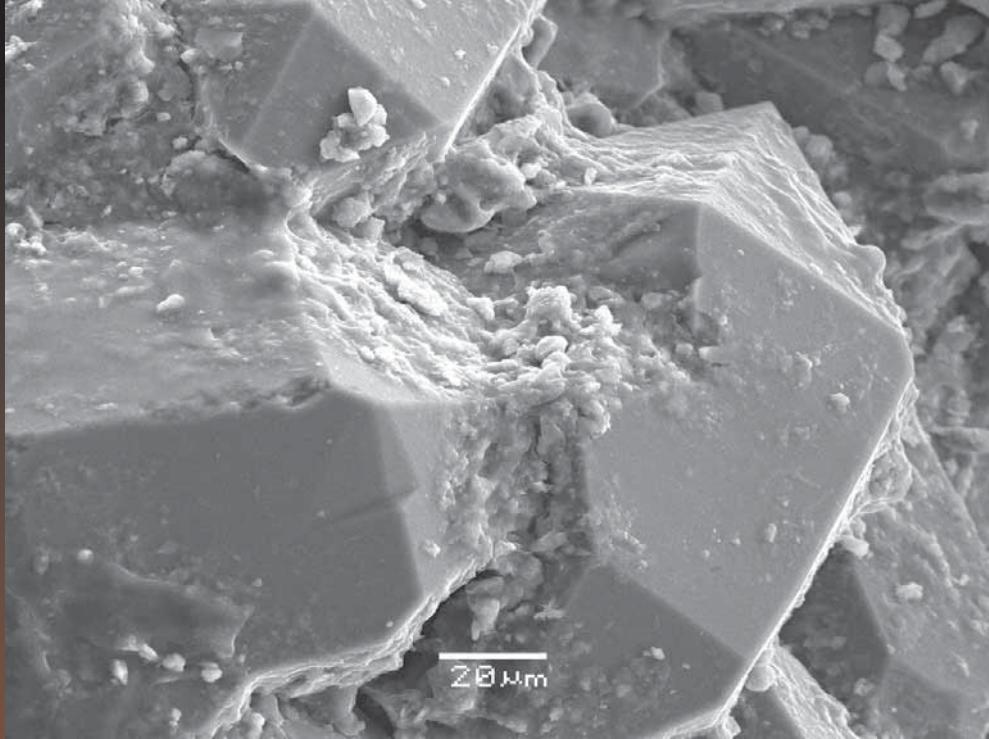


Projet Collectif de Recherche

Rapport d'activité 2014



Réseau de Lithothèques en Rhône-Alpes

Coordinateur : Paul Fernandes

Contributions :

Binder (D.), Caverne (J.-B.), Dalphinet (D.), Delage (C.), Delvigne (V.), Dessaint (P.), Gaillot (S.), Garcia-Anton (M.-D.), Léandri (C.), Liabeuf (R.), Liagre (J.), Morala (A.), Mevel (L.), Piboule (M.), Platel (J.-P.), Raynal (J.-P.), Schmidt (P.), Tallet (P.), Thirault (E.), Tomasso (A.), Tufféry (C.), Turq (A.)

PALEOTIME
archéologie préventive



Villard de Lans, janvier 2015

Notice BSR 2014 : Réseau de lithothèques en Rhône-Alpes

Nom d'auteur : Paul Fernandes (UMR PACEA)

Numéro d'OA : 2211484

Responsable d'opération : Paul Fernandes (UMR PACEA, Paléotime)

Nature de l'opération : Projet collectif de recherche (PCR), du 01-06-2014 au 28-12-2014

Couverture géographique : région Rhône-Alpes

Mots-clés du thésaurus : matière première, méthodologie, silex, extraction du silex, cartographie, territoire, comportement social

Chronologie : Préhistoire, Paléolithique, Paléolithique inférieur, Paléolithique moyen, Paléolithique supérieur, Epipaléolithique et Mésolithique, Mésolithique ancien, Mésolithique récent, Mésolithique final, Néolithique, Néolithique ancien, Néolithique moyen, Néolithique final, Néolithique récent, Chalcolithique, Protohistoire, âge du Bronze, Bronze ancien, Bronze récent, Bronze final, âge du Fer, Hallstatt, premier âge du Fer, La Tène, second âge du Fer

Peuples et citées : cultures du Paléolithique, Cultures du Paléolithique moyen, Cultures du Paléolithique supérieur, Néolithique-Chalcolithique

Keywords : raw material, methodology, flint, extraction of flint, cartography, territory, Prehistory, Lower Palaeolithic, Middle Palaeolithic, Upper Palaeolithic, Mesolithic, Neolithic, Early Neolithic, Middle Neolithic, Late Neolithic, Neolithic-Chalcolithic, Protohistory, Bronze Age, Early Bronze Age, Late Bronze Age, Late Bronze Age I, Late Bronze Age II, Late Bronze Age III, Iron Age, Hallstatt, Iron Age (first period), La Tène, Iron Age (second period), Palaeolithic cultures, Middle Palaeolithic cultures, Upper Palaeolithic cultures, Neolithic-Chalcolithic

Titre : Rhône-Alpes

Sous-titre : Réseau de lithothèques

En 2014, les résultats scientifiques obtenus débouchent sur une amélioration significative par rapport aux pratiques couramment utilisées. Avec la constitution d'un protocole d'analyse refondé et la mise en place d'un plan rationnel de numérisation des données géoréférencées, nous participons à la construction d'un outil plus approprié à l'étude des comportements humains face à la matière première siliceuse.

Le projet est soutenu désormais par la Sous-direction de l'archéologie et deux Instituts du CNRS (INEE et INSHS). Il fédère les SRA de Rhône-Alpes, PACA, Corse, Aquitaine, Limousin, Poitou-Charentes, Picardie, Nord-Pas-de-Calais, Bretagne, plusieurs laboratoires du CNRS (CEPAM, PACEA, TRACES, LAMPEA, Muséum National d'Histoire Naturelle), les universités (Nice, Bordeaux, Toulouse, Aix), plusieurs Programmes collectifs de recherches (ETICALP : Evolutions, transferts, interculturalités dans l'arc liguro-provençal : matières premières, productions et usages, du Paléolithique supérieur à l'âge du Bronze ancien) ; Réseau de Lithothèques en Rhône-Alpes ; Espaces et Subsistance au Paléolithique moyen dans le sud du Massif central), le Musée national des Préhistoires des Eyzies, le CNP, l'INRAP et la société Paléotime.

Cette année, le PCR a été financé par le Ministère de la Culture et de la Communication, les Conseils généraux de l'Ain, de l'Ardèche, de la Savoie et la SARL Paléotime dans le cadre des opérations programmées. Grâce à ces financements et le travail des membres, nous avons obtenu des résultats encourageants.

Une base de données géoréférencées comprenant les régions Rhône-Alpes et Auvergne, une partie du Bassin aquitain et de la région PACA, existent dans deux versions : une sous forme d'un web service à l'échelle du

1/10 000, accessible sur inscription depuis des solutions de SIG, réservée aux acteurs scientifiques tout en préservant leurs droits. Une seconde version à l'échelle au 1/50 000 est, dès à présent, intégrable à l'Atlas des patrimoines du Ministère de la Culture et de la Communication (<http://atlas.patrimoines.culture.fr>) pour diffuser auprès du grand public une partie des données, tant au niveau de la cartographie, que des notices explicatives et des fiches de micro-faciès. L'historique du projet fait que l'inventaire des silex des départements de la région Rhône-Alpes fera partie des premières réalisations. Nous disposons désormais de données gîtologiques conséquentes et de fiches de caractérisation harmonisées pour plusieurs centaines de types de silex. Leur compilation débouchera, à court terme, sur la publication de cartes et d'atlas spécifiques.

Ce programme s'insère dans la dynamique actuelle qui tend vers une meilleure connaissance de nos territoires et de nos patrimoines. Notre démarche dépasse les pratiques généralement répandues et accroît nos connaissances. La prise en compte de toutes les variations enregistrées par les silex devient alors la clé de la détermination de la circulation du mobilier lithique. En intégrant la notion de chaîne évolutive, nous créons des cartes dynamiques au sein desquelles l'espace et le temps différencient les silex. Un silex est dès lors inscrit dans un itinéraire qui lui est propre. Cette approche géomatique conduit à une meilleure définition des lieux de collecte et ses aspects collaboratifs fournissent désormais les bases nécessaires au développement d'études nationales sur la reconnaissance des stratégies territoriales. Les recherches sur les notions de territoire aux périodes pré- et protohistoriques s'enrichissent ainsi d'un nouveau champ de réflexion qui gagnerait à être poussé plus avant.

Le PCR Réseau de lithothèques en Rhône-Alpes est en mesure de devenir l'ossature d'un modèle multi-régional. Ce projet collectif a vocation à être encore étendu à d'autres régions (Picardie, Nord-Pas-de-Calais, Centre, Île-de-France, Languedoc-Roussillon, Midi-Pyrénées). Il a donc été convenu au cours de réunions à la Sous-direction de l'Archéologie de mettre en place un outil pour structurer la communauté nationale des pétroarchéologues et d'étendre ce PCR aux régions intéressées, sous une nouvelle appellation « Réseau lithothèques ». Dans cette optique, nous souhaitons participer à la création de plusieurs PCR en s'appuyant sur des référents dans chaque région, afin d'établir la liste complète des lithothèques, commencer leur récolement en prenant en compte la notion de « Chaîne évolutive » et, de fait, renforcer le volet recherche terrain.

Avertissement

Les rapports de fouille constituent des documents administratifs communicables au public dès leur remise au Service régional de l'archéologie, suivant les prescriptions de la loi n° 78-753 du 17 juillet 1978 modifiée, relative à l'amélioration des relations entre l'administration et le public. Aux termes de la circulaire du 26 mars 1993, ils pourront être consultés ; les agents des Services régionaux de l'archéologie rappelleront à tout demandeur les droits de propriété littéraire et artistique possédés par les auteurs et les contraintes qui en résultent pour tout consultant. Les prises de notes et les photocopies sont utilisées pour un usage exclusivement privé et non destiné à une utilisation collective (article L122-5 du code de la propriété intellectuelle). Toute reproduction du texte accompagnée ou non de photographies, cartes ou schémas, n'est possible que dans le cadre du droit de courte utilisation, avec les références exactes et complètes de l'auteur et de l'ouvrage. Par ailleurs, l'exercice du droit à la communication exclut, pour ses bénéficiaires ou pour les tiers, la possibilité de reproduire, de diffuser ou d'utiliser à des fins commerciales les documents communiqués (Loi n° 78-753 du 17 juillet 1978, art. 10).

Le non respect de ces règles constitue un délit de contrefaçon puni par l'article 425 du code pénal.

Fernandes *et al.* 2014 : FERNANDES (P.), BINDER (D.), CAVERNE (J.-B.), DALPHINET (D.), DELAGE (C.), DELVIGNE (V.), DESSAINT (P.), GAILLOT (S.), GARCIA-ANTON (M.-D.), LEANDRI (C.), LIABEUF (R.), LIAGRE (J.), MORALA (A.), MEVEL (L.), PIBOULE (M.), PLATEL (J.-P.), RAYNAL (J.-P.), SCHMIDT (P.), TALLET (P.), THIRAUT (E.), TOMASSO (A.), TUFFERY (C.), TURQ (A.) – Projet Collectif de Recherche, Rapport d'activité 2014, Villard-de-Lans (38), 2015, 365 p.

Légende couverture : Remplissage de bioclaste à macroquartz recouverts de silice.

Mise en page du Rapport : Marion Dousse.

SOMMAIRE

Documentation administrative	p.9
Remerciements	p.13
P.C.R. Réseau de lithothèques en Rhône-Alpes Rapport 2014	
1. Présentation de l'opération	p.15
1.1. Historique	p.15
1.2. Actualités	p.16
2. Bilan d'activité	p.22
2.1. Introduction	p.22
2.2. Travail sur le terrain (prospections et sondages)	p.22
2.3. Travail sur les lithothèques	p.23
2.4. Résultats obtenus sur les séries archéologiques	p.23
2.5. Résultats obtenus grâce à l'utilisation d'outils SIG	p.24
2.5.1. Vers des cartes à l'échelle nationale (C. Tufféry, P. Tallet, J.-B. Caverne, P. Fernandes, D. Dalphinet)	p.24
2.5.2. Pour une représentation dynamique des formations à silex (D. Dalphinet)	p.24
2.5.3. Finalisation d'une carte des formations à silex du bassin d'Aquitaine (A. Morala, P. Tallet, J.-P. Platel, A. Turq, P. Fernandes)	p.30
2.6. Participations et invitation à colloques	p.31
2.7. Publications parues	p.51
3. Les contributions	p.191
3.1. Introduction	p.191
3.2. Identification, caractérisation et cartographie des gîtes primaires de silex dans le pourtour lyonnais. (Liagre (J.), Gaillot (S.) et Dessaint (P.) (en collaboration avec P. Fernandes)	p.191
3.2.1. La lithothèque lyonnaise : les gîtes primaires	p.191
3.2.2. Caractérisation des faciès des « silex primaires » lyonnais	p.192
3.2.3. Synthèse et perspectives	p.195
3.3. Les circulations de matières premières pendant le Tardiglaciaire dans les Alpes du nord. Bilan de quelques problématiques économiques.	p.205
3.3.1. De la caractérisation des matières premières à la compréhension des rythmes de peuplements préhistoriques	p.205
3.3.2. Un approche diachronique : les circulations de matières premières des ensembles Tardiglaciaire de l'abri des Douattes (Musièges, Haute-Savoie)	p.205

3.3.3. Comportements techno-économiques des sociétés de la fin de l’Azilien : quelques résultats	p.206
3.4. Etude des silex du département de la charente (2002-2014) (C. Delage, X. Mangado, M.-R. i Solé)	p.211
3.5. Rapport d’activité (A. Garcia)	p.212
3.5.1. Revues à comité de lecture	p.212
3.5.2. Actes de colloques à comité de lecture	p.212
3.5.3. Communications colloques, congrès, Symposiums	p.213
3.6. Les matières premières du Sud-Est de la France : bilan et perspectives d’études	p.213
3.7. Rapport d’activité 2014, Patrick Schmidt pour PCR	p.215
3.8. Etude pétroarchéologique des objets en silex de Balazuc (P. Fernandes, P. Tallet, V. Delvigne, A. Lafarge, M. Piboule, J.-P. Raynal)	p.215
3.8.1. Le choix méthodologique	p.217
3.8.2. Le cadre géologique et les ressources en silex	p.218
3.8.3. Diagnose des types de silex présents dans la série étudiée	p.219
3.9. Etude pétroarchéologique des objets en silex de l’abri du Maras (Ardèche), campagnes 2011-2012	p.274
3.10. Silex noir de l’Autunien du Bourbonnais : Région de Buxières-les-Mines - Bassin de l’Aumance - (Allier)	p.310
3.11. Extrait du rapport de Montguyon : Etude pétroarchéologique du site.	p.315
4. Conclusion et perspectives	p.364

P.C.R.
Réseau de lithothèques
en Rhône-Alpes

Rapport 2014

Documentation administrative

Fiche signalétique

L'identité du lieu d'intervention

Région : Rhône-Alpes

Départements : Ain, Ardèche, Drôme, Isère, Loire, Rhône, Savoie, Haute-Savoie

Nature de l'opération

Le projet : Projet Collectif de Recherche « Réseau de lithothèques en Rhône-Alpes »

Programme de rattachement : 12, le Néolithique : habitats, sépultures, productions, échanges

Arrêté d'autorisation : 2014/1083

Code d'opération : 11484

Responsable d'opération : Paul Fernandes

Dates de l'intervention : 01/06/2014 au 28/12/2014

Chronologie : Préhistoire

Lieux de dépôts : locaux de la société Paléotime, 6173 rue Jean Séraphin Achard Picard 38250 Villard-de-Lans, pour la lithothèque de Dolomieu et celle de Paléotime. Capra Valence : qui conserve des silex de l'Ardèche et de la Drôme. Le Musée d'Orgnac : qui possède des silex de l'Ardèche et du Gard. Neuchâtel : qui conserve les collections d'échantillons provenant des Alpes françaises. Laussone (Haute-Loire) : où sont stockés des échantillons auvergnats mais aussi de la Loire de l'Ardèche, de la Drôme et du Gard. Lyon et Bron où sont stockés des échantillons de la zone autour de Lyon dans le bureau de Jérémie Liagre.

Fiche générique

Responsables scientifiques

Les travaux sont coordonnés par Paul Fernandes, collaborateur bénévole de l'Université de Bordeaux 1 Sciences et Technologies, UMR 5199 PACEA, Alain Turq, André Morala, Musée National de Préhistoire des Eyzies et Michel Piboule, Professeur retraité de Pétrologie-Géochimie, Institut Dolomieu et Maison des Géosciences, Université Joseph Fourier, Grenoble, Didier Binder, CEPAM - UMR 7264, Nice, Jean-Paul Raynal, PACEA - UMR 5199, Bordeaux et Jean-Pierre Bracco, LAMPEA - UMR 5594, Aix-en-Provence, Jean-Pierre Platel retraité BRGM, Antonin Tomasso CEPAM, Vincent Delvigne PACEA, Céline Léandri SRA Corse.

Financement

Le financement de cette campagne a été assuré par le Ministère de la Culture et de la Communication dans le cadre des Opérations Programmées 2014, les Conseils Généraux de l'Ain, l'Ardèche, l'Isère, la Savoie et la société Paléotime.

	Fonctionnement
ETAT (sous dir. de l'archéologie)	5 000 €
Collectivités Départements	
CG Ain	4 878 €
CG Ardèche	1 000 €
CG Savoie	1 200 €
Autre : Paléotime	4 500 €
TOTAL	16 578€

La gestion financière est assurée par les associations suivantes : l'AVDPA (Association pour la Valorisation et la Diffusion de la Préhistoire Alpine, siège social : Institut Dolomieu, 15 rue Maurice Gignoux, Grenoble) ; ALPARA (Association de liaison pour le patrimoine et l'archéologie en Rhône-Alpes et en Auvergne, 25 rue Roger Radisson, 69005 Lyon) ; l'ESPAHS (Etude et Sauvegarde du Patrimoine Archéologique de la Haute-Savoie, siège social : 19 bis, rue Bienheureux Pierre-Favre, 74230 Thônes) ; ADRAS (Association Départementale pour la Recherche Archéologique en Savoie, siège social : chez Mr Gilbert Pion, 895 route de la Batie, 73230 St-Alban-Leysse).

Equipe d'intervention

Sur le terrain

Jehanne Affolter, pétroarchéologue Neuchâtel : UMR 5594 AR-GEO-Lab Université Neuchâtel Espace Louis-Agassiz 1 CH-2000 Neuchâtel ;

Sébastien Bernard-Guelle, Paléotime : 6173 rue Jean Séraphin Achard Picard 38250 Villard-de-Lans ; Guillaume Boccaccio, Conservation départementale du Gard ;

Vincent Delvigne, doctorant Bordeaux 1 Sciences et Technologies PACEA : UMR 5199 PACEA, Bât. B18, av. des Facultés, 33405 Talence ;

Stéphane Gaillot, Service Archéologique de la Ville de Lyon : 10 rue Neyret 69001 Lyon ;

Audrey Lafarge, ASM, UMR 5140-E3, Préhistoire et

Protohistoire Méditerranéennes, Montpellier ;
Harold Lethrosne, INRAP, 525 avenue de la pomme de pin 45590 Saint-Cyr-en-Val ;
Jérémie Liagre, Service archéologique de la Ville de Lyon : 10 rue Neyret 69001 Lyon ;
Michel Piboule, Université Joseph Fourier : BP 53 38041 Grenoble Cedex 9 ;
Françoise Prudhomme, Musée d'Orgnac : Orgnac-l'Aven 07150 Orgnac-l'Aven ;
Antonin Tomasso, CEPAM - UMR 7264 : campus Saint-Jean-d'Angély, 24 av. des Diables Bleus 06357, Nice Cedex 4 ;
Eric Thirault, société Paléotime : 6173 rue Jean Séraphin Achard Picard 38250 Villard-de-Lans ;
Paul Fernandes, société Paléotime : 6173 rue Jean Séraphin Achard Picard 38250 Villard-de-Lans.

En laboratoire

Patrick Schmidt, MNHN : Dpt. de Abteilung für Ältere Urgeschichte und Quartärökologie, Institut für Ur und Frühgeschichte und Archäologie des Mittelalters, Eberhard-Karls Universität Tübingen, Hohentübingen, Burgsteige 11, D-72070 Tübingen ;
François Fröhlich, Professeur MNHN : Dpt. de Préhistoire UMR 7194, Centre de spectroscopie infrarouge, 57 rue Cuvier 75231 Paris Cedex 05 ;
François-Xavier Le Bourdonnec, Dr Université Bordeaux 3 IRAMAT : UMR 5060, Domaine Universitaire, Esplanade des Antilles 33607 Pessac ;
Médard Thiry, École des Mines de Paris : 35 Rue St Honoré 77300 Fontainebleau ;
Christophe Tufféry, INRAP : 7 rue de Madrid 75008 Paris ;
Pascal Tallet, société Paléotime : 6173 rue Jean Séraphin Achard Picard 38250 Villard-de-Lans.

Consultants archéologues

Marie-Hélène Moncel, CNRS, Musée National d'Histoire Naturelle, Institut de Paléontologie Humaine, Paris, UMR 5198 ;
Jean-Paul Raynal, Directeur de recherche au CNRS : Université Bordeaux 1, sciences et technologies, UMR 5199 PACEA, Bât. B18, av. des Facultés, 33405 Talence ;
Alain Turq, Musée national de Préhistoire : 1 rue du Musée 24620 Les Eyzies-de-Tayac et Université de Bordeaux 1 : UMR 5199 PACEA ;
André Morala, Musée national de Préhistoire : 1 rue du Musée 24620 Les Eyzies-de-Tayac et Université de Bordeaux 1 : UMR 5199 PACEA ;
Pascal Foucher, DRAC Midi-Pyrénées : Hôtel des Chevaliers de Saint-Jean 32 rue d'Albade BP 811

31080 Toulouse cedex 6 ;
Frédéric Bazile, Université de Montpellier 3 : UMR 5140 « Archéologie des Sociétés Méditerranéennes », 3 route de Mende, 34199, Montpellier ;
Pierre-Jean Texier, Université Bordeaux 1 : UMR 5199 PACEA Bât. B18, av. des Facultés, 33405 Talence ;
Christian Normand : DRAC Aquitaine Service Régional de l'Archéologie 54 rue Magendie 33074 Bordeaux cedex UMR 5608 Toulouse le Mirail ;
Pierre-Yves Demars Université Bordeaux 1 : UMR 5199 PACEA Bât. B18, av. des Facultés, 33405 Talence ;
Régis Picavet, société Paléotime : 6173 rue Jean Séraphin Achard Picard 38250 Villard-de-Lans ;
Céline Leandri : Service régional de l'archéologie DRAC de Corse Villa San Lazaro 1, chemin de la Pietrina CS 100003, 20704 Ajaccio Cedex 9.

Adresses mail des 109 participants au projet Atlas des silex du sud de la France en 2013 :

a.delagnes@pacea.u-bordeaux1.fr
a.queffelec@pacea.u-bordeaux1.fr
affolterjs@bluewin.ch
alain.beeching@univ-lyon2.fr
alain.turq@culture.gouv.fr
andre.morala@culture.gouv.fr
anne.hauzeur@Paléotime.fr
anne.lebot-helly@culture.gouv.fr
anne.pariente@mairie-lyon.fr
antonin.tomasso@cepam.cnrs.fr
barbaremedina79@hotmail.com
barmelosu@yahoo.it
bergerguilbert@neuf.fr
bernard.gely@culture.gouv.fr
bon@univ-tlse2.fr
briandthomas2005@yahoo.fr
brioisfrancois@yahoo.fr
camilledaujeard@hotmail.fr
caroline.riche@inrap.fr
christian.servelle@gmail.com
christian.verjux@culture.gouv.fr
christophe.Tuffery@inrap.fr
celine.leandri@culture.gouv.fr
cpjnormand@wanadoo.fr
ctavormina@hotmail.com
david.colonge@inrap.fr
david.lefevre@univ-montp3.fr
delage@cwnet.com
demars-pierre-yves@wanadoo.fr
didier.binder@cepam.cnrs.fr

elodielecher@yahoo.fr
 emeric.cornet@pair-archéologie.fr
 emilie.claud@inrap.fr
 eric.thirault@paleotime.fr
 evelyne.tissier@univ-tlse2.fr
 Francois-Xavier.Le-Bourdonnec@u-bordeaux3.fr
 fredericbazile2@gmail.com
 frederic.jallet@inrap.fr
 frederik.letterle@culture.gouv.fr
 frohlich@mnhn.fr
 g.boccace@lycos.com
 gourguen.davtian@cepam.cnrs.fr
 guibert@u-bordeaux3.fr
 guilhem12@hotmail.com
 harald.floss@uni-tuebingen.de
 harold.lethrosne@inrap.fr
 j.jaubert@pacea.u-bordeaux1.fr
 jacques.brochier@univ-provence.fr
 jacques.tixier@orange.fr
 jeremie.liagre@mairie-lyon.fr
 jguilaine@wanadoo.fr
 jean-baptiste.caverne@paleotime.fr
 jean-michel.geneste@culure.gouv.fr
 jean-pierre.bracco@univ-amu.fr
 jerome.primault@culture.gouv.fr
 jg.bordes@pacea.u-bordeaux1.fr
 jp.chadelle@dordogne.fr
 jpraynal@wanadoo.fr
 laurence.bourguignon@inrap.fr
 laurent.SERVANT@cloridepower.com
 ludomevel@yahoo.fr
 lwilson@unbsj.ca
 m.loenoir@pacea.u-bordeaux1.fr
 madolores.garciaanton@urv.cat
 malletnicole@neuf.fr
 mangado@ub.edu
 mar.rey.sole@hotmail.com
 marcaulagnier@orange.fr
 marc.jarry@inrap.fr
 martasanchez.205@hotmail.com
 mdeckers@hotmail.com
 medard.thiry@mines-paristech.fr
 michel.errera@africamuseum.be
 miquele.86@hotmail.com
 minet.theo@gmail.com
 moncel@mnhn.fr
 nuria.rb.arq@gmail.com
 olivier.ferullo@culture.gouv.fr
 ortega@imf.csic.es
 pascal.foucher@culture.gouv.fr
 pascal.tallet@Paléotime.fr
 patrick.schmidt@uni-tuebingen.de
 pbintz@wanadoo.fr
 philippe.dessaint@mairie-lyon.fr
 pierre.chalard-biberson@culture.gouv.fr
 piboulemichel@gmail.com
 platel.expert@orange.fr
 prfmillet@orange.fr
 py.demars@pacea.u-bordeaux1.fr
 regis.picavet@Paléotime.fr
 renault@mmsb.univ-aix.fr
 rene.liabeuf@culture.gouv.fr
 sebastien.bernard-guelle@paleotime.fr
 solene.caux@gmail.com
 sophie.gregoire@cerptauteval.com
 sotoquesadamaría@gmail.com
 stephane.gaillot@mairie-lyon.fr
 sylvie.saintot@inrap.fr
 terradas@imf.csic.es
 thaubry@sapo.pt
 tperrin@free.fr
 valdeyro@univ-tlse2.fr
 vanessa.lea@univ-tlse2.fr
 vincent.delvigne@hotmail.fr
 xaviroda@gmail.com
 yves.pautrat@culture.gouv.fr
 zoethomas@hotmail.fr



PRÉFET DE LA RÉGION RHÔNE-ALPES

**Direction régionale des
affaires culturelles**
Service régional de l'archéologie

LE PREFET DE LA REGION RHONE-ALPES
PREFET DU RHONE
Officier de la Légion d'Honneur
Officier de l'ordre national du Mérite
à

Monsieur Paul FERNANDES

N° : 2014/1083
(code opération : 11484)

Monsieur,

Vous m'avez soumis pour avis un projet de recherche :

[X] projet collectif de recherche

concernant, en région **Rhône-Alpes**,
le projet : « Le réseau des lithothèques en Rhône-Alpes. »
Programme : 12 LE NEOLITHIQUE : HABITATS, SEPULTURES, PRODUCTIONS, ECHANGES

J'ai l'honneur de vous faire connaître que, après avis de la commission interrégionale de la recherche archéologique Centre-Est je suis favorable à la réalisation de ce projet, jusqu'au **31/12/2014**.

A la fin de l'année, vous voudrez bien adresser au conservateur régional de l'archéologie l'ensemble de la documentation relative à l'opération et, en cinq exemplaires, un rapport sur les travaux menés accompagné, le cas échéant, de cartes et de photographies, ainsi que des fiches détaillées établies pour chacun des nouveaux sites identifiés au cours des recherches.

Veuillez agréer, Monsieur, l'expression de ma considération distinguée.

Fait à Lyon, le 9 avril 2014

Pour le directeur régional des affaires culturelles
par subdélégation
la conservatrice régionale de l'archéologie
Anne LE BOT HELLY

Remerciements

J'adresse mes remerciements au Service Régional de l'Archéologie de Rhône-Alpes (Ministère de la Culture et de la Communication) pour le soutien constant accordé au projet depuis sa création. Je tiens à adresser toute ma reconnaissance aux Conseils généraux de l'Ain, d'Ardèche et de la Savoie pour les subventions qu'ils ont attribué au fonctionnement et ce malgré leurs difficultés actuelles. J'exprime toute ma gratitude à tous les membres du PCR qui ont œuvré à l'élaboration d'un outil de travail méthodologique et cartographique à l'échelle du sud de la France. Je remercie l'ensemble des intervenants archéologues, géologues, minéralogistes et géographes qui ont fait bénéficier, une fois de plus, à ce PCR leurs compétences respectives. Ce programme a tiré avantage du support logistique des laboratoires CEPAM - UMR 7264 Nice, PACEA - UMR 5199 Bordeaux 1, LAMPEA - UMR 6636 au sein de la Maison Méditerranéenne des Sciences de l'Homme à Aix-en-Provence.

Ce rapport est la conséquence nécessaire au travail collectif initié par Pierre Bintz dès les années soixante dix. Il contribue à l'un des objectifs du PCR : réaliser un bilan cartographique du domaine minéral exploitable à l'échelle suprarégionale (l'ensemble du sud de la France). En 2014, à la suite des résultats obtenus par l'investissement bénévole, de nos membres, nous avons enrichi l'inventaire des formations à silex du sud-est de la France et réalisé une carte des principaux affleurements à silex de la région Aquitaine. En parallèle, nous avons poursuivi un atlas des microfaciès pour une partie des silex des lithothèques de Dolomieu et du Musée National de Préhistoire des Eyzies. Je tiens à exprimer toute ma gratitude à Pierre Bintz, Alain Turq, André Morala,

Didier Binder, Jean-Paul Raynal, Frédéric Bazile, Catherine Grünwald, Jehanne Affolter, Céline Leandri, Caroline Riche, Raphaële Guibert, Vincent Delvigne, Sébastien Bernard-Guelle, Régis Picavet, Michel Piboule, Alain Beeching, Antonin Tomasso, Thierry Aubry, Jacques-Léopold Brochier, Christian Stouvenot et René Liabeuf, qui par leurs travaux ou leurs participations ont facilité la réalisation de ce rapport. Les données ainsi obtenues doivent autant à cette approche collective et harmonisée qu'aux soutiens des diverses institutions déjà citées. Les soutiens de Marc Drouet, sous-directeur de l'archéologie (MCC), de Bernard Randoïn MCC, adjoint au sous-directeur, de Anne Le Bot-Helly, Xavier Delestre, Henri Marchesi, Franck Leandri, Nathalie Fourment, Thierry Bonin, Thierry Bismuth, Michel Vaginay, Christian Verjux, Frédéric Letterle (conservateurs régionaux de l'archéologie), de Didier Binder (UMR 7264), Jean-Pierre Bracco (UMR 7269), de Bruno Maureille (directeur de PACEA - UMR 5199), la coopération de la Région Rhône-Alpes, les crédits et le support logistique accordés par la société Paléotime ont été décisifs dans la concrétisation d'un tel projet. Les résultats obtenus doivent beaucoup aux conseils prodigués par Christophe Tufféry, Davtian Gourguen, Marie-Hélène Moncel, Jean-Paul Raynal et Michel Piboule. Il a aussi fallu toute l'attention et l'ingéniosité de Marion Dousse, de Pascal Tallet et Jean-Baptiste Caverne pour trouver des solutions à tous les problèmes techniques et informatiques. Enfin je remercie vivement les équipes de l'ADRAS, l'AVDPA, l'ALPARA et l'ESPAHS qui ont assuré la gestion des crédits. Ma gratitude va en particulier à Michel Chevrier, Henry Barthélémy, Pierre Bintz et Gilbert Pion.

1. Présentation de l'opération

(Paul Fernandes)

Introduction

L'étude de l'origine des outils taillés constitue une thématique de recherche commune à tous les préhistoriens. Elle s'inscrit dans une perspective de recherche sur les modes d'exploitation des ressources et sur la territorialité des groupes humains, démarche qui constitue depuis plusieurs années un des principaux enjeux de la recherche sur les sociétés préhistoriques. Dans ce contexte, la caractérisation précise des ressources fixes – et notamment celle des silex qui forment l'essentiel des équipements des groupes humains préhistoriques qui parviennent aux archéologues – revêt un intérêt particulier en ce qu'elle permet de dessiner des espaces parcourus et d'identifier des modes de transport des artefacts qui renseignent sur les formes sociales et les régimes de mobilité. Néanmoins, l'appropriation, pendant des années, du matériau silex par l'archéologue a minimisé, sinon supplanté l'indispensable étape de caractérisation approfondie.

1.1. Historique

C'est pour cette raison que fut créé en 2000, sur la base du volontariat, « le Groupe silex » à partir de travaux sur le Massif central. Cette équipe constituée de cristallographes, minéralogistes ; pétrographes, géologues et Préhistoriens a entrepris une démarche expérimentale, qui a permis d'élaborer un outil de diagnose utilisant de nouveaux paramètres et notamment les propriétés d'enregistrement des changements climatiques et paléoenvironmentaux lisibles sur les silex. Le cas du silex est particulier car il conserve, mieux que la plupart des autres roches, les témoignages des processus d'altération. Ce matériau métastable a donc une histoire que l'on peut décrypter « la chaîne évolutive ». Il est désormais possible de mettre en place un protocole de caractérisation robuste, fondé sur des supports multiscalaires (de la formation à silex au microfaciès) et dynamiques (du gîte primaire aux formations superficielles les plus distales, concept de la Chaîne évolutive). Ce mode opératoire innovant permet de mieux définir

les déplacements des matériaux et des hommes aux temps préhistoriques.

A partir de 2006 ce groupe de réflexion c'est associé au PCR (Réseau de Lithothèque en Rhône-Alpes) cette union a été déterminante pour la structuration du projet. Il s'agit du programme collectif de recherche rattaché au programme 12, le néolithique : habitats, sépultures, productions, échanges. Cette démarche avait pour objectif de coordonner les opérations et renforcer les collaborations sur les matières premières en Rhône-Alpes. Depuis cette date « le Groupe Silex » dans le cadre du PCR travaille au géoréférencement des formations à silex présentes en Auvergne et en Rhône-Alpes, à la caractérisation des types de silex, à la diffusion des données et enfin à la formation des étudiants. Cet engagement a permis de constituer un atlas des microfaciès et des états de surface des principaux types de silex présents en Auvergne et dans la vallée du Rhône. Cette étape préliminaire visait à établir un fichier comprenant une description fine des aspects discriminants et une iconographie didactique à toutes les échelles. En parallèle, des synergies ont été amorcées à différentes occasions (Orgnac 2004, tables rondes d'Aurillac 2002, de Lattes 2009, de Lyon 2010, Les Eyzies 2012, Toulouse 2013...).

Pour des raisons propres à l'étude de certaines séries archéologiques le projet a débordé le cadre régional. A partir de 2010, il a été de fait élargi à plusieurs régions périphériques (Aquitaine, Provence-Alpes-Côte-d'Azur, sud du Bassin Parisien). L'utilisation de modes opératoires innovants (intégrant la notion de Chaîne évolutive) à l'échelle suprarégionale a abouti à la constitution d'une base de données géoréférencées plus riche comprenant un grand nombre de microfaciès marqueurs présents dans le sud de la France.

Cette base vérifiée et harmonisée est nécessaire au développement d'études interrégionales sur la circulation des silex à longue distance. Elle est le fruit d'une collaboration entre des acteurs impliqués dans la problématique de caractérisation de la provenance. Elle regroupe les résultats de leurs prospections systématiques ou ciblées dans quatre régions (Aquitaine, Auvergne, Provence-Alpes-Côte-d'Azur, Rhône-Alpes). Elle intègre, en plus, le dépouillement d'un grand nombre de documents : i) les principaux articles et thèses traitant des formations à silex du sud de la France : ii) plus de 200 fiches issues de la base de données du sous-sol BSS du BRGM, qui permettent de visualiser des logs ou des documents

scannés ; iii) 529 cartes géologiques au 1/50 000 et leurs notices. C'est l'ensemble de la formation contenant le ou les même(s) type(s) de silex qui est prise en compte, le terme de formation désignant un terrain possédant des caractères communs et qui constitue un ensemble cartographiable.

Pendant l'année 2013, nous avons décidé de structurer le projet en privilégiant les objectifs suivants : poursuivre l'élaboration d'un atlas des micro-faciès – amélioré le géoréférencement des formations à silex à l'échelle du sud de la France – diffuser à tous les acteurs intéressés les bases de données ainsi obtenues. En parallèle, certains membres du groupe silex (CEPAM) ont organisé une table ronde à Nice, afin d'identifier les acteurs et leurs champs d'investigation. A la suite de cette étape, une série de réunions a été coordonnée, pour présenter le bilan et les perspectives du projet de création d'un outil suprarégional de cartographie et de caractérisation des silex.

1.2. Actualités

Aujourd'hui, le projet est soutenu par la Sous-direction de l'archéologie et deux instituts du CNRS (INEE, INSHS). Il fédère les SRA : Rhône-Alpes, PACA, Corse, Languedoc-Roussillon, Aquitaine, Limousin, Poitou-Charentes, Picardie, Nord-Pas-de-Calais, Bretagne) plusieurs laboratoires du CNRS (CEPAM, PACEA, TRACES, LAMPEA, Muséum National d'Histoire Naturelle), les universités (Nice, Bordeaux, Toulouse, Aix), plusieurs Programmes Collectifs de Recherches (ETICALP : Evolutions, transferts, inter-culturalités dans l'arc liguro-provençal : Matières premières, productions et usages, du Paléolithique supérieur à l'âge du Bronze ancien ; Réseau de Lithothèques en Rhône-Alpes ; Espaces et Subsistance au Paléolithique moyen dans le sud du Massif central), le Musée National des Préhistoire des Eyzies, le CNP, l'INRAP et la société Paléotime.

**Compte-rendu de la réunion RÉSEAU LITHOTHÈQUES
Sous-direction de l'archéologie
le 14 avril 2014 à Paris aux Bons Enfants**

<u>Participants :</u>	<p>MCC Marc Drouet, sous-directeur de l'archéologie Bernard Randoïn, SDA Jean-Michel Geneste, SDA/CNP Geneviève Pinçon, SDA/B1 Charlotte Périn, SDA/B2 Céline Bressy-Leandri, DRAC Corse/SRA CNRS Françoise Le Mort, INSHS Didier Binder, UMR 7264 + INEE Jean-Paul Raynal, UMR 5199 Cécile Callou, MNHN UMS 3468 Paul Fernandes, UMR 5199</p>
<u>Excusés</u>	<p>Catherine Cretin, SDA Stéphanie Thiébault, CNRS/INEE, représentée Patrice Bourdelais, CNRS/INSHS, représenté Marie-Françoise André, CNRS Alain Turq, MNP</p>

En introduction, Geneviève Pinçon rappelle le contexte de cette réunion organisée par la SDA suite au courrier du 3 février 2014 de Didier Binder et Jean-Paul Raynal à l'attention de Marc Drouet, sous-directeur de l'archéologie, Stéphanie Thiébault, directrice de l'INEE /CNRS, Patrice Bourdelais, directeur de l'INSHS ayant comme objet la constitution d'un réseau national des lithothèques.

Après un tour de table, il est proposé de suivre les points suivants :

- Présentation de l'état de l'art du sujet
- Discussion et compléments d'information
- Proposition d'organisation
- Perspectives et calendrier

Présentation de l'état de l'art du sujet

Céline Bressy-Leandri fait une présentation synthétique du sujet (cf. présentation ci-jointe) et de l'intérêt de fédérer les travaux sur la thématique des lithothèques à l'échelle nationale.

La mise en place de ce réseau constitue une étape nécessaire afin d'étudier les modes d'exploitation des ressources environnementales, la territorialité des groupes humains, appréhender les transferts, les systèmes de mobilités et les interculturalités à différentes échelles, en particulier sur de longues distances.

Un groupe de travail informel, rassemblant des agents de plusieurs UMR, a été constitué. Ce groupe est à l'initiative de ce projet sur un réseau des lithothèques. Après plusieurs réunions, ses objectifs sont de :

1. Cartographier les formations à silex de l'ensemble du territoire national en élaborant un SIG intégrant la notion de chaîne évolutive du silex ;
2. Diffuser une version simplifiée de cette couche d'information géographique dans l'Atlas des patrimoines ;
3. Mettre en synergie l'ensemble des acteurs en associant les bases de données individuelles ou d'équipes pour regrouper les ressources qui sont très éparses ;
4. Harmoniser les méthodes de caractérisation du silex, notamment sous la forme d'une école thématique, et développer de nouveaux protocoles ;
5. Exploiter les données pour des applications paleolithiques et paléologiques en alimentant une base de données dédiées.
6. Associer les bases de données individuelles ou d'équipes

Le débat pose :

- la question du périmètre du sujet :

Le réseau a été initié par des acteurs du Sud de la France (CEPAM, PACEA, LAMPEA, TRACES, etc.). Un rééquilibrage géographique est visé, en intégrant au réseau les chercheurs du Nord de la France pour de couvrir le territoire national et à terme la zone géographique la plus large possible (Europe).

Le réseau concerne en premier lieu le silex. Il pourrait s'élargir à d'autres matériaux à terme (rhyolite, roches vertes, ...).

- la question de la méthodologie :

Les acteurs se sont accordés sur la nécessité de partager les protocoles d'analyse et les ressources (inventaires) entre institutions. De cela découle la question du partage des données (bases de données, structure des données et thésaurus doivent être partagés) et de la formation.

- la question de la forme que pourrait prendre la gestion de ce réseau thématique pluridisciplinaire, de sa gouvernance et de son animation. Il est rappelé un PCR sur cette thématique en Rhône-Alpes était doté de financement de l'État (2500€) et des collectivités (8000€) en 2014. Cette dotation est sans rapport avec le travail réalisé et ce qui est visé, c'est-à-dire le traitement du territoire national.

Pour conclure, il est acté que :

1/ La couche Atlas avec ses métadonnées (zone test) peut être publiée dès à présent dans l'Atlas des patrimoines (Céline Bressy-Leandri et Geneviève Pinçon sur la base du SIG coordonné par Paul Fernandes).

2/ Une liste des différentes structures existantes au CNRS qui permettent d'associer le MCC sera élaborée afin de pouvoir débattre puis choisir la forme juridique que pourrait prendre ce réseau inter-institutionnel (Françoise Le Mort et Didier Binder).

3/ Une analyse technique des bases de données référentes et des données saisies sera réalisée par Paul Fernandes et Céline Bressy-Leandri avec l'expertise de Cécile Calou afin de pouvoir disposer d'une description pertinente sur la structure des données à partager, le poids des données disponibles, les principes à retenir pour un cahier des charges adapté aux contraintes techniques, etc.

4/ Une école thématique ou université d'été est envisagée en 2015 avec un partenariat entre CNRS (INEE, INSHS et MNHN), BRGM (à solliciter) et MCC (INRAP). Le contenu et l'organisation de ce sujet sera à l'ordre du jour de la prochaine réunion.

**La prochaine réunion est prévue de 10h à 13h
au ministère de la culture et de la communication à Paris,
le 16 septembre 2014**

RESEAU LITHOTHEQUE**Réunion du 16 septembre 2014**

RESEAU LITHOTHEQUE
Réunion du 16 septembre 2014
MCC/DG1/Sous-direction de l'archéologie

ORDRE DU JOUR

- (1) - état d'avancement de la publication dans l'Atlas des patrimoines (C. Leandri et G. Pinçon) ;
- (2) - présentation des formes juridiques d'association du MCC déjà existantes au CNRS (F. Le Mort et D. Binder) ;
- (3) - analyse comparée des bases de données existantes : état d'avancement de la question (P. Fernandes, C. Bressy-Leandri et C. Callou) ;
- (4) - programmation d'une école thématique pour 2015

Personnes présentes :

Didier Binder (UMR 7264 + INEE)	Elena Man-Estier (SDA/B2)
Céline Leandri (DRAC Corse/SRA)	Sylvie Max-Colinart (MCC/DESRT)
Cécile Callou (MNHN UMS 3468)	Geneviève Pinçon (MCC/SDA/CNP)
Catherine Cretin (SDA/CNP)	Bernard Randoïn (MCC/SDA)
Paul Fernandes (UMR 5199 + Paléotime)	Jean-Paul Raynal (UMR 5199)
Françoise Le Mort (INSHS)	Alain Turq (MNP + UMR 5199)

Personnes excusées :

Marie-Françoise André
 Jean-Michel Geneste
 Charlotte Perin, *représentée par E. Man-Estier*

Après le mot d'introduction de Bernard Randoïn, la réunion commence par un tour de table de présentation.

(1) Concernant la publication dans l'Atlas des patrimoines, C. Leandri et G. Pinçon proposent un modèle de couche pour les formations à silex.

Il est envisagé de faire un test sur une partie de la région Rhône-Alpes, très bien documentée grâce à de nombreuses années de recherche, notamment dans le cadre d'un Programme Collectif de Recherche (PCR). Ce test sera peut-être étendu à une deuxième micro-région. Il devra comporter des informations complètes (cartographie des formations, lien vers les lithofaciès et photographies). Cet Atlas sera testé en tant qu'outil de diffusion auprès du large public et comme point d'entrée et de contact vers le « groupe silex ». Il doit permettre d'aboutir à deux niveaux de communication, grand public et chercheurs.

Cette première étape-test devrait pouvoir être opérationnelle à la fin de l'année 2014.

Discussions :

P. Fernandes s'interroge sur le système et les moyens techniques. B. Randoïn répond que cette question est liée au point (2), celui de la forme juridique d'association entre le MCC et le CNRS. S. Max-Colinart demande quelles seront les modalités d'accès à la couche spécialiste. Dans un premier temps, elle serait accessible sur demande. A l'heure actuelle, elle est effective sur Arcgis on

line pour les données concernant la région PACA (*via* équipement personnel).

C. Callou attire l'attention sur la gestion des droits afférents aux bases de données. Il est précisé que ces questions ont déjà été débattues entre les spécialistes et qu'il est prévu de clairement mentionner les inventeurs des données.

(2) Formes juridiques d'association MCC/CNRS

Selon D. Binder et F. Le Mort, le réseau lithothèque peut s'adosser sur l'inter-institutionnalité assumée de la Convention-cadre MCC / CNRS, le rattachement des chercheurs se faisant par le biais de leurs UMR. Dans un premier temps il s'agit de mettre en place et de structurer la communauté, puis de veiller à l'équipement du réseau lithothèque.

Deux formes juridiques sont envisageables, le Réseau Thématique Pluri-disciplinaire (RTP) et le Groupe de Recherche (GDR). Le premier semble préférable par sa souplesse (pas de calendrier par exemple). Il peut être porté par le CNRS et ses deux instituts, en association avec le MCC.

Il s'agit de disposer d'un état des lieux de ce domaine et d'évaluer les besoins pour le bon fonctionnement de ce réseau national (équipement, analyses, ateliers d'approfondissement, ressources humaines...). Parmi les actions à mener au sein du réseau lithothèque il est prévu de mener des ateliers d'approfondissement (études de cas, confrontation et échanges scientifiques, y compris sur le terrain). Quant à la question des ressources humaines, elle est cruciale selon D. Binder et P. Fernandes (*cf. infra, discussions*).

D. Binder ajoute que ce projet est également destiné à devenir une référence méthodologique au niveau européen.

Discussions

P. Fernandes souligne l'effort important de Paleotime dans ce réseau ainsi que la nécessité de continuer à trouver les moyens humains de fonctionnement de ce réseau (actuellement 4 personnes, 3 à Paléotime et 1 à l'Inrap alimentent les bases, créent des cartes dynamiques, vérifient les lithothèques, etc.). C. Leandri souligne par ailleurs le fait qu'il n'y a pas de pétroarchéologue qui soit employé pour sa spécialité scientifique au niveau institutionnel.

Des solutions alternatives de financement de salaire sont évoquées par C. Leandri et F. Le Mort (crédits impôt-recherche, Ciffre, mise à disposition du CNRS spécifique aux agents de l'archéologie préventive...).

S. Max-Colinart, puis F. Le Mort précisent que quelle que soit la forme juridique sélectionnée, celle-ci ne résoudra pas la question des moyens de fonctionnement. Il s'agit, dans un premier temps, de formaliser l'existence du groupe réseau lithothèque. C'est une première étape de construction, qui n'exclut pas les autres formes d'organisation de la recherche existantes ni les autres moyens de financement (UMR, PCR, etc.).

J.-P. Raynal rappelle que l'idée du réseau lithothèque répondait à un double objectif : (a) faire une sorte de PCR national ou multirégional destiné à unifier les méthodes, mettre en réseau les lithothèques, et (b) trouver les moyens de réalisation de la base.

B. Randoïn précise que les PCR peuvent constituer un mode d'action concret, fédéré à un niveau national par le RTP. Il propose d'en faire une information lors d'une conférence des Conservateurs Régionaux de l'Archéologie (le financement des opérations archéologiques, dont les PCR, se faisant à l'échelle régionale).

F. Le Mort et C. Callou évoquent le défi MASTODONS du CNRS, sur les « big data ». Lancé en 2012, il ne semble pas avoir prévu d'appel à projet ultérieur (<http://www.cnrs.fr/mi/spip.php?article53>).

C. Callou évoque ensuite les différentes structures de sauvegarde des données (TGIR Huma-Num, Sires, etc.), dont le métier est de sauvegarder les données, de suivre et faire évoluer les technologies. A voir par rapport à l'accord-cadre MCC / CNRS également.

G. Pinçon pose ensuite la question de la structure porteuse de ce RTP et propose les services du CNP. Une discussion s'engage sur le profil du porteur de projet.

F. Le Mort se renseigne sur la possibilité pour le MCC de porter le projet.

Quant à l'insertion et l'implication des UMR, il peut être envisagé, dans la mesure du possible, de prévoir un représentant par UMR dans le bureau. Enfin, tous les efforts seront faits pour attirer les unités qui ne sont pas encore fermement impliquées.

(3) Analyse comparée des bases de données existantes

Le travail concernant ce point n'a pas pu être avancé. Il s'agit toutefois d'un axe fort du projet du réseau lithothèque qui nécessite le recours à une personne ressource qui fera des passerelles, des comparaisons, etc.

(4) Ecole thématique

Elle sera à programmer pour 2016, le calendrier pour 2015 étant trop court. Le souci d'harmonisation, à la base du projet, préside également l'école thématique, qui permettrait de transcrire la méthodologie mise au point.

Cette école thématique doit permettre d'accueillir 15/20 personnes et être renouvelable. Il faut définir le contenu, les enseignants, chercher les locaux équipés et/ou les instruments nécessaires, etc. Cela peut aussi être une université d'été...

Si une telle école ne peut être envisagée pour 2015, il importe de tout de même prévoir des petits ateliers méthodologiques, qui permettraient d'uniformiser les pratiques du noyau dur du réseau et de former les futurs formateurs de l'école thématique. Ils pourraient prendre la forme des Actions Nationale de Formation (ANF) du CNRS.

Pour conclure, il est acté que :

(1) Un test de publication de la couche « formation à silex » soit publié dans l'Atlas pour la fin de l'année 2014 (C. Leandri, G. Pinçon et P. Fernandes)

(2) Un projet de RTP, inséré dans l'accord-cadre MCC/CNRS, est envisagé pour fin 2014 / début 2015. Le groupe de travail lithothèque à l'origine du projet, piloté par C. Leandri prépare une première proposition de texte. Le CNP se tient à leur disposition pour faciliter la mise en œuvre du RTP.

(3) Une personne ressource sera recherchée pour effectuer la comparaison des bases de données

(4) Une École thématique, ou université d'été est programmée pour 2016, sa pré-programmation et l'organisation de petits ateliers méthodologiques prévus en 2015.

Pas de prochaine réunion fixée. Travail par échange de mails (texte RTP notamment). Un point d'avancement sera effectué par courriel début décembre 2014.

2. Bilan d'activité

2.1. Introduction

Cette année, le PCR a été financé par le Ministère de la Culture et de la Communication, les Conseils généraux de l'Ain, de l'Ardèche, de l'Isère, de la Savoie et la SARL Paléotime dans la cadre des opérations programmées. Grâce à ces financements renouvelés et à nouveaux sollicités et par le travail des membres du programme nous pouvons présenter un bilan riche de résultats encourageants.

Une base de données géoréférencées comprenant les régions Rhône-Alpes et Auvergne une partie du Bassin Aquitain et de la région PACA, existent dans deux versions : une sous forme d'un web service à l'échelle du 1/10 000, accessible sur inscription depuis des solutions de SIG, réservée aux acteurs scientifiques tout en préservant leurs droits. Une seconde version à l'échelle au 1/50 000 est, dès à présent, intégrable à l'Atlas des patrimoines du Ministère de la Culture et de la Communication (<http://atlas.patrimoines.culture.fr>) pour diffuser auprès du grand public une partie des données, tant au niveau de la cartographie, que des notices explicatives et des fiches de microfaciès. Nous disposons désormais de données gîtologiques conséquentes et de fiches de caractérisation harmonisées pour plusieurs centaines de types de silex. Leur compilation débouchera, à court terme, sur la publication de cartes et d'atlases spécifiques. L'historique du projet fait que l'inventaire des silex des départements de la région Rhône-Alpes fera partie des premières réalisations.

Chacune des formations recensées fait l'objet d'une notice simplifiée décrivant l'encaissant et le(s) type(s) de silex présent(s). Ces notices descriptives et explicatives contiennent des photos de l'échantillon à toutes les échelles, depuis la formation géologique jusqu'à l'échelle microscopique. Des références bibliographiques (géologiques et archéologiques) complètent chaque notice. Les archéologues disposeront ainsi de fiches descriptives pour chaque type de silex et son encaissant qui serviront aux diagnoses analytiques (structures, textures et compositions minéralogiques).

Notre travail de fond consiste à corrélérer un atlas des microfaciès des principaux types mar-

queurs à une carte dynamique des formations à silex. L'objectif est d'adapter le même protocole d'analyse cartographique, de la diffusion des gîtes de formation aux formations secondaires les plus distales « la chaîne évolutive », à l'ensemble des lithothèques. Cette démarche est le fruit d'une collaboration entre différents acteurs impliqués dans l'optimisation de la caractérisation de la provenance. Elle permet de mieux appréhender la circulation des matières premières par la visualisation de la dispersion naturelle des silex à l'échelle suprarégionale.

2.2. Travail sur le terrain (prospections et sondages)

Certains membres du PCR ont participé à des programmes de prospections ou de sondages :

- Depuis 2008-2009, le Service Archéologique de la ville de Lyon a la volonté de combler un *no-man's land* sur la carte constituée par le PCR, en initiant sa propre démarche sur la région lyonnaise, bassin d'occupation intense à la confluence du Rhône et de la Saône. Le premier objectif : localisation, identification, caractérisation et cartographie des gîtes de silex présents en position primaire dans un rayon de 50-60 kms a été atteint, permettant ainsi de connaître le potentiel lithique local de ce territoire (*cf* chapitre 3 contributions).

- Certains d'entre nous ont participé à des programmes de prospections ou de sondages dans le Massif central et ses bordures. Il faut citer le travail de R. Wragg-Sykes sur l'atelier de taille de Saint-Pierre-Eynac en Haute-Loire (*cf* chapitre 2 colloques). Les missions de M. Piboule focalisées sur le Permien du Plateau central entre Cher et Allier, (*cf* chapitre 3 contributions), celles de V. Delvigne et A. Lafarge dans le département du Cher, en Ardèche dans le Cantal et en Haute-Loire, de E. Thirault et P. Fernandes dans le Puy-de-Dôme et le Cantal, de R. Liabeuf en Haute-Loire, Aveyron et Lozère.

- Un retour sur les formations entre Dordogne et Lot (Morala, Turq, Fernandes) s'est imposé par deux fois en 2014 afin de contrôler les limites de certaines formations.

- Nous avons entamé un inventaire des ressources en silex (Platel, Fernandes, Turq) sur une bande nord-ouest/sud-est de Rochefort à Périgueux. Ce cadre livre une image satisfaisante de la variabilité des formations à silex de la bordure septentrionale du Bassin d'Aquitaine (*cf* chapitre 3 contributions).

- Nous avons prospecté pendant une semaine la zone autour de Melun (Tallet, Fernandes). Ces collectes ont permis non seulement d'identifier les types de silex crétacés et tertiaires présents en position primaire, mais aussi de distinguer des faciès d'altération différents entre les hautes et la basse terrasse de la Seine.

- Au cours de cette année nous sommes retournés plusieurs fois sur le terrain en Isère, Savoie, Ardèche et dans la Drôme afin de vérifier la provenance de certains échantillons présents dans la lithothèque de Dolomieu.

2.3. Travail sur les lithothèques

- Nous avons entrepris une comparaison entre les groupes pétrographiques de Vassieux en Verdon et ceux du Diois. Les résultats basés sur des analyses précises des clastes et des bioclastes confirment que les convergences restent faibles à l'échelle microscopique.

- En parallèle nous avons poursuivi l'analyse des échantillons de la lithothèque Dolomieu. Cette dernière est conservée dans les locaux de la société Paléotime jusqu'à la fin de l'étude.

- En cette fin d'année, nous avons entrepris (Tomasso, Binder, Fernandes) une révision des principaux silex crétacés présents dans la lithothèque du CEPAM. L'étude est en cours.

2.4. Résultats obtenus sur les séries archéologiques

La qualité des résultats archéologiques obtenus a progressé, car la valeur des bases de données constituées par les membres du PCR s'est enrichie. En même temps, les nouvelles missions ont permis de mieux cerner la variabilité pétrographique présente dans les secteurs étudiés. Les résultats de chaque fouille d'archéologie préventive ou programmée ont été intégralement versées à la base de données existante.

- En Rhône-Alpes, nous avons caractérisé 143 objets issus de la série de Balazuc (Grotte des Barasses II, Ardèche) et contrôlé la diagnose de 305 provenant de plusieurs niveaux de l'Abri du Maras (Saint-Martin-d'Ardèche). Dans le nord de l'Aquitaine, nous

avons travaillé sur la série lithique issue du site de Montguyon (Charente-Maritime) et caractérisé 547 objets attribués majoritairement au paléolithique moyen. Le détail de ces missions, est présenté dans le chapitre 3 contributions.

- Dans la Massif central nous avons déterminé la provenance de 290 pièces issues de la série de Sainte Anne 1 (Haute-Loire), de 244 provenant de Petit Beaulieu, habitat de l'âge du Bronze ancien et 30 d'objets issus de la série de Cébazat (âge du Bronze), deux gisements situés près de Clermont-Ferrand. Pour la période de Paléolithique supérieur V. Delvigne a caractérisé 2700 pièces appartenant à la série du Gravettien du Blot et 6200 du Magdalénien de Sainte Anne 2. Pour le Mésolithique du Cros de Georand en Ardèche (collection E. Defive, R. Liabeuf, D. Chaumette) V. Delvigne a déterminé la provenance de 167 pièces.

- Certains problèmes d'ubiquité faciologique ont été réglés. L'altération des silex entraîne parfois une homogénéisation trompeuse de leurs textures : confusion par exemple entre un silex jurassique et un silex crétacé, ou entre un silex lacustre ou marin et une silcrète. La détection de ces faux amis au sein des assemblages archéologiques modifie parfois sensiblement les origines supposées, les sens de déplacement de ces matières premières et l'interprétation archéologique s'en trouve donc modifiée. Une étude détaillée de l'état d'altération des silex est donc indispensable et contribue utilement à la reconstitution des domaines minéraux exploités. Trois exemples de confusions ont été abordés : silex lacustre de l'Oligocène du Cantal vs silex lacustre du Stampien de la région d'Etampes (Magdalénien supérieur final de Sainte-Anne II et Badegoulien de la Roche à Tavernat ; silex de l'Aalénien-Bajocien de Lozère en gite secondaire alluvial vs silex du Bédoulien d'Ardèche / silex du Turonien supérieur de l'Indre-et-Loire (Moustérien de Baume-Vallée et Badegoulien du Rond-du-Barry) ; silex du Turonien inférieur du Loir-et-Cher vs silcrètes miocènes de Haute-Loire (Gravettien du Blot). Ce travail a abouti à la création de listes de paramètres qui permettent de distinguer chacun de ces microfaciès.

- L'examen d'une pièce en silex portant une cupule centrale de la Grotte aux Points d'Aiguèze (30760) a été effectué dans les locaux de Paléotime (Villard-de-Lans). Cette diagnose s'est faite grâce à la collaboration de J. Monney. Les observations réalisées avaient pour objectif : (1) de déterminer la

provenance de la matière première employée, (2a) de définir les modalités de formation de la cupule centrale (phénomènes naturels et/ou façonnage anthropique) ainsi que (2b) l'inscription temporelle de cette formation vis-à-vis d'autres événements/enlèvements, et enfin (3) d'identifier d'éventuels stigmates d'utilisation susceptibles de suggérer une ou des utilisation/s possible/s. D'une manière générale, ces éléments pointent vers une histoire relativement cohérente de cette plaquette dont la cupule formée sous l'action du gel devait préexister lorsque les enlèvements latéraux eurent lieu.

2.5. Résultats obtenus grâce à l'utilisation d'outils SIG

Le travail réalisé en 2014 a consisté à poursuivre la production de cartes précises des formations à silex.

2.5.1. Vers des cartes à l'échelle nationale (C. Tufféry, P. Tallet, J.-B. Caverne, P. Fernandes, D. Dalphinet)

- Cette cartographie entièrement numérique s'appuie sur un inventaire systématique des formations à silex et leur représentation détaillée relevée sur le terrain puis reportée à l'aide de logiciels de SIG sur les fonds géologiques du BRGM au 1/50 000 tels qu'ils sont disponibles sous la forme de webservice cartographiques sur le site Infoterre. L'objectif est double : produire une représentation originale des formations à silex accessibles en surface - produire une cartographie dynamique qui montre les processus pouvant expliquer les évolutions des silex dans le temps et dans l'espace (évolution physico-chimique intrinsèque des silex, évolution morphogénétique de leurs formations d'origine et de dépôts). Cette deuxième étape, issue d'une analyse des données disponibles, constitue un essai de corrélation des formations les unes avec les autres. La cartographie dynamique des formations à silex est la seule vision qui permette de positionner dans l'espace des silex archéologiques qui ont la même origine stratigraphique mais qui ont parcourus des itinéraires différents.

En 2014, la vectorisation des polygones a progressé grâce à la mise en place d'un stage de 6 mois au sein de l'entreprise Paléotime et l'obtention du diplôme de 3^{ème} année de Denis Dalphinet étudiant au CNAM-ESGT du Mans. La zone du Mont Ven-

toux est désormais totalement géoréférencée. Les données sont regroupées en trois couches superposables : une couche des gîtes primaires de silex et pour les silex en position sub-primaire à secondaire, une couche des altérites et des formations superficielles et une couche des formations alluviales.

2.5.2. Pour une représentation dynamique des formations à silex (Résumé du mémoire présenté le 7 juillet 2014 en vue d'obtenir le diplôme d'ingénieur CNAM, D. Dalphinet)

En préhistoire, la recherche de la provenance des matériaux lithiques et notamment le silex est souvent le seul moyen de parvenir à déterminer la territorialité des groupes humains. C'est pourquoi, il fait l'objet d'une attention approfondie. Ce mémoire est un des prolongements issus de la thèse du pétroarchéologue M. Paul Fernandes intitulé « *Itinéraires et transformations du silex : une pétroarchéologie refondée, application au Paléolithique moyen* ». L'auteur note que l'analyse précise des transformations à la surface des silex permet d'assigner à l'objet une position paléogéographique et une histoire relative aux lieux de résidence successifs. Un silex est dès lors inscrit dans un itinéraire qui permet de mieux appréhender les lieux de collecte. Ce travail consiste à cartographier ce modèle dynamique par l'utilisation d'un outil cartographique raisonné.

Ce projet interdisciplinaire propose d'établir un protocole d'analyse cartographique de la diffusion des silex des gîtes de formation aux formations secondaires les plus distales. Il doit permettre d'appréhender spatialement la diffusion naturelle des silex.

La démarche s'articule sur quatre objectifs :

- Numériser les zones de formation à silex depuis les cartes au 1/50 000 du BRGM (Bureau de Recherches Géologiques et Minières) grâce au logiciel ArcGIS.

- Inventorier ces zones sur un tableur avec des champs de données caractérisant chaque formation, intégrer ce tableau à la carte précédemment réalisée.

- Analyser ces zones pour décrire la diffusion du silex depuis leurs différentes zones de formation grâce aux logiciels ArcGIS et PostgreSQL, dans un premier temps d'après un schéma de transport dans le réseau hydrographique.

- Diffuser le travail obtenu auprès des professionnels intéressés grâce au réseau internet, par ArcGIS Online qui permet de rendre public les pro-

jets effectués avec le logiciel ArcGIS. Le potentiel d'analyse y est illustré par la réalisation de cartes thématiques, sur certains critères, notamment les séries et étages géologiques pour une lecture générale.

2.5.2.1. Cartographie des zones de formation à silex

Le silex est une roche capable d'enregistrer les événements géologiques, pédologiques et climatiques. Cela se traduit par des transformations visibles à la fois dans sa composition, sa texture et sa morphologie. Ainsi, par son étude, on peut déterminer l'état d'évolution du silex et retracer théoriquement son parcours, depuis son lieu de formation (gîte primaire ou sub-primaire), vers des lieux de dépôts (gîtes secondaires). L'homme préhistorique a donc pu collecter le même silex sous différentes apparences tout au long de ces itinéraires (figure 1).

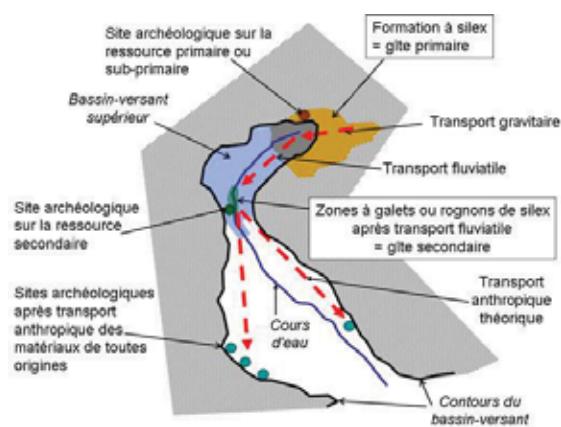


Figure 1 - Représentation schématique d'un bassin-versant et des différents types de transport entre gîte primaire, gîte secondaire et site archéologique.

Les formations à silex cartographiées dans le cadre de ce travail, identifient des zones potentielles au sein desquelles peuvent se trouver des gîtes aux caractéristiques leur correspondant. Devant l'étenue de la tâche à réaliser, la zone d'étude est circonscrite au Mont Ventoux car ce massif est une des régions de France les plus riches en silex et son intérêt préhistorique est majeur. En effet, le Néolithique final est marqué par une forte diffusion anthropique d'un silex particulier, le silex barrémo-bédoulien du Vaucluse dit silex « blond bédoulien ». Ce silex, propice à tous les types de taille et d'une beauté particulière, était très recherché à cette époque, du nord-est de l'Espagne jusqu'à la Suisse en passant par le nord-ouest de l'Italie.

Un travail de numérisation des zones de formation à silex du Mont Ventoux, avec une précision au 1/10 000 (soit à 100 mètres près) et une géolocalisation en Lambert 93, est d'abord pratiqué sur le logiciel de SIG ArcGIS depuis les cartes géologiques de la France du BRGM à l'échelle du 1/50 000 (figure 2). Elles sont en libre-service, sur leur site internet, sous forme de WMS (Web Map Service : cartes de données géoréférencées obtenues à partir de différents serveurs de données sur le web). Elles sont compatibles avec tous les supports cartographiques en ligne.

Cette phase consiste à créer des polygones en cliquant sur les contours des formations du BRGM identifiées comme contenant des silex. Les formations côte-à-côte sont rendues strictement jointives, c'est-à-dire sans chevauchement, ni espace vide entre elles. Ce travail a pu s'appuyer sur l'identification des zones de formation à silex déjà réalisée par M. Pascal Tallet en tant qu'illustration non géoréférencée sur Adobe Illustrator à partir des cartes du BRGM au 1/1 000 000. Avec M. Paul Fernandes, ils ont créé une nomenclature d'identification des zones de formation à silex (code à 6 chiffres) qui est reprise dans ce rapport pour les polygones numérisés.

2.5.2.2. Inventaire des zones de formation à silex

Ces zones sont inventoriées et bien individualisées sous tableur. Les caractéristiques des formations sont définies dans ses colonnes. Dans le cadre de ce projet, il a été décidé de se limiter à onze paramètres : l'identifiant de la zone de formation (code à 6 chiffres), la localisation de la zone de formation (lieu-dit, versant de montagne, massif), la liste des communes, les séries et étages géologiques, l'acronyme du type de formation, le ou les numéros de cartes géologiques, la nature de la formation, la position du silex (position primaire, position sub-primaire, position secondaire), et les diverses informations géologiques.

Cet inventaire est ensuite introduit dans la table attributaire de la couche SIG des zones de formation à silex. Ainsi, pour chaque entité numérisée, il est possible d'obtenir directement les informations la décrivant. À ce stade, les cartes thématiques selon les séries/étages et la position du silex (figure 3) peuvent être tirées de ce SIG.

Une évaluation de la volumétrie du travail est par la suite réalisée. Elle indique que le meilleur moyen pour estimer le temps de numérisation



Figure 2 - Carte des zones de formation à silex.

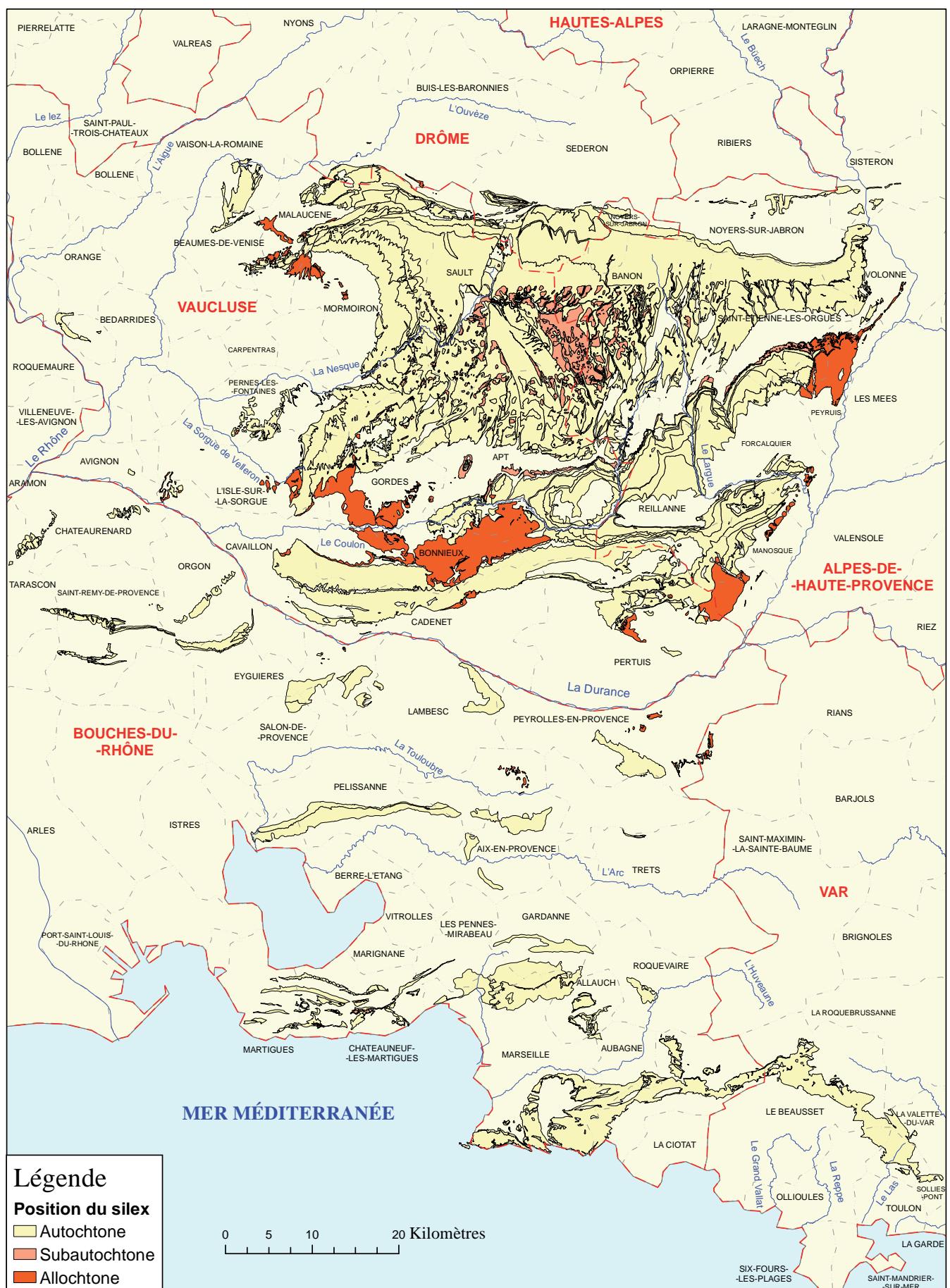


Figure 3 - Carte des zones de formation à silex en fonction de la position du silex.

découle de la connaissance préalable du périmètre des zones de formation à silex. Cette mesure est la plus pertinente car elle est directement liée au travail de numérisation, c'est-à-dire au nombre de clics sur la souris. Une évaluation par départements serait délicate car certains sont vides de silex quand d'autres en sont couverts. La surface des zones de formation n'est pas un critère valable non plus, car, deux surfaces différentes peuvent avoir le même périmètre.

Ce travail est diffusé par l'intermédiaire d'ArcGIS Online. Cette fonctionnalité gérée par ESRI permet de porter tout projet SIG à la connaissance d'un groupe de professionnels intéressés ou du grand public. La symbologie applicable et la possibilité de faire apparaître des fenêtres contextuelles servent à rendre le projet attrayant et très intuitif. Le travail de cartographie de la diffusion des zones de formation à silex, réalisé en troisième partie, est aussi intégré à cette carte.

2.5.2.3. Analyse des zones et représentation de la diffusion du silex dans son environnement

A partir de la numérisation et de l'inventaire, une analyse cartographique est effectuée avec deux objectifs auxquels elle se propose de répondre :

- définir le parcours théorique d'un type de silex de son ou de ses gîtes primaires aux formations secondaires les plus distales ;
- établir la liste des différents types de silex pouvant théoriquement atteindre un même lieu.

Ce travail a été réalisé grâce aux fonctions d'analyse du logiciel SIG ArcGIS présentes dans l'application ArcToolbox. Le système de gestion de base de données (SGBD) PostgreSQL a aussi été utilisé. Ses requêtes en langage SQL aux puissantes possibilités servent de complément aux fonctions d'ArcGIS lorsque leurs limites sont atteintes.

En plus des zones de formation à silex précédemment créées et de la table des types de silex issue de recherches pétrologiques, le réseau hydrographique du sud-est de la France, contenu dans la base de données Carthage de l'IGN, a été employé. Cette base de données regroupe l'ensemble du réseau hydrographique français. Ses bassins versants, ses cours d'eau, ses tronçons hydrographiques et ses nœuds hydrographiques sont nécessaires pour mener

à bien ce travail. La méthodologie pour répondre aux objectifs est la suivante :

- les tronçons hydrographiques sont réduits aux tronçons principaux des bassins versants : un bassin versant contient un cours d'eau qui court de son amont à son exutoire. Les extrémités de ces tronçons correspondent aux nœuds hydrographiques choisis pour ce projet ;
- les tronçons hydrographiques sont ensuite fractionnés selon les zones de formation à silex qu'ils traversent ;
- à chaque tronçon sont renseignés les identifiants de la totalité des zones de formation à silex traversées par les cours d'eau situés en amont. Cette étape permet de diffuser l'identifiant des zones de formation jusqu'à l'exutoire final ;
- les identifiants des types de silex sont intégrés à chaque tronçon hydrographique par correspondance avec leurs zones de formation à silex. Les types de silex sont ainsi diffusés de leur lieu de formation jusqu'à l'exutoire final.

Pour rendre compte du résultat obtenu, une représentation cartographique de la diffusion est créée à partir de l'exemple de deux types de silex (figure 4). Elle permet de visualiser instantanément les parcours que peuvent prendre les silex lors de leur transport par les différents cours d'eau.

Conclusion

Ce projet a créé un outil cartographique harmonisé, raisonné et dynamique au service de l'archéologie. S'il en est encore à ses débuts, il ouvre déjà de nouvelles perspectives. Les résultats sont préliminaires et les modèles utilisés ont besoin d'être précisés, améliorés et élargis. Les bases de l'outil cartographique sont néanmoins créées.

L'application à la zone du Mont Ventoux, par sa complexité, a permis d'évaluer le caractère opérationnel de l'outil cartographique. Il sera étendu à d'autres zones connues des professionnels impliqués dans le projet, selon la méthode décrite dans ce mémoire.

L'outil s'est basé sur les tronçons hydrographiques principaux pour représenter la diffusion. Une prochaine étape consistera à étendre le projet à l'ensemble des tronçons hydrographiques de la zone étudiée. Un plus grand nombre de types de silex seront pris en compte et donc plus de lieux de collectes potentiels par

Système de coordonnées: RGF93 Lambert 93

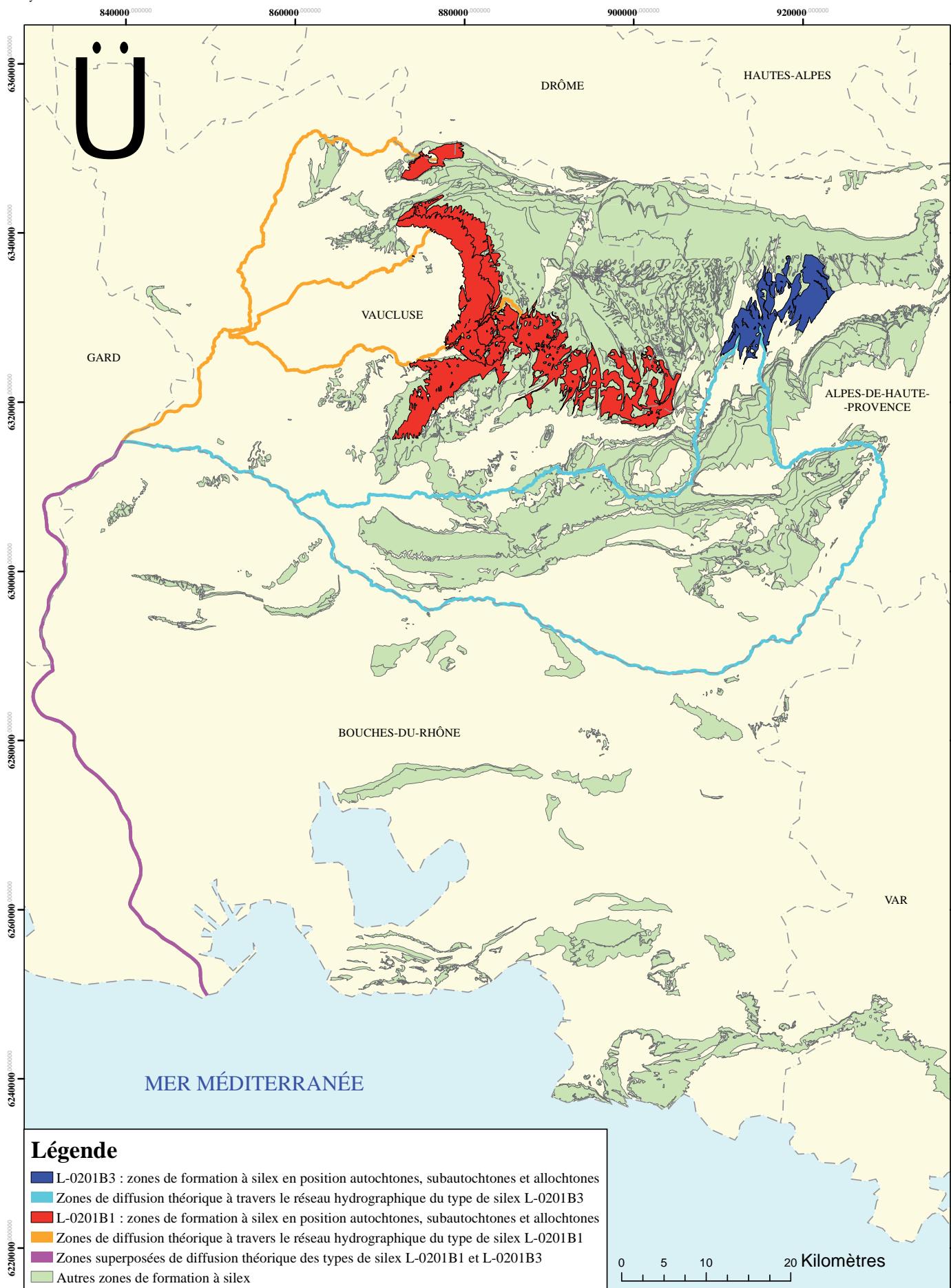


Figure 4 - Carte de diffusion des types de silex L-0201B1 et L-0201B3.

l'homme préhistorique, ce qui permettra de se rapprocher de l'exhaustivité pour certains secteurs.

Par ailleurs, cette représentation pourra également être étendue à d'autres mécanismes géologiques qui sont en œuvre dans la diffusion : colluvionnements, ruissellements. Il est donc nécessaire d'étudier la topographie locale de ces lieux en créant des modèles de lignes de plus grande pente. La base de données ALTI de l'IGN est intéressante pour cela. Elle offre la possibilité de télécharger le MNT (modèle numérique de terrain) de la France à différents pas. Le MNT correspond à un maillage de la France où chaque point est connu en altitude. Le pas est la distance horizontale entre chaque maille. Les pas proposés sont : 25 m, 75 m, 250 m, 500 m, 1000 m. Dans le cas présent, les zones de formation à silex étant numérisées à 100 m près, le pas de 75 m pourrait suffire. Néanmoins, certaines zones ayant une largeur bien inférieure à 100 m, le pas de 25 m semble le plus pertinent.

Enfin, comme perspective directement envisageable, j'évoquerai une application ArcGIS Online permettant à tous les acteurs impliqués (archéologues, géologues et pétrologues), de contrôler la validité des données, lors de prospections sur le terrain, en temps réel, grâce à l'utilisation d'un portable ou d'une tablette et d'un GPS. Cependant, les modèles testés proposés par ArcGIS ne sont pas adaptés à la géologie. Il serait donc nécessaire d'en personnaliser un, à l'outil cartographique de diffusion des silex, en maîtrisant les langages appropriés de programmation.

2.5.3. Finalisation d'une carte des formations à silex du bassin d'Aquitaine (A. Morala, P. Tallet, J.-P. Platel, A. Turq, P. Fernandes)

Aux approches classiques entreprises depuis trois décennies par des membres du PCR (A. M., A. T., J.P. P.) nous avons ajouté des investigations complémentaires ayant pour but l'établissement d'un référentiel des principaux marqueurs lithologiques aquitains tenant compte de l'évolution des silex dans les principales formations superficielles. Il s'agit là d'une autre approche dont la résultante ambitionne, la restitution de l'image la plus fidèle possible des potentialités minérales dans le nord du Bassin d'Aquitaine. Ce nouveau travail s'inscrit donc dans une analyse dynamique des ressources lithiques permettant d'approfondir la connaissance de la provenance des objets des séries lithiques qui nous seront confiés désormais.

Conclusion

Cette approche géomatique novatrice conduit à une meilleure définition des lieux de collecte et ses aspects collaboratifs fournissent désormais les bases nécessaires au développement d'études nationales sur la reconnaissance des stratégies territoriales. Les recherches sur les notions de territoire aux périodes pré- et protohistoriques s'enrichissent ainsi d'un nouveau champ de réflexion qui gagnerait à être poussé plus avant.

2.6. Participations et invitation à colloques

The White Mountain: Palaeolithic exploitation of the Saint - Pierre - Eynac silcrete, Haute - Loire, France; a source - centred approach.

Rebecca Wragg Sykes¹, Vincent Delvigne¹, Paul Fernandes^{1,2}, Audrey Lafarge³, René Liabeuf⁴, Michel Piboule⁵, Jean-Paul Raynal^{1,6}



Introduction

Palaeolithic exploitation of lithic sources is still often considered from a site - centred perspective: 'living' sites are represented as centres of resource consumption, with stone entering them centripetally. The reality of how stone tool sources fitted into webs of resource use and human movements is likely to be more complex and it is essential to understand the lithic sources themselves: both in terms of mapping centrifugal movements of stone away from them, and activities being undertaken at these locales.

Saint - Pierre - Eynac, Massif Central, France

In a region of mainly granitic/volcanic geology with spare flint, the silcrete (silicified material from pedological processes) of Saint-Pierre-Eynac (SPE) represents an accessible, abundant and technologically flexible resource.

This poster presents early results from a study of Palaeolithic behaviour within this type of geological context. We aim to build a picture of Palaeolithic techno - economic exploitation of a siliceous stone within the Massif Central landscape by clarifying the activities at the source itself, as well as where the stone was transported, and how it was utilised

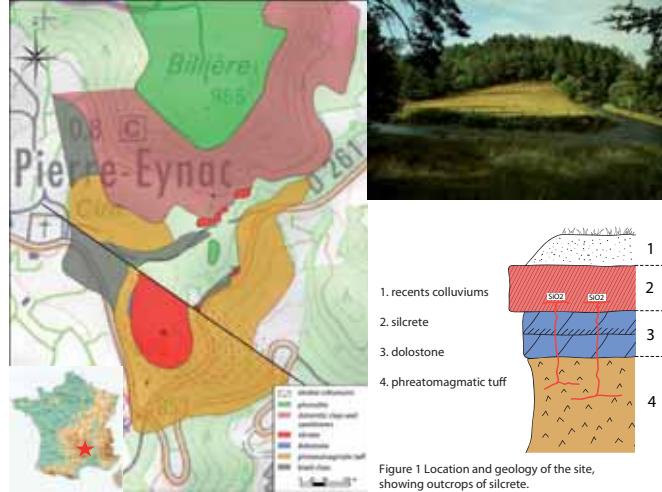


Figure 1 Location and geology of the site, showing outcrops of silcrete.

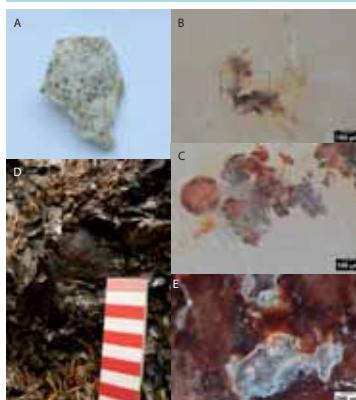


Figure 2
A) Surface - altered flake (white)
B) Chalcedony spherules (in box) formed within geode, sample A
C) Iron pyrite formations ("framboids"), sample A
D) "Resinite" type silcrete, seen *in-situ* (where mineral collectors have damaged the outcrop)
E) Geode within dark resinite type sample, showing geode with interior quartz crystals and outer rim of chalcedony spherules

Geological context and characterisation

Silcrete is a pure silica rock that can form in various ways. At SPE, the process appears to be phreatic: silicification of marsh soils occurred due to the fluctuation of the phreatic table enriched in silica. Previous interpretations of the SPE silcrete suggested a hydrothermal context for formation in a Miocene maar (phreatomagmatic crater lake), but more recent work indicates that the silicification took place in a Tertiary palustral environment, probably at the end of the Eocene or the beginning of the Oligocene. The silcrete appears stratified below a dolomite and above interbedded clays and sandstones. The outcrop is aligned with local faulting and microfaults filled with chalcedony, suggesting multiple phases of silicification.

The internal structure of the silcrete varies within and between the outcrops. Some areas are more heavily brecciated, others show developments of geodes, while higher quality areas (in terms of knapping) occur.

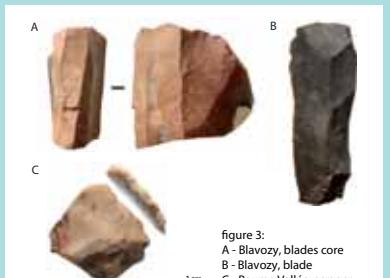


figure 3:
A - Blavozy, blades core
B - Blavozy, blade
C - Baume Vallée, scraper

Archaeology of Saint - Pierre - Eynac silcrete

SPE has been known locally as source of siliceous stone for some time. The silcrete is very variable, but distinctive microscopically. Some outcrops present a glassy "resinite" that has been exploited by mineral collectors in the past as well as today

SPE silcrete has been identified in both Middle and Upper Palaeolithic sites, from at most 40 km away. In Middle Palaeolithic localities, this resource was not extensively exploited, but during Upper Palaeolithic the SPE silcrete was more intensively utilised. At the Magdalenian site of Blavozy (5 km from SPE) long blades were manufactured in SPE silcrete, while at other regional Magdalenian sites the same objects were produced on distantly sourced flints (> 200km). Additionally, SPE silcrete was used like other local flint sources to manufacture bladelets and flakes during the Badegoulian, the Magdalenian and the Epipalaeolithic (Cottier, Rond-du-Barry, Sainte-Anne II, Peylenc, le Béage ...).

At SPE source there is also evidence of *in-situ* archaeology. Material collected informally shows affinities to the Middle Palaeolithic (discoidal and probable Levallois), and laminar elements may represent Upper Palaeolithic exploitation. Some caution is needed however as later prehistoric material may be mixed in these assemblages.

Future work

The 2014 field season will undertake targeted test - pits and trenches within the field area to determine whether there is a significant amount of lithics present, whether there is any spatial patterning (possibly chronologically - related) and also whether any *in-situ* stratigraphy is present.

Further mapping of the hill and silcrete outcrops will permit better understanding of the raw material resources. LIDAR will be used to produce a topographical map (due to forest cover) and geological comparisons between outcrops studied. Investigation of any surface lithics adjacent to outcrops will also be undertaken.

Affiliations
1. Université Bordeaux 1, UMR 5199 - PACEA, Pessac, Fr
2. SARL Paleotime, Villard - de - Lans, Fr
3. Université Montpellier III, UMR 5140, Montpellier, Fr
4. DRAC Auvergne, Clermont - Ferrand, Fr
5. Université J. Fourier, Institut Dolomieu, Grenoble, Fr
6. Max Planck Institute for Human Evolution, Leipzig, De

Contact: rebecca.wraggsykes@bordeaux.fr
www.u-bordeaux1.academia.edu/RebeccaWraggSykes

Acknowledgments
Marie Curie European Fellowship funded by the European Commission 7th Framework.
Support from local government of Saint - Pierre - Eynac acknowledged.

Denis Dalphinet
ES3 - ESGT

Pour une représentation dynamique des formations à silex

le cnam
esgt

Contexte

Le comportement de l'homme préhistorique est un sujet passionnant qui intéresse tous les archéologues. Comprendre le passé, le fonctionnement des premières civilisations entraîne une réflexion sur soi et sur le monde dans lequel nous vivons.

Pour la préhistoire, la recherche de la provenance des matériaux lithiques et notamment le silex est souvent le seul moyen d'y parvenir. Les méthodes renouvelées permettent aujourd'hui d'assigner à l'objet un emplacement paléogéographique.

Cette démarche pétroarchéologique dynamique est un outil adéquat pour la détermination des lieux de collectes.

Enjeux

Ce projet vient compléter cette approche archéologique sur les formations à silex par le moyen d'un outil cartographique raisonné.

Cet outil est issu du travail de regroupement des résultats des prospections archéologiques et de la caractérisation des types de silex combiné à un travail d'analyse cartographique. Il permet aux chercheurs concernés (géologues, pétrologues, archéologues) de cartographier la diffusion des silex des gîtes de formation aux zones secondaires les plus distales.

Objectifs

- Numériser les zones de formation à silex depuis les cartes du BRGM au 1/50 000 grâce au logiciel de SIG ArcGIS.

- Inventorier ces zones sur un tableau avec différents champs de données représentant leurs caractéristiques.

- Intégrer ce tableau au SIG précédemment réalisé afin de créer des cartes thématiques.

- Réaliser l'analyse cartographique de ces cartes pour représenter la diffusion des types de silex grâce aux logiciels ArcGIS et PostgreSQL.

- Diffuser le travail obtenu auprès des professionnels intéressés grâce au réseau internet, par ArcGIS Online qui permet de rendre public les projets effectués avec le logiciel ArcGIS.

- Inventorier ces zones de formation à silex issu de leur caractérisation par les différents professionnels impliqués dans le projet. Chaque nom de colonne correspond à un champ de caractérisation du silex.



Création de cartes thématiques selon les attributs des champs de l'inventaire.

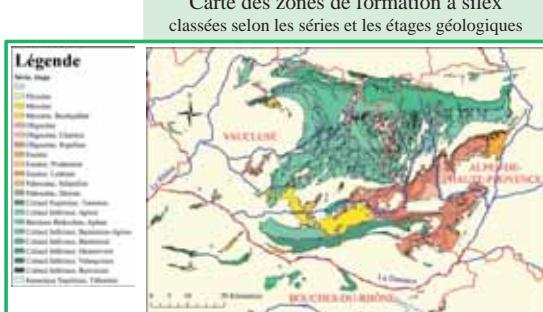
Extrait de l'inventaire des zones de formation à silex issu de leur caractérisation par les différents professionnels impliqués dans le projet. Chaque nom de colonne correspond à un champ de caractérisation du silex.

IDF	LIEU	COMMUNES	SERIE	ETAGE	ACRONYME CARTE	NUMERO_CARTE_GEOLOGIQUE
840601	les Bastides	Goult	Eocene	Lutétien	e5	967
840602	entre la Rabote et les Gouguettes	Goult	Eocene	Lutétien	e5	967
840701	les Coucourdons	Gordes	Crétacé Supérieur	Turonien	c2b	967
840702	St-Clément	Goult	Crétacé Supérieur	Turonien	c2b	967

NATURE_FORMATION	POSITION_SILEX	PALÉOENVIRONNEMENT	INFORMATIONS_GÉOLOGIQUES
Conglomérat	Allochtonie		Cailloutis à éléments roulés de calcaires et de silex
Conglomérat	Allochtonie		Cailloutis à éléments roulés de calcaires et de silex
Conglomérat	Allochtonie		Une brèche siliceuse à silex affleure à Saint-Pantaleon, son âge est probablement bien plus tardif (Eocène ?) que sur la carte
Conglomérat	Allochtonie		Une brèche siliceuse à silex affleure à Saint-Pantaleon, son âge est probablement bien plus tardif (Eocène ?) que sur la carte

Regroupement des données

Création de cartes thématiques selon les attributs des champs de l'inventaire.

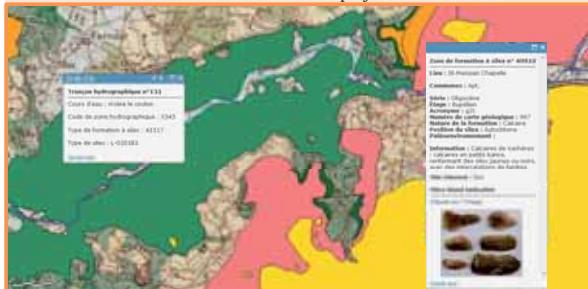


Analyse cartographique

Fonctions SIG / Requêtes SQL

Intégration du réseau hydrographique depuis la BD-CARTHAGE de l'IGN.

Extrait de la carte ArcGIS Online
Très intuitive, elle est mise à jour en temps réel grâce au réseau internet par les collaborateurs du projet.



Résultat et perspectives

Un outil cartographique harmonisé, raisonné et dynamique au service de l'archéologie est créé. De nombreuses voies sont ouvertes pour l'améliorer :

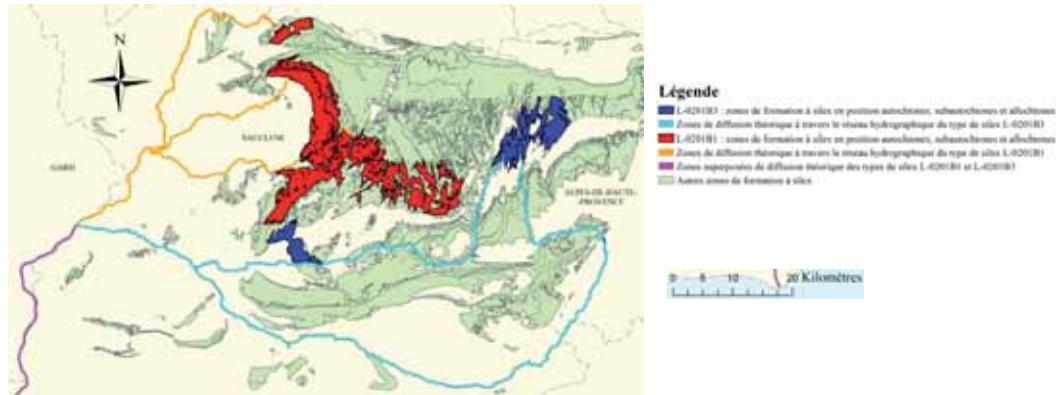
- étendre la zone d'étude à d'autres régions riches en silex

- analyser l'altimétrie des bassins versants

- développer le concept d'application ArcGIS Online pour portables et tablettes afin de rendre possible la mise à jour de la carte directement depuis les prospections sur le terrain grâce au GPS.



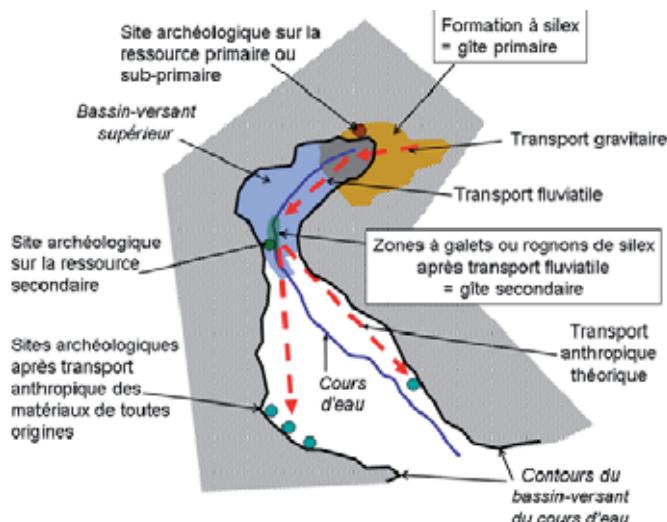
Vers une cartographie dynamique des géoressources en silex dans le sud de la France, contribution à l'étude des comportements humains au cours de la Préhistoire



Partenaires du projet : DALPHINET Denis, FERNANDES Paul, TUFFERY Christophe, RAYNAL Jean-Paul, BINDER Didier, LEANDRI Céline, BRACCO Jean-Pierre, TALLET Pascal, MORALA André, TURQ Alain, DAVTIAN Gourguen, CAVERNE Jean-Baptiste, DELVIGNE Vincent, LIAGRE Jérémie, GAILLOT Stéphane, MILLET Dominique et Françoise, PIBOULE Michel, PICAVET Régis, SCHMIDT Patrick, TOMASSO Antonin, AFFOLTER Jéhanne, BAZILE Frédéric, GARNIER Jean-François, BINTZ Pierre, PINÇON Geneviève

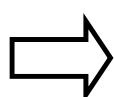
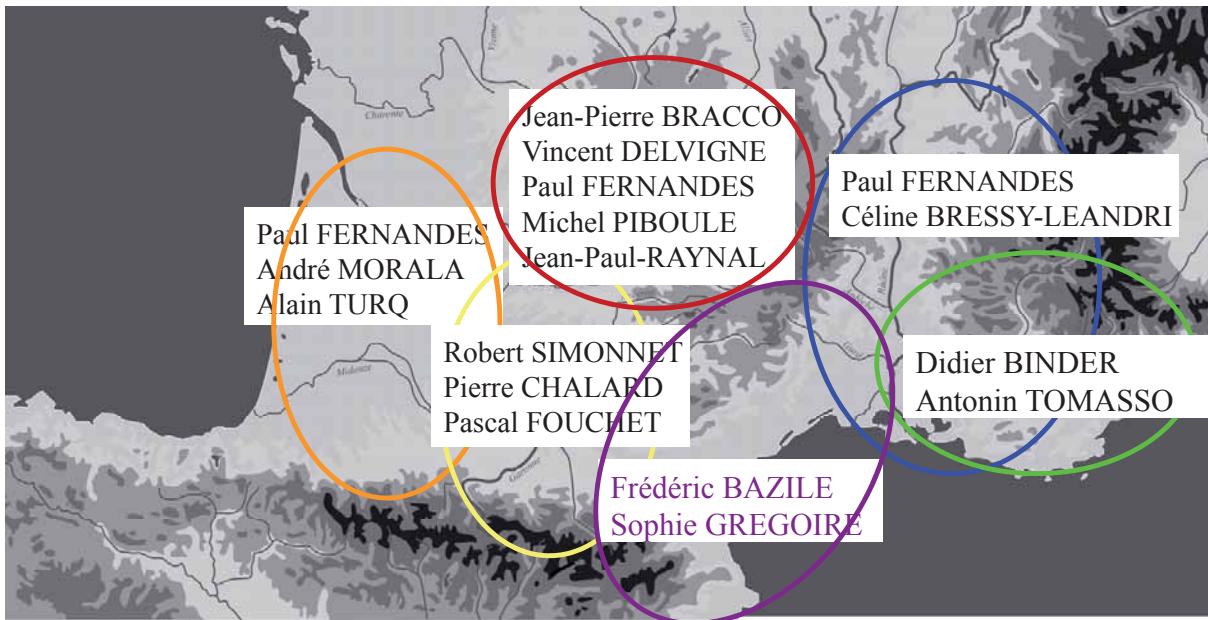
Problématique

Silex : marqueur privilégié pour reconstituer les territoires préhistoriques



Problématique archéologique : cartographier la dispersion des silex

Le groupe de travail « Silex »



**Élargissement en cours du nombre de partenaires
et des zones couvertes**

Méthode

1 . Numérisation + Inventaire

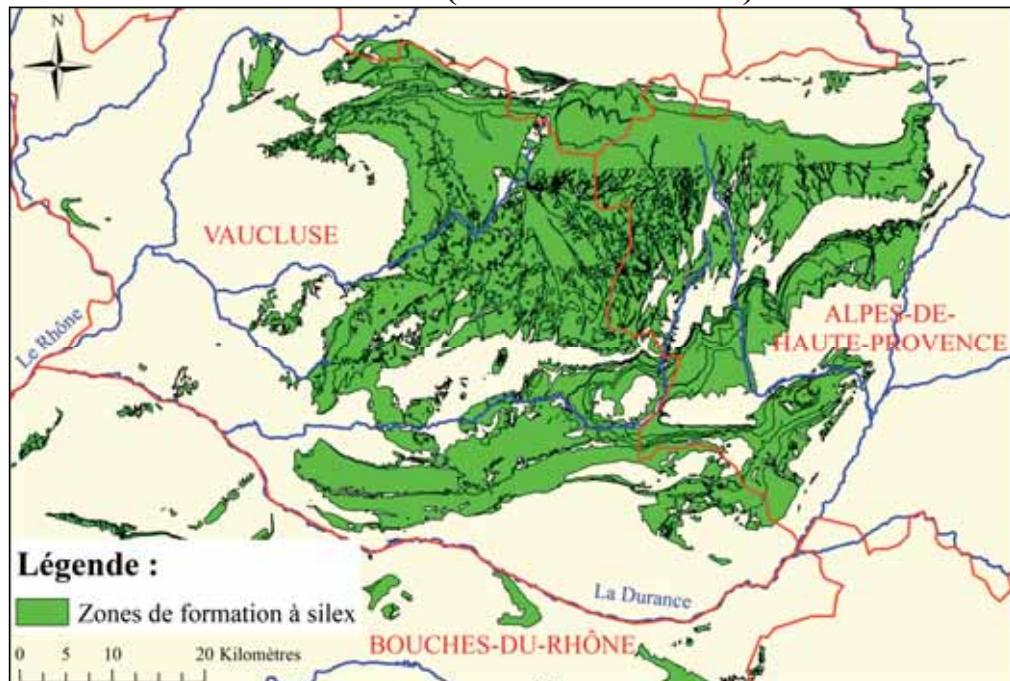
2 . Analyse cartographique

3 . ArcGIS Online

=> Aspect dynamique du travail

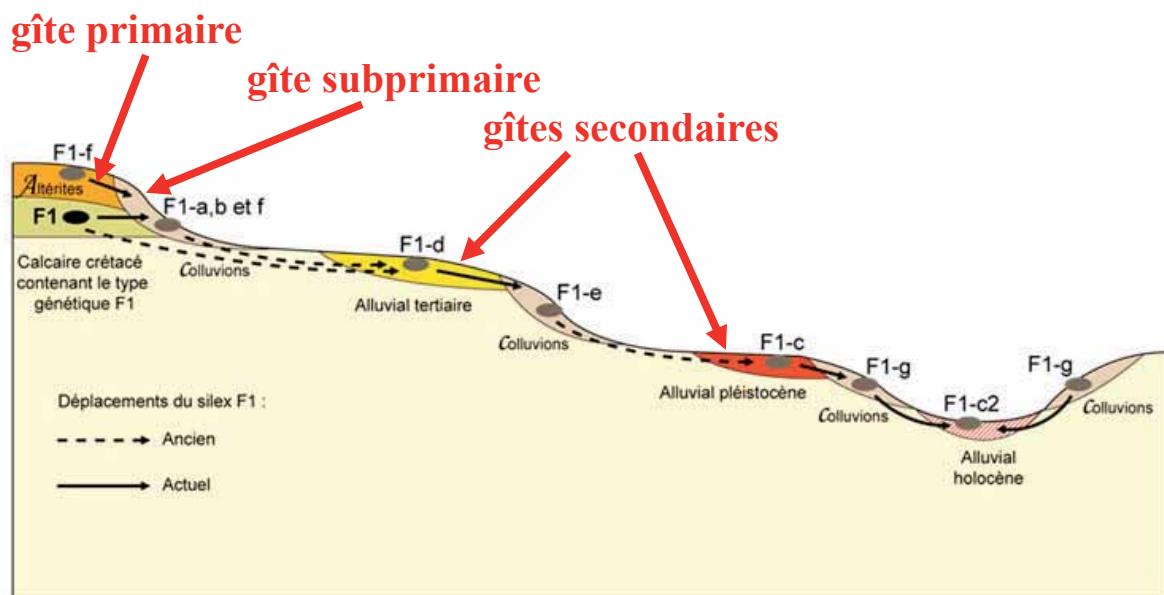
Carte des zones de formation à silex

Contours issus de la numérisation sur ArcGIS des cartes au 1/50 000
du BRGM (WMS InfoTerre)



1837 polygones

Figure théorique de la dispersion des silex



Les dépôts de silex sont répartis entre les gîtes primaires, subprimaires et secondaires.

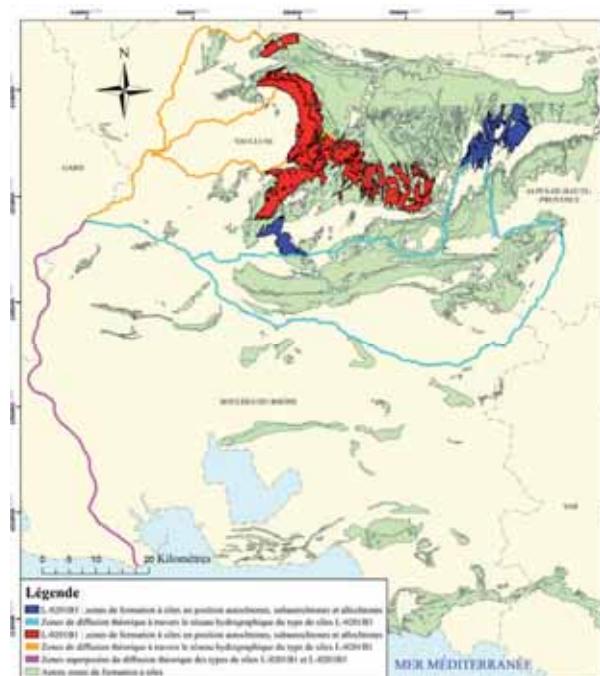
Figure de l'évolution des silex selon leur position géographique et géologique



Les aspects internes et externes des silex sont différents selon leur position géographique et leur origine géologique

Carte de diffusion des types de silex

Ex : formations L-0201B1 et L-0201B3

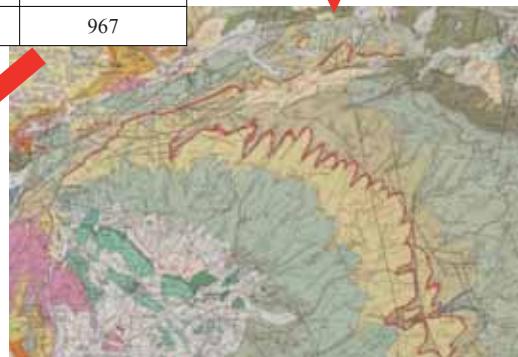
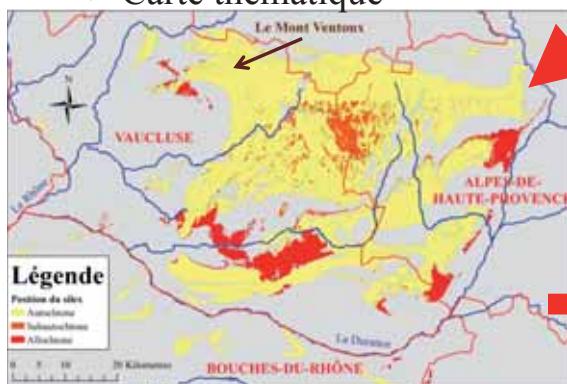


Les formations à silex ont été identifiées par bassins-versants.

Analyse spatiale des formations à silex

IDF	LIEU	COMMUNES	SERIE	ETAGE	ACRONYME _CARTE	NUMERO CARTE GEOLOGIQUE
840601	les Bastides	Goult	Eocène	Lutétien	e5	967
840602	entre la Rabote et les Gnoougettes	Goult	Eocène	Lutétien	e5	967
840701	les Coucourdons	Gordes	Crétacé Supérieur	Turonien	c2b	967
840702	St-Clément	Goult	Crétacé Supérieur	Turonien	c2b	967

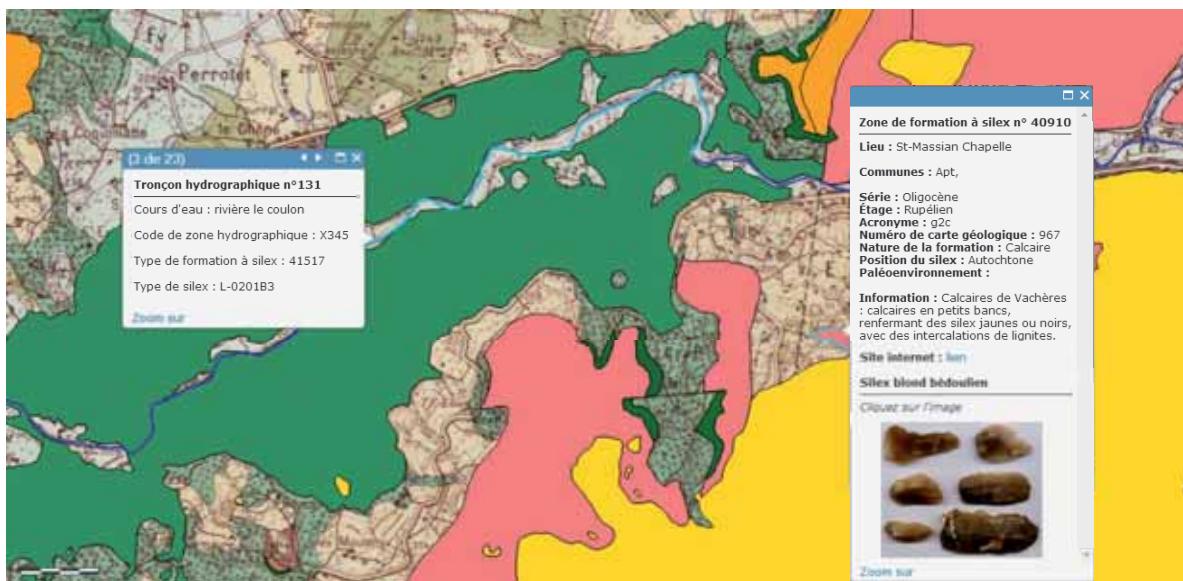
Numérisation + Inventaire
=> Carte thématique



Analyse cartographique :
Fonctions ArcGIS +
Requêtes SQL PostgreSQL

Travail réalisé sur ArcGIS Desktop

Diffusion dans AGOL des données sur les formations à silex



Données descriptives (texte, image) dans ArcGIS Online

Remerciements

Je remercie toutes les personnes qui m'ont aidées dans mon travail :

Jean-Baptiste Caverne, Paul Fernandes, Véronique Merrien-Soukatchoff, Pascal Tallet, Christophe Tuffery, Gourguen Davtian, Jean-Michel Follin, Vincent Habchi, les internautes des forums georezo.net et developpez.com, Jean-Louis Schuh, Régis Picavet, Arnaud Roy, Sébastien Bernard-Guelle, Anne Hauzeur, Mathieu Rué, Guillaume Varenne, Aurélie Ajas, Julia Patouret, Laurène Chesnaux, Xavier Deparnay, Sophie et Charlotte Chamberlan, Perrine Tacussel, Éric Thirault, Marion Dousse, Virginie Ropiot et Marie Laroche

Mes coordonnées :

Denis DALPHINET
denis.dalphinetantoine@laposte.net



ATAPUERCA
XVII World UISPP Congress
XVIIe Congrès Mondial de l'UISPP
XVII Congreso Mundial de UISPP

Session B51

Reconstructing human mobility in the palaeolithic: building new frameworks

Mobility of materials, mobility of Humans: misconceptions and facts, examples from the Palaeolithic of Haute-Loire (Massif Central, France)

Authors: Jean-Paul Raynal (jpraynal@wanadoo.fr); Paul Fernandes (paul.fernandes@paleotime.fr);
Vincent Delvigne (vincent.delvigne@hotmail.fr).



Mobility of materials, mobility of people ...

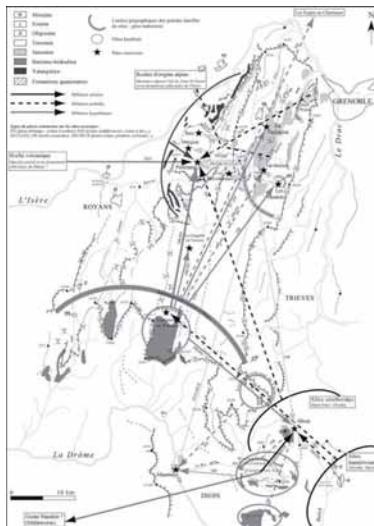
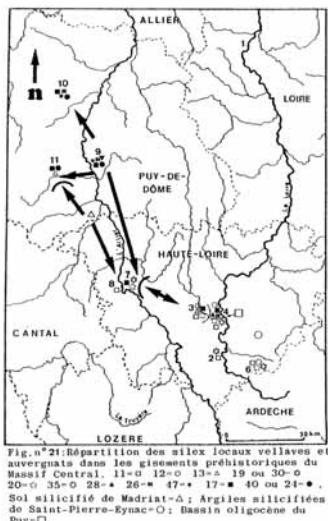
Mobility of prehistoric groups has long been debated and it has often been supposed that raw material studies, particularly of their sources, would provide answers to the question.

However, it cannot be answered so readily using such data.

In this presentation we give a few examples of how mistaken identity of raw material has lead to erroneous conclusions regarding mobility.

Mobility of materials, mobility of people ...

Previous work



Silica movement during the Vercors Mousterian, Bernard-Guelle 2005.

Origins of the siliceous material of the Champ Grand Mousterian, Slimak, L. and Giraud 2007.

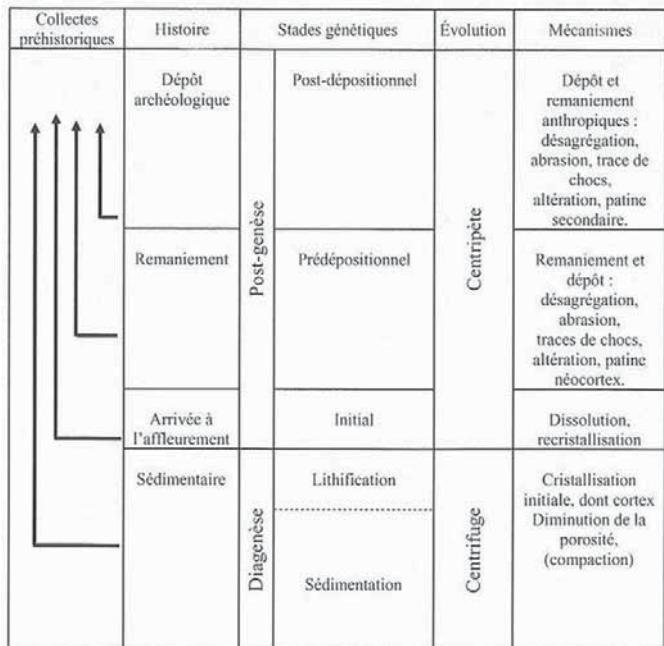


Origin of raw material in prehistoric sites in the Auvergne, Masson 1981.

XVII world UISPP congress ; 7 – 14 september 2014 ; Burgos ; session B51 Reconstructing human mobility in the palaeolithic: building new frameworks

Mobility of materials, mobility of people ...

Evolutionary chain of silica



Silica (flint, silcrete, chert, hydrothermal silica) are **metastable** materials in environments.

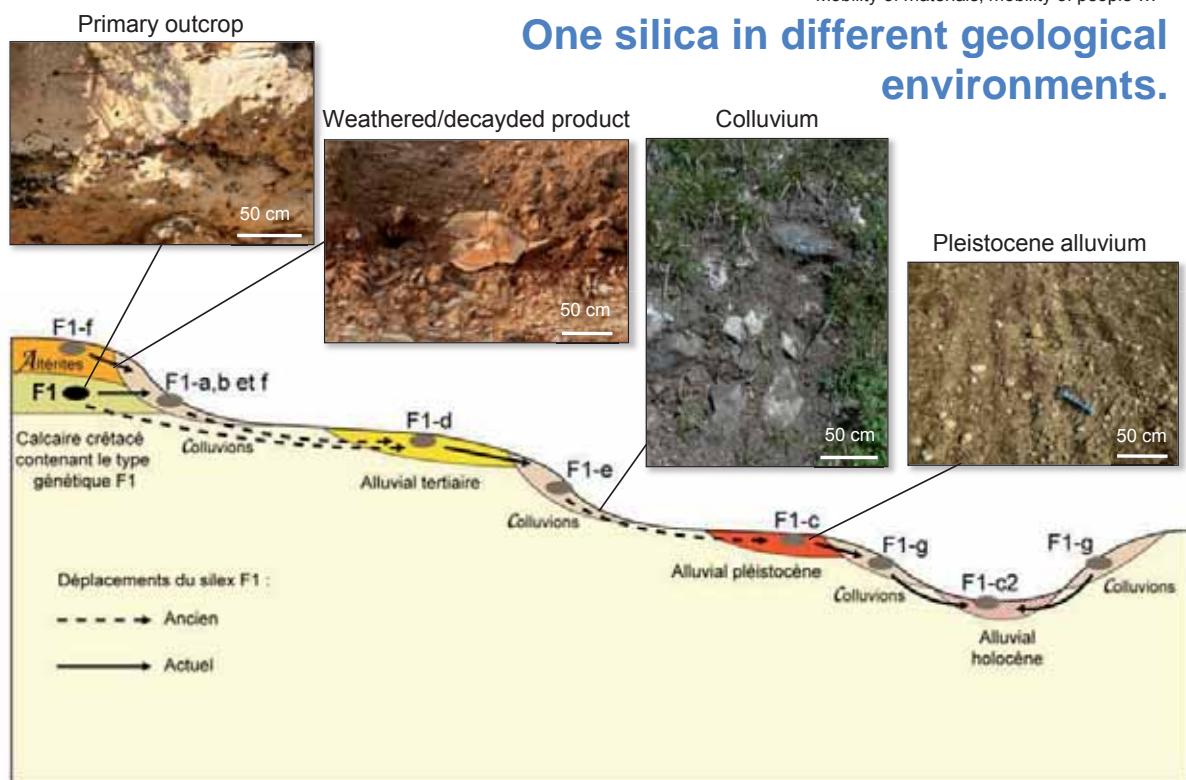
Their internal structures evolve as a function of the various environments in which they exist.

Each step in their travel to a secondary position is recorded by a particular physico-chemical signature.

Misinterpretation of some evolutionary steps may lead to confusion.

XVII world UISPP congress ; 7 – 14 september 2014 ; Burgos ; session B51 Reconstructing human mobility in the palaeolithic: building new frameworks

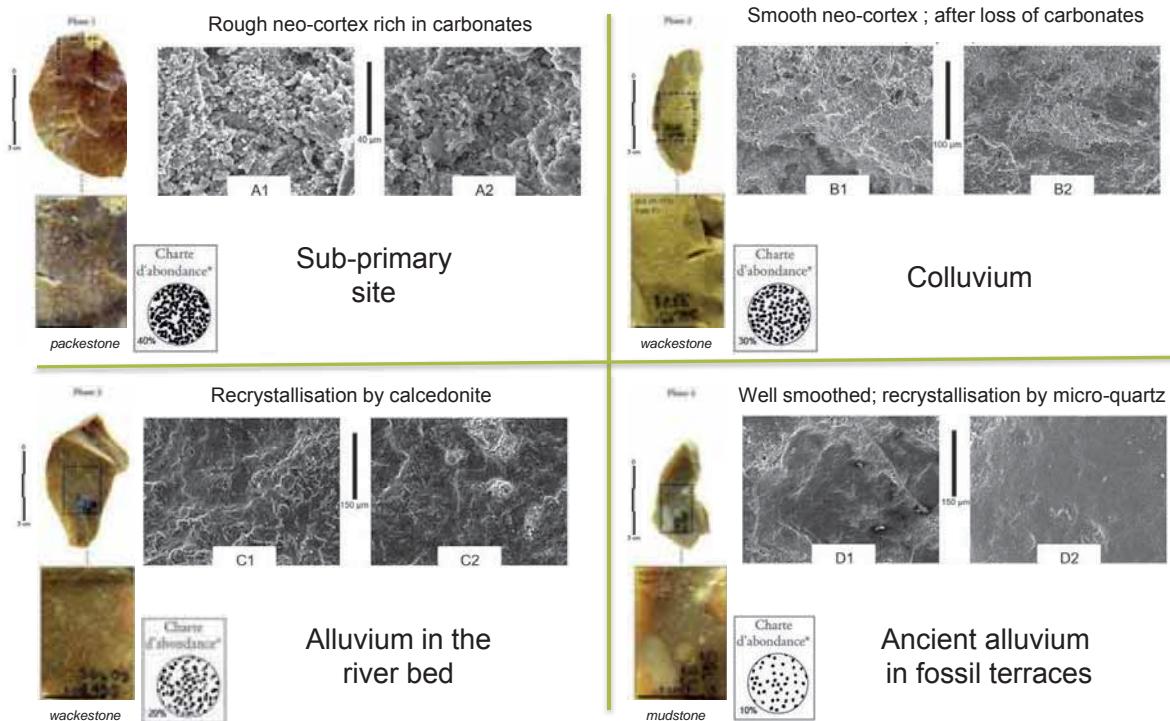
Mobility of materials, mobility of people ...



XVII world UISPP congress ; 7 – 14 september 2014 ; Burgos ; session B51 Reconstructing human mobility in the palaeolithic: building new frameworks

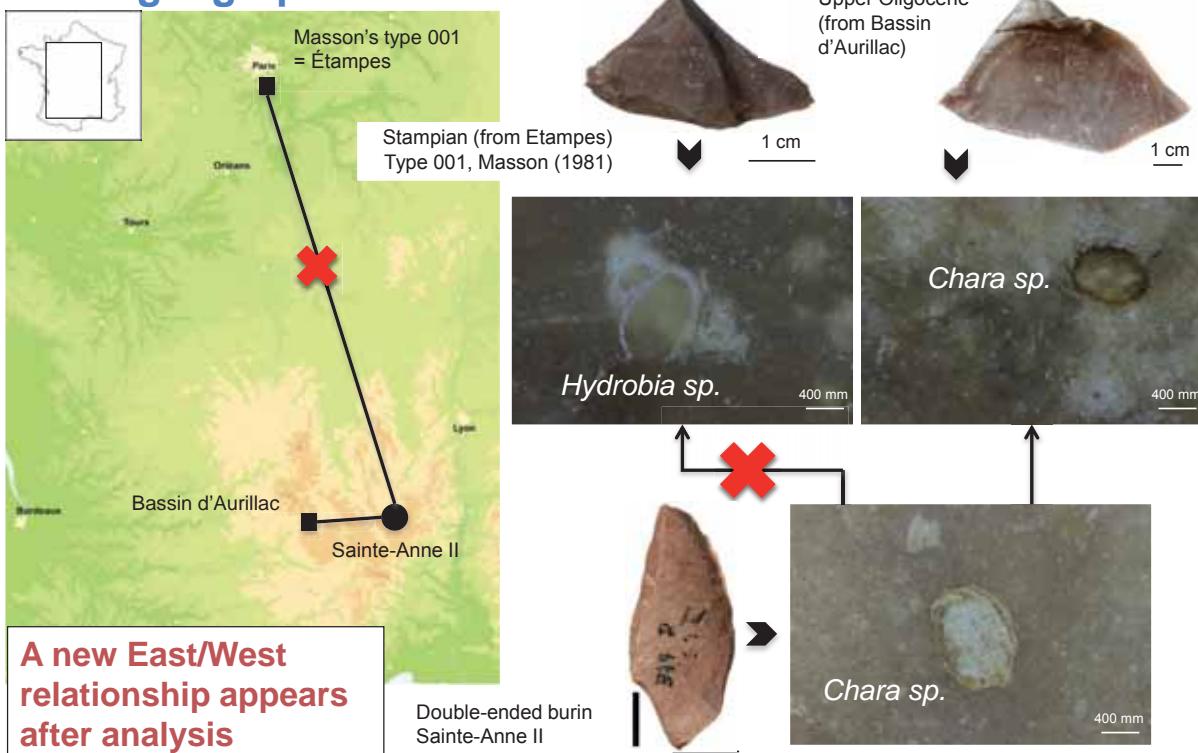
Mobility of materials, mobility of people ...

Transformation of cortex / neo-cortex and of matrix.



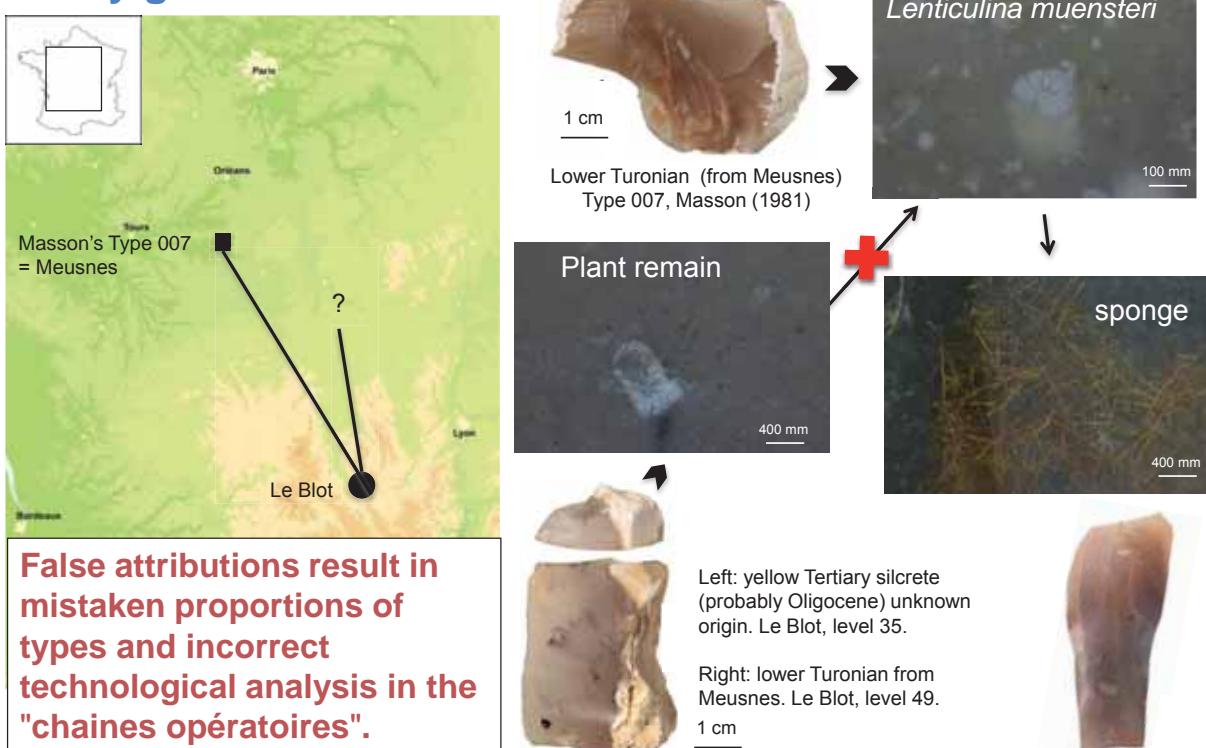
XVII world UISPP congress ; 7 – 14 september 2014 ; Burgos ; session B51 Reconstructing human mobility in the palaeolithic: building new frameworks

False geographical attribution



XVII world UISPP congress ; 7 – 14 september 2014 ; Burgos ; session B51 Reconstructing human mobility in the palaeolithic: building new frameworks

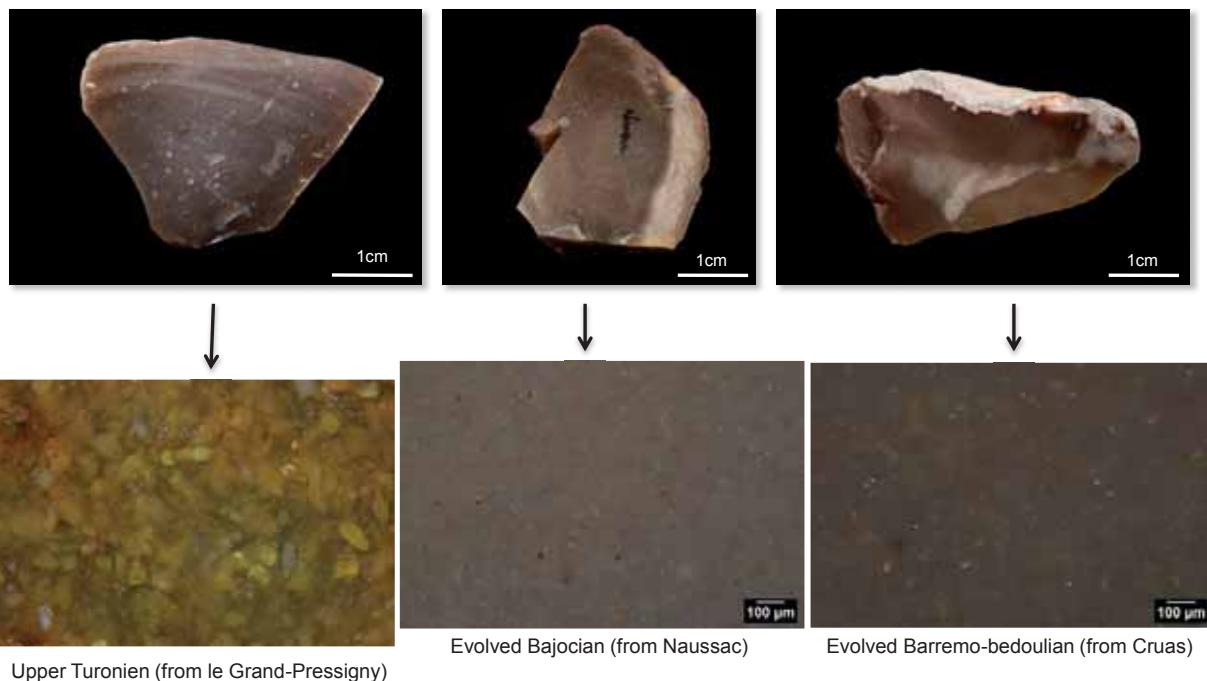
Hasty generalisations



XVII world UISPP congress ; 7 – 14 september 2014 ; Burgos ; session B51 Reconstructing human mobility in the palaeolithic: building new frameworks

Mobility of materials, mobility of people ...

Confusion at the macroscopic...



...and microscopic levels.

XVII world UISPP congress ; 7 – 14 september 2014 ; Burgos ; session B51 Reconstructing human mobility in the palaeolithic: building new frameworks

Mobility of materials, mobility of people ...



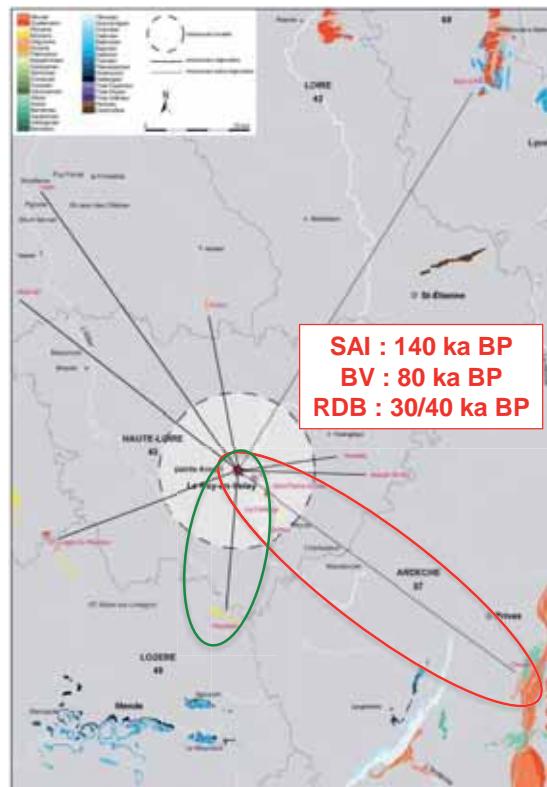
Le Velay : an area opened into the Rhône Valley from the beginning of the Middle Palaeolithic.



Bajocian (from Naussac), Baume Vallée, level J, Mousterian



Barremo-bedoulian (from Rochemaure), Rond-du-Barry, level H, Mousterian



XVII world UISPP congress ; 7 – 14 september 2014 ; Burgos ; session B51 Reconstructing human mobility in the palaeolithic: building new frameworks

Mobility of materials, mobility of people ...

A link with the Mediterranean area beginning

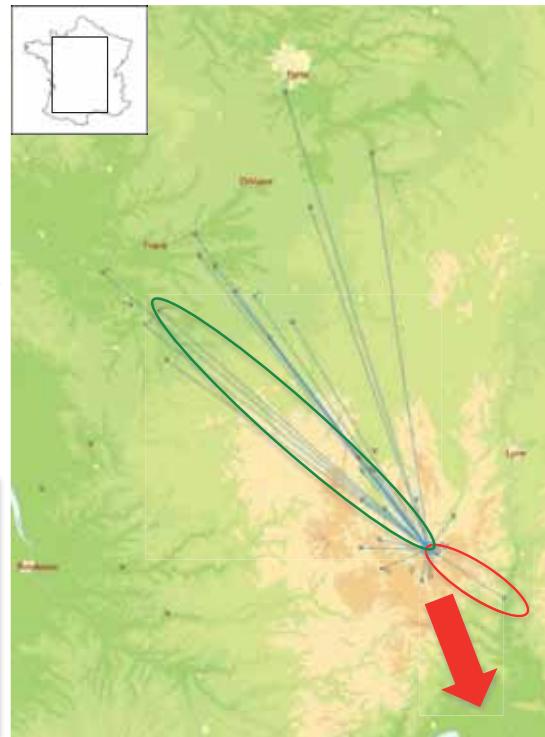
in the Badegoulian (21 ka BP), (suggested by the presence of the beads) confirmed by the geo-materials confused in the past with Upper Turonian flint from Indre-et-Loire.



Upper Turonian (from le Grand-Pressigny), Rond-du-Barry, level F, Badegoulian



Barremo-bédoulian (from Rochemaure), Rond-du-Barry, level F, Badegoulian



XVII world UISPP congress ; 7 – 14 september 2014 ; Burgos ; session B51 Reconstructing human mobility in the palaeolithic: building new frameworks

Mobility of materials, mobility of people ...

MOBILITY:

- Sourcing of raw materials procurement with an accurate methodology and prior detailed mapping of resources
- Close attention to geomorphology and geosymbols
- Other resources location (plants and fauna)
- Integrating sites and isolated finds in the paleo-landscapes

XVII world UISPP congress ; 7 – 14 september 2014 ; Burgos ; session B51 Reconstructing human mobility in the palaeolithic: building new frameworks

Projets de gestion des données de la recherche (retours d'expériences)

Journée organisée par le Secteur Recherche de l'ADBS, en collaboration avec InVisu (CNRS-INHA) le vendredi 16 janvier 2015, à l'Institut national d'histoire de l'art (Paris)

Proposition de communication :

Le programme collectif de recherche (PCR) « Réseau de lithothèques en Rhône-Alpes » : retour sur expérience et redéploiement.

FERNANDES Paul^{1,2}, LEANDRI Céline³, TUFFERY Christophe⁴, AFFOLTER Jehanne⁵, BINDER Didier⁶, DELVIGNE Vincent², GAILLOT Stéphane⁷, LAFARGE Audrey⁸, LIABEUF René⁹, LIAGRE Jérémie⁷, MORALA André^{2,10}, PIBOULE Michel¹¹, TALLET Pascal¹, TOMASSO Antonin⁶, TURQ Alain^{2,10}, RAYNAL Jean-Paul^{2,12}

1. Paléotime 6173 rue Jean Séraphin Achard Picard 38250 Villard-de-Lans : Paul.fernandes@paleotime.fr, pascal.tallet@paleotime.fr
2. Université de Bordeaux, UMR 5199 PACEA, bâtiment B8, allée Geoffroy Saint-Hilaire, CS 50023, 33615 Pessac Cedex : jpraynal@wanadoo.fr, vincent.delvigne@hotmail.fr
3. Service régional de l'archéologie, DRAC de Corse, Villa San Lazaro, 1 chemin de la Pietrina CS 1000320704 Ajaccio Cedex 9 : celine.leandri@culture.gouv.fr
4. Inrap DST/SMQ 7 rue de Madrid 75008 Paris : christophe.tuffery@inrap.fr
5. UMR 5594 AR-GEO-Lab Université Neuchâtel Espace Louis-Agassiz 1 CH-2000 Neuchâtel : affolterjs@bluewin.ch
6. Université de Nice Sophia Antipolis, UMR 7264 CEPAM, Pôle Universitaire Saint Jean d'Angély SJA 3, 24, avenue des Diables Bleus 06357 Nice Cedex 4 : didier.binder@cepam.cnrs.fr, antonin.tomasso@cepam.cnrs.fr.
7. Service archéologique de la ville de Lyon, 10 rue Neyret 69001 Lyon : jeremie.liagre@mairie-lyon.fr, stephane.gaillot@mairie-lyon.fr
8. Université Paul-Valéry Montpellier 3, UMR 5140 Archéologie des sociétés Méditerranéennes : audrey.lafarge@etu.univ-montp3.fr
9. Service régional de l'archéologie, DRAC Auvergne, Hotel Chazerat, 4 rue Pascal 63000 Clermont-Ferrand : rene.liabeuf@culture.gouv.fr
10. Musée National de Préhistoire Les Eyzies-de-Tayac, 1 rue du Musée 24620 Les Eyzies de Tayac : alain.turq@culture.gouv.fr, andre.morala@culture.gouv.fr
11. 21 rue General Ferrier. 38100 Grenoble : piboulemichel@gmail.com
12. Department of Human Evolution, Max Planck Institute for Evolutionary Anthropology, Deutscher Platz 6, D-04103 Leipzig

Résumé.

Le PCR « réseau de lithothèques en Rhône-Alpes », est le fruit d'une collaboration initiée au sein du Groupe Silex et associant chercheurs du CNRS, des universités, des Services Régionaux de l'Archéologie, de l'Inrap, de Paléotime, de plusieurs collectivités locales et de bénévoles.

Outre l'optimisation de différentes lithothèques de contenu inégal avec une méthodologie renouvelée d'étude du silex et à leur mise en réseau dans le cadre d'un SIG, il a abouti à la création d'une base de données géoréférencées des principales formations à silex du sud de la France. Cette base de données propose à tous les archéologues préhistoriens un outil

indispensable au développement d'études sur la caractérisation de la provenance des silex et la circulation des matières premières.

D'une application régionale en Rhône-Alpes et Auvergne, fondée sur plusieurs actions soutenues par le Ministère de la culture et de la communication et les collectivités locales, le projet a très rapidement débordé ce cadre. Pour des raisons propres à l'étude des séries archéologiques et aux problèmes complexes de la diffusion des géomatériaux, il a été de fait élargi à plusieurs régions périphériques du Massif central.

Il découle de cet élargissement thématique et géographique plusieurs questionnements d'ordre pratique et juridique :

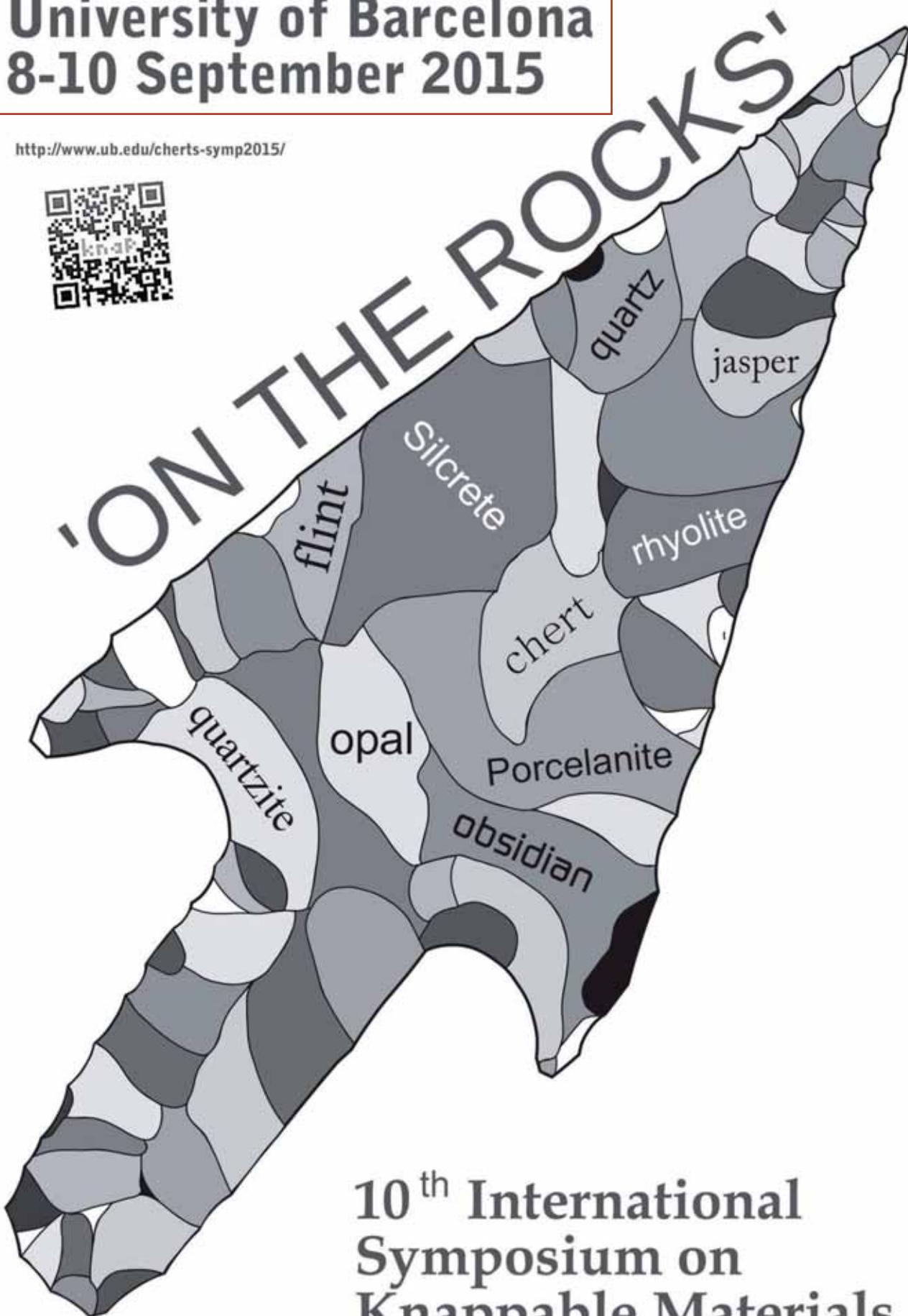
- Comment faire travailler ensemble des acteurs issus de disciplines variées des sciences de l'Homme et des géosciences ?
- Comment gérer les problèmes de constitution et d'échange des corpus de données ?
- Comment harmoniser les termes et les dictionnaires de données ?
- Quels choix de solutions techniques (bases de données, géoréférencement, logiciels de SIG et web services cartographiques) doit-on opérer ?
- Qui produit quoi ?
- Qui est propriétaire de quoi ?
- Qui peut diffuser quoi ?
- Quels usages des données et des résultats (qui peut utiliser quoi) ?
- Quelles limites à la réutilisation et à la diffusion des données ?
- Comment favoriser l'interopérabilité des données avec divers web services ?

Les perspectives de redéploiement de cette recherche et de pérennisation des données dans un cadre national seront évoquées en conclusion.

Mots-clés : silex, lithothèques, archéologie, préhistoire, géologie, minéralogie, géoressources, bases de données géoréférencées, réseau de collaboration.

University of Barcelona 8-10 September 2015

<http://www.ub.edu/cherts-symp2015/>



10th International Symposium on Knappable Materials

CALL FOR PAPERS

'On the Rocks'

International Symposium on Knappable Materials

8-10 September 2015

University of Barcelona, Spain

<http://www.ub.edu/cherts-symp2015/>

As far as raw materials go, chert and other knappable stone stand out as some of the most common materials in the archaeological record, and at some sites the only preserved material. They were used in almost every corner of the world, from the Palaeolithic up until today. Use of these materials even predates the appearance of our own species. Being so widespread, both geographically as well as chronologically, this topic merits a global meeting of researchers to discuss and compare our findings.

This symposium will cover all aspects of knapped stone raw materials from geological origin, to mining, usage, and laboratory analyses on these materials. Although we expect that there will be more focus on chert and other microcrystalline quartz varieties, we also encourage presentations related to other knappable materials such as obsidian, quartzite, rhyolite. Papers will be accepted on any culture or time period. Whether you are a field archaeologist, laboratory researcher, ethnographer or a modern day knapper yourself, we are interested in your research.

Main Sessions

The symposium will focus on two major themes.

Theme 1 - Chaîne opératoire

- Raw material exploitation strategies — mining and surface collecting
- Ancient lithic trade and economics
- Stone tool production and processing techniques — modern and ancient
- Use-wear analyses — signs of usage on stone tools (a.k.a. traceology)

Theme 2 - Auxiliary sciences

- Microcrystalline quartz as a geological material
- Characterising lithic sources
- Lithothèques — collections of comparative raw materials

Several special topic sessions will be held regarding the following topics.

- Quartz and obsidian gemology
- Experimental flint knapping
- Mechanical devices for testing material performance
- Gunflint
- Silcrete
- Obsidian

Submitting abstracts

The organisers of the symposium are now accepting abstracts for presentations. Abstracts should be around 300-400 words and may also contain one image. Please include the following information: (1) title; (2) presenter(s) along with their affiliated institutions and email addresses; (3) preferred session (see the 'Sessions' page); and (4) presentation type - oral or poster. Abstracts should be sent to Xavier Mangado at mangado@ub.edu . All papers will be evaluated by the Scientific Committee. The deadline for submitting abstracts is 28 February 2015.

More information

For more information, please visit the symposium website, or contact Xavier Mangado (mangado@ub.edu) or the symposium secretariat (callforpapers@cherts-symp2015.net).

This symposium is organised by SERP, Faculty of Geography and History, University of Barcelona, Spain.

Downloads:

Poster:

<http://www.ub.edu/cherts-symp2015/files/posters/knappable-2015-poster-A4.pdf>

First call for papers (pdf):

[http://www.ub.edu/cherts-symp2015/files/callforpapers/Knappable 2014 - Call For Papers-sv.pdf](http://www.ub.edu/cherts-symp2015/files/callforpapers/Knappable%202014%20-%20Call%20For%20Papers-sv.pdf)



Facultat de Geografia i Història

c/ Montalegre, 6
08001- Barcelona



Dear Paul Fernandes

I am writing to you as the president of the Scientific Committee for the 2015 International Symposium on Knappable Materials. I would like to invite you to join this committee. The main roles of the committee members are to review abstracts, promote the symposium, and help make decisions on matters related to the academic side of organising the symposium. If you are interested in joining the Scientific Committee, please send me a reply. If you have any questions about the symposium or the scientific committee, feel free to contact me.

I look forward to hearing back from you.

Regards,

Xavier Mangado
President, Scientific Committee
(10th International Symposium on Knappable Materials)

Dos Campus d'Excel·lència Internacional:



2.7. Publications parues

doi: 10.7485/QU60_2

Quartär 60 (2013): 29-59

Land-Use Strategies, Related Tool-Kits and Social Organization of Lower and Middle Palaeolithic Groups in the South-East of the Massif Central, France

Strategien der Landschaftsnutzung, Geräteinventare und soziale Organisation von alt- und mittelpaläolithischen Gruppen im südwestfranzösischen Zentralmassif

Jean-Paul RAYNAL^{*1,2}, Marie-Hélène MONCEL^{*3}, Paul FERNANDES^{1,5}, Peter BINDON⁴, Camille DAUJEAUD³, Ivana FIORE⁶, Carmen SANTAGATA¹, Muriel LECORRE-LE BEUX⁷, Jean-Luc GUADELLI¹, Jeanne-Marie LE PAPE³, Antonio TAGLIACOZZO⁸, René LIABEUF⁹, Laurent SERVANT¹⁰, Marc AULANIER¹¹ & Hélène SERET¹²

¹ CNRS, UMR 5199 PACEA, PPP, Université Bordeaux 1 sciences et technologies, Bât. B18, av. des Facultés, F-33405 Talence

² Department of Human Evolution, Max Planck Institute for Evolutionary Anthropology, Deutscher Platz 6, D-04103 Leipzig

³ Département de Préhistoire, Muséum National d'Histoire Naturelle-CNRS, Institut de Paléontologie Humaine, 1, rue René Panhard, F-75013 Paris

⁴ Australian Ethnographic Institute, Yass, NSW, Australia

⁵ SARL Paléotime, F-38250 Villard-de-Lans

⁶ Soprintendenza al Museo Nazionale Preistorico Etnografico "L. Pigorini" Sezione di Paleontologia del Quaternario e Archeozoologia, P.le G. Marconi 14, I-00144 Roma

⁷ Chemin des Méritants, hameau des Dones, F-84240 Peypin d'Aigues

⁸ Soprintendenza al Museo Nazionale Preistorico Etnografico "L. Pigorini" Sezione di Paleontologia del Quaternario e Archeozoologia, P.le G. Marconi 14, I-00144 Roma

⁹ Service régional de l'archéologie, DRAC Auvergne, 4 rue Pascal, F-63000 Clermont-Ferrand

¹⁰ 16 allée Rivaux, F-43230 Paulhaguet

¹¹ Von, F-43300 Langeac

¹² Rue des Remparts, F-43380 Chilhac

ABSTRACT - In the southern French Massif Central and on its southeastern border but at different altitudes, open-air sites, rock-shelters and caves have yielded artefacts ranging from isolated finds to abundant series that date from MIS 9 to at least MIS 3, representing Lower Palaeolithic (*sensu* Acheulean bifacial production) and diverse Middle Palaeolithic facies. From the upstream part of the gorges of the Allier and Loire Rivers to the Chassezac and Ardèche Rivers surveys, excavations and detailed analyses of the material from these sites offer data on subsistence behaviours including among others raw material acquisition, lithic reduction sequences, hunted species and carcass treatment. This information has been gathered during a Collective Research Program (PCR Espaces et subsistance au Paléolithique moyen dans le sud du Massif central) and enables discussion of the mobility of human groups, the size of the territory they occupied, duration of site occupation, landscape cognition and resource exploitation and allows some speculation about the way these humans perceived the landscape in which they lived and how these ethnographic perceptions may have changed over time.

In this paper, we focus on results obtained from stratified sites dated from MIS 9 until MIS 4. Orgnac 3, Payre and Barasses II sites, Abri du Maras and Abri des Pêcheurs are caves and shelters located on low plateaus on the right bank of the Rhône corridor while the cave of Sainte-Anne I and Baume-Vallée rock-shelter are located in the mid-mountains of the Velay. The lithic repertoires found in Payre, Saint-Anne I, Baume-Vallée, Abri du Maras, Abri des Pêcheurs and Barasses II suggest that the stone knapping and retouching activities that took place in them were directed towards achieving different objectives at each of them. In the several human occupation phases at Payre, the main core technology closely parallels the discoid type that provides unstandardized flakes. A lack of hafted points and the importation into the site of large flakes made from various local stone types along with introduced flint flakes and nodules are related to the seasonal occupation of the site due to its location. The flint reduction sequences are quite complete but those on local stones are often partial, indicating mobility of the occupants and off-site manufacture of lithic tools.

*corresponding authors:
jpraynal@wanadoo.fr
moncel@mnhn.fr

Lithic raw material imported into Sainte-Anne I originates from more than thirty different primary localities close to the site as well as from secondary and sub-primary colluvial and alluvial outcrops. The Neanderthals who used this cave obviously had an excellent knowledge of the occurrence and potential of local resources. The presence of some specific flint types suggests the use of exploitation or trade routes which crossed the borders of fluvial systems. If the duration of occupation events can be judged from the presence of a large number of artefacts produced on local volcanic rocks, quartz and types of flint, the absence of certain items like large-sized and retouched flakes from the reduction sequences, indicates that these products were used away from the site or removed when the occupants moved on through their territories.

In the upper layers of Abri du Maras, the presence of flakes and pointed artefacts as well as the kind of retouch on them suggests that special equipment was being manufactured, possibly involved with hunting and butchering reindeer and horses during long-term residential occupation. Most of the Levallois lithic processing systems are complete but, judging from the size of the core-flakes, large un-retouched blades were being imported into the site suggesting that other tasks may have been undertaken there using these transported artefacts. At Abri des Pêcheurs, irregular and thick broken flakes of quartz and small flakes of flint suggest an expedient lithic technology. This assemblage was probably the result of brief human occupation events in the shelter during which they processed some parts of a few cervids and ibex. The *chaîne opératoire* is complete for quartz but incomplete for the flint assemblage which contains a higher ratio of tools to unmodified lithics. At Baume-Vallée, a range of flakes was produced by a variety of knapping techniques. Using different techniques to obtain different types of tool blanks from the same core was presumably a strategy of exploitation designed to conserve a precious resource that was available mainly as small pebbles. This assemblage indicates that multiple tasks were conducted simultaneously at a seasonal horse and cervid hunting camp. Microwear analysis shows that the stone artefacts were used to work soft or semi-hard materials, probably wood. The "Charentian" aspect of the assemblage is a reflection of intense edge reduction and appears identical to that identified at the Abri du Maras.

Overall, faunal remains indicate that a diverse range of landscapes was exploited during its procurement. Also, the territorial perspective provided by the widely disparate sources of lithic raw materials indicates that the groups inhabiting the sites were mobile and undertook multidirectional and more or less long-distance forays into the surrounding landscapes. Despite the complexity of territorial exploitation strategies suggested by the importation of varied and remote resources into these three sites, at present these subsistence activities provide no evidence for the existence of planning strategies comparable to those observed elsewhere. Nor can we confirm a strictly bipolarized (summer-winter / highlands-lowlands) circulatory subsistence pattern. However, there are suggestions of exploitation routes that proceeded back and forth along the course of the Allier and more certainly along the Loire for Charentian groups. The locations of the more remote geo-resources indicate the existence of a widespread exploitation pattern radiating outwards from semi-residential camps. The dispersed locations visited or exploited by the groups of hunter-gatherers transiently occupying other camps that were brief stopping places also supports this patterning. Additionally, remote or semi-remote lithic outcrops may mark some territorial limit or perhaps they may be places where adjoining groups could meet for some unknown purpose or, such locations may even be the source of particular raw materials needed for special occasions if not for unique tasks. In the same vein, lithic artefacts abandoned in the landscape that are often categorized by archaeologists as isolates may just as easily have been left intentionally as markers for others to discover. Although a resource territory may well differ from a social territory, petro-archaeology may be able to contribute new methods through which to decipher more of the Neanderthals' cognitive sphere.

Among the exploitative itineraries we have identified are: collection of lithic resources; transportation of these lithic resources; their abandonment; seasonal hunting of selected target species; collection of other permanently available or seasonally abundant resources; processing these and other resources at a variety of stopping places and camps; the possibility of single gender as well as mixed-gender groups undertaking specific tasks; confirmation that, from MIS 9 until MIS 3, Neanderthals were not simply reacting to landscape characteristics, they were interacting with landscape features (geosymbols) and responding to environmental and bio-resource changes in a deterministic manner. These kinds of responses to landscapes and resource occurrence are very close to modern hunter-gatherer behaviour.

