archéologie Méditerranée. p. 305-317

- Sénépart I. 1992.** *Les industries en matières dures animales de l'Épipaléolithique au Néolithique final dans le sud-est de la France.* Thèse de doctorat de 3<sup>ème</sup> cycle, sous la direction de J. Courtin, Université de Paris X-Nanterre, 3 tomes, 358 p.
- Sénépart I. 2005.** L'industrie osseuse. *Le site des Moulins à Saint-Paul-Trois-Châteaux (Drôme), rapport de fin de 1<sup>ère</sup> année*, sous la direction d'Alain Beeching, ACR Les grands sites de terrasses chasséens dans le contexte des recherches rhodaniennes, p. 65-67.
- Sénépart I. 2011.** L'industrie en matières dures d'origine animale. *Les occupations chasséennes de Cazan-l'Héritière, à Vernègues, rapport d'opération d'archéologie préventive*, Paléotime, sous la direction de E. Thirault, 3 volumes.
- Sherratt, E.S. 1982.** Pattern of contact : manufacture and distribution of mycenaen pottery , 1400-1100 B. C. *Interaction and acculturation in the Mediterranean.* Amsterdam : vol. II, p. 179-195
- Simonnet, G. 1970.** *Les fouilles préhistoriques en 1970, sur la station néolithique du lieu-dit « Château-Percin », commune de Seilh, Haute-Garonne. Rapport de fouilles.* Direction des Antiquités Préhistorique de Midi-Pyrénées, Toulouse, 8 p.
- Simonnet, G. 1971.** *Les fouilles préhistoriques en 1971, sur la station néolithique du lieu-dit « Château-Percin », commune de Seilh, Haute-Garonne. Rapport de fouilles.* Direction des Antiquités Préhistorique de Midi-Pyrénées, Toulouse, 4 p.
- Simonnet, G. 1973a.** *Rapport sur les fouilles en 1972, sur la station néolithique du lieu-dit « Château-Percin », commune de Seilh, Haute-Garonne.* Direction des Antiquités Préhistorique de Midi-Pyrénées, Toulouse, 10 p.
- Simonnet, G. 1973b.** *Rapport de fouilles, en 1973, sur la station néolithique du lieu-dit « Château-Percin », commune de Seilh, Haute-Garonne.* Direction des Antiquités Préhistorique de Midi-Pyrénées, Toulouse, 10 p.
- Simonnet, G. 1974.** *Rapport de fouilles, en 1974, sur la station néolithique du lieu-dit « Château-Percin », commune de Seilh, Haute-Garonne.* Direction des Antiquités Préhistorique de Midi-Pyrénées, Toulouse, 9 p.
- Slimak, L. 2008.** Circulations de matériaux très exotiques au Paléolithique moyen, une notion de détail. *Bulletin de la Société Préhistorique Française*, 105-2, p. 267-281
- Stordeur, D. 1989.** Vannerie et tissage au Proche-Orient néolithique : IXe-Ve millénaire. In : *Tissage, corderie, vannerie.* Juan-les-Pins, APDCA, p 19-39.
- Surmely, F. et Murat, R. 2003.** Mesure de la résistance mécanique de différents types de silex et roches siliceuses. *Les matières premières lithiques en Préhistoire.* Cressensac : p. 337-342
- Terradas, X. et Gibaja-Bao, J-F. 2001.** El tratamiento térmico en la producción lítica : el ejemplo del neolítico medio catalán. *Cypsela* 13: p. 29-56.
- Terradas, X. et Gibaja-Bao, J-F. 2002.** La gestión social del silex melado durante el neolítico medio en el nordeste de la península ibérica. *Trabajos de Prehistoria*, 59, n°1 : p. 29-48.
- Texier, J. 1982.** Le débitage par pression pectorale à la béquille : une approche expérimentale au plus près des paramètres à l'origine de la rupture fragile des roches dures. *Tailler pour quoi faire ; préhistoire et technologie lithique II. Recent progress in microwear studies.* D. Cahen. Tervuren, Musée Royal de l'Afrique Centrale : p. 57-64.
- Thirault, E. 2001.** Production, diffusion et usage des haches néolithiques dans les Alpes Occidentales et le bassin du Rhône. Valence : Centre d'archéologie préhistorique de Valence, 4 vol. : 967 p.

- Thirault, E. 2005.** The Politics of supply : the Neolithic axe industry in Alpine Europe. *Antiquity*, 79 : p. 34-50.
- Thirault, E. 2011.** *Les occupations chasséennes de Cazan-l'Héritière, à Vernègues, rapport d'opération d'archéologie préventive*, Paléotime, sous la direction de E. Thirault, 3 volumes.
- Tixier, J., Inizan, M.-L. et Roche, H. 1980.** *Préhistoire de la pierre taillée, 1. Terminologie et technologie*. Antibes : Cercle de recherches et d'études préhistoriques : 120 p.
- Torchy, L. 2008.** *Contribution à l'étude des sites de plein air chasséens du Languedoc : approche technologique de l'assemblage lithique du Pirou (Valros, Hérault)*. Mémoire de Master 1 sous la direction de Vanessa Léa, Université de Toulouse-Le Mirail.
- Torchy, L. 2009.** *Gestion des outillages en silex bédoulien sur les sites consommateurs chasséens du Languedoc : approche tracéologique des industries du Pirou, de Langel et d'Auriac*. Article de Master 2 sous la direction de Jean Vaquer, Université de Toulouse-Le Mirail.
- Torchy, L. 2011a.** Etude tracéologique préliminaire. *Saint-Martin (Malaucène, Vaucluse). Rapport de fouilles 2011*. Sous la direction de Vanessa Léa. SRA région PACA.
- Torchy, L. 2011b.** Etude tracéologique d'un échantillon de l'industrie lithique. *Les occupations chasséennes de Cazan-l'Héritière, à Vernègues, rapport d'opération d'archéologie préventive*, Paléotime, sous la direction de E. Thirault, 3 volumes.
- Torchy, L. 2013.** Fonction et gestion des outils préhistoriques à l'aide de la tracéologie et de l'archéologie expérimentale : l'exemple du Chasséen méridional (Néolithique moyen). Indices et traces : la mémoire des gestes. Actes du colloque international, 16, 17 et 18 juin 2011. PUN, Université de Lorraine : p. 243-256.
- Torchy, L. sous presse.** Management of heated bladelets in the Southern Chassey culture : use-wear analysis and efficiency test. *Use-Wear 2012. Colloque international de Faro*, Portugal. Université d'Algarve.
- Torchy, L. et Gassin, B. 2010.** Le travail de la poterie en contexte chasséen : des outils de silex pour la production céramique ? *Outils de potier néolithiques : traditions techniques et organisation des productions céramiques. Bulletin de la Société préhistorique française*, 2010, tome 107, 4, p. 725-735.
- Torchy, L. et Gassin, B. 2011.** Le silex bédoulien sur les sites chasséens du Languedoc : étude fonctionnelle, statut des sites et réseaux de diffusion. *Gallia Préhistoire*, 53, 2011, p. 59-84.
- Tsobgou, A.R. 2006.** Chimie, structure de la matière et modalités du débitage des ultramyonites et cataclasites armoricaines. Exemple du site de Creac'h miné Vihan (France). *Revue d'Archéométrie*, 30, p. 109-118.
- Tsobgou, A.R. 2009.** Mapping Mesolithic and Neolithic cultures behaviours and interactions with nature and properties of rocks in Western France. *Journal of archaeological Science*, vol. 36, n° 7 : p. 1615-1625
- Turq, A. 2000.** Les ressources en matières premières lithiques, *Paléo*, supplément, p. 98-141.
- Tykot, R.H. 1996.** Obsidian procurement and distribution in the Central and Western Mediterranean, *Journal of Mediterranean Archaeology* 9, 1, p. 39-72.
- Unger-Hamilton, R. 1985.** Microscopic striations on flint sickle-blades as an indication of plant cultivation : preliminary results. *World archaeology*, 17 fasc. 1 : p. 121-126
- Unger-Hamilton, R. 1988.** *Method in microwear analysis : prehistoric sickles and other stone tools from Arjoune, Syria*. Oxford : B.A.R. : 331 p.
- Van Gijn, A.-L. 1990.** *The wear and tear of flint. Principles of functional analysis applied to Dutch neolithic assemblages*. Leiden : University of Leiden, Analecta Praehistorica Leidensia, 22.



