

ÉTUDE GÉOARCHÉOLOGIQUE DU SITE ACHEULÉEN ANCIEN DE « LA NOIRA » (BRINAY, CHER, RÉGION CENTRE, FRANCE)

Jackie DESPRIÉE¹, Gilles COURCIMAULT², Pierre VOINCHET¹, Simon PUAUD¹, Jean-Jacques BAHAIN¹, Davinia MORENO GARCIA³, Marie-Hélène MONCEL¹, Xavier GALLET¹, Yoann CHANTREAU⁴, Hélène TISSOUX⁵ & Christophe FALGUÈRES¹

RÉSUMÉ

Dans la vallée du Cher (région Centre-Val de Loire, France), les recherches menées depuis 2003 ont permis d'élaborer un cadre géologique, chronologique et paléoenvironnemental pour les systèmes fluviaux et les sites préhistoriques associés. A Brinay (Cher), les alluvions sableuses de la nappe des Fougères qui ont recouvert le site acheuléen de la Noira ont été datées par la méthode ESR de 665 ± 55 ka. Sur ce site, les études géoarchéologiques et les fouilles montrent que les hominins ont prospecté des amas contenant des matériaux variés issus d'une formation plio-pléistocène plus ancienne et descendus depuis l'interfluve sur le versant (*Sous-unité a1/Unité a*). Leur stratégie d'approvisionnement semble avoir consisté à récupérer, après tri, des plaques de meulière en éliminant celles qui étaient altérées ou gelées antérieurement. Les plaques ont été brisées et les fragments utilisés comme supports pour le débitage d'éclats et le façonnage de bifaces. Les fouilles ont confirmé la position primaire de ces artefacts dont l'état de fraîcheur est remarquable. La présence des hommes près de la rivière serait donc en partie liée à ces matériaux accessibles. Les meulières recherchées sont des silicifications qui ont été mises au jour lors de la phase d'incision du Cher puis sont descendues dans des coulées sur la pente. Ces phénomènes liés à la cyclicité climatique quaternaire correspondent à une phase de transition en début glaciaire, avant le pléniglaciaire (MIS 16) durant lequel les zones non protégées de l'*Unité a* et du plancher d'incision ont été cryoturbées.

Mots-clés : Vallée du Cher, caractérisation pétrographique, origine des matériaux, dépôts périglaciaires, comportements anthropiques, meulière lacustre, Acheuléen ancien

ABSTRACT

GEOARCHAEOLOGICAL STUDY OF THE EARLY ACHEULIAN SITE AT "LA NOIRA" (BRINAY, CHER, CENTRE-VAL DE LOIRE REGION, FRANCE)

In the middle Cher river valley (Centre-Val de Loire Region, France) fieldworks and researches allowed a geological, geochronological and paleoenvironmental framework for the fluvial system and associated prehistoric sites. At Brinay (Cher department), the sandy alluvia of the Les Fougères Formation that overlap the Acheulian Site of la Noira was dated par ESR Method of 665 ± 55 ka. On this site, archaeological studies and excavations shown that hominins had prospected amounts of various weathered raw materials downsloping from the interfluve (Sub-Unit a1 / Unit a). Their strategy of supply seems to have consisted in several series of selections for gathering millstone slabs, while eliminating those which were previously altered or frozen. These slabs were broken and the fragments were used for knapping flakes or shaping handaxes. During excavations, because of their freshness, evidence of primary position of these artifacts was observed. So, hominins were partially presents near by the river owing to reach raw materials. These in demand millstones are lacustrine silicifications that were uncovered during incision phase of the Cher river then sloped down in debris flows. These phenomena were resulting from climatic cyclicity and correspond to a transition phase at the beginning of a glacial stage and before pleniglacial stage (MIS 16) while the uncovered areas of *Unit a* and substratum were cryoturbated. In some valleys of the Middle Loire river Basin, others prehistoric assemblages were founded on the top of incision floors uncovered during different climatic cycles of the Early or Middle Pleistocene. Hominins activities on the alluvial plain food during the transition phase at the beginning of a glacial phase would be recurred cycle after cycle, but would be intermittent.