ZUSAMMENFASSUNG – Im südlichen französischen Zentralmassif und an seinem südöstlichen Rand, allerdings in verschiedenen Höhenlagen, finden sich in Freiland-, Abri- und Höhlenfundstellen isolierte aber auch dichtere Streuungen von Artefakten. Diese beinhalten altpaläolithische (sensu Acheulean) bifaziale als auch verschiedene mittelpaläolithische Konzepte, die mindestens in Marine Isotopenstufen (MIS) 9 bis MIS 3 gestellt werden. Geländebegehungen, Ausgrabungen und detaillierte Analysen des Materials vom oberen Lauf der Schluchten der Allier und der Loire bis zu den Flüssen Chassezac und Ardèche liefern Informationen zum Subsistenzverhalten (Rohmaterialgewinnung, Abbaukonzepte, Jagdbeute und deren Verarbeitung). Im Rahmen einer wissenschaftlichen Zusammenarbeit (PCR Espaces et subsistance au Paléolithique moyen dans le sud du Massif central) erfolgt eine Bearbeitung der Fragestellungen der Mobilität, Größe des Schieflagegebiets, Dauer der Belegung der Fundstellen, Wahrnehmung der Landschaft und deren Nutzung durch die paläolithischen Menschengruppen. Dies erlaubt die Erstellung von Hypothesen zur Wahrnehmung der Landschaft über die Zeit aus einem archäo-ethnographischen Blickwinkel.

Der Fokus dieses Manuskripts liegt auf stratifizierten Fundstellen, die in MIS 9 bis MIS 4 gestellt werden. Die Fundstellen Orgnac 3, Payre und Barasses II Höhle, Abri du Maras und Abri des Pêcheurs sind Höhlen und Felsenschutzdächer auf den unteren Plateaus am rechten Ufer des Korridors der Rhône, während sich die Höhle von Sainte-Anne I und das Felsschutzdach von Baume-Vallée in mittleren Höhen der Velay befinden. Die Steinartefaktindustrien von Payre, Saint-Anne I, Baume-Vallée, Abri du Maras, Abri des Pêcheurs und Barasses II deuten auf unterschiedliche Zielsetzungen in der Herstellung und Retuschierung von Steinartefakten zwischen den Fundstellen. Die vorherrschende Kerntechnik in den verschiedenen Phasen der menschlichen Begehung von Payre produziert nicht standardisierte Abschläge in einer der diskoiden ähnlichen Technik. Das Fehlen von geschäfteten Spitzen und der Import von Abschlägen aus verschiedenen lokalen Rohmaterialien, von Feuersteinabschlägen und Knollen stehen im Bezug zur saisonalen Begehung aufgrund der spezifischen Lokalität. Die Abbausequenzen von Feuerstein sind relativ komplex, während sie an lokalem Material oft nur partiell durchgeführt vorliegen, was auf ein Voraussehen des Bedarfs hindeutet.

In Sainte-Anne I erfolgte die Rohmaterialbeschaffung an mehr als 30 Lokalitäten sowohl in der Nähe der Fundstelle als auch in sekundären und sub-primären kolluvialen und alluvialen Aufschlüssen. Die Neanderthaler hatten offensichtlich eine genaue Kenntnis der potentiellen lokalen Rohmaterialvorkommen. Das Vorkommen von bestimmten Feuersteintypen legt die Nutzung von Routen über mehrere Flusssysteme nahe. Unter der Annahme dass die Anzahl an Artefakten aus lokalem vulkanischen Gestein, Quarz und verschiedenen Feuersteintypen, sowie das Fehlen bestimmter Glieder der Abbausequenzen wie große und retuschierte Abschläge darauf hindeuten dass diese außerhalb der Fundstelle hergestellt oder beim Verlassen des Territoriums mitgenommen wurden.

In den oberen Fundsichten des Abri du Maras deuten das Vorkommen von Abschlägen und spitzen Artefakten, sowie die Art der Retusche auf die Herstellung von speziellen Ausrüstungsgegenständen, die möglicherweise im Zusammenhang mit der Jagd und der Zerlegung von Rentier und Pferden während längerfristigen stationären Belegung stehen. Die meisten der Levallois basierten Abbauschemen sind vollständig. Diese eingebrachten Artefakte wurden aber aufgrund der Größe der Kernabschläge und großer unretuschiert Klingen wohl auch für andere Arbeiten verwendet. Im Abri des Pêcheurs deuten unregelmäßige und dicke zerbrochene Quarzabschläge und kleine Feuersteinabschläge auf eine zweckbezogene Technologie. Dieses Inventar ist möglicherweise auf eine kurze Belegung zur Verarbeitung von einigen Teilen von wenigen Cerviden und Steinbock zurückzuführen. Die chaîne opératoire des lokalen Quarz ist vollständig vorhanden, während die des Feuersteins, welcher mit mehr Geräten vertreten ist, unvollständig vorliegt. In Baume-Vallée wurden verschiedene Gerätetypen von demselben Kern mit verschiedenen Schlagtechniken gewonnen. Vermutlich diente diese Strategie der Schonung einer wertvollen Materialquelle in der Form von kleinen Geröllen. Dieses Inventar deutet auf die gleichzeitige Durchführung verschiedener Tätigkeiten in einem saisonalen Kampf zur Jagd auf Pferde und Cerviden. Gebrauchsspurenanalysen zeigen die Verwendung dieser Steinartefakte zur Bearbeitung von weichen oder halbhartem Materialien (Holzbearbeitung). Der Eindruck des Vorliegens des "Charentian" für dieses Inventars ist auf die intensive Reduzierung der Kanten zurückzuführen und scheint identisch mit dem im Abri du Maras festgestellten zu sein.

Obwohl die vorliegende Fauna auf eine Diversität der genutzten Landschaften hindeutet, zeigt die territoriale Perspektive auf Basis der Rohmaterialquellen für Steingeräte, dass die Menschengruppen die diese Fundstellen besiedelten mobil waren und multidirektionale aber auch Streifzüge über mehr oder weniger große Entfernung in die umgebende Landschaft unternommen haben. Trotz der Komplexität der Nutzungsstrategien des Territoriums, die durch den Import von verschiedenen und aus weit entfernten Quellen stammenden Materialien in diesen drei Fundstellen nahegelegt wird, sind diese Aktivitäten zurzeit nicht vergleichbar mit anderswo beobachteten Strategien der Planung. Ein strikt bipolarer (Sommer-Winter / Hochland-Tiefland) Kreislauf der Lebensgrundlage kann nicht bestätigt werden, obwohl die Idee der Nutzung entlang der Allier, oder sicherlich entlang der Loire für Charentien Gruppen, in einem Hin und Her nicht verworfen werden sollte. Die Lage der entfernten Georessourcen deutet jedoch auf ein radiales Muster ausgehend von semi-stationären Kamps hin. Unterstützt wird dieser Typ an organisierter Nutzung durch den Besuch oder die Nutzung von weit auseinanderliegenden Lokalitäten durch Gruppen von Jägern und Sammlern als Rastplätze. Zusätzlich markieren ferne oder weit entfernte Aufschlüsse möglicherweise territoriale Grenzen oder sind vielleicht Plätze an denen benachbarte Gruppen sich für unbekannte Zwecke treffen konnten. Solche Orte könnten sogar die Quelle für Rohmaterialien sein, die für spezielle Anlässe oder sogar spezielle Zwecke benötigt wurden. In diesem Sinne könnten Steinartefakte die in der Landschaft zurückgelassen wurden, und oft als isolierte Funde kategorisiert werden, intentionelle Markierer sein. Es muss hierbei beachtet werden, dass ein Territorium für Ressourcen sich durchaus von einem sozialen Territorium unterscheiden kann. Offensichtlich muss in Zukunft die Gesteinsarchäologie neue Wege zur Interpretation der kognitiven Fähigkeiten der Neanderthalen finden.

Unter den ausbeuterischen Routen wurden hier identifiziert: Aufsammlung, Transport und Aufgabe von Rohmaterial und -quellen; saisonale Jagd von speziellen Spezies; Sammlung und Verarbeitung in verschiedenen Arten an Rastplätzen und Camps von anderen permanent oder saisonal verfügbaren Ressourcen; die Möglichkeit dass geschlechtspezifische als auch gemischte Gruppen spezielle Aufgaben unternahmen; Bestätigung der Besiedlung von MIS 9 bis 3; Neanderthaler reagierten nicht einfach auf bestimmte Charakteristiken der Landschaft sondern interagierten mit Besonderheiten in der Landschaft (Geosymbole) und antworteten auf Umwelt- und Bioressourcenveränderungen in deterministischer Weise, welche sehr nahe an dem Verhalten moderner Jäger und Sammler liegt.

KEYWORDS - geo-resources, bio-resources, territories, Lower and Middle Palaeolithic, Massif Central, South-Eastern France
Georessourcen, Bioressourcen, Territorien, Alt- und Mittelpaläolithikum, französisches Zentralmassif, südöstliches Frankreich

Introduction

Open-air sites considered as Lower Palaeolithic and yielding bifacial lithics exist in the study area and demonstrate that the previously recognised site of Orgnac 3 was not the sole location of Acheulean occupation in the area which can be partly attributed to the presence of *Homo heidelbergensis*. The open-air sites date to MIS 9 or older but some may be contemporaneous with enclosed stratified sites that offer

comprehensive data and which relate to Neanderthal land-use. Recent discussion in the literature regarding the differences in behaviour between Neanderthals and anatomically modern humans is based on current perceptions of the extent of territories and subsequent land-use of the two groups. In the following discussion, petro-archaeology provides answers to several important and classical questions including: Where were the exploited resources located? In what quantities were they sampled, and in what proportion

one to another? What were the minimum distances travelled to obtain them?

To answer these and other similar questions, information was gathered about: the direction in which resource-gathering journeys were made to and from a particular site; circulation patterns within an exploited territory given various topographical constraints; whether groups attributed any deeper meaning to the journeys they made beyond that of obtaining resources and, lastly, what might have been the economic and / or social significance of the resources gathered. Definitive answers to these questions remain unknown and far beyond our present level of understanding, however, what happened to lithic resources that were imported into or exported from an ancient site can be determined by a detailed analysis of the *chaînes opératoires* (which includes all the processes applied to a resource beginning with its collection and proceeding through its modification until it is finally discarded). Another question that might be asked is: Does the site contain a series of different phases of utilisation for every type of raw material? For some raw materials, distinctive because of their particular origin or occurrence in a landscape, the reason that they were chosen for the task to which they were applied remains enigmatic despite the fact that we have some understanding of their function thanks to use-wear analysis.

During the last decade considerable progress has been made towards discovering and refining more accurate techniques for sourcing the origins of various lithic raw materials, especially where secondary sources are concerned, these being by far the most popular occurrences that were exploited (Masson 1981; Fernandes 2006, 2012; Fernandes & Raynal 2007; Fernandes et al. 2008). Comparative work in other regions has proven that different exploitation strategies occur amongst different groups of individuals, but these strategies may not relate directly to the accessibility and abundance of any particular raw material. Even if such information brings forth great detail about the territory that was systematically utilised by a group of individuals and also reveals some of the cognitive process related to the exploitation of that territory, for any given task we are no closer to an understanding of the strictly cultural aspects linked to and perhaps governing the choice and use of, a particular raw material. On the other hand, detailed zoo-archaeological studies of several sites have revealed information regarding different types of occupation that took place and their various durations. These included ephemeral short-term visits, regularly visited hunting camps occupied for a short time in alternation with periods of carnivore occupation, along with semi-permanent occupational events indicative of longer-term residential sites (Daujeard 2008; Daujeard et al. 2012).

To gain a new perspective on Neanderthal lifeways in the south-eastern Massif Central, and to enable us

to propose a more detailed demographic, social and perhaps even a cultural vision of Neanderthal life, we have for the past few years combined the study of subsistence strategies and raw material management into a three dimensional model by including spatial and temporal data. In other words, we have tried to draw together information connecting the landscape, its geo-resources, bio-resources, seasonality and patterns of exploitation by humans. The connections that we have been able to make between the highlands of the Velay and the lowlands of the Rhône Valley, have enabled us to highlight Neanderthal land-use and residential models that differ in circulation patterns and logistics from those classically identified in other areas of Europe (see many references for this in Daujeard & Moncel 2010; Daujeard et al. op. cit.; Raynal et al. 2012). This collaborative research is still in progress under the auspices of a Collective Research Program (PCR *Espaces et subsistance au Paléolithique moyen dans le sud du Massif central*) focused on Neanderthal subsistence strategies and mobility in the south east of the Massif Central being supervised by two of us (J.-P. Raynal & M.-H. Moncel).

In this paper, we focus on results obtained from stratified sites dated from MIS 9 to MIS 4. Orgnac 3, Payre, Barasses II, Abri du Maras and Abri des Pêcheurs are caves and rock-shelters located on low plateaus on the right bank of the Rhône corridor (fig. 1) while the cave of Sainte-Anne I and Baume-Vallée rock-shelter belong to the mid-mountains of the Velay (Raynal et al. 2005; Moncel et al. 2010; Moncel 2011).

Methodology

The lithic assemblages were studied by reconstructing the *chaînes opératoires* for each major class of raw material. To source the raw material we used geological surveys along with detailed observations according to a methodology developed by two of us (Fernandes 2006; Fernandes & Raynal 2007; Fernandes et al. 2007). This method is based upon an analysis of the evolutionary sequence governing the geological behaviour of silica, the results of which allowed us to group siliceous artefacts according to their facies, a characteristic which identifies various different gathering environments, namely: directly from or close to static outcrops, from colluvia, from recent alluvia or from older formations.

By examining a complete site assemblage and considering any pre or post-depositional evolution of flint found in a site we are able to avoid most of the facies convergence errors introduced by evolutionary processes. This methodology brings considerable precision to the identification of places visited by humans bent on gathering particular resources.

The technical processes we considered are described in the literature, (Geneste 1988; Boëda et al. 1990; Boëda 1993, 1994; Geneste et al. 1997; Jaubert 1997). Using them we proceeded to record



Fig. 1. Location map of archaeological sites (black dots) and some specific raw material sources (black stars).

Abb. 1. Karte der im Text erwähnten archäologischen Fundstellen (schwarze Punkte) und besonderen Rohmaterialquellen (schwarze Sterne).

the knapping, shaping and retouching modes according to the technical characteristics of the lithic raw materials. We also identified the various techniques applied to each type of raw material being used and the tool types being manufactured from each of them. The analysis of the complete *chaînes opératoires* was conducted according to the various techno-economic phases that underline the human strategies for managing their environmental resources, their preferences for particular technological schema and/or the coexistence of different knapping techniques (among others: Geneste 1985; Boëda 1986, 1994; Geneste 1988; Jaubert & Bismuth 1996; Jaubert & Farizy 1995; Jaubert & Mourre 1996; Mourre 1996, 1997).

For each faunal assemblage, our analysis identified the total number of remains (NR), the number of identified specimens (NISP) and minimum number of individuals (MNI) (Lyman 1994). Bone accumulation processes (hunting, scavenging or natural) are discussed on the basis of the work of a number of authors who considered the various taphonomic aspects of these processes (Hill 1980; Binford 1984; Klein & Cruz-Uribe 1984; Blumenshine 1986, 1988; Brugal et al. 1997; Fosse et al. 1998; Costamagno et al. 2005; Coumont 2006; Daujard 2008; Daujard & Moncel 2010; Daujard et al. 2011.). The type of damage caused by humans, carnivores, rodents or climato-edaphic alterations found on each specimen was recorded systematically, except for those on

dental remains (apart from cases of ingestion), unreadable remains and bone pieces less than 5 cm long (Brain 1981; Haynes 1983; Lyman 1994; Fisher 1995). The latter category of small fragments was used for fragmentation studies (Blumenshine & Selvaggio 1988, 1991; Villa & Mahieu 1991) and carbonization analyses (Costamagno et al. 1998; Théry-Parisot 2001; Théry-Parisot et al. 2005).

Summary of Site Data

Stratigraphical and bio-stratigraphical data for ancient open-air sites are scarce and the availability of material for wide-ranging comparisons is thus very limited. Stratigraphical and bio-stratigraphical data for human occupation events in caves and rock-shelters (Payre, Sainte-Anne I, Baume-Vallée, Abri du Maras, Abri des Pêcheurs) are sustained by several absolute dates obtained using various methods (TL, ESR, ^{14}C , U-Th) (Evin et al. 1985; Raynal & Huxtable 1989; Masaoudi et al. 1994; Moncel & Michel 2000; Raynal et al. 2005) (fig. 2) and new results are expected from TL and RPE samples recently collected at Balazuc, Sainte-Anne I and Rond de Saint-Arcons.

Open-air sites with bifacial pieces

Assemblages with bifacial pieces are known from open sites in the upper basins of the Loire and Allier Rivers, however no excavations have taken place in these localities and our knowledge thus relies on analysis of their surface collections.

The lithic assemblage of La Garde near Roanne (Loire) along the Rhône Valley is a coherent Acheulean series; probably final Acheulean (Moncel et al. 2011b). It provides insights into localised human occupation and perhaps the movement of human groups between the Saône-Rhône corridor and river basins in the Massif Central. Technical strategies identified in the assemblages suggest that multiple activities have taken place on the site because of the presence of flakes obtained from Levallois, discoidal and orthogonal flaking techniques along with large bifacial tools ($n = 102$). The bifacial tools can be divided into three groups according to their overall form and tip shape (triangular, ovate with and without a back, and with a transversal cutting edge) (fig. 3). The shaping strategy and retouch found on different parts of the cutting edges and on the tips shows that these are cortical bifacial tools with various use areas. Tools with a transversal cutting edge and bifacial tools with a distal notch do not fit within the *Moustérien de Tradition Acheuléenne* series described in the area (Philibert 1982; Soressi 2002, 2004), rather, they resemble the bifacial tools observed at the top of the sequence of Orgnac 3 which contains plano-convex bifacial scrapers (Moncel 1995). In south-eastern France bifaces disappear around MIS 7 in an Early Middle Palaeolithic context (Moncel 2003). The site of Payre yielded a few bifaces (MIS 8 to end of MIS 6) made on large quartzite and basalt flakes that were

produced away from the site (Moncel (Ed.), 2008). However, the presence in the assemblage of pieces with a transversal cutting edge («biface-cleaver») makes this series unique. Similar objects have been found northwest of the Massif Central, at La Grande Vallée (Hérisson et al. 2012). In this part of France, partial bifaces and bifaces with a distal notch are considered to belong to the Upper Acheulean (Combier 1976) and the first evidence for Levallois flaking is found at around 350-300 kya (Moncel 1999; Despriée et al. 2009). These features do not exist in the assemblages from Chaumette Quarry close to La Garde where the series is composed mainly of pebble tools, scrapers and notched pieces. These assemblages have been described as "Clactonian" (Combier 1976).

Lithic assemblages have been found during detailed and repetitive surveys of several localities on the surfaces of the alluvial terraces of the upper basin of the Allier River between Brioude and Langeac. These are situated mainly in the Paulhaguet basin between the Senouire and the Allier Rivers (unpublished material of Y. Consigny and L. Servant, fig. 4). Unfortunately, these quartz assemblages, which contain some bifacially flaked pieces are not dated (Le Gall & Raynal 1986; Magoga et al. 1991) but it is possible that they are contemporaneous with the assemblages from Payre and Sainte-Anne I (see *infra*) but may be even more recent. However, an isolated biface discovered near Chilhac (Haute-Loire) undoubtedly testifies to an Acheulean presence there (fig. 5). This basalt implement was manufactured on a large asymmetrical flake showing that it is a product of a centripetal production of flakes from blocks or large cobbles coming from upstream within the volcanic massif.

Orgnac 3 (Orgnac, Ardèche)

Orgnac 3 is the only cave site with a clear stratigraphical context. The site is a sediment filled sinkhole located on a plateau close to the Ardèche Gorge (fig. 1). Hominins initially occupied a cave, then a shelter that was formed by the progressive enlargement of an aven on the surface of the plateau (Combier 1967). During the excavations conducted between 1959 and 1972, ten occupation phases were identified and dated by Electron Spin Resonance (ESR) and Uranium/Thorium (U/Th) at 288 000 – 45/+ 82, 309 000 ± 34 and 374 000 – 94/+ 165 BP for the levels associated with MIS 9 (Falguères et al. 1988; Masaoudi 1995). Recent dates by 40Ar/39Ar and U-Th confirm this age (Michel et al. 2011) (fig. 2). Upper level 2 contains volcanic minerals sourced to an eruption of the Mont-Dore volcano which can be attributed to the beginning of MIS 8 (298 000 ± 55 000 BP) (Debard & Pastre 1988). Combined bio-stratigraphical studies of mammal remains, microfauna and fossil pollens suggest that the basal layers of the sequence were deposited in a temperate context, characteristic of a

Ages	Sites	Deposits	Palaeoecology	Microfauna	Lithics	Zoo-archaeology	Climato-chronology
	Orgnac 3	Clast-supported and matrix-supported deposits resulting partly from roof collapse	Temperate at the bottom Cold at the top	Large variety of Rodents	Acheulian to Middle Palaeolithic (Levallois debitage, standardization)	Short-term seasonal occupations Various activities or hunting site	MIS 9 to 8
251 ky 145 ky ¹	Payre	Brecciated deposits overlain by silts supported clastic deposits	Temperate context <i>Equus ferus</i> , <i>Cervus elaphus</i> , <i>Capreolus capreolus</i> , <i>Ursus spelaeus</i> .	Large variety Rodents: <i>Microtus arvalis/agrestis/gregalis</i> , <i>Chionomys nivalis</i> , <i>Plyomys lencki</i>	Discoid and orthogonal Few flake tools Some large tools Flint and local stones	Seasonal hunting camps on cervids, equids and <i>Bos</i>	Bottom of the sequence MIS 8/7 Top MIS 6/5
	Sainte-Anne I	Sands and silts supported deposits overlain by diamicton and gravity rock-falls. Heavy secondary frost action.	Cold context: open arctic fauna and mountain fauna groups: <i>Rangifer tarandus</i> , <i>Equus caballus piceus</i> , <i>Capra ibex</i> , <i>Mammuthus primigenius</i> , <i>Coelodonta antiquitatis</i>		Discoid, Levallois, SSDA, bifacial. Basalt and phonolite are dominant, quartz, local and semi-local flint varieties, a few more distant ones.	Seasonal hunting camp	MIS 6?
80 ky ²	Baume-Vallée	Clast-supported and matrix-supported deposits resulting of a secondary stratogenesis of cryoclastic material by solifluxion	A mosaic of non-arctic, woody and arctic environments dominated by the open non-arctic group. In order of abundance: <i>Equus caballus germanicus</i> , <i>Cervus elaphus</i> , <i>Rangifer tarandus</i> , <i>Capra ibex</i> , <i>Bos</i> or <i>Bison</i> , <i>Equus hydruntinus</i> . Several bird species	In unit 1, under study	Mixed Quina and Levallois knapping of several flint types. High ratio of retouched artefacts and high reduction by use on some tools (stepped retouch). Granite hammerstones. Bone and lithic retouchers. Quartz knapping and use in the lowermost unit 0	Seasonal hunting camp with more or less complete butchery sequences on the three main species (horse, cervids and ibex)	Bottom of the sequence (unit 1) dated to the end of MIS 5
TL dates and ESR in progress	Balazuc	Clast-supported and matrix-supported deposits resulting of Rock-falls	Rocky landscapes, forest and open environments <i>Capra ibex</i> , <i>Rupicapra rupicapra</i> , <i>Bos/Bison</i> , <i>Cervus elaphus</i> , <i>Rangifer tarandus</i> , <i>Equus</i> sp., Carnivora (<i>Canis lupus</i> , <i>Vulpes vulpes</i> , <i>Ursus spelaeus</i> , <i>Panthera pardus</i> , <i>Lynx</i> sp., <i>Martes</i> sp., <i>Mustela</i> sp.)	Rodents: <i>Allocricetus bursae</i> , <i>Apodemus cf. sylvaticus</i> , <i>Microtus (Chionomys) nivalis</i> , <i>Plyomys lenki</i> , <i>Microtus group arvalis/agrestis</i> , <i>Microtus arvalis</i> , <i>Arvicola cf. terrestris</i> ,	Levallois flaking on flint and basalt Few tools Artifacts brought already worked Punctual flaking on small cores	Brief stops (hunting or scavenging) alternating with large carnivores occupation	MIS 5: bottom MIS 4/3: bottom
31 ky ³ 39 +3/-2 ky ⁴ 118 ±19 ky ⁴	Abri des Pêcheurs	Azoic brecciated deposits overlain by clayish sands and silts supported clastic deposits	Rocky landscapes group: <i>Capra ibex cebennarum</i> , Other groups: <i>Cervus elaphus</i> , <i>Rangifer tarandus</i> , <i>Capreolus capreolus</i>	Rodents: <i>Microtus arvalis/agrestis</i> , <i>Chionomys nivalis</i> and <i>Apodemus cf. sylvaticus</i> in bottom units Amphibians: Cold and wet in bottom units Birds: cold, various species in bottom units	Discoid knapping on quartz. Products are fragmented and poorly retouched. A few flint flakes.	Brief stops (hunting or scavenging) alternating with large carnivores occupation (bears and wolves)	End of MIS 5 and human occupation in MIS 4
72±3 ky ⁵ 87±5 ky 89±4 ky 91±4 ky	Abri du Maras	Loess at the bottom then clays supported clastic deposits	Open arctic and non arctic environments groups in the top units: <i>Rangifer tarandus</i> , <i>Equus cf. germanicus</i> , <i>Bison priscus</i> , <i>Capra ibex</i> . Well-wooded environment group in lower units: <i>Cervus elaphus</i> , <i>Equus cf. germanicus</i> , <i>Capreolus capreolus</i> , <i>Sus scrofa</i>	rare	Levallois, Kombewa and discoid knapping on flint. A few Side scrapers	Seasonal reindeer hunting camps with an extensive butchering Hunting stops (Red deer) Hearths	Bottom of the sequence dated to the end of MIS 5. Middle part of the sequence possibly MIS 4.

Fig. 2. Stratigraphical and biostratigraphical data for the human occupation of Orgnac 3 (Combier excavations), Payre (Moncel excavations), Sainte-Anne I (Seguy and Raynal excavations), Baume-Vallée (Laborde and Raynal excavations 1964-1997), Abri du Maras (Combier and Moncel excavations), Abri des Pêcheurs (fieldworks Moncel 2005-2010) and Balazuc (excavations Daujardin 2011-2012):¹ (Valladas et al. 2008);² TL (Raynal & Huxtable 1989) and ESR (Raynal et al. 2005);³ ¹⁴C uncalibrated dates (Évin et al. 1985);⁴ U-Th/ESR (Masaoudi et al. 1994);⁵ U-Th (Moncel & Michel 2000).

Abb. 2. Stratigraphie und Biostratigraphie der Funschichten von Orgnac 3 (Grabung Combier), Payre (Grabung Moncel), Sainte-Anne I (Grabung Seguy & Raynal), Baume-Vallée (Grabung Laborde & Raynal 1964-1997), Abri du Maras (Grabung Combier & Moncel), Abri des Pêcheurs (Grabung Moncel 2005-2010) und Balazuc (Grabung Daujardin 2011-2012):¹ Valladas et al. 2008;² TL-Datierungen (Raynal & Huxtable 1989), ESR-Datierungen (Raynal et al. 2005);³ ¹⁴C -Datierungen (Évin et al. 1985);⁴ U-Th/ESR-Datierungen (Masaoudi et al. 1994);⁵ U-Th-Datierung (Moncel & Michel 2000).

Middle Pleistocene interglacial period. Upper level 1 is indirectly attributed to MIS 8 using evidence from the micro-mammal assemblage and the persistence of the tahr (*Hemitragus bonali*) and Deninger bear (*Ursus deningeri*), which suggest that this level cannot be more recent than MIS 8. Levels 2 and 1 are mainly characterized by species typical of an open landscape and by the replacement of the equid *Equus mosbachensis* by *Equus steinheimensis* (Moncel et al. 2011a).

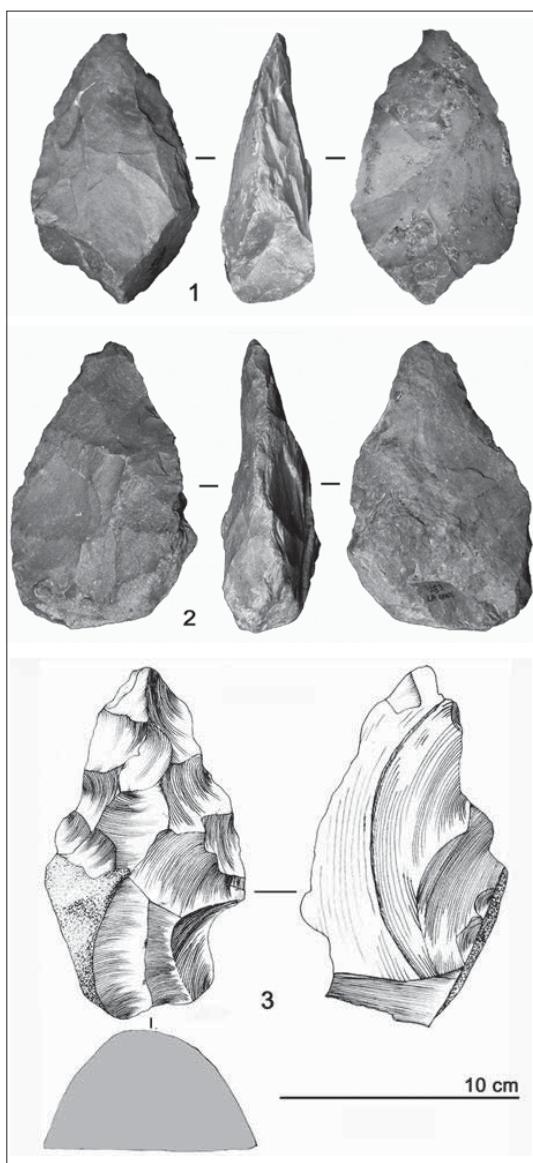


Fig. 3. Acheulean artefacts from the open-air site of La Garde, near Roanne (drawings by Angeliki Theodoropoulou).

Abb. 3. Acheuleen Artefakte aus der Freilandfundstelle La Garde in der Nähe von Roanne (Zeichnungen: A. Theodoropoulou).

The top of the Orgnac 3 sequence contains evidence of Upper Acheulean occupation (Combier 1967) along with Middle Palaeolithic technological strategies (Moncel 1995, 1999, 2003; Moncel et al. 2005, 2011a, 2012) (fig. 6). The first evidence of a Levallois core technology arrives in the middle part of the sequence. Over time, the use of flakes as raw materials for producing a standardised form of scraper is seen to increase while there is a simultaneous decrease in the number of bifaces made on locally gathered raw material. Above the middle part of the sequence changes in subsistence behaviour and land-use become apparent as selective horse hunting and standardized carcass treatment decrease in importance and carnivores abandon of the site. Over time, a changing mosaic of hominin subsistence and technical behaviour can be seen with both gradual and punctuated changes that cannot be explained by environmental factors such as site formation processes or climatic transitions. Generally, behavioural change at Orgnac 3 is multifaceted, consisting of a combination of gradual and punctuated adjustments being made by its hominin inhabitants.

Payre (Rompon, Ardèche)

Payre is a rock shelter formed from a collapsed cave located in the Rhône Valley (fig. 1). The stratigraphic sequence is more than 5 m thick with 8 occupation levels dated by ESR-U-series, TL, and TIMS from MIS 8-7 to the end of MIS 6 / beginning of MIS 5, (Masaoudi et al. 1994; Grün et al. 2008; Valladas et al. 2008). The whole sequence lies on a thick stalagmitic floor (229 kya ± 2 – 291 kya ± 3 by U-series-TIMS). Unit G levels Gb and Ga are dated by TL to 247 kya ± 29 (arithm. mean), unit F levels Fd, c, b and a are dated by TL to about 251 kya ± 25 and units E and D (top of level F) to 145 kya ± 35 by ESR-U-series (fig. 2).

Flint dominates the Early Middle Palaeolithic lithic assemblages (figs. 7 and 8) but other local stones were also used. The majority of the flint was gathered from various outcrops on the southern plateau between 8 and 30 km distant and from secondary formations in the valleys of small tributaries (Fernandes et al. 2008). It was gathered as broken nodules or sometimes as large flakes. [The diversity of the various flint outcrops that were available is in contrast with the few flint types collected on the open-air site of Andance (Saint-Bauzile) close to Payre (Bernard-Guelle et al. 2011)]. Rare small flakes in the Payre site originate from a source 60 km away to the south. The core technology is mostly discoidal and orthogonal in technique and the retouched artefacts consist primarily of scrapers and points (10-20 % of flake-tools). Some large tools (bifaces, bifacial scrapers, simple scrapers) are made on pebbles or large flakes of quartzite, limestone or basalt. These tools were produced away from the site (Moncel et al. 2008a) and brought into it for specific use, which, from the evidence provided by their strongly crushed edges, was probably butchery.

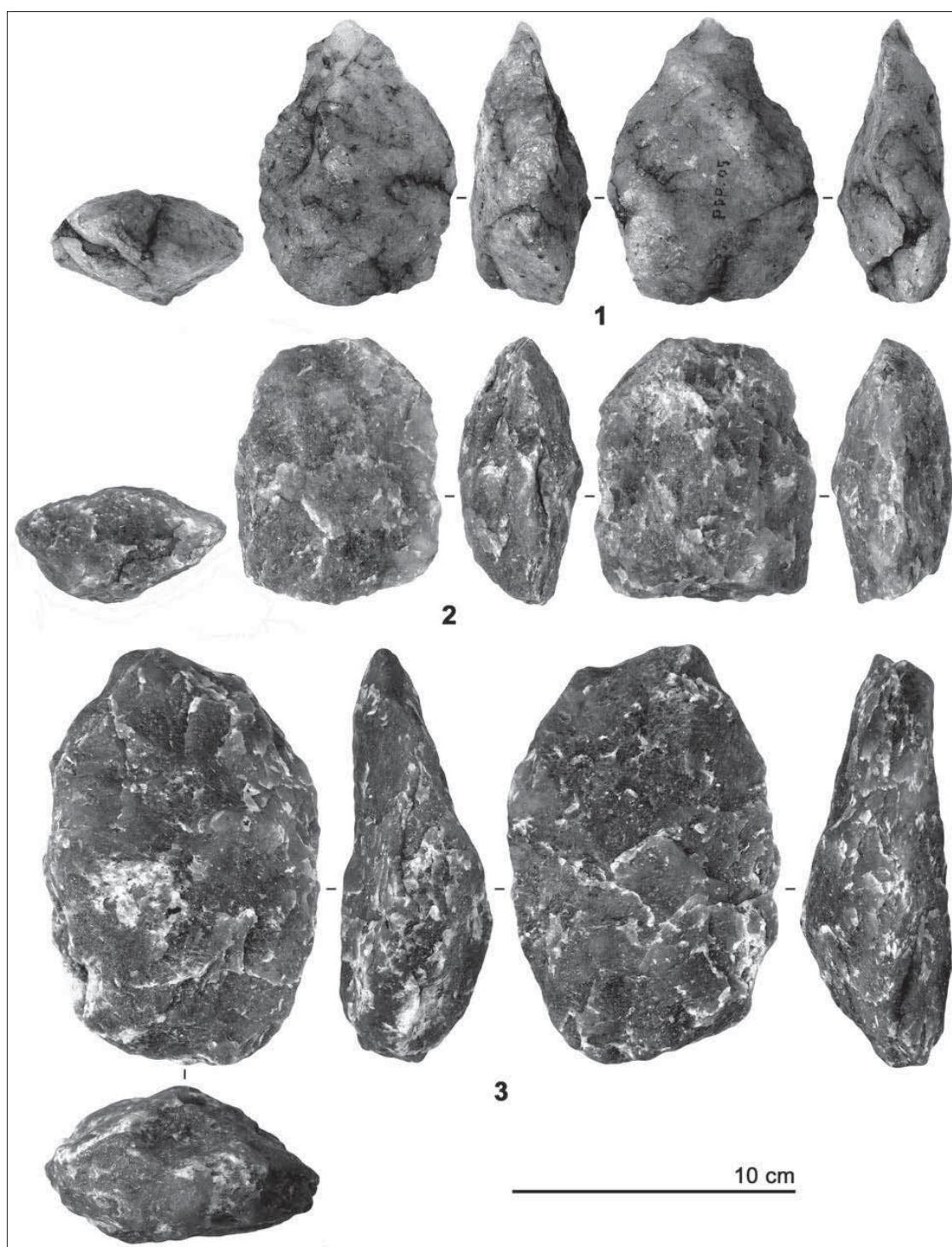


Fig. 4. Quartz artefacts from open-air sites in Paulhaguet basin (Haute-Loire): biface-like discoid core (1), bifacial discoid core (2), ovate biface (3) (photos by Gauthier Devilder).

Abb. 4. Quarzartefakte aus der Freilandfundstelle Paulhaguet basin (Haute-Loire): quasi bifazialer diskoider Kern (1), bifazialer diskoider Kern (2), bifazielles (ovale) Gerät (3) (Photos: G. Devilder).

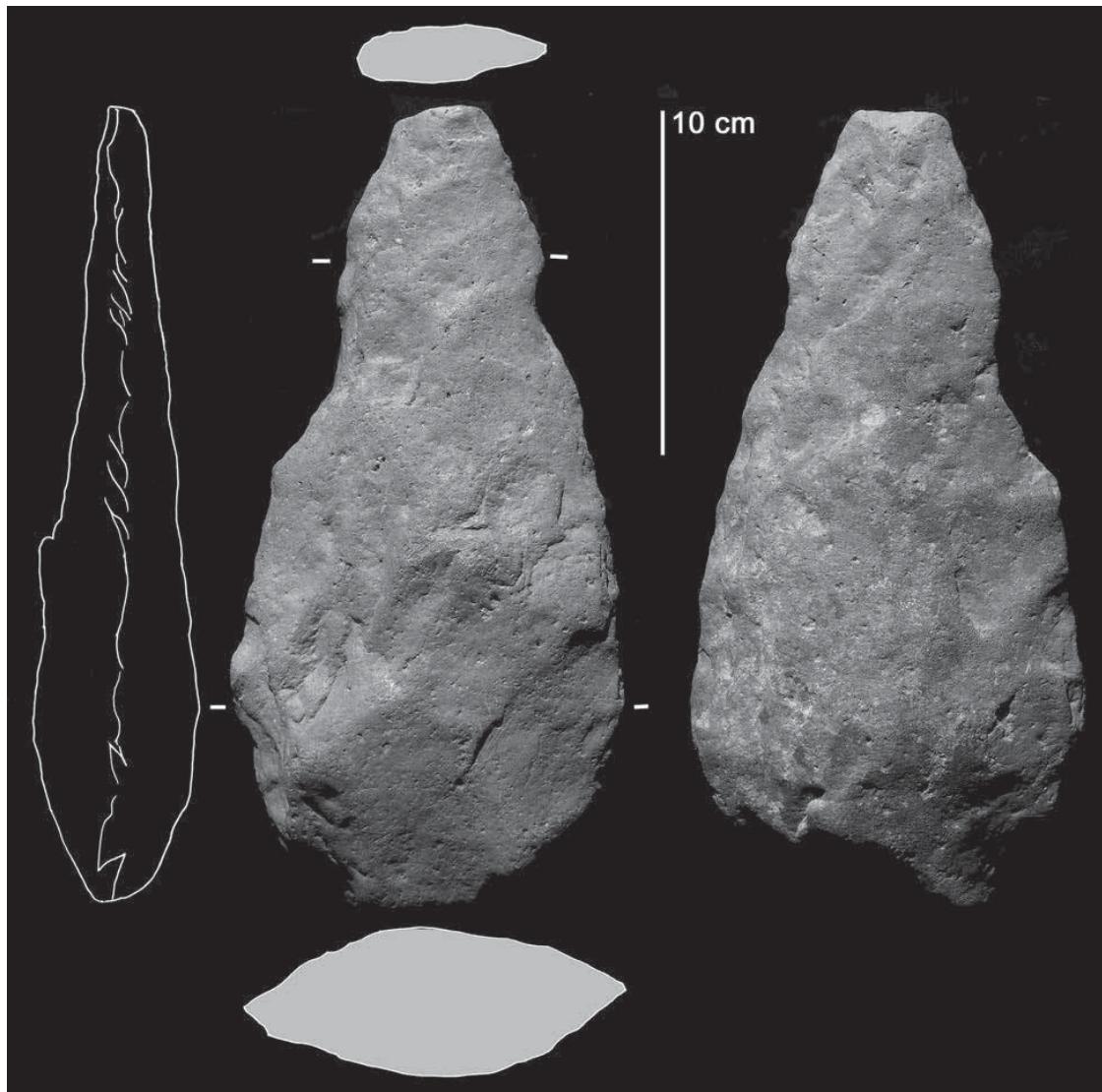


Fig. 5. Basalt hand-axe from Chilhac (Haute-Loire).

Abb. 5. Bifazielles Gerät an großem Basaltabschlag von Chilhac (Haute-Loire).

Micro-wear studies have shown the diversity of other activities undertaken on the site (Hardy and Moncel 2011).

The main faunal species present are: *Equus ferus*, *Stephanorhinus kirchbergensis*, *Stephanorhinus hemitoechus*, *Elephas*, *Bos primigenius*, *Hemitragus bonali*, *Cervus elaphus*, *Capreolus capreolus*, *Ursus spelaeus*, *Panthera leo spelaea*, *Cyon priscus*, *Felis silvestris*, *Lynx lynx*, *Vulpes vulpes* and *Castor fiber*.

Lithic and faunal remains suggest that human activities were more-or-less unchanged throughout the whole sequence. Neanderthals occupied the cave several times during temperate periods, due perhaps to its location above the confluence of the Rhône and Payre Rivers (Debard 1988; El Hazzazi 1998; Kalai

1998; Moncel 2002, 2008a, 2011a). Cervid, equid and bovid remains carry signs of anthropic activity indicating that these animals were hunted while rhinoceros and elephant remains were probably scavenged (Patou-Mathis et al. in Moncel (Ed.) 2008; Daujeard & Moncel, 2010; Daujeard et al. 2011). Lithic residues and use-wear analysis provide evidence for fish processing in levels Fa and D and the use of avian resources in level Gb (Hardy & Moncel 2011). Zoo-archaeological analysis indicates that there were successive short-term seasonal occupations of the site with in-situ carcass consumption (Rivals et al. 2009; Moncel et al. 2008a; Daujeard 2008; Daujeard & Moncel 2010; Moncel & Daujeard 2012). There are indications of the use of fire in each level. An ashy lens

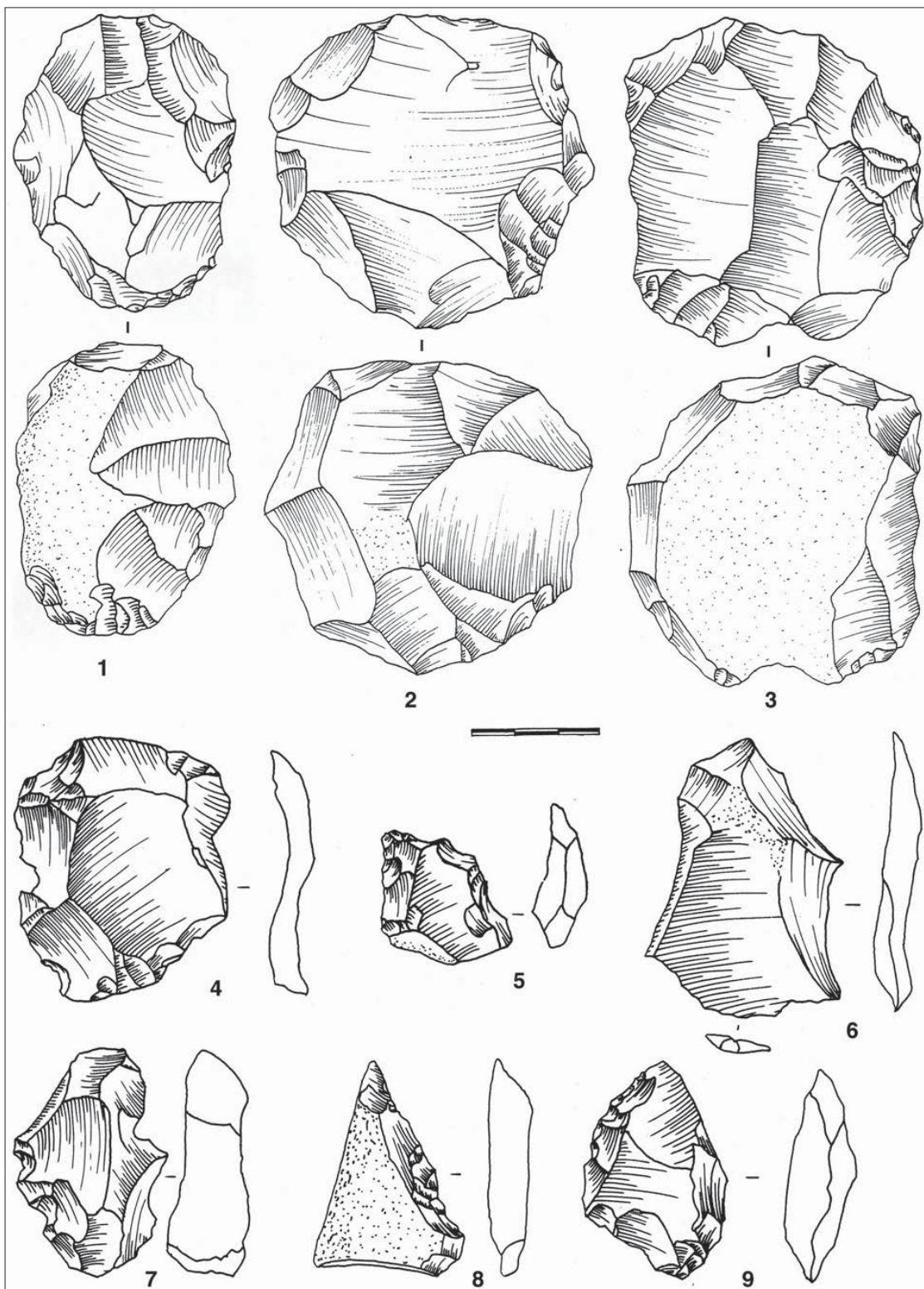


Fig. 6. Lithic assemblage at Orgnac 3. 1: flint discoid core (level 3). 2: flint Levallois core (level 3). 3: flint biface (level 5b). 4: flint discoid cores (level 5b) (drawings by O. Bernardini).

Abb. 6. Steingeräteinventar von Orgnac 3. 1: Discoider Kern aus Feuerstein (Schicht 3). 2: Levalloiskern aus Feuerstein (Schicht 3). 3: Bifazielles Gerät aus Feuerstein (Schicht 5b). 4: Discoider Kern aus Feuerstein (Schicht 5b) (Zeichnungen: O. Bernardini).

was discovered at the top of level Ga but it has no clear hearth structure. Intensive bone breakage is probably the result of marrow extraction; some bone pieces were burnt and others used as retouchers. No spatial patterning or organization was detected in the various Neanderthal occupation phases (Moncel et al. 2008a; Moncel (Ed.), 2008).

Carnivores also inhabited the site, as indicated by the abundant remains of bears (mainly *Ursus spelaeus*) that died during hibernation, especially in unit F (levels Fd to Fa), suggesting that hominid occupation alternated with carnivore denning.

Sainte-Anne I cave (Polignac, Haute-Loire)

The cave of Sainte-Anne I is a small south-facing cavity (50 m^2) at 737 m above sea level (fig. 1) in which several archaeo-stratigraphic deposits containing Middle Palaeolithic assemblages containing handaxes have been recognized (fig. 2).

Here, quartz, volcanic rocks and certain types of local flint (type F3 and its varieties), exhibit complete reduction sequences indicating that these abundant local lithic materials were flaked within the site. However bifaces and unifacially flaked tools were produced away from the site, introduced into it and used there before being broken. The evidence for this sequence of events is shown by the numerous broken extremities of these tools found within the cave. Other lithics from semi-local and exogenous sources also show incomplete reduction sequences and were prepared elsewhere before transport to the site. Easy access to local raw materials seems to have resulted in the local production of a comparatively large number of tools. Comparison between units J2 and J1 shows no significant differences (Raynal et al. 2007; Santagata 2006, 2012; Santagata et al. 2002), except that the number of tools made on volcanic pebbles varies between units J2 and the more recent J1, but this apparent bias may be a result of excavation history. Another difference is that polyhedral cores are more numerous in unit J1 but the proportion of debitage to finished tools remains unchanged.

Levallois and discoidal flaking were applied to cores made of volcanic rocks and the occasional production of quadrangular flakes was the result of orthogonal, or some other unipolar flaking activity. The dense nature of the kind of raw material available sometimes required reduction of a core using bipolar anvil percussion.

The full range of Levallois products from basalt shows similar morphometric characteristics; recurrent centripetal production methods were used by the knapper in unit J1, while preferential or recurrent unipolar techniques and opposed bipolar flaking was used in unit J2. Unifacial and bifacial discoid production was used to a great extent at the site.

The petrographic nature of phonolite, with its inherent cleavage planes, forms a constraint on the flexibility of knapping techniques. The planar

morphology of the slabs or small plates that were available and their minimal thickness required the use of their naturally occurring convex surfaces as an intrinsic part of the final form of the tools. Flake removals proceeded in series along bipolar orthogonal or opposed directions on a core. Flaking activity sometimes ended with the production of a flake with a predetermined shape or size or perhaps with a range of discoid flakes. Even the discoidal products are flat over their flaked surfaces because of the physical constraints and petrographic characteristics of the cores.

The assemblage made from quartz pebble cores using a discoidal method of flaking and its variants produced flakes of a very homogenous morphology. Flakes with a cortical platform and back, a cortical back or an enveloping back are all results of a unifacial discoid flaking technique, particularly from the initialization phase of core preparation. They play a role in maintaining the convexity of the core and its surface management and consequently the ultimate form of the flakes removed during the production phase.

The different varieties of local flint (F3, F3b, F3d) have been knapped in various ways according to their morphology. For small plates or rolled blocks, a recurrent Levallois unipolar or bipolar flaking method was used in unit J2, and a preferential flake removal with minor variants when compared to the "classical" rules was used in unit J1. The more-or-less planar flaked products were produced by knapping around a core from all directions, invading the whole core surface with the aim of completely exhausting it. Even the bifacial method of discoidal flaking was adapted to the morphology of the material. For the flint lithotype F3c, the knapper applied a classical Levallois method with preferential flake removal or less frequently, a recurrent unipolar or bipolar technique. The very small size of the cores fits well with the very small dimensions of the flakes recovered, implying that exploitation was taken to its ultimate extent. The scarcity of raw material close to the cave indicates that the knapper's intention with this material was to conserve the resource while producing as many flakes as possible from it with a conservative flaking methodology.

For all raw materials, core reduction technologies which were conservative in their manner of preparing and maintaining the resource were used alongside opportunistic flaking methods, in order to produce flakes whose unmodified edges gave the functionality required for particular subsistence activities; a requirement that explains the small number of retouched tools found at the site (fig. 7). The absence of flakes produced when shaping unifacially flaked objects and bifaces shows that these tools were manufactured outside the cave, perhaps at their source or on open-air activity areas (Boëda et al. 2000). The lithic assemblages of Sainte-Anne I therefore demonstrate the inhabitants' adaptation to

Sites	Archaeo-stratigraphy	Flint					Other stones	Shaped tools (F= flint)	Total
		Flakes < 20 mm	Flakes > 20 mm	Cores	% flake-tools	% convergent tools			
Payre	Level D	433	1425	84	31	58	671	6*	2216
	Level F(a,b,c,d)	2215	1399	42	20-44	30-40	703	22*	4336
	Level G (a,b)	1301	2575	106	12-15	22	546	4*	4503
Sainte-Anne I	J1	472	306	46	1.8	54.5	3523 (1)	27 (F=3)	4566
	J2	994	361	64	0.8	56.3	7180 (1)	24 (F=0)	9062
Abri du Maras Old excavations	1-1'-1 "	885	3036	59	7.7	17	120	-	3695
	2	60	94	1	8.1	12	54	-	209
	3	558	467	16	5.2	6.8	59	-	1100
	4	183	203	8	9.3	9.7	46	-	440
	5	58	159	4	11.6	14.2	19	-	240
	6	43	81	3	6.8	11.1	5	-	132
	7	35	34	1	9.7	-	2	-	72
	8	16	16	1	23.5	12.5	1	-	34
Recent excavations	4	26	291 Flakes 82 Blades 23 Points	11	5.7	-	32	-	399
	5		89 Flakes 3 Blades 1 Point	4	11.6	50	4	-	101
Abri des Pêcheurs Recent excavations	- Upper units:								
	Recent excavations		5	-	2 tools	-	143	6	155
	Old excavations		154	3	11.6		837	1	995
	- Lower units:								
	Recent excavations		-	-	-	-	47	-	47
	Old excavations		13	-	-	-	157	63	233
	Ensemble 7 (g, h, i, i', j)	1746	1794	104	3.7 to 6.4	2.9	207	-	3705
	- Lower units	257	245	3	5.1	1 tool	419		924
	unit u	158	48	1	10	14.2	7	-	214

*For Payre, number of bifacial or unifacial large tools on flakes and pebbles
(1) details on the other stones at Sainte-Anne I, see following tables

(1)	Sainte-Anne I volcanic raw materials						
	Flakes <20 mm	Flakes > 20 mm	Cores	% flake-tools	% convergent tools	shaped tools	Total
J1	548	1131	77	4.0	32.5	22	2807
J2	1693	2156	81	0.40	41.7	23	5384

(1)	Sainte-Anne I, quartz						
	Flakes <20 mm	Flakes > 20 mm	Cores	% flake-tools	% convergent tools	shaped tools	Total
J1	171	263	39	0.4	22.2	2	714
J2	326	520	79	0.1	87.5	1	1796

Fig. 7. Lithic assemblages at Payre, Sainte-Anne I, Abri du Maras and Abri des Pêcheurs.

Abb. 7. Steingeräteinventar von Payre, Sainte-Anne I, Abri du Maras und Abri des Pêcheurs.

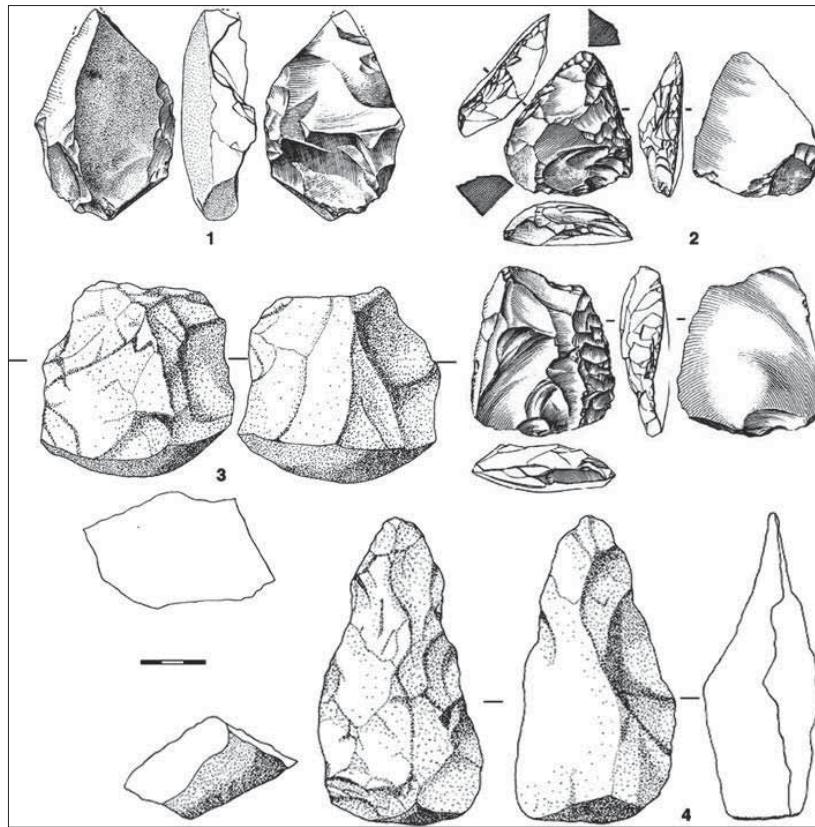


Fig. 8. Lithic assemblages at Payre. 1: flint flake-core (level Ga). 2: flint flake-tools (level Ga). 3: bifacial tool on quartzite (level Fa). 4: broken bifacial tool or core on quartzite (level Fa) (drawings: 1 and 2: G.J. Marcillaud; 3 and 4: M.-H. Moncel).

Abb. 8. Steingeräteinventar von Payre. 1: Abschlagkern aus Feuerstein (Schicht Ga). 2: Abschlaggeräte aus Feuerstein (Schicht Ga). 3: bifazielles Gerät aus Quarzit (Schicht Fa). 4: zerbrochenes bifazielles Gerät oder Kern aus Quarzit (Schicht Fa) (Zeichnungen: 1 und 2: G.J. Marcillaud; 3 und 4: M.-H. Moncel).

the available lithic resources, their volumes and mechanical limitations, and their needs according to the activities they undertook while at the site (Boëda 2001). The lithic reduction sequences reveal a system of economic organization which was at least partially based on mobility, as demonstrated by the presence of the large unifacially flaked tools and bifaces (fig. 9), along with a more settled domesticity that required the production of small sharp-edged flakes (Delagnes 2010). Typologically, the lithics resemble the series recovered from Payre, along the Rhône Valley in Ardèche where raw materials were chosen for their proximity rather than for their quality (Moncel 2003; Raynal et al. 2005, 2007; Fernandes et al. 2008).

The lower unit J2 contains the same ungulate species as the upper unit J1 (Raynal et al. 2005, 2007, 2008). The faunal group is dominated by reindeer, the horse and the ibex. Woolly rhinoceros, bovines and other cervids complete the spectrum. From a palaeoenvironmental viewpoint, the most important part of the spectrum is occupied by open arctic and mountain

fauna groups, suggesting harsh and severe climatic conditions like those that dominated during MIS 6. The presence of the red deer, a dominant species among the forest fauna group, may be because the compartmentalized landscape topography produced some isolated forested and leafy refuge zones. Carnivore remains are rare, but foxes, wolves, lynx and the extinct cave lion are present.

Cut marks are more frequent on the bones than are carnivore tooth-marks. The proportions of cut marks to gnawing marks vary according to species. Reindeer were the focus of human activities like skinning, dismembering, de-fleshing, scraping of the metapodia and marrow extraction. The extraction of marrow from long bones, mandibles and phalanges, the parts which preserve their fat for the longest time and which contain the highest proportion of non-saturated fatty acids, indicates an optimal exploitation of carcasses. Initially, humans consumed carcasses in the cave, while carnivores gained secondary scavenging access to these kills. No trace of

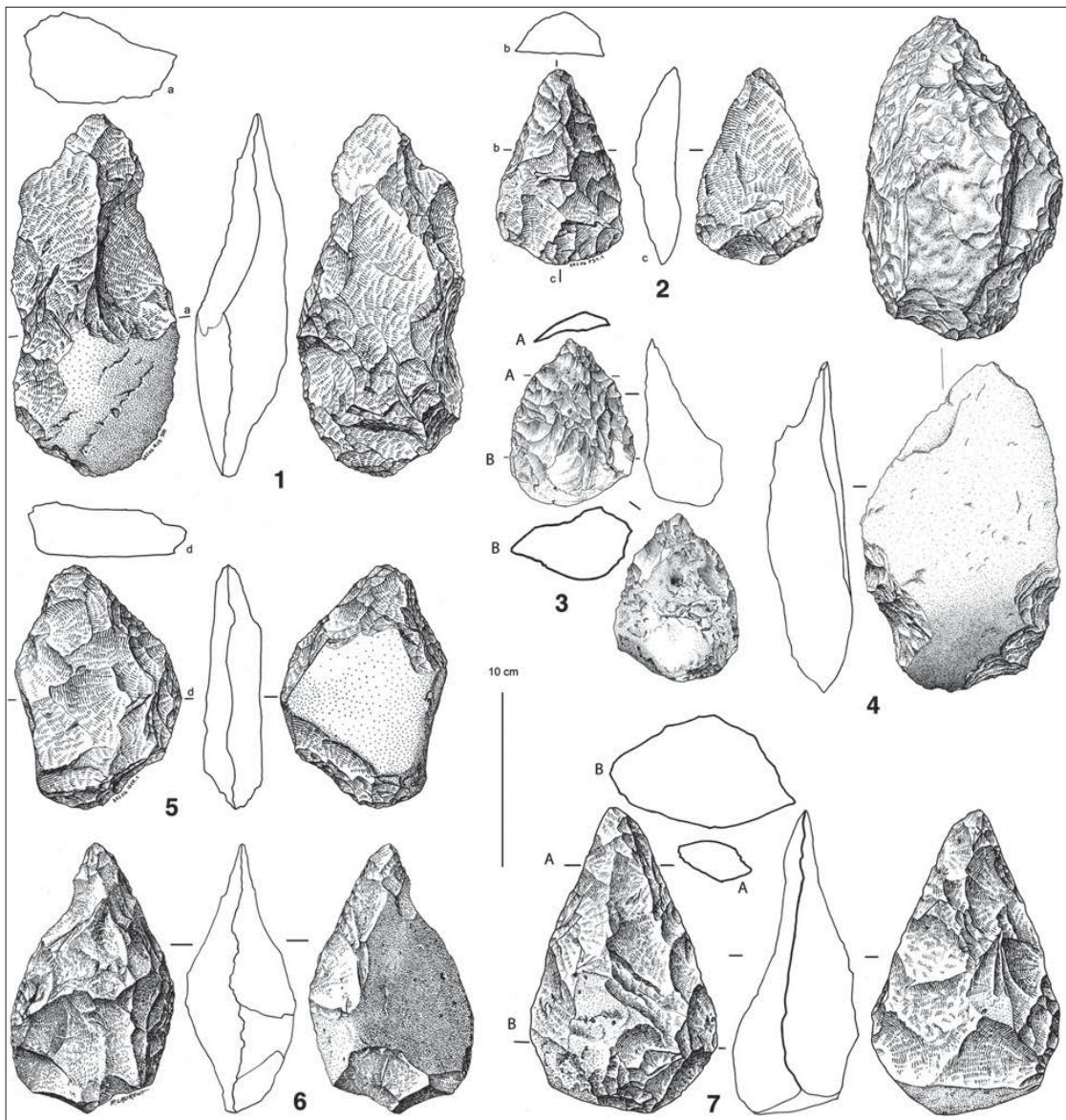


Fig. 9. Lithic assemblages at Sainte-Anne I: bifacial diversity (drawings by M. Hirbec-Raynal, except 4: by C. Decroix-Bourhim, and 6: by P. Laurent).

Abb. 9. Steingeräteinventar von Sainte-Anne I: diverse bifaziale Geräte (Zeichnungen: M. Hirbec-Raynal, ausser 4: von C. Decroix-Bourhim, und 6: von P. Laurent).

fire has been identified on the bone material, but the presence of fragments of burnt flint in the deposits show that there was some use of fire. Several bone retouchers have been recovered from the assemblage.

In unit J1, the pattern of skeletal remains suggests that entire carcasses of medium-sized animals were brought to the site for processing but only the most useful parts of horse carcasses (Raynal et al. 2007).

In unit J2, all age classes of reindeer and horse are present but the majority of both these species are

young adults (fig. 10). The presence of deciduous teeth (NR=4) indicates the kill time was autumn.

Baume-Vallée (Solignac-sur-Loire, Haute-Loire)

The south-east facing Baume-Vallée rock-shelter (also named Laborde rock-shelter) is located at Solignac-sur-Loire in the Velay at the foot of a cliff at 795 m above sea level. It is on the left bank of the Ourzie River, which is a left bank tributary of the Loire (fig. 1). In its lower part the shelter contains several archaeo-stratigraphic units belonging to the Ferrassie type of

		MNI						
Sites	Units	Equids	Cervids	Ibex/Tahr	Bovines	Rhinocerotids	Others	
Baume-Vallée	Unit 2	11	2	4	1	-	-	
	Unit 1	10	3	5	1	-	-	
	Unit 0	5	6	4	1	-	-	
Abri du Maras	Unit 1	3	4	-	2	-	-	
	Upper units	4	9	2	1	-	-	
	Lower units	2	7	-	-	-	1	
Grotte des Barasses II	Upper units (previous excavations)	1	8	17	3	2	5	
	Upper units (new excavations)	1	2	8	2	-	1	
	Lower units (new excavations)	-	1	6	-	-	1	
Abri des Pêcheurs	Levels 1-8 (new excavations: 5 m ²)	-	4	3	-	-	-	
	Levels 1-3 (previous excavations: sector 4 - ibex)	-	-	39	-	-	-	
	Unit J1	7	7	4	2	1	6	
Payre	Unit J2	7	7	2	1	1	-	
	Unit D	3	15	4	2	4	3	
	Unit F	18	61	18	15	11	8	
Orgnac	Unit G	8	15	2	5	5	4	
	Unit 1	20	7	1	15	1	1	
	Unit 2	26	15	1	16	1	4	
	Unit 3	3	9	1	11	-	2	
	Unit 4a	4	17	1	12	4	3	
	Unit 4b	7	18	1	17	2	3	
	Unit 5a	7	13	1	8	2	2	
	Unit 5b	11	25	1	15	2	3	
	Unit 6	9	35	2	11	4	6	
	Unit 7	4	13	1	6	3	2	

Fig. 10. Animal resources processed at the different sites based on the minimum number of individuals (probably an under-estimate). Small bovids: tahr at Payre and Orgnac, ibex at others. Data after Daujardin (unpublished results of undergoing excavations and 2008), Daujardin & Moncel (2010), Daujardin et al. (2010, 2012), Guadelli (2007), Moncel et al. (2008a, 2012). This table is a compilation of several faunal spectra coming from various studies. The MNI were the only data available for comparison.

Abb. 10. Verarbeitete tierische Ressourcen in den verschiedenen Fundstellen basierend auf Mindestindividuenzahlen (wahrscheinlich eher eine Unterschätzung). Kleine Boviden: Ziegen (Tahrs) in Payre und Orgnac, Steinbock in den anderen. Data nach Daujardin (unpubliziert aus der laufenden Grabung und 2008); Daujardin und Moncel (2010); Daujardin et al. (2010; 2012); Guadelli (2007), Moncel et al. (2008a, 2012).

Charentian Mousterian (fig. 2). The stratigraphy shows that sedimentation was the result of frost action, in particular solifluction, which becomes increasingly evident towards the top of the Mousterian sequence and delineates a secondary strato-genesis. Thermoluminescence (TL) and Electron Spin Resonance (ESR) dates give an age of around 80 kya (MIS 5a) (Raynal & Huxtable 1989; Raynal et al. 2005).

Seventeen lithological types of flint have been identified in a total sample of 1229 lithic artefacts recovered from unit 1 in which flint comprises 90 % of the lithic assemblage (Fernandes et al. 2006). 'Lithological' is derived from the French term 'gîte', used in mineralogy for a place where specific materials are encountered and which includes the notion of whether from a primary occurrence in a single outcrop or a secondary position within the same. The most abundant Bajocian flint types originate from the south (Lozère) and occur in local formations named "sables à chailles" (Fernandes & Raynal 2007) preserved beneath ancient basaltic flows and in more recent colluvia and alluvia close to the site. The second significant resource consists of Sannoisian flint types also found not far from the site in the Le Puy basin. Their neo-cortical attributes indicate that they were collected from colluvia and the local fluvial system. The third most common variety is a Sannoisian silcrete from Saint-Léger du Malzieu (Delporte 1966). Its neocortical attributes show that it was collected from sub-primary exposures of local colluvia within the

Malzieu, 46 km to the west. Some raw materials have regional derivations, for example a Miocene silcrete from La Collange 8 km to the north-east. Its neo-cortical facies indicates that it was collected in colluvia close to the primary outcrop. Some marine types and hydro-thermal silica, known from a primary outcrop in a fault system, were obtained from old alluvia at Naussac 22 km to the south. Other types come from sources more-or-less closer to the site like the silcrete from Saint-Pierre-Eynac (Werth 1991) collected from colluvium on the primary outcrop 17 km distant and the Araules and Mazet-Saint-Voy silcretes that were gathered from secondary alluvial outcrops in the le Puy basin. Other regional resources were collected from 53 km north near Arlanc along the Dore River in the Ambert basin (Daugas et al. 1988) and 78 km away to the north-west along the Allier Valley at Madriat. Despite the fact that the major gathering activities for siliceous materials occurred relatively close to the site, the geological knowledge of the inhabitants included an awareness of resources found up to 53 km away from the site. A few artefacts suggest that there were relationships between people and resources that were much more distant, for example more than 120 km north-eastwards along the Loire corridor. A Bathonian oolitic specimen has its origin in the Monts du Lyonnais (Montjuvent et al. 1973). Its neo-cortex indicates clearly that it was gathered from a secondary alluvial source and its presence at the site shows knowledge of the resources available from remote

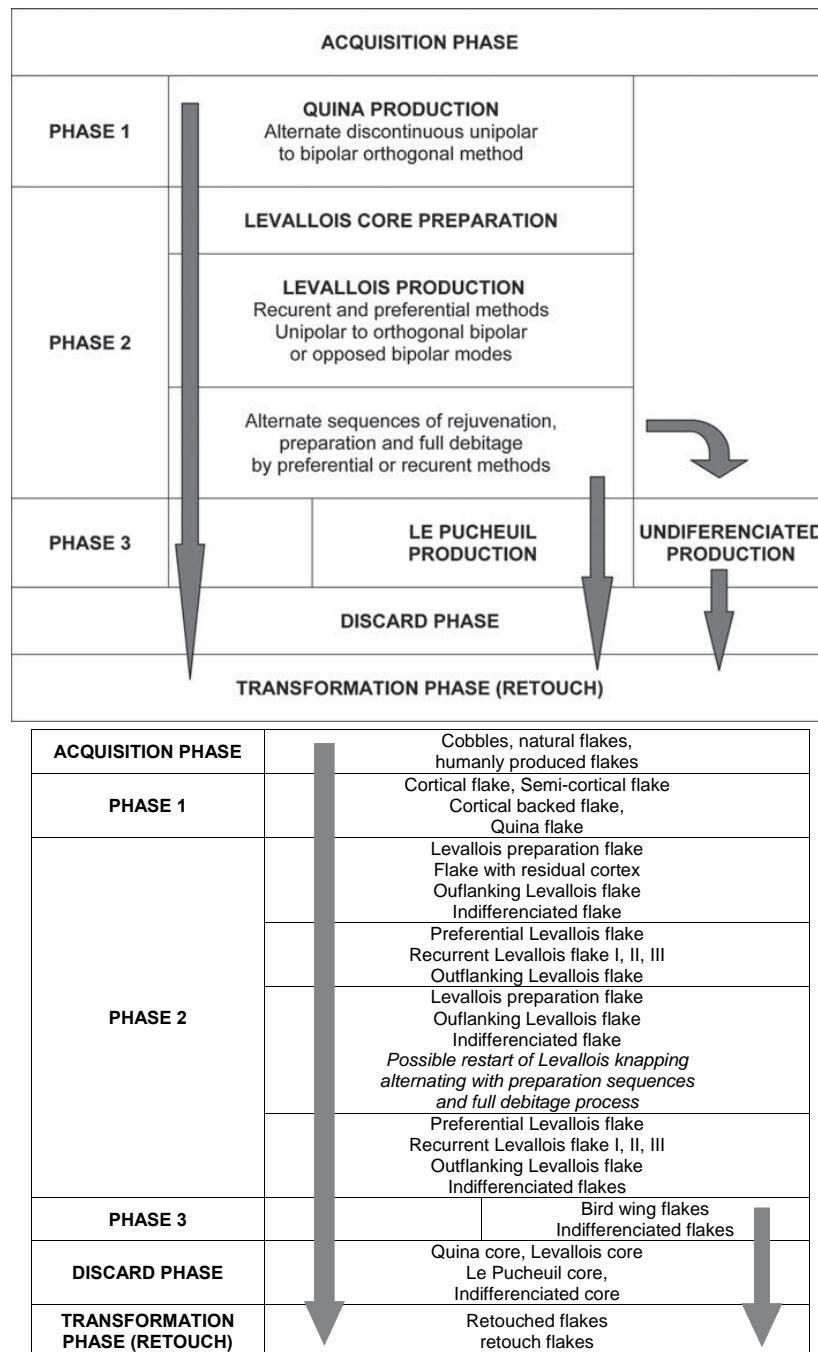


Fig. 11. The *chaînes opératoires* for flint in archaeostratigraphic unit 1 at Baume-Vallée. Organisation of lithic production in the case of co-existing *chaînes opératoires* (11a) and resulting products (11b).

Abb. 11. Die „*chaînes opératoires*“ für Feuerstein in der Archäostratigraphie der Schicht 1 in Baume-Vallée.

landscapes either through the exchange of raw materials that passed through a number of human hands or by direct extraction and removal of the resource by one individual (or group of people). Currently, other specimens are under investigation that might show that there was resource importation

from Barremo-Bedoulian secondary sources located on the right bank of the Rhône.

Technological analysis was performed on 1602 artefacts from unit 1 and 950 artefacts from unit 2 in which flint represents 90 % and 73 % of the total lithic raw materials present respectively. Cores are in the

Abri du Maras	tools	scrapers	points	dominant knapping
unit 5	11.6 %	60 %	14.2 %	Levallois
unit 1	7.7 %	44 %	17 %	Levallois (blades and flakes)

Fig. 12. Proportion of tools, side-scrapers and points in Middle Palaeolithic lithic units of Abri du Maras (old excavations).

Abb. 12. Anteile der Geräte, Schaber und Spitzen am mittelpaläolithischen Inventar von Abri du Maras (Altgrabung).

minority of artefacts and represent 2 % of the unit 1 assemblage and 6 % of that from unit 2. Quina and Levallois knapping methods were used within both unique and composite reduction sequences (one stage within the complete *chaînes opératoires*) illustrating a concern for conserving a resource as well as a sophisticated technical understanding of its capabilities (figs. 11a and 11b).

Retouched products represent 20 % of the assemblage in unit 1 and 35 % in unit 2. They consist mainly of Levallois debitage (including over-flaking flakes) or cortical Quina products. Around 80 % of the pre-determined Levallois flakes and 50 % of the diverse cortical ones have been modified by continuous adjacent retouching (up to 84 % of the margin) while notches represent 8 % and 3 % of the total respectively while denticulates remain rare. Some flaking directed towards thinning the tools exists in the assemblage. Among the side scrapers, simple lateral ones are dominant (40 % and 42 %), followed by transverse (15 % and 9 %), convergent (15 % and 21 %) and double ones (10 % and 18 %). A few Upper Palaeolithic types are present including end scrapers, atypical borers and scrapers. Microwear analysis on about 300 flint artefacts from unit 1 demonstrates that tools were used for cutting, thinning and scraping various resources including soft animal materials, herbaceous plants or soft wood (Lemorini, in Raynal et al. 2005).

At Baume-Vallée (Fiore et al. 2005; Raynal et al. 2005), horse (*Equus caballus germanicus*) is the prevalent species, followed by the cervids (*Cervus elaphus* and *Rangifer tarandus*), ibex (*Capra ibex*), bovines (*Bos* or *Bison* sp.) and other equids (*Equus hydruntinus*), while the remainder of the assemblage is composed of bird species (Gala et al. 2005) and indeterminate carnivore fossils. Besides a certain displacement of the faunal remains, periglacial taphonomic processes have also caused significant surface abrasion and fragmentation of the assemblage (Guadelli 2008). The only complete bones are small ones from joints and the phalanges. Articular portions of the long bones are very rarely represented, but

isolated teeth are abundant. In spite of the poor state of preservation, butchery processes including marrow extraction and de-fleshing have been identified, as well as the use of certain pieces of bone as retouching tools. Carnivore modification to the bone assemblage is very rare and the major part of fresh bone fracture can be attributed to human activity. At this site, hunting focused mainly on cervids and equids during the first period of human occupation, while equids become the dominant species hunted during later times. The ibex, which is in third position numerically, is present throughout. All age classes of these three groups, from juveniles to mature adults are represented. In the most recent phases, the majority of horse remains are young or mature adults. Skeletal profiles indicate that provisioning took place at the site using entire carcasses of medium-sized ungulates, but only portions of the larger equine carcasses (Fiore et al. 2005).

The presence of all parts of the skeleton processed during primary and complete butchery sequences, at least for one of the main species present, supports the hypothesis that the site was used for regular habitation. The diversity of the ungulate spectrum argues for opportunistic hunting. Occupation of a site at such high elevation above sea level was probably sporadic, since winter snow-cover on the surrounding plateaus would certainly limit or even completely prevent many human subsistence activities. The rarity of carnivore marks on the bones can be explained by human occupation episodes being very closely spaced in time or by a human presence just prior to the beginning of winter conditions that were sufficiently severe to limit the activity of scavenging animals. Bone and stone retouchers are present in the site in great quantity. All this evidence suggests that the site was a seasonal hunting camp (Daujeard et al. 2011). Very few burnt bones have been recorded (Fiore et al. 2005; Raynal et al. 2005) but the presence of numerous charcoal fragments, several burnt flints and obvious lenses of ash confirms the use of fire within the confines of the site.

Abri du Maras (Saint-Martin d'Ardèche, Ardèche)

This shelter is located in a small dry tributary on the left bank of the Ardèche River, not far from the plateau (fig. 1). It was excavated in the 1950s and 1960s by R. Gilles and J. Combier who identified eight archaeological units (Combier 1967; Gilles 1950). A new excavation begun in 2006 in front of the older site identified two large units lying on the limestone substrate, (unit 4 & unit 5) and a small fireplace in the bottom-level. These units correspond with the middle and lower part of the sequence identified during the previous excavations. The middle part of the sequence (Moncel et al. 1994; Moncel & Michel 2000) is dated by U-Th to the end of MIS 5 and the beginning of MIS 4 and this date is supported by the bio-stratigraphy (Crégut-Bonhomme et al. 2010) (fig. 2).

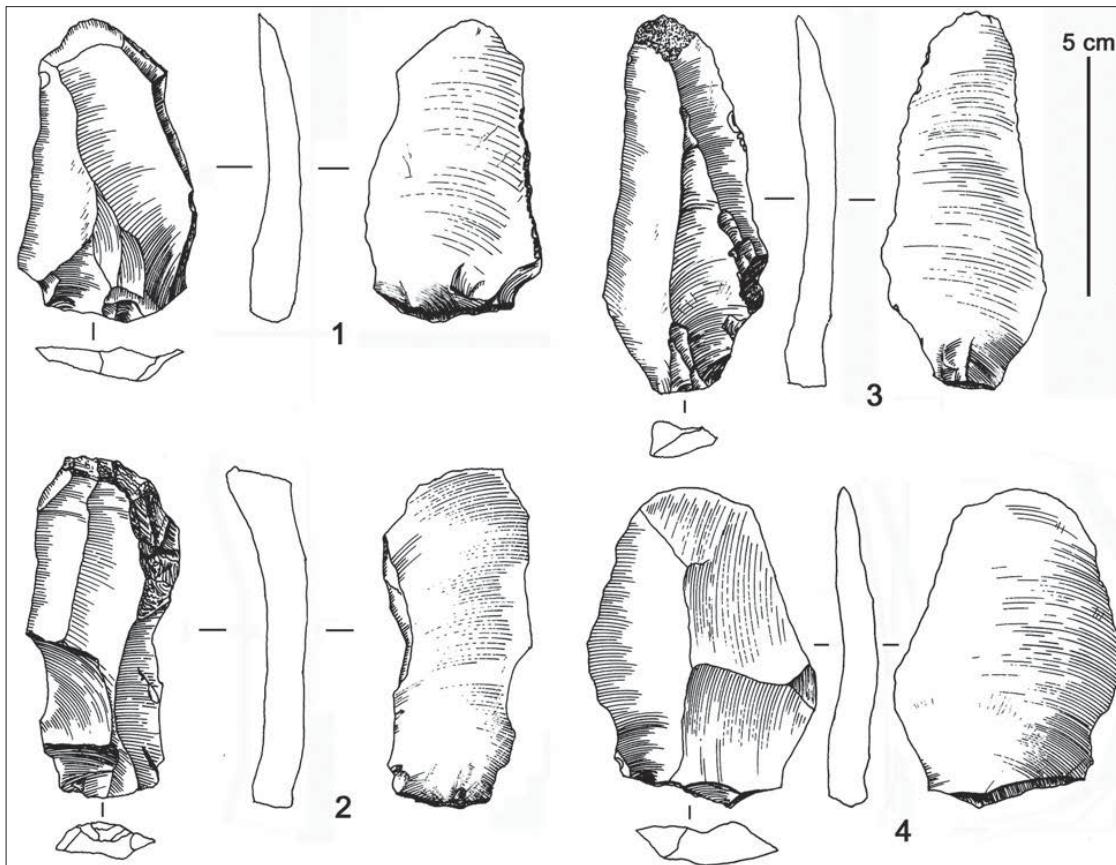


Fig. 13. Abri du Maras (Moncel excavation). Elongated blade-like products, unit 4 (drawings by Angeliki Theorodopoulou).

Abb. 13. Lange klingenähnliche Artefakte aus Schicht 4 der Grabung Moncel im Abri du Maras (Zeichnungen: A. Theorodopoulou).

The main lithic raw material used by hominins at this site was flint, recovered as tabular fragments, nodules and pebbles gathered locally (less than 5 km away) or within a semi-local perimeter of 20 to 35 km radius (Moncel 2002, 2003). Generally, exploitation territories were confined to the Rhône Valley especially the southern areas which are rich in flint, although a diverse range of outcrops was exploited in this landscape of varied ecological contexts. During each occupation phase of the site, flint collection concentrated on one or two main outcrops or formations.

In the older excavations, the upper part (units 3 to 1) yielded laminar products from Levallois and non-Levallois flaking techniques (Moncel 1994, 1996) (fig. 12). The two upper units (MIS 4 and 3) contain evidence of laminar flaking (5% - 10% of blade production) following a Levallois method (uni-bipolar and convergent unipolar flaking) on flint pebble cores (Combier 1967; Moncel & Michel 2000; Moncel 2003) that produced more or less elongated and pointed blades, however the Levallois cores in the assemblages are flake cores not blade cores (Moncel 2005; Moncel & Daujeard 2012). Only some cores can be associated

with laminar knapping technologies, with the elongated removals made directly on the cortical surfaces of small round pebbles (direct knapping). In assemblages rich in blades, such as here in Abri du Maras, tools are mainly side-scrapers made on flakes.

The bottom of the sequence (units 6 to 8) was excavated over a smaller area (3 m^2). A lesser proportion of elongated products was found here, being replaced by more invasive and semi-Quina type retouched material. The knapping method used was Levalloisian. The top of the sequence was ascribed to Recent Mousterian and the bottom to Ferrassie Mousterian.

The lithic assemblages coming from the new excavations in units 5 and 4 are mainly composed of flint but also contain a few other stone types. Flint was collected as pebbles, nodules and slabs and evidence for the whole of the *chaînes opératoires* occurs in the site.

The assemblage from unit 5 (excavated over only 2 m^2) comprises 101 artefacts and that of unit 4 lying above it (excavated over 16 m^2) contained 399 artefacts. The objects found in the two units share common features, being mainly small flakes ($<15 \text{ mm}$) and flakes of $>20 \text{ mm}$, but some are up to 100 mm in

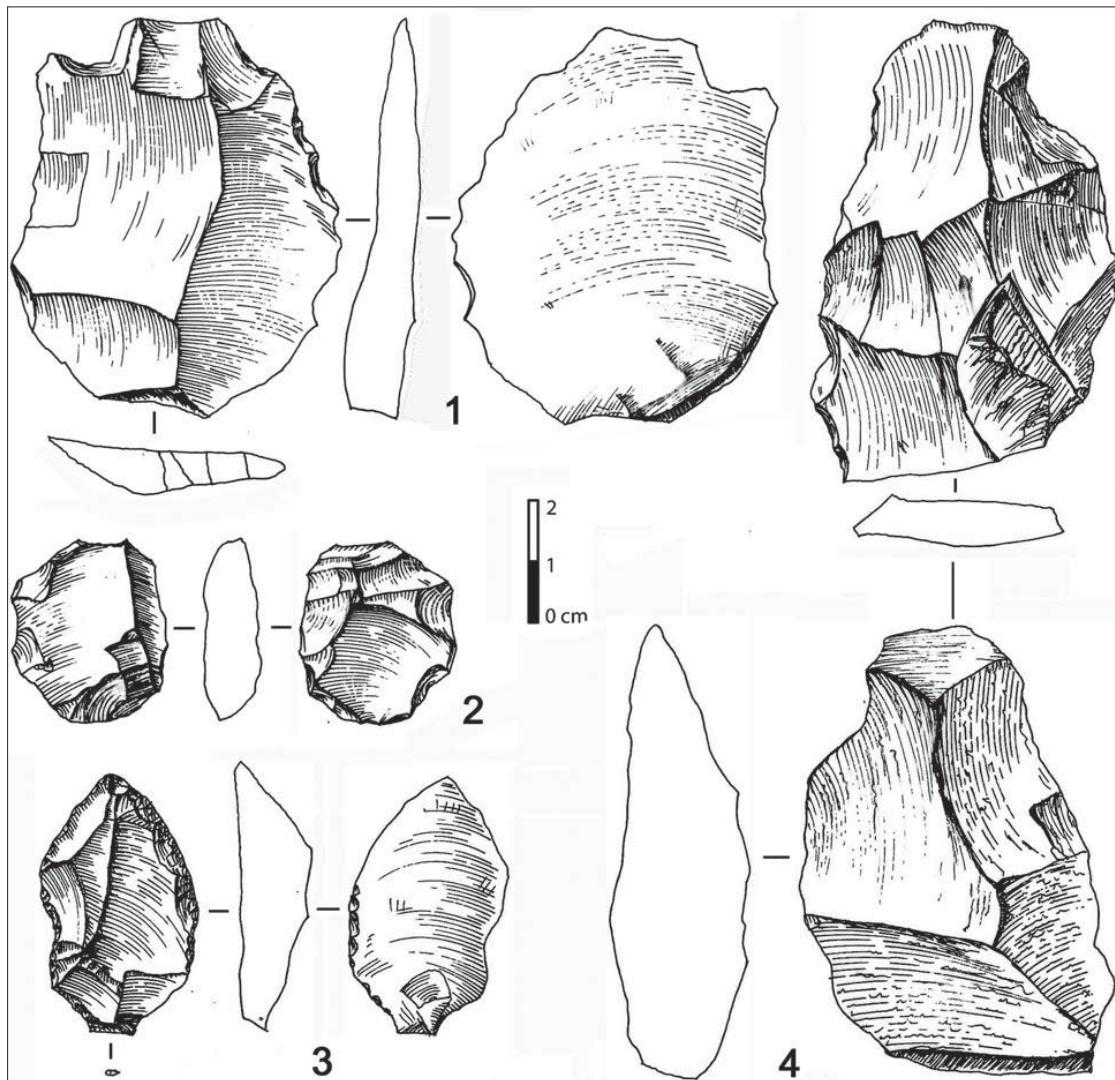


Fig. 14. Flint tools from Grotte des Barasses II at Balazuc (recent excavation) (drawings by Angeliki Theodoropoulou).

Abb. 14. Feuersteingeräte aus der neuen Grabung der Grotte des Barasses II at Balazuc (Zeichnungen: A. Theodoropoulou).

length. The presence of micro-flakes, flakes and cores shows that a complete reduction system exists at the site along with some selective retouching. Cores, backed flakes, cortical and non-cortical flakes demonstrate that the main flaking technique used belonged to the Levallois mode. Flake removals are unipolar or convergent unipolar and flat striking platforms are the most frequently occurring type, followed by punctiform, dihedral and faceted. Some evidence of Quina knapping is observed on cores from unit 5.

Blades and bladelets make up 21 % of the industry in unit 4 but these forms are less abundant in unit 5 where the elongated objects are blade-like flakes (fig. 13). Some of these are backed and in unit 4 twenty-four are of Levallois type (including some that are 100 mm long). Most are non cortical and only one is a crested

blade – the edge of a core. Blade and bladelet removals are unipolar or convergent unipolar. Levallois points total 5.9 % of the assemblage. Their removals are centripetal, unipolar or convergent unipolar.

Tools are rare in unit 4 (5.4 % of the total) and more frequent in unit 5, consisting of modified flakes and, rarely, retouched blades. Most of those found in unit 4 are scrapers with marginal retouch but more invasive retouch was used on those from unit 5, where little evidence of semi-Quina retouch occurs. Denticulates and micro-denticulates made on elongated pieces make up a second tool kit found in unit 4. The retouching styles (Quina, semi-Quina and denticulate) are successive in time (Theodoropoulou 2008) and may suggest a change in the needs of the occupants and consequently in the function of the site.

Units	Quartz basic production	Quartz cores	Entire and broken pebbles	Flint production	Flint cores	Other rocks	Total
Upper unit 3	67	5	37		8	2	119
Middle unit 2	28		2		2	1	33
Lower unit 1	32		21		3	7	63
Artefacts from disturbed context			12			1	13

Fig. 15. Lithic production ratios in Middle Palaeolithic units at Abri des Pêcheurs (Ardèche).**Abb. 15.** Steingeräteherstellung in den mittelpaläolithischen Schichten des Abri des Pêcheurs (Ardèche).

The core forms show that a variety of flaking modes was used despite the fact that most of the flaking debitage originates from a Levallois technique. There are Levallois point cores and flake cores for preferential flakes, but there are also discoidal cores and an orthogonal core. Comparison between sizes of the flake scars on the cores and sizes of the flakes themselves suggest that some large Levallois blades and flakes may have been brought on to the site rather than being made there.

The features of unit 4 fit well with what Combier (1967) described for his units 3 and 4, while the features of unit 5 correspond to units 8 to 4 of Combier's sequence. The bottom series is characterized by products that are less elongated and have more invasive retouch; some are of Quina type.

Fauna from both the older and the more recent excavation (up to 2006) at Abri du Maras includes: *Equus cf. germanicus*, *Equus hydruntinus*, *Sus scrofa*, *Cervus elaphus*, *Capreolus capreolus*, *Rangifer tarandus*, *Bison priscus* and *Capra ibex* (Daujeard 2008; Daujeard & Moncel 2010; Moncel et al. 2010). There are no carnivore remains. According to the presence of these taxa in various sectors of the sequence, temperate environments dominated during the accumulation of the lower units, while cold and exposed environments prevailed during the formation of the upper units. Cervids (reindeer in the upper units and red deer in the lower units) dominate the faunal spectrum.

Desquamation, root etching and surface crumbling rates of the bones are highest in unit 1 and the upper units, where the state of preservation of the bone surfaces makes it difficult to determine whether or not any damage was the result of activity by biological agents. However, cut marks appear frequently on more than 20 % of the decipherable remains and carnivore tooth marks occur on less than 2 %. This indicates that the faunal accumulation is due mainly to hominid activity (fig. 10).

Rare indications of seasonality show that reindeer were hunted during autumn, the period of migration and rutting. Ungulates are represented by all age classes. At the site, carcasses, systematically retrieved whole, were skinned, eviscerated, filleted,

dismembered and the bones broken to extract marrow. Almost half of the small fragments recovered from sieves are burnt (size <5 cm), which may suggest the regular use of bones for fuel. Bone retouchers have been identified in the assemblage. Evidently, hominids living in the Abri du Maras rock shelter applied an intensive and complete butchering sequence to the carcasses they took there. Taking into account lithic criteria like artefact density and completeness of the operational sequences, the zoo-archaeological data confirms the long-term residential occupation of this site.

Grotte des Barasses II (Balazuc, Ardèche)

Barasses II cave (Balazuc, Ardèche) was discovered in 1966 and first investigated in 1967 and 1968 (Combier 1967, 1968). It is a small and narrow cavity located on the right bank of the Ardèche River, about 55 meters above the present bed of the river (fig. 1). Oriented to the south, it consists of the residual part of an eroded larger cave and includes a small room (20 m^2). With several Middle Palaeolithic layers and a fauna with several taxa dominated by ibex and accumulated by various agents (natural, animal and human) (fig. 2), the site was considered as a bivouac (Daujeard 2008; Daujeard & Moncel 2010). Beginning in 2011 one of us (C. Daujeard) began a new evaluation of this site.

A lithic assemblage coming from a 4 m^2 test pit and made up of 400 various types of artefacts consists primarily of short, elongated or pointed flakes with little evident cortex. These flakes were introduced ready-made into the cave so the *chaînes opératoires* are incomplete but Levallois methods (centripetal and unipolar), associated with Kombewa technique can be identified. The few cores discovered inside the cavity were made on small flint flakes and suggest a complementary *in situ* debitage on mobile matrixes (fig. 14).

Various types of flint drawn from within a wide perimeter form the main raw material used at this site, but the frequency of basalt and volcanic rocks in the assemblage shows that many local types of stone from along the foot of the cliff were used as well. These were used as hammers, pebble tools and as a core for producing a bifacial tool. The site contains small flaked pebbles collected from river banks although major

bed lag deposits were the sources for very large pebbles. No basalt cores were discovered suggesting that basalt cores were flaked outside the cave. There are no ambiguous occurrences in the core technology.

Flake tools are few at 7 % of the total lithics, which include scrapers, points and denticulates. Retouch is scalar or semi-Quina and numerous micro-flakes show that flaking activities and retouch took place inside the cave.

A large part of the series is broken, something that probably happened during flaking events. This may be evidence for low interest in the ultimate shape of the lithic products brought into the cave, suggesting that the primary requirement for an artefact was for it to have sharp unretouched cutting edges. However, the presence of some broken points shows that incomplete or unsuitable products were discarded as well.

A long and diverse faunal list shows that the site was situated near rocky landscapes, forests and open environments (Daujeard 2008; Daujeard et al. 2011, 2012; Le Pape 2012). Species present include:

- ungulates (*Capra ibex*, *Rupicapra rupicapra*, *Bos/Bison*, *Cervus elaphus*, *Rangifer tarandus*, *Equus* sp.),
- carnivores (*Canis lupus*, *Vulpes vulpes*, *Ursus spelaeus*, *Panthera pardus*, *Lynx* sp., *Martes* sp., *Mustela* sp.)
- rodents (*Castor fiber*, *Microtus* (*Stenocranius*) *gregalis*, *Allocricetus bursae*, *Apodemus* cf. *sylvaticus*, *Microtus* (*Chionomys*) *nivalis*, *Pliomys lenki*, *Microtus* group *arvalis/agrestis*, *Microtus arvalis*, *Arvicola* cf. *terrestris*),
- other mammals; *Insectivora* (*Talpa europaea*), *Chiroptera* (*Myotis* sp.), *Lagomorpha* (*Oryctolagus cuniculus*),
- birds (*Lagopus* sp., *Perdix perdrix*, *Tetrao tetrix*, *Columbia livia*, *Pyrrhocorax graculus*, *Pyrrhocorax pyrrhocorax*),
- amphibians (*Bufo bufo*, *Rana temporaria*) and fishes (*Thymallus thymallus* and *Anguilla anguilla*).

Carnivore remains are abundant, representing more than 20 % of the MNI, with fox, wolf and cave bear being the most numerous species. Among ungulates, the faunal spectrum is varied but the ibex dominates widely at more than 80 % of the herbivore NISP.

Taphonomic analysis supports a mixed origin for the bone accumulations. Visits by carnivores and humans alternated in this cave. A human presence is tenuous and more important in the lower part of the sequence (cut-marked bones making up less than 5 % of the NR). On the other hand, bones modified by carnivores are well represented throughout the sequence (chewed specimens being more than 14 % of the NR). The distribution of various marks on long bones indicates some primary human access to the

carcasses. Species of secondary numerical importance, mainly cervids were those most regularly processed by Neanderthals. Ibex bones with cut-marks are scarce and the presence of chewed bones, whole carcasses and a wide age range among individuals suggests that the remains of these small bovids are the result of natural accumulations.

In summary, from the faunal evidence, the cave was used as a shelter by ibex, carnivores and humans. Despite the small size of the test pit, the recovered lithic series suggests Neanderthals selected a particular corpus of items for use during the short-term occupations (bivouacs) represented by the assemblage.

Abri des Pêcheurs (Casteljau, Ardèche)

This small south-southeast facing cavity (20 m²) is situated on the Chassezac, a major tributary of the Ardèche River at 26 m above the current river level. It was initiated by diaclasis allowing the penetration of eroding water through the Kimmeridgian limestone (fig. 1). The cave appears pit-like having its actual entrance bordered by a rock step covered by stalagmitic flowstone.

Several seasons of fieldwork took place here during the 1970s and 1980s (Lhomme 1983, 1984, 2003; Lhomme et al. 1980). They revealed a multi-layered sequence dating from the Middle to the Upper Palaeolithic (Aurignacian to final Magdalenian), interstratified with sedimentary units of collapsed limestone blocks (Debard 1988). Several human teeth were discovered within the Middle and Upper Palaeolithic units (Bouvier 1982). New excavations took place in 2005 over the whole surface of the Middle Palaeolithic sequence (fig. 2).

The bottom of the sequence (sector 4, 3 units) has been attributed to the end of MIS 5 and the beginning of MIS 4. Although some technical problems occurred at the time, radiocarbon results gave dates between 24 kya and >31 kya (Evin et al. 1985). More recently, bones were dated by U/Th and suggest an age spanning between 120 and 40 kya. ESR dates on the hardened units at the base give an age of around 100 kya (Masaoudi et al. 1994). These uncertainties in dating are due to geochemical activity, which strongly affected the uranium fractions. Geo-chronological interpretation suggests a phase of MIS 5 sensu lato for the basal sterile units. Moreover, a sedimentological study of the rest of the sequence indicates a cold wet climate (Debard 1988) which is confirmed by faunal, micro-faunal and palynological studies. In fact, the pollen spectrum indicates that there was a reduction in the quantity of trees equivalent in time to the beginning of the basal level and extending through to the upper part of the sequence, with other minor vegetation changes occurring throughout the course of time (El Hazzazi 1998; Kalaï 1998; Jeannet 1980). The deposits from the lowest part of the sequence (Sector 4), attributed to Middle Palaeolithic

occupation, are likely to be related either to a sub-phase at the end of MIS 5 (especially 5b) or to a colder period contemporary with MIS 4.

Artifacts represent 73 % of the total lithic assemblage, with 27 % of them being complete or broken pebbles (Moncel & Lhomme 2007; Moncel et al. 2008b) (fig. 15). The main lithic raw material is quartz (cores and flakes), followed by flint (flakes) and other rock types, especially of metamorphic origin. All these can be collected readily, either as pebbles from below the cave along the Chassezac River or from the Pliocene formations located up on the plateau.

It is possible that some rounded and ovate pebbles were deposited in the cave by natural processes and later utilized by the human groups that occupied it and some may be manuports that were collected from Pliocene formations on the plateau and brought into the cave.

Quartz artifacts consist essentially of cortical backed flakes and flakes exhibiting part of a non-cortical core edge. They are associated with 5 cores coming from the upper layer. Flakes are short and un-retouched and originate from different phases of core reduction. Most are broken and have few cutting edges. Their lengths vary from 10 to 40 mm, but most are at the shorter end of this range and all are from 10 to 15 mm thick. Some rare cortical and non-cortical backed flakes are longer (45-65 mm). Where platforms can be identified, they are plain or cortical. Removals are unipolar.

The cores are pebbles measuring between 40 and 95 mm long and 20 to 40 mm thick, knapped from adjoining angular surfaces. Several reduction strategies resulted in knapped products with total or partial, unifacial or bifacial flaked surfaces. The main knapping methodology is discoidal, either unifacial, bifacial or both. Generally, platforms are the cortical faces of the more-or-less quadrangular pebbles. The removals indicate centripetal knapping methods were used and utilization of the core edges resulted in the production of some flakes that are naturally backed.

The location of each consecutive flake removal depended on the form of previous removals and the overall shape of the pebble. Thus, the forms of the cores governed the ultimate shape of the knapped flakes found in the assemblages. No evidence for the use of hammer and anvil bipolar flaking methods was identified. The entire quartz reduction sequence is well represented in the assemblages and suggests that quartz knapping took place inside the cave or in its immediate surroundings.

Despite flint being uncommon in the assemblage, 27 lithological types have been identified (Fernandes et al. 2010) and the nature of the remnants of cortex on these types indicates that they were collected from primary or secondary outcrops as either nodules or slabs. The cave is located in Kimmeridgian limestone from which flint is absent but the Portlandian limestones (Tithonique) are located a mere 200 m

from the site and these yield flattish nodules of a brown or ruddy flint, which is found in the assemblages. Other types of flint originated from various outcrops, some still unidentified, but their presence shows that the cave occupants gathered them from, or at least had knowledge of flint sources within a radius in excess of 30 km from the site, with the principal focus directed towards the east and into the Rhône Valley.

The entire flint knapping process is not represented by the assemblage found within the cave because there are very few flake cores and those that were found in the cave are very small and are unlikely to be the source of the entire assemblage. However, the assemblage is technically homogeneous. Flake lengths vary from 10 mm upwards, with one single flake measuring 100 mm, the small flakes being produced by retouching activities. Flakes are non-cortical, lack modification and some are products of the Levallois technique. Scrapers do not have intensive retouch. Our conclusion regarding these occurrences is that flakes were generally produced at the outcrops or at other localities and brought into the site.

The faunal list for the final excavations (2005) (Moncel et al. 2010; Daujeard & Moncel 2010) was the same as determined in previous studies (Balme 1984; Crégut-Bonroure 1987; Moncel et al. 2008b; Prucca 2001) with an abundance of small bovids and carnivores, mainly canids and cave bear. Ibex (*Capra ibex cebennarum*) is the dominant species at more than 80 % of the herbivore NISP. Cervids present include red deer, reindeer and roe deer. The fauna is typical of a rocky and forested environment with only the presence of reindeer indicating a relatively cold climate and wide open landscapes.

At Abri des Pêcheurs, carnivores are major contributors to most of the modifications of the bone assemblage and they certainly account for some part of the total accumulation. Only 3 % of the faunal series shows damage caused by lithic tools, whereas carnivore tooth-marks (especially on ibex) appear on 4 % of recently excavated bones but on more than 20 % for the older series (Daujeard 2008; Daujeard & Moncel 2010; Moncel et al. 2008b). For the former series, the distribution of cut-marks and tooth-marks on herbivore long bone shaft fragments indicates that their modification was primarily due to carnivores (Table 6). Apart from several canine perforations, which suggest the presence of a wolf-sized carnivore, it is difficult to determine which of the two canids present, fox or wolf, was responsible for the tooth-marks - which consist of grooves and impacts. The presence of whole ibex carcasses of almost all age classes, some with bones preserved in anatomical articulation, implies that the ibex assemblage is a natural accumulation of some kind which was exploited regularly by canids (Crégut-Bonroure 1987, 1992, 2002; Daujeard 2008; Daujeard & Moncel 2010;

Moncel et al. 2008b; Prucca 2001). Hominids may have contributed to a lesser degree to the accumulation of the ibex carcasses as suggested by a few marks on them attributable to human activity; perhaps human activity accounts for the other species that are less numerous in the total assemblage. Whereas ibex carcasses are complete and include both young and adult individuals, cervids are represented by meat-poor pieces like skull fragments and limb ends as well as by young individuals, a situation usually indicative of scavenger activity. The proportion of cut-marks to other modifications on cervids is slightly higher than that for ibex suggesting more human activity involving the carcasses of this group. No bones recovered from the recent excavation carry evidence of burning and no bone retouchers were found in the assemblage.

Stone artefacts and the hearth discovered during previous excavations in sector 4, along with the rare occurrence of bones that have been shattered or marked with cuts, are the only evidence for the brief visits to this cave made by humans. All the cultural features noted above recall the corpus of evidence gathered from the Middle Palaeolithic site of Les Barasses II at Balazuc, only a few kilometres away (Daujeard 2008; Daujeard & Moncel 2010).

Discussion

Despite there being little to discuss concerning the old open-air sites thought to be Acheulean, the more recent sites contribute more information. The lithic repertoires from Payre, Saint-Anne I, Baume-Vallée, Abri du Maras, Abri des Pécheurs and Barasses II suggest that the stone knapping and retouching activities were directed towards different activities undertaken at each site. These objectives answered the different demands made by each of the local environments and were a response to the range of durations of site occupancy regardless of the species being hunted from each site and its particular behaviour.

The site of Orgnac 3 contains records of Upper Acheulean occupation, with evidence for Middle Palaeolithic technological strategies being undertaken at the top of the sequence (MIS 8) and with a Levallois core technology appearing in the middle part of the sequence (MIS 9). Behavioural overlaps and a mosaic of changes in hominin subsistence and technical behaviour suggest that both gradual and punctuated temporal changes occurred.

In the different human occupation phases at Payre, the main core technology is close to the discoidal type with some technical variations especially in level G. This flaking strategy produces non-standardized flakes with long cutting edges and asymmetrical triangular flakes that can be modified by retouching to form a very useful edge. The lack of hafted points (Moncel et al. 2009), importation into the site of large flakes made of various local stones and presence of

flint flakes and nodules are related to its seasonal occupation and location. Here, flint reduction sequences are complete suggesting importation of this material as cores while sequences on local stones are often partial, suggesting opportunistic acquisition and some use away from the site.

At Sainte-Anne I, raw material was procured from more than thirty different localities close to the site in the Puy-en-Velay basin, as well as from secondary and sub-primary colluvial and alluvial outcrops. In the Massif Central, flint in primary geological context is not abundant and is found only in lacustrine basins. The most abundant lithic resources occur in old alluvial formations belonging to a vast and ancient drainage system along the southern and eastern margins of the Massif (Lozère and Ardèche) where limestones of the Lias and Dogger series contain abundant flint sources. Neanderthals obviously had an outstanding knowledge of the occurrence of these local resources. The presence of certain specific flint types suggests that they used exploitation routes that crossed the borders of fluvial systems. Neanderthal frequentation of the western highlands of the massif and of the valleys of the Loire, Dore and Allier Rivers demonstrates that they also used some north-south routes. The use of the valley of the Allier is suggested by evidence, albeit limited, of flint from Madriat, Arlanc and La Comté. One piece indicates a journey to (or from), or trade with, the hills of the Bas-Beaujolais at Alix in Rhône close to the northern Rhône Valley. The territorial perspective provided by an analysis of the lithic raw materials reveals procurement circuits – local, regional and more remote – that are only one aspect of the palaeo-ethnographic activities of what appears to have been very mobile Neanderthal groups. The low volume of material carried from long distances and the multiplicity of the outcrops used suggests that stone procurement took place during short-term seasonal subsistence activities (Raynal et al. 2005, 2007, 2012; Daujeard et al. 2011) rather than as a result of systematic collection strategies. Such a residential pattern also seems confirmed by the occurrence of limited numbers of exhausted cores of local raw material that have been used to produce standardized flakes. The duration of occupation events may be judged by the presence of a large number of artefacts produced on local volcanic rocks, quartz and types of flint. The absence of certain items from the reduction sequences, like large-sized and retouched flakes, suggests that if they were present in the tool kit of the occupants, then these products were used away from the site or removed from it when the occupants moved through their territories (Santagata 2006, 2012). Some flint types can even be considered as 'mobile' or 'portable' products when flaking workshops appear on outcrops (such as flint from Le Malzieu, Madriat, Laps or Arlanc for example), or even as territorial indicators (like the flint from Bas-Beaujolais).

At Baume-Vallée, various flakes used to provide tool blanks were produced by a range of knapping techniques on the same core. This was presumably a strategy of use designed to conserve a precious resource available mainly as small pebbles. This assemblage indicates that multiple tasks were being conducted simultaneously within a seasonal camp from which horses and cervids were hunted. This conclusion is supported by the number of slaughtered animals present (fig. 10) and the somewhat high proportion of retouched artefacts, regardless of how these were produced. Microwear analysis shows that the stone artefacts were used to work soft or semi-hard materials and based on the ethnographic record this may be related partly to wood working. A range of tree species was available at the end of MIS stage 5 from which to make tools to undertake certain tasks as opposed to making them from bone. The "Charentian" aspect of the assemblage derives from the intense reduction of edges and makes it appear identical to that identified in the recent excavations in unit 5 of Abri du Maras. The diversity of technical behaviour represented in the stone tool assemblage from the site as well as its diverse composition suggests long-term occupancy with a wide range of tasks being performed there, possibly reflecting gender collaboration or division of labour. At Abri des Pêcheurs, the assemblages seem to result from bivouacs by a party consisting of a few individuals who camped there during subsistence activities. Perhaps this was a gender specific group fraction, while the occupation pattern seen at Baume-Vallée and Le Maras, points towards seasonal or residential use by a group of mixed gender and age who were processing game and vegetal resources, undertaking wood working and so on. All the members of the group probably collaborated actively during their stay to produce an optimal result, particularly at Baume-Vallée, located as it is in the mid-mountains.

In the upper layers of Abri du Maras, the presence of flakes and pointed artefacts as well as the retouch on them suggests that special equipment was being manufactured, possibly involved with hunting and butchering reindeer and horses during long-term residential occupation – a situation suggested by the number of slaughtered animals present (fig. 10). Most of the Levallois flaking systems are complete but, according to the size of the core-flakes, large un-retouched blades were being imported into the site. These transported artefacts may have been needed for currently unidentified site-specific tasks.

Barasses II cave (Balazuc, Ardèche) was probably a bivouac. The lithic assemblage contains various artefacts, mainly short, elongated or pointed flakes that were introduced ready-made into the cave. The *chaînes opératoires* for the several series are only partial. Levallois flaking methods (centripetal and unipolar) are associated here with Kombewa techniques. Flint is the main raw material used and the

various types have been gathered from within a relatively large territory, but numerous basalt pieces and volcanic rocks show considerable use of local stones as well. No particular technique within the lithic management techniques or core technology deserves special comment. There are few flake tools at this site. The diverse fauna found here had a preference for rocky landscapes and forests as well as open environments. Carnivore remains are abundant and these animals alternated with humans in their visits to the cave, which, as shown by the depositional sequence, also served as a shelter for ibex. Despite the small size of the test pit, the recovered lithic series is sufficient to suggest that the objects are the result of a careful selection by Neanderthals to facilitate certain activities that were undertaken during the short-term occupational events they made in this cave.

At Abri des Pêcheurs, irregular and thick broken flakes of quartz and small flakes of flint suggest an expedient technology to satisfy an immediate need. The few formal tools present are made on flakes produced by discoidal knapping. This assemblage was probably the result of brief human occupation events in the cavity during which they processed some parts of cervids and ibex (fig. 10). The *chaîne opératoire* for local quartz objects is complete but there are few tools made in this material while the *chaîne opératoire* for the flint assemblage, which contains a higher ratio of tools, is incomplete. Flint retouch is more or less invasive which suggests resharpening activities were limited and implies that the flint tools of good quality were for short-term use. This is good evidence for the movement of materials and humans through the landscape as this material, which is foreign to the site, must have been carried with them on their travels.

Although the patterns of faunal procurement indicate that diverse landscapes were being exploited, the territorial perspective provided by the sources of lithic raw materials indicates that the groups inhabiting the sites travelled widely, undertaking multidirectional and more or less long-distance forays into the surrounding landscapes. There seems to be no good reason to consider the collection of lithic raw material as a specific subsistence activity and the gathering of lithic materials probably occurred in conjunction with other hunting and gathering activities. The Ferrassie Mousterian industry of Unit 1 of Baume-Vallée shows that the occupants were familiar with a number of lithic raw material procurement circuits – locally, regionally and more remotely. The range from which lithic raw materials were sought was large and similar in size to that deduced for Abri des Pêcheurs. Our petro-archaeological analysis has provided evidence for the circulation of lithic materials between the Massif Central sites

in Velay and those in the Rhône Valley. As the assemblages in Abri du Maras and Baume-Vallée sites are similar, it may be that these two sites were places occupied by one group that ranged over a wide subsistence area. Alternatively the sites may have been situated in the territories of two distinct groups that exploited different regions. Nevertheless, whether this occupation question can be answered or not, the mobility of Neanderthal groups is only one aspect of the complexity of these palaeo-societies.

That raw materials were being imported to sites from outcrops where there are also workshops illustrates the fact that the hominins had an appreciation of the availability and probably the workability of the lithic resources within their territory. Perhaps the abundance of a particular lithic type in a site indicates that this resource belonged in the territory regularly exploited by the site occupants. The presence of exogenous stones abandoned at a different stone source suggests that whoever left them had knowledge of an even wider world and this knowledge may in fact delineate a space that is close to the actual social territory of the individual.

Despite the complexity of territorial exploitation strategies suggested by the importation of varied and remote resources into these sites, this activity does not, at this moment in time, suggest planning strategies comparable to those observed elsewhere. Nor can we confirm a strictly bipolarized (summer-winter / highlands-lowlands) circulatory subsistence pattern, even though we should not reject the idea of exploitation occurring back and forth along the course of the Allier or more certainly along the Loire for Charentian groups. However, the locations of the more remote geo-resources suggest that there was a radiating exploitation pattern spreading out from semi-residential camps. Similarly, widespread locations visited or exploited by groups of hunter-gatherers transiently occupying brief stopping places support the same organised exploitation patterns. Remote or semi-remote lithic outcrops that were visited infrequently may mark some territorial limit or perhaps they might be places where neighbouring groups could meet for some special purpose; such locations may even be the source of raw materials needed for special occasions if not for special tasks.

In the same vein, lithic artefacts abandoned in the landscape, which are often categorized by archaeologists as isolates, may just as easily have been left intentionally as some kind of marker for others to discover. One must keep in mind that a resource territory may well differ from a social territory (Wragg-Sykes 2012). Obviously, petro-archaeology must in the future find new ways to decipher more of the Neanderthals' cognitive sphere (Wynn 2003).

Landscape knowledge – geo-knowledge as well as bio-knowledge – is a cognitive process involving demonstration, learning, transmission and other behaviours that, for Neanderthals, is often wrongly

considered as opportunistic but in our opinion has far deeper cognitive implications. In some modern hunter-gatherer societies the task of understanding the landscape and its resources is a complex cognitive process involving life-long learning. For example, the exploitative structure of Aboriginal Australia was made up of many small mobile groups with specific languages and territories (Birdsell 1953) where the gendered social patterns were rooted in partially shared explanations of landscape features (i.e. geo-symbols), explanations of animal behaviour, location information related to seasonal resources of all kinds and observation and appropriation of lessons derived from the movements of planets and stars. Similarly, the world of the Neanderthals may have been a wide mosaic of communities in which sub-groups acted independently within a broad global paradigm. Neanderthal mobility, a fact now acknowledged by most researchers, implies that journeys were made by all-inclusive groups that included the young and the old who were cared for according to their needs (Kuhn & Stiner 2006). Apparently, the process of imparting knowledge about the landscape to the group took place concurrently with other subsistence activities. This seems likely to have been a structured activity because there was a potential for some aspects of life to be imparted separately by males and females to the young and since older, more knowledgeable people played a necessary and essential role in this process of passing the structured memory of the group down through the successive generations. This idea is supported by the high proportion of "old" adults among known Neanderthal burials (Maureille & Tillier 2008). Because young individuals grew rapidly, their capacity for learning may have been shorter-lived than for modern humans despite the similarity of the resource-based knowledge that both groups required. Moreover, it was necessary to maintain group efficiency in terms of size despite the apparently high mortality of young individuals (Maureille & Tillier 2008). This may imply that there was a gender specific response to particular rhythms of the landscape (Burke 2010) linked to learning/transmission processes and, in some way, may explain differences in subsistence patterns.

Conclusion

The exploitative itineraries we have identified are: collection of lithic resources; transportation of these lithic resources; abandonment of lithic resources; seasonal hunting of selected target species; other permanently available or seasonally abundant resources being collected and processed in a variety of stopping places and camps; the possibility of single gender as well as mixed-gender groups undertaking specific tasks; confirmation that, from MIS 9 to MIS 3, Neanderthals were not simply reacting to landscape

characteristics, they were interacting with landscape features (geo-symbols) and responding to environmental and bio-resource changes in a deterministic manner. Obviously, Neanderthals lived in a "speaking land"; moreover they "were" the land (Berndt & Berndt 1989). This remained a hunter-gatherer behaviour until the very recent past.

ACKNOWLEDGEMENTS: The authors thank D. Hérisson and one anonymous reader whose comments allowed us to improve this paper. This work was supported by the collective research program *PCR Espaces et subsistance au Paléolithique Moyen dans le Massif central* and funded by the Ministère de la Culture et de la Communication of France, the Région Aquitaine and local authorities of Haute-Loire and Ardèche.

Literature cited

- Balme, F. (1984).** *Les carnivores du gisement pléistocène supérieur de l'abri des Pécheurs (Ardèche)*. Ph.D., University of Claude-Bernard, Lyon I.
- Bernard-Guelle, S., Rué, M. & Fernandes, P. (2011).** Le site moustérien d'Andance (Saint-Bauzile, Ardèche): un habitat de hauteur en contexte basaltique dans la moyenne vallée du Rhône. *Bulletin de la Société Préhistorique Française* 108 (4): 671-697.
- Berndt, R.M. & Berndt, C.H. (1989).** *The Speaking Land: Myth and story in Aboriginal Australia*. Penguin Books, Ringwood.
- Binford, L.R. (1984).** *Faunal Remains from Klasies River Mouth*. Academic Press, New York.
- Birdsell, J.B. (1953).** Some environmental and cultural factors influencing the structuring of Australian Aboriginal populations. *American Naturalist* 87: 171-207.
- Blumenshine, R.J. (1986).** Carcass consumption sequences and the archaeological distinction of scavenging and hunting. *Journal of Human Evolution* 15: 639-659.
- Blumenshine, R.J. (1988).** An experimental model of the timing of hominid and Carnivore influence on archaeological bone assemblages. *Journal of Archaeological Science* 15: 483-502.
- Blumenshine, R.J. & Selvaggio, M.M. (1988).** Percussion marks on bone surfaces as a new diagnostic of hominid behaviour. *Nature* 333 (6175): 763-765.
- Blumenshine, R.J. & Selvaggio, M.M. (1991).** On the marks of marrow bone processing by hammerstones and hyenas; their anatomical patterning and archaeological implications. In: J. Desmond Clark (Ed.) *Cultural Beginnings – Approaches to Understanding Early Hominid Life-ways in the African Savanna*. Monographien RGZM. Rudolf Habelt, Bonn, 17-32.
- Boëda, E. (1986).** *Approche technologique du concept Levallois et évaluation de son champ d'application : étude de trois gisements saaliens et weichséliens de la France septentrionale*. Ph.D., Université de Paris, France.
- Boëda, E. (1993).** Le débitage discoïde et le débitage Levallois récurrent centripète. *Bulletin de la Société Préhistorique Française* 90 (6): 392-404.
- Boëda, E. (1994).** *Le Concept Levallois: variabilité des méthodes*. Monographies du CRA 9. Paris, CNRS.
- Boëda, E. (2001).** Détermination des unités techno-fonctionnelles des pièces bifaciales provenant de la couche acheuléenne C3 base du site de Barbas 1. In: D. Cliquet (Ed.) *Les industries à outils bifaciaux du Paléolithique moyen d'Europe occidentale, Actes de la table-ronde internationale organisée à Caen (Basse Normandie – France), 14-15 octobre 1999*. Eraul 98. Université de Liège, Liège, 51-76.
- Boëda, E., Geneste, J.-M., & Meignen, L. (1990).** Identification de chaînes opératoires lithiques du Paléolithique ancien et moyen. *Paleo* 2: 43-80.
- Boëda, E., Soriano, S. & Soriano, S.N. (2000).** Fonction et fonctionnement d'un site à la fin du Paléo moyen. Le niveau acheuléenne C3 base de Barbas I, XXV congrès Préhistorique de France, Nanterre - 24-26 novembre. Approche fonctionnelle en préhistoire, 293-305.
- Bouvier, P. (1982).** Deux canines néandertaliennes: Jaurens à Nespouls (Corrèze) et Castejau (Ardèche). *Nouvelles archives du Muséum d'histoire naturelle*, Lyon, fasc. 20: 17-21.
- Brain, C.K. (1981).** *The Hunters or the Hunted? An Introduction to African Cave Taphonomy*. University of Chicago Press, Chicago.
- Brugal, J.P., Fosse, P. & Guadelli, J.L. (1997).** Comparative study of bone assemblages made by recent and pleistocene hyenids. In: L.A. Hannus, L. Rossum & R.P. Whinam (Eds.) *Proceedings of the 1993 bone modification conference, Hot Springs, South Dakota*. Augustana College, Sioux Falls, 158-187.
- Burke, A. (2010).** Spatial abilities, cognition and the pattern of Neanderthal and modern human dispersals. *Quaternary International* 247: 230-235.
- Combier, J. (1967).** *Le Paléolithique de l'Ardèche dans son cadre paléoclimatique*. Publication de l'Institut de Préhistoire de l'Université de Bordeaux 4, Delmas, Bordeaux.
- Combier, J. (1968).** Balazuc. Rapport de fouilles, DRAC-Ministère de la Culture, Unpublished report.
- Combier, J. (1976).** Carrière Chaumette. In: J. Combier & J-P. Thevenot (Dir.) *Bassin du Rhône: Paléolithique et Néolithique. Livret-guide de l'excursion A8. IXème congrès UISPP, Nice*, 149-152.
- Costamagno, S., Griggo, C. & Mourre, V. (1998).** Approche expérimentale d'un problème taphonomique: utilisation de combustible osseux au Paléolithique. *Préhistoire Européenne* 13: 167-194.
- Costamagno, S., Beauval, C., Lange-Badre, B., Vandermeersch, B., Mann, A. & Maureille, B. (2005).** Homme ou carnivores ? Protocole d'étude d'ensembles osseux mixtes: l'exemple du gisement moustérien des Pradelles (Marillac-le-Franc, Charente). *Archaeofauna* 14: 43-68.
- Coumont, M.P. (2006).** *Taphonomie préhistorique: Mammifères fossiles en contexte naturel, les avens-pièges. Apport pour l'étude des archéofaunes*. Ph.D., University of Aix-Marseille-1.
- Créguet-Bonnoure, E. (1987).** Le bouquetin *Capra ibex* des niveaux moustériens de l'Abri des Pécheurs (Casteljau, Ardèche). Unpublished report, Muséum Réquiem d'Histoire Naturelle, Avignon.
- Créguet-Bonnoure, E. (1992).** Intérêt biostratigraphique de la morphologie dentaire de *Capra* (Mammalia, Bovidae). *Annales Zoologici Fennici* 28: 273-290.
- Créguet-Bonnoure, E. (2002).** *Les Ovibovini et Caprini (Mammalia, Artiodactyla, Bovidae, Caprinae) du Plio-Pléistocène d'Europe: systématique, évolution et biochronologie*. Ph.D., Université de Lyon I.
- Créguet-Bonnoure, E., Boulbes, N., Daujeard, C., Fernandez, P. & Valensi, P. (2010).** Nouvelles données sur la grande faune de l'Eémien dans le Sud-Est de la France. *Quaternaire* 21 (3): 227-248.
- Daugas, J.P., Genevrier, J.L., Raynal, J.-P. & Roux, M.P. (1988).** Découverte d'industries du Paléolithique moyen et du Néolithique dans les environs de Dore-L'Eglise (Puy-de-Dôme). *Chroniques historiques d'Amber et de son arrondissement. Bulletin annuel du groupe de recherches archéologiques et historiques du Livradois-Forez*, 4-10.
- Daujeard, C. (2008).** *Exploitation du milieu animal par les Néandertaliens dans le Sud-Est de la France*. British Archaeological Reports, International Series 1857. Archaeopress, Oxford 1867.
- Daujeard, C. & Moncel, M.-H. (2010).** On Neanderthal subsistence strategies and land use: a regional focus on the Rhone Valley area in southeastern France. *Journal of Anthropological Archaeology* 29: 368-391.

- Daujeard, C., Moncel, M.-H., Rivals, F., Fernandez, P., Auguste, P., Aureli, D., Bocherens, H., Crégut-Bonou, E., Debard, E. & Liouville, M. (2011). Quel type d'occupation pour l'ensemble F de Payre (Ardèche, France)? Halte de chasse spécialisée ou campement de courte durée? Un exemple d'approche multi disciplinaire. In: S. Costamagno, F. Bon & N. Valdeyron (Dir.) *Les Haltes de chasse en préhistoire: Quelles réalités archéologiques?*, Toulouse (13-15 mai 2009). *P@lethnologie* 3: 77-103.
- Daujeard, C., Fernandes, P., Guadelli, J.L., Moncel, M.H., Santagata, C. & Raynal, J.P. (2012). Neanderthal subsistence strategies in Southeastern France between the plains of the Rhone Valley and the mid-mountains of the Massif Central (MIS 7 to MIS 3). *Quaternary International* 252: 32-47.
- Debard, E. (1988). *Le Quaternaire du Bas-Vivarais d'après l'étude des remplissages d'averns, de grottes et d'abris sous roche. Dynamique sédimentaire, paléoclimatique et chronologie*. Documents du Laboratoire de Géologie de Lyon 103. Université Claude-Bernard, Villeurbanne.
- Debard, E. & Pastre, J.F. (1988). Un marqueur chrono-stratigraphique du Pléistocene moyen à la périphérie du Massif Central: la retombée à clinopyroxène vert du Sancy dans le site acheuléen d'Orgnac III (Bas-Vivarais, SE France). *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, Paris 306: 1515-1520.
- Delagnes, A. (2010). *Système techniques, subsistance et mobilité au Paléolithique moyen: interactions et implications diachroniques*. Habilitation à diriger des recherches, Université de Bordeaux 1.
- Delporte, H. (1966). Informations archéologiques. Circonscription d'Auvergne et Limousin. *Gallia-Préhistoire*, t. 9, fasc. 2: 525.
- Despriée, J., Voinchet, P., Gageonnet, R., Dépont, J., Bahain, J.-J., Falguères, C., Tissoux, H., Dolo, J.-M. & Courcimault, G. (2009). Les vagues de peuplement humains au Pléistocène inférieur et moyen dans le bassin de la Loire moyenne, région Centre, France. Apports de l'étude des formations fluviatiles. *L'Anthropologie* 113 (1): 125-167.
- El Hazzazi, N. (1998). *Paléoenvironnement et chronologie des sites du Pléistocène moyen et supérieur, Orgnac 3, Payre et Abri des Pêcheurs (Ardèche, France) d'après l'étude des rongeurs*. Ph.D., Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris.
- Evin, J., Marchal, J. & Marien, G. (1985). Lyon natural radiocarbon measurements X. *Radio-carbon* 27 (2B): 386-454.
- Falguères, C., Shen, G. & Yokoyama, Y. (1988). Datation de l'aven d'Orgnac III: comparaison par les méthodes de la résonance de spin électronique (ESR) et du déséquilibre des familles de l'Uranium. *L'Anthropologie* 92 (2): 727-730.
- Fernandes, P. (2006). *Pétroarchéologie des matériaux siliceux utilisés au Paléolithique moyen dans le sud du Massif central: méthodologie et résultats préliminaires*. Unpublished Thesis, Ecole des Hautes Études en Sciences Sociales.
- Fernandes, P. (2012). *Itinéraires et transformations du silex: une pétroarchéologie refondée, application au Paléolithique moyen*. Ph.D., Université de Bordeaux 1.
- Fernandes, P., Moncel, M.-H. & Lhomme, G. (2010). Analyse des comportements face aux ressources minérales de deux sites du Paléolithique moyen: Payre, Abri des Pêcheurs (Ardèche, France). *Rivista di Scienze Preistoriche* 57: 31-42.
- Fernandes, P. & Raynal, J.P. (2007). Pétroarchéologie du silex. In: J.P. Raynal (Ed.) *Sainte-Anne I, Sinzelles, Polignac, Haute-Loire. Le Paléolithique moyen de l'unité J1*, Les Dossiers de l'Archéo-Logis, 3, Lausanne, Archéo-Logis/CDERAD, 59-98.
- Fernandes, P., Raynal, J.P. & Moncel, M.-H. (2006). L'espace minéral au Paléolithique moyen dans le Sud du Massif central: premiers résultats pétroarchéologiques. *Comptes Rendus Palevol*, 5, 8, Elsevier, Masson SAS, Paris: 981-993.
- Fernandes, P., Raynal, J.P. & Moncel, M.-H. (2008). Middle Palaeolithic raw material gathering territories and human mobility in the southern Massif Central, France: first results from a petro-archaeological study on flint. *Journal of Archaeological Science* 35: 2357-2370.
- Fernandes, P., Le Bourdonnec, F.-X., Raynal, J.-P., Poupeau, G., Piboule, M. & Moncel, M.-H. (2007). Origins of prehistoric flints: the neocortex memory revealed by scanning electron microscopy. *Comptes Rendus Palevol*, Volume 6, 8, Elsevier, Masson SAS, Paris: 557-568.
- Fiore, I., Raynal, J.-P. & Tagliacozzo, A. (2005). Archeozoologia e aspetti tafonomici del sito musteriano di Baume-Valley (Massiccio centrale francese). In: I. Fiore, G. Malerba & S. Chilardi (Eds.) *Studi di Paletnologia II, Collana del Bullettino di Paletnologia Italiana*, Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato, Roma, 81-92.
- Fisher, J.W. (1995). Bone surface modifications in zooarchaeology. *Journal of Archaeological Method and Theory* 2 (1): 7-68.
- Fosse, P., Brugal, J.P., Guadelli, J.L., Michel P. & Tournepiche J.F. (1998). Les repaires d'hypères des cavernes en Europe occidentale: présentation et comparaisons de quelques assemblages osseux. In: J.-P. Brugal et al. (Eds.) *Économie Préhistorique, les comportements de subsistance au Paléolithique*, XVIIIe Rencontres Internationales d'Archéologie et d'Histoire d'Antibes, Sophia Antipolis, Éditions APDCA, 43-61.
- Gala, M., Raynal, J.-P. & Tagliacozzo, A. (2005). Bird remains from the Mousterian units of Baume-Valley (Haute-Loire, France): preliminary results. In: G. Grupa & J. Peters (Eds.) *Feathers, grit and symbolism. Birds and humans in the ancient Old and New Worlds*. Proceedings of the 5th Meeting of the ICAZ Bird Working Group in Munich [26.-28.7. 2004]. *Documenta Archaeobiologiae* 3: 141-145.
- Gilles, R. (1950). Présentation de silex taillés d'un abri sous roche du département de l'Ardèche. *Bulletin de la Société Préhistorique Française* 47 (5): 202.
- Geneste, J.-M. (1985). Analyse lithique d'industries moustériennes du Périgord: une approche technologique du comportement des groupes humains au Paléolithique moyen. Ph.D., Université Bordeaux 1.
- Geneste, J.-M. (1988). Systèmes d'approvisionnement en matières premières au Paléolithique moyen et au Paléolithique supérieur en Aquitaine. In: M. Otte (Ed.) *L'Homme de Néandertal, La Mutation*. Université de Liège, Liège, 61-70.
- Geneste, J.-M. (1997). L'utilisation du quartz au Paléolithique moyen dans le nord-est du Bassin Aquitain. In: J.-P. Bracco (Ed.) *Table-ronde sur l'exploitation du quartz au Paléolithique, Préhistoire Anthropologie Méditerranéennes*, tome 6, 259-279.
- Geneste, J.-M., Jaubert, J., Lenoir, M., Meignen, L. & Turq, A. (1997). Approche technologique des Moustériens charentiens du sud-ouest de la France et du Languedoc oriental. *Paleo* 9: 101-142.
- Guadelli, J.-L. (2007). Etude paléontologique des grands mammifères. In: J.P. Raynal (Ed.) *Sainte-Anne I, Sinzelles, Polignac, Haute-Loire. Le Paléolithique moyen de l'unité J1*, Les Dossiers de l'Archéo-Logis, n°3, Archéo-Logis/CDERAD, Lausanne: 165-190.
- Guadelli, J.-L. (2008). La gélification des restes fauniques. Expérimentation et transfert au fossile. *Annales de Paléontologie* 94 (3): 121-165.
- Grün, R., Aubert, M., Joannes-Boyau, R. & Moncel, M.-H. (2008). High resolution analysis of uranium and thorium concentration as well as U-series isotope distributions in a Neanderthal tooth from Payre (Ardèche, France) using laser ablation ICP-MS. *Geochimica et Cosmochimica Acta* 72 (21): 5278-5290.
- Hardy, B.L. & Moncel, M.-H. (2011). Neanderthal Use of Fish, Mammals, Birds, Starchy Plants and Wood 125-250,000 Years Ago. *PLoS ONE* 6 (8): e23768.
- Haynes, G. (1983). A guide for differentiating mammalian Carnivore taxa responsible for gnaw damage to herbivore limb bones. *Paleobiology* 9 (2): 164-172.
- Hérisson, D., Airiaux, J., Lenoble, A., Richter, D., Claud, E. & Primault, J. (2012). Le gisement acheuléen de La Grande Vallée à Colombiers (Vienne, France): stratigraphie, processus de formation, datations préliminaires et industries lithiques. *Paleo* 23: 137-154.

- Hill, A. (1980).** A modern hyaena den in Amboseli National Park, Kenya. In: R.E. Leakey & B.A. Ogot (Eds.) *Proceedings of the 8th Panafrikan Congress of Prehistory and Quaternary Studies*, Nairobi, 137-138.
- Jaubert, J. (1997).** L'utilisation du quartz au Paléolithique inférieur et moyen. In: J.-P. Bracco (Ed.) *Table-ronde sur l'exploitation du quartz au Paléolithique*. Préhistoire Anthropologie Méditerranéennes 6: 239-259.
- Jaubert, J. & Bismuth, T. (1996).** Le Paléolithique moyen des Pyrénées centrales: esquisse d'un schéma chronologique et économique dans la perspective d'une étude comparative avec les documents ibériques. In: H. Delporte & J. Clottes (Eds.) *118^e Congrès National des Sociétés historiques et scientifiques* (Pau 1993), CTHS, 9-26.
- Jaubert, J. & Farizy, C. (1995).** Levallois débitage: exclusivity, absence or coexistence with other operative schemas (Garonne Basin, France). In: H.L. Dibble & O. Bar-Yosef (Eds.) *The definition and interpretation of Levallois technology*. Monograph in World Archaeology, Prehistory Press, 23, Madison Wisconsin, 227-247.
- Jaubert, J. & Mourre, V. (1996).** Coudoulous, le Rescoundoulous, Mauran: diversité des matières premières et variabilité des schémas de production d'éclats. *Quaternaria Nova* 6: 313-341.
- Jeannet, M. (1980).** Les rongeurs de quelques sites holocènes, würmiens et rissiens. *Nouvelles archives du Muséum d'histoire naturelle*, Lyon 18: 29-34.
- Kalaï, C. (1998).** Reconstitution du paléoenvironnement végétal et du paléoclimat de la fin du Pléistocène moyen et du Pléistocène supérieur d'après les analyses polliniques de la Baume Moula-Guercy, du site de Payre et de l'abri des Pêcheurs (Ardèche, France). Ph.D., Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris.
- Klein, R.G. & Cruz-Uribe, C. (1984).** *The analysis of animal bones from archaeological sites*. University of Chicago Press, Chicago.
- Kuhn, S.L. & Stiner, M.C. (2006).** What's a Mother to do? *Current Anthropology*, 47 (6): 953-980.
- Le Gall, O. & Raynal, J.P. (1986).** Cerzat (Haute-Loire): Le Pié du Roy, un site préhistorique dans un volcan. *Revue archéologique du Centre de la France* 25 (1): 99-100.
- Le Pape, J.-M. (2012).** Etude archéozoologique et taphonomique de la faune du site paléolithique moyen de la grotte des Barasses II (Balazuc, Ardèche). Master Thesis, Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris.
- Lhomme, G. (1983).** Un nouveau gisement paléolithique dans la moyenne vallée du Rhône: l'Abri des Pêcheurs à Casteljau (Ardèche). *Congrès Préhistorique de France, XXIe section, Montauban-Cahors*, Société Préhistorique Française, Paris, 2: 182-188.
- Lhomme, G. (1984).** Les campements de chasseur paléolithique de l'abri des Pêcheurs à Casteljau. *Ardèche archéologie* 1: 6.
- Lhomme, G. (2003).** Archéologie et occupations humaines du dernier âge glaciaire à l'époque romaine. In: J.-F. Holthof & J. Schnetzler (Eds.) *Paiolive*, édition Les Vivaraises/La Fontaine de Siloë, 91-114.
- Lhomme, G., Emetrio, S. & Moulin, B. (1980).** Le site de Casteljau: campagne de fouille 1980. *Nouvelles archives du Muséum d'histoire naturelle*, Lyon 18: 35-39.
- Lyman, R.L. (1994).** *Vertebrate Taphonomy*. Cambridge University Press, Cambridge (MA).
- Magoga, L., Raynal, J.P. & Vernet, G. (1991).** Une industrie préacheulénne en Brivadois (Haute-Loire, France). *Revue Archéologique du Centre de la France* 30: 151-157.
- Masaoudi, H. (1995).** Application des méthodes du déséquilibre des familles de l'Uranium (230Th/234 U) et de la résonance de spin électronique à la datation des sites d'Orgnac 3, de Payre et de l'Abri des Pêcheurs (Ardèche). Ph.D., Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris.
- Masaoudi, H., Falguères, C., Bahain, J.-J., Yokohama, Y. & Lhomme, G. (1994).** Datation d'ossements et de planchers stalagmitiques provenant de l'abri des Pêcheurs (Ardèche) par la méthode des déséquilibres des familles de l'uranium. *Quaternaire* 5 (2): 79-83.
- Masson, A. (1981).** *Pétroarchéologie des roches siliceuses, intérêt en Préhistoire*. Ph.D., Université Claude Bernard Lyon I, n° 1035.
- Maureille, B. & Tillier, A.M. (2008).** Répartition géographique et chronologique des sépultures néandertaliennes. In: *Première Humanité, gestes funéraires des Néandertaliens*. Paris, Editions de la réunion des musées nationaux, 66-75.
- Michel, V., Shen, G., Shen, C.-C., Fornari, M., Vérati, C.I., Gallet, S. & Sabatier, D. (2011).** Les derniers Homo heidelbergensis et leurs descendants les Néandertaliens: datation des sites d'Orgnac 3, du Lazaret et de Zafarraya. *Comptes Rendus Palevol* 10 (7): 577-587.
- Moncel, M.-H. (1994).** L'industrie lithique des trois niveaux supérieurs de l'Abri du Maras (Ardèche). In: S. Révillion (Ed.) *Les industries laminaires au Paléolithique moyen*. Dossiers de documentation archéologique 18, CNRS, 118-123.
- Moncel, M.-H. (1995).** Bifaces et outils-bifaces du Paléolithique moyen ancien à partir de deux sites Orgnac 3 et Payre (Ardèche). *Paleo* 7: 157-171.
- Moncel, M.-H. (1996).** L'industrie lithique du Paléolithique moyen de l'abri du Maras (Ardèche). Fouilles de René Gilles et de Jean Combier. La question des Moustériens tardifs et du débitage laminaire au Paléolithique moyen. *Gallia Préhistoire* 38: 1-41.
- Moncel, M.-H. (1999).** *Les assemblages lithiques du site Pléistocène moyen d'Orgnac 3 (Ardèche, Moyenne Vallée du Rhône, France). Contribution à la connaissance du Paléolithique moyen ancien et du comportement technique différentiel des Hommes au Paléolithique inférieur et au Paléolithique moyen*. ERAUL 89, Université de Liège, Belgique.
- Moncel, M.-H. (2002).** La gestion de l'espace au travers de l'exploitation des matières premières dans la moyenne vallée du Rhône en France du stade isotopique 9 au début du stade 3: des matériaux variés et collectés au plus près par des groupes très mobiles?. In: F. Surmely et al. (Eds.) *Les matières premières lithiques en Préhistoire*, Aurillac, 227-235.
- Moncel, M.-H. (2003).** *L'exploitation de l'espace et la mobilité des groupes humains au travers des assemblages lithiques à la fin du Pléistocène moyen et au début du Pléistocène supérieur. La moyenne vallée du Rhône entre Drôme et Ardèche*. British Archaeological Research Series Internationales, S1184, Oxford.
- Moncel, M.-H. (2005).** Baume Flandin et Abri du Maras. Deux exemples de débitage laminaire du début du Pléistocène supérieur dans la vallée du Rhône (Sud-Est, France). *L'Anthropologie*, Paris 109 (3): 451-480.
- Moncel, M.-H. (2011).** *Technological Behavior and Mobility of Human Groups Deduced from Lithic Assemblages in the Late Middle and Early Late Pleistocene of the Middle Rhône Valley (France)*. In: N.J. Conard & J. Richter (Eds.) *Neanderthal lifeways, subsistence and technology. One hundred fifty years of Neanderthal Study*. Springer, New York, 261-287.
- Moncel, M.-H., Gaillard, C. & Patou-Mathis, M. (1994).** L'Abri du Maras (Ardèche): une nouvelle campagne de fouilles dans un site paléolithique moyen (1993). *Bulletin de la Société Préhistorique Française* 91 (6): 363-368.
- Moncel, M.-H. & Michel, V. (2000).** Première tentative de datation par U-Th du site paléolithique moyen de l'abri du Maras (Ardèche, France). *Bulletin de la Société Préhistorique Française* 97 (3): 371-375.
- Moncel, M.-H., Debard, E., Desclaux, E., Dubois, J.-M., Lamarque, F., Patou-Mathis, M. & Vilette, P. (2002).** Le cadre de vie des hommes du Paléolithique moyen (stades isotopiques 6 et 5) dans le site de Payre (Rompon, Ardèche): d'une grotte à un abri-sous-roche effondré, *Bulletin de la Société Préhistorique Française* 99 (2): 249-275.
- Moncel, M.-H., Moigne, A.-M. & Combier, J. (2005).** Pre-Neandertal Behaviour During Isotopic Stage 9 and the Beginning of Stage 8. New Data Concerning Fauna and Lithics in

- the Different Occupation Levels of Orgnac 3 (Ardèche, South-East France): Occupation Types. *Journal of Archaeological Science* 32: 1283-1301.
- Moncel, M.-H. & Lhomme, G. (2007).** Les assemblages lithiques des niveaux du Paléolithique moyen de l'Abri des Pêcheurs (Ardèche, Sud-Est de la France). Des occupations néandertaliennes récurrentes dans un «fossé». *L'Anthropologie*, Paris 111 (3): 211-253.
- Moncel, M.-H., Borel, A. De Lombera, R. Sala, & Deniaux, B. (2008).** Quartz et quartzite dans le site de Payre (MIS 7 et 5, Ardèche, France) : données techno-économiques sur la gestion de roches locales au Paléolithique moyen, *Comptes Rendus Palevol* 7: 441-451.
- Moncel, M.-H., Brugal, J.P., Prucca, A. & Lhomme, G. (2008b).** Mixed Occupation during the Middle Paleolithic: case study of a small pit-cave site of Abri des Pêcheurs (Ardèche, south-eastern France). *Journal of Anthropological Archaeology* 27 (3): 382-398.
- Moncel, M.-H. (Ed.) (2008).** Payre. Des occupations humaines de la moyenne vallée du Rhône de la fin du Pléistocène moyen et du début du Pléistocène supérieur. Mémoire de la Société préhistorique française, XLVI.
- Moncel, M.-H., Chacon-Navarro, M.G., Coudeneau, A. & Fernandes, P. (2009).** Points and convergent edges in the Early European Middle Paleolithic site of Payre (SE, France). *Journal of Archaeological Science* 36: 1892-1909.
- Moncel, M.-H., Daujeard, C., Crégut-Bonhomme, É., Boulbes, S.P.N., Debard, E., Bailon, S., Desclaux, E., Escudé, É., Roger, T. & Dubar, M. (2010).** Nouvelles données sur les occupations humaines du début du Pléistocène supérieur de la moyenne vallée du Rhône (France). Les sites de l'Abri des Pêcheurs, de la Baume Flandin, de l'Abri du Maras et de la Grotte du Figuier (Ardèche). *Quaternaire* 21 (4): 389-415.
- Moncel, M.-H. & Rivals, F. (2011).** On the question of short Neanderthal occupations through lithic assemblages. *Journal of Anthropological Research* 67 (1): 47-77.
- Moncel, M.-H., Moigne, A.-M., Sam, Y. & Combier, J. (2011a).** The Emergence of Neanderthal Technical Behavior: New Evidence from Orgnac 3 (Level 1, MIS 8), Southeastern France. *Current Anthropology* 52 (1): 37-75.
- Moncel, M.-H., Arzarello M., Nadgauda T. & Boulio Y. (2011b).** Le gisement acheuléen de plein air de La Garde (Loire). Remarques sur une série lithique acheuléenne entre Rhône et Loire. *L'Anthropologie*, Paris 115 (2): 267-293.
- Moncel, M.-H. & Daujeard, C. (2012).** The variability of the Middle Palaeolithic on the right bank of the Middle Rhône Valley (South-East of France): technical traditions or functional choices? In: E. Carbonnel (Ed.) Special Issue Abric Romani (1909-2009) - The Neanderthal Home: Spatial and social behaviour, Tarragona (6-9 octobre 2009). *Quaternary International* 247: 103-124.
- Moncel, M.-H., Moigne, A.-M. & Combier, J. (2012).** Towards the Middle Paleolithic in Western Europe: The case of Orgnac 3 (South-Eastern France). *Journal of Human Evolution* 63: 653-666.
- Montjuvent, G., Mouterde, R. & Lorenchet de Monjambon, M. (1973).** Carte géologique de Villefranche-sur-Saône au 1/50 000. Editions du Bureau de Recherches Géologiques et Minières.
- Mourre, V. (1996).** Les industries en quartz au Paléolithique. Terminologie, méthodologie et technologie. *Paleo* 8: 205-223.
- Mourre, V. (1997).** Industries en quartz: précision terminologique dans les domaines de la pétrographie et de la technologie. *Préhistoire et Anthropologie Méditerranéennes* 6: 201-210.
- Philibert, M. (1982).** Le peuplement préhistorique du bassin supérieur de la Loire. Centre d'études foréziennes, Archéologie n°9, Saint-Etienne.
- Prucca, A. (2001).** Etude taphonomique d'une population de bouquetins. *L'Abri des Pêcheurs (Casteljau, Ardèche), le secteur S4* – Niveau Moustérien. Ph.D., University of Aix-Marseille I.
- Raynal, J.P. & Huxtable, J. (1989).** Premières datations par thermoluminescence du Moustérien charentien du Velay (Massif central, France). *Compte Rendu Académie Sciences, Paris*, 309, série II: 157-162.
- Raynal, J.-P., Le Corre-le-Beux, M., Santagata, C., Fernandes, P., Guadelli, J.-L., Fiore, I., Tagliacozzo, A., Lemorini, C., Rhodes, E., Bertran, P., Kieffer, G. & Vivent, D. (2005).** Paléolithique moyen dans le Sud du Massif central : les données du Velay (Haute-Loire, France). In: N. Molines, M.-H. Moncel & J.-L. Monnier (Eds.) *Données récentes sur les modalités de peuplement et sur le cadre chronostratigraphique, géologique et paléogéographique des industries du Paléolithique ancien et moyen en Europe*. British Archaeological Reports International Series, S1364, 173-201
- Raynal, J.-P., Bertran, P., Fernandes, P., Fiore, I., Guadelli, J.L., Kieffer, G., Paquereau, M.M., Rhodes, E.J., Santagata, C., Seguy, R. & Tagliacozzo, A. avec la collaboration de Hirbec-Raynal, M. (2007).** Saint-Anne I (Sinzelles, Polignac, Haute-Loire). *Le Paléolithique moyen de l'unité J1*. Les dossiers de l'Archéo-Logis, CDERAD, 3.
- Raynal, J.-P., Moncel, M.H., Fernandes, P., Santagata, C., Guadelli, J.L., Fernandez, P. & Patou-Mathis, M. (2008).** Espace minéral et espace de subsistance au Paléolithique moyen dans le sud du Massif central en France: les sites de Sainte-Anne I (Haute-Loire) et de Payre (Ardèche). In: M.H. Moncel, A.M. Moigne, M. Arzarello & C. Peretto (Eds.) *Raw Material Supply Areas and Food Supply Areas. Integrated approach of the behaviours*. British Archaeological Reports International Series, S1725, 141-161.
- Raynal, J.-P., Moncel, M.H., Daujeard, C., Fiore, I., Tagliacozzo, A., Fernandes, P., Le Corre-Le Beux, M., Chacon Navarro, G. & Theodoropoulou, A. (2012).** Neanderthal land-use and related tool-kits at the MIS 5/4 boundary in the South-East portion of the French Massif Central. In: K. Ruebens, I. Romanowska & R. Bynoe (Eds.) *Unravelling the Palaeolithic. Ten years of research at the Centre for the Archaeology of Human Origins (CAHO, University of Southampton)*. University of Southampton Series in Archaeology 8, BAR International Series 2400, 53-72.
- Rivals, F., Moncel, M.-H. & Patou- Mathis, M. (2009).** Seasonality and intra-site variation of Neanderthal occupations in the Middle Palaeolithic locality of Payre (Ardèche, France) using dental wear analyses. *Journal of Archaeological Science* 36 (4): 1070-1078.
- Santagata, C., Raynal, J-P. & Kieffer, G. (2002).** Une industrie du Paléolithique moyen en roches éruptives dans la grotte de Sainte-Anne I (Polignac, Haute-Loire, France). In: J.-P. Raynal, C. Albre-Livadie & M. Piperno (Eds.) *Hommes et volcans: de l'éruption à l'objet*. XIVth Congress UISPP, Liège, Les Dossiers de l'Archéo-Logis n° 2, CDERAD ed., 41-48.
- Santagata, C. (2006).** Systèmes de production en roches volcaniques, quartz et silex du Paléolithique moyenancien à bifaces dans le site de Sainte-Anne 1. In: L. Astruc, F. Bon, V. Léa, P.-Y. Milcent & S. Philibert (Dir.) *Normes techniques et pratiques sociales, de la simplicité des outillages pré- et protohistoriques*. Actes des XXVIèmes Rencontres internationales d'archéologie et d'histoire d'Antibes, 2006, Éditions APDCA, Antibes, 87-92.
- Santagata, C. (2012).** L'utilisation de roches autres que le silex au Paléolithique ancien et moyen. Choix économiques, techniques et fonctionnels, sur la base de l'étude des gisements de Sainte-Anne I (Haute-Loire, France) (MIS 5 et 6) et de Notarchirico (Basilicata, Italie) (MIS 14 à 17). Unpublished Thesis, Université de Bordeaux 1 and Université «La Sapienza» de Rome (Italie).
- Theodoropoulou, A. (2008).** Le denticulé cet inconnu. Les assemblages lithiques à denticulés du Paléolithique moyen en Europe. BAR International Series 1856.
- Soressi, M. (2002).** Le Moustérien de Tradition Acheuléenne du sud-ouest de la France. Discussion sur la signification du faciès à partir de l'étude comparée de quatre sites : Pech-de-l'Azé I, Le Moustier, La Rochette et la Grotte XVI. PhD, Université de Bordeaux I.

- Soressi, M. (2004).** From the Mousterian of Acheulian Tradition type A to type B: A Change in Technical Tradition, Raw Material, Task, or Settlement Dynamics ? In: N.J. Conard (Ed.) *Settlement Dynamics of the Middle Palaeolithic and Middle Stone Age*, vol. II, Kerns Verlag Tübingen, 343-367.
- Théry-Parisot, I. (2001).** *Economie des combustibles au Paléolithique – expérimentation, taphonomie, anthracologie.* Dossier de documentation archéologique CNRS, 20.
- Théry-Parisot, I., Costamagno, S., Brugal, J.-P., Fosse, P. & Guibert, R. (2005).** The use of bone as fuel during the Palaeolithic, experimental study of bone combustible properties. In: J. Mulville & A.K. Outram (Eds.) *The Zooarchaeology of Fats, Oils, Milk and Dairying*. Proceedings of the 9th Conference of the International Council of Archaeozoology, Durham, Oxbow books, Oxford, 50-59.
- Valladas H., Mercier N., Ayliffe L., Falguères C., Bahain J.J., Dolo J.M., Froget L., Joron J.-L., Masaoudi H., Reyss J.-L. & Moncel, M.-H. (2008).** Chronology of the Middle Paleolithic sequence of Payre (Ardèche, France) based on radiometric dating methods. *Quaternary Geochronology (Quaternary Science Review)* 3 (4): 377-389.
- Villa, P. & Mahieu, E. (1991).** Breakage patterns of human long bones. *Journal of Human Evolution* 21: 27-48.
- Werth, F. (1991).** *L'opale résinite de Saint-Pierre-Eynac, son contexte géologique et sa paléo-économie.* Unpublished report, Université d'Aix-Marseille.
- Wrag-Sykes, R. (2012).** Neanderthals 2.0? Evidence for expanded social networks, ethnic diversity and encultured landscapes in the Late Middle Palaeolithic. In: K. Ruebens, I. Romanowska & R. Bynoe (Eds.) *Unravelling the Palaeolithic. Ten years of research at the Centre for the Archaeology of Human Origins (CAHO, University of Southampton)*. University of Southampton Series in Archaeology 8, BAR International Series 2400, 73-83.
- Wynn, T. (2003).** Archaeology and cognitive evolution. *Behavioral and Brain Sciences* 25 (3): 389-402

Sébastien BERNARD-GUELLE,
Mathieu RUÉ, Paul FERNANDES
avec la collaboration
d'A. COUDENNEAU,
N. FEDOROFF (†), M.-A. COURTY,
M. SÉRONIE-VIVIEN,
M.-R. SÉRONIE-VIVIEN (†),
M.-C. DAWSON,
R. PICAVET et J. AIRVAUX

Comportements techniques et stratégies de subsistance sur le site moustérien de plein air de Latrote (Saint-Gein, Landes)

Résumé :

Le site de Latrote (Saint-Gein), localisé au sommet d'une éminence en rive droite de l'Adour, a fait l'objet d'une fouille préventive sur une surface de 5 000 m² dans le cadre de la construction de l'autoroute A65. Il se présente sous forme d'une nappe de vestiges située au sommet d'un pédocomplexe brun développé sur des dépôts sableux, dans la marge sud de la formation du Sable des Landes. Les premiers résultats de l'approche géoarchéologique montrent que le site a subi une histoire taphonomique complexe et que l'assemblage initial du mobilier a été déformé. L'industrie mise au jour, essentiellement débitée ou façonnée aux dépens de quartzites et de silex, se rattache à un Moustérien récent rapporté au stade isotopique 3. L'ensemble des chaînes opératoires de production a été réalisé in situ et est assuré par l'apport de blocs bruts à partir de sources locales et régionales. La chaîne opératoire dominante est de débitage ; elle fait intervenir différentes méthodes adaptées aux types de matériaux utilisés. Elle a pour objectif l'obtention d'une production d'éclats laissés bruts sur quartzite, ou rarement retouchés, notamment en denticulés, tandis que, sur silex, les éclats sont plus souvent transformés en outils et principalement en racloirs. La chaîne opératoire de façonnage se manifeste essentiellement sur quartzite pour la production d'outils lourds et de pièces bifaciales. Quelques bifaces sont néanmoins réalisés sur silex, mais leur façonnage reste anecdotique une partie de ces pièces étant importée depuis des zones lointaines. Les études pétrographiques et techno-économiques mettent en évidence un schéma territorial complexe marqué par des axes de circulation depuis le sud et le piémont pyrénéen, mais n'ignorant pas les sources de matières premières disponibles à l'est et au nord du site. Une approche fonctionnelle réalisée sur silex montre une possible spécialisation du site vers des activités relatives à la boucherie, alors que les nombreux galets bruts, nucléus, percuteurs, produits de débitage et outils traduisent vraisemblablement la pratique d'une gamme d'activités plus large dans le cadre d'un habitat saisonnier à occupation peut-être répétée. Les critères techno-typologiques et les datations radiométriques (OSL, TL) obtenues plaident en faveur d'un rattachement du mobilier au techno-complexe Moustérien à hachereaux jusqu'alors limité au Pays basque et à la Cantabrie. Les axes de circulations principaux témoignent en outre du déplacement des Moustériens de Latrote depuis cette région.

Mots-clés :

Archéologie préventive, Moustérien, plein air, Landes, pédocomplexe, luminescence, silex, quartzite, hachereaux.

Abstract:

The site of Latrote (Saint-Gein), located atop an eminence on the right bank of the Adour, was the subject of a preventive archaeology excavation covering 5.000 m² as part of construction work for the A65 motorway. It consists of a scatter of objects that lie at the top of a brown pedocomplex which developed on sandy deposits at the southern fringes of the geological formation known as the Sable des Landes. Preliminary results from the geoarchaeological analysis highlight the intricate taphonomic history of the site and the reworking of the original assemblage. This Mousterian industry, made primarily on quartzite and flint, falls within isotopic stage 3. All the different stages of the reduction sequence were carried out in situ on locally and regionally sourced blocs of raw material. The main chaîne opératoire is geared towards flake production, with debitage methods varying according to the type of material. In the case of quartzite pieces, the main objective is to obtain flakes which are either left blank or rarely retouched, such as denticulates. Where flint is concerned, flakes are often transformed into tools, mostly scrapers. Shaping sequences (façonnage) for the production of heavy tools and bifacial pieces are generally carried out on quartzite, although some bifaces are crafted from non-local flint. Petrographic and techno-economic studies bring to light a complex territorial network of raw material circulation from the south and the Pyrenean foothills, as well as raw material sources just to the north and east of the site. A functional approach applied to some flint objects suggests a possible specialisation of the site in terms of activities related to butchery. However, the numerous raw pebbles, cores, hammers, debitage products and tools are consistent with a broader gamut of activities and a (possibly repeated) seasonal occupation. The techno-typological criteria together with OSL and TL dates, as well as main circulation routes, argue in favour of the site of Latrote belonging to the techno-complex qualified as a "Mousterian with cleavers", which was up until now limited to the Basque Country and Cantabria.

Keywords:

Rescue archaeology, Mousterian, open air, Landes, pedocomplex, luminescence, flint, quartzite, cleavers.

INTRODUCTION

Le site de Latrote est localisé au lieu-dit Herran sur la commune de Saint-Gein (Landes), à mi-distance entre Mont-de-Marsan et Aire-sur-Adour. Il est implanté sur l'extrémité orientale d'une butte témoin argileuse constituée par la formation miocène des Glaises bigarrées, à une altitude moyenne de 120 m. Cette situation lui confère une position dominante dans le paysage (fig. 1). Il surmonte d'une vingtaine de mètres les hautes terrasses à galets de la rive droite de l'Adour.

Le site a été découvert par l'INRAP lors des diagnostics menés sur la liaison autoroutière reliant Pau à Langon (Ballarin *et al.*, 2009). Les tranchées ont mis au jour un épandage de vestiges lithiques rattachés à un faciès particulier du Paléolithique moyen récent, le Vasconien (Bordes, 1953), circonscrit jusque-là au domaine du piémont pyrénéen et uniquement reconnu, du moins en plein air, par des ramassages de surface. La fouille préventive, réalisée en août et en septembre 2009 par la société Paléotime (Bernard-Guelle *et al.*, 2010), présentait donc un double enjeu, à savoir la possibilité d'inscrire ce faciès dans une séquence

chronostratigraphique tout en tentant d'alimenter les questions autour de sa caractérisation.

Même si la comparaison du site de Latrote avec les autres découvertes réalisées dans un contexte similaire sur le chantier autoroutier s'avère prometteuse, elle n'a pas été engagée dans le cadre de cette publication, une partie de la documentation de terrain étant toujours en cours de traitement. Il nous a paru toutefois utile de livrer nos premières interprétations basées sur l'étude de l'industrie en silex, ainsi que sur les approches géo- et pétroarchéologiques dont seuls les principaux acquis sont présentés ici.