- Van Gijn, A.-L. 2008.** Toolkits and technological choices at the Middle Neolithic site of Schipluiden, The Netherlands. *Prehistoric technology 40 years later : functional studies and the Russian legacy*. Oxford : Archaeopress, p. 217-226
- Van Gijn A.-L. 2010.** *Flint in focus. Lithic biographies in the Neolithic and Bronze Age*. Sidestone press, Leiden, 288 p.
- Van Gijn A.-L. et Lammers-Keijsers, Y. 2010.** Toolkits for ceramic production: informal tools and the importance of high power use-wear analysis. *Outils de potier néolithiques : traditions techniques et organisation des productions céramiques. Bulletin de la Société Préhistorique Française*, 107/4, p. 755-762
- Van Willigen, S., D'Anna, A., Renault, S. et Sargiano, J.-P. 2011.** Le Sud-Est de la France entre 4400 et 3400 avant notre ère. Sériation céramique et outillage lithique. *Préhistoires méditerranéennes*, vol. 2, p. 123-175.
- Vaquer, J. 1975.** *La céramique chasséenne du Languedoc*. Carcassonne, Laboratoire de préhistoire et de paléontologie de Carcassonne, Atacina 8.
- Vaquer, J. 1986.** Le Chasséen méridional. Etat de la question. *Le Néolithique de la France. Hommage à Gérard Bailloud*. Paris : p. 233-242
- Vaquer, J. 1990a.** *Le Néolithique en Languedoc occidental*. Paris : CNRS éditions. 397 p.
- Vaquer, J. 1990b.** L'évolution du Chasséen méridional, essai dans le bassin de l'Aude. *Autour de Jean Arnal. Premières Communautés Paysannes*, J. Guilaine and X. Gutherz. Montpellier : p. 177-189.
- Vaquer, J. 1991.** Aspects du Chasséen en Languedoc occidental. *Identité du Chasséen, Actes du Colloque International de Nemours*. A. Beeching, D. Binder, J.-C. Blanchet *et al.* Nemours, Mémoires du musée de Préhistoire d'Ile-de-France : p. 27-37.
- Vaquer, J. 2007.** Le rôle de la zone nord-tyrrhénienne dans la diffusion de l'obsidienne en Méditerranée nord-occidentale au Néolithique. *Corse et Sardaigne préhistoriques. Relations et échanges dans le contexte méditerranéen*. A. D'Anna, J. Cesari, L. Ogel and J. Vaquer. Bastia. Actes du 128ème congrès national des sociétés historiques et scientifiques, section de Pré- et Protohistoire.
- Vaquer, J. 2012.** Réflexions sur échanges de biens matériels lithiques entre le Midi de la France et le nord de la Péninsule Ibérique au Néolithique et au Chalcolithique. *Rubricatum*. Revista del Museu de Gavà, 5 : p. 565-574.
- Vaquer, J. et Claustre, F. 1989.** Recherches sur les enceintes du Languedoc occidental. Enceintes, habitats ceinturés, sites perchés du Néolithique au Bronze ancien dans le Sud de la France et les régions voisines : *Société Languedocienne de Préhistoire*. Montpellier, p. 9-20
- Vaquer, J. et Jédikian, G. 2002.** Repères pour les changements culturels et sociaux dans le Néolithique du midi de la France au IVème millénaire avant J.-C. *Il declino del mondo neolitico. Ricerche in Italia centro-settentrionale fra aspetti peninsulari, occidentali e nord-alpini*. Atti del Convegno, Pordenone 5-7 aprile 2001. Pordenone : p. 85-100
- Vaquer, J., Remicourt, M. et Vergély, H. 2006.** Les poignards métalliques et lithiques du Chalcolithique pré-campaniforme des petits et grands causses dans le Midi de la France. *Hommes et passé des Causses, hommage à Georges Costantini*. Editions AEP, Toulouse : p. 155-179.
- Vaquer, J. et Remicourt, M. 2010.** Rythmes et modalités d'approvisionnement en silex blond bédoulien dans le Chasséen du bassin de l'Aude. Le cas d'Auriac, Carcassonne (Aude). *Economie et société à la fin de la Préhistoire, actualité de la recherche. Actes des 7ème Rencontres méridionales de Préhistoire récente*. A. Beeching, E. Thirault and J. Vital. Lyon-Bron, 3 et 4 novembre 2006.

- Vardi, J., Golan, A., Levy, D. et Gilead, I. 2010.** Tracing sickle blade levels of wear and discard patterns : a new sickle gloss quantification method. *Journal of Archaeological Science*.
- Vaughan, P. 1985.** *Use-wear analysis of flaked stone tools*. Tucson, AZ. Univ. of Arizona press : 1 vol. 204 p.
- Vaughan, P. 1987.** Positive and negative evidence for hafting on flint tools from various periods, Magdalenian through Bronze Age. *La Main et l'outil : manches et emmanchements préhistoriques*. Table ronde C.N.R.S., Lyon, 26-29 nov. 1984. Lyon : p. 135-143
- Vézina, N., Prévost, J., Lajoie, A. et Beauchamp, Y. 1999.** Élaboration d'une formation à l'affilage des couteaux : le travail d'un collectif, travailleurs et ergonomes. Université de Québec A Montréal, *Pistes*, vol. 1 n°1 novembre 1999.
- Vignaud, A. 2004.** Les jardins de Vert Parc (Castelnau-le-Lez, Hérault) : un habitat néolithique moyen de culture chasséenne. *Temps et espaces culturels, IVe Rencontres méridionales de Préhistoire récente*. Montpellier: p. 397-400.
- Villa, P., Helmer, D. et Courtin, J. 1985.** Restes osseux et structures d'habitat en grotte : l'apport des remontages dans la Baume Fontbregoua. Bulletin de la Société préhistorique française. Etudes et travaux, 82 fasc. 10/12 : p. 389-420
- Villa, P., Courtin, J., Helmer, D., Shipman, P., Bouville, C. et Mahieu, E. 1986.** Un cas de cannibalisme au néolithique : boucherie et rejet de restes humains et animaux dans la grotte de Fontbrégoua à Salernes (Var). *Gallia Préhistoire*, 29, fasc. 1 : p. 143-171
- Voruz, J.-L. 1991.** *Le Néolithique suisse. Bilan documentaire*. Genève, Université de Genève : 176 p.
- Walicka, H. inédit.** *Nouveaux témoins d'occupation néolithique du site de Saint-Michel-du-Touch à Toulouse (31) : une unité d'habitation avec des sols aménagés (site de la « Villa Ancely »)*. INRAP, 22 p.
- Walicka, H., Wattez, J., Bruxelles, L., Jarry, M., Perrin, T. et Viarouge, M. 2012.** Nouveaux témoins d'occupation néolithique à Saint-Michel-du-Touch (Toulouse, 31) : une unité d'habitation chasséenne avec des sols aménagés (site de la " Villa Ancely "). In : *Actes des 9e Rencontres méridionales de Préhistoire récente, Saint-Georges-de-Didonne, 8 et 9 octobre 2010*, Actualité de la recherche, p. 215-230.
- Walter, P. 2003.** Le Classement chronologique par la patine des silex. *Chronologies géophysiques et archéologiques du Paléolithique supérieur : comptes-rendus du colloque international de Ravello (3-8 mai 1994)*. Bari : p. 419-425
- Weedman, K.J. 2005.** Gender and Stone Tools : An Ethnographic Study of the Konso and Gamo Hideworkers of Southern Ethiopia. *Gender and Hide Production*, AltaMira Press, Walnut Creek : p. 175-196
- Weedman, K.J. 2008.** The Gamo hideworkers of southwestern Ethiopia and cross-cultural comparisons. *Anthropozoologica*, 43, 1, p. 76-98.



# TABLE DES FIGURES

Fig. 1 : Tableau récapitulatif de différences terminologiques selon les données recueillies d'après Binder <i>et al.</i> 2008) .....	25
Fig. 2 : Situation géographique du Chasséen méridional et ensembles culturels voisins (fond de carte Fabien Tessier). .....	26
Fig. 3 : Création des liaisons Si-O-Si et cheminement de la fracture selon si le silex est chauffé ou pas. (Schéma réalisé d'après les données issues de Schmidt 2011). .....	31
Fig. 4 : Différences stylistique et caractéristiques des produits obtenus à partir de nucléus conique (en haut) et quadrangulaire-plat (en bas), d'après Binder 1984 et Léa 2004a. ....	33
Fig. 5 : Possibilité d'agencement des lamelles de code opératoire 212' et lamelle de code opératoire 123 (d'après Binder et Gassin 1988). .....	34
Fig. 6 : Critères de distinction entre lames et lamelles. Nous établissons une distinction métrique basée selon les données technologiques. ....	36
Fig. 7 : Position géographique des sites du corpus (fond de carte F. Tessier). ....	39
Fig. 8 : Stratégie d'échantillonnage de type A, toutes les productions d'un site sont observées. ....	40
Fig. 9 : Stratégie d'échantillonnage de type B, quelques productions communes issues de plusieurs sites d'un réseau sont observées. ....	40
Fig. 10 : Résultats escomptés selon la stratégie d'échantillonnage. ....	41
Fig. 11 : Présentation des sites selon la chronologie approximative. ....	41
Fig. 12 : Vue aérienne du site de Saint-Martin, campagne de fouilles 2010 (photo L. Torchy). ....	42
Fig. 13 : Saint-Martin : plan du site, emprise des sondages de 2006, des fouilles de 2007, 2010 et 2011 (DAO M. Gazenbeek, V. Léa et L. Torchy). ....	43
Fig. 14 : Industrie céramique du site de Saint-Martin, secteurs II et III. On note la présence de coupes à sillon et de bandeaux multitubulés, ce qui indique au moins deux étapes d'occupation (d'après Lepère 2010). ....	45
Fig. 15 : Mobilier lithique issue des fouilles du site de Saint-Martin (photos V. Léa et L. Torchy). ....	45
Fig. 16 : Représentation des différentes matières premières sur le site. ....	46
Fig. 17 : Présentation synthétique des chaînes opératoires représentées sur le site de Saint-Martin. ....	46
Fig. 18 : Les Moulins : plan du site (d'après Beeching 2005). ....	50
Fig. 19 : Datation C <sup>14</sup> obtenus à partir d'échantillons provenant du site des Moulins (d'après Beeching 2005) .	51
Fig. 20 : Céramique du site des Moulins (d'après Beeching 2005). ....	52
Fig. 21 : Représentation des différentes matières premières sur le site. ....	53