Keywords: Cher River Valley, petrographical characterization, sources of raw materials, periglacial deposits, anthropogenic behaviours, lacustrine millstone, Early Acheulian

¹ UMR 7194 CNRS-MNHN, Département de Préhistoire du Muséum national d'Histoire naturelle, 1 rue René-Panhard, FR-75013 PARIS. Courriels : jackie.desprie@free.fr ; pvoinch@mnhn.fr ; puaud@mnhn.fr ; bahain@mnhn.fr ; gallet@mnhn.fr ; moncel@mnhn.fr ; falguere@mnhn.fr

² Centre régional de Recherches archéologiques, 18 rue Charles-Lindbergh, FR-41000 BLOIS. Courriel : roquezon.41@gmail.com

³ Departamento de Geocronología, Centro Nacional de Investigación Sobre la Evolución Humana, Paseo de Atapuerca, 3, ES-09002 BURGOS. Courriel : davinia.moreno@cenieh.es

⁴ UMR 6566 CReAAH Campus de Beaulieu, FR-35042 RENNES cedex. Courriel : ychantreau.geoarcheo@ymail.com

⁵ Unité Géologie de l'Aménagement des Territoires, Bureau de Recherches Géologiques et Minières, 3 avenue Claude-Guillemain, FR-45060, ORLÉANS Cedex 2, et Département de Préhistoire du Muséum National d'Histoire Naturelle, UMR 7194 CNRS-MNHN, 1 rue René-Panhard, FR-75013 PARIS. Courriel : h.tissoux@brgm.fr

1 - INTRODUCTION

Depuis la deuxième moitié du XIX^e siècle, des séries lithiques préhistoriques furent découvertes en relation avec des nappes alluviales fossiles des principaux affluents de la Loire en région Centre (de Vibraye, 1863 ; Bourgeois, 1865 ; Florance, 1922). Dans la plupart des cas, les pièces provenaient des alluvions fluviales elles-mêmes ou étaient récoltées en sommet de formation, voire en surface (Yvard, 1968 ; Macaire, 1976 ; Despriée, 1979, Gratier & Macaire, 1981 ; Dépont, 1981-1991 ; Amelin, 1985 ; Gageonnet, 1991 ; Despriée *et al.*, 2005).

Quelquefois, des petites séries de pièces taillées furent aussi découvertes au contact du substratum. A chaque fois, les artefacts étaient alors associés à des éléments grossiers en matériaux divers reposant sur le plancher d'incision. Certains de ces matériaux avaient d'ailleurs été utilisés pour le façonnage des pièces recueillies ou pour le débitage d'éclats. Après détermination pétrographique et étude des surfaces, les sources de ces éléments grossiers paraissaient être les formations du plateau et du versant situées à proximité du lieu de récolte (Despriée & Lorain, 1972 ; Despriée, 1979 ; Monnier & Despriée, 1989).

La découverte de ces artefacts résultait dans la plupart des cas d'une mise au jour accidentelle. Ainsi, dans la vallée du Cher, plusieurs bifaces furent récoltés à Brinay (Cher), dans la sablière de la Noira. Ils avaient été mis au jour à plus de 7 m de profondeur par des travaux de drainage du plancher argilo-calcaire effectués postérieurement à l'abandon de l'extraction. Ces bifaces en meulière étaient associés à des plaques de cette même meulière accumulées dans un cailloutis déposé en discordance sur le plancher d'incision puis recouvert par des sables fluviaux (Dépont 1984).

Sur les pièces taillées, galets ou bifaces trouvés sur le plancher d'incision, l'absence d'émoussé ou de concassage sur les arêtes et les tranchants semblait indiquer qu'elles n'avaient pas été déplacées par la rivière lors de la mise en place des sables sus-jacents, ou qu'elles n'avaient été déplacées que sur de courtes distances. Ces pièces ne montraient pas davantage de traces d'altération climatique ou chimique. Étaient-elles donc en position primaire ou étaient-elles descendues avec les cailloux et blocs auxquels elles étaient associées ? Cette fraîcheur ainsi que l'absence de patine contrastaient avec l'état des pièces taillées souvent très roulées, concassées, rubéfiées et/ou gélifractées trouvées dans les différentes unités des formations fluviales sus-jacentes (Despriée, 1979 et 1985 ; Despriée *et al.*, 2005).

A partir des années 1990, la causalité entre la récurrence des cycles climatiques « Glaciaire-Interglaciaire » et la succession des nappes alluviales fossiles déposées par les rivières dans les vallées fut mise en évidence (Antoine, 1993 ; Lefebvre *et al.*, 1994 ; Bridgland & Allen, 1996 ; Bridgland, 2000). D'après les positions stratigraphiques des pièces recueillies au contact du substrat sur les sites du bassin de la Loire moyenne, la présence des hommes dans les vallées

après la fin de l'incision de la rivière en début de phase glaciaire paraissait établie.