En raison du caractère de faible densité de la nappe d'objets, la prescription de fouille a opté pour une intervention essentiellement mécanisée, les vestiges prélevés étant géoréférencés au fur et à mesure des décapages. Ces derniers ont sollicité deux pelles pendant une durée de 58 jours sur une superficie de 5 000 m², alors même que l'extension supposée de la nappe occupe une superficie au moins trois fois plus vaste (fig. 1b). Un contrôle stratigraphique précis a pu être effectué grâce à la réalisation et à l'enregistrement de grands transects au sein de la couverture pédosédimentaire. Des secteurs de fouille manuelle associés à quelques tests de tamisage ont également permis de

documenter plus finement l'horizon archéologique sur une surface de 8 m².

CONTEXTE GÉOARCHÉOLOGIQUE

Chronostratigraphie

L'emprise de fouille est située à la jonction entre un léger replat sommital délimité par la courbe d'altitude 120 m NGF et le départ d'un versant orienté en direction du nord-est. La pente moyenne du terrain actuel avoisine les 2 %. Les investigations stratigraphiques complétées par un examen des faciès en lames minces ont permis d'identifier trois principaux ensembles pédosédimentaires en tout point de l'emprise (fig. 2a), avec, de haut en bas :

- un podzol humique hydromorphe actuellement fonctionnel et sur lequel croît une végétation acidophile (épaisseur 50 cm à 80 cm, unités 1 et 2). Il se développe sur la couverture löessique constituant l'extension de la formation du Sable des Landes,

dont la mise en place s'est opérée en plusieurs phases durant le Pléistocène supérieur et le Tardiglaciaire (Légigan, 1979; Bertran *et al.*, 2011);

- un pédocomplexe brun-jaune, à glosses gris-blanc, développé sur un matériau sablo-silteux massif, et au sommet duquel s'intercale la nappe d'objets paléolithiques (unités 3 et 4, épaisseur 0,60 m à 1,30 m). D'un point de vue pédologique, ce niveau archéologique appartient à un paléosol argilique dont il ne reste plus qu'un horizon de type Btg, luvisolique. Le terme de « pédocomplexe » est utilisé en raison de la forte imbrication des traits pédosédimentaires mise en évidence par l'examen des lames;
- un plinthosol polyphasé brun-rouge, développé sur des argiles appartenant au sommet de la formation des Glaises bigarrées d'âge Tortonien (unité 5, épaisseur > 1,30 m).

Aux échelles macroscopiques, plus aucune figure sédimentaire du milieu de dépôt originel n'est perceptible dans la séquence actuelle, ni structure évidente de déplacement post-dépositionnel de matériaux. La

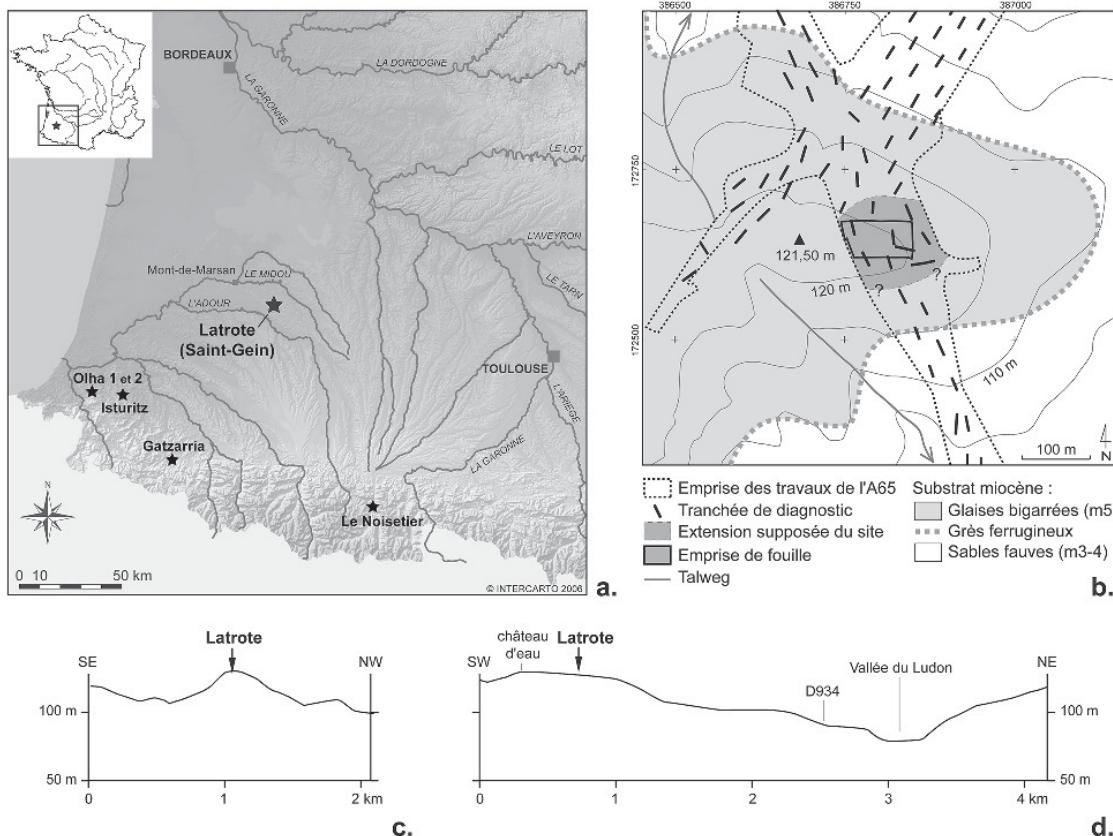


Fig. 1 – Latrote (Saint-Gein, Landes) : contexte archéologique et géomorphologique (M. Rué et S. Bernard-Guelle). a. Le site de Latrote et les sites rapportés à un techno-complexe Moustérien à hachereaux; b. Localisation du site paléolithique sur une éminence argileuse (contour géologique d'après Capdeville et Platel, 1991, extension supposée du site d'après Ballarin *et al.*, 2009); c. Profil topographique dans l'axe du tracé de l'autoroute A65 (échelle des altitudes x 10); d. Profil topographique perpendiculaire au précédent (échelle des altitudes x 10).

Fig. 1 – Latrote (Saint-Gein, Landes): archaeological and geomorphological context (M. Rué et S. Bernard-Guelle). a. The site of Latrote and other sites associated with a cleaver Moustérien techno-complex; b. Location of the palaeolithic site on a clayey eminence (geological contour adapted from Capdeville and Platel, 1991, hypothetical extent of the site adapted from Ballarin *et al.*, 2009); c. Topographic profile parallel to the course of the A65 motorway (height scale x 10); d. Topographic profile perpendicular to the previous one (height scale x 10).

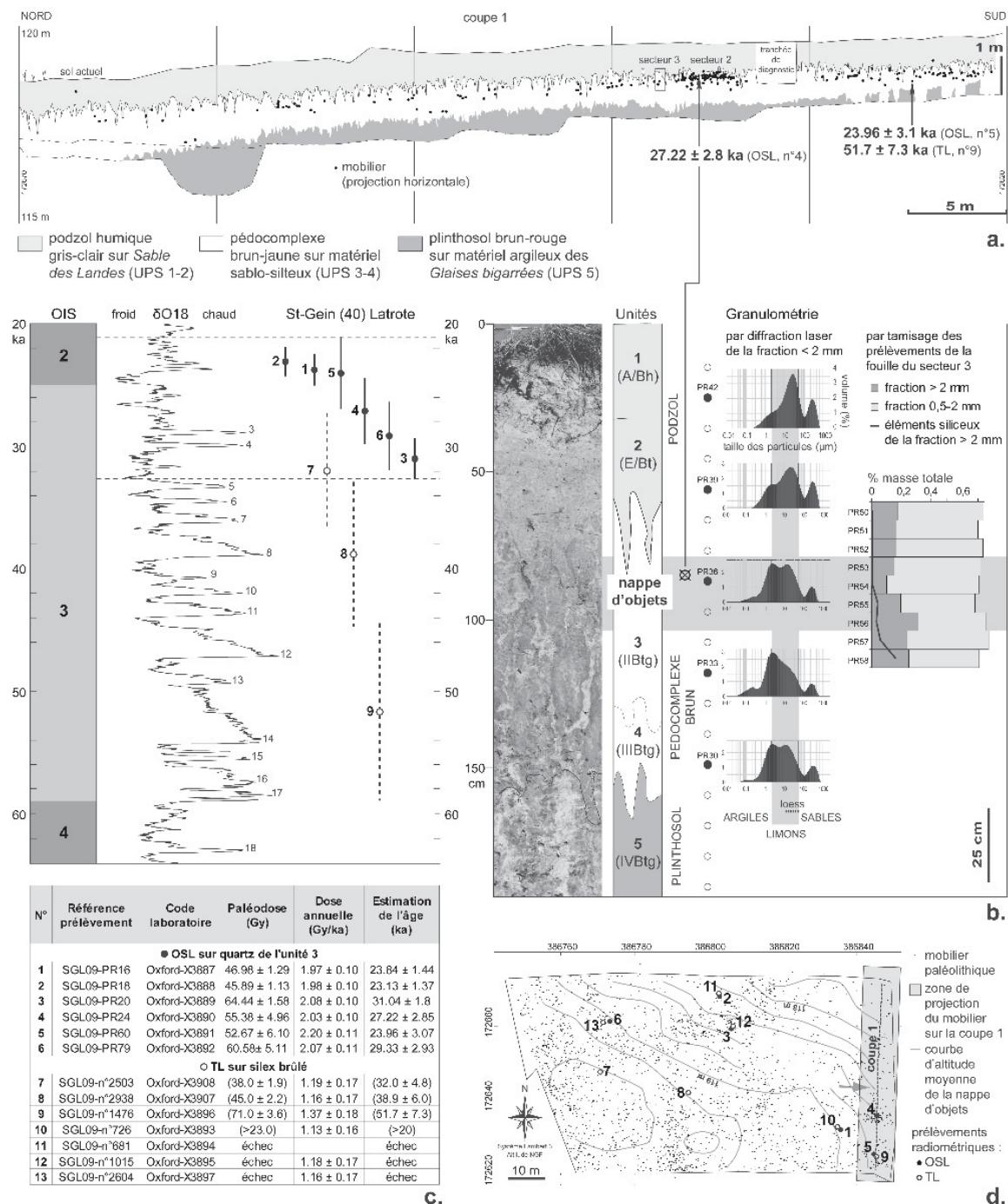


Fig. 2 – Latrote (Saint-Gein, Landes) : contexte chronostratigraphique (M. Rué, S. Bernard-Guelle). a. Localisation de la nappe d'objets au sommet du pédocomplexe brun (coupe 1, dessin d'après photomontage géoréférencé; échelle des hauteurs x 2); b. Séquence pédosédimentaire synthétique des secteurs 2 et 3 et principaux résultats des analyses granulométriques; c et d. Situation des résultats des datations par luminescence effectuées par le laboratoire d'Oxford (dir. J.-L. Schwenninger, protocole analytique dans Bernard-Guelle et al., 2010). Les prélèvements proviennent tous de la nappe d'objets. Courbe δO^{18} du forage GRIP d'après Shackleton et al., 2004 (les numéros 3 à 18 correspondent aux interstadia Dansgaard-Oeschger).

Fig. 2 – Latrote (Saint-Gein, Landes): chrono-stratigraphic context (M. Rué, S. Bernard-Guelle). a. Location of artefact scatter at the top of the brown pedocomplex (section 1, drawn from georeferenced assembled photos; height scale x 10); b. Global pedo-sedimentary sequence of sectors 2 and 3 and main results of the particle size distribution analyses; c and d. Luminescence dates carried out by the Oxford lab (under the direction of J.-L. Schwenninger, analytical protocol in Bernard-Guelle et al., 2010). All the samples were taken from the layer of artefact scatter. δO^{18} curve from the GRIP ice-core, adapted from Shackleton et al., 2004 (numbers 3 to 18 correspond to the Dansgaard-Oeschger interstadials).

granularité du pédocomplexe brun n'évolue ni verticalement (fig. 2b) ni latéralement. La fraction supérieure à 2 mm, qui ne dépasse généralement pas 0,5 % de la masse totale du sédiment, est toutefois légèrement plus importante sous la nappe de vestiges. Elle inclut des petits galets siliceux de nature variée, dont l'origine suggère un apport par colluvionnement, bien qu'aucune formation détritique grossière n'ait été reconnue en amont du site. Le pédocomplexe est affecté par différents types de glosses relayant d'anciens réseaux de fentes verticales ou horizontales. Elles témoignent d'épisodes de retrait-gonflement ou de gel profond du sol (fentes de glace). Un peu plus de 20 % du mobilier a été prélevé dans ces figures de dégradation, le reste étant serti dans la matrice brun-jaune du pédocomplexe.

Aux échelles microscopiques, la matrice brun-jaune est constituée d'un mélange de particules et d'agrégats de sol détritiques. La fraction silteuse résulterait d'apports de poussières de type lessique, comme en témoignent sa distribution granulométrique, les nombreuses échardes de quartz et les paillettes micaées. Les sables grossiers et moyens proviendraient de la formation miocène des Sables fauves, sables érodés sur les pentes et ensuite transportés par salutation sur les points hauts. Les fragments opaques noir, brun-noir et rouge foncé seraient issus, pour ceux charbonneux, d'incendies, et pour les fragments sesquioxydiques, de l'érosion du plinthosol. Les agrégats proviendraient du démantèlement d'anciens sols bruns. Cette matrice qui enveloppe les objets s'apparente donc à une colluvion. L'origine de son homogénéité est à rechercher dans les multiples phases de perturbation qui ont affecté le pédocomplexe à des degrés divers, et dont seuls quelques témoins sont conservés. Enfin, l'identification de plusieurs cycles pédosédimentaires (transport en masse, pédogenèse illuviale, cryoturbation puis dégradation pédologique) permet de penser que ce sol s'est développé pendant une longue durée, sans doute le Pléistocène récent et probablement aussi moyen.

Les résultats de six datations par luminescence stimulée optiquement (OSL), issues de prélèvements répartis au sein de la nappe d'objets, calent les épisodes de dernière exposition à la lumière des quartz entre 21 ka BP et 32 ka BP, avec trois occurrences proches de 24 ka, soit au début du stade isotopique 2 (fig. 2c et fig. 2d). Ces dates sont cohérentes avec les données pédostatigraphiques et permettent de proposer un âge minimum à l'industrie. Elles correspondent à différents épisodes morphosédimentaires qui ont affecté l'épannage : ensevelissement par des apports éoliens ou colluviaux, ablation du sol ou bien colmatage des fentes par du matériel provenant des horizons de surface. La nappe d'objets est manifestement restée longtemps proche de la surface du sol à la transition entre les stades 2 et 3, et a donc subi différentes perturbations pédoclimatiques avant l'arrivée des dépôts éoliens du dernier Pléniglaciaire.

Sept silex brûlés ont fait l'objet d'une datation par thermoluminescence (TL). Contrairement aux analyses par OSL, différentes anomalies ont été décelées au

cours des mesures. Les courbes de rayonnement obtenues sont par exemple inhabituelles pour les hautes températures, ce qui peut s'expliquer par des émissions TL parasites et/ou composites provenant d'impuretés dans le silex. Seules trois dates ont pu être obtenues (fig. 2c). Elles sont moins fiables que les dates OSL et doivent être considérées comme des âges minimaux. La plus ancienne se situe dans le premier tiers du stade isotopique 3.

État de conservation du site

La nappe de vestiges s'interstratifie sans discontinuité sédimentaire au sommet du pédocomplexe brun (fig. 2a), avec un pendage général d'environ 3,5 % vers le nord-est. Son épaisseur varie autour de 25 cm dans la partie haute de l'emprise, au sud-ouest, et évolue jusqu'à 60 cm dans les points bas (fig. 3a et fig. 3c), ce qui traduit une déformation plus importante de l'horizon à mobilier le long du versant. Au nord, certaines isohypsies matérialisent la présence d'un paléotalweg peu prononcé ayant pu concentrer une partie des objets (fig. 3a).

Les plans d'isodensité réalisés à partir d'une maille de 1 m² permettent d'isoler des concentrations d'objets (fig. 3b). L'analyse dimensionnelle de la variance effectuée selon Whallon (1973) confirme la présence de concentrations pour une maille de 1 m² et de 4 m², le rapport R étant supérieur ou proche du seuil de significativité à 95 % obtenu par un test du χ^2 (d'après les données de Bertran *et al.*, 2005). La concentration la plus évidente et la mieux circonscrite est localisée dans l'extrémité est de l'emprise (secteur 2, concentration A, fig. 3). Elle ne regroupe que des silex et livre le remontage le plus complet du gisement. L'examen de l'industrie montre qu'elle correspond à une fréquentation plus tardive du site, rapportable au Paléolithique supérieur. Toutes les autres concentrations présentent, en revanche, des limites plus diffuses et livrent systématiquement une association de silex et d'autres matériaux, principalement des galets de quartzite taillés.

Les remontages, bien que peu nombreux et réalisés non systématiquement, ne mettent pas en évidence d'orientation préférentielle (fig. 3a). Ils attestent de déplacements plutôt latéraux que verticaux (fig. 3c) et d'amplitude variable (40 % < 1 m, 40 % entre 1 m et 10 m et 20 % > 10 m).

La distribution granulométrique du mobilier a été réalisée d'après la longueur des silex et ne prend en compte que les éléments repérés lors des décapages, sans opération de tamisage. Elle ne donne donc qu'un spectre partiel. En raison de la faible densité d'objets (un peu moins de 0,5 pièce au m² en moyenne), le tamisage d'un volume conséquent de sédiment aurait été nécessaire pour récupérer un nombre plus représentatif de petits éléments, ce qui n'était pas envisageable dans le temps imparti. Néanmoins, que les vestiges aient été prélevés lors du décapage mécanique ou en fouille manuelle fine, le corpus présente un net déficit en éléments inférieurs à 20 mm (fig. 3d),

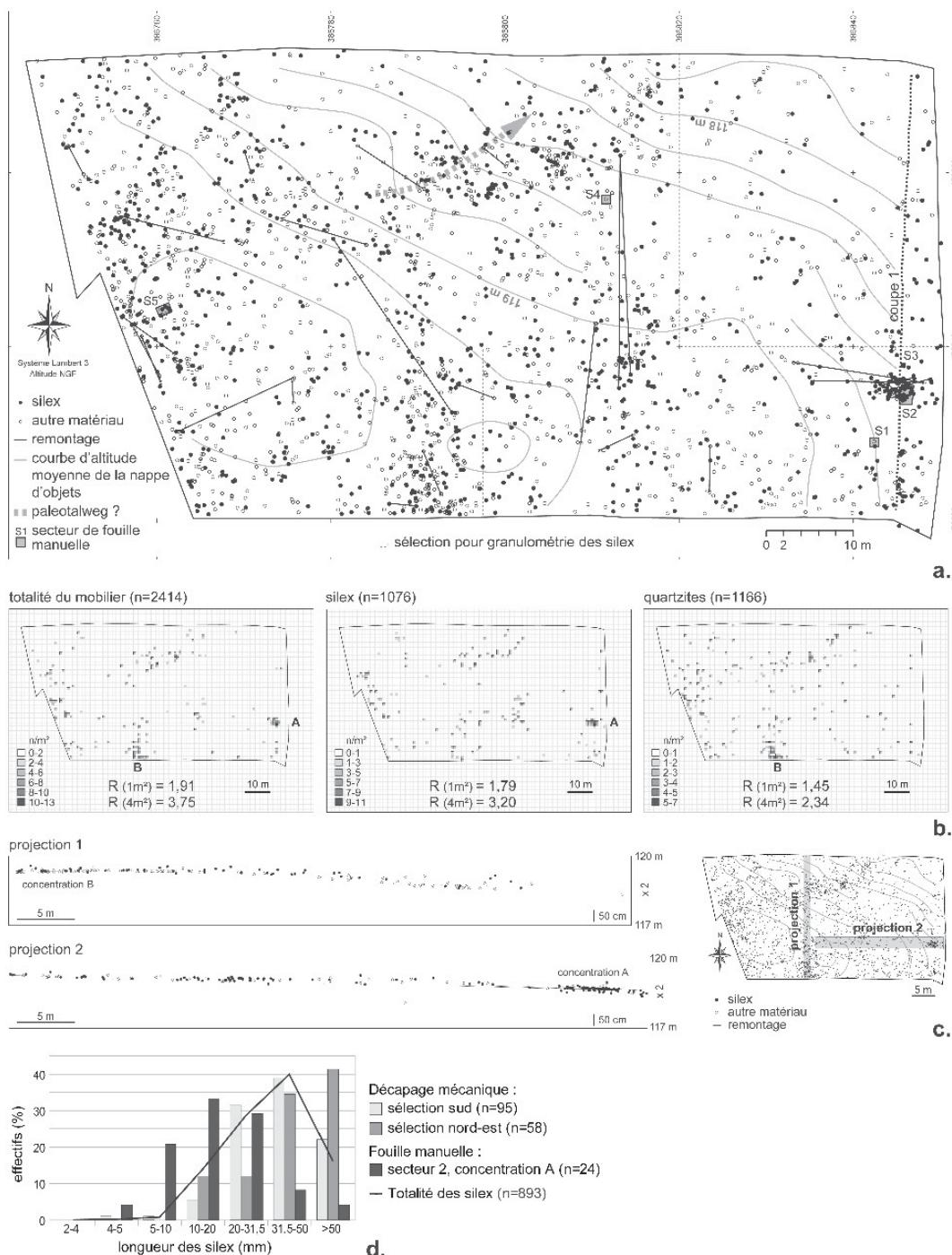


Fig. 3 – Latrote (Saint-Gein, Landes) : contexte taphonomique (M. Rué, S. Bernard-Guelle, J.-B. Caverne). a. a. Plan de l'emprise de fouille avec localisation des objets et des principaux remontages. Les courbes altimétriques correspondent au niveau moyen de l'horizon à mobilier paléolithique (équidistance : 0,25 m); b. Plans d'isodensité du mobilier obtenus avec une maille de 1 m². Les valeurs R correspondent au rapport variance / moyenne obtenu pour une maille de 1 m² et de 4 m². Sauf pour les quartzites, ce rapport est supérieur au seuil de significativité à 95 % (respectivement 1,5 et 2,2 pour une maille de 1 m² et de 4 m²) et indique la présence significative de concentration d'objets. A et B : concentrations caractérisées par une densité plus forte en silex (A) ou quartzites (B); c. Projections verticales du mobilier (échelle des altitudes x 2); d. Distribution granulométrique de la longueur des silex découverts (sans tamisage). Pièces fracturées non pris en compte.

Fig. 3 – Latrote (Saint-Gein, Landes): taphonomic context (M. Rué, S. Bernard-Guelle, J.-B. Caverne). a. a. Excavation boundaries with scatter-plot of artefacts according to material type and main refits. Contour lines represent the average level of the palaeolithic artefacts' horizon (equidistance: 0.25 m); b. Artefact isodensity plots from a 1 m² grid. The R values correspond to the variance/mean ratio obtained for grid units of 1 m² and 4 m². Excluding quartzites, this ratio is above the significance threshold of 95 % (respectively 1.5 and 2.2 for a grid of 1 m² and 4 m²) and indicates the presence of significant concentrations of artefacts. A and B: concentrations with a greater density of flint (A) or quartzite (B); c. Vertical artefact projections (height scale x 2); d. Particle size distribution based on the length of flint artefacts (without sieving). Fractured pieces are not taken into account.

généralement symptomatique d'une série triée par des processus hydro-sédimentaires de surface. Ce déficit est plus accentué dans la partie basse du site.

L'observation de la surface des silex à la loupe binoculaire a permis le classement des patines post-dépositionnelles suivant : 38 % ne présentent aucune patine, 36 %, une patine légère et seulement 5 %, une patine forte. Les tranchants et arêtes des pièces sont préservés ; près de 60 % des silex ne portent aucun stigmate lié à des processus mécaniques post-dépositionnels (fragmentations et usures mécaniques) et seuls 10 % présentent des esquillements bordiers naturels. Des micropolis d'utilisation ont même été observés lors de l'étude tracéologique. Avec moins de 0,5 % de pièces affectées par le gel, l'industrie en silex n'a pour ainsi dire pas enregistré de phases de froid intense. L'examen de la surface des silex montre donc une variabilité dans le degré de conservation de ce mobilier. Cependant, ces matériaux ne portent, d'une façon générale, aucune trace de transformation importante, ce qui contraste avec les précédentes conclusions sur l'état de conservation de la nappe d'objets.

L'ensemble de ces premiers résultats indique que le site de Latrote a subi une histoire taphonomique complexe et que l'assemblage initial du mobilier a été déformé. Des reliques d'organisation spatiale moustérienne ont cependant pu être préservées sans qu'il ait été possible de les identifier dans le cadre de cette opération. La nature des différents processus de déplacement des vestiges et le degré d'intensité des perturbations restent à préciser.

Homogénéité technique de la série

La possibilité d'un mélange chronoculturel dans une série de plein air et/ou d'une composante intrusive au sein d'un assemblage archéologique est une éventualité fréquente ; cette composante est parfois difficile à pondérer, mais elle ne doit pas être un frein à l'étude du mobilier lithique. Une des interrogations qui s'est imposée au début de la fouille est celle de la présence possible, dans ce type de séquence condensée, d'un reliquat d'horizon archéologique plus ancien, de type Acheuléen, marqué par une industrie sur galets de quartzite, et sur lequel se serait superposée une ou plusieurs occupations plus récentes. Cette configuration est fréquente lorsque les niveaux occupés ont par exemple subi une évacuation progressive de leur fraction fine (obtention d'un pavage résiduel).

En l'état actuel de nos connaissances, plusieurs arguments vont dans le sens d'une contemporanéité probable des productions en silex et en quartzites :

1. En coupe, les différentes projections de mobilier et remontages ne permettent pas de distinguer de niveaux pétrographiquement et stratigraphiquement distincts au sein de la nappe d'objets. Les projections par catégories techno-typologiques ne reflètent aucune organisation spatiale particulière. De même, en plan, les proportions de silex et quartzites restent globalement similaires, que l'on se situe au sein

d'une concentration ou non. La distribution générale des quartzites apparaît toutefois plus uniforme que celle des silex, ce qui est confirmé par une valeur de R plus faible (fig. 3b).

Ce premier argument basé sur la répartition du mobilier n'est plus valide si l'on considère que ce sont les processus post-dépositionnels qui ont entièrement mélangé des vestiges d'occupations diachroniques et induit certains regroupements d'objets. Au moins deux concentrations montrent, cependant, que la nappe n'a pas été complètement homogénéisée :

- dans la partie sud de l'emprise, une concentration est marquée par une présence plus abondante de quartzites (concentration B, fig. 3b) ;
 - la concentration A évoquée plus haut, et attribuable au Paléolithique supérieur, livre des silex qui se localisent tous au sommet de la nappe. Si une phase de brassage important du mobilier est survenue, elle s'est donc produite avant l'occupation au Paléolithique supérieur. Cette attribution est par ailleurs cohérente avec la datation OSL réalisée au cœur de la concentration qui a donné comme résultat $27,2 \pm 2,8$ ka (fig. 2, n° 4).
2. Le pédocomplexe brun renferme ponctuellement, et sur toute son épaisseur, des petits galets siliceux dont la longueur peut atteindre 5 cm. Or, aucune accumulation de ces éléments n'a été rencontrée au sein de la nappe d'objets. Si cette nappe correspond à un pavage résiduel, il faut alors expliquer pourquoi ces éléments ne se sont pas concentrés au même titre que le reste du mobilier.
 3. L'étude techno-typologique ne montre pas d'incohérence entre les séries en silex et en quartzite, juste une certaine influence de la matière première quant à leur mode d'exploitation respectif (cf. *infra*).

La poursuite de l'étude taphonomique (analyse du mobilier par concentrations, prise en compte des états de surface des quartzites, exploitation des données sur l'orientation des pièces allongées, etc.) et la confrontation de l'industrie de Latrote avec d'autres sites paléolithiques en contexte similaire permettra sans doute de confirmer ou non ces premières hypothèses.

L'INDUSTRIE LITHIQUE : APPROCHE PÉTROGRAPHIQUE, TECHNO- ÉCONOMIQUE ET FONCTIONNELLE

L'ensemble du mobilier recueilli se compose de 2 414 pièces lithiques, soit près de 330 kg (tabl. 1). Hormis une quarantaine de silex rapportable à l'occupation du Paléolithique supérieur, l'ensemble est attribué au Moustérien. Le panel des ressources minérales utilisées est plutôt large, mais dominé par les quartzites et les silex. Les quartz, lydiennes et autres matériaux sont également présents, mais dans de faibles proportions. À ceux-ci s'ajoutent quelques blocs ou fragments de grès ferrugineux qui ont fait l'objet *a minima* d'un apport sur le site (*manuports*).

Matériaux utilisés	N	%	kg	%
Quartzites	1166	48,3	263,4	80,7
Silex	1076	44,6	27,7	8,5
Quartz	98	4,0	12,6	3,9
Lydiennes	5	0,2	0,4	0,1
Matériaux siliceux indéterminés	29	1,2	4,7	1,4
Grès ferrugineux et poudingue	24	1,0	15,8	4,8
Autres matériaux	16	0,7	1,8	0,5
Total	2414	100	326,4	100

Tabl. 1 – Données numériques et pondérales des différents matériaux lithiques composant la série de Latrote (S. Bernard-Guelle).

Table 1 – Total number and weight of objects by material (S. Bernard-Guelle).

Approche pétroarchéologique

Dans le cadre de cette étude, nous n'avons pas entrepris de détermination à l'échelle microscopique des roches dures. Nous avons seulement pratiqué un tri macroscopique des quartzites basé sur la couleur, la nature, la distribution, la taille des mégacristaux et l'aspect des cortex et des fissures. Cette démarche, utile pour les remontages lithiques, reste insuffisante pour estimer le nombre minimal de blocs introduits sur le site. L'observation des couleurs des pièces taillées a été réalisée à partir des faces d'éclatement contrairement aux galets entiers, où celle-ci a obligatoirement été réalisée d'après les néocortex. Ce travail amène à une multiplication du nombre de teintes qui ne reflète pas la véritable variabilité pétrographique. À l'inverse, la prise en compte de la taille des cristaux intégrés à la matrice siliceuse a permis de distinguer deux groupes de quartzites. Le premier type, largement majoritaire comprend tous les objets à structure grenue ($> 1 \text{ mm}$), soit 98 %. La moitié d'entre elles sont déjà imprégnées et présentent des nuances de brun, alors que l'autre moitié a conservé sa couleur grise d'origine. Le deuxième type présente une structure plus fine ($< 1 \text{ mm}$), soit 2 % des quartzites. Leur couleur est généralement grise, ce facteur étant sans doute lié à la perméabilité faible de ce type de structure à grains fins.

Les silex ont fait l'objet d'une étude pétrographique plus détaillée avec, comme double objectif, de proposer une origine géographique des matières premières exploitées sur le site et de compléter le recensement des gîtes déjà existants. Les résultats obtenus s'ajoutent ainsi aux travaux réalisés récemment dans cette région (Chalard *et al.*, 1996; Lacombe, 1999; Simonet, 1999; Briois *et al.*, 2000; Barragué *et al.*, 2001; Millet, 2001; Bon *et al.*, 2002; Normand, 2002). Ce complément d'information s'est révélé opportun, car certaines variétés de silex n'étaient pas localisées avec précision et la variabilité intragîte demandait des études complémentaires.

Dans un premier temps, nous avons tenu compte de la complexité géologique régionale en établissant un inventaire des formations à silex (fig. 16). Nous avons ensuite caractérisé les types présents dans la série en établissant la liste des indices pétrographiques propres à chacun d'eux. En parallèle, nous avons recensé les

critères permettant de rapprocher une association d'altérations à un type de formation superficielle (Fernandes et Raynal, 2006). La méthode utilisée, intégrant l'observation des surfaces et des textures à la loupe binoculaire de toutes les pièces, a permis de proposer une origine géologique aux silex collectés. Néanmoins, la multiplicité des zones ayant pu fournir les mêmes types de silex et la découverte récente de silex maastrichtiens à Lépidorbitoïdes en amont d'Audignon nous ont incités à rester prudents sur certaines attributions géologiques.

Cette approche a livré les résultats suivants :

- la grande majorité des pièces en silex a pu être caractérisée, elles sont toutes importées;
- neuf faciès lithologiques représentant quatre grandes familles paléoenvironnementales ont été mis en évidence pour cette série (tabl. 2);
- les indices lithologiques et taphonomiques, regroupés au cours de cette étude, ont livré un schéma territorial marqué par des axes de circulation variés. Ils intègrent le piémont pyrénéen au sud, les abords de la rive gauche de la Garonne au nord, ou les gîtes à l'est du site (département du Gers). Quelques pièces seulement semblent avoir été collectées dans un espace local, les terrasses de l'Adour. La majorité des pièces est收集ée dans l'espace voisin et provient des flancs de l'anticlinal d'Audignon (d'après l'étude de la micromorphologie des surfaces naturelles). Il existe également des relations fortes entre Latrote et le sud du Bassin aquitain, où les formations de type turbiditique dénommées «Flysch» forment le géosynclinal pyrénéen. Une troisième catégorie d'objets provient encore de la zone sud, de formations de milieu ouvert (type Tercis, Bastennes-Gaujacq, Saint-Lon-les-Mines). La quatrième famille est difficilement intégrable au schéma de circulation révélé par la détermination des autres types ; cette présence de silex de type lacustre à Planorbis cornu dans la série semble, dans l'état actuel de nos connaissances, indiquer l'existence d'un axe secondaire nord-sud. Le débat sur ce sujet reste ouvert et des prélevements complémentaires dans le Gers devront le trancher ultérieurement.

Enfin, il a été une nouvelle fois montré que le décryptage de la transformation des néocortex et des matrices peut être utilisé comme marqueur de l'évolution des formations dans lequel le silex a résidé. Cette méthode, qui s'ajoute aux outils déjà utilisés en pétroarchéologie, contribue à une meilleure reconnaissance des formations dans lesquelles les silex ont été collectés et participe utilement à l'étude des transformations ayant affecté le site après son abandon.

Synthèse techno-économique

Les vestiges en silex représentent 44,6 % de l'ensemble archéologique de Latrote, mais seulement 8,5 % en masse (tabl. 1). D'après l'analyse pétrographique, une part importante des pièces en silex

Fiche	F1 type Chalosse à Lépidorbitoides	F2 type Tercis lité	F3 type Flysch	F4 type Tercis a	F9 type Tercis b	F6 (nouveau type)	F10 type aquitanien	F11 (non définitif)	F26 (non définitif)
confère gîte (fig. 16)	Audignon, n° 21	Tercis, n° 18	Bidache, n° 29	Tercis/Bastennes n° 18-20	Tercis/Bastennes n° 18-20	indéterminé	calcaires de l'Agenais	indéterminé	indéterminé
âge	Maastrichtien	Sénonian	Sénonian Turonien	Campanien Maastrichtien	Campanien Maastrichtien	indéterminé	Aquitainien	indéterminé	Maastrichtien
habitus	rognons irréguliers	banc	plaquettes nodules	rognons	rognons	indéterminé	blocs	indéterminé	indéterminé
milieu de dépôt	plate-forme	milieu ouvert	milieu ouvert	milieu ouvert	milieu ouvert	silex marin	silex lacustre et pédologique	silex marin	silex marin
néocortex	9 types alluviaux et colluviaux et 1 alluvial	inconnu	1 type colluvial et 1 alluvial	3 types dont 1 alluvial	majoritairement alluvial	colluvial	majoritairement colluvial	indéterminé	indéterminé
couleur d'origine	gris et beige	inconnue	grise	grise à noire	grise à noire	indéterminée	blanche	indéterminée	indéterminée
couleur acquise	jaune, brune et rouge	brune	brune	brune	jaune	brune	brune et rouge	brune	brune
structure	homogène	litée	litée	homogène	bioturbée	homogène	homogène	homogène	homogène
texture	mudstone	packstone	grainstone	mudstone	wackestone	mudstone	packstone-aquic	wackestone	wackestone
matrice	cryptocrystalline	cryptocrystalline	microcryptocrystalline	cryptocrystalline	cryptocrystalline	cryptocrystalline	microcryptocrystalline	cryptocrystalline	cryptocrystalline
pellets	abondants 20 µm	abondants	rares	abondants 15 µm	fréquents 20 µm	fréquents	absents	absents	absents
intraclastes	rares anguleux	rares anguleux	sub-anguleux	arrondis bon classement	rares anguleux	rares anguleux	absents	rares anguleux	rares anguleux
blockastes	entre 10 et 20 %	débris nombreux	40%	10%	20%	10%	20%	20%	20%
débris végétaux	absents	absents	absents	débris charbonneux	absents	absents	indéterminés	absents	absents
débris algaires	Codiacées Dasycladacées	absents	absents	absents	indéterminés	indéterminés	Charophytes <i>Rhabdochara</i>	absents	Dasycladacées
macrofaune	variée	indéterminée	Echinodermes	Echinides	indéterminée	indéterminée	Gastropodes, <i>Planorbis cornu</i> , <i>Lymnaea</i>	absents	indéterminée
spongiaires	rares	absents	abondants	fréquents	fréquents	rares	absents	fréquents	absents
bryozoaires	abondants	absents	absents	rares	rares	absents	absents	absents	absents
foraminifères	planctoniques rares grands benthiques courants	<i>Lagenaria</i> grands benthiques absents	rares Textularidés	Cibicides <i>Pithonella</i> et Calcisphères grands benthiques absents	<i>Pithonella</i> <i>Lagenaria</i> Calcisphères grands benthiques absents	absents	absents	planctoniques indéterminés	absents
total 1076 pièces	964 dont 100 à cortex alluvial	1	57 dont 35 à cortex alluvial	27 dont 2 à cortex alluvial	9 dont 5 à cortex alluvial	1	14 dont 3 à cortex alluvial	2	1

Tabl. 2 – Tableau synthétique des types de silex présents dans la série de Latrote (P. Fernandes).

Table 2 – Overview of the different types of flint (P. Fernandes).

(86 %) peut être rapportée aux formations du Maastrichtien de la Chalosse, d'origine voisine (< 30 km). Ils ont été introduits sous forme de rognons bruts. D'autres galets, d'origine locale, ont également été collectés dans les alluvions de l'Adour. Enfin, des silex de provenance plus lointaine, essentiellement d'origine pyrénéenne, mais aussi probablement plus septentrionale, sont également présents, mais de façon plus anecdotique et sous une forme plus élaborée (éclats de plein débitage, bifaces, pièces retouchées). Le silex, majoritairement débité (fig. 4 et fig. 6), a été intensément exploité sur place comme en témoignent l'état d'exhaustion des nucléus, l'utilisation d'éclats corticaux comme nucléus et l'intensité de la retouche. Les méthodes de débitage mises en œuvre sont plutôt variées, mais relèvent majoritairement d'un concept Discoïde. Néanmoins, le recours fréquent au débitage sur éclats-supports, couplé à la réduction des nucléus, sont des caractères masquant tant la reconnaissance des concepts que les intentions de production – l'économique pouvant par exemple prendre le dessus sur le conceptuel. De même, une partie des nucléus à débitage orthogonal pourrait correspondre à un stade ultime d'exploitation des nucléus discoïdes. Les supports produits sur place sont ainsi majoritairement à dos débordant ou corticaux, mais une production Levallois occasionnelle est également attestée par quelques nucléus (fig. 7, n° 3) et produits de débitage (fig. 8,

n°s 1-2). En l'absence de nucléus laminaires, la présence de lames, souvent corticales, peut s'expliquer par une production occasionnelle/accidentelle au sein d'autres systèmes de débitage. De rares nucléus pseudo-prismatiques peuvent être rattachés à une production indépendante de petits éclats allongés. Enfin, le façonnage de bifaces, mais surtout la transformation de supports par la retouche (15 % d'entre eux), notamment en racloirs (fig. 8), sont des activités bien représentées et réalisées sur place.

Les quartzites, de provenance locale, constituent le matériau dominant (48,3 % en nombre de restes et 80,7 % en masse). Tous les éléments techniques de la chaîne opératoire de production sont attestés. Ils illustrent différentes méthodes de débitage (fig. 5 et fig. 6), majoritairement sur enclume et Discoïde (Jaubert et Mourre, 1996) (fig. 15), et la présence sur place du façonnage d'outils sur galet, parfois lourds, et de bifaces (fig. 12 et fig. 14). L'influence de la matière première se traduit ici par le recours au débitage sur enclume (adaptation technique au matériau), par un façonnage moins soigné et par la rareté des supports retouchés. Ce caractère limitant est moins prononcé sur les quartzites à grain fin qui montrent un taux de transformation supérieur et l'utilisation très occasionnelle d'une méthode de débitage élaborée (Levallois) non attestée pour les autres quartzites. Une partie des galets importés n'a été ni débitée ni façonnée,

mais utilisée comme matériel de percussion ou pour d'autres objectifs qui ne sont pas clairement identifiés. Les produits obtenus par les différentes méthodes de débitage sont souvent à dos néo-corticaux. Ils ont été rarement retouchés, plutôt en denticulés. À l'inverse du silex, ce matériau témoigne d'une économie dispensieuse avec des nucléus peu exploités et des outils à

courte durée de vie («expédients»). Une particularité du débitage sur enclume s'exprime par une sélection, semble-t-il préférentielle, des grosses entames obtenues par le biais de cette méthode pour la confection d'outils variés (bifaces, fig. 14; hachereaux, fig. 13, n°s 1 et 2), le recyclage en nucléus ou encore leurs utilisations brutes ou à peine retouchées (fig. 13, n° 3). Ces

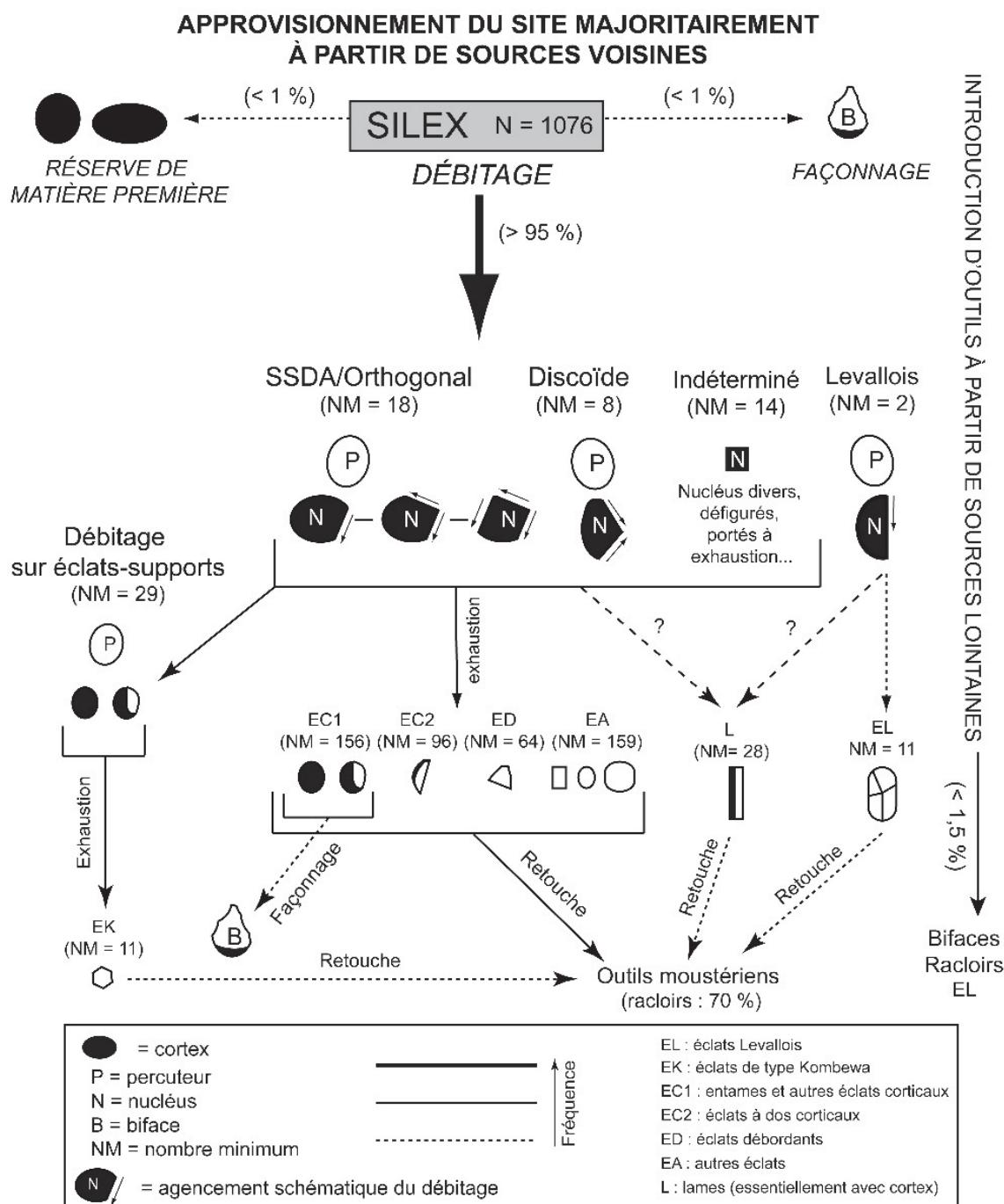


Fig. 4 – Schéma opératoire général et synthétique sur silex (S. Bernard-Guelle).
Fig. 4 – General operational sequences for flint (S. Bernard-Guelle).

supports ont été manifestement recherchés à différentes fins (façonnage, débitage et peut-être utilisation brute). En atteste, par exemple, l'abandon de nucléus après le détachement d'un seul éclat de ce type. En revanche, nous ne pouvons affirmer que le débitage sur enclume

soit la seule méthode d'obtention de ces supports, particulièrement pour les hachereaux, trop rares dans la série ($\pm 1\%$ de l'outillage). Seuls trois hachereaux, tous de type 0 (Tixier, 1957), ont été récoltés – dont un lors du diagnostic – (Ballarin *et al.*, 2009) ; ces

APPROVISIONNEMENT DU SITE À PARTIR DE SOURCES LOCALES

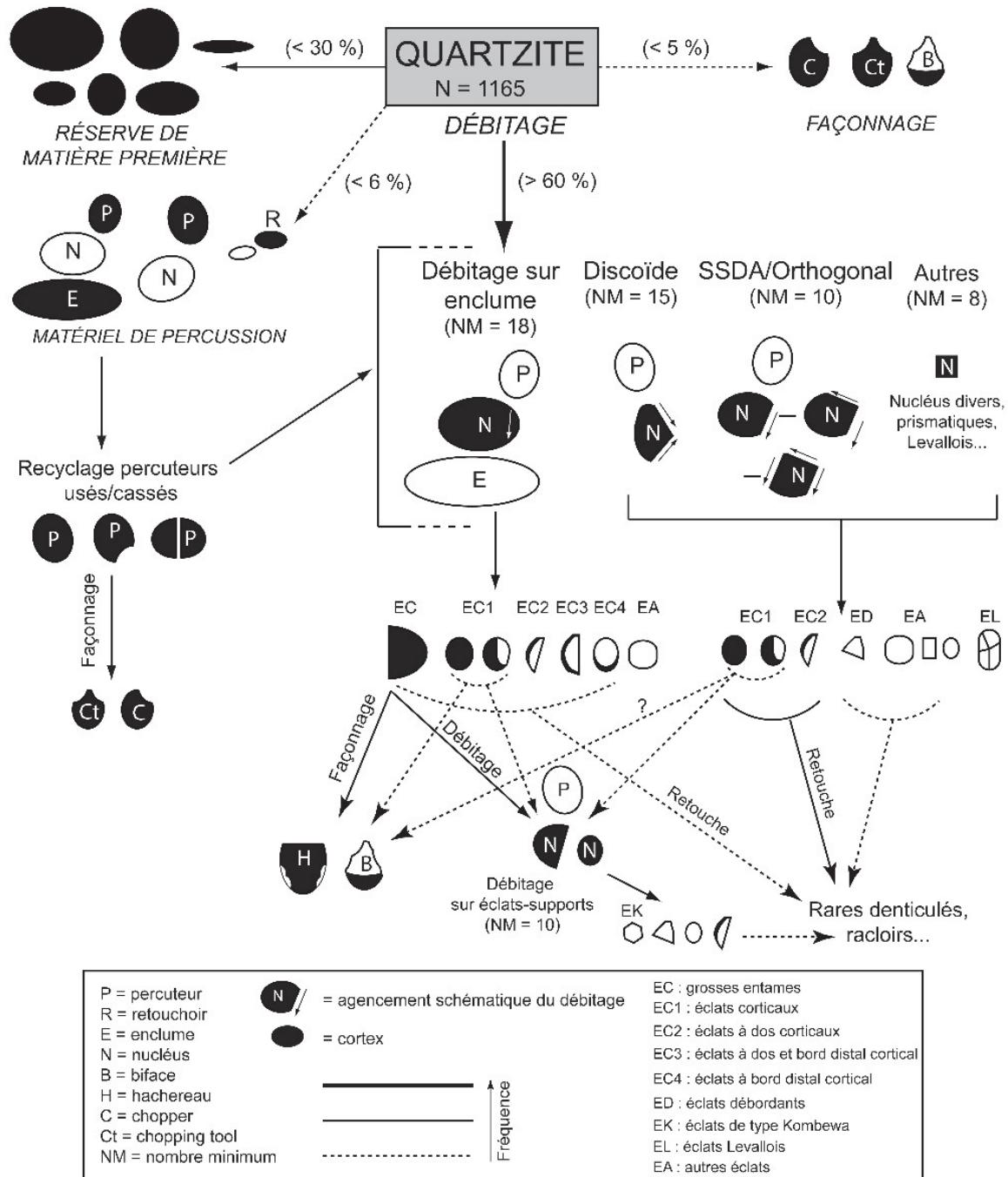


Fig. 5 – Schéma opératoire général et synthétique sur quartzites et quartz (S. Bernard-Guelle).
Fig. 5 – General reduction sequence for quartzite (S. Bernard-Guelle).

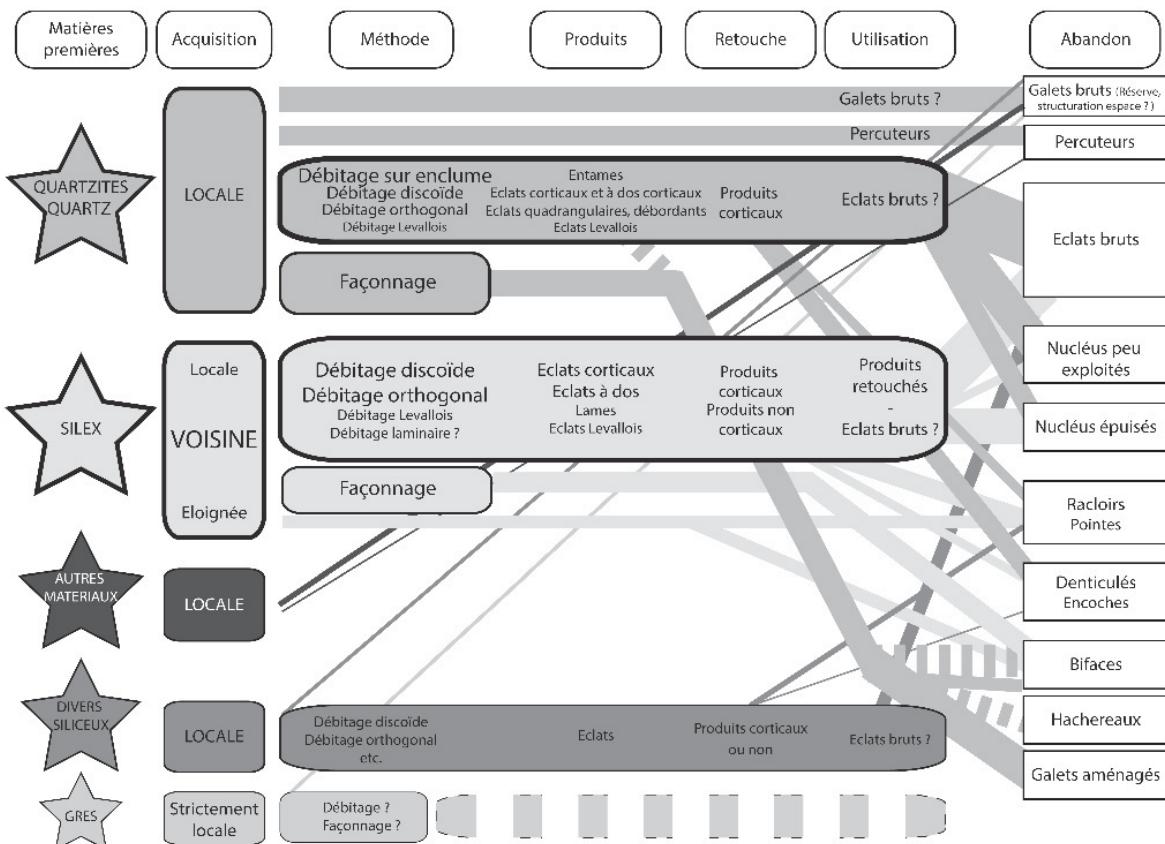


Fig. 6 – Synthèse des schémas opératoires par matière première (S. Bernard-Guelle).
Fig. 6 – Overview of general reduction sequences by raw material (S. Bernard-Guelle).

pièces semblent, néanmoins, assez normalisées (poids, morphologie, angle du tranchant) et systématiquement réalisées sur entames en quartzite (fig. 13).

Les **autres matériaux siliceux** se composent de quartz laiteux ($n = 98,4\%$ du corpus), de rares pièces en lydienne ($n = 5,0,2\%$) et de roches indéterminées ($n = 29,1,2\%$). Tous ont pu être collectés localement en contexte alluvial. Hormis l'absence de chaîne opératoire de façonnage, le quartz a connu le même type d'exploitation et de gestion que les quartzites. Les lydiennes montrent, en revanche, une gestion plus proche de celle du silex (débitage et retouche sur place).

Les autres matériaux (granite, schiste...) sont rares ($n = 16$, soit $0,7\%$) et essentiellement constitués de galets bruts et quelques débris illustrant une sélection ponctuelle et/ou opportuniste à des fins diverses (stock, matériel de percussion...).

Enfin, l'utilisation d'un matériau particulier est avérée par la présence de grès ferrugineux ($n = 23$) auquel on peut associer un bloc de poudingue de même origine géologique. Ces matériaux affleurent en contrebas des versants de la colline de Latrote, sous forme de placages gréso-ferrugineux localisés à l'interface entre les formations miocènes des Sables fauves

et des Glaises bigarrées (fig. 1b). Une origine naturelle de ces matériaux sur le site est donc à exclure, puisque ce dernier est positionné topographiquement et stratigraphiquement au-dessus de ces affleurements. De l'analyse fine des pièces récoltées se dégagent certaines tendances, notamment d'un point de vue morphométrique et fonctionnel. Si le corpus de pièces est insuffisant pour pouvoir généraliser les observations, nous pouvons noter la présence d'éléments de différentes dimensions : (1) de petits nodules centimétriques à décimétriques, (2) des éléments centimétriques (6 cm à 8 cm), plutôt aplatis, (3) des blocs parallélépipédiques d'une dizaine de centimètres, (4) des blocs à morphologie asymétrique à peine plus gros que les précédents, et (5) de gros blocs (30 cm à 40 cm). En observant attentivement ces différentes catégories, il apparaît que certains blocs ont probablement été débités et correspondent donc à des nucléus, peu exploités (fig. 15, n° 3), généralement à débitage orthogonal. Toutefois, les négatifs d'enlèvements, difficiles à lire, ne nous permettent pas d'être catégoriques, surtout en l'absence de pièces expérimentales débitées dans ce matériau. D'autres pièces semblent porter des stigmates de percussion (point d'impact, face d'éclatement) les rattachant ainsi à la catégorie des éclats (fig. 15, n° 4).

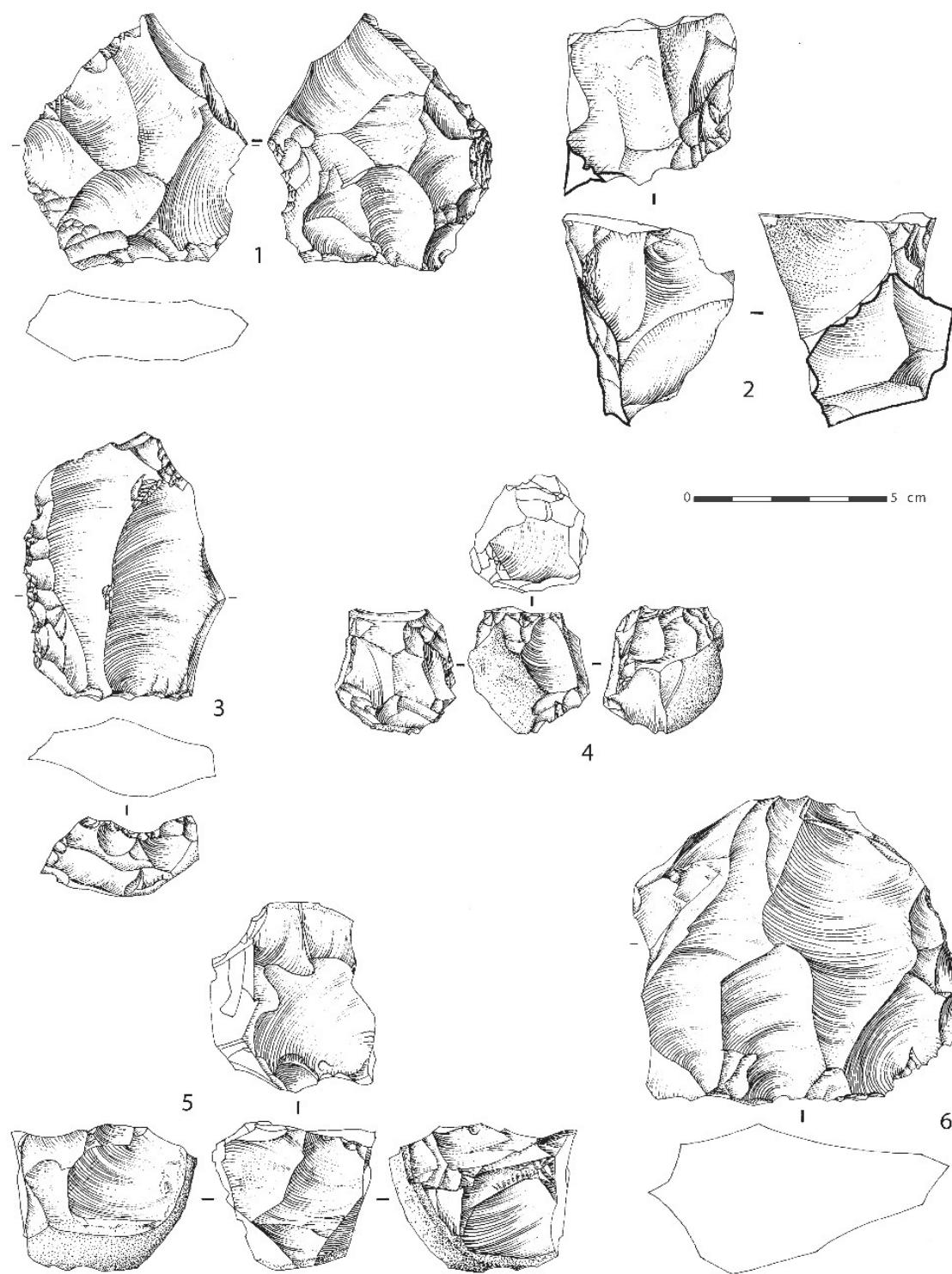


Fig. 7 – Mobilier en silex. Nucléus : à débitage centripète bifacial (n° 1), à débitage orthogonal (n°s 2, 4 et 5), à débitage bipolaire unifacial (n° 6) et à débitage unipolaire Levallois (n° 3) (dessins : R. Picavet).
Fig. 7 – Flint artefacts. Cores: bifacial centripetal debitage (no 1), orthogonal debitage (nos 2, 4 and 5), unifacial bipolar debitage (no 6) unipolar Levallois debitage (no 3) (drawings: R. Picavet).

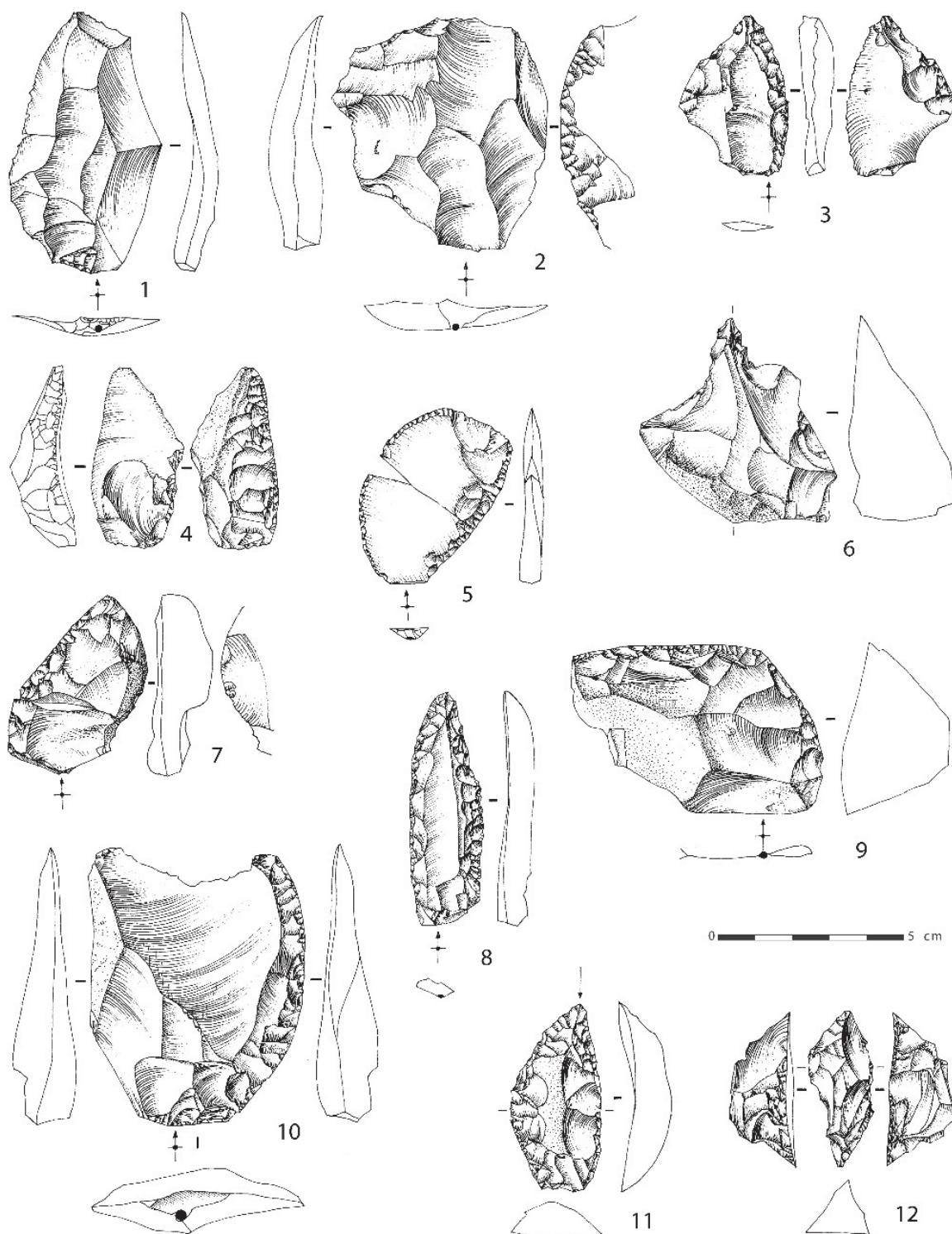


Fig. 8 – Mobilier en silex. Éclat Levallois (n° 1), racloir sur face plane d'éclat Levallois (n° 2), racloirs amincis (n°s 3, 4 et 7), racloir double convexe sur éclat de type Kombewa (n° 5), bec (n° 6), pointe moustérienne (n° 8), racloir transversal convexe (n° 9), racloir latéral convexe (n° 10), limace (n° 11) et limace épaisse (n° 12) (dessins : R. Picavet).

Fig. 8 – Flint artefacts – Levallois flake (n. 1), scraper on ventral surface of Levallois flake (n. 2), thinned scrapers (n. 3, 4, 7), double convex scraper on a Kombewa flake (n. 5), bec (n. 6), moustieran point (n. 8), transverse convex scraper (n. 9), convex side scraper (n. 10), limace (n. 11) and thick limace (n. 12) (drawings: R. Picavet).

Quelques pièces (fig. 15, n° 5) sont aussi très proches morphologiquement d'outils en quartzite (pics, hachereaux) et pourraient avoir tenu le même rôle. Une fois encore, il convient de rester très prudent car la lecture de ces pièces n'est pas aisée et il est difficile d'affirmer que ces objets ont été réellement façonnés. Une dernière catégorie se compose de deux blocs plus conséquents, dont un poudingue de 8,8 kg, qui, de par leur poids et leur forme, ont pu servir à structurer l'espace.

D'une façon générale, l'exploitation et la gestion différentielle des matériaux à Latrote traduit une certaine forme d'économie des matières premières qui a été fréquemment observée sur les sites du Paléolithique moyen, parfois ancien, du Sud-Ouest français (e.g. La Borde : Jaubert *et al.*, 1990; Les Bosses : Jarry *et al.*, 2004; Coudoulous, couche 4 : Jaubert *et al.*, 2005). Ces différences de traitement entre matériaux illustrent la parfaite adaptation des Moustériens aux caractéristiques et potentialités de chaque matériau (forme, masse, propriétés mécaniques) qui nécessitaient de faire des choix techniques : l'emploi de la percussion sur enclume sur quartz et quartzite paraît être un bon exemple ; le façonnage moins soigné des bifaces en quartzite au regard de ceux en silex peut également s'expliquer de cette façon. D'autres tendances dans les modalités d'exploitation des matériaux, comme le recours à une méthode majoritairement Discoïde sur silex et quartzites peuvent, en revanche, relever de traditions techniques et culturelles fortes. Au final, les caractéristiques typo-technologiques de l'ensemble du mobilier, qu'il soit en silex ou en quartzite (*sensu lato*), ainsi que les comportements techniques mis en évidence sur chacun des matériaux, plaident en faveur de leur association chronoculturelle.

Approche fonctionnelle

En l'absence de vestiges fauniques et au regard du bon état de fraîcheur de l'industrie en silex, une étude tracéologique a été engagée. La sélection des pièces à analyser s'est réalisée en amont de l'étude techno-typologique, dès la fin de la phase de terrain, donc sans recul sur la représentativité effective de ce matériel et surtout sans possibilité de sélectionner les matériaux en fonction de leur origine géographique. Une centaine de pièces, essentiellement composée d'outils retouchés et de quelques produits de plein débitage, a donc été examinée. Cet échantillon témoigne d'un très bon état de conservation du mobilier en silex et de la présence, rare pour le Moustérien, de polis d'usage.

Plus de 40 % de l'échantillon porte des traces d'utilisation identifiables auquel il faut ajouter 25 % de pièces avec des traces indéterminées (tabl. 3).

Le principal apport de cette analyse est la mise en évidence d'activités préférentiellement tournées vers le traitement des carcasses et le travail de la peau. Les traces liées à des travaux de boucherie, sous forme d'esquillements et de micropolis, particulièrement liés à la découpe de viande, sont nombreuses et fréquemment associées aux pièces bifaciales et aux denticulés

Outils analysés	Aucune trace d'utilisation	Altérations	Utilisation	Indéterminé	Total
N	20	11	38	24	93
%	21,51	11,83	40,86	25,81	100

Tabl. 3 – Résultats des observations tracéologiques (A. Coudenneau).
Table 3 – Results from the microwear analysis (A. Coudenneau).

(fig. 9 et fig. 10, n° 2). Les traces liées au traitement des peaux (micropolis ou forts émoussés) sont en revanche associées aux racloirs, qui ont servi à racler des peaux sèches avant tannage ou sans tannage (fig. 10, n°s 1 et 3). La découpe et le perçage de peaux sont également attestés par quelques pièces (fig. 11, n°s 1 et 3). Le faible nombre d'outils ayant servi en action longitudinale sur la peau semble indiquer une activité tournée davantage vers le traitement des peaux en cours ou en fin de séchage (peau non fraîche à sèche). Enfin, le travail d'un matériau présentant la même dureté que le bois est beaucoup plus rare, mais illustré notamment par deux racloirs assez volumineux (fig. 11, n° 2).

L'analyse fonctionnelle montre une spécialisation des outils en silex pour les activités relatives à la boucherie au sens large, comprenant le traitement de la peau avant tannage ou sans tannage. Ce type de spécialisation particulière est documentée au Paléolithique moyen pour des techno-complexes variés : des exemples similaires sont connus comme pour la Grotta Breuil (Italie) ou l'Abri de La Combette, Vaucluse (Lemorini, 2000). Nous ne pouvons toutefois affirmer que cette spécialisation est représentative des activités pratiquées sur le site, car elle peut être simplement liée à l'échantillonnage. De même, l'étude n'a pas pris en compte les pièces en quartzite et apparentés ; nous ne savons donc pas de quelle manière ont été utilisés les outils en quartzite, en particulier les hachereaux. Des expérimentations récentes semblent montrer que ce type d'outil est fonctionnellement adapté au travail sur matériaux ligneux (Deschamps *et al.*, 2009). La question de l'existence possible d'une différenciation fonctionnelle liée à la matière première reste posée.

ATTRIBUTION CHRONOCULTURELLE, TERRITOIRES ET FONCTION DU SITE

Un techno-complexe Moustérien récent à hachereaux

Excepté quelques pièces issues de la concentration A, l'ensemble archéologique de Latrote peut être rattaché sans ambiguïté au Paléolithique moyen. Comme évoqué précédemment, nous avons pris le parti de considérer cet ensemble lithique comme homogène même si l'on ne peut exclure qu'il résulte de plusieurs occupations espacées dans le temps. De fait, nous attribuons cette série à un technocomplexe moustérien

à hachereaux. Ce dernier, parfois appelé « faciès vasconien », est aujourd’hui placé dans une phase récente du Moustérien, sur la base de datations radiocarbone et ESR (Deschamps, 2008), ce qui est cohérent avec les trois dates TL obtenues à Latrote.

Le Vasconien fut défini comme un « faciès très spécial du Moustérien » du Pays basque (Bordes, 1953), à partir des industries de l’abri Olha (Pyrénées-Atlantiques) et d’El Castillo (Espagne). Il se caractérise par la présence de hachereaux, outil fréquent en Afrique,

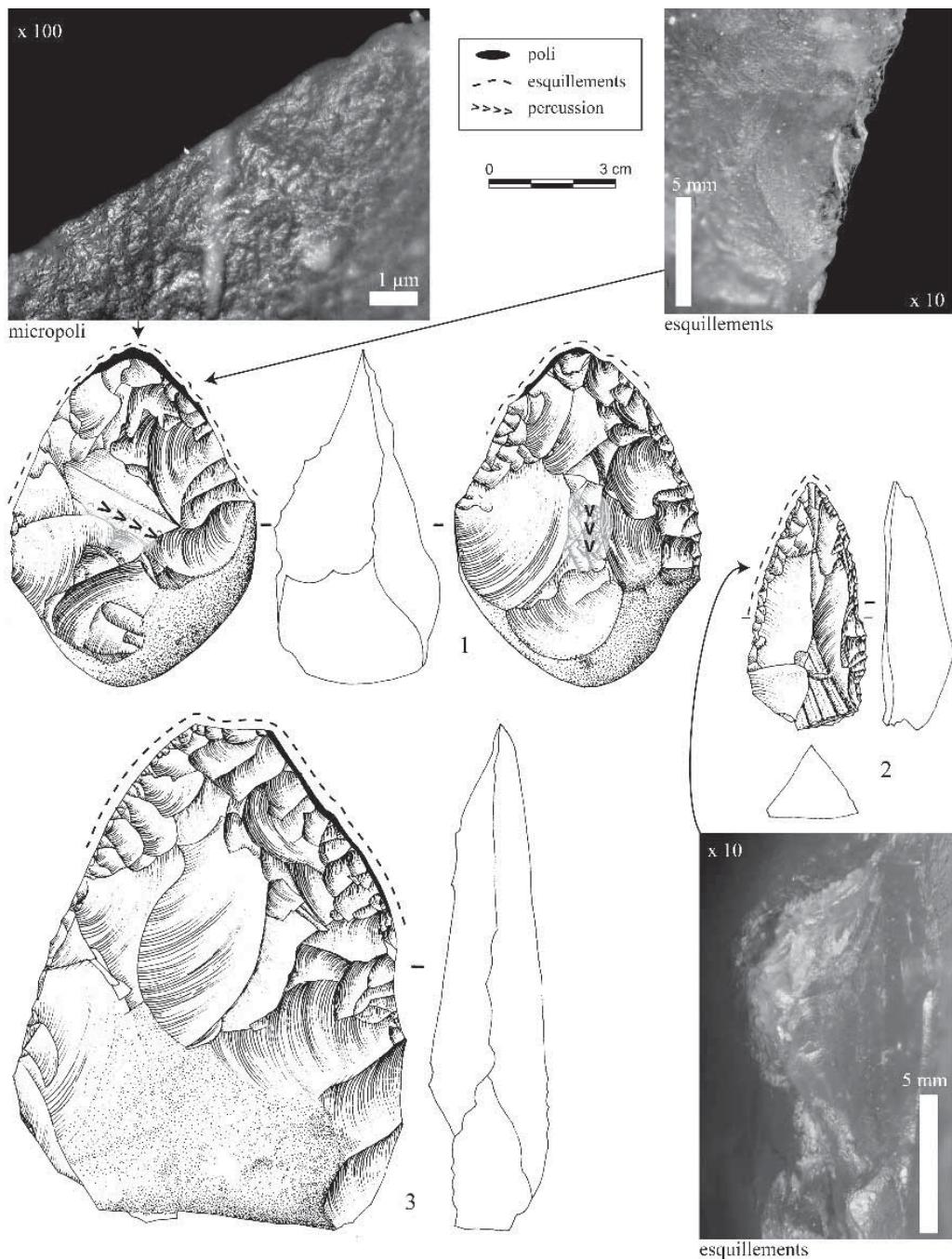


Fig. 9 – Mobilier en silex. N° 1 et 3 : bifaces à base réservée utilisés pour de la boucherie légère et esquillements et micropolis d'utilisation associés. Le n° 1 présente également des traces de percussion dans la partie mésiale sur ses deux faces. N° 2 : pointe moustérienne utilisée pour des travaux de boucherie (dessins : R. Picavet, clichés : A. Coudenneau).

Fig. 9 – Flint artefacts. N. 1 and 3: bifaces with a cortical base used for light butchery and associated use-wear polish and microchipping. N. 1 also bears percussion marks in the centre of both faces. N. 2: Mousterian point used for butchery tasks (drawings: R. Picavet, photos: A. Coudenneau).

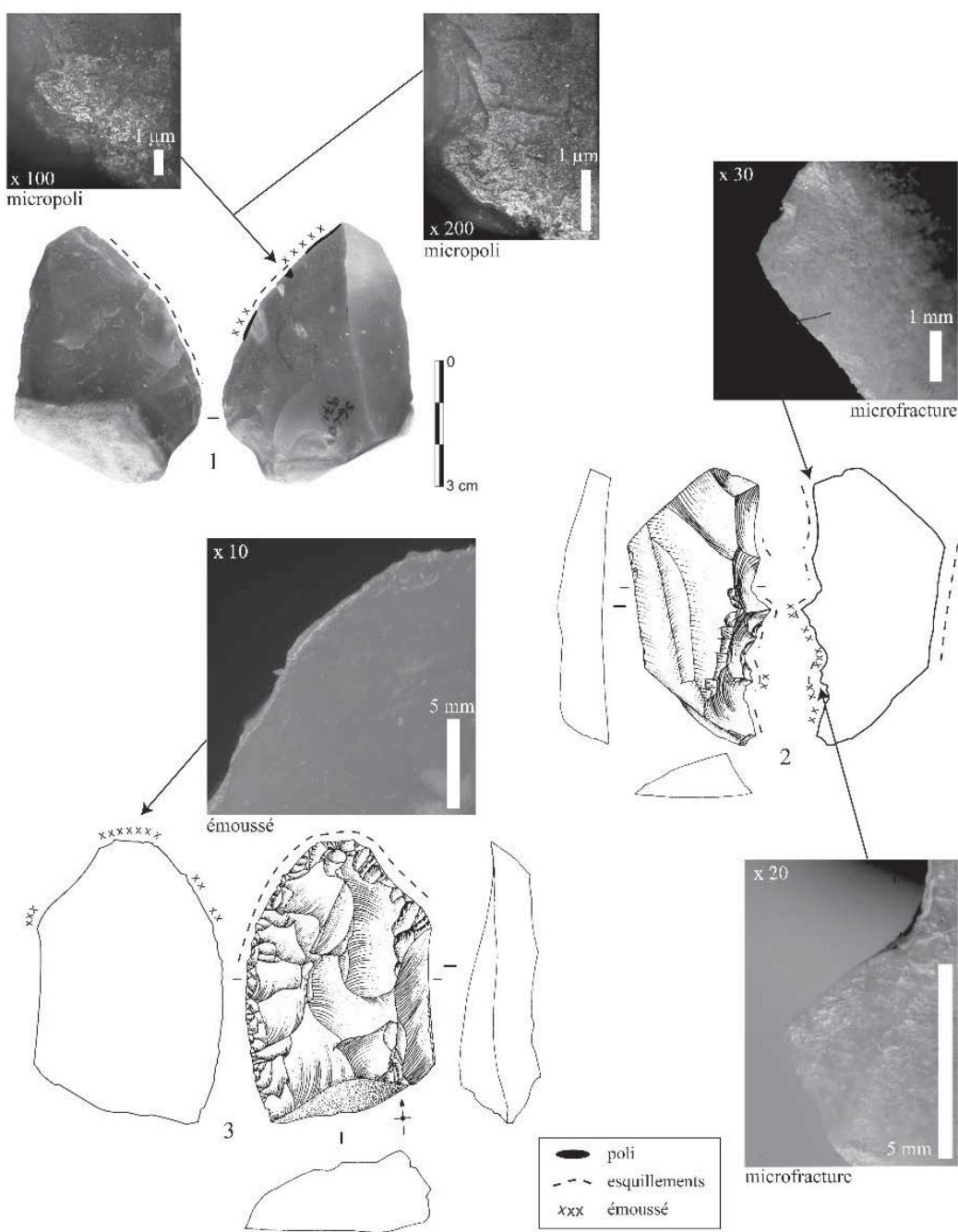


Fig. 10 – Mobilier en silex. Denticulé utilisé pour des travaux de boucherie (n° 2) et racloirs utilisés pour le raclage de peau sèche (n° 1 et 3) (dessins : R. Picavet, clichés : A. Coudenneau).

Fig. 10 – Flint artefacts. Denticulate used for butchery tasks (n. 2) and scrapers used for scraping dry hide (n. 1, 3) (drawings: R. Picavet, photos: A. Coudenneau).

qui n'est guère attesté en France au nord de Sauveterre-la-Lémance. Une synthèse récente de ce « faciès » (Deschamps, 2008) limite son extension géographique aux Monts cantabriques et au Pays basque (fig. 1); les sites référents sont localisés dans les Pyrénées-Atlantiques (Olha 1 et 2, Gatzarria, Isturitz) ou en Cantabrie

(Cueva Morin et El Pendo). L'industrie qui s'y rattache est essentiellement réalisée sur silex et quartzite. Sa composition typologique varie d'un site à l'autre, mais est caractérisée par la présence systématique et parfois discrète de hachereaux, surtout de type 0 et 2. Ces outils sont en quartzite, plus rarement en ophite, et sont assez

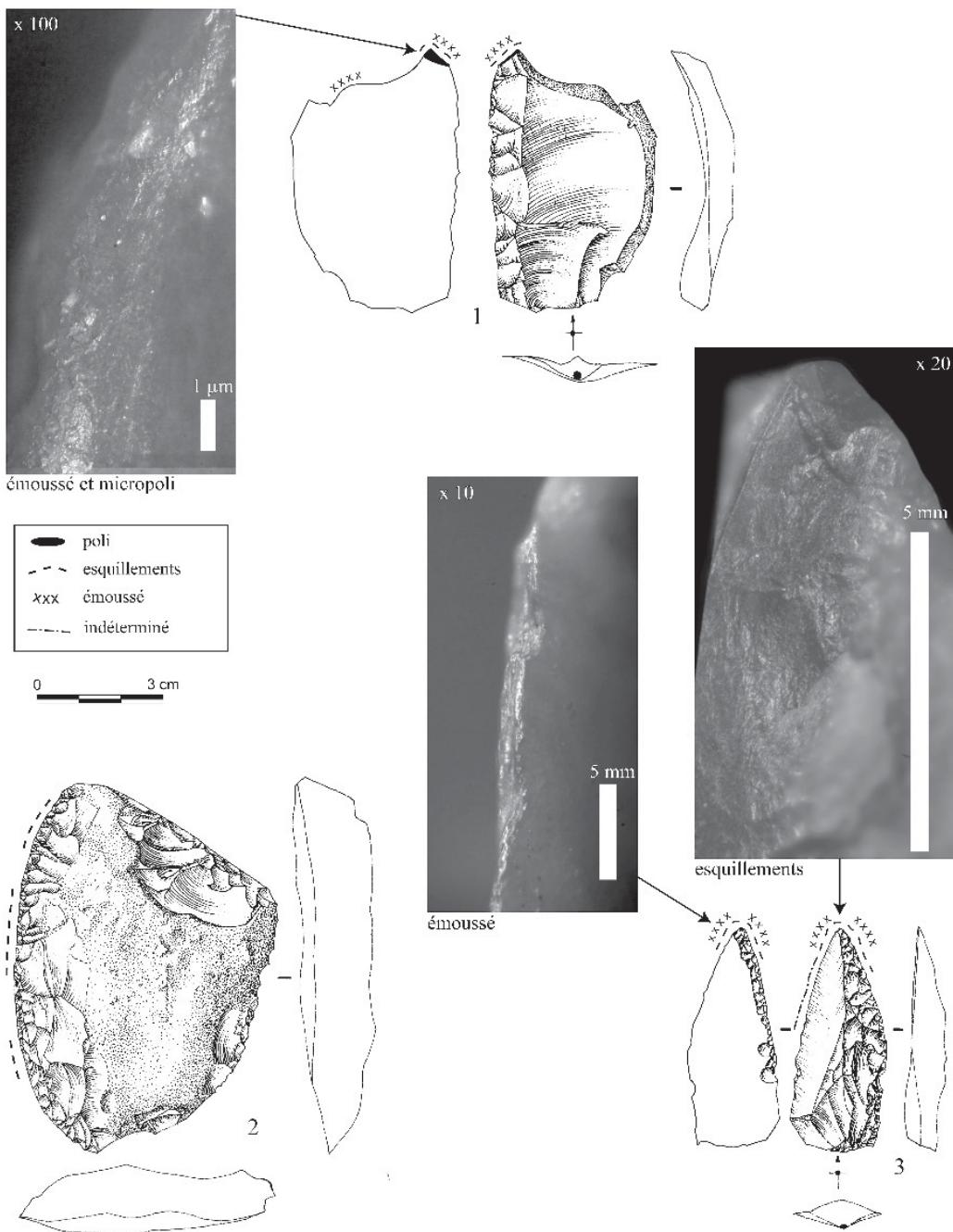


Fig. 11 – Mobilier en silex. Racloirs utilisés pour le raclage de matière semi-dure (n° 2), pour le perçage de matière souple à semi-dure (n° 3) ou la coupe de peau sèche avec additif peu abrasif (n° 1). La répartition des traces semble indiquer une utilisation en « cutter » pour une découpe précise (dessins : R. Picavet, clichés : A. Coudenneau).

Fig. II – Flint artefacts. Scrapers used for scraping semi-hard materials (n. 2), piercing supple or semi-hard materials (n. 3) or cutting dry hide with a lightly abrasive additive (n. 1). The location of the use-wear seems to indicate a “Stanley knife” like use for a precision cut (drawings: R. Picavet, photos: A. Coudenneau).

standardisés au niveau dimensionnel. À leur côté, les bifaces sont rares, parfois à base réservée, et les racloirs dominent systématiquement l'outillage retouché, devant les denticulés. La retouche est écailluse rasante ou

semi-abrupte, rarement de type Quina, et les pointes sont rares. Le débitage est essentiellement de type Discoïde, parfois sur enclume, voire de type prismatique pour la production d'éclats allongés.

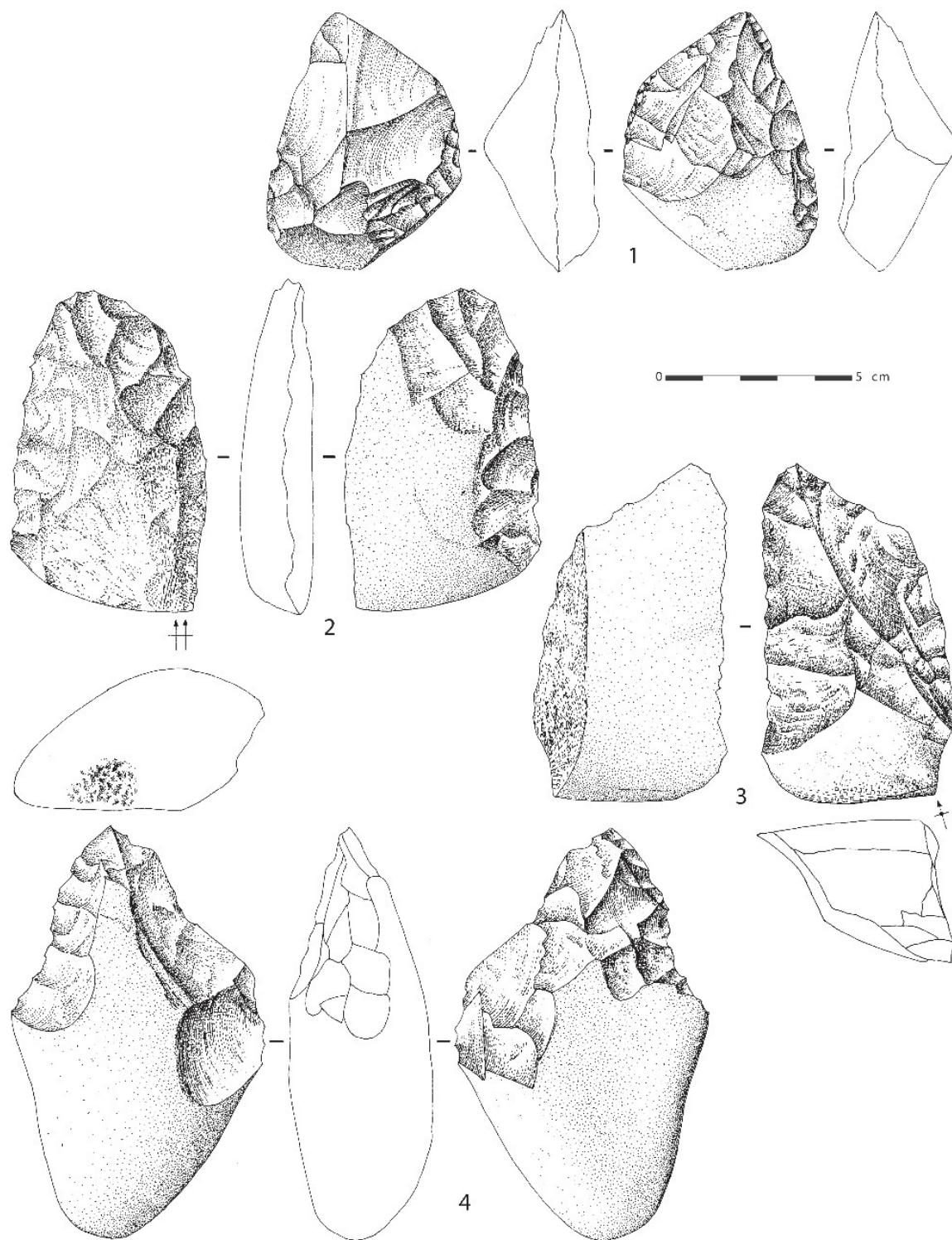


Fig. 12 – Mobilier en quartzite. Bifaces pointus à base réservée (n° 1 et 4), uniface (n° 3) et racloir bifacial (n° 2). La pièce n° 4 comporte des traces de percussion sur sa base (dessins : R. Picavet).
Fig. 12 – Quartzite artefacts. Pointed bifaces with cortical base (n. 1, 4), uniface (n. 3) and bifacial scraper (n. 2). N. 4 bears percussion marks at its base (drawings: R. Picavet).

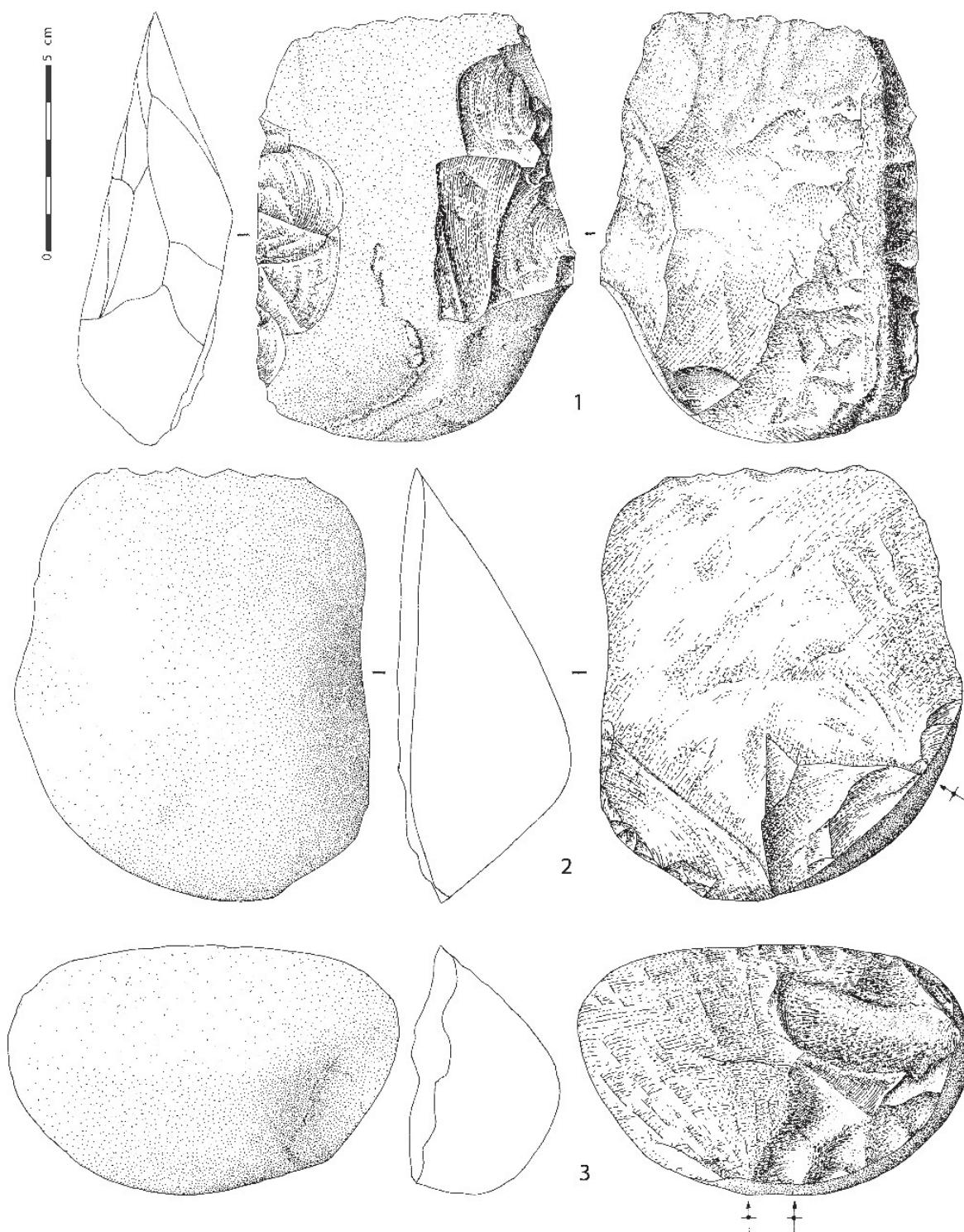


Fig. 13 – Mobilier en quartzite. N°s 1 et 2 : hachereaux de type 0 réalisés sur grosses entames ; n° 3 : entame présentant une fine retouche inverse de son tranchant transversal (dessins : R. Picavet).

Fig. 13 – Quartzite artefacts. N. 1, 2: type 0 cleavers on large primary flakes; n. 3: primary flake with a fine inverse retouch on its transverse edge (drawings: R. Picavet).

Au vu de cette description générale, et en comparaison avec les faciès moustériens à bifaces les mieux représentés au Paléolithique moyen récent dans le Sud-Ouest de la France (Claud, 2008 ; Soressi, 2002), les caractéristiques techno-typologiques de l'assemblage de Latrote s'insèrent beaucoup plus facilement

dans la variabilité de ce « faciès vasconien » que dans celle du Moustérien de tradition acheuléenne (MTA), et encore moins du Moustérien de type Quina. À titre d'exemple, c'est à Olha 2 (couche Askf-1) que l'on trouve les meilleures correspondances avec Latrote : dominance des racloirs, notamment des formes latérales

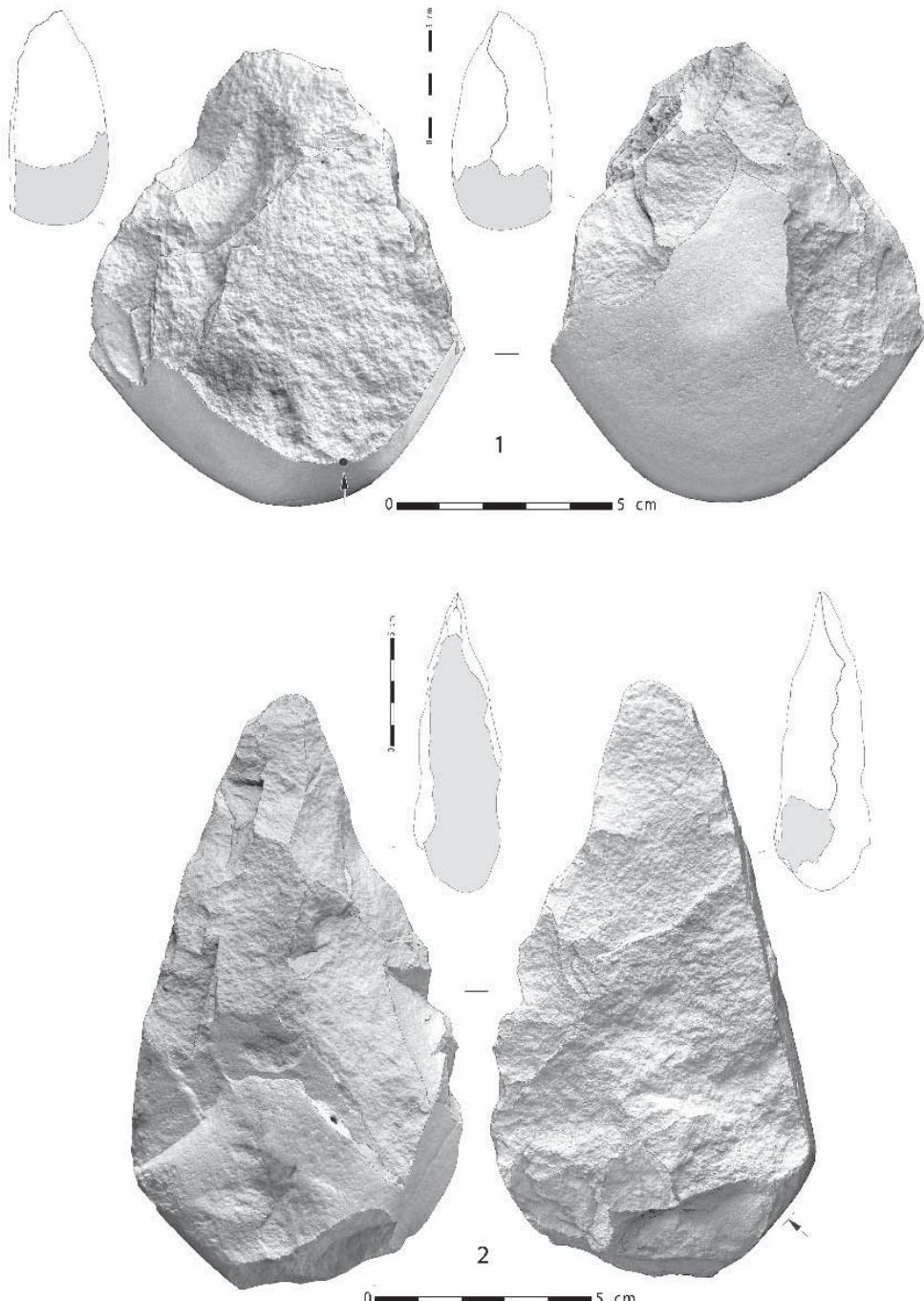


Fig. 14 – Mobilier en quartzite. Biface à base réservée (n° 1) et biface à base et dos réservés (n° 2) réalisés sur grosses entames (photo et DAO : J. Airvaux).
Fig. 14 – Quartzite artefacts. Biface with cortical base (n. 1) and biface with cortical base and back (n. 2) obtained on large cortical flakes (photo and graphic design: J. Airvaux).

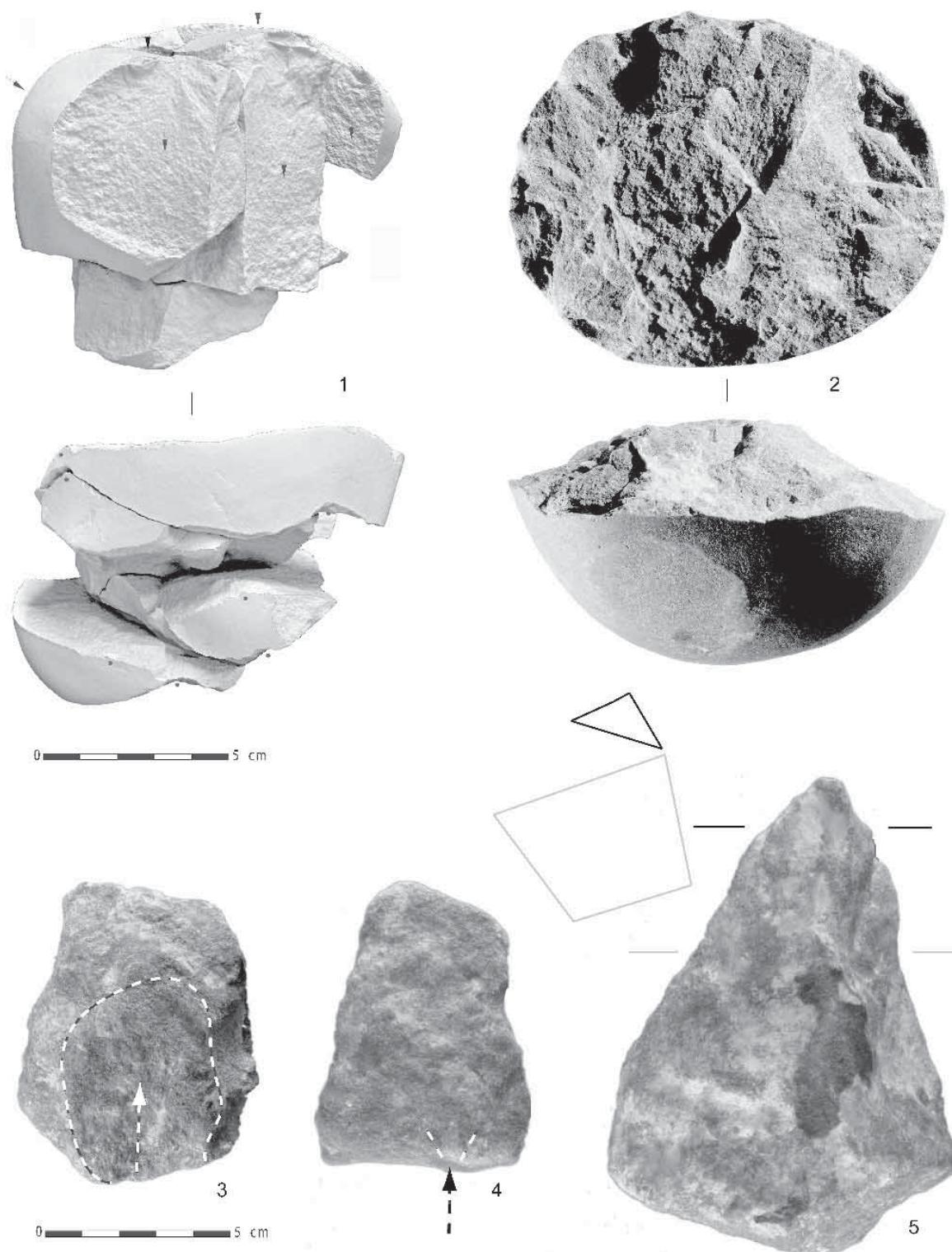
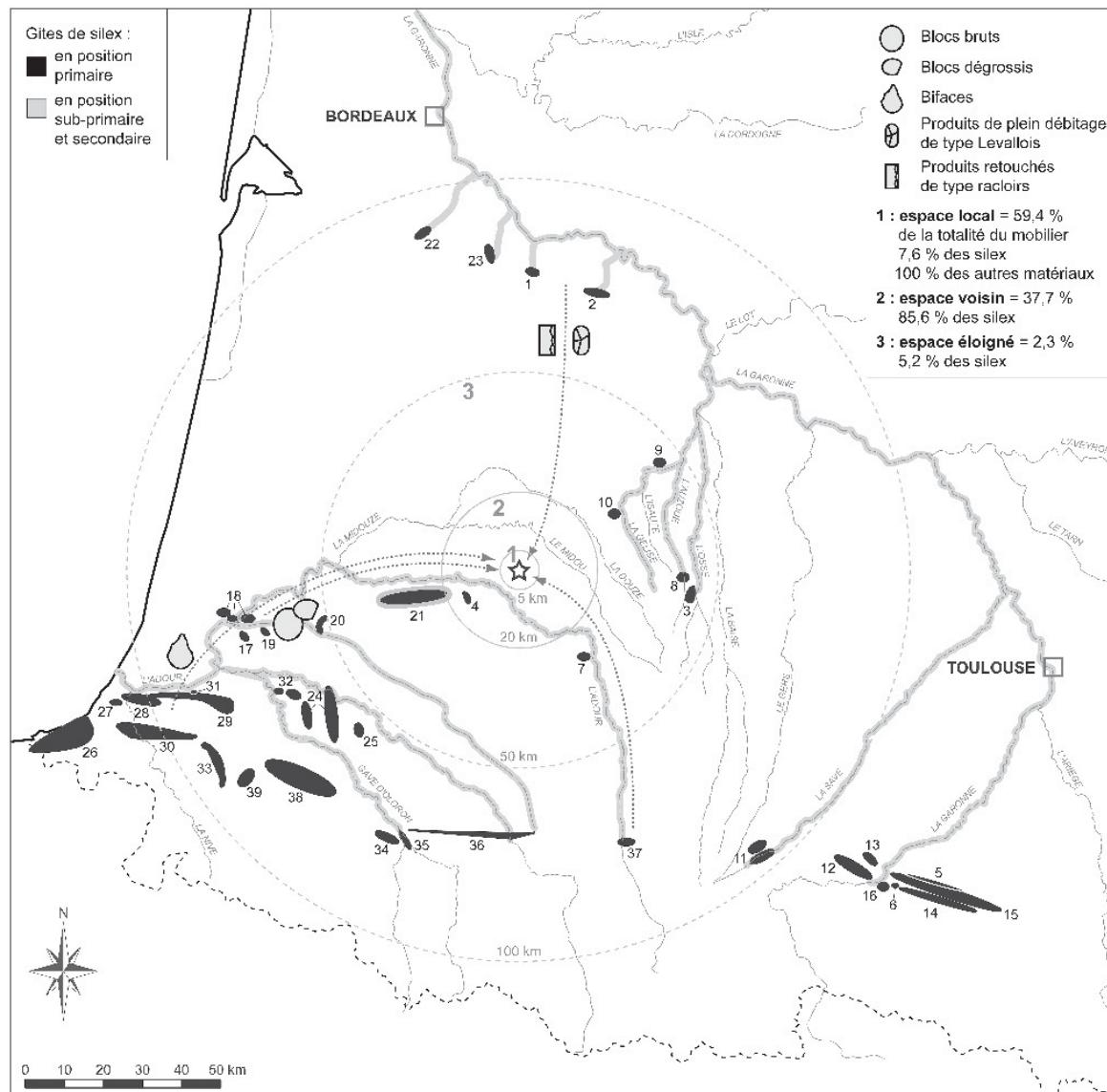


Fig. 15 – Mobilier en matériaux d'origine locale. N° 1 : quartzite, séquence de débitage unipolaire semi-tournant, sur enclume probable ; n° 2 : nucléus discoïde unifacial en quartzite ; n°s 3-5 : «Industrie» en grès ferrugineux (clichés : n° 2, C. Bernard ; n°s 3-5, S. Bernard-Guelle ; photo et DAO : n° 1, J. Airvaux).

Fig. 15 – Artefacts crafted from local raw material. N. 1: quartzite, unipolar semi-rotating debitage, probable anvil technique; n. 2 : quartzite, discoidal unifacial core ; n. 3-5 : "Industry" made on ferruginous sandstone (photos: n. 2, C. Bernard; n. 3-5, S. Bernard-Guelle; photo and graphic design: n. 1, J. Airvaux).



n°	lieu (département)	stratigraphie
1	Cazals (33)	
2	Auzac (33)	
3	Courrensan (32)	Aquitanién
4	Castelnau-Tursan (40)	
5	Marsoulas (31)	Danién
6	Tarté (31)	
7	Riscle (32)	
8	Castelnau-d'Auzan (32)	Maastrichtien (faciès lagun)
9	Sainte-Maure-de-Peyriac (47)	
10	Parlebosq (40)	
11	Gensac/Millemur (65)	
12	Auzas/Saint-Médard (31)	
13	Pailhon (31)	Maastrichtien (faciès plate-forme)
14	Bédeille	
15	Sainte-Croix-Volvestre	
16	Montsaunes (31)	Maastrichtien moyen à l'umachelles
17	Saint-Lon-les-Mines (40)	
18	Tercis (40)	Campanien (faciès de milieu ouvert) et Maastrichtien (faciès lagun)
19	Bénesse-les-Dax (40)	
20	Basternas-Gaujacq (40)	

n°	lieu (département)	stratigraphie
21	Audignon (40)	Campanien (faciès de milieu ouvert) et Maastrichtien (faciès lagun)
22	Villagrains (33)	
23	Landiras (33)	
24	Salies-de-Béarn (64)	Campanien (faciès mixte : Flysch et autochtone)
25	Biron (64)	
26	Bidart/Saint-Jean-de-Luz (64)	
27	Bassusarry (64)	
28	Elizaberry (64)	
29	Bidache (64)	
30	Hasparren (64)	
31	Urt (64)	
32	Salies-de-Béarn (64)	
33	Irissary/Bonloc (64)	Turonien au Sénonien (faciès Flysch)
34	Forêt de Labaig (64)	
35	Oloron-Sainte-Marie (64)	
36	Rébénacq (64)	
37	Hibarette/Montgaillard (65)	
38	Bassin de Mauléon (64)	Turonien au Sénonien (faciès Flysch inférieur)
39	Iholdy (64)	Jurassique

Fig. 16 – Latrote (Saint-Gein, Landes) : carte des aires potentielles d'approvisionnement en silex et des principaux axes de circulations (élaboration et conception : P. Fernandes, M. Remicourt, M. et R. Sérone-Vivien, C. Normand, S. Lacombe, J.-Cl. Merlet et P. Chalard; DAO : M. Remicourt, S. Bernard-Guelle et M. Rué).

Fig. 16 – Latrote (Saint-Gein, Landes): map of potential flint provisioning ranges and main circulation routes (elaboration and concept: P. Fernandes, M. Remicourt, M. & R. Sérone-Vivien, Chr. Normand, S. Lacombe, J.-Cl. Merlet and P. Chalard; graphic design: M. Remicourt, S. Bernard-Guelle and M. Rué).

puis transversales, devant les denticulés ; part minime des hachereaux ($n = 4$ dont 3 de type 0) ; débitage Discoïde ; taille réduite des nucléus menés à exhaustion ; quelques nucléus prismatiques. À Olha 1 (couche Fi1), les hachereaux sont nombreux et accompagnés de bifaces à base réservée, type dominant à Latrote. À Gatzarria (couche Cjr), le débitage sur enclume est attesté à côté de la méthode Discoïde, les racloirs sont majoritaires, suivis par les denticulés, et les hachereaux sont au nombre de sept (Deschamps, 2008).

Si les caractéristiques techno-typologiques de la série et sa position chronologique plaident en faveur de son rattachement au technocomplexe Moustérien à hachereaux, nous allons constater que les axes de circulations témoignent, en outre, du déplacement ou de la venue des Moustériens de Latrote depuis le Pays basque.

Mobilité et territoire minéral parcouru

1. L'espace local ou territoire minéral local (rayon de 5 km autour du site) est représenté par 59,5 % du corpus (contre 7,6 % si l'on ne prend en compte que les silex) (fig. 16). L'approvisionnement est, en partie, strictement local : les grès et le poudingue ont fait l'objet d'une acquisition en contrefas du site, puis d'un transport et d'une exploitation semble-t-il identique aux autres matériaux locaux. Ces derniers ont été collectés à environ 2,5 km au sud, dans les alluvions de l'Adour. Il s'agit des quartzites, quartz, lydiennes et autres matériaux décrits plus haut. Ils sont introduits sous forme de blocs laissés bruts, voire utilisés comme matériel de percussion, ou plus souvent exploités selon différents schémas de débitage avec des supports rarement retouchés, ou encore, destinés au façonnage d'outils sur galet (pics, *choppers*, bifaces).

Quelques rares galets de silex proviennent également du réseau hydrographique de l'Adour et ont été débités sur le site. Il s'agit de silex maastrichtiens à Lépidorbitoïdes (gîtes reconnus en amont et en aval du Latrote) et turoniens-campaniens de type « Flysch » (gîtes primaires en amont du site, type Hibarette), tous deux présentant des néocortex alluviaux.

L'ensemble de ces pièces, qui constitue plus de la moitié de l'assemblage lithique recueilli, correspond vraisemblablement à des matériaux collectés pendant le(s) séjour(s) des Moustériens à Latrote, en complément des silex importés de zones plus lointaines. Cet espace local pourrait en quelque sorte traduire une fréquentation journalière autour du site (*Foraging radius* au sens de Binford, 1980).

2. Les matériaux issus d'un espace voisin (dans un rayon d'une vingtaine de kilomètres) sont bien représentés (37,7 %) et ne correspondent finalement qu'à des silex (soit 85,6 % de ceux retrouvés sur le site). Il s'agit exclusivement de silex maastrichtiens à Lépidorbitoïdes. Cet approvisionnement pourrait avoir fonctionné sur un territoire s'étendant vers l'est et le département du Gers où des gîtes secondaires de ce type sont présents, mais mal connus (fig. 16). Il s'est plus probablement effectué depuis l'ouest et le secteur

d'Audignon avec une collecte dans les altérites et les colluvions, comme en attestent l'étude des néocortex (cf. *supra*). Les blocs/nodules ont été importés bruts pour y être débités jusqu'à exhaustion par une méthode majoritairement Discoïde ; les supports produits ont été fréquemment retouchés. Des bifaces ont été introduits sous leur forme définitive ou façonnés sur place.

On peut se poser la question du mode d'approvisionnement de ces silex largement dominants au sein de l'ensemble de la série en silex : ont-ils été collectés avant d'arriver sur place ? Proviennent-ils d'expéditions spécifiques mises en œuvre pendant le séjour à Latrote ? Ou encore d'une collecte opportuniste au cours d'autres activités pratiquées depuis le site ? Il demeure difficile de répondre à ces questions, pourtant cruciales pour l'interprétation de la fonction du site et des stratégies de déplacements. Dans le premier cas de figure, nous aurions la preuve d'une planification des besoins (anticipation) de la part des groupes fréquentant le site ; dans le deuxième, nous serions en présence d'une stratégie d'approvisionnement de site (au sens de Khun, 1995) compatible avec une mobilité logistique allant dans le sens d'un séjour long ; et dans le dernier cas, nous pourrions conclure que l'espace économique fréquenté par les Moustériens installés à Latrote s'étend sur plus de 20 km – les trois cas de figure n'étant pas incompatibles avec les caractéristiques de la série.

3. L'espace lointain est évalué à partir d'une cinquantaine de pièces en silex (2,3 % du total et 5,2 % des silex). La majorité est issue de sources reconnues à plus de 50 km au sud-ouest et correspond aux silex campaniens/maastrichtiens que l'on trouve à proximité de Dax, à Tercy, à Bastennes ou encore à Saint-Lon-les-Mines (fig. 16). La forme de ces produits introduits à partir des sources éloignées commence à changer mais de façon discrète. Quelques produits retouchés ont pu être importés. Néanmoins, la présence de nucléus et de produits corticaux traduit encore l'apport de blocs entiers ou partiellement dégrossis sur le site. La confection de biface(s) sur place est marquée par la présence de plusieurs éclats de façonnage, mais aucun biface n'a été retrouvé. Est-il possible que ces outils n'aient fait que transiter par Latrote ou qu'ils aient été abandonnés dans un secteur non échantilloné ?

L'extension des zones d'approvisionnement au-delà de 70 km entraîne cette fois une modification des types de pièces qui circulent. C'est le cas de la série en silex du Flysch qui n'est représentée que par des pièces bifaciales (deux bifaces et un racloir bifacial) et par un éclat issu du façonnage d'un biface. Ces objets peuvent avoir circulé depuis le sud-est (Flysch type Hibarette, région de Montgaillard, Hautes-Pyrénées) ou depuis le sud-ouest (Flysch type Bidache, région de Bayonne). Cette dernière provenance semble plus en accord avec les autres sources exploitées qui attestent de déplacements depuis le sud, le long de l'Adour.

Enfin, des silex tertiaires (aquitaniens) permettent de conclure à des déplacements lointains (> 70 km) depuis le nord du site et la zone de la moyenne vallée

de la Garonne (gîtes de Cazats et Auzac), ou depuis l'est comme le gîte de Courresan (Gers). Ces matériaux sont uniquement introduits sous forme de produits de débitage, très souvent retouchés ($n = 9$ sur 14), notamment en racloir, ce qui semble corroborer leur origine lointaine.

Les axes de circulation sont au final clairement orientés vers une origine méridionale des groupes installés à Latrote (fig. 16). Les déplacements depuis le sud-ouest et le piémont pyrénéen semblent constituer un axe de circulation principal. La quasi-totalité des sources attestées peut en effet se rencontrer lors de déplacements de groupes remontant l'Adour jusqu'à Latrote. Un axe secondaire nord-sud ou est-ouest, plus difficile à expliquer, pourrait correspondre à des expéditions lointaines, en dehors du territoire économique habituellement fréquenté par les Moustériens de Latrote. Il pourrait également traduire une occupation du site par des groupes venant du bassin garonnais, surimposée à une occupation de groupes venant du sud-ouest, liée à celui de l'Adour, ou bien encore illustrer la possibilité d'échanges entre différents groupes.

Fonction du site et activités pratiquées à Latrote

L'approche fonctionnelle réalisée sur silex a mis en évidence des activités majoritairement tournées vers le traitement des carcasses (boucherie) et le travail des peaux, notamment sèches (raclage, percage, découpe). Si la série en quartzite n'a pas fait l'objet d'étude tracéologique, certains traits morphofonctionnels peuvent être soulignés : une production essentiellement tournée vers l'obtention d'éclats à dos laissés bruts et parfaitement appropriés à des activités de boucherie ; un façonnage d'outils lourds (*choppers*, pics) adaptés à une percussion lancée (broyage, fracturation d'os ?). Les galets de quartzite ont également été utilisés bruts comme matériel de percussion et ont pu être aussi utilisés à d'autres fins qui ne nous sont pas directement perceptibles (aménagements de l'espace, de structures pour faire sécher les peaux, stock en prévision de retours ?). En revanche, quel que soit le matériau utilisé, les bifaces opposent quasi systématiquement une base réservée à deux tranchants et une pointe, morphologie bien adaptée à des travaux de boucherie comme l'atteste d'ailleurs l'étude fonctionnelle sur les bifaces en silex. Ceux-ci, qu'ils proviennent de sources lointaines (silex du Flysch) ou voisines (silex maastrichtien), portent tous des traces liées à la découpe de viande.

Enfin, la présence de nombreux galets bruts, nucléus, percuteurs, produits de débitage, outils façonnés et retouchés issus des ressources minérales locales et voisines va dans le sens d'une occupation de faciès économique mixte (production + consommation sur place). Les études technicoéconomique et fonctionnelle mettent en évidence la pratique d'activités diversifiées et des stratégies d'approvisionnement minéral généralement associées à des camps de base de plus ou moins longue durée. Aux travaux de boucherie s'ajoute notamment le traitement des peaux en cours ou en fin de séchage, ce qui plaide en faveur d'un séjour relativement long. Ces différents constats, ajoutés à la position topographique dominante du lieu occupé, nous incitent à inscrire le site de Latrote dans la catégorie des camps résidentiels saisonniers (Kuhn, 1995). Sa fréquentation par des groupes se déplaçant probablement depuis le sud-ouest et le piémont pyrénéen, et exploitant un espace économique large autour du site, renforce encore son intérêt.

CONCLUSION

Les approches pluridisciplinaires menées dans le cadre de cette opération préventive ont permis de proposer des premiers éléments de réponse aux questions posées par la problématique de la fouille du site de Latrote. Même si toutes les analyses n'ont pas encore été menées à terme, l'étude apporte une nouvelle documentation relative aux comportements techniques et économiques des Néandertaliens et participe à une meilleure compréhension de la diversité technique des industries lithiques du Paléolithique moyen récent. Il n'en demeure pas moins plusieurs interrogations que de futurs travaux devront aborder, notamment par le biais d'une analyse du mobilier par concentrations, d'une étude approfondie des quartzites et d'une confrontation avec d'autres sites moustériens, particulièrement ceux détenant des hachereaux. ■

Remerciements : Nous adressons nos remerciements aux personnes qui ont contribué au bon déroulement de la phase de terrain et qui ne figurent pas parmi les auteurs de cet article : C. Bernard, M. Etchart-Salas, W. Galin, M. Prié, P. Tacussel et A. Roy. Cette opération n'aurait pas vu le jour sans les implications du SRA Aquitaine et du GIE A65 Pau-Langon. Notre gratitude va également à C. Thiébaut, É. Claud, S. Costamagno, P. Chalard et à un relecteur anonyme, pour leurs remarques judicieuses qui ont participé à l'amélioration du contenu de cet article.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BALLARIN C., BERTRAN P., COLOGNE D. (2009) – *Saint-Gein, Latroie, Landes (A65 Pau-Langon, section 3a), notice de site*, INRAP GSO, Bordeaux, Service régional de l'Archéologie d'Aquitaine, 32 p.
- BARRAGUÉ J., BARRAGUÉ E., JARRY M., FOUCHER P., SIMONET R. (2001) – Le silex du Flysh de Montgaillard et son exploitation sur les ateliers du Paléolithique supérieur à Hibarette (Hautes-Pyrénées), *Paléo*, 13, p. 29-52.
- BERNARD-GUELLE S. (dir.), RUÉ M., FERNANDES P., COUDENNEAU A., COURTY M.-A., FEDOROFF N., DAWSON M.-C., TACUSSEL P., SÉRONIE-VIVIEN M. et M. (2010) – *Le site paléolithique moyen de «Latroie», Saint-Gein (Landes)*, rapport final d'opération, INRAP GSO, Bordeaux, Service régional de l'Archéologie d'Aquitaine, 3 vol., 542 p.
- BERTRAN P., LENOBLE A., LACRAMPE F., BRENET M., CRETIN C., MILOR F. (2005) – Le site aurignacien de plein-air de Combemenu à Brignac-la-Plaine (Corrèze) : apport de la géoarchéologie et de l'étude de l'industrie lithique à la compréhension des processus taphonomiques, *Paléo*, 17, p. 7-29.
- BERTRAN P., BATEMAN M., HERNANDEZ M., MERCIER N., MILLET D., SITZIA L., TASTET J.-P. (2011) – Inland aeolian deposits of southwest France: facies, stratigraphy and chronology, *Journal of Quaternary Science*, 26, 4, p. 374-388.
- BINFORD L.R. (1980) – Willow smoke and dog's tails: hunter-gatherer settlement system and archaeological site formation, *American Antiquity*, 45, p. 4-20.
- BON F., CHAUVAUD D., DARTIGUEPEYROU S., GARDÈRE P., KLARIC L., MENSAN R. (2002) – Les ressources en silex de la Chalosse centrale : gîtes et ateliers du dôme diapir de Bastennes-Gaujacq et de l'anticlinal d'Audignon, in N. Cazals (dir.), *Comportements techniques et économiques des sociétés du Paléolithique supérieur dans le contexte pyrénéen*, rapport de PCR, Toulouse, Service régional de l'Archéologie du Midi-Pyrénées, p. 47-63.
- BORDES F. (1953) – Essai de classification des industries «moustériennes», *BSPF*, 50, 7-8, p. 457-466.
- BRIOSI F. (dir.), SIMONET R., BARRAGUÉ E. et J., BOBŒUF M., CHALARD P., FOUCHER P., GRÉGOIRE S., JARRY M., LACOMBE S., MILLET D., SERVELLE Chr., SEVEGNES L. (2000) – *Lithothèque des matières premières siliceuses, région Midi-Pyrénées*, rapport de PCR, Toulouse, Service régional de l'Archéologie du Midi-Pyrénées, 172 p.
- CAPDEVILLE J.-P., PLATEL J.-P. (1991) – *Carte géologique de la France (1/50 000)*, 952, Nogaro, Orléans, Bureau de recherches géologiques et minières, 35 p.
- CHALARD P. (dir.), BRIOIS F., LACOMBE S., SERVELLE Chr., SIMONET R., SEVEGNES L. (1996) – *Lithothèque des matières premières siliceuses région Midi-Pyrénées*, rapport de PCR, Toulouse, Service régional de l'Archéologie du Midi-Pyrénées, 149 p.
- CLAUD É. (2008) – *Le statut fonctionnel des bifaces au Paléolithique moyen récent dans le Sud-Ouest de la France. Étude tracéologique intégrée des outillages des sites de La Graule, La Conne de Bergerac, Combe Brune 2, Fonseigner et Chez-Pinaud/Jonzac*, thèse de doctorat, université de Bordeaux 1, 546 p.
- DESCHAMPS M. (2008) – *Le Vasconien et sa signification au sein des faciès moustériens*, mémoire de master 2, université de Toulouse II – Le Mirail, 126 p.
- DESCHAMPS M., CLAUD É., COLOGNE D., MOURRE V., SERVELLE Chr. (2009) – Approche fonctionnelle des hachereaux au Paléolithique moyen récent dans le sud-ouest de la France et le Nord de l'Espagne, in C. Thiébaut et al. (dir.), *Des Traces et des Hommes. Projet de recherche interdisciplinaire sur l'identification des modalités d'acquisition et de traitement des matières végétales et animales au Paléolithique moyen en Europe occidentale*, rapport annuel de PCR, Toulouse, Service régional de l'Archéologie du Midi-Pyrénées, p. 115-130.
- FERNANDES P., RAYNAL J.-P. (2006) – Pétroarchéologie du silex : un retour aux sources, *Comptes Rendus Palevol*, 5, 6, p. 829-837.
- JARRY M., BERTRAN P., COLOGNE D., LELOUVIER L.-A., MOURRE V. (2004) – Le gisement paléolithique moyen ancien des Bosses à Lamagdelaine (Lot, France), in Ph. Van Peer, D. Bonjean et

Sébastien BERNARD-GUELLE
SARL Paléotime
6173 rue Jean Séraphin Achard Picard, F-38350 Villard-de-Lans
et UMR 7269 CNRS – LAMPEA, MMSH, Université de Provence
sebastien.bernard-guelle@paleotime.fr

Mathieu RUÉ
SARL Paléotime
6173 rue Jean Séraphin Achard Picard, F-38350 Villard-de-Lans
et UMR 5140 Archéologie des Sociétés Méditerranéennes,
Université de Montpellier 3
mathieu.rue@paleotime.fr

Paul FERNANDES
SARL Paléotime
6173 rue Jean Séraphin Achard Picard, F-38350 Villard-de-Lans
et UMR 5199 CNRS – PACEA, Université de Bordeaux 1
paul.fernandes@paleotime.fr

Aude COUDENNEAU
UMR 7269 CNRS – LAMPEA, MMSH,
Université de Provence
coudenneau.aude@wanadoo.fr

- P. Semal (dir.), *Section 5 : le Paléolithique moyen. Sessions générales et posters*, actes du 14^e Congrès de l'UISPP (Liège, 2001), Oxford, Archaeopress (BAR International Series 1239), p. 177-185.
- JAUBERT J., MOURRE V. (1996) – Coudoulous, Le Rescoundudou, Mauran : diversité des matières premières et variabilité des schémas de production d'éclats, in A. Bietti et S. Grimaldi (dir.), *Reduction Processes ("Chaines opératoires") for the European Mousterian*, Proceedings of the International Round Table (Rome, 1995), Rome, Istituto italiano di Paleontologia (Quaternaria Nova 6), p. 313-341.
- JAUBERT J., LORBLANCHET M., LAVILLE H., SLOTT-MOLLER R., TURQ A., BRUGAL J.-Ph. (1990) – *Les chasseurs d'Aurochs de La Borda. Un site du Paléolithique moyen (Livernon, Lot)*, Paris, Éd. de la Maison des Sciences de l'homme (Documents d'archéologie française 27), 157 p.
- JAUBERT J., KERVAZO B., BAHAIN J.-J., BRUGAL J.-Ph., CHALARD P., FALGUÈRES Ch., JARRY M., JEANNET M., LEMORINI C., LOUCHART A., MAKSD F., MOURRE V., QUINIFY Y., THIÉBAUT C. (2005) – Coudoulous I (Tour-de-Faure, Lot), site du Pléistocène moyen en Quercy : bilan pluridisciplinaire, in N. Molines, J.-L. Monnier et M.-H. Moncel (dir.), *Les premiers peuplements en Europe*, actes du colloque international sur les «Données récentes sur les peuplements du Paléolithique inférieur et moyen en Europe» (Rennes, 2003), Oxford, Archaeopress (BAR International Series 1364), p. 227-251.
- KUHN S.L. (1995) – *Mousterian Lithic Technology. An Ecological Perspective*, Princeton, Princeton University Press, 223 p.
- LACOMBE S. (1999) – Stratégie d'approvisionnement en silex au Tardiglaciaire. L'exemple des Pyrénées centrales françaises, Préhistoire ariégeoise, *Bulletin de la Société préhistorique Ariège-Pyrénées*, 53, p. 223-266.
- LÉGIGAN P. (1979) – *L'élaboration de la formation du Sable des Landes, dépôt résiduel de l'environnement sédimentaire Pliocène – Pléistocène centre aquitain*, thèse d'état, Bordeaux I, Mémoires de l'Institut de géologie du Bassin d'Aquitaine, 429 p.
- LEMORINI C. (2000) – *Reconnaitre des tactiques d'exploitation du milieu au Paléolithique moyen. La contribution de l'analyse fonctionnelle. Étude fonctionnelle des industries lithiques de Grotta Breuil (Latium, Italie) et de La Combette (Bonnieux, Vaucluse, France)*, Oxford, Archaeopress (BAR International Series 858), 142 p.
- MILLET D. (2001) – Les matières premières siliceuses de l'interfluve Adour Garonne : les gîtes à grès en Bas Armagnac (Gers), in *Lithothèque matières siliceuses région Midi-Pyrénées*, rapport de PCR, Toulouse, Service régional de l'Archéologie du Midi-Pyrénées, p. 127-147.
- NORMAND Chr. (2002) – Les ressources en matières premières siliceuses dans la basse vallée de l'Adour et de ses affluents. Quelques données sur leur utilisation au paléolithique supérieur, in N. Cazals (dir.), *Comportements techniques et économiques des sociétés du Paléolithique supérieur dans le contexte pyrénéen*, rapport de PCR, Toulouse, Service régional de l'Archéologie du Midi-Pyrénées, p. 26-38.
- SHACKLETON N.J., FAIRBANKS R.G., CHIU T.C., PARRENIN F. (2004) – Absolute calibration of the Greenland time scale: implications for Antarctic time scales and for D14C, *Quaternary Science Reviews*, 23, p. 1513-1522.
- SIMONET R. (1999) – De la géologie à la Préhistoire : le silex des Prépyrénées. Résultats et réflexions sur les perspectives et les limites de l'étude des matières premières lithiques, *Paléo*, 11, p. 71-88.
- SORESSI M. (2002) – *Le Moustérien de tradition acheuléenne du sud-ouest de la France. Discussion sur la signification du faciès à partir de l'étude comparée de quatre sites : Pech-de-l'Azé I, Le Moustier, La Rochette et la Grotte XVI*, thèse de doctorat, université Bordeaux I, 339 p.
- TIXIER J. (1957) – Le hachereau dans l'Acheuléen nord-africain. Notes typologiques, in *Congrès préhistorique de France, compte-rendu de la XV^e session (Poitiers-Angoulême, 1956)*, Paris, Société préhistorique française, p. 914-923.
- WHALLON R. (1973) – Spatial analysis of occupation floors I: application of dimensional analysis of variance, *American Antiquity*, 38, 1, p. 266-278.

Nicolas FEDOROFF (†)
Traverse de Thuir, F-66270 Le Soler
nicolas.fedoroff@wanadoo.fr

Marie-Agnès COURTY
UMR 7194 CNRS – MNHN, 1, rue René Panhard, F-75013 Paris
courty@mnhn.fr

Marie-Roger SÉRONIE-VIVIEN (†)
Micheline SÉRONIE-VIVIEN
125, avenue d'Eysines, F-33110 Le Bouscat
rseronie@club-internet.fr

Marie-Claire DAWSON
Régis PICAVET
SARL Paléotime
6173 rue Jean Séraphin Achard Picard, F-38350 Villard-de-Lans
marie-claire.dawson@paleotime.fr
regis.picavet@paleotime.fr

Jean AIRVAUX
76, route de Bouresse, F-86320 Lussac-les-Châteaux
airvaux.jean@wanadoo.fr

Marie-Hélène MONCEL,
Paul FERNANDES,
Maria Gema CHACÓN NAVARRO,
Arturo de LOMBERA HERMIDA,
Leticia MENÉNDEZ GRANDA,
Sam YOUSSEF, Anne-Marie MOIGNE,
Marylène PATOU-MATHIS,
Camille DAUJARD, Florent RIVALS,
Angeliki THEODOROPOULOU,
Hélène VALLADAS, Norbert
MERCIER, Jean-Jacques BAHAIN,
Pierre VOINCHET, Christophe
FALGUÈRES, Véronique MICHEL,
Shen GUANJUN, Yuji YOKOYAMA
et Jean COMBIER

Émergence et diversification des stratégies au Paléolithique moyen ancien

*(350 000 à 120 000 ans)
dans la vallée du Rhône (France).
Les sites d'Orgnac 3 et Payre*

Résumé :

Les séquences d'Orgnac 3 et Payre (sud-est France) offrent la possibilité d'examiner des technocomplexes datés entre 350 000 et 200 000 ans (MIS 9 à début MIS 7), une période clé pour observer l'émergence du Paléolithique moyen en Europe et son développement. De nouvelles datations par TL, ESR, Ar/Ar, TIMS, ainsi que de nouvelles études détaillées sur les stratégies comportementales, permettent aujourd'hui de proposer une autre lecture des assemblages. À Orgnac 3, les comportements tant lithiques que de subsistance se modifient dans le temps selon des rythmes différents et affectent l'approvisionnement en matières premières, les modes de débitage, l'outillage, la gestion de la biodiversité animale, le traitement des carcasses et les types d'occupation. Ces modifications ne sont pas en relation avec le changement climatique qui s'amorce au sommet de la séquence (début MIS 8, niveau 1). Ce n'est que vers 280 000 ans (sommet de la séquence d'Orgnac 3 et base de la séquence de Payre, fin MIS 8/ début MIS 7) que les stratégies de subsistance et lithiques obéissent à des règles communes que l'on peut qualifier clairement de type Paléolithique moyen.

Mots-clés :

France, Paléolithique moyen ancien, Orgnac 3, Payre, Techno-complexes, Comportements de subsistance.

Abstract:

The sequences of Orgnac 3 and Payre (south-east France) yielded assemblages dated back between 350 000 and 200 000 years (MIS 9 to MIS 7), a key period for the description of the emergence of the Middle Palaeolithic tradition in Europe. New radiometric dates by TL, ESR, Ar/Ar, TIMS, and detail analysis on subsistence behaviour, spatial distribution and fire evidence offer another image of the lithic assemblages. Orgnac 3 data suggest a behavioural change over time concerning raw material collecting, types of flaking, tool kit, management of biodiversity and animals and site function. These changes are not related to the climatic context which differed at the top of the sequence (beginning of MIS 8, level 1). The changes took place in the middle part of the sequence (mosaic of changes,

role of the site function, other traditions?). These types of behaviours exist at Payre in the oldest levels G and F (end MIS 8/beginning MIS 7), indicating an Early Middle Palaeolithic behaviour type.

Key-words:

France, Early Middle Palaeolithic, Orgnac 3, Payre, Techno-complexes, Subsistence behaviour.

INTRODUCTION

La paléoanthropologie et les études génétiques datent l'apparition des premiers traits néandertaliens chez *Homo heidelbergensis* entre 600 000 et 450 000 ans (Hublin, 2009; Krings *et al.*, 1997; Hublin et Pääbo, 2005; Rightmire, 2008; Endicott *et al.*, 2010). Ce n'est qu'au MIS 9 et à la transition vers le MIS 8 que les comportements techniques et de subsistance montrent des modifications suffisamment marquées en Europe pour être considérées comme les indices d'une «transition». Cette transition marquerait le passage du Paléolithique inférieur au Paléolithique moyen. Elle se serait déroulée plus ou moins rapidement, progressivement ou par paliers selon les régions, entre les MIS 9 et 7, au sein d'une population probablement homogène (Moncel, 1999 et 2003; Premo et Hublin, 2009; Monnier, 2006).

Les sites qui offrent la possibilité de discuter et quantifier ces changements comportementaux et de cognition sont répartis dans toute l'Europe, et particulièrement dans les zones méridionales (Rigaud dir., 1988; Turq, 1992; Hong, 1993; Golovanova, 2000; Goval, 2005; Rodriguez, 2004; Soriano, 2005; Peris, 2007; Bourguignon *et al.*, 2008; Brenet *et al.*, 2008; Menendez-Granda, 2009; Stiner *et al.*, 2009; Colonge *et al.*, 2010; Brenet, 2011). Les sites d'Orgnac 3 et de Payre, localisés tous deux dans le sud-est de la France, livrent des niveaux datés entre le MIS 9 et le début du MIS 7 (fig. 1 et 2). S'appuyant sur des travaux récents (Sam, 2009; Moncel *et al.*, 2011), notre objectif est d'examiner les stratégies lithiques et les comportements de subsistance de ces deux sites contemporains de cette phase clé.

ENTRE 350 000 ET 280 000 ANS (MIS 9 ET DÉBUT DU MIS 8) À ORGNAC 3 (NIVEAUX 8 À 1)

La séquence d'Orgnac 3

Le site d'Orgnac 3 est localisé sur un plateau en rive droite des gorges de l'Ardèche. Il a été fouillé de 1959 à 1972, mettant au jour dix niveaux d'occupation humaine (Combier, 1967). La morphologie du site s'est modifiée au cours du temps, d'un aven à une grotte puis à un site de plein air (Debard, 1988). Le site se présente comme une doline de 600 m², orientée SSO. Les analyses spatiales montrent une organisation récurrente des activités autour des zones cendreuses,

indépendamment de l'effondrement progressif de l'abri (Moncel, 1998-1999 et Moncel *et al.*, 2005).

Les études biostratigraphiques suggèrent que la majeure partie de la séquence archéologique s'est déposée pendant une période tempérée plus ou moins humide du Pléistocène moyen (Mourer-Chauvin, 1975; Tillier et Vandermeersch, 1976; Guérin, 1980; Jeannet, 1981; Gauthier, 1992; El Hazzazi, 1998; Aouraghe, 1999; Sam, 2009). Le sommet de la séquence a connu un contexte froid et plus sec (Jeannet, 1981) et le remplacement d'*Equus mosbachensis* par *Equus steinheimensis* (Forsten et Moigne, 1988).

La datation du plancher stalagmitique et d'ossements des niveaux 6 et 5 donne un âge du MIS 9 par ESR et U/Th (288 ± 45 -82, 309 ± 34 ka BP et 374 ± 94 -165). Le niveau 2 est attribué au début du MIS 8 par la présence de minéraux volcaniques provenant de l'éruption du Mont-Dore-Sancy et datés de 298000 ± 55000 BP par traces de fission sur zircons (Shen, 1985; Falguères *et al.*, 1988; Debard et Pastre, 1988; Laurent, 1989; Khatib, 1994; Masaoudi, 1995). De nouvelles analyses ESR-US et TL sur dents et silex ont été entreprises pour tous les niveaux de la séquence (H. Valladas, N. Mercier, J.-J. Bahain, Ch. Falguères). Les résultats préliminaires suggèrent des âges compris en grande partie entre plus de 350 000 et 260 000 ans.

Des analyses U-Th par ICP-MS ont été réalisées sur les formations stalagmitiques des niveaux 6 et 5b (C.-C. Chen, Laboratoire du Département de Géoscience, université de Taiwan, Taipei). Les âges obtenus sont compris entre 260 et 310 ka. Des analyses $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ ont été également réalisées sur des sanidines provenant du niveau 2 (V. Michel, Géoazur, Nice). Les âges sont en accord avec les datations à 300 ka attribuées à ce niveau (MIS 8).

Une mosaïque de changements dans les comportements techniques et dans les modes de gestion du territoire minéral

Un approvisionnement en matières premières de plus en plus local

Le silex, plaquettes ou grands éclats, a été massivement exploité dans tous les niveaux : 90 % des matériaux employés à la base de la séquence et près de 99 % au sommet. Il a été collecté au sud du site, dans des formations de l'Oligocène localisées entre 2 et 5 km.

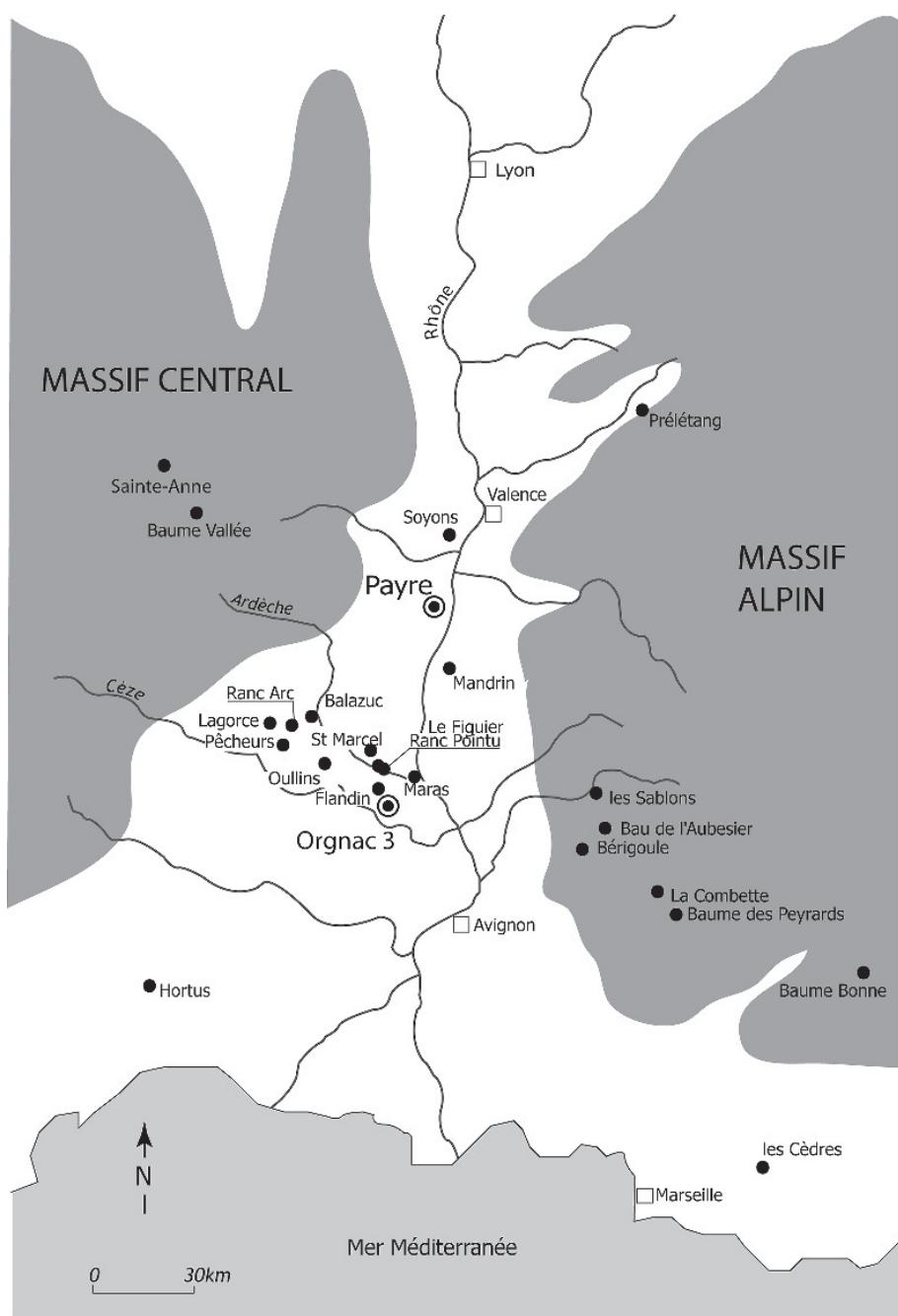


Fig. 1 – Localisation des sites d'Orgnac 3 et de Payre parmi les sites du Paléolithique moyen du sud-est de la France.
Fig. 1 – Location of the sites of Orgnac 3 and Payre among the Middle Palaeolithic sites of southeastern France.

L'emploi du silex en galets provenant de la vallée du Rhône située à 15 km à l'est décroît dans les niveaux 2 et 1 localisés au sommet de la séquence. La sélection du silex pour le débitage Levallois est de plus en plus soignée (Moncel, 1999 ; Combier, 1967 ; Moncel et Combier, 1992). Les plaquettes ont été choisies selon leur épaisseur pour servir de support au débitage ou au façonnage.

D'autres types de roches ont été employés ponctuellement : quartz, quartzite, calcaire, granite, basalte et autres roches volcaniques, schiste et grès sous forme de galets ou de grands éclats. Elles ont été ramassées dans un rayon de 3 à 15 km, dans la Cèze au sud, l'Ardèche au nord, ou dans le lit du Rhône. La plupart ont été destinées au façonnage d'outils sur galet, à la percussion, et ponctuellement au façonnage des bifaces.

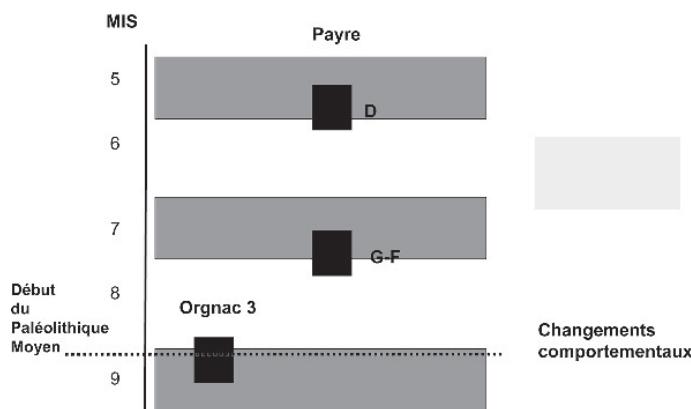


Fig. 2 – Cadre chronologique d’Orgnac 3 et Payre (selon les données radiométriques et MIS, stades isotopiques).
Fig. 2 – Chronological framework of Orgnac 3 and Payre (according to the radiometric data, MIS, isotopic stages).

Émergence du débitage Levallois et mise en place d’une chaîne opératoire ramifiée et récurrente

Trois ensembles archéologiques se distinguent selon les types de débitage et deux selon le ratio de nucléus-éclats.

Dans les niveaux de base (7 à 5a), le mode de débitage dominant s’effectue principalement sur nucléus centripètes unifaciaux ou bifaciaux sur supports variés en silex (fig. 3). La productivité est faible. La chaîne opératoire est complète (Moncel, 1999).

Dans les niveaux moyens de la séquence (4b et 4a), la moitié des nucléus sont sur éclat de type Levallois récurrent unipolaire ou bipolaire. Ils sont associés à des nucléus centripètes.

Dans les niveaux supérieurs (3 à 1), les nucléus Levallois sont prédominants (95 %) associés à quelques nucléus sommaires corticaux. Les trois quarts des nucléus sont sur la face d’éclatement d’éclats récupérés dans les premières phases de débitage des plaquettes, sur place ou sur les gîtes (chaîne opératoire fragmentée). Le débitage Levallois est récurrent centripète mais également uni-bipolaire et préférentiel selon les convexités existantes. En revanche, une seule série d’enlèvements est visible sur les nucléus-éclats. En phase finale, de très petits éclats sont extraits sur les surfaces de débitage peu convexes (50 % des nucléus). Ces éclats restent toujours bruts.

Au cours du temps, la surface de débitage des nucléus est couverte par un nombre de plus en plus important de négatifs d’enlèvements qui indiquent une exploitation récurrente plus poussée (fig. 4). Les éclats sont également de plus en plus standardisés avec l’emploi de méthodes de débitage Levallois récurrentes variées qui produisent des éclats standardisés ovalaires, triangulaires et allongés. Dans les niveaux inférieurs, la faible productivité par nucléus conduit à des éclats souvent corticaux et de morphologies très diversifiées. La fréquence réduite des éclats Levallois typiques

(6 %) dans le niveau 1 laisse supposer une exportation de ces pièces.

Les plans de frappe des nucléus sont également de plus en plus soigneusement préparés. Le taux de plans de frappe facettés passe de 30 % dans le niveau 5b à plus de 50 % au sommet de la séquence avec quelques cas de talons en chapeau de gendarme. Ce soin suggère une maîtrise de plus en plus grande des paramètres du débitage, et ce en parallèle à l’usage massif du débitage Levallois.

Des outils sur éclats prépondérants et peu de grands outils

Dans les niveaux 7 à 4a, les outils sur éclats dominent largement, associés à quelques bifaces et outils sur galet. Les supports d’outils sont souvent des éclats épais issus de plusieurs chaînes opératoires (débitage et façonnage) alors que dans les niveaux 3 à 1, ils ne proviennent que du débitage. Les petits et grands éclats ne sont jamais retouchés. Les racloirs et les pointes sont les principaux outils et leurs supports diffèrent de ceux des denticulés et encoches.

Les niveaux 2 et 1 se distinguent du reste de la séquence par le faible ratio d’outils, la pauvreté en types (70 % de racloirs), la standardisation et le faible envahissement des retouches. Cette tendance débute dans les niveaux profonds mais apparaît plus nettement lorsque les bifaces disparaissent des assemblages au sommet de la séquence. Les chaînes opératoires de débitage et de façonnage sont bien distinctes dans les niveaux 2 et 1, alors que les pièces bifaciales ont presque disparu (Moncel et Combier, 1992).

Les bifaces sont au nombre de 86 sur l’ensemble de la séquence. Les niveaux les plus riches sont les niveaux 5b et 3 (entre 3 % et 5 %) alors que dans les niveaux 2 et 1, leur fréquence est inférieure à 1 %. Le silex en fines plaquettes est le principal support, associé dans les niveaux les plus riches à de grands éclats et

des galets de silex, basalte et calcaire. Dans les niveaux 7 à 3, le façonnage est diversifié avec une forte proportion de pièces aménagées face par face parfois avec un percuteur tendre, conduisant à une section plano-convexe (fig. 3). Les bords convergents de l'outil sont retouchés et la plupart des bifaces peuvent être considérés comme des outils bifaciaux avec des aires

fonctionnelles distinctes. Certains ont aussi fonctionné en percuteurs (Moncel, 1995). Dans les niveaux 2 et 1, les très rares bifaces sont des pièces sommaires sur plaquettes de silex avec une retouche ponctuelle des arêtes.

Les fréquences d'éclats de biface indiquent que le façonnage a sans doute eu lieu partiellement dans le

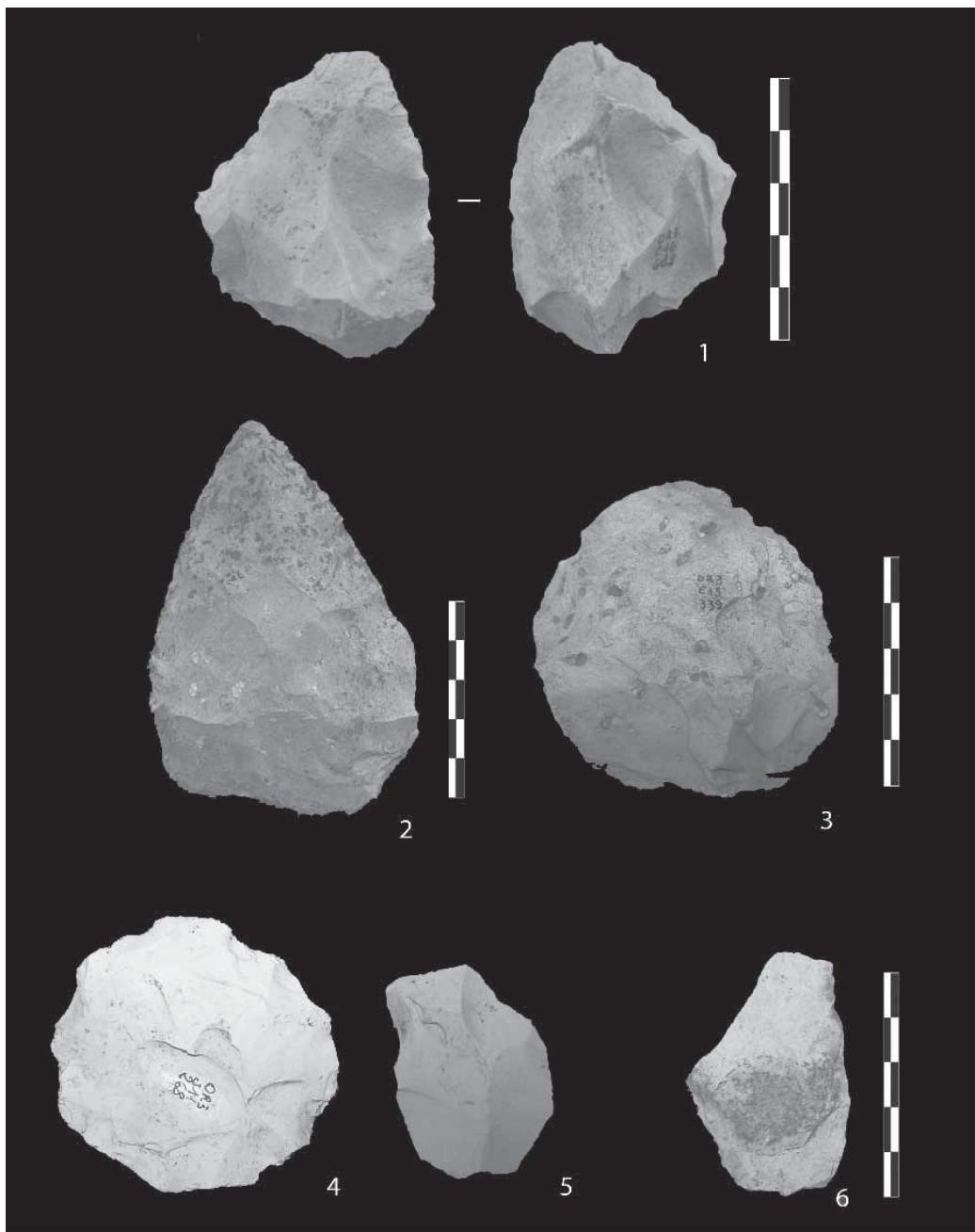


Fig. 3 – Matériel lithique en silex d'Orgnac 3. N° 1 : nucléus à deux surfaces sécantes (niveau 6) ; n° 2 : biface (niveau 5b) ; n° 3 : nucléus centripète à deux surfaces sécantes (niveau 4b) ; n° 4 : nucléus Levallois (niveau 1) ; n° 5 : éclat Levallois (niveau 1) ; n° 6 : racloir déjeté à retouche éailleuse (niveau 1).

Fig. 3 – Flint artefacts of Orgnac 3. No. 1: core with two secant flaking surfaces (level 6); no. 2: biface (level 5b); no. 3: centripetal core with two flaking surfaces (level 4b); no. 4: Levallois core (level 1); no. 5: Levallois flake (level 1); no. 6: déjeté scraper with scaled retouches (level 1).

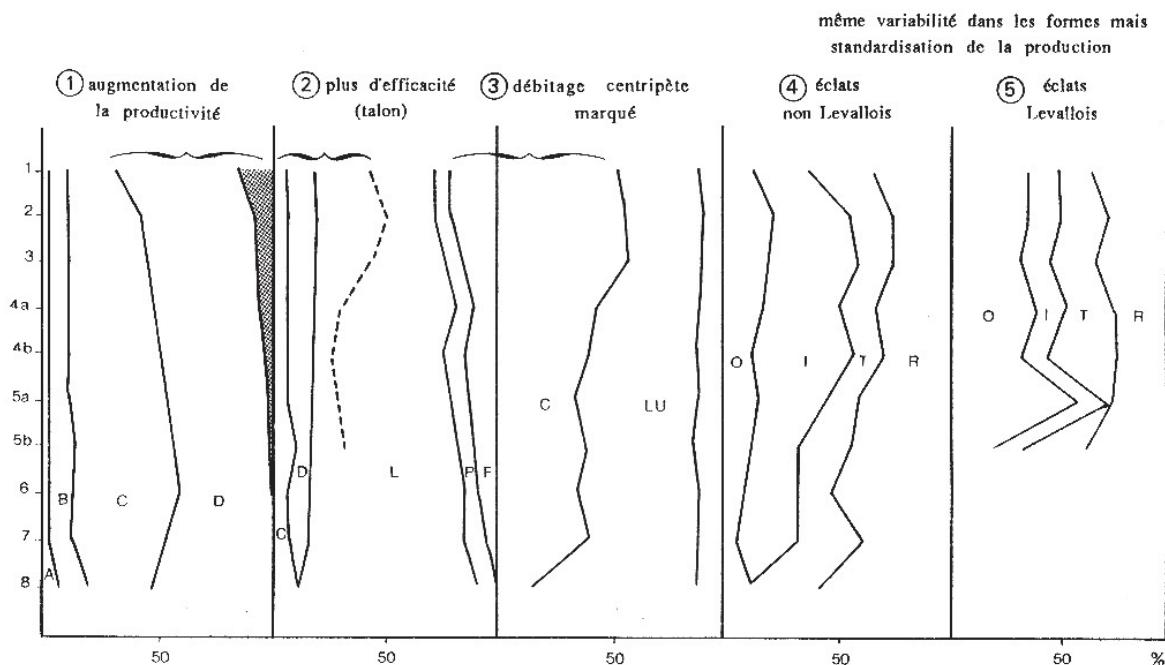


Fig. 4 – Caractéristiques des éclats dans la séquence d'Orgnac 3. N° 1 : productivité A : entames, B : très corticaux, C : peu corticaux, D : non corticaux, grisé, non corticaux brisés ; n° 2 : talon C : cortical, D : dièdre, L : lisse, P : punctiforme, F : faceté ; n° 3 : débitage centripète C : centripète, LU : unipolaire ; n° 4 : morphologies des éclats O : ovalaire, I : irrégulier, T : triangulaire, R : rectangulaire.

Fig. 4 – Characteristics of flakes in the Orgnac 3 sequence. No. 1: productivity A: first flakes, B: cortical, C: few cortex, D: non cortical, grey, non cortical broken; no. 2: platform C: cortical, D: diedre, L: flat, P: punctiform, F: faceted; no. 3: centripetal debitage C: centripetal, LU: unipolar; no. 4: flake morphology O: ovalar, I: irregular, T: triangular, R: rectangular.

site pour les niveaux les plus riches et entièrement sur place pour les niveaux où les pièces sont résiduelles. Les pièces brisées et l'absence de remontages suggèrent une mobilité de ces outils.

Les outils sur galet sont plus variés en types et en matériaux à la base qu'au sommet de la séquence. Dans les niveaux 2 et 1, la diversité décroît au profit des outils unifaciaux pointus de grande dimension sur galets de quartzite et calcaire. Dans ces niveaux, de petits galets entiers ovales en granite, basalte, calcaire ou quartzite portent des traces de percussion localisées alors que dans les niveaux profonds, plusieurs zones d'impact sont observées.

Changements affectant les comportements de subsistance

La diversité des ongulés est assez constante dans chaque niveau (autour de 9-10 taxons) mais les proportions varient (Aouraghe, 1999; Sam, 2009; Sam et Moigne, 2011). Les niveaux les plus diversifiés sont ceux où les carnivores sont les mieux représentés (niveaux 7, 6 et 5b). Deux phases de diminution du nombre de restes d'ongulés marquent la séquence. L'une se situe entre les niveaux 5b et 5a et est sans doute liée à la réduction du nombre de carnivores (ouverture de la cavité). La seconde intervient aux niveaux 4b-4a. Les carnivores ont alors déserté la

cavité dont le plafond s'effondre peu à peu. Dans ces niveaux, les grands bovidés prennent relativement plus d'importance au détriment des cerfs et des chevaux. Enfin, dans les niveaux 2 et 1, les chevaux dominent nettement, alors que les carnivores sont très rares (0,5 % NISP et 5 % MNI).

Quel que soit le niveau d'occupation, bovinés, chevaux et cerfs comptent une majorité de jeunes adultes et d'adultes matures. Ce sont les taxons qui présentent le plus de traces d'origine anthropique (stries et fracturation).