Fig. 22 : Présentation synthétique des chaînes opératoires représentées sur le site des Moulins. ....	53
Fig. 23 : L'Héritière II : plan du site (d'après Thirault 2011). ....	56
Fig. 24 : L'Héritière II : datations C <sup>14</sup> (d'après Thirault 2011). ....	57
Fig. 25 : Industrie céramique du site de l'Héritière selon les phases (d'après Lepère 2011b). ....	58
Fig. 26 : Industrie lithique du site de l'Héritière (d'après Léa 2011b, dessins R. Picavet). ....	59
Fig. 27 : Présentation synthétique des chaînes opératoires représentées sur le site de l'Héritière. ....	60
Fig. 28 : Localisation des deux zones d'occupation du site de Saint-Antoine (d'après Sandra 2011). ....	61
Fig. 29 : Saint-Antoine : plan de la zone 2 (d'après Sendra 2011). ....	62
Fig. 30 : Saint-Antoine : datations radiocarbone (d'après Sendra 2011). ....	63
Fig. 31 : Représentation graphique des datations radiocarbone (DAO L. Torchy). ....	63
Fig. 32 : Synthèse des occupations de la zone 2 d'après le mobilier céramique (d'après Lepère 2011c). La phase 1, présente uniquement dans la zone 1, n'est pas présentée ici. ....	65
Fig. 33 : Représentation des différentes matières premières sur le site. ....	66
Fig. 34 : Présentation synthétique des chaînes opératoires représentées sur le site de Saint-Antoine 2, zone 2. ....	66
Fig. 35 : Vue aérienne du site d'Auriac (photo J. Vaquer). ....	68
Fig. 36 : Plan du site d'Auriac (DAO J. Vaquer <i>et al.</i> ). ....	70
Fig. 37 : Datations C14 réalisées pour le fossé 23 du secteur PIII, le fossé St1 du secteur PI et l'un des silos du secteur PIV (d'après Vaquer et Remicourt 2010). ....	71
Fig. 38 : Industrie céramique du site d'Auriac (d'après Jédikian 2000). ....	72
Fig. 39 : Industrie lithique du site d'Auriac (d'après Briois 1997). ....	73
Fig. 40 : Représentation des différentes matières premières sur le site. ....	74
Fig. 41 : Présentation synthétique des chaînes opératoires représentées sur le site d'Auriac. ....	74
Fig. 42 : Saint-Michel-du-Touch : plan du site (DAO G. Jédikian d'après plan de G. Simonnet). ....	78
Fig. 43 : Saint-Michel-du-Touch : datations C <sup>14</sup> et critiques (d'après Gallin 2012). ....	79
Fig. 44 : Présentation synthétique des chaînes opératoires représentées sur le site de Saint-Michel-du-Touch. ....	81
Fig. 45 : Palissade en partie incendiée et éboulée dans le fossé (d'après Pons et Gandelin 2011, photo S. Puech, INRAP). ....	84
Fig. 46 : Château Percin : plan du site (d'après Pons et Gandelin 2011). ....	85
Fig. 47 : Château Percin : datations C <sup>14</sup> (d'après Pons et Gandelin 2011). ....	86

Fig. 48 : Représentation synoptique des ensembles types des Chasséens ancien et récent du site de Château-Percin (d'après Gandelin 2011b).....	87
Fig. 49 : Représentation des différentes matières premières sur le site. ....	88
Fig. 50 : Présentation synthétique des chaînes opératoires représentées sur le site de Château-Percin. ....	89
Fig. 51 : Bilan sur la sélection des pièces. ....	91
Fig. 52 : Diagramme présentant les différentes disciplines abordées et les connexions entre-elles. ....	95
Fig. 53 : Changements colorimétriques (de gauche à droite : non chauffé, 200°C et 300°C). Le silex se rubéfie entre 200° et 300°C.....	97
Fig. 54 : Changements colorimétriques et fissuration (de gauche à droite : 400°C, 500°C et 600°C). Le silex est de plus en plus foncé puis devient gris entre 500°C et 600°C, pendant ce temps plusieurs réseaux de fissures se forment (photos L. Torchy). ....	97
Fig. 55 : Nucléus 915.94.21T avant traitement thermique (photo L. Torchy).....	99
Fig. 56 : Nucléus 915.94.21T après traitement thermique et ouverture (photo J. Pelegrin). ....	99
Fig. 57 : Nucléus 915.94.21M avant traitement thermique (photo L. Torchy). ....	100
Fig. 58 : Nucléus 915.94.21M après traitement thermique et ouverture (photo J. Pelegrin).....	100
Fig. 59 : Nucléus 915.94.21V avant traitement thermique (photo L. Torchy). ....	101
Fig. 60 : Nucléus 915.94.21V plongé dans le sable de molasse et placé dans le four. La sonde du thermocouple est en contact avec le nucléus (photos L. Torchy). ....	101
Fig. 61 : Traitement thermique du nucléus 915.94.21V : courbe de température. ....	101
Fig. 62 : Série 1 = température programmé ; série 2 = température mesurée par la sonde du four ; série 3 = température mesurée par le thermocouple. On observe une forte oscillation par rapport à la température programmée. ....	102
Fig. 63 : Nucléus 915.94.21V après traitement thermique et ouverture (photo J. Pelegrin).....	102
Fig. 64 : Nucléus 915.94.21P avant traitement thermique (photo L. Torchy).....	103
Fig. 65 : Nucléus 915.94.21P plongé dans le sable de molasse et placé dans un four de cuisine. La sonde du thermocouple est en contact avec le nucléus (photos L. Torchy).....	103
Fig. 66 : Traitement thermique du nucléus 915.94.21V : courbe de température (en abscisses = temps en minutes ; en ordonnées : température en degrés ; en noir = température souhaitée ; en rouge = température mesurée par le thermocouple). ....	104
Fig. 67 : Fissure de 4 millimètres visible après le traitement thermique du nucléus 915.94.21P et autres fissures visible après débitage d'une série de lamelles (photos L. Torchy et J. Pelegrin). ....	104
Fig. 68 : Récapitulatif des expériences de chauffe et observations. ....	105

Fig. 69 : Principe du test de dureté Vickers. Une pointe en diamant soumise à une force contrôlée laisse une empreinte sur l'échantillon testé, les dimensions de celle-ci permettent d'en déduire sa dureté. ....	106
Fig. 70 : Dureté Vickers en fonction de la température de chauffe (un losange correspond à une empreinte, une série verticale de plusieurs losanges correspond à un échantillon). ....	107
Fig. 71 : Carrés d'indentation et fissures partant des angles (photos L. Torchy). ....	108
Fig. 72 : Superposition des empreintes Vickers sous Illustrator (DAO L. Torchy). ....	109
Fig. 73 : Longueur des fissures en fonction de la température de chauffe.....	109
Fig. 74 : Test d'arrachement de matière par pression (DAO L. Torchy). ....	110
Fig. 75 : Fractures visibles sur silex non chauffé, chauffé à 200°C, chauffé à 300°C (DAO L. Torchy). On remarque que l'extension de la fracture est plus importante sur l'échantillon chauffé à 300°C. ....	111
Fig. 76 : Evolution théorique du module des lames débitées après traitement thermique (DAO L. Torchy). ....	111
Fig. 77 : Images MEB : surface sur silex non chauffé ; surface existante avant chauffe ; et surface créée après chauffe (photos L. Torchy). ....	113
Fig. 78 : A gauche, surface n°1 (non chauffé), x2000 ; à droite, surface n°3 (fracture après chauffe), x2000 (photos L. Torchy). ....	113
Fig. 79 : Surface n°3, x2000, à la limite d'une zone grenue (photo L. Torchy). ....	113
Fig. 80 : Principe de l'interférométrie en lumière blanche (DAO L. Torchy). ....	114
Fig. 81 : Mesure de la rugosité en microscopie à interféromètre en lumière blanche (DAO L. Torchy). ....	114
Fig. 82 : Préparation des échantillons destinés à être observés au tomographe par la technique du coup de burin (DAO L. Torchy). ....	115
Fig. 83 : Reconstruction 3D de l'échantillon après passage dans le tomographe RX (images obtenues à partir du logiciel VGStudio max 2.1 par B. Duployer, CIRIMAT). ....	116
Fig. 84 : Echantillon 21I7 (non chauffé), vues 3D du tranchant et du fil. Nous pouvons constater sur l'image a) que la microdélinéation n'est pas parfaitement rectiligne. Sur l'image c) le fil du tranchant n'est pas régulier (images obtenues à partir du logiciel VGStudio max 2.1 par B. Duployer, CIRIMAT). ....	117
Fig. 85 : Echantillon 21I43 (non chauffé), vues 3D du tranchant et du fil. Nous pouvons constater sur l'image a) que la microdélinéation n'est pas parfaitement rectiligne. Sur l'image c) le fil du tranchant n'est pas régulier (images obtenues à partir du logiciel VGStudio max 2.1 par B. Duployer, CIRIMAT). ....	118
Fig. 86 : Echantillon 21P5 (chauffé), vues 3D du tranchant et du fil. Nous pouvons constater sur l'image a) que la microdélinéation est plus rectiligne que sur les images précédentes. Sur l'image c) le fil du tranchant est aussi beaucoup plus régulier (images obtenues à partir du logiciel VGStudio max 2.1 par B. Duployer, CIRIMAT). ...	119
Fig. 87 : Echantillon 21P13 (chauffé), vues 3D du tranchant et du fil Nous pouvons constater sur l'image c) que le fil est très net, alors que sur l'image c) il est très irrégulier, ceci étant causé par un défaut dans le silex, c'est-	