En 2003, un projet collectif de recherche sur « *Les premiers peuplements préhistoriques dans les formations alluviales du bassin de la Loire moyenne* » soutenu par le ministère de la Culture (Drac du Centre), le Département de Préhistoire du Muséum national d'Histoire naturelle et la région Centre-Val de Loire a été initié par J. Despriée et P. Voinchet. Les objectifs de ce projet étaient de reconnaître et de dater les formations fluviales fossiles de la vallée moyenne du Cher dans les secteurs « Berry » et « Sologne » (Despriée *et al.*, 2007 ; Voinchet *et al.*, 2007), d'y situer stratigraphiquement les éventuels niveaux préhistoriques et de comprendre leur mise en place par des fouilles et des approches géoarchéologiques afin de les replacer, par une approche multidisciplinaire, dans un cadre géologique, chronologique et paléoenvironnemental (Antoine *et al.*, 2014).

C'est dans le cadre de ce programme, qu'entre 2003 et 2014, le site de la Noira à Brinay (Cher) a fait l'objet d'une nouvelle étude et de plusieurs années de fouilles programmées conduisant à la découverte en surface du plancher argilo-calcaire de nouveaux éléments lithiques, apportant des preuves d'activités anthropiques : bifaces, éclats mais également blocs taillés et brisés. Ces éléments étaient tous associés à une unité caillouteuse grossière reposant en discordance sur le substratum et recouverte par des sables fluviaux (Despriée *et al.*, 2010, 2011). Nous présentons ci-dessous les résultats de l'étude géoarchéologique menée sur ce niveau de base de la Noira. Les étapes de cette étude (enregistrement de la géométrie des dépôts grossiers, caractérisation pétrographique et origines des éléments, états des surfaces, altérations diverses, remaniements postérieurs, interprétation climatique de l'enregistrement, traces d'activités anthropiques...) sont décrites ci-dessous. Enfin ces résultats ont été replacés dans le contexte géologique local et régional.

2 - LE SITE DE LA NOIRA À BRINAY (CHER)

Le gisement acheuléen de la Noira est localisé sur la commune de Brinay à dix kilomètres au sud de Vierzon (Cher). Une fouille programmée y a été organisée dans le cadre de l'ANR *PremAcheuSept* (Moncel *et al.*, 2013, 2016 ; Despriée *et al.*, 2016) et une abondante série lithique acheuléenne d'environ 500 pièces a été mise au jour dans l'unité grossière basale. Ces pièces taillées sur des fragments de plaques en meulière lacustre étaient toujours associées à des amas de cailloux et de blocs aux natures pétrographiques variées, et leur fraîcheur contrastait fortement avec les altérations parfois importantes des éléments lithiques naturels. En conséquence, les enregistrements ont été organisés dans une approche géoarchéologique du site en vue de comprendre la mise en place et l'évolution de ce niveau stratigraphique et de caractériser les interventions humaines qui avaient pu interférer dans son organisation.

2.1 - SITUATION GÉOGRAPHIQUE, GÉOLOGIQUE ET STRUCTURALE

A la hauteur de Vierzon, le Cher conflue avec deux de ses affluents, l'Yèvre et l'Arnon. Immédiatement en amont, dans le secteur des communes de Brinay et de Quincy, les trois vallées incisent la bordure ouest des calcaires lacustres du bassin paléogène de Mehun-sur-Yèvre. A cet endroit, le tracé de l'Arnon suit également la limite des formations crétacées qui s'étendent à l'ouest (fig. 1A).

Le site de la Noira est localisé sur le versant ouest de la vallée du Cher, en dessous de l'interfluve Cher-Arnon (fig. 1B). La surface de cet interfluve est recouverte par des épandages de graves sablo-argileuses tertiaires partiellement érodés (Debrand-Passard *et al.*, 1977 et 1978 ; Manivit *et al.*, 1994).

Quatre nappes fluviales fossiles étagées ont été observées entre le sommet du versant ouest et le rebord du fossé actuellement suivi par le Cher (Despriée *et al.*, ce volume). La sablière de la Noira correspond à l'une de