Dans les niveaux inférieurs, les périodes de mortalité des jeunes cerfs indiquent des occupations humaines récurrentes au printemps ou à l'automne. Les occupations des niveaux moyens (niveaux 4b et 4a) et supérieurs (niveaux 3 et 2) correspondent à des occupations automnales plus courtes. Le niveau supérieur 1 correspond à une chasse presque exclusive de chevaux en automne (Sam, 2009; Moncel *et al.*, 2011).

La fracturation intentionnelle des ossements est importante dans les niveaux de base (92 % des os de bovidés, 78 % des os de chevaux et 66 % des os de cerf). Le niveau 6 compte la fréquence de stries la plus importante. Dépouillement, décarnisation et désarticulation sont observés sur les ossements des cerfs, bovinés et chevaux dans les niveaux 7, 6 et 5b-5a. Certaines traces de dents sont attribuables à des carnivores comme les renards ou les loups. Ces carnivores ont très probablement été acteurs dans les

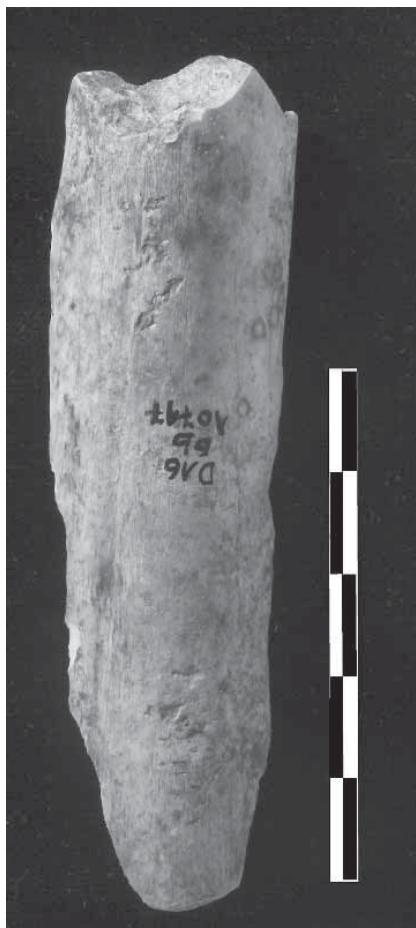


Fig. 5 – Retouchoir en os (métacarpe de cerf) du niveau 6 d'Orgnac 3.
Fig. 5 – Bone retoucher of level 6 at Orgnac 3.

accumulations osseuses des niveaux 7 et 6. Toutefois certains ossements présentent des traces de dents superposées aux stries de boucherie, indiquant des passages secondaires pour ces prédateurs. Les niveaux 4b et 4a montrent des stries moins nombreuses et plus fines. Certaines sont dues à l'emploi de bifaces pour la découpe (cf. Juana *et al.*, 2010). La fracturation devient plus standardisée, de même que la chaîne opératoire du traitement des carcasses. Dans les niveaux supérieurs, les traces sont plus difficiles à lire du fait de la desquamation plus dommageable des surfaces.

Des plages de retouchoir unipolaires et bipolaires ont été observées sur les os longs de chevaux et de cerfs (fémurs et métatarsiens). Ces pièces existent uniquement dans les niveaux 7 (1 pièce), 6 (2 pièces) et 5b (2 pièces) (fig. 5). Elles pourraient avoir été utilisées comme percuteur tendre sur les bifaces, comme le suggèrent des stigmates identiques dans les sites acheuléens de Cagny l'Épinette (Tuffreau *et al.*, 1995) ou de la Caune de l'Arago (Moigne *et al.*, 2005).

Rythmes des modifications comportementales aux MIS 9/8

Les modifications comportementales observées dans la séquence d'Orgnac 3 n'obéissent pas aux mêmes rythmes (Moncel, 2006; Moncel *et al.*, 2012) (fig. 6). Elles sont l'indice d'une émergence du Paléolithique moyen en mosaïque malgré l'absence de hiatus stratigraphique dans le remplissage.

L'emploi de longues séquences de production prédate l'usage préférentiel du périmètre minéral local, la réduction de la diversité des choix de matériaux, la ramifications des chaînes opératoires, la réduction de la panoplie de l'outillage et l'indépendance des chaînes opératoires de débitage et de façonnage. Seules les phases d'occupations les plus récentes (niveaux 2 et 1) regroupent l'ensemble des caractères considérés comme de type Paléolithique moyen (Elston et Kühn, 2002; Bourguignon *et al.*, 2004; Grégoire *et al.*, 2006). Il n'y a pas d'évidence d'un lien direct entre la maîtrise de la méthode Levallois et le façonnage des bifaces. Par ailleurs les nucléus centripètes des niveaux de base ne montrent pas de filiation avec les nucléus Levallois, bien que l'on observe parfois l'individualisation d'une surface en plan de frappe distinct, laissant suggérer l'amorce de la gestion des convexités (Boëda, 1994; White et Ashton, 2003; Bar-Yosef et Dibble, 2005).

Les niveaux moyens de la séquence (4b, 4a et 3) sont les niveaux clés où s'amorcent les modifications comportementales tant au niveau de la subsistance que de la production lithique. Des séquences de réduction de débitage complexes et longues commencent à être employées alors que les outils sont encore diversifiés (bifaces et outils sur éclat).

Le type d'occupation dans le niveau 1 suggère des occupations saisonnières exploitant à un moment précis de l'année un type d'ongulé dominant. Ce type d'occupation peut être apparenté au type de campement saisonnier observé dans des sites plus récents du MIS 7 à 4 de la région (Daujeard et Moncel, 2010). Les occupations les plus anciennes indiquent quant à elles des occupations récurrentes de la cavité avec une exploitation des différents biotopes autour du site (Moigne et Barsky, 1999; Sam, 2009). C'est du reste dans les niveaux de base que l'on observe les quelques dents humaines découvertes dans le site, provenant d'adultes et d'enfants, indices peut-être de groupes familiaux venus fréquenter la cavité en alternance avec les carnivores (Lumley, 1981). Le début de l'usage du débitage Levallois est donc contemporain aux principaux changements que l'on observe dans la gestion de la biodiversité et du territoire.

La standardisation observée dans la fracturation des os longs et de façon plus générale dans la chaîne opératoire de traitement des carcasses (traitement plus soigné et répétitif des carcasses) (niveaux 4b et 4a), apparaît avant les changements majeurs de gestion de la biodiversité (exploitation quasi-exclusive des chevaux dans le niveau 1; cf. Stiner *et al.*, 2009).

Les divers types de gestion du territoire ne sont pas liés à l'évolution de l'aspect du site car l'ouverture de

		Topographie	Types d'occupation	Biodiversité	Traitement cassées	Retouchoirs	Débitage	Nucléus-éclats	Collecte roches	Outils/éclats	Outils sur galet	Bifaces
MIS 8	1	Plein-air	Occupations automnales de courtes durées	Cheval	surfaces illisibles		95% Nucléus Levallois		Silex local	Peu outils sur éclats Radoirs Fines retouches	Peu de types	Rare outils bifaciaux
	2	Abri sous roche										
	3		Occupations de plus courtes durées Automne		Traces de boucherie plus rares			Nombreux nucléus sur éclats				
	4a				plus standardisées Fracturation intensive		40% Nucléus Levallois		Silex local	15-30% outils variés	Diversité de taille, roches, types	Diversité de roches Ratios variés
	4b					Quelques Retouchoirs		Peu d'indices Levallois	Nucléus sur plaquettes ou galets			
	5a		Occupations de plus longues durées Printemps-Automne	Cheval Bovins Cerf	Fracturation intensive des os Nombreuses stries							
	5b				présence importante carnivores							
MIS 9	6	Gratte										
	7											

Fig. 6 – Vers le Paléolithique moyen ? Comportements de subsistance et comportements techniques au sein de la séquence d'Orgnac 3.

Fig. 6 – Toward Middle Palaeolithic? Substance and technical behaviours through the sequence of Orgnac 3.

la cavité s'amorce dès les premières occupations humaines. La répartition spatiale des activités ne montre pas d'ailleurs de gestion différente de l'espace occupé suivant l'ouverture de l'abri. La cavité est choisie avant tout sans doute pour sa localisation près des gîtes à silex et des troupeaux d'herbivores vivant sur le plateau. De même, les changements environnementaux (début du MIS 8) sont postérieurs aux modifications de stratégies de débitage et de subsistance (cf. Bocquet-Appel et Tuffreau, 2009 ; Villa, 2009).

Ces modifications comportementales peuvent être « culturelles », mais aussi en rapport avec la démographie, les structures sociales ou encore les changements anatomiques (dextérité plus grande de la main des Néandertaliens ; Churchill, 2001), qu'il y ait ou non une filiation entre les divers groupes humains ayant fréquenté ce lieu.

ENTRE 250 000 ET 200 000 ANS (FIN MIS 8-DÉBUT MIS 7) À PAYRE (ENSEMBLE G ET F, NIVEAUX GB, GA, FD, FC, FB, FA)

La séquence de Payre

Le site de Payre est situé en promontoire en bordure de la vallée du Rhône. C'est une grotte aujourd'hui effondrée qui a évolué au cours du temps en abri-sous-roche. Les fouilles programmées conduites entre 1990 et 2002 ont livré une séquence sédimentaire de plus de 5 m d'épaisseur comprenant huit niveaux d'occupation contemporains des MIS 8-7 (ensembles G et F) et de la fin du MIS 6/début MIS 5 (ensembles E et D) (Moncel *et al.*, 2002 ; Moncel, dir., 2008 ; Valladas *et al.*, 2008). Quatorze restes humains ont été découverts, dont neuf dans l'ensemble G (Moncel dir., 2008 ;

Condémi *et al.*, 2010). La distribution spatiale des objets ne permet pas d'identifier clairement des zones d'activités. Dans l'ensemble F, la cavité a déjà fortement reculée, expliquant certainement la forte fréquentation du site par les ours.

La gestion du territoire minéral

Le basalte (4 % à 9 %), le quartzite (0,5 % à 1 %), le quartz (2 % à 8 %) et le calcaire (1 %) sont disponibles sur les berges du Rhône et dans la Payre, au pied du site.

Le silex est la matière première principale (80 % à 92 %). Dans le niveau Gb (Fernandes *et al.*, 2008), les silex du Barrémien supérieur et Bédoulien sont les plus nombreux, récupérés sous forme de rognons entiers ou cassés et de galets sur divers types de formations superficielles des plateaux bordant la rive droite du Rhône, entre 5 à 15 km du gisement (fig. 7). D'autres types sont plus lointains dont l'un est récolté à au moins 60 km au sud du site. La diversité des types de silex semble plus grande dans les niveaux de l'ensemble F dont l'étude est en cours. La vallée du Rhône, toute proche, est fréquentée beaucoup plus modestement. La collecte est donc essentiellement tournée vers le Sud, le site étant à la limite septentrionale de l'Ardèche calcaire. La diversité des gîtes fréquentés s'explique sans doute par un approvisionnement lors d'autres activités de subsistance, d'où l'assez mauvaise qualité de certains rognons. Les chaînes opératoires sont complètes pour les silex les plus fréquents et les plus proches. Seul le silex provenant d'environ 30 km est représenté par quelques produits de grande taille. Les silex les plus rares et les plus éloignés (30-60 km) ont des chaînes opératoires de débitage partielles (fig. 8).

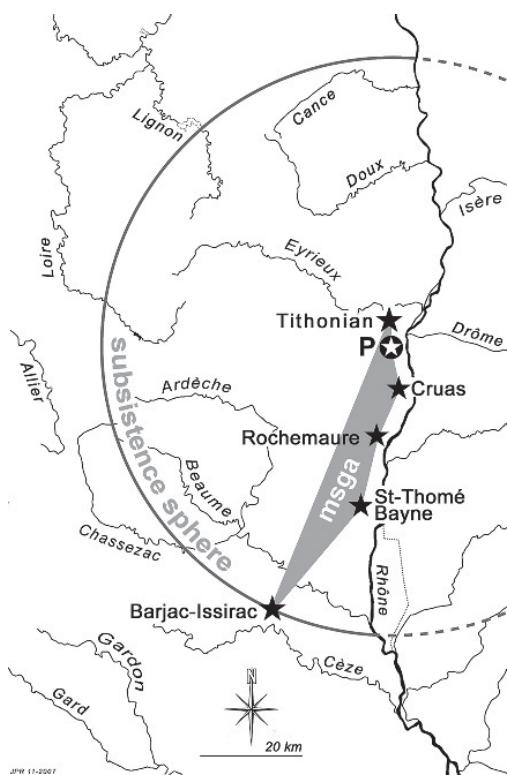


Fig. 7 – Carte des zones d'approvisionnement en silex pour le niveau Gb de Payre (Fernandes *et al.*, 2008).
Fig. 7 – Raw material collecting map for flint at Payre level Gb.

Des chaînes opératoires différentielles selon les matières premières

De grands outils fabriqués à l'extérieur dans le périmètre local (basalte et quartzite)

Outre les galets entiers, dont certains ont servi de percuteurs ou ont été aménagés sur place, de grands éclats en basalte et quartzite ont été apportés déjà débités (tabl. 1 ; fig. 9 et 10). Ils ont été retouchés en outils unifaciaux ou bifaciaux plano-convexes, convergents ou unilatéraux. Ces pièces, épaisses ou plates, portent des traces d'écrasement prononcées sur les arêtes. Une seule pièce en quartzite peut être considérée comme un petit nucléus recyclé. L'absence de remontages incite à penser que ces outils sont très mobiles.

Un débitage de matériaux locaux dans le site et à l'extérieur du site (quartz et calcaire)

Le quartz et le calcaire, jamais abondants, sont surtout présents sous forme d'éclats (tabl. 1). Les rares nucléus en quartz sont à deux surfaces sécantes ou orthogonaux. Comme pour le silex, les enlèvements sont principalement unipolaires, par séries successives pouvant devenir entrecroisées au final. Certains objets de grande taille peuvent être des nucléus reconvertis (traces d'utilisation sur les arêtes). Les éclats en quartz sont surtout bruts et triangulaires (10 % à 15 % d'outils ; Moncel *et al.*, 2008 et 2009a).

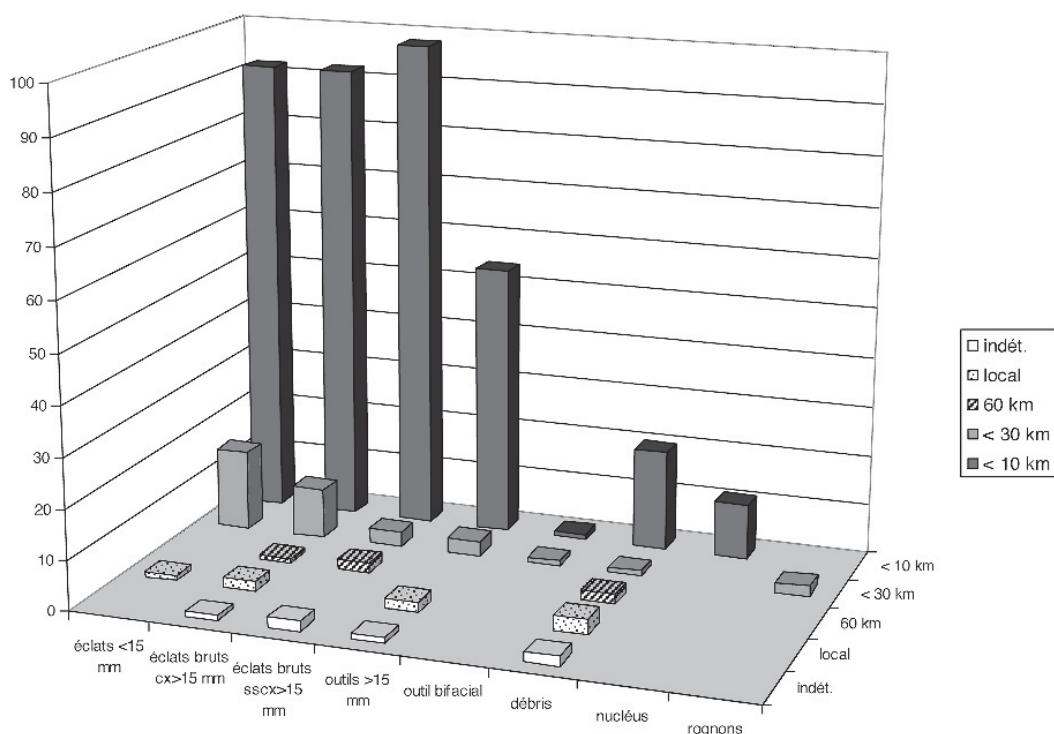
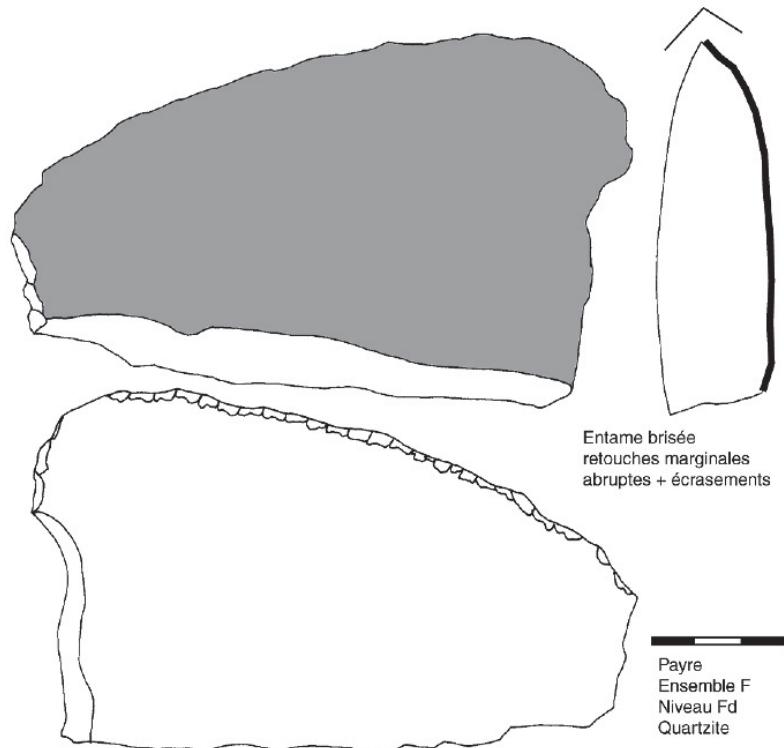


Fig. 8 – Types d'objets selon le type de silex pour le niveau Gb de Payre. Un approvisionnement massif à 5-30 km du site.
Fig. 8 – Types of artefacts according to flint types for the level Gb at Payre. A large gathering in a 5-30 km perimeter.

	Basalte	Quartz calcaire	Quartzite	Silex 0-30 km		Silex 30-60 km
				rognon	galet	
Chaînes opératoires Complètes Dans le site	Galets entiers Outils sur galet	Quelques galets entiers Outils sur galet Débitage	Quelques outils sur galet + retouche des grands outils ?	Débitage sur éclats et rognons entiers ou cassés	Débitage de petits galets	
		Retouche Eclats ? ↑	↑	↑		
Chaînes opératoires fragmentées Extérieur site	Grands éclats bruts ou retouchés	Débitage d'éclats Apport de petits éclats triangulaires	Grands et petits éclats bruts ou retouchés	Grands éclats pour débitage et outillages		
Pièces isolées Chaînes opératoires extérieures					Eclats Outils sur éclat	

Tabl. 1 – Gestion différentielle des matériaux dans les ensembles G et F à Payre.*Table 1 – Raw material gestic of Payre G and F.***Fig. 9** – Grande entame de quartzite avec retouches sur le tranchant le plus long et traces d'écrasements (ensemble F, Payre).
Fig. 9 – Large first cortical flake in quartzite with retouches and crushing marks on the longest cutting edge (layer F, Payre).

Seuls deux nucléus en calcaire (type Discoïde) sont présents et aucun remontage n'a pu être réalisé (fig. 11). Les produits sont fins et la fréquence élevée d'éclats peu corticaux et bruts plaide en faveur d'un tri sur un poste de débitage extérieur, comme pour le quartz.

Quelques outils bifaciaux sur grands éclats et petits galets de silex (5-30 km)

Le façonnage bifacial convergent ne concerne qu'un petit galet aménagé et deux outils bifaciaux sur grand éclat dans les dépôts de la base de la séquence.

L'aménagement plano-convexe est plus ou moins envahissant avec des écrasements sur les arêtes retouchées.

Exploitation sur le site du silex (5-30 km) en rognons, galets ou éclats débités à l'extérieur

Le mode de débitage principal s'exerce principalement sur des nucléus qui sont abandonnés avec deux surfaces sécantes (Discoïde pour certains ?), à partir de blocs et d'éclats corticaux importés ou produits sur place (tabl. 1; fig. 12 et 13). Le débitage est flexible dans son déroulement, principalement unifacial (niveau Gb), ou bifacial hiérarchisé (niveau Ga, ensemble F). L'exploitation est basée avant tout sur un débitage par des séries d'enlèvements entrecroisés ou uni-bipolaires, plus rarement centripètes, se terminant parfois par un enlèvement outrepassé envahissant ou la création d'un troisième plan de débitage orthogonal tronquant l'arête du nucléus.

Certains nucléus sur éclat s'apparentent au type Kombewa par le petit nombre d'enlèvements. Sont présents également quelques nucléus à débitage multifacial, par des enlèvements uni-bipolaires et

orthogonaux, et quelques nucléus à une surface de débitage. Dans chacun des niveaux, un nucléus indique la pratique exceptionnelle d'un débitage semi-tournant donnant de petits enlèvements allongés.

La fréquence de la récupération d'éclats comme supports de débitage témoignent d'une ramifications systématique de la chaîne opératoire (Moncel, 2003; Bourguignon *et al.*, 2004).

Le ratio nombre d'éclats/nombre de nucléus suggère une sur-représentation et donc un apport d'éclats (sauf si biais lié à la fouille partielle de la cavité). Une majorité d'entre eux sont non corticaux, issus d'une longue phase de plein débitage, extraits de rognons au préalable très concassés ou d'éclats. La production couvre une vaste gamme de formes, sections et longueurs. La majorité des éclats sont toutefois inférieurs à 15 mm. Les très petits éclats (<10 mm) sont dans certains cas des éclats de retouche ou d'amincissement ou sont liés à un débitage volontaire et systématique (négatifs d'enlèvement sur les nucléus).

Le taux de retouche varie de 11 % à 16 %. Les très petits éclats sont laissés bruts. La panoplie du petit outillage se résume essentiellement aux racloirs et aux outils à deux bords convergents (fig. 14 et 15) ayant servi à percer, couper ou racler (Moncel *et al.*, 2009b). Les supports retouchés proviennent de toutes les phases

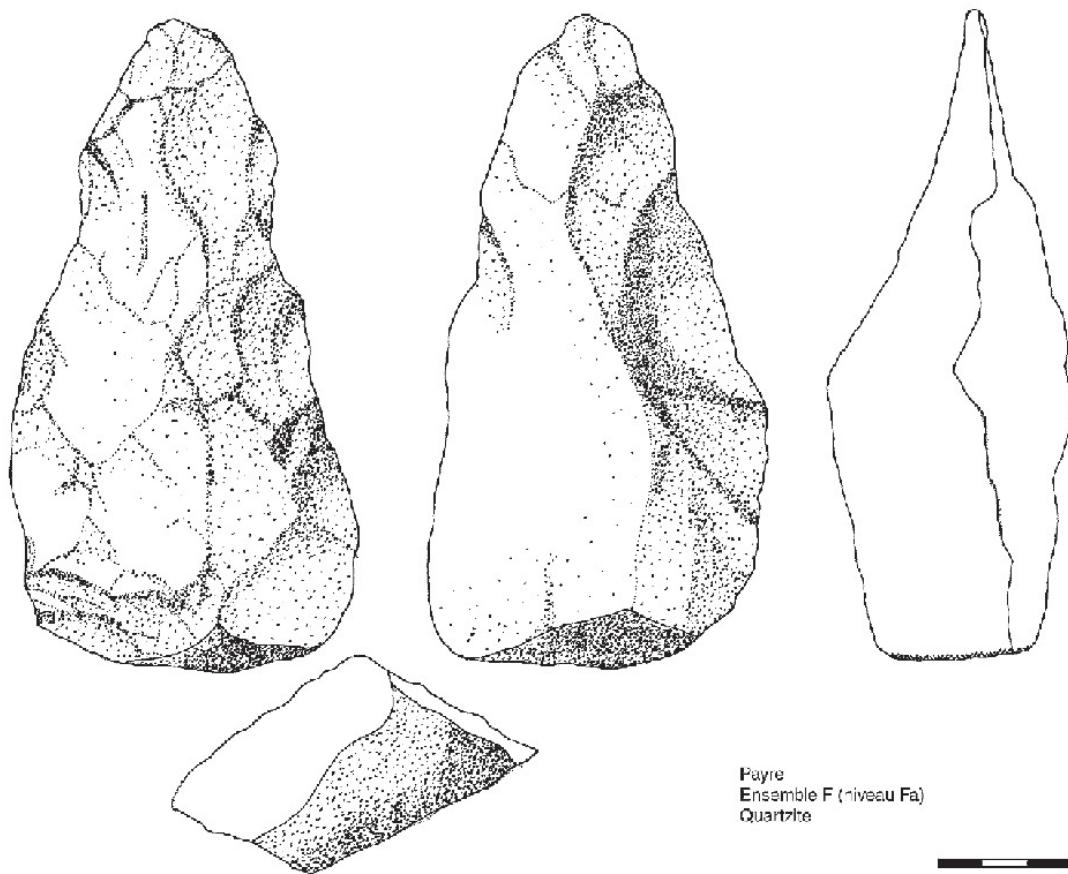


Fig. 10 – Biface en quartzite du niveau Fa de Payre.
Fig. 10 – Quartzite biface of the level Fa at Payre.

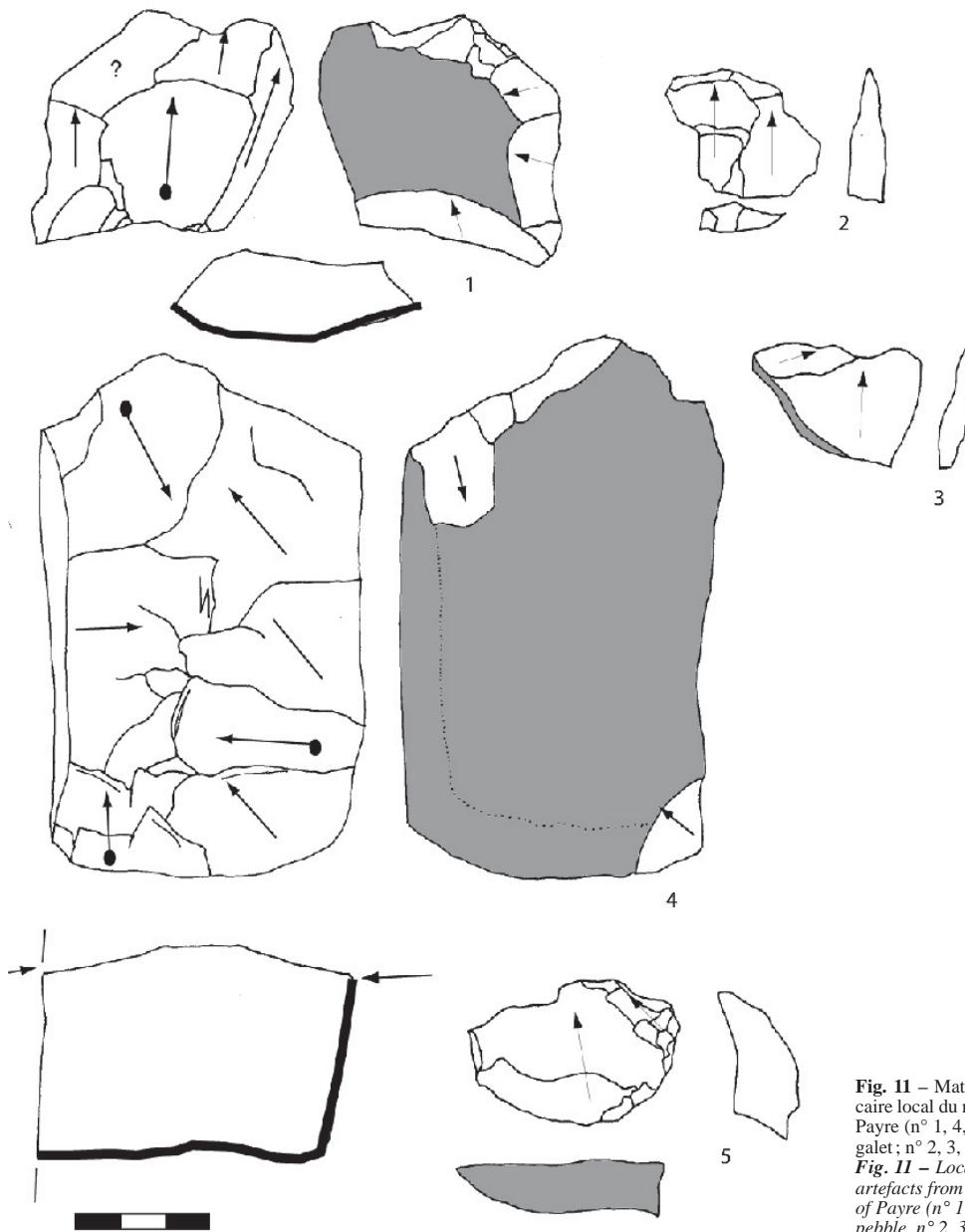


Fig. 11 – Matériel en calcaire local du niveau Fa de Payre (n° 1, 4, nucléus sur galet ; n° 2, 3, éclat).

Fig. II – Local limestone artefacts from the level Fa of Payre (n° 1, 4, cores on pebble, n° 2, 3, 5, flakes).

du débitage. La morphologie du support influence le type et la localisation de la retouche qui déterminent la diversité des types d'outils (Theodoropoulou *et al.*, 2009). La retouche peu transformante suggère une adéquation entre le type de production et l'outillage. Le ravissement est très rare.

Des pièces isolées en silex provenant d'un vaste périmètre (de 30 km à 60 km)

Ces silex ne sont présents que sous la forme de quelques éclats corticaux et non corticaux, mesurant

entre 20 mm et 60 mm. Ce sont très rarement des outils et ils ne diffèrent pas des éclats débités sur place.

Des occupations saisonnières de durées variées

L'analyse de la micro-usure dentaire a été appliquée sur les restes dentaires d'ongulés afin d'estimer la saison d'occupation du site et la durée d'occupation d'après la méthode proposée par Rivals *et al.* (2009b). Une variabilité élevée du nombre de micro-usures est caractéristique d'une longue occupation du site sur

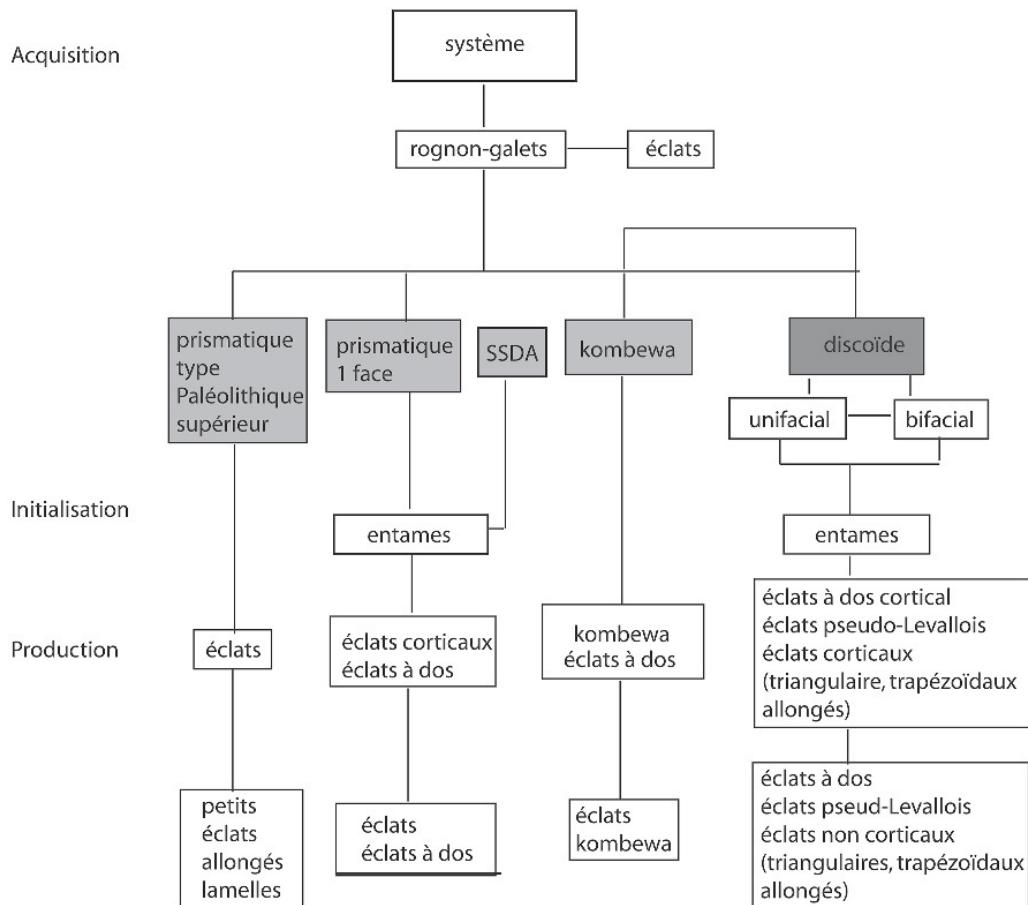


Fig. 12 – Schéma opératoire sur silex à Payre.
Fig. 12 – Flint reduction sequence at Payre.

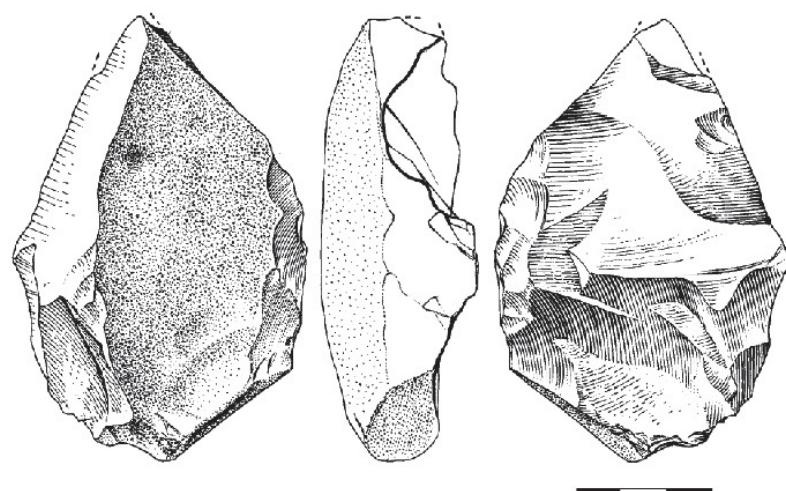


Fig. 13 – Nucléus sur éclat en silex du niveau Gb de Payre (dessin G.-J. Marcillaud).
Fig. 13 – Flint core-flake of the level Gb at Payre (drawing G.-J. Marcillaud).

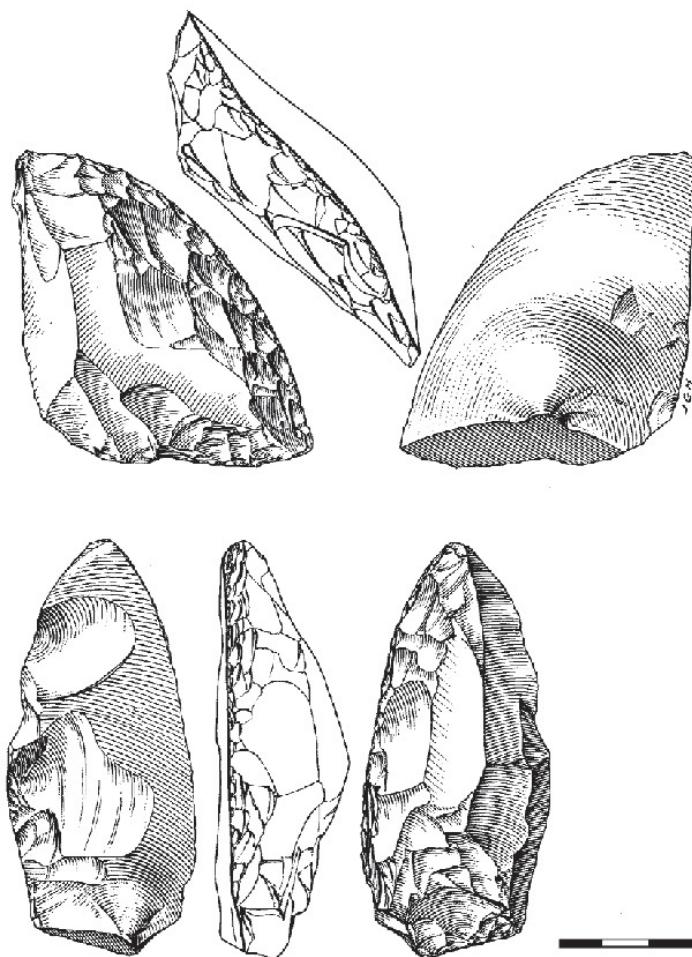


Fig. 14 – Racloir et outil convergent en silex du niveau Gb de Payre (dessins G.-J. Marcillaud).
Fig. 14 – Side-scraper and convergent tool of the level Gb at Payre (drawing G.-J. Marcillaud).

plusieurs saisons, alors qu'une faible variabilité reflète une accumulation saisonnière des restes d'ongulés sur une courte durée. La haute variabilité du signal (nombre de rayures) observée pour le cerf et le cheval dans l'ensemble G indique une durée d'occupation plus longue que celle de l'ensemble F. La comparaison avec la référence établie par Rivals *et al.*, (2009b) indique que l'ensemble F représente une succession d'occupations de courte durée, alors que l'ensemble G représente une ou plusieurs occupation(s) de plus longue durée (Rivals *et al.*, 2009a).

L'exploitation de biotopes locaux variés

L'étude archéozoologique de la grande faune des ensembles G et F met en évidence certaines similarités parmi ces phases anciennes d'occupation (Moncel dir., 2008 ; Daujeard, 2008 ; Daujeard et Moncel, 2010). Les spectres d'ongulés varient peu, avec partout une grande diversité dominée par ordre d'importance par les cerfs,

les bovinés, les chevaux et les rhinocéros. À l'exception de ces derniers qui comptent surtout des individus juvéniles et âgés, les trois autres principaux taxons sont représentés majoritairement par des adultes, jeunes et matures. Dans l'ensemble G, les périodes de mortalité des cerfs, des bovinés et des chevaux plaident pour des abattages répartis tout au long de l'année. Dans l'ensemble F, les abattages sont plus fréquents durant l'automne. Dans les deux ensembles, la mortalité des rhinocéros indique du charognage avec cependant pour l'ensemble F la présence d'adultes matures qui pourrait témoigner d'abattages d'animaux, sans doute à la faveur des pièges naturels des zones humides de la vallée du Rhône.

La différence entre ces deux ensembles tient surtout dans le rôle joué par les carnivores. Dans l'ensemble F, les proportions de traces de carnivore varient entre 2 % et 6 % du Nombre de Restes (NR) > à 5 cm, tandis que dans l'ensemble G elles ne dépassent pas 1 %. Excepté par la présence du lion des cavernes et du chat sauvage en F, les mêmes taxons se retrouvent dans les

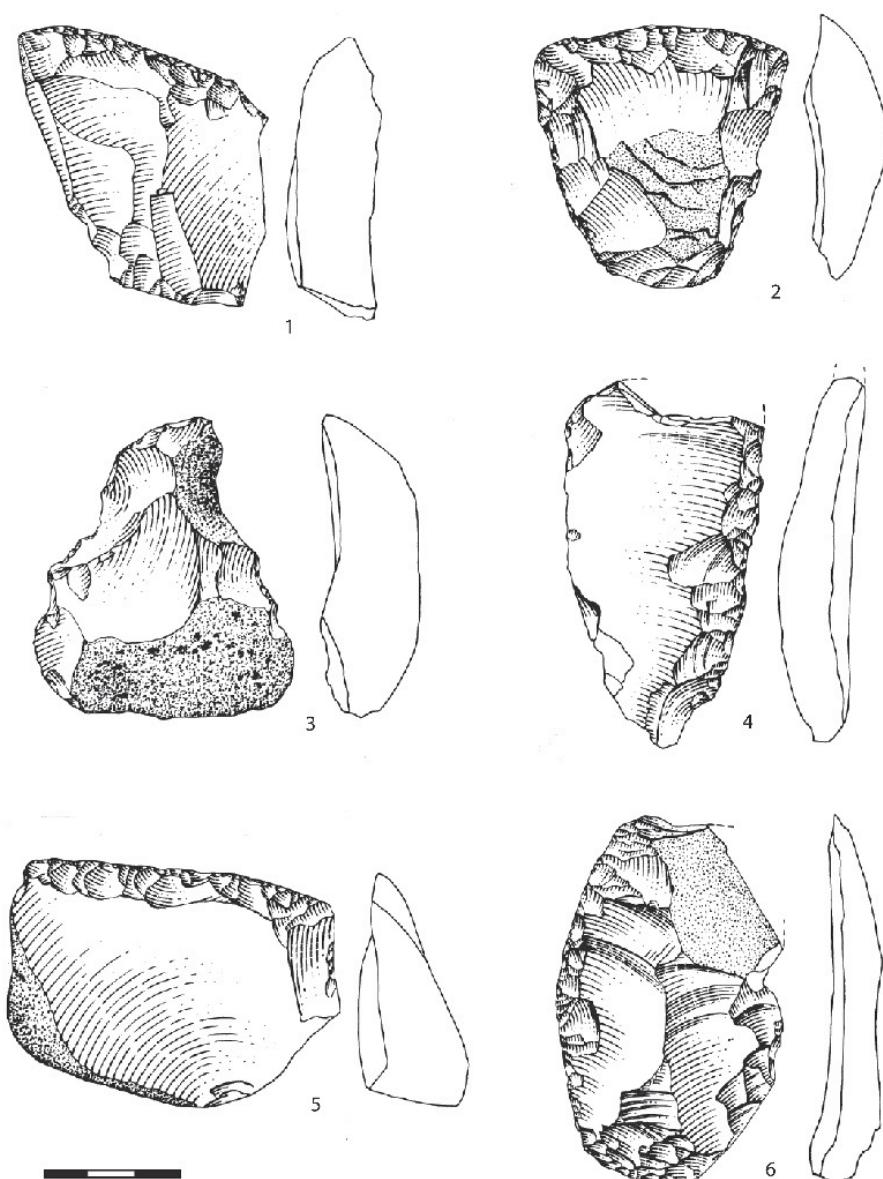


Fig. 15 – Racloirs simples et doubles en silex du niveau Ga de Payre (dessins P. Giunti).
Fig. 15 – Simple and double side-scrapers of the level Ga at Payre (drawing P. Giunti).

deux ensembles dans des proportions variables. L'ensemble F est largement dominé par les ours des cavernes, venus hivernés à plusieurs reprises en alternance avec les phases d'occupations humaines, suivis par les loups, les hyènes et les grands félin. Dans l'ensemble G, les ours des cavernes sont beaucoup moins nombreux, présents en quantité similaire aux renards, suivis par les loups et les hyènes.

Dans les deux ensembles, la répartition des marques de boucherie selon les taxons indique l'origine non-anthropique de certains petits herbivores minoritaires comme le chevreuil, le thar ou le sanglier. Tous les autres taxons témoignent d'un traitement anthropique (stries

de boucherie et récupération de la moelle des os longs), plus accentué pour les ongulés de l'ensemble F.

Dans les deux ensembles, les proportions anatomiques des principaux ongulés et la répartition des marques anthropiques sur les carcasses indiquent des opérations de boucherie primaire pour le cerf et de boucherie secondaire avec un premier dépeçage sur les lieux de récupération pour les bovinés, les chevaux et les rhinocéros. La présence d'ossements brûlés indiquent la maîtrise du feu, avec dans les deux ensembles la possibilité d'une utilisation sporadique des ossements comme combustible. Dans l'ensemble G, une lentille cendreuse pourrait correspondre à l'emplacement d'un

foyer. Quelques retouchoirs présents dans les deux ensembles attestent de l'utilisation de l'os pour le débitage ou la retouche d'objets lithiques.

Dans les deux niveaux de base, les données de la grande faune suggèrent des accumulations majoritairement anthropiques. Bien que l'ensemble F se distingue par le rôle plus marqué des autres prédateurs dans la consommation des carcasses, la répartition des marques sur les os longs témoigne plutôt de passages secondaires avec des accès toujours privilégiés des groupes humains aux principaux ongulés. Durant ces phases anciennes, les occupations humaines s'opéraient encore en milieu fermé. L'exploitation de biotopes locaux variés est avérée, en F à l'occasion de courts séjours automnaux récurrents et en G probablement lors de plus longs séjours étalement ou échelonnés sur une plus grande partie de l'année.

CONCLUSION

Vers 350-300 000 ans (niveaux 8 à 3, Orgnac 3), l'essentiel des activités techniques est orienté vers la production d'éclats sur nucléus majoritairement centripètes, à partir de silex locaux et semi-locaux (15-20 km). Les chaînes opératoires de débitage et de façonnage (bifaces et galets aménagés), pourtant minoritaires et bien distinctes dès le ramassage des supports, sont les pourvoyeurs des supports pour la retouche. Les outils sur éclat, peu standardisés, sont sur silex mais également sur des matériaux variés issus d'un périmètre de 10-15 km. Plus les bifaces sont nombreux, plus les matériaux sont diversifiés (avec parfois une première étape de fabrication sur les gîtes). Cette stratégie lithique ne se modifie que dans les niveaux moyens 4b et 4a de la séquence et on constate une hiérarchisation, une productivité et une standardisation de plus en plus affirmée des méthodes de débitage

parallèlement à l'émergence du débitage Levallois. Dès les niveaux de base (6 et 5), les carnivores sont moins fréquents et ce, parallèlement à une exploitation plus marquée des carcasses par les hominidés. Les stratégies de collecte et le mode de gestion du territoire changent en revanche à partir des niveaux moyens, passant, dans le cadre de chasses diversifiées (cerf, cheval, bovinés), d'occupations récurrentes annuelles à des occupations automnales ponctuelles. Le traitement plus standardisé des carcasses apparaît à cette période.

À partir de 280 000 ans environ (niveaux 2 et 1, Orgnac 3), les outils sur éclat ne proviennent plus que du débitage qui est majoritairement Levallois et sur éclats. La fréquence des outils est plus réduite et la retouche est standardisée (majorité de racloirs). Les très rares bifaces ou outils bifaciaux sont uniquement façonnés sur plaquettes de silex. La qualité du silex devient un paramètre prioritaire de sélection, surtout pour le débitage. La diversité des gîtes parcourus diminue au profit exclusif du silex local tertiaire. Les galets aménagés sont de grande dimension et dans des matériaux moins diversifiés. Des indices de circulation des outils sont observables pour les éclats Levallois. Parallèlement aux stratégies lithiques qui indiquent clairement un nouveau type de production et de consommation, les comportements de subsistance attestent d'occupations saisonnières dans le cadre d'abattages préférentiels de chevaux, avec traitement systématique des carcasses et recherche des parties animales les plus nutritives.

À partir de 250 000 (base de la séquence de Payre), les chaînes opératoires discoïdes sont ramifiées, avec des chaînes de débitage secondaires complémentaires, et l'outillage sur éclats (uniquement des racloirs et pointes sur produits en silex, rarement en quartz et calcaire) prédomine sur l'outillage façonné qui n'est représenté que par quelques grands outils sur éclat et galets aménagés. Les matériaux des outils façonnés

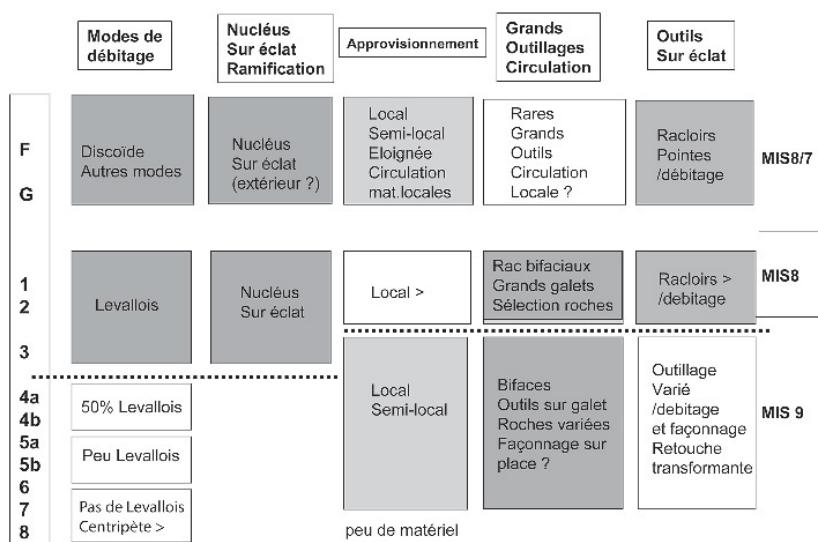


Fig. 16 – Comparaison des comportements techniques entre Orgnac 3 et la base de la séquence de Payre.
Fig. 16 – Comparison of the technical behaviours at Orgnac 3 and bottom-levels at Payre.

sont diversifiés, mobiles et proviennent d'un périmètre local alors que le silex provient d'une zone plus éloignée (entre 5 km et 30 km). Bien que le silex soit abondant, il est très rarement utilisé pour façonnner de grands outils. Quelques éclats en silex provenant de zones situées à 60 km au sud attestent que des pièces identiques à celles en silex local circulent. Les occupations sont saisonnières, plus ou moins longues, orientées vers des chasses diversifiées de cerfs, bovinés et chevaux, obéissant à une occupation du territoire prévisionnelle se rapprochant du type «circulating» (Daujeard et Moncel, 2010).

Le sommet de la séquence d'Orgnac 3 et la base de la séquence de Payre ont en commun de nombreux traits comportementaux, tant au niveau des types de chaînes de production lithique, que des stratégies de subsistance (fig. 16 et 17). Pourtant l'un est localisé sur un plateau, l'autre en bordure d'une vallée. Les séquences des deux sites permettent d'observer que la distinction entre chaînes opératoires de débitage et de façonnage apparaît vers 300-280 000 ans et perdure à Payre, à l'inverse de ce que l'on observe dans le sud-ouest de la France avec le concept trifacial (Boëda, 1991; Turq, 1992; Brenet *et al.*, 2008). La comparaison entre les stratégies lithiques et de subsistance à Orgnac 3 montre qu'une phase de «transition» existe (fin du MIS 9, niveaux 4b et 4a) et que les stratégies

lithiques se modifient par étapes (mosaïque), parallèlement aux changements dans les comportements de subsistance. Cette transition n'apparaît pas liée aux modifications climatiques. L'influence des types d'occupation sur les comportements lithiques est difficile à évaluer tout au long de la séquence d'Orgnac 3 car probablement en grande partie liée aux changements comportementaux. Ce n'est que vers 280 000 ans que les stratégies de subsistance et lithiques obéissent à des règles communes que l'on peut qualifier clairement de type Paléolithique moyen (niveaux supérieurs d'Orgnac 3 et niveaux de base de Payre).

Les stratégies d'acquisition des matières premières et les modes de gestion diversifiés des outillages suggèrent une exploitation raisonnée de petits territoires et des environnements de la rive droite de la vallée du Rhône et du sud-est du Massif central (Raynal *et al.*, 2007; Moncel et Daujeard, 2012) qui se modifie à partir de 300 000 ans et perdure jusqu'à au moins 120 000 ans. ■

Remerciements : Les travaux de terrain et les études sur la région ont été menés avec le soutien du Service de l'Archéologie Rhône-Alpes du ministère de la Culture. Un grand merci à Alain Turq et aux organisateurs du colloque pour leurs remarques constructives sur le manuscrit.

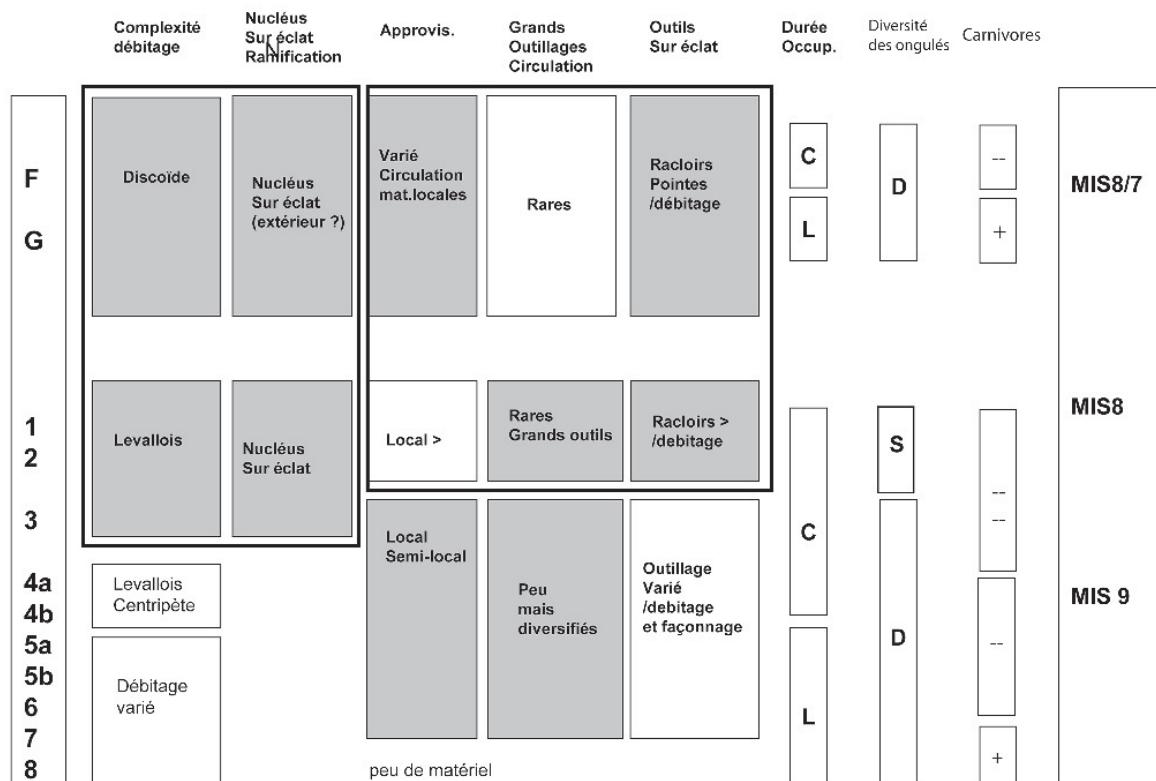


Fig. 17 – Mise en perspective des comportements de subsistance et techniques à Orgnac 3 et Payre entre les MIS 9 et 7. Durée d'occupation : L = longues occupations, C = occupations courtes ; ongulés : D = grande biodiversité, S = moindre biodiversité.

Fig. 17 – Comparison of the subsistence and technical behaviours at Orgnac 3 and bottom-levels at Payre between the MIS 9 and 7. Duration of occupation: L = long-term occupations, C = short occupations; ungulates: D = large biodiversity, S = fewer species.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- AOURAGHE H. (1999) – Reconstitution du paléoenvironnement par les grands mammifères : les faunes du Pléistocène moyen d'Orgnac 3 (Ardèche, France), *L'Anthropologie*, 103, 1, p. 177-184.
- BAR-YOSEF O., DIBBLE H.L. (dir.) (1995) – *The Definition and Interpretation of Levallois Technology*, Madison, Prehistory Press, 502 p.
- BOCQUET-APPEL J.-P., TUFFREAU A. (2009) – Technological Responses of Neanderthals to Macroclimatic Variations (240,000-40,000 BP), *Human Biology*, 81, p. 287-307.
- BOËDA É. (1991) – La conception trifaciale : un nouveau mode de taille préhistorique, in E. Bonifay et B. Vandermeersch (dir.), *Les premiers Européens*, actes du 114^e Congrès national des sociétés savantes (Paris, 1989), Paris, Éd. du CTHS, p. 251-263.
- BOËDA É. (1994) – *Le concept Levallois, Variabilité des méthodes*, Paris, CNRS Éditions (CRA 9), 280 p.
- BOURGUIGNON L., FAIVRE J.-Ph., TURQ A. (2004) – Ramification des chaînes opératoires : une spécificité du Moustérien ?, *Paléo*, 16, p. 37-48.
- BOURGUIGNON L., DJEMA H., BERTRAN P., LAHAYE Ch., GUIBERT P. (2008) – Le gisement Saalien de Petit-Bost (Neuvic, Dordogne), in J. Jaubert, J.-G. Bordes, I. Ortega (dir.), *Les sociétés du Paléolithique dans un grand Sud-Ouest de la France : nouveaux gisements, nouveaux résultats, nouvelles méthodes*, actes de la séance SPF (université Bordeaux 1, Talence, 2006), Paris, Société préhistorique française (Mémoire 47), p. 41-55.
- BRENET M. (2011) – *Variabilité et signification des productions lithiques au Paléolithique moyen ancien. L'exemple de trois gisements de plein-air du Bergeracois (Dordogne, France)*, thèse de doctorat, Université de Bordeaux I, Bordeaux, 482 p.
- BRENET M., FOLGADO M., LENOBLE A., BERTRAN P., VIELLE-VIGNE E., GUIBERT P. (2008) – Interprétation de la variabilité de deux industries du Paléolithique moyen ancien du Bergeracois : Cantalouette I et Combe Brune 3 (Creyssac, Dordogne), in J. Jaubert, J.-G. Bordes, I. Ortega (dir.), *Les sociétés du Paléolithique dans un grand Sud-Ouest de la France : nouveaux gisements, nouveaux résultats, nouvelles méthodes*, actes de la séance SPF (université Bordeaux 1, Talence, 2006), Paris, Société préhistorique française (Mémoire 47), p. 57-83.
- CHURCHILL S.E. (2001) – Hand morphology, manipulation and tool use in Neanderthals and early modern Humans of the Near East, *PNAS*, 98, p. 2953-2955.
- COLONGE D., JARRY M., DELFOUR G., FONDEVILLE C. (2010) – De la transition paléolithique inférieur – moyen dans la vallée de la Garonne : l'Acheuléen supérieur de Raspide 2 (Blagnac, Haute-Garonne), *BSPF*, 107, 2, p. 205-227.
- COMBIER J. (1967) – *Le Paléolithique de l'Ardèche dans son cadre bioclimatique*, Bordeaux, Éd. Delmas (Mémoire 4), 462 p.
- CONDEMI S., VOISIN J.-L., BELMAKER M., MONCEL M.-H. (2010) – Revisiting the Question of Neandertal Regional Variability: a View from the Rhône Valley Corridor, *Collegium anthropologicum*, 34, 3, p. 787-796.
- DAUJARD C. (2008) – *Exploitation du milieu animal par les Néandertaliens dans le Sud-Est de la France*, Oxford, John and Erica Hedges Ltd (BAR International Series 1867), 634 p.
- DAUJARD C., MONCEL M.-H. (2010) – On Neanderthal subsistence strategies and land use: A regional focus on the Rhone Valley area in southeastern France, *Journal of Anthropological Archaeology*, 29, p. 368-391.
- DEBARD É. (1988) – *Le Quaternaire du Bas-Vivarais d'après l'étude des remplissages d'avens, de grottes et d'abris sous roche. Dynamique sédimentaire, paléoclimatologie et chronologie*, Villeurbanne, Département des sciences de la terre, Université Claude Bernard (Documents Laboratoire Géologie de Lyon 103), 316 p.
- DEBARD É., PASTRE J.-F. (1988) – Un marqueur chronostratigraphique du Pléistocène moyen à la périphérie du Massif Central : la retombée à clinopyroxène vert du Sancy dans le site acheuléen d'Orgnac III (Bas-Vivarais, SE France), *CRAS*, 306, p. 1515-1520.
- EL HAZZAZI N. (1998) – *Paléoenvironnement et chronologie des sites du Pléistocène moyen et supérieur : Orgnac 3, Payre et Abri des Pêcheurs (Ardèche, France) d'après l'étude des rongeurs*, thèse de doctorat, Muséum national d'histoire naturelle, Paris, 246 p.
- ELSTON R.G., KUHN S.L. (dir.) (2002) – *Thinking Small: Global Perspectives on Microlithization*, Arlington, American anthropological association (Archaeological Papers of the American Anthropological Association 12), 191 p.
- ENDICOTT P., HO S.Y.W., STRINGER C. (2010) – Using genetic evidence to evaluate four palaeoanthropological hypotheses for the timing of Neanderthal and modern human origins, *Journal of Human Evolution*, 59, p. 87-95.
- FALGUÈRES Ch., SHEN G., YOKOYAMA Y. (1988) – Datation de l'aven d'Orgnac III : comparaison par les méthodes de la résonance de spin électronique (ESR) et du déséquilibre des familles de l'Uranium, *L'Anthropologie*, 92, 2, p. 727-730.
- FERNANDES P., RAYNAL J.-P., MONCEL M.-H. (2008) – Middle Palaeolithic raw material gathering territories and Neandertal mobility in the southern Massif Central of France: first results from a petroarchaeological study on flint, *Journal of Archaeological Science*, 35, 8, p. 2357-2370.
- FORSTEN A., MOIGNE A.-M. (1988) – The horse from the Middle Pleistocene of Orgnac-3 (Ardèche, France), *Quaternaire*, 9, 4, p. 315-323.
- GAUTHIER A. (1992) – *Paléoenvironnement du Pléistocène moyen dans le sud de la France. Apport et limite de l'analyse pollinique de trois sites préhistoriques : Caune de l'Arago, Orgnac 3, grotte du Lazaret*, thèse de doctorat, Muséum national d'histoire naturelle, Paris, 264 p.
- GOLOVANOVA L.V. (2000) – Late Acheulian of the Northern Caucasus and the problem of transition of the Middle Palaeolithic, in D. Lordkipanidze, O. Bar-Yosef et M. Otte (dir.), *Les premiers hommes aux portes de l'Europe*, actes du 1^{er} Symposium international (Dmanisi, Tbilisi, Géorgie, 1998), Liège, Université de Liège (ERAUL 92), p. 42-65.
- GOVAL É. (2005) – *Contribution à l'identification du passage du Paléolithique inférieur au Paléolithique moyen à partir du matériel lithique du gisement du Mont de l'Évangile de Gentelles (Somme, France)*, mémoire de master, université 1 Lille – Sciences et technologies, 298 p.
- GRÉGOIRE S., BARSKY D., BYRNE L. (2006) – The Caune de l'Arago (Tautavel, France) : An example of Middle Pleistocene flint exploitation, in G. Körting et G. Weisgerber (dir.), *Stone Age – Mining Age*, 8^e International flint symposium (Bochum, 1999) (Der Anschnitt 19), p. 99-113.
- GUÉRIN C. (1980) – *Les Rhinocéros (Mammalia, Perissodactyla) du Miocène terminal au Pléistocène supérieur en Europe occidentale. Comparaison avec les espèces actuelles*, Villeurbanne, Département des sciences de la terre, Université Claude Bernard Lyon 1 (Documents des laboratoires de géologie de Lyon 79), 3 vol., 1184 p.
- HONG M. (1993) – *Le Paléolithique inférieur de l'abri de la Baume Bonne (Quinson, Alpes-de-Haute-Provence). Étude technologique et typologique de l'industrie lithique*, thèse de doctorat, Muséum national d'histoire naturelle, Paris, 316 p.
- HUBLIN J.-J. (2009) – The origin of Neandertals, *PNAS*, 106, 38, p. 16022-16027.
- HUBLIN J.-J., PÄÄBO S. (2005) – Neandertals, *Current Biology*, 16, 4, p. 113-114.
- JEANNET M. (1981) – Les rongeurs du gisement acheuléen d'Orgnac 3 (Ardèche), *Bulletin de la Société Linnéenne de Lyon*, 50, 2, p. 49-71.

- JUANA S., GALA A.B., DOMINGUEZ-RODRIGO M. (2010) – Taphonomic identification of cut marks made with lithic handaxes: an experimental study, *Journal of Archaeological Science*, 37, 8, p. 1841-1850.
- KHATIB S. (1994) – Datations des cendres volcaniques et analyses géochimiques du remplissage d'Orgnac 3 (Ardèche, France), *Quaternaire*, 5, 1, p. 13-23.
- KRINGS M., STONE A., SCHMITZ R.W., KRAINITZKI H., STONEKING M., PÄÄBO S. (1997) – Neanderthal DNA Sequences and the Origin of Modern Humans, *Cell*, 90, p. 19-30.
- LAURENT M. (1989) – *Étude paléoclimatique du gisement d'Orgnac 3 : premiers résultats*, mémoire de DEA, Muséum national d'histoire naturelle, Paris, 68 p.
- LUMLEY M.A. de (1981) – Les restes humains d'Orgnac 3, in *Les premiers habitants de l'Europe (15000000-1000000 ans)*, Catalogue de l'exposition du Laboratoire de Préhistoire du Musée de l'Homme (Paris, 1981-1983), Paris, Muséum national d'histoire naturelle, p. 143-145.
- MASAOUDI H. (1995) – *Application des méthodes du déséquilibre des familles de l'Uranium (230 Th/234 U) et de la résonance de spin électronique à la datation des sites d'Orgnac 3, de Payre et de l'Abri des Pêcheurs (Ardèche)*, thèse de doctorat, Muséum national d'histoire naturelle, Paris, 155 p.
- MENENDEZ-GRANDA L. (2009) – *La Transicion del Modo 3 al Modo 2 vista a través de la industria lítica de Grand Dolina TD10 (Atapuerca, Burgos) y Orgnac 3 (Ardeche, Francia)*, thèse de doctorat, université Rovira i Virgili, Tarragone, 565 p.
- MOIGNE A.-M., BARSKY D. (1999) – Large Mammal assemblages from Lower Paleolithic sites in France: La Caune de l'Arago, Terra-Amata, Orgnac 3 and Cagny l'Épinette, in S. Gaudzinski et E. Turner (dir.), *The role of Early Humans in the Accumulation of European Lower and Middle Paleolithic Bone Assemblages*, Mainz, Verlag des Romisch-Germanischen Zentralmuseums (Monographien des Römisch-Germanischen Zentralmuseum 42), p. 219-235.
- MOIGNE A.-M., GRÉGOIRE S., LUMLEY H. de (2005) – Les territoires de chasse et d'exploitation des matières premières des hommes préhistoriques de la Caune de l'Arago entre 600 000 ans et 400 000 ans, in Jaubert J. et Barbaza M. (dir.), *Territoires, déplacements, mobilité, échanges durant la Préhistoire. Terres et hommes du Sud*, actes du 126^e Congrès national des Sociétés historiques et scientifiques (Toulouse, 2001), Paris, Éd. du CTHS, p. 17-31.
- MONCEL M.-H. (1995) – Bifaces et outils-bifaces du Paléolithique moyen ancien : réflexion à partir de sites d'Ardèche, Orgnac 3 et Payre, *Paléo*, 7, p. 157-169.
- MONCEL M.-H. (1999) – *Les assemblages lithiques du site Pléistocène moyen d'Orgnac 3 (Ardèche, Moyenne Vallée du Rhône, France). Contribution à la connaissance du Paléolithique moyen ancien et du comportement technique différentiel des Hommes au Paléolithique inférieur et au Paléolithique moyen*, Liège, Université de Liège (ERAUL 89), 446 p.
- MONCEL M.-H. (1998-1999) – Répartition du matériel lithique dans le niveau 1 du site pléistocène moyen d'Orgnac 3 (Ardèche). Fouilles J. Combier 1959-1972. Illusion ou réalité ?, *Préhistoire Anthropologie Méditerranéennes*, 7-8, p. 63-75.
- MONCEL M.-H. (2003) – *L'exploitation de l'espace et la mobilité des groupes humains au travers des assemblages lithiques à la fin du Pléistocène moyen et au début du Pléistocène supérieur. La moyenne vallée du Rhône entre Drôme et Ardèche*, Oxford, John and Erica Hedges Ltd (BAR International Series 1184), 179 p.
- MONCEL M.-H. (2006) – Answer to paper of G. Monnier, An Evaluation of the Lower/Middle Palaeolithic Periodization in Western Europe, *Current Anthropology*, 47, 5, p. 709-745.
- MONCEL M.-H. (dir.) (2008) – *Payre. Des occupations humaines de la moyenne vallée du Rhône de la fin du Pléistocène moyen et du début du Pléistocène supérieur*, Paris, Société préhistorique française (Mémoire 46), 336 p.
- MONCEL M.-H., COMBIER J. (1992) – L'industrie lithique du site Pléistocène moyen d'Orgnac 3 (Ardèche, France), *Gallia Préhistoire*, 1, p. 1-54.
- MONCEL M.-H., DEBARD É., DESCLAUX E., DUBOIS J.-M., LA-MARQUE F., PATOU-MATHIS M., VILETTE Ph. (2002) – Le cadre de vie des hommes du Paléolithique moyen (stades isotopiques 6 et 5) dans le site de Payre (Rompon, Ardèche) : d'une grotte à un abri-sous-roche effondré, *BSPF*, 99, 2, p. 249-275.
- MONCEL M.-H., MOIGNE A.-M., COMBIER J. (2005) – Pre-Neandertal Behaviour During Isotopic Stage 9 and the Beginning of Stage 8. New Data Concerning Fauna and Lithics in the Different Occupation Levels of Orgnac 3 (Ardèche, South-East France): Occupation Types, *Journal of Archaeological Science*, 32, p. 1283-1301.
- MONCEL M.-H., BOREL A., DE LOMBERA A., SALA R., DENIAUX B. (2008) – Quartz et quartzite dans le site de Payre (MIS 7 et 5, Ardèche, France) : données techno-économiques sur la gestion de roches locales au Paléolithique moyen, *Comptes rendus. Palevol*, 7, p. 441-451.
- MONCEL M.-H., LOMBERA A. de, DENIAUX B. (2009a) – Quartz et quartzite dans les niveaux d'occupation OIS 7 et 5 du site de Payre (Sud-Est, France) : fonction spécifique et complémentaire ?, in S. Cura et S. Grimaldi (dir.), *Technological Analysis on Quartzite Exploitation. Études technologiques sur l'exploitation du quartzite (session WS15)*, actes du 15^e Congrès de l'UISPP (Lisbonne, 2006), Oxford, Archaeopress (BAR International Series 1998), p. 13-23.
- MONCEL M.-H., CHACON M.G., COUDENEAU A., FERNANDES P. (2009b) – Points and convergent edges in the Early European Middle Paleolithic site of Payre (SE, France), *Journal of Archaeological Science*, 36, 9, p. 1892-1909.
- MONCEL M.-H., MOIGNE A.-M., SAM Y., COMBIER J. (2011) – The Emergence of Neanderthal Technical Behavior: New Evidence from Orgnac 3 (Level 1, MIS 8), Southeastern France, *Current Anthropology*, 52, 1, p. 37-75.
- MONCEL M.-H., DAUJEAUD C. (2012) – The variability of the Middle Palaeolithic on the right bank of the Middle Rhône Valley (South-East of France): technical traditions or functional choices ?, in E. Carbonnel (dir.), *Abric Romani (1909-2009) – The Neanderthal Home: Spatial and social behaviour* (Tarragone, 2009), Quaternary International, 247, special issue, p. 103-124.
- MONCEL M.-H., MOIGNE A.-M., COMBIER J. (2012) - Towards the Middle Paleolithic in Western Europe: The case of Orgnac 3 (South-Eastern France), *Journal of Human Evolution*, 63, p. 653-666.
- MONNIER G. (2006) – An Evaluation of the Lower/Middle Palaeolithic Periodization in Western Europe, *Current Anthropology*, 47, 5, p. 709-745.
- MOURER-CHAUVRÉ C. (1975) – *Les Oiseaux du Pléistocene moyen et supérieur de France*, Lyon, Département des sciences de la terre, Université Claude Bernard Lyon 1 (Documents des Laboratoires de Géologie de la Faculté des Sciences de Lyon 64), 2 fasc., 624 p.
- PERIS J.F. (2007) – *La Cova del Bolomor (Tavernes de la Valldigna, Valencia). Las industrias líticas del Pleistoceno medio en el ámbito del mediterráneo peninsular*, Servicio de investigación prehistórica, Diputación provincial de Valencia (Serie de Trabajos Varios 108), 463 p.
- PREMO L.S., HUBLIN J.-J. (2009) – Culture, population structure, and low genetic diversity in Pleistocene hominins, *PNAS*, 106, 1, p. 33-37.
- RAYNAL J.-P., BERTRAN P., BINDON P., FERNANDES P., FIORE I., GUADELLI J.-L., KIEFFER G., PAQUEREAU M.-M., RHODES E.J., SANTAGATA C., SÉGUY R., TAGLIACOZZO A., HIRBEC-RAYNAL M.C. (2007) – *Sainte-Anne 1 (Sinzelles, Polignac, Haute-Loire) – Le Paléolithique moyen de l'unité J1*, Laussonne, L'Archéo-logis-CDERAD Éditions (Les dossiers de l'Archéo-Logis 3), 265 p.
- RIGAUD J.-Ph. (dir.) (1988) – *La grotte Vaufréy : paléoenvironnement, chronologie, activités humaines*, Paris, Société préhistorique française (Mémoire 19), 616 p.

- RIGHTMIRE G.P. (2008) – Homo in the middle Pleistocene: Hypo-digms, variation, and species recognition, *Evolutionary Anthropology*, 17, 1, p. 8-21.
- RIVALS F., MONCEL M.-H., PATOU-MATHIS M. (2009a) – Seasonality and intra-site variation of Neanderthal occupations in the Middle Palaeolithic locality of Payre (Ardèche, France) using dental wear analyses, *Journal of Archaeological Science*, 36, p. 1070-1078.
- RIVALS F., SCHULZ E., KAISER T.M. (2009b) – A new application of dental wear analyses: estimation of duration of hominid occupations in archaeological localities, *Journal of Human Evolution*, 56, p. 329-339.
- RODRIGUEZ X.P. (2004) – Atapuerca y el inicio del Paleolítico medio en Europa, in E. Baquedano et S. Rubio (dir.), *Miscelánea en homenaje a Emiliano Aguirre. Arqueología*, Madrid Comunidad de Madrid, Museo Arqueológico Regional, p. 417-431.
- SAM Y. (2009) – *Étude paléontologique, archéozoologique et taphonomique des grands mammifères du site Pléistocène moyen d'Orgnac 3 (Ardèche, France)*, thèse de doctorat, université de Perpignan, 301 p.
- SAM Y., MOIGNE A.-M. (2011) – Rôle des hommes et des carnivores dans l'accumulation osseuse des niveaux profonds d'Orgnac 3 (Ardèche, France). Exemple des niveaux 7-8, in J.-P. Brugal, A. Gardeisen et A. Zucker (dir.), *Prédateurs dans tous leurs états. Évolution, Biodiversité, Interactions, Mythes, Symboles*, actes des 31^{es} Rencontres internationales d'archéologie et d'histoire d'Antibes (Antibes, 2010), Antibes, Éd. APDCA, p. 65-81.
- SHEN G. (1985) – *Datation des planchers stalagmitiques de sites acheuléens en Europe par les méthodes des déséquilibres des familles de l'Uranium et contribution méthodologique*, thèse de doctorat, université de Paris VI, 169 p.
- SORIANO S. (2005) – Le Sud : une plate-forme pour le peuplement des espaces septentrionaux pendant le Pléistocène moyen récent ?, in
- Jaubert J. et Barbaza M. (dir.), *Territoires, déplacements, mobilité, échanges durant la Préhistoire. Terres et hommes du Sud*, actes du 126^e Congrès national des Sociétés historiques et scientifiques (Toulouse, 2001), Paris, Éd. du CTHS, p. 63-83.
- STINER M.C., BARKAI R., GOPHER A. (2009) – Cooperative hunting and meat sharing 400-200 kya at Qesem Cave, Israel, *PNAS*, 106, p. 13207-13212.
- THEODOROPOULOU A., MONCEL M.-H., CHACON M.G. (2009) – The denticulates of the Early Middle Pleistocene lithic assemblages from Payre (south eastern France), *Anthropologie*, 47, 1-2, p. 33-46.
- TILLIER A.-M., VANDERMEERSCH B. (1976) – Les cynomorphes, *La Préhistoire Française*, 1, p. 367-370.
- TUFFREAU A., ANTOINE P., CHASE P.-G., DIBBLE H., ELWOOD B.-B., KOLFSCHOTEN T., LAMOTTE A., MACPHERRON S., MOIGNE A.-M., MUNAUT A. (1995) – Le gisement acheuléen de Cagny l'Épinette, *BSPF*, 92, 2, p. 169-191.
- TURQ A. (1992) – *Le Paléolithique inférieur et moyen entre les vallées de la Dordogne et du Lot, habilitation à diriger des recherches*, université de Bordeaux 1, 2 vol., 742 p.
- VALLADAS H., MERCIER N., AYLiffe L., FALGUÈRES C., BAHAIN J.-J., DOLO J.-M., FROGET L., JORON J.-L., MASAIDI H., REYSS J.-L., MONCEL M.-H. (2008) – Chronology of the Middle Paleolithic sequence of Payre (Ardèche, France) based on radiometric dating methods, *Quaternary Geochronology (Quaternary Science Review)*, 3, 4, p. 377-389.
- VILLA P. (2009) – Discussion 3: The Lower to Middle Paleolithic Transition, in M. Camps et P.R. Chauhan (dir.), *Sourcebook of Paleolithic Transitions. Methods, Theories and Interpretations*, New York, Springer, p. 265-270.
- WHITE M., ASHTON N. (2003) – Lower Palaeolithic Core Technology and the origins of the Levallois Method in North-Western Europe, *Current Anthropology*, 44, 4, p. 598-609.

**Marie-Hélène MONCEL,
Maria Gema CHACÓN NAVARRO,
Sam YOUSCEF, Anne-Marie MOIGNE,
Marylène PATOU-MATHIS, Camille DAUJEARD,
Angeliki THEODOROPOULOU,
Jean-Jacques BAHAIN, Pierre VOINCHET,
Christophe FALGUÈRES
et Yuji YOKOYAMA**

Département de Préhistoire du Muséum national d'histoire naturelle (MNHN)
CNRS/UMR 7194, Institut de Paléontologie Humaine
1, rue René-Panhard, 75013 Paris
moncel@mnhn.fr • gchacon@iphes.cat • sam_yousef@hotmail.com
ammoigne@tautavel.univ-perp.fr • patmath@mnhn.fr
camille.daujeard@mnhn.fr • tzino8@hotmail.com • bahain@mnhn.fr
pvoinch@mnhn.fr • falguere@mnhn.fr

Paul FERNANDES

SARL Paléotime, 272, rue du Lycée-Polonais, 38250 Villars-de-Lans
et Université Bordeaux 1, CNRS/Université Bordeaux 1, UMR 5199/PACEA
Avenue des Facultés, 33405 Talence • paul.fernandes@paleotime.fr

**Leticia MENÉNDEZ GRANDA,
Maria Gema CHACÓN NAVARRO, Florent RIVALS
et Arturo de LOMBERA HERMIDA**
Institut Català de Paleoecología Humana i Evolució Social (IPHES)
C/Escorxador s/n, 43003 Tarragona, Espagne
gchacon@iphes.cat • frivals@iphes.cat • artulomb@gmail.com

**Maria Gema CHACÓN NAVARRO
et Florent RIVALS**

Area de Prehistoria, Universitat Rovira i Virgili (URV)
Avinguda de Catalunya 35, 43002 Tarragona, Espagne
gchacon@iphes.cat • frivals@iphes.cat

Arturo de LOMBERA HERMIDA

Grupo de Estudos para a Prehistória do Noroeste (GEPN),
Universidade de Santiago de Compostela, Espagne
artulomb@gmail.com

Hélène VALLADAS

LSCE/IPSL, UMR CEA-CNRS
Avenue de la Terrasse, 91198 Gif-sur-Yvette • helene.valladas@lsce.ipsl.fr

Norbert MERCIER

Institut de recherche sur les Archéomatériaux, CNRS/UMR 5060,
Centre de Recherche sur la Physique des Archéomatériaux (CRPA)
Maison de l'archéologie, Université Michel de Montaigne – Bordeaux 3
Domaine Universitaire, 33607 Pessac • Norbert.Mercier@u-bordeaux3.fr

Véronique MICHEL

Université Nice Sophia Antipolis, Campus Saint-Jean-d'Angély
CNRS/UMR 6130, SJA3 – CEPAM
24, avenue des Diables-Bleus, 06357 Nice Cedex 4, France
et Géoazur, CNRS/UMR 6526, Parc Valrose, 06108 Nice
veronique.michel@cepam.cnrs.fr

Shen GUANJUN

Institut des Sciences Géographiques,
Université Normale de Nanjing, 210097 Chine

Jean COMBIER

5, rue Saint-Jean, 71000 Mâcon • jean.combier@wanadoo.fr

Archeologia e Calcolatori
19, 2008, 153-166

UTILISATION D'UN SITE WEB INTÉGRÉ DE WEBMAPPING ET DE GESTION DE CONTENUS. L'EXEMPLE DE RECHERCHES EN COURS EN PÉTROARCHÉOLOGIE DU SILEX APPLIQUÉE AU PALÉOLITHIQUE MOYEN

1. PRÉSENTATION DU SITE Map'N

1.1 *Le contexte général du projet Map'N*

La conception et la mise en œuvre de Map'N s'appuie sur un constat multiple:

- des gisements considérables d'archives publiques et privées à référence spatiale non publiées;
- un essor très rapide des sites communautaires d'échange de contenus (YouTube, DailyMotion, etc.);
- un engouement durable pour les sites d'échange et de vente/achat de documents (eBay, David Rumsey, Delcampe, Retro-Photo, etc.);
- des besoins de localisation cartographique en ligne qui ne sont pas proposés dans le Geoportail de l'IGN pour des acteurs privés;
- l'apparition d'outils de cartographie en ligne libres: OpenLayers, MapFish, Mapnik, MetaCarta (MapRectifier), etc.;
- “Google world”: GoogleMaps, MyMaps, GoogleEarth, Panoramio, etc.;
- des technologies de publication de données sur le web accessibles à tous (web 2.0, CMS, travail collaboratif, etc.).

A partir de ce constat multiple, et partant du principe que des outils de gestion de contenus peuvent être une réponse technique à un besoin scientifique de recueil et à la publication en ligne de travaux scientifiques, il a été décidé en 2007 de lancer une expérimentation pour la conception d'un site, baptisé Map'N, dédié à la diffusion de données dans les domaines des sciences historiques et archéologiques.

1.2 *Les principes généraux de Map'N*

Les principes de Map'N sont les suivants:

- un site communautaire de publication de données d'archives publiques et privées;
- des services interactifs de géoréférencement en ligne de documents à référence spatiale;
- des services de navigation dans des bibliothèques de contenus regroupés par types de contenus;
- une co-rédaction de publications;

C. Tuffery, P. Fernandes, P.-A. Le Ny

- un enrichissement communautaire de références bibliographiques, de listes de liens, de commentaires sur les contenus publiés, etc.

Ces principes couvrent un spectre très large d'usages possibles parmi lesquels l'usage pour des travaux scientifiques ne constitue que l'un d'entre eux. L'idée était de démontrer la faisabilité d'un usage possible dans le domaine des sciences archéologiques à partir d'un exemple concret en collaboration avec des chercheurs dans ce domaine.

1.3 Les conditions de faisabilité de Map'N

Très vite il est apparu que la mise en œuvre de Map'N devait répondre à plusieurs exigences pour en démontrer la faisabilité:

- réussir une intégration performante CMS/SIG pour un site destiné en partie au "grand public";
- proposer un site regroupant des contenus très différents;
- savoir communiquer sur un site s'adressant à des publics très variés;
- respecter les lois en vigueur sur le copyright et le droit d'auteur;
- proposer des services en ligne se différenciant de services déjà existants (compléter Google et non pas le concurrencer);
- assurer une administration professionnelle du site;
- rendre populaire et attractif un site multicommunautaire.

1.4 Les publics concernés par Map'N

Le site Map'N a l'ambition de s'adresser à des publics nombreux et très divers:

- professionnels de nombreux secteurs et disciplines: historiens, archéologues, géographes, archivistes, urbanistes, architectes, etc.;
- chercheurs des sciences historiques et archéologiques;
- enseignants, formateurs de l'enseignement supérieur et professionnel;
- élèves du secondaire, étudiants;
- collectionneurs de cartes postales, timbres, photos, etc.;
- particuliers détenteurs d'archives privées;
- particuliers en recherche de documents d'archives à référence spatiale;
- particuliers s'intéressant à la généalogie;
- etc.

1.5 Les services proposés par Map'N

Les services proposés par Map'N se devaient d'être innovants et performants pour démontrer leur réelle valeur ajoutée. A ce jour, les services suivants ont été développés ou sont en cours de développement:

- géoréférencement en ligne de documents à référence spatiale;

Utilisation d'un site web intégré de webmapping et de gestion de contenus

- exportation des documents géoréférencés dans plusieurs formats d'export (GeoTIFF, etc.);
- une publication des documents au choix: espace public ou privé;
- des échanges de savoirs et de connaissances associés à ces documents;
- une publication possible sous licence Creative Commons;
- réutilisation possible des documents publiés dans des logiciels d'image, de SIG et dans GoogleEarth;
- une qualification communautaire des documents publiés (à venir);
- un export de fichiers .kml avec les contenus associés pour lecture dans GoogleEarth (à venir).

1.6 L'architecture de Map'N

Le site Map'N s'appuie sur une architecture 3-tiers (données, serveur, client) constituée de plusieurs composants logiciels, bases de données et webservices (Fig. 1):

- un système de gestion de contenus (CMS Content Management System): Plone (développé en langage Python);
- un outil de gestion en ligne de données géoréférences composé de Map-Server comme serveur cartographique et complété par une bibliothèque GDAL/OGR, et d'OpenLayers qui est une API cartographique développée en JavaScript;
- des données cartographiques de référence constituées en l'occurrence d'un accès aux webservices cartographiques GoogleMaps.

1.7 Les avantages de Map'N

1.7.1 Par rapport à GoogleMaps/GoogleEarth

Les avantages de Map'N par rapport à GoogleMaps et GoogleEarth peuvent être résumés de la façon suivante:

- entièrement gratuit;
- full-web (contrairement à GoogleEarth);
- récupération des fichiers géoréférencés en Geotiff;
- géoréférencement de documents planimétriques sur des grandes surfaces;
- export en fichiers .kml.

1.7.2 Par rapport à Panoramio

Par rapport à Panoramio de Google, les avantages de Map'N sont les suivants:

- publication des contenus sous licence CreativeCommons;
- pas de limitation de taille des fichiers publiés par utilisateur (limitation à 2 Go dans Panoramio).

C. Tuffery, P. Fernandes, P.-A. Le Ny

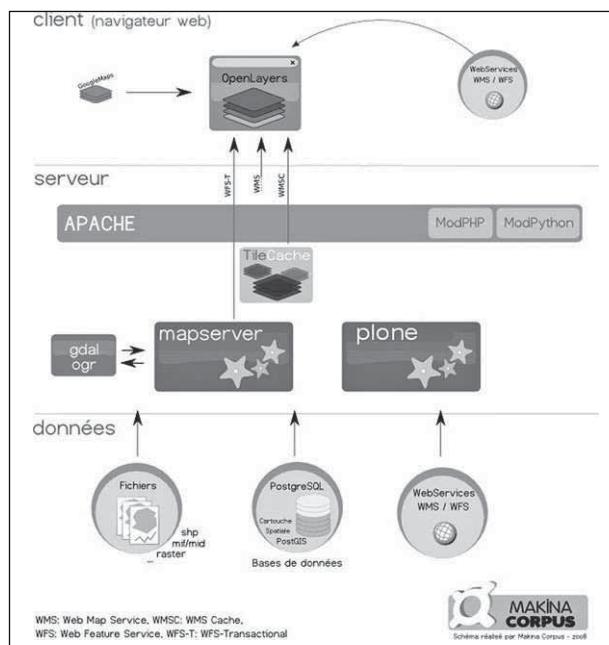


Fig. 1 – Architecture 3-tiers de Map'N.

2. PRÉSENTATION DES TRAVAUX DE RECHERCHES EN PÉTROARCHÉOLOGIE DU SILEX APPLIQUÉE AU PALÉOLITHIQUE MOYEN

2.1 *Principe et objectif des travaux en cours*

Chaque environnement a imposé une série de traits communs caractéristiques dans une unité paléogéographique déterminée. C'est sur ce postulat de lisibilité qu'est fondée notre conception de la pétroarchéologie du silex (FERNANDES 2006; FERNANDES, RAYNAL 2006b). L'objectif de nos travaux en cours est donc de déterminer les sources d'approvisionnement des hommes préhistoriques par la caractérisation des transformations subies par les matériaux lithiques prélevés encore présente sur les objets archéologiques.

Ainsi nous avons pu établir une cartographie des sites archéologiques associés aux gîtes principaux des matériaux lithiques utilisés pour la fabrication des objets archéologiques étudiés (Fig. 2).

2.2 *Les bases: chaîne évolutive du silex et définition d'une typologie*

L'évolution du silex peut être décrite sous la forme d'une chaîne évolutive dont la Fig. 3 illustre les différents stades et mécanismes depuis leur

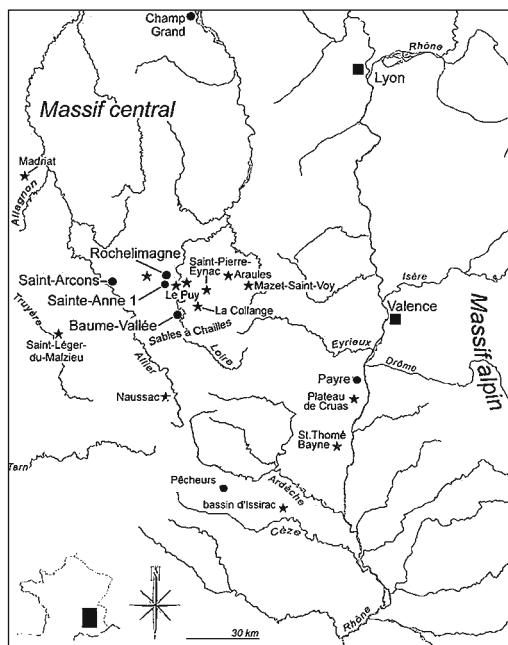
Utilisation d'un site web intégré de webmapping et de gestion de contenus

Fig. 2 – Carte des sites archéologiques étudiés associés aux gîtes principaux.

prélèvement dans les gîtes géologiques d'origine jusqu'aux sites archéologiques dans lesquels ils ont été trouvés. Cette chaîne évolutive fait apparaître différents types de dépôt, de transport et de transformations correspondant à différentes étapes de prélèvement, d'utilisation, de transport et d'abandon par les hommes préhistoriques (FERNANDES, RAYNAL 2006a).

A partir de cette chaîne évolutive, il a été possible d'établir une typologie des échantillons de silex étudiés (Fig. 4), regroupant trois grands types (génétique, gîtologique et archéologique), reprenant les principales étapes et processus décrits dans la chaîne évolutive ci-dessous. Ce sont les types gîtologiques qui représentent la majorité des objets abandonnés dans les sites étudiés.

2.3 Mode opératoire

Le mode opératoire s'appuie sur trois éléments du protocole indispensables, qui sont des éléments essentiels de la grille descriptive:

- la division du silex en trois zones;
- la distinction des faces supérieure et inférieure;
- une étude des néocortex.

C. Tuffery, P. Fernandes, P.-A. Le Ny

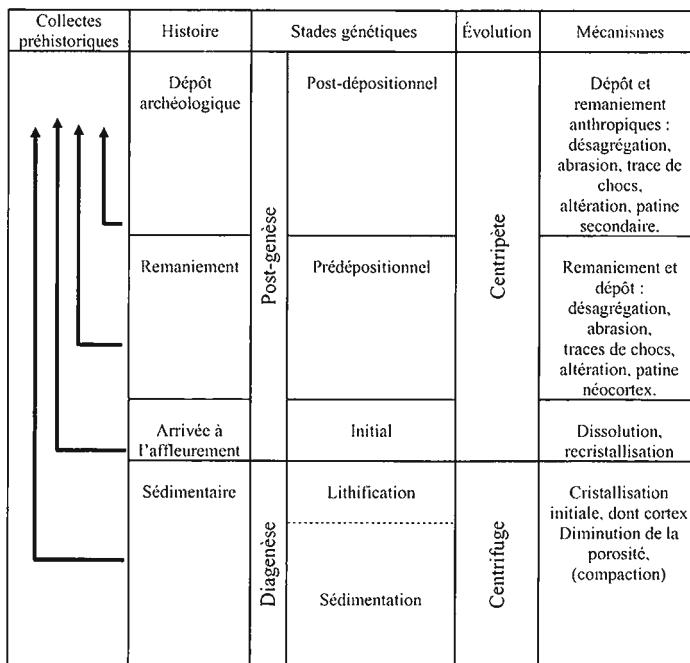


Fig. 3 – Chaîne évolutive du silex.

Types	Histoire	Mécanismes
archéologique	évolution post-dépositionnelle : postérieure à la taille	transformations au sein du gisement archéologique : altération, néo-cortex secondaire
Récolte par les préhistoriques et introduction dans le site		
géologique	évolution prédépositionnelle : remaniement	transformations post-génétiques : désagrégation, traces de chocs, altération, néo-cortex
Mise à l'affleurement		
génétique	formation des silex	Processus enregistrés pendant la sédimentation et la lithification, cortex

Fig. 4 – Définition des types.

Utilisation d'un site web intégré de webmapping et de gestion de contenus

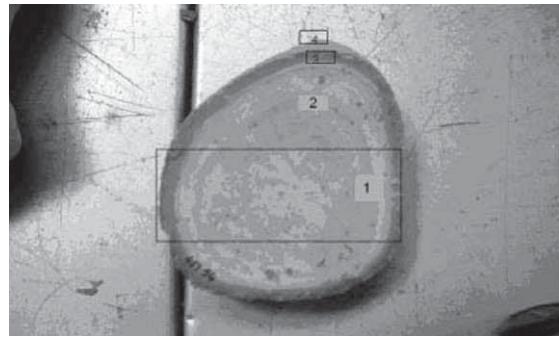


Fig. 5 – Les différentes zones observées sur l'échantillon géologique.

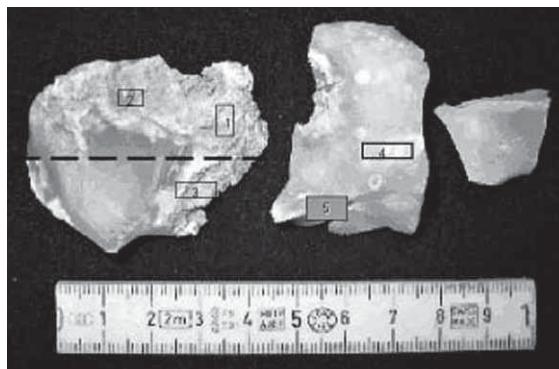


Fig. 6 – Les différentes zones observées sur l'objet archéologique.

Des observations ont lieu sur les échantillons géologiques à trois échelles différentes d'observation (Fig. 5): échelle macroscopique à mésoscopique (binoculaire), microscopique et ultramicroscopique. Ensuite, lors des observations au MEB, on pratique des analyses de type microsonde EDX (Energy Dispersive X-Ray Analysis). Dans un second temps, on pratique la Spectroscopie Infrarouge Quantitative: dans ce type d'approche, les échantillons doivent être analysés en utilisant la méthode du pastillage dans le KBr et enfin la Cartographie Infrarouge. Ces cartographies sont directement réalisées sur les lames minces avec le microscope IRTF de type Hyperion (Bruker Optics) couplé au Vector 22.

Une même observation à trois échelles différentes est réalisée sur l'échantillon (Fig. 6): microscopie optique + infrarouge (FERNANDES 2006); MEB + sonde (FERNANDES, RAYNAL 2006a, 2006b; FERNANDES, RAYNAL, MONCEL 2006); après l'observation mésoscopique.

C. Tuffery, P. Fernandes, P.-A. Le Ny

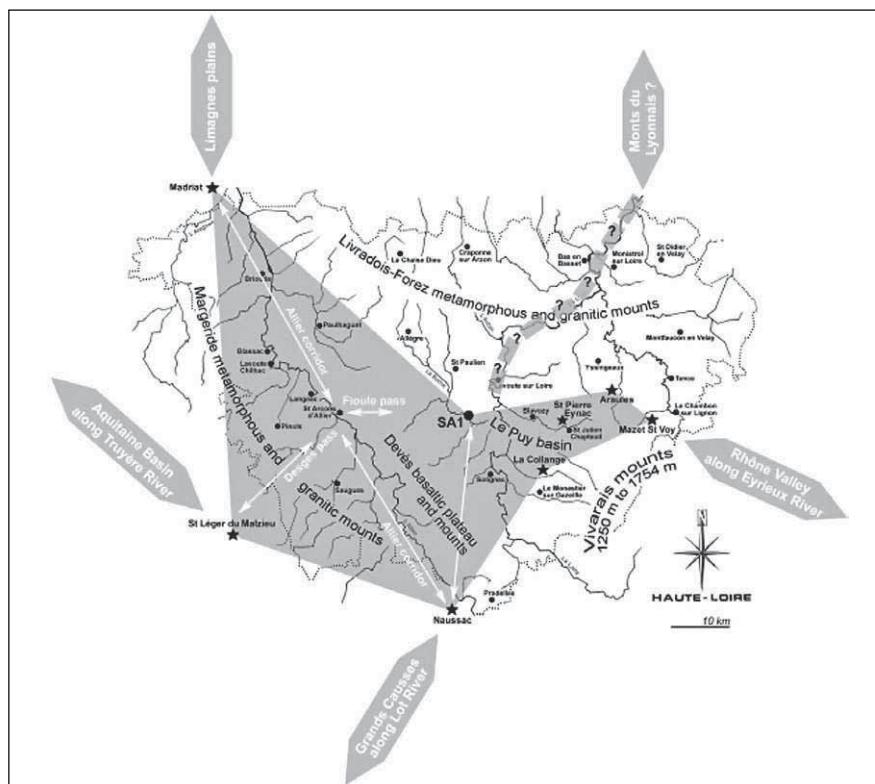


Fig. 7 – Espace minéral parcouru par les occupants de Sainte-Anne 1 (Haute-Loire, France).

2.4 Les résultats

A partir de ces différentes études et observations, les résultats suivants sont obtenus (FERNANDES, RAYNAL, MONCEL 2006; FERNANDES, RAYNAL 2007; FERNANDES, RAYNAL, MONCEL 2008):

- la détermination des aires de collecte;
- la distinction entre vrais et faux silex exogènes;
- une mise en évidence de contacts entre différents secteurs géographiques.

A partir de ces analyses, il apparaît deux conclusions majeures pour l'espace minéral parcouru par les occupants du site de Sainte-Anne 1 (Fig. 7):

- des contacts entre la Haute-Auvergne et la vallée du Rhône;
- l'absence de contact avec le bassin parisien.

Pour le site de Baume-Vallée, des conclusions en partie identiques peuvent être tirées (Fig. 8), l'emprunt des hautes vallées de l'Allier vers le

Utilisation d'un site web intégré de webmapping et de gestion de contenus

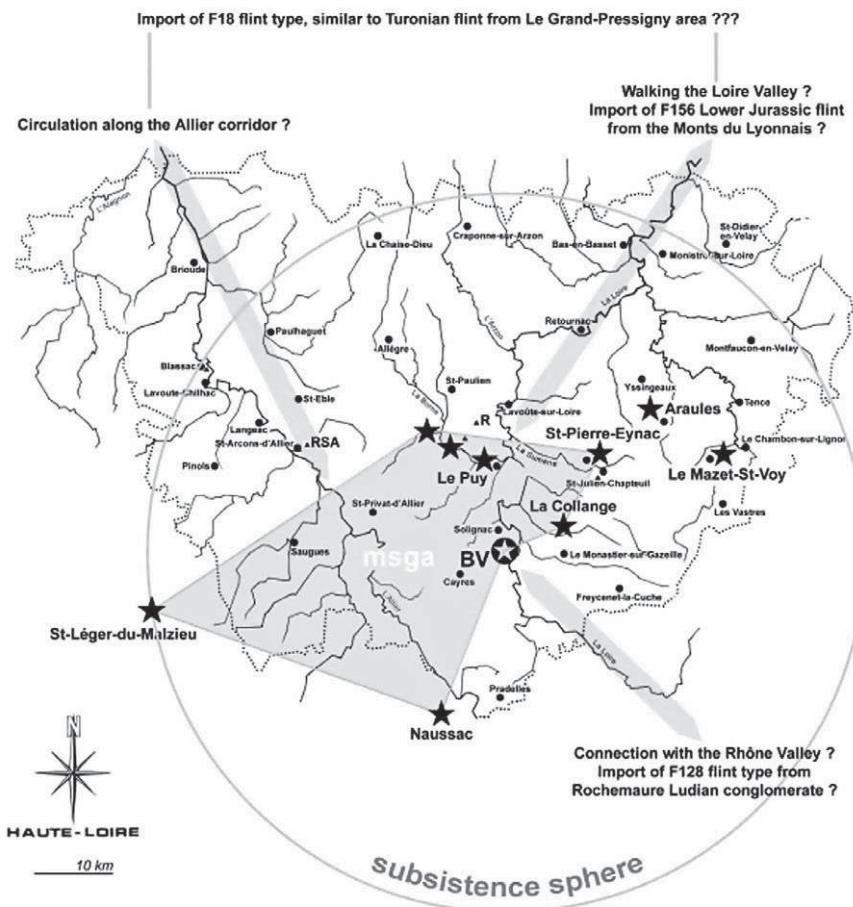


Fig. 8 – Espace minéral parcouru par les occupants de Baume-Vallée.

nord-ouest et de la Loire vers le nord-est étant les deux axes possibles de déplacements vers le nord du Massif central. Les relations avec des zones extrarégionales semblent plus courantes.

Enfin, pour le site de Rochelamagne, les contacts avec la périphérie du Massif-Central n'apparaissent pas de façon évidente (Fig. 9). Jusqu'à présent tous les objets étudiés proviennent des formations présentes dans le massif.

2.5 Perspectives

Comme le démontrent les premiers résultats de ces travaux en cours, l'utilisation d'un mode opératoire adapté à la diagnose des associations de stigmates,

C. Tuffery, P. Fernandes, P.-A. Le Ny

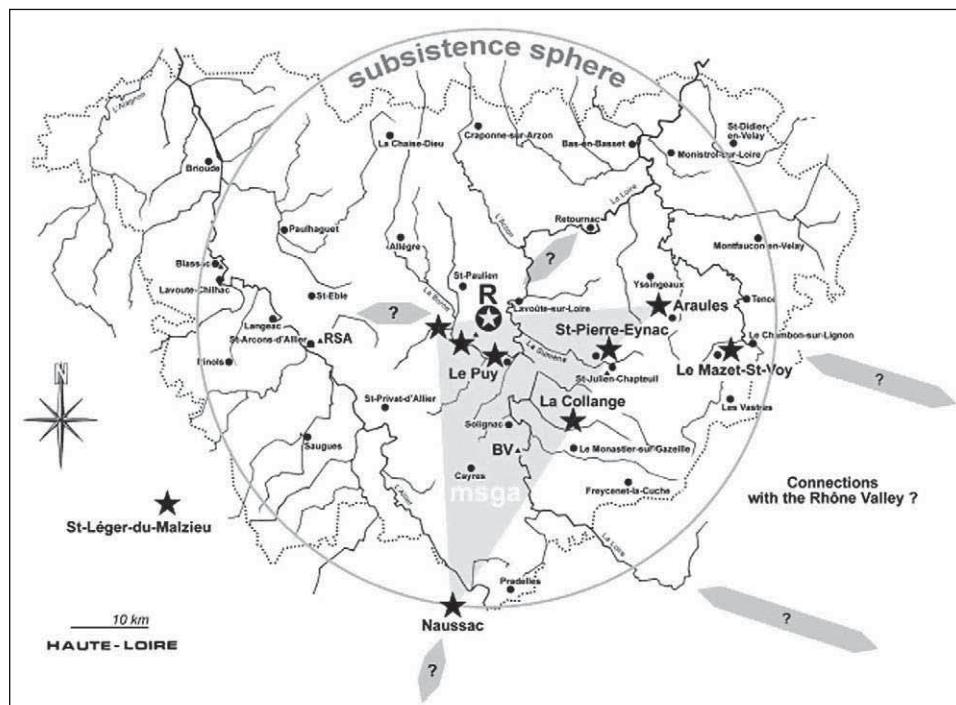


Fig. 9 – Espace minéral parcouru par les occupants de Rochelimagne.

The screenshot shows the homepage of the MapN website. The top navigation bar includes links for Accès, À propos, Conditions générales, Connexions, Archives, Localisation, Formulaire, Votre avis, and FAQ. Below the navigation is a search bar and a 'Document à sélectionner' sidebar. The main content area features a 'Quoi de neuf?' section and three columns: 'Côté cartographie', 'Côté photographie', and 'Côté textes anciens'. The 'Côté cartographie' column lists 'Carte Préhistorique Auvergne 1 26/05/2008', 'Carte Préhistorique Auvergne 2 26/05/2008', 'Carte Préhistorique Auvergne 3 26/05/2009', and 'Plan de la saline d'Arz et Sarsac 26/05/2009'. The 'Côté photographie' column lists 'Affinement de sites à Haute-Loire 26/05/2008 15:14', 'Carte Préhistorique Auvergne 2 26/05/2008 16:40', 'Carte Préhistorique Auvergne 3 26/05/2008 17:35', and 'Plan de la saline d'Arz et Sarsac 26/05/2009 14:39'. The 'Côté textes anciens' column lists 'Vue de l'ensemble d'Allier 26/05/2008 09:12', 'Vue ancienne de Chapeauroux 26/05/2008 09:00', and 'Vue ancienne de Chapeauroux 26/05/2008 09:22'. The sidebar on the right contains a 'Vieille guilde' section with links to various historical documents and images.

Fig. 10 – Interface générale du site.

Utilisation d'un site web intégré de webmapping et de gestion de contenus

propres à chaque type de formations secondaires, corrige la détermination des milieux de collecte utilisés par les préhistoriques. Il ne s'agit plus de déterminer l'origine géologique d'un silex mais bien son milieu de résidence le plus tardif.

En outre, son application permet de rassembler des pièces non jointives provenant d'un même module de matière importée dans le site, complément essentiel à l'étude technologique.

3. PRÉSENTATION DU SITE MAP'N ET EXEMPLE D'UTILISATION EN PÉTROARCHÉOLOGIE DU SILEX APPLIQUÉE AU PALÉOLITHIQUE MOYEN

Le site Map'N se présente avec une interface épurée ainsi que l'illustre la Fig. 10. L'organisation des fonctions en onglets et menus déroulants hiérarchiques assure une grande facilité d'utilisation par des non-spécialistes de l'outil informatique. Le niveau d'accessibilité garanti est le niveau AAA en accord avec la norme WCAGv1.0.

Les principales fonctionnalités du site sont présentées dans le Tableau 1.

Rubrique	Fonctionnalités
Accueil (hors connexion) et procédure d'enregistrement sur le site	Connexion au site par un accès authentifié (https) Inscription individuelle (identifiant/mot de passe) Envoyer du mot de passe sur l'adresse email Confirmation de l'inscription
Accueil (après connexion)	Présentation des nouveautés Organisation par type de contenus Lien direct vers les contenus Aide en ligne toujours accessible à droite (Visite guidée)
Conditions légales	Rubrique d'information sur les aspects légaux et les conditions d'utilisation du site Mise en avant de l'importance de cet aspect dans le site Evolution en fonction des textes en vigueur Déclaration de licence pour la diffusion des contenus Publication sous la responsabilité des contributeurs Possibilité de publier sous licence CreativeCommons Evolution en fonction des textes en vigueur Un lexique juridique Rappel des principes et textes de base du droit des archives Lien vers le site Educnet sur le sujet
Connaissances	Rubrique par type de contenus Rédaction et publication d'articles Biographies Liens et ressources sur le web Références bibliographiques Editeur de texte utilisé: Kupu Fonctionnalités de mise en page simples d'utilisation Insertion d'images, de liens, de tableaux, etc. Interpréteur HTML Possibilité d'écrire en HTML. Choix de la licence de publication Possibilité de publier sous licence GNU/FDL ou CC Objectif: faciliter la diffusion de documents libres tout en respectant les droits d'auteur Publication d'articles seul ou en co-rédaction Publication dans des espaces privés ou en mode brouillon avant publication dans les espaces publics

C. Tuffery, P. Fernandes, P.-A. Le Ny

Archives	Publication de photos personnelles Photos de sites, de paysages, de monuments, photos aériennes obliques, photos de détail d'objets, etc. Affichage des images dans des vignettes Raccourci pour mettre l'image dans le panier Indicateur de la présence/absence de géoréférencement du document Affichage de l'image en vignette Consultation en taille réelle Informations sur l'image (date et géoréférencement) Bouton de modification (fichier de géoréf. et date) Choix de la licence de publication Géoréférencement comme objet ponctuel ou comme objet cartographique
Navigation cartographique	Accessible via le panier Interface cartographique GoogleMaps (choix entre les fonds) Barre temporelle pour faire apparaître des documents de différentes dates Gestion de la transparence des documents affichés pour faire apparaître les fonds GoogleMaps ou d'autres documents Possibilité d'afficher les documents ponctuels géoréférencés sous forme de vignettes Possibilité de faire apparaître les documents ponctuels sur divers fonds cartographiques
Localisation, géoréférencement	Chargement de l'image à géoréférencer à gauche Fond cartographique GoogleMaps à droite Réglettes de zoom et de déplacements Positionnement des points d'amer sur chacune des 2 fenêtres Possibilité de saisir les coordonnées X, Y de chaque point d'amer Déplacement possible des points Traitement à partir de 3 points Affichage du résultat de l'orthorectification à droite Téléchargement du fichier de géoréférencement et du fichier de l'image orthorectifiée (.zip)
Administration des droits	Gestion des rôles, droits, permissions pour chaque utilisateur Possibilité de groupe d'utilisateurs
Espace personnel	Rangement de ses documents par utilisateur dans son espace personnel Gestion des droits par l'utilisateur lui-même dans son dossier personnel
Forums	Interface Création libre de nouveaux forums et sujets de discussion Participation aux discussions selon les droits accordés par les modérateurs des forums

Tab. 1 – Tableau des fonctionnalités par rubriques.

4. LES ÉVOLUTIONS DE MAP’N

4.1 Projet GéoTopia (appel à projets TGE ADONIS du CNRS)

A partir de l'expertise développée autour du site Map’N et de la première expérimentation constituée par les travaux scientifiques présentés ici, un dossier de demande de financement a été présenté dans le cadre de l'appel à projet du TGE¹ ADONIS du CNRS. Le projet, baptisé GéoTopia, consiste en un site de publication d'archives historiques à référence spatiale.

¹ Très Grands Equipements : <http://www.tgeadonis.fr/>.

Utilisation d'un site web intégré de webmapping et de gestion de contenus

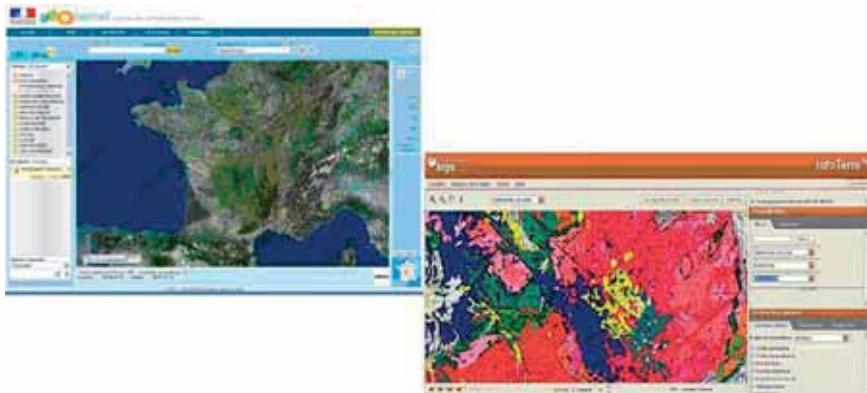


Fig. 11 – Sites Géoportail (©IGN) et Infoterre (©BRGM).

Le TGE ADONIS consiste dans la mise en relation d'acteurs, de ressources techniques et de sources de données dans les sciences humaines et sociales, depuis la production et la préservation des données jusqu'à leur diffusion, en passant par toutes les formes requises de traitement et d'édition. Le projet Géotopia est porté par l'Université de St-Etienne/Lyon 3, l'Université de Pau (LIUPPA) et la société Makina Corpus. Le financement assuré pour 2008 doit permettre d'expérimenter l'utilisation de Map'N pour permettre la diffusion d'images anciennes et numérisées du Service des Archives de la Ville de Saint-Etienne.

4.2 La connection à des webservices cartographiques

Parmi les évolutions possibles et envisagées, se trouve la possibilité de se connecter à des webservices cartographiques normés OGC² de type WFS, WFS, WFS-T ou autres. Une autre évolution fortement souhaitable est de permettre à Map'N de se connecter à des webservices cartographique comme le GeoPortail de l'IGN³ ou celui baptisé InfoTerre du BRGM⁴ (Fig. 11). Pour le Geoportail, un accès est possible via une API cartographique disponible gratuitement depuis mars 2008.

CHRISTOPHE TUFFERY, PIERRE-ANDRÉ LE NY
Makina Corpus, Paris

PAUL FERNANDES
Université de Bordeaux 1

² OpenGisConsortium: <http://www.opengeospatial.org/>. L'OGC s'est donné pour mission de promouvoir l'inter-opérabilité dans le domaine de l'information géographique.

³ <http://www.geoportail.fr/>.

⁴ <http://infoterre.brgm.fr/>.

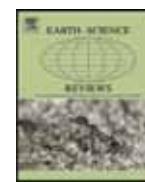
C. Tuffery, P. Fernandes, P.-A. Le Ny

BIBLIOGRAPHIE

- FERNANDES P. 2006, *Pétroarchéologie des matériaux siliceux utilisés au Paléolithique moyen dans le Sud du Massif central: méthodologie et résultats préliminaires*, Mémoire de Diplôme de l'EHESS, Toulouse.
- FERNANDES P., RAYNAL J.P. 2006a, *Economie du silex au Paléolithique moyen dans le Sud du Massif central: premiers résultats d'après l'étude de deux sites stratifiés de Haute-Loire, in Alphonse Vinatier: instituteur et archéologue*, «Revue de la Haute-Auvergne», 68, 2, 361-370.
- FERNANDES P., RAYNAL J.P. 2006b, *Pétroarchéologie du silex: un retour aux sources*, «Comptes Rendus Palevol», 5, 6, 829-837.
- FERNANDES P., RAYNAL J.P. 2007, *Les matières premières siliceuse (hors roches tenaces) du niveau J1 de la grotte de Sainte-Anne 1 (Polignac, Haute-Loire)*, in J.P. RAYNAL (ed.), *La grotte de Sainte-Anne 1. Le Paléolithique moyen de l'unité J1*, «Les Dossiers de l'Archéo-Logis», 4, 265.
- FERNANDES P., RAYNAL J.P., MONCEL M.H. 2006, *L'espace minéral au Paléolithique moyen dans le Sud du Massif central: premiers résultats pétroarchéologiques*, «Comptes Rendus Palevol», 5, 8, 981-993.
- FERNANDES P., RAYNAL J.P., MONCEL M.H. 2008, *Middle Palaeolithic raw material gathering territories and human mobility in southern Massif central, France: first results from a petro-archaeological study of flint*, «Journal of Archaeological Science», 35, 2357-2370.

ABSTRACT

The nature of flints used by the men of prehistory is essential information for increasing our knowledge of old settlements. The study of this raw material as well as the identification of its source, contribute to the evaluation of the mobility of prehistoric men and their behavior in relation to mineral resources, thus contributing to a better understanding of certain problems related to prehistoric economies. An innovative multi-field approach, based on a series of geological surveys of the siliceous formations of the French Massif Central, of Morocco and of northern Bulgaria, makes it possible today to better determine the limits of the areas exploited. Our study is based on a complete examination of the evolution of flint on three scales (macroscopy, microscopy, ultramicroscopy) thus representing an improvement over petro-archeology which traditionally uses the methods of petrography, mineralogy and micropaleontology. Moreover, the reconstitution of the initial shapes of material clarifies the technical procedures implemented for their exploitation. This methodological innovation, based on a rigorous sampling, makes it possible to present the results of an integrated analysis of the geological samples in their areas of natural diffusion. It proposes a refined paleogeographic vision of the removal made by men in these areas and of their anthropic and natural transformation at the archeological site. The original diffusion of this scientific study, which is still in progress, is based on a platform of content management and groupware, called Map'N, which integrates access to cartographic webservices and online functions of geocoding of the iconographic and cartographic documents used or produced by these research projects.



Driving forces for the weathering and alteration of silica in the regolith: Implications for studies of prehistoric flint tools

Médard Thiry ^{a,*}, Paul Fernandes ^{b,c}, Anthony Milnes ^d, Jean-Paul Raynal ^{c,e}

^a Mines-Paris-Tech, Géosciences, 35 rue St Honoré, 77305 Fontainebleau, France

^b SARL Paléotime, 272 rue du Lycée Polonais, 38250 Villard-de-Lans, France

^c Université de Bordeaux, UMR 5199 PACEA, bâtiment B8, allée Geoffroy Saint-Hilaire, 33615 Pessac cedex, France

^d Geology and Geophysics, School of Earth and Environmental Sciences, The University of Adelaide, South Australia 5005, Australia

^e Department of Human Evolution, Max Planck Institute for Evolutionary Anthropology, Leipzig, Germany

ARTICLE INFO

Article history:

Received 16 November 2013

Accepted 19 May 2014

Available online 27 May 2014

Keywords:

Silica

Weathering

Solubility

Recrystallization

Flint

Prehistoric artefacts

ABSTRACT

A range of geochemical and mineralogical factors trigger the weathering and influence the stability of various silica phases under near-surface temperatures and pressures. Based on the current knowledge of the crystallochemical basis of silica behaviour in near-surface environments, the mineralogical and petrographical transformations of silica under weathering conditions in the regolith are reviewed using data from wide-ranging and detailed investigations of siliceous materials. Some of the investigations are of siliceous materials that evolved in near-surface environments over geological time and thus the weathering and alteration features are relatively clear and well expressed. Examples include weathering of tightly cemented sandstones, the formation of silica duricrusts (pedogenetic silcretes), and the weathering of flints. The various micromorphological and mineralogical forms of silica as determined by high resolution petrographic and electron-optical techniques can be related to geochemical and hydrological conditions in particular microenvironments. However, new studies have demonstrated that silica alteration and transformation mechanisms can also occur within prehistoric and historic time intervals. These are also described but are more difficult to observe, principally because of the microcrystalline character of the alteration phases and the infra-millimetric scale on which they develop.

Of many potential applications of knowledge about the near-surface alteration of silica in regolith materials and the environmental conditions under which it occurs, our studies can be used as a basis determining the provenance and post-discard history of prehistoric flint tools and artefacts, in part to determine the source of the primary raw material. We suggest that the mineralogical and petrographical characteristics of the weathering rind (cortex) of the flint (specifically the recrystallization, dissolution and deposition of the silica phases, and the spatial arrangement of surfaces that have undergone successive transformations) are related to specific and identifiable weathering environments.

© 2014 Published by Elsevier B.V.

Contents

1. Introduction	142
2. Crystallo-chemical basis of silica behaviour	142
2.1. Mineralogical forms of silica	142
2.2. Solubility of the various forms of silica	142
2.3. Stability of forms of silica vs. crystallinity	143
3. Spatial and temporal aspects of weathering and alteration of silica in near-surface environments	144
3.1. Weathering and alteration of silica in outcropping sandstones	144
3.2. Weathering and alteration of silica in siliceous duricrusts	145
3.3. Influence of mechanical stress on weathering and alteration of silica	145

* Corresponding author at: Mines-Paris-Tech, Géosciences, 35 rue St Honoré, 77305 Fontainebleau, France. Tel.: +33 680 36 13 55 (mobile).
E-mail address: medard.thiry@mines-paristech.fr (M. Thiry).

3.4.	Weathering and alteration of silica in flints	147
3.4.1.	Alteration after reworking of flint from chalk deposits	147
3.4.2.	Dissolution of flints	147
3.4.3.	Recrystallization of flints	147
4.	Application to investigations of flint artefacts	148
4.1.	Overview of the alteration of flint artefacts	149
4.2.	The concept of successive alterations	149
4.2.1.	Chronology	149
4.2.2.	Pre-gathering weathering and alteration	149
4.2.3.	Alteration of worked flint flakes	150
4.3.	Implications	150
5.	Conclusions	152
	Acknowledgements	152
	References	152

1. Introduction

Rates of dissolution and precipitation of silica in weathering environments are relatively slow and few detailed investigations have been undertaken to document the outcomes of these alteration processes. Although the effective solubility of silica at room temperature was measured during the 1950s (Krauskopf, 1956; Siffert, 1967) it was twenty or more years before complementary studies were published (Marshall and Warakomski, 1980) to assist research on weathering.

Our studies undertaken over many years have examined the weathering of siliceous materials on many continents in order to illustrate the behaviour of forms of silica under different environmental conditions and go some way to explain the responsible mechanisms and the time frames in which they occurred. The alteration processes and outcomes are complex. The influence of variations that occur in microenvironments, for example the porosity of the siliceous material, the percolation rate of water through the material, and repeated mechanical shocks, are some key controls.

In this paper we review the mineralogical and micromorphological transformations of silica in regolith materials. Although these transformations have occurred in a geological time frame, new data has demonstrated that similar transformations of silica can occur much more quickly within prehistoric and historic time frames. Consequently, this information and the concepts derived may be applied in archaeological investigations where the provenance and post-discard weathering and alteration history of prehistoric flint artefacts is a recurrent question. Some initial studies have been undertaken in this context.

2. Crystallo-chemical basis of silica behaviour

2.1. Mineralogical forms of silica

Under near-surface conditions silica forms several minerals that differ in the spatial ordering of silica tetrahedrons. Quartz is the most common silica mineral and forms at high as well as low temperatures. Chalcedony is a microcrystalline and fibrous variety of quartz (Drees et al., 1989). Moganite (Flörke et al., 1984; Rodgers and Cressey, 2001) is a widespread microcrystalline silica-mineral (Heaney and Post, 1992) but is not commonly identified in the descriptions of siliceous materials. Cristobalite and tridymite have a sheet-like crystalline structure (Correns and Nagelschmidt, 1933), similar to that of clay minerals, and in supergene environments they are often bound to chemical (evaporitic) deposits. Opal CT has also a sheet-like crystalline structure, with alternating cristobalite- and tridymite-like sheets (Flörke et al., 1975). It is relatively frequent in buried marine deposits and in confined continental environments. Opal is a petrographic variety of silica defined at the optical microscope level as amorphous because the crystallites are too small to be distinguished (Folk and Weaver, 1952; Arvey, 1980). It may correspond to true amorphous silica, but is most often composed of quartz, moganite, cristobalite, opal-CT, or a mix of these

minerals. Amorphous silica has no crystalline organisation: silica tetrahedrons pile up in a disordered fashion and form chains limited to a few tetrahedrons.

2.2. Solubility of the various forms of silica

Silica in solution forms mono-molecular silicic acid $[Si(OH)_4]$. The solubility of amorphous silica in water is about 120 mg/L SiO_2 and remains independent of the pH for values below 9 but increases strongly above 9 (Krauskopf, 1956). The solubility of all other silica varieties is lower than that of amorphous silica (Fig. 1). A fundamental law that rules geochemistry is that the most soluble phases sustain the precipitation of the less soluble ones. In this way, amorphous silica in equilibrium with a solution is able to sustain the crystallisation of every other crystalline silica variety, but these phases do not necessarily precipitate. Furthermore cristobalite, tridymite, chalcedony and all opal varieties are able to sustain the crystallisation of quartz (Siffert, 1967; Iler, 1979; Garcia-Hernandez, 1981; Gislason et al., 1993). Moreover, thermodynamic laws predict that as long as a more soluble phase is present, the less soluble phases do not dissolve, but kinetic dynamic equilibrium may partly disturb this rule. At room temperature the equilibrium between silica varieties and water is reached very slowly, sometimes only after 1 or 2 years (Siffert, 1967; House and Hickinbotham, 1992; Dove and Nix, 1997).

It should be noted that most ground waters around the world have a silica content between 12 and 18 ppm SiO_2 (White et al., 1963; Garrels and Christ, 1965) that is roughly in equilibrium with clay minerals. This means that most groundwaters are oversaturated with respect to quartz

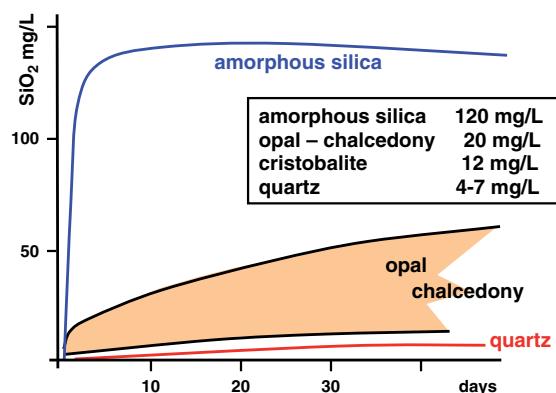
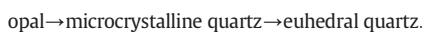


Fig. 1. Rate of dissolution and asymptotic solubility of the different silica varieties at 25 °C (after Siffert, 1967). The solubility equilibrium of the silica phases in water is reached slowly. Opal and chalcedony show variable solubility according to their respective crystallinity.

(solubility 4–7 mg/L) and are thus potentially able to precipitate quartz. This oversaturation in silica with respect to quartz is thought to result from a kinetic dynamic equilibrium since the dissolution kinetics of clay minerals are much higher than those for the precipitation of quartz (Palandri and Kharaka, 2004).

It is possible to demonstrate a specific sequence of crystallization and particular relationships between the silica phases that form in surficial regolith environments. For example, siliceous duricrusts that have formed in soils (pedogenic silcretes) and occur over wide regions of the world display several distinct horizons with systematic micro-morphological and mineralogical structures (Thiry, 1999). Detailed mineralogical and petrographic studies show that silica transforms from more to less soluble phases systematically from the base to the top of the profile (Fig. 2):



This distribution of silica phases reflects the chemistry of the solutions from which they precipitated (Williams and Crerar, 1985). Microcrystalline, amoebic and euhedral quartz in the upper horizons developed from dilute infiltrating soil water solutions that dissolved pre-existing more soluble silica phases. The leached silica migrated down towards the base of the profile and precipitated microcrystalline quartz, and ultimately opal, as a result of the progressive concentration of silica in solution by evaporation. In this sequence, each mineralogical and petrographical silica species is derived from the previous generation by in-situ dissolution and recrystallization, indicating the re-equilibration of the mineral with its environment. The recrystallizations are irreversible and ultimately favour development of quartz (Thiry and Millot, 1987).

The influence of organic compounds (i.e. humic acids, oxalic acid, alkanes) on silica solubility in the regolith is poorly known and has been generally neglected in the past. Recent studies have shown that silico-organic complexes raise silica solubility and influence dissolution kinetics (Bennett, 1991).

Additionally, the influence of temperature on the solubility of quartz is important. Quartz solubility decreases exponentially with temperature (Williams et al., 1985; Rimstidt, 1997). Between 12.5 and 0 °C quartz solubility decreases to half its initial value (Fig. 3).

Also of note is the fact that structural damage in quartz caused by mechanical impact such as grinding significantly increases the potential for quartz dissolution. However, the rate of dissolution decreases

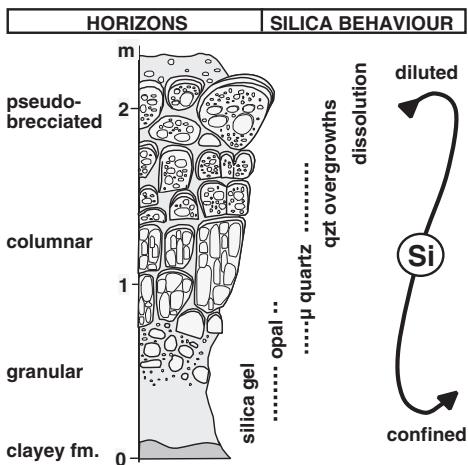


Fig. 2. Macro- and micromorphological structures of a pedogenic silcrete profile. The siliceous matrix is the location of successive silica dissolution and deposition leading to relative accumulation of crystalline quartz.

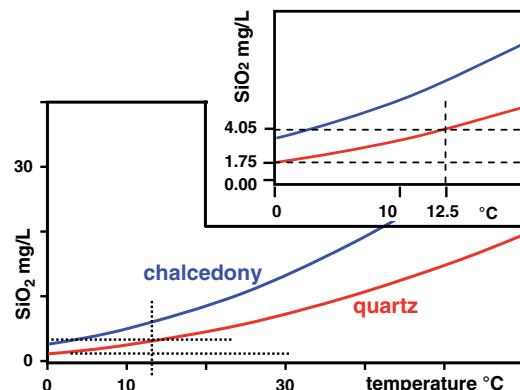


Fig. 3. Quartz and chalcedony solubility versus temperature (Bethke, 2002). Quartz solubility decreases to more than half of its initial value between 12.5 and 0 °C.

exponentially as the domains of damaged quartz are selectively dissolved (Talbot and Kempis, 1960; Petrovich, 1981).

2.3. Stability of forms of silica vs. crystallinity

The crystallinity of the various forms of silica relates to the geochemistry of the solution from which they precipitated. Solutions with a high silica content favour the blooming of crystal nuclei and crystal defects that restrict the growth of crystals and consequently amorphous or low crystallinity silica varieties will form (Lee, 2007a). On the other hand, in dilute solutions, the number of nuclei, as well as impurities, remains limited. As a consequence, elementary crystallites form regularly and large quartz crystals develop or, under less favourable conditions, microcrystalline or fibrous silica varieties are formed.

An empirical relation exists between the stability (the reverse of solubility) of silica varieties and their degree of structural order and crystallinity. Large silica crystals, which have few structural defects, are the most stable; for example euhedral quartz and quartz overgrowths on matrix grains. Silica varieties such as opal (formed of nanoquartz), microcrystalline quartz, moganite and fibrous silica varieties with numerous structural defects form small elementary crystallites (coherent crystal domains). They are relatively more soluble than quartz, in terms of thermodynamic solubility and kinetics (Williams et al., 1985; Gislason et al., 1993), and so the microcrystalline silica varieties, especially moganite, are preferentially dissolved in the first stages of weathering (Gislason et al., 1997) (Fig. 4).

Silica solubility may even vary within a single crystal due to domains of various degrees of crystallinity: increased crystallinity correlates with a larger size of the coherent (without defect) domains of its atomic arrangement, or is inversely proportional to the frequency of crystal

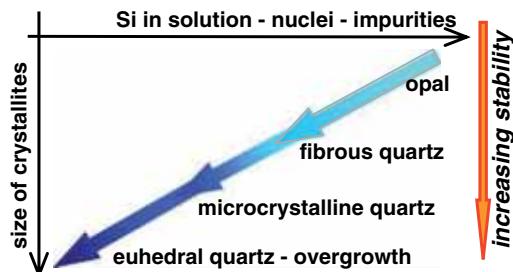


Fig. 4. Schematic relation between stability and crystallinity (size of the individual crystallites) of the different petrographic varieties of quartz.

defects. The variation in crystallinity of quartz, for example, can be evaluated by several methods (Smykatz-Kloss, 1972; Murata and Norman, 1976; Graetsch et al., 1987; Herdianita et al., 2000b; Moxon et al., 2006; Lee, 2007a) including the full width at half-maximum intensity of an X-ray diffraction band, the intensity of peaks in X-ray diffraction patterns (quantitative analyses), and the sharpness/intensity of the thermal transformation of quartz- α into quartz- β ¹ as determined by differential thermal analysis (DTA).

Detailed studies of the quartzite pans of the Fontainebleau Sandstones show the relationship between solubility and crystallinity. These pans are tightly cemented and have a friable rim that results from partial dissolution of the quartzite (Thiry, 1999). As clearly indicated in thin sections (Fig. 5), the dissolution preferentially affects overgrowth quartz aureoles: primary quartz grains are hardly ever corroded (Thiry et al., 1984). This contrasted dissolution behaviour highlights the occurrence of two different kinds of quartz crystals in the quartzite, although there appears to be no distinction between primary quartz grains and secondary quartz overgrowths in the optical microscope. The overgrowth quartz, which precipitated at low temperature within a near-surface water table, has a higher solubility than the inherited magmatic quartz grains, presumably because the former has a lower crystallinity and more structural defects than the primary quartz.

It is widely observed in diagenetic and weathering environments that successive transformations of silica phases generally result in increasing crystallinity and decreasing solubility (Knauth, 1979; Willey, 1980; Williams et al., 1985; Goldstein and Rossi, 2002; Lee, 2007b; Graetsch and Grünberg, 2012). Once precipitated the silica crystal begins to increase in size, resulting in a decrease in surface defects and a more compact structure (Moxon et al., 2006).

Understanding the relationship between crystallinity and both stability and solubility of the various forms of silica, based on laboratory data, provides the basis for interpretations of the behaviour of silica in natural systems.

3. Spatial and temporal aspects of weathering and alteration of silica in near-surface environments

In natural systems silica generally behaves in a much more complex way than in laboratory experiments. This is mostly due to the specific spatial distribution of the various forms of silica in relation to water flows and because weathering and alteration reactions occur according to changes in ground water (and soil water) chemistry and conditions. Thiry and his colleagues have undertaken detailed investigations of several examples of the development, weathering and alteration of siliceous materials in the regolith in Europe and Australia, focussing particularly on mineralogical and micromorphological features (Thiry et al., 1988; Thiry and Milnes, 1991; Thiry, 1999; Thiry and Maréchal, 2001; Thiry et al., 2006). Here we review examples of weathering and alteration in France that illustrate the complex of spatial and temporal processes.

3.1. Weathering and alteration of silica in outcropping sandstones

Numerous outcropping sandstones around the world show specific weathering features at their surface and provide invaluable information about weathering of siliceous materials (Young and Young, 1992; Wray, 1997; Willems et al., 2002).

For example, in outcrop, quartzite pans in the Fontainebleau Sandstone break down and yield quartzite blocks that progressively acquire rounded dome-like morphologies (Thiry et al., 1984; Thiry, 2005). The domal structures are often coated with a 0.5 to 2 cm-thick hardened

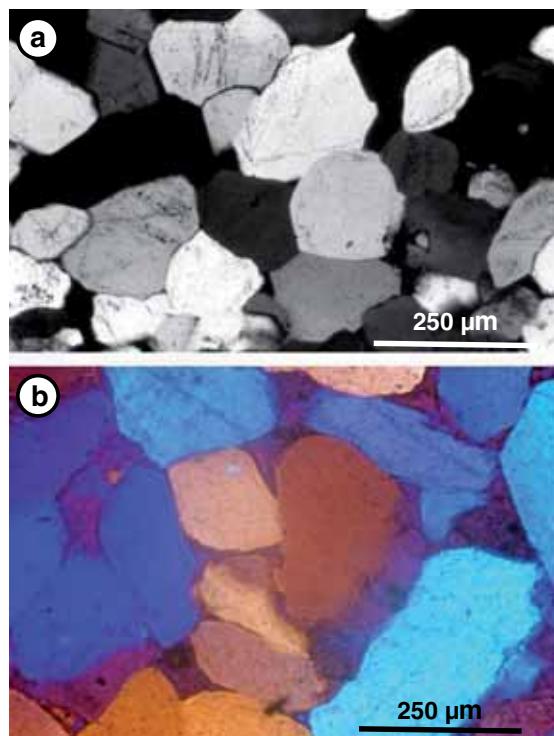


Fig. 5. Petrography of the Fontainebleau Sandstones. a — Quartzite pans are cemented by subhedral quartz overgrowths. b — Quartzite rims show preferential dissolution of overgrowth aureoles, but primary quartz grains are not corroded. Thin sections, cross-polarized with quartz wedge.

silica crust (Fig. 6a). The crust is restricted to the top of the domes, and does not occur on lower parts or on overhanging surfaces. The crust appears in relief as a result of differential alteration at the periphery of the domes. Thin sections across this hardened silica crust show that quartz overgrowths on original grains are split off by tiny cracks filled by brown opal (Fig. 6b).

Polygonal groove patterns about 5 to 10 cm in diameter develop on the flanks of the domes and on overhanging surfaces (Fig. 6c). Such grooves are never observed in the silica crusts on the top of the blocks. The layout of the overhanging structures clearly indicates that they are related to a former soil that has been stripped off by erosion. Thin sections across the grooves show the development of large intergranular voids that are related to preferential dissolution of the quartz overgrowths (Fig. 6d & e) that occurred within the former soil.

These typical quartzite weathering morphologies result mainly from concomitant and contrasted weathering processes, in particular silica dissolution and, to a lesser extent, silica deposition. It is important to recognise that even on the relatively small scale represented by individual quartzite domes, silica dissolution and precipitation do not occur in the same place or at the same time in weathering environments. Silica dissolution is enhanced on the flanks of the dome where there is contact with humid and organic-rich soils, and is probably due to complexation with organic compounds. Silica deposition occurs on the top of the domes and originates from pore waters from the quartzite blocks that are in equilibrium with quartz and which concentrate by evaporation during warm sunny days (Fig. 7). All quartzite blocks display these features, even those on very steep and unstable sandy slopes. Quartzite weathering is thus a current and rapid phenomenon and a millennium time scale (10 to 100 ka) is envisaged for its development as sandy slopes date back to the last glacial period (Thiry et al., 2010).

¹ Quartz- α , the form of quartz at normal temperatures, transforms reversibly into the high temperature form, quartz- β , at 573 °C and the nature of this transition reflects the crystallinity of the original quartz.

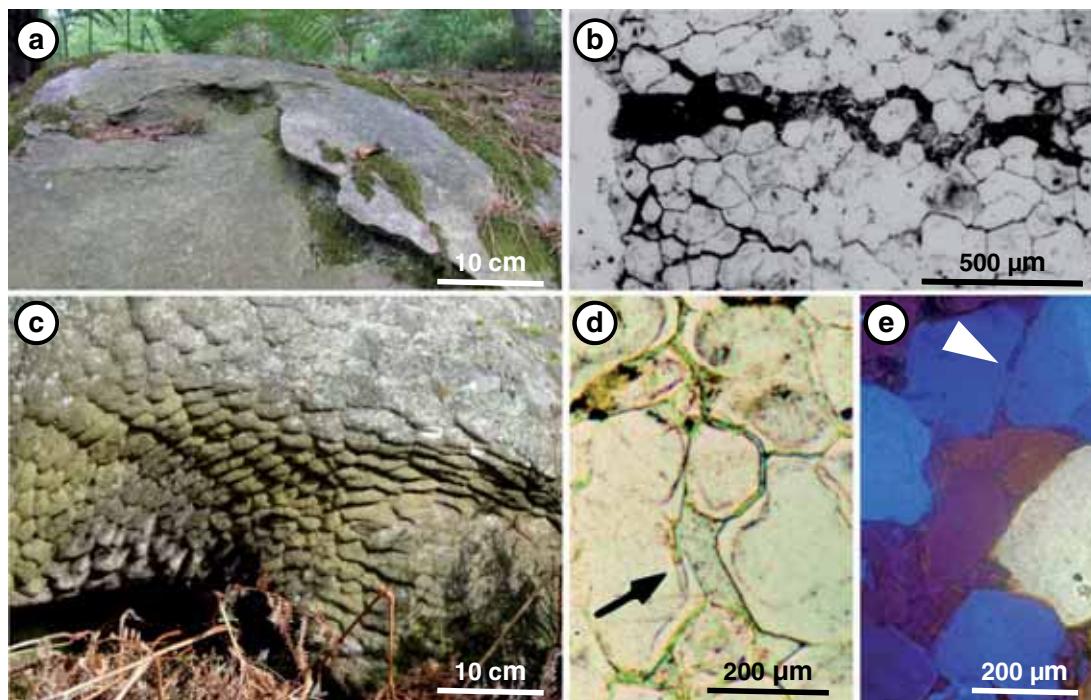


Fig. 6. Weathering morphologies of quartzite blocks. a — Dome-like shaped boulders capped with a silica crust. b — Brown opal deposits between dislocated quartz grains in silica crust; thin section, polarized light. c — Polygonal network on dome flank. d — Dissolution of quartz overgrowths along polygonal grooves; thin sections, polarized light. e — Similar as d, cross-polarized with quartz wedge.

3.2. Weathering and alteration of silica in siliceous duricrusts

Siliceous duricrust profiles in France, Australia and elsewhere (Thiry and Milnes, 1991; Dubroeucq and Thiry, 1994; Thiry and Simon-Coinçon, 1996) display macroscopic and mesoscopic vertical and horizontal joints that determine their unique columnar structure (Fig. 8a). The voids linked to horizontal joints show specific features of successive reorganisation (Fig. 8b) (Thiry, 1981; Thiry and Millot, 1987). As seen in thin section, silica accumulates in fine illuviation laminae at the base of the joints. The youngest laminae, at the top, always consist of opal. The oldest laminae, at the base, commonly have a nodular structure and are formed of microcrystalline quartz. This sequence indicates a progressive recrystallization of the opal. The recrystallization

is accompanied by a loss of silica which induces the destruction of the primary structures. Also in thin section, the ceilings of the joints are seen to be lined with mammillary deposits of titania resembling stalactites. Preferential dissolution of microcrystalline quartz takes place in the ceilings of voids but coarse quartz grains are preserved and the resistant titania and impurity traces of the former microcrystalline quartz matrix have remained and accumulated in the mammillary deposits.

The bases and ceilings of voids behave in different fashions according to the hydraulic regime. Opal deposits form in the base of the voids where water flows slowly or is stagnant and is concentrated by evaporation, while the microcrystalline matrix dissolves in the ceilings through which water seeps as a consequence of the percolation of soil water through the profile.

However, it is important to recognise that this close link between leached and confined environments does not imply a strict synchronism of degradation and construction. In fact, the two systems work alternately between humid (wet) periods during which silica dissolves and is leached downwards and dry periods during which the solutions that have accumulated at the base of the profile are concentrated by evaporation and opal crystallises. In between these fluctuations of the soil water regime, the secondary silica deposits may undergo partial dissolution, and successive dissolution–precipitation may trigger recrystallization into various microcrystalline petrofacies. Again, as in the studies of sandstone weathering and alteration, a complex of spatial and temporal conditions is implicated.

3.3. Influence of mechanical stress on weathering and alteration of silica

Prehistoric polishing features are known on numerous quartzite blocks associated with abundant Neolithic polished flint axes in the Fontainebleau area (Loiseau, 1970; Soulier, 1972; Bénard, 2009). They are polished V-shaped grooves and abraded surfaces that are strikingly hardened and in relief, raised above the non-polished sandstone by

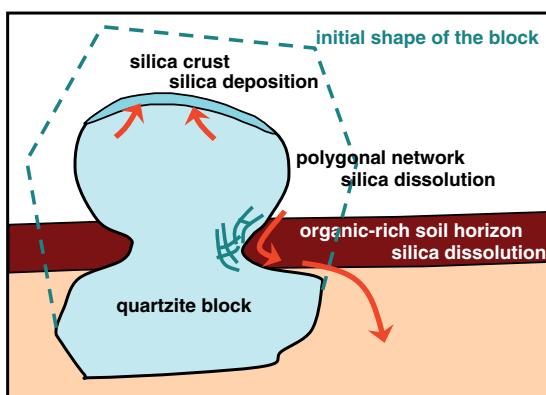


Fig. 7. Sketches of silica mobility during weathering of quartzite boulders. Silica dissolution is enhanced in contact with soils while silica deposition (opal) occurs at the top of the dome.

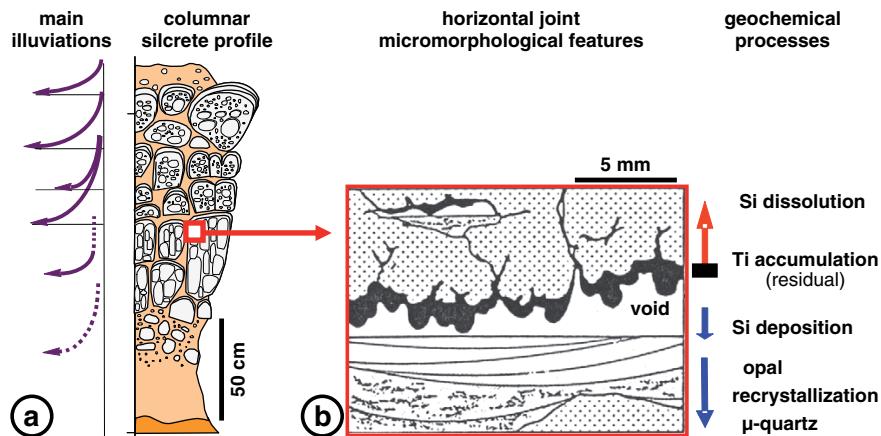


Fig. 8. Schematic diagram of a pedogenic silcrete. a – Characteristic vertical organisation and large illuviation structures. b – Thin section through a planar void that shows Si dissolution (together with accumulation of residual titanite) in the ceiling through which water seeps, an Si accumulation in form of opal in the base of voids where solutions concentrate during dry periods.

resistance to weathering (Fig. 9a). This arrangement clearly points to the “worked” surfaces being indurated and probably re-silicified. Such polishing features with a protective silica ‘varnish’ that is resistant to weathering are known on a variety of siliceous rocks used by prehistoric peoples (Nouel, 1961; Fisk, 1971; Fullagar, 1991; Howard, 1994; Pope and Miranda, 1999; Hamon, 2003). Archaeologists have generally considered these surface varnishes to have formed from plant phytoliths

and to be indicative of the grinding of plant products by prehistoric peoples. However, it is well known that rubbing surfaces together with a fine powder between them develop a “vitreous” film of amorphous character that coats the irregularities of the materials and gives the shiny aspect akin to a “Beilby layer” (Bowden and Hughes, 1937; Jones and Uehara, 1973; Nakamura et al., 2012). In the case of the polishing features described here, the mechanical grinding and polishing of stone tools in grooves and across the quartzite blocks would have generated the structurally damaged quartz that is susceptible to dissolution and later recrystallization leading to hardening of the surface.

One of us (Thiry, unpublished work) has found that similar surface hardening is also developed on paving stones made of Fontainebleau quartzite. The paving stones can be found at several historical sites (courtyards in castles and barracks) and show a convex surface due to wear (Fig. 9b). This surface is indurated with a millimetric crust that flakes off. Thin section studies show that quartz grains within the



Fig. 9. Quartzite surfaces hardened by mechanical pressures. a – Indurated crusts of “worked” surfaces of a Neolithic polishing stone, Fay-les-Nemours (Seine-et-Marne), photo J.-P. Hofstetter. b – Paving stones of Fontainebleau sandstone in a paved yard around old military buildings. Abraded surfaces are hardened by a siliceous crust that flakes off. Photo M. Thiry.

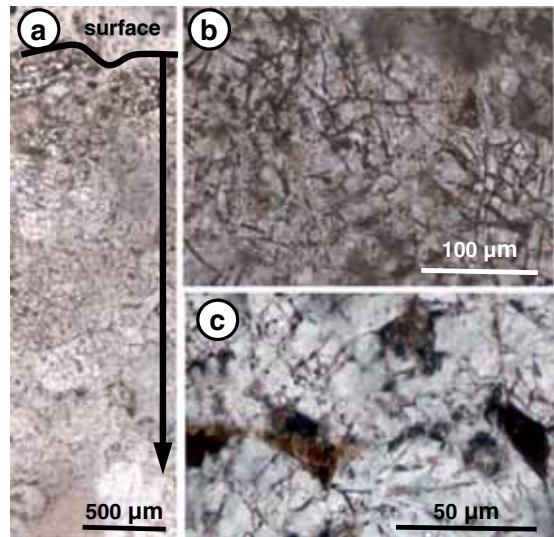


Fig. 10. Petrographic images of hardened silica crusts developed on quartzite paving stones. a – Thin section perpendicular to surface of paving stone. Note intense fracturing of quartz grains at the surface progressively decreasing with depth. b & c – Details of fracturing of quartz grains, showing 5 to 10 µm quartz splinters cemented by brown opal. Thin section, polarized light.

crust are intensely crushed and display microfractures spaced at about 10 µm and to a depth of 2 to 4 mm beneath the surface (Fig. 10a). This is the effect of repeated mechanical shocks from the shod wheels of carts and carriages and horse's hooves. With such fractured grains one would expect that the exposed surface may be friable, but it is not. This is due to concomitant cementation and hardening as the microfractures have refilled with brown opal (Fig. 10b & c). The opal has formed from silica dissolved from amorphous fracture edges in the crushed quartz and cements the quartz splinters together to form the hardened crust.

Whatever the crystallo-chemical mechanisms in detail, it is obvious that the mechanical shocks have had an effect on the quartz grains and that the hardening of the exposed surfaces can occur within a few decades, as testified by the history of the paving stones which had to be turned over every 20–40 years to avoid excessive roundness. The development of an indurated crust on prehistoric polishing stones may also have occurred in a relatively short time: although the polishing stones may have been used by several generations of prehistoric peoples, they were probably only used intermittently. The secondary silica patina would have developed concomitantly with the mechanical abrasion generated during the times of working.

3.4. Weathering and alteration of silica in flints

The microcrystalline texture of flint makes it very difficult to observe and analyse its weathering and alteration in near-surface environments. Nevertheless, there are specific case studies of flint deposits that provide evidence of the geochemical and mineralogical mechanisms at play (Hurst and Kelly, 1961; Rottlander, 1975; Fayolle, 1979; Catt, 1986; Laignel and Meyer, 2000; Burroni et al., 2002; Rodgers et al., 2004; Bustillo et al., 2009; Fernandes, 2012; Glauberman and Thorson, 2012).

3.4.1. Alteration after reworking of flint from chalk deposits

A comparison of more than a hundred samples of flints in-situ within chalk deposits, and a similar number of samples of flints inherited in clay-with-flints and reworked into alluvium and sedimentary deposits, in France, was undertaken by Trauth et al. (1978). From a strict mineralogical point of view, flints embedded in chalk contain quartz as well as tridymite, cristobalite and opal-CT. These minerals are easily identified by X-ray diffraction (XRD) and differential thermal analysis (DTA) (Fig. 11). In contrast, flints reworked from chalk deposits and exposed to weathering are exclusively composed of quartz. In addition, all relevant indexes show that quartz in reworked flints is of higher crystallinity than quartz in flints embedded in chalk (Fig. 12).

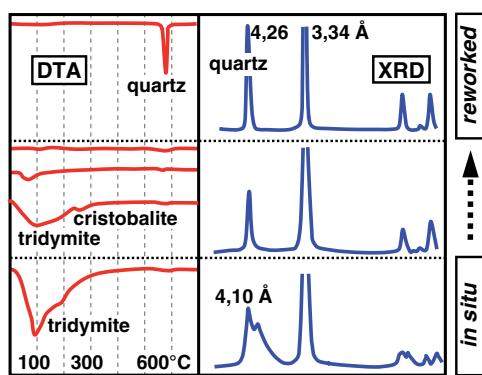


Fig. 11. Mineralogical composition of flints embedded in chalk and those reworked from chalk and weathered. Reworked flints are always only composed of quartz, whereas other silica varieties coexist beside quartz in the flints in-situ within chalk (after Trauth et al., 1978).

The mineralogical composition of flints starts to change after they are removed from the host chalk, even if the changes are not visible by means of petrographic techniques. The changes always favour a more stable secondary mineralogical structure, less soluble and of better crystallinity than the primary one. This process involves recrystallization triggered by the external environment of the flint and physico-chemical mechanisms like Ostwald ripening through which the smallest crystallites dissolve and contribute silica for the growth of larger crystals (Crerar et al., 1981). The mass balance exchange is minimal and there are no dissolution features. Recrystallization probably occurs through water films between the crystals and exchange by diffusion rather than by convection (Cady et al., 1996). Such recrystallization of silica phases may occur in a relatively short time as shown by primary opal deposits that have transformed to microquartz over periods of 20 to 50 000 years (Herdianita et al., 2000a).

3.4.2. Dissolution of flints

Often flint cobbles have a friable white rind (cortex).² Flints altered in this way are common at the top of clay-with-flints weathering profiles (Laignel and Meyer, 2000; Quesnel et al., 2003) and in fluvial (riverine) terrace gravels (Coutard and Ozouf, 2008). Similar alteration affects some flint gravels interlayered in sand formations (Thiry et al., 1988). The friable white cortex is generally about 1 to 10 mm thick and the shape of the flint cobble is generally preserved. However, in some regolith environments the flints are more extensively weathered and altered and have contorted shapes (Fig. 13), with obvious solution features (cavities and hollows), and can be easily broken by hand. The friable white cortex is associated with progressive dissolution and development of porosity which may reach 35%, and a concomitant increase of the pore size and specific surface area, which may reach 15 m²/g in the most altered, powdery samples (Coutard and Ozouf, 2008).

These weathering features illustrate the sensitivity of the flints to silica leaching, with the progressive development of a friable white cortex. As reworked flints are primarily exclusively composed of microcrystalline quartz (in contrast with primary flints in chalk that contain some tridymite and cristobalite), the development of the friable texture reveals the preferential or relatively rapid dissolution of some of the microquartz varieties. These are most probably quartz microcrystals that have the lowest crystallinity and the smallest grain size (and thus the highest specific surface area). Once the dissolution has started, porosity develops, promoting water penetration into the flint and enhancing dissolution. The less soluble quartz microcrystals remain and are preserved, or at least partly preserved. These have the greater grain size with less structural defects and thus better crystallinity.

A few occurrences of flint cobbles embedded in geological formations allow us to estimate the rate of development of the friable white cortex. In the Paris Basin, leached and bleached sandstone profiles that contain weathered flints are related to valley incision, and thus the duration of the alteration producing the cortex is probably several 10 ka (Thiry et al., 1988). Elsewhere, along the Channel shore in Normandy, flints with a thick, friable cortex are found in association with wave-cut platforms of Saalian (c. 350–130 ka) and Eemian (c. 130–114 ka) ages, and are considered to have developed in less than 130 ka (Coutard and Ozouf, 2008).

3.4.3. Recrystallization of flints

Studies of geological formations that contain flints show that silica alteration and recrystallization phenomena occurred over long time periods. Weathering and alteration features no doubt occur in shorter time frames but are incipient and difficult to recognise.

² We use the terms 'weathering rind' and 'cortex', whatever the origin (primary or secondary), interchangeably in reference to millimetric to centimetric zones of alteration developed in the outermost parts of siliceous materials, especially flints. We use the term 'patina' for the very thin layers of weathering or alteration that form at the surface of siliceous artefacts.

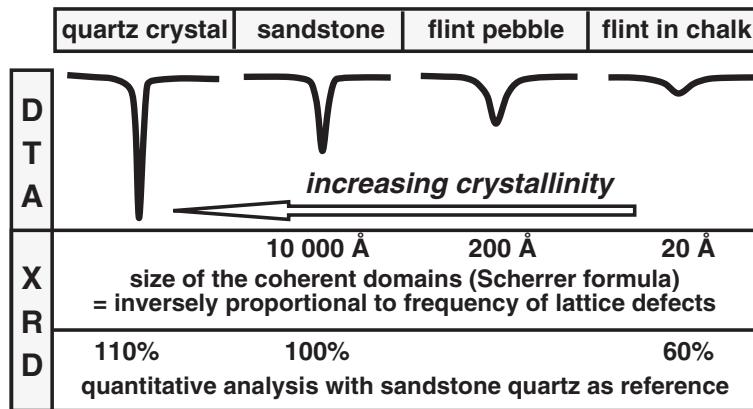


Fig. 12. Crystallinity of quartz (proportional to the size of coherent crystal domains) is lower in quartzose flints than in magmatic quartz. Moreover, reworked and weathered flints show quartz of a higher crystallinity than in flints in-situ in chalk (after Trauth et al., 1978).

Flint cobbles embedded in silcrete profiles of Lower Eocene age in the Paris Basin have been weathered and altered in-situ (Thiry, 1981; Thiry and Simon-Coinçon, 1996). In the upper parts of these silicified formations the flints show peripheral dissolution with a white and porous centimetric cortex and a dull core: only small primary translucent zones of the original flint remain. In thin sections the altered flints show microcrystalline quartz forming a microspherulitic texture with spherules about 10 µm in diameter (Fig. 14). The microspherulites become more pronounced progressively from the core of the flint towards the cortex. Voids occur within the porous cortex and even larger voids can be observed at the outer rim.

The microspherulites are not visible in thin section in unweathered, translucent flints formed of very fine microcrystalline quartz. Nevertheless, it is obvious that these microspherulites are primary constituents of the flint. They have been described in fresh flints within chalk deposits (Cayeux, 1897; Knauth, 1994). The microspherulites become progressively more distinct because they have a lower solubility than the matrix between the spherulites that is composed of a different form of microcrystalline quartz, possibly mixed with opal. This is more soluble and dissolves preferentially.

These features reveal two successive transformations of silica in flints: (1) the presence of microspherulites shows that recrystallization

of the flint to microcrystalline quartz after it has been reworked from the chalk nevertheless preserved at least some of the primary petrographic features; and (2) weathering of flints not only results from simple dissolution processes but also progresses as a result of differential dissolution and reorganisation of silica phases progressing from the surface inwards towards the core of the flints.

4. Application to investigations of flint artefacts

The alteration of flint artefacts has been under investigation from the earliest days of archaeological studies. For example, in a letter written in 1846, Boucher de Perthes specified the main factors relating to the development of patinas on artefacts, namely: the nature and the origin of the flint, its localisation at depth within the water-table or near-surface in well-drained sites, and the duration of the alteration, while also warning not to "... determine the age at glance ..." (Boucher de Perthes, 1865). In subsequent studies, experiments were undertaken to reproduce patinas on flint artefacts (especially white ones) by chemical attack. These include the research of Meillet (1866), Chedeville et al.

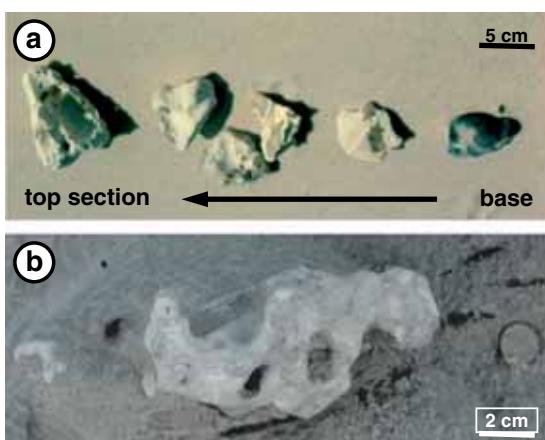


Fig. 13. a – Selected flints showing progressive alteration and dissolution from base to top of a bleached sandstone section (Thiry et al., 1988). b – Detail of extensively altered flint from the upper part of the section.