à-dire une zone où la porosité est différente (images obtenues à partir du logiciel VGStudio max 2.1 par B. Duployer, CIRIMAT).....	120
Fig. 88 : Echantillon 21P13 (chauffé). Inclusion blanche et plus opaque ayant modifié le cheminement de la fracture lors de la formation du bord de la lamelle. A gauche, en lumière réfléchie, nous voyons l'inclusion blanche et son effet sur la délinéation du tranchant. A droite, en lumière transmise, il est possible d'observer une différence d'opacité traduisant une organisation différente des cristaux. Le traitement thermique ne semble pas avoir affecté cette partie (photos L. Torchy). ....	121
Fig. 89 : Sections obtenues sur les quatre échantillons. Nous constatons que les tranchants sont plus réguliers lorsque que le silex est chauffé. Il faut toutefois noter que certains défauts du silex ont une incidence néfaste sur la régularité du cheminement de la fracture, comme pour l'échantillon n° 21P13 (DAO L. Torchy). ....	122
Fig. 90 : Notion de géométrie applicable au débitage du silex : l'intersection de deux plans dans l'espace est une droite. Si les surfaces sont irrégulières alors la droite est irrégulière (DAO L. Torchy).....	123
Fig. 91 : Débitage sur silex non chauffé et sur silex chauffé, cheminement de la fracture dans les deux cas (DAO L. Torchy).....	124
Fig. 92 : Schéma représentant les différentes parties d'un couteau moderne.....	125
Fig. 93 : Terminologie utilisée en coutellerie appliquée à une lamelle en silex (photo L. Torchy). ....	125
Fig. 94 : Banc de test, élaboré par nos soins, permettant de mesurer la force nécessaire à une lamelle pour trancher une éprouvette calibrée en silicone et d'en déduire son pouvoir de coupe (Photos L. Torchy).....	126
Fig. 95 : Force nécessaire à la pénétration dans l'éprouvette en silicone. Nous pouvons constater que lorsqu'il s'agit de silex non chauffé, il faut plus de force (DAO L. Torchy). ....	126
Fig. 96 : Schéma simplifié des principales forces entrant en jeu lors du test sur éprouvette en silicone. La force appliquée ( $F_V$ ) est fonction de ( $F_R$ ) liée à l'acuité du fil du tranchant et aux frottements des surfaces ( $F_F$ ). (DAO L. Torchy). ....	127
Fig. 97 : Test du pouvoir de coupe : éprouvette fil de nylon. Nous mesurons la force nécessaire pour rompre le fil de nylon calibré, ce qui permet de mesurer uniquement l'effet du fil du tranchant (Photo L. Torchy). ....	127
Fig. 98 : Bloc préformé n° 21I (Photo L. Torchy). ....	128
Fig. 99 : Histogramme des forces nécessaires à la rupture du fil de nylon. Nous pouvons constater que la force nécessaire moyenne pour couper le fil est supérieure quand le silex est non chauffé. (DAO L. Torchy). ....	128
Fig. 100 : Etapes de fabrication des manches. Nous avons tenté dans la mesure du possible d'avoir des outils standardisés. (DAO L. Torchy). ....	130
Fig. 101 : Superposition des profils sous Illustrator (en noir : non chauffé ; en rouge : chauffé). Cette représentation graphique a été utilisée pour comparer les sections de lamelles et les trier deux à deux à angulation similaire. (DAO L. Torchy).....	131
Fig. 102 : Regroupement des lamelles par paires. Elles sont ensuite présentées à l'artisan boucher pour le test à l'aveugle. (DAO L. Torchy). ....	131



Fig. 103 : Fiche à remplir par l'observateur lors du test à l'aveugle (DAO L. Torchy). .....	132
Fig. 104 : Présentoir avec lamelles emmanchées et test en cours (Photos P. Sciau). .....	133
Fig. 105 : Avis du boucher pour chaque paire de lamelles représenté sur un tableau (DAO L. Torchy). .....	133
Fig. 106 : Histogramme représentant l'avis du boucher. Dans 16 cas sur 21, il a désigné sans le savoir la lamelle en silex chauffé comme étant la plus efficace (DAO L. Torchy). .....	134
Fig. 107 : Corrélation entre chauffe et efficacité, tests placés par ordre chronologique. Les cas où la lamelle en silex chauffé n'est pas la plus efficace sont discutables car ils peuvent correspondre à la phase de prise en main. Si l'on élimine les premiers tests qui peuvent être biaisés pour cette dernière raison, le pourcentage de lamelles chauffées désignées comme étant plus efficace est encore plus grand. ....	135
Fig. 108 : Efficacité en fonction de la différence de longueur des lamelles. Lorsque les deux lamelles présentées ont une différence de longueur évidente, à l'œil nu c'est-à-dire de l'ordre d'un centimètre (regroupées dans le cercle en pointillés), l'artisan a tendance à considérer la plus longue comme la plus efficace. (DAO L. Torchy). .....	136
Fig. 109 : Récapitulatif des expérimentations. Les détails sont présentés parallèlement à la présentation des résultats tracéologiques, en troisième partie. ....	139
Fig. 110 : Evolution d'un tranchant lors du raclage de céramique. Le fil du tranchant commence par s'ébrécher, puis s'émousser, d'abord en arrondi, puis en biseau (DAO L. Torchy). ....	140
Fig. 111 : Détail de l'évolution du poli lors d'un rainurage de bois tendre. Entre 5 et 11 minutes, nous constatons une accumulation de matière polie et étirée dans le sens du mouvement. A 14 minutes, un petit morceau s'est désolidarisé et laisse apparaître la surface grenue du silex (Photos et DAO L. Torchy). .....	141
Fig. 112 : Observation des deux échantillons « patinés ». Comme en témoigne la comparaison des photos en réflexion et en transmission, la patine blanche est un effet visuel engendré par une différence de porosité (Photos L. Torchy). .....	142
Fig. 113 : lame mince obtenue à partir d'une pièce patinée. La différence de structure entre le cœur de la pièce et la périphérie est flagrante. Nous pouvons cependant constater que la surface ne semble pas altérée (Photo L. Torchy). .....	143
Fig. 114 : schéma illustrant les codes opératoires obtenus par les différents agencements sur le nucléus au cours du débitage (d'après Binder et Gassin 1988). ....	144
Fig. 115 : Codes utilisés pour les différentes zones du support (DAO L. Torchy, codes simplifiés d'après Plisson 1985). .....	145
Fig. 116 : Moulage (en silicone) du tranchant d'un bord de lame. Ceci nous permet de comparer les sections et d'obtenir non pas une valeur d'angle mais un code morfo-angulométrique (Photo. L. Torchy). .....	146
Fig. 117 : Codes morfo-angulométriques et exemples (DAO L. Torchy). .....	146
Fig. 118 : Codes opératoires et profils des bords. La plage supérieure d'un bord « 1 » correspond au centre d'une lamelle de la série antérieure, est par conséquent plus plane que celle d'un bord « 2 » ou « 3 » dont la	

plage supérieur est concave car elle correspond à un bord d'une lamelle de la série antérieure. La section de chaque cas est représentée en pointillés pour comparaison (DAO L. Torchy). .....	147
Fig. 119 : Distribution (à gauche) et terminaison (à droite) des écailllements (d'après González Urquijo et Ibáñez Estevez 1994, modifié). .....	148
Fig. 120 : Disposition du poli (d'après le rapport du thème commun du CRA du CNRS sur le travail des plantes, 1995, modifié). .....	149
Fig. 121 : Distribution du poli, (d'après le rapport du thème commun du CRA du CNRS sur le travail des plantes, 1995 ; modifié). .....	149
Fig. 122 : Fonctionnement de l'outil (d'après Gassin 1996, modifié) .....	150
Fig. 123 : Codes utilisés pour la matière travaillée. Ces codes sont utilisés uniquement dans notre base de données, par conséquent les matières travaillées apparaissent en toutes lettres dans ce travail (d'après Plisson 1985, adapté à notre corpus). .....	151
Fig. 124 : Inventaire des lamelles utilisées lors des expérimentations de boucherie (expérimentations L. Torchy). .....	156
Fig. 125 : Comparaison des angles des tranchants des lamelles n° 8, 10 (silex chauffé) et 45 (silex non chauffé) obtenus par moulage des bords. Les lamelles n° 8 et 10 sont beaucoup plus efficaces alors qu'elles ont pourtant un angle un peu moins aigu que la lamelle n° 45. (DAO L. Torchy). .....	157
Fig. 126 : Micro-délinéation du fil du tranchant de la lamelle en silex non chauffé n° 45 avant utilisation. Nous pouvons remarquer que ce fil est très irrégulier (Photo L. Torchy). .....	157
Fig. 127 : Micro-délinéation du fil du tranchant de la lamelle en silex chauffé n° 8 avant utilisation. Ce fil est beaucoup plus régulier que celui présenté sur la photo précédente (Photo L. Torchy). .....	157
Fig. 128 : ébréchures laissées par le dépouillage, lors de rares contacts avec les os, notamment ceux des pattes et de la queue. Celles-ci sont plus fréquentes en partie distale et par ailleurs, l'extrémité de chaque lamelle est affectée par un enlèvement burinant transversal. (DAO L. Torchy). .....	159
Fig. 129 : ébréchures laissées par la décarnisation. Les contacts avec les os sont plus nombreux. ....	160
Fig. 130 : Ebréchures laissées par la décarnisation. La lamelle n° 19 est affectée par des ébréchures régulièrement réparties le long du bord isolées ou alignées. En partie proximale, la majorité d'entre-elles sont obliques et indiquent le sens du mouvement. ....	161
Fig. 131 : Ebréchures laissées par des activités mixtes. ....	162
Fig. 132 : Saint-Martin, répartition des ébréchures en majorité en partie distale, et enlèvement burinant transversal sur la lamelle n° 2435 (silex bédoulien chauffé). (DAO L. Torchy). ....	163
Fig. 133 : Saint-Paul-Trois-Châteaux, ébréchures obliques et enlèvement burinant transversal sur la lamelle n° 69.74 (silex bédoulien chauffé). (DAO L. Torchy). ....	164