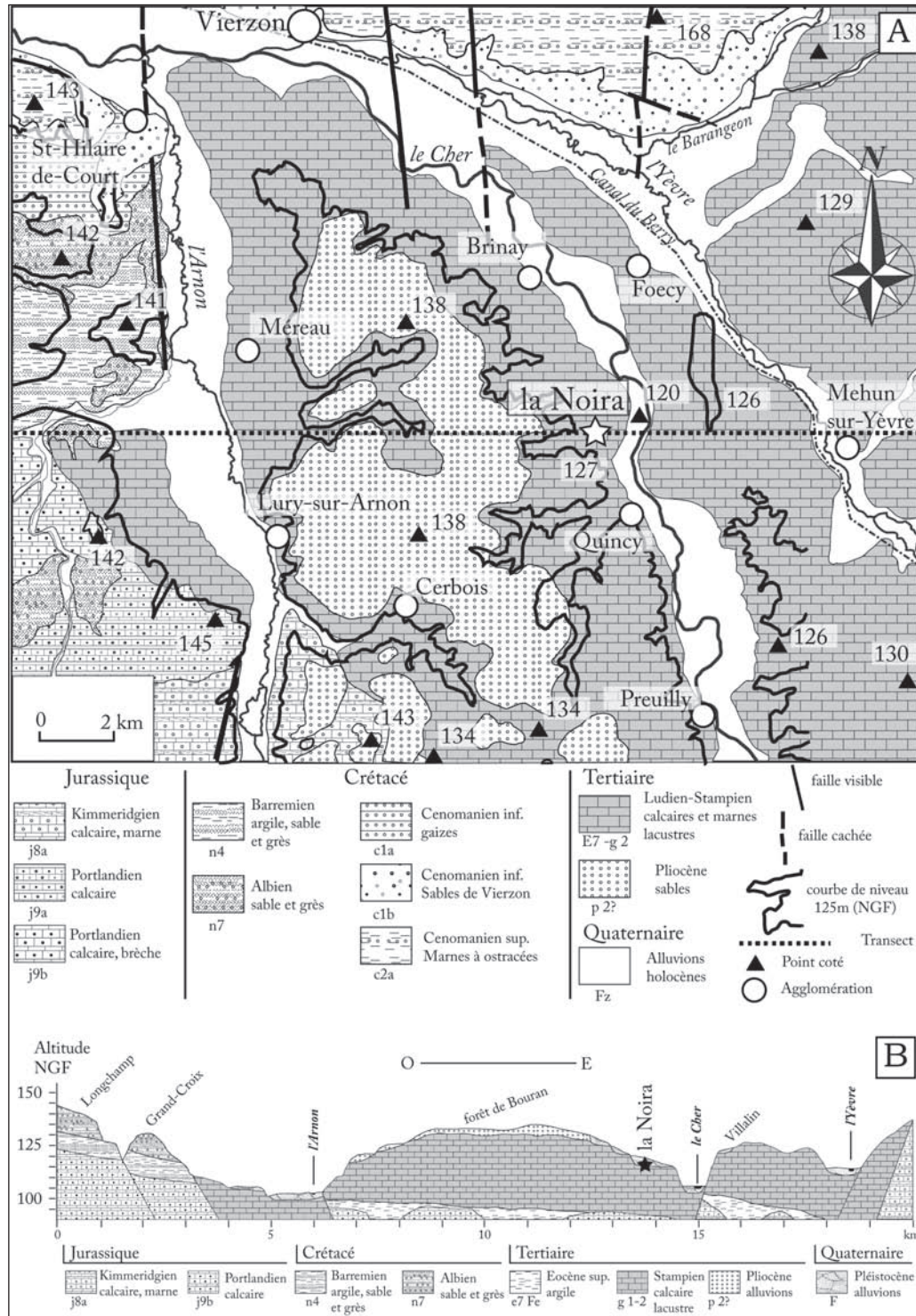


Fig. 1 : Carte géologique de la région sud de Vierzon.

(A) Confluences de l'Yèvre et de l'Arnon avec le Cher. (B) Position du site de la Noira sur le versant ouest du Cher, commune de Brinay (Cher).

Fig. 1: Geologic map of the southern area downstream Vierzon city. (A) Confluences of Yèvre and Arnon rivers with the Cher river. (B) location of the la Noira Site on the western slope of the Cher river, community of Brinay (Cher department).

ces formations, la *Formation des Fougères* déposée entre + 13 et + 21 m d'altitude relative.

2.2 - STRATIGRAPHIE DU SITE DE LA NOIRA

Les alluvions y sont observables sur six à sept mètres d'épaisseur grâce à une coupe encore visible sur la paroi ouest de la carrière, dégagée mécaniquement puis nettoyée manuellement sur 25 m de long et sur toute sa hauteur jusqu'au substratum (fig. 2) et décrite en détail dans un autre article de ce fascicule (Despriée *et al.*, ce volume).

Le substratum est constitué par des « calcaires blancs » et par une couche « d'argiles verdâtres » les surmontant. Ces calcaires et argiles appartiennent à la formation des « Calcaires et argiles lacustres du Berry » déposée du Ludien