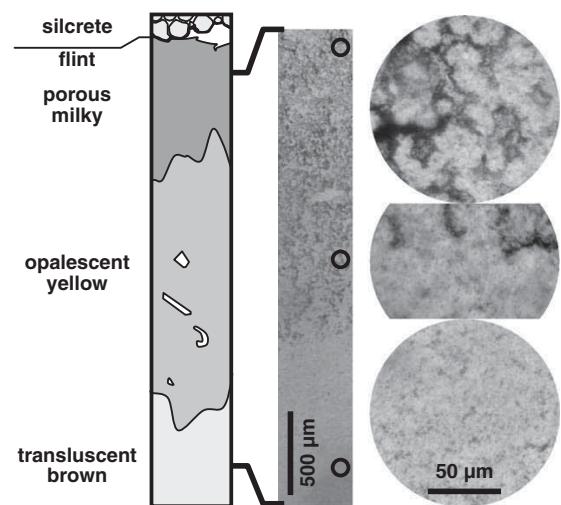


Fig. 14. Petrography of flint undergoing alteration in the upper part of a silcrete profile. Microspherulites become more distinctive through differential dissolution but are not visible in the unweathered flint. Silica is in each case formed of very fine microcrystalline quartz. Thin sections, polarized light.

(1907) and especially the important work of Hue (1929) who put varieties of flint in contact with diluted solutions for a duration of 20 years. Petrographic studies were also undertaken early and the differential dissolution of silica varieties was recognised as well as some of the agents influencing these alterations (Meillet, 1866; Cayeux, 1929; Curwen, 1940; Schmalz, 1960; Hurst and Kelly, 1961; Rottlander, 1975; Stapert, 1976).

A renewal of research on flint artefacts, and especially their surface features and characteristics, was initiated by analyses of their use (Levi-Sala, 1986; Howard, 1999; Burroni et al., 2002; Arrighi and Borgia, 2009). Recently, taphonomic studies of artefact deposits led to dynamic models of flint alteration taking into account the nature, hydrodynamics, geochemistry and other properties of the flint and the host deposits (Howard, 2002; Fernandes, 2012; Glauberman and Thorson, 2012). Our work builds on this research.

4.1. Overview of the alteration of flint artefacts

Determining the origins of lithic raw materials has long been considered essential to understand the collection behaviours of prehistoric societies. Petro-archaeological studies of flints have difficulty in establishing a correlation between the artefact material and the potential sources of that material (Deflandre, 1935; Valensi, 1957; Sieveking et al., 1972; Masson, 1981; Mauger, 1985; Kars et al., 1990; Briggs, 2001; Bressy, 2002). Studies have been mostly on primary (in situ) and/or sub-primary sources, whereas gatherings of flints by prehistoric peoples were often probably made from secondary, redeposited materials such as glacial till and water-laid gravels (Stapert, 1976; Lavin and Prothero, 1987, 1992; Williams-Thorpe et al., 1999; Verri et al., 2004; Fernandes and Raynal, 2006; Hughes et al., 2010). Transformations of the flint cortex that can be identified from detailed petrographic studies are specific to some sedimentary environments (Fernandes et al., 2007; Fernandes, 2012). Recognition of these petrographic characteristics may be the key to characterizing secondary flint deposits and could help to locate such deposits worked by prehistoric peoples and permit the drawing of maps of subsistence areas and potential itineraries (Fernandes et al., 2008).

As in the case of flints reworked from their sedimentary host, the silica minerals in tools made from flints and later buried when discarded by their users are affected by dissolution and precipitation (Fig. 15) (Hurst and Kelly, 1961; Vignard and Vacher, 1964; Masson, 1981; VanNest, 1985; Burroni et al., 2002; Arrighi and Borgia, 2009; Glauberman and Thorson, 2012). Silica dissolution in flints buried within soils or sediments commonly occurs at the periphery due to water seeping through the surrounding material. On the other hand, silica precipitation may occur either by concentration of pore waters during dry periods (seasons), or by cooling of warmer groundwater rising to near-surface, for example at times of periglacial environments in Europe during the cold periods of the Quaternary (Woo et al., 2008).

When transported flint clasts or worked tools are buried, a gradient of percolation is established between the essentially impermeable core

of the flint and the host sediment or soil. Reactions within the margins of the flint occur via diffusion processes through water films between component silica crystals. Any primary interstitial water bound within the flint core will be in contact with the silica minerals for a long time: in the outer rim, which is in contact with percolating water in the surrounding soil or sediment, the contact time will be shorter. This equates to a gradient of silica concentration in the solutions. Whereas the interstitial solutions and the water films between crystals within the core of the flint are in equilibrium with the silica minerals and no mineralogical change occurs, solutions at the surface of the flint are renewed by percolation and are thus undersaturated in silica so that the silica phases in the flint are dissolved. Beneath the surface of the flint, in the cortex, solutions have intermediate silica concentrations that may trigger recrystallization (Fig. 16). Flint weathering always leads to a loss of silica. However, in turn, the crystallinity and therefore the stability of the silica minerals increases, leading to more stable phases.

4.2. The concept of successive alterations

4.2.1. Chronology

Of particular importance in unravelling the petrographic evolution of flint tools in near-surface environments in relation to the geochemical and kinetic behaviour of silica minerals is recognition of the remnant natural surfaces that are inherited from the primary chalk deposits. The detailed characteristics of these natural surfaces will reflect the environments in which the flints were deposited and contained before they were collected for tool-making. The first step in determining the provenance of flints is to decipher the spatial arrangement of the successive natural surfaces (flat surfaces, edges, depressions, cupules, etc) and their relative chronology (Fig. 17). Secondly, the wear marks and the weathering rind formed when the sample was exposed, removed and transported have to be characterised for each surface. This requires a multi-scale approach by macroscopic and binocular observations, then examination of the microfacies, textures and porosity by optical microscopy, and finally a clarification of various phases of the silica dissolution and precipitation by scanning electron microscopy (SEM) (Fernandes, 2012).

4.2.2. Pre-gathering weathering and alteration

Successive transformations to form the weathering rind (cortex) occur during the geological reworking process, for example in flints from colluvial deposits downslope from flint-bearing limestone outcrops and, further downstream, flints bound within a mature alluvial conglomerate. Studies so far have been undertaken on about 3500 flint cobbles and 8000 flint artefacts, and included 200 thin sections, and Scanning Electron Microscope (SEM) analysis of 80 specific samples originating mainly from Massif Central, Rhône Valley and Aquitaine Basin in France and from several sites of Morocco (Fernandes, 2012).

The first stage of alteration after release of the flint from the source limestone consists of the development of three differentiated zones which constitute the weathering rind (Fig. 18a). An inner micro-porous zone develops as a result of dissolution of the most soluble and less

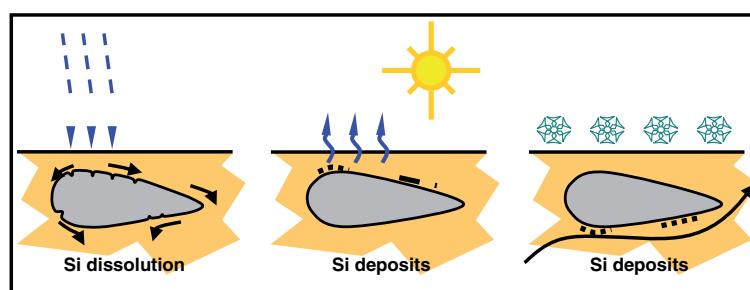


Fig. 15. Reworked or worked flints may undergo dissolution by seeping waters but also be the focus of silica deposition by way of concentration or cooling of waters.

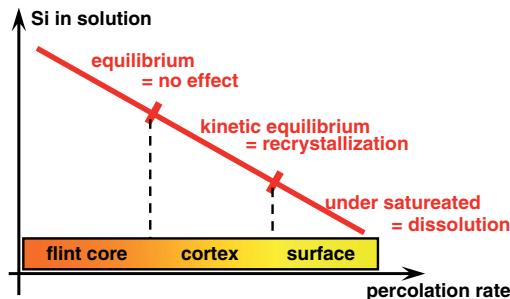


Fig. 16. Relationship between solution concentration and rate of percolation through flints. Interplay between flow rate of solutions and silica concentration steers the mineralogical and petrographical transformations in the flint cortex.

crystalline phases (diverse opal). An outer friable zone with large pores develops with further dissolution. In between, a tight zone cemented by secondary crystalline silica (mainly microquartz) has formed.

In colluvium, most of the surface of the flint is remoulded by a thin layer of silica underneath which quartz grains remain visible (Fig. 18b & c). The silica layer is thicker in surface depressions and frequently shows shrinkage cracks. The most soluble mineral phases like calcite and opal CT have disappeared from the matrix. The cortex of the flint thus contains secondary silica deposits, abrasion on bulges and split features (Fig. 18d).

This complex alteration ultimately ends in the development of a thick silica layer that completely changes the surface morphology of the flint. The surface becomes smooth and the grains that form the flint underneath the silica layer are no longer visible. Sometimes, the silica coats biogenic elements, like diatom frustules, that record deposition in a quiet environment.

The development of silica coatings appears to be characteristic of flint weathering. It is a consequence of differential alteration: the most soluble silica phases are dissolved whereas more stable phases and of better crystallinity than in the primary one are preserved and/or precipitated (Graetsch and Grünberg, 2012). The silica coating remains partial and discontinuous on flints contained within colluvium. It thickens up and the flints become somewhat rounded in downgradient fluvial

networks, until they become cemented entirely as well rounded pebbles in alluvial conglomerates. There appears to be a relationship between the thickness of the silica coating and the intensity and duration of the weathering and reworking processes. It is possible that mechanical stresses due to repeated friction, abrasion and impact of the flints during fluvial reworking gave rise to amorphous silica that has reorganised into silica coatings that harden the surface of the pebbles, in a similar way to that demonstrated above in paving stones and polishing stones.

4.2.3. Alteration of worked flint flakes

The patina formed after knapping is the most demonstrative example of the alteration of flints. The alteration is obvious and, in the case of archaeological excavations, a maximum age can be attributed to it which allows an assessment of a minimal rate of development. The alteration may also indicate the sedimentary and climatic processes that acted on the archaeological unit. Most commonly there are three zones superposed from the surface to the interior (Fig. 19): (1) an outer tightly cemented rim of a few tens of microns thickness, without porosity, which consists of a film of secondary silica that coats the microquartz and blurs entirely the granularity of the matrix; (2) a more or less regular underlying zone formed of microquartz without fibrous silica phases (chalcedony) that has relatively highly interconnected porosity and; (3) an inner zone in which the primary fibrous texture of chalcedony is preserved.

These alterations are frequent on flint flakes and are always characterised by a very fine silica phase covering the microquartz of the matrix. This is separated from the primary flint matrix by a network of open pores that indicates dissolution and recrystallization of the matrix as testified by the disappearance of the fibrous silica phases in the primary flint facies. This zonal arrangement may not have developed simultaneously but possibly successively or even in alternative fashion. The outer silica casing has most probably developed from amorphous silica compounds resulting from the knapping of the flints, or later mechanical shocks.

4.3. Implications

Weathering and alteration of silica in regolith environments has specific relevance to studies of the alteration of flint tools in near-surface

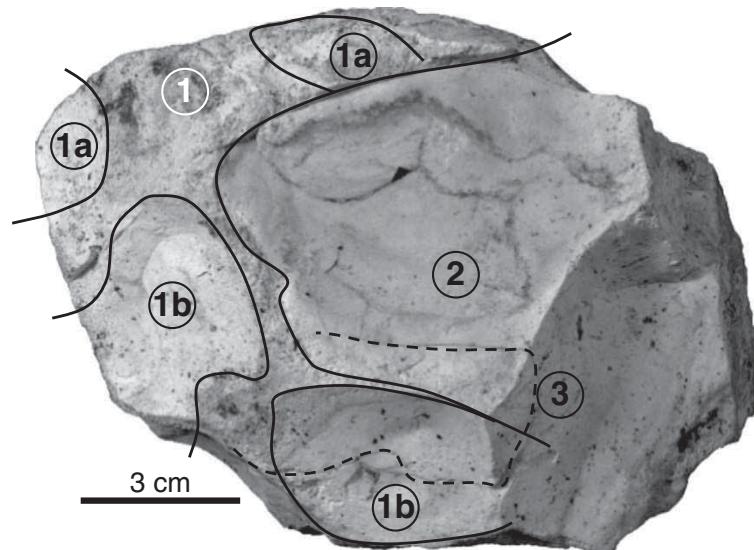


Fig. 17. Spatial arrangement of the successive surfaces on a flint cobble. (1) Primary flint cortex relating to chalk host; (1a) and (1b) early cupulae with a secondary cortex; (2) later cupula with a more recent cortex; and (3) recent developing cryojoint.

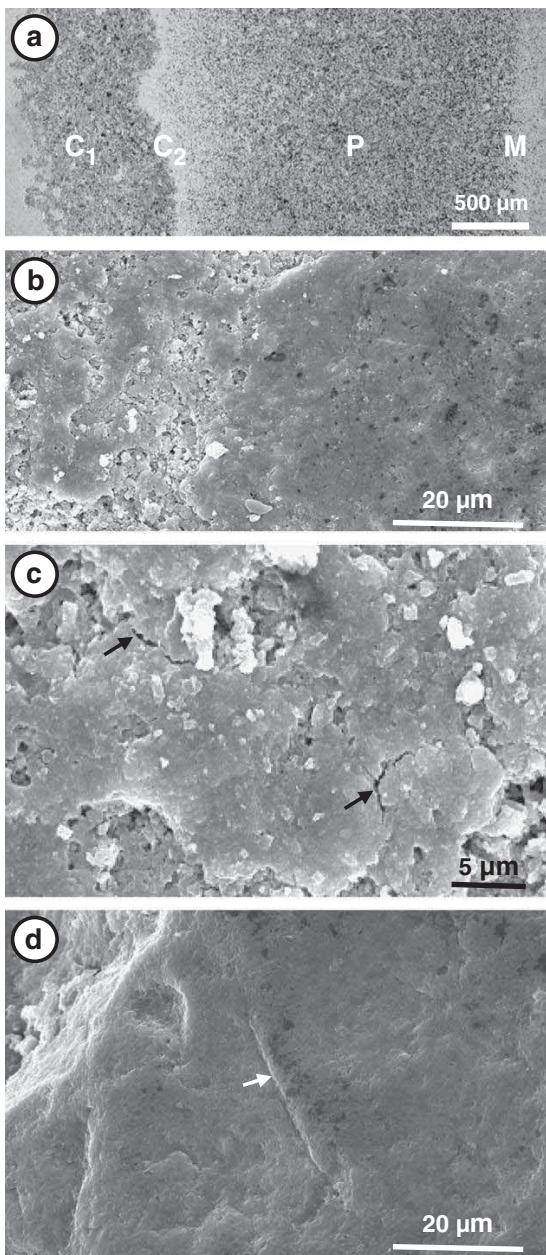


Fig. 18. Weathering rind on reworked flints. a – Section from flint cortex in colluvial deposit (Cruas, Ardèche, France): (C1) Porous outer zone, microquartz with pore diameters up to 100 μm ; (C2) tightly cemented zone, mainly composed of microquartz; (P) porous inner zone with dissolution of finest silica matrix and preservation of microquartz and chalcedony (bioclasts); (M) flint matrix without porosity, very fine silica phases including chalcedony and most probably poorly crystallized phases like varieties of opal and moganite. Thin section, cross polarized. b – Secondary silica coating in colluvial deposits (Cruas, Ardèche, France). Zone beneath coating shows pores and granular texture typical of outer zone of flint cores with dissolution and recrystallization of more soluble silica compounds. SEM picture. c – Details of secondary silica coating with shrinkage cracks (arrows) resulting from loss of volume during transformation and dehydration of silica coating. Beneath is granular and porous zone of flint cortex. SEM picture. d – Tight silica coating on flint from alluvial deposit (Tertiary conglomerate from Naussac, Lozère, France). Thickness of coating seen in the left upper corner of picture. Shock fracture affects the coating (arrow). SEM picture. After Fernandes (2012).

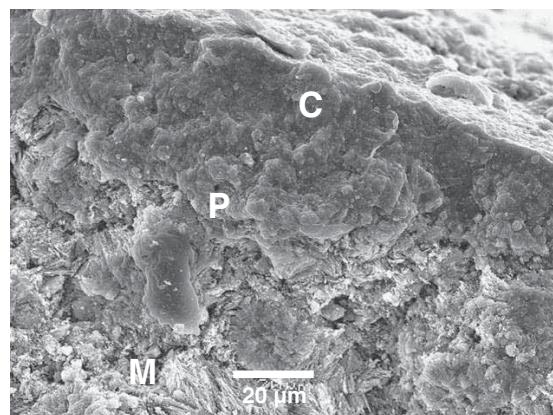


Fig. 19. Section of patina from artefact worked from a Lower Cretaceous (Barremian) flint (Cruas, Ardèche, France). (C) tightly cemented by secondary silica without any granulation, overlaying a porous and granular zone formed of isometric microquartz (P) that developed above the primary flint matrix in which the lengthening textures of chalcedony remain (M). SEM picture after Fernandes (2012).

environments. In particular, interpretations of the geochemical and kinetic behaviour of the constituent silica phases permit the forecasting of changes that may occur at the surface of a flint during its history (Fig. 20). For example: (1) dissolution always occurs at its surface; (2) percolation rates of soil water or groundwater through the core are very slow, and changes probably occur over geological time-scales (Ma); and (3) the intermediate zone (sub-cortical zone) is the site of adjustment between the flint and its surrounding geochemical environment. This scheme is very similar to that proposed independently by Glauberman and Thorson (2012). Here, recrystallization and ultimately deposition of silica record the various environmental conditions experienced by the flint during its history and can be interpreted and characterised using petrographical and micromorphological techniques to provide clues to the source of the worked flint materials.

Flint alteration and cortex development are mainly triggered by the nature of the component silica phases that have differing solubilities. The most soluble phases dissolve first and at the highest rate resulting in relative accumulation of the most stable phases. This is the first process of alteration. The crystallinity of the silica phases also plays a main role: it controls solubility which decreases with increasing crystallinity. Significant parts of the alteration process are the recrystallizations that occur in the solid state via diffusion in water films between crystal grains. Silica solubility is also temperature dependent: if groundwaters rise to the surface during cold periods they may precipitate silica and re-silicify cortex textures as they cool down.

The chemistry of interstitial water depends on the host material and on the water flow regime. In soils and in the zone of aeration, percolating water always remains under-saturated due to the low kinetic rate of silica dissolution: consequently dissolution will prevail during flint alteration. Groundwaters generally have a higher silica content and may be saturated with respect to the quartz varieties: dissolution of flint cortices will be limited in these environments. In clay-rich host rocks, such as clay-with-flints, percolating water flow rates are reduced and the silica content of the pore waters is even higher, favouring deposition of secondary silica.

Specific flow rates and water chemistry may be ascribed to sedimentary characteristics of flint deposits. For example, colluvium on slopes has intermittent drainage. Young alluvium may be permanently drowned whereas old alluvium may have the form of emerged terraces and undergo silica leaching for long periods. Flints at the soil surface, constituting an easy supply of materials, are exposed to severe temperature changes, desiccation, overheating in the sun, and exposure to the winds, and may undergo very specific alterations. Leaching conditions may even be

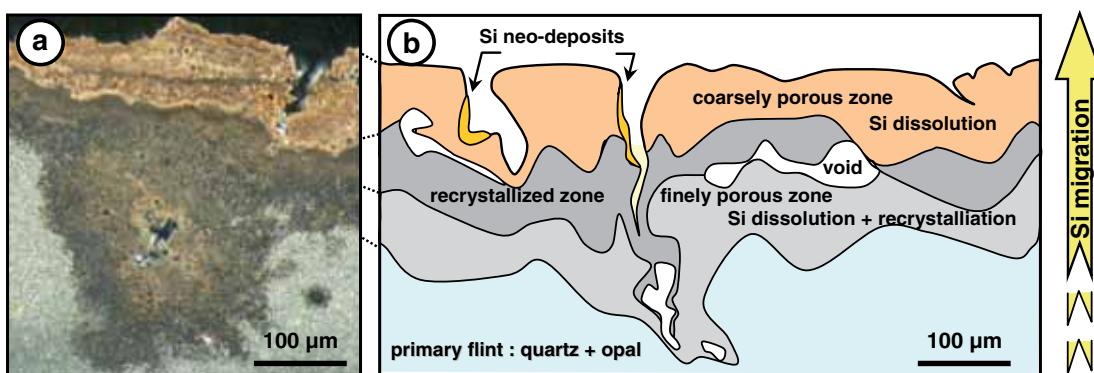


Fig. 20. Conceptual sketch of changes in sub-cortical weathering rind of flint. Changes are consequent upon geochemistry of pore water in host sediment and provide the basis for reconstructing these environments. a – Thin section of cortex on flint from colluvial deposit (Cruas, Ardèche, France). Cross-polarized light. b – Conceptual sketch of the petrographic changes that occur in cortex of a flint during alteration.

different between the upper and the lower faces of a flint: the upper faces may undergo leaching but may also be subjected to silica precipitation when the percolation rate slows down or even stops, whereas the lower faces always experience outflows and thus leaching conditions.

5. Conclusions

High resolution petrographic and electron optical investigations of weathering and alteration of the various forms of silica in materials that are exposed to near-surface regolith environments provide the basis for assigning micromorphological and mineralogical features to geochemical and hydrological conditions in particular micro-environments. The materials studied over many years and on several continents include sandstones, siliceous duricrusts, and flints. Where the weathering and alteration of silica occur over geological time, as in the case of siliceous duricrusts, or a millennium time scale, as in the case of the Fontainebleau Sandstone, features are generally clearly observed and comparatively easily interpreted. However, the weathering of silica can be a relatively rapid and current phenomenon. In the case of flints, there are examples of transformations of silica that occurred over periods of 20,000–50,000 years, thick weathering cortices have developed in less than about 130,000 years, and friable cortices have formed in several decades. In addition, we describe examples of polishing and surface hardening of rock surfaces initiated by abrasion and repeated mechanical working followed by subsequent silicification that has occurred within a few decades. Details of the alteration features produced over shorter time periods are progressively less easily examined. However, the outcomes of studies of these alteration features can be used to investigate the provenance of flint tools in an archaeological context.

As well as flints, worked flint flakes exhibit various weathering rinds that are due to changes in the texture and mineralogy at their surface forced by physico-chemical exchanges during working and weathering. And, as in the case of our geological and mineralogical studies in regolith environments, the textures (component particles, geometric aspects, size, mutual relations among the components, granularity) of the weathering rinds result from changes that occurred under specific microenvironmental conditions and thus reflect evidence of these conditions. Firstly, the remnant primary cortex on flint tools may provide information that identifies the deposits from which prehistoric peoples obtained the flints. Secondly, worked flint flake patinas retain information that may aid in the reconstruction of the environment of the archaeological site. An inventory of flint cortex textures forms the basis for elucidating the mechanisms that triggered the formation of the textures. Three main influencing factors are the nature of the silica components, the pore water of the host sediments or soils and water

flow or percolation regimes. Each flint registers its own history, and each type of environment lays down certain characteristic features on its surface, so that morphological and mineralogical changes recorded in the flint cortex can be used to reconstruct the successive environmental conditions experienced by that flint. Thus, a flint flake is not only a petrographical and archaeological entity; it also wears clues of alterations that, once deciphered, potentially reveal a chronology of sedimentary, diagenetic and archaeological events.

Acknowledgements

Research on prehistoric artefacts from different sites of the Massif Central and field surveys were funded by the Ministère de la Culture et de la Communication (project "Réseau de lithothèques en Rhône-Alpes" grant no. 10618) and the Région Aquitaine (project "Origines II" agreement no. 20081403002). The laboratory CRP2A-IRAMT, UMR 5060 CNRS of the University Bordeaux 3, Esplanade des Antilles, F33607, is thanked for access to their SEM facilities. Christine Franke from Mines-ParisTech is acknowledged for comments of an early version of the manuscript. An unknown referee provided insightful and very helpful comments on the manuscript.

References

- Arbey, F., 1980. Les formes de la silice et l'identification des évaporites dans les formations silicifiées. *Bull. Centre Rech. Pau. SNPA* 4 (1), 309–365.
- Arrighi, S., Borgia, V., 2009. Surface modifications of flint tools and their functional meaning. *Mater. Manuf. Process.* 24 (9), 922–927. <http://dx.doi.org/10.1080/10426910902987150>.
- Bénard, A., 2009. Inventaire des mégalithes de Seine-et-Marne. Mémoires archéologiques de Seine-et-Marne, Conseil Général du 77, Melun, no 2 (145 pp.).
- Bennett, P.C., 1991. Quartz dissolution in organic-rich aqueous systems. *Geochim. Cosmochim. Acta* 55, 1782–1797.
- Bethke, C.M., 2002. The geochemist's workbench release 4.0: a user's guide to Rxn, Act2, Tact, React, and Gtplot. University of Illinois, Urbana, IL.
- Boucher de Perthes, J., 1865. Des outils de Pierre, Jung-Treuttel, Paris, (48 pp.).
- Bowden, F.P., Hughes, T.P., 1937. Physical properties of surfaces. IV. Polishing, surface flow and the formation of the Beilby layer. *Proc. R. Soc. Lond. A* 160 (903), 575–587.
- Bressy, C., 2002. Caractérisation et gestion du silex des sites mésolithiques et néolithiques du Nord-Ouest de l'arc alpin. Une approche pétrographique et géochimique. (Thèse de doctorat) Université Aix-Marseille I, (677 pp.).
- Briggs, C.S., 2001. The past and future of Irish implement petrography. *Ulst. J. Archaeol.* 32–46.
- Burroni, D., Donahue, R.E., Pollard, A.M., Mussi, M., 2002. The surface alteration features of flint artefacts as a record of environmental processes. *J. Archaeol. Sci.* 29, 1277–1287.
- Bustillo, M.A., Castañeda, N., Capote, M., Consuegra, S., Criado, C., Diaz-del-Río, P., Orozco, T., Pérez-Jiménez, J.L., Terradas, X., 2009. Is the macroscopic classification of flint useful? A petroarchaeological analysis and characterization of flint raw materials from the Iberian Neolithic Mine of Casa Montero. *Archaeometry* 51 (2), 175–196.
- Cady, S.L., Wenk, H.R., Downing, K.H., 1996. HRTEM of microcrystalline opal in chert and porcelanite from the Monterey Formation, California. *Am. Mineral.* 81, 1380–1395.
- Catt, J.A., 1986. The nature, origin and geomorphological significance of clay-with-flints. In: Sieveking, G.D.G., Hart, M.B. (Eds.), *The Scientific Study of Flint and Chert*:

- Proceedings of the Fourth International Flint Symposium Held at Brighton Polytechnic 10–15 April 1983. Cambridge University Press, pp. 151–159.
- Cayeux, L., 1897. Contribution à l'étude micrographique des terrains sédimentaires. Deuxième partie: craie du Bassin de Paris. Mém. Soc. Géol. Nord Lille 4 (2), 207–563 (pl. IX et X).
- Cayeux, L., 1929. Les roches sédimentaires de la France. Roches siliceuses. Mém. Servir Expl. Carte Géol. détaillée de la France (774 pp).
- Chedeville, P.J., Barbier, Loisel, G., 1907. La patine des silex. Bull. Soc. Normande d'Etudes Préhist. XV, 75–96.
- Correns, C.W., Nagelschmidt, G., 1933. Über Faserbau und optische Eigenschaften von Chalzedon. Z. Krist. 85, 199–213.
- Coutard, S., Ozouf, J.-C., 2008. Nouvelle approche de l'altération des galets de silex dans les dépôts marins pléistocènes: contribution à l'étude des plates-formes marines du Val de Saire (Normandie, France). Quaternaire 19 (4), 335–344.
- Crerar, D.A., Axtemann, E.V., Axtemann, R.C., 1981. Growth and ripening of silica polymers in aqueous solutions. Geochim. Cosmochim. Acta 45, 1259–1266.
- Curwen, E.C., 1940. The white patination of Black Flint. Antiquity 14, 435–437.
- Deflandre, G., 1935. Techniques micropaléontologique appliquée à l'étude des silex. Bull. Soc. Fr. Microsc. 5 (2), 76–79.
- Dove, P.M., Nix, C.J., 1997. The influence of the alkaline earth cations, magnesium, calcium, and barium on the dissolution kinetics of quartz. Geochim. Cosmochim. Acta 61 (16), 3329–3340.
- Drees, L.R., Wilding, L.P., Smeck, N.E., Senkayi, A.L., 1989. Silica in soils: quartz and disordered silica polymorphs. In: Dixon, J.B., Weed, S.B. (Eds.), Minerals in Soils Environments. Soils Sci. Soc. Am., Madison, Wisconsin, pp. 913–974.
- Dubroeuq, D., Thiry, M., 1994. Indurations siliceuses dans des sols volcaniques. Comparaison avec des silcrètes anciens. 15th World Congress of Soil Sciences, Acapulco, Mexico, July 10–16. Transactions, 6a, pp. 445–459.
- Fayolle, M., 1979. Caractérisation analytique d'un profil à silex de l'ouest du Bassin de Paris. (Thesis 3rd Cycle) Univ. Paris, (VII, 151 pp.).
- Fernandes, P., 2012. Itinéraires et transformations du silex: une pétroarchéologie refondue, application au Paléolithique moyen. (PhD Thesis) , vol. 1. Université Bordeaux I, ED Sciences et Environnement, Spécialité Préhistoire, (Text and Figs. 452 p., Vol. 2 Annexes 164 p.).
- Fernandes, P., Raynal, J.-P., 2006. Pétroarchéologie du silex: un retour aux sources. C. R. Palevol 5 (6), 829–837. <http://dx.doi.org/10.1016/j.crpv.2006.04.002>.
- Fernandes, P., Le Bourdonnec, F.-X., Raynal, J.-P., Poupeau, G., Piboule, M., Moncel, M.-H., 2007. Origins of prehistoric flints: the neocortex memory revealed by scanning electron microscopy. C. R. Palevol 6 (8), 557–568. <http://dx.doi.org/10.1016/j.crpv.2007.09.015>.
- Fernandes, P., Raynal, J.-P., Moncel, M.H., 2008. Middle Palaeolithic raw material gathering territories and human mobility in the southern Massif Central, France: first results from a petro-archaeological study on flint. J. Archaeol. Sci. 35, 2357–2370.
- Fisk, E.P., 1971. Desert glaze. J. Sediment. Res. 41 (4), 1136–1137.
- Flörke, O.W., Jones, J.B., Segnit, E.R., 1975. Opal CT crystals. N. Jahrb. Mineral. 8, 369–377.
- Flörke, O.W., Flörke, U., Giese, U., 1984. Moganite. A new microcrystalline silica-mineral. N. Jahrb. Mineral. (Abh.) 149 (3), 325–336.
- Folk, R.L., Weaver, C.E., 1952. A study of the texture and composition of chert. Am. J. Sci. 250, 498–510.
- Pullagar, R.L., 1991. The role of silica in polish formation. J. Archaeol. Sci. 18 (1), 1–24.
- Garcia-Hernandez, J.E., 1981. Interprétation cinéétique de la géochimie d'altération de la silice à basse température (25 °C). INRA, Versailles, 213 p.
- Garrels, R.M., Christ, C.L., 1965. Solutions. Minerals and Equilibria. Harper and Row, New-York, 450 p.
- Gislason, S.R., Heaney, P.J., Veblen, R.R., Livi, K.J.T., 1993. The difference between the solubility of quartz and chalcedony: the cause? Chem. Geol. 107, 363–366.
- Gislason, S.R., Heaney, P.J., Oelkers, E.H., Schott, J., 1997. Kinetic and thermodynamic properties of moganite, a novel silica polymorph. Geochim. Cosmochim. Acta 61 (6), 1193–1204.
- Glauberman, P., Thorson, M., 2012. Flint patina as an aspect of "Flaked stone taphonomy": a case study from the loess terrain of the Netherlands and Belgium. J. Taphonomy 10 (1), 21–43.
- Goldstein, R.H., Rossi, C., 2002. Recrystallization in quartz overgrowths. J. Sediment. Res. 72, 432–440.
- Graetsch, H., Grünberg, J.M., 2012. Microstructure of flint and other cherts raw material. Archaeometry 54 (1), 18–36. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1475-4754.2011.00610.x>.
- Graetsch, H., Flörke, O.W., Miehe, G., 1987. Structural defects in microcrystalline silica. Phys. Chem. Miner. 14, 249–257.
- Hamon, C., 2003. De l'utilisation des outils de mouture, broyage et polissage au Néolithique en Bassin parisien: apports de la tracéologie. Bull. Soc. Préhist. Fr. 100 (1), 101–116.
- Heaney, P.J., Post, J.E., 1992. The widespread distribution of a novel silica polymorph in microcrystalline quartz varieties. Science 255, 441–443.
- Herdianita, H.R., Browne, P.R.L., Rodgers, K.A., Campbell, K.A., 2000a. Mineralogical and textural changes accompanying ageing of silica sinter. Mineral. Deposita 5, 48–62.
- Herdianita, N.R., Rodgers, K.A., Browne, P.R., 2000b. Routine instrumental procedures to characterise the mineralogy of modern and ancient silica sinters. Geothermics 29 (1), 65–81.
- House, W.A., Hickinbotham, L.A., 1992. Dissolution kinetics of silica between 5 and 35 °C. J. Chem. Soc. Faraday Trans. 88, 2021–2026.
- Howard, C.D., 1994. Natural indicators of lithic artefact authenticity. N. Am. Archaeol. 15 (4), 321–330.
- Howard, C.D., 1999. Amorphous silica, soil solutions, and archaeological flint gloss. N. Am. Archaeol. 20 (3), 209–216.
- Howard, C.D., 2002. The gloss patination of flint artefacts. Plains Anthropol. 47 (182), 283–288.
- Hue, E., 1929. Recherches sur la Patine des Silex. Bull. Soc. Préhist. Fr. 26, 461–468.
- Hughes, R.E., Höglberg, A., Olausson, D., 2010. Sourcing flint from Sweden and Denmark. A pilot study employing non-destructive energy dispersive X-ray fluorescence spectrometry. J. Nord. Archaeol. Sci. 17, 15–25.
- Hurst, V.J., Kelly, A.R., 1961. Patination of cultural flints: flint artefacts can be dated by cortical changes in mineralogy and texture. Science 134 (3474), 251–256.
- Iler, R.K., 1979. The Chemistry of Silica. Solubility, Polymérisation, Colloid and Surface Properties and Biochemistry. John Wiley and sons, New York, (866 pp.).
- Jones, R.C., Uehara, G., 1973. Amorphous coatings on mineral surfaces. Soil Sci. Soc. Am. J. 37 (5), 792–798.
- Kars, H., Jansen, J.B.H., Virends, P., 1990. Petrography and geochemistry of flint from the Lanaye chalk (Rijkolt-ST. Geertuid) and some other Neolithic sources. Cah. Quatern. 17, 131–140.
- Knauth, L.P., 1979. A model for the origin of chert in limestone. Geology 7, 274–277.
- Knauth, L.P., 1994. Petrogenesis of Cherts. In: Heaney, P.J., Prewitt, C.T., Gibbs, G.V. (Eds.), Silica, Physical Behaviour, Geochemistry and Materials Applications. Mineralogical Soc. America, Reviews in Mineralogy, 29(1), pp. 233–258.
- Krauskopf, K.B., 1956. Dissolution and precipitation of silica at low temperature. Geochim. Cosmochim. Acta 10, 1–27.
- Laignel, B., Meyer, R., 2000. La désilicification des silex des formations résiduelles à silex de l'ouest du bassin de Paris. Bull. Soc. Géol. Fr. 171, 569–576.
- Lavin, L., Prothero, D.R., 1987. Identification of Jasper sources in parts of the Northeast and Mid-Atlantic Region. Bull. Archaeol. Soc. N. J. 42, 11–23.
- Lavin, L., Prothero, D.R., 1992. Prehistoric procurement of secondary sources: the case for characterization. N. Am. Archaeol. 13 (2), 97–113.
- Lee, D.R., 2007a. Characterisation of Silica Minerals in a Banded Agate: Implications for Agate Genesis and Growth Mechanisms, (<http://www.geos.ed.ac.uk/homes/s0789516/agate.pdf>, 18 pp.).
- Lee, D.R., 2007b. Characterisation and the Diagenetic Transformation of Non- and Micro-Crystalline Silica Minerals, (<http://www.geos.ed.ac.uk/homes/s0789516/microsilica.pdf>, 20 pp.).
- Levi-Sala, I., 1986. Use Wear and post-depositional surface modification: a word of caution. J. Archaeol. Sci. 13 (3), 229–244.
- Loiseau, J., 1970. Le massif de Fontainebleau. Géographie, histoire, généralités: légendes, préhistoire, géologie, faune, flore, 4th edition. Vigot Frères Ed. Paris, (205 pp.).
- Marshall, W.L., Warakomski, J.M., 1980. Amorphous silica solubilities. II Effect of aqueous salt solutions at 25 °C. Geochim. Cosmochim. Acta 44, 915–924.
- Masson, A., 1981. Pétroarchéologie des roches siliceuses. Intérêt en Préhistoire. Thèse Université Claude Bernard Lyon I, (111 pp.).
- Mauger, M., 1985. Les matériaux siliceux utilisés au paléolithique supérieur en Ile-de-France. (Thèse de doctorat) Université Paris-I, (406 pp.).
- Meillet, A., 1866. Recherches chimiques sur la patine des silex taillés. Monit. Archéol. (Montauban) 2 (1), 247–254.
- Moxon, T., Nelson, D.R., Zhang, M., 2006. Agate recrystallization: evidence from samples found in Archaean and Proterozoic host rocks, Western Australia. Aust. J. Earth Sci. 53, 235–248.
- Murata, K.J., Norman, M.B., 1976. An index of crystallinity for quartz. Am. J. Sci. 276 (9), 1120–1130. <http://dx.doi.org/10.2475/ajs.276.9.1120>.
- Nakamura, Y., Muto, J., Nagahama, H., Shimizu, I., Miura, T., Arakawa, I., 2012. Amorphization of quartz by friction: Implication to silica-gel lubrication of fault surfaces. Geophys. Res. Lett. 39 (21) L21303.
- Nouel, A., 1961. Les polissoirs néolithique de l'Eure et Loir (région sud), du Loiret, du Loir et Cher et de la Seine-et-Marne (portion gâtinaise). Bull. Soc. Préhist. Fr. 58 (7), 493–511.
- Palandri, J.L., Karakha, Y.K., 2004. A compilation of rate parameters of water–mineral interaction kinetics for application to geochemical modelling. USGS, open file report n°2004-1068.
- Petrovich, R., 1981. Kinetics of dissolution of mechanically comminuted rock-forming oxides and silicates-I. Deformation and dissolution of quartz under laboratory conditions. Geochim. Cosmochim. Acta 45 (10), 1665–1674.
- Pope, G.A., Miranda, V.C., 1999. A geomorphology of megaliths: Neolithic landscapes in the Alato Alentejo, Portugal. Middle S. Geogr. 32, 110–124.
- Quesnel, F., Catt, J., Laignel, B., Bourdillon, C., Meyer, R., 2003. The Neogene and Quaternary Clay-with-flints north and south of the English Channel: comparison of distribution, age, genetic processes and geodynamics. J. Quat. Sci. 18 (3–4), 283–294.
- Rimstidt, J.D., 1997. Quartz solubility at low temperatures. Geochim. Cosmochim. Acta 61 (13), 2553–2558.
- Rodgers, K.A., Cressey, G., 2001. The occurrence, detection and significance of moganite (SiO_2) among some silica sinters. Mineral. Mag. 65 (2), 157–167.
- Rodgers, K.A., Browne, P.R.L., Buddle, T.F., Cook, K.L., Greatrex, R.A., Hampton, W.A., Herdianita, N.R., Holland, G.R., Lynne, B.Y., Martin, R., Newton, Z., Pastars, D., Sannazarro, K.L., Teece, C.I.A., 2004. Silica phases in sinters and residues from geo-thermal fields of New Zealand. Earth Sci. Rev. 66 (1), 1–61.
- Rottlander, R., 1975. The formation of patina on flint. Archaeometry 17 (1), 106–110.
- Schmalz, R.F., 1960. Flint and the patination of flint artefacts. Proc. Prehist. Soc. 26, 44–45.
- Sieveking, G.D., Bush, P., Ferguson, J., Craddock, P.T., Hugues, M.J., Cowell, M.R., 1972. Prehistoric flint mines and their identification as source of raw material. Archaeometry 14 (2), 151–176. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1475-4754.1972.tb00061.x>.
- Siffert, B., 1967. Some reactions of silica in solution: formation of clay. Translation: Mémoires du Service de la Carte géologique d'Alsace et de Lorraine, no 21. Published for the U.S. Department of Agriculture and the National Science Foundation, Washington, D.C. (100 pp.).
- Smykatz-Kloss, W., 1972. Das Hoch-Tief-Umwandlungsverhalten mikrokristalliner Quarze. Contrib. Mineral. Petrol. 36, 1–18. <http://dx.doi.org/10.1007/BF00372830>.
- Soulier, J., 1972. Etude d'une série de polissoirs de la région de Souppes (Seine et Marne). Univ. Paris I, Mémoire de Maîtrise, (143 pp., 166 fig.).

- Stapert, D., 1976. Some natural surface modifications on flint in the Netherlands. *Palaeohistoria* 18, 7–42.
- Talbot, J.H., Kempis, E.B., 1960. Finely ground quartz: evidence against a 'disturbed' layer. *Nature* 188, 927–929.
- Thiry, M., 1981. Sédimentation continentale et altérations associées: calcifications, ferruginisations et silicifications. *Les Argiles Plastiques du Sparnacien du Bassin de Paris. Sci. Géol. Mém.* 64 (173 pp.).
- Thiry, M., 1999. Diversity of Continental Silicification Features: Examples from the Cenozoic Deposits in the Paris Basin and Neighbouring Basement. In: Thiry, M., Simon-Coinçon, R. (Eds.), *Palaeoweathering, Palaeosurfaces and Related Continental Deposits*. Spec. Publ. Intern. Ass. Sedimentologists, 27, pp. 87–128.
- Thiry, M., 2005. Weathering morphologies of the Fontainebleau Sandstone and related silica mobility. *Ferrantia* 44, 47–52.
- Thiry, M., Maréchal, B., 2001. Development of tightly cemented sandstone lenses within uncemented sand: Example of the Fontainebleau Sand (Oligocene) in the Paris Basin. *J. Sediment. Res.* 71/3, 473–483.
- Thiry, M., Millot, G., 1987. Mineralogical forms of silica and their sequence of formation in silcretes. *J. Sediment. Petrol.* 57 (2), 343–352.
- Thiry, M., Milnes, A.R., 1991. Pedogenic and groundwater silcretes at Stuart Creek Opal Fields, South Australia. *J. Sediment. Petrol.* 61 (1), 111–127.
- Thiry, M., Simon-Coinçon, R., 1996. Tertiary paleoweatherings and silcretes in the southern Paris Basin. *Catena* 26 (1), 1–26.
- Thiry, M., Panziera, J.P., Schmitt, J.M., 1984. Silicification et désilicification des grès et des sables du Fontainebleau. Évolutions morphologiques des grès dans les sables et à l'affleurement. *Bull. Inf. Géol. Bassin Paris* 21 (2), 23–32.
- Thiry, M., Bertrand-Ayraut, M., Grisoni, J.C., 1988. Ground-water silicification and leaching in sands: example of the Fontainebleau Sand (Oligocene) in the Paris Basin. *Geol. Soc. Am. Bull.* 100, 1283–1290.
- Thiry, M., Milnes, A.R., Rayot, V., Simon-Coinçon, R., 2006. Interpretation of palaeoweathering features and successive silicifications in the Tertiary regolith of Inland Australia. *J. Geol. Soc.* 163, 723–736.
- Thiry, M., Parcerisa, D., Liron, M.N., 2010. Periglacial geomorphological evolution of the Fontainebleau Massif (France). *Z. Geomorphol.* 54 (1), 93–110.
- Trauth, N., Vilas-Boas, G., Thiry, M., Badaut, D., Eberhart, J.P., 1978. Silex et chailles du bassin de Paris: modifications minéralogiques lors de leurs altérations. *Sci. Géol. Bull.* 31 (4), 173–183.
- Valensi, L., 1957. *Micropaléontologie des silex du Grand-Pressigny*. Bull. Soc. Géol. Fr. 6 (7), 1083–1090.
- VanNest, J., 1985. *Patination of Knife River flint artefacts*. Plains Anthropol. 30 (110), 325–339.
- Verri, G., Barkai, R., Bordeanu, C., Gopher, A., Hass, M., Kaufman, A., Kubik, P., Montanari, E., Paul, M., Ronen, A., Weiner, S., Boaretto, E., 2004. Flint mining in prehistory recorded by in situ-produced cosmogenic ^{10}Be . *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.* 101 (21), 7880–7884. <http://dx.doi.org/10.1073/pnas.0402302101>.
- Vignard, E., Vacher, G., 1964. Altérations des silex préhistoriques de Nemours sous l'influence des climats qui se sont succédés du Périgordien Gravettien au tardenoisien locaux. *Bull. Soc. Prehist. Fr.* 61 (1), 45–55.
- White, D.E., Hem, J.D., Waring, G.A., 1963. Chemical composition of subsurface waters. In: Fleischer, M. (Ed.), *Data of Geochemistry*, 6th ed., U.S. Geol. Survey Professional Paper 440-F.
- Willems, L., Pouquet, A., Vicat, J.P., 2002. Existence de karsts en roches cristallines silicatées non carbonatées en Afrique sahélienne et équatoriale, implications hydrologiques. *Bull. Soc. Géol. Fr.* 17 (3–4), 337–345.
- Willey, J.D., 1980. Effects of ageing on silica solubility: a laboratory study. *Geochim. Cosmochim. Acta* 44, 573–578.
- Williams, R., Crerar, D.A., 1985. Silica diagenesis. II General mechanism. *J. Sed. Petrol.* 55 (3), 312–321.
- Williams, R., Parks, G.A., Crerar, D.A., 1985. Silica diagenesis. I. Solubility controls. *J. Sediment. Petrol.* 55 (3), 301–311.
- Williams-Thorpe, O., Aldiss, D., Rigby, I.J., Thorpe, R.S., 1999. Geochemical provenancing of igneous glacial erratics from southern Britain, and implications for prehistoric stone implement distributions. *Geoarchaeology* 14 (3), 209–246.
- Woo, M.K., Kane, D.L., Carey, S.K., Yang, D., 2008. Progress in permafrost hydrology in the new millennium. *Permafro. Periglac. Process.* 19 (2), 237–254. <http://dx.doi.org/10.1002/ppg.613>.
- Wray, R.A.L., 1997. A global review of solutional weathering forms on quartz sandstones. *Earth Sci. Rev.* 42 (3), 137–160.
- Young, R.W., Young, A.R.M., 1992. *Sandstone Landforms*. Springer-Verlag, (163 pp.).

RESSOURCES EN SILEX AU PALÉOLITHIQUE SUPÉRIEUR DANS LE MASSIF CENTRAL : RÉSEAUX LOCAUX ET APPROVISIONNEMENTS LOINTAINS REVISITÉS

Vincent DELVIGNE Paul FERNANDES Michel PIBOULE Audrey LAFARGE
 Jean-Michel GENESTE Marie-Hélène MONCEL Jean-Paul RAYNAL

Résumé : Le sud du Massif central, réputé terre hostile de peuplement interglaciaire et interstadiaire, est depuis des décennies un terrain privilégié pour l'étude des déplacements humains. Considéré par certains auteurs comme dépourvu de silex de modules propices à une production laminaire, ce terrain se révèle à contrario d'une richesse insoupçonnée en matériaux exploitables. S'il est vrai que les gîtes primaires (silex à l'affleurement), maintenant bien caractérisés, y sont peu nombreux et de superficie restreinte, les épandages détritiques issus des alluvions anciennes de la Loire, de l'Allier et de la Truyère fournissent une réserve abondante en géo-matériaux, exploitée lors des différentes phases d'occupation de l'espace régional. Une méthodologie renouvelée fondée sur le principe de chaîne évolutive des silicifications et ayant fait ses preuves pour le Paléolithique moyen, a été appliquée de façon exhaustive à trois séries « emblématiques » du Paléolithique supérieur régional : l'assemblage lithique de la grotte Chauvet en Ardèche, le Protomagdalénien de l'abri du Blot et le Badegoulien de la grotte du Rond-du-Barry en Haute-Loire. Les premiers résultats renouvellent la vision des approvisionnements en silex proposée depuis les années 1980 pour le Paléolithique supérieur du Massif central. Les comportements d'approvisionnement sont différents selon les cultures considérées. À la grotte Chauvet, on note une augmentation des distances de circulation des objets lithiques par rapport à celles définies à partir des séries moustériennes d'Ardèche. Les Protomagdaléniens du Blot pénètrent dans le Massif central avec des rognons de silex provenant des marges sud-ouest du Bassin parisien (Indre-et-Loire et Loir-et-Cher), situées à plus de 250 km du site vellave et donnent l'image d'une expédition en territoire inconnu. En revanche, les Badegouliens du Rond-du-Barry exploitent un spectre minéral local similaire à celui retrouvé dans l'occupation néandertalienne de la grotte de Sainte-Anne I toute proche ; à cette part de matériaux locaux et semi-locaux vient s'ajouter une composante variée de silex d'origines très lointaines (Loir-et-Cher), illustrant une parfaite connaissance de deux territoires distincts et évoquant une exploitation réfléchie et intégrée de deux zones d'un vaste domaine approprié.

Abstract : The southern French Massif Central has been considered a hostile land for human populations during interglacial and inter-stadial times but has for decades been a privileged field for the study of human movement. Once believed to be devoid of flint nodules suitable for blade production, this region in fact shows an unsuspected wealth of exploitable materials suitable for stone tool production. Although it is true that primary outcrops of flint are few and have restricted surface exposures they are however, now well characterized. Detrital formations coming from the old alluviums of the Loire, Allier and Truyère rivers also supply an abundant stock of geo-materials that were also exploited during the various occupation phases of the region. A renewed methodology based on the principle of an evolutionary chain of silicification, well proven for the Middle Palaeolithic, was applied exhaustively to three archaeological series belonging to the Upper Palaeolithic; the lithic assemblages of Chauvet cave in the Ardèche, the Proto-Magdalenian of Le Blot rockshelter and the Badegoulian of Le Rond-du-Barry cave both in Haute-Loire. Preliminary results do not confirm the previous observations for the sources of lithic raw materials first proposed in the 1980s for Upper Palaeolithic sites in the Massif Central. Exploitation behaviours for the supply of raw materials vary in accordance with the temporal differences in the cultures. In Chauvet cave, there is a wider acquisition zone for the lithic artefacts compared with that commonly attributed to the Middle Palaeolithic of the Ardèche. The Proto-Magdalenian of le Blot rockshelter in the Massif Central shows that entire flint nodules were transported to the site from the south-west margins of the Paris Basin (Indre-et-Loire and Loir-et-Cher), more than 250 km distant from the Vellave site. This suggests that excursions were made into territories further afield than those normally frequented. The Badegoulian occupation of le Rond-du-Barry exploited a local lithic spectrum similar to the one studied at the adjacent Middle Palaeolithic Sainte-Anne I cave site. However, to the local and semi local material is added a variable component of flint from a very distant locality (Loir-et-Cher), illustrating an understanding of the resources available from two distinct and separate environments and planned exploitation of a vast territory.

1 INTRODUCTION

Dès les débuts de la Préhistoire, l'étude des matières premières - la pétroarchéologie - a identifié des traceurs des déplacements humains (Jouannet 1834 *in* Cleyet-Merle 1990; Audierne 1863; Damour 1865; Pomerol 1888; Boule & Vernière 1899). Des investigations pétrographiques ont été conduites sur du matériel archéologique selon une méthode renouvelée (Fernandes, 2012, Fernandes & Raynal, 2006, Fernandes *et al.* 2007) pour essayer de mieux appréhender les déplacements des matières *i.e.* des hommes durant le Paléolithique. L'extension des géo-territoires a été définie par l'ensemble des sources de matières premières lithiques exploitées par l'homme. Couplée aux autres disciplines de la Préhistoire (archéozoologie, technologie lithique, art préhistorique, ...) elle documente *a minima* les territoires culturels entre l'OIS 6–5 et la fin de l'OIS 2 dans le sud du Massif central.

Cette zone géographique présente plusieurs avantages. L'espace minéral y est bien identifié par des opérations programmées: prospection thématique (« L'espace minéral au Paléolithique moyen dans le sud du Massif central », coordination J.-P. Raynal), projet collectif de recherche (« Réseaux de lithothèques en Rhône Alpes », coordination P. Fernandes), et programme collectif de recherche (« Espaces et subsistance au Paléolithique moyen dans le sud du Massif central », coordination J.-P. Raynal et M.-H. Moncel). Des études pluridisciplinaires ont été conduites sur différents sites. Les sites sont assez nombreux dans un espace où la topographie prononcée structure le paysage. De nombreux travaux sur l'origine des matières premières lithiques y ont été conduits (Torti 1980; Masson 1981; Torti-Zannoli 1983, 1985; Surmely *et al.* 1998, 2008a; Surmely & Pasty 2003; Fernandes 2012; Delvigne 2012).

Réputé dépourvu de matières premières aptes à la production laminaire (Bracco 1994, 1996; Surmely & Pasty 2003; Angevin 2010), cet espace regorge pourtant de silicifications en position secondaire et présente des affleurements primaires de matières premières siliceuses, réduits mais de bonne qualité (silcreête de La Collange, silex du Bassin du Puy,...), que les travaux précités ont documenté (Fernandes *op.cit.*). Certaines de ces matières premières locales présentent des ubiquités de faciès avec des matériaux considérés comme lointains au sein des assemblages archéologiques. À la lumière de ces nouvelles données, les anciennes collections ont été examinées.

Le terrain d'étude se décompose en deux ensembles distincts (**figure 1**):

■ à l'ouest, le Velay est caractérisé par son paysage de moyenne montagne (altitude moyenne de 1000 m), composé de roches cristallines du socle hercynien et de roches volcaniques miocènes à pléistocènes (Mergoil & Boivin 1993). Il est scindé en deux ensembles articulés autour des axes fluviaitales de la Loire à l'est et de l'Allier à l'ouest. Ces deux vallées sont séparées au sud par le vaste plateau basaltique du Devès ou « Monts du Velay » et au nord par les espaces granitiques du Forez méridional (Boule 1892). En dehors des vallées, le climat est rude (Gachon 1953; Raynal & Daugas 1984; Fillod & Bonhomme 1985). Lors des périodes froides du Pléistocène, ce contraste n'en était que plus marqué (Raynal & Daugas *op cit.*). Trois sites y ont été étudiés: la grotte de Sainte-Anne I (OIS 6–5), la grotte du Rond-du-Barry (fin OIS 3 et OIS 2) et l'abri du Blot (OIS 2);

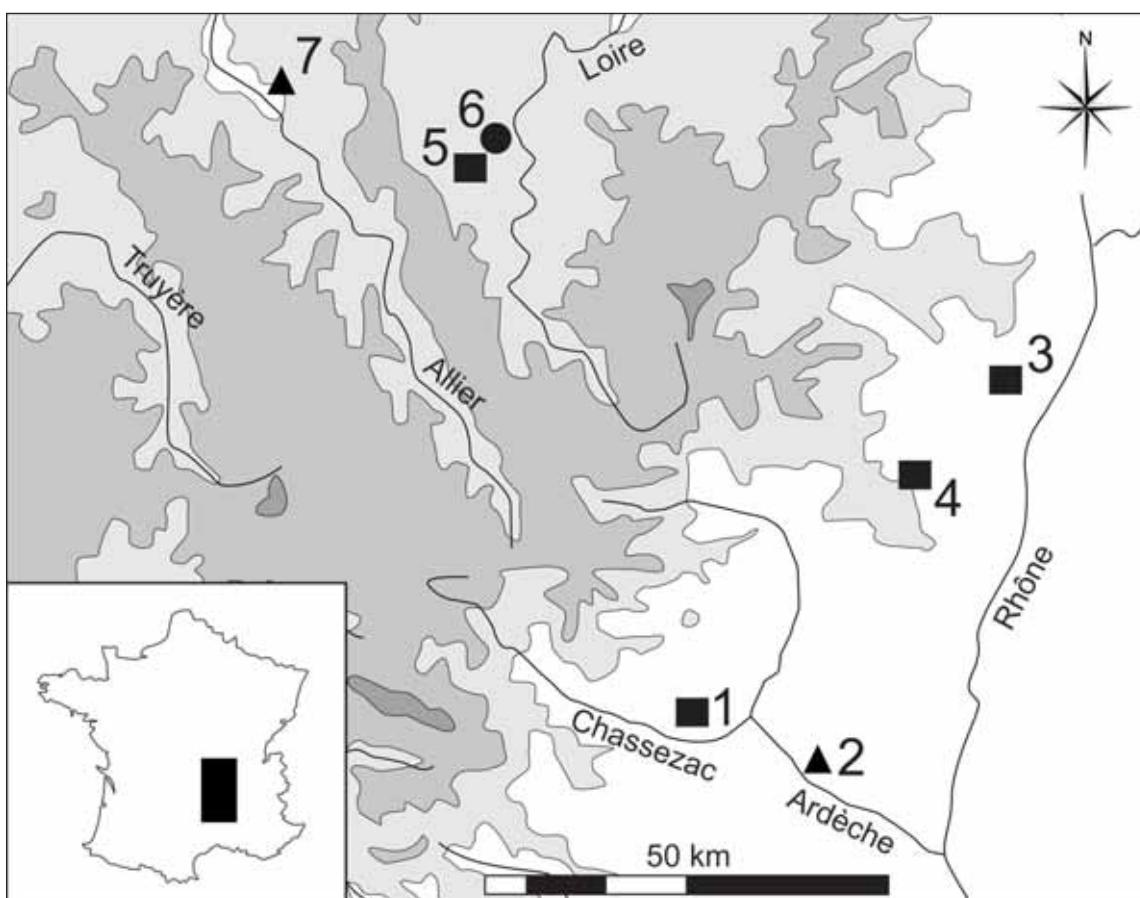


FIGURE 1 Le cadre géographique de l'étude. Les carrés représentent les sites du Paléolithique moyen, les triangles ceux du début du Paléolithique supérieur, et le rond celui de la fin du Paléolithique supérieur: 1. Abri des Pêcheurs; 2. Grotte Chauvet; 3. Payre; 4. Andance; 5. Sainte-Anne I; 6. Le Rond-du-Barry; 7. Abri du Blot.

■ à l'est, le Bas-Vivarais est constitué de canyons creusés dans les calcaires jurassiques et crétacés. Les ressources en matières premières y sont inégalement réparties, plus ou moins abondantes et de qualité variable. Ce domaine est séparé du précédent par la frange septentrionale des Cévennes: les monts du Mézenc culminant à 1753 mètres qui a connu un fort enneigement durant les pics de froids du Pléistocène (Raynal & Daugas 1984). Quatre sites y ont été étudiés: Payre (OIS 7 à 5); Andance (OIS 5); l'Abri des pêcheurs (OIS 5 à 3); et la grotte Chauvet (OIS 2).

Nous ne décrirons précisément que les géo-matières des sites du Paléolithique supérieur (encore pour la plupart inédits), celles des sites du Paléolithique moyen ayant déjà fait l'objet de publications (Fernandes *et al.* 2006, 2008, 2010; Fernandes & Raynal 2007; Bernard-Guelle *et al.* 2011). Il s'agit ici de comprendre l'articulation de ces deux domaines du sud-est du Massif central au cours du Pléistocène moyen final et supérieur et de mettre en évidence les ruptures et les continuités au sein des approvisionnements en matières premières lithiques, notamment lointaines.

2 MÉTHODOLOGIE

Notre étude des matières premières lithiques combine deux approches. Une étude du microfaciès de chacune des pièces archéologiques est réalisée à la loupe binoculaire (grossissement minimal x 50), sans tri à l'œil nu préalable, selon une liste de critères (texture, structure, matrice, identification et description des éléments figurés en terme d'abondance, de taille, de tri, de fragmentation...), issus du protocole d'étude des roches sédimentaires carbonatées pratiquée en particulier par l'industrie pétrolière (Folk 1959). Cette méthode de caractérisation, maintenant classique pour l'étude approfondie des pièces archéologiques, a été développée dans les années 1980 par M. et M.R. Séronie-Vivien dans le bassin d'Aquitaine (Séronie-Vivien M. & M.R. 1987). Un tel travail permet de mettre en évidence les silex dont les types pétrographiques sont peu représentés au sein de l'assemblage et qui sont trop souvent confondus et assimilés à la variabilité des types les plus fréquents. Ce constat avait déjà été fait par d'autres auteurs (Mauger, 1984; Linton *et al.* 2008) à propos de certains silex marins présentant une analogie de faciès avec des silex lacustres tertiaires. L'examen systématique à la loupe binoculaire permet de différencier les grands types d'environnements de dépôt (marin, lacustre, continental...), mais également de replacer le silex dans une zone précise de cet environnement d'origine (marin de barrière, lacustre de bord de lac...).

Notre démarche s'inscrit également dans une vision dynamique de l'environnement (Fernandes 2012). Il ne s'agit pas seulement de retrouver l'origine stratigraphique d'un silex (type génétique), mais plutôt son lieu de collecte (type gîtologique).

Nous avons divisé les affleurements de silex (les gîtes) en six grands types (**figure 2**):

- les gîtes primaires, quand la totalité de la silicification est encore présente dans son encaissant;
- les gîtes sub-primaires, lorsqu'une partie de la silicification est encore présente dans son encaissant;
- les altérites et notamment les argiles à silex;
- les colluvions;
- les alluvions récentes, soit l'ensemble des silicifications situées dans le lit des cours d'eau actifs;
- les alluvions anciennes, c'est à dire les silicifications se trouvant dans les dépôts fluviatiles de cours d'eau « fossiles ».

Chacun de ces types de gîte peut être combiné, afin de retracer le plus fidèlement le parcours de transport des silicifications (par exemple: colluvions d'alluvions anciennes).

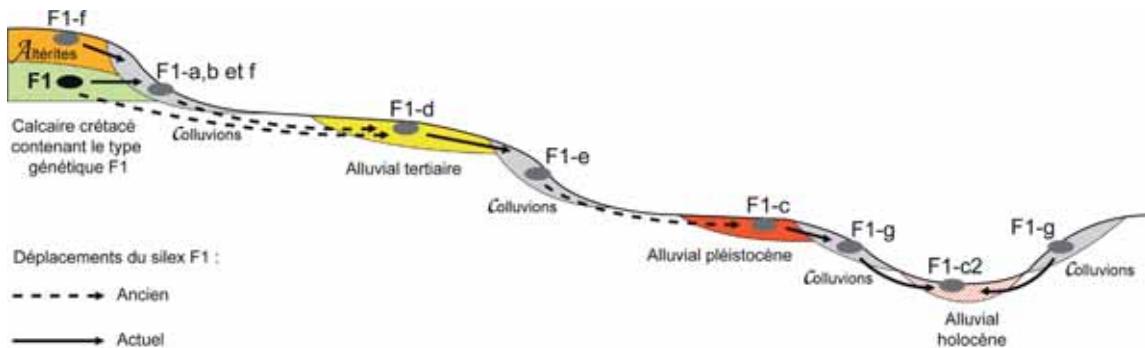


FIGURE 2 Représentation dynamique de l'évolution d'un type de silex du gîte primaire en connexion avec ses gîtes secondaires. PAO : P. Tallet (Fernandes 2012).

Les roches siliceuses se modifient en fonction des environnements physico-chimiques qu'elles traversent. Il s'agit de décrypter les stigmates caractéristiques des différents milieux traversés (Le Ribault 1977, Fernandes & Raynal 2006, Fernandes *et al.* 2007, Fernandes 2012), afin de raccorder l'artefact archéologique à l'histoire de la silicification géologique dont il est issu (Lavin & Prothero 1987, 1992 ; Arrighi & Borgia 2009 ; Glauberman & Thorson 2012).

En revanche, des silicifications peuvent demeurer d'origine indéterminée. Il s'agit généralement de roches siliceuses dont la caractérisation ne nous permet pas de les rattacher à un gîte connu. Il convient d'essayer d'identifier sa formation d'origine (milieu et âge du dépôt) et d'engager des prospections géologiques dans la (les) zone(s) potentielle(s) d'affleurement afin de retrouver son positionnement gîtologique, sa variabilité et son origine génétique. Cette roche possède une origine inconnue et non une origine indéterminée. Il peut également s'agir de silicifications dont les faciès sont ubiquistes et difficilement discriminables même après un examen à fort grossissement à la loupe binoculaire. Il en va ainsi des silex mudstone dont la surface d'observation est réduite ($< 1 \text{ cm}^2$) et dont l'absence d'éléments figurés ne permet pas de trancher : ce sont des silicifications d'origine indéterminable. Enfin, des silex – quelque soit la taille de l'artefact – présentent des faciès réellement ubiquistes. Cette situation s'illustre avec les silex de type « F034 » (silex jurassique évolué des causses lozériens et repris dans les alluvions anciennes de la Loire, de l'Allier et de la Truyère), et les silex de type « F014 » (silex barrémio-bédoulien de la rive droite du Rhône). Il s'agit ici de silex d'origine indéterminée. Cette indétermination peut être levée par le recours à l'observation microscopique en lames minces. Si le faciès paraît évolué à la loupe binoculaire, les éléments de petites tailles restent conservés à l'échelle microscopique et les faciès originaux sont identifiables dans la plupart des cas. Il est alors possible de remonter au type génétique. De plus, le silex évoluant dans les différents milieux qu'il traverse, les assemblages minéralogiques composant la matrice changent et la proportion des formes de la silice (opal, calcédoine, quartzine, microquartz), varie. En quantifiant la part respective de chacun de ces éléments, il devient possible de résituer précisément la place du silex au sein de sa chaîne évolutive et de remonter au type gîtologique (Fernandes & Raynal 2006 ; Fernandes *et al.* 2007 ; Fernandes 2012).

Afin de simplifier la lecture nous avons regroupé les silicifications par domaine de collecte:

- la sphère locale, définie comme le domaine comprenant l'ensemble des silicifications présentes à proximité du site et ne nécessitant pas de déplacements supérieurs à une journée de marche aller-retour du site ($r = 15$ km);
- la sphère lointaine, qui contient l'ensemble des silicifications disponibles à une distance si importante que leur collecte nécessite un changement de camp de base pour se les procurer ou le recours à un réseau d'échanges;
- la sphère semi locale, définie par défaut, qui comprend l'ensemble des silicifications situées entre ces deux domaines d'acquisition. Leur ramassage nécessite soit des déplacements supérieurs à une journée de marche aller-retour du site au le camp de base, soit à des déplacements du camp de base de proche en proche (une cinquantaine de km) (Binford 1980; Audouze 2007; Fougère 2011).

3 RÉSULTATS

L'Ardèche

3.1

Mondialement connue et reconnue pour son art pariétal (Clottes 2010), la grotte Chauvet découverte en 1994 se situe à Vallon-Pont-D'arc au lieu dit la Combe d'Arc, sur la rive gauche d'un ancien méandre de l'Ardèche appelé le Cirque d'Estre. Creusée sur environ 500 mètres de long dans les calcaires urgoniens, à 70 mètres au dessus du cours actuel de la rivière, la grotte a très vite fait l'objet d'études scientifiques pluridisciplinaires, d'abord sous la direction de J. Clottes puis sous la direction de l'un d'entre nous (J.-M.G.). Elle est séparée en deux ensembles distincts de superficie à peu près égale: le secteur rouge (à l'entrée de la grotte) et le secteur noir (en fond de grotte). Ces deux secteurs sont définis par leur contenu artistique (Clottes *op. cit.*). La conservation exceptionnelle des parois peintes, mais également des sols portant des empreintes organisées en pistes (Garcia, 2005), interdit toute fouille archéologique (Baffier 2005). Sur la foi des datations radiocarbone, la cavité aurait été fréquentée à l'Aurignacien (entre 33 et 29 ka BP) et au Gravettien (entre 27 et 24,5 ka BP) et la fermeture de la galerie supposée comme la seule entrée paléolithique serait intervenue aux alentours de 20 ka BP (Valladas *et al.* 2005). Les dates anciennes et l'attribution à l'Aurignacien d'une partie des peintures sont critiquées par plusieurs auteurs (voir revue dans Combier et Jouve, 2012). De nombreux silex ont été observés dans l'épaisseur du sédiment dans le soutirage de la salle Hillaire (Geneste 2005 : 141), mais seuls dix-huit sont disponibles pour étude, «*souvent bruts et peu caractéristiques*» (Gély 2005), fruit de la récolte ponctuelle d'artefacts en surface et ne peuvent être rattachés de façon certaine à l'une des deux périodes de fréquentation identifiées.

À la suite des travaux inédits de C. Léandri-Bressy, nous avons cherché à définir plus précisément les types de silex présents dans la grotte Chauvet. Nous avons pu mettre en évidence sept types de silicifications différentes.

L'approvisionnement est largement tourné vers un domaine semi-local identifié comme «le Crétacé supérieur de la rive droite de la vallée du Rhône (Barrémien-Béoulien)» avec l'exploitation de trois gîtes distincts (**figure 3**).

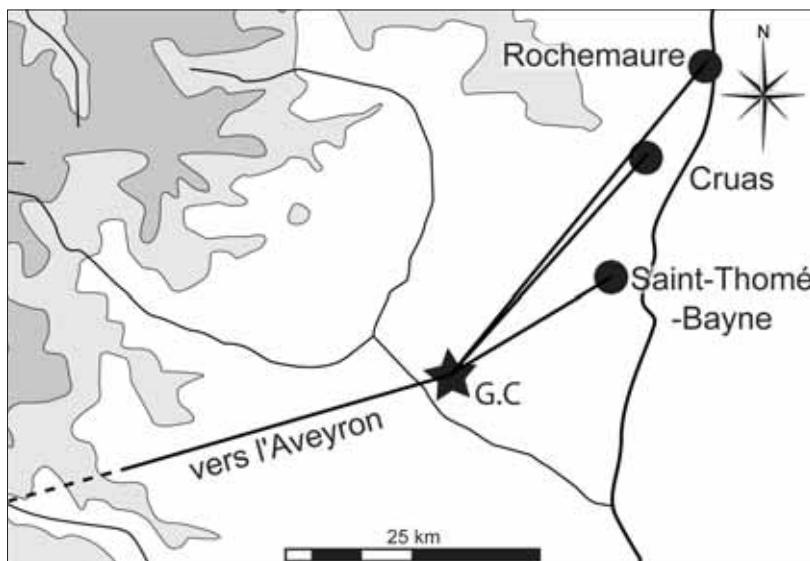


FIGURE 3 Carte des approvisionnements en silicifications (Grotte Chauvet).

Il s'agit:

- des conglomérats oligocènes de la zone de Rochemaure-Cruas (F014.1), à 41 km au nord-est du site, qui contiennent des rognons pluri-décimétriques de silex bédouliens en position secondaire. Cinq artefacts proviennent de cette zone;
- de la zone de Cruas (F014.2) à 32 km au nord-est du site. L'absence de cortex sur les trois artefacts de ce type nous empêche de conclure de façon certaine sur leur provenance géologique. Cependant, la faible évolution des faciès ainsi que l'épaisseur de la zone endo-corticale nous encouragent à rechercher une source assez proche du gîte primaire (biocalcisolomictite compacte du Barrémien supérieur);
- de la zone de Saint-Thomé-Bayne (F014.3) à 21 km au nord-est de la grotte. En fonction de l'évolution des faciès on distingue deux types géologiques au sein de ce type génétique. Un artefact provient d'un rognon ramassé à proximité du gîte primaire, les trois autres sont issus de rognons en position secondaire (gîte secondaire inconnu).

Deux silex restent d'origine indéterminable du fait de leur petite taille et de leur altération. Ce sont des silex d'origine marine attribuables au Crétacé supérieur de la rive droite du Rhône, sans origine géologique précise (Barrémien-Bédoulien?).

Outre cet apport nord-oriental déjà identifié pour la grotte Chauvet et s'intégrant aux schémas d'unité artistique avec le Jura Souabe (Clottes 1995, Clottes & Azéma 2005, Tosello & Fritz 2005, Feruglio 2006), nous avons identifié une silicification provenant de 150 km à l'ouest par delà les Cévennes. Il s'agit d'une « cinérite silicifiée » du Carbonifère supérieur du bassin de Brousse-Broquiès dite « D500 - cinérite de Réquista » (Goloubinoff 1984; Guérange-Lozes et al. 1995). Cette nouvelle donnée ouvre des perspectives de liens vers un domaine occidental par la vallée du Tarn.

410 UISPP – Liège, mai 2012 – Modes de contacts et de déplacements au Paléolithique eurasiatique

L'exploitation des cinérites de Réquista, bien connue pour le Néolithique, n'avait pas encore été documentée dans les corpus archéologiques pour le début du Paléolithique supérieur (Servelle 1994; Allard *et al.* 2005; Castel *et al.* 2005, Pétrequin *et al.* 2012).

À ces silicifications d'origine déterminée, s'ajoutent trois types d'origine inconnue :

- un silex tertiaire lacustre très patiné à moule externe de gastéropodes (*Hydrobiidae?*) et fragments de végétaux, le type D503;
- un silex tertiaire lacustre lité à nombreux pellets formant des « volutes » et à rares fragments de characée, ramassé en position colluviale, le type D504;
- un silcrète ramassé en position colluviale, le type D505.

Remarquons que ce spectre minéral - réduit par son effectif de pièces étudiées - ne laisse pas de place aux silicifications tertiaires locales (Bassin de Barjac-Issirac à 10 km au sud du site), ou aux silex marins jurassiques (notamment les silex noirs du Kimméridgien de la zone de Païolive – type F168), à 15 km à l'ouest de la grotte.

L'hypothèse d'une introduction sur le site de produits débités et façonnés à l'extérieur de la grotte, avancée précédemment (Geneste 2005 : 141), est confortée par la pétro-archéologie pour les matières d'origines inconnues et lointaines, présentes en un unique exemplaire (en l'état actuel des données disponibles). Pour les silex marins d'origine semi-locale (Barrémo-Bédoulien) cette hypothèse est à tempérer car les matières identifiées pourraient, au vu de leurs évolutions, venir d'un même bloc dont les éléments manquants seraient encore dans la grotte. En effet, de par la faible surface explorée, le faible effectif de pièces et le doute vis à vis de leur attribution chrono-culturelle, il nous est difficile de conclure sur la techno-économie ou sur les modalités d'exploitation du territoire ardéchois au début du Paléolithique supérieur.

Cette exploitation des silex du Barrémo-Bédoulien de la rive droite du Rhône se retrouve pour deux des sites Paléolithique moyen voisins.

Dans le premier - Andance à Saint-Bauzile - la diversité des silex (jurassiques comme crétacés) retrouvés dans le site illustre la diversité des silicifications présentes dans le gîte secondaire des conglomérats oligocènes de la région de Rochemaure-Cruas, situé à 7 km à l'est du site. Seuls cinq artefacts sur 1596 (deux silcrètes et trois silex marins), d'origine inconnue, sembleraient provenir de domaines plus lointains. Les autres roches utilisées sur le site (leucogranite, quartz, quartzite), auraient été collectées lors de différentes activités de subsistance dans les alluvions des cours d'eau cévenols voisins (Bernard-Guelle *et al.* 2011).

Dans le second site - niveau Gb du site de Payre à Rompon - la majorité des artefacts se compose de silex locaux notamment issus du gîte secondaire de la zone de Rochemaure-Cruas. À ces derniers, viennent s'ajouter des silex barrémo-bédouliens de toute la rive droite du Rhône (gîte de Cruas et de Saint-Thomé-Bayne), et des silex lacustres du bassin de Barjac-Issirac (Fernandes *et al.* 2006, 2008).

Le troisième site de comparaison daté du Paléolithique moyen - l'Abri des pêcheurs à Berrias-et-Casteljau – est situé dans les gorges du Chassezac à 20 km en amont de la grotte Chauvet. Il présente un spectre minéral différent des deux sites paléolithiques moyens précédents: ici, les hommes préhistoriques ont préférentiellement taillé le quartz. Les rares silex de types gîtologiques très variés ($n = 27$) ont été importés sous forme de produits finis. Ils attestent d'un ramassage à plus de 50 km dans le Barrémio-Bédoulien de toute la rive droite du Rhône ainsi que dans le Kimméridgien des bois de Païolive (5 km à l'est du site) et dans le tertiaire du bassin de Barjac-Issirac (15 km au sud-est du site), et de Laval-Saint-Roman (27 km sud-est du site) (Fernandes et al. 2010). Ce type d'exploitation du milieu minéral semble commun pour les groupes de la fin du Paléolithique moyen en Ardèche, bien que tous les sites n'aient pas bénéficié d'une étude pétro-archéologique détaillée (Raynal et al. 2012).

La césure apparente entre le Paléolithique moyen et le Paléolithique supérieur quant à l'exploitation du domaine minéral semble pouvoir s'expliquer de deux manières. D'une part par des territoires différents, avec l'extension de ceux-ci au Paléolithique supérieur (par exemple apport de silex lointains comme « la cinérite de Réquista – type D500 ») et d'autre part par le choix porté sur des silicifications plus distantes, mais présentant des critères morphométriques et de taillabilité différents de ceux des matières locales (gros rognons vs plaquettes ou petits modules). En effet, même si les gîtes du Crétacé supérieur de la rive droite du Rhône, exploités dans les phases anciennes du Paléolithique moyen et au début du Paléolithique supérieur, sont identiques, les rapports aux géo-territoires sont nettement différents impliquant des ressources locales au Paléolithique moyen et des ressources semi-locales au Paléolithique supérieur. Les groupes humains du Paléolithique moyen choisissaient l'exploitation privilégiée et en masse des ressources locales aussi bien minérales qu'animales (Daujeard et al. 2012). Ainsi, sur le site de l'Abri des Pêcheurs, en contexte géologique proche de celui de la grotte Chauvet, le quartz a été préférentiellement exploité avec l'ajout ponctuel de silex issus d'un vaste spectre minéral à tendance locale, voire semi-locale. C'est une différence avec la grotte Chauvet où les silicifications proviennent en grande partie d'un domaine semi-local (40 km) avec import d'artefacts issus d'un domaine lointain. Cependant, la comparaison entre sites du Paléolithique moyen et du début du Paléolithique supérieur est difficile, de par le statut particulier de la grotte Chauvet et le manque de données pétro-archéologiques pour nombre de sites régionaux; l'étude des matières premières de l'Aurignacien initial de l'Abri des Pêcheurs permettra d'affiner notre vision et d'aller plus loin dans les hypothèses. Toutefois, il semble bien se dégager une tendance générale autour de l'import de matériaux lointains et semi-locaux et ce, dès les débuts du Paléolithique supérieur.

Le Velay 3.2 Vers l'Ouest, par delà les monts du Vivarais, s'étend le Velay. Cette zone de moyennes montagnes a connu des occupations au Paléolithique inférieur (Solheilhac: Bonifay E. & M.F. 1981; Bonifay 1991, 2002; Bracco 1991), puis au Paléolithique moyen (Raynal 1983). Le Paléolithique supérieur en Auvergne du sud et *a fortiori* dans le Velay, commence au Gravettien récent et terminal, se développe au Badegoulien et surtout au Magdalénien après une lacune d'occupation au Solutréen (Delporte 1992; Bayle des Hermens 1972c).

Pour illustrer les comportements vis à vis du monde minéral de ces différents complexes techno-culturels nous avons choisi d'étudier les niveaux Protomagdaléniens du Blot et les niveaux badegouliens du Rond-du-Barry. Ces résultats seront comparés avec ceux du Paléolithique moyen ancien de l'unité J1 de Sainte-Anne I (Fernandes & Raynal 2007).

412 UISPP — Liège, mai 2012 — Modes de contacts et de déplacements au Paléolithique eurasiatique

Le Blot 3.3 Découvert en 1934 par Mr Estival lors de travaux de captage d'eau, le site du Blot (commune de Cerezat, 490 m d'altitude), s'étend de façon discontinue sur plus de 300 m au pied d'une haute falaise basaltique, orientée au sud-ouest, en rive droite de l'Allier qui coule une dizaine de mètres en contrebas. Le fleuve était plus proche de l'abri au Pléistocène qu'il ne l'est aujourd'hui, comme en témoigne la présence de « sable de crue » au sein de la stratigraphie (Moser 1976; Marguerie 1984).

Averti de ces découvertes J. Combier effectua en 1956 et 1957 un sondage de six mètres de profondeur (futur chantier III). Plusieurs niveaux archéologiques ont été trouvés :

- un premier ensemble de niveaux du Magdalénien terminal;
- un autre ensemble contenant un mobilier d'aspect archaïque en quartz et en silex;
- un dernier ensemble contenant une industrie originale à lames à retouche rasante régulière rappelant celles de l'Aurignacien.

Il effectua également un second sondage (futur chantier 1) positif, à une soixante de mètres au nord-ouest, dans la parcelle voisine de Mr Promeyrat, afin de vérifier l'étendue du gisement. Sur les conseils de J. Combier, H. Delporte et R. de Bayle des Hermens effectuèrent en 1965 une fouille centrée sur le second sondage. Ils découvrirent alors une riche industrie du Magdalénien terminal (Delporte 1966, 1968). De 1966 à 1967 ils effectuèrent un nouveau sondage entre les chantiers 1 et 3, le chantier 2, qui permit la mise au jour de quelques rares pièces du Magdalénien terminal (Delporte 1966) mais l'assemblage archéologique était réduit. La dernière zone de fouille, le chantier 3 (à l'emplacement du sondage 1) confirma la découverte d'un ensemble exceptionnel du Gravettien terminal, les niveaux supérieurs du Magdalénien et du Badegoulien ayant été détruits en grande partie par les travaux Estival. D'abord considéré comme Aurignacien (Delporte 1968) cet ensemble est réattribué au Gravettien terminal ou Protomagdalénien (Delporte 1972). De par l'importance de cette découverte, des campagnes de fouilles sont organisées entre 1967 et 1981 sous la direction conjointe de H. Delporte, J.-P. Daugas et J. Virmont. Ouverte sur plus de 60 m², cette zone du gisement présente une stratigraphie complexe (Delporte 1972; Moser 1976) riche de 52 niveaux archéologiques distincts :

- niveau 3 à 7 : Magdalénien supérieur terminal à rapprocher des niveaux Magdalénien du chantier 1 (Delporte 1966; Virmont 1981; Angevin 2010);
- niveau 8 à 20 : cinq ensembles de Badegoulien (Delporte 1968, 1972; Virmont 1981);
- niveau 21 à 36 : quatre ensembles du Protomagdalénien (Delporte 1972; Virmont 1981; Bosselin 1992a, 1992b, 1997, 2007);
- niveau 36 à 52 : Trois ensembles de Gravettien récent (Buisson 1991; Klaric 1999).

Nous nous intéresserons ici au Protomagdalénien des niveaux 21 à 36. Malgré le découpage stratigraphique précis réalisé lors de la fouille du gisement du Blot, B. Bosselin, à la suite de son étude basée sur la distribution verticale des objets (1992a, 1992b, 1997, 2007), a choisi de regrouper les niveaux Protomagdaléniens en quatre ensembles :

- le premier, centré sur le niveau 32 et englobant partiellement les niveaux 31, 33 et 34;
- le second comprenant le niveau 30 et une partie des niveaux 29 et 31;
- le troisième prenant en compte les niveaux 27 et 28 ainsi qu'une partie des niveaux 29 et 26;
- le quatrième composé des niveaux 23 à 25 et d'une partie du niveau 26.

Suite à ce découpage et à l'étude typologique de l'industrie lithique, B. Bosselin (1997) conclut à une forte homogénéité des ensembles se caractérisant notamment par une extrême rareté de grattoirs, l'abondance de burins, la présence caractéristique en nombre de lames à retouche rasante bilatérale, la relative abondance de pièces esquillées et la prédominance des microlithes. En plus de cette riche industrie lithique, ces niveaux ont fourni, de nombreux restes osseux attribués majoritairement au renne, (proies apportées entières sur le site; Chauvière & Fontana 2005; Fontana 2012), de l'industrie osseuse (poinçons, os incisés et encochés), de la parure avec trois pendeloques en ivoire (niv. 29) et une « pendeloque-godet » en talcschiste (niv. 23) ainsi que des traces d'activité artistique (plaquette-pendeloque en talcschiste gravée d'une tête de cheval) (Delporte 1972, Delporte & Virmont 1983). L'organisation au sol, encore bien préservée (Daugas J.-P., comm. pers.), a permis la mise en évidence d'une structuration de l'habitat avec des zones de foyers, des zones de débitage et une possible « cabane » (Delporte 1992). Huit datations sur os réalisées pour le Protomagdalénien du Blot indiquent des âges entre 24.800 +/- 247 cal. BP et 26.472 +/- 479 cal. BP (**figure 4**).

FIGURE 4 Dates radiocarbones conventionnelles exprimées en années BP (avant 1950), déviation standard (1 sigma).

UNITÉ*	ZONE	PHASE	NATURE	ANNÉE	LABO	RÉFÉRENCE	AGE BP	AGE BP CALIBRÉ **
Niveau JM	?	?	Terre charboneuse	1970	Lyon	Ly-564	21700 ± 1200	26064 ± 1492
Niveau GJ	?	?	Terre charboneuse	1970	Lyon	Ly-565	21500 ± 700	25848 ± 953
22	I2	3	Os	1968	Lyon	Lyon-1643	21330 ± 210	25487 ± 385
23	I1	3	Os	1969	Lyon	Lyon-1644	21510 ± 220	25677 ± 453
24	I1	3	Os	1970	Lyon	Lyon-1645	22030 ± 230	26472 ± 479
27	J3	2	Os	1970	Lyon	Lyon-1646	22190 ± 220	26802 ± 600
28	K2	2	Os	1975	Lyon	Lyon-1647	20810 ± 140	24800 ± 247
32	J3	1	Os	1977	Lyon	Lyon-1648	21870 ± 230	26187 ± 514

* Attribution stratigraphique du fouilleur.

** Valeurs calculées avec CalPal-2007online (Danzeglocke et al., 2008 ; CalPal-2007online : <http://www.calpal-online.de/>).

Dates issues de : <http://www.archeometrie.mom.fr/banadora/>.

414 UISPP — Liège, mai 2012 — Modes de contacts et de déplacements au Paléolithique eurasiatique

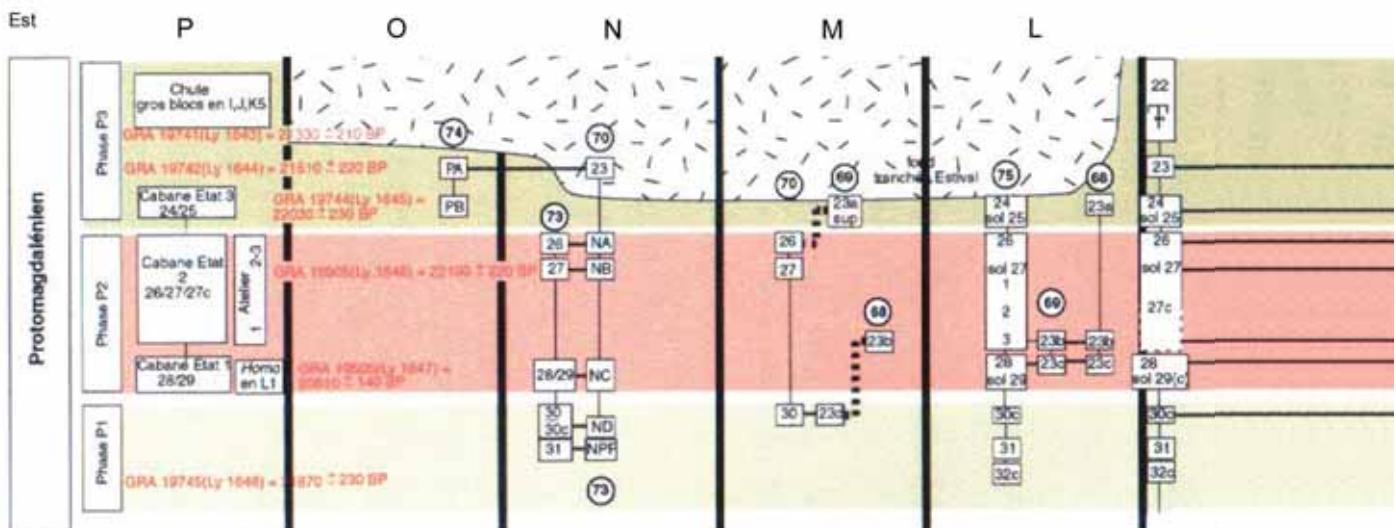
Résultats

3.3.1 Notre étude a concerné 6223 artefacts provenant d'une part des collections des fouilles H. Delporte du Musée des antiquités nationales de Saint-Germain-en-Laye ($n = 5940$ artefacts) et du dépôt du Service Régional d'Archéologie d'Auvergne ($n = 1124$ artefacts). Tous les éléments coordonnées de taille supérieure à $0,5 \times 0,5 \times 0,1$ cm ont été pris en compte, les autres, plus petits, ne présentant pas de plage d'observation suffisante ont été exclus de l'étude. Nous avons choisi de traiter le matériel archéologique en trois ensembles nommés phase 1, phase 2 et phase 3. Ce découpage se fonde sur les travaux inédits de J.-P. Daugas (comm. pers.) à partir de la stratigraphie archéologique fine du gisement du Blot (**figure 5**). La répartition quantitative des vestiges s'effectue comme suit : Phase 1 = 222 artefacts ; phase 2 = 1625 artefacts ; phase 3 = 3521 artefacts. De plus, 17 pièces sont à réattribuer au Gravettien, 4 au Badegoulien et 18 proviennent des déblais. Quatre pièces sont à l'interface entre phase 1 et 2, 28 entre phase 2 et 3, 63 pièces peuvent appartenir soit à la phase 2, soit à la phase 3, soit au Gravettien, et 721 pièces n'ont pas de provenance stratigraphique claire.

L'étude pétro-archéologique du Protomagdalénien du Blot vient confirmer, en les nuançant, les études précédentes (Masson 1981; Surmely & Pasty 2003; Surmely *et al.* 2008a, 2008b; Surmely & Hays 2011). Les pourcentages par phase, par effectif et par poids pour chacun des types de silicifications retrouvés dans les niveaux Protomagdalénien du Blot sont détaillés dans la **figure 6**.

Le domaine local est peu représenté, aussi bien en effectif qu'en poids. Il s'agit en majorité des roches volcaniques et de quartz provenant des alluvions anciennes ou actives de l'Allier à quelques centaines de mètres de l'abri. Ils ont été amenés sur le site sous forme de galets en partie débités sur place pour la production (occasionnelle ?) d'éclats (quartz, basalte), dans toutes les phases ou d'éclats laminaires dans la phase 2 (basalte). Les silicifications locales ne sont présentes que dans la phase 3 sous la forme de deux débris (géofacts ?), de silex « type F021 - jurassique de Lozère évolué » pouvant provenir d'un apport naturel (débordement de l'Allier) et d'une lamelle à dos en silcreète très évolué « type F005 – Saint-Léger-du-Malzieu » collecté en position secondaire dans les alluvions anciennes de l'Allier ou de la paléo-Truyère, à quelques kilomètres en aval du site aux environs de Brioude.

FIGURE 5 Diagramme stratigraphique synthétique (Le Blot – Protomagdalénien). Les relations (archéologiques et géologiques), entre les unités stratigraphiques (rectangles blancs numérotés), permettent la mise en évidence de trois phases. DAO : C. Daugas. (J.-P. Daugas inédit).



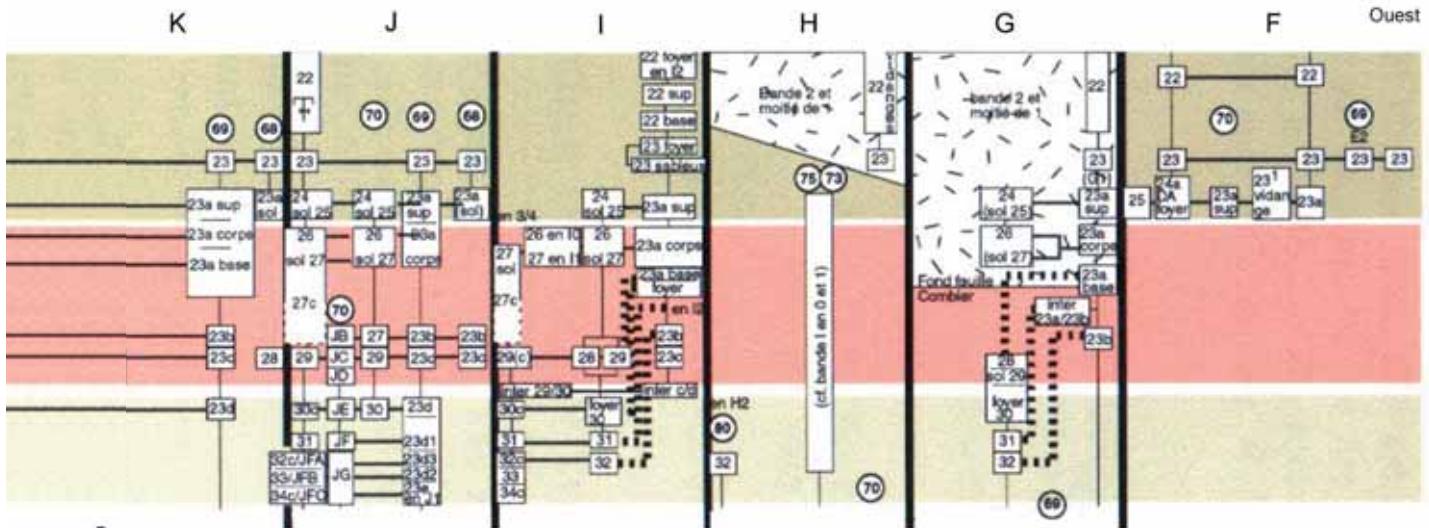
Tout comme le domaine local, le domaine semi-local est très peu représenté au sein de l'assemblage lithique du Protomagdalénien du Blot: aucun témoin pour la phase 1 et moins de 1 % de l'effectif ou du poids, aussi bien pour la phase 2 que pour la phase 3. Deux types de silicifications témoignent de cette aire de collecte:

- le « type F012 – silcrète de Laps », présent sous forme de débris, de plaquettes cassées (remontage dans la phase 3) ou de lamelles à dos ($n = 2$, provenant d'une phase indéterminée). Le cortex porté par les artefacts témoigne d'un ramassage en position colluviale, proche du gîte primaire (60 km au nord du site) ;
 - une lame et une lamelle en silex dans la phase 3 de « type D503 – silex lacustre de la Comté d'Auvergne ».

La collecte dans les domaines locaux et semi-locaux est donc belle et bien présente au Blot, contrairement à ce qui a pu être écrit auparavant (Surmely & Pasty, 2003; Surmely *et al.* 2008b; Surmely & Hays 2011), même si la proportion de ces silicifications est ténue.

La collecte dans le domaine lointain est quant à elle exceptionnellement bien représentée dans le Protomagdalénien du Blot (> 95 % de l'effectif pour toutes les phases). Comme cela avait été identifié avant nous (Masson 1981; Virmont 1981; Bosselin 1992a, 1992b, 1997, 2007; Surmely & Pasty 2003; Surmely *et al.* 2008a, 2008b; Surmely & Hays 2011), deux aires principales de collecte se dégagent: le Turonien inférieur du Berry et le Turonien supérieur d'Indre-et-Loire. Les proportions en effectif ou en poids de ces deux familles de silex sont soit identiques (phases 1 et 3), à hauteur de 45 % de l'assemblage lithique (poids ou effectif), soit en faveur du Turonien supérieur (phase 2) près de 65 % du poids (55 % de l'effectif).

Les différents types de silex du Turonien inférieur retrouvés sur le site illustrent une multiplicité de gîtes fréquentés et centrés sur le Berry (> 250 km au nord du site) (type 07 de Masson 1981; type C3a et dérivés de Aubry 1991). Les rares pièces corticales ainsi que l'évolution des matrices et éléments figurés indiquent un ramassage préférentiel dans les argiles à silex et les colluvions d'argiles à silex.



416 **UISPP** — Liège, mai 2012 — Modes de contacts et de déplacements au Paléolithique eurasiatique

TYPE	DOMAINE	AGE	LOCALITÉ TYPE	PHASE 1	EFF	%	POIDS	%	
D001	Lointain	Turonien inf	Vallée du Renon	x	17	7,7	128,0	15,4	
D012	Lointain	Turonien inf	Loire-et-Cher	x	2	1,0	3,0	0,4	
D013	Lointain	Turonien inf	Vallée du Nahon	x	3	1,4	4,5	0,5	
D018	Lointain	Turonien sup	Coussay-les-bois	x	26	11,7	69,0	8,3	
D018e	Lointain	Turonien sup	Grand-Pressigny	x	65	29,2	262,3	31,6	
D018f	Lointain	Turonien sup	Bossay-sur-Claise	x	9	4,1	39,2	4,7	
D018g	Lointain	Turonien sup	Chinon	x	5	2,3	16,8	2,0	
D033	Lointain	Turonien inf	Gien	x	2	1,0	5,0	0,6	
D102	Lointain	Hettangien	Saint-Jeanvrin	/	/	/	/	/	
D503	Semi-Local	Cénozoïque	La Comté d'Auvergne	/	/	/	/	/	
F005	Local	Eocène	Saint-Léger-du-Malzieu	/	/	/	/	/	
F012	Semi-Local	Miocène	Laps	/	/	/	/	/	
F021	Local	Bajocien	Alluvions de l'Allier	/	/	/	/	/	
F034	Étude en cours	Étude en cours	Étude en cours	/	/	/	/	/	
F038	Lointain	Turonien inf	Meusnes	x	84	37,8	242,6	29,3	
I500	Lointain	Turonien sup	Inconnue	x	1	0,4	23	2,8	
I501	Lointain	Malm	Inconnue	/	/	/	/	/	
I504	Inconnue	Inconnue	Inconnue	x	1	0,4	4,3	0,5	
I507	Lointain	Turonien moy	Indre-et-Loire	x	1	0,4	2,9	0,3	
I508	Inconnue	Inconnue	Inconnue	x	1*	0,4*	8,4*	1,0*	
I510	Inconnue	Inconnue	Inconnue	/	/	/	/	/	
I511	Lointain	Hettangien	Saint-Jeanvrin	x	1	0,4	0,2	< 0,1	
I512	Inconnue	Tertiaire	Inconnue	x	1	0,4	17,9	2,2	
I515	Inconnue	Tertiaire	Inconnue	/	/	/	/	/	
I516	Inconnue	Tertiaire	Inconnue	/	/	/	/	/	
I517	Lointain	Crétacé sup	Inconnue	/	/	/	/	/	
I519	Inconnue	Tertiaire	Inconnue	/	/	/	/	/	
I521	Inconnue	Tertiaire	Inconnue	/	/	/	/	/	
I523	Inconnue	Tertiaire	Inconnue	/	/	/	/	/	
I529	Inconnue	Tertiaire	Inconnue	/	/	/	/	/	
Indet	Indéterminable	Indéterminable	Indéterminable	x	2	1,0	0,3	< 0,1	
Basalte	Local	Non renseigné	Non renseigné	/	/	/	/	/	
Granite	Local	Non renseigné	Non renseigné	/	/	/	/	/	
Quartz	Local	Non renseigné	Non renseigné	x	1	0,4	2	0,2	
					221	99,6	821,0	100,0	
					Local	1	0,4	2	0,2
					Semi-local	/	/	/	/
					Lointain	216	97,3	796,5	96,0
					Turonien inf / type 07 Masson	106	47,7	378,1	45,6
					Turonien sup / type 23 Masson	105	47,3	387,3	46,7

FIGURE 6

Le Blot, Protomagdalénien : Fréquence et poids des types de silicifications par phase.

Ressources en silex au Paléolithique supérieur dans le Massif central — Vincent DELVIGNE et al. 417

PHASE 2	EFF	%	POIDS	%	PHASE 3	EFF	%	POIDS	%
x	130	8,0	554,8	11,5	x	196	5,6	345,1	8,5
x	5	0,3	25,2	0,5	x	1	< 0,1	4,5	0,1
x	6	0,4	10,2	0,2	x	28	0,8	42,6	1,1
x	176	10,8	561,7	11,7	x	140	4,0	218,3	5,4
x	599	36,8	2240,5	46,5	x	1399	39,7	1285,6	31,8
x	85	5,2	246,1	5,1	x	128	3,6	177,2	4,4
x	41	2,5	55,3	1,1	x	84	2,4	96,6	2,4
x	48	3,0	136,3	2,8	x	76	2,2	92,9	2,3
x	1	0,1	1,2	< 0,1	x	3	0,1	2,5	0,1
/	/	/	/	/	x	2	0,1	1,1	< 0,1
/	/	/	/	/	x	1	< 0,1	0,5	< 0,1
x	3	0,2	11,7	0,2	x	4	0,1	27,5	0,7
/	/	/	/	/	x	2	0,1	1,1	< 0,1
/	/	/	/	/	x	1	< 0,1	9,7	0,2
x	454	27,8	729,9	15,1	x	1341	38,1	1468,5	36,3
x	2	0,1	0,2	< 0,1	x	1	< 0,1	0,8	< 0,1
x	9	0,6	21,0	0,4	x	4	0,1	3,4	0,1
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
x	3	0,2	10,7	0,2	x	3	0,1	0,8	< 0,1
x	7	0,4	5,9	0,1	x	6	0,2	4,8	0,1
x	5	0,3	23,5	0,5	x	2	0,1	2,5	0,1
x	5	0,3	8,7	0,2	x	14	0,4	13,5	0,3
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
x	1	0,1	0,4	< 0,1	/	/	/	/	/
x	1	0,1	2,1	< 0,1	/	/	/	/	/
x	24	1,5	74,7	1,6	x	35	1,0	39,1	1,0
x	1	0,1	9,1	0,2	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	x	1	< 0,1	0,7	< 0,1
/	/	/	/	/	x	1	< 0,1	0,1	< 0,1
x	1	0,1	1,3	< 0,1	/	/	/	/	/
x	5	0,3	12,3	0,3	x	11	0,3	6,8	0,2
x	2	0,1	18,0	0,4	x	3	0,1	22,4	0,6
/	/	/	/	/	x	1	< 0,1	12,1	0,3
x	11	0,7	57,4	1,2	x	33	0,9	161,9	4,0
	1625	100,0	4818,2	100,0		3521	100,0	4042,6	100,0
	13	0,8	75,4	1,6		40	1,14	198,0	4,9
	3	0,2	11,7	0,2		6	0,2	28,6	0,7
	1588	97,7	4676,5	97,0		3453	98,1	3791,4	93,8
	595	36,6	1320,1	27,4		1566	44,5	1860,7	46
	901	55,4	3103,6	64,4		1751	49,7	1777,7	44

* Attribution stratigraphique douteuse.

Cependant certaines pièces archéologiques ont été taillées à partir de bloc de silex collectés dans les alluvions anciennes et notamment les épandages éocènes remaniant les silicifications du Turonien inférieur. Ces silex ont été apportés sur le site sous forme de préforme et de produits finis. Tous les produits du débitage sont présents sur le site (produits d'entretien produits bruts, outils), mais seule la phase 3 contient des nucléus ($n = 2$). Il existe donc un déficit de nucléus pour les types du Turonien inférieur du Berry, explicable soit par un export de telles pièces lors du départ des occupants, soit par la localisation de ces pièces dans une zone non fouillée du gisement. Cette dernière hypothèse paraît peu vraisemblable au vu de l'extension de la zone fouillée, de la qualité de la fouille et de l'organisation du gisement et nous préférons, comme d'autres avant nous, retenir l'hypothèse anthropique (Surmely *et al.* 2008b; Surmely & Hays 2011).

Le comportement vis à vis des matières du Turonien supérieur est sensiblement le même que pour le Turonien inférieur: multiplicité des sources et des types de gîtes avec prélèvement préférentiel dans les argiles à silex. Le type le plus utilisé est le silex bien connu « D018e – Grand-Pressigny » puis viennent dans l'ordre ses variations de faciès « D018 – Coussay-les-bois »; « D018f – Bossay-sur-Claise » ou plus au Nord-Ouest « D018 g – Chinon » (figure 6) (Valensi 1957; type 23 de Masson 1981; Giot *et al.* 1986; type C3c et dérivés de Aubry 1991; Affolter 2001; Primault 2003). Nous avons également retrouvé un silex du Turonien supérieur très évolué et portant un cortex noir typiquement alluvial ancien, illustrant un ramassage dans les alluvions anciennes de la Creuse ou à proximité du gîte de Confluent (C3c–4; Aubry 1991). La gestion de cette matière sur le site est semblable à celle du Turonien inférieur (*supra*), à la différence majeure d'un import sur le site, lors de la phase 2, d'au moins deux blocs pluri-décimétriques non préparés comme en témoignent les remontages et les nombreux éclats de décorticage (Surmely *et al.* 2008b; Surmely & Hays 2011). Les nucléus (s.s et burin nucléiformes) sont plus nombreux: 5 dans les phases 2 et 3 dans la phase 3. Ceux-ci témoignent d'une exploitation en vue de la production de lames poussée à son maximum.

En plus de ces deux pôles principaux de collecte, quelques matières présentes en moindre quantité témoignent d'une collecte extensive de la frange sud du Bassin parisien lors des différentes phases et notamment:

- le type « I505 – Turonien inférieur de Gien », probablement ramassé dans les argiles à silex et importé sous forme de préformes d'une dizaine de centimètres de longueur ayant servi à la production d'éclats, de lames et de lamelles;
- les quelques pièces en silice hydrothermale (jaspéroïdes) de l'Hettangien « D102 et I511 – Saint-Jeanvrin », amenés sous forme de produits finis et retouchés en partie sur le site, comme en témoignent les quelques éclats de retouche présents;
- le type « I507 – Turonien moyen de l'Indre et Loire » importé sous forme de produits finis.

De plus, les quelques pièces en silex marin « type I500 – Turonien supérieur d'origine inconnue » ne sont pas sans rappeler le silex de Larcy (C3c–3; Aubry 1991; Primault 2003). Des études micro-faciologiques doivent confirmer ce rapprochement. Associées au Turonien supérieur et au Turonien inférieur, ces différentes silicifications illustrent bien la variété minérale du sud du Bassin parisien.

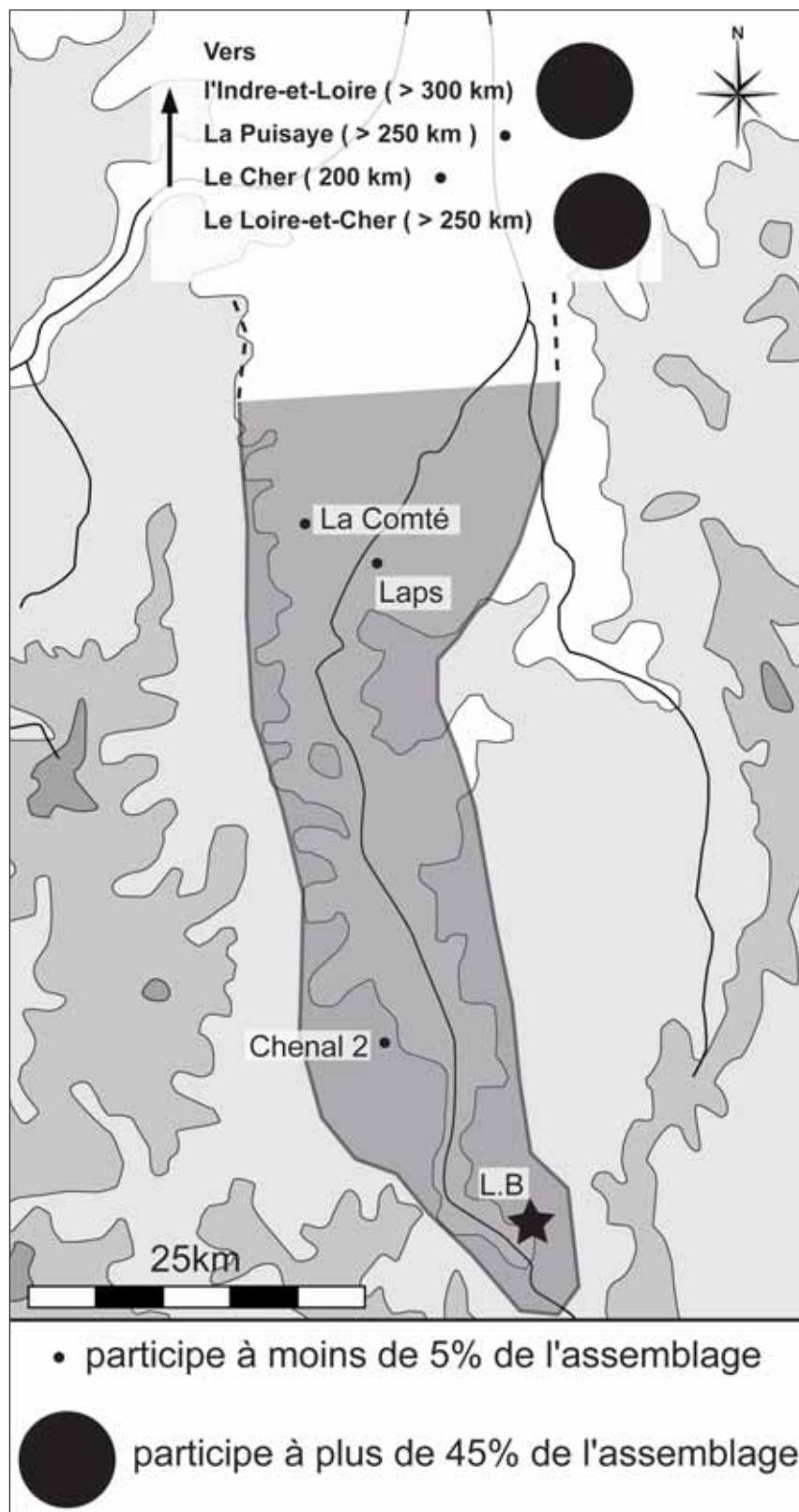
Parmi les types d'origine inconnue, quatre sont présents en plusieurs exemplaires dans les phases 2 et 3 :

- une silice (hydrothermale?) affectant un calcaire marin du Jurassique moyen riche en Foraminifère *Textulariidae* (I501);
- un silcrète (I508);
- un silex gris à nombreux éléments détritiques infra-millimétriques et ramassé en position sub-primaire (I510);
- un silex marin du Crétacé supérieur ramassé en position secondaire dans des argiles à silex, à zone endocorticale noire et zone interne grise parcourue de terriers de vers à silicification différentielle (I517).

Enfin, les silicifications tertiaires de sources inconnues présentes en un unique exemplaire et importées sur le site en tant que produits finis (*ex: lame typique du Protomagdalénien en silex lacustre I512*) pourraient être à rapprocher, au vu de la polarité des imports, de la frange sud du Bassin parisien. Cependant, les silicifications tertiaires de ce vaste bassin sédimentaire demeurent encore mal connues et nécessitent des travaux de terrain supplémentaires avant d'avancer des conclusions d'ordre pétro-archéologiques.

Au vu de la diversité de silicifications originaires du Sud du Bassin parisien et de la rareté des pièces en silex local, la frange sud du Bassin parisien apparaît comme un espace d'occupation privilégié par ces groupes de la fin du Gravettien qui ont occupé la haute vallée de l'Allier. Il est donc légitime d'envisager un import direct de silicifications collectées à même les gîtes, plutôt qu'une acquisition indirecte (échange) comme proposée par F. Surmely et M. Hays (2011). Le déplacement de modules pesant plusieurs kilogrammes sur plusieurs centaines de kilomètres pourrait s'expliquer en réponse à la nécessité d'obtenir de grandes lames, si de tels modules n'existaient pas dans l'environnement du Blot. Un tel comportement se retrouverait en Auvergne au Protomagdalénien et au Magdalénien moyen, techno-complexes connus pour leur production de grandes lames, où l'import de silicifications lointaines serait dominant (Angevin, com. pers.). Cependant, un tel constat ignore la richesse minérale de l'Auvergne où des affleurements, certes réduits mais présentant de tels modules, existent pour des matériaux aptes à une production laminaire, comme le montre les prospections réalisées ces dernières années (Fernandes 2012). La contrainte technique n'est donc pas un argument suffisant. Pour nous, outre l'aspect culturel matériel, ou cultuel qui reste inaccessible, l'import d'une telle quantité de matériaux sur une si grande distance traduit une réponse technique à une méconnaissance de l'environnement minéral et non un choix délibéré de ne pas utiliser des matériaux locaux. Cette impression est renforcée par le comportement de subsistance des Protomagdaléniens, chasseurs quasi-exclusifs de rennes, dont l'installation au Blot semble tournée vers des activités spécialisées, très ponctuelles et rythmées par les saisons (Chauvière & Fontana 2005; Surmely & Hays 2011; Fontana 2012). L'inursion dans la haute vallée de l'Allier pourrait correspondre à une remontée ponctuelle le long de cette rivière à un moment particulier de la vie des rennes et bien connu des hommes du sud du Bassin parisien, le site du Blot correspondant à un emplacement stratégique du passage des troupeaux. Il est donc possible de concevoir le site du Blot *i.e.* la haute vallée de l'Allier comme une des marges méridionales lointaines d'un territoire centré sur le sud du Bassin parisien (Berry, Touraine) à 250 km au Nord (**figure 7**).

420 UISPP — Liège, mai 2012 — Modes de contacts et de déplacements au Paléolithique eurasiatique



Cependant, les traces de Protomagdalénien sont très tenues dans cet espace septentrional (Klaric, comm. pers.) et seul le site de Mancy dans le Loiret présente potentiellement des traces de Gravettien récent / terminal (Chehmana *et al.* 2008). Les sites Protomagdaléniens les plus proches se situent en Dordogne (abri Pataud, Clay 1995 et Laugerie-Haute Est, Bordes 1978) et dans le Lot (Les Peyrugues, Allard *et al.* 1997). Concernant le gisement périgourdin de Laugerie-Haute, peu de données pétroarchéologiques sont disponibles (Demars 1998) et empêchent la comparaison avec le site du Blot. Les résultats de l'étude pétro-archéologique fine de silex du Protomagdalénien de l'abri Pataud illustrent un domaine de collecte majoritairement (voire strictement) local (Valensi 1960). Au contraire, Allard *et al.* (2005) soulignent la prédominance, au sein de l'assemblage lithique du Protomagdalénien des Peyrugues, de matières premières allochtones à hauteur de 99 % et notamment de 40 % et de silex du Bergeracois situé à 100 km au nord-ouest du site; ils postulent que « *le groupe de chasseurs qui s'est installé aux Peyrugues vers 22 500 BP, venait des confins du Périgord dans la basse vallée de la Dordogne* ». Ce déplacement en masse de matières premières lithiques à la fin du Gravettien n'est donc pas un cas isolé et l'acquisition de données relatives à la saisonnalité sur les sites Protomagdaléniens du Lot et de la Dordogne permettrait de mieux comprendre les liens entre ces deux espaces. Cette situation d'un territoire partagé en deux unités géographiques n'est pas sans rappeler la situation évoquée pour le Blot. La dualité Périgord / Quercy – respectivement territoire de bonne saison et de mauvaise saison - documentée pour les périodes plus récentes (Jarry *et al.* 2008) est un modèle à considérer fortement concernant les liens unissant Bassin parisien et Auvergne et ce, dès les débuts du Paléolithique supérieur auvergnat.

Le Rond du Barry 3.4 Il s'agit maintenant de déterminer si (et le cas échéant comment) ce lien fort, entrevu entre Bassin parisien et Velay pour les débuts du Paléolithique supérieur en Auvergne, perdure dans les époques plus récentes. Nous avons choisi le cas du Badegoulien du gisement du Rond-du-Barry à Sinzelle (commune de Polignac, Haute-Loire).

Cette cavité, la plus vaste de Haute-Loire (42 m de long, 14 m de large et 12 m de haut), est située à 785 m d'altitude en rive gauche de la Borne dont la confluence avec la Loire se situe à 5 km au sud-est. Elle est creusée dans un ensemble de brèches basanitiques, dernier témoin du volcan de Sainte-Anne, aujourd'hui effacé par le travail de l'érosion plioquaternaire. Deux autres grottes ayant connu une occupation préhistorique s'ouvrent dans cette ligne de falaise: La grotte de Sainte-Anne I qui a livré des industries du début du Paléolithique moyen (OIS 6–5) (Raynal 2007) et la grotte de Sainte-Anne II, fouillée par R. et J.-M. Séguy, contenant une industrie de la fin du Magdalénien ainsi qu'un dépôt funéraire du Néolithique (Séguy R. & J.-M. 1972).

Mentionnée pour la première fois dans la littérature par F. Robert (1837), le Rond-du-Barry fit l'objet, avant la première guerre mondiale, d'une petite fouille dans le fond de la grotte par J. Pénide - instituteur au Puy en Velay – et ses élèves. Les découvertes et documents relatifs ces fouilles sont aujourd'hui perdus. Une cinquantaine d'années plus tard, en 1965, A. Laborde effectua sondage qui atteignit les premiers niveaux d'occupation préhistorique. R. de Bayle des Hermens y entreprit ensuite des fouilles de 1966 à 1985 (Bayle des Hermens (de) 1986). Il mit en évidence une épaisse succession de couches de la fin du Pléistocène:

422 **UISPP** – Liège, mai 2012 – Modes de contacts et de déplacements au Paléolithique eurasiatique

- trois unités archéologiques perturbées A, B et C contenant des vestiges de différentes époques attribués au Moyen-âge, au Néolithique et au Magdalénien;
- trois unités en place de la fin du Paléolithique supérieur, D, E, F, attribuées respectivement au Magdalénien terminal, au Magdalénien supérieur et au Magdalénien ancien I (Bayle des Hermens 1971, 1972a, 1972b, 1974, 1978, 1979a, 1979b);
- une unité stérile G recouvrant un ensemble Moustérien, l'unité H (Bayle des Hermens 1987).

Nous nous intéresserons plus particulièrement ici au niveau F2, sous-unité stratigraphique de l'ensemble F comprise entre les couches F1 et F3 stériles (Bayle des Hermens, 1972a).

Cette unité archéo-stratigraphique a livré un riche matériel aussi bien lithique ($n = 10409$, esquilles comprises) que osseux (plus de 22 000 restes). Les taxons les mieux représentés correspondent à ceux du milieu non arctique, indicateur d'un environnement steppique froid (Aajane 1986; Costamagno 1999). Ces résultats sont modérés par ceux issus de l'étude de la microfaune (Bayle des Hermens 1972b; Marquet et Chaline, à paraître) et des pollens fossiles (Bayle des Hermens (de) 1972 b; Méon, à paraître) qui esquiscent un paysage en mosaïque, boisé dans les vallées (froid humide) et steppique sur les plateaux.

Cette couche archéologique contient également une riche industrie osseuse (Rémy et Bayle des Hermens (de), à paraître), fait rare pour la région, de la parure (coquillages perforés de diverses origines, perles en ivoire et en os, dents incisées ou perforées) et le *calvarium* d'un homme d'une cinquantaine d'année, déposé dans un caisson identifié comme une sépulture secondaire et considéré jusqu'à présent comme « le plus vieil homme du Velay » (Bayle des Hermens (de) et Heim 1989).

L'industrie lithique de cette couche, atteinte en 1968, a vite été attribuée par R. de Bayle des Hermens au Magdalénien ancien (Bayle des Hermens 1972a) puis au Magdalénien I à raclettes (Bayle des Hermens (de), 1978). De nouvelles études typo-technologiques réalisées par l'une d'entre nous (A.L.) viennent confirmer ces premières impressions et replacent l'industrie lithique de la couche F2 du Rond-du-Barry au sein de la variabilité du Badegoulien du Massif central (Lafarge *et al.* 2012 et soumis). Une série de datations AMS sur bois de rennes a été effectuée plaçant la couche F2 entre 23.423 + 340 cal. BP et 15.820 + 404 cal. BP (Raynal *et al.* sous presse).

En plus de la division par unité stratigraphique, cinq secteurs ont été distingués dans la cavité: secteur 1 « avant grotte »; secteur 2 « fond de grotte »; secteur 3 « porche de grotte est »; secteur 4 « porche de grotte ouest »; secteur 5 « abri », tous organisés autour d'un grand éboulis d'une dizaine de mètres d'épaisseur dont la base n'a jamais été atteinte. Nous considérerons dans cet article les secteurs 1 (mélange de Badegoulien récent et de Magdalénien), 3 (Badegoulien récent) et 2 (Badegoulien ancien).

Résultats 3.4.1 Cette étude porte sur l'ensemble des pièces géo-référencées et inventoriées dans les secteurs badegouliens. Sur les 10 409 artefacts étudiés pour la couche F2, nous ne considérerons donc que les 2 675 objets du « secteur 1 », les 834 pièces du « secteur 2 » et les 434 artefacts du « secteur 3 ». La proportion en effectif de chacun des types de silicification par domaine d'acquisition est détaillée dans la **figure 8**.

La description des différents types de silex n'étant pas le but de cet article, nous renvoyons le lecteur aux publications antérieures (Fernandes & Raynal 2007, Fernandes 2012, Delvigne 2012 et sous presse, Lafarge et al. 2012).

Contrairement au site du Blot, où quelque soit la phase considérée, le comportement vis à vis de la matière première est monotone (domaine lointain > semi local > local), les proportions de chacun des domaines d'acquisition varient au Rond-du Barry en fonction du secteur considéré (**figure 9**). Le secteur 2 présente une fréquence de matériaux par domaine correspondant au schéma d'acquisition en matières premières illustré dans les études précédentes pour le Magdalénien et le Badegoulien d'Auvergne (Masson 1981; Bracco 1994, 1995, 1996; Surmely 2000) : domaine lointain > semi local > local. Cependant, dans les autres secteurs, la proportion de matières premières locales tend à égaler celle matières lointaines (secteur 3), voire à la dominer (secteur 1). Tout comme la proportion de silicifications d'origine semi-locale, celle de silex d'origine indéterminée – « type F034 » et possible témoin d'approvisionnement lointain méridionaux (étude en cours) - varie peu en fonction du secteur considéré. Enfin les silicifications d'origine inconnue, les silicifications d'origine indéterminable et les autres roches (quartz, basalte, arkose, quartzite) représentent une part minime de l'assemblage lithique et ne peuvent faire varier les proportions exposées *supra*. Le réel changement dans le rapport au géo-territoire se situe donc dans la dichotomie entre silex lointains et silex locaux et leurs fréquences respectives. Notons que la forte proportion de matériaux locaux dans le « secteur 1 » est sans doute due, *pro parte*, à une pollution par les niveaux magdaléniens sus-jacents : nous en voulons pour preuve la présence d'un silex jaspéroïde de Saint-Jeanvrin (D102), sous la forme d'un petit nucléus à lamelles attribuable sans aucun doute au Magdalénien.

Pour le domaine local, la collecte de silicifications s'effectue préférentiellement dans les alluvions anciennes, puis dans les colluvions, les alluvions et de façon plus anecdotique sur les gîtes sub-primaires. Ce schéma de collecte, s'il est validé pour les secteurs 1 et 2, ne se vérifie pas pour le secteur 3 où la collecte dans les colluvions dépasse celle dans les alluvions anciennes. La diversité des types de silicifications ramassés dans les alluvions anciennes (**figure 9**) est représentative de celle observée au cœur du bassin du Puy-en-Velay, à seulement 2 km au nord-est du site, sur le gîte secondaire multiple de Bilhac (commune de Polignac). La récolte à même les gîtes primaires ou secondaires proches (position colluviale et sub-primaire) est documentée pour les types « F003 » et « F003c » – Bassin du Puy s.I et « F003b » - Espaly (respectivement à 3,5 km au nord-ouest et 3,5 km au sud-est en suivant la Borne), « F004 » - La Collange (16 km au sud-est du site) et « F009 » - Saint-Pierre-Eynac (16 km à l'est du site) (**figure 10**). Il apparaît donc que le gîte de Bilhac a été fréquenté pendant toutes les occupations badegouliennes du Rond-du-Barry, certainement en raison de sa proximité avec le site et de la recherche de silex de meilleure qualité (silex à l'origine diaclasés dont le transport fluviaile n'a conservé que les parties résistantes). Les gîtes primaires proches ont probablement été visités dans le cadre d'expéditions logistiques pour la recherche de modules spécifiques (silex en plaquette pour le débitage sur face étroite de nucléus) (Lafarge et al., soumis). Les gîtes plus distants ont été fréquentés à l'occasion d'autres activités de subsistance (chasse) (Binford 1979).

Les silex d'origine semi-locale témoignent d'une récolte dans tous les types de gîtes secondaires (alluvions anciennes, alluvions, colluvions). Les plages corticales sont peu représentées sur les artefacts importés sous forme de produits finis ou de préformes.

424 UISPP — Liège, mai 2012 — Modes de contacts et de déplacements au Paléolithique eurasiatique

TYPE	DOMAINE	ÂGE	LOCALITÉ TYPE	SECTEUR 1	EFF	%	SECTEUR 2	EFF	%	SECTEUR 3	EFF	%
Autres	Non renseigné	Non renseigné	Non renseigné	x	29	1,08	x	3	0,36	x	2	0,46
D001	Lointain	Crétacé sup	Vallée du Renon	x	85	3,18	x	59	7,00	x	28	6,45
D002	Inconnu	Eocène ?	Inconnue	x	6	0,22	x	2	0,24			
D003	Inconnu	Tertiaire	Inconnue	x	6	0,22	x	2	0,24			
D004	Lointain	Turonien inf	Selles-sur-Cher	x	26	0,97	x	41	4,86	x	13	3,00
D005	Inconnu	Inconnu	Inconnue				x	1	0,12			
D006	Inconnu	Inconnu	Inconnue	x	1	0,04						
D007	Lointain	Turonien inf	Loire-et-Cher	x	1	0,04	x	5	0,59	x	2	0,46
D011	Inconnu	Inconnu	Inconnue	x	11	0,41	x	1	0,12	x	2	0,46
D012	Lointain	Turonien inf	Loire-et-Cher	x	27	1,01	x	8	0,95	x	13	3,00
D013	Lointain	Turonien inf	Vallée du Nahon	x	49	1,83	x	3	0,36	x	3	0,69
D014	Inconnu	Tertiaire	Inconnue	x	1	0,04						
D015	Inconnu	Tertiaire	Inconnue	x	1	0,04						
D017	Inconnu	Indéterminé	Inconnue							x	1	0,23
D018	Lointain	Turonien sup	Coussay-les-bois	x	14	0,52	x	10	1,19	x	2	0,46
D018e	Lointain	Turonien sup	Grand-Pressigny	x	1	0,04	x	3	0,36	x	1	0,23
D018g	Lointain	Turonien sup	Chinon	x	6	0,22						
D020	Inconnu	Inconnu	Inconnue	x	1	0,04						
D033	Lointain	Turonien inf	Gien	x	6	0,22	x	42	4,98	x	1	0,23
D034	Local	Miocène	Saint-Pierre-Eynac	x	1	0,04						
D035	Local	Miocène	Alluvions de la Loire				x	1	0,12			
D036	Semi-local	Miocène	Laps				x	1	0,12			
D039	Lointain	Turonien inf	Gien ?							x	1	0,23
D066	Lointain	Turonien sup	Yonne	x	1	0,04	x	25	2,97	x	3	0,69
D068	Inconnu	Tertiaire	Inconnue				x	1	0,12			
D069	Semi-local	Oligocène	Beaumont	x	7	0,26						
D303	Semi-local	Oligocène	La Sauvetat	x	1	0,04	x	2	0,24			
D1105	Lointain	Bathonien	Cher	x	7	0,26	x	4	0,47	x	2	0,46
F003	Local	Rupélien	Bassin du Puy	x	368	13,76	x	58	6,88	x	13	3,00
F003b	Local	Rupélien	Espaly	x	72	2,69	x	20	2,37	x	16	3,69
F003c	Local	Rupélien	Bilhac	x	100	3,74	x	24	2,85	x	10	2,30
F003d	Local	Rupélien	Bassin du Puy	x	19	0,71	x	2	0,24	x	1	0,23
F003e	Local	Rupélien	Bassin du Puy	x	4	0,15	x	1	0,12			
F003g	Local	Rupélien	Bassin du Puy	x	2	0,07						
F004	Local	Miocène	La Collange	x	88	3,29	x	25	2,97	x	11	2,53
F005	Semi-local	Eocène	Saint-Léger-du-Malzieu	x	70	2,62	x	9	1,07	x	8	1,84
F007b	Semi-local	Mio-Pliocène	Madriat	x	3	0,11	x	1	0,12			
F009	Local	Miocène	Saint-Pierre-Eynac	x	110	4,11	x	6	0,71	x	5	1,15
F009b	Local	Miocène	Saint-Pierre-Eynac				x	3	0,36			
F009d	Local	Miocène	Saint-Pierre-Eynac				x	1	0,12			
F012	Semi-local	Miocène	Laps	x	4	0,15	x	1	0,12			
F020	Semi-local	Miocène ?	Le Mazet-Saint-Voy	x	10	0,37						
F021	Local	Bajocien	Alluvions de la Loire	x	78	2,92	x	15	1,78	x	22	5,07
F034	Etude en cours	Etude en cours	Etude en cours	x	463	17,31	x	93	11,03	x	66	15,21
F036	Local	Miocène	Araules	x	25	0,93	x	6	0,71	x	1	0,23

Ressources en silex au Paléolithique supérieur dans le Massif central — Vincent DELVIGNE et al. 425

TYPE	DOMAINES	ÂGE	LOCALITÉ TYPE	SECTEUR 1	EFF	%	SECTEUR 2	EFF	%	SECTEUR 3	EFF	%
F037	Semi-local	Inconnu	Paléo-Truyère	x	3	0,11				x	2	0,46
F038	Lointain	Turionien inf	Meusnes	x	348	13,01	x	235	27,88	x	90	20,74
F044	Semi-local	Indéterminée	Arlanc	x	123	4,60	x	28	3,32	x	15	3,46
F140	Local	Aalénien/Bajocien	Alluvions de la Loire	x	284	10,62	x	80	9,49	x	80	18,43
F155	Inconnu	Inconnu	Inconnue	x	1	0,04				x	4	0,92
F182	Local	Rupélien	Inconnue	x	136	5,08	x	5	0,59	x	3	0,69
I001	Inconnu	Inconnu	Inconnue				x	1	0,12			
I002	Local	Miocène	Saint-Pierre-Eynac	x	1	0,04						
I004	Lointain	Sennonien	Yonne	x	1	0,04						
I006	Inconnu	Tertiaire	Inconnue	x	1	0,04						
I008	Inconnu	Inconnu	Inconnue	x	1	0,04						
I009	Inconnu	Inconnu	Inconnue	x	1	0,04						
I010	Inconnu	Inconnu	Inconnue				x	1	0,12			
I011	Inconnu	Inconnu	Inconnue	x	1	0,04						
I014	Lointain	Crétacé sup	Inconnue							x	3	0,69
I015	Lointain	Crétacé sup	Inconnue	x	3	0,11	x	2	0,24			
I016	Lointain	Crétacé	Inconnue	x	4	0,15	x	2	0,24	x	4	0,92
I017	Inconnu	Inconnu	Inconnue	x	1	0,04						
I018	Inconnu	Inconnu	Inconnue							x	1	0,23
I021	Inconnu	Inconnu	Inconnue	x	6	0,22						
I024	Inconnu	Inconnu	Inconnue	x	2	0,07						
I028	Inconnu	Inconnu	Inconnue	x	3	0,11						
Indet	Indéterminable	Indéterminable	Indéterminable	x	50	1,87	x	10	1,19	x	5	1,15
				Total	2674	100	Total	843	100	Total	434	100,00

FIGURE 8

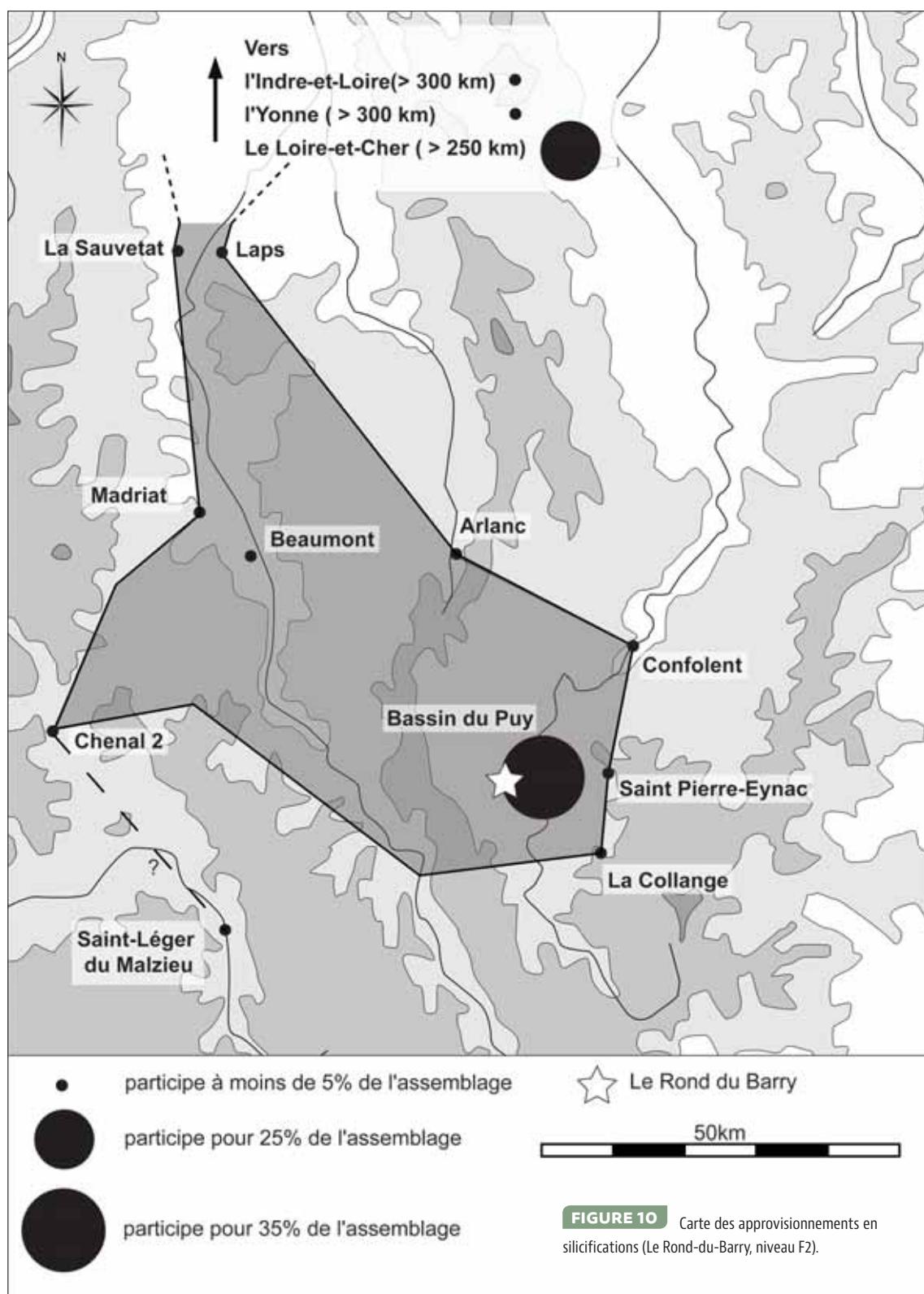
Le Rond-du-Barry : F2 - Fréquence des types de silicifications par secteur.

FIGURE 9

Le Rond-du-Barry : F2 - Fréquence et diversité des silicifications par domaine d'acquisition et par secteur.

	DIV S1	%	EFF S1	%	DIV S2	%	EFF S2	%	DIV S3	%	EFF S3	%
Local	14	25,5	1288	48,1	11	29,0	247	29,3	10	31,2	162	37,3
Semi-local	8	14,6	221	8,3	6	15,8	42	5,0	3	9,4	25	5,8
Lointain	16	29,0	580	21,7	13	34,2	439	52,0	14	43,8	166	38,2
Inconnu	16	29,0	44	1,6	7	18,4	9	1,1	4	12,5	8	1,8
Indéterminé	1	1,9	463	17,3	1	2,6	93	11,0	1	3,1	66	15,2
Indéterminable	/	/	50	1,9	/	/	10	1,2	/	/	5	1,2
Autre roches	/	/	29	1,1	/	/	3	0,4	/	/	2	0,5
total	55	100,0	2675	100,0	38	100,0	843	100,0	32	100,0	434	100,0

426 UISPP — Liège, mai 2012 — Modes de contacts et de déplacements au Paléolithique eurasiatique



Les types « F005 » – silcrète de Saint-Léger-du-Malzieu, « F044 » - silcrète de Arlanc, « F037 » silex palustre du Chenal 2 et « F012 » - silcrète de Laps, attestent d'une fréquentation des berges de l'Allier en aval de Brioude et d'une récolte dans les dépôts détritiques de la paléo-Truyère (Chenal 2, Fernandes 2012), à une quarantaine de kilomètres au nord-ouest du Rond-du-Barry. Le type « F020 » - silcrète du Mazet-Saint-Voy, illustre une récolte dans la vallée du Lignon ou de la Loire, à hauteur de Confolent (31 km au nord-est du site). La récolte en position colluviale, proche des gîtes originels, est attestée pour le secteur 1 pour deux types : le type « D069 » - silcrète de Baumont et le type « F005 » - silcrète de Saint-Léger-du-Malzieu. Il faut néanmoins se demander si les deux éclats représentant ce dernier ne résulteraient pas d'une « pollution » magdalénienne. En effet, tous les types « F005 » des secteurs 2 et 3 présentent des faciès très évolués, caractéristiques d'un ramassage dans les alluvions anciennes et les deux seuls autres artefacts de type « F005 » portant un cortex colluvial appartiennent au secteur 5, en grande partie attribuable au Magdalénien. Pour les secteurs 2 et 3, le ramassage à proximité des gîtes primaires est attesté pour le type « F044 » et « F012 ».

Enfin, concernant le domaine lointain, quel que soit le secteur considéré, on observe la tendance suivante : argile à silex / colluvions > Eocène détritique > sub-primaire. Pour le secteur 1, toute la diversité des silex du Turonien inférieur du Berry (« F038 », « D001 », « D004 », « D012 », « D013 ») et du Turonien supérieur de l'Indre-et-Loire (« D018 », « D018e », « D018 g ») a été collectée soit dans les argiles à silex (50 %), soit dans les formations éocènes détritiques (20 %). La part de silicifications issue de ces dernières formations diminue dans les secteurs 2 (12 %) et 3 (5 %) et n'affecte plus que les types « F038 » et « D004 ». Au cortège minéral collecté dans les argiles à silex et identifié pour le secteur 1, s'ajoutent dans les secteurs 2 et 3 des silex issus de la région de la Puisaye (« D033 », « D039 ») et du Sénonais (« D066 », « I064 »). Bien que n'ayant pas de pièces corticales, les différents faciès du type « D1105 » - silex oolithique du Bathonien du Cher (La Celle-Bruère) - attestent d'une récolte en différents points du réseau hydrographique.

Le site du Rond-du-Barry est défini comme un camp résidentiel de longue durée occupé à la bonne saison par les badegouliens (Bracco 1991, 1996; Costamagno 1999). L'acquisition de matières premières locales peut avoir été effectuée dans le cadre d'activités de subsistance et relève d'une exploitation poussée du milieu local (gîte de Bilhac, gîtes de la vallée de la Borne). Les silicifications semi-locales reflètent-elles également ce mode d'exploitation ponctuelle à l'occasion d'activités cynégétiques, ou sont-elles l'illustration de changements successifs de camps de base à l'image des *serial specialist* magdaléniens du centre du Bassin parisien (Audouze 2007) ? Quoi qu'il en soit, on constate que les badegouliens du Velay ont exploité leur géo-territoire de la même façon au Blot niv. 9 à 15 (Virmont 1981), à la Roche à Tavernat (Bracco 1992) ou à la grotte Cottier à Retournac (étude en cours). À une part de matériaux locaux, s'ajoute une part non négligeable de matériaux très lointains et en petite quantité, des matériaux d'origine semi-locale. Des études pluridisciplinaires sont maintenant nécessaires pour mieux appréhender le territoire des badegouliens du Velay et comprendre l'articulation des vallées de la Loire et de l'Allier dans un système intégré sans nul doute plus vaste.

Ce mode d'exploitation du géo-territoire local et semi-local n'est pas sans rappeler celui mis en évidence pour le niveau J1 de Sainte-Anne 1 (Fernandes & Raynal 2007). On constate la persistance des zones d'approvisionnement sur des échelles de temps qui transcendent les cultures archéologiques et les humanités.

Les zones d'affleurement parfois restreintes ou cachées de certaines silicifications illustrent une bonne connaissance du géo-territoire local et si ce ne semble pas vrai pour le Protomagdalénien du Blot, c'est certain pour le Paléolithique moyen / ancien ou le Badegoulien. Une telle connaissance est l'illustration d'un long apprentissage sur plusieurs générations et d'une transmission des savoirs empiriques de génération en génération, le site archéologique s'inscrivant dans un parcours (physique ou psychique) cyclique mais pas forcément annuel et tributaire d'une perception temporelle et de facteurs culturels.

Il apparaît à la lumière de cette étude que le flux de silex provenant d'un domaine lointain septentrional perdure au Badegoulien. Les modalités d'acquisition et la place tenue par ces silicifications diffèrent cependant grandement d'un technocomplexe à l'autre. En effet, si la matière première lointaine est ultra-dominante dans le Protomagdalénien du Blot, avec import de blocs entiers de silex de Touraine, il en va tout autrement pour le Badegoulien du Rond-du-Barry. En effet, la diversité et la quantité maximale de silex lointains apportés dans le site provient du Berry (possible import d'un bloc entier dans le secteur 2), et il conviendrait donc de restreindre l'aire d'acquisition lointaine à cette seule région. Les silicifications encore plus lointaines présentes en petite quantité et arrivées sous forme de produits finis (Touraine, Sénonais) et/ou de préformes (Puisaye) pourraient correspondre à des acquisitions indirectes. Les données de l'archéozoologie et de la paléontologie (Aajane 1980; Costamagno 1999) indiquent un abandon de la grotte durant l'hiver, ce que les études à l'échelle régionale confirment et étendent à l'ensemble de l'Auvergne (Fontana 2005; Fontana *et al.* 2009). Comme déjà proposé par Daugas et Raynal (2007), il est possible d'envisager, dès le Badegoulien, de grands déplacements hivernaux du (des) groupe(s) humain(s) du Velay vers un territoire de plaines au nord (le Berry) où s'effectueraient des rassemblements de grande ampleur, lieu d'échanges et de contacts nécessaires entre groupes voisins de l'Auvergne, du Bassin parisien (Vignard & Vacher 1965; Bodu *et al.* 2007) et de la Vallée de la Claise (Aubry 1991; Chehmana *et al.* 2007). Cependant, en l'état actuel de nos connaissances, les motivations intrinsèques poussant à la bipartition de ce territoire nous restent inaccessibles mais sont probablement le résultat de dynamiques complexes d'ordre économique, social, culturel et cultuel et la seule étude des matières premières lithiques ne peut permettre d'y accéder.

4 CONCLUSION

L'étude de l'origine des matières premières lithiques de la grotte Chauvet, de l'abri du Blot et de la grotte du Rond-du-Barry, représentatifs de moments successifs du Paléolithique supérieur, révèle quelques traits marquants de la structuration des approvisionnements. Dès les débuts du Paléolithique supérieur, les distances d'approvisionnement s'allongent, les polarités des déplacements changent et la gestion des ressources en matières premières lithiques locales et semi-locales se modifie. Ce constat, établi en Ardèche, est vérifié pour les deux sites plus récents du Velay. Des différences dans la gestion des matières premières lithiques, donc des géo-territoires, apparaissent ; les Protomagdaléniens du Blot semblent regarder la haute vallée de l'Allier comme une marge d'un territoire plus vaste ; les incursions dans le Velay seraient le fait d'activités récurrentes spécialisées et brèves, complémentaires de celles pratiquées dans un espace d'occupation privilégié centré sur le sud du Bassin parisien (Touraine / Berry). L'import en masse de matériaux d'origine lointaine (> 95 %) illustrerait une méconnaissance de l'environnement minéral par les hommes de la fin du Gravettien.

*A contrario, le Velay semble être partie intégrante d'un vaste territoire pour les hommes du Badegoulien avec l'exploitation d'un espace de mauvaise saison centré sur le Berry - lieu de possibles grands rassemblements avec des groupes exploitant les territoires adjacents (complexe Puisaye/Sénonais et Touraine) - et un espace de bonne saison centré sur le Velay. L'exploitation du territoire pourrait être de type *serial specialist* avec l'établissement de camps de base de moyenne durée exploitant abondamment l'environnement local, puis se déplaçant dans un espace adjacent situé à une cinquantaine de kilomètres. Des recherches supplémentaires et la mise en commun des résultats avec ceux obtenus dans le cadre des études typo-technologiques, géologiques et archéo-zoologiques permettront dans le futur de mieux appréhender le(s) territoire(s) de ce(s) groupe(s) humain(s).*

REMERCIEMENTS

Ce travail s'inscrit dans le cadre d'une thèse du laboratoire PACEA de l'Université Bordeaux-1 sous la direction de J.-P. Raynal et la co-direction de M. Langlais. Il a été financé par l'association Archéo-Logis/CDERAD, le Département de la Haute-Loire, la Communauté de Communes du Pays du Mézenc, la commune de Laussonne la Région Aquitaine (projet Origines II), le Ministère de la Culture (PCR « Réseaux de lithothèque en Rhône-Alpes » et PCR « Espaces et subsistance au Paléolithique moyen dans le sud du Massif central »). Nous tenons également à remercier les organisateurs de ce Colloque de la 8^e Commission de l'UISPP « Modes de contacts et de déplacements au Paléolithique eurasiatique » ainsi que F. Letterlé, C. Schwab, E. Magne, J.-P. et C. Daugas, D. Rémy, C. Santagata, C. Daujeard, S. Ducasse, C. Cretin, B. Kervazo, C. Ferrier, L. Klaric, P. Guillermin, R. Angevin, J. Primault, C. Bressy, R. Liabeuf, R. Séguay, J. Virmont, M. Aulanier, G. Vernet, J.-L. Voruz, F. Djindjian, H. Floss, A. Tomaso, E. Thomas, M.-S. Larguèze ainsi que tous les membres de l'Archéo-logis/CDERAD et P. Bindon pour la correction de l'anglais.



430 **UISPP** — Liège, mai 2012 — Modes de contacts et de déplacements au Paléolithique eurasiatique

BIBLIOGRAPHIE

- AAIJANE A. (1980)** — Contribution à l'étude des faunes du Würm récent en Haute Loire. Les niveaux magdaléniens du Rond du Barry. Thèse de doctorat, Université de Bordeaux-1.
- AFFOLTER J. (2001)** — Séminaire sur le silex du Grand-Pressigny (27–28 avril 2000). *Bulletin des Amis du Musée de Préhistoire du Grand-Pressigny* 52: 18–20.
- ALLARD M., DREUX M., JARRY M., POMIES M.-P. & RODIERE J. (1997)** — Perles en bois de renne du niveau 18 des Peyrugues, à Orniac (Lot): Hypothèse sur l'origine du Protomagdalénien. *Paleo* 9: 355–369.
- ALLARD M., CHALARD P. & MARTIN H. (2005)** — Témoins de mobilité humaine aux Peyrugues (Orniac, Lot) durant le Paléolithique supérieur, signification spatio-temporelle. Dans: J. Jaubert & M. Barbaza (dir.), *Territoires, déplacements, mobilités, échanges durant la Préhistoire. Terres et Hommes du Sud*. Actes des congrès nationaux des sociétés historiques et scientifiques, 126^e Toulouse, 2001. Paris, CTHS (Ed.), p. 219–231.
- ANGEVIN R. (2010)** — Les lamelles à dos magdaléniennes du Blot (Cerzat, Haute-Loire). Observations liminaires sur la production, le statut et la fonction des microlithes dans les industries lithiques du Sud de la France entre 15 000 BP et 13 500 BP. *Bulletin de Préhistoire du Sud-Ouest* 18(2): 171–191.
- ARRIGHI S. & BORGIA V. (2009)** — Surface modifications of flint tools and their functional meaning. *Materials and Manufacturing Processes* 24(9): 922–927.
- AUBRY T. (1991)** — *L'Exploitation des ressources en matières premières lithiques dans les gisements solutréens et bade-gouliens du bassin versant de la Creuse (France)*. Thèse de doctorat, Université Bordeaux-1.
- AUDIERNE J.-G., L'ABBÉ (1863)** — *De l'origine et de l'enfance des arts en Périgord*. Périgueux, Dupont & Cie.
- AUDOUZE F. (2007)** — Mobilité résidentielle et stratégie de subsistance dans le Magdalénien du Bassin parisien. Dans: P. Rouillar, C. Perlès & E. Grimaud (eds.), *Mobilités, immobilismes. Imitation, transfert et refus d'emprunt*. Actes du colloque de Nanterre 8–9 juin 2006, p. 27–44.
- BAFFIER D. (2005)** — La grotte Chauvet: conservation d'un patrimoine. *Bulletin de la Société Préhistorique Française* 102(1): 11–16.
- BAYLE DES HERMENS DE R. (1971)** — Le Magdalénien final de la couche E de la grotte du Rond-du-Barry. *L'anthropologie* 75(7–8): 586–604.
- BAYLE DES HERMENS DE R. (1972a)** — Le Magdalénien ancien de la couche F2 de la grotte du Rond-du-Barry. Etude préliminaire. *Comptes rendus d'activités annuelles de l'Association régionale pour le développement des recherches de paléontologie et de préhistoire et des Amis du Muséum de Lyon*, p. 17–24.
- BAYLE DES HERMENS DE R. (1972b)** — Le Magdalénien final de la grotte du Rond-du-Barry, commune de Polignac, en Haute-Loire. Dans: H. Delporte (dir.), *Compte-rendu de la XIX^e session du congrès préhistorique de France, Auvergne*, Société préhistorique de France, p. 37–57.
- BAYLE DES HERMENS DE R. (1972c)** — Atlas préhistorique du département de la Haute-Loire. Dans: H. Delporte (dir.), *Compte-rendu de la XIX^e session du congrès préhistorique de France, Auvergne*, Société préhistorique de France, p. 71–98.
- BAYLE DES HERMENS DE R. (1978)** — Campagnes de fouilles 1977 et 1978 dans la grotte du Rond-du-Barry. Polignac, Haute-Loire. *Nouvelles archives du Muséum d'histoire naturelle de Lyon* 16: 17–23.
- BAYLE DES HERMENS DE R. (1979a)** — Les niveaux supérieurs du Magdalénien de la grotte du Rond-du-Barry, Polignac (Haute-Loire). Dans: D. Sonneville-Bordes (ed.), *La fin des temps glaciaire en Europe. Chronologie et écologie des cultures du Paléolithique final*. Talence, 24–28 mai 1977. Paris: CNRS, p. 601–611.
- BAYLE DES HERMENS DE R. (1979b)** — Un nouveau niveau magdalénien dans la grotte du Rond-du-Barry. Note préliminaire. *L'Anthropologie* 83(2): 281–290.
- BAYLE DES HERMENS DE R. (1986)** — Le magdalénien du Velay et la grotte du Rond-du-Barry. Polignac (Haute-Loire). *Société d'étude et de recherches préhistoriques des Eyzies* 35: 43–50.
- BAYLE DES HERMENS DE R. (1987)** — Le moustérien de la grotte du Rond-du-Barry, Polignac, Haute-Loire. *L'Anthropologie* 91: 321–328.
- BAYLE DES HERMENS DE R. & HEIM J.-L. (1989)** — Découverte d'un crâne humain dans une sépulture secondaire du Magdalénien I de la grotte du Rond-du-Barry, Polignac, Haute-Loire. *Comptes rendus de l'Académie des sciences. Série 2, Mécanique, Physique, Chimie, Sciences de l'univers, Sciences de la Terre* 309(12): 1349–1352.

- BERNARD-GUELLE S., RUÉ M., FERNANDES P., COURTY M.-A., PIBOULE M., COUDENNEAU A., ARGANT J., PICAVET R. & DAWSON M.-C. (2011)** – Le site moustérien d'Andance (Saint Bauzile, Ardèche): un habitat de hauteur en contexte basaltique dans la moyenne vallée du Rhône. *Bulletin de la Société Préhistorique Française* 108(4): 671–695.
- BINFORD L.R. (1979)** – Organization and formation Processes looking at curated technologies. *Journal of Anthropological Research* 35: 255–273.
- BINFORD L.R. (1980)** – Willow smoke and dog's tail: hunter gatherer settlement systems and archeological site formation. *American Antiquity* 45(1): 4–20.
- BODU P., CHEHMANA L. & DEBOUT G. (2007)** – Le Badegoulien de la moitié nord de la France. Un état des connaissances. *Bulletin de la Société Préhistorique Française* 104(4): 661–679.
- BONIFAY E. & BONIFAY M.-F. (1981)** – Le gisement préhistorique de Soleilhac (Blanzac, Haute-Loire). Dans: *Le Bassin du Puy aux temps préhistoriques. Recherches récentes*. Le Puy-en-Velay: musée Crozatier, p. 19–36.
- BONIFAY E. (1991)** – Les premières industries du sud-est de la France et du Massif-Central. Dans: E. Bonifay & B. Vandermeersch (dir.), *Les premiers européens*. Actes du 114^e Congrès national des sociétés savantes. Paris, 3–9 avril 1989. Paris: CTHS, p. 63–80.
- BONIFAY E. (2002)** – *Les premiers peuplements de l'Europe*. Paris, La maison des Roches.
- BORDES F. (1978)** – Le Protomagdalénien de Laugerie-Haute Est (fouilles F. Bordes). *Bulletin de la Société Préhistorique Française* 75 (11–12): 501–521.
- BOSSELIN, B. (1992a)** – Le Protomagdalénien du Blot, étude typologique comparée. *Bulletin de la Société Préhistorique Française* 89(3): 82–96.
- BOSSELIN B. (1992b)** – *Les industries du Protomagdalénien à la lueur des données du site du Blot à Cézat (Haute-Loire)*. Thèse de doctorat, Université de Franche-Comté, Besançon.
- BOSSELIN B. (1997)** – *Le Protomagdalénien du Blot. Les industries lithiques dans le contexte culturel du Gravettien français*. Liège, ERAUL.
- BOSSELIN B. (2007)** – Le Protomagdalénien du Blot: industrie de carence ou utilisation optimale des matières premières? Dans: R. Debrosse & A. Thévenin (dir.) *Arts et cultures de la Préhistoire: hommage à Henri Delporte*. Paris: CTHS, p. 169–183.
- BOULE M. (1892)** – *Description géologique du Velay*. Thèse de doctorat, Université de Paris.
- BOULE M. & VERNIÈRE A. (1899)** – L'abri sous roche du Rond, près de Saint-Arcons d'Allier, Haute-Loire. *L'Anthropologie* 10: 385–396.
- BRACCO J.-P. (1991)** – Typologie, technologie et matières premières des industries du très ancien Paléolithique en Velay (Massif Central, France). Premiers résultats. Dans: E. Bonifay & B. Vandermeersch (dir.), *Les premiers européens*. Actes du 114^e Congrès national des sociétés savantes. Paris, 3–9 avril 1989. Paris: CTHS, p. 93–100.
- BRACCO J.-P. (1992)** – *Le Paléolithique supérieur du Velay et de ses abords: recherches sur la dynamique des peuplements et l'occupation du sol dans un milieu volcanique de moyenne montagne*. Thèse de doctorat, Université Aix-Marseille-1.
- BRACCO J.-P. (1994)** – Colonisation et peuplement en moyenne montagne volcanique au Würm récent: le campement badegoulien de la roche à Tavernat (Massif central). *Bulletin de la Société Préhistorique Française* 91(2): 113–118.
- BRACCO J.-P. (1995)** – Déplacements des groupes humains et nature de l'occupation du sol en Velay (Massif central, France) au Paléolithique supérieur: intérêts de la détermination de l'origine des matières premières lithiques. Dans: R. Chenorkian (dir.) *L'homme méditerranéen*. Aix-en-Provence: Université de Provence, p. 285–292.
- BRACCO J.-P. (1996)** – Du site au territoire: l'occupation du sol dans les hautes vallées de la Loire et de l'Allier au Paléolithique supérieur (Massif Central). *Gallia Préhistoire* 38: 43–67.
- BUISSON D. (1991)** – Le Périgordien du Blot (Cézat, Haute-Loire). *Bulletin de la Société Préhistorique Française* 88(4): 104–108.
- CASTEL J.-C., CHADELLE J.-P. & GENESTE J.-M. (2005)** – Nouvelle approche des territoires solutréens du sud-ouest de la France. Dans: J. Jaubert & M. Barbaza (dir.), *Territoires, déplacements, mobilités, échanges durant la Préhistoire. Terres et Hommes du Sud*. Actes des congrès nationaux des sociétés historiques et scientifiques, 126^e Toulouse, 2001. Paris: CTHS, p. 279–294.
- CHAUVIÈRE F.-X. & FONTANA L. (2005)** – Modalités d'exploitation des rennes dans le Protomagdalénien du Blot (Haute-Loire, France). Dans: V. Dujardin (dir.), *Industrie osseuse et parures du Solutréen au Magdalénien en Europe*. Société préhistorique française, Mémoire 39: 137–147.