Fig. 134 : Saint-Martin, ébréchures obliques sur la lamelle n° 4478 (silex bédoulien chauffé). Deux groupes d'ébréchures distinctes sur le même bord et ayant des orientations distinctes indiquent que la lamelle a probablement été retournée sur elle-même et réutilisée pour prolonger sa durée de vie. (Photos L. Torchy).	165
Fig. 135 : Saint-Michel-du-Touch A150, ébréchures obliques et enlèvement burinant transversal sur la lamelle n° 35 (silex bédoulien chauffé). (Photos L. Torchy).	165
Fig. 136 : éléments ayant été utilisés pour de la boucherie. (DAO L. Torchy).	166
Fig. 137 : éléments ayant été utilisés pour de la boucherie. (Photos et DAO L. Torchy).	167
Fig. 138 : Saint-Michel-du-Touch A133, ébréchures obliques sur la lamelle n°89 (silex bédoulien chauffé). (Photo L. Torchy).	167
Fig. 139 : Décompte des matières premières utilisées. Le silex bédoulien chauffé est le plus utilisé pour la boucherie.	168
Fig. 140 : Proportion des matières premières utilisées.	168
Fig. 141 : Module des pièces ayant été utilisées pour de la boucherie (en rouge), comparé au module des pièces du reste de l'échantillon (en noir). Il s'agit le plus souvent du module lamellaire, sauf pour le site de Saint-Antoine sur lequel des lames et lamelles ont été utilisées. (DAO L. Torchy).	169
Fig. 142 : Décompte des pièces selon les codes opératoires. Nous constatons que les codes opératoires 212' sont globalement les plus utilisés.	169
Fig. 143 : Utilisation des bords « 1 » et des bords « 3 ». Sur l'ensemble des sites où la comparaison est possible, on ne remarque aucune différence significative (DAO L. Torchy).	170
Fig. 144 : Proposition de reconstitution d'emmanchement. Les coches façonnées sur la lamelle n° 7D.531.5 sont dépourvue de traces d'utilisation, il pourrait s'agir d'un aménagement lié à l'emmanchement. Par ailleurs une bonne proportion de lamelles sont affectées uniquement sur une partie du bord, comme la lamelle n° g19.57, la partie intacte pourrait correspondre à la partie ayant été inséré dans le manche (en haut : d'après Owen 1988 et en bas : DAO L. Torchy).	171
Fig. 145 : fragment de manche en os (d'après Gaillard 2000). La rainure aménagée est de taille idéale pour y placer une lamelle.	172
Fig. 146 : Angles de tranchant (obtenus par moulage silicone) utilisés pour les activités de boucherie. On remarque que les angulations sont souvent comprises entre 20 et 30 degrés, plus rarement 40 et exceptionnellement 50 (DAO L. Torchy).	173
Fig. 147 : Aperçu des matières premières utilisées pour la boucherie. Le silex bédoulien chauffé est la matière première la plus utilisées (DAO L. Torchy).	174
Fig. 148 : Classes morpho-angulométriques les plus fréquentes pour les outils de boucherie. Il s'agit de sections concavo-convexes à angles approximatifs compris entre 20 et 30 degrés (DAO L. Torchy).	175

Fig. 149 : Raclage de peau sèche de sanglier ocrée pendant une heure (face d'attaque). Un émoussé important affecte le fil du tranchant. Le poli est brillant, parsemé de micro-trous. Quelques stries transversales sont discernables (Photo L. Torchy). .....	176
Fig. 150 : Raclage d'une peau sèche de sanglier (très rigide). Nous constatons que le bord s'ébrèche rapidement et sa délinéation dévient plus régulière au bout de trois minutes. Il y'a déjà quelques traces de poli qui sont plus marquées à partir de 9 minutes. Entre 17 et 22 minutes, le poli ne semble plus évoluer à cette échelle (Photos L. Torchy). .....	177
Fig. 151 : éléments de découpe de peau (DAO L. Torchy). .....	179
Fig. 152 : Découpe de peau avec bord de lamelle en silex bédoulien chauffé. Des ébréchures isolées affectent le bord qui était brut à l'origine. Le poli est très grenu ce qui lui donne un aspect mat. Des stries longitudinales nous indiquent le mode de fonctionnement (ChP, n° St14bis). (Photo L. Torchy). .....	180
Fig. 153 : Découpe de peau avec les deux bords d'une lame en silex oligocène non chauffé (MAL n° 3428), après une probable première utilisation indéterminée. L'aspect grenu du poli nous rappelle les pièces ayant découpé de la peau, mais toutefois, la trame de celui-ci semble correspondre à une précédente utilisation. (Photos L. Torchy). .....	180
Fig. 154 : Découpe de peau avec lamelle en silex bédoulien chauffé (StA n° 2104). Il s'agit d'un poli mat micropiqueté avec quelques stries longitudinales. Le fil du tranchant est très émoussé (Photo L. Torchy). .....	181
Fig. 155 : Découpe de peau avec lamelle en silex oligocène non chauffé (StA n° 2606). Le poli est légèrement brillant, son aspect est grenu. (Photo L. Torchy). .....	181
Fig. 156 : Découpe de peau avec lame en silex bédoulien non chauffé (SMT n°2017). Seules les parties le plus élevées de la microtopographie sont affectées par ce poli d'aspect micropiqueté. Il semble donc que la matière travaillée était assez rigide. (Photo L. Torchy). .....	181
Fig. 157 : Décompte des matières premières. .....	182
Fig. 158 : Module des pièces ayant découpé de la peau (en marron), comparé au module des autres pièces de l'échantillon (en noir). Selon les sites, les outils sont sélectionnés parmi les lames, les lamelles ou les deux. Nous ignorons s'il s'agit de choix liés aux activités réalisées ou à la composition des assemblages (DAO L. Torchy). .....	183
Fig. 159 : Codes opératoires utilisés. Les lame(lle)s de plein débitage sont les plus utilisées. .....	183
Fig. 160 : Morphologie des bords utilisés. Il s'agit la plupart du temps de bords bruts. .....	184
Fig. 161 : Raclage de peau avec l'extrémité distale de lame en silex bédoulien non chauffé (SMT A283 n° 740). Le fil du tranchant est très émoussé, le poli est d'aspect brillant et micropiqueté. Sa limite est franche (Photo L. Torchy). .....	185
Fig. 162 : Raclage de peau avec bord et cassure proximale de lame en silex de Los Monegros (SMT A150 n° 1122). Le fil du tranchant est très émoussé, le poli est d'aspect micropiqueté et moins brillant que sur le cas précédent, sa limite est floue (Photo L. Torchy). .....	185

Fig. 163 : Raclage de peau avec extrémité distale de lame en silex bédoulien non chauffé (StA n° 2378). Le fil du tranchant est très émoussé, le poli est d'aspect brillant et micropiqueté. Sa limite est franche (Photo L. Torchy). .....	185
Fig. 164 : Eléments ayant raclé de la peau. (DAO L. Torchy).....	186
Fig. 165 : Décompte des matières premières. Le silex bédoulien non chauffé et le plus utilisé, ainsi que le silex de Los Monegros sur le site de Saint-Michel-du-Touch.....	187
Fig. 166 : Module des pièces utilisées pour racler de la peau (en marron), comparé au module des autres pièces de l'échantillon (en noir). On remarque que les modules les plus robustes sont sélectionné pour le raclage de peau (DAO L. Torchy) .....	187
Fig. 167 : Localisation des parties actives. En fonction des sites, on utilise préférentiellement soit les bords, soit les extrémités.....	188
Fig. 168 : Morphologie des parties actives. Elles sont le plus souvent retouchées par retouches semi-abruptes. .....	188
Fig. 169 : Localisation des zones d'utilisation pour le raclage des peaux sur les deux sites où cette activité est bien représentée sur les productions lamino-lamellaires. (DAO L.Torchy). .....	189
Fig. 170 : Hypothèses de fonctionnement des outils pour le raclage de peau. Il s'agit d'une vision schématique, la convexité de la peau en tension sur un cadre est exagérée pour mieux montrer l'effet de la pression de l'outil (DAO L. Torchy). .....	189
Fig. 171 : Pointe façonnée à partir d'un tibia de petit ruminant provenant du site de Saint-Antoine (d'après Legrand-Pineau 2011). .....	190
Fig. 172 : Sciage d'os de cervidé pendant 30 minutes. Un poli lisse et brillant, étiré dans le sens du mouvement est visible sur le fil du tranchant ainsi que sur les parties les plus élevées de la microtopographie (Photo. L. Torchy). .....	191
Fig. 173 : Raclage d'os d'agneau en coupe négative (évolution du tranchant à 0, 10 et 20 minutes). Le fil commence par s'ébrécher, se stabilise et s'émousse à partir de 10 minutes de travail (DAO L. Torchy). .....	191
Fig. 174 : Montage photo d'un bord ayant raclé de l'os, les zones brillantes (poli) sont entrecoupées par des micro-ébréchures. Ceci montre que selon la durée et intensité du travail, les nombreuses ébréchures peuvent recouper la majorité des points de poli. Les outils ayant travaillé l'os sont par conséquent plus difficile à reconnaître (Photos et DAO L. Torchy). .....	192
Fig. 175 : Raclage d'os d'agneau en coupe négative pendant 20 minutes (ébréchures sur face en dépouille). (Photo L. Torchy).....	193
Fig. 176 : Exp. 101, raclage d'os d'agneau en coupe négative pendant 20 minutes. Poli brillant marginal localisé uniquement sur les parties saillantes (face d'attaque). (Photo L. Torchy). .....	193

fig. 177 : Raclage d'un os d'agneau frais en coupe négative pendant 30 minutes (face en dépouille). Bande de poli brillante, marginale à limite franche, avec nombreuses stries et étirements transversaux. (Photo L. Torchy). .....	193
Fig. 178 : Raclage d'os de cervidé pendant 30 minutes (face d'attaque). L'outil a un angle de taillant d'environ 60 degrés. Le poli est brillant et marginal, régulièrement disposé le long du bord, qui est dépourvu d'ébréchures. Ce résultat a été obtenu suite à un raclage délicat mais efficace, sur une surface régulière (Photo L. Torchy).....	194
Fig. 179 : Raclage d'os de cervidé en coupe négative pendant 30 minutes (face en dépouille). Les points de poli sont très discrets (Photo L. Torchy). .....	194
Fig. 180 : Raclage d'os de cervidé en coupe négative pendant 30 minutes (fil du tranchant et face en dépouille). Le poli lisse et brillant est bien visible sur le fil du tranchant (Photo L. Torchy). .....	194
Fig. 181 : éléments ayant travaillé des matières osseuses. (DAO L. Torchy). .....	195
Fig. 182 : ébréchures sur lame en silex bédoulien non chauffé ayant raclé des matières osseuses, face en dépouille (StA n° 2407). (Photo L. Torchy). .....	195
Fig. 183 : Poli marginal sur lamelle en silex bédoulien chauffé ayant raclé des matières osseuses, face d'attaque (AUR n° h18.45). (Photo L. Torchy). .....	195
Fig. 184 : Module des éléments ayant raclé des matières osseuses (en gris), comparé au module des autres pièces de l'échantillon (en noir). Les deux supports provenant du site de l'Héritière ne sont pas représenté ici car leur épaisseur n'est pas connue. Pour comparaison, leurs largeurs sont de 9 et de 11 millimètres. (DAO L. Torchy). .....	196
Fig. 185 : Décompte par matières premières. Il semble que le traitement thermique ne soit pas un facteur de sélection des supports pour le travail de l'os.....	197
Fig. 186 : Croisement entre données tracéologiques et étude de l'industrie osseuse. La mise en évidence de sciage, rainurage et raclage confirme que des outils en silex ont probablement été utilisés pour le débitage, façonnage et réaffutage des outils en os. ....	197
Fig. 187 : Expérimentation de B. Gassin, moisson de <i>triticum compactum</i> pendant 2 heures. Le poli est d'aspect lisse, peu strié, sur un trame semi-serrée à compacte (Photo L. Torchy). .....	199
Fig. 188 : Répartition des traces sur un des éléments de faucille après 45 minutes de travail (75 m <sup>2</sup> de blé coupé). Le développement du poli est différent d'une face à l'autre. L'observation du développement des traces après quelques dizaines de minutes permet de discuter des convergences possibles avec les traces résultantes du travail du bois. (Photo L. Torchy). .....	200
Fig. 189 : Elément 122. 1T. La trame du poli est semi-serrée à serrée selon les zones. Les parties les plus basses de la microtopographie sont affectées par ce poli, ce qui causé par le fait que les végétaux coupés soient tendres. (Photo L. Torchy).....	201

Fig. 190 : Élément 124.1T. Sur cet élément, la trame est beaucoup plus ouverte, il semble que le fort relief favorise une formation du poli uniquement sur les parties les plus élevées de la microtopographie. (Photo L. Torchy). .....	201
Fig. 191 : L'Héritière n°50. Le poli est de trame compacte, il n'est pas strié. (Photo L. Torchy). .....	202
Fig. 192 Les Moulins ST2 2 7. Le poli est de trame compacte avec uniquement les zones les plus profondes de la microtopographie qui restent très peu affectées. Quelques stries longitudinales sont visibles. (Photo L. Torchy). .....	202
Fig. 193 : Château Percin St42, face sup. La trame de ce poli est semi-serrée à serrée, les parties les plus basses sont elles aussi affectées, il s'agit probablement de végétaux tendres. (Photo L. Torchy). .....	202
Fig. 194 : Château Percin St42, face inf. Comme pour l'exemple précédent, la trame du poli est serrée à semi-serrée selon les zones. Par ailleurs, ce poli affecte facilement les négatifs des micro-ébréchures, ce qui indique le travail d'une matière tendre. (Photo L. Torchy). .....	203
Fig. 195 : Auriac PIV, n° g24.28. Le poli est lisse, sauf sur le fil du tranchant qui semble avoir été en contact avec une matière abrasive. (Photo L. Torchy). .....	203
Fig. 196 : Abrasion du tranchant sur lames ayant coupé des végétaux. La disposition du poli indique un mouvement longitudinal, et par la suite, une action transversale à généré une abrasion du fil du tranchant sur une partie du bord (Auriac PIV, non numérotée provenant du décapage). (Photo L. Torchy). .....	204
Fig. 197 : Éléments ayant coupé des végétaux tendres. (Photo et DAO L. Torchy). .....	205
Fig. 198 : Éléments ayant coupé des végétaux tendres. (Photos et DAO L. Torchy). .....	206
Fig. 199 : Proposition de reconstitution d'emmanchement d'une lame de faucille issue du site des Moulins selon les exemples archéologiques contemporains (d'après Egloff 1987 et Pétrequin et Pétrequin 1988). (DAO L. Torchy). .....	207
Fig. 200 : Module des éléments utilisés pour la coupe de végétaux tendres (en vert), comparé au module des autres pièces de l'échantillon (en noir). On remarque que la largeur des supports utilisés est souvent supérieure à 11 millimètres, sauf sur le site d'Auriac où ces lames sont rares dans l'assemblage. (DAO L. Torchy). .....	208
Fig. 201 : Décompte des matières premières. ....	208
Fig. 202 : Etat des bords ayant coupé des végétaux tendres. ....	209
Fig. 203 : Angle des tranchants ayant coupé des végétaux tendres. Les angles sont assez variables, d'environ 30 à 70 degrés. L'angulation ne semble pas être une contrainte technique primordiale. Dans certains cas, le ravivage modifie radicalement le profil. (DAO L. Torchy) .....	210
Fig. 204 : Variabilité des classes morpho-angulométriques pour la coupe de végétaux tendres. (DAO L. Torchy). .....	211
Fig. 205 : Sciage d'une branche par creusement de deux rainures parallèles et élimination du relief résiduel (d'après Gassin, 1996). .....	212

Fig. 206 : Expérimentation n° 127, sciage de saule et de pin sec, 1 heure. Le bois scié étant relativement dur et le relief généré par la nervure étant très accentué, le poli affecte uniquement les nervures. (Photo L. Torchy). .....	212
Fig. 207 : Expérimentation 111, sciage de noisetier vert, 30 minutes. Ce bois est très tendre, ce qui a pour conséquence de générer un poli brillant d'extension transversale envahissante. Le geste est enregistré par de petites bosses qui sont étirées dans le sens du mouvement. (Photo L. Torchy). .....	213
Fig. 208 : Expérimentation n° 18, Sciage de buis sec, 20 minutes. Le buis sec étant très dur, uniquement les nervures proéminentes sont affectées par le poli. (Photo L. Torchy). .....	213
Fig. 209 : Sciage de bois pendant 1h15, x100, expérimentation Bernard Gassin. Un bois de dureté moyenne génère un poli à trame semi-serrée, de réticulation étroite, car il n'affecte que les parties les plus élevées de la microtopographie. (Photo B. Gassin). .....	213
Fig. 210 : Sciage de frêne sec pendant 20 minutes. Comme pour l'expérimentation précédente, il s'agit d'un bois de dureté moyenne, par conséquent la trame du poli est semi-serrée et sa réticulation est étroite. Par ailleurs, nous pouvons remarquer que les négatifs de retouches ne sont que très peu affectés. (Photo L. Torchy). .....	214
Fig. 211 : Sciage ou rainurage de bois (SMT A150, n° E2 24). Le poli est brillant, la trame est semi-serrée à serrée. Les micros-creux sont dépourvus de poli. (Photo L. Torchy). .....	214
Fig. 212 : Sciage ou rainurage de bois (SMT A150, n° B.CN 12). Le poli est brillant à trame semi-serrée. La fine réticulation du poli indique le travail d'une matière mi-dure, il s'agit probablement de bois. (Photo L. Torchy). .....	215
Fig. 213 : Sciage ou rainurage de bois (Les Moulins, 84.85 n° 78.1.3). Malgré que la pièce soit brulée, on distingue un poli à trame semi-serrée à serrée, brillant, et qui n'affecte pas les micro-creux. (Photo L. Torchy). .....	215
Fig. 214 : Décompte par matières premières sur les deux sites où le sciage ou rainurage de bois a été identifié. .....	215
Fig. 215 : Module des supports utilisés pour le sciage du bois (en marron), comparé au module des autres pièces de l'échantillon (en noir). Cette activité n'est représentée que sur les sites des Moulins et de Saint-Michel-du-Touch. Les supports utilisés sont sélectionnés parmi les plus larges de l'assemblage (DAO L. Torchy). .....	216
Fig. 216 : Modélisation simplifiée des forces en jeu lors du sciage (composantes horizontales). Les arrêtes transversales générées par les retouches fonctionnent comme des rabots. (DAO L. Torchy). .....	217
Fig. 217 : Expérimentation n° 63, raclage de bambou sec, 20 minutes, face d'attaque (en haut) et face en dépouille (en bas). Le poli est brillant, plus développé sur la face d'attaque que sur la face en dépouille (Photos L. Torchy). .....	218