- CHEHMANA L., LIARD M. & BODU P. (2007)** – De nouveaux arguments pour un rattachement au Badegoulien des séries dites «à grands burins transversaux» de la vallée de la Claise. *Bulletin de la Société Préhistorique Française* 104(4): 681–698.
- CHEHMANA L., DEBOUT G., VALENTIN B., BAZIN P. & BIGNON O. (2008)** – Quels auteurs pour l'industrie de Mancy à Saint-Brisson-sur-Loire (Loiret)? Réévaluation d'un assemblage présumé magdalénien en région Centre. *Bulletin de la Société Préhistorique Française* 105(2): 283–290.
- CLAY R.B. (1995)** – Le Protomagdalénien de l'abri Pataud, niveau 2. Dans: H.M. Bricker (dir.), *Le Paléolithique supérieur de l'abri Pataud (Dordogne): les fouilles de H.L. Movius Jr.* Paris, Maison des sciences de l'Homme, Documents d'archéologie française 50: 11–29.
- CLEYET-MERLE J.-J. (1990)** – François de Jouannet. *Paléo* (hors-série) 7–8.
- CLOTTES J. (1995)** – Changements thématiques dans l'art du paléolithique supérieur. *Bulletin de la Société préhistorique de l'Ariège - Pyrénées* 50: 13–34.
- CLOTTES J. ET AZEMA M. (2005)** – Les images de félins de la grotte Chauvet. *Bulletin de la Société Préhistorique Française* 102(1): 173–182.
- CLOTTES J. (2010)** – *La grotte Chauvet. L'art des origines.* Paris, Seuil.
- COMBIER J. & JOUVE G. (2012)** – Chauvet cave's art is not Aurignacien: a new examination of the archaeological evidence and dating procedures. *Quartär* 59: 131–152.
- COSTAMAGNO S. (1999)** – *Stratégies de chasse et fonction des sites au Magdalénien dans le sud de la France.* Thèse de doctorat, Université Bordeaux-1.
- DAMOUR A. (1865)** – Sur la composition des haches en pierres trouvées dans les monuments celtiques et chez les sauvages. *Compte rendu de l'Académie des Sciences* 61: 1–13.
- DANZEGLOCKE U., JÖRIS O. & WENINGER B. (2008)** – CalPal-2007online: <http://www.calpal-online.de/>. Accessed 31 October 2008.
- DAUJEARD C., FERNANDES P., GUADELLI J.-L., MONCEL M.-H., SANTAGATA C. & RAYNAL J.-P. (2012)** – Neanderthal subsistence strategies in Southeastern France between the plains of the Rhone Valley and the mid-mountains of the Massif Central (MIS 7 to MIS 3). *Quaternary international* 252: 32–47.
- DELPORTE H. (1966)** – Le Paléolithique dans le Massif Central: I- Le Magdalénien des vallées supérieures de la Loire et de l'Allier. *Bulletin de la Société Préhistorique Française* 63 (1): 181–207.
- DELPORTE H. (1968)** – Informations archéologiques. Circonscription d'Auvergne et Limousin. *Gallia Préhistoire* 11(2): 421–454.
- DELPORTE H. (1972)** – Le Proto-Magdalénien du Blot commune de Cerzat (Haute-Loire). Etude préliminaire. Dans: H. Delporte (dir.), *Compte-rendu de la XIX^e session du congrès préhistorique de France, Auvergne.* Société préhistorique de France, p. 190–199.
- DELPORTE H. & VIRMONT J. (1983)** – Les débuts du Paléolithique supérieur en Auvergne et en Bourbonnais et la séquence périgordienne. Dans: *Les inédits de la Préhistoire auvergnate.* Clermont-Ferrand: Musée Bargoin, p. 129–141.
- DELPORTE H. (1992)** – Les chasseurs de renne du Paléolithique supérieur. Dans: *Préhistoire de la Haute-Loire.* Clermont-Ferrand: Service Régional de l'Archéologie - DRAC, p. 23–29.
- DELVIGNE V. (2012)** – Étude pétroarchéologique de l'unité archéo-stratigraphique F2 de la grotte du Rond du Barry (Polignac, Haute-Loire), premiers résultats. *Comptes rendus Palevol* 11(4): 293–304.
- DELVIGNE V., LAFARGE A., FERNANDES P., PIBOULE M. & RAYNAL J.-P. (SOUS PRESSE)** – Un exemple de gestion des géo-ressources au Paléolithique supérieur en moyenne montagne: le Badegoulien de la grotte du Rond-du-Barry (Sinzelles, Polignac, Haute-Loire). *L'Anthropologie*.
- DEMARS P.-Y. (1998)** – Circulation des silex dans le Nord de l'Aquitaine au Paléolithique supérieur. L'occupation de l'espace par les derniers chasseurs cueilleurs. *Gallia Préhistoire* 40: 1–28.
- FERNANDES P. & RAYNAL J.-P. (2006)** – Petroarchéologie du silex: un retour aux sources. *Comptes rendus Palevol* 5: 829–837.
- FERNANDES P., RAYNAL J.-P. & MONCEL M.-H. (2006)** – L'espace minéral au Paléolithique moyen dans le Sud du Massif central: premiers résultats pétroarchéologiques. *Comptes rendus Palevol* 5: 981–993.
- FERNANDES P. & RAYNAL J.-P. (2007)** – Pétroarchéologie du silex. Dans: J.-P. Raynal (dir.) *La grotte Sainte Anne 1. Le Paléolithique moyen de l'unité J1.* Lausonne, Archéo-Logis/CDERAD, les dossiers de l'Archéo-Logis 3: 59–98.

- FERNANDES P., LE BOURDONNEC F.-X., RAYNAL J.-P., POUPEAU G., PIBOULE M. & MONCEL M.-H. (2007)** – Origins of prehistoric flints: The neocortex memory revealed by scanning electron microscopy. *Comptes rendus Palevol* 6: 557–568.
- FERNANDES P., RAYNAL J.-P. & MONCEL M.-H. (2008)** – Middle Palaeolithic raw material gathering territories and human mobility in the southern Massif Central, France: first results from a petro-archaeological study on flint. *Journal of Archaeological Science* 35: 2357–2370.
- FERNANDES P., MONCEL M.-H. & LHOMME G. (2010)** – Analyse des comportements face aux ressources minérales de deux sites du Paléolithique moyen: Payre, Abris des Pêcheurs (Ardèche, France). *Rivista di scienze preistoriche* 57: 31–42.
- FERNANDES P. (2012)** – *Itinéraires et transformations du silex: une pétroarchéologie refondée, application au Paléolithique moyen*. Thèse de doctorat, Université Bordeaux-1.
- FERUGLIO V. (2006)** – De la faune au bestiaire - la grotte Chauvet - Pont-d'Arc, aux origines de l'art pariétal paléolithique. *Comptes rendus Palevol* 5: 213–222.
- FILLOD A. & BONHOMME J. (1985)** – *Le climat de la Haute-Loire*. Centre d'étude de la Borne.
- FOLK R. L. (1959)** – Practical classification of limestone. *American Association of Petroleum Geologists Bulletin* 43: 1–38.
- FONTANA L. (2005)** – Territoires, mobilité et échanges, au Magdalénien dans l'Aude et la Massif central (France): approche comparative, modélisation et perspectives. Dans: J. Jaubert & M. Barbaza (dir.), *Territoires, déplacements, mobilités, échanges durant la Préhistoire. Terres et Hommes du Sud*. Actes des congrès nationaux des sociétés historiques et scientifiques, 126^e Toulouse, 2001. Paris: CTHS, p. 355–370.
- FONTANA L., DIGAN M., AUBRY T., LLACH J.-M. & CHAUVIÈRE F.-X. (2009)** – Exploitation des ressources et territoire dans la Massif central français au Paléolithique supérieur: approche méthodologique et hypothèses. Dans: F. Djindjian, J. Kozlowski, N. Bicho (dir.), *Le concept de territoires dans la Paléolithique supérieur européen*. BAR International Serie, p. 201–215.
- FONTANA L. (2012)** – *L'Homme et le renne*. Paris, CNRS.
- FOUGÈRE F. (2011)** – Pour une modélisation du cycle annuel de nomadisation des chasseurs-cueilleurs: données ethnographiques et conditions d'application archéologique. *Bulletin de la Société Préhistorique Française* 108(2): 201–220.
- GACHON L. (1953)** – P. Bout, le climat du Velay au Quaternaire et au Postglaciaire. *Revue de géographie de Lyon* 28(3): 246–247.
- GARCIA M.-A. (2005)** – Ichnologie générale de la grotte Chauvet. *Bulletin de la Société Préhistorique Française* 102(1): 103–108.
- GELY B. (2005)** – La grotte Chauvet à Vallon-Pont-d'Arc (Ardèche). Le contexte régional paléolithique. *Bulletin de la Société Préhistorique Française* 102(1): 17–33.
- GENESTE J.-M. (2005)** – L'archéologie des vestiges matériels dans la grotte Chauvet-Pont-d'Arc. *Bulletin de la Société Préhistorique Française* 102(1): 135–144.
- GIOT D., MALLET N. & MILLET D. (1986)** – Les silex de la région du Grand-Pressigny. Recherche géologique et analyse pétrographique. *Revue archéologique du Centre de la France* 25(1): 21–36.
- GLAUBERMAN P. & THORSON M. (2012)** – Flint patina as an aspect of “Flaked stone taphonomy”: A case study from the loess terrain of the Netherlands and Belgium. *Journal of Taphonomy* 10(1): 21–23.
- GOLOUBINOFF C. (1979)** – *Le Permo-houiller du bassin de Saint-Affrique*. Thèse de 3^e cycle, Université Paris-Sud. Document du BRGM 16.
- GUERANGE-LOZES J., BURG J.-P., VINCHON C., ALABOUVETTE B., DEFAUT B., ASTRUC J.G., CALHARAGUE J., LEYRELOUP A., MICHAUD A.G., PERRIN C. & SERVELLE C. (1995)** – *Notice explicative de la carte géologique de France (1/50000), feuille de Requista (934)*. Orléans, BRGM.
- JARRY M., MARTIN H., LE GALL O. & DEMARS P.-Y. (2008)** – Territoires et saisons au Paléolithique. Éléments de réflexions. *Archeopages* 21: 6–15.
- KLARIC L. (1999)** – *Un schéma de production lamellaire originale dans l'industrie gravettienne de l'ensemble moyen du gisement du Blot à Cerzat (Haute-Loire)*. Mémoire de DEA, Université Paris 1 Panthéon – Sorbonne.
- LAFARGE A., DELVIGNE V., RÉMY D., FERNANDES P. & RAYNAL J.-P. (2012)** – Ancient Magdalenian of the French Massif Central revisited: a reappraisal of unit F2 of the Rond du Barry cave (Polignac, Haute-Loire, France). Dans: K. Ruebens, I. Romanowska & R. Binoe (dir.), *Unravelling the Palaeolithic. Ten years of research at the Center for the Archaeology of Human Origins (CAHO, University of Southampton)*. BAR International Serie, p. 109–129.

434 UISPP – Liège, mai 2012 – Modes de contacts et de déplacements au Paléolithique eurasiatique

- LAFARGE A., PIBOULE M., PIBOULE M., DELVIGNE V. & RAYNAL J.-P. (SOUMIS 2013)** – Le Badegoulien dans le Massif central: parcours, techniques et subsistance entre plaines et montagnes. *Bulletin de la Société Préhistorique de France*.
- LAVIN L. & PROTHERO D.R. (1987)** – Identification of “jasper” sources in parts of the Northeast and Mid-Atlantic regions. *Bulletin of the New Jersey Archaeological Society* 42: 11–23.
- LAVIN L. & PROTHERO D.R. (1992)** – Prehistoric procurement of secondary sources: The case for characterization. *North American Archaeologist* 13(2): 97–113.
- LE RIBAULT L. (1977)** – *L'exoscopie des quartzs*. Paris, Masson.
- LINTON J., AFFOLTER J. & SESTIER C. (2008)** – Des lames en silex rubané tertiaire de la collection des fouilles anciennes du camp de Chassey (Saône-et-Loire). *Revue archéologique de l'Est* 57: 3–17.
- MARGUERIE D. (1984)** – Les formations alluviales de l'Allier dans le gisement préhistorique du Blot (Cerzat, Haute-Loire). Eléments de dynamique fluviale. *Bulletin de l'Association Française pour l'Etude du Quaternaire* 21(1–3): 73–78.
- MARQUET J.-C. & CHALINE J. (À PARAÎTRE)** – Les rongeurs de la grotte du Rond-du-Barry. In: *Les Magdaléniens du Rond-du-Barry*.
- MASSON A. (1981)** – *Pétroarchéologie des roches siliceuses, intérêt en Préhistoire*. Thèse de doctorat, Université de Lyon.
- MAUGER M. (1984)** – L'apport des microfossiles dans l'identification des silex. Exemple du Magdalénien de l'Île de France. *Bulletin de la Société Préhistorique Française* 81(7): 216–220.
- MÉON H. (À PARAÎTRE)** – Aperçu sur la végétation d'après les résultats sporopolliniques. Dans: *Les Magdaléniens du Rond-du-Barry*.
- MERGOIL J. & BOIVIN P. (1993)** – Le Velay. Son volcanisme et les formes associées. Notice de la carte au 1/100000. *Géologie de la France* 93: 3–96.
- MOSER F. (1976)** – *La sédimentologie des remplissages d'abris sous-basaltiques en Haute-Loire et ses implications climatiques au Würm récent et au Post-Würm*. Diplôme de l'école pratique des Hautes études.
- PÉTRÉQUIN P., GAUTHIER E., JACCOTÉY L., JEUDY F., MAITRE A. & VAQUER J. (2012)** – Les exploitations de Réquista (Aveyron) et de Plancher-les-mines (Haute-Saône, France). Exemples de diffusion de haches à moyenne distance. Dans: P. Pétrquin, S. Cassen, L. Klassen, A. Sheridan & A.-M. Pétrquin (dir.), *Jade. Grandes haches alpines du Néolithique européen. V^e et IV^e millénaires av. J.-C.*, Ledoux, Presses universitaires de Franche Comté, p. 544–573.
- POMEROL F. (1888)** – L'abri sous roche de Blanzat. In: *Compte rendu de la 18^e session du congrès de l'Association Française pour l'Avancement des Sciences*. Paris, Association Française pour l'Avancement des Sciences, p. 637–640.
- PRIMAULT J. (2003)** – *Exploitation et diffusion des silex de la région du Grand-Pressigny au Paléolithique*. Thèse de doctorat, Université Paris X.
- RAYNAL J.-P. (1983)** – Aspects du Paléolithique moyen en auvergne. In: *Les inédits de la Préhistoire auvergnate*. Clermont-Ferrand, Musée Bargoin, p. 105–128.
- RAYNAL J.-P. & DAUGAS J.-P. (1984)** – Volcanisme et occupation humaine dans le Massif central français: quelques observations. *Revue archéologique du Centre de la France* 23(1): 7–19.
- RAYNAL J.-P. (DIR.) (2007)** – *La grotte Sainte Anne 1. Le Paléolithique moyen de l'unité J1*. Lausanne: Archéo-Logis/CDERAD (Ed.), Les dossiers de l'Archéo-Logis 3.
- RAYNAL J.-P., MONCEL M.-H., DEAUJARD C., FERNANDES P., FIORE I., TAGLIACOZZO A., LECORRE-LE BEUX M., NAVARRO G.-C. & THEODOROPOULOU A. (2012)** – Neanderthal land-use and related tool-kit at the AMS 5/4 boudary in the South east portion of the French Massif Central. Dans: K. Ruebens, I. Romanowska & R. Binoy (dir.), *Unravelling the Palaeolithic. Ten years of reasearch at the Center for the Archaeology of Human Origins (CAHO, University of Southampton)*. Oxford, BAR International Serie, p. 53–72.
- RAYNAL J.-P., LAFARGE A., RÉMY D., DELVIGNE V., GUADELLI J.-L., FERNANDES P., LE CORRE-LE-BEUX M., COSTAMAGNO S., VERNET G., VIVENT D., BAZILE F. & LEFÈVRE D. (SOUS PRESSE)** – Datations SMA et nouveaux regards sur l'archéo-séquence du Rond-du-Barry (Polignac, Haute-Loire). *Compte rendu Palevol*.
- RÉMY D. ET BAYLE DES HERMENS DE R. (À PARAÎTRE)** – Reindeer antler industry in the upper Magdalenian from le Rond du Barry, Polignac, Haute-Loire, France. Dans: N. Sykes, K. Baker & R. Carden (dir.), *Deer and People: Past, Present and Future. Proceedings of the International Conference*. University of Lincoln, 8–11 september 2011, Windgather press.
- ROBERT F. (1837)** – Mémoire géologique sur le Bassin du Puy. *Annales de la société d'agriculture de Haute-Loire* 1835–1836 (7–8: 53–93).

- SEGUY R. & SEGUY J.-M. (1972)** – Le gisement de Sainte Anne II. Dans: H. Delporte (dir.), *Compte-rendu de la XIX^e session du congrès préhistorique de France, Auvergne*. Société préhistorique de France, p. 338–340.
- SÉRONIE-VIVIEN M. & SÉRONIE-VIVIEN M.-R. (1987)** – *Les silex du Mésozoïque nord-aquitain. Approche géologique de l'étude des silex pour servir à la recherche préhistorique*. Bordeaux: Supplément au Tome 15, Bulletin de la Société Linéenne de Bordeaux.
- SERVELLE C. (1994)** – Exploitation et diffusion des matières premières minérales destinées à la fabrication de l'outillage en Pierre polie dans le sud de la France. Le cas exceptionnel des cinérites siliceuses du Rouergue. In: *Echanges. Circulation d'objets et commerce en Rouergue de la Préhistoire au Moyen-âge*. Montrozier, Musée du Rouergue, guide d'archéologie 2: 39–50.
- SURMELY F., BARRIER P., BRACCO J.-P., CHARLY N. & LIABEUF R. (1998)** – Caractérisation des matières premières siliceuses par l'étude des microfaciès et application à la connaissance du peuplement préhistorique de l'Auvergne. *Compte rendu de l'Académie des Sciences* 326: 595–601.
- SURMELY F. (2000)** – Le peuplement magdalénien de l'Auvergne. In: Pion, G. (Dir.), *Le Paléolithique Supérieur récent. Nouvelles données sur le peuplement et l'environnement*. Actes de la Table Ronde de Chambéry. Paris, SPF, Mémoires de la Société préhistorique française 28: 165–175.
- SURMELY F. & PASTY J.-F. (2003)** – L'importation de silex en Auvergne durant la Préhistoire. Dans: F. Surmely (dir.) *Les matières premières lithiques en Préhistoire*. Actes de la Table ronde internationale d'Aurillac. Cressensac, Association de préhistoire du Sud-Ouest, Préhistoire du Sud-Ouest, supplément 5: 327–342.
- SURMELY F., BOUDON P., BRIOT D. & PIN C. (2008a)** – La diffusion des silex crétacés dans le centre du Massif central durant la Préhistoire (Paléolithique, Mésolithique, Néolithique). Contribution à l'étude de la circulation des matières premières sur de longues distances. *Paleo* 20: 115–144.
- SURMELY F., COSTAMAGNO S., HAYS M., ALIX P. & PASTY J.-F. (2008b)** – Le Gravettien et le Protomagdalénien en Auvergne. *Paleo* 20: 73–98.
- SURMELY F. & HAYS M. (2011)** – Nouvelles données sur les industries lithiques des niveaux protomagdaléniens du site du Blot (Cerzat, Haute-Loire). Dans: N. Goutas, L. Klaric, D. Pesesse & P. Guillermin (dir.), *A la recherche des identités gravettiennes*. Société préhistorique française, Mémoire 52: 111–127.
- TORTI C. (1980)** – *Recherches sur l'implantation humaine en Limagne au Paléolithique moyen et supérieur*. Thèse de 3^e Cycle, Université Bordeaux-1.
- TORTI-ZANNOLI C. (1983)** – Contribution à l'étude paléogéographique du Massif central au Paléolithique moyen. *Bulletin de la Société Préhistorique Française* 80(10–12): 300–307.
- TORTI-ZANNOLI C. (1985)** – Les matières premières lithiques du Magdalénien ancien et terminal de la grotte du Rond-du-Barry (Haute-Loire). *Revue archéologique du Centre de la France* 24(2): 135–143.
- TOSELLO G. & FRITZ C. (2005)** – Les dessins noirs de la grotte Chauvet - Pont-d'Arc: essai sur leur originalité dans le site et leur place dans l'art aurignacien. *Bulletin de la Société Préhistorique Française* 102(1): 159–171.
- VALENSI L. (1957)** – Micropaléontologie des silex du Grand-Pressigny. *Bulletin de la Société Géologique Française* 7: 1083–1090.
- VALENSI L. (1960)** – De l'origine des silex protomagdaléniens de l'abri Pataud, Les Eyzies. *Bulletin de la Société préhistorique française* 57(1–2): 80–84.
- VALLADAS H., TISNÉRAT-LABORDE N., CACHIER H., KALTNECKER E., ARNOLD M., OBERLIN C. & EVIN J. (2005)** – Bilan des datations carbone 14 effectuées sur des charbons de bois de la grotte Chauvet. *Bulletin de la Société Préhistorique Française* 102(1): 109–113.
- VIGNARD E. & VACHER G. (1965)** – Quinze années de fouilles dans les gros Monts des Beauregards de Nemours (Seine et Marne). *Bulletin de la Société Préhistorique Française* 62(1): 84–97.
- VIRMONT J. (1981)** – *Le Bassin de l'Allier au Paléolithique supérieur. Industrie et phases de peuplement*. Thèse de troisième cycle, Université Aix-Marseille.

3. Les contributions

3.1. Introduction

Les contributions qui vont suivre sont en phase avec le besoin d'une vision plus globale. Elles livrent des résultats dépassant les limites régionales, afin de mieux appréhender la circulation des matières premières à grande distance. La possibilité d'analyser avec de nouveaux outils les silex sur plusieurs territoires est le corollaire de tous les efforts entrepris depuis l'origine de ce PCR. Cet aboutissement apporte des informations qui doivent être mises au service de tous les acteurs concernés par le sujet. C'est ce double défi qui est relevé par les participants à ce projet afin de dessiner et transmettre, de façon plus précise, les modèles socio-économiques des préhistoriques.

3.2. Identification, caractérisation et cartographie des gîtes primaires de silex dans le pourtour lyonnais.

Liagre (J.), Gaillot (S.) et Dessaint (P.) - Service archéologique de la Ville de Lyon (en collaboration avec Paul Fernandes - Paléotime)

Ce PCR crée en 2006, a pour but de recenser les matières premières siliceuses présentes sur la région Rhône-Alpes-Auvergne-PACA. Depuis notre première participation en 2008-2009, nous nous sommes proposés de combler un *no-man's land* et d'harmoniser la carte globale, en initiant notre propre démarche de lithothèque locale sur la région lyonnaise, bassin d'occupation intense à la confluence du Rhône et de la Saône. Le premier objectif : identification, caractérisation et cartographie des gîtes de silex présents en position primaire dans un rayon de 50-60 km a été atteint, permettant ainsi de connaître le potentiel lithique local et actuel de ce territoire.

3.2.1. La lithothèque lyonnaise : les gîtes primaires

Un tableau récapitulatif représente le nombre d'échantillons géologiques analysés et les différents points de prélèvement de silex situés dans les formations calcaires régionales reconnues (tableau 1). Pour notre zone d'étude, le pourtour lyonnais, au total 6 zones d'affleurements de silex en position primaire ont pu ainsi être identifiées et cartographiées, constituant ainsi un premier aperçu du potentiel d'approvisionnement des matières premières dans la région. L'ensemble des silex locaux lyonnais disponibles en position primaire proviennent tous de formations calcaires jurassiques moyen.

N° TALON	N° lot matière première	Date prélèvement	Lieu de stockage	Lieu de prospection	Code postal	Type gisement	Sous-type	Formation gitologique	Milieu	Formation gitologique	Lithologie de l'encaissant
1	2011.1.4	2008	SAVL	Mont d'Or. Carrière du Mont Py, Commune de Poleymieux	69250	Primaire	Autochtone	Roche massive	Marin	Secondaire - Aalénien (I9C)	Calcaire à entroques dit "pierre de Couzon", chailles ou charveyrons
2	2011.1.5	2011	SAVL	Mont d'Or, carrière Curis (école d'escalade)	69250	Primaire	Autochtone	Roche massive	Marin	Secondaire - Aalénien (I9C)	Calcaire à entroques dit "pierre de Couzon", chailles ou charveyrons
3	2008.2.1	2008	SAVL	Carrière de Lucenay	69480	Primaire	Autochtone	Roche massive	Marin	Secondaire - Bathonien (j2)	Calcaires oolithiques blancs dit "pierre de Lucenay"
5	2011.3.1	2011	SAVL	Sud Beaujolais, bois d'Alix (Anse)	69480	Secondaire	Sub-allochto	Alterite		Formation résiduelle sub-en-place à gros silex fragmentés (R)	Silex provenant du démantèlement sur place d'un niveau silicifié situé sous l'oolithe bathonienne, parfois associés à des rognons cylindriques, résidus probables du Bajocien supérieur
7	2008.2.4	2008	SAVL	Carrière Lissieu	69380	Primaire		Roche massive	Marin	Secondaire - Bathonien (j2)	Calcaires oolithiques blancs, avec des chailles dans la partie supérieure
9	2013.4	2010	SAVL	Carrière de Vertrieu	38390	Primaire	Autochtone	Roche massive	Marin	Secondaire - Bajocien (j1a-b)	Calcaires à entroques, à polypiers et à silex
10	2012.1	2012	SAVL	Carrière des Meules, Villebois	01150	Primaire	Autochtone	Roche massive	Marin	Secondaire - Bathonien (j2)	Bancs de "choins" avec lits de silex continus dans la partie supérieure
11	2013.3.3	2010	SAVL	Plateau de Larina (Annoisin-Chatelans)	38460	Primaire	Autochtone	Roche massive	Marin	Secondaire - Bajocien (j1a-b)	Calcaires à entroques, à polypiers et à silex

Tableau 1 : liste des talons-échantillons issus des prospections sur les gîtes primaires lyonnais.

- Au nord-ouest de Lyon, en rive droite de la Saône, plusieurs carrières situées au cœur du massif – calcaire - du Mont d'or livrent des bancs décimétriques de silex-chailles provenant de calcaires à entroques **aaléniens** localement appelés « pierre de Couzon » (talons 1 et 2).

- Un peu plus au nord de ce massif, la carrière de Lucenay a permis en évidence des lits de rognons ou fragments anguleux de silex du **Bathonien inférieur** dans des calcaires oolithiques blancs aussi appelés « pierre de Lucenay » (talon 4). Cet affleurement appartient géologiquement au « massif » des calcaires du sud-beaujolais.

- D'autres calcaires du même massif du sud-beaujolais, datés du **Bathonien supérieur**, ont livrés des silex au niveau de la carrière de Lissieu (chailles en partie supérieur des bancs de silex lités de calcaires oolithiques, talon 7).

- les altérites du Bois d'Alix (Anse), elles aussi situées dans le sud-beaujolais, permettent l'accès en surface de nombreux silex oolithiques de dimensions diverses issus du démantèlement sur place d'un niveau silicifié situé sous l'**oolithe bathoniennne**, parfois associés à des rognons cylindriques, résidus probables du **Bajocien supérieur** (talon 5).

- En rive gauche du Rhône cette fois, et à environ 60 km à l'est de Lyon (département de l'Isère), la carrière de Vertrieu (talon 9) et le plateau de l'Isle-Crémieu (site archéologique antique de Larina) (talon 11), ont livrés des rognons de silex du **Bajocien inférieur et moyen** qui s'intercalent avec des lits de calcaires à entroques et à polypiers.

- Dans le même secteur, mais en rive droite du Rhône (massif du bas Bugey), la carrière des Meules à Villebois (Ain) livre d'autres types de nodules de silex **bathoniens** (talon 10) dans la partie supérieure de calcaires gris à grains fins appelés « choins de Villebois ».

3.2.2. Caractérisation des faciès des « silex primaires » lyonnais

3.2.2.1. Silex aaléniens

- Localisation et géologie : provenant du massif du Mont-d'Or, les silex se sont formés dans la partie

supérieure de la formation (I9c) : Aalénien (Jurassique moyen -176/172 Ma) : « *au gré des courants* ».

La composition ferrugineuse du sédiment dans le milieu marin explique la coloration jaunâtre des calcaires aaléniens du Mont d'Or et du Beaujolais, d'où leurs noms de « pierre jaune » ou « pierre dorée » (...) comme au Sinémurien, mais de façon encore plus systématique, les sables calcaires de l'Aalénien présentent une composition très enrichie en débris de squelette calcaire de *crinoïdes* (...) c'est de l'omniprésence des débris de crinoïdes, les *entroques*, que provient l'appellation « calcaire à entroques », couramment utilisée pour désigner la formation aalénienne. Mais cette plateforme chaude carbonatée et oxygénée constitue également un milieu propice au développement de bivalves, brachiopodes, gastéropodes, oursins, éponges, bryozoaires, coraux solitaires, crustacés etc.... et plus proche du fond, de céphalopodes (béléminites, nautilles et ammonites) (d'après Rulleau et Rousselle 2005).

- Fiches d'identification des échantillons : talons 1 et 2 (tableau 2, figures 1a, 1b, 2).

- Macroscopie : ces silex ou chailles (ou *charveyrions*) se retrouvent dans les gisements primaires de calcaires à entroques finement cristallins de couleur beige-jaune appelés aussi « Pierre de Couzon » localement, en stratification entrecroisée. Ils se présentent sous la forme de bancs décimétriques de nodules plats-lités au cortex gréseux.

- Microscopie : ces silex possèdent une structure mésocristalline *packstone* avec 50 % de clastes essentiellement organiques (spongiaires, filaments, bivalves, foraminifères benthiques, rares bryozoaires) et quelques foraminifères planctoniques et algues. Les clastes sont lamellaires anguleux ou sphéroïdaux, leur taille moyenne varie de 200 µm à 400 µm, de sphéricité 0,7 d'arrondi 0,7 à 0,3.

3.2.2.2. silex bajociens

- Localisation et géologie : provenant de l'Isère, du plateau de Crémieu-Larina jusqu'à la carrière de Vertrieu, ces silex se sont formés régulièrement dans la partie inférieure ou moyenne de la formation (j1a-b) du Bajocien (Jurassique moyen -172/168 Ma) : « *la mer de la tranquillité* ».

N° talon	Identification	détermination antérieure	confrère gîte	nature	étage	milieu de dépôt	HABITUS	Neo-cortex	STRUCTURE	minéralogie authigène majeur	matrice	minéraux authigènes mineurs	taille moyenne	détritique	taille moyenne	pores	gèdes	pseudomorphose
1	2011.1.4	Aalénien supérieur (I9c)	Poleymieux-au-Mont-d'Or	silex marin	Aalénien		bancs décimétriques	gréseux	litée, bioclastique	calcédoine et macroquartz	mésocristallin	non observés	0	quartz	50-100 µm	sous-corticaux	rares	ferrigineuse
2	2011.1.5	Aalénien supérieur (I9c)	Curis-au-Mont-d'Or	silex marin	Aalénien		nodules plats	gréseux	litée, bioclastique	calcédoine et macroquartz	mésocristallin	non observés	0	non observé	0	interclastique	fréquentes	ferrigineuse
3	2008.2.1	Bathonien inférieur (j2)	Lucenay-Rhône	silex marin	Bathonien		rognons	couverant fin crayeux	oolithique	calcédoine	microcristallin	carbonates (rhomboédres), pyrites, glauconie	50µm, 30 µm, 20 µm	non observé	0	absents	absentes	ferrigineuse et carbonatée
5	2011.3.1	Altérites (R)	Bois d'Alix-sud Beaujolais	silex marin	Bathonien?		fragment anguleux	oolithique de type colluvion	oolithique	calcédoine et macroquartz	microcristallin	non observés	0	non observé	0	rares en zone sous-corticale	absentes	ferrigineuse faible
521-1 (stockée à Paléotime)	521-1	Bathonien (j2)	Bois d'Alix	silex marin	Bathonien	barrière	/	/	oolithique	calcédoine et macroquartz	microcristallin	rhomboédres et pyrites	20µm et 40µm	non observé	0	rares en zone sous-corticale	absentes	ferrigineuse moyenne
7	2008.2.4	Bathonien (j2)	Lissieu-Rhône	silex marin	Bathonien		bancs	crayeux	litée	calcédoine et macroquartz	microcristallin	non observés	0	non observé	0	interclastique et fissures	absentes	ferrigineuse
9	2013.4	Bajocien inférieur-moyen (j1a-b)	Vertrieu - Isère	silex marin	Bajocien		rognons	fin induré	bioclastique	calcédoine et macroquartz	microcristallin	rhomboédres	20µm	quartz	20µm	à fissures rares	absentes	ferrigineuse faible
10	2012.1	Bathonien (j2)	Villebois - Ain	silex marin	Bathonien		bancs	cortex gréseux fin	homogène	calcédoine et macroquartz	microcristallin	rhomboédres néogénés	600µm	quartz rares	50µm	à fissures, microtectonique	absentes	ferrigineuse faible
11	2013.3.3	Bajocien inférieur-moyen (j1a-b)	Larina-Isère	silex marin	Bajocien		rognons irréguliers	fin très poreux	homogène	calcédoine et macroquartz	microcristallin	non observés	0	indéterminé	50µm	10 à 50µm	rares	ferrigineuse

N° talon	texture d'origine	texture acquise	peloidie	coïdes	clastes (nature et formes)	abondance	classement	taille moyenne	sphéricité	arrondi	spongiaires	aigues	plantes	bryo	crinoïdes	macrofaune	foram benthiques	taille moyenne	foram planctoniques	taille moyenne	autres bioclastes
1	packstone	packstone	absents	absents	essentiellement organiques, sphéroidaux et lamellaires	50%	bon	200µm	0,7	0,7	abondants	rares	absentes	rares	absents	bivalves	fréquents	200-300µm	probables	0	filaments
2	packstone	packstone	absents	absents	essentiellement organiques, lamellaires et anguleux	50%	modéré	400µm	0,7	0,3	fréquents	rares	absentes	rares	absents	bivalves	fréquents	200-300µm	rares	200µm	filaments
3	grainstone	grainstone	absents	oolithes alphas	essentiellement minérales	60%	très bon	entre 400 et 600µm	0,9	0,9	absents	rares	absentes	absents	absents	bivalves	absents	0	absents	0	organisme indéterminé
5	packstone	wackestone	absents	oolithes alphas et sphéritées	essentiellement organique et minéral	50%	faible	600µm	0,9	0,3	rares	non observées	absentes	rares	absents	bivalves	absents	0	rares	50µm	débris coralliens
521-1 (stockée à Paléotime)	packstone	wackestone	absents	oolithes alphas et bétas	essentiellement organiques et minéral, sphéroidaux	60%	modéré	600µm	0,5	0,3	rares	non observées	absentes	non observées	absents	bivalves	non observés	0	non observés	0	échinides (oursins)
7	packstone	mudstone	absents	sphéritées et oolithes	principalement minéral et organique, sphéroidaux	50% à 20%	modéré	600µm	0,9	0,9	fréquents	non observées	non observées	non observées	présents	bivalves et gastropodes?	absents	0	absents	0	organisme indéterminé
9	packstone	wackestone	absents	absents	essentiellement organiques, lamellaires	30%	bon	400µm	0,1	0,3	abondants	non observées	non observées	non observées	non observées	bivalves	absents	0	rares	100µm	organisme indéterminé
10	packstone	mudstone	absents	absents	principalement minérales	40%	bon	50 à 100 µm	0,7	0,1	non observées	bivalves	non observés	0	probables	100µm	filaments quasi-exclusifs				
11	wackestone	mudstone	absents	absents	organiques et minéraux	de 2 à 30%	bon	100 à 150µm	0,5	0,1	rares	absentes	spores	absents	absents	bivalves	rares	sup. à 400µm	indéterminés	0	débris coralliens, polypiers

Tableau 2 : Analyse microscopique détaillée des matières siliceuses prélevées en position primaire dans le Lyonnais.

La série sédimentaire du Bajocien est tout ce qu'il y a de plus monotone : c'est le fameux *ciret*, alternance régulière de bancs calcaires et d'interbancs plus marneux (...) dans un environnement de plate-forme assez profonde. De temps à autres, d'autres sédiments, finement sableux, chargés de coquilles d'ammonites et d'autres coquillages, et transportés par de rares courants de fond, viennent s'injecter dans la matière argilo-calcaire autochtone (d'après Rulleau et Rousselle 2005).

- Fiches d'identification des échantillons : talons 9 et 11 (tableau 2, figures 6 et 8).

- Macroscopie : ces silex homogènes se retrouvent dans les gisements primaires de calcaires à entroques biodétritiques ocres selon des lits de silex alternés avec des calcaires à polypiers et disposés en lentilles discontinues blanches. Ils se présentent sous la forme de rognons irréguliers au cortex fin très poreux.

- Microscopie : à Vertrieu, les silex possèdent une structure microcristalline *packstone-wackestone* avec 30 % de clastes essentiellement lamellaires organiques (spongiaires, bivalves, foraminifères plan et organismes indéterminés). Les clastes possèdent

une taille moyenne de 400 µm, de sphéricité 0,1 et d'arrondi 0,3. Quelques rhomboèdres et quartz (50 µm) ont aussi été observés.

A Larina, la structure microcristalline des silex est plutôt *wackstone-mudstone*, possédant entre 2 et 30 % de clastes sphéroïdaux organiques et minérales (rhomboèdres et pyrites), variant entre 100 et 150 µm, de sphéricité 0,5, et d'arrondi 0,1. Sont présents des spores ou diatomées, des bivalves, des débris coralliens, de rares spongiaires et quelques foraminifères benthiques supérieur à 400 µm.

3.2.2.3. Silex bathoniens

- Localisation et géologie : provenant soit du nord-ouest lyonnais, communes de Lucenay (bas-Beaujolais) ou Lissieu (Rhône), soit de la rive droite du Rhône dans l'Ain (carrière de Villebois), ces silex se sont formés graduellement dans la formation (j2) du Bathonien (Jurassique moyen -168/165 Ma) : « *et l'agitation marine repart de plus belle !* ».

Il s'agit d'une accumulation régulière et plutôt monotone de bancs de calcaire oolithique à stratifications obliques, linéaires ou entrecroisées, dont la transition avec les séries bajociennes paraît graduelle. Les *oolithes* se forment massivement dans un domaine côtier, ou de hauts-fonds, chaud et agité. Repris par les courants, les sables oolithiques sont transportés plus bas sur la plate-forme où ils viennent s'accumuler en structures allongées (d'après Rulleau et Rousselle 2005).

A Lucenay il s'agit avec certitude de la partie inférieure de la formation bathonienne, pour les deux autres sites prospectés, il s'agit du Bathonien en général.

- Fiches d'identification des échantillons : talons 3, 7 et 10 (tableau 2).

- Macroscopie : de manière générale, ces silex en position primaire présentent tous une texture opaque, une couleur variant de beige-jaune à rougeâtre à gris foncé ou blanc, zonée ou tachetée avec une présence variable et importante de bioclastes, microgéodes et oolithes. Les encaissants sont des calcaires blancs autrement appelés « Pierre de Lucenay » ou compact à grains fin gris

appelé « *choin* de Villebois ». Actuellement, on retrouve les silex essentiellement sous la forme de bancs homogènes, de plaquettes, nodules, rognons ou fragments anguleux de diverses dimensions, accompagnés d'un cortex crayeux. Le cortex semble plus gréseux et fin dans la formation bathonienne de Villebois.

- Microscopie : à Lucenay en bas-Beaujolais (figure 3), ces silex possèdent une structure microcristalline grainstone avec 60 % de clastes essentiellement minérales (oolithes alphas) mesurant entre 400 µm et 600 µm, de sphéricité et d'arrondi 0,9. Les autres minéraux présents sont représentés par des carbonates (rhomboèdres de 50 µm), des pyrites (30 µm), des glauconies (20 µm). Quelques clastes organiques ont été également observées, quelques bivalves, de rares algues et d'autres organismes indéterminés.

A Lissieu (Rhône), les silex bathoniens (figure 5) possèdent une structure microcristalline à double faciès *packstone-mudstone* avec 20 à 50 % de clastes essentiellement minérales (oolithes et sphérolites) de taille moyenne de 600 µm, de sphéricité et d'arrondi 0,9. Les autres clastes présents sont organiques : de nombreux spongiaires, bivalves et gastropodes, de rares crinoïdes et quelques autres organismes indéterminés.

A Villebois dans l'Ain (figure 7), ces derniers possèdent également une structure microcristalline à double faciès *packstone-mudstone* avec 40 % de clastes essentiellement minérales entre 50 et 100 µm (et des thomboèdres néogènes de 600 µm), de sphéricité 0,7 et d'arrondi 0,3. La présence quasi-exclusive de filaments est notable accompagnée de fissures microtechniques, de clastes organiques type bivalves, de probables foraminifères planctoniques et de quelques rares quartzs.

3.2.2.4. Silex provenant des altérites du Bois d'Alix

- Localisation et géologie : Provenant de la zone du Bois d'Alix et alentours (Frontenais ?), ces silex affleurent en très grande quantité et proviennent du démantèlement sur place d'un ou plusieurs niveaux silicifiés : altérites (R) situés sous l'oolithe bathonienne (Bajocien ou Bathonien ou les deux ?). Une première prospection et analyse ont déjà été synthétisées par C. Bressy, M. Piboule et P. Fernandes dans le rapport PCR de 2007 (Bressy

et al. 2007). « Les silex du « Bois d'Alix » présentent un éventail de faciès qui correspondent à autant de stades d'oblitération de la structure oolithique originelle par les phénomènes d'altération et de recristallisation siliceuse. »

- Fiches d'identification : talon 5 et 521-1 (tableau 2, figure 4).

- Macroscopie : sur le lieu-dit « Les Grands-Taillis », les silex se trouvent sous la forme de fragments anguleux de toutes tailles présentant un cortex oolithique de type colluvion.

- Microscopie : le talon 5 (Les Grands-Taillis) présente une structure microcristalline avec 50 % de clastes organiques et minérales (oolithes alphas et sphérolites) de taille moyenne 600 µm, de sphéricité 0,9 et d'arrondi 0,3. Les autres minéraux présents sont des carbonates (rhomboèdres de 50 µm), des pyrites (30 µm), des glauconies (20 µm), et quelques clastes organiques ont été également observées (quelques bivalves, rares algues et autres organismes indéterminés).

L'échantillon n° 521-1 récolté par C. Bressy et P. Fernandes en 2006 (Bressy 2006, Bressy *et al.* 2007) présente quelques variations, dont une structure plutôt *packstone-wackstone* avec 60 % de clastes organiques et minérales de taille moyenne 600 µm caractérisés par des oolithes alphas et bétas, des bivalves et des échinidés, et quelques rhomboèdres et pyrites de 50 µm.

A l'échelle régionale, la cartographie de ces silex oolithiques provenant d'altérites du bajocien-bathonien et l'étendue beaucoup plus large de leur distribution en position secondaire reste encore à préciser.

3.2.3. Synthèse et perspectives

Les matières siliceuses accessibles en position secondaire dans le secteur lyonnais sont :

- Soit issus des alluvions caillouteuses du Rhône et de la Saône, car ces cours d'eau drainent de nombreuses formations calcaires « à silex » allochtones ;

- Soit ont été repérés et identifiés - à des taux de fréquence variable - dans des formations superficie

ielles d'origine diverses (glaciaire, fluvio-glaciaires, colluviales).

La caractérisation de ces silex locaux secondaire fera l'objet d'une analyse en deux temps, en premier lieu des prospections systématiques, puis en second lieu une comparaison et attribution, car il est nécessaire au préalable de bien connaître les faciès allochtones issus de plusieurs régions limitrophes à notre propre zone d'étude (sud Jura, Préalpes, bordure du Massif Central, Beaujolais...). A court terme, nous pourrons dresser une cartographie de gîtes de silex, en situation primaire et secondaire, révélant ainsi une très grande variété de faciès. A long terme il faudra ajouter les données archéologiques, avec les échantillons de silex issus des sites préhistoriques lyonnaises (de la fin du Tardiglaciaire / Mésolithique ; au Néolithique moyen ; au Néolithique final/Bronze ancien ; au Bronze final). Cet objectif lorsqu'il sera atteint constituera la phase d'exploitation à proprement dite de la base de données lyonnaise, à savoir mettre en évidence les ressources disponibles et les modes d'exploitation des matières siliceuses selon des stratégies économiques et des besoins relatifs aux cultures et aux occupations du territoire. Cette lithothèque silex lyonnaise dynamique sera mise à jour en continu au fil des prospections et des recherches archéologiques, et permettra aussi un travail de réflexion globale géologique, géomorphologique et archéologique du bassin et du pourtour lyonnais.

Références bibliographiques

BRESSY 2006 : Bressy (C.) – Recherche de gîtes de silex oolithique : prospection dans les Monts du Lyonnais. Rapport 2006 : P.C.R. Réseau de lithothèques en Rhône-alpes, p. 33-35.

BRESSY, PIBOULE, FERNANDES 2007 : Bressy (C.), Piboule (M.), Fernandes (P.) – Silex oolithiques jurassiques du Bas-Beaujolais (Rhône). Rapport 2007 : P.C.R. Réseau de lithothèques en Rhône-alpes, p. 16-22.

RULLEAU et ROUSSEL 2005 : Rulleau (L.) et Roussel (B.) – *Le Mont d'Or... Une longue histoire inscrite dans la pierre*. Ed. Espace Pierres Folles et la Société Linéenne de Lyon, 2005, 251 p.

1a. Aalénien des Mont d'Or Carrière de Font-Grimaud - 69250 Poleymieux-au-Mont-d'Or

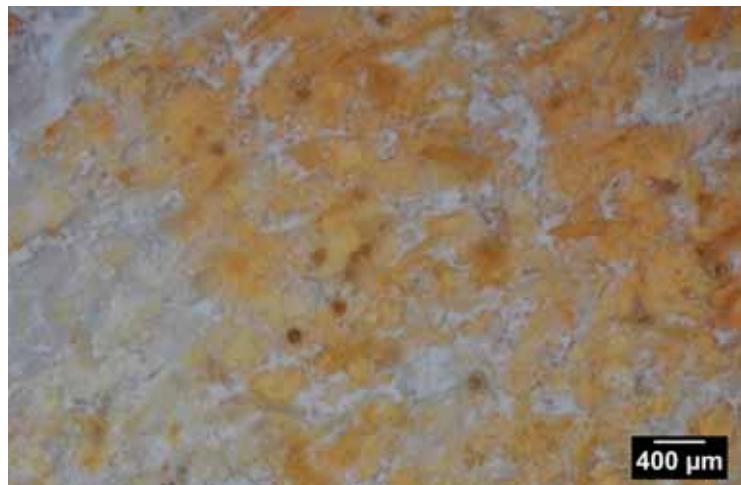
N° talon : 1 n° substrat : 2011.1.4 (2008.2.5 ; 2009.1) Auteur : JL et SG Date de création : 25/08/2014 Lieu de dépôt : SAVL	Silex naturels Formation géologique (d'après la carte géologique) : Aalénien supérieur I9c
Localisation Lieu-dit : Carrière de Font-Grimaud Commune : Poleymieux-au-Mont-d'Or Département : 69 Coordonnées (Google Earth ou GPS) : Lat : 45°51'33 N Long : 4°47'20 E Altitude (Google Earth) : 512 m Feuille BRGM (Infoterre) : Lyon n° 698 échelle 1/50 000e	Gîte primaire Type d'encaissant : calcaire à entroques finement cristallin, en bancs épais mais toujours en stratification entrecroisée, avec de très nombreux accidents siliceux (chaillies ou <i>charveyrons</i>). Polarité : Description face supérieure : non observé Polarité : Description face inférieure : non observé Gîte secondaire Gisement Alluvial : / Gisement colluvial : / Terrasse FG : / Till : / Autre : /

Gîte/gisement



Gîte/gisement

Carrière de Font-Grimaud - Poleymieux-au-Mont-d'Or - Aalénien I9c
Calcaire à entroques (dit "pierre de Couzon" ou "pierre jaune")Photos macroscopiques : silex de toutes dimensions, lités,
en bancs décimétriques au cortex gréseux

1b. Aalénien des Monts d'Or : Carrière de Font-Grimaud - 69250 Poleymieux-au-Mont-d'Or**Photos microscopiques**

Vue générale : structure mésocristalline packstone avec 50% de clastes essentiellement organiques sphéroïdaux et lamellaires, de taille moyenne de 200 µm, de sphéricité 0,7 et d'arrondi 0,7, avec d'abondants spongiaires et filaments, des bivalves, des foraminifères benthiques fréquents, et de rares bryozoaires et algues.



Détails : filaments



Détails : fissures



Détails : foraminifère



Détails : bryozoaires



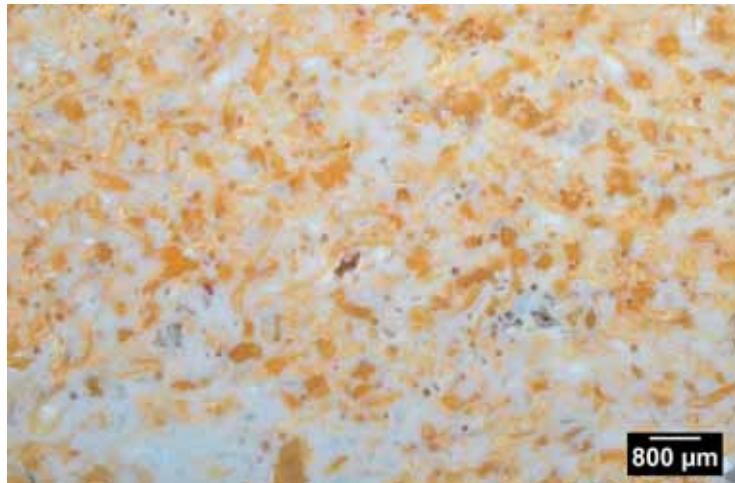
Détails : benthique



Détails : algue

2. Aalénien des Monts d'Or : site d'escalade - 69250 Curis-au-Mont d'Or

Photos microscopiques



Vue générale : structure mésocrystalline packstone avec 50% de clastes essentiellement organiques anguleux et lamellaires, de taille moyenne de 400 µm, de sphéricité 0,7 et d'arrondi 0,3, avec d'abondants spongiaires et filaments, des bivalves et des foraminifères benthiques fréquents, et de rares foraminifères planctoniques, bryozoaires et algues.



Détails : géode de calcédoine



Détails : cortex avec des foraminifères benthiques



Détails : quartz



Détails : clastes anguleux



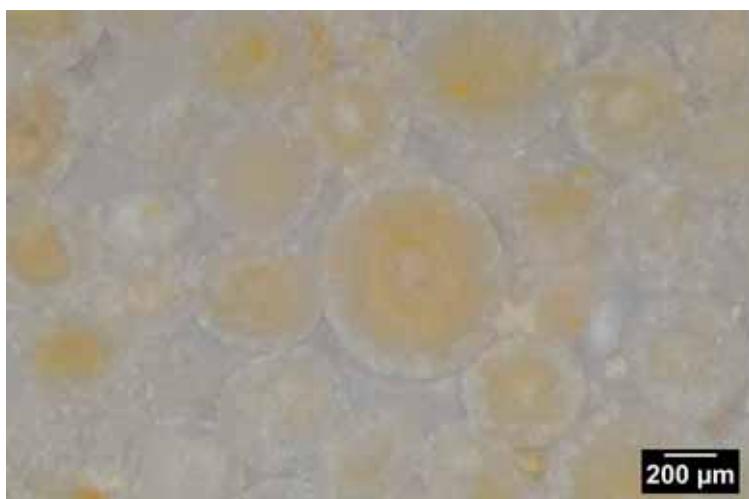
Détails : foraminifère planctonique



Détails : bryozoaires

3. Bathonien de Lucenay : Carrière de Lucenay - 69480 Lucenay

Photos microscopiques



Vue générale : structure microcristalline grainstone avec 60% de clastes essentiellement minérales (oolithes alphas), entre 400 µm et 600 µm, de sphéricité 0,9 et d'arrondi 0,9 avec des carbonates (rhomboèdres de 50 µm), des pyrites de 30 µm, des glauconies de 20 µm, quelques bivalves, des bioclastes indéterminés et de rares algues.



Détails : rhomboèdres



Détails : oolithes algaires



Détails : bivalves



Détails : pyrite



Détails : foraminifère planctonique



Détails : organique indéterminé

4. Altérites du Bois d'Alix : Bois d'Alix - 69480 Anse

Photos microscopiques



Vue générale : structure microcristalline packstone-wackestone avec 50% de clastes essentiellement organiques et minérales (oolithes alphas et sphérolites), de taille moyenne 600 µm, de sphéricité 0,9 et d'arrondi 0,3 avec des débris coraliens de 50 µm, de rares spongiaires, bivalves, bryozoaires et foraminifères planctoniques



Détails : bryozoaire



Détails : oolithes



Détails : spicule



Détails : macro-quartz



Détails : bivalve



Détails : planctonique

5. Bathonien de Lissieu : Carrière de Lissieu - 69380 Lissieu

Photos microscopiques



Vue générale : structure à double faciès microcristalline packstone-mudstone avec entre 20% et 50% de clastes sphéroïdaux principalement minérales (sphérolites et oolithes) et organiques, de taille moyenne 600 µm, de sphéricité, d'arrondi 0,9, avec de fréquents spongiaires, des bivalves et gastropodes, quelques fissures et de rares crinoides et organismes indéterminés



Détails : porosité et fissures



Détails : oolithes



Détails : gastropode



Détails : gastropode



Détails : entroques et oolithes



Détails : crinoides

6. Bajocien inférieur-moyen de Vertrieu : Carrière de Vertrieu - 38390 Vertrieu

Photos microscopiques



Vue générale : structure microcristalline packstone-wackestone avec 30% de clastes essentiellement lamellaires organiques, de taille moyenne 400 µm, de sphéricité 0,1, d'arrondi 0,3, avec d'abondants spongiaires, des rhomboèdres néogènes (50 µm), des bivalves, de rares foraminifères planctoniques (100 µm) et des organismes indéterminés



Détails : bivalve



Détails : spongiaires



Détails : crinoïde



Détails : foraminifère planctonique



Détails : rhomboèdre et quartz

7. Bathonien de Villebois : Carrière des Meules - 01150 Villebois

Photos microscopiques



Vue générale : structure microcristalline packstone-mudstone avec 40% de clastes principalement minérales (rhomboèdres néogènes de 600 µm), entre 50 et 100 µm en moyenne, de sphéricité 0,7, d'arrondi 0,31 avec des filaments quasi-exclusifs, des fissures microtectoniques, des bivalves, de probables foraminifères planctoniques et de rares quartz.



Détails : rhomboèdres



Détails : filaments



Détails : fissures



Détails : foraminifères



Détails : glauconie



Détails : quartz détritique

8. Bajocien inférieur-moyen de Larina : Site archéologique de Larina - 38460 Annoisin-Chatelans

Photos microscopiques



Vue générale : structure microcristalline wackstone-mudstone avec entre 2 et 30% de clastes sphéroïdaux organiques et minérales (rhomboèdres et pyrites) de taille moyenne 100 à 150 µm, de sphéricité 0,5, d'arrondi 0,1, avec des spores, des bivalves, des débris coralliens, des polypiers, de rares spongiaires et de rares foraminifères benthiques supérieurs à 400 µm.



Détails : polypiers



Détails : foraminifères



Détails : bivalves



Détails : zone mudstone



Détails : spores ou diatomées

3.3. Les circulations de matières premières pendant le Tardiglaciaire dans les Alpes du nord. Bilan de quelques problématiques économiques.

Ludovic MEVEL - CNRS - UMR 7041 ARSCAN - Ethnologie Préhistorique
Maison de l'archéologie et de l'ethnologie
21 allée de l'université 92023 Nanterre cedex
ludovic.mevel@mae.u-paris10.fr

Depuis une quinzaine d'années, l'étude de la caractérisation des ressources siliceuses utilisées par les groupes magdaléniens et aziliens des Alpes du nord a bénéficié d'un renouvellement considérable des données et des méthodes d'approche (Affolter, 2002 ; Bressy, 2003 ; Affolter et Bressy, 2009 ; Mevel, 2013, Mevel *et al.*, 2014 a et b). Ces données sont d'abord le témoignage indirect des circulations des populations préhistoriques dans l'espace. Mais leur mise en perspective avec les données des différentes sphères techniques ou avec celles des régions limitrophes permet de dépasser le simple constat descriptif et d'enrichir nos réflexions sur la signification des comportements économiques.

Nos recherches concernent ainsi plusieurs problématiques à partir de plusieurs corpus archéologiques datés du Magdalénien supérieur ou de l'Azilien.

3.3.1. De la caractérisation des matières premières à la compréhension des rythmes de peuplements préhistoriques

A partir des données acquises sur plusieurs gisements magdaléniens (16000-14500 calBP), et en particulier de l'abri de La Fru (Saint-Christophe-la-Grotte, Savoie) nos travaux ont permis d'aborder les rythmes de peuplement pendant le Magdalénien supérieur. L'un des principaux résultats a été de mettre en évidence une phase pionnière, puis une phase de stabilisation dans l'occupation des Alpes du nord (Mevel, 2013 ; Mevel et Affolter, soumis). Dans ce cadre, l'apport de la caractérisation et de la circulation des ressources siliceuses s'est avéré particulièrement pertinent (Mevel, 2013 ; Mevel et Affolter, soumis). L'assemblage en question – qui provient de la couche 4 de l'aire 1 de l'abri de La Fru – est associé à l'apport sur le site de matières premières d'excellentes qualités récoltées à 100 km pour les silex barrémo-bédouliens

du sud du massif du Vercors et à environ 130 km pour les silex oligocènes de la région d'Aleyrac (figure. 1).

L'étude globale de ce gisement (Mevel, 2010), qui présente les dates les plus anciennes pour le peuplement des Alpes du nord, a permis de révéler des comportements économiques singuliers. Si on ne peut démontrer que cette occupation constitue le tout premier jalon de l'occupation des Alpes par l'homme moderne, elle se situe indubitablement dans un contexte d'exploration pionnière de la région. Aussi, l'origine des ressources transportées par les Magdaléniens montrent que ce peuplement n'est pas lié à celui du Jura méridional, mais plutôt à des populations provenant du sud de la France. Les comportements de ces premiers groupes qui ont fréquenté les Alpes du nord françaises présentent des similarités étonnantes avec ceux du Creswellien, qui vont amorcer le repeuplement des îles Britanniques quelques centaines d'années plus tard (Tolan-Smith, 2003). Cela tend à démontrer les fortes ressemblances des comportements humains, en dépit des variations climatiques, géographiques et environnementales, dans la manière d'appréhender le peuplement de nouveaux territoires.

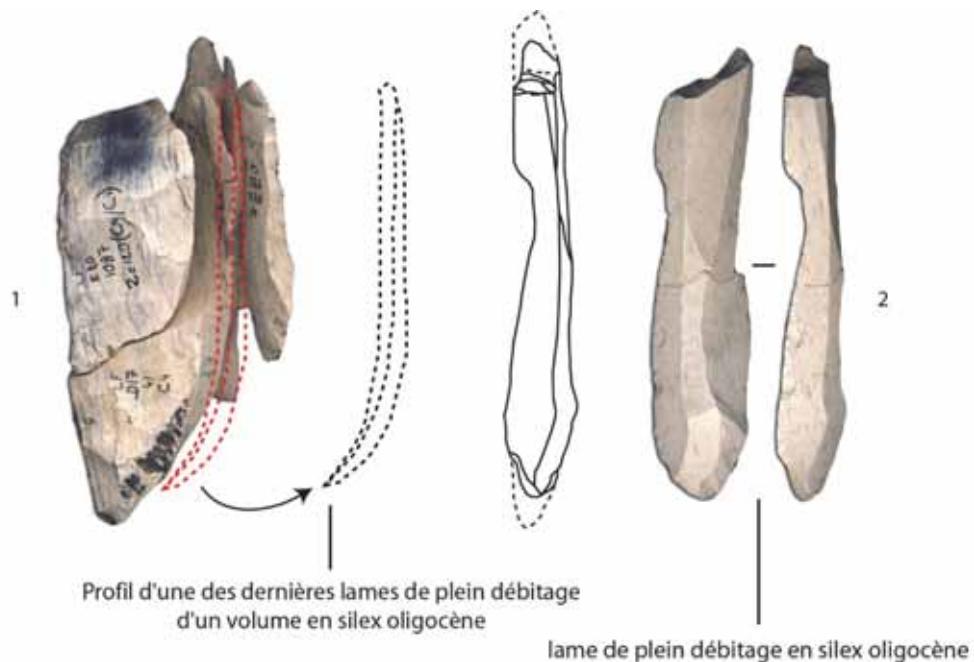
3.3.2. Un approche diachronique : les circulations de matières premières des ensembles Tardiglaciaire de l'abri des Douattes (Musièges, Haute-Savoie)

Dans le cadre des recherches de terrain réalisées à l'abri des Douattes (Musièges, Haute-Savoie) depuis 2006 nous avons entrepris, en collaboration avec Jehanne Affolter, un travail de caractérisation systématique des ressources siliceuses utilisées par les groupes Magdaléniens et Aziliens qui ont occupé ce gisement (Affolter, 2009a ; 2010). Ces travaux sont en cours et ils devraient, très prochainement (la fin des opérations est prévue pour 2015), nous fournir une base de données sur un corpus contrôlable d'un point de vue stratigraphique et couvrant plusieurs périodes du Magdalénien supérieur de l'Azilien. Celle-ci nous permettra de discuter de l'évolution des stratégies d'approvisionnement en ressources siliceuses sur ce gisement où le silex est de qualité moyenne (qualité, taille des blocs disponibles) dans son environnement immédiat (Affolter et Bressy, 2009). A ce stade de nos travaux, nous avons pu mettre en évidence des circulations sur de longues distances – notamment jusque dans la région d'Olten pour le Magdalénien (Affolter, 2009, 2010 – figure 2). Le corpus des fouilles 1999-2008 (celui des campagnes 2009-2013 est actuellement en cours d'étude par Jehanne Affolter) est très hétérogène

du point de vue des matières premières, bien que l'on puisse y déceler quelques tendances générales, comme la dominance du recours aux petits nodules de silex du Crétacé supérieur et un certain dédain pour les variétés en bancs du Crétacé inférieur. Au-delà des possibles impacts de la taphonomie, il est probable que cette hétérogénéité reflète une réalité et résulte de l'accumulation de passages successifs de courtes durées (Affolter, 2010).

3.3.3. Comportements techno-économiques des sociétés de la fin de l'Azilien : quelques résultats

Les travaux sur cette période (13500-12500 CalBP) ont principalement concernés quatre assemblages qui proviennent de l'abri de La Fru (couche 2 et 3 de l'aire 1 ; couche 1c de l'aire 1 ; couche 5 de l'aire 3), attribués à cette phase chrono-culturelle du Tardiglaciaire.



	Oligocene - secteur d'Aleyrac Type 173 (Affolter, 2002)
Description macroscopique	homogène, translucide, granulométrie très fine, jaune pâle au blanc
Binoculaire	oogones de Characées, gastéropodes
Provenance	Lacustre
Prise de vue macroscopique	
Prise de vue binoculaire	

4

Figure 1 : Nucléus à lames et lame transformée en burin en silex oligocène de la couche 4 de l'aire 1 (1, 2, 3) ; Caractéristiques pétrographiques des silex oligocènes du secteur d'Aleyrac (d'après Affolter, 2009) (dessins : L. Mevel et D. Molez).

Les séries étudiées comprennent des apports similaires en matériaux non-locaux. La quasi-totalité des ressources allochtones (tableau1) identifiées correspondent à diverses familles de silex barrémo-bédouliens affleurant dans les gîtes primaires et secondaires du sud du massif du Vercors (Bressy, 2003, Riche, 1998). De rares exemplaires, peut-être plus méridionaux (Vaucluse ?, couche 1c) et septentrionaux (Jura méridional) sont aussi recensés. Les corpus lithiques de la phase récente de l'abri de la Fru montrent une certaine homogénéité des comportements économiques dans l'utilisation des matières premières allochtones.

La première information concerne la récurrence des silex originaires du sud du massif du Vercors. Elle est à replacer avec les données acquises à partir des séries plus anciennes des séquences de cet abri

(Mevel et Bressy, 2009). La relation bien marquée entre les massifs de la Chartreuse et ceux du Vercors évoque une mobilité résidentielle toujours importante au cours de cette phase du Tardiglaciaire.

L'apport de supports déjà débités, mais aussi quelques évidences de production réalisées *in situ*, est commun à chacune des séries. C'est également le cas pour les séries de la phase récente de l'Azilien de la grotte Jean-Pierre 1 à Saint-Thibaud-de-Couz (niveaux 6c/6b1/6b2 – Bintz dir., 1995), mais aussi dans les différents secteurs fouillés du gisement de Gerbaix « dessus » (Bressy, 2009).

A un niveau macro-régional, cette récurrence dans l'approvisionnement en silex allochtone, et les comportements qui y sont associés, contrastent

Matière première	Origine			
	Lieu	niveau géologique	Distance (Km)	Direction (Grades)
0	indéterminables	variable	—	—
101	Région de Olten à Aarau	Kimméridgien	210 à 220	45
102	Olten/ Chalchofen	Kimméridgien	209	44
132	Mâconais	Sénonien	~ 100	~290
142	Pleine/ Löwenburg	Kimméridgien	190	33
165	Sennecé-les-Mâcons	Sénonien	100	290
169	Manigod/ Mont-Charvin	Malm	36	118
173	Aleyrac?	Oligocène	186	205
201	Bellegarde- Seyssel	Sénonien	5 à 15	290
224	?Préalpes	Kimméridgien	> 100	~50
274	Chartreuse	Sénonien	55 à 65	18
277	sud-est de l'Isère?	Barrémo-bédoulien	> 70	140
279	Rhône?	Quaternaire	10	250
305	moraines Plateau Suisse	Dogger	95 à 230	30 à 45
334	Vassieux en Vercors	Barrémo-bédoulien	133	200
350	Thuy	Hauterivien	26	120
358	région Châtel-Saint-Denis?	Sénonien	95	51
407	Bugey?	Valanginien	20 à 30	200 à 250
420	Balme de Thuy	Valanginien	28	116
430	Allèves - Bourchigny	Valanginien	32	160
431	Andert et Condon	Hauterivien	34	223
432	Bugey?	Valanginien	20 à 30	200 à 250
433	Sud-Vuache	Valanginien	1	0
434	Andert et Condon	Valanginien	34	223
435	Chambotte (lac du Bourget)	Valanginien	33	190
501, 501b	Bugey?	Valanginien	20 à 30	200 à 250
503	non déterminée	Malm	?	?
519	régional?	Valanginien	10 à 50?	200 à 250
651	Rhône?	Quaternaire	10	250
757	Champagne en Valromey	Valanginien	25	240
C>	indéterminé	Crétacé supérieur	5 à 100	variable
C<	indéterminé	Crétacé inférieur	1 à 35	variable
CR	Arve ou Rhône	IVaire	10	250

Figure 2 : Origine des matières premières identifiées dans les séries de l'abri des Douattes (d'après Affolter, 2010).

assez fortement avec ce que l'on rencontre habituellement sur des gisements aziliens extrarégionaux, sauf peut-être si l'on se tourne vers la Rhénanie (Floss, 2000a et b) et les Pyrénées (Lacombe, 2005). A un autre niveau de l'approche économique, on ne peut que constater la similarité des comportements de ces groupes dans la gestion de ces ressources allochtones. Les vestiges de productions caractérisent deux intentions de productions. La première, qui semble exclusive en couche 3 et plus minoritaire en couche 2, montre la production de très probables supports de pointes à dos. La seconde, caractérisée en couche 2 par la présence d'un nucléus, évoque une production d'éclats en fin d'exploitation. Notons que ces supports n'ont pas été retrouvés à la fouille, et que les variétés de silex utilisés pour la fabrication des monopointes sont généralement représentées à l'unité. Ce constat implique l'apport de ces matières premières sous diverses formes (supports bruts ou retouchés ; bloc/nucléus). Il est par contre difficile d'estimer si cette variation dans l'exploitation de ces ressources est le marqueur de diachronies à l'intérieur de chacune des séries. Dans la couche 5 de l'aire 3, il apparaît assez nettement que les productions réalisées sur place ont été très limitées, peut-être au détriment d'un apport plus conséquent de supports déjà débités.

La part presque infime des pointes à dos vraisemblablement utilisées, en comparaison avec les éléments abandonnés en cours de façonnage, ne contredit pas l'arrivée de supports bruts sur le gisement (figure 3). De ce point de vue, les pointes

à dos en silex allochtones de la couche 1c, avec près de 30 % d'exemplaires portant un stigmate macroscopique d'impact, se distinguent des autres séries. Ceci peut découler de la constitution de cette série, formée probablement des multiples rejets des occupants de la partie centrale de l'aire 1. Ces armes sont donc arrivées sur le site après leur utilisation (figure 3).

3.3.4. Références bibliographiques

AFFOLTER J. (2002) – *Provenance des silex préhistoriques du Jura et des régions limitrophes*, Neuchâtel, Archéologie Neuchâteloise, 28, 344 p., 194 fig.

AFFOLTER J. (2009a) – Les Doulettes (Musièges – Haute-Savoie) : les séries magdalénienes et aziliennes des fouilles Jayet et Pion (1999-2002) in G. Pion et L. Mevel coord, *La fin du Paléolithique supérieur dans les alpes du nord, le jura méridional et les régions limitrophes. Approches culturelles et environnementales*, Paris, Mémoire de la Société préhistorique française, 50, p. 161-172.

AFFOLTER J. (2009b) – La grotte de Bange (Allèves – Haute-Savoie) in G. Pion et L. Mevel coord, *La fin du Paléolithique supérieur dans les alpes du nord, le jura méridional et les régions limitrophes. Approches culturelles et environnementales*, Paris, Mémoire de la Société préhistorique française, 50, p. 173-182.

niveau / aire	origine MP	Monopointes (projectiles)				Outils	Total retouché	Restes bruts	Nucléus	TOTAL ALLOC	% ALLOC
		Util.	Non util.	ébauche	total						
2 / 1	Sud-Vercors sp.	0	6	2	8	16	24	28	1	53	5,79
	Vassieux	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0,1
3 / 1	Sud-Vercors sp.	5	39	0	44	53	97	143	3	243	6,72
5 / 3	Sud-Vercors sp.	0	4	2	6	15	21	19	1	41	11,2
1c / 1	Sud-Vercors sp.	7	16	2	25	17	42	102	1	145	14,55
	Sud-Jura ?	0	9	0	9	1	10	23	1	34	3,4
	Vassieux type 2 / dolomites	4	11	0	15	0	15	0	0	15	1,5
	Vaucluse ?	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0,1

Tableau 1: répartition des artefacts en silex allochtones dans les séries de la phase récente de l'Azilien de l'abri de La Fru.

Homogénéité des comportements économiques

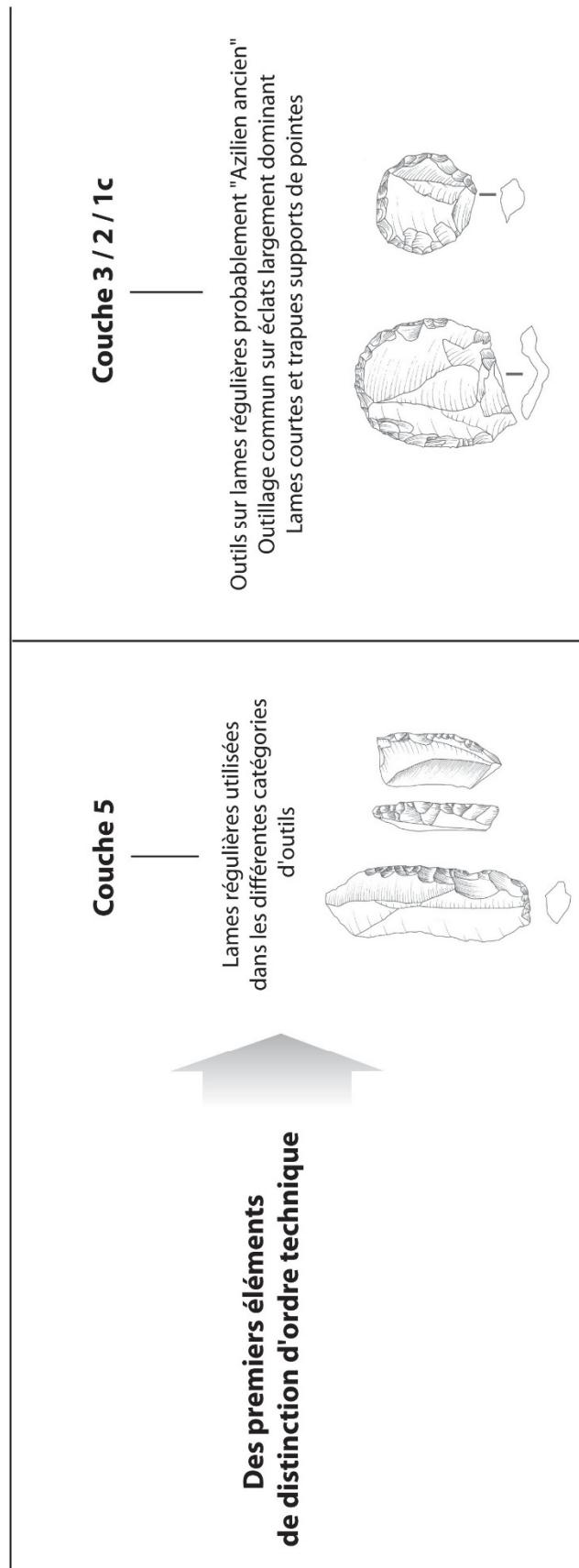
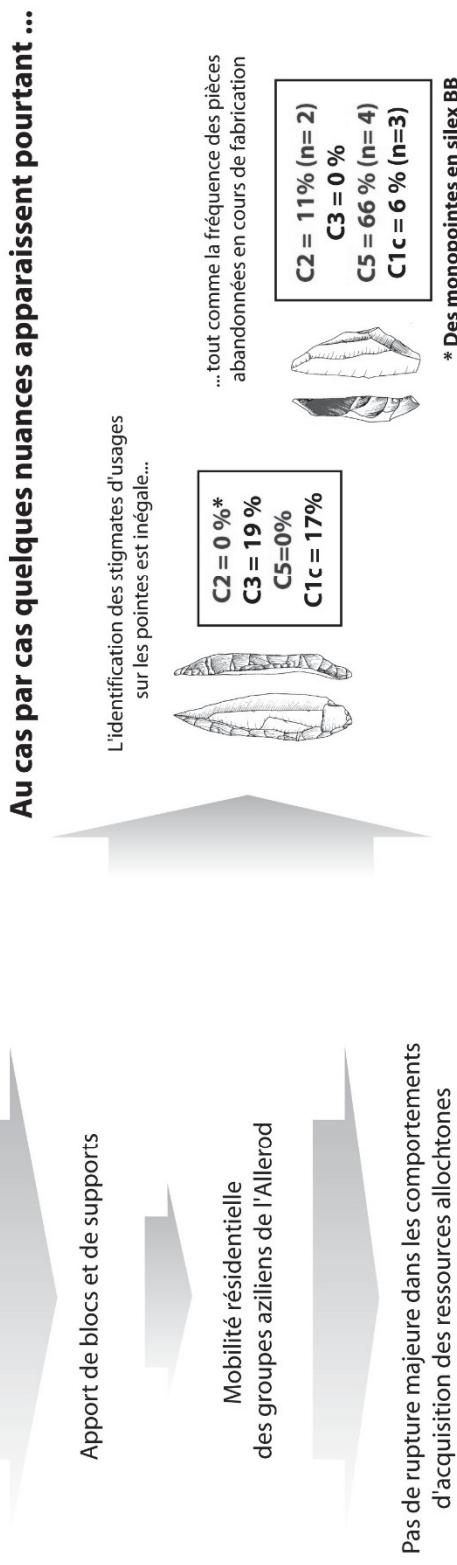


Figure 3 : synthèse des informations techno-économiques des fractions en silex allochtones des ensembles archéologiques de la phase récente de l'Azilien.

AFFOLTER J. (2010) – Les industries lithiques magdalénienes et aziliennes : les matières premières siliceuses *in* L. Mevel (dir.), *Les occupations magdalénienes et aziliennes de l'abri des Douattes (Musièges, Haute-Savoie)*, rapport de synthèse 2008-2010, SRA Rhône-Alpes, p. 78-85.

AFFOLTER J., BRESSY C. (2009) – Les matières premières siliceuses : méthodes d'études et ressources, *in* G. Pion et L. Mevel coord, *La fin du Paléolithique supérieur dans les alpes du nord, le jura méridional et les régions limitrophes. Approches culturelles et environnementales*, Paris, Mémoire de la Société préhistorique française, 50, p. 143-160.

BRESSY C. (2003) – *Caractérisation et gestion du silex des sites mésolithiques et néolithiques du Nord-Ouest de l'arc alpin. Une approche pétrographique et géochimique*, Oxford, BAR International Series, 1114, 295 p.

BRESSY C. (2009) – Approvisionnements en silex à l'Azilien récent : le site de Gerbaix (Saint-Christophe, Savoie), dans Gilbert Pion et Ludovic Mevel (coord.), *La fin du Paléolithique supérieur dans les alpes du nord, le jura méridional et les régions limitrophes. Approches culturelles et environnementales*, Paris Mémoire de la Société préhistorique française, 50, p. 183-195.

FLOSS H. (2000a) – La fin du paléolithique en Rhénanie (Magdalénien, groupes à Federmesser, Ahrensbourgien). L'évolution du choix de matières premières lithiques, reflet d'un profond changement du climat et du comportement humain, *in* B. Valentin, P. Bodu, M. Christensen (éds.), *L'Europe centrale et septentrionale au Tardiglaciaire. Confrontation des modèles régionaux de peuplement*, actes de la Table-ronde de Nemours, mai 1997, Nemours, APRAIF, Mémoire du Musée de Préhistoire d'Ile de France, 7, p. 87-96.

FLOSS H. (2000b) – Le couloir Rhin-Saône-Rhône – axe de communication au tardiglaciaire ? *in* Les derniers chasseurs-cueilleurs d'Europe occidentale (13000 – 5500 av. J.-C.), actes du Colloque de Besançon, 23-25 octobre 1998, collection annales littéraires, Presses Universitaires Franc-comtoises, p. 313-321.

LACOMBE S. (2005) – Territoires d'approvisionnement en matières premières lithiques au Tardiglaciaire. Remarques à propos de quelques

ensembles pyrénéens, *in* J. Jaubert et M. Barbaza, *Territoires, déplacements, mobilité, échanges pendant la Préhistoire, Terres et hommes du Sud*, 126^e congrès national des sociétés historiques et scientifiques, Toulouse, 2001, p. 329-354.

MEVEL L. (2010) – *Des sociétés en mouvement : nouvelles données sur l'évolution des comportements techno-économiques des sociétés magdalénienes et aziliennes des Alpes du nord françaises (14 000 – 11000 BP)*, thèse de l'Université Paris Ouest Nanterre La Défense, 655 p.

MEVEL L. (2013) – Magdalenian pioneers in the northern French Alps, 17 000 cal BP, *Antiquity*, 87, p. 384-404.

MEVEL L., BEREIZAT G., MALGARINI R. (2014a) – Les sociétés magdalénienes des Alpes du Nord françaises et du Jura méridional (15 000-12 000 BP) : perspectives culturelles, *in* J. Jaubert, N. Fourment, P. Depaepe (dir.), *Transitions, ruptures et continuité en préhistoire*, Mémoire de la Société préhistorique française, p. 463-485.

MEVEL L., PION G., FORNAGE-BONTEMPS S., (2014b) – Changements techniques et géographie culturelle à l'extrême fin du Paléolithique dans les Alpes du nord françaises. Les stratigraphies de l'abri de La Fru (Savoie) revisitées , *in* J. Jaubert, N. Fourment, P. Depaepe (dir.), *Transitions, ruptures et continuité en préhistoire*, Mémoire de la Société préhistorique française, p. 527-546.

MEVEL L., AFFOLTER J. (soumis) – Premier de cordée ? De l'origine des matières premières à la caractérisation des peuplements préhistoriques. L'exemple du repeuplement des Alpes du nord pendant le Magdalénien, *in* A. Tommaso, D. Binder, N. Naudinot (dir.), *Ressources lithiques, productions et transferts entre Alpes et Méditerranée*, Séances de la Société préhistorique française.

RICHE C. (1998) – *Les ateliers de silex de Vassieux. Exploitation des gîtes et diffusion des produits*, Thèse de doctorat, Université Paris X, 476 p.

TOLAN-SMITH, C. (2003) – The social context of landscape learning, *in* Rockman M., Steele J. (ed), *Colonization of Unfamiliar Landscapes: the Archaeology of Adaptation*, London, Routledge, p. 116-129.

3.4. Etude des silex du département de la Charente (2002-2014)

Christophe Delage, Xavier Mangado,
Mar Rey i Solé

En 2002, débutaient deux projets parallèles et simultanés, concernant les disponibilités et la caractérisation des silex de Charente : le premier, PCR sur le Magdalénien de La Chaire-à-Calvin (dirigé par C. Delage), touchait la région crétacée au Sud d'Angoulême ; le second, PCR sur le Paléolithique moyen du Bassin de la Charente (dirigé par A. Delagnes, incluant J. Féblot-Augustins, S.-J. Park et D. Augier), avait une visée plus large sur les deux Charentes. Après l'arrêt du second projet en 2006, C. Delage a poursuivi les recherches dans ce domaine et, en 2010, a fait appel à des chercheurs de l'Université de Barcelone, X. Mangado et M. Rey i Solé, pour se joindre à lui. Depuis cette date, les études ont suivi trois axes :

- poursuite du travail de terrain ;
- étude en laboratoire des silex collectés ;
- étude d'assemblages lithiques archéologiques.

Le premier axe consiste en la cartographie et l'observation détaillée des affleurements contenant des silicifications, ainsi que de l'échantillonnage de silex géologiques. A ce jour, nos prospections ont largement exploré la zone crétacée (Cénomanien-Turonien-Sénonien) au Sud d'Angoulême ; dernièrement, le Jurassique à silex (Callovien-Bathonien-Bajocien) du Nord Charente a été analysé et systématiquement échantillonné. Au total, plus de 200 échantillons de silex géologiques ont été collectés et sont disponibles pour étude. Le Musée d'Angoulême possède une lithothèque des échantillons ramassés entre 2002 et 2006 (*cf.* www.alienor.org), tandis qu'on peut maintenant trouver à l'Université de Barcelone la totalité des échantillons de Charente, crétacés et jurassiques, correspondant à toutes les campagnes de prospections effectuées jusque-là (2002-2014) (*cf.* www.lithicub.net).

Le second axe consiste en l'établissement d'une typologie des silex géologiques, qui servira de cadre de référence lors de comparaisons avec du matériel archéologique. Cette typologie est réalisée visuellement à l'oeil nu, en regroupant des silex présentant des traits macroscopiques communs (*cf.* Delage *et al.* 2006). Mar Rey i Solé et Xavier Mangado complètent ce travail par des observations pétrographiques détaillées, menées à la loupe binoculaire, soit directement sur les échantillons bruts soit, le cas échéant, sur des lames minces.

Des analyses géochimiques devraient prochainement compléter cette base de données déjà bien fournie (*cf.* Rey i Solé 2011a, 2011b ; Rey i Solé *et al.* 2014).

Enfin, le dernier axe consiste en l'étude d'assemblages lithiques archéologiques. Ce travail en est à ses débuts. Des observations très préliminaires ont été menées sur les niveaux inférieurs de La Chaire-à-Calvin (Mouthiers-sur-Boème, Charente). L'essentiel des roches siliceuses exploitées serait d'origine locale, du Turonien et du Sénonien ; les quelques silex allochtones seraient en provenance du Grand-Pressigny et du Bergeracois. Concernant le site épipaléolithique de Lapouyade (Gironde), nous sommes en présence d'une exploitation locale des terrasses alluviales de la région de Coutras (52 %) et d'une importation assez importante (près de 46 %) de silex crétacés de la région d'Angoulême.

Ces différents axes livrent déjà des résultats très prometteurs. Les recherches vont être poursuivies à l'avenir. Nous sommes proches d'avoir couvert toute la Charente et de pouvoir disposer d'un bon inventaire des disponibilités en silex. La caractérisation des matériaux va rapidement inclure les derniers échantillons jurassiques recueillis afin d'établir une typologie (macroscopique et pétrographique) des silex à l'échelle de tout le département. Ce cadre établi, l'étude d'échantillons archéologiques pourra prendre tout son sens et produire les résultats escomptés concernant les stratégies préhistoriques d'acquisition et d'exploitation des silex. La Chaire-à-Calvin sera ainsi le sujet d'une thèse de doctorat par Mar Rey i Solé, à l'Université de Barcelone.

Références

DELAGE, Christophe, Danielle SANTALIER et Nicole PLATEL 2006.
Projet de Recherche La Chaire-à-Calvin (Mouthiers-sur-Boème, Charente) : rapport d'activités - 2006. Poitiers : Service Régional de l'Archéologie du Poitou-Charentes. 115 p.

REY i SOLE, Mar 2011a

Estudio micropaleontológico del Cretácico superior de la cuenca de la Charente (Angulema, Francia): una aproximación al aprovisionamiento de materias primas durante la Prehistoria. In A. PEREZ-GARCIA, F. GASCO, J.M. GASULLA, F. ESCASO (eds.), *Viajando a mundos pretéritos*, p. 331-338, 3 fig. Morella (Castellón): Ajuntament de Morella.

REY i SOLE, Mar 2011b

Aproximación al estudio arqueopetrológico de la Litoteca de la Cuenca de la Charente (Francia). Màster d'Arqueologia. Barcelona: Departament de Prehistòria, Història Antiga i Arqueologia, Facultat de Geografia i Història, Universitat de Barcelona. 161 p.

REY i SOLE, Mar, Xavier MANGADO, and Christophe DELAGE 2014

New Data About Cenomanian and Turonian Chert from the Charente Basin (France). *Journal of Lithic Studies* 1/1, p. 227-238, 7 fig., 2 tabl.

3.5. Rapport d'activité

Ma Dolores Anton-Garcia Trasserra
Conservadora en Institut Català de Paleoecología
Humana i Evolució Social (IPHES),
Tarragona, Espagne

Cette recherche est consacrée à la finalisation de mon mémoire de thèse doctorale :

« *La captación, selección y gestión de recursos líticos en la Prehistoria: Una visión diacrónica del uso del territorio y sus recursos en el entorno de la Sierra de Atapuerca (Burgos) durante el Pleistoceno Inferior y Medio* ».

La thématique de cette recherche c'est l'observation des aires d'approvisionnement et des processus de sélection des matières premières lithiques dans des occupations du Pléistocène inférieur et moyen de la *Sierra de Atapuerca* (Burgos, Espagne). Cette démarche essaie de déterminer si nous sommes en face d'une sélection de matériaux particulier ou d'un approvisionnement opportuniste. Pour cela elle se concentre tant sur l'analyse pétrologique des matières premières, comme sur la présence / absence de celles-ci dans des dépôts secondaires et leur accessibilité pour les groupes humains.

3.5.1. Revues à comité de lecture

Vaquero, M., Chacón, M.G., **García-Antón, M.D.** & Gómez de Soler, B. (2010). « Variabilidad de los conjuntos líticos en el Paleolítico Medio del Abric Romaní (Capellades, Barcelona) ». *Tribuna de Arqueología*. p. 195-212.

García-Antón, M.D. (2010). « Methodological Approach to the Selection of Palaeolithic Raw

Material in Supply Areas Located in Secondary Deposits.» *Human evolution*. 25, n° 1-2, p. 49-66.

Manuel Vaquero; María Gema Chacón; **María Dolores García-Antón**; Bruno Gómez de Soler; Kenneth Martínez; Felipe Cuartero. (2012). « Time and space in the formation of lithic assemblages: The example of Abric Romaní Level ». *Quaternary International*. Special Issue: The Neanderthal Home: spatial and social behaviours, vol. 247, p. 162-181.

Andreu Ollé; Marina Mosquera; **María Dolores García-Antón**; Marta Navazo; Robert Sala; Marcos Terradillos; Eudald Carbonell; Xosé Pedro Rodríguez; Paula García-Medrano; Amèlia Bargalló (2013). « The Early and Middle Pleistocene technological record from Sierra de Atapuerca (Burgos, Spain). *Quaternary International*, Vol. 295, p. 138-167.

3.5.2. Actes de colloques à comité de lecture

García-Antón, M.D.; Menéndez, L.; Chacón, M.G. (2011).» Level G of Las Fuentes de San Cristóbal (Southern Pyrenees, Spain) Availability of Lithic Resources and Territory Management.» *In Neanderthal Lifeways, Subsistence and Technology. One Hundred Fifty Years of Neanderthal Study*. p. 203-222.

Fernández-Laso, M.C.; Chacón, M.G.; **García-Antón, M.D.**; Rivals, F. (2011) « Territorial Mobility of Neanderthal Groups: A Case Study from Level M of Abric Romaní (Capellades, Barcelona, Spain) » *In Neanderthal Lifeways, Subsistence and Technology. One Hundred Fifty Years of Neanderthal Study*. 247, p. 187-202.

Ollé, A.; Mosquera, M.; Saladié, P.; Huguet, R.; Rosell, J.; Cáceres, I.; Lorenzo, C.; Vallverdú, J.; Rodríguez, X.P.; García-Antón, M.D.; Díez, J.C.; Lozano, M.; Sala, R.; Canals, A.; Carbonell, E. (2010) « The Early Pleistocene Archaeological Record from Sierra de Atapuerca (Burgos, Spain) » *In Drevneishie obitateli Kavkaza i rasselenie predkov cheloveka v Evrazii*. p. 225-242.

3.5.3. Communications colloques, congrès, symposiums

Congrès: XVII Congrès mondial de la UISPP (Burgos, Espagne). 1-7 setembre 2014.

Session: A2c What's happening now in Atapuerca?
Latest research at the Sierra de Atapuerca.

Titre communication: The Facies Utrillas quartzite variety: from a petrographic characterization to a functional analysis design. The example of Gran Dolina site, TD10 level (Sierra de Atapuerca, Burgos, Spain).

Auteurs: Pedergnana, Antonella; **García-Antón, M. Dolores.**

Congrès: XVII Congrès mondial de la UISPP (Burgos, Espagne). 1-7 setembre 2014.

Session: A2c What's happening now in Atapuerca?
Latest research at the Sierra de Atapuerca.

Titre communication: The Lower and Middle Pleistocene lithic record of Sima del Elefante (Sierra de Atapuerca, Burgos, Spain).

Auteurs: Rodríguez, Xosé Pedro; de Lombera-Hermida, Arturo; Bargalló, Amèlia; Terradillos-Bernal, Marcos; Vallverdú, Josep; García-Antón, M.Dolores; Mosquera, Marina; Ollé, Andreu; Sala, Robert; Carbonell, Eudald

Congrès: XVII Congrès mondial de la UISPP (Burgos, Espagne). 1-7 setembre 2014

Session: A2c What's happening now in Atapuerca?
Latest research at the Sierra de Atapuerca.

Titre communication: Tracing Environmental and cultural changes throughout the Gran Dolina (Atapuerca, Burgos, Spain).

Auteurs: Ollé, Andreu; Palmira Saladié; Rodríguez, Jesús; Mosquera, Marina; Rodríguez-Hidalgo, Antonio; de Lombera, Arturo; Campaña, Isidoro; Vallverdú, Josep; Pérez-González, Alfredo; Blain, Hugues-Alexandre; López-García, Juan Manuel; Cuenca-Bescós, Gloria; Expósito, Isabel; Burjachs, Francesc; van der Made, Jan ; García, Nuria; Cáceres, Isabel; Mateos, Ana; Rodríguez, Xosé Pedro; García-Medrano, Paula; **García-Antón, M.Dolores;** López, Esther ; Pedergnana, Antonella; Rosell, Jordi; Blasco, Ruth; Falguères, Christophe; Moreno, Davinia; de Torres Pérez-Hidalgo, Trinidad; Ortiz, José Eugenio; Ortega, Ana Isabel; Benito-Calvo, Alfonso; Canals, Antoni; Rosa Ana Obregón; Bermúdez de Castro, José María; Carbonell, Eudald.

3.6. Les matières premières du Sud-Est de la France : bilan et perspectives d'études

Tomasso Antonin, Binder Didier (CEPAM)

Introduction

Le référentiel MP-ALP (matières premières de l'arc liguro-provençal) est issu d'un travail de prospections initié dans les années 1990. Plusieurs campagnes de terrains entre 1991 et 1997 dirigées par D. Binder et des prospections régulières menées par P. Simon (Musée d'Anthropologie Préhistorique de Monaco) dans la même période ont permis un inventaire des ressources siliceuses de la région Provence-Alpes-Côte-d'Azur (France). Dans le cadre du PCR ETICALP initié en 2009 sous la direction de D. Binder, un récolement de ces deux sources de données et de nouvelles campagnes en Provence orientale, en Ligurie et en Toscane Septentrionale ont permis de compléter cet important référentiel qui compte aujourd'hui près de 900 gîtes.

Un travail de description systématique des échantillons récoltés (un peu plus de 1500) a été réalisé principalement à l'échelle mésoscopique (loupe binoculaire), complété pour certaines formations par des études en lames minces et des analyses géochimiques. Il a permis de définir les différentes ressources disponibles, leurs critères de reconnaissance, leur variabilité et leur extension géographique. L'utilisation d'une classification hiérarchisée (famille, type, sous-type) permet de distinguer différents niveaux de précision dans les descriptions, depuis la formation géologique jusqu'au microfaciès siliceux. Appuyé sur l'existence d'une base de données et d'un SIG associé, ce travail permet de proposer aujourd'hui un référentiel solide pour la détermination des matières premières exploitées dans les industries lithiques depuis la vallée du Rhône jusqu'aux Apennins.

Rapide état lieux

L'arc liguro-provençal est encadré, à l'est et à l'ouest par de grands ensembles de ressources de très bonne qualité qui structurent une grande partie des approvisionnements préhistoriques. Il s'agit : à l'ouest, des silex bédouliens et des silex tertiaires du bassin d'Apt-Forcalquier en Provence occidentale et à l'est, des radiolarites et des silex de la Maiolica dans les Apennins septentrionaux.

Au cœur de l'arc liguro-provençal, le long du Corridor littoral, les ressources sont plus irrégulières

en qualité comme en quantité. Les bassins et fossés nord-varois forment une entité à part : les ressources y sont abondantes, remarquablement variées, parfois de qualité excellente. A l'opposé, certaines zones apparaissent presque vides de ressources en dehors de matériaux de qualité très médiocre. C'est le cas de la Ligurie centrale-occidentale entre Gênes et la frontière ; c'est également le cas en Provence orientale dans l'Estérel et les Maures malgré la présence de matériaux volcaniques clastiques (rhyolithes, lithophyses) ou encore de l'ensemble de la zone côtière avec différentes sources de silex de qualité très médiocre. Dans ce contexte, des espaces tels que le bassin de Valensole ou la frontière franco-italienne représentent des cas particuliers : les silex y sont médiocres mais abondants. Un peu à l'est de l'arc liguro-provençal, le nord des Apennins toscans forme une nouvelle entité lithologique avec des ressources plutôt médiocres mais abondantes.

Perspectives de développements

Le niveau de connaissance actuel est satisfaisant pour la détermination des régions d'approvisionnement, en particulier pour les matières premières de bonne qualité. Plusieurs aspects restent cependant à préciser et devront faire l'objet de recherches dans les années qui viennent.

1) Les matières premières médiocres, d'importance généralement locale sont encore relativement mal caractérisées. Ces matériaux (calcaires siliceux, grès, roches volcaniques...) nécessiteront de nouvelles prospections et surtout un effort de description supplémentaire. Ce type de projet pourra, et devra, être mené ponctuellement à partir d'études de sites.

2) Les silex Bédoulien du Vaucluse représentent une des ressources essentielles de la Provence occidentale. Leur rôle primordial dans certains systèmes de production, on pense notamment aux productions de lames sur silex chauffé du Chasséen méridional (Binder, 1998 ; Léa, 2005), entraîne le besoin d'une précision accrue dans la définition des sources d'approvisionnement. Des pistes en ce sens ont été testées par le passé (Barbier, 1996 ; Blet, 1999 ; Blet *et al.*, 2000 ; Millot, 2011) et récemment une piste prometteuse a été ouverte, basée sur l'analyse quantifiée du détritisme minéral (Tomasso, 2014). Cette

perspective devra être explorée en même temps qu'une analyse des différents faciès liés aux étapes de la chaîne évolutive (Fernandes, 2012) du silex permettra une cartographie particulièrement précise et exhaustive.

3) La base MPALP intégrera le réseau des lithothèques nationales et viendra nourrir la cartographie des ressources en silex à l'échelle du territoire. Cette base, par son ouverture géographique vers l'Italie sera aussi une tête de pont pour l'engagement d'un processus équivalent à l'échelle européen. Dans cette perspective, un programme d'étude sur les faciès des silex à grande diffusion géographique (Maiolica, Scaglia Rossa) en Italie devient l'un des projets à engager en priorité.

Bibliographie

BARBIER M. (1996) – *Caractérisation des silex Urgoniens dans la région du Vaucluse*, Université de Bourgogne, DESS, Dijon, 63 p.

BINDER D. (1998) – Silex blond et complexité des assemblages lithiques dans le Néolithique liguro-provençal, in A. D'Anna et D. Binder dir., *Production et identité culturelle : actualité de la recherche : Rencontres méridionales de préhistoire récente, actes de la deuxième session, Arles (Bouches-du-Rhône), 8 et 9 novembre 1996*, Antibes, éd. APDCA, p. 111-128.

BLET M. (1999) – *L'apport de l'ablation laser couplée à l'ICP-MS, à la caractérisation des archéomatériaux siliceux*, Université d'Orléans, doctorat, Orléans, 211 p.

BLET M., BINDER D., GRATUZE B. (2000) – Essais de caractérisation des silex Bédouiliens provençaux par analyse chimique élémentaire, *Revue d'archéométrie*, 24, p. 149-167.

FERNANDES P. (2012) – *Itinéraires et transformations du silex : une pétroarchéologie refondée, application au Paléolithique moyen*, Thèse de doctorat, Université de Bordeaux 1, 2 volumes, 623 p.

LEA V. (2005) – Raw, Pre-heated or ready to use: discovering specialist supply systems for flint industries in mid-Neolithic (Chasséen) communities in southern France, *Antiquity*, 79, p. 51-65.

MILLOT J. (2011) – *Approche de la spécialisation artisanale au Néolithique par la caractérisation pétrographique et minéralogique des silex barrémobédouliens du Vaucluse.*, Université de Bourgogne, Master 2, Dijon, 60 p.

TOMASSO A. (2014) – *Territoires, systèmes de mobilités et systèmes de production. La fin du Paléolithique supérieur dans l'arc Liguro-provençal*, Université de Nice - Sophia Antipolis ; Università di Pisa, Doctorat, Nice.

3.7. Rapport d'activité 2014,

Patrick Schmidt

Abteilung für Ältere Urgeschichte und Quartärökologie Institut für Ur und Frühgeschichte und Archäologie des Mittelalters, Tübingen

Chauffe des silex

Nous avons, tout au long de l'année 2014, poursuivi les travaux visant à déterminer les températures de chauffe des silex tertiaires taillés au Solutréen. Ces travaux se sont appuyés sur l'étude d'artefacts (Feuilles de Laurier) solutréens de Laugerie Haute. La collection d'artefacts étudiés et actuellement conservé au Musée National de Préhistoire aux Eyzies-de-Tayac-Sireuil. La méthode utilisée a été celle publiée dans Schmidt *et al.* (2013), visant dans une premier temps à démontrer si les échantillons ont été chauffés. Cela se fait par comparaison des signatures en spectroscopie infrarouge avec les signatures d'échantillons de référence non-chauffés. Il a été possible de démontrer que toutes les feuilles de laurier taillées à Laugerie Haute analysées ont été chauffées au cours de la chaîne opératoire. Ces travaux sont actuellement poursuivis par une approche expérimentale visant à reconstruire les températures de chauffe qu'ont subies ces roches.

Silex Bergeracois

En parallèle, nous avons terminé l'analyse des impuretés en rapport avec à l'eau chimiquement

liée dans le silex bergeracois. Ce silex, trouvé dans un complexe d'altérites issues du Céracé Supérieur de la forêt de Montclard, a subi des transformations cristallographiques qui ont altérées sa structure. Une de ces altérations concerne la perte d'eau chimiquement liée dans ce silex. Nos travaux visent à quantifier ces processus et les premiers résultats promettent de comprendre le mécanisme qui a contribué à produire cette matière première de qualité exceptionnelle. Ces travaux sont actuellement poursuivis par l'analyse de la structure cristalline du silex bergeracois, qui devrait permettre de comprendre la relation entre perte d'eau chimiquement liée et amélioration des propriétés mécaniques importantes pour la taille.

Référence

Schmidt, P., Léa, V., Sciau, P., Fröhlich, F., 2013. 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*, 55, p. 794-805.

3.8. Etude pétroarchéologique des objets en silex de Balazuc (Ardèche)

Paul Fernandes^{1,2}, Pascal Tallet¹, Vincent Delvigne², Audrey Lafarge³, Michel Piboule⁴, Jean-Paul Raynal²

¹ SARL Paléotime, 6173, rue Jean Séraphin Achard Picard, 38250 Villard-de-Lans, France.

² Université Bordeaux-1 sciences et technologies, UMR 5199 PACEA, PPP, bâtiment B8, Allée Geoffroy Saint Hilaire, 33615 Pessac Cedex, France.

³ Université de Montpellier-3, UMR 5140 « Archéologie des Sociétés Méditerranéennes », 3, route de Mende, 34199 Montpellier, France.

⁴ Université Joseph Fourier, Institut Dolomieu, OSUG, 38031 Grenoble, France.

Saint-Martin d'Ardèche, Ardèche (07)

Fouille programmée 2012



Contribution au rapport de fouille

Chapitre : étude pétroarchéologique

Paul Fernandes

avec la collaboration de Marion Dousse et Pascal Tallet



Résumé

L'étude pétroarchéologique de 167 objets taillés de la grotte des Barasses II à Balazuc, qui ont été comparés à 55 échantillons géologiques régionaux, a permis d'appréhender certaines modalités d'acquisition et d'esquisser les limites du domaine minéral exploité. Dans la première partie de ce rapport nous exposons nos choix méthodologiques, adaptés aux altérations pré et postdépositionnelles observées. Le chapitre suivant est un inventaire des ressources locales et régionales en silex. Enfin, dans une troisième partie nous présentons la diagnose des différents types de silex présents dans la série étudiée. Ce travail a permis de distinguer 15 types de silex. Les indices lithologiques et l'aspect des états de surface indiquent un domaine d'exploitation limité à l'ouest par les contreforts du Massif central et à l'est par la vallée du Rhône. Les gîtes sources les plus proximaux se trouvent à 4 kilomètres à l'ouest du site le long de la bande jurassique inférieur et moyen. Toutes les autres zones de collecte se trouvent sur la rive gauche du Rhône, formant un éventail ouvert vers l'est à partir du site. Cette zone est limitée au nord par les conglomérats de Rochemaure et au sud par les formations calcaires de Laval-Saint-Roman. Ces résultats mettent en évidence des comportements de collecte dans un environnement proximal et voisin sur des distances n'excédant pas 30 kilomètres. Les plateaux sont parcourus et certaines vallées traversées (Ardèche, Ibie). Ce travail, qui vient à la suite de l'élaboration d'un atlas des types de la moyenne vallée du Rhône et de l'étude pétroarchéologiques des séries de Payre, de l'Abri des Pêcheurs et de l'Abri du Maras a permis de déterminer avec plus de précision la provenance de certains artefacts. Ces observations viennent confirmer que le secteur autour de Rochemolome, le conglomérat de Rochemaure, le gîte de Rocherenard (commune de Viviers), certaines combes à proximité d'Orgnac forment un réseau de géoressources avérées et exploitées par les néanderthaliens.

Introduction

Dans cette partie médiane du couloir rhodanien plusieurs études archéologiques et géologiques ont été consacrées aux silex des diverses formations mésozoïques et cénozoïques de l'Ardèche, de la Loire, de la Drôme et des départements voisins (Combier, 1967 ; Binder, 1987 ; Beeching *et al.*, 1994 ; Slimak et Giraud, 2007). Des prospections ciblées ont été effectuées, dès 1997, sur de nombreux gîtes de la Drôme dans le cadre du programme CIRCALP sous

la direction de A. Beeching. La création en 2006 par C. Bressy-Léandri du PCR « Réseau Lithothèques en Rhône-Alpes » a poursuivi cet effort (Fernandes et Raynal, 2006). D'autres études se sont intéressées aux formations à silicifications, du point de vue strictement géologique ou paléontologique (Fallot, 1885 ; Jacob, 1907 ; Sornay, 1939, 1943 ; Delcey-Leduc, 1961 ; Moullade, 1966 ; Porthault, 1974 ; Busnardo *et al.*, 1977 ; Renaud, 1978 ; Ferry, 1976 ; Cotillon *et al.*, 1979 ; Signolles, 1980 ; Rio, 1982 ; Giot et Elmi, 1987).

L'ensemble de ces travaux, complétés régulièrement par des prospections (Delvigne et Lafarge, 2012), nous permet aujourd'hui de présenter un atlas des variations lithologiques au sein des différentes formations à silex, silcrète et silice hydrothermale des départements de l'Ardèche et de la Drôme (Bressy, 2006, 2007, 2008). La synthèse des données acquises au fil de ces multiples travaux, toujours conduite dans le cadre du PCR « Réseau de lithothèques en Rhône-Alpes », illustre une région au paysage siliceux riche et contrasté. Le nombre de gîtes primaires et secondaires actuellement recensés et documentés pour la région s'élève à un peu plus de 600 (actualisation de la base : novembre 2013). Cette masse d'informations a été utilisée au cours de cette mission. Les planches (figures 3 à 17) et la carte (figure 1) appelées dans ce rapport ne sont pas présentes pour des raisons techniques mais seront intégrées à la monographie.

3.8.1. Le choix méthodologique

Depuis plusieurs années, l'un d'entre nous (PF) mène un travail méthodologique pour aboutir à la mise en place d'un protocole adapté à une meilleure reconnaissance de la provenance des silex. Ce protocole est fondé sur l'analyse comparative des transformations minéralogiques, pétrographiques et micromorphologiques rencontrées dans les matériaux bruts (échantillons géologiques) et dans les objets archéologiques. L'analyse, classique, qui privilégie les bioclastes est corroborée par une démarche semi quantitative et dynamique, qui intègre la totalité des critères discriminants (la biostratigraphie, la pétrographie, la morphométrie, la granulométrie, la minéralogie, la mesure de la microporosité et l'examen des surfaces). La prise en compte des transformations minérales, texturales et des associations de stigmates en surface participe à la reconnaissance des domaines minéraux exploités.

Au regard de l'intensité de l'altération de la majorité des échantillons géologiques étudiés, nous avons introduit le concept de chaîne évolutive du silex qui élargit à la préhistoire les raisonnements sur le rapport entre silex et environnements. Dans le cadre d'une recherche de provenance, la seule notion de gîte primaire – le type génétique – n'est qu'incomplètement pertinente. Une vision globale de la chaîne évolutive permet une meilleure appréciation des lieux de collecte et des processus à l'origine de la mise en place de l'unité archéologique. Les mécanismes liés à la genèse déterminent les types génétiques. Les transformations prédépositionnelles spécifient les types gîtologiques et les altérations postdépositionnelles participent à l'étude taphonomique du site. Il existe plusieurs types gîtologiques pour un même type génétique, donc autant de lieux de collecte potentiels. Ces types, une fois abandonnés dans le site, subissent différents processus qui oblitèrent en partie ou complètement leurs aspects acquis précédemment (Fernandes, 2012).

La description pétrographique des silex est, dans le meilleur des cas, basée sur une observation à la loupe binoculaire à divers grossissements sous une pellicule d'eau. La présence de bioclastes aisément reconnaissables est l'indice discriminant le plus utilisé. Malheureusement, la pauvreté récurrente en éléments organiques liée aux caractères intrinsèques de la plupart des échantillons (type de sédiment, diagenèses, altération postgénétique) et la difficulté patente de déterminer des organismes au-delà du genre, empêche toute biozonation fine. Sans recours aux lames minces, la diagnose permet juste de distinguer cinq grands types de paléoenvironnements : épineritique, nérétique, continental, lacustre et hydrothermal. Ce manque d'informations nous a obligés à renforcer nos protocoles d'observation, en intégrant le fait qu'on ne peut pas faire de lame mince sur tous les objets lithiques. Une analyse plus précise des surfaces brutes, à toutes les échelles, devient donc indispensable.

Les démarches classiques utilisent une terminologie inspirée à la fois de R.L. Folk (1959), R.J. Dunham (1962) et A.F. Embry et J.E. Kolvan (1971), avec cependant quelques aménagements. Purement analytique, cette classification distingue les principaux constituants : terrigènes, orthochimiques et allochimiques. Par définition, les roches siliceuses contiennent au maximum 50 % de constituants terrigènes non siliceux. Leur description sera fonction de la nature et de la cristallinité des constitua-

tuants orthochimiques (la matrice), ainsi que de la nature et de la disposition des allochems (éléments figurés). Pour combler les incertitudes laissées par les diagnoses fondées sur les bioclastes nous avons fait le choix de pousser plus avant l'analyse de la texture. La technique mise en oeuvre repose sur une série de mesures des clastes. Nous avons utilisé les chartes visuelles pour l'estimation du rapport entre éléments figurés et matrice, pour le type de classement, pour la sphéricité et l'arrondi (Krumbein et Sloss, 1963). La sphéricité est définie comme le rapport des images (projection en plan) de la longueur/largeur. L'arrondi est chiffré de 0 à 1 par l'aspect des angles (rapport du rayon moyen des angles sur le rayon du plus grand cercle inscrit). Cette étude d'un nombre de paramètres discriminants et invariants raisonnable - la nature, l'abondance, le classement, l'orientation, la taille et la forme des éléments figurés (endoclastes, exoclastes, bioclastes) - livre des signatures quantitatives et qualitatives suffisant à notre démarche.

L'analyse micromorphologique des surfaces naturelles, guidée surtout par les travaux de L. Le Ribault (1975), permet de reconstituer l'histoire géologique du silex avant sa collecte par l'homme préhistorique. Nous avons recensé, sur les surfaces naturelles des silex, une série de critères à l'échelle microscopique permettant de rapprocher une association d'altérations ou une transformation de la texture à un type de formation superficielle

Ce type de protocole est parfaitement adapté aux types de silex évolués présents dans la série observée.

3.8.2. Le cadre géologique et les ressources en silex

Sur le plan géologique, la vallée du Rhône sédimentaire comporte quatre zones riches en silicifications, aujourd'hui encore accessibles :

- la zone des calcaires jurassiques ;
- les massifs crétacés : comprenant les terrains à faciès hémipélagiques et urgoniens ;
- les bassins paléogènes : lutétiens et ludiens ;
- les formations superficielles.

Les silex mésozoïques prélevés sur les deux rives du Rhône appartiennent aux formations jurassiques (du Lias au Tithonique) et crétacées (inférieur et supérieur). Autour d'Aubenas on collecte des silex dans les calcaires micritiques bioturbés sinémuriens. Plus au sud on trouve des bancs de silex dans les

niveaux carixiens et bathoniens moyens. Les silex kimméridgiens à *aptychus* sont présents dans la zone de Païolive. En outre, nous avons prélevé des silex à calpionelles dans les calcaires tithoniques entre les vallées de l'Ouvèze et de la Payre. C'est le long de la rive droite entre Cruas et la faille de Larnas-Bayne et de la rive gauche, autour de la forêt de Marsanne, que l'on collecte le plus grand nombre de silex barrémo-bédouliens riches en spicules. Les autres silex barrémo-bédouliens riches en foraminifères et pauvres en spicules se trouvent plus au sud, après l'Escoutay. Cette disposition marque du sud au nord un enrichissement en spicules et un appauvrissement en foraminifères benthiques, indice marqueur d'un approfondissement progressif du domaine pré littoral (Contensuzas, 1980). Vers le nord, au bas du Serre Palas, les silex ont des formes surtout cérébroïdes. Au niveau du Serre de la Fourche, encore plus au Nord, les silex disparaissent. Pour le Crétacé supérieur, nous devons mentionner les silex turoniens prélevés en rive droite entre Rochemaure et le Teil et en rive gauche entre la Bégude-de-Mazenc et Alleyrac. Les silex cénozoïques collectés en rive droite du Rhône appartiennent aux formations lutétiennes et ludiennes alors que la grande majorité des silex de la rive gauche se trouvent dans les calcaires stampiens. Les associations d'éléments figurés qui caractérisent les silex de la rive droite n'ont pas été retrouvées dans le bassin de Crest. La prise en compte de tous les éléments figurés, de leur distribution dans la matrice et de leur état de conservation constitue une discrimination solide. *Trois fossés d'effondrement ont été remplis par de puissantes formations continentales : le fossé de Rochemaure au Nord-Est, le synclinal de Coujanet au Nord-Est de Saint-Alban et le fossé d'Ellieux au Sud de Bayne. La base de ces séries continentales est constituée par un conglomérat à blocs arrondis et gros galets (jusqu'à 0,60 m) de calcaires urgoniens blancs et de silex* (Elmi *et al.*, 1996).

Ainsi, cette région rhodanienne riche en ressources minérales variées livre des silex d'origines marines, lacustres et continentales (figure n° 1). Ce bilan, atteste d'une présence importante des matières siliceuses sur les deux rives du Rhône et met en évidence des spécificités pétrographiques pour chacun des grands affleurements. Certains de ces silex possèdent des caractères spécifiques : ils font figure de silex « marqueurs » et leur diffusion est déjà attestée dans plusieurs sites du Paléolithique moyen. Il s'agit en particulier du Barrémo-Bédoulien de Cruas en position primaire et secondaire ; du silex turoniens surtout présents en rive gauche ; des deux

séries lutétiennes de Laval-Saint-Roman et Ellieux ; des silex ludiens de la zone d'Orgnac à Cyrènes, Characées et *Striatella* ; et des silex stampiens de la rive gauche à Mélanies et *Potamides*.

3.8.3. Diagnose des types de silex présents dans la série étudiée

Nous présentons maintenant le catalogue ouvert des silex observés en 2014 à la grotte des Barasses II à Balazuc. Ce classement est basé sur la comparaison de 18 paramètres à l'échelle mésoscopique entre 167 objets taillés (dont 143 silex) et 55 échantillons géologiques de référence locaux et régionaux. Nous avons utilisé une loupe binoculaire Leica M165c à des grossissements variables allant de 40 à 200x. Aucune lame mince n'a été réalisée à partir des pièces archéologiques. Nous avons donc constitué des fiches de caractérisation encore partielles pour chacun des types. Le caractère des états de surface, les paramètres pétrographiques, micro-paléontologiques et parfois minéralogiques ont été regroupés dans un tableau (figure n° 2). Ce tableau synthétique distingue à la fois des groupes (association d'objets possédant au moins un trait commun aisément rapportable à un domaine géologique), des types (échantillons qui fait autorité comme modèle pétrographique construit sur un ensemble de caractères lithologiques similaires) et des faciès (détails qui renseignent sur l'histoire sédimentaire, minéralogique et taphonomique du silex lorsqu'une lettre en minuscule est ajoutée à la suite de l'identifiant). Afin d'alléger la présentation nous n'avons pas introduit dans ce paragraphe la description détaillée des types ; nous invitons le lecteur à se rapporter au tableau synthétique et planche photographiques.

Cet examen a permis de sérier 15 microfaciès. Les types fixés sont regroupés en 6 groupes représentant chacun un système ou un paléoenvironnement différent. Ce résultat révèle un comportement face aux ressources minérales plus complexe que ne laissait entrevoir l'examen macroscopique.

Le groupe des silex jurassiques

Cette catégorie regroupe des types définis principalement sur la base de leurs convergences texturale, minéralogique et chromatique avec des échantillons géologiques prélevés le long de la bande du Jurassique inférieur et moyen qui borde les contreforts du Massif central à moins de 4 kilomètres à l'ouest du site. Il s'agit de silex noirs évolutant vers le gris, puis le brun ou le rouge, à texture *packstone*. Leur contenu

micropaléontologique est caractéristique de leur âge. Ils se déclinent en différents types :

Le type F35 (figure n° 3) : la série étudiée contient 4 objets de ce type. Ils présentent de grandes similitudes avec les silex sinémuriens de la zone autour de La Chapelle-sous-Aubenas. L'absence de néo-cortex n'a pas permis de déterminer le type de formation dans laquelle les blocs dont sont issues ces pièces ont été collectés.

Le type D500 (figure n° 4) : la série étudiée contient un seul objet de ce type. Il présente de fortes similitudes avec les silex du Bathonien moyen dit d'Aubenas. L'absence de néo-cortex n'a pas permis de déterminer le type de formation dans laquelle le bloc dont est issue cette pièce a été collecté.

Le type F123 (figure n° 5) : la série contient 17 objets porteur de ce microfaciès. Ils présentent des aspects proches de certains faciès du Bathonien moyen. Il est raisonnable de les rattacher au groupe des silex bathoniens de la zone d'Aubenas. Leurs néo-cortex indiquent un mode de collecte bipolaire à la fois dans les colluvions et le réseau hydrographique en mesure de réceptionner ce type de silex.

Le groupe des silex Barrémo-Bédouliens

Cette catégorie regroupe des types définis principalement sur la base de leurs convergences texturale, minéralogique et chromatique avec des échantillons géologiques prélevés dans différentes formations secondaires issues des calcaires barrémo-bédouliens à faciès hémipélagique à urgoniens.

Le type F14 à foraminifères benthiques (figure n° 6) : la série contient 9 objets de ce type. Ils présentent de fortes similitudes avec les silex barrémo-bédouliens (faciès de bordure de plate-forme) présents à Roche-Colombe à l'entrée est des gorges de la Vendoule. Ce groupe est présent à Payre, à Andance (Saint-Bauzile), à l'Abri des Pêcheurs et à l'Abri du Maras. Leur néo-cortex indique un mode de collecte multipolaire, à la fois dans les colluvions, le réseau hydrographique actif et les formations alluviales fossiles.

Le type F14 à spicules (figure n° 7) : la série contient 64 objets de ce type. Ils présentent de fortes similitudes avec les silex barrémo-bédouliens à faciès hémipélagiques surtout présents au nord de Viviers et de Saint-Thomé en rive droite de l'Escoutay. Ce groupe est présent à Payre, à Andance (Saint-Bauzile), à l'Abri des Pêcheurs et à l'Abri du Maras. Leur néo-cortex indique un mode de collecte multipolaire, à la fois dans les colluvions, le réseau hydrographique actif et les formations alluviales fossiles.

Le type F14 brun à spicules (figure n° 8) : la série contient 9 objets de ce type. Ils présentent de fortes similitudes avec les silex barrémo-bédouliens très évolués présents à la base du fossé d'effondrement de Rochemaure. Ce groupe est présent à Payre, à Andance (Saint-Bauzile), à l'Abri des Pêcheurs et à l'Abri du Maras. Le néo-cortex indique un mode de collecte circonscrit au conglomérat oligocène à galets.

Le type F121 (figure n° 9) : la série contient 9 objets de ce type. Sa texture *wackestone* à petits foraminifères à patine noire présente de fortes similitudes avec les silex collectés dans les calcaires bédouliens de Rocherenard au nord-est de Viviers. Ce type est présent à Payre et à l'Abri du Maras. Les néo-cortex indiquent une collecte en position sub-primaire et dans les alluvions des cours d'eau actifs.

Le groupe des silex turoniens

Cette catégorie regroupe des types définis principalement sur la base de leurs convergences texturale, minéralogique et chromatique avec des échantillons géologiques prélevés dans différentes formations secondaires issues des calcaires gréseux caractéristiques de l'étage turonien.

Le type F145c (figure n° 10) : la série contient 2 objets de ce type. Ils présentent de fortes similitudes avec les silex turoniens bruns à faciès détritique surtout présents en rive gauche et ponctuellement en rive droite entre le Teil et Rochemaure. Le néo-cortex indique un mode de collecte circonscrit à une formation alluviale fossile encore à déterminer.

Le type F216 (figure n° 11) : la série contient 5 objets de ce type. Ils présentent des aspects communs avec les silex à faciès détritiques issus des formations turoniennes surtout présentes en rive gauche et ponctuellement en rive droite entre le Teil et Rochemaure. Le néo-cortex indique une collecte proche du gîte primaire.

Le type F126 (figure n° 12) : la série contient 2 objets de ce type. Ils présentent des aspects structuraux et texturaux proches des silex à faciès détritiques issus des formations turoniennes surtout présentes en rive gauche et ponctuellement en rive droite entre le Teil et Rochemaure. Le néo-cortex indique une collecte proche du gîte primaire.

Une silcrète lutétienne

Il s'agit de silicifications lutétiennes issues de calcrètes plus ou moins fossilifères surtout connues à Laval-Saint-Roman (Gard). Ce microfaciès est aussi présent à Ellieux (commune de Saint-

Montant) en position primaire et secondaire et au Pontet (commune du Teil) uniquement en position secondaire.

Le type F165 (figure n° 13) : la série contient 2 objets de ce type. Ils présentent de fortes similitudes avec les silicification continentales à palustres issus des calcrètes de type Laval-Saint-Roman. Ce type est présent à l'Abri des Pêcheurs et à l'Abri du Maras. Le néo-cortex indique une collecte dans le réseau hydrographique actif.

Le groupe des silex lacustres

Il s'agit de silex issus des calcaires crayeux ludiens du bassin d'Issirac.

Le type F124 (figure n° 14) : la série contient 3 objets de ce type. Aucun élément vraiment discriminant ne permet de rattacher ces pièces archéologiques à une formation précise au sein du bassin d'Issirac. Ce groupe générique est présent à Payre, à l'Abri du Maras et à l'Abri des Pêcheurs. Les néo-cortex indiquent une collecte en position sub-primaire et dans les alluvions des cours d'eau actifs.

Le type F124a (figure n° 15) : la série contient 12 objets de ce type. Une étude des textures plus poussée a permis de déterminer leur provenance au sein du bassin. Ces pièces archéologiques présentent de fortes similitudes avec des silex en plaquette collectés en 2006 dans la Combe des Naysses. Ce type est présent à Payre, au Maras et à l'abri des Pêcheurs. Les néo-cortex indiquent une collecte en position sub-primaire et dans les alluvions des cours d'eau actifs.

Le type F124b (figure n° 16) : la série contient 2 objets de ce type. Une étude des textures plus poussée a permis de déterminer leur provenance au sein du bassin. Ces pièces archéologiques présentent de fortes similitudes avec des silex collectés en 2006 à Vireplane, au sud-ouest d'Orgnac. Les néo-cortex indiquent une collecte en position sub-primaire et dans les alluvions des cours d'eau actifs.

Un silex d'origine indéterminé

Il s'agit d'un microfaciès qui ne correspond à aucun des échantillons géologiques de référence que nous avons consulté au cours de cette mission.

Le type F125 (figure n° 17) : la série contient 2 objets de ce type. Ce microfaciès n'a pas été observé dans les autres sites de la moyenne vallée du Rhône précédemment étudiés. L'absence de néo-cortex n'a pas permis de déterminer le type de formation dans laquelle le bloc dont est issue cette pièce a été collecté.

Conclusion

Ce travail a permis de distinguer 15 types de silex. Les indices lithologiques et l'aspect des états de surface indiquent un domaine d'exploitation ouvert vers l'est, limité à l'ouest par les contreforts du Massif central et à l'est par la vallée du Rhône. Les gîtes sources les plus proximaux se trouvent à 4 kilomètres à l'ouest du site le long de la bande jurassique inférieur et moyen. Toutes les autres zones de collecte se trouvent sur la rive gauche du Rhône formant un éventail ouvert vers l'est à partir du site. Cette zone est limitée au nord par les conglomérats de Rochemaure et au sud par les formations calcaires de Laval-Saint-Roman. Ces résultats mettent en évidence des comportements de collecte dans un environnement proximal et voisin sur des distances n'excédant pas 30 kilomètres. Les plateaux sont parcourus et certaines vallées traversées (Ardèche, Ibie). Ce travail, qui vient à la suite de l'élaboration d'un atlas des types de la moyenne vallée du Rhône et de l'étude pétroarchéologiques des séries de Payre, de l'Abri des Pêcheurs et de l'Abri du Maras, a permis de déterminer avec plus de précision la provenance de certains artefacts. Ces observations viennent confirmer que le secteur autour de Rochedolombe, le conglomérat de Rochemaure, le gîte de Rocherénard (commune de Viviers), certaines combes à proximité d'Orgnac forment un réseau de géoressources avérées et exploitées par les néanderthaliens.

Bibliographie :

BEECHING,A., BERGER,J.-F., BROCHIER, J.-L. (1994) – Exploitation et utilisation des matières premières lithiques dans les bassins du Roubion et de la Drôme : premiers constats, *in : Archéologie spatiale en Vallée du Rhône ; Espaces parcourus / Territoires exploités ; Le Groupe néolithique et son territoire : Rapport d'ATP «Grands projets en archéologie métropolitaine»*, Valence : Centre d'Archéologie Préhistorique de Valence, p. 58-63.

BINDER D. (1987) – *Le Néolithique ancien provençal. Typologie et Technologie des outillages lithiques*, Paris : CNRS (Ed.), 205 p.

BRESSY C. (dir.) (2006) – *Réseau de lithothèques en Rhône Alpes*, rapport d'activité du projet collectif de recherche, 93 p., diffusion restreinte.

BRESSY C. (dir.) (2007) – *Réseau de lithothèques en Rhône Alpes*, rapport d'activité du projet collectif de recherche, 106 p., diffusion restreinte.

BRESSY C. (dir.) (2008) – *Réseau de lithothèques en Rhône Alpes*, rapport d'activité du projet collectif de recherche, 86 p., diffusion restreinte.

BUSNARDO R., COMBEMOREL R., COTILLON P. (1977) – *Livret-guide de l'excursion Ardèche, 13-15 mai 1977*, Lyon : Université de Lyon (Ed.), 76 p.

COMBIER J. (1967) – *Le Paléolithique de l'Ardèche dans son cadre bioclimatique*, Bordeaux : Publication de l'institut de préhistoire de l'Université de Bordeaux (Ed.), 392 p.

CONTENSUZAS C. (1980) – *Le Barrémien-Bédoulien entre Viviers et Cruas*, thèse de 3ème Cycle, Université de Lyon, 172 p.

COTILLON P., FERRY S., BUSNARDO R., LAFARGE D., RENAUD B. (1979) – Synthèse stratigraphique et paléogéographique sur les faciès urgoniens du sud de l'Ardèche et du nord du Gard (France S-E), *Géobios* 12 (1), p. 121-139.

DELCEY-LEDUC F. (1961) – *Contribution à l'étude stratigraphique et micropaléontologique du Jurassique ardéchois*, thèse de 3ème Cycle, Université de Paris, 97 p.

DELVIGNE V., LAFARGE A. (2012) – Prospection et caractérisation des ressources siliceuses du Jurassique ardéchois entre Aubenas et Berrias-Casteljau, in : C. Daujeard (Dir.), *Rapport d'activité, sondage de la grotte des Barasses II (Balazuc)*, p. 118-130, diffusion restreinte.

DUNHAM R.J. (1962) – Classification of carbonate rocks according to the depositional texture, in : E.W Ham (Dir.), *Classification of carbonate rocks*, Tulsa Okla : American of petroleum geologists (Ed.), p. 108-121.

ELMI S., BUSNARDO R., CLAVEL B., CAMUS G., KIEFFER G., BERARD P., MICKAËLY B. (1996) – *Notice explicative, Carte géologique de la France (1/50 000), feuille d'Aubenas (865)*. Orléans : BRGM (Ed.), 170 p.

EMBRY A.F., KLOVAN, J.E. (1971) – A

late Devonian reef tract on north eastern Bank Island, *Bulletin of Canadian petroleum geology*, 19, p. 730-781.

FALLOT J.E. (1885) – *Etude géologique sur les étages moyens et supérieur du terrain crétacé du Sud-Est de la France*, Paris : Masson (Ed.), 268 p.

FERNANDES P., RAYNAL, J.-P. (2006) – Pétroarchéologie du silex : un retour aux sources, *Comptes rendus Palevol* 5, p. 829-837.

FERNANDES P. (2012) – *Itinéraires et transformations du silex : une pétroarchéologie refondée, application au Paléolithique moyen*, thèse de doctorat, Université Bordeaux 1, 623 p.

FERRY S. (1976) – *Cône d'épandage bioclastique en eaux profondes et glissements sous-marins dans le Barrémien et l'Aptien inférieur vocontien de la Drôme. Implications paléostрукurales*, thèse de 3ème Cycle, Université de Lyon, 144 p.

FOLK R.L. (1959) – Practical classification of limestone, *American Association of Petroleum Geologists Bulletin* 43, p. 1-38.

GIOT D., ELMI S. (1987) – Subsidence et diagenèse de la bordure ardéchoise, in : *Programme géologie profonde de la France, troisième phase d'investigation 1985-1986*, Orléans : BRGM (Ed.), p. 96-99.

JACOB C. (1907) – *Études paléontologiques et stratigraphiques sur la partie moyenne des terrains crétacés dans les Alpes françaises et les régions voisines*, thèse de doctorat, Université de Paris, 314 p.

KRUMBEIN W.C., SLOSS, L.L. (1963) – *Stratigraphy and Sedimentation. Second edition*, San Francisco, Londres : W.H. Freeman (Ed.), 660 p.

LE RIBAULT L. (1975) – *L'exoscopie méthode et application*, Paris : Compagnie française des pétroles, service géologique D.C.E.P (Ed.), 230 p.

MOULLADE M. (1966) – *Étude stratigraphique et micropaléontologique du Crétacé inférieur de la fosse vocontienne*, thèse de doctorat, Université de Lyon, 369 p.

PORTRAULT B. (1974) – *Le Crétacé supérieur de la Fosse vocontienne et des régions limitrophes (France sud-est) : micropaléontologie, stratigraphie*,

paléogéographie, thèse de doctorat, Université de Lyon, 342 p.

RENAUD B. (1978) – *Le Crétacé inférieur de la vallée de l'Ibie et de Lagorce-Rochecolombe (Ardèche) : stratigraphie, sédimentologie, analyse structurale*, thèse de 3^{ème} Cycle, Université de Lyon, 149 p.

RIO M. (1982) – *Les accidents siliceux dans le Crétacé du bassin Vocontien (Sud-Est de la France). Contribution à l'étude de la silicification des formations calcaires*, Villeurbanne : Université Claude-Bernard (Ed.), Documents du laboratoire de géologie de Lyon 84, 184 p.

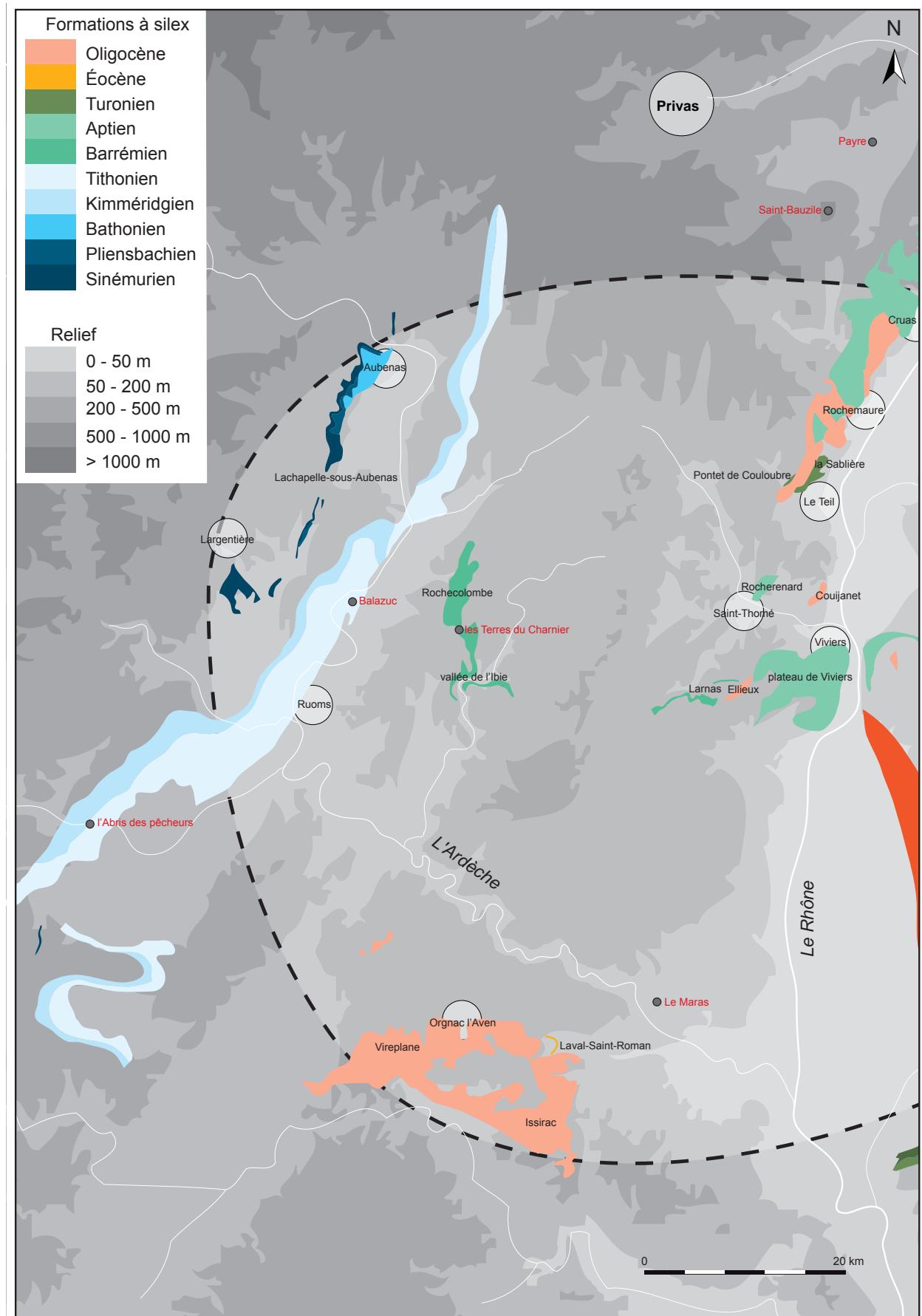
SIGNALLES C. (1980) – *Le Crétacé supérieur du département de l'Ardèche (Sud-Est de la France)* :

stratigraphie, sédimentologie, paléogéographie, thèse de 3^{ème} Cycle, Université de Lyon, 94 p.

SLIMAK L., GIRAUD, Y. (2007) – Circulations sur plusieurs centaines de kilomètres durant le Paléolithique moyen. Contribution à la connaissance des sociétés néandertaliennes, *Comptes rendus Palevol* 6, p. 359-368.

SORNAY J. (1939) – Sur la présence du Turonien dans l'ouest du bassin de Dieulefit, *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des Sciences* 209, p. 116-117.

SORNAY J. (1943) – Sur le Crétacé moyen de Viviers-sur-Rhône, *Comptes rendus sommaires de la Société géologique de France*, p. 168-169.



Section 2 - L'opération et ses résultats



Photo 1 – Échantillon 484-1, texture packstone à spicules et quartz authigène.

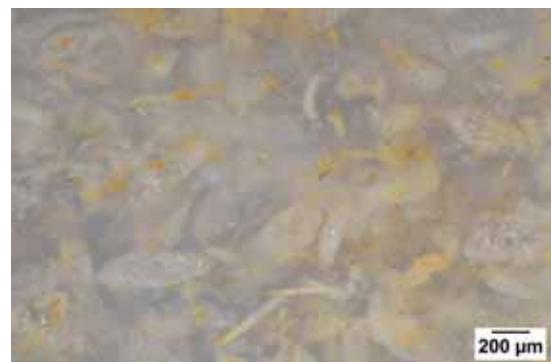


Photo 2 – Échantillon 484-1, détail de la photographie précédente.

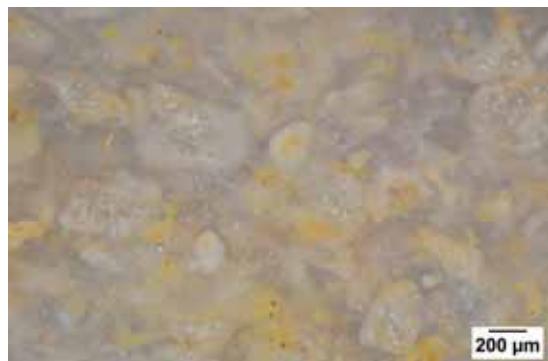


Photo 3 – Échantillon 484-1, texture packstone à clastes sub-anguleux.



Photo 4 – Échantillon 484-1, fragments de bivalves.



Photo 5 – Échantillon 484-1, clastes quartzeux et spicules.



Photo 6 – Échantillon 484-1, clastes quartzeux et spicules.

Figure 01 – Château de Rochemaure, commune de Rochemaure (07400), type F128, échantillon géologique, silex jurassique en position secondaire dans le conglomérat oligocène de Rochemaure (photos P. Fernandes, DAO P. Tallet).

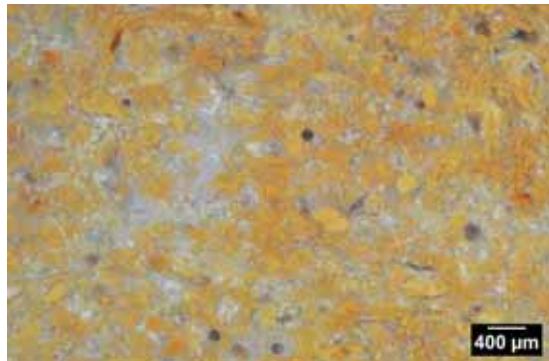


Photo 1 – Échantillon 383-3, texture packstone à bivalves, spicules et foraminifères.

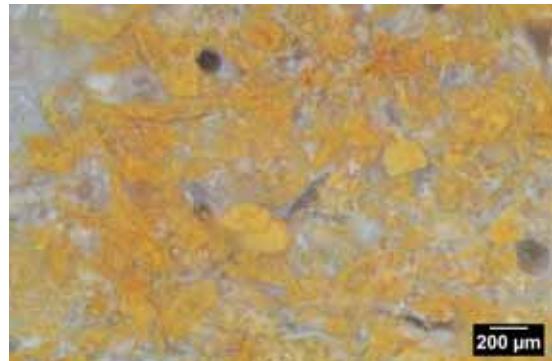


Photo 2 – Échantillon 383-3, détail de la photographie précédente.

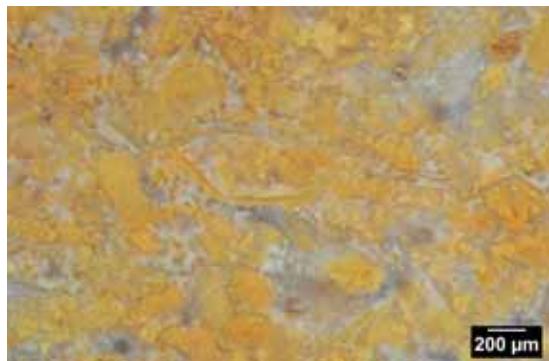


Photo 3 – Échantillon 383-3, texture packstone à débris indéterminés.

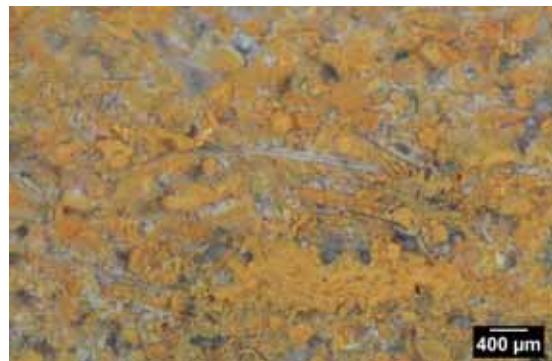


Photo 4 – Échantillon 383-3, texture packstone à fragments de bivalves.



Photo 5 – Échantillon 383-3, foraminifères, fragments de bivalves, spicules et débris indéterminés dont filaments.



Photo 6 – Échantillon 383-3, foraminifères, fragments d'algues.

Figure 02 – Château de Rochemaure, commune de Rochemaure (07400), type F128b, échantillon géologique, silex jurassique en position secondaire dans le conglomérat oligocène de Rochemaure (photos P. Fernandes, DAO P. Tallet).

Section 2 - L'opération et ses résultats

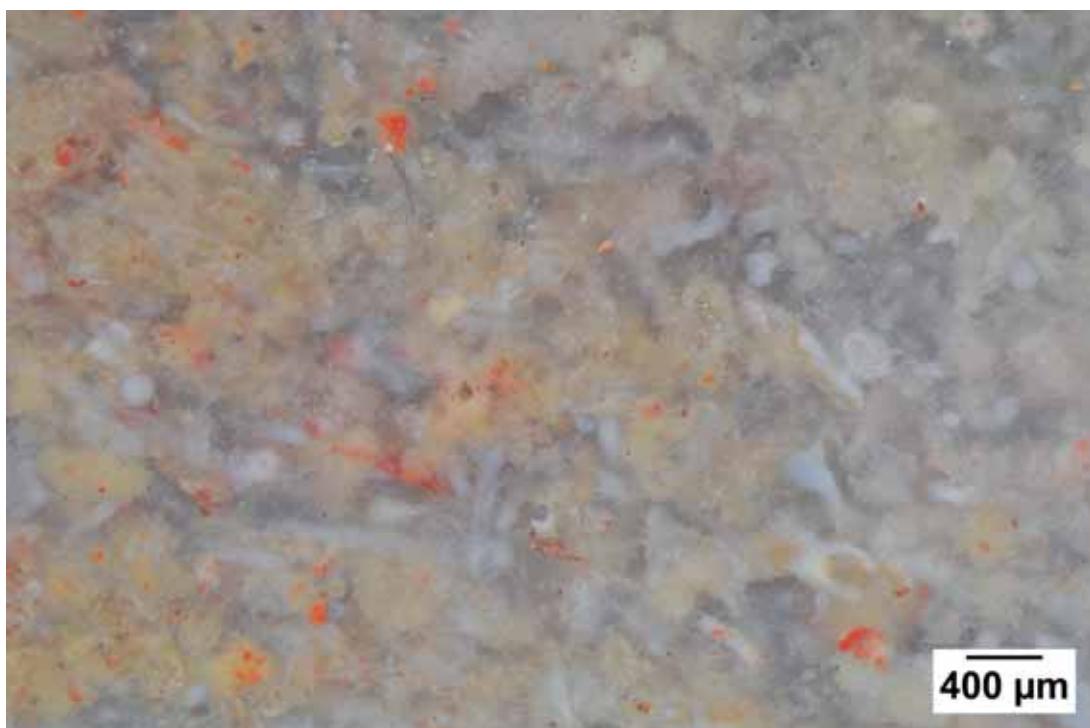


Photo 1 – Échantillon B12b, texture packstone à spicules.

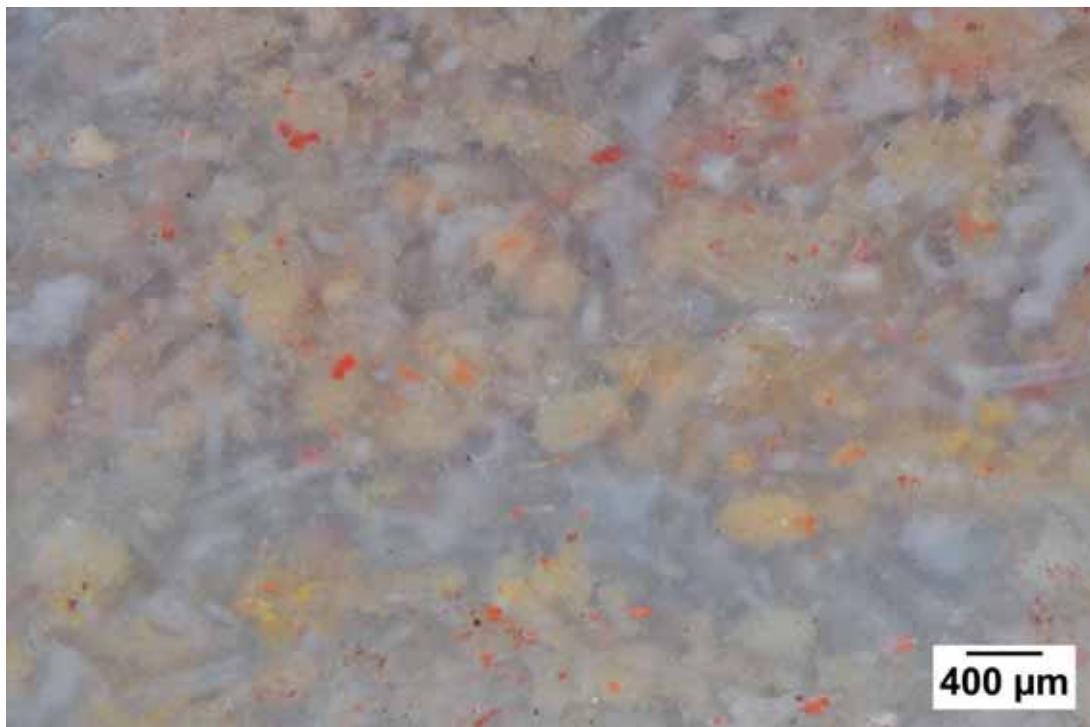


Photo 2 – Échantillon B12b, texture packstone à spicules.

Figure 03 – Col de Duranne, commune de Saint-Vincent-de-Barrés (07210), type F128, silex d'origine indéterminé (jurassique ?) en position secondaire dans le conglomérat oligocène (photos P. Fernandes, DAO P. Tallet).



Photo 1 – Échantillon 332-1, texture packstone à bivalves.



Photo 2 – Échantillon 332-1, texture packstone à foraminifères.



Photo 3 – Échantillon 332-1, porosité à forte imprégnations ferrugineuses.



Photo 4 – Échantillon 332-1, porosité inter-bioclastique envahit par la patine blanche.

Figure 04 – Ancien village, commune de Roche colombe (07200), type F128b, échantillon géologique, silex jurassique en position secondaire dans les alluvions anciens à la surface des calcaires du Barrémien supérieur à faciès urgonien (photos P. Fernandes, DAO P. Tallet).

Section 2 - L'opération et ses résultats



Photo 1 – Échantillon 385-1, texture wackestone à clastes indéterminés.



Photo 2 – Échantillon 385-1, détail de la photographie précédente, boxworks chargés en oxyde de fer.



Photo 3 – Échantillon B13a, à rhomboèdres et boxworks.



Photo 4 – Échantillon 202395, texture wackestone à clastes chargés en oxyde de fer.



Photo 5 – Échantillon 200395, clastes de tailles inférieures à 200 µm chargés en oxyde de fer.



Photo 6 – Échantillon B20a, présence de quartz détritique de 50 µm.

Figure 05 – Plateau de Cruas, commune de Saint-Vincent-de-Barrés, type F14, échantillons géologiques, silex barrémo-bédouliens en position secondaire dans les colluvions au nord du col de Duranne, Grande Côte (photos P. Fernandes, DAO P. Tallet).



Photo 1 – Échantillon 186, texture wackstone à spicules.



Photo 2 – Échantillon 190, plage packstone à bio-clastes indéterminés.



Photo 3 – Échantillon B14b, présence de foraminifère.



Photo 4 – Échantillon 197, bioclaste indéterminé.



Photo 5 – Échantillon 194, radioles.



Photo 6 – Échantillon 193, rhomboèdres.

Figure 06 – Plateau de Cruas, ferme de Duranne, commune de Saint-Vincent-de-Barrés, type F14, échantillons géologiques, silex barrémo-bédouliens en position secondaire dans les colluvions au sud du col de Duranne (photos P. Fernandes, DAO P. Tallet).

Section 2 - L'opération et ses résultats



Photo 1 – Échantillon B12c, texture wackestone à clastes indéterminés et foraminifères.



Photo 2 – Échantillon B12c, détail de la photographie précédente.



Photo 3 – Échantillon B12c, présence de rhomboèdres et de bioclastes (fragments de test).



Photo 4 – Échantillon B12c, foraminifère ?

Figure 07 – Col de Duranne, commune de Saint-Vincent-de-Barrés (07210), type F14, échantillon géologique, silex barrémo-bédoulien en position secondaire dans le conglomerat oligocène (photos P. Fernandes, DAO P. Tallet).



Photo 1 – Échantillon 383-5, limite zone sous-corticale/zone interne.



Photo 2 – Échantillon 383-5, texture mudstone et matrice totalement brune.



Photo 3 – Échantillon 383-1, texture mudstone à débris de radioles ?

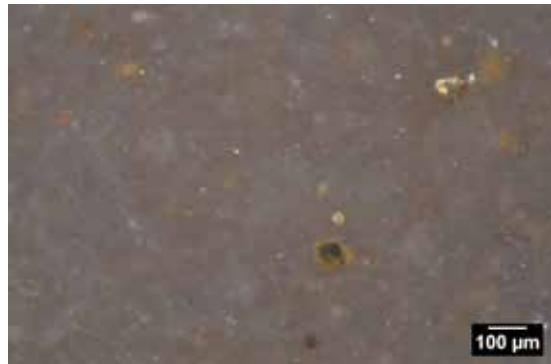


Photo 4 – Échantillon 383-1, vacuole imprégnée de brun.



Photo 5 – Échantillon 383-1, texture mudstone.



Photo 6 – Échantillon 383-1, texture mudstone à rhomboèdres.

Figure 08 – Château de Rochemaure, commune de Rochemaure (07400), type F14, échantillons géologiques, silex barrémo-bédoulien en position secondaire dans le conglomérat oligocène de Rochemaure (photos P. Fernandes, DAO P. Tallet).

Section 2 - L'opération et ses résultats



Photo 1 – Échantillon 384-2, texture wackestone à clastes chargés en oxyde de fer.



Photo 2 – Échantillon 384-2, texture wackestone à section de gastéropode.

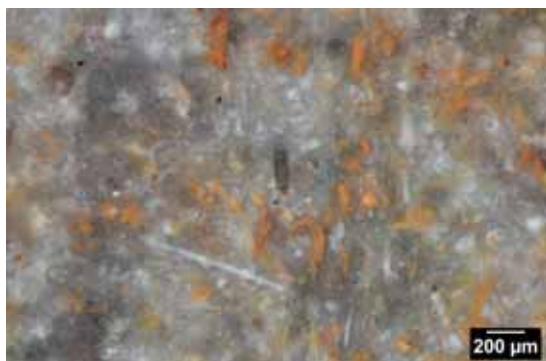


Photo 3 – Échantillon 384-2, présence d'Incaertae Sedis et de spicules.



Photo 4 – Échantillon 384-2, présence de foraminifère benthique (Miliolidés ?).



Photo 5 – Échantillon 384-2, foraminifères benthiques indéterminés chargés en oxyde de fer, présence de grains de quartz.



Photo 6 – Échantillon 384-2, débris de bryozoaire.

Figure 09 – Pontet, commune du Teil (07400), type F13, échantillon géologique, silex barrémo-bédoulien à foraminifère et spicules en position secondaire dans le conglomérat oligocène du Teil (photos P. Fernandes, DAO P. Tallet).



Photo 1 – Échantillon 338-1, texture mudstone et imprégnations jaune au blond.



Photo 2 – Échantillon 338-1, texture mudstone à éléments à section de spicules.



Photo 3 – Échantillon 338-1, zone sous-corticale à spicule triaxone.



Photo 4 – Échantillon 338-1, débris de spongiaire à géode de quartz.

Figure 10 – Pontet, commune du Teil (07400), type F14, échantillon géologique, silex barrémo-bédoulien en position secondaire dans le conglomérat oligocène du Teil (photos P. Fernandes, DAO P. Tallet).

Section 2 - L'opération et ses résultats



Photo 1 – Échantillon 336-3, texture wackestone à *Incertae Sedis*.

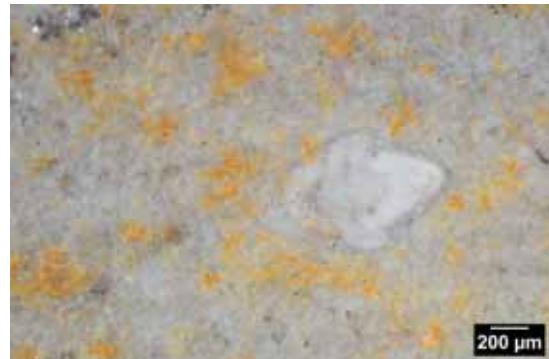


Photo 2 – Échantillon 336-1, foraminifère benthique indéterminé.

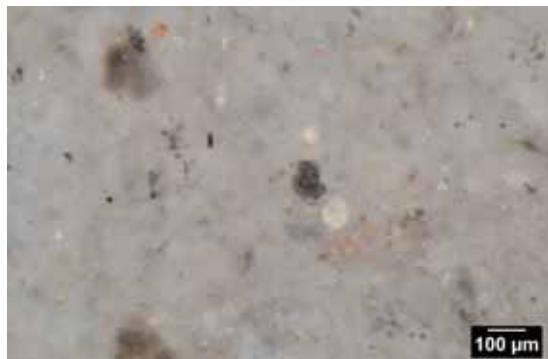


Photo 3 – Échantillon 336-3, texture wackestone à foraminifères.



Photo 4 – Échantillon 336-3, texture wackestone à *Glomospira* et *Incertae Sedis*.



Photo 5 – Échantillon 336-3, à grains de quartz et dynoflagellé ?



Photo 6 – Échantillon 336-3, à débris indéterminés.

Figure 11 – Rocherénard, commune de Viviers (07220), type F121, échantillons géologiques, silex barrémobédouliens à foraminifères benthiques (photos P. Fernandes, DAO P. Tallet).



Photo 1 – Échantillon 490-1, texture mudstone.



Photo 2 – Échantillon 490-1, texture mudstone.



Photo 3 – Échantillon 490-1, quartz détritique.



Photo 4 – Échantillon 490-1, débris noirs non identifiés.

Figure 12 – Palas, commune de Rocheocolombe (07200), type F14, échantillon géologique, silex barrémobédoulien en position secondaire dans les colluvions à la surface des calcaires du Barrémien supérieur à faciès urgonien (photos P. Fernandes, DAO P. Tallet).

Section 2 - L'opération et ses résultats



Photo 1 – Échantillon 333-1, texture wackestone à spicules.



Photo 2 – Échantillon 333-1, détail de la photographie précédente.



Photo 3 – Échantillon 333-1, foraminifère indéterminé et quartz détritique.



Photo 4 – Échantillon 333-1, algues, fragments de bivalve et autres bioclastes indéterminés.



Photo 5 – Échantillon 333-1, plage packstone, zone bioturbée.



Photo 6 – Échantillon 333-1, crinoïde, article de pédoncule.

Figure 13 – Terre du Charnier, commune de Lagorce (07150), type F14, échantillon géologique, silex barémboédoulien à spicules en position sub-primaire (photos P. Fernandes, DAO P. Tallet).



Photo 1 – Échantillon B28a, texture wackestone évoluant vers le mudstone à spicules entrecroisés.



Photo 2 – Échantillon B28a, claste indéterminé chargé en oxyde de fer.



Photo 3 – Échantillon B28a, quartz détritique.



Photo 4 – Échantillon B28a, grains détritiques indéterminés.

Figure 14 – Couste, carrière Laffarge, commune du Teil (07400), type F14b, échantillon géologique, silex en position primaire dans les calcaires barrémo-bédouliens à faciès urgoniens (photos P. Fernandes, DAO P. Tallet).

Section 2 - L'opération et ses résultats



Photo 1 – Échantillon 484, texture packstone à clastes indéterminés.



Photo 2 – Échantillon 484, texture packstone à clastes indéterminés.

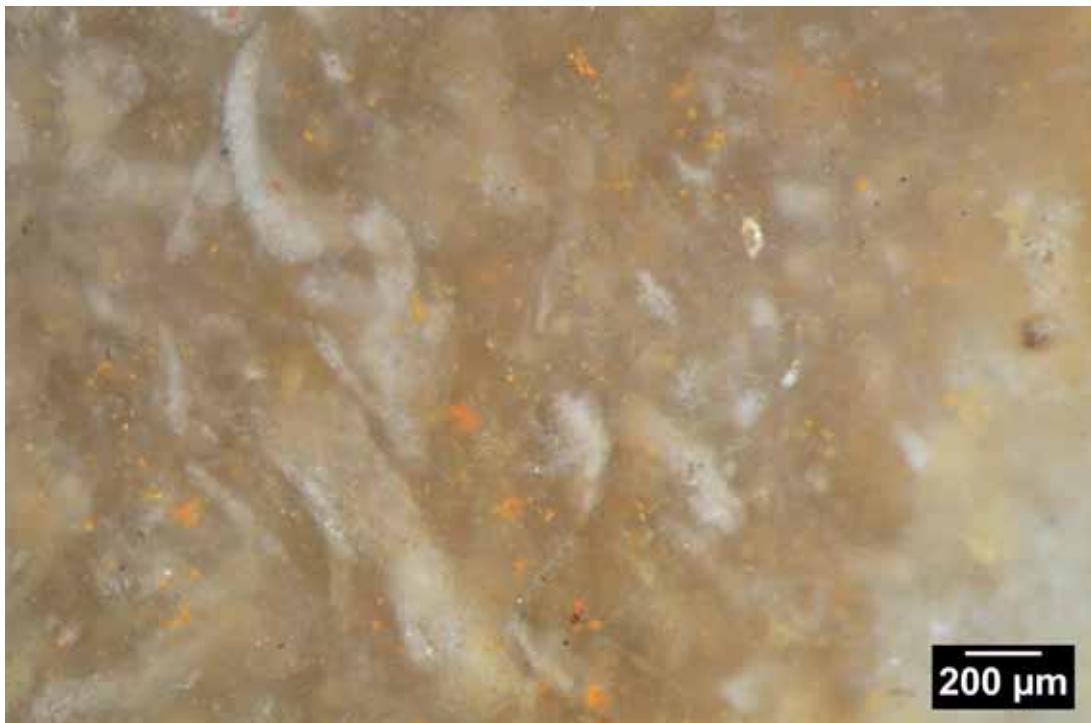


Photo 3 – Échantillon 484, texture packstone à clastes indéterminés.

Figure 15 – Les Faysses, commune de Rochemaure (07400), type F145, échantillon, géologique, silex Turonien en position secondaire dans le conglomérat oligocène de Rochemaure (photos P. Fernandes, DAO P. Tallet).



Photo 1 – Échantillon D2-39, texture packstone à spicules et clastes indéterminés.



Photo 2 – Échantillon D2-39, texture packstone à clastes indéterminés.



Photo 3 – Échantillon D2-39, texture packstone à clastes subanguleux.



Photo 4 – Échantillon D2-39, formes tubulaires d'origine indéterminée.



Photo 5 – Échantillon D2-39, clastes épigénisés par le quartz et foraminifère.



Photo 6 – Échantillon D2-39, présence d'un foraminifère benthique.

Figure 16 – Camp d'Orgnac, commune d'Orgnac-l'Aven (07150), type F172, échantillon géologique, silex marin en position secondaire à la surface des calcaires barrémo-bédouliens à faciès urgoniens de l'anticlinal du Bois de Ronze (photos P. Fernandes, DAO P. Tallet).

Section 2 - L'opération et ses résultats



Photo 1 – Échantillon 474-1, texture packstone, matrice chargée en oxyde de fer.



Photo 2 – Échantillon 474-1, texture packstone à articles de crinoïde.



Photo 3 – Échantillon 477-1, texture packstone.



Photo 4 – Échantillon 477-1, texture packstone à clastes épigénésés en quartz et foraminifères.



Photo 5 – Échantillon 477-1, texture packstone.



Photo 6 – Échantillon 477-1, texture packstone.

Figure 17 – Échantillons géologiques 474 (Petite Bellane, commune de Salettes) et 477 (La Siege, commune d'Aleyrac), type F145, silex turoniens en position secondaire dans les colluvions issus des calcaires crayeux à silex (photos P. Fernandes, DAO P. Tallet).



Photo 1 – Échantillon 475-o, texture packstone, matrice chargée en oxyde de fer.



Photo 2 – Échantillon 475-o, présence de grains de glauconie.



Photo 3 – Échantillon 475-o, foraminifère benthique indéterminé.



Photo 4 – Échantillon 475-o, section de bryozoaire.

Figure 18 – Petite Bellane, commune de Salettes (26160), type F145c, échantillon géologique, silex turonien en position primaire dans les calcaires crayeux à silex (photos P. Fernandes, DAO P. Tallet).

Section 2 - L'opération et ses résultats



Photo 1 – Échantillon 478-2, texture packstone, absence d'oxyde de fer.



Photo 2 – Échantillon 478-2, texture packstone, absence d'oxyde de fer.



Photo 3 – Échantillon 478-2, texture packstone, absence d'oxyde de fer.



Photo 4 – Échantillon 478-2, texture packstone, absence d'oxyde de fer.



Photo 5 – Échantillon 478-2, texture packstone, absence d'oxyde de fer.



Photo 6 – Échantillon 478-2, texture packstone, absence d'oxyde de fer.

Figure 19 – Champ Tortel, commune d'Aleyrac (26770), type F145d, échantillon géologique, silex turonien en position sub-primaire dans les colluvions issus des calcaires crayeux à silex (photos P. Fernandes, DAO P. Tallet).



Photo 1 – Échantillon 476-o, texture packstone à grains de quartz et de glauconie, zone sous-corticale.



Photo 2 – Échantillon 476-o, présence de glauconie.



Photo 3 – Échantillon 476-o, spicules.



Photo 4 – Échantillon 476-o, test indéterminé.



Photo 5 – Échantillon 476-o, clastes indéterminés.



Photo 6 – Échantillon 476-o, fragments de spicules.

Figure 20 – Serre du Buisson, commune de la Bégude-de-Mazenc, type F145e, échantillon géologique, silex turonien en position primaire dans les calcaires crayeux à silex (photos P. Fernandes, DAO P. Tallet).

Section 2 - L'opération et ses résultats



Photo 1 – Échantillon 384-1, texture wackestone à pseudoolithes, certains sont interprétés comme des cocons d'insectes.



Photo 2 – Échantillon 384-1, texture wackestone à pseudoolithes.



Photo 3 – Échantillon 384-1, forme oncolithique.

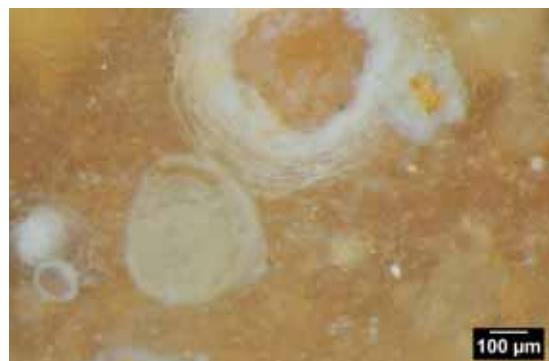


Photo 4 – Échantillon 384-1, détail de la photographie précédente.



Photo 5 – Échantillon 384-1, texture à oncoïdes.



Photo 6 – Échantillon 384-1, détail de la photographie précédente.

Figure 21 – Pontet, commune du Teil (07400), type F165, échantillon géologique, silex issus des calcrètes éocènes en position secondaire dans le conglomérat oligocène du Teil (photos P. Fernandes, DAO P. Tallet).



Photo 1 – Échantillon 182, texture wackestone à oncoïde, matrice chargée d'oxyde de fer.

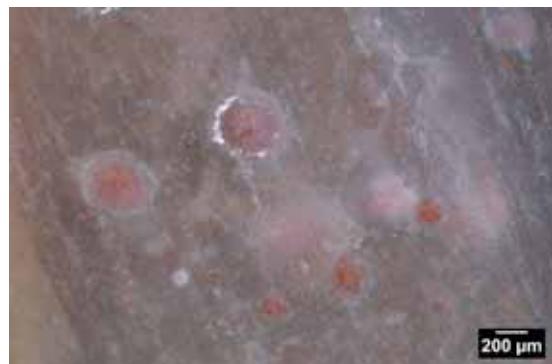


Photo 2 – Échantillon 184, texture wackestone à pseudoolithes interprétés comme des cocons d'insectes.



Photo 3 – Échantillon 173, texture wackestone à pseudoolithes dans lumps.

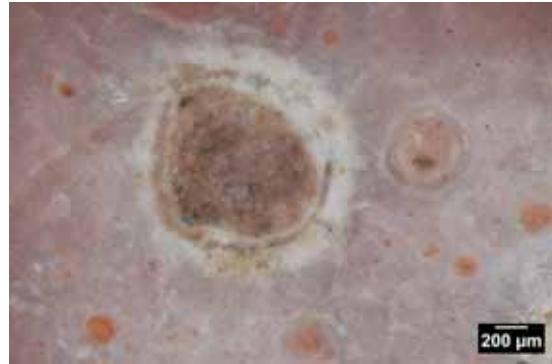


Photo 4 – Échantillon 175, texture wackestone à pseudoolithes.



Photo 5 – Échantillon 176, lumps.

Figure 22 – Pantecouste, commune de Laval-Saint-Roman (30760), type F165, échantillons géologiques, silex en position primaire à la base des calcrètes éocènes (photos P. Fernandes, DAO P. Tallet).

Section 2 - L'opération et ses résultats



Photo 1 – Échantillon 337-14, texture mudstone à sphérolites de calcédoine.



Photo 2 – Échantillon 337-14, à section de gastéropode et dendrites.



Photo 3 – Échantillon 337-14, forme dendritique.



Photo 4 – Échantillon 337-14, section de gastéropode.



Photo 5 – Échantillon 337-14, débris de tests indéterminés.



Photo 6 – Échantillon 337-14, débris de tests indéterminés.

Figure 23 – Pantecouste, commune de Laval-Saint-Roman (30760), type F165b, échantillon géologique, silex en position primaire dans les calcrètes à planorbis (photos P. Fernandes, DAO P. Tallet).



Photo 1 – Échantillon F124c, texture wackestone à gyrogonites.

Figure 24 – La Cour de Guiraud, commune de Laval-Saint-Roman (30760), type F124, échantillon géologique, silex en position primaire dans les calcaires lacustres ludiens au sud de Laval-Saint-Roman (photos P. Fernandes, DAO P. Tallet).

Section 2 - L'opération et ses résultats



Photo 1 – Échantillon 214, texture wackestone à débris de characées.



Photo 2 – Échantillon 215, présence de gyrogonite, biozone de Montmartre.



Photo 3 – Échantillon 212, texture wackestone à débris de characées.



Photo 4 – Échantillon 387-0, présence de clastes carbonatés.



Photo 5 – Échantillon 387-0, présence de clastes carbonatés.



Photo 6 – Échantillon 387-0, débris de characées.

Figure 25 – Puech Mouton, commune de Montclus (30630), type F124e, échantillons géologiques, silex noir à débris de characées en position sub-primaire issu des calcaires lacustres blancs de Beruas (Ludien) (photos P. Fernandes, DAO P. Tallet).



Photo 1 – Échantillon F124d, texture wackestone à clastes indéterminés.



Photo 2 – Échantillon F124d, texture wackestone, matrice chargée en oxyde de fer, imprégnation par les fissures.



Photo 3 – Échantillon F124d, détail de la photographie précédente.

Figure 26 – Cassagnole , commune d'Orgnac-l'Aven (07150), type F124d, échantillon géologique, silex issu des calcaires crayeux lacustres du bassin d'Issirac (Ludien) (photos P. Fernandes, DAO P. Tallet).

Section 2 - L'opération et ses résultats



Photo 1 – Échantillon 493-0, texture wackestone à *planorbis*.



Photo 2 – Échantillon 493-0, texture wackestone à *gyrogonites*.



Photo 3 – Échantillon 493-4, texture wackestone à *gastéropode*.



Photo 4 – Échantillon 493-1, texture wackestone à *characées*.



Photo 5 – Échantillon 493-1, bioclastes indéterminés.



Photo 6 – Échantillon 493-1, bioclastes indéterminés.

Figure 27 – Vireplane, commune d'Orgnac-l'Aven (07150), type F124b, échantillons géologiques, silex issus des calcaires crayeux lacustres du bassin d'Issirac (Ludien) (photos P. Fernandes, DAO P. Tallet).



Photo 1 – Échantillon 492-2, texture wackestone à gastéropode (Potamides ?).



Photo 2 – Échantillon 492-2, section de gastéropode à géode de quartz.

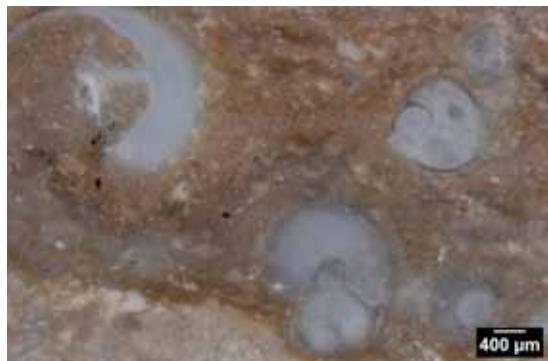


Photo 3 – Échantillon 492-2, débris et sections de gastéropodes.



Photo 4 – Échantillon 492-2, texture packstone à gastéropodes et algues.



Photo 5 – Échantillon 492 20170, texture mudstone, gyrogonite à géode de quartz



Photo 6 – Échantillon 492-20171, texture mudstone.

Figure 28 – Combe des Naysses, commune d'Orgnac-l'Aven (07150), type F124a1, échantillons géologiques, silex issus des calcaires crayeux lacustres du bassin d'Issirac (Ludien) (photos P. Fernandes, DAO P. Tallet).

Section 2 - L'opération et ses résultats



Photo 1 – Échantillon 163, texture wackestone à débris de gastropodes.



Photo 2 – Échantillon 492-4, plage mudstone.



Photo 3 – Échantillon 164, gastéropode.



Photo 4 – Échantillon 168, gastéropode.



Photo 5 – Échantillon 169, bioclastes indéterminés.



Photo 6 – Échantillon 165, présence de racines.

Figure 29 – Combe des Naysses, commune d'Orgnac-l'Aven (07150), type F124a2, échantillons géologiques, silex issus des calcaires crayeux lacustres du bassin d'Issirac (Ludien) (photos P. Fernandes, DAO P. Tallet).



Photo 1 – Échantillon 492-3, texture boundstone à tapis algaire.

Figure 30 – Combe des Naysses, commune d'Orgnac-l'Aven (07150), type F124a3, échantillon géologique, silex issu des calcaires crayeux lacustres du bassin d'Issirac (photos P. Fernandes, DAO P. Tallet).

Section 2 - L'opération et ses résultats



Photo 1 – Échantillon 492-1, texture wackestone à characées.



Photo 2 – Échantillon 492-1, tiges de characées.



Photo 3 – Échantillon 492-1, débris de characées.



Photo 4 – Échantillon 492-1, bioclastes indéterminés.



Photo 5 – Échantillon 492-1, débris de gastéropode ?



Photo 6 – Échantillon 492-1, zone mudstone à organisme indéterminé (foraminifère ?).

Figure 31 – Combe des Naysses, commune d'Orgnac-l'Aven (07150), type F124a4, échantillon géologique, silex issu des calcaires crayeux lacustres du bassin d'Issirac (Ludien) (photos P. Fernandes, DAO P. Tallet).



Photo 1 – Échantillon F199, texture wackestone à cristaux lenticulaires, faciès évaporitique.



Photo 2 – Échantillon F199, cristaux lenticulaires de gypse pseudomorphosés en quartz.



Photo 3 – Échantillon F199, texture wackestone.



Photo 4 – Échantillon F199, présence de tiges de characées.

Figure 32 – Commune de Divajeu (26400), type F199, échantillon géologique, silex lacustre à palustre issu des calcaires oligocènes supérieurs (photos P. Fernandes, DAO P. Tallet).

Section 2 - L'opération et ses résultats



Photo 1 – Échantillon F198, texture wackestone à gastéropodes (*hymnaea* ?)

Figure 33 – Champ d'étoile, commune de Roynac (26450), type F198, échantillon géologique, silex issu des calcaires lacustres blancs du Stampien (photos P. Fernandes, DAO P. Tallet).



Photo 1 – Échantillon F193, texture mudstone.

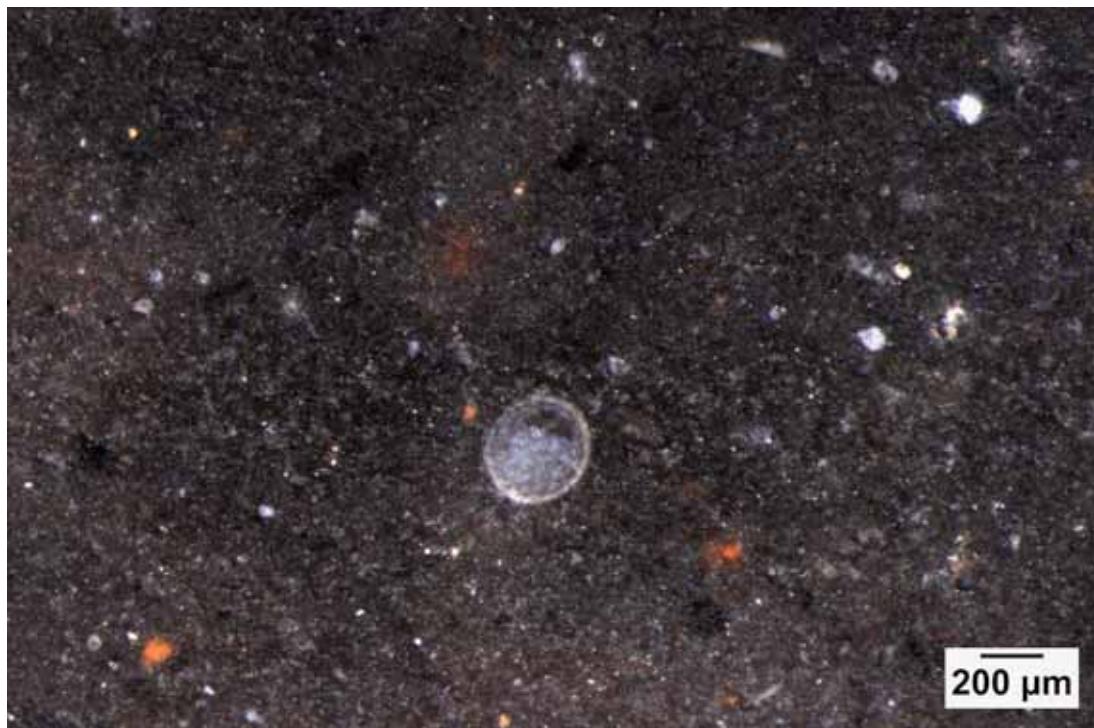


Photo 2 – Échantillon F193, texture mudstone à rares characées.

Figure 34 – Les Touches, commune d'Autichamp, type F193, échantillon géologique, silex issu des calcaires lacustres de l'Oligocène supérieur (photos P. Fernandes, DAO P. Tallet).

silex/lurassiques										silex Barrémio-Bédouiliens			silex étagés indéterminés			
groupes	types	type F25	type D900	F123	F14 à foraminifères benthiques	F14 à spicules	F121 à Glossospirae	F125 péloïde	F126							
confère gîte	Aubenas-La Chapelle-sous-Aubenas	secteur d'Aubenas	indéterminé	Rochelecombe	Rochemare, Saint-Thomé, Rochelecombe et indéterminé	Rochemare conglomérat	Viviers (Rocherhard)	silex marin à faunes planctonique et benthique	indéterminé							
nature	silex marin péloïde à crinoides	silex marin à filaments calcaire massif biomimétique à <i>Cancellypticus</i>	indéterminé	calcaires urgoniens	silex marin à faune benthique	silex marin à faunes planctonique et benthique	silex marin à faunes planctonique et benthique	silex marin à faunes planctonique et benthique	silex marin à faunes planctonique et benthique	(chert) marin à facies détritique						
type d'encaissant	calcaire micritique	rognons	indéterminé	rognons	blocs roulés et rognons	calcaires à silex	conglomérat oligocène	calcaires urgoniens	rognons	indéterminé	indéterminé	indéterminé	indéterminé	indéterminé	indéterminé	
habitus	bancs et lentilles décmétriques	absent	absent	colluvial et alluvial	alluvial, alluvial et alluvial ancien	alluvial ancien	alluvial et colluvial	sub-primaire et colluvial	absent	colluvial	colluvial	colluvial	colluvial	colluvial	colluvial	
néo-cortex	couleur d'origine	noire	noire	absente	absente	absente	absente	absente	absente	absente	absente	absente	absente	absente	absente	
couleur accusée	grise à brune	grise à brune	grise à rouge	beige à rouge	beige à brun total	beige à brun total	beige à brune	brun rouge								
porosité	géodes et boxworks	vacuoles	vacuoles et boxworks fréquentes	intracristallite	non observée	non observée	boxworks	non observée								
structure	bioturbée	bioclastique	bioclastique	homogène	homogène	homogène	homogène	homogène	homogène	homogène	homogène	homogène	homogène	homogène	homogène	
texture apparente	packstone	packstone	packstone	wackestone	wackestone	wackestone	wackestone	wackestone	wackestone	wackestone	wackestone	wackestone	wackestone	wackestone	wackestone	
texture d'origine	absente	absente	absente	absente	absente	absente	absente	absente	absente	absente	absente	absente	absente	absente	absente	
texture acutisée	microcristalline	microcristalline	microcristalline	microcristalline	microcristalline	microcristalline	microcristalline	microcristalline	microcristalline	microcristalline	microcristalline	microcristalline	microcristalline	microcristalline	microcristalline	
matrice	calcédoine	calcédoine	calcédoine	calcédoine	calcédoine	calcédoine	calcédoine	calcédoine	calcédoine	calcédoine	calcédoine	calcédoine	calcédoine	calcédoine	calcédoine	
minéralogie authigène	quartz 400 µm	rhombôdres	quartz, carbonate, pyrite	carbonate	carbonate	carbonate	carbonate	pyrite	quartz							
minéralogie maléure	quartz 200 µm	quartz	quartz et débris noir	non observées	non observées	non observées	non observées	quartz et débris noir	non observées							
minéralogie détritiques	détritiques	abondants	abondants	rares 50 à 100 µm	mircritisation 10 µm	mircritisation 10 µm	mircritisation 10 µm	mircritisation 10 µm	abondants							
phases	ooolithes	absentes	absentes	absentes	absentes	absentes	absentes	absentes	absentes	absentes	absentes	absentes	absentes	absentes	absentes	
ooolithes	lamellaires	lamellaires	anguleux	anguleux	anguleux	anguleux	anguleux	anguleux	anguleux	anguleux	anguleux	anguleux	anguleux	anguleux	anguleux	
clastes	sphéroïdaux, roulés	organismes mous, squelettes segmentés et creux	organismes mous, squelettes segmentés et creux	organismes mous, squelettes segmentés et creux	organismes mous, squelettes segmentés et creux	organismes mous, squelettes segmentés et creux	organismes mous, squelettes segmentés et creux	organismes mous, squelettes segmentés et creux	organismes mous, squelettes segmentés et creux	organismes mous, squelettes segmentés et creux	organismes mous, squelettes segmentés et creux	organismes mous, squelettes segmentés et creux	organismes mous, squelettes segmentés et creux	organismes mous, squelettes segmentés et creux	organismes mous, squelettes segmentés et creux	
bioclastes	éléments figuriés	50%	40%	30%	modéré	bon										
abondance	clastes	bon	faible	bon	modéré	modéré	modéré	modéré	modéré	modéré	modéré	modéré	modéré	modéré	modéré	
clastes taille moyenne	200 à 400 µm	150 µm à 1 mm	100 à 400 µm	200 µm à 1 mm	100 à 400 µm	100 à 400 µm	100 à 400 µm	100 à 400 µm	100 à 400 µm	100 à 400 µm	100 à 400 µm	100 à 400 µm	100 à 400 µm	100 à 400 µm	100 à 400 µm	
clastes forme sphérique	0,7-0,9-0,3	0,1-0,1-0,7-0,1	0,3-0,3-0,7-0,9	0,7-0,3	0,7-0,3	0,7-0,3	0,7-0,3	0,7-0,3	0,7-0,3	0,7-0,3	0,7-0,3	0,7-0,3	0,7-0,3	0,7-0,3	0,7-0,3	
débris de végétaux	Indéterminés	filaments	filaments	Dasydiadées	non observées	non observées	non observées	non observées	non observées	non observées	non observées	non observées	non observées	non observées	non observées	
macrofaune	micrônidae-bivalves	bivalves-crinoïdes	bivalves-crinoïdes rares	ostreocordes	bivalves	bivalves	bivalves	bivalves	bivalves	bivalves	bivalves	bivalves	bivalves	bivalves	bivalves	
Nannofoaune	non observée	non observée	non observée	non observée	non observée	non observée	non observée	non observée	non observée	non observée	non observée	non observée	non observée	non observée	non observée	
spongiliens	présents	présents	fréquents	rares	présents	fréquents										
Bryozoaires	non observés	probables	probables	probables	probables	probables	probables	probables	probables	probables	probables	probables	probables	probables	probables	
foraminifères	divers	indéterminés	débris ligneux	échinides	grands et petits benthiques	grands et petits benthiques	grands et petits benthiques	grands et petits benthiques	petits benthiques à patine noire							
composants détritiques et biologiques	paléogéographie plate-forme externe	majoritairement biologiques	essentiellement biologiques	essentiellement biologiques	essentiellement biologiques	essentiellement biologiques	essentiellement biologiques	essentiellement biologiques	essentiellement biologiques	essentiellement biologiques	essentiellement biologiques	essentiellement biologiques	essentiellement biologiques	essentiellement biologiques	essentiellement biologiques	
âge	Sinémurien	Bathonien moyen	Indéterminé	Barrémio-Bédoulien	Barrémio-Bédoulien	Barrémio-Bédoulien	Barrémio-Bédoulien	Barrémio-Bédoulien	Barrémio-Bédoulien	Barrémio-Bédoulien	Barrémio-Bédoulien	Barrémio-Bédoulien	Barrémio-Bédoulien	Barrémio-Bédoulien	Barrémio-Bédoulien	
objets observés en 2014 : 167 dont 143 silex caractérisés	4 objets	1 objet	17 objets	9 objets	64 objets	9 objets	9 objets	9 objets	2 objets							

Figure 35 – Tableau synthétique de Balazuc (1/2).

groupes	silex turonien	silcrete lutétien me	silex lacustres		
types	F145c	F165	F124	F124a	F124b
confère gîte	Rochemaire, Le Teil (le Pontet), Carsan, Petite Bellane, Salettes	Laval-Saint-Roman, Ellieux	bassin d'Issirac	Orgnac	Vireplane (Orgnac)
nature	silex marin à facies détritique	silcrete à pseudolithites	silex lacustre	silex à débris de characées	silex lacustre à gastropodes
type d'encaissant	calcaires grésoglaconieux planorbis	calcaires à strophostoma et planorbis	calcaires crayeux	calcaires crayeux	calcaires crayeux
habitus	indéterminé	bloc roulé	plaquette	plaquette	plaquette
néo-cortex	alluvial	alluvial	alluvial et sub-primaire	sub-primaire et alluvial	sub-primaire et alluvial
couleur	absente	absente	grise	absente	absente
couleur	brun	brun rouge	blanche	beige à brune	beige à brune
porosité	géodes	intraclastique	intraclastique	non observée	non observée
structure	homogène	homogène	homogène	homogène	litée
abondance	wackestone	wackestone	packstone	packstone	wackestone
texture	absente	absente	wackestone	absente	absente
acouise	microcristalline	microcristalline	microcristalline	microcristalline	microcristalline
minéralogie authentique	calcédoine	calcédoine	calcédoine	calcédoine	calcédoine
minéralogie secondaire	quartz 100 µm, glaconie altérée?	quartz, carbonate	quartz	quartz	quartz
phases détritiques	quartz	quartz	non observées	indéterminé noir mat	non observées
pellets	micritisation 10 µm	absentes	absentes	absents	absents
oolithes	absentes	absentes	absentes	absentes	absentes
clastes	sub-anguleux	sphérioidaux	sub-anguleux	sub-anguleux	sub-anguleux
bioclastes	squelettes segmentés, branchus et creux, organismes mous	indéterminés	squelettes creux	organismes mous	squelettes creux
éléments figurés	30%	40%	50% à 20 %	50%	30%
abondance	modéré	faible	faible	très faible	bon
clastes	classification taille	400 µm à 800 µm	50 à 600 µm	300 à 400 µm	> 1nm
classes forme sphérique	0,9-0,1	0,9-0,9	0,7-0,1	0,5-0,3	non mesuré
arrondi	indéterminés	onctuosités?	characées	characées abondants	non observées
débris de végétaux	gastropodes-schizidines	non observée	<i>Striatella</i>	ostreocôte	lymnes
macrofaune	Non observée	non observée	non observée	non observée	non observée
classes forme spongiaires	rares	absents	absents	absents	absents
Bryozaires	<i>Cheilostomes</i>	absents	absents	absents	absents
foraminifères	moyens benthiques 400 µm	absents	absents	absents	absents
divers	indéterminés	onctides	indéterminés	indéterminés	indéterminés
composants paléogeographie	majoritairement détritique ie	essentiellement chimiques continental-palustre	essentiellement biologique lacustre	essentiellement biologiques lacustre	essentiellement biologiques lacustre
âge	Turonien	lutétien	Lutien	Lutien inférieur et moyen	Lutien inférieur et moyen
objets observés en 2014 : 167	2 objets	2 objets	3 objets	12 objets	2 objets

Figure 35 – Tableau synthétique de Balazuc (2/2.)

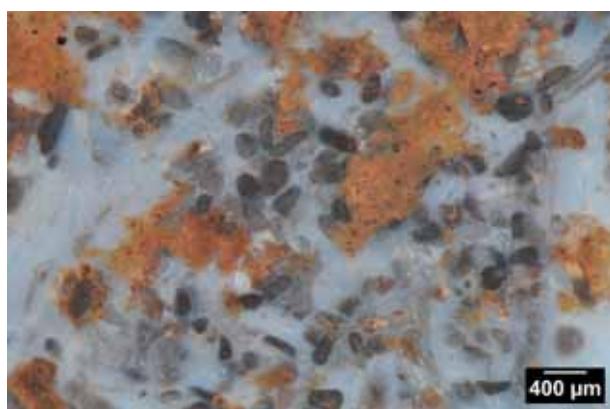


Photo 1 – Échantillon archéologique n° 196b, aspect général de la texture péloïde (*packstone*).



Photo 2 – Échantillon archéologique n° 196b, détail de la photographie précédente.



Photo 3 – Échantillon archéologique n° 196b, texture à spicules et rhomboèdres ferruginisés.

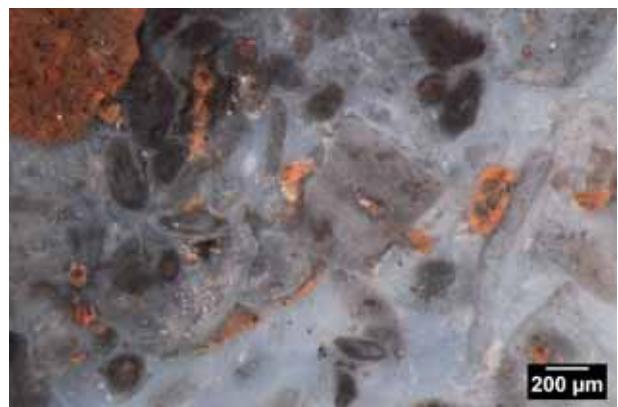


Photo 4 – Échantillon archéologique n° 196b, pellets, algues et crinoïdes.



Photo 5 – Échantillon archéologique n° 196b, texture à bivalves, clastes et vacuoles ferruginisés.

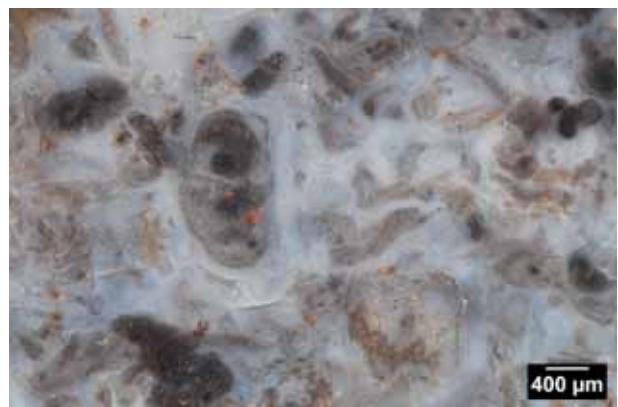


Photo 6 – Échantillon archéologique n° 198b, débris d'algue et crinoïdes.

Figure 36 – Balazuc. Type F35, silex péloïde à crinoïdes du Sinémurien d'Aubenas (photos P. Fernandes, DAO P. Tallet).



Photo 1 – Échantillon archéologique n° US4-DEC2, aspect général de la texture packstone à filaments.



Photo 2 – Échantillon archéologique n° US4-DEC2, détail de la photographie précédente.



Photo 3 – Échantillon archéologique n° US4-DEC2, débris fibreux noir.



Photo 4 – Échantillon archéologique n° US4-DEC2, crinoïde.



Photo 5 – Échantillon archéologique n° US4-DEC2, foraminifère indéterminé.



Photo 6 – Échantillon archéologique n° US4-DEC2, sections de spicules.

Figure 37 – Balazuc. Type D500, silex à filaments et spicules du Bathonien moyen d'Aubenas (photos P. Fernandes, DAO P. Tallet).



Photo 1 – Échantillon archéologique n° G11-33, aspect général de la texture packstone à spicules.



Photo 2 – Échantillon archéologique n° G11-33, détail de la Photo précédente à spicules et filaments.



Photo 3 – Échantillon archéologique n° G11-33, détail de la précédente, pyrite et vacuoles.

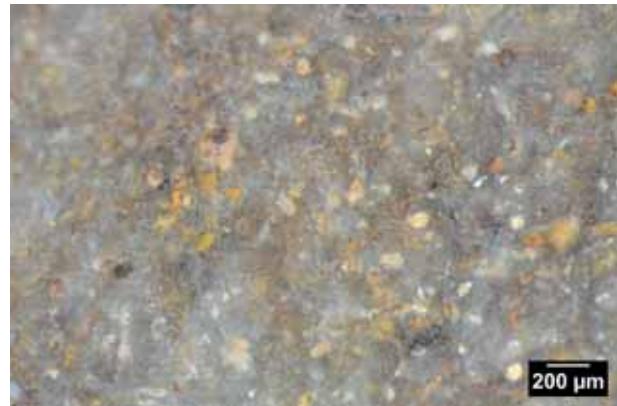


Photo 4 – Échantillon archéologique n° G11-33, texture à vacuoles ferruginisées.



Photo 5 – Échantillon archéologique n° G10-223B, texture à foraminifères et rhomboèdres.



Photo 6 – Échantillon archéologique n° G11-33, filaments, spicules et vacuoles.

Figure 38 – Balazuc. Type F123, silex marins attribuables au Jurassique, à spicules et filaments (photos P. Fernandes, DAO P. Tallet).

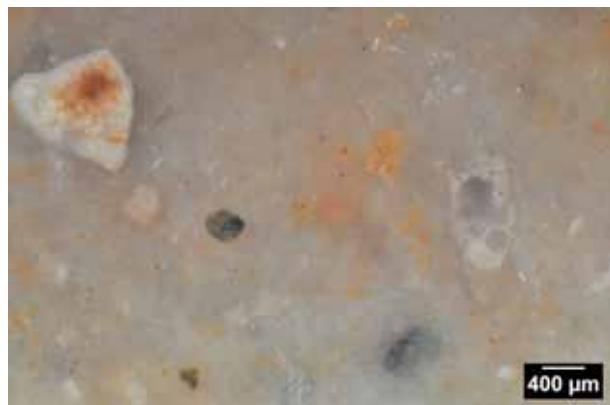


Photo 1 – Échantillon archéologique n° F12-15, aspect général de la texture wackestone.



Photo 3 – Échantillon archéologique n° F12-15, débris de radiolarie ?



Photo 5 – Échantillon archéologique n° F12-15, débris de polypier ou bryozoaire.



Photo 2 – Échantillon archéologique n° F12-15, détail de la photographie précédente : débris de bryozoaire ou d'algue.



Photo 4 – Échantillon archéologique n° F12-15, foraminifère benthique.



Photo 6 – Échantillon archéologique n° F12-20192, grand foraminifère benthique.

Figure 39 – Balazuc. Type F14, silex barrémo-bédouliens de Roche colombe (Photos 1 à 5) et silex barrémo-bédoulien au sud de l'Escoutay (Photo 6), riches en foraminifères (photos P. Fernandes, DAO P. Tallet).



Photo 1 – Échantillon archéologique n° F12-20, néo-cortex alluvial.



Photo 2 – Échantillon archéologique n° F12-20, aspect général à amas de spicules.



Photo 3 – Échantillon archéologique n° F12-20, fantômes de bioclastes indéterminés.



Photo 4 – Échantillon archéologique n° F12-20, aspect général de la texture mudstone.



Photo 5 – Échantillon archéologique n° F12c-4, exemple de rare foraminifère benthique.



Photo 6 – Échantillon archéologique n° F12c-4, bioclaste indéterminé.

Figure 40 – Balazuc. Type F14, silex barrémo-bédoulien riches en spicules de Rochemaure (ancien F34) (photos P. Fernandes, DAO P. Tallet).



Photo 1 – Échantillon archéologique n° F12-20115, aspect général de la texture mudstone, foraminifère benthique.



Photo 2 – Échantillon archéologique n° F12-20115, texture mudstone à radiolaire.



Photo 3 – Échantillon archéologique n° F12-20115, texture mudstone à *Glomospira*.



Photo 4 – Échantillon archéologique n° F12-20115, texture mudstone à rhomboèdres et débris fibreux noir.

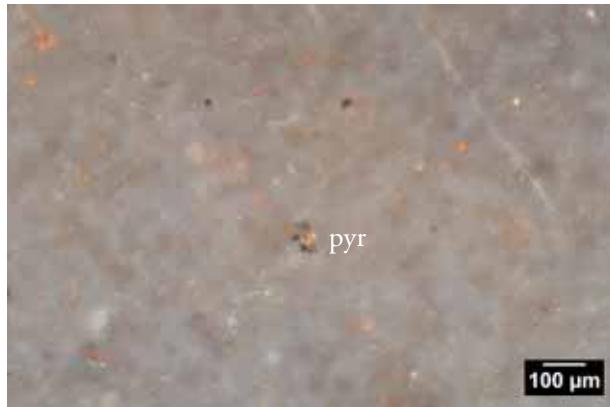


Photo 5 – Échantillon archéologique n° F12-20115, micro-amas de pyrite



Photo 6 – Échantillon archéologique n° F12-20115, fantôme de grand foraminifère benthique.

Figure 41 – Balazuc. Type F121, silex barrémo-bédouliens à foraminifères benthiques de Rocherenard (photos P. Fernandes, DAO P. Tallet).



Photo 1 – Échantillon archéologique US3-F12-168, texture wackstone à foraminifères et gastéropodes.



Photo 2 – Échantillon archéologique US3-F12-168, texture wackstone à débris de bryozoaires.



Photo 3 – Échantillon archéologique US3-F12-168, foraminifère planctonique.



Photo 4 – Échantillon archéologique US3-F12-168, fragments d'algues.



Photo 5 – Échantillon archéologique US4-03, débris d'échinide ?

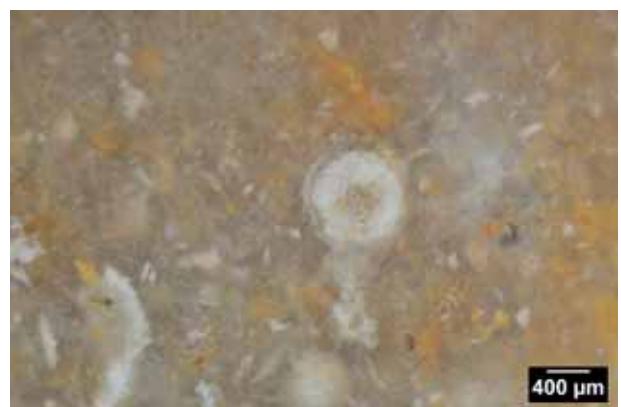


Photo 6 – Échantillon archéologique US4-03, section de radiole.

Figure 42 – Balazuc. Type F145c, silex marins des calcaires gréseux turoniens présents entre Le Teil et Rochemaure (photos P. Fernandes, DAO P. Tallet).



Photo 1 – Échantillon archéologique n° G11-159A, néo-cortex colluvial à grand foraminifère benthique.



Photo 3 – Échantillon archéologique n° G11-72, débris indéterminé.



Photo 2 – Échantillon archéologique n° G11-159A, aspect général de la texture wackestone.

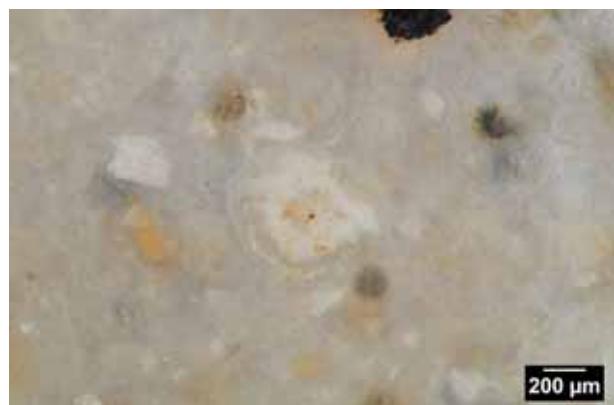


Photo 4 – Échantillon archéologique n° G11-72, grand foraminifère benthique.



Photo 5 – Échantillon archéologique n° US3-159A, bioclaste indéterminé.



Photo 6 – Échantillon archéologique n° G11-159A, fragment de radiole.

Figure 43 – Balazuc. Type F216, silex marins, proche des faciès turoniens, à grands foraminifères et échi-nides (photos P. Fernandes, DAO P. Tallet).

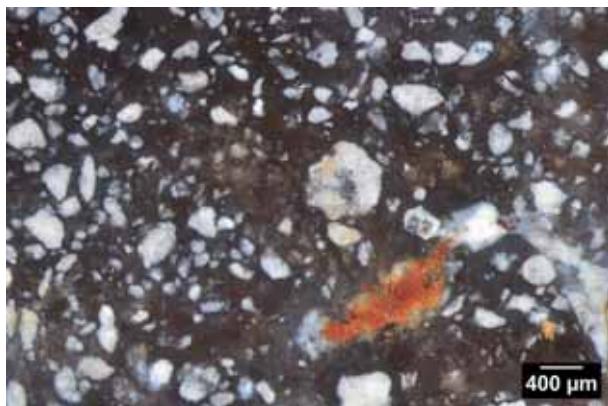


Photo 1 – Échantillon archéologique F12a-161a, texture wackstone à clastes anguleux.

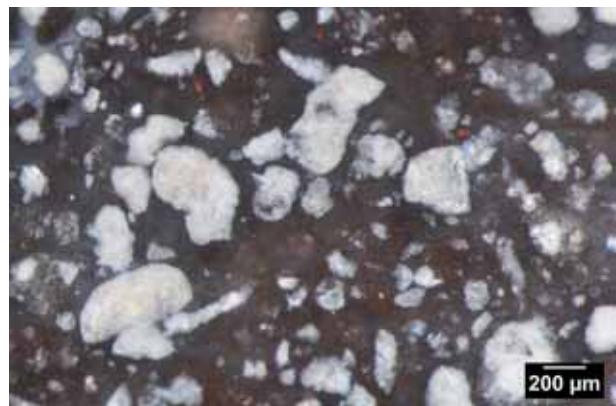


Photo 2 – Échantillon archéologique F12a-161a, texture wackstone à clastes anguleux.

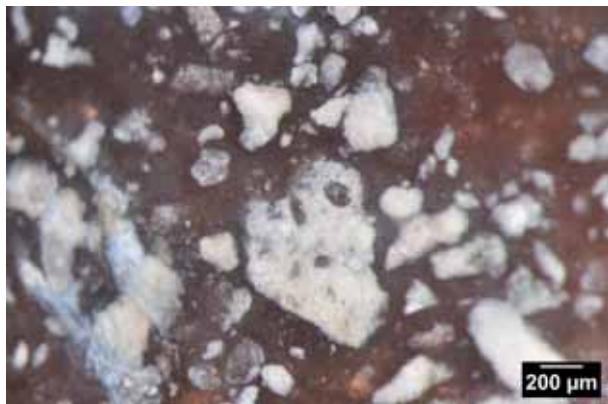


Photo 3 – Échantillon archéologique F12a-161a, clastes et bioclastes indéterminés.



Photo 4 – Échantillon archéologique F12a-161a, clastes et bioclastes indéterminés.

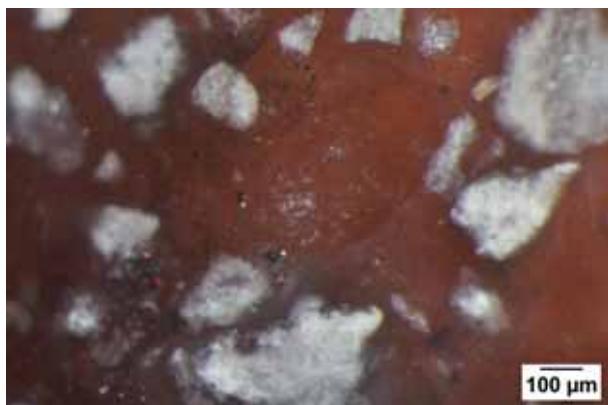


Photo 5 – Échantillon archéologique F12a-161a, détail, présence de pyrite.

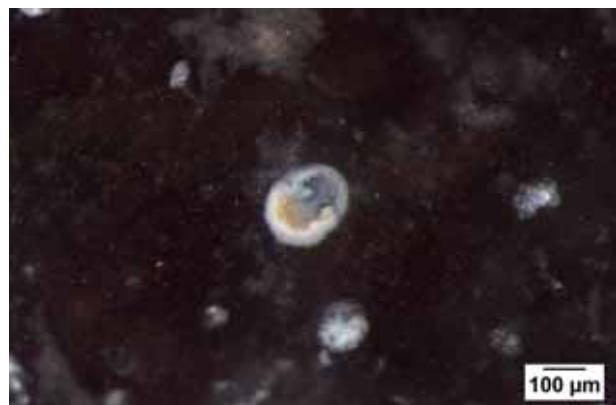


Photo 6 – Échantillon archéologique F12c-127, bioclastes indéterminés.

Figure 44 – Balazuc. Type F126, silex marins proche des faciès turoniens (photos P. Fernandes, DAO P. Tal-let).



Photo 1 – Échantillon archéologiques F12b-141, texture wackstone à pseudoolithes.



Photo 2 – Échantillon archéologiques F12b-141, texture wackstone à pseudoolithes.



Photo 3 – Échantillon archéologiques F12b-141, texture wackstone à pseudoolithes.



Photo 4 – Échantillon archéologiques F12b-141, texture wackstone à pseudoolithes.

Figure 45 – Balazuc. Type F165, silcrète lutétienne à pseudoolithes type Laval-Saint-Roman (photos P. Fernandes, DAO P. Tallet).



Photo 1 – Échantillon archéologique F12-20086, texture packstone à débris de characées.



Photo 2 – Échantillon archéologique F12-20086, texture packstone à débris de characées.



Photo 3 – Échantillon archéologique F12-20086, texture packstone à débris de characées.



Photo 4 – Échantillon archéologique F12-20086, texture packstone à débris de characées.



Photo 5 – Échantillon archéologique F12-20214, texture wackstone à débris de characées.



Photo 6 – Échantillon archéologique F13-6, fantôme de gastéropode.

Figure 46 – Balazuc. Type F124a, silex lacustre ludien du bassin d'Issirac, secteur d'Orgnac (photos P. Fer-nandes, DAO P. Tallet).



Photo 1 – Échantillon archéologique G11-2, néocortex colluvial.



Photo 2 – Échantillon archéologique G11-2, texture wackestone à gastéropodes.



Photo 3 – Échantillon archéologique G11-2, texture wackestone à gastéropodes.



Photo 4 – Échantillon archéologique G11-2, texture wackestone à gastéropodes.

Figure 47 – Balazuc. Type F124b, silex lacustre ludien du bassin d'Issirac, secteur de Vireplane (photos P. Fernandes, DAO P. Tallet).



Photo 1 – Échantillon archéologique n° F12-20138, aspect général de la texture wackestone à débris indéterminés.



Photo 2 – Échantillon archéologique n° F13-dec1, texture pelloïde, packstone.



Photo 3 – Échantillon archéologique n° F13-dec1, détail de la photo précédente, grand bioclaste indéterminé.



Photo 4 – Échantillon archéologique n° F13-dec1, clastes et bioclastes indéterminés.



Photo 5 – Échantillon archéologique n° F13-dec1, débris d'algue (dasycladale).

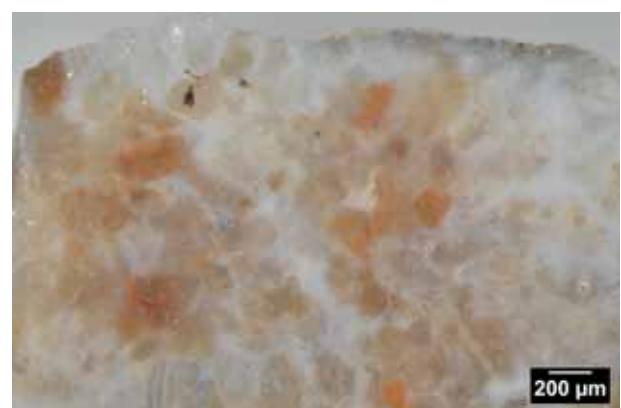


Photo 6 – Échantillon archéologique n° F13-dec1, débris de bryozoaire.

Figure 48 – Balazuc. Type F125, silex marins à formes pelloïdes, algues et bryozoaires (photos P. Fernandes, DAO P. Tallet).

3.9. Étude pétroarchéologique des objets en silex de l'abri du Maras (Ardèche), campagnes 2011 et 2012

*P. Fernandes – SARL Paléotime 272 rue du Lycée Polonais,
38250 Villard-de-Lans
Université Bordeaux 1, UMR 5199, PACEA, IPGQ*

Comme en 2011, l'état d'altération des silex de l'abri du Maras a fait obstacle à une étude pétrographique classique du matériel lithique. La caractérisation des éléments discriminants, le plus souvent transformés par l'intensité de la patine blanche a nécessité un protocole adapté, intégrant la notion de Chaîne évolutive (Fernandes 2012). La prise en compte de l'évolution des textures a permis de réduire à 10 % le pourcentage des pièces indéterminées. Cette année, nous avons concentré nos efforts sur les objets dépassant 1 cm présents dans les carrés (E6 et F6). Ces derniers appartiennent à la bande la plus riche en matériaux lithiques. Cette étude porte sur 154 silex, qui viennent s'ajouter aux 117 observés en 2011. Ce complément d'information a permis de mieux esquisser les limites du domaine minéral exploité et de préciser les caractéristiques pétrographiques et minéralogiques des silex dits alpins. Ces derniers présentent de fortes similitudes avec des silex du Diois et pourraient avoir été collectés dans les alluvions du Rhône en aval de la confluence avec la Drôme. Ce nouvel examen révèle la présence de 17 types de silex. La diagnose des types dont l'origine est confirmée, indique un domaine d'exploitation restreint le long de la rive droite du Rhône, du bassin d'Issirac au sud, à Rochemaure au nord. Les comparaisons avec les séries de Payre, de Saint-Bauzile et l'abri des Pêcheurs permettent d'observer différentes stratégies. Cette démarche entre dans le cadre d'un projet qui devra permettre de mieux cerner les choix des néandertaliens au sein des grands domaines à silex le long de l'axe rhodanien.

Le choix méthodologique

Depuis plusieurs années, nous menons un travail méthodologique minutieux pour aboutir à la mise en place de protocoles adaptés à une meilleure reconnaissance de la provenance des silex. L'application de cette démarche en Auvergne, en Aquitaine et ailleurs en Rhône-Alpes nous a permis d'élaborer un protocole prenant en compte l'évolution des textures. Ce protocole est fondé sur l'analyse comparative des transformations minéralogiques, pétrographiques et

micromorphologiques rencontrées dans les matériaux bruts (échantillons géologiques) et dans les objets archéologiques.

La caractérisation des silex peut être obtenue par des moyens quantitatifs (la diffraction des rayons X, la spectrométrie infrarouge, la cathodoluminescence, la thermoluminescence induite, la résonance paramagnétique électronique...) et par des observations qualitatives ou semi-quantitatives.

Comme en 2011, cette campagne nous a conduits à limiter nos moyens d'étude à une série d'examens minéralogiques et pétrographiques afin de constituer des fiches livrant des données semi-quantitatives. Les difficultés liées à la présence régulière d'une forte patine blanche à la surface des silex cénozoïques et crétacés contrarient le déroulement d'une diagnose classique. La reconnaissance des éléments discriminants, souvent fortement transformés par l'altération des phases les moins stables, prend plus de temps. Une étude exhaustive n'est pas envisageable dans les conditions actuelles. L'objectif raisonnable fixé pour cette mission 2012 est la détermination de la provenance des objets en silex prélevés dans deux carrés de la bande E6 et F6. Cependant, la fabrication en 2011 de lames minces « découvertes » pour la majorité des types marqueurs ardéchois laisse la possibilité d'utiliser, par la suite, une des méthodes analytiques.

Au regard de l'intensité de l'altération de la majorité des pièces étudiées, nous avons introduit le concept de chaîne évolutive du silex qui élargit à la préhistoire les raisonnements sur le rapport entre silex et environnements. Dans le cadre d'une problématique archéologique, la seule recherche du gîte primaire - le type génétique - n'est qu'incomplètement pertinente. Une vision globale de la chaîne évolutive permet une meilleure appréciation des lieux de collecte et des processus à l'origine de la mise en place de l'unité archéologique. Les processus liés à la genèse déterminent les types génétiques. Les transformations pré-dépositionnelles spécifient les types gîtologiques et les altérations post-dépositionnelles participent à l'étude taphonomique du site. Il existe plusieurs types gîtologiques par type génétique, donc autant de lieux de collecte potentiels. Ces types, une fois abandonnés dans le site, subissent différents processus qui oblitèrent en partie ou complètement leurs aspects acquis précédemment.

Il est donc utile de caractériser la composition minéralogique et la texture pétrographique des types, ainsi que de suivre leur évolution grâce à leur capacité d'enregistrement tout au long de leurs parcours. Ce constat nous oblige à dépasser le mode de caractérisation classique (Séronie-Vivien M., M.-R. 1987).

L'abri du Maras

Saint-Martin d'Ardèche, Ardèche (07)

Fouille programmée 2012



Contribution au rapport de fouille

Chapitre : étude pétroarchéologique

Paul Fernandes

avec la collaboration de Marion Dousse et Pascal Tallet



L'analyse qui privilégie les bioclastes est corroborée par une démarche dynamique, qui intègre la totalité des critères discriminants (la biostratigraphie, la pétrographie, la morphométrie, la granulométrie, la minéralogie, la mesure de la microporosité et l'examen des surfaces...). La prise en compte des transformations minérales, texturales et des associations de stigmates participent à la reconnaissance des domaines minéraux exploités. Les données mémorisées par le silex nécessitent donc des analyses systématiques.

La démarche repose sur une connaissance de plus en plus précise du domaine minéral exploitable et un sur examen complet des structures, des textures, de la lithoclase et de la morphologie des surfaces naturelles et taillées, à toutes les échelles (macroscopique, microscopique et ultramicroscopique).

Sur la carte présente dans ce rapport figure des polygones représentant les formations à silex en position primaire et secondaire sans connexion ([figure 1](#)). Ces formations sont distinguées en fonction de leur origine stratigraphique et paléoenvironnementale. Chacune de ces formations recensées est accompagnée d'une notice qui décrit l'encaissant ([annexe 1](#)). Pour des raisons pratiques, sa version numérique actuelle est un PDF dynamique. Il faut, en fait établir, trois calques superposables. Un premier calque pour les formations primaires, un deuxième pour les altérites et les dépôts de pentes ou colluvions et un troisième pour toutes les formations alluviales. Celles-ci doivent être traitées à part, car elles permettent au bloc de silex d'échapper à son bassin versant d'origine.

La description pétrographique utilise une terminologie inspirée à la fois de Folk (1959), Duhnam (1962) et Embry et Kolvan (1971), avec cependant quelques aménagements. Purement analytique, cette classification distingue les principaux constituants : terrigènes, orthochimiques et allochimiques. Par définition, les roches silicifiées contiennent au maximum 50 % de constituants terrigènes non siliceux. Leur description sera fonction de la nature et de la cristallinité des constituants orthochimiques (la matrice), ainsi que de la nature et de la disposition des allochems (éléments figurés). Pour l'analyse détaillée de la texture, la technique mise en œuvre repose sur l'examen des clastes et l'utilisation de cartes héritées des méthodes morphométriques. D'une manière comparable à ce qui a été réalisé sur les galets (Krumbein 1941), nous avons utilisé les chartes visuelles pour l'estimation de la sphéricité et de l'arrondi. La sphéricité est définie comme le rapport des images (projection en plan) de la longueur/largeur. L'arrondi est chiffré de 0 à 1 par l'aspect des angles (rapport du rayon moyen des angles sur le rayon du plus grand cercle inscrit). Cette étude d'un nombre de paramètres discriminants

et invariants raisonnable - la nature, l'abondance, le classement, la taille et la forme des éléments figurés (endoclastes, exoclastes, bioclastes) - livre une signature suffisant à notre démarche. C'est à ce jour le mode opératoire le plus efficace et le moins chronophage.

Pour l'analyse de la composition minéralogique, les travaux d'Aubrey (1975), d'Arbey (1980) et de Rio (1982) donnent une description complète et détaillée de la minéralogie des silex. Ils ont guidé l'interprétation de nos lames. Nos descriptions utilisent une terminologie proposée par la commission des nouveaux minéraux de l'Association Minéralogique Internationale (2009). Le type d'assemblage minéral des silex est caractérisé par les phases de remplacement qui constituent la matrice, les phases de remplissages plus tardives, qui comblient fissures et pores, et les phases minérales de recristallisation, qui modifient la structure minéralogique précoce.

L'analyse micromorphologique des surfaces naturelles, guidée surtout par les travaux de Le Ribault (1975), permet de reconstituer l'histoire géologique du silex avant sa collecte par l'homme préhistorique. Nous avons recensé, sur les surfaces naturelles, les critères permettant de rapprocher une association d'altérasions ou une transformation de la texture à un type de formation superficielle.

Les silex étudiés sont présentés sous la forme d'un catalogue ouvert. Le classement est basé sur la reconnaissance de dix-huit paramètres structuraux et texturaux, de plus de 100 échantillons géologiques (collectés en Rhône-Alpes et Provence-Alpes-Côte d'Azur) et de 271 pièces archéologiques, à la loupe binoculaire. L'étude au Maras est donc basée sur un examen suffisamment représentatif. Nous avons utilisé une loupe binoculaire Leica M165c à des grossissements allant jusqu'à 120 x. En parallèle, nous avons réexaminé 36 lames minces découvertes dans des échantillons géologiques provenant des formations à silex connues à proximité du site, de chaque côté du Rhône - à 30 µm d'épaisseur pour déterminer la composition minéralogique et 300 µm pour guider l'interprétation des textures (voir liste rapport 2011). Les observations au microscope en lumière naturelle, analysée et avec ajout de la teinte sensible, ont permis de distinguer les phases présentes. Aucune lame mince n'a encore été réalisée sur les objets archéologiques.

Diagnose des différents types de silex

Les caractères pétrographiques, paléontologiques et minéralogiques les plus discriminants ont été regroupés dans un tableau ([figure 2](#)). Ce tableau synthétique distingue à la fois des groupes (associations

de types possédant au moins un trait commun aisément rapportable à un domaine géologique), des types (objet qui fait autorité comme modèle géologique, construit sur un ensemble de caractères lithologiques similaires), mais aussi des faciès (détails qui peuvent renseigner sur l'histoire sédimentaire ou minéralogique de l'échantillon lorsqu'une lettre est ajoutée à la suite du chiffre).

L'examen des pièces archéologiques, comparées à plus de 100 échantillons géologiques, a permis de sérier 17 types. En outre, nous avons isolé deux types non définitifs. Les types fixés sont regroupés en huit groupes ayant chacun une origine environnementale différente. La campagne de 2012 a donc doublé le nombre de types et de groupes. Ce résultat révèle un comportement face aux ressources minérales plus complexe que ne le laissait entrevoir la campagne précédente.

Les types déjà caractérisés en 2011 :

Le type F14 : ([planches 1 et 2](#)) les séries étudiées en 2011 et 2012 contiennent 39 objets de ce type. Il est largement représenté à Payre (Rompon), Andance (Saint-Bauzile) et l'abri des Pêcheurs (Casteljau). La texture de ces pièces archéologiques présente des points communs avec les silex des calcaires de la bordure de la plate-forme externe (n^o4aS) présents en rive droite à Larnas, Viviers et Cruas ([figure 1](#)). Nous avons pris comme référence géologique les silex barrémo-bédouliens collectés sur les plateaux de Cruas (n^o 07-08) ; Viviers (n^o 07-07) et Larnas (n^o 07-06). Le taux d'altération des pièces observées, n'a pas permis de déterminer l'origine géographique de ces silex. L'étude d'un corpus plus important permettra de déterminer si les occupants du Maras ont fréquenté, comme à Payre ou à Andance (Saint-Bauzile) le plateau de Cruas (n^o 07-08) ou des gîtes plus proches (Larnas n^o 07-06). Nous avons tout de même observé que certains d'entre eux contiennent moins de spicules et plus de foraminifères que les silex caractéristiques du plateau de Cruas (Fernandes 2012). Les néocortex observés indiquent une collecte majoritaire au sein d'un ou plusieurs réseaux hydrographiques et dans des colluvions à proximité des sources.

Le type F34 : ([planche 3](#)) les séries 2011 et 2012 contiennent 23 objets de ce type. Il est largement représenté à Payre, Saint-Bauzile et l'abri des Pêcheurs. Ces pièces archéologiques présentent des points communs avec les silex des calcaires de la bordure de la plate-forme externe (n^o4aS) et ceux des congolérats oligocènes présents en rive droite entre Larnas au sud et Cruas au nord. Comme pour le F14, nous avons pris comme référence géologique les silex barrémo-bédouliens collectés sur les plateaux de Cruas

(n^o 07-08) Viviers (n^o 07-07) et Larnas (n^o 07-06). Même constat que pour les silex du type F14, l'état de conservation des pièces observées n'est pas suffisant pour déterminer une origine géographique plus précise. Les néocortex observés indiquent des collectes dans les réseaux hydrographiques anciens et pléistocènes. La plupart de ces objets ont transité dans les congolérats oligocènes. Comme à Saint-Bauzile les occupants du Maras ont collectés des silex au sein des formations continentales oligocènes.

Le type F129 : ([planche 4](#)) il n'existe qu'un seul objet de ce type dans la série étudiée. Il est présent à Saint-Bauzile. Il possède un grand nombre de points communs avec les silex jurassiques (spongolithes) présents dans les poudingues oligocènes et les alluvions anciennes le long de la rive droite du Rhône (de Larnas à Cruas). Son néocortex porte des stigmates et des traces d'altération très évolutives, qui semblent indiquer un transit dans un réseau hydrographique ancien, suivi d'une résidence en proche surface.

Le type F210 : ([planche 5](#)) nous avons identifié 6 objets de ce type dans les séries étudiées (un seul en 2011). Il s'agit d'un type, que nous n'avons pas observé dans les séries de Payre, Saint-Bauzile et de l'abri des Pêcheurs. Sa texture riche en spicules, bivalves et polypiers est différente des microfaciès ardéchois, drômois et même isérois que nous avons déjà caractérisés. Les pièces ne portent pas de surface naturelle. L'origine géographique exacte de ce faciès reste à déterminer.

Le type F165b : ([planches 6 et 7](#)) les séries étudiées contiennent 23 objets de ce type. Il est présent à l'abri des Pêcheurs. Ces objets présentent un grand nombre de points communs avec les silex en plaquette et les nodules irréguliers des calcrètes lutétienne types Laval-Saint-Roman (n^o 30-02). Ce microfaciès est aussi présent à Ellieux (Saint-Montan) en position primaire et au Pontet (Le Teil) uniquement en position secondaire. Les néocortex observés indiquent une collecte dans le réseau hydrographique à proximité des sources. L'origine géographique précise de ce type sera donc difficile à spécifier.

Le type F122 : ([planche 8](#)) les séries étudiées contiennent 26 objets de ce type, un seul trouvé en 2011. Il n'avait pas été mentionné sur le tableau synthétique. Il est présent à Payre. C'est une silicification continentale presque toujours azoïque, caractérisée par la présence régulière de géodes à macroquartz et de formes collomorphes. Il s'agit du silex le plus altéré du corpus, les nécroses internes sont très avancées, certaines pièces sont devenues friables, car la pellicule est très fine. L'origine géographique exacte de ce faciès reste à déterminer.

Le type F199b : (planches 9 et 10) les séries étudiées contiennent 63 objets de ce type. Il est le type le mieux représenté au sein du corpus étudié. Il est sans doute présent à Payre au sein du F122. Ces silex possèdent une texture riche en fantômes de cristaux lenticulaires, de petite taille (20 à 100 µm). En association à ces formes, on note la présence irrégulière de gyrogonites, de tiges de characées, de fragments de gastropodes et de bivalves. Ce caractère indique un milieu de formation très calme et légèrement évaporitique. Cette association particulière est différente des microfaciès recensés en rive droite. Les seuls silex à pseudomorphose de quartz sur gypse connus, se trouvent en rive gauche du Rhône, dans la Drôme à Divajeu (type F199), dans le Stampien. Les échantillons collectés dans cette formation en 2007 sont azoïques, ce paramètre nous empêche de rattacher nos objets à ce gîte. Dans le bassin d'Issirac, le gypse est présent dans les marnes rouges du Bartonien inférieur sous les calcrètes à silex et dans les marnes versicolores du Ludien. À ce jour, aucun des silex prélevés dans les calcrètes du Lutétien ou les calcaires ludiens ne contient des fantômes de gypse. Sur la rive gauche de la Cèze, le long de la bordure orientale du bassin d'Alès se trouve une épaisse série de calcaires à débitage en plaquettes. On rencontre dans cette formation des bancs où alternent des lits riches en gastropodes et mollusques et des lits à cristaux de gypse pseudomorphosés en calcite (au nord de Bernas près de Montclus). Non loin de Barjac (feuille Bourg-Saint-Andéol), les Charophytes recueillis dans les mêmes horizons sont caractéristiques de la biozone de Montmartre et confirment l'appartenance de ces calcaires de Bernas au Ludien. Les seuls silex mentionnés (L. Damiani *et al.* notice de la carte géologique de Pont-Saint-Esprit) se trouvent dans le secteur de Saint-Laurent-la-Vernède (Gard), leur microfaciès n'est pas encore caractérisé. Les bioclastes observés dans les objets étudiés ne sont pas discriminants. Nous n'avons pas retrouvé l'association type qui caractérise le Ludien sur les deux rives (*Striatella*, *Cyrena*, *Lymaeae*, *Melanopsis*, *Planorbis*). Ils s'agit d'un silex fortement altéré, les nécroses internes sont conséquentes. On note la présence d'une pellicule épaisse qui rend les objets moins friables que les silex du type F122. L'origine géographique exacte de ce faciès reste à déterminer. La provenance de ce silex demande donc un retour sur le terrain des deux côtés du Rhône et notamment dans le Gard.

Le type F124 : (planches 11 et 12) les séries étudiées contiennent 43 objets de ce type. Il est présent à Payre et à l'abri des Pêcheurs. Ces pièces archéologiques présentent des points communs avec les silex ludiens du bassin d'Issirac, de Vagnas et Labastide-de-Virac à l'ouest à Bagnac, Orgnac l'aven et Laval-Saint Roman à l'est. Il s'agit de silex brun en plaque, riches en *Striatella* et *Cyrena* (n° 30-02). Cette texture

bioclastique contient aussi des tiges de characées et des gyrogonites. Nous avons pris comme références géologiques des silex prélevés dans la commune d'Orgnac sur les gîtes de la Combe des Naysses, Combe des Claux, les Mattes, la Blanquette, Bruguier, Massargue, Cassagnole, Vireplane et sur la commune de Montclus à la Plaine de Roudil (Gard). Une étude des textures plus poussées qu'en 2011 a permis de distinguer au sein de ce générique plusieurs faciès attribuables à des gîtes précis. Certains objets (quatre) présentent de fortes similitudes avec les échantillons géologiques prélevés en 2007 à la Combe des Naysses. Trois autres possèdent les mêmes caractéristiques que les échantillons géologiques collectés en 2006 à Vireplane. Un seul présente la même structure litée que les silex de Cassagnole à l'ouest d'Orgnac. Les néocortex observés sur ces silex indiquent une double collecte : au sein des colluvions et dans un des réseaux hydrographiques à proximité des sources. L'altération est toujours forte, la patine blanche est épaisse et atteint le plus souvent le cœur de la pièce. La nécrose est cependant moins forte que pour le type F122.

Le type F124f : (planche 13) la série étudiée en 2011 comprend 4 objets de ce type. Ces pièces archéologiques présentent un grand nombre de points communs avec les silex ludiens du bassin d'Issirac. Leur texture à tiges, filaments et gastropodes est proche d'un autre microfaciès prélevé à la Combe des Naysses (Orgnac-l'Aven). Les néocortex observés indiquent une collecte dans le réseau hydrographique à proximité des sources.

Les types caractérisés en 2012 :

Le type F212 : (planche 14), la série étudiée en 2012 comprend un seul objet de ce type, dont la taille ne dépasse pas un centimètre. Il s'agit d'un type, que nous n'avons pas encore observé lors de nos travaux sur les matériaux siliceux de Payre, Saint-Bauzile ou de l'abri des Pêcheurs. Nous avons retrouvé ce type de silex sur les terrasses autour de Saint-Marcel-d'Ardeche. Les caractéristiques pétrographiques, minéralogiques et taphonomiques de cet objet rappellent certains silex jurassiques ardéchois (Delvigne, Lafarge 2012). Sa texture est packstone à spicules blancs fragmentés associés à des foraminifères benthiques et planctoniques à patines noire et rouge. Il ne porte aucune patine blanche post-dépositionnelle et conserve en partie sa couleur grise d'origine. L'altération de ces spicules et de ces foraminifères, le brunissement partiel de la matrice indiquent une évolution importante de la texture. Ces types de transformations sont plus fréquents dans les silex ayant transité dans les alluvions que dans les silex proches de leur position primaire.

Le type F199c : ([planche 15](#)), la série étudiée en 2012 comprend deux objets de ce type. Il s'agit d'un silex, que nous n'avons pas encore observé lors de nos travaux sur les matériaux siliceux de Payre, Saint-Bauzile ou de l'abri des Pêcheurs. Sa texture est bioclastique, elle est composée de tiges de characées et de débris de tests fins non identifiés. Cet aspect particulier présente des similitudes avec le type 124d du bassin d'Issirac. L'origine exacte de ce faciès reste à déterminer.

Le type F211 : ([planche 16](#)), la série étudiée en 2012 comprend un seul objet de ce type, dont la taille ne dépasse pas un centimètre. Il s'agit d'un type, que nous n'avons pas encore observé lors de nos travaux sur les matériaux siliceux de Payre, Saint-Bauzile ou de l'abri des Pêcheurs. La texture fortement bioclastique est constituée par une « bouillie » de characées et grains de pyrite. Il ne porte aucune patine blanche et conserve sa couleur grise d'origine. Son aspect présente des similitudes avec certains silex riches en characées présents dans le bassin d'Issirac, sa provenance géographique exacte au sein du bassin reste à préciser.

Le type F216 : ([planche 17](#)), la série étudiée en 2012 comprend un seul objet de ce type ; l'éclat fait deux centimètres. Sa matrice est microcristalline. Il s'agit d'un type, que nous n'avons pas encore observé lors de nos travaux sur les matériaux siliceux de Payre, Saint-Bauzile ou de l'abri des Pêcheurs. Son aspect général, à clastes anguleux et grand bivalves présente des points communs, notamment au niveau de l'altération, avec certains silex turoniens ardéchois ou drômois. La présence de ce seul objet ne nous autorise pas à confirmer l'origine stratigraphique et/ou géographique de ce faciès.

Le type F121 : ([planches 18 et 19](#)), la série étudiée en 2012 comprend un seul objet de ce type, dont la taille ne dépasse pas un centimètre. Il s'agit d'un type que nous avons déjà observé à Payre (pièce n° L6-G2-866) à néo-cortex alluvial. Sa texture *wackestone* à foraminifères benthiques à patine noire (dont *Glomospira*) et *Incertae sedis* présente de fortes similitudes (faune identique, présence d'ooïdes gris, taille et forme des clastes) avec certains silex barrémo-bédouliens du Diois (26) présents sur le rebord occidental du Vercors. L'objet ne porte pas de patine blanche post-dépositionnelle et conserve sa couleur grise et un niveau d'altération comparables avec des types génétiques présents dans le lit du Bez (affluent de le Drôme). Cette pièce appartient à la famille des silex dits alpins présents à Payre et l'abri du Maras. Ils ont sans doute été collectés dans les alluvions du Rhône, en aval de la confluence avec la Drôme.

Le type F213 : ([planches 20 et 21](#)), la série étudiée en 2012 comprend un seul objet de ce type, en outre, cet éclat porte les traces d'une chauffe importante. Sa taille est inférieure à trois centimètres. Il est absent des séries étudiées à Payre, Saint-Bauzile et l'abri des Pêcheurs. Il s'agit d'un des rares silex non transformé par la patine blanche post-dépositionnelle. Il a conservé sa couleur noire d'origine malgré un léger blanchiment lié à la chauffe. Sa texture *wackestone* à amas de spicules et foraminifères benthiques à patine noire (dont *Glomospira*) présente de fortes similitudes avec certains silex barrémo-bédouliens du Diois (26) présents sur le rebord occidental du Vercors. Ce type n'a pas été retrouvé à Payre, à Saint-Bauzile ou l'abri des Pêcheurs. Il pourrait avoir été collecté dans les alluvions du Rhône, en aval de la confluence avec la Drôme.

Le type F482 : ([planche 22](#)), la série étudiée en 2012 comprend un seul objet de ce type ; cet éclat porte les traces d'une chauffe modérée. La pièce fait deux centimètres. Il est présent à Payre. Comme les deux autres silex du groupe alpin la patine blanche post-dépositionnelle est absente. Le silex a conservé sa couleur grise, le voile blanchâtre qui recouvre partiellement la surface est lié à la chauffe. Sa texture *wackestone* à spicules épais et foraminifères benthiques (dont Miliolidés) présente des similitudes avec certains silex barrémo-bédouliens du Diois (26) prélevés à la confluence du Bez et de la Drôme. Il s'agit d'un type déjà observé à Payre (pièce n° M8-G2-091) et qui dans ce gisement porte à chaque fois les traces signant un type de transport alluvial. Comme les autres silex du groupe alpin il pourrait avoir été collecté dans les alluvions du Rhône, en aval de la confluence avec la Drôme.

Le type F214 : ([planche 23](#)), la série étudiée en 2012 comprend un seul objet de ce type, il fait un centimètre. Comme sur les silex alpins la patine blanche post-dépositionnelle est absente. Il s'agit d'un type, que nous n'avons pas encore observé lors de nos travaux sur les matériaux siliceux de Payre, Saint-Bauzile ou de l'abri des Pêcheurs. Le silex présente un aspect évolué, sa matrice est totalement imprégnée de brun. Sa texture est *mudstone*, les éléments organiques figurés sont rares et indéterminables. La présence d'un grand nombre de rhomboèdres de 10 à 40 µm le distingue nettement des autres types présents dans la série. La taille de la pièce et le nombre réduit d'éléments discriminants ne nous autorisent pas à déterminer l'origine stratigraphique et/ou géographique de ce faciès.

Les types F200b et F215 seront réexaminés en 2013.

En conclusion

La diagnose des silex des carré E6 et F6 a permis de doubler le nombre de types présents dans le site, 17 à la fin de cette campagne. Les indices lithologiques et l'aspect des états de surface regroupés au cours de cette étude ont livré un schéma territorial difficile à cerner, car la provenance d'une partie des silex (126) est indéterminée. L'origine des types F199b, F216, F214, F122 et F210 est toujours inconnue. Pour le reste, les éléments discriminants conservés par les types F14, F34, F165, F124, F124f, F121, F199c, F211, F212, F213, F482 livrent un faisceau d'informations, qui permet d'émettre l'hypothèse d'une fréquentation des secteurs suivants ([figure 3](#)) :

- les formations barrémo-bédouliennes en rive droite de Larnas à Rochemaure au nord (07-06 et 07-08) ;
- les conglomérats en rive droite du Rhône (07-07) ;
- les calcaires lacustres autour d'Orgnac l'Aven (30-01) ;
- les formations lutétiennes de Laval-Saint-Roman ou d'Ellieux (30-02 et 07-07-1) ;
- les alluvions du Rhône de la confluence avec la Drôme à la confluence avec l'Ardèche ;
- les alluvions du ruisseau de Cannaux, du Valat d'Aiguéze et de l'Ardèche.

À la suite de ce constat nous avons concentré notre attention sur ces formations toutes positionnées sur un axe nord-est/sud-ouest, sur un transect de 40 kilomètres en rive droite du Rhône.

Les silex barrémo-bédoulien de la rive droite du Rhône(F14 et F34)

Nous avons échantillonné en rive droite du Rhône, entre la région de Cruas et le massif de Viviers, trente affleurements différents. Cet axe présente du nord au sud des faciès du domaine de la fosse vocontienne à celui de la plate-forme urgonienne. Nos travaux d'échantillonnage reprenant les descriptions de Pourthault (1974), Lorenchet et Montjamont (1977), Cotillon *et al.* (1979), Contensuzas (1980), Pascal (1989), Busnardo (1996), nous autorisent à distinguer plusieurs microfaciès au sein de ces calcaires à silex (Fernandes et Piboule, 2006-2007). Il ressort des études précédentes et de nos observations, les traits dominants suivants :

- un enrichissement en spicules du sud au nord ;
- la région de l'Escoutay à Cruas possède les silex les plus riches en spicules de spongiaires ;
- à l'inverse on note un enrichissement en bioclastes (foraminifères) du nord au sud ;
- les textures les plus pelloïdes se trouvent au sud dans la zone de Saint-Thomé ;
- les faciès bioclastiques et oolithiques dans la zone de Viviers.

Malgré la pertinence de ces indices, le ou les lieux de collectes à la surface de ces formations restent indéterminés. La transformation liée à la patine blanche des silex F14 et F34 oblitère trop d'indices.

Les silex des conglomérats de la rive droite du Rhône (F14, F34 et F129)

Le corpus des éléments grossiers contient essentiellement des blocs de calcaire et des blocs de silex barrémo-bédouliens peu roulés, à fort lustre et de taille décimétrique. Associés à ces deux matériaux majoritaires, on note également la présence d'éléments plus fortement usés, avec des galets de calcaire, des blocs roulés de silex jurassiques à patine brune et des dragées de quartz, tous de taille centimétrique. Ces silex jurassiques, appelés communément « chailles » se rencontrent soit en surface (autour de Rochecolombe) soit dans les autres conglomérats oligocènes de la région (de Rochemaure et de Meyssy).

Les silex des calcrètes du Lutétien (F165b) sont présents en surface surtout autour de Laval-Saint-Roman, mais aussi à Ellieux et près du Teil.

Les silex ludiens (F124) sont présents dans le bassin d'Issirac au sud-est du site. Une étude des textures a permis de distinguer au sein de ce « générique » plusieurs faciès attribuables à des gîtes précis. Certains objets (quatre) présentent de fortes similitudes avec les échantillons géologiques prélevés en 2007 à la Combe des Naysses, trois autres possèdent les mêmes caractéristiques que les échantillons géologiques collectés en 2006 à Vireplane, un seul présente la même structure litée que les silex de Cassagnole à l'ouest d'Orgnac. La fréquentation du secteur autour d'Orgnac est confirmée.

Nous avons collecté plus de 100 échantillons (Moncel 2006) sur les terrasses entre Saint-Marcel-d'Ardèche et Saint-Just-d'Ardèche à la confluence de l'Ardèche avec le Rhône. Ces formations alluviales contiennent des galets centimétriques de silex F14 et F34, de silex jurassiques (F212) et de rares silex gris à foraminifères benthiques et incertae sedis à patine noire qui présentent des points communs avec certains silex du Diois.

La détermination des silex présents dans les alluvions du ruisseau de Cannaux, du Valat d'Aiguéze et de l'Ardèche est en cours. Au vu des résultats préliminaires, il semble raisonnable d'émettre l'hypothèse que ces gîtes proximaux ont eux aussi été fréquentés.

Ces résultats mettent en évidence des collectes dans un environnement proche, sur des distances ne

dépassant pas les 30 kilomètres. À ce stade de l'étude, le domaine minéral exploité semble, comme à Payre, être circonscrit à une bande sud-est/nord-ouest le long de la rive droite du Rhône. La présence de types, dont l'origine est encore à déterminer pourrait

élargir cet espace d'approvisionnement vers le Gard et notamment les formations à gypse. La reconstitution du domaine minéral exploité dans son ensemble reste à faire. Le travail qui sera engagé en 2013 devra combler ce manque, par un retour sur le terrain.

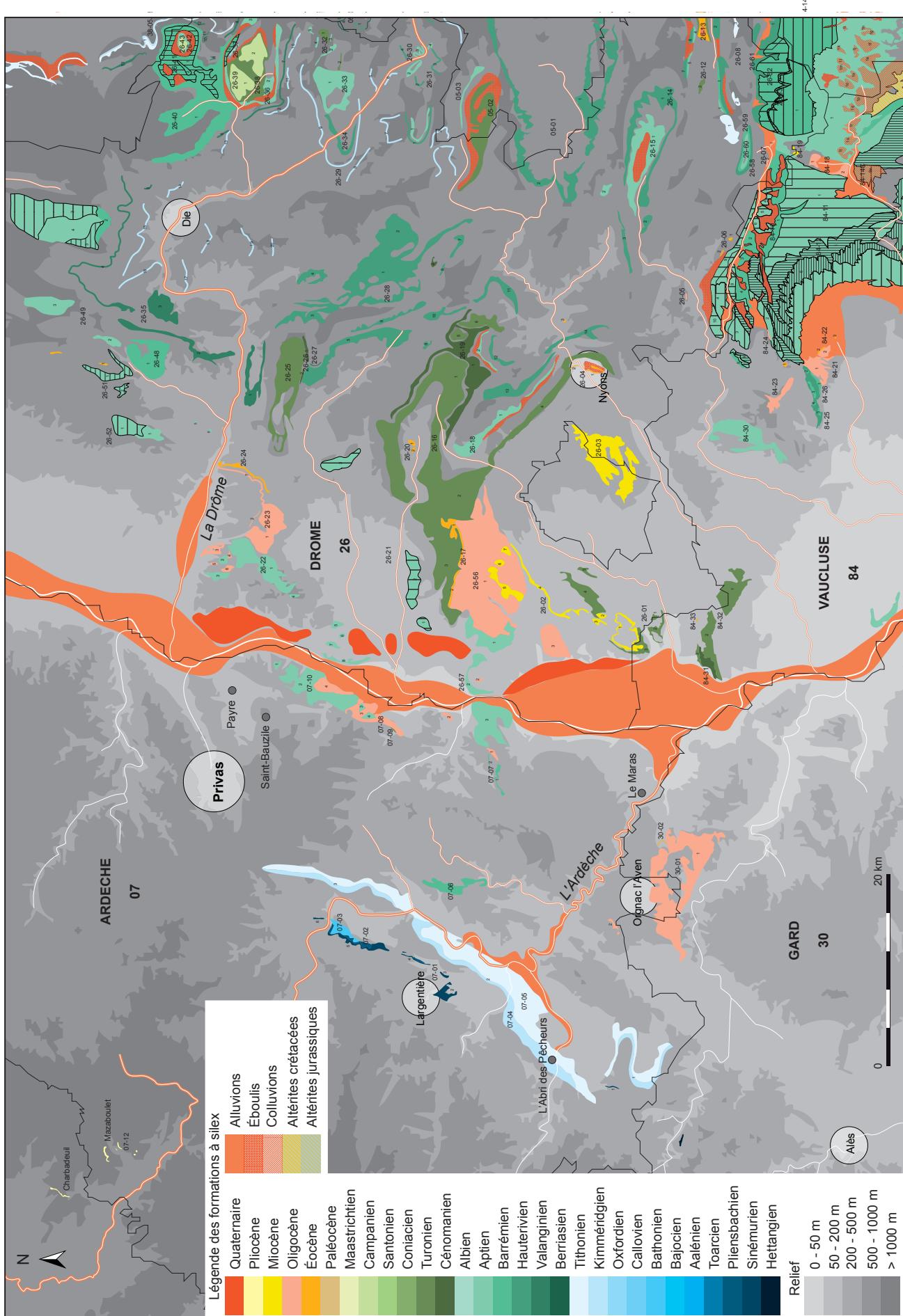


Figure 1 – Carte des formations géologiques à silex de l'Ardèche. (P. Fernandes, P. Tallet).

groupes	à algues	à spicules	à pseudoolithes	à géodes de quartz	à fantômes de cristaux lenticulaires
types et faciès	F129	F122	F24	F165	F193b
confère gîte	conglomérats en rive droite du Rhône	rive droite du Rhône à la confluence avec l'Ardèche	rive droite du Rhône du nord de Lamas à Rochemaure	indéterminé	indéterminé
confière carte n° de formation	pas de référence	pas de référence	07-06 à 07-08	07-07 à 07-08	pas de référence
type d'encaissant	poudingues oligocènes, alluvions anciennes?	indéterminé	calcaires à silex n4as	indéterminé	indéterminé
habitus	indéterminé	indéterminé	rognon	indéterminé	indéterminé
néo-cortex	alluvial ancien	non observé	alluvial et colluvial	alluvial	alluvial ancien, alluvial et colluvial
couleur d'origine	grise	beige	grise	non observé	grise
couleur acquise	brun total	blanc total	blanc	non observé	blanc total
structure apparente	bioclastique	homogène	homogène	non observé	homogène
texture d'origine	packstone	wackestone	wackestone	non observé	packstone
texture acquise	packstone	wackestone	wackestone	non observé	mudstone
matrice	cryptocrystalline	cryptocrystalline	cryptocrystalline	non observé	cryptocrystalline
minéralogie	calcédoine, rhomboèdres	calcédoine et carbonates	calcédoine	calcédoine, quartz, carbonates	calcédoine, quartz, gypse
peloides	rare	fréquents	abondants	rares	fréquents
classes abondance	50%	40%	10%	50%	40%
classes classement	bon	fâble	bon	faible	faible
clastes taille	100 à 300 µm	100 à 800 µm	100 à 200 µm	100 µm à > 1 mm	50 à 600 µm
clastes forme	sphéricité 0,5 arrondi 0,5	sphéricité 0,7 arrondi 0,5	sphéricité 0,7 arrondi 0,7	sphéricité 0,9 arrondi 0,9	sphéricité 0,5 arrondi 0,1
débris de végétaux	algues	algues probables	absents	algues rares	oncoides ?
macrofaune	indéterminée	bivalves	bivalves	ostracodes bivalves	indéterminée
Byozaires	fréquents	abondants	rares	abondants	gastropodes sur 1 ech
foraminifères	benthiques	benthiques et planctoniques rares 200µm	benthiques et planctoniques	benthiques rares 200µm	absent
divers	indéterminés	indéterminés	indéterminés	polypiers	grande échelle de quartz
âge	Jurassique	Jurassique	Barremien supérieur	Barremien supérieur	à fantômes de cristaux lenticulaires
milieu de dépôt	plate-forme externe	indéterminé	plate-forme externe	plate-forme extrême	Cénozoïque
total des silex étudiés en 2011 et 2012 : 271 dont 30 indéterminés	1 objet	1 objet	39 objets	5 objets	26 objets
					63 objets

Figure 2 – Tableau des types présents au Maras, campagne 2011-2012, (1/2). (P. Fernandes).

groupes	à gastropodes et characées			à clastes anguleux			à petits benthiques et incertae sedis			à rhomboédres		types non définitifs	
	F124	F199c	F211	F215	F221	F213	F482	F214	F20b	F215	F20b	F215	
types et facies													
confère gîte	bassin d'Isirac zone d'Orgnac/Aven	Indéterminé	basin d'Isirac	Indéterminé	Diois-Vaïsse du Rhône	Diois-Vaïsse du Rhône	Diois-Vaïsse du Rhône	Vallée du Rhône?	Indéterminé	Indéterminé	Indéterminé		
confère carte n° de formation	30-01	pas de référence	pas de référence	pas de référence	pas de référence	pas de référence	pas de référence	pas de référence	pas de référence	pas de référence	pas de référence		
type d'encaissant	calcaires crayeux	Indéterminé	Indéterminé	Indéterminé	Indéterminé	Indéterminé	Indéterminé	Indéterminé	Indéterminé	Indéterminé	Indéterminé		
habitus	platinettes	Indéterminé	Indéterminé	Indéterminé	Indéterminé	Indéterminé	Indéterminé	Indéterminé	Indéterminé	Indéterminé	Indéterminé		
néo-cortex	alluvia et colluvia	non observé	non observé	non observé	non observé	non observé	non observé	non observé	non observé	non observé	non observé		
couleur d'origine	grise	grise	grise	grise	grise	grise	grise	grise	grise	grise	grise		
couleur acoustique	blanc total	absente	absente	absente	absente	absente	absente	absente	absente	absente	absente		
structure apparaissante	homogène	homogène	homogène	homogène	homogène	homogène	homogène	homogène	homogène	homogène	homogène		
texture d'origine	wackestone	packstone	packstone	packstone	packstone	packstone	packstone	packstone	packstone	packstone	packstone		
matrice	cryptocrystalline	cryptocrystalline	cryptocrystalline	cryptocrystalline	cryptocrystalline	cryptocrystalline	cryptocrystalline	cryptocrystalline	cryptocrystalline	cryptocrystalline	cryptocrystalline		
minéralogie	calcédoine, quartz, carbonates	calcédoine, quartz, carbonates	calcédoine et macroquartz	calcédoine et macroquartz	calcédoine et macroquartz	calcédoine et macroquartz	calcédoine, macroquartz et glaucocrite	calcédoine, rhombobées, pyrite et quartz détritiques	calcédoine, rhombobées, pyrite et quartz détritiques	calcédoine et macroquartz	calcédoine et macroquartz		
Delosites	absents	absents	absents	absents	rares concrètes	rares concrètes	rares concrètes	rares concrètes	rares concrètes	absent	absent		
texture à bordure	50%	20%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%		
éléments d'assainissement	faible	faible	bon	bon	modéré	modéré	modéré	modéré	modéré	modéré	modéré		
clastes ronds	50 à plus de 800 µm	100 à 1 mm	200 à 400 µm	100 à 300 µm	100 à > 800 µm	100 à 500 µm	100 à 800 µm	100 µm à 1 mm	100 µm à 1 mm	100 µm à 1 mm	100 µm à 1 mm		
clastes forme	sphérique 0,7 arrondi 0,1	arrondi 0,7 sphérique 0,5	arrondi 0,1	arrondi 0,1	arrondi 0,7 sphérique 0,5	arrondi 0,1	arrondi 0,7 sphérique 0,5	arrondi 0,1 sphérique 0,7	arrondi 0,1 sphérique 0,7	arrondi 0,1 sphérique 0,7	arrondi 0,1 sphérique 0,7		
dénis de végétaux	charactères, tiges	charactères	charactères	charactères	aliges probables	aliges probables	aliges probables	non observés	non observés	non observés	non observés		
macrofaune	Stratella, Crema	planorbis	tests indéterminés	tests indéterminés	non observée	non observée	non observée	abondants	abondants	abondants	abondants		
spongiaires	absent	absent	absent	absent	absent	absent	absent	absent	absent	absent	absent		
Bivalves	absent	absent	absent	absent	bivalves	bivalves	bivalves	abondants	abondants	abondants	abondants		
foraminifères	absent	absent	absent	absent	benthiques fréquents	benthiques fréquents	benthiques fréquents	benthiques fréquents	benthiques fréquents	benthiques fréquents	benthiques fréquents		
divers	indéterminés	grands filaments	indéterminés	indéterminés	indéterminés	indéterminés	indéterminés	indéterminés	indéterminés	indéterminés	indéterminés		
âge	Lutien	Génitoïque	Turonien?	Cénozoïque	Turonien?	Eburnien	Eburnien	Bartieno-Bédoulien	Bartieno-Bédoulien	Cénozoïque	Cénozoïque		
milieu étudié	lacustre	lacustre	lacustre	lacustre	lacustre	lacustre	lacustre	lacustre	lacustre	lacustre	lacustre		
total des six études en 2011	43 objets	4 objets	2 objets	1 objet	1 objet	1 objet	1 objet	1 objet	1 objet	4 objets	1 objet		
indéterminés	en 2012 : 271 dont 30												
	total des six études en 2011												

Figure 2 – Tableau des types présents au Maras, campagne 2011-2012, (2/2). (P. Fernandes).

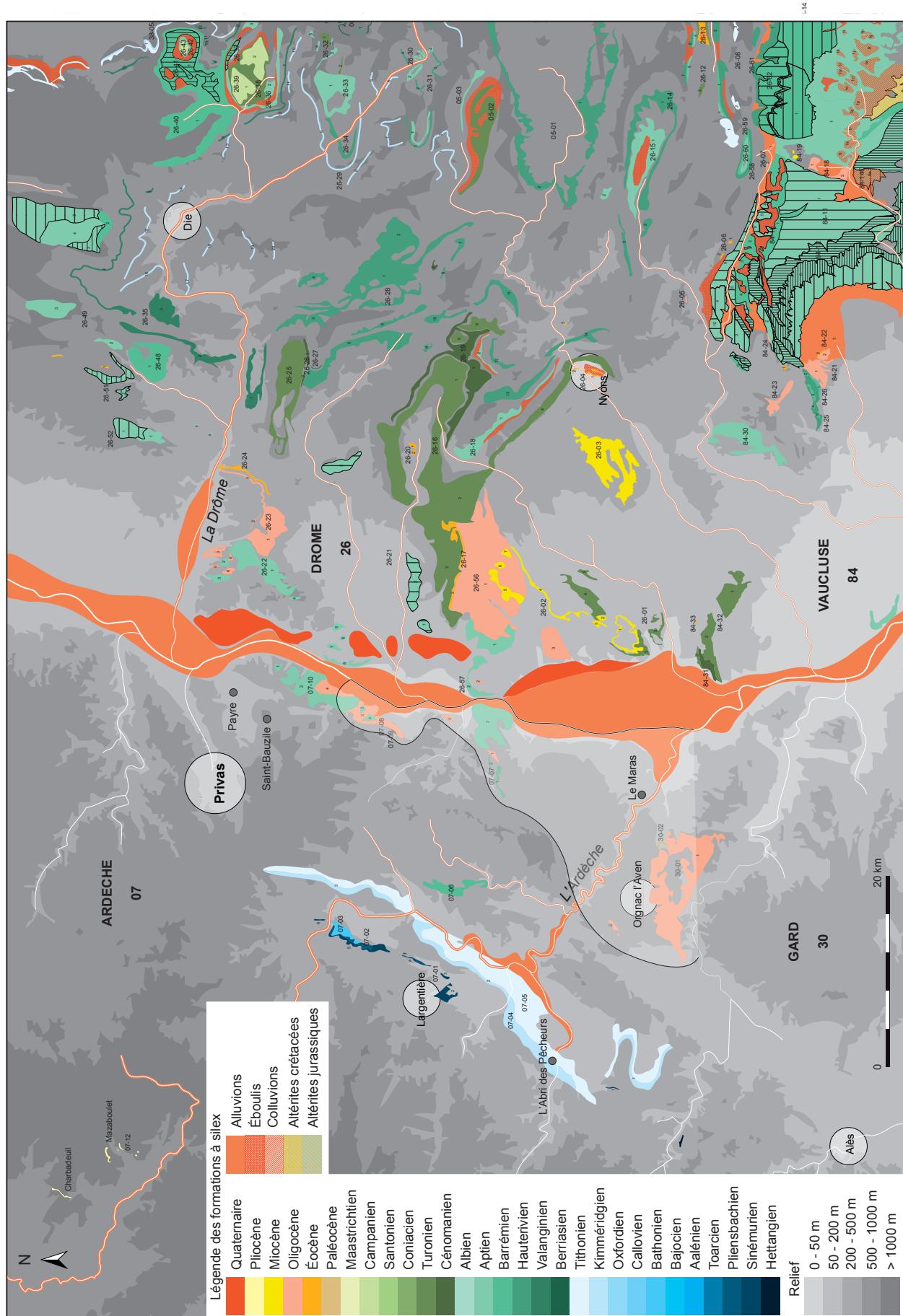


Figure 3 – Carte du domaine minéral exploité par les occupants du Maras. (P. Fernandes, P. Tallet).

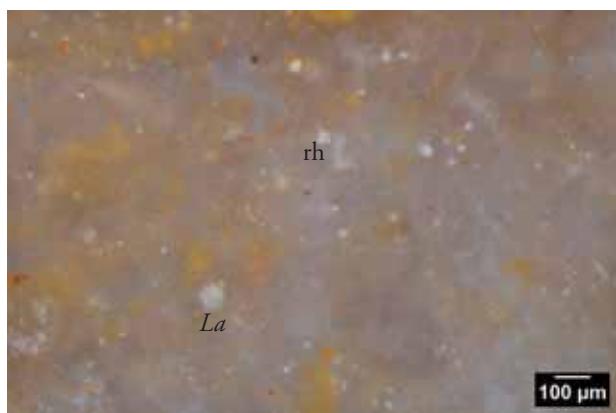
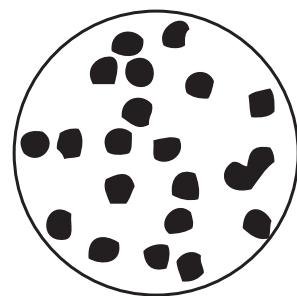


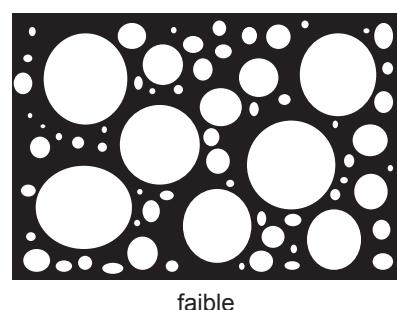
Figure 1 : échantillon géologique n° 333-1. Barremien, position sub-primaire, plateau de Cruas : Duranne. Texture *wackestone* à rhomboèdres et *Lagena* ?.



20 %



Figure 2 : échantillon archéologique non patiné, n° E6-Z254. Texture *wackestone*.



faible

Taille des clastes : 100 à 800 µm

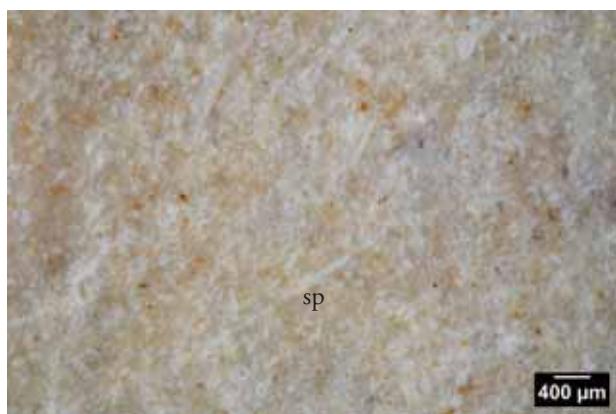


Figure 3 : échantillon archéologique patiné, n° F6-50. Texture *wackestone* à spicules.

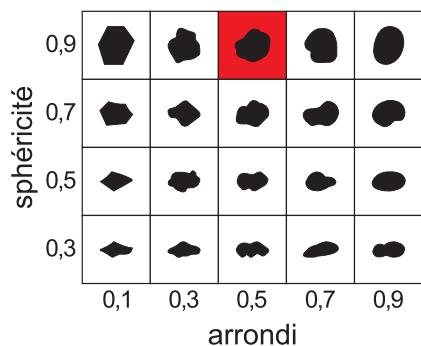


Planche 1 – Le Maras, type F14. Comparaison entre échantillon géologique (silex de la plate-forme externe du Barremien du plateau de Cruas, Ardèche) et objets archéologiques (photos P. Fernandes, DAO M. Dousse).

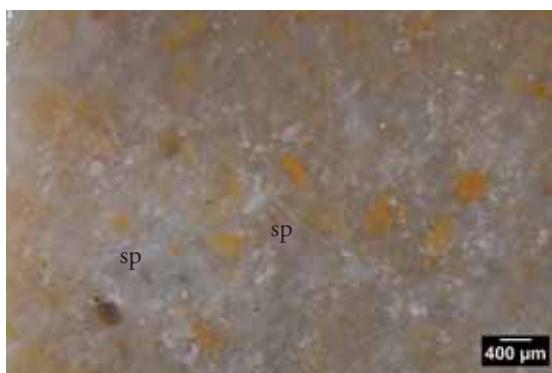


Figure 1 : échantillon géologique n° 333-1. Texture wackestone à spicules et intraclastes.



Figure 2 : échantillon archéologique n° 27F6-50. Texture wackestone à nombreux spicules.

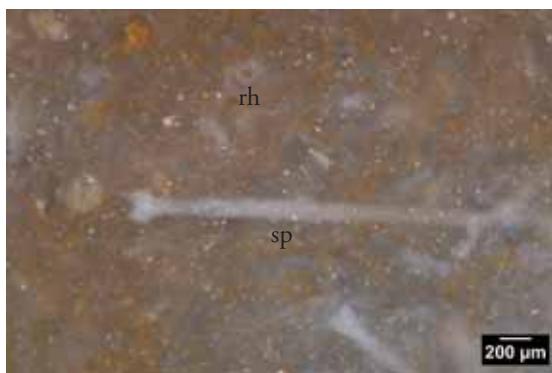


Figure 3 : échantillon géologique n° 333-1. Texture wackestone à rhomboèdres et spicules.

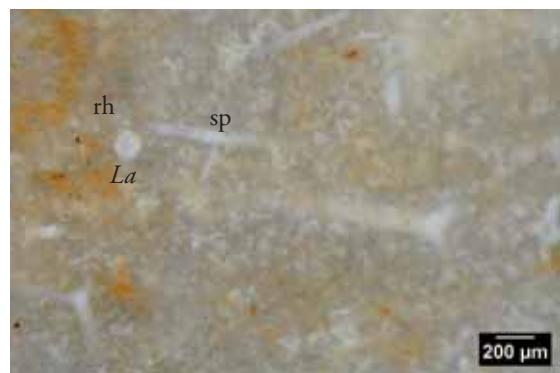


Figure 4 : échantillon archéologique n° 302. Texture wackestone à spicules, *Lagenaria* et rhomboèdres.



Figure 5 : échantillon géologique n° 333-1. Texture wackestone à rhomboèdres et foraminifère indéterminé.

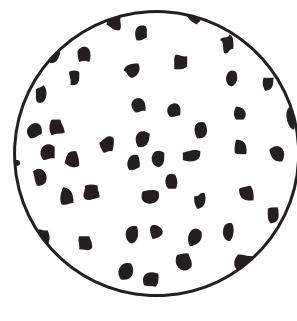


Figure 6 : échantillon archéologique n° 95E6 Z254. Texture wackestone et naissance de la patine blanche.

Planche 2 – Le Maras, type F14. Comparaison entre échantillon géologique (silex de la plate-forme externe du Barremien du plateau de Cruas, Ardèche) et objets archéologiques (photos P. Fernandes, DAO M. Dousse).



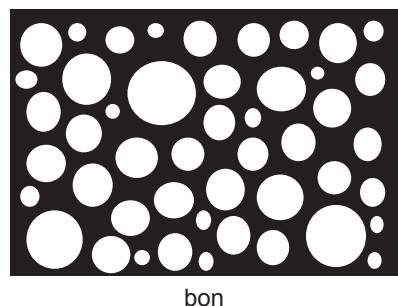
Figure 1 : échantillon géologique n° 295-B30, position sub-primaire, plateau de Cruas : Duranne. Texture *mudstone* peloïde.



10 %



Figure 2 : échantillon archéologique patiné, n° H7 J4 94. Texture *mudstone* peloïde.



bon

Taille des clastes : 100 à 200 µm



Figure 3 : échantillon archéologique patiné, n° C7 J4 36. Texture *mudstone* à spicules.

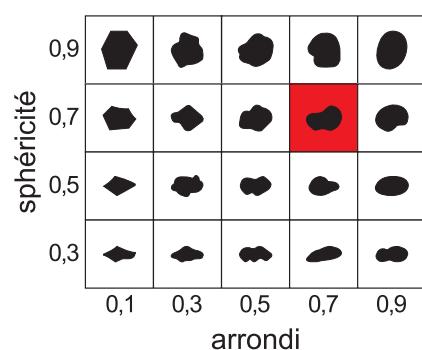


Planche 3 – Le Maras, type F34. Comparaison entre échantillon géologique (silex de la plate-forme externe du Barremien du plateau de Cruas, Ardèche) et objets archéologiques (photos P. Fernandes, DAO M. Dousse).

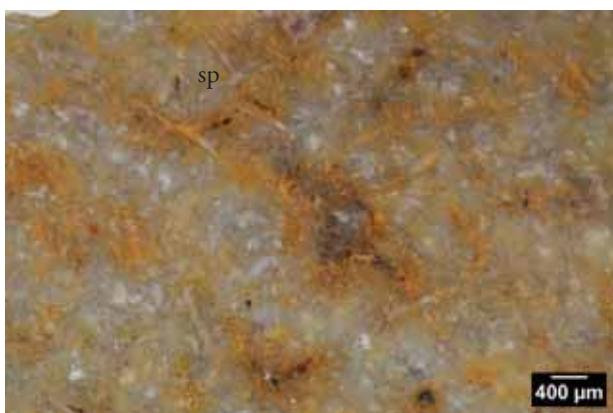


Figure 1 : Objet archéologique, n° G8-J2-22. Texture *packstone* à spicules.

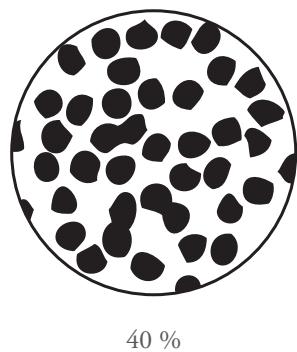
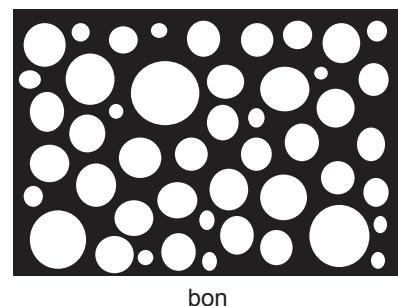


Figure 2 : Objet archéologique, n° G8-J2-22. Texture *packstone* à spicules et débris indéterminés.



Taille des clastes : 100 à 300 μm



Figure 3 : Objet archéologique, n° G8-J2-22. Texture *packstone* à débris indéterminés.

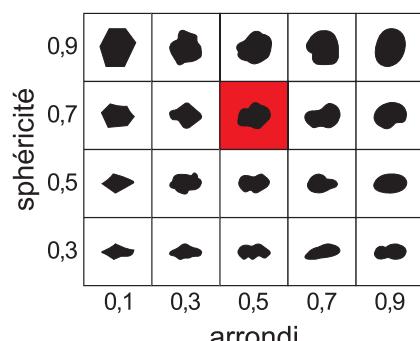


Planche 4 – Le Maras, type F129. Jurassique présent en position secondaire, rive droite du Rhône, poudingues oligocènes ou alluvions anciennes (photos P. Fernandes, DAO M. Dousse).



Figure 1 : Objet archéologique, le Maras, n° K6-J4-27.
Texture *packstone* à spicules et test indéterminé.

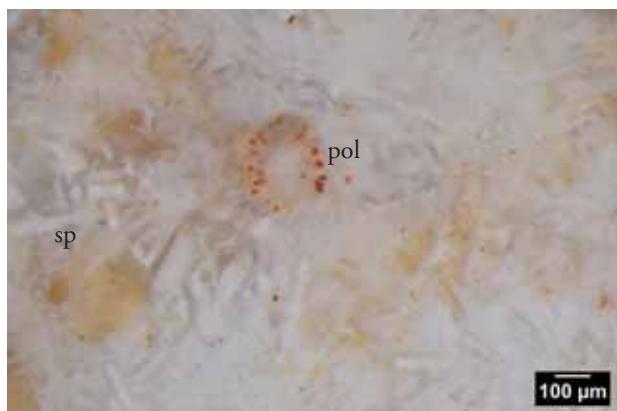
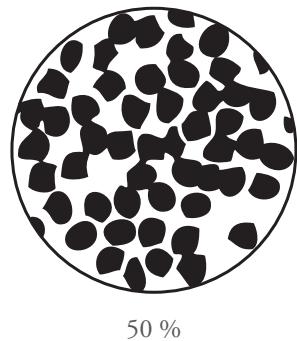
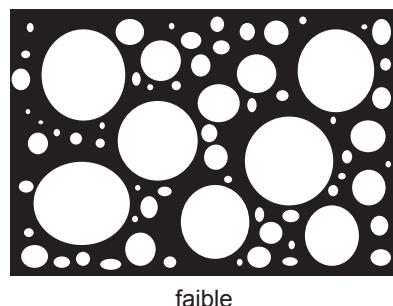


Figure 2 : Objet archéologique, le Maras, n° K6-J4-27.
Texture *packstone* à spicules et section de polypier.



Taille des clastes : 100 μm à > à 1mm



Figure 3 : Objet archéologique, le Maras, n° K6-J4-27.
Texture *packstone* à spicules, foraminifère benthique et fragments indéterminés.

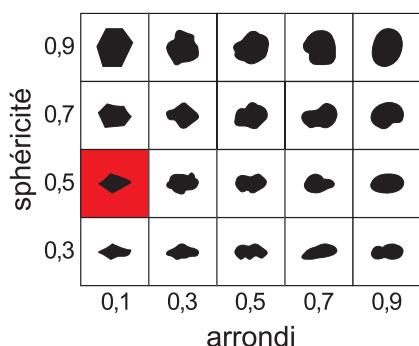


Planche 5 – Le Maras, type F210, origines stratigraphique et géographique indéterminées (photos P. Fernandes, DAO M. Dousse).

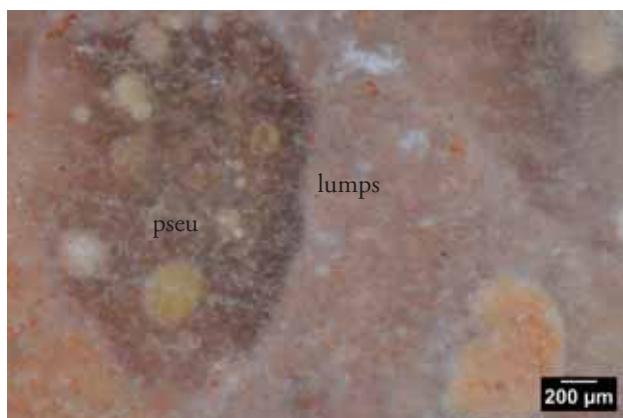


Figure 1 : échantillon géologique. Texture *wackestone* à pseudoolithes dans lumps.

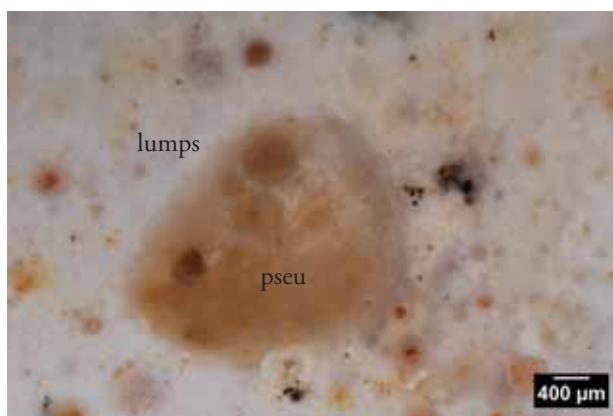
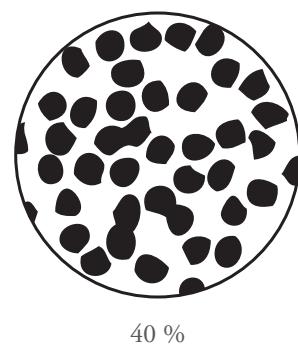
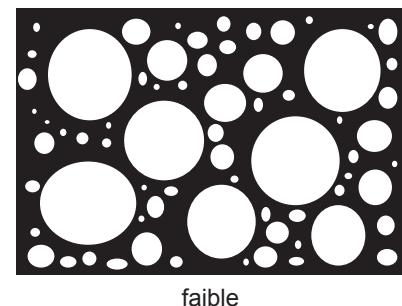


Figure 2 : objet archéologique, n° I7-J4-53. Texture *wackestone* à pseudoolithes.



Taille des clastes : 50 à 600 μm



Figure 3 : objet archéologique, n° I7-J4-53. Texture *wackestone* à pseudoolithes.

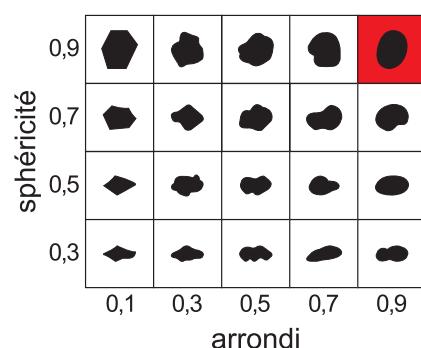


Planche 6 – Le Maras, type F165. Comparaison entre échantillon géologique (origine stratigraphique, Lutétien, Laval-Saint-Roman, Gard) et objet archéologique (photos P. Fernandes, DAO M. Dousse).

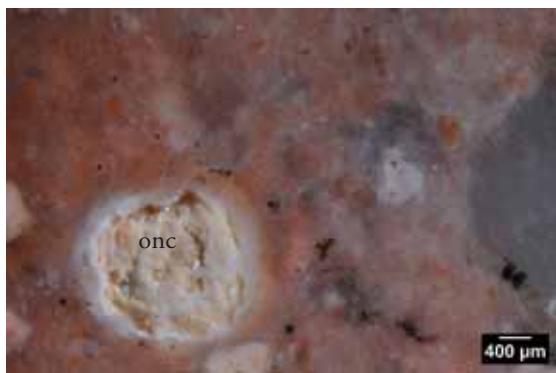


Figure 1 : échantillon géologique. Texture *wackestone* à pseudoolithes (oncoïdes, la lamination est irrégulièrre).



Figure 3 : échantillon géologique. Texture *wackestone* à pseudoolithes.

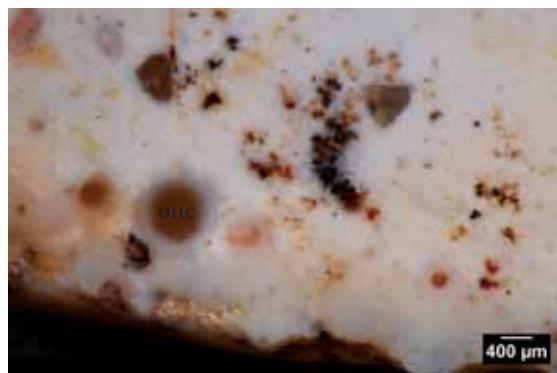


Figure 2 : objet archéologique, n° 143-I7 J4. Texture *wackestone* à pseudoolithes ou oncoïdes.



Figure 4 : objet archéologique, n° K6-J4-72. Texture *wackestone* à pseudoolithes.

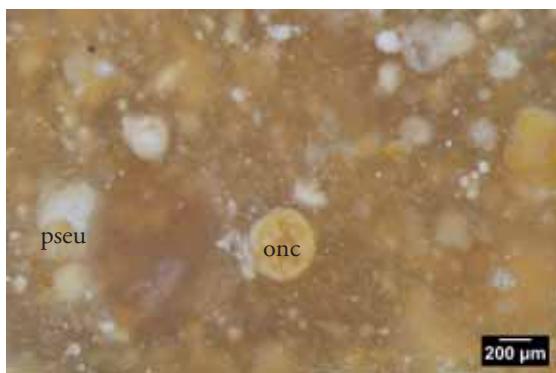


Figure 5 : échantillon géologique. Texture *packstone* à pseudoolithes ou oncoïdes.

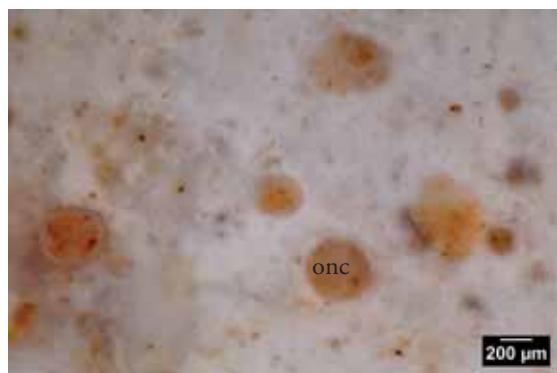


Figure 6 : objet archéologique, n° 141-I7 J4. Texture *wackestone* à pseudoolithes ou oncoïdes.

Planche 7 – Le Maras, type F165. Comparaison entre échantillons géologiques (origine stratigraphique, Lutétien, Laval-Saint-Roman, Gard) et objets archéologiques (photos P. Fernandes, DAO M. Dousse).



Figure 1 : objet archéologique, n° 292-E6. Texture *mudstone* à géodes de quartz.

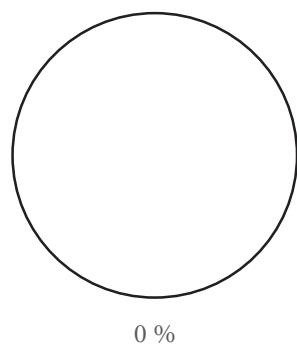
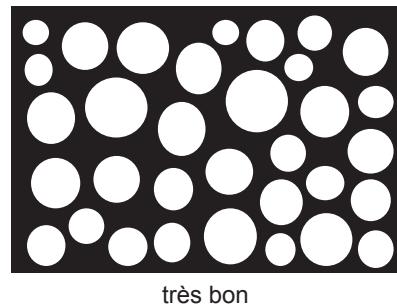


Figure 2 : objet archéologique, n° 155-E6 21. Texture *mudstone* à formes collomorphes.



Taille des clastes : 600 μm



Figure 3 : objet archéologique, n° 157-E6 21. Texture *mudstone*, détail.

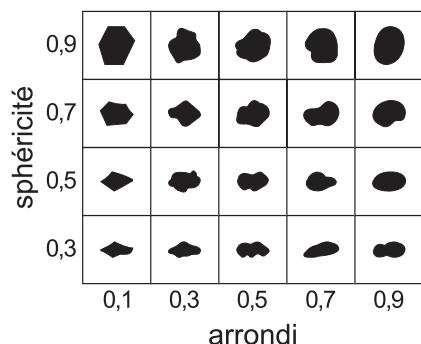


Planche 8 – Le Maras, type F122. Objets archéologiques, origines stratigraphique et géographique indéterminées (photos P. Fernandes, DAO M. Dousse).

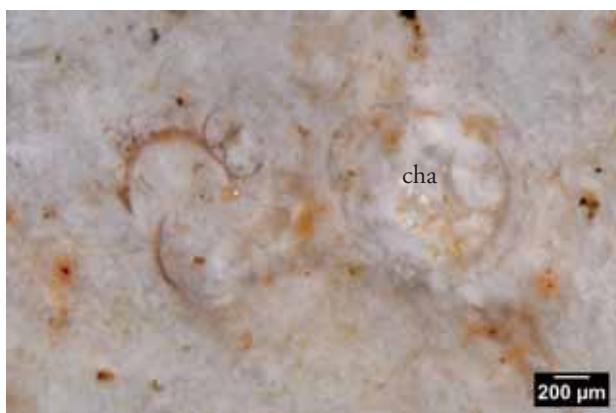
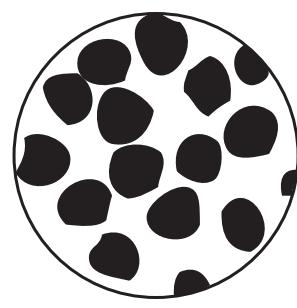


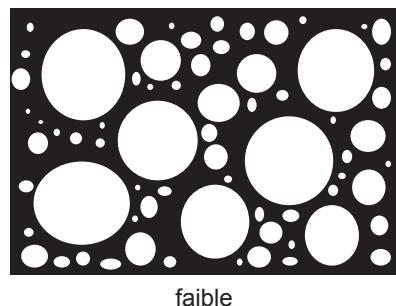
Figure 1 : object archéologique, n° K6-J-Z291. Texture *wackestone* à tige et gyrogonite de characées.



50 %



Figure 2 : object archéologique, n° H7-J4-32. Texture *packstone* à fantômes de cristaux lenticulaires.



faible

Taille des clastes : 100 µm à 1 mm



Figure 3 : object archéologique, n° J7-J4-54. Texture *mudstone* à characées (section de gyrogonite).

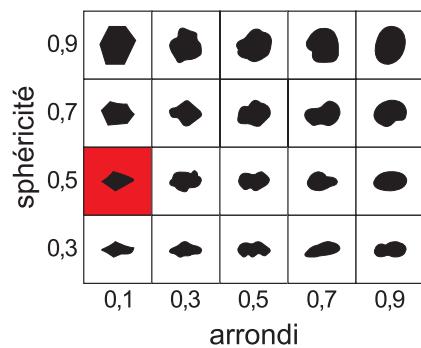


Planche 9 – Le Maras, type F199b. Objects archéologiques, origines stratigraphique et géographique indéterminées (photos P. Fernandes, DAO M. Dousse).



Figure 1 : object archéologique, n° K6-J-Z291. Texture *mudstone* à fragment de test.



Figure 2 : object archéologique, n° K6-J-Z291. Texture *mudstone* à fragments indéterminés.



Figure 3 : object archéologique, n° K6-J-Z291. Texture *mudstone* à fantômes de cristaux lenticulaires.



Figure 4 : object archéologique, n° J7-J4-54. Texture *wackestone* à fragments de tests et section de gyronite.

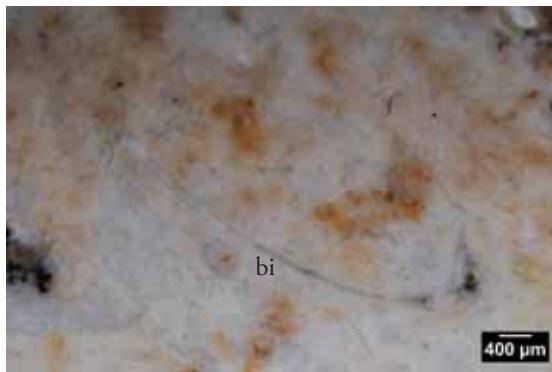


Figure 5 : object archéologique, n° J7-J4-54. Texture *wackestone* à bivalve et fragments de test.



Figure 6 : object archéologique, n° K6-J4-3. Texture *mudstone* à fantômes de cristaux lenticulaires.

Planche 10 – Le Maras, type F199b. Objects archéologiques, origines stratigraphique et géographique indéterminées (photos P. Fernandes, DAO M. Dousse).



Figure 1 : échantillon géologique, n° 492-2, Combe des Naysses (commune d'Orgnac). Texture *packstone* à gastropodes.

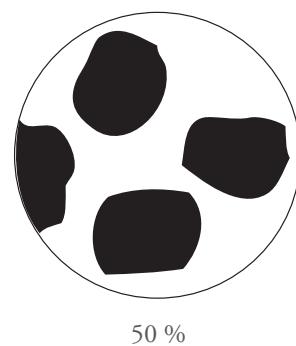
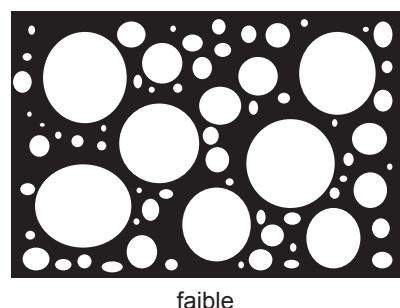


Figure 2 : objet archéologique patiné, le Maras, n° E6-J4-27. Texture *wackestone* à gastropode.



Taille des clastes : 50 à plus de 800 µm



Figure 3 : échantillon archéologique patiné, le Maras, n° L6-J4-164. Texture *wackestone* à gastropodes.

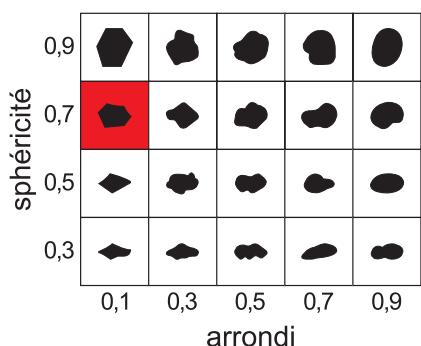


Planche 11 – Type F124, comparaison entre échantillon géologique et objets archéologiques.
Silex lacustre, bassin d'Issirac (Ardèche) (photos P. Fernandes, DAO M. Dousse).



Figure 1 : échantillon géologique, Vireplane n° 493-1.
Texture *wackestone*.



Figure 2 : object archéologique, n° 106, type F124b.
Texture *wackestone*.



Figure 3 : échantillon géologique, Cassagnole.
Texture *wackestone* à fragments de tests.

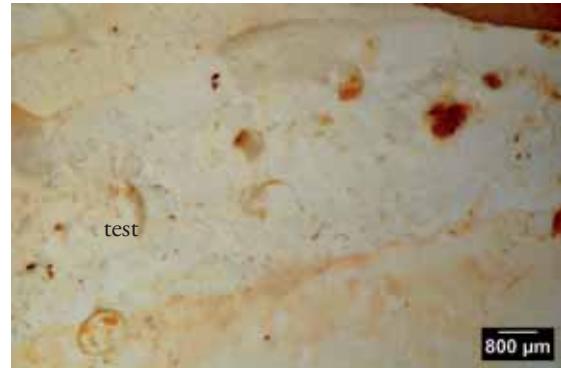


Figure 4 : object archéologique, n° 1336, type F124d.
Texture *wackestone* à fragments de tests.

Planche 12 – Le Maras, types 124b et 124d. Comparaison entre échantillons géologiques (origine, bassin d'Issirac, Ardèche, Gard) et objets archéologiques (photos P. Fernandes, DAO M. Dousse).



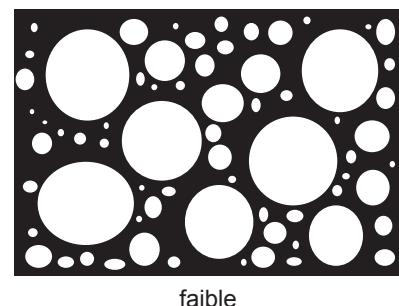
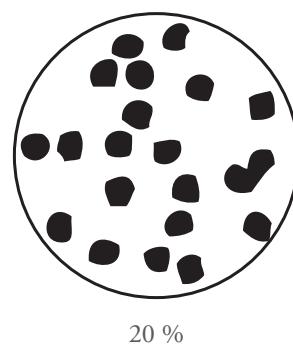
Figure 1 : échantillon géologique, n° 492-165, Combe des Naysses, (commune d'Orgnac). Texture *wackestone* à tiges et filaments.



Figure 2 : objet archéologique, n° J8-J4-5. Texture *wackestone* à tiges et filaments.



Figure 3 : objet archéologique, n° I7-J4-77. Texture *wackestone* à tiges et filaments.



Taille des clastes : 50 à 800 µm

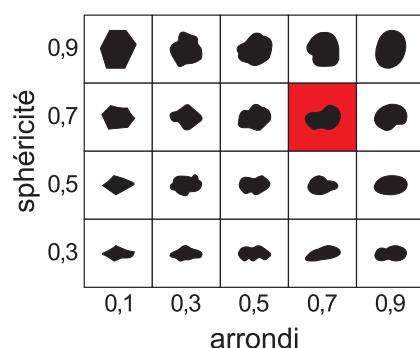


Planche 13 – Le Maras, type F124f. Comparaison entre échantillon géologique et objets archéologiques.
Silex lacustre, bassin d'Issirac (Ardèche, Gard) (photos P. Fernandes, DAO M. Dousse).

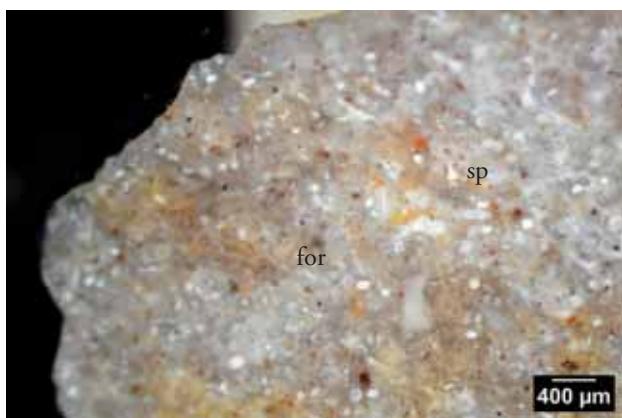
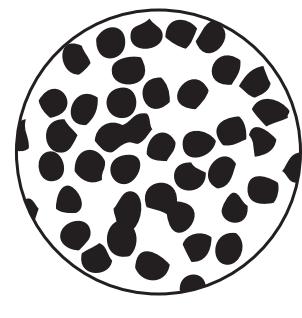


Figure 1 : objet archéologique, n° 1316. Texture *packstone* à spicules et foraminifères.



40 %

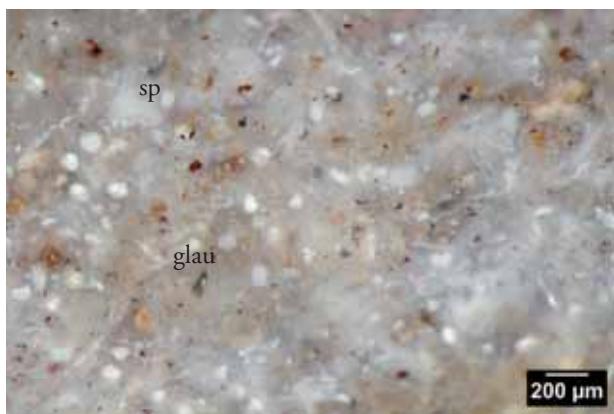
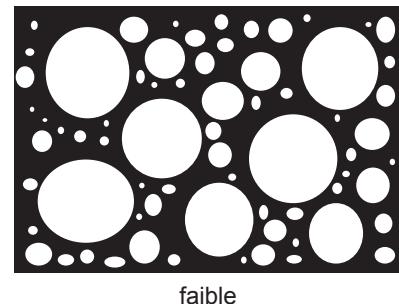


Figure 2 : objet archéologique, n° 1316. Texture *packstone* à spicules et rares glauconies.



faible

Taille des clastes : 100 à 800 μm

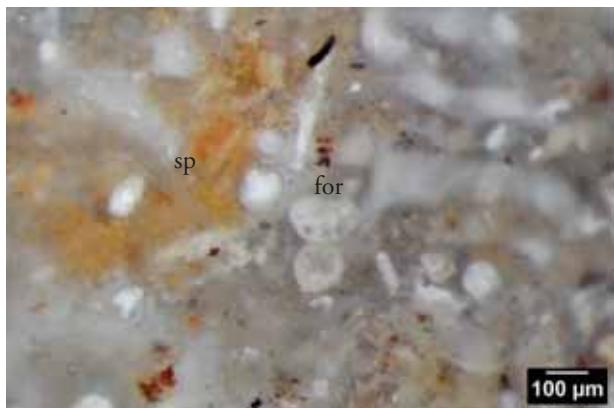


Figure 3 : objet archéologique, n° 1316. Texture *packstone* à spicules et foraminifères.

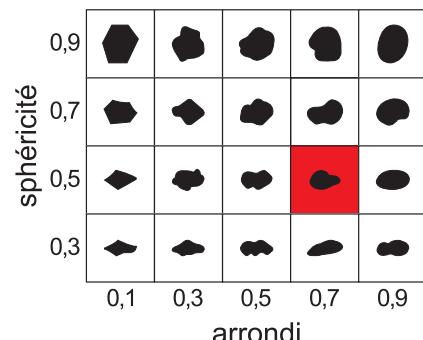


Planche 14 – Le Maras, type F212. Objet archéologique, origine secondaire probable, les terrasses autour de Saint-Marcel d'Ardèche (photos P. Fernandes, DAO M. Dousse).



Figure 1 : objet archéologique, n° 34. Texture *wackestone* à fragments de tests et characées.

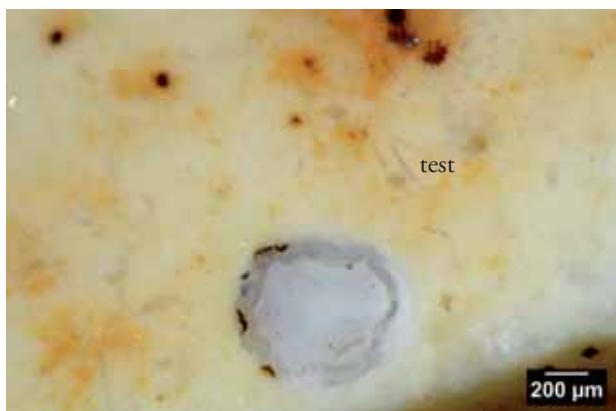
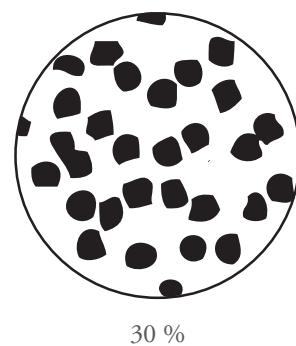
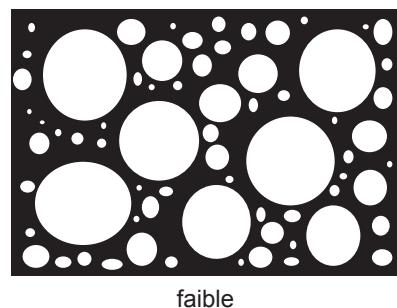


Figure 2 : objet archéologique, n° 34. Texture *wackestone* à fragments de tests et oncoïde.



Taille des clastes : 100 µm à 1 mm

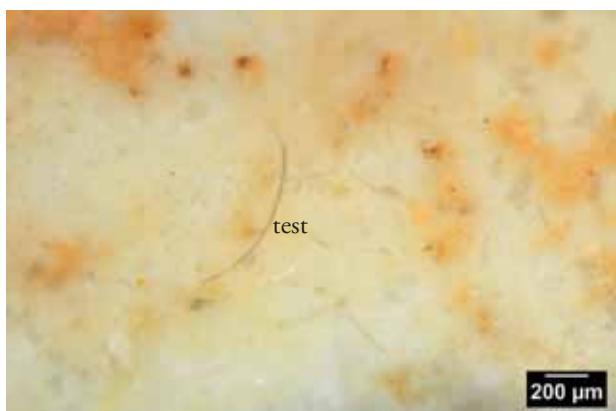


Figure 3 : objet archéologique, n° 34. Texture *wackestone* à fragments de tests.

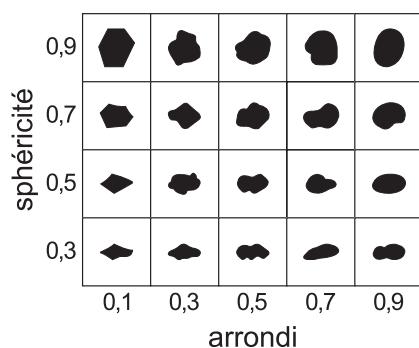


Planche 15 – Le Maras, type F199c. Objet archéologique, origine probable, bassin d'Issirac (Ardèche, Gard) (photos P. Fernandes, DAO M. Dousse).

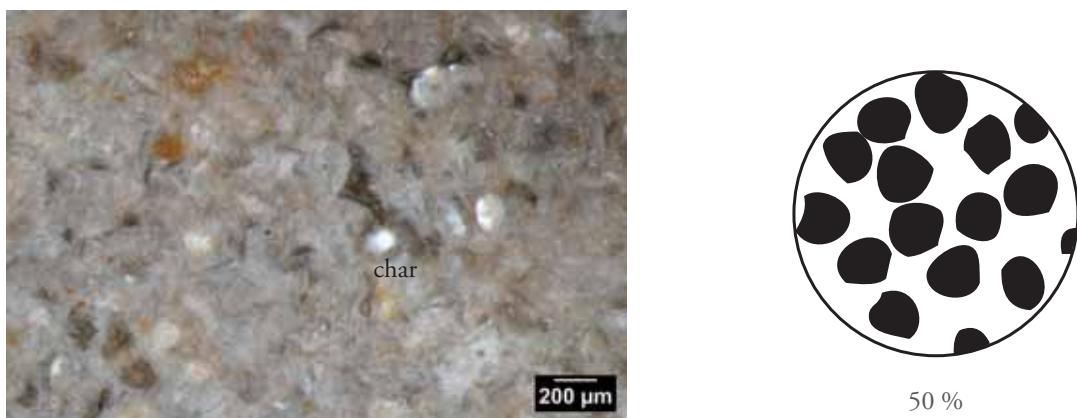


Figure 1 : objet archéologique, n° 1310. Texture *packstone* à débris de characées.

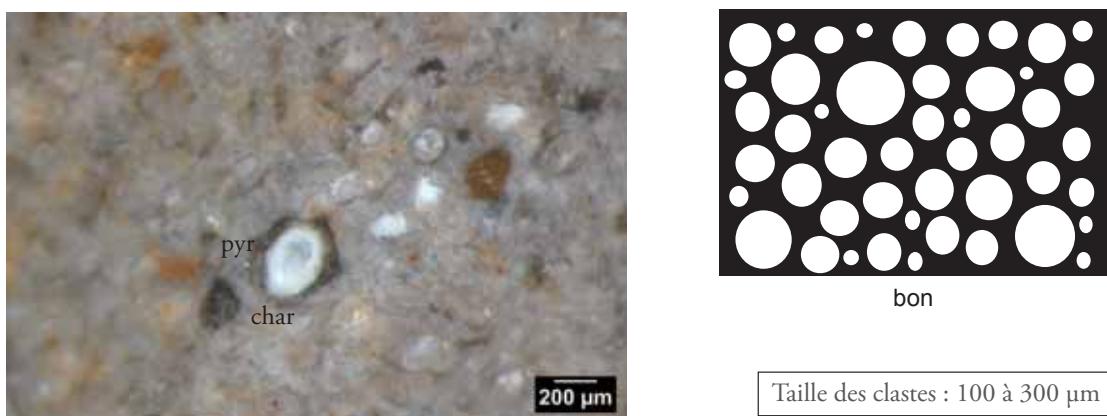


Figure 2 : objet archéologique, n° 1310. Texture *packstone* à débris de characées et grain de pyrite.

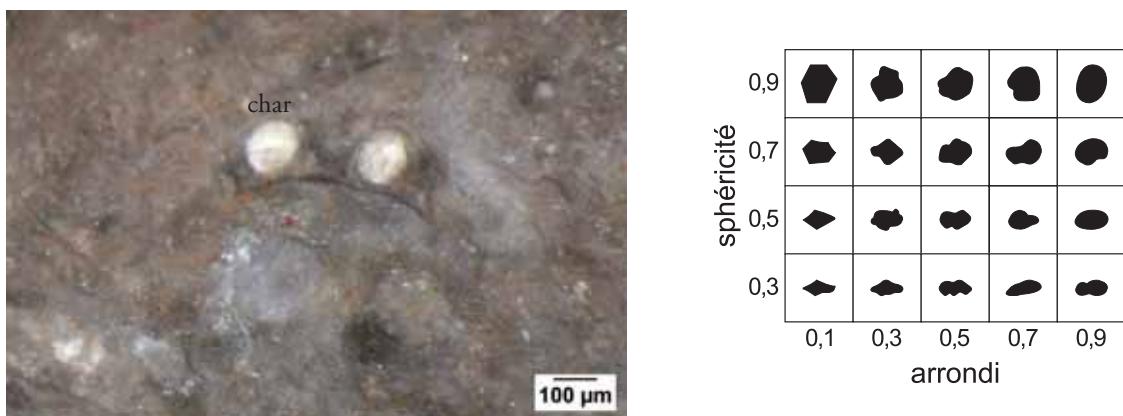


Figure 3 : objet archéologique, n° 1310. Texture *packstone* à débris de characées.

Planche 16 – Le Maras, type F211. Objet archéologique, origine secondaire probable, le bassin d'Issirac, Ardèche (photos P. Fernandes, DAO M. Dousse).



Figure 1 : objet archéologique, n° 1346. Texture *packstone* à fragment de bivalve.

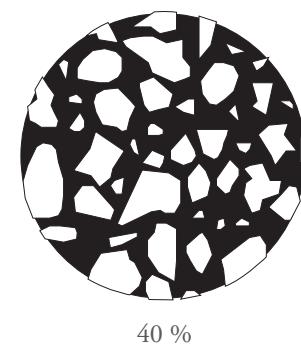
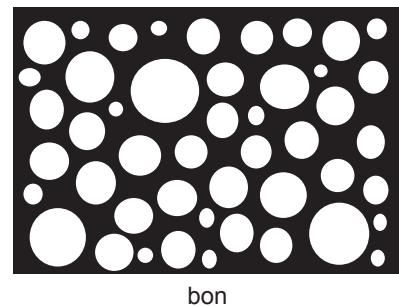


Figure 2 : objet archéologique, n° 1346. Texture *packstone* à clastes anguleux et élément détritique indéterminé.



Taille des clastes : 200 à 400 μm



Figure 3 : objet archéologique, n° 1346. Texture *packstone* à clastes anguleux

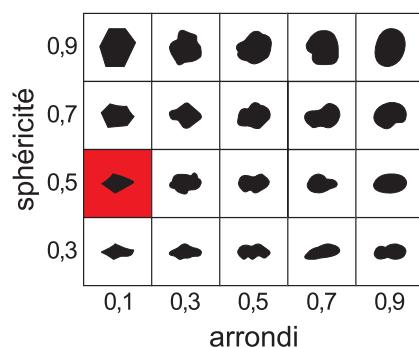
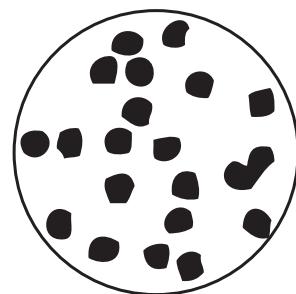


Planche 17 – Le Maras, type F216. Objet archéologique (photos P. Fernandes, DAO M. Dousse).



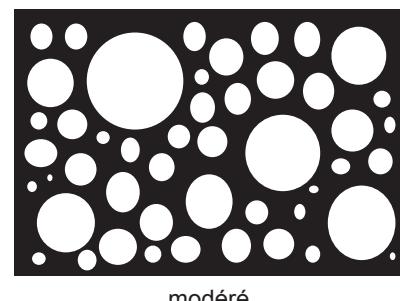
Figure 1 : objet archéologique, n° 262. Texture *wackestone* à spicules et foraminifères benthiques.



20 % à 40 %



Figure 2 : objet archéologique, n° 262. Texture *wackestone* à spicules et foraminifères benthiques.



modéré

Taille des clastes : 100 μm à 800 μm



Figure 3 : objet archéologique, n° 262. Texture *wackestone* à foraminifère benthique.

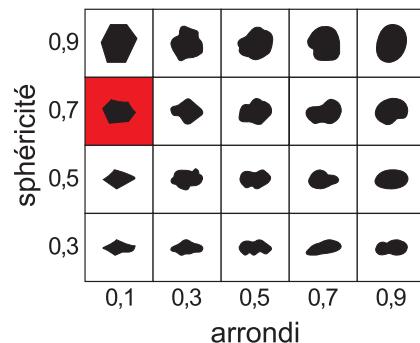


Planche 18 – Le Maras, type F121. Objet archéologique, origine probable, vallée du Rhône (photos P. Fernandes, DAO M. Dousse).

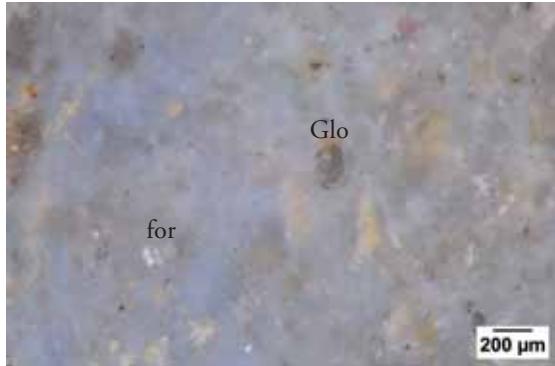


Figure 1 : échantillon géologique, n° 05-1, type F478. Texture *wackestone*, foraminifères benthiques dont *Glomospira*.



Figure 2 : object archéologique, n° 262, type F121. Texture *wackestone* à foraminifères benthiques dont *Glomospira*.



Figure 3 : échantillon géologique, n° 06-1, type F478. Texture *wackestone* à foraminifères benthiques et *Incertae sedis*.



Figure 4 : object archéologique, n° 262, type F121. Texture *wackestone* à *Incertae sedis*.

Planche 19 – Le Maras, types F478 et F121. Comparaison entre échantillons géologiques (origine, Pilhon, commune de Val-Maravel, Drôme) et un objet archéologique, origine probable, vallée du Rhône (photos P. Fernandes, DAO M. Dousse).

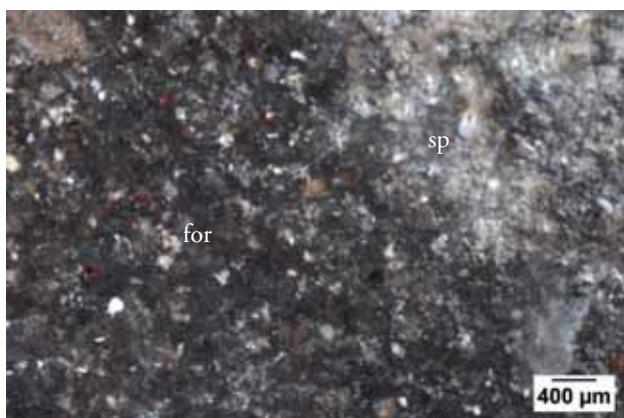


Figure 1 : objet archéologique, n° 1326. Texture *wackestone* à spicules et foraminifères benthiques.

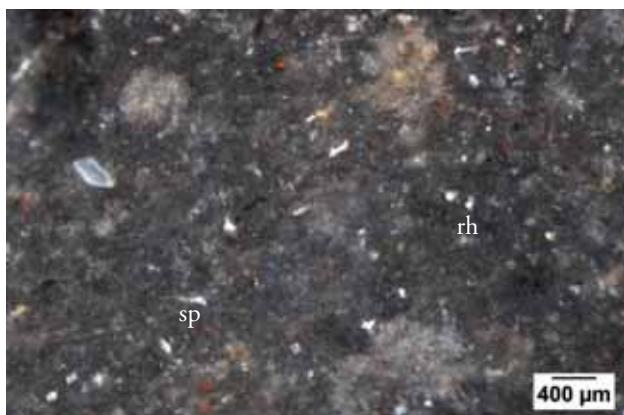
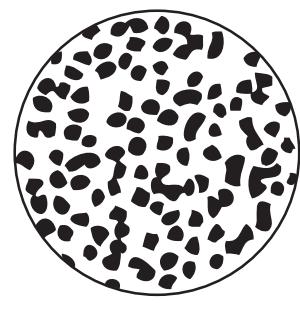
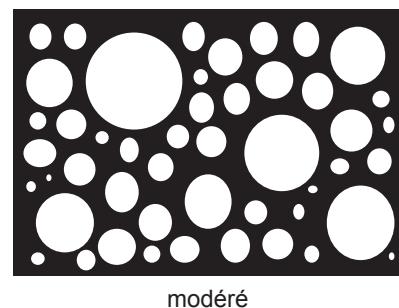


Figure 2 : objet archéologique, n° 1326. Texture *wackestone* à spicules et rhomboèdres.



Taille des clastes : 100 μm à 500 μm

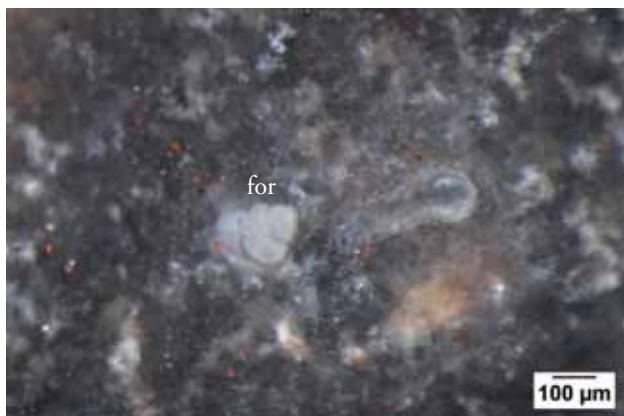


Figure 3 : objet archéologique, n° 1326. Texture *wackestone* à spicules et foraminifères.

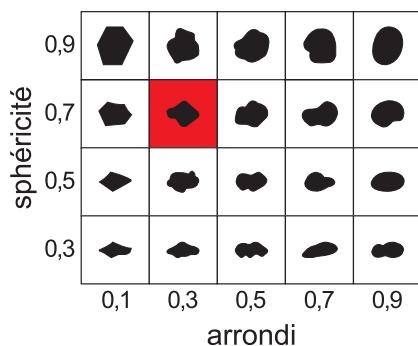


Planche 20 – Le Maras, type F213. Objet archéologique, origine probable, vallée du Rhône (photos P. Fernandes, DAO M. Dousse).



Figure 1 : échantillon géologique, n° 01_PM2, type F463. Texture *wackestone* à amas de spicules.



Figure 2 : object archéologique, n° 1326, type F213. Texture *wackestone* à amas de spicules.



Figure 3 : échantillon géologique, n° 06_PM2, type F463. Texture *wackestone* à foraminifère indéterminé.



Figure 4 : object archéologique, n° 1326, type F213. Texture *wackestone* à foraminifère indéterminé.

Planche 21 – Le Maras, types F463 et F213. Comparaison entre échantillons géologiques (origine, Passet-Mensac, commune de Treschnu-Creyers, Drôme) et un objet archéologique, origine probable, vallée du Rhône (photos P. Fernandes, DAO M. Dousse).

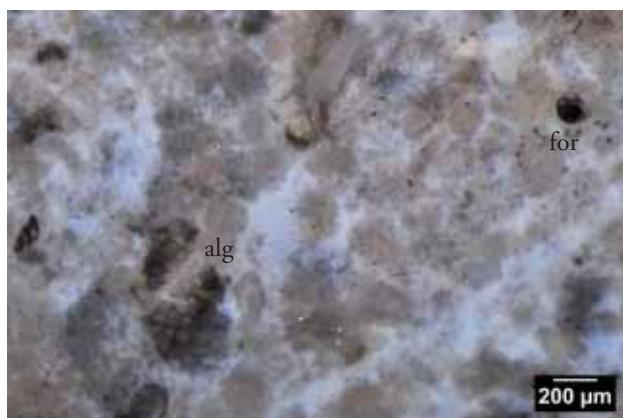


Figure 1 : échantillon géologique, n° 06-G6, type F482. Texture *packstone* à algue et foraminifères benthiques.

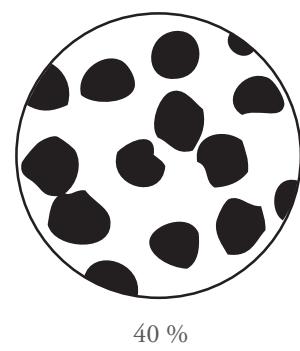
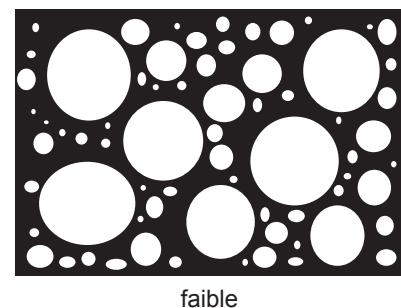


Figure 2 : objet archéologique, n° 44-F6, type 482b. Texture *wackestone* à algue.



Taille des clastes : 100 µm à 800 µm



Figure 3 : objet archéologique, n° 44-F6, type 482b. Texture *wackestone* à foraminifère benthique.

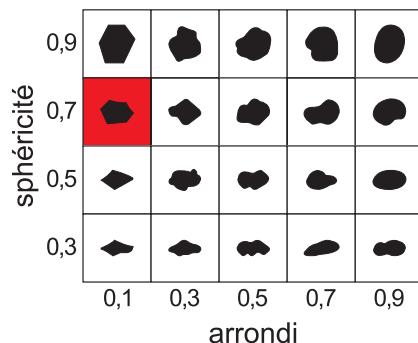


Planche 22 – Le Maras, types F482 et F482b. Comparaison entre échantillon géologique (origine, les gorges du Gâts, commune de Treschnu-Creyers, Drôme) et un objet archéologique, origine probable, vallée du Rhône (photos P. Fernandes, DAO M. Dousse).



Figure 1 : objet archéologique, n° 1328. Texture *mudstone* à rhomboèdres.

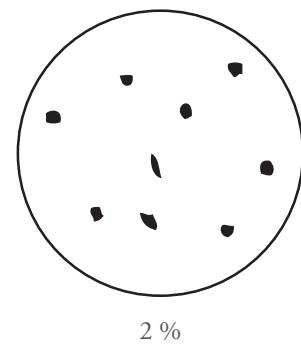
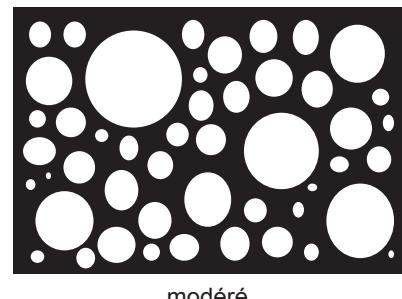


Figure 2 : objet archéologique, n° 1328. Texture *mudstone* à bryozoaire.



modéré

Taille des clastes : 200 μm à 1 mm



Figure 3 : objet archéologique, n° 1328. Texture *mudstone* à sphère indéterminée.

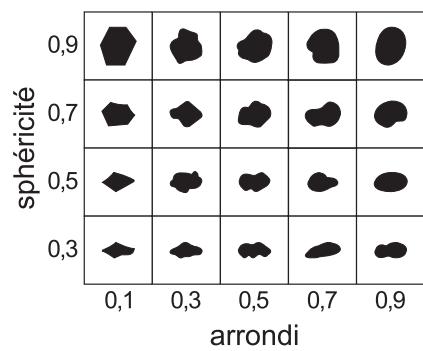


Planche 23 – Le Maras, type F214. Objet archéologique (photos P. Fernandes, DAO M. Dousse).

Bibliographie

- Arbey, F., 1980. Les formes de la silice et l'identification des évaporites dans les formations silicifiées, *Bulletin du Centre Recherche Exploration Production Elf-Aquitaine*, 4, p. 309-365.
- Aubry, M.P., 1975. Recherches sur la nanopétrographie des roches siliceuses, *Bulletin Trimestriel de la Société Géologique de Normandie*, 62 (2), p. 7-34.
- Busnardo, R., Combémorel, R., Cotillon, P., et al., 1977. *Livret-guide de l'excursion Ardèche, 13-15 mai 1977*, Lyon : Université de Lyon (Ed.), 76 p.
- Contensuzas, C., 1980. *Le Barrémo-Bédoulien entre Viviers et Cruas*, Thèse de 3^{ème} Cycle, Université de Lyon, 172 p.
- Cotillon, P., Ferry, S., Busnardo, R., et al., 1979. Synthèse stratigraphique et paléogéographique sur les faciès urgoniens au Sud de l'Ardèche et du Nord du Gard (France Sud-Est), *Géobios, mémoire spécial*, 3, p. 121-139.
- Damiani, L., Masse, J.-P., Philip, J., Trochetti, G., Truc, G., 2005. *Notice de la carte n° 913, Pont-Saint-Esprit*, 42 p.
- Delvigne, V., et Lafarge, A., 2012. Prospection et caractérisation des ressources siliceuses du Jurassique ardéchois entre Aubenas et Berrias-Casteljau, in Camille Daujeard coord : *rapport de sondage 2012 à Balazuc*, p. 118-125.
- Dunham, R.J., 1962. Classification of carbonate rocks according to the depositional texture, In : *Mémoire of the American Association of petroleum geologists, Classification of carbonate rocks*, Tulsa : Ham W. (Ed.), p. 108-121.
- Embry, A.-F., Kolvan, J.-E., 1971. A late Devonian reef tract on north eastern Bank Island », *Bulletin of Canadian Petroleum Geology*, 19, p. 730-781.
- Fernandes, P., 2012. *Itinéraires et transformations du silex : une pétroarchéologie refondée, application au Paléolithique moyen*. PHD Thesis, Université Bordeaux I, ED Sciences et Environnement, Spécialité Préhistoire, Vol. 1 texte and figures, 452 p, Vol. 2 Annexes, 164 p.
- Fernandes, P., et Piboule, M., 2006. Prospections et inventaire des ressources siliceuses aux marges du Massif central : Ardèche, Drôme, Allier & Cher : Un espace minéral utilisé au Paléolithique moyen. In : Bressy (Coor.). *Rapport d'activité, réseau de lithothèques en Rhône-Alpes*, p. 9-32.
- Folk, R.L., 1959. Practical classification of limestone, *American Association of Petroleum Geologists Bulletin*, 43, p. 1-38.
- Pascal, M., Lafarge, D., Chiedhomme, J., et al., 1989. *Notice explicative, carte géologique de la France (1/50 000), Feuille de Bourg-Saint-Adéol (889)*, Orléans : BRGM (Ed.), 67 p.
- Porthault, B., 1974. *Le Crétacé supérieur de la Fosse vocontienne et des régions limitrophes (France sud-est) : micropaléontologie, stratigraphie, paléogéographie*, Thèse de doctorat, Université de Lyon, 342 p.
- Krumbein, W.C., 1942. Physical and Chemical changes in sediments after deposition, *Journal of Sedimentary Petrology* 12, p. 111-117.
- Le Ribault, L., 1975. *L'exoscopie méthode et application*, Paris : Compagnie Francaise des Petroles, Service Géologique D.C.E.P (Ed.), 230 p.
- Lorenchet Montjamont (de), M., Bornand, M., Mandier, P., et al., 1979. *Notice explicative, carte géologique de la France (1/50 000) Feuille de Montélimar (866)*, Orléans : BRGM (Ed.), 35 p.
- Rio, M., 1982. *Les accidents siliceux dans le Crétacé du bassin Vocontien (Sud-Est de la France). Contribution à l'étude de la silicification des formations calcaires*, Villeurbanne : Université Claude-Bernard (Ed.), Documents des laboratoires de géologie Lyon, 84, 184 p.
- Séronie-Vivien, M., et Séronie-Vivien, M.-R., 1987. *Les silex du Mésozoïque nord-aquitain : approche géologique de l'étude des silex pour servir à la recherche préhistorique*. Bordeaux, Société linnéenne de Bordeaux (Bulletin de la Société linnéenne de Bordeaux - Supplément au tome 15), 135 p.

3.10. Silex noir de l'Autunien du Bourbonnais : Région de Buxières-les-Mines - Bassin de l'Aumance - (Allier).

Michel PIBOULE (piboulemichel@gmail.com)

Les formations sédimentaires autuniennes du bassin de Bourbon-l'Archambault offrent dans la région de Buxières-les-Mines (« sous-bassin » de l'Aumance) une assise inférieure à dépôts fluvio-torrentiels représentée principalement par des grés et des argilites (« Autunien gris », Turland *et al.*, 1990). Sa partie supérieure à dépôts lacustres gréso-argileux comporte deux horizons de cinérites, des couches à charbon, des niveaux argilo-silteux bitumineux et un «faisceau dolomitique» sommital. Cet ensemble est surmonté par une puissante formation détritique à dominante fluviatile, fluvio-lacustre et deltaïque.

Le « faisceau dolomitique » est ainsi intercalé entre deux puissantes séries terrigènes. Il comporte des bancs décimétriques à métriques carbonatés, souvent silicifiés et remplacés par des silex noirs (secteur de Saint-Hilaire, Gipcy, Forêt de Gros-Bois, ...). De tels matériaux siliceux se retrouvent à une dizaine de kilomètres plus à l'est à proximité de Souvigny (« sous-bassin » de la Queune) (Debriette, 1985) dans une formation stratigraphiquement équivalente. Dans ce secteur, la présence de stromatolites a été largement décrite (Freytet *et al.*, 1999 ; Freytet *et al.*, 2000 ; Legrand et Debriette, 2007, ...). Entre ces deux secteurs, le « faisceau dolomitique» disparaît et laisse la place à la formation des « quartzites de Meillers » dont la genèse peut être rapportée à celle de dépôts hydrothermaux de surface, équivalents des geyserites et constituées essentiellement de croûtes algaires silicifiées (sinters). Par son implantation stratigraphique et structurale, cette formation pourrait être l'équivalent latéral du « faisceau dolomitique » voisin (Debriette, 1985 ; Turland *et al.*, 1990).

Dans le secteur de Gros-Bois, les bancs de silex noirs du «faisceau dolomitique» délivrent des blocs parallélépipédiques aux cortex parallèles épais (1 à 3 cm) à aspect bréchique et à matrice à aspect gréseux. Leurs faces principales correspondent le plus souvent à des surfaces de débit planes et perpendiculaires au banc. Ces anciennes diaclases sont généralement constellées de boxworks rhomboédriques (dolomite) dont la fréquence et la taille augmentent vers le cœur du banc (photo A). Des formes moins fréquentes d'agrégats de boxworks fibroradiés de cristaux de dolomite peuvent être rencontrées dans certaines diaclases (photo B). L'ensemble de ces figures implique que la cristallisation du carbonate est

pénécontemporaine d'une fracturation ancienne des bancs siliceux. Cette fracturation préside ultérieurement au débit régulier des blocs.

La texture et la composition à l'échelle d'un banc siliceux est variable. Généralement les zones sous corticales présentent des matrices particulièrement fines en texture qui répondent parfaitement à la taille. La plupart des nucléus discoïdes ou levalloisiens examinés sont extraits de ces zones.

Dans la matrice siliceuse noire, la dolomite automorphe en rhomboédrés millimétriques isolés ou en essaims de grains est de règle (photo C). Ce minéral devient moins fréquent - voire même totalement absent - dans la matrice des zones sous corticales précédentes. Cette répartition rappelle celle observée pour les boxworks des diaclases anciennes. La présence de la dolomite reflète un contexte physico-chimique spécifique lors de la diagénèse siliceuse et des processus de remplacement de l'ancien sédiment carbonaté. Elle constitue un héritage discret du passé dolomitique des matériaux remplacés.

L'abondance des fossiles constitue la seconde originalité des silex noirs de l'Autunien du bassin permien. Les tiges et les troncs aplatis d'équisétales silicifiées (Calamites) sont fréquents. L'omniprésence des restes de stromatolites constitue une bonne signature de l'origine de ces matériaux. D'une part, par leur présence et leur détermination ils permettent de connaître leur paléomilieu de développement et, d'autre part de connaître les conditions d'évolution du sédiment meuble antérieur à la diagénèse carbonatée. Enfin, l'examen de certains silex riches en fossiles permet de cerner l'évolution postérieure à la diagénèse siliceuse.

Les stromatolites observés dans les silex noirs appartiennent aux formes tabulaires ou planes (photo D), en dômes ou en choux-fleurs (photo D et E) ou tubulaires (photo G) décrites par Legrand *et al.* (2007). La définition des espèces et des associations algaires est en cours.

Ces structures encroûtantes peuvent adhérer à leur substratum initial - construit ou non-. Elles en sont le plus généralement dissociées et fragmentées en débris clastiques centimétriques (photo H). L'accumulation de ces éléments clastiques détermine des brèches. Les fragments algaires sont emballés dans une matrice interstitielle fine initialement carbonatée. Les mécanismes de fossilisation et d'épigénie préservent ces structures organiques lors de la silicification générale du sédiment. Une dolomite néoformée participe à ce remplacement : elle se présente en alignements de cristaux soulignant les bordures des résidus stromatolitiques (photo G), en petites masses

polycristallines dispersées ou en grains xénomorphes dans les fissures ouvertes de certains fragments algaires (photo F). Ce premier type de brèches issues de l'accumulation sédimentaire de débris d'organismes démantelés et affectés par une diagénèse siliceuse majeure est le plus fréquent.

Le second type de brèches contient des fragments anguleux stromatolitiques fracturés et baignant dans une matrice hétérogène localement grise et fine ou claire et granulaire (photo I). Cet ensemble, vaguement orienté, comporte à la fois les restes d'une matrice ancienne grise solidaire des clastes stromatolitiques et une matrice «récente» claire grenue en passées sécantes dans le matériau. Les gros éléments clastiques anguleux sont affectés par des fractures injectées par cette seconde matrice. Certains éléments stromatolitiques contigus et fracturés sont dissociés par l'injection de ce même matériel. Accessoirement, cette matrice à dominante quartzuse présente de la dolomite. L'aspect granulaire du matériel plaide en faveur de la mise en place d'un fluide invasif véhiculant une charge sableuse. Ces détails pétrographiques plaident en faveur d'une seconde diagénèse siliceuse scellant définitivement cette double brèche. Les mécanismes déduits de l'analyse pétrographique et chronologique diffèrent fondamentalement de ceux des brèches sédimentaires précédentes et s'apparentent à un processus de fracturation hydraulique local.

L'injection d'un fluide à haute pression alimenté à la fois par un aquifère favorable de fond de bassin et par des venues hydrothermales (chaudes ?) – à l'origine des sinters contigus de Meillers – constituent un modèle possible pour l'origine des silex de certains bancs peu résistants et soumis à une surpression de fluides issus d'un tel télescope. Ce mélange des fluides préside à l'échelle du grain à la perte de cohérence des grès encaissants induite par la dissolution partielle du quartz dans l'eau – peut être surchauffée – de l'aquifère ambiant. Cette perte de cohésion des grès adjacents et le transfert des grains de quartz par les fluides rendent compte des « injectats » matriciels observés.

Pour la recherche de l'origine des matières premières des artefacts les principaux critères macroscopiques de reconnaissance des silex de l'Autunien du Bassin de l'Aumance sont les suivants :

- Faciès à matrice homogène
- cortex épais « gréseux » à aspect microbréchique à éléments de matrice ;
- zone sous corticale à matrice fine ;
- matrice constellée de cristaux rhomboédriques de dolomite ;

- diaclases riches en boxworks de dolomite ;
- teinte généralement noire.

- Faciès à matrice inhomogène :
 - cortex épais gréseux microbréchiques identique ;
 - présence de fossiles abondants ;
 - stromatolites de grandes tailles emballés dans une matrice sombre à dolomite,
 - ou présence de structures bréchiques à bioclastes centimétriques à pluricentimétriques ordonnés ou non ;
 - matrice interstitielle siliceuse à dolomite plus ou moins abondantes ;
 - éléments ligneux fossiles accessoires.

Pour l'archéologie préhistorique les silex à stromatolites sont peu mentionnés dans les inventaires des matières premières siliceuses utilisées pour la confection des artefacts. Toutefois la fréquence de tels silex dans les séries moustériennes du nord du Massif Central peut être notée (ex : région de Tilly, 03) ; elle est beaucoup plus faible à Saint-Bonnet-de-Four (03) où elle n'excède pas le pourcent. L'effectif des gîtes de matières premières siliceuses à stromatolites est assez limité dans cette région. Pour les formations d'âge tertiaire citons les petits gîtes oligocènes à silex de Tilly (03), Montaigu-le-Blin (03), ceux–plus nombreux– de la Limagne et de la Comté d'Auvergne (63) (Fernandes, 2012). Pour les formations d'âge paléozoïque seul le gîte permien des sinters de Meillers (03) offre des matières premières très riches en stromatolites. La présence de ces organismes est très discrète et est restée longtemps insoupçonnée. La diffusion de ces matériaux et leur présence dans les sites préhistoriques paraissent très limitées. Les gîtes voisins à silex noirs de l'autunien du bassin de Bourbon-l'Archambault, complètent ici cette liste avec des matériaux aux caractéristiques pétrographiques originales et, de ce fait, plus faciles à reconnaître dans les séries archéologiques.

Bibliographie

Debriette P., 1985 – *Etude géologique du bassin permo-carbonifère de la Queune (Allier)*. Mém. DER, Univ. Dijon, 167 p.

Fernandes P., 2012 – *Itinéraires et transformations du silex : une pétroarchéologie refondée, application au Paléolithique moyen*, Thèse Doct. Univ. Bordeaux I, 2 volumes, 623 p. & 352 p.

Freytet P., Broutin J., Durand M., 2000 – Distribution and palaeoecology of freshwater algae and stromatolites: III, some new forms from the Carboniferous, Permian and Triassic of France and Spain. *Ann. Paléontol.*, V. 86, n° 4, p. 195-241.

Freytet P., Toutin-Morin N., Broutin J., Debriette P., Durand M., El Wartini M., Gand G., Herp H., Orszag F., Paquette Y., Ronchi A., Sarfati J., 1999 – Palaeoecology of non marine algae and stromatolites: Permian of France and adjacent countries. *Ann. Paléontol.*, V. 85, n. 2, p. 99-153.

Legrand P., Debriette P., 2007 – Les stromatolithes de l'Autunien (permien inférieur) de Souvigny (Allier, Massif central, France). *Ann. Soc. Géol. Du Nord*, T. 14, 2^{ème} série, p. 43-53.

Turland M., Mathis V., Grolier J., Monier G., Croisé G., Debriette P., Milhau D., Mercier-Batard F., Carroué J.P., Piboule M., Debégia N., 1990 – Notice explicative de la feuille Bourbon-l'Archambaul n° 597 à 1/50000^{ème}. Ed. BRGM., Orléans.

A : Silex noir de l'Autunien du bassin de l'Aumance : banc à cortex épais bréchique, zones sous-corticales à texture fine et zone centrale siliceuse à dolomite.

B : Silex noir de l'Autunien du bassin de l'Aumance : surface de diaclase à boxworks de cristaux fibroradiés de dolomite.

C : Silex noir de l'Autunien du bassin de l'Aumance : zone centrale d'un banc à cristaux de dolomite.

D et E : Silex noir de l'Autunien du bassin de l'Aumance : stromatolithes tabulaires et en choux-fleurs (D : coupe longitudinale ; E : coupe transversale sur pièce archéologique).

F : Silex noir de l'Autunien du bassin de l'Aumance : brèche à fragments stromatolithiques.

G : Silex noir de l'Autunien du bassin de l'Aumance : Stromatolithes tubulaires et fragments de parois (pièce archéologique). La dolomite occupe les bordures des parois ou le matrice des cœurs des deux tubes associés.

H : Silex noir de l'Autunien bassin de l'Aumance : brèche sédimentaire à débris végétaux.

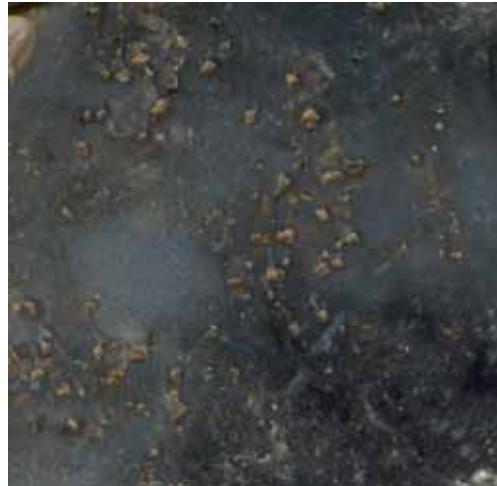
I : Silex noir de l'Autunien du bassin de l'Aumance : brèche de fracturation hydraulique. Elle comporte des fragments stromatolithiques emballés et dissociés par une matrice sableuse injectée sous pression et silicifiée secondairement.



A



B



C



D



E



F



G



H



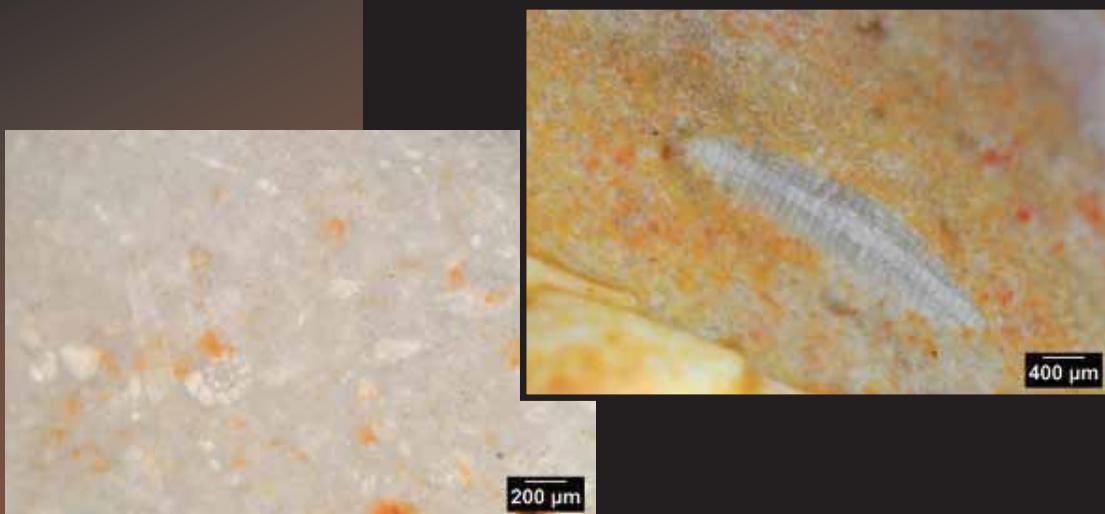
I

3.11. Les occupations paléolithiques du site de "Bois-clair" à Montguyon.

PALEOTIME
archéologie préventive

Les occupations paléolithiques du site de « Bois-clair » à Montguyon

Poitou-Charentes, Charente Maritime (17)
Opération d'archéologie préventive du 14 novembre 2011 au 27 avril 2012
Opération archéologique n° : 5919
N° de site archéologique : 17 241 0502
Arrêté de prescription : AF/11/221



Contribution au rapport de fouille

Chapitre : étude pétroarchéologique

Paul Fernandes



PALEOTIME
archéologie préventive



Villard-de-Lans, avril 2014

les différences comportementales entre ces occupations. La série rattachée au Paléolithique moyen livre un schéma territorial privilégiant la ressource locale et ouvert sur un axe principal sud-ouest nord-est vers le secteur au sud d'Angoulême et une orientation secondaire sud-est nord-ouest vers la Formation de Saintes. Les gîtes sources les plus éloignés se trouvent à une cinquantaine de kilomètres du site. La présence d'au minimum 12 faciès lithiques d'origine locale à régionale démontre une bonne connaissance du potentiel minéral disponible. À l'inverse le corpus attribué au Paléolithique supérieur indique une collecte quasi exclusive dans la zone locale. La série Epipaléolithique est insuffisante pour tenter de décrypter les comportements, mais à la différence des magdaléniens on note la présence de silex allochtones. La série Néolithique étudiée est trop faible pour tirer des conclusions précises. Notons tout de même, l'absence de silex campagniens d'origine locale.

Introduction

Depuis une cinquantaine d'années, la connaissance géologique de la bordure septentrionale du Bassin d'Aquitaine a nettement progressé tant par le lever des cartes au 1/50 000 du BRGM que par les travaux des géologues et des archéologues. Pour les terrains crétacés et tertiaires, cette région est actuellement l'une des mieux renseignée (Coquand, 1857 ; Arnaud, 1877 ; M. Seronie-Vivien, 1972 ; Platel, 1977, 1987, 1996 ; Neumann *et al.*, 1983 ; Séronie-Vivien et Séronie-Vivien, 1987 ; Dubreuilh et Platel, 1982). À partir des années 2000 les travaux sur les potentialités en ressources minérales prennent un véritable essor. La création en 2002 du PCR « Paléolithique moyen dans le bassin de la Charente » sous la responsabilité de Delagnes, les prospections de Delage (2006), la thèse de Park (2007) et la synthèse de Féblot-Augustin et al (2010) ont fourni un référentiel robuste utile à l'usage des archéologues (<http://www.alienor.org/ARTICLES/lithotheque:index.htm>). L'assemblage de ces données a permis d'établir une carte précise et un tableau synthétique utiles à la visualisation et la caractérisation des différentes formations à silex de la bordure septentrionale du Bassin Aquitain.

5.3.1. Le cadre géologique et les ressources potentielles en silex

Le principe de précaution nous oblige à étendre le cadre de notre étude au-delà de la région sainton-

5.3. Étude pétroarchéologique des objets en silex (P. Fernandes en collaboration avec J.P. Platel, P. Tallet, A. Morala et A. Turq)

Résumé

Le nord de l'Aquitaine a fait l'objet d'un grand nombre d'investigations sur la localisation des gîtes à silex et les modalités d'exploitation des milieux durant la préhistoire. Ce rapport bénéficie donc d'une riche documentation et contribue à mieux définir le potentiel gîtologique régional. Il s'inscrit à la suite de travaux universitaires, du lever des cartes géologiques et d'un programme collectif de recherche à l'origine de la constitution d'une lithothèque. Il s'intègre à un projet diachronique et interrégional sur les continuités et les différences dans les comportements humains face aux ressources minérales. L'inventaire des ressources locales a permis d'enrichir la carte des formations à silex. La présence de silex sous les niveaux archéologiques et les rives du Palais et du Mouzon pourrait expliquer en partie le choix de ce lieu et la pérennisation des occupations : plusieurs niveaux du Paléolithique moyen rattachés au complexe moustérien - un Paléolithique supérieur attribué à la culture magdalénienne - un locus Epipaléolithique - un niveau Néolithique. L'objectif fixé à Montguyon était d'examiner

Montguyon (17) - « Bois Clair » - Rapport Final d'Opération

geaise. Nous avons fait le choix de reprendre une partie du secteur géologique décrit par Platel (1978, 1996) ; Séronie-Vivien et Séronie-Vivien (1987) : une bande nord-ouest/sud-est de Rochefort à Périgueux. Ce cadre livre une image satisfaisante de la variabilité des formations à silex (fig. 5-09). Il correspond à la bordure septentrionale du Bassin d'Aquitaine, comprenant les affleurements jurassiques, crétacés et tertiaires censés nous intéresser. La permanence de la sédimentation carbonatée au cours de certains étages a eu pour conséquence le développement de plusieurs niveaux à silex. Dans certaines parties du secteur sélectionné les dépôts n'ont subi que de faibles déformations tectoniques de telle sorte que l'on peut suivre sur de longues distances leur évolution latérale. La puissance des étages du Crétacé supérieur augmente vers le sud-ouest ou vers le sud.

Dans un premier temps, nous décrirons les formations à silex de la zone régionale, puis ceux de la zone voisine pour terminer avec le potentiel de la zone locale. La nomination, la localisation et les caractéristiques des silex présents en position primaire et secondaire sont synthétisées dans la figure n° 5-10.

5.3.1.1 La zone régionale de 20 à 100 km

Schématiquement d'est en ouest, on distingue six grands domaines géologiques. À l'est, le socle métamorphique et granitique. Discordant sur ce socle hercynien, les dépôts du Lias inférieur puis ceux du Dogger contiennent des silex en position primaire. La large bande du Jurassique supérieur qui occupe la zone centrale, n'en contient pas. Plus à l'ouest le Crétacé supérieur et certaines formations tertiaires renferment des silex et des silcrêtes en position primaire et secondaire.

Au sud-est, le Trias correspond à des faciès variés de type lagune, qui se caractérisent souvent par des cortèges évaporitiques. Ces niveaux triasiques sont rares et ne comportent aucun silex.

Dans les formations liasiques, il faut distinguer les silicifications diagénétiques des silicifications épigénétiques contrôlées par des remontées minéralisantes. La silice épigénise alors les roches sédimentaires encaissantes. Ce sont surtout les couches carbonatées infraliasiques qui ont subi ce type de silicification tardive, que l'on appelle communément « jaspe ». On retrouve donc dans ces jaspes les

caractères pétrographiques et paléontologiques des différents encaissants. Les principaux types de roches hypersiliceuses que l'on y rencontre sont caractéristiques des milieux carbonatés de plate-forme proximale. La silicification est massive et l'habitus se présente sous la forme de bancs épais plus ou moins démantelés. Ces jaspes se trouvent à 110 km du site (secteur Chantrezac), ils ont subi des infiltrations d'éléments colorants qui donnent à leur matrice des couleurs très variables et un aspect moucheté. Leur texture est *mudstone* à bioclastes roulés. On observe des spicules de spongiaires et quelques filaments. Ce type de silicification affecte aussi les niveaux du Pliensbachien. Ce phénomène d'épigénèse se superpose alors à un processus diagénétique plus ancien. Leur répartition se limite au secteur nord-est de la Charente, dans les secteurs de Confolens, vallée de la Bonnieure (Mazières) et de Montbron en relation avec les systèmes failles. Ce sont des jaspes pack-stone à *wackestone* oolithiques et débris de bivalves et parfois des dolomies épigénisées. On trouve dès le Pliensbachien des niveaux de calcaires à silex. Ce sont soit des cordons de rognons thalassinoides soit des bancs continus décimétriques. On peut les observer à Alloue, Benest en rive gauche de la Charente, Nanteuil-en-Vallée et Suaux entre Charente et Tardoire et Montbron en rive droite de la Tardoire. Il s'agit de silex, déjà très évolués, *mudstones* à *wackestones* à pellets et gros spicules triaxones. Dans le secteur d'Ambernac leur texture clastique riche en entroques, fragments de brachiopodes et spicules indique la présence d'apports terrigènes conséquents type sables et graviers.

Les silex aaléniens sont absents du secteur nord-aquitain. À l'inverse on trouve un grand nombre de bancs de calcaire à silex dans la partie moyenne du Bajocien. Ce type de silex est fréquent entre Charente et Tardoire et notamment vers Chassiecq. Les silex sont le plus souvent thalassinoides. Ils sont gris, leur texture est *wackestone* à *mudstone* (pour les plus évolués). L'association des éléments figurés change, selon leur position par rapport à la zone de barrière de la plate-forme de l'époque. Plusieurs microfaciès ont été reconnus (Bocherens *et al.*, 2004) sur la base de la texture : un milieu plus interne proche de la barrière (microfaciès 1, 2, 3) et un milieu plus externe (microfaciès 4). Dans les milieux les plus externes, les intraclastes sont rares et les microfilaments dominent. Vers la barre, les microfilaments disparaissent et on trouve des spicules, des bivalves, des foraminifères benthiques, des agrégats, des bryozoaires.

Section 2 - L'opération et ses résultats

zoaires, de rares algues et des débris ligneux en plus grand nombre (Le Marmon, Chassiecq, Charente). Un certain nombre de constantes se retrouvent pourtant dans ces microfaciès. Ils sont caractéristiques d'un milieu marin dans la zone infralittorale de la plate-forme externe à peu de distance de la barrière récifale.

Pour le Bathonien on trouve les silex sur la plate-forme externe à partir de Saint-Maixent-Niort jusqu'à la côte atlantique. Dans le Callovien on trouve deux niveaux à silex de type différent. Ils affleurent sur plusieurs kilomètres entre les vallées de la Bonnueure et la vallée de la Charente (de Cellefrouin à Turgon et Chassiecq). À la base on trouve des rognons irréguliers thalassinoïdes de grandes dimensions (jusqu'à 50 cm). La structure est zonée, portant des auréoles de recristallisation. La texture est *wackestone* à *mudstone* (pour les plus évolués) avec des intraclastes arrondis, formes rhomboédriques, quartz détritiques, des spicules triaxones, des bivalves, des algues et de rares microfilaments (Champ Rigaud, Turgon, Charente) à plus de 90 kms du site. Cette association texturale est caractéristique du domaine de la plate-forme externe proche de la barrière. Dans la partie supérieure du Callovien (Champ Rigaud, Turgon) les silex prennent un aspect différent. On observe une texture *wackestone* très homogène riche en pellets, accompagnés d'algues, de microfilaments plus ou moins fréquents et de spicules de spongiaires en grand nombre. Ces différences semblent indiquer des fluctuations marines entre le Callovien inférieur et supérieur.

Les silex du Jurassique supérieur (Oxfordien) sont quasi absents dans toute cette bande centrale qui sépare deux domaines riche en silex : Lias et Dogger à l'est et Crétacé supérieur à l'ouest. Les seuls niveaux à silex se trouvent sur les rives de la Tardoire au nord de La Rochefoucauld. Ce sont des silex gris à beige riches en spongiaires.

Les silex du Cénomanien sont homogènes. Deux formations de cet étage contiennent des silex : Archingeay (17) et Sireuil à l'ouest d'Angoulême à 47 kms du site. Leur couleur d'origine est grise, leur aspect est opaque. Il s'agit de rognons branchus de grande taille. Leur texture est *packstone* à *mudstone* (pour les plus évolués). Les clastes sont arrondis et de petite taille (maximum 250 µm). Les quartz détritiques et les grains de glauconie sont fréquents. On note la présence d'Orbitolines coniques, de bivalves,

bryozoaires, spicules et d'*incertae sedis* noirs. Ce type de silex s'observe dans le secteur de Sireuil (Cénomanien) au nord-ouest d'Angoulême et en Charente-Maritime près de Grandjean, Saint-Hilaire-de-Villefranche et Saint-Savinien. On note la présence d'un faciès partiellement silicifié lui aussi à Orbitolines dans le secteur de Cravans (17) à 60 kms du site.

Au Turonien on trouve plusieurs formations contenant des silex : le Turonien moyen de Saint-Vaize (depuis Claix jusqu'à Sers à l'est, à plus de 50 kms du site) – le Turonien moyen des Mauds entre Belluire et Jonzac et les deux niveaux turoniens de la formation de Châteauneuf au sud d'Angoulême. Les travaux du PCR « Paléolithique moyen dans le bassin de la Charente » (Féblot-Augustins *et al.*, 2010) ont mis en évidence une grande variabilité. Six catégories ont été définies, comprenant onze types au total. Ce classement a été effectué sur la base des trois critères suivants : l'habitus, la couleur et la taille du grain. Malgré cette variabilité, il est possible de dégager des caractères communs qui distinguent l'ensemble de ces types des silex coniaciens. Les clastes sont subanguleux et de taille moyenne (250 à 500 µm). Leur classement est bon. Les pellets sont le plus souvent nombreux. Les tubes d'annélides, les spicules monoaxones, les fragments de bryozoaires, les tests de bivalves, les Miliolidés et les Textularidés sont fréquents. Mais le caractère le plus discriminant est la présence d'*incertae sedis* en quantité variable. Organismes en tubes noirs ou clairs, que l'on ne retrouve plus dans les silex des formations plus récentes. Dans la zone au sud d'Angoulême (Claix, Torsac, Dirac) nous avons distingué au moins deux types de silex différents puisqu'ils ne contiennent pas d'*incertae sedis* :

- des nodules plats ou grandes lentilles, plus ou moins anastomosés à développement horizontal. Ces silicifications présentent parfois (notamment à Dirac) dans le tiers de la partie supérieure une cavité géodique horizontale tapissée de mégaquartz automorphes.

- des rognons réguliers plus ou moins ovoïdes intra-banc disposés parallèlement à la stratification. Ils peuvent atteindre une taille importante (métrique). En 1987 l'un d'entre nous (Séronie-Vivien) a décrit trois textures : *mudstone* à pellets rares, propre aux rognons ; *wackestone* à pellets abondants et clastes arrondis ; *packstone* à pellets et clastes arrondis. Ces deux derniers types de texture se rencontrent dans les nodules plats.

Montguyon (17) - « Bois Clair » - Rapport Final d'Opération

Les silex du Coniacien sont fréquents dans la formation appelée Cognac-Bourdeilles. Les affleurements les plus proches se trouvent à 45 km au nord-est du site dans le secteur d'Angoulême (Soyaux, Gardes-le-Pontaroux, Claix, Dirac, Puymoyen, Chadurie, Voulgézac, Mouthiers-sur-Boëme). Ces silex se présentent sous la forme de rognons à cortex grenu généralement épais. L'habitus thalassinoïdes, la structure bioturbée et la texture *packstone* à pyrite, quartz détritiques et glauconie des silex attestent d'un milieu moins diversifié à énergie assez élevée et communication avec le large. Leur couleur est noire ou brune à blonde pour les plus évolutés. La texture est bioturbée et le plus souvent *wackestone*. On note la présence de clastes dont la taille dépasse ceux des silex turoniens. Leur classement est modéré et la majorité d'entre eux sont subanguleux à subarrondis. Les pellets sont rares. En résumé, la très riche faune, commune à tout l'étage, est composée essentiellement de Lamellibranches (Trigones, Pecten, Huîtres), d'Echinodermes, de Brachiopodes et de Bryozoaires (les fragments, de grande taille, de bryozoaires sont abondants, Cheilostomes et Cyclostomes). L'aspect le plus caractéristique de ce type est la présence des grands fragments de Fenestrelles. Les tubes d'annélides et les spicules sont rares. Les entroques, les tests de Textularidés et Rotalidés, sont fréquents.

La Formation de Saintes (Santonien) entre Jonzac et Ozillac contient plusieurs types de silex. On les retrouve autour de Saintes (Bois de Diconche, Lucérat) à plus de 70 km au nord-ouest du site - au nord-ouest de Pons (Avy, Les Chauveaux) à approximativement 50km du site - au sud de Cognac (Merrins) à 50 kms du site - mais aussi au nord-est sur les communes de Villebois-la-Vallette, Mouthiers-sur-Boëme à 45 km du site. Plus proche du site (à 25 km) les silex du Santonien supérieur affleurent dans la formation de Saint-Laurent-des-Combès (dans les vallées de l'Auzance, du Neuillac et de la Sauvanie). Dans la formation de Saintes les nodules sont généralement thalassinoïdes. Les textures *packstones* contiennent des clastes arrondis et de grande taille. Leur classement est faible. On observe de grands fragments de bryozoaires, d'échinodermes, et des débris d'algues et de spongiaires. Certains de ces bryozoaires possèdent une forme particulière, qui ressemble à une plume. On peut y rencontrer une majorité de foraminifères benthiques dont Rotalidés, Textularidés, *Lenticulina*, *Nummofallotia*, *Goupiellaudina* et des *Cibicides*. On note la présence de tubes d'annélides, de polypiers et des bivalves (bra-

chiopodes). Certains de ces silex sont très proches, à l'échelle macroscopique, des silex coniaciens de Soyaux. Les textures *wackestones* à *mudstones* sont caractérisées par la présence de clastes plutôt anguleux. Les pellets sont rares. On observe un nombre conséquent de grains de glauconie, quartz détritiques et de muscovite. Les organismes benthiques occupent les fonds d'une plate-forme épicontinentale en contact avec la mer ouverte et encore sous une influence terrigène, venant du Massif central. Les silex de la formation de Saint-Laurent-des-Combès sont caractérisés par une macrofaune abondante et diversifiée (bivalves, échinodermes et par niveaux des bryozoaires (cyclostomes). La plus grande partie des foraminifères sont benthiques, on retrouve *Goupiellaudina*, *Rotalia*, *Sirtina*, *Nummofallotia*. Les foraminifères planctoniques sont moins fréquents, mais représentés par une grande variété de *Globotruncana*.

Par suite du pendage régional de la plate-forme c'est le puissant étage campanien qui affleure le plus largement. Son aspect monotone et son étendue a nécessité un découpage en unités cartographiques (Andrieff et Marionnaud, 1973 ; Platel, 1977). Cinq unités cartographiques correspondent à neuf biozones de foraminifères benthiques. Ce type de classement est très intéressant dans le cadre de notre étude puisque ce type de bioclaste résiste le plus souvent à la diagenèse siliceuse. Nous reprenons donc la conception stratigraphique de l'un d'entre nous (Platel, 1996, 1999) afin de tenter de déterminer l'encaissant des silex archéologiques. Au Campanien l'habitus et la texture des silex sont variables.

Tout dépend du mode de formation et du milieu de dépôt. Généralement, à la base du Campanien, les faciès deviennent moins riches en Bryozoaires. Dans la région concernée par cette étude, les silex des campaniens 1, 2 et 3 ne sont généralement pas propices à la taille.

La Formation de Gimeux c5Gi ou Campanien 1 possède deux niveaux contenant des silicifications. Au mur de la formation on observe de gros rognons de silex gris opaques, à cœur parfois noir. La macrofaune benthique y est peu abondante (bivalves, gastropodes, échinodermes). Les foraminifères benthiques les plus courants sont : *Goupiellaudina*, *Nummofallotia*, *Cibicides*, *Rosalina* et *Gavelinella*. On note la présence de différents *Globotruncana* (biozone CI). Au toit de la formation on collecte des nodules de silex gris dans les calcaires crayeux à argileux blancs (biozone CII). Ces niveaux affleurent au nord de

Section 2 - L'opération et ses résultats

Chalais et de Ribérac le long des rives de l'Auzance, le Neuillac, la Tude la Lizonne et la Sauvanie

La Formation de Segonzac C5 Sg ou Campanien 2 porte au moins quatre niveaux à silicifications. Elle affleure dans les mêmes secteurs que l'unité précédente. Les silicifications se trouvent dans les calcaires *wackestone* crayeux blanc-jaune ; il s'agit de gros silex gris à cœur sombre quelques fois ferrugineux et à glauconie. Ils contiennent essentiellement des spicules et des bryozoaires. L'association des foraminifères est très proche de celle de la formation de Gimeux, on note seulement une plus grande abondance de *Gavelinopsis* de *Mississipina*, *Parrella*, et de *Rotalia* (biozone CIII).

La Formation de Biron C5 Bi ou Campanien 3 possède plusieurs niveaux à silicifications. Cette unité affleure sur une partie des interfluves entre Chalais et Ribérac, elle constitue la bordure du synclinal d'Aubeterre. On note la présence de deux types d'habitats : un premier à silex clairs et un second à silex gris dans des calcaires crayo-argileux à glauconie. On retrouve cette formation autour de Lusignac à plus de 40 km à l'est du site, de Chalais à moins de 20 km et autour de Saint-Quentin-en-Chalais à plus de 20 km à l'est. Elle supporte généralement des argiles verdâtres à silex, qui alimentent des colluvions de versant surtout à l'ouest. Le microfaciès est caractérisé par l'abondance des spongaires et la présence de débris grossiers de bryozoaires et d'échinides et de glauconie (biozone CIVa). La microfaune est partiellement renouvelée avec l'apparition des grands foraminifères benthiques dont les *Pseudosidérolites*.

La Formation de Barbezieux - C5 Ba ou Campanien 4 contient moins de silex. Quelques rares nodules affleurent à Sainte-Lheurine et de Barbezieux à 40 km au nord-ouest du site, à la base de l'unité. Cette formation correspond à la biozone CVI reconnaissable par l'apparition des Orbitoïdes. La microfaune est riche et variée à bivalves, Trigonioides, gastropodes, bryozoaires, échinides et polypiers.

La Formation d'Aubeterre (C5 Au) ou Campanien 5 est constituée de calcaires jaunâtres à rudistes juste sous les calcaires tuffoïdes. Cette unité est très présente sur les cartes de Ribérac et de Barbezieux. On note la présence de silex blonds ou jaspés au toit de l'unité (calcaires indurés) dans les carrières (Saint-Aulaye, Bazac, Médillac) à la confluence de la Dronne avec la Tude. On retrouve les mêmes silex au

sud de Ribérac. Il s'agit de silex à forte évolution en position primaire. Cette formation correspond aux biozones CVII et CVIII dans laquelle on note entre autre l'apparition des *Siderolites* à bords ondulés.

La Formation de Montroux ou le e4G (Cuissen) est constituée de sables, graviers et argiles gris vert à marbrures rouges. Aucun des affleurements connus dans cette formation n'a livré de silex.

La Formation de Condéon ou de Beau-Repos e5Br (Lutétien) est constituée de sables feldspatiques graviers et galets. C'est elle qui transgresse largement sur les calcaires campaniens depuis Condéon jusqu'à Lamérac. A la base de l'unité, on note la présence de chailles brunes (10 à 15 cm de diamètre). On retrouve ces sables grossiers au nord de la Double, à Médillac et au nord d'Aubeterre. Par ailleurs se développent, au sein de cette unité, des niveaux silicifiés (les grisons) généralement gris à verdâtres. Leurs caractères pétrographiques sont très variés puisque cette cimentation a affecté aussi bien des sables que des argiles.

Les dalles silico-ferrugineuses du bassin de la Dronne, il s'agit de silicification en relation avec un réseau karstique (Gourdon, 1973 et Gourdon-Platel, 1977). Ces dalles paraissent résulter de silicification de sédiments piégés dans les cavités karstiques. Ce matériau de couleur brune à jaune est lité présente quelques affleurements au nord de Ribérac (les Cououx, Paussac) à plus de 60 kms du site (Célerier *et al.*, 1990). Nous n'avons pas étudié ce type de silex.

Le complexe des Doucins, altérites et leurs colluvions (argiles verdâtres à brunes et argiles brun-rouge) sont très répandus notamment entre la vallée de la Dronne et celle de l'Auzonne. On trouve ces formations résiduelles (We-c, Ac et Acc) tertiaires et quaternaires sur les interfluves, mais elles sont le plus souvent colluvionnées sur les versants. Les silex sont surtout présents à la base de la formation, peu corrodés et souvent non fragmentés. Ils sont au moins pour la partie inférieure le produit de l'altération des calcaires campaniens sous-jacents.

Les hautes terrasses anté-Mindel (Ft, Fu) possèdent un matériel caractérisé par une altération très poussée. Les galets de quartz et de quartzites sont rubéfiés leur taille moyenne est de 5 cm jusqu'à 10 cm, les silex sont très rares à absents.

Montguyon (17) - « Bois Clair » - Rapport Final d'Opération

Les terrasses moyennes Mindel (Fw1 et Fw2) présentes dans toutes les vallées possèdent de rares galets de silex de 10 cm en moyenne associés à des fragments de cuirasses ferrugineuses. La granulométrie décroît rapidement vers l'aval. Entre Coux et Rouffignac (17) on observe localement des chailles (10 à 20 cm)

On retrouve des silex toujours plus évolués dans les basses et les très basses terrasses. Il s'agit pour l'essentiel de silex crétacés. Certains peuvent dépasser les 15 cm, notamment en Fx3.

5.3.1.2. La zone voisine de 6 à 20 km

Les calcaires crayo-marneux du Santonien inférieur et du Santonien supérieur de la zone Jonzac-Ozillac sont riches en silex à textures variées. Les silex dits « grain de Mil » présents dans les altérites de ce secteur d'Ozillac seraient issus des niveaux santonien inférieurs (Caux, 2010-2011). L'ensemble de ces silex plus ou moins riches en foraminifères benthiques et débris de bryozoaires représentent un potentiel minéral conséquent à 20 km au nord-ouest du site.

Les calcaires crayo-marneux, blanchâtres et tendres, rattachés à la formation de Gimeux enrobent des silex gris de petite taille. Ces silex ont été signalés dans les communes de Vibrac (à 21 km du site) et Pommiers-Moulon (à 18 km du site), Chauvac (21 km) et au nord de Châtignac à 20 Km du site. Il s'agit de silex à spicules et bryozoaires. Les foraminifères benthiques sont représentés par *Gouillaudina*, *Nummofallotia* et *Gavelinella*. Ces derniers sont associés à des *Globotruncana*. Dans leur ensemble, ces accidents siliceux ne sont pas propices à la taille.

On trouve des silicifications grises dans les calcaires crayo-marneux blanchâtres à glauconie du Campanien 2 (biozone CIII). En microfaciès, il s'agit d'une biomicrite riche en spicules. On y trouve une association de foraminifères benthiques très proche de la biozone CII. On note leur présence dans la commune de Vibrac à Trignac (19 km du site), à Sousmoulin (17 km) et au nord-est près de Châtignac (cimetière et chez Bardon). Ces accidents siliceux ne sont pas propices à la taille.

Les calcaires crayo-marneux jaunâtres de la Formation de Biron (Platel, 1977) correspondent au Campanien 3 du secteur de Pouillac. On note la présence de silex gris d'assez petite taille, notamment, autour de Chatenet (12 Km du site) et Vibrac (21 km). Le cortège faunique varié et abondant comprend des radioles, des spicules, des fragments de bivalves et de bryozoaires. On note l'apparition des *Pseudosiderolites*. Ces accidents siliceux ne sont pas du tout propice à la taille.

La Formation de Maurens (24) affleure aussi près d'Aubeterre, au nord de Bellon et au sud de Saint-Privat. Les seuls affleurements de ce calcaire tuffoïde qui portent des silicifications se trouvent au niveau de La Clotte et dans la vallée du Lary (17) à 12 km du site. On note l'apparition de *Lepidorbitoides* de certains *Orbitoides* et de *Fallotia*.

La Formation de Touvréac e3, on observe des troncs de bois fossiles dans les sables gris. On observe des sables jaunâtres à galets de silex dans l'Éocène inférieur à moyen à l'ouest de Corignac (17) et au nord de Donnezac (33) à 16 et 20 km à l'ouest du site. Nous n'avons pas étudié ces types de silex.

La présence de galets de silex bruns dans la formation à galets de Condéon n'est pas confirmée.

À la surface des formations d'Oriolles et de Passirac pO-P (Pliocène) on observe localement des chailles (10 à 15 cm) emballées dans une matrice sableuse. Ces silex affleurent à Touvent (55 km du site), Chez le Maure et au nord d'Oriolles à moins de 20 km.

On observe des silex dans les argiles vertes et jaunes du complexe des Doucins. Cette formation superficielle recouvre, dans ce secteur, le Crétacé sous-jacent de l'anticlinal de Jonzac et de la remontée de Chalais à Saint-Felix à moins de 20 km du site.

Enfin, citons les grès silicifiés ou Grisons (formation de Beau-Repos e5Br, Lutétien) du plateau autour de Parcoul à 18 km à l'est du site. Cette formation se trouve au sommet de l'Éocène moyen (Guizengeard supérieur) et forme des entablements métriques. La silicification enrobe des sables plus ou moins grossiers légèrement argileux.

Section 2 - L'opération et ses résultats

5.3.1.3. La zone locale de 0 à 6 km

On retrouve les calcaires crayo-marneux jaunâtres du Campanien 4 et du Campanien 5 à moins de 6 km de Montguyon en rive droite de Lary au niveau de Saint-Martin-d'Ary. Ils sont rattachés aux formations de Barbezieux et d'Aubeterre et représenteraient la source primaire locale même si la présence de silex en leur sein n'est pas mentionnée dans la notice de la carte de Montguyon (n° 756).

Les formations du Ramard et de Bernet ou le e4R-B forment la base fluviatile du Tertiaire (Yprésien inférieur). Ces unités ne contiennent pas de silex.

Le site se trouve sur la formation de Guizengoard supérieur (Lutétien) qui recouvre une formation fluviatile. Celles-ci sont censées ne contenir aucun silex (notice de la carte géologique de Montguyon). Pourtant au cours de la fouille, nous avons collecté dans l'unité pédo-sédimentaire n° 7 un des blocs plus ou moins gélifractés issus des calcaires crayo-marneux jaunâtres du Campanien 4 et du Campanien 5. Il s'agit du type F550 majoritaire au sein des séries étudiées sauf celle rattachée au Néolithique.

Les formations de Boisbreteau et d'Oriolles ne contiennent pas de silex exploitables.

Par contre on note la présence de galets de silex dans la formation de Passirac (Bois le Télégraphe) à 7 km et des blocs roulés parfois gélifractés sur les terrasses du Lary du Mouzon et du Palais à moins de 6 km du site.

5.3.2. Diagnose des types de silex présents dans la série étudiée

Nous présentons maintenant le catalogue ouvert de silex identifiés à Montguyon. Afin d'analyser les différences comportementales nous avons observé dans un premier temps les silex moustériens, puis les séries du Paléolithique supérieur et de l'Epipaléolithique, pour finir sur les quelques objets attribués au Néolithique. Ce classement est basé sur la reconnaissance de 38 paramètres minéralogiques, structuraux et texturaux de 558 pièces moustériennes, 426 magdalénienes, 87 épipaléolithiques et seulement 25 néolithiques. Aucune lame mince n'a été réalisée à partir des objets archéologiques. Nous proposons donc des fiches de caractérisation encore partielles

pour chacun d'entre eux. Les caractères pétrographiques, paléontologiques et minéralogiques les plus discriminants ont donc été regroupés dans quatre tableaux ((fig. 5-11/14). Ces tableaux synthétiques distinguent à la fois des groupes (associations d'objets possédant au moins un trait commun aisément rapportable à un domaine géologique), des types (échantillon qui fait autorité comme modèles pétrographique, construit sur un ensemble de caractères lithologiques similaires) et des faciès (détails qui renseignent sur l'histoire sédimentaire, minéralogique et taphonomique du silex lorsqu'une lettre en minuscule est ajoutée à la suite de l'identifiant). Afin d'alléger la présentation nous n'avons pas introduit dans ce paragraphe la description détaillée des types ; nous invitons le lecteur à se rapporter aux tableaux.

5.3.2.1. Les types du complexe moustérien

L'analyse des 547 pièces attribuées au complexe moustérien a permis de sérier douze types et faciès dont dix allochtones. Ils sont regroupés en cinq familles ayant chacune des origines géologiques et environnementales distinctes. Ce classement met en exergue un modèle territorial, récurrent dans le Paléolithique moyen, privilégiant les matériaux locaux et ouvert sur trois axes (nord-est, nord-ouest et est) de circulation à l'intérieur de la zone régionale. L'étude des matériaux allochtones met en évidence des circulations de matières premières de qualité sur des distances qui ne paraissent pas excéder 50 km.

Le groupe des silex coniaciens à santoniens

Cette catégorie regroupe des types et des faciès définis principalement sur la base de leurs convergences chromatique, texturale et minéralogique. Il s'agit de silex noirs à texture bioturbée dans laquelle on observe régulièrement la présence de glauconie et de pyrite. Leur contenu micropaléontologique n'a pas permis de confirmer l'étage.

Le type F555 (annexes 6.1 à 6.3) : ce type a déjà été décrit par M et M-R Séronie-Vivien (1987), Park Seong Jin (2007), Féblot-Augustin et Park Seong Jin (2012). La série étudiée contient 47 objets de ce type. Ces derniers sont issus d'au moins deux blocs distincts. Leurs néocortex indiquent une collecte exclusive dans un ou différents réseaux hydrographiques. Au niveau minéralogique, il est caractérisé par la présence de rhomboèdres, de quartz détritiques, de glauconie et de pyrite. Au niveau micropaléontolo-

Montguyon (17) - « Bois Clair » - Rapport Final d'Opération

gique on note la présence de débris de bryozoaires branchus caractéristiques. Ces pièces archéologiques présentent des similitudes avec les silex issus de formations coniaciennes et/ou santonniennes de Charente. Les premières silicifications de ce genre se trouvent en position primaire et secondaire à 45 km au nord-est du site sur les communes de Claix, Mouthiers-sur-Boëme, Voulgezac ou Villebois-Lavalette. Mais il est possible d'envisager des collectes à des distances plus réduites le long de la Lizonne et de la Dronne capables de drainer ce type de silex.

Le type F564 (annexe 6.4) : des échantillons aux aspects proches de ce type ont déjà été décrits par M et M-R Séronie-Vivien (1987), Park Seong Jin (2007), Féblot-Augustin et Park Seong Jin (2012). La série étudiée contient 22 objets de ce type. Ils sont tirés d'au moins deux blocs distincts. Leurs néo-cortex indiquent une collecte dans différents points au sein d'un ou plusieurs réseaux hydrographiques. Au niveau minéralogique ils présentent les mêmes phases que le F555. Le corpus micropaléontologique est proche des silex (type 7) trouvés sur l'atelier de taille moustérien du Chêne vert à Dirac. Il est caractérisé par la présence de grands fragments de bryozoaires branchus proches des Meliceritites, *Cyclostomata* connu dans la Coniacien. Les gîtes les plus proches se trouvent à 45 kms au nord-est du site sur les communes de Claix, Mouthiers-sur-Boëme, Voulgezac ou Villebois-Lavalette. Mais il est possible d'envisager des collectes à des distances plus réduites le long de la Lizonne et de la Dronne capables de drainer ce type de silex.

Le type F556 (annexe 6.5) : des échantillons aux aspects proches de ce type ont déjà été décrits par M et M-R Séronie-Vivien (1987). La série étudiée contient 3 objets de ce type, issus du même galet. Il est caractérisé par la présence de géodes à macro-quartz et de grains de pyrite. Spicules bryozoaires et échinides représentent la majorité des bioclastes. Cette association reste proche des microfaciès observés dans le Coniacien ou le Santonien. Les gîtes les plus proches se trouvent à 45 kms au nord-est du site sur les communes de Claix, Mouthiers-sur-Boëme, Voulgezac ou Villebois-Lavalette. Mais il est possible d'envisager des collectes à des distances plus réduites le long de la Lizonne et de la Dronne capables de drainer ce type de silex.

Le type F566 (annexe 6.6) : des échantillons aux aspects proches de ce type ont déjà été décrits

par M et M-R Séronie-Vivien (1987), Park Seong Jin (2007), Féblot-Augustin et Park Seong Jin (2012). La série étudiée contient 6 objets de ce type. Ils appartiennent à plusieurs blocs (au moins trois). Leurs néo-cortex indiquent une collecte au sein d'un ou plusieurs réseaux hydrographique. Il a été classé dans ce groupe car il présente de fortes similitudes (minéralogiques et micropaléontologiques) avec les types F555 et F564. Les gîtes les plus proches se trouvent à 45 kms au nord-est du site sur les communes de Claix, Mouthiers-sur-Boëme, Voulgezac ou Villebois-Lavalette. Mais il est possible d'envisager des collectes à des distances plus réduites le long de la Lizonne et de la Dronne capables de drainer ce type de silex.

Le groupe des silex santoniens

Cette catégorie regroupe des types de silex définis principalement sur la base de leurs convergences minéralogiques et texturales. Le contenu micropaléontologique semble valider l'hypothèse d'une origine santonienne même si *Nummofallotia* n'a pas été identifié avec certitude.

Le type F563 (annexe 6.7 et 6.8) : des échantillons de ce type ont déjà été décrits par M et M-R Séronie-Vivien (1987), Park Seong Jin (2007), Féblot-Augustin et Park Seong Jin (2012), Caux (2010-2011). La série étudiée contient 23 objets. Ils sont issus de blocs roulés différents ; leur nombre n'a pas été déterminé. Leurs néo-cortex indiquent une collecte au sein d'un ou plusieurs réseaux hydrographique. Sa texture *packstone* riche foraminifères benthiques et débris de bryozoaires permet de le rattacher au groupe des silex santoniens dits « grains de Mil ». Les alluvions les plus proximales sensées contenir ce type de silex évolué se trouvent au nord-ouest le long de la Seugne (Fontaines-d'Ozillac) et probablement au nord-est dans les vallées de l'Auzance et du Neuillac sur la commune de Saint-Laurent-des-Combès. Ces deux secteurs se situent à égale distance du site (autour de 25 km).

Le type F563a (annexe 6.9) : des échantillons aux aspects proches de ce type ont déjà été décrits par M et M-R Séronie-Vivien (1987), Park Seong Jin (2007), Féblot-Augustin et Park Seong Jin (2012), Caux (2010-2011). La série étudiée contient 17 objets. Ils sont issus de blocs roulés différents ; leur nombre n'a pas été déterminé. Leurs néo-cortex indiquent une collecte au sein d'un ou plusieurs

Section 2 - L'opération et ses résultats

réseaux hydrographique. Sa texture grainstone à *packstone* à clastes émoussés et son contenu micropaléontologique permettent de le rattacher au groupe des silex santoniens dits « grain de Mil ». Les alluvions les plus proximales sensées contenir ce type de silex évolué se trouvent au nord-ouest le long de la Seugne (Fontaines-d'Ozillac) et probablement au nord-est dans les vallées de l'Auzance et du Neuillac sur la commune de Saint-Laurent-des-Combès. Ces deux secteurs se situent à égale distance du site (autour de 25 km)

Le groupe des silex campaniens

Cette catégorie regroupe des types et des faciès définis principalement sur la base de leurs convergences chromatique, texturale et micropaléontologique. Il s'agit de silex beiges à bruns, *packstones* à *Orbitoides* et autres grands benthiques.

Les types F550 et F550a (annexe 6.10 et 6.11) : des échantillons aux aspects proches de ce type ont déjà été décrits par M et M-R Sérone-Vivien (1987), Park Seong Jin (2007), Féblot-Augustin et Park Seong Jin (2012). La série étudiée contient 335 objets. Ces pièces sont issues d'un nombre de blocs important (au minimum 35). Elles présentent deux types de néo-cortex : un type majoritaire à l'aspect légèrement roulés, altérés et parfois recouverts par des encroûtements ferrugineux indiquant une collecte au sein de formations altératrices à alluviales proches du gîte primaire associé à un type minoritaire, témoin d'une collecte dans des alluvions anciennes à forte patine brune. Tout concorde, sa texture, la présence de foraminifères benthiques dont *Orbitoides* et *Sidérolites* pour le rattacher soit à la formation de Barbezieux (Campanien 4) soit à celle d'Aubeterre (Campanien 5). Seule la présence de spicules demeure un problème car leur disparition est censée se produire au début du Campanien supérieur. Ces deux formations se trouvent à proximité du site sur les rives du Palais à l'est et du Mouzon ou du Lary à l'ouest. La présence avérée de blocs roulés de silex campaniens sur les terrasses du Lary et du Palais, la découverte, lors de la fouille de blocs roulés dans les niveaux supérieurs de Guizengeard valident l'hypothèse d'une présence non négligeable de silex au sein même du site. Ce type stricto local représente la majorité du corpus attribué au complexe moustérien.

Le type F565 (annexe 6.12) : la série étudiée contient 56 objets de ce type, sa classification dans ce groupe n'est pas définitive. Ces pièces sont issues

d'au moins 5 blocs différents. Leurs néo-cortex légèrement roulés, toujours altérés indiquent une collecte au sein d'une formation alluviale proche du gîte primaire ou sub-primaire. Seule la texture à l'origine *packstone* rappelle celle des silex du Campanien. Le classement de ce type n'est pas encore définitif et sa position reste à déterminer.

Le groupe des silicifications continentales

Il ne contient qu'un seul type, aux aspects macroscopiques et microscopiques marqués.

Le type F568 (annexe 6.16) : cette silicification est a été décrite par Dubreuilh (1989), Platel et al, (1999), Turq (2000). La série étudiée contient 14 objets de ce type. La texture et la composition minéralogique rappellent les grès quartzitiques dits des Grisons. Les affleurements les plus connus se trouvent sur les plateaux autour de Parcoul à 18 km à l'est du site.

Le groupe des silex d'origine indéterminée

Le type F562 (annexe 6.13) : des échantillons proches de ce type ont déjà été décrits par M et M-R Sérone-Vivien (1987), Park Seong Jin (2007), Féblot-Augustin et Park Seong Jin (2012). On note la présence de trois objets dans la série. Ils sont issus de blocs différents. Le seul néo-cortex observé indique une collecte dans des alluvions proches du gîte primaire. La texture, la présence de pyrite et le contenu micropaléontologique, notamment la présence de grand nombre d'*incertae sedis* noirs rappellent certains microfaciès turoniens. La position exacte de ce type de ce silex noir reste à déterminer.

Le type F554 (annexe 6.14) : la série étudiée contient 6 objets de ce type. Ils sont issus de blocs différents. Les néo-cortex observés indiquent une collecte dans des alluvions. L'association filaments, spicules, *incertae sedis* rappelle certains microfaciès du Dogger. La position exacte de ce silex noir reste à déterminer.

Le type F567 (annexe 6.15) : la série étudiée contient 4 objets de ce type. Ils sont issus de blocs différents. Le seul néo-cortex observé indique une collecte dans des alluvions. Aucun élément vraiment discriminant ne permet de rattacher précisément ce type à une formation. La position exacte de ce silex noir reste à déterminer.

5.3.2.2. Les types du complexe magdalénien

L'analyse des 425 pièces attribuées au complexe magdalénien a permis de sérier quatre matériaux dont deux allochtones pour lesquels l'origine n'a pas été déterminée. L'essentiel provient de l'environnement immédiat (414 objets sur 425). Même si ce type d'occupation n'est qu'une partie du système économique, il reflète un comportement à faible mobilité très différent des modes d'exploitation pratiqués par tous les autres groupes qui se sont installés sur le site.

Le groupe des silex campaniens

Cette catégorie regroupe les mêmes types de silex locaux que ceux trouvés dans la série attribuée au complexe moustérien. Il s'agit de silex beiges à bruns, *packstones* à *Orbitoides* et autres grands benthiques. La série contient 414 objets rattachés à ce groupe.

Le type F550b (annexe 6.17) : il s'agit d'un faciès à rattacher au groupe F550.

Le type F550c (annexe 6.18) : il s'agit d'un faciès à rattacher au groupe F550.

Le type F550d (annexe 6.19) : il s'agit d'un faciès à rattacher au groupe F550.

Les types F550 et F565 ont déjà été décrits (dans le chapitre 3.1.3).

Le groupe des silex d'origine indéterminée

Le type F552b (annexe 6.20) : des échantillons aux aspects proches de ce type ont déjà été décrits par M et M-R Séronie-Vivien (1987), Park Seong Jin (2007), Féblot-Augustin et Park Seong Jin (2012). La série étudiée ne contient qu'un seul objet de ce type. Le néo-cortex indique une collecte au sein des alluvions anciennes. Sa texture très évoluée à spicules et débris de bivalves rappelle certains silex jurassiques présents dans les alluvions anciennes. Le lieu de collecte de ce type reste indéterminé.

Le type F554 a déjà été décrit dans le chapitre précédent. La série observée contient 9 objets possédant les mêmes caractères.

5.3.2.3. Les types du locus épipaléolithique

La caractérisation des 87 objets de ce locus donne des résultats insuffisants pour décrypter les comportements, seule la présence de silex d'origine

allochtone fait la différence avec le comportement des magdaléniens.

Le groupe des silex coniaciens à santoniens

Le type F555 a déjà été décrit *supra* (chapitre 3.1.1). La série observée contient 31 objets ayant les mêmes aspects que ceux définis dans le Paléolithique moyen.

Le groupe des silex santoniens

Le type F563 a déjà été décrit *supra* (chapitre 3.1.2). La série ne contient qu'un seul objet de ce type

Le groupe des silex campaniens

Le type F550 a déjà été décrit *supra* (chapitre 3.1.3). La série observée contient 54 objets ayant les mêmes aspects que ceux définis dans le Paléolithique moyen.

Le groupe des silex bergeracois

Le type F300 : ce type de silex a été décrit à maintes reprises (Combaz, 1966 ; Demars, 1980 ; Morala, 1980 ; Geneste, 1985 ; Séronie-Vivien et Séronie-Vivien, 1987 ; Capdeville, 1989 ; Turq, 1992, 2000 ; Fernandes *et al.*, 2012) ses caractères et sa localisations sont désormais mieux définis. La série étudiée contient un seul objet. Sa détermination est basée sur des critères macroscopiques et microscopiques.

5.3.2.4. Les types attribués au Néolithique

Cette série est trop faible pour tirer des conclusions précises. Notons tout de même, l'absence de silex campaniens d'origine locale.

Le groupe des silex coniaciens

Il ne contient qu'un seul microfaciès, contenant un type de bryozoaire souvent rattaché au Coniacien.

Le type F561 (annexe 6.21) : des échantillons proches de ce type ont déjà été décrits par M et Séronie-Vivien et Séronie-Vivien (1987), Park Seong Jin (2007), Féblot-Augustin et Park Seong Jin (2012). La série étudiée contient trois objets de ce type. Ils proviennent de blocs différents ; leur nombre n'a pas été déterminé. L'absence de cortex n'a pas permis de déterminer le type de formation dans laquelle ces

Section 2 - L'opération et ses résultats

objets ont été collectés. Leur minéralogie à rhomboèdres et glauconie, la présence de fragments d'échinides et de bryozoaires dont (*Fenestrella*) permet de rattacher ce microfaciès au groupe des silex coniaciens. Les gîtes les plus proches se trouvent à 45 km au nord-est du site sur les communes de Claix, Mouthiers-sur-Boëme, Voulgezac ou Villebois-Lavalette. Mais il est possible d'envisager des collectes à des distances plus réduites le long de la Lizonne et de la Dronne capables de drainer ce type de silex.

Le groupe des silex coniaciens à santoniens

Cette catégorie regroupe des types et des faciès définis principalement sur la base de leurs convergences chromatique, texturale et minéralogique. Il s'agit de silex noirs à texture bioturbée dans laquelle on observe régulièrement la présence de rhomboèdres. Leurs contenus micropaléontologiques variables ne sont pas suffisamment caractéristiques pour déterminer précisément l'étage auquel ils appartiennent.

Le type F556 a déjà été décrit *supra* (chapitre 3.1.1). La série observée contient quatre objets de ce type.

Le type F557 (annexe 6.22) : des échantillons proches de ce type ont déjà été décrits par M et Séronie-Vivien et Séronie-Vivien (1987), Park Seong Jin (2007), Féblot-Augustin et Park Seong Jin (2012). La série étudiée contient dix objets de ce type. La majorité d'entre eux proviennent du même bloc. Le néo-cortex observé indique une collecte dans des alluvions. La texture et certaines formes minéralogiques rappellent des microfaciès observés dans le Coniacien ou le Santonien. Les gîtes les plus proches se trouvent sur les communes de Claix, Mouthiers-sur-Boëme, Voulgezac, Villebois-Lavalette à 45 km au nord-est du site. Comme pour les autres silex rattachés à ces formations, il est possible d'envisager des collectes à des distances plus réduites le long de la Lizonne et de la Dronne.

Le type F557b (annexe 6.23) : des échantillons proches de ce type ont déjà été décrits par M et Séronie-Vivien et Séronie-Vivien (1987), Park Seong Jin (2007), Féblot-Augustin et Park Seong Jin (2012). La série étudiée contient un objet de ce type. L'absence de cortex n'a pas permis de déterminer la formation dans laquelle il a été collecté. La texture et certaines formes minéralogiques rappellent des faciès observés dans le Coniacien ou le Santonien.

Alors qu'une partie du contenu micropaléontologique rappelle certains microfaciès turoniens. Ce type de silex peut être rattaché aux formations au sud d'Angoulême.

Le groupe des silex santoniens

Le type F563b (annexe 6.24) : des échantillons proches de ce type ont déjà été décrits par M et Séronie-Vivien et Séronie-Vivien (1987), Park Seong Jin (2007), Féblot-Augustin et Park Seong Jin (2012). La série étudiée contient dix objets de ce type. La majorité d'entre eux proviennent du même bloc. Le néo-cortex observé indique une collecte dans des alluvions. L'origine exacte reste indéterminée.

Le groupe des silex bergeracois

Le type F300 : ce type de silex a été décrit à maintes reprises (Combaz, 1966 ; Demars, 1980 ; Morala, 1980 ; Geneste, 1985 ; Séronie-Vivien et Séronie-Vivien, 1987 ; Capdeville, 1989 ; Turq, 1992, 2000 ; Fernandes *et al.*, 2012) ses caractères et sa localisation sont désormais mieux définis. La série étudiée contient trois objets. Sa détermination est basée sur des critères macroscopiques et microscopiques.

Le groupe des silex d'origine indéterminée

Le type F560 (annexe 6.25) : ce microfaciès évolué ne semble pas avoir été mentionné par les auteurs précédents. La série étudiée contient un seul objet de ce type. L'absence de cortex n'a pas permis de déterminer la formation dans laquelle il a été collecté. Le lieu de collecte reste indéterminé.

5.3.2.5. Les types sans attribution chrono-culturelle

Le type F558 (annexe 6.26) : des échantillons proches de ce type ont déjà été décrits par Séronie-Vivien et Séronie-Vivien (1987), Park Seong Jin (2007), Féblot-Augustin et Park Seong Jin (2012). La série étudiée contient un objet de ce type. Il présente des points communs avec certains silex santoniens. L'absence de cortex n'a pas permis de déterminer la formation dans laquelle il a été collecté. Le lieu de collecte reste indéterminé.

Le type F552 (annexe 6.27) : des échantillons aux aspects proches de ce type ont déjà été décrits par Séronie-Vivien et Séronie-Vivien (1987), Park Seong Jin (2007), Féblot-Augustin et Park Seong Jin

Montguyon (17) - « Bois Clair » - Rapport Final d'Opération

(2012). La série étudiée ne contient qu'un seul objet de ce type. Le néo-cortex indique une collecte au sein des alluvions. Sa texture très évoluée à spicules rappelle certains silex jurassiques présents dans les alluvions anciennes. Le lieu de collecte de ce type reste indéterminé.

5.3.3. Conclusion

L'inventaire des ressources locales a permis d'enrichir et d'harmoniser la carte des formations contenant des silicifications dans cette région. La présence de silex sous les niveaux archéologiques en UPS 7 (à l'interface substrat éocène et séquence pléistocène) et sur les terrasses du Palais et du Mouzon encadrant le site pourrait expliquer en partie le choix de ce lieu et la pérennisation des occupations : plusieurs niveaux du Paléolithique moyen rattachés au complexe moustérien - un Paléolithique supérieur attribué à la culture magdalénienne - un niveau épipaléolithique - un locus néolithique. L'objectif fixé à Montguyon était d'examiner les différences comportementales entre ces occupations. La série rattachée au Paléolithique moyen livre un schéma territorial privilégiant la ressource locale, ouvert sur un axe principal sud-ouest nord-est vers le secteur au sud d'Angoulême à 50 kms et une orientation secondaire sud-est nord-ouest vers la formation de Saintes à 25 kms. Pour les silex coniaciens à santoniens il est possible d'envisager des collectes à des distances plus courtes le long de la Lizonne et de la Dronne capables de drainer ces types de silex. La présence d'au minimum 12 faciès d'origine locale à régionale démontre une bonne connaissance du potentiel minéral disponible. À l'inverse le corpus attribué au Paléolithique supérieur indique une collecte quasi exclusive dans la zone locale. La série Epipaléolithique est insuffisante pour tenter de décrypter les comportements, mais à la différence des magdaléniens on note la présence de silex d'origine allochtone. La série Néolithique étudiée est trop faible pour tirer des conclusions précises. Notons tout de même, l'absence de silex campaniens d'origine locale.

5.4. Le mobilier paléolithique moyen – vue d'ensemble (S. Bernard-Guelle)

L'ensemble du mobilier rapporté au Paléolithique moyen est composé de 1756 silex, 51 quartz ou quartzites et 17 autres matériaux lithiques (fig. 5-15).

*La catégorie des divers regroupe différents produits qui ne sont pas, ou très peu, porteurs d'informations technologiques. Les calculs seront effectués dans ce chapitre sans cet ensemble.

Avec 143 petits éléments (éclats < à 20 mm), 209 débris et fragments d'éclats indéterminables, 36 cupules thermiques et 7 cassons, le groupe de produits appelé « Divers » forme moins de 22 % de ce corpus lithique. La faiblesse relative de cet ensemble peut probablement en partie s'expliquer par le mode de prélèvement, essentiellement mécanisé, ne favorisant pas la découverte des petits éléments. Avec 62,4 % de l'industrie, les produits de débitage sont les mieux représentés. Ils sont composés de supports majoritairement non Levallois ($n = 558$, soit 30,6 % du corpus lithique), corticaux ($n = 482$, soit 26,4 %) et enfin Levallois ($n = 98$, soit 5,4 %). La série est complétée par 191 nucléus (10,5 %), 81 manuports et/ou galets/blocs utilisés (4,5 %) et 19 pièces (1 %) liées aux activités de transformation de supports.

Au sein de cet ensemble, seuls 88 supports sont transformés.

Ces premières données vont dans le sens de chaînes opératoires essentiellement réalisées sur le site.

5.4.1. Types de produits et séquences opératoires

Avec 81 pièces et 5,6 % des produits technologiquement porteurs d'informations* (fig. 5-16), la phase d'acquisition atteste de la collecte, au cours du séjour sur le site, de matériaux disponibles localement (cf. chap. 5.3). Elle est ainsi marquée par une forte présence (68 %) de matériaux autres que le silex parmi lesquels on trouve le quartz, le quartzite et différentes variétés de grès (siliceux ou ferrugineux). Ces matériaux ne sont d'ailleurs représentés que par des galets bruts (manuports) ou utilisés (percuteurs, retouchoirs, coins...), hormis pour le quartz dont la découverte de trois éclats (cf. *infra*) atteste d'un débitage occasionnel. Aucun façonnage sur quartz et quartzites n'est en revanche attesté. Les grès et grès ferrugineux sont uniquement présents sous forme de blocs bruts entiers ou fragmentés. Ces différentes variétés de grès proviennent probablement d'une même source disponible localement. L'origine locale des quartz et quartzites est également à rechercher au sein des formations alluviales présentes en contre-bas du site (Le Mouzon) ou sur le site même au sein des dépôts détritiques de la formation de Guizenguard supérieur (Lutétien, e5). Enfin, quelques blocs de silex bruts ou testés (F550), de qualité moyenne, confirment cette stratégie d'approvisionnement local, sur site ou à proximité immédiate. De rares blocs naturels de ce même type de silex ont d'ailleurs

Section 2 - L'opération et ses résultats

locus	locus 3 Paléolithique moyen	locus 12bis Paléolithique moyen	locus 12 Paléolithique moyen	locus 4 Paléolithique moyen	locus 1 Paléolithique moyen	locus 9 Paléolithique moyen	locus 9 Paléolithique supérieur	locus 11 Paléolithique supérieur	locus 15 Epipaléolithique
types	F550	F550	F550	F550	F550	F550	F550+550a+550c	F550+550a+550c	F550
habits	gommé et bloc alluvial	bloc indéterminé à bloc	bloc alluvial proche à los	indéterminable	bloc indéterminé et bloc	gommé et bloc alluvial	gommé et bloc alluvial	gommé et bloc alluvial	bloc alluvial
face sup arêtes	érosionnée légère chocs faibles à moyens, corrosion biseautée	érosionnée très légères, chocs faibles, corrosion biseautée	érosionnée très légères, chocs faibles, corrosion biseautée	érosionnée abondante chocs faibles, corrosion biseautée	érosionnée abondante chocs faibles, corrosion biseautée	érosionnée abondante chocs faibles, corrosion biseautée	érosionnée abondante chocs très faibles sur 2 faces	érosionnée abondante chocs très faibles, corrosion biseautée	érosionnée abondante chocs très faibles, corrosion biseautée
face inf arêtes	détruites légères chocs moyens, corrosion biseautée	détruites légères chocs moyens, corrosion biseautée	détruites légères chocs moyens, corrosion biseautée	détruites légères chocs moyens, corrosion biseautée	détruites légères chocs moyens, corrosion biseautée	détruites légères chocs moyens, corrosion biseautée	détruites légères chocs moyens, corrosion biseautée	détruites légères chocs moyens, corrosion biseautée	détruites légères chocs moyens, corrosion biseautée
rebords face sup	érosionné fort, corrosion érosive	érosionné faible, corrosion érosive	érosionné faible, corrosion érosive	érosionné très faible, corrosion érosive	érosionné très faible, corrosion érosive	érosionné très faible, corrosion érosive	érosionné très faible, corrosion érosive	érosionné très faible, corrosion érosive	érosionné très faible, corrosion érosive
rebords face inf	détruitement faible, corrosion faible érosionnée abondante	détruitement faible, corrosion faible érosionnée abondante	détruitement faible, corrosion faible érosionnée abondante	détruitement faible, corrosion faible érosionnée abondante	détruitement faible, corrosion faible érosionnée abondante	détruitement faible, corrosion faible érosionnée abondante	détruitement faible, corrosion faible érosionnée abondante	détruitement faible, corrosion faible érosionnée abondante	détruitement faible, corrosion faible érosionnée abondante
Face sup planos processus absente à faible	corrosion érosive corrélation absents	corrosion érosive corrélation absents	corrosion érosive corrélation absents	corrosion érosive corrélation absents	corrosion érosive corrélation absents	corrosion érosive corrélation absents	corrosion érosive corrélation absents	corrosion érosive corrélation absents	corrosion érosive corrélation absents
Face inf planos processus	stries chocs érosives	stries chocs érosives	stries chocs érosives	stries chocs érosives	stries chocs érosives	stries chocs érosives	stries chocs érosives	stries chocs érosives	stries chocs érosives
face naturelle processus intangibles	indéterminable	érosionnée tableau, chocs absents	érosionnée tableau, chocs absents	érosionnée tableau, chocs absents	érosionnée tableau, chocs absents	érosionnée tableau, chocs absents	érosionnée tableau, chocs absents	érosionnée tableau, chocs absents	érosionnée tableau, chocs absents
Face et rebords processus chimiques	indéterminable	corrosion moyenne partiellement post-dépositionnelle	non observés	indéterminable	corrosion moyenne partiellement post-dépositionnelle	corrosion moyenne partiellement post-dépositionnelle			
face sup processus chimiques	absents	absents	absents	non observés	absents	non observés	absents	absents	absents
processus dans les creux	absents	absents	absents	non observés	absents	non observés	absents	absents	absents
couleur antérieure	absente	absente	absente	absente	absente	absente	absente	absente	absente
couleur acquise par la matrice	beige à brune	brune	beige à brune	beige à brune	beige à brune	beige à brune	beige à brune	beige à brune	beige
couleur acquise des dardes	blanche	blanche et brune	blanche et brune	blanche et brune	blanche et brune	blanche et brune	blanche et brune	blanche et brune	blanche et brune
patine prédépo	indéterminée	brun torch bise 28 et absente bloc 27	non observée	indéterminable	brune	brune	brune	brune	brune
patine post dépo	jaune moyenne partie polaire	jaune légère partie de	jaune moyenne partie polaire	jaune moyenne partie polaire	jaune moyenne partie polaire	jaune moyenne partie polaire	jaune moyenne partie polaire	jaune légère partie polaire	jaune légère partie polaire
ductilité incinérée	absente	absente	absente	absente	absente	absente	probable	probable	absente
gommage face matérielle	indéterminable	non observée	indéterminable	non observée	non observée	non observée	gommage essentiellement post-dépositionnelle	gommage essentiellement post-dépositionnelle	non observée
Gommage face à taille postdépositionnelle sur deux objets	absente	absente	absente	absente	absente	absente	gommage modérément post-dépositionnelle	gommage modérément post-dépositionnelle	gommage modérément post-dépositionnelle
trace de cheffe	absente	absente	absente	absente	absente	absente	absente	absente	absente
laçage prédépo	absent	absent	absent	indéterminable	absent	absent	absent	absent	absent
husse post dépô	léger couvert polaire	léger couvert	léger couvert polaire	moyen couvert polaire	léger courtant	absent	léger courtant	léger à moyen courtant	léger courtant
encollement	absent	absent	absent	absent	absent	absent	ferngleux prédominant	ferngleux	ferngleux
casseure distale sur 1 objet	absente	non observée	non observée	non observée	distale sur 1 objet	non observée	distale sur 21 objets	distale sur plusieurs objets	distale sur 1 objet
péticule	non observée	non observée	non observée	non observée	non observée	non observée	400µm d'épaisseur	400µm d'épaisseur	non observée
divers							interrogation brûlée dans postdépositionnelle	interrogation brûlée dans postdépositionnelle	
Groupe	locus 60 et 62	locus 27 origine indéterminée et 28 alluvial	locus 56, 57, 59	indéterminable	locus 53, 54, 58	locus 22, 40...70	locus 6, 16, 18, 20, 35	locus 2, 5, 7, 15	locus 16
nombre objets conservés	23 objets	55 objets	13 objets	6 objets	22 objets	14 objets	212 objets	42 objets	49 objets

Figure 4-15 – Montguyon (17), « Bois Clair », approche comparative des états de surface par locus de fouille

Montguyon (17) - « Bois Clair » - Rapport Final d'Opération

locus	UPS 4 Paléolithique moyen	UPS 4 Paléolithique supérieur	UPS 4-5 Paléolithique moyen	UPS 4-5 Paléolithique supérieur	UPS 5 paléolithique moyen	UPS 5 paléolithique supérieur
types	F550	F550, F550a, F550b, F550c	F550, F550d	F550, F550a, F550b, F550c	F550, F550a, F550b, F550d	F550, F550a, F550b, F550c
habitus	blocs alluvial, alluvial ancien sur bloc 28 et géifract	blocs alluvial et géifract	blocs alluvial et géifract	blocs alluvial et géifract	blocs alluvial ancien sur bloc 28	blocs alluvial et géifract
face sup arêtes	émussé très léger, chocs faibles, corrosion absente et chocs très faibles, corrosion émussé absents	chocs très faibles à faibles, corrosion émussé absents chocs faibles, émussé très léger, corrosion faible sur 4 objets du bloc 5, frottements sur 3 objets du bloc 3	chocs très faibles, corrosion émussé absents chocs sur 1 objet du bloc 57, émussé fort 1 objet	chocs faibles, corrosion émussé absents	chocs faibles, corrosion émussé absents, émussé très léger sur objets des blocs 28, 56, 57, 59, émussé moyen sur 1 objet, chocs moyens sur 1 objet	chocs faibles, corrosion émussé absents
face inf arêtes	chocs très faibles à faibles, corrosion émussé absents	chocs très faibles à faibles, corrosion émussé absents	chocs faibles, corrosion émussé absents	chocs faibles, corrosion émussé absents	chocs très faibles, corrosion émussé absents, émussé moyen 1 objet	chocs très faibles, corrosion émussé absents
rebords face sup	esquillement très faible à fort, encoches rares, corrosion émussé absents	esquillement très faible à fort, encoches rares, corrosion émussé absents	esquillement très faible à faible, corrosion émussé absents, esquillement moyen sur 2 objets, émussé fort sur 1 objet	esquillement très faible, corrosion émussé absents	esquillement faible à très faible, corrosion émussé absents, esquillement moyen 6 objets, esquillement fort 2 objets	esquillement très faible à moyen, corrosion émussé absents
rebords face inf	esquillement très faible à faible, corrosion émussé absents	esquillement très faible à moyen, encoches rares - corrosion émussé absents, corrosion faible sur 4 objets du bloc 5	esquillement très faible, corrosion émussé absents, émussé fort sur 1 objet	esquillement très faible, corrosion émussé absents	esquillement très faible à faible, corrosion émussé absents, esquillement moyen 3 objets, esquillement fort 1 objet	esquillement très faible à faible corrosion émussé absents
Face sup plane processus	chocs émussé corrosion absents	chocs émussé corrosion absents	chocs émussé corrosion absents	chocs émussé corrosion absents	chocs, émussé et corrosion absents, frottements sur 1 objet	chocs émussé corrosion absents
Face inf plane processus	chocs émussé corrosion absents	chocs émussé corrosion absents	chocs émussé corrosion absents	chocs émussé corrosion absents	chocs, émussé et corrosion absents	chocs émussé corrosion absents
face naturelle processus mécaniques	émussé moyen à fort, chocs absents ou racines de chocs sur bloc 33	émussé moyen, chocs absents	émussé fort, racines de chocs sur bloc 33	émussé moyen, chocs absents sur bloc 3 - émussé faible chocs absents sur bloc 2	émussé faible à moyen, chocs absents sur bloc 22, 30 - émussé moyen racines de chocs sur bloc 28	émussé faible, chocs absents
Face naturelle processus chimiques	corrosion faible à moyenne	corrosion faible à moyenne	corrosion moyenne sur bloc 33	corrosion faible sur bloc 2	corrosion moyenne sur blocs 22, 28, 30, 70	corrosion faible sur blocs 2 et 3
processus dans les creux face sup	absents	absents	absents	absents	absents	absents
processus dans les creux face inf	absents	absents	absents	absents	absents	absents
couleur antérieure	grise sur 1 objet	grise sur 1 objet	absente	absente	absente	grise sur 1 objet
couleur acquise par la matrice	beige à brune	beige à brune	beige à brune	beige à brune	beige à brune	beige à brune
couleur acquise des castes	blanche et brune	blanche et brune	blanche et brune	blanche	blanche et brune	blanche et brune
patine prédépo	brun foncé et blanche forte	blanche moyenne à forte, jaune, brune	brune blocs 33 et 58	brune bloc 2, blanche bloc 3	blanche forte bloc 50, blanche moyenne bloc 22 et 70, brune bloc 30, brun foncé bloc 28	blanche moyenne bloc 2, jaune moyenne bloc 3
patine post dépô	jaune légère à moyenne polarisée, blanche moyenne à forte polarisée	jaune légère à moyenne - blanche légère à forte parfois polarisée,	jaune moyenne polarisée	jaune légère, blanche moyenne sur 1 objet	jaune légère à moyenne parfois polarisée, blanche sur 4 objets	blanche légère 2 objets, jaune légère polarisée 1 objet
dioclase ancienne	absente	absente	absente	sur un objet du bloc 2	absente	sur un objet du bloc 3
géifraction face naturelle	non observée	géifraction pré-dépositionnelle sur les blocs : 3,4,5,7,15	non observée	non observée	non observée	non observée
géifraction face taillée	géifraction post-dépositionnelle sur 13 objets	géifraction post-dépositionnelle sur les blocs : 3,4,5,7,15	absente	géifraction post-dépositionnelle sur le bloc : 2	géifraction post-dépositionnelle sur 3 objets	géifraction post-dépositionnelle sur 2 objets
trace de chauffe	absente	absente	absente	absente	sur 1 objet	absente
lustré prédépo	absent	absent	absent	absent	absent	absent
lustré post dépô	léger à moyen couvrant parfois polarisé	léger à moyen couvrant parfois polarisé	léger à moyen couvrant parfois polarisé	léger à moyen couvrant parfois polarisé	léger à moyen couvrant parfois polarisé	léger à moyen couvrant
encroûtement	absent et ferrugineux prédisposé sur bloc 18	absent et ferrugineux prédisposé sur bloc 3	absent	absent et ferrugineux prédisposé sur bloc 2	absent et ferrugineux prédisposé sur bloc 2	absent
cassure	absente	distale sur 29 objets	absente	absente	distale sur 3 objets	absente
pellicule	non observée	400µm d'épaisseur	non observée	non observée	non observée	non observée
Groupe	blocs : 1, 6, 6b, 18, 20, 21, 27, 28, 32, 33, 35, 38, 40, 41, 49, 53, 54, 58, 61, 65, 66	blocs : 2, 3, 4, 5, 7, 9, 15, 65, 67	blocs : 21, 22, 28, 33, 37, 40, 57, 58, 61	blocs : 2, 3, 5, 7	blocs : 6, 18, 22, 27, 28, 30, 35, 37, 38, 41, 46, 47, 50, 55, 56, 57, 59, 62, 70	blocs : 2, 3, 5, 7
nombre d'objets observés	182 objets	352 objets	20 objets	10 objets	77 objets	7 objets

Figure 4-16– Montguyon (17), « Bois Clair », approche comparative des états de surface par UPS

Montguyon (17) - « Bois Clair » - Rapport Final d'Opération

Figure 5-11 – Montguyon (17), « Bois Clair », tableau des types pétrographiques identifiés pour le Paléolithique moyen

Section 2 - L'opération et ses résultats

groupes du Paléolithique supérieur	faciès évolués		faciès campaniens	
types	F552b	F554	F550, F550a, F550b, F550c, F550d	F565
milieu	indéterminé	indéterminé	plate forme continentale ouverte moyenne	indéterminé
confère gîte	indéterminé	indéterminé	local dans deux types d'alluvions	indéterminé
nature	chaille	silex marin	silex marin	silex marin
type d'encaissant	indéterminé	indéterminé	indéterminé	indéterminé
habitus	bloc roulé	indéterminable	bloc roulé	bloc roulé
néo-cortex	alluvial ancien	absent	altérites, alluvial	alluvial
couleur d'origine	absente	grise	absente	grise
couleur acquise	brun total	grise à brune	beige à brune	brun total
porosité	faible	faible	géodes à macroquartz	boxworks
structure apparente	homogène évoluée	tachetée	homogène à zonée	tachetée
texture d'origine	<i>packstone</i>	<i>wackestone</i>	<i>packstone</i>	<i>packstone</i>
texture acquise	<i>mudstone</i>	<i>wackestone</i>	<i>wackestone</i>	<i>mudstone</i>
matrice	microcristalline	microcristalline	microcristalline à mésocristalline	microcristalline
minéralogie authigène majeure	calcédoine	calcédoine	calcédoine	calcédoine
minéralogie secondaire	non observés	glaconie	non observés	rhomboédres 10 à 20%
phases détritiques	quartz 2%	quartz, peu roulés 1%	non observées	quartz et éléments noirs <1%
pellets	absents	absents	absents	absents
éléments figurés abondance	40 à 5%	30 à 20%	50 à 5%	20 à 2%
clastes classement	bon	bon	modéré à très bon	bon
clastes taille moyenne	200µm	200 à 500µm	200µm	200 à 400µm
clastes forme sphéricité arrondi	0,5-0,3	0,7-0,3	0,7-0,3	non mesuré
débris de végétaux	non observés	non observés	<i>dasycladacées, polygonella</i>	non observés
macrofaune	bivalves, ostracodes 5%	non observée	bivalves	non observée
spongiaires	abondants 30%	fréquents	fréquents	absents
Bryozoaires	absents	absents	absents	rares taille moyenne
foraminifères	benthique majoritaire	textularidés, Pithonelles	orbitoides et autres grands benthiques	<i>nodosaria</i>
divers	indéterminés	filaments, incertae sedis	indéterminés	indéterminés
âge	Jurassique?	indéterminé	Campanien 4-5	indéterminé
silex observés en 2013 : 425 dont 1 indéterminé sur les 961 de la série	1 objet	9 objets	410 objets	4 objets

Figure 5-12 – Montguyon (17), « Bois Clair », tableau des types pétrographiques identifiés pour le Paléolithique supérieur

Montguyon (17) - « Bois Clair » - Rapport Final d'Opération

groupes de l'Epipaléolithique	faciès coniacien	faciès santonien	Bergeracois	faciès campaniens
types	F555	F563	F300	F550
milieu	plate forme continentale ouverte	plate forme épicontinentale ouverte	plate forme continentale ouverte proximale	plate forme continentale ouverte moyenne
confère gîte	secteur au sud d'Angoulême?	Jonzac-Ozillac?	Bergerac	local
nature	silex marin	silex marin	silex marin	silex marin
type d'encaissant	indéterminé	indéterminé	indéterminé	indéterminé
habitus	galet	bloc roulé	bloc roulé	bloc roulé
néo-cortex	alluvial	alluvial	alluvial	altérites, alluvial
couleur d'origine	noire	grise	absente	absente
couleur acquise	grise à brune	brun total	beige à brune	beige à brune
porosité	boxworks rares<1%	faible	faible	géodes à macroquartz
structure apparente	bioturbée	microbréchique	zonée	homogène à zonée
texture d'origine	wackestone	packstone	wackestone	packstone
texture acquise	wackestone	packstone	mudstone	wackestone
matrice	microcristalline	mésocristalline	microcristalline	microcristalline à mésocristalline
minéralogie authigène majeure	calcédoine	calcédoine	calcédoine et macroquartz	calcédoine
minéralogie secondaire	rhomboèdres, pyrite, glauconie	non observée	non observée	non observée
phases détritiques	quartz peu roulés et éléments noirs indéterminés 1% à 5%	non observées	non observées	non observées
pellets	absents	absents	absents	absents
éléments figurés abondance	30%	50%	10%	50 à 5%
clastes classement	faible	modéré	bon	modéré à très bon
clastes taille moyenne	50 µm	800µm	200µm	200µm
clastes forme sphéricité arrondi	0,7-0,3	0,7-0,3	0,7-0,5	0,7-0,3
débris de végétaux	algues rares : dasycladacées	algues rares : indéterminés	non observés	dasycladacées, <i>polygonella</i>
macrofaune	non observée	bivalves	non observée	bivalves
spongiaires	fréquents	très rares	non observés	fréquents
Bryozoaires	fréquents taille moyenne	grands débris >800µm	non observés	absents
foraminifères	benthiques majoritaires, <i>Lenticulina</i> sidérolites	benthiques majoritaires	indéterminés	orbitoides et autres grands benthiques
divers	crinoïdes, échinidés, <i>incertae sedis</i>	crinoïdes, débris coraliens	indéterminés	indéterminés
âge	indéterminé	indéterminé	Campanien 4-5	Campanien 4-5
silex observés en 2013 : 87 sur les 164 de la série	31 objets	1 objet	1 objet	54 objets

Figure 5-13 – Montguyon (17), « Bois Clair », tableau des types pétrographiques identifiés pour l'Epipaléolithique

Section 2 - L'opération et ses résultats

groupes du Néolithique	faciès coniaien	faciès coniaiens à santonien			faciès santonien	Bergeracois	faciès évolué
types	F561		F557	F557b	F563b	F300	F560
milieu	plate forme continentale ouverte proximale	plate forme continentale ouverte	indéterminé	indéterminé	plate forme épicontinentale ouverte	plate forme continentale ouverte proximale	indéterminé
confère gîte	secteur au sud d'Angoulême?	secteur au sud d'Angoulême?	secteur au sud d'Angoulême?	secteur au sud d'Angoulême?	indéterminé	Bergerac	indéterminé
nature	silex marin	silex marin	silex marin	silex marin	silex marin	silex marin	silex marin
type d'encaissant	indéterminé	indéterminé	indéterminé	indéterminé	indéterminé	indéterminé	indéterminé
habitus	indéterminable	galet	bloc roulé	indéterminable	indéterminable	bloc roulé	indéterminable
néo-cortex	absent	alluvial	alluvial	absent	absent	alluvial	absent
couleur d'origine	grise	noire	noire	noire	absente	absente	absente
couleur acquise	brune	grise	brune	grise	brun total	beige à brune	blanc rose
porosité	intraclastiques et boxworks abondants	géodes à macroquartz	boxworks et géodes	boxworks	faible	faible	faible
structure apparente	homogène	bioturbée	homogène	homogène	peloidé	zonée	homogène
texture d'origine	wackestone	wackestone	packstone	packstone	packstone	wackestone	indéterminée
texture acquise	wackestone	wackestone	wackestone	wackestone	packstone	mudstone	mudstone
matrice	microcristalline	microcristalline	microcristalline	microcristalline	microcristalline	microcristalline	microcristalline
minéralogie authigène majeure	calcédoine	calcédoine	calcédoine	calcédoine	calcédoine et macroquartz	calcédoine	
minéralogie secondaire	rhomboèdres, glauconie	pyrite < 1%	rhomboèdres	rhomboèdres	non observée	non observée	non observée
phases détritiques	quartz et élément noir indéterminé	noir indéterminés <1%	quartz jaunes et élément noir indéterminé	non observé	quartz 1%	non observées	non observées
pellets	absents	absents	absents	absents	abondants	absents	absents
éléments figurés abondance	40%	20%	30%	30%	50%	10%	5%
clastes classement	bon	modéré	modéré	faible	bon	bon	bon
clastes taille moyenne	200 à 400µm	200µm	100 à 200µm	100 à 200µm	400µm	200µm	400µm
clastes forme sphéricité arrondi	0,7-0,1	0,7-0,1	0,7-0,1	0,7-0,1	0,9-0,7	0,7-0,5	non mesuré
débris de végétaux	non observés	non observés	rares	rares	fréquents	non observés	absents
macrofaune	indéterminée	indéterminée	bivalves, ostracodes	bivalves	bivalves fréquents	non observée	absente
spongiaires	fréquents	abondants	fréquents	abondants	non observés	non observés	absents
Bryozaires	fréquents grande taille : <i>Fenestrella</i>	fréquents grande taille forme spécifique	rares	rares	rares	non observés	absents
foraminifères	benthiques majoritaires	benthiques majoritaires	benthiques majoritaires : <i>Lenticulina</i>	divers dont textularidé	indéterminé	indéterminés	non observés
divers	échinides	échinidés	incertae sedis	débris coraliens	crinoïdes, annélides	indéterminés	indéterminés
âge	Coniaien	indéterminé	indéterminé	indéterminé	indéterminé	Campanien 4-5	indéterminé
silex observés en 2013 : 25 dont 1 indéterminé sur les 43 de la série	3 objets	4 objets	10 objets	1objet	2 objets	3 objets	1 objet

Figure 5-14 – Montguyon (17), « Bois Clair », tableau des types pétrographiques identifiés pour le Néolithique supposé



Figure 5-09 – Montguyon (17), « Bois Clair », carte des formations à silex autour de Montguyon

série étage	nom de la formation	localisation	milieu	type de silex	habitus	caractères macroscopiques	genèse	caractères minéralogiques	caractères micropaléontologiques
Sinémurien	Carcares jaunes Nankin	Roumazière-Loubert (Charente)	plate-forme externe	jaspéroïde	dalle, banc	forte coloration jaune aspect moucheté	épigénèse des niveaux anté-liaïques	dolomitique	mudstone à bioclastes roulés à pellets, spicules et filaments
Sinémurien	Carcares jaunes Nankin	Roumazière-Loubert (Charente)	barrière	jaspéroïde	dalle, banc	bun à taches noires	épigénèse des niveaux sinémuriens	dolomitique	grainstone dolithique
Sinémurien	Carcares jaunes Nankin	valée de la Bonneure (Mâzères) et de Montbron	barrière	jaspéroïde	dalle, banc	forte coloration	épigénèse des niveaux sinémuriens	dolomitique	packstone à wackestone oolithique et débris de bivalves
Sinémurien	Ambernac		barrière	jaspes	dalle, banc	jaune	épigénèse des niveaux sinémuriens	dolomitique	grainstone à packstone à oolithes, oncölithes, cyanophycées
Domérien	Pierre rose	Alloue, Bergeret, en rive gauche de la Charente, Nanteuil-en-Vallée et Saux entre Charente et Tardore et Monbron en rive droite de la Tardore.	plate-forme externe proche de la barrière	silex	rogrons thalassinoides ou bancs	noir à plages brunes	diagenèse dans calcaires indéterminés	macroquartz	wackestone à mudstone à pellets, cubant les facies, microfossils courts ou spicules abondants, ligaments, valvulines, Trocholites rares,
Domérien	Pierre rose	entre Charente et Tardore et non aménagé vers Chassieut, Nontron, Nanteuil-en-Vallée	plusieurs marmites du milieu externe à la barrière	silex	rogrons thalassinoides ou bancs	gris ou beige à zonation sous corticale foncée et ponctuation ferrugineuse	diagenèse dans calcaires	macroquartz, glauconie	wackestone à mudstone à pellets, microfossils et spicules, formes allongées
Bajocien	St-Maixent	de Saint-Maixent-Nort jusqu'à la côte atlantique, Champigny-Mouton	silex de la plate-forme externe	silex	rogrons thalassinoides	gris à beige avec taches et fissures orangées	diagenèse dans calcaires	macroquartz, sphérolithes	wackestone à mudstone à pellets, sphérolithes
Bathonien	Ruffec	les vallées de la Bonite et la vallée de la Charente (Cellerfouin à Turgon et Chassieut), Barro	plate-forme externe proche de la barrière	silex	rogrons thalassinoides de grande dim	noir ou gris à brun zonés	diagenèse dans calcaires	macroquartz, rhombobédres et quartz détritiques	packstone à mudstone à spicules, bivalves, algues, foraminifères benthiques (ligamentés) et microfossils,
Callovien inf	Pamproux	formation à vérifier: Pamproux ou pierre chauffante	plate-forme externe	silex	rogrons globuleux ou discordes	gris à blanc zonés	diagenèse dans calcaires	macroquartz, sphérolithes	wackestone à pellets, gros intrachastas riches en spongiformes branchus, disposition des lamellaires
Callovien sup	La Braconne	rives de La Tardore au nord de La RocheFourcade de Rivière-s/ Villemarec en Charente-Maritime près de Grandjean, Saint-Hilaire-de-Villefranche et Saint-Savrien	plate-forme interne	silex	rogrons globuleux	gris à beige	diagenèse dans calcaires	macroquartz	wackestone riche en pellets et spicules, microfossils et algues
Oxfordien moyen et supérieur	Cénomanien inférieur	Archingeay	plate-forme interne	silex	rogrons brachus de grande taille et dalles	noir résineux à gris opaque et homogène ou zone	diagenèse dans calcaires	quartz détritiques et glauconie	packstone à mudstone à clastes rouges de 150 µm, Orbitulines coniques, bivalves, bryozoaires et incertae sedis
Cénomanien moyen	Sireuil (16)	Sireuil à l'ouest d'Angoulême	plate-forme interne	silex	rogrons brachus de grande taille	noir résineux à gris opaque et homogène	diagenèse dans calcaires	quartz détritiques	packstone à mudstone à bivalves, spicules et incertae sedis
Turonien inférieur	Domme (24)	Vallées de la Thève de la Lémance de la Bironaise et du Lot	plate-forme externe	silex du Fumelios	rogrons thalassinoides	noirs bleutés à gris + blancs	diagenèse dans calcaires	quartz détritiques	packstone à wackestone, débris coralliens, spicules, dent de selaien, lamelles branches et rares.
Turonien moyen basal	Domme (24)	Duravel (46), vallées du Lot, de la Thève et de la Lémance	plate-forme externe	silex du Fumelios	rogrons thalassinoides	noirs à gris	diagenèse dans calcaires	quartz détritiques et glauconie	mudstone à bivalves, annélides, débris coralliens, spicules
Turonien moyen	Saint-Vaize	région de Saintes et de St-Porchaire, Crazonnes, Saint-Vaize (zone au sud d'Angoulême), depuis Clairé jusqu'à Sers à l'est.	plate-forme externe	silex	rogrons réguliers plus ou moins ovales intra-hanc disposés parallèlement à la stratification	gris à brun zoné	diagenèse dans calcaires	microcalédoine à macroquartz en puzzle	packstone à mudstone à incertae sedis, bivalves, spicules, serpula, benthiques abondants à millioïdes textularides
Turonien moyen	Les Mauds	entre Belluire et Jonzac, secteur de Pons et zone au sud d'Angoulême depuis Clairé jusqu'à Sers à l'est, à la région de Saintes et de Pons	plate-forme externe	silex		noirs à blancs	diagenèse dans calcaires	indéterminés	packstone à wackestone faune benthique à bryozoaires et échinodermes et planctoniques rares
Turonien supérieur	Châteauneuf	Mouthiers, Clairé, Torsac, Dirac	plate-forme interne	silex	rogrons et nodules	gris-blanc à brun zoné	diagenèse dans calcaires	microcalédoine à macroquartz en mozaïque	packstone à mudstone à incertae sedis, bivalves, spicules, serpula, benthiques abondants à millioïdes textularides
Coniacien inférieur	La Rouquette (24)	Les Eyzies, Saint-Cyprien, Montignac	plate-forme externe proximale	silex	petit rognons thalassinoides	gris-noir	diagenèse dans calcaires	glauconie	packstone à wackestone, à débris de bryozaires, déchinides, rhynchonelles, serpulides, algues et foraminifères
Coniacien inférieur	La Rouquette (24)	vallée de la Lède	plate-forme externe proche de la barrière	silex de Gavaudun	rogrons thalassinoides	beiges-orange	diagenèse dans calcaires	indéterminés	packstone à wackestone, à débris de bryozaires, déchinides, rhynchonelles, serpulides, algues et foraminifères
Coniacien inférieur	La Rouquette (24)	valleés de la Lémance, de la Bioulance et de la Thève	plate-forme externe proche de la barrière	silex	rogrons thalassinoides	gris à brun	diagenèse dans calcaires	indéterminés	packstone à wackestone, à débris de bryozaires, déchinides, rhynchonelles, serpulides, algues et foraminifères
Coniacien	Cognac-Bourdeilles	secteur de Cognac, Saintes, d'Angoulême (Soyans, Gardelle-Pontaroux, Ilay, Dirac, Puymoyen, Chaubure, Youguéac, Mouthiers sur-Boëne), Périgueux	plate-forme externe proximale	silex	rogrons thalassinoides <60 cm	structure boursouflée, noir ou brune à blonde	diagenèse dans calcaires	glauconie, pyrite et quartz détritiques	packstone à mudstone, faune riche et diversifiée, bivalves, échinodermes, grands bryozoaires-annelides et spicules, rares,

série-âge	nom de la formation	localisation	milieu	type de silex	habitus	caractères macroscopiques	génés	caractères minéralogiques	caractères micropaléontologiques
Coniacien supérieur	Périgueux (24)	Périgueux, vallée de l'Isle, La Tour-Blanche	indéterminé	silex	petit rognons thalassinoides	gris/noir	diagenèse dans calcaires	glaconie et muscovite	wackestone à wackestone, à débris de bryozaires, d'échinides, rhynchonelles, serpulides, algues et foraminifères
Santonien	Périgord - Bouilhac - Bousiran - St-Laurent sur Manoire - St-Félix de Relhac	autour de Saintes (Bois de Dioranche, Lucérat) au nord-ouest de Pons (Avy, Les Chauveaux) et au sud de Corpas (Marpins), jusqu'à la vallée de la Vézère	plate-forme épicontinentale ouverte	silex	rognons thalassinoides	noirs à bruns	diagenèse dans calcaires	glaconie, quartz détritiques et muscovite	wackestone à clastes rouges de grande taille, bryozaires, échinodermes, algues et spongiaires, benthiques dont Rotaliidae, Textulariidae, Lenticulina, Nummularia, Goupiplaudina, Cibicidae.
Santonien	Périgord - Bouilhac - Bousiran - St-Laurent sur Manoire - St-Félix de Relhac	autour de Saintes (Bois de Dioranche, Lucérat) au nord-ouest de Pons (Avy, Les Chauveaux) et au sud de Corpas (Marpins), jusqu'à la vallée de la Vézère	plate-forme épicontinentale ouverte	silex	rognons thalassinoides	noirs à bruns	diagenèse dans calcaires	indéterminées	wackestone à mudstone à clastes anguleux, débris non roulés de bryozaires, déchinodermes et de spongiaires
Santonien	Coutures	les vallées de l'Auzance, du Neullac et de la Savanne	plate-forme épicontinentale ouverte	silex	rognons thalassinoides	noirs à bruns	diagenèse dans calcaires	à spérolites fluorurées	wackestone à wackestone bivalves, échinidermes et pier niveaux des biohermes (cystostomes), bivalves, Goupiplaudina, Rotula, Sirites, Nummularia et rares planctoniques.
Santonien inférieur	Saintes	Jonzac-Ouillac	plate-forme épicontinentale ouverte	silex Grain de Mili	blocs fragmentés	blonds	diagenèse dans calcaires	à spérolites fluorurées	wackestone à clastes rouges, bryozaires, échinodermes, algues, Nummularia
Santonien supérieur	Saint-Laurent-des-Combres (16)	Saint-Laurent-des-Combres	plate-forme épicontinentale ouverte	silex	blocs fragmentés	gris à noir	diagenèse dans calcaires	glaconie	wackestone à bryozaires (Cystostomes), bivalves, et petits foraminifères benthiques proche du coniacien (Goupiplaudina)
Santonien	Bousiran - St-Félix de Relhac (24)	Vallée de la Lède : La Capelle-Biron, Saint-Chraies (47)	indéterminé	silex	rognons	blonds	diagenèse dans calcaires	indéterminées	wackestone à bivalves, bryozaires et petits foraminifères benthiques, Goupiplaudina,
Santonien	Bousiran (24)	La Capelle-Biron (47)	indéterminé	silex	rognons ou banc	blonds	diagenèse dans calcaires	indéterminées	wackestone à bryozaires et grands foraminifères benthiques
Santonien	Bousiran (24)	Blanquefort : Labidens (47)	indéterminé	silex de la Séguine	rognons	zones brun à rouge foncé	diagenèse dans calcaires, évolution dans alérites	indéterminées	wackestone à bryozaires, dasycladiacées, échinides et grands foraminifères benthiques
Campanien 1	Gimeux - c5 Gi	secteurs sud de Saintes et de Cognac, nord de Chalais et de Ribérac le long des rives de l'Auzance, le Néeliac, la Tude la Jonne et la Savanne	plate-forme ouverte distale	silicifications	rognons	noirs à gris opaques	diagenèse dans calcaires	indéterminées	wackestone à bivalves, gastropodes, échinodermes et biozones Cl et ClI, Goupiplaudina, Nummularia, Cladiidae, Rosolina et Gavelinella, Globotruncana.
Campanien 1	Trémidat - c5 Tr (24)	vallée de la Caurie, de la Dordogne , secteur de Rouffignac	plate-forme ouverte distale	silex	rognons thalassinoides	gris à noir	diagenèse dans calcaires	indéterminées	wackestone à bivalves, gastropodes, échinodermes et biozone Cl et ClI, Goupiplaudina, Subalveolina, Orbitolina tissoti, Goupiplaudina, Nummularia
Campanien 1-2	Trémolat - c5 Tr (24)	vallée de la Maizet et du Dront, Badejols, le Bugue, Rouffignac	plate-forme ouverte distale	silex type Bélès	rognons et dalles	diagenèse dans calcaires	indéterminées	wackestone à grands foraminifères benthiques, dont Subalveolina et Orbitolina (Monoplacorhoids)	
Campanien 2	Ségonzac - c5 Sg	nord du Chalais et de Ribérac le long des rives de l'Auzance, le Néeliac, la Tude la Jonne et la Savanne	plate-forme ouverte distale	silicifications grises	rognons	noirs à gris ferrugineux	diagenèse dans calcaires	indéterminées	wackestone à spicules, bryozaires et Biozone Cl II à Gavolinopsis , Mississippi, Parrella, et Rotula
Campanien 3	Biron - c5 Bi (16)	interfluves entre Chalais et Ribérac, elle constitue la bordure du synclinal d'Aubeterre	plate-forme ouverte distale	silicifications grises	rognons	diagenèse dans calcaires	indéterminées	wackestone à débris grossiers de spongiaires, bryozaires, échinides; biozones ClB, ClB et CV, Pseudosiderolites et Arnaudella	
Campanien 4	Barbezat - c5 Ba	Sainte-Lheurine et Barbezat, Sourzac-Couyette (24)	plate-forme ouverte moyenne	silex	rognons	diagenèse dans calcaires	indéterminées	wackestone à tridites, bryozaires, bivalves, et polypes et biozone CV, apparition des Orbitolites	
Campanien 5	Aubeterre - c5 Au	secteur de Saint-Aulaye à la confluence de la Tude avec la Dronne	plate-forme ouverte proximale	silex	rognons	blonds ou jaspés	diagenèse dans calcaires	indéterminées	wackestone à sphérolites, marquartz, sphérolites milliénaire
Campanien 5	Mussidan (24)	Frais Yalon - Issac (24)	plate-forme ouverte proximale	silex	bands CS	bruns	diagenèse dans calcaires	indéterminées	wackestone à Biozone CVII, apparition de l'enidiorhithodes campaniense et des Siderolites à bords ondulés
Campanien 5	Lalinde (24)	Bergerac, Saint-Georges-de-Monlard, Saint-Julien-de-Trempe, Campsaget	plate-forme ouverte proximale	silex Bergerac	grands nodules	gris à bruns zonés	diagenèse dans calcaires, évolution dans alérites	indéterminées	wackestone à échinides, gastropodes, bryozaires, biohermes
Campanien 5	Lalinde (24)	Bergerac, Saint-Georges-de-Monlard, Saint-Julien-de-Trempe, Campsaget	plate-forme ouverte proximale	silex Bergerac	grands nodules tabulaires	gris à bruns zonés	diagenèse dans calcaires, évolution dans alérites	indéterminées	wackestone à wackestone à péllets biozones CVII et CVIII, à Orbitaloides et Fallotia
Campanien 6	Maurens	sud de Saint-Prat, de La Cotte et dans la vallée du Lary	plate-forme proximale	silex	indéterminé	diagenèse dans calcaires	indéterminées	indéterminées	wackestone - biozone CVK On note l'apparition de grands Orbitaloides et Sidérites évolutées.

Figure 5-10 – Montguyon (17), « Bois Clair », tableau des formations à silex

Section 3 - Inventaires et annexes



Photo 1 – Échantillon archéologique n° 3245, texture wackestone, à débris d'origines variés.



Photo 2 – Échantillon archéologique n° 409, à fragment de bryozoaire.



Photo 3 – Échantillon archéologique n° 4521, à dasycladacée.



Photo 4 – Échantillon archéologique n° 3245, débris d'échinoderme.



Photo 5 – Échantillon archéologique n° 3245, section de bryozoaire.



Photo 6 – Échantillon archéologique n° 3245, foraminifère benthique indéterminé.

Annexe 6.1 – Montguyon (17), « Bois Clair », Type 555, silex du Coniacien-Santonien. Échantillons archéologiques (photos P. Fernandes, DAO P. Tallet).

Montguyon (17) - « Bois Clair » - Rapport Final d'Opération



Photo 1 – Échantillon archéologique n° 3245, bryozaire.

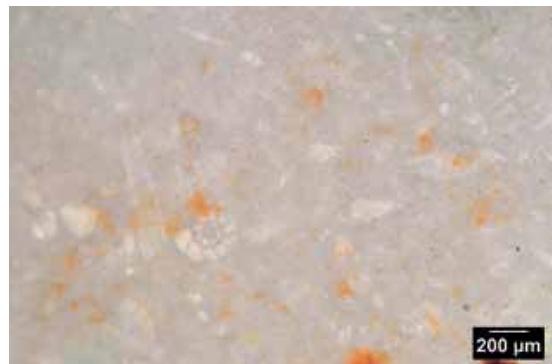


Photo 2 – Échantillon archéologique n° 1587, foraminifères benthiques indéterminés.



Photo 3 – Échantillon archéologique n° 3240, foraminifères benthiques.



Photo 4 – Échantillon archéologique n° 4922, foraminifère benthique.



Photo 5 – Échantillon archéologique n° 4909, débris indéterminé.



Photo 6 – Échantillon archéologique n° 2770, foraminifère benthique.

Annexe 6.2 – Montguyon (17), « Bois Clair », Type 555, silex du Coniacien-Santonien. Échantillons archéologiques (photos P. Fernandes, DAO P. Tallet).

Section 3 - Inventaires et annexes



Photo 1 – Échantillon archéologique n° 1128, bryozoaire et algue.



Photo 2 – Échantillon archéologique n°1128, texture wackestone.



Photo 3 – Échantillon archéologique n° 1128, foraminifères benthiques et débris indéterminés.

Annexe 6.3 – Montguyon (17), « Bois Clair », Type 555d, silex du Coniacien-Santonien. Échantillons archéologiques (photos P. Fernandes, DAO P. Tallet).

Montguyon (17) - « Bois Clair » - Rapport Final d'Opération



Photo 1 – Échantillon archéologique n° 98, bryozaire (Meliceritite ?) connu dans le Coniacien.



Photo 2 – Échantillon archéologique n° 98, section de bryozaire.



Photo 3 – Échantillon archéologique n° 1410, texture wackestone.



Photo 4 – Échantillon archéologique n° 98, quartz détritique et glauconie.



Photo 5 – Échantillon archéologique n° 98, débris d'algue.

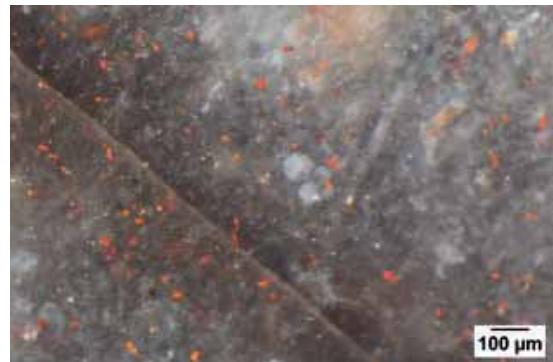


Photo 6 – Échantillon archéologique n° 98, foraminifère planctonique.

Annexe 6.4 – Montguyon (17), « Bois Clair », Type 564, silex du Coniacien-Santonien. Échantillons archéologiques (photos P. Fernandes, DAO P. Tallet).

Section 3 - Inventaires et annexes



Photo 1 – Échantillon archéologique n° 1461, radiolaire d'oursin.



Photo 2 – Échantillon archéologique n° 1461, bryozoaire.



Photo 3 – Échantillon archéologique n°1461, pithonelle, spicules et débris indéterminés.



Photo 4 – Échantillon archéologique n° 1461, amas de spicules.

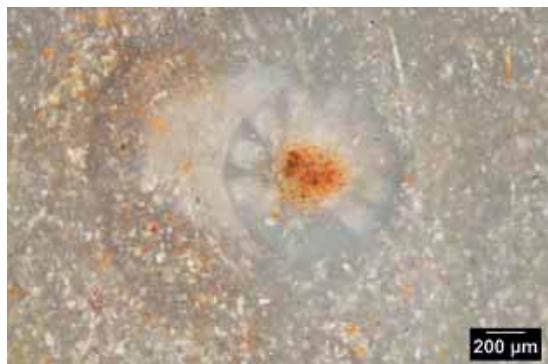


Photo 5 – Échantillon archéologique n° 2573, section d'élément indéterminé.

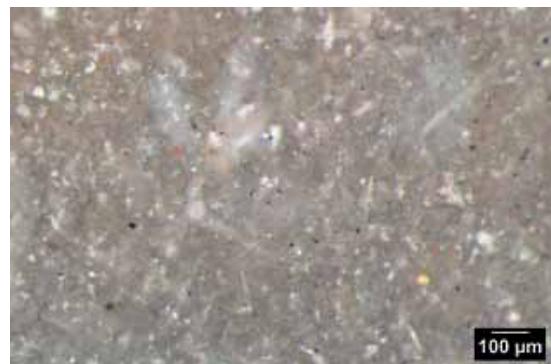


Photo 6 – Échantillon archéologique n° 1461, à grains de pyrite.

Annexe 6.5 – Montguyon (17), « Bois Clair », Type 556, silex du Coniacien-Santonien. Échantillons archéologiques (photos P. Fernandes, DAO P. Tallet).

Montguyon (17) - « Bois Clair » - Rapport Final d'Opération



Photo 1 – Échantillon archéologique n° 4383, frag-
ments de bryozoaires.



Photo 2 – Échantillon archéologique n° 3310, frag-
ment de bryozoaire branchu.



Photo 3 – Échantillon archéologique n° 3112, tec-
ture wackestone.



Photo 4 – Échantillon archéologique n° 3112, bryo-
zoaire.



Photo 5 – Échantillon archéologique n° 3310,
débris corallien.



Photo 6 – Échantillon archéologique n° 3310,
annélides.

**Annexe 6.6 – Montguyon (17), « Bois Clair », Type 566, silex du Coniacien-Santonien. Échantillons archéo-
logiques (photos P. Fernandes, DAO P. Tallet).**

Section 3 - Inventaires et annexes



Photo 1 – Échantillon archéologique n° 1547, texture packstone à débris variés (bivalves, bryozoaires, échinodermes).



Photo 2 – Échantillon archéologique n° 1738, bryozoaire.



Photo 3 – Échantillon archéologique n° 1547, foraminifère benthique.

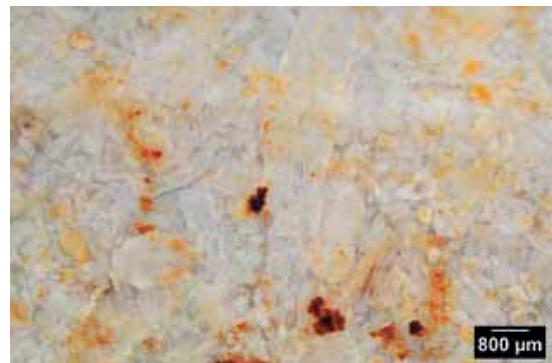


Photo 4 – Échantillon archéologique n° 92, algue, bryozoaire, foraminifère et débris indéterminés.



Photo 5 – Échantillon archéologique n° 1547, débris d'algue ?



Photo 6 – Échantillon archéologique n° 1738, débris d'échinodermes (radioles).

Annexe 6.7 – Montguyon (17), « Bois Clair », Type 563, silex du Santonien (dit grain de Mil). Échantillons archéologiques (photos P. Fernandes, DAO P. Tallet).

Montguyon (17) - « Bois Clair » - Rapport Final d'Opération



Photo 1 – Échantillon archéologique n° 4754, foraminifère benthique (*Lenticulina*?).



Photo 2 – Échantillon archéologique n° 6023, foraminifère benthique (*Lenticulina*).



Photo 3 – Échantillon archéologique n° 6023, foraminifère benthique.

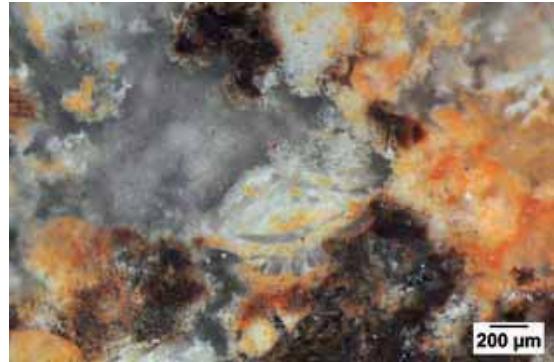


Photo 4 – Échantillon archéologique n° 6023, foraminifère benthique (*Sirtina*?).



Photo 5 – Échantillon archéologique n° 6023, foraminifère benthique (*Sirtina*?).

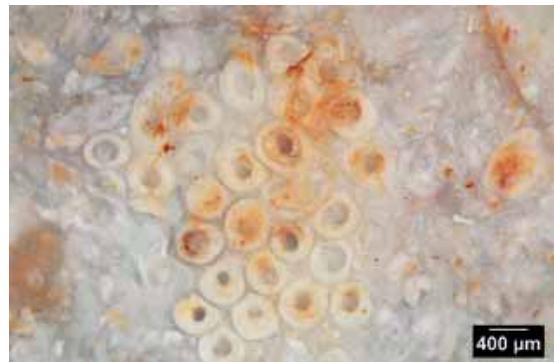


Photo 6 – Échantillon archéologique n° 2654, annélides.

Annexe 6.8 – Montguyon (17), « Bois Clair », Type 563, silex du Santonien (dit grain de Mil). Échantillons archéologiques (photos P. Fernandes, DAO P. Tallet).

Section 3 - Inventaires et annexes



Photo 1 – Échantillon archéologique n° 6033, texture grainstone à bryozoaire.

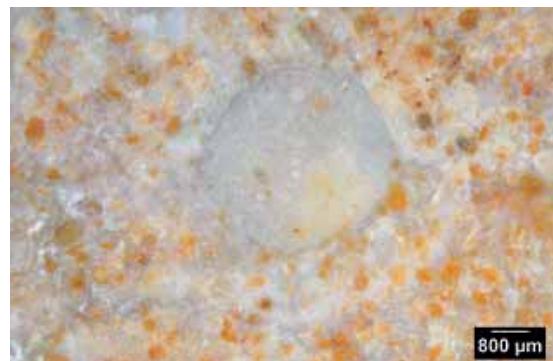


Photo 2 – Échantillon archéologique n° 6033, spongiaire ?



Photo 3 – Échantillon archéologique n° 6033, foraminifère benthique (Miliolidés ?).



Photo 4 – Échantillon archéologique n° 6033, algue.

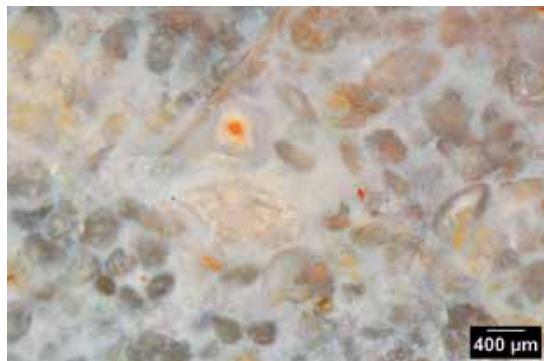


Photo 5 – Échantillon archéologique n° 1613, foraminifère benthique (Rotalidé ?).

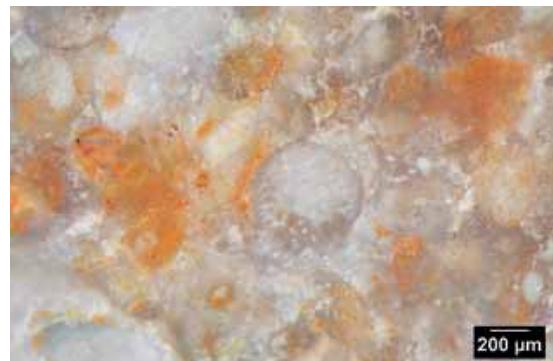


Photo 6 – Échantillon archéologique n° 6033, bryozoaire et fragments de bivalve.

Annexe 6.9 – Montguyon (17), « Bois Clair », Type 563a, silex du Santonien. Échantillons archéologiques (photos P. Fernandes, DAO P. Tallet).

Montguyon (17) - « Bois Clair » - Rapport Final d'Opération



Photo 1 – Échantillon archéologique n° 5159, surface néocorticale, aspect packstone.

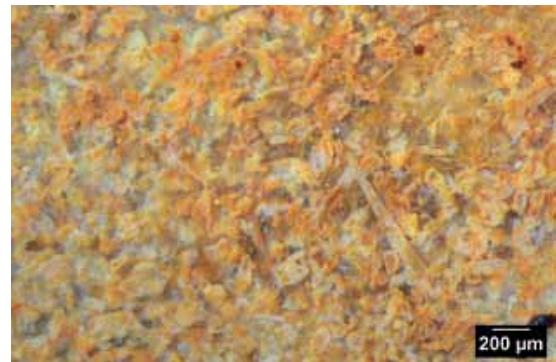


Photo 2 – Échantillon archéologique n° 5129, texture packstone à débris indéterminés.



Photo 3 – Échantillon archéologique n° 4146, algue (*Polygonella*?).



Photo 4 – Échantillon archéologique n° 5921, Orbiculaire.



Photo 5 – Échantillon archéologique n° 4816, foraminifère benthique (pseudosidérolite).



Photo 6 – Échantillon archéologique n° 3834, foraminifère benthique (pseudosidérolite).

Annexe 6.10 – Montguyon (17), « Bois Clair », Type 550, silex du Campanien 4-5. Échantillons archéologiques (photos P. Fernandes, DAO P. Tallet).

Section 3 - Inventaires et annexes



Photo 1 – Échantillon archéologique n° 16, texture packstone.



Photo 2 – Échantillon archéologique n° 7, Orbitoïde.



Photo 3 – Échantillon archéologique n° 21, foraminifère benthique, (pseudosidérolite ?).



Photo 4 – Échantillon archéologique n° 16, foraminifère benthique.

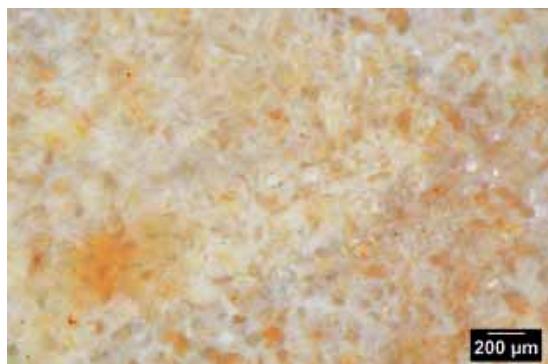


Photo 5 – Échantillon archéologique n° 16, foraminifères indéterminés.



Photo 6 – Échantillon archéologique n° 16, foraminifères planctoniques.

Annexe 6.11 – Montguyon (17), « Bois Clair », Type 550, silex du Campanien 4-5. Échantillons archéologiques (photos P. Fernandes, DAO P. Tallet).

Montguyon (17) - « Bois Clair » - Rapport Final d'Opération



Photo 1 – Échantillon archéologique n° 4892, foraminifère benthique (*Nodosaria*).

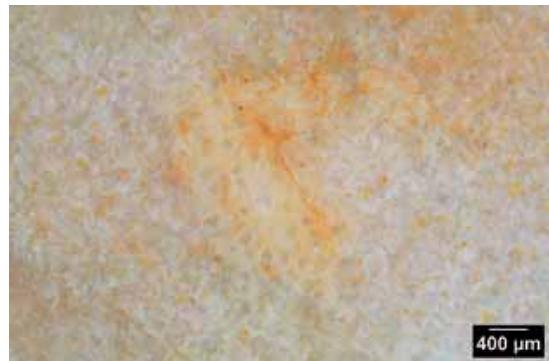


Photo 2 – Échantillon archéologique n° 1197, fragment de bryozoaire.



Photo 3 – Échantillon archéologique n° 1197, spongiacaires ?



Photo 4 – Échantillon archéologique n° 4658, texture mudstone à rhomboèdres.



Photo 5 – Échantillon archéologique n° 1197, débris indéterminé (coralien ?).

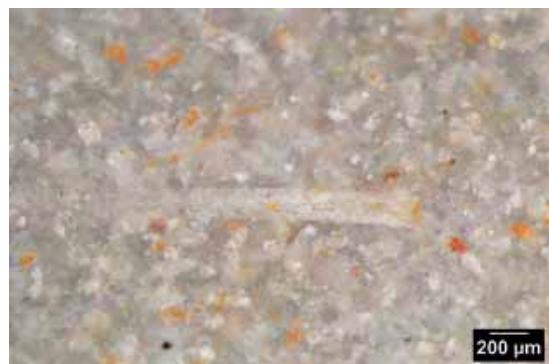


Photo 6 – Échantillon archéologique n° 2095, radiolaire.

Annexe 6.12 – Montguyon (17), « Bois Clair », Type 565, silex à texture proche du faciès Campanien. Échantillons archéologiques (photos P. Fernandes, DAO P. Tallet).

Liste des inventaires



Photo 1 – Échantillon archéologique n° 4869, texture wackestone à spicules et *incertae sedis*.



Photo 2 – Échantillon archéologique n° 4869, *incertae sedis*.



Photo 3 – Échantillon archéologique n° 4869, foraminifère benthique bisérié.



Photo 4 – Échantillon archéologique n° 4869, débris d'échinodermes.



Photo 5 – Échantillon archéologique n° 4869, radiole.



Photo 6 – Échantillon archéologique n° 4869, foraminifère indéterminé.

Annexe 6.13 – Montguyon (17), « Bois Clair », Type 562, silex proche des faciès du Turonien. Échantillons archéologiques (photos P. Fernandes, DAO P. Tallet).

Montguyon (17) - « Bois Clair » - Rapport Final d'Opération

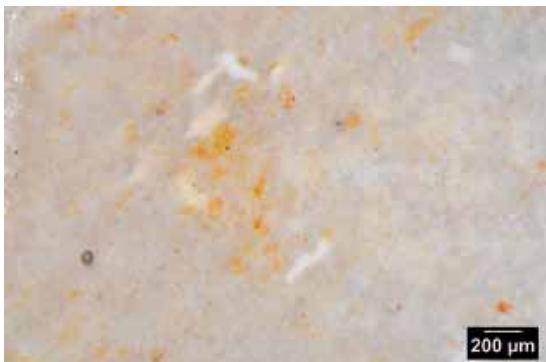


Photo 1 – Échantillon archéologique n° 3596, texture wackstone à spicules et *incertae sedis* ?.



Photo 2 – Échantillon archéologique n° 2751, spicules.



Photo 3 – Échantillon archéologique n° 2751, filaments et spicules.



Photo 4 – Échantillon archéologique n° 4450, foraminifère indéterminé.



Photo 5 – Échantillon archéologique n° 4641, foraminifère (Textularidé ?).



Photo 6 – Échantillon archéologique n° 4450, microsphère indéterminée.

Annexe 6.14 – Montguyon (17), « Bois Clair », Type 554, silex d'origine indéterminée (Jurassique moyen ?).
Échantillons archéologiques (photos P. Fernandes, DAO P. Tallet).

Section 3 - Inventaires et annexes

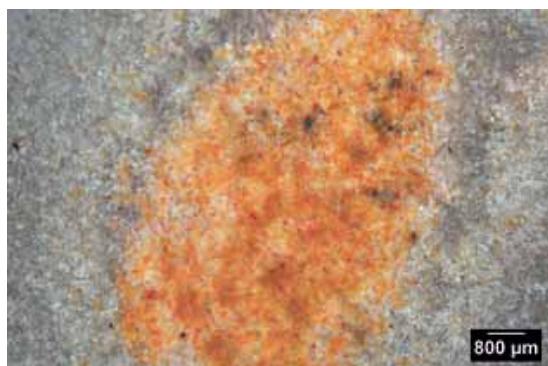


Photo 1 – Échantillon archéologique n° 3055, spongiaire.



Photo 2 – Échantillon archéologique n° 3055, bryozaire.



Photo 3 – Échantillon archéologique n° 4527, glauconie et rhomboèdres.



Photo 4 – Échantillon archéologique n° 3055, texture wackestone riche en rhomboèdres.

Annexe 6.15 – Montguyon (17), « Bois Clair », Type 567, silex d'origine indéterminée. Échantillons archéologiques (photos P. Fernandes, DAO P. Tallet).

Montguyon (17) - « Bois Clair » - Rapport Final d'Opération

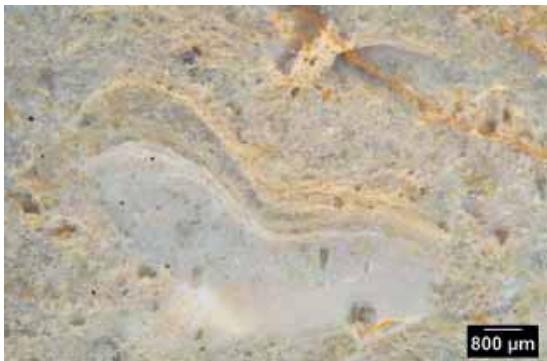


Photo 1 – Échantillon archéologique n° 2400, microconglomérat à éléments quartzeux et ciment indéterminé.



Photo 2 – Échantillon archéologique n° 2400, microconglomérat à mégaquartz et matrice rare (grainstone).

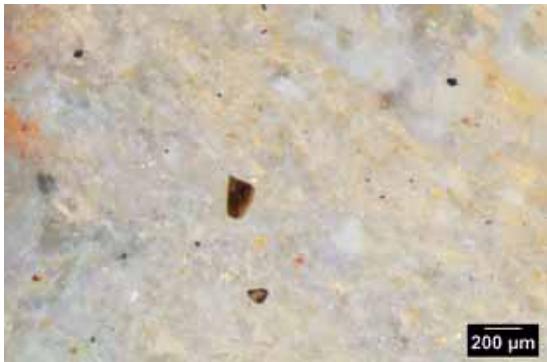


Photo 3 – Échantillon archéologique n° 2400, quartz détritique.



Photo 4 – Échantillon archéologique n° 2400, mégaquartz subanguleux.

Annexe 6.16 – Montguyon (17), « Bois Clair », Type 568, grès siliceux (Grisons). Échantillons archéologiques (photos P. Fernandes, DAO P. Tallet).

Section 3 - Inventaires et annexes



Photo 1 – Échantillon archéologique n° 54, bryozaire.



Photo 2 – Échantillon archéologique n° 616, texture packstone.



Photo 3 – Échantillon archéologique n° 1911, Orbiculaire.



Photo 4 – Échantillon archéologique n° 1911, fragment indéterminé.



Photo 5 – Échantillon archéologique n° 5866, foraminifère benthique.



Photo 6 – Échantillon archéologique n° 5866, foraminifère planctonique.

Annexe 6.17 – Montguyon (17), « Bois Clair », Type 550b, silex du Campanien 4-5. Échantillons archéologiques (photos P. Fernandes, DAO P. Tallet).

Montguyon (17) - « Bois Clair » - Rapport Final d'Opération



Photo 1 – Échantillon archéologique n° 3715, foraminifère benthique.



Photo 2 – Échantillon archéologique n° 3715, foraminifère benthique (Lépidorbitoïde ?).

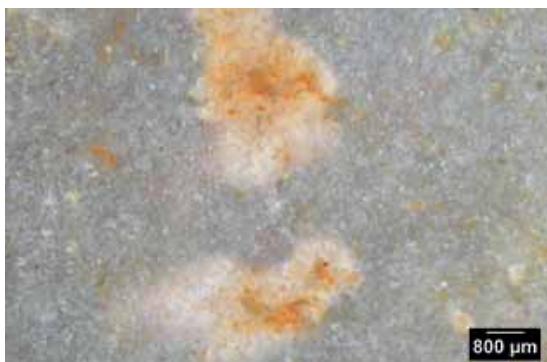


Photo 3 – Échantillon archéologique n° 3715, fragments de spongiaires.



Photo 4 – Échantillon archéologique n° 3715, orbiculaire.



Photo 5 – Échantillon archéologique n° 3715, ostracode.



Photo 6 – Échantillon archéologique n° 3715, algue.

Annexe 6.18 – Montguyon (17), « Bois Clair », Type 550c, silex du Campanien 4-5. Échantillons archéologiques (photos P. Fernandes, DAO P. Tallet).

Section 3 - Inventaires et annexes



Photo 1 – Échantillon archéologique n° 4964, Orbiculaires.



Photo 2 – Échantillon archéologique n° 4967, Orbiculaire.



Photo 3 – Échantillon archéologique n° 4964, texture wackestone.

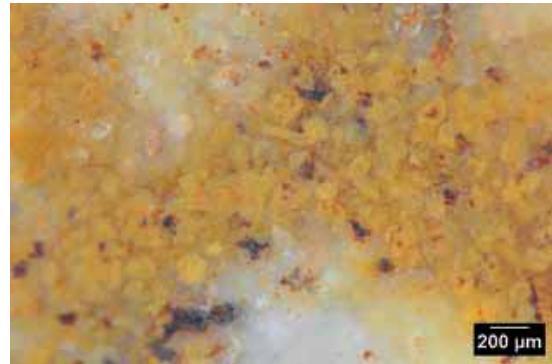


Photo 4 – Échantillon archéologique n° 2401, texture packstone.



Photo 5 – Échantillon archéologique n° 2401, algue.

Annexe 6.19 – Montguyon (17), « Bois Clair », Type 550d, silex du Campanien 4-5. Échantillons archéologiques (photos P. Fernandes, DAO P. Tallet).

Montguyon (17) - « Bois Clair » - Rapport Final d'Opération



Photo 1 – Échantillon archéologique n° 2345, texture mudstone à spicules.



Photo 2 – Échantillon archéologique n° 2345, *incertae sedis* et spicules.



Photo 3 – Échantillon archéologique n° 2345, spicules et ostracode.



Photo 4 – Échantillon archéologique n° 2345, spicules.

Annexe 6.20 – Montguyon (17), « Bois Clair », Type 552b, silex d'origine indéterminée. Échantillons archéologiques (photos P. Fernandes, DAO P. Tallet).

Section 3 - Inventaires et annexes



Photo 1 – Échantillon archéologique n° 2272, fragment de bryozoaire (*Fenestrella*).



Photo 2 – Échantillon archéologique n° 2191, fragments de bryozoaire et éléments noirs indéterminés.



Photo 3 – Échantillon archéologique n° 2191, texture wackestone à rhomboèdres.

Annexe 6.21 – Montguyon (17), « Bois Clair », Type 561, silex du Coniacien. Échantillons archéologiques (photos P. Fernandes, DAO P. Tallet).

Montguyon (17) - « Bois Clair » - Rapport Final d'Opération



Photo 1 – Échantillon archéologique n° 2195, foraminifère benthique (Miliolidé ?).



Photo 2 – Échantillon archéologique n° 2274, incertae sedis et boxworks.



Photo 3 – Échantillon archéologique n° 2195, foraminifère benthique.



Photo 4 – Échantillon archéologique n° 2274, texture wackestone, foraminifère benthique (Lenticulina).



Photo 5 – Échantillon archéologique n° 2275, foraminifère indéterminé.

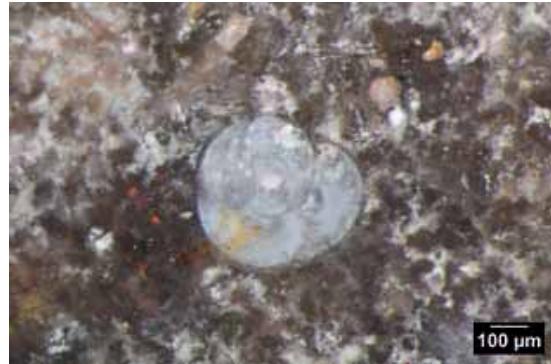


Photo 6 – Échantillon archéologique n° 2274, foraminifère benthique.

Annexe 6.22 – Montguyon (17), « Bois Clair », Type 557, silex du Coniacien-Santonien. Échantillons archéologiques (photos P. Fernandes, DAO P. Tallet).

Liste des inventaires



Photo 1 – Échantillon archéologique n° 2278, texture wackestone.



Photo 2 – Échantillon archéologique n° 2278, texture wackestone à foraminifère et spicules.



Photo 3 – Échantillon archéologique n° 2278, foraminifère indéterminé.



Photo 4 – Échantillon archéologique n° 2278, foraminifère benthique.

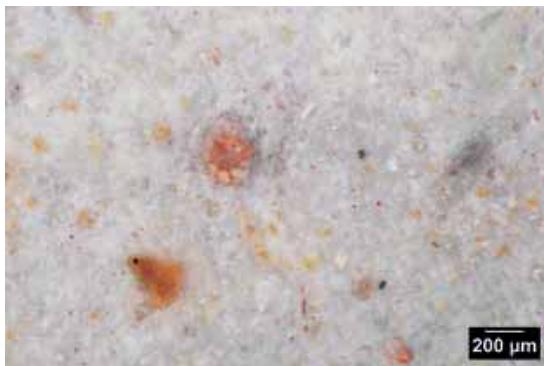


Photo 5 – Échantillon archéologique n° 2278, foraminifère indéterminé.



Photo 6 – Échantillon archéologique n° 2278, foraminifère indéterminé.

Annexe 6.23 – Montguyon (17), « Bois Clair », Type 557b, silex du Coniacien-Santonien. Échantillons archéologiques (photos P. Fernandes, DAO P. Tallet).

Montguyon (17) - « Bois Clair » - Rapport Final d'Opération

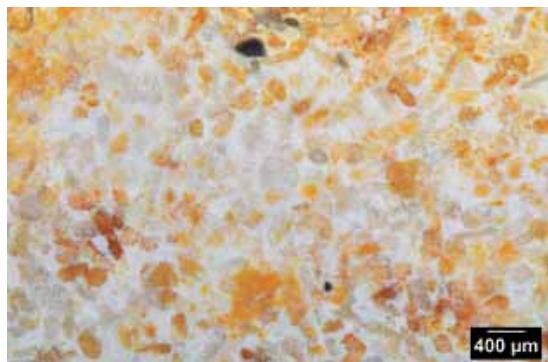


Photo 1 – Échantillon archéologique n° 2208, texture packstone à échinoderme.



Photo 2 – Échantillon archéologique n° 2208, algue.



Photo 3 – Échantillon archéologique n° 1460, algue.

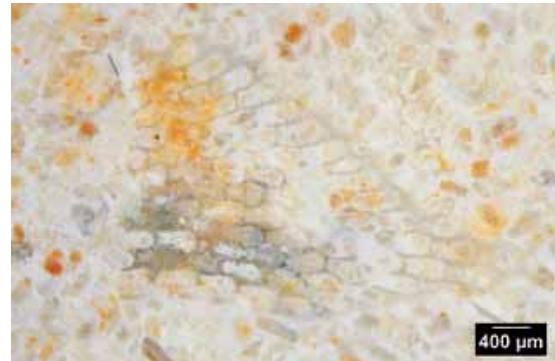


Photo 4 – Échantillon archéologique n° 2208, algue.

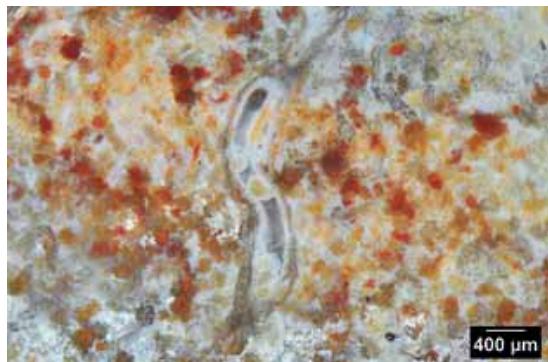


Photo 5 – Échantillon archéologique n° 1460, annélides.



Photo 6 – Échantillon archéologique n° 2208, foraminifère indéterminé.

Annexe 6.24 – Montguyon (17), « Bois Clair », Type 563b, silex proche des microfaciès du Santonien. Échantillons archéologiques (photos P. Fernandes, DAO P. Tallet).

Section 3 - Inventaires et annexes

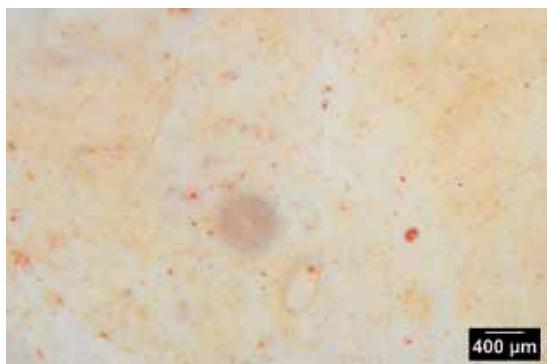


Photo 1 – Échantillon archéologique n° 2276, texture mudstone à débris indéterminés.



Photo 2 – Échantillon archéologique n° 2276, texture mudstone.

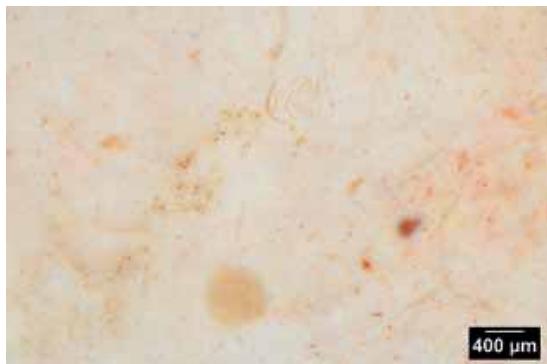


Photo 3 – Échantillon archéologique n° 2276, texture mudstone.

Annexe 6.25 – Montguyon (17), « Bois Clair », Type 560, silex d'origine indéterminée. Échantillons archéologiques (photos P. Fernandes, DAO P. Tallet).

Montguyon (17) - « Bois Clair » - Rapport Final d'Opération



Photo 1 – Échantillon archéologique n° 1431, texture wackestone à bryozaire.



Photo 2 – Échantillon archéologique n° 1431, bryozaire branchu.



Photo 3 – Échantillon archéologique n° 1431, bryozaire.

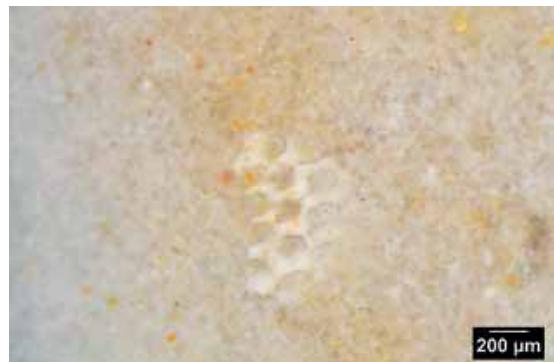


Photo 4 – Échantillon archéologique n° 1431, débris coralien ?

Annexe 6.26 – Montguyon (17), « Bois Clair », Type 558, silex du Coniacien-Santonien. Échantillons archéologiques (photos P. Fernandes, DAO P. Tallet).

Section 3 - Inventaires et annexes

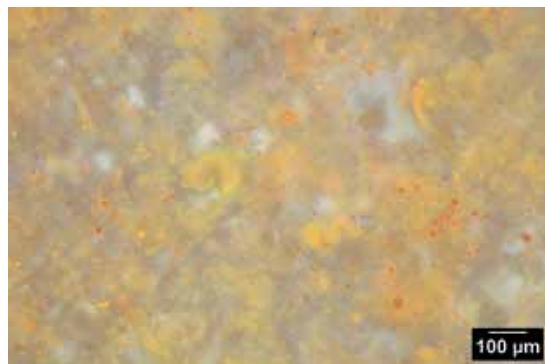


Photo 1 – Échantillon archéologique n° 3447, texture wackestone à foraminifères.



Photo 2 – Échantillon archéologique n° 3447, spongules.



Photo 3 – Échantillon archéologique n° 3447, sponges.



Photo 4 – Échantillon archéologique n° 3447, filaments.



Photo 5 – Échantillon archéologique n° 3447, foraminifères.



Photo 6 – Échantillon archéologique n° 3447, texture acquise mudstone (évolution).

Annexe 6.27 – Montguyon (17), « Bois Clair », Type 552, silex d'origine indéterminée (Jurassique moyen ?).
Échantillons archéologiques (photos P. Fernandes, DAO P. Tallet).

4. Conclusion et perspectives

Ce projet fédère désormais le MCC (la Sous-Direction, les SRA : Rhône-Alpes, PACA, Corse, Aquitaine, Midi-Pyrénées, Limousin, Poitou-Charentes) plusieurs laboratoires du CNRS (CEPAM, PACEA, LAMPEA), les universités (Nice, Bordeaux, Toulouse, Aix), plusieurs Programmes collectifs de recherches (Réseau de Lithothèques en Rhône-Alpes, ETICALP : Evolutions, transferts, interculturalités dans l'arc liguro-provençal : Matières premières, productions et usages, du Paléolithique supérieur à l'âge du Bronze ancien ; Espaces et Subsistance au Paléolithique moyen dans le sud du Massif central), l'INRAP et la société Paléotime.

Le PCR Réseau de lithothèques en Rhône-Alpes est en mesure de devenir l'ossature d'un modèle multirégional. Ce projet collectif a vocation à être encore étendu à l'ensemble des régions intéressées (Picardie, Nord-Pas-de-Calais, Centre, Bourgogne, Île-de-France, Languedoc-Roussillon, Aquitaine, Poitou-Charentes, Pays de la Loire, Bretagne). Il a donc été convenu au cours de réunions à la Sous-direction de l'Archéologie de constituer un outil pour structurer la communauté nationale des pétroarchéologues sous une nouvelle appellation « Réseau lithothèques ».

En résumé, notre programme s'insère dans la dynamique actuelle qui tend vers une meilleure connaissance de nos territoires et de nos patrimoines. Notre démarche méthodologique accroît nos connaissances en introduisant le concept d'évolution du silex. La prise en compte de toutes les variations enregistrées devient alors la clé de la détermination de la circulation du mobilier lithique. En intégrant la notion de chaîne évolutive, nous créons des cartes dynamiques au sein desquelles l'espace et le temps différencient les silex. Un silex est dès lors inscrit dans un itinéraire qui lui est propre. Cette approche géomatique conduit à une meilleure définition des lieux de collecte et ses aspects collaboratifs fournissent désormais les bases nécessaires au développement d'études nationales sur la reconnaissance des stratégies territoriales.

Les résultats scientifiques obtenus au cours de cette année, débouchent sur une amélioration

significative par rapport aux pratiques couramment utilisées. Avec la constitution d'un protocole d'analyse refondé, la mise en place d'un plan rationnel de numérisation des données géoréférencées, nous participons à la construction d'un outil plus approprié à l'étude des comportements humains face à la matière première siliceuse. Nous disposons désormais de données gîtologiques conséquentes et de fiches de caractérisation harmonisées pour plusieurs centaines de types de silex, à l'échelle du sud de la France. Les recherches sur les notions de territoire aux périodes pré- et protohistoriques s'enrichissent ainsi d'un nouveau champ de réflexion qui gagnerait à être poussé plus avant.

Perspective pour 2016 :

Pour construire un outil permettant d'évaluer l'intérêt de cette démarche novatrice, il faudra poursuivre l'élaboration de cartes dynamiques géoréférencées des formations à silex et l'étendre à l'ensemble du territoire français.

Pour concevoir des structures adaptées à notre démarche, la gestion des lithothèques devra s'adapter aux nouvelles méthodes. Dès lors, les lithothèques contiendront des données mieux adaptées à la résolution des problèmes archéologiques. Elles ne seront pas seulement une compilation de points géoréférencés, mais livreront des informations précises sur les aires de dispersion propres à chaque silex présent dans le secteur étudié.

La finalité de cette démarche est de produire des atlas comprenant les faciès génétiques et leurs dérivés gîtologiques. Le fichier doit permettre de mieux relier l'objet archéologique à un échantillon géologique à l'origine géographique enregistrée. A une série de planches photographiques légendées pour chaque microfaciès correspond en regard un texte donnant le type de formation à laquelle appartient l'échantillon et par comparaison l'objet archéologique, les descriptions pétrologiques, minéralogiques et micromorphologiques. La table de données s'intègre parfaitement à celle élaborée pour la carte des formations à silex (*cf supra*). Elle comporte les 12 champs supplémentaires : certains décrivent sa surface, l'habitus, la couleur, la structure, la texture et la composition minéralogique. Associées à cette série d'informations descriptives, des données graphiques et photographiques qui concourent à l'analyse des propriétés sont intégrées. En outre, ce fichier sera

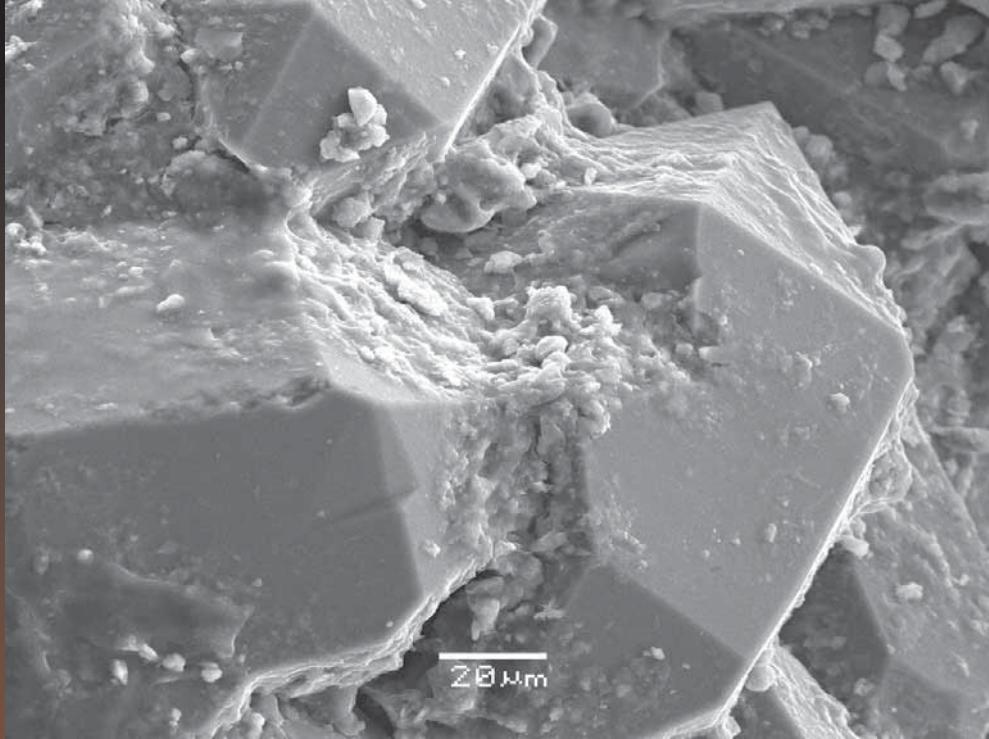
accompagné d'un référentiel des nouvelles méthodes d'analyses pour l'amélioration de la reproductibilité des diagnoses.

Dans cette optique, nous souhaitons poursuivre cette démarche nationale en participant la création de plusieurs PCR en s'appuyant sur des référents dans chaque région, afin d'établir la liste complète des lithothèques, commencer le récolement en prenant en compte la notion de Chaîne évolutive et de fait renforcer le volet recherche terrain.

Notre objectif est donc de faire avancer notre connaissance des sociétés préhistoriques grâce à l'apport d'une pétroarchéologie refondée. Cet effort participe à la mise en place d'un modèle original de recherche sur les matières premières, dans le but de dissiper des incertitudes et d'impulser une véritable dynamique collective au sein des communautés concernées. Cette synergie est le seul moyen de mettre en place une gestion raisonnée des financements accordés depuis plusieurs années à cette thématique par l'Etat, les Collectivités territoriales et les sociétés privées.

Projet Collectif de Recherche

Rapport d'activité 2014



ADDENDUM

Réseau de Lithothèques en Rhône-Alpes

Coordinateur : Paul Fernandes

Contributions :

Binder (D.), Caverne (J.-B.), Dalphinet (D.), Delage (C.), Delvigne (V.), Dessaint (P.), Gaillot (S.), Garcia-Anton (M.-D.), Léandri (C.), Liabeuf (R.), Liagre (J.), Morala (A.), Mevel (L.), Piboule (M.), Platel (J.-P.), Raynal (J.-P.), Schmidt (P.), Tallet (P.), Thirault (E.), Tomasso (A.), Tufféry (C.), Turq (A.)

PALEOTIME
archéologie préventive



Villard de Lans, janvier 2015



2. Participations à colloques

2.1. CAA 2014 Paris, 21st century Archaeology



**Computer Application &
Quantitative methods in Archaeology, Paris**



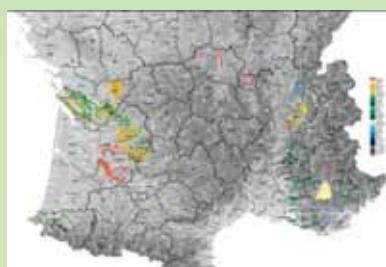
Towards a new methodology of studying flints by using GIS and a georeferenced database in the South of France

Research is in progress to produce a digital map including the main deposits containing flints in the South of France. It is the result of the collaboration between researchers involved in provenancing of flint and includes the results of their systematic and targeted surveys in five regions (Auvergne, Rhône-Alpes, Provence-Alpes-Côte d'Azur, Aquitaine). It contains information and data from a large number of documents:

- 529 geological maps at 1/50, 000 and notes;
- more than 200 records from the BSS database of BRGM, which permits visualization of logs or scanned documents;
- research articles dealing with flint deposits in the South of France.

The map is divided into three superimposed layers :

- a layer of primary deposits;
- a layer of alterites and remnant surficial deposits;
- a map of alluvial formations.



Map in a dynamic PDF version



Map in an interactive GIS version
using QGis 2.0



Map in an interactive GIS version
using an ArcGisOnLine
web application

The naming of geological formations respects the international stratigraphic chart of ICS. Colors are those of the key of the 1/50 000 geological map of France. All formations containing the same type(s) of flint are taken into account, the designation of a formation denoting a group with common characteristics, which can be mapped. Every identified formation has a simplified note describing the layering and types of flint that can be found with it. These descriptive and explanatory notes contain images at all scales (large-scale features to submicroscopic). Geological references complement each record. The full version of these notes will be available as an atlas. This project will enable archaeologists and geologists to have fact sheets for each type of flint and its formation, information essential for analytical diagnoses (structures, textures and mineralogical compositions).



Contact : paul.fernandes@paleotime.fr



**2.2. 24ème Réunion des Sciences de la Terre ;
Pau session 7.7 octobre 2014**

24^{ème} Réunion des Sciences de la Terre ; 27 - 31 octobre 2014 ; Pau ; session 7.7 : Archéométrie - Géoarchéologie

La pétroarchéologie du silex, un outil de paléogéographie préhistorique. L'exemple du Badegoulien en Auvergne (Massif central, France).

Auteurs : Vincent Delvigne (vincent.delvigne@hotmail.fr) ; Audrey Lafarge ; Paul Fernandes ; Michel Piboule ; Jean-Pierre Bracco ; Gérard Vernet ; Jacques Virmont ; Jean-Paul Raynal.



3. Contribution

L'usage du quartz hyalin dans les Alpes durant la Préhistoire : une vue d'ensemble – nouvelles données en Oisans (Isère et Hautes-Alpes)

Pierre Rostan et Eric Thirault

Avec la collaboration de Paul Fernandes, Bernard Moulin, Betty Nicolle-Thirault, Stéphanie Thiébault et Joël Vital

Résumé de l'article à paraître dans :

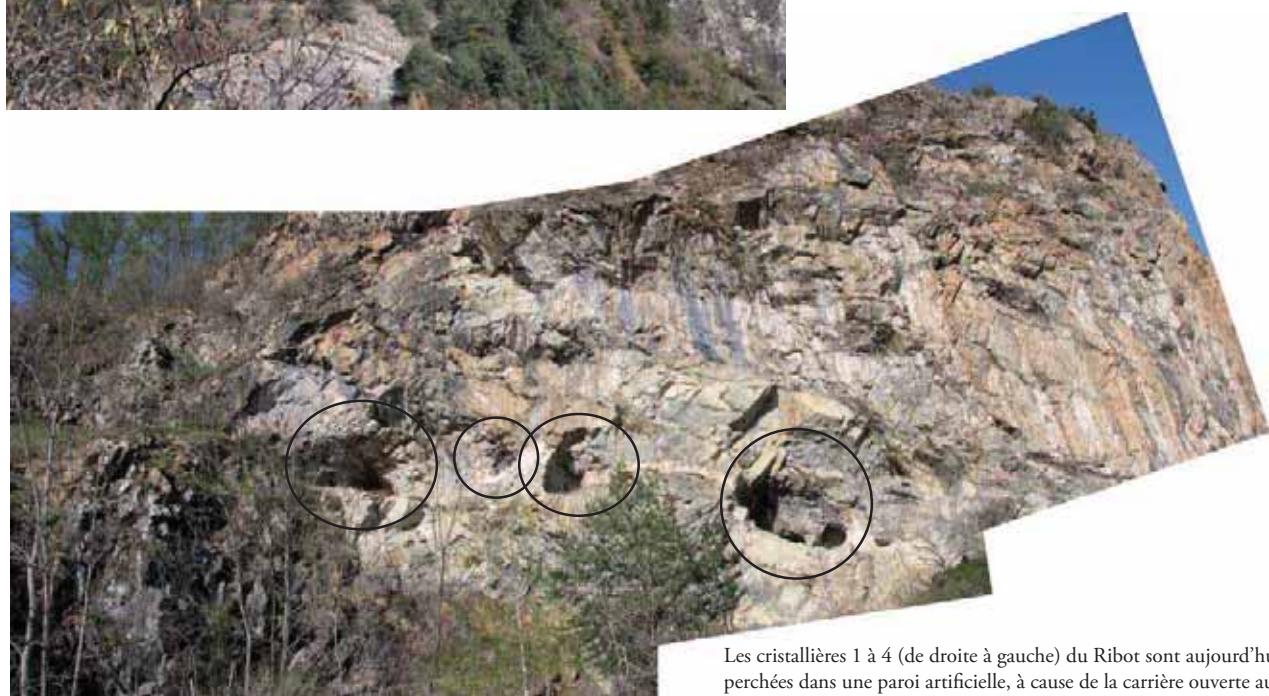
TOMASSO A., BINDER D., MARTINO G. et NAUDINOT N. dir. – Ressources lithiques, productions et transferts entre Alpes et Méditerranée, séance SPF, Nice, mars 2013.

L'usage du quartz hyalin comme support d'outils est connu depuis longtemps chez les préhistoriens, et cette spécificité est considérée comme un marqueur dans les Alpes occidentales. Les travaux antérieurs ont porté essentiellement sur la technologie de débitage et la typologie des outils du Mésolithique et du Néolithique, plus récemment sur les modalités de circulation de ce matériau (travaux de M.R. Sauter, A. Gallay, M. Honegger, V. Brisotto). Les analyses des inclusions fluides menées par S. Cousseran ont permis de démontrer la diversité des sources d'approvisionnement, mais, jusqu'à peu de temps, personne n'avait pu découvrir de site d'extraction préhistorique, et le débat entre des approvisionnements dans les filons ou dans des dépôts secondaires demeurait ouvert.

Les prospections menées par P. Rostan depuis une quinzaine d'années dans les Alpes du Sud françaises, complétées par des sondages avec E. Thirault et une extension des recherches dans les Alpes du Nord, renouvellent entièrement la question. Il apparaît que l'Oisans constitue une région d'extraction intense, avec environ 200 points documentés ; plus au Nord, des champs extractifs sont en cours de reconnaissance en Maurienne, Tarentaise et Beaufortain. Les quantités de cristaux extraits autorisent à parler d'une prospection et d'une extraction systématique, cette dernière au moyen essentiellement de la taille au feu. En Oisans, les dates radiocarbonées disponibles et une étude plus approfondie de deux sites : le plateau d'Emparis à La Grave (Hautes-Alpes), entre 2200 et 2500 m d'altitude, et le Ribot à Huez-en-Oisans (Isère), à 1200 m d'altitude, permettent de certifier des exploitations du VI^e au III^e millénaire avant J.-C. La quête du quartz hyalin constitue donc une motivation sérieuse à la fréquentation de la montagne, dans des régions jusqu'à ce jour quasiment vierges de vestiges préhistoriques.



Vue du versant, depuis le sud. Les cristallières sont disposées dans une forte pente.



Les cristallières 1 à 4 (de droite à gauche) du Ribot sont aujourd'hui perchées dans une paroi artificielle, à cause de la carrière ouverte au pied.



Vue d'ensemble des excavations Ribot 1 à 10 (n° de droite à gauche), depuis le sud (route visible en bas). Cliché P. Rostan.

Légende de la figure :

Le Ribot à Huez-en-Oisans, 1200 m, un important ensemble taillé au feu. Vues générales. A : Vue du versant, depuis le sud. Les cristallières sont disposées dans une forte pente (partie sombre à gauche du cliché). B : Les cristallières 1 à 4 (de droite à gauche, zones sombres) du Ribot sont aujourd'hui perchées dans une paroi artificielle, à cause de la carrière ouverte au pied. C : Vue d'ensemble des excavations Ribot 1 à 10 (n° de droite à gauche), depuis le sud (route visible en bas). Clichés PR et ET.