Fig. 218 : Raclage de canne de Provence, 20 minutes, face d'attaque (en haut) et face en dépouille (en bas) (expérimentation B. Gassin). Le poli compact et brillant est plus développé sur la face d'attaque (Photos L. Torchy). .....	219
Fig. 219 : poli brillant visible sur le pan d'un burin (face d'attaque) ayant raclé des végétaux tendres rigides (Château Percin, n° Fo04 S5, silex bédoulien chauffé). (Photo L. Torchy). .....	219
Fig. 220 : Eléments ayant raclé des végétaux tendres rigides. (Photos et DAO L. Torchy). .....	220
Fig. 221 : Eléments ayant raclé des végétaux tendres rigides. L'intérieur des coches est utilisé en face d'attaque. (Photos et DAO L. Torchy). .....	221
Fig. 222 : Eléments ayant raclé des végétaux tendres rigides. (Photos et DAO L. Torchy). .....	222
Fig. 223 : Décompte par matières premières.....	223
Fig. 224 : Module des éléments ayant raclé des végétaux tendres rigides (en vert), comparé au module des autres pièces de l'échantillon (en noir). Le module est variable selon les sites, il ne semble pas y avoir de contrainte technique (DAO L. Torchy). .....	224
Fig. 225 : Nature des zones d'utilisation. * : les burins du site d'Auriac ont déjà été observés lors de précédentes études (Gassin <i>et al.</i> 2006b, Torchy et Gassin 2011), ils ont raclé des végétaux tendres rigides pour la plupart d'entre eux. Par conséquent, ils n'ont pas été échantillonnés pour notre corpus. ....	224
Fig. 226 : Répartition spatiale des usures produites par le raclage de végétaux tendres rigides. L'élargissement à gauche correspond aux pièces de notre corpus (d'après Gassin <i>et al.</i> 2006b, modifié ; fond de carte Fabien Tessier). .....	226
Fig. 227 : Hypothèse d'emmanchement pour certain burins. Dans la plupart des cas, la troncature est postérieure au coup de burin, et dépourvue de trace. Etant donné la standardisation des pièces, nous pensons qu'il pourrait s'agir d'une adaptation du support pour un emmanchement. (DAO L. Torchy). .....	227
Fig. 228 : Exp n° 28, incision d'argile sans dégraissant, pâte dite « cuir », 20 minutes. Le poli est de trame semi-serrée à compact, brillant, étiré dans le sens de la longueur. (Photo L. Torchy) .....	228
Fig. 229 : Raclage de calcaire fin, 15 minutes (100x et 200x). Le grain de la matière travaillée est plus grossier que dans l'exemple précédent, l'aspect des traces est totalement différent, il n'y a pas de poli mais uniquement des ébréchures et émoussesments. (Photos L. Torchy). .....	228
Fig. 230 : Raclage de céramique moderne (forte cohésion entre les grains, sans dégraissant). L'émoussé est brillant à faible grossissement, mais à 100x on observe qu'il n'y a pas de poli, la composante abrasive et donc plus importante). (Photo L. Torchy). .....	229
Fig. 231 : Raclage d'ocre, 30 minutes. L'hétérogénéité de la matière travaillée a pour conséquence de laisser des écailllements et émoussesment irréguliers, des dépôts de poli de répartition chaotique. (Photo L. Torchy). .....	229
Fig. 232 : Décompte des éléments ayant travaillé des matières minérales.....	230

Fig. 233 : Emoussé sur lamelle en silex bédoulien chauffé (AUR n° e19.71). Il s'agit d'une émoussé assez important qui apparait mat à 100x. Il semble s'agir d'une matière minérale homogène à grains relativement fins. (Photo L. Torchy). .....	230
Fig. 234 : Emoussé sur angle de lame en silex bédoulien non chauffé (StA n° 2436). (Photo L. Torchy). .....	231
Fig. 235 : Emoussé et stries transversales sur bord de lamelle en silex bédoulien chauffé (MAL n° 2984). (Photo L. Torchy). .....	231
Fig. 236 : Emoussé sur lame en silex bédoulien non chauffé (SMT A150, n° CN.13) (Photo L. Torchy). .....	231
Fig. 237 : éléments ayant raclés des matières minérales. (Photos et DAO L. Torchy). .....	232
Fig. 238 : Décompte par matières premières. La sélection semble faite selon la disponibilité sur les sites, il ne semble pas y avoir de contrainte technique liée à la matière première. ....	233
Fig. 239 : Module des éléments ayant raclé des matières minérales (en gris), comparé au module des autres pièces de l'échantillon (en noir). Les modules sont variés, cela peut révéler l'absence de contrainte technique en fonction du module. (DAO L. Torchy). .....	233
Fig. 240 : Emoussé sur lame en silex bédoulien non chauffé (SMT A150, n° CN.9) (Photo L. Torchy). .....	234
Fig. 241 : Emoussé et ébréchures sur lame en silex bédoulien non chauffé (SMT A283, n° 738) (Photo L. Torchy). .....	234
Fig. 242 : Décompte des éléments ayant percé des matières minérales. ....	234
Fig. 243 : Module des pièces ayant percé des matières minérales. La largeur dépasse jamais 13 millimètres (DAO L. Torchy). .....	235
Fig. 244 : Correspondance entre les diamètres des perçoirs et les diamètres des trous dans la céramique sur le site du Pirou à Valros (d'après Torchy et Gassin 2010). (Photos et DAO L. Torchy). .....	236
Fig. 245 : Intensité d'utilisation du silex bédoulien chauffé dans les différentes couches. ....	238
Fig. 246 : Intensité d'utilisation selon le code opératoire dans la couche C1. ....	238
Fig. 247 : Intensité d'utilisation selon le code opératoire dans la couche C. ....	239
Fig. 248 : Intensité d'utilisation selon le code opératoire (toutes couches confondues). ....	239
Fig. 249 : Comparaison modules bédoulien non chauffé / oligocène. Les caractères technologiques de la lame en silex oligocène sont proches de ceux des lames en silex bédoulien non chauffé. L'intérêt de son importation n'est peut-être pas seulement fonctionnel (DAO L. Torchy). .....	240
Fig. 250 : Silex bédoulien chauffé : variabilité des modules des supports utilisés. (DAO L. Torchy). .....	241
Fig. 251 : Besoins techniques satisfaits dans la couche C. (DAO L. Torchy). .....	242
Fig. 252 : Besoins techniques satisfaits dans la couche C1. Les lamelles en silex bédoulien chauffé sont affectées uniquement pour les activités de boucherie (DAO L. Torchy). .....	242
Fig. 253 : Besoins techniques satisfaits dans la couche Csup. (DAO L. Torchy) .....	242

Fig. 254 : Poli sur le bord d'une lame en silex bédoulien chauffé ramassée en prospection de surface à environ 150 mètres de la zone fouillée. Il s'agit de coupe de végétaux tendres, activité non représentée sur les éléments provenant des fouilles (Photo L. Torchy). .....	244
Fig. 255 : Intensité d'utilisation selon les matières premières.....	245
Fig. 256 : Intensité d'utilisation selon les codes opératoires. ....	246
Fig. 257 : Modules des lamelles à section triangulaire comparés aux autres codes opératoires. On remarque que celles qui sont le plus utilisées sont sélectionnées parmi les plus épaisses. (DAO L. Torchy). ....	247
Fig. 258 : Module des supports utilisés. Parmi les supports non chauffés, ce sont les modules les plus importants qui sont privilégiés. Pourquoi importer des lamelles en silex non chauffé quand les lamelles en silex bédoulien sont bien représentées dans l'assemblage ? (DAO L.Torchy) .....	248
Fig. 259 : Besoins techniques satisfaits par matière première. La boucherie est réalisée quasi-exclusivement avec des supports en silex chauffé (DAO L. Torchy). ....	249
Fig. 260 : Silex bédoulien chauffé : besoins techniques satisfaits en fonction de la largeur. (DAO L. Torchy). ..	250
Fig. 261 : Silex bédoulien non chauffé : besoins techniques satisfaits en fonction de la largeur. (DAO L. Torchy). .....	250
Fig. 262 : Comparaison du module des pièces sur le site des Moulins. La largeur semble être un critère déterminant pour la sélection des éléments de coupe de végétaux tendres. Le traitement thermique semble être un critère pour la sélection des outils de boucherie (DAO L. Torchy). ....	251
Fig. 263 : Intensités d'utilisation du silex bédoulien chauffé dans le secteur PIV.....	252
Fig. 264 : Intensités d'utilisation du silex bédoulien chauffé dans le fossé St2 (d'après Torchy et Gassin, 2011). .....	253
Fig. 265 : Comparaison des intensités d'utilisation des codes opératoires 212' et 123/321 sur les secteurs PIV et St2. Il n'y a pas de différence significative entre ces deux structures (DAO L. Torchy). ....	253
Fig. 266 : Comparaison des intensités d'utilisation sur le total des produits lamino-lamellaires en silex bédoulien chauffé sur les secteurs PIV et St2. ....	253
Fig. 267 : Silex bédoulien chauffé : intensité d'utilisation en fonction de la largeur. ....	254
Fig. 268 : Auriac PIV, lame(lle)s en silex bédoulien chauffé, intensité d'utilisation en fonction de la largeur. Les lames robustes sont plus intensément utilisées (DAO L. Torchy). ....	254
Fig. 269 : Silex bédoulien chauffé : module des pièces utilisées. (DAO L. Torchy).....	255
Fig. 270 : Besoins techniques satisfaits selon la matière première (DAO L. Torchy). ....	256
Fig. 271 : Besoins techniques satisfaits en fonction de la largeur. Il existe une complémentarité des supports en fonction de la largeur (DAO L. Torchy).....	256
Fig. 272 : Intensités d'utilisation pour la structure A133. ....	257
Fig. 273 : Intensités d'utilisation pour la structure A150, remplissage supérieur.....	257

Fig. 274 : Intensités d'utilisation pour la structure A150, remplissage inférieur. ....	258
Fig. 275 : Intensités d'utilisation pour la structure A168B. ....	258
Fig. 276 : Intensités d'utilisation pour la structure A283. ....	258
Fig. 277 : Intensité d'utilisation selon les codes opératoires. ....	258
Fig. 278 : Module des supports utilisés pour la structure A133. (DAO L. Torchy). ....	259
Fig. 279 : Module des supports utilisés pour la structure A150sup. (DAO L. Torchy). ....	259
Fig. 280 : Module des supports utilisés pour la structure A150inf (SBch et SBnch). (DAO L. Torchy). ....	260
Fig. 281 : Module des supports utilisés pour la structure A150inf (SLM et SS). (DAO L. Torchy). ....	260
Fig. 282 : Module des supports utilisés pour la structure A168b (SBch et SBnch). (DAO L. Torchy). ....	261
Fig. 283 : Module des supports utilisés pour la structure A168b (SLM et SS). (DAO L. Torchy). ....	261
Fig. 284 : Module des supports utilisés pour la structure A283. (DAO L. Torchy). ....	262
Fig. 285 : Module des supports utilisés pour toutes structures confondues (SBch et SBnch). (DAO L. Torchy). ....	262
Fig. 286 : Module des supports utilisés pour toutes structures confondues (SLM et SS). (DAO L. Torchy). ....	263
Fig. 287 : Besoins techniques satisfaits selon la matière première. Il existe une complémentarité entre silex chauffé et non chauffé (DAO L. Torchy). ....	263
Fig. 288 : Besoins techniques satisfaits selon la matière première. (DAO L. Torchy). ....	264
Fig. 289 : Besoins techniques satisfaits selon la matière première. (DAO L. Torchy). ....	264
Fig. 290 : Besoins techniques satisfaits selon la matière première. (DAO L. Torchy). ....	265
Fig. 291 : Besoins techniques satisfaits selon la matière première. (DAO L. Torchy). ....	265
Fig. 292 : Besoins techniques satisfaits selon la matière première. (DAO L. Torchy). ....	266
Fig. 293 : Intensité d'utilisation selon les matières premières. ....	267
Fig. 294 : Silex bédoulien chauffé, intensité d'utilisation selon les codes opératoires : ....	268
Fig. 295 : Besoins techniques satisfait en fonction des matières premières. ....	268
Fig. 296 : Intensité d'utilisation des différentes matières premières pour la phase ancienne. ....	269
Fig. 297 : Intensité d'utilisation des différentes matières premières pour la phase récente. ....	270
Fig. 298 : STA, intensité d'utilisation des supports lamino-lamellaires en silex bédoulien chauffé. ....	270
Fig. 299 : Modules des supports utilisés pour la phase ancienne. (DAO L. Torchy). ....	270
Fig. 300 : Modules des supports utilisés pour la phase récente. (DAO L. Torchy). ....	271
Fig. 301 : Besoins techniques satisfaits pour la phase ancienne. (DAO L. Torchy). ....	271
Fig. 302 : Besoins techniques satisfaits pour la phase récente. (DAO L. Torchy). ....	272

Fig. 303 : Besoins techniques satisfaits (toutes phases confondues). (DAO L. Torchy). .....	272
Fig. 304 : Intensité d'utilisation selon les matières premières.....	273
Fig. 305 : Intensité d'utilisation selon les matières premières.....	273
Fig. 306 : Modules des supports utilisés pour la phase ancienne. (DAO L. Torchy). .....	274
Fig. 307 : Modules des supports utilisés pour la phase récente. (DAO L. Torchy). .....	274
Fig. 308 : Besoins techniques satisfaits pour la phase ancienne. (DAO L. Torchy). .....	275
Fig. 309 : Besoins techniques satisfaits pour la phase récente. (DAO L. Torchy). .....	275
Fig. 310 : Nature des zones d'utilisation des lamelles débitées après chauffe. Les bords bruts sont les plus fréquents (DAO L. Torchy).....	281
Fig. 311 : Proportion des différentes activités réalisées avec des lamelles en silex bédoulien chauffé. La boucherie est l'activité la plus représentée (DAO L. Torchy). .....	282
Fig. 312 : Proportion des différentes activités réalisées avec des lamelles en silex bédoulien chauffé (site par site). (DAO L. Torchy). .....	283
Fig. 313 : Représentation des activités sur supports dont le module est compris dans la zone de recouvrement entre silex bédoulien chauffé et non chauffé sur les sites de Saint-Michel-du-Touch et des Moulins. (DAO L. Torchy). .....	284
Fig. 314 : Choix des outils de boucherie et de coupe de végétaux tendres selon traitement thermique et modules de supports pour le site des Moulins à Saint-Paul-Trois-Châteaux. (DAO L. Torchy).....	285
Fig. 315 : Innovations technologiques sur silex bédoulien au cours du Chasséen (d'après les données recueillies à partir de : Binder 1991 et Léa 2004a). (DAO L. Torchy). .....	287
Fig. 316 : Saint-Martin, comparaison des spectres absolus tenant compte ou pas des pièces sans trace diagnostique. (DAO L. Torchy). .....	291
Fig. 317 : Spectre des moyennes basé sur les 7 sites du corpus. (DAO L. Torchy). .....	291
Fig. 318 : Les Moulins, obtention du spectre relatif par soustraction du spectre des moyennes au spectre absolu. (DAO L. Torchy).....	292
Fig. 319 : Spectres fonctionnels relatifs basés sur les représentations moyennes de chaque activité sur les sept sites du corpus. (DAO L. Torchy). .....	293
Fig. 320 : Spectres fonctionnels relatifs du site de St-Martin. (DAO L. Torchy). .....	294
Fig. 321 : Spectres fonctionnels relatifs du site de Saint-Michel-du-Touch, structure A150inf, A168b et A283. (DAO L. Torchy). .....	295
Fig. 322 : Spectres fonctionnels relatifs du site de Saint-Michel-du-Touch, structure A150sup et A133. (DAO L. Torchy). .....	296
Fig. 323 : Spectre fonctionnel relatif du site d'Auriac. (DAO L. Torchy). .....	297

Fig. 324 : Spectre fonctionnel relatif du site des Moulins. (DAO L. Torchy).....	298
Fig. 325 : Spectre fonctionnel relatif du site de l'Héritière. (DAO L. Torchy).....	299
Fig. 326 : Spectres fonctionnels relatifs du site de Saint-Antoine. (DAO L. Torchy). ....	300
Fig. 327 : Spectres fonctionnels relatifs du site de Château-Percin. (DAO L. Torchy).....	301
Fig. 328 : Proportion des différentes matières premières (toutes productions confondues). (DAO L. Torchy). 302	
Fig. 329 : Utilisation des différentes matières sur le site de SMT. La complémentarité entre les différentes productions est évidente (DAO L. Torchy). ....	302
Fig. 330 : Proportion silex bédoulien chauffé/silex bédoulien non chauffé. (DAO L. Torchy). ....	303
Fig. 331 : Utilisation selon les modules sur le site d'Auriac. (DAO L. Torchy). ....	304
Fig. 332 : Hypothèse de fonctionnement des réseaux de diffusion du silex bédoulien (d'après Léa 2005, modifié). (DAO L. Torchy).....	306
Fig. 333 : Schéma théorique de l'augmentation de l'intensité d'utilisation en fonction de la distance des sources. (DAO L. Torchy). ....	307
Fig. 334 : Intensité d'utilisation des lame(lle)s en silex bédoulien chauffé en fonction de la distance de la zone de production. (DAO L. Torchy).....	308
Fig. 335 : Intensité d'utilisation des lame(lle)s en silex bédoulien chauffé en fonction de la distance de la zone de production, avec correction pour l'Héritière et Auriac (Sites du corpus + La grotte de l'Eglise ; Gassin, 1996). (DAO L. Torchy). ....	309
Fig. 336 : Nombre de zones d'utilisation moyen sur tous les sites du corpus. (DAO L. Torchy). ....	310
Fig. 337 : Deux modes de gestion différents pour un même nombre de ZU moyen sur la totalité des pièces. .	310
Fig. 338 : Intensité d'utilisation des lame(lle)s sur silex bédoulien non chauffé en fonction de la distance de la zone de production (sites du corpus + Le Pirou et Langel ; Torchy et Gassin 2011). (DAO L. Torchy).....	311
Fig. 339 : Degrés d'intégration des sites d'après les taux d'utilisation en fonction de la distance. (DAO L. Torchy). ....	312
Fig. 340 : Schéma théorique d'un ensemble des réseaux à morphologie fractale dont les flux sont de différentes origines. La taille des carrés est fonction des niveaux d'intégration des sites (La distinction entre silex bédoulien chauffé et non chauffé n'a pas été représentée pour la lisibilité du schéma). (DAO L. Torchy).....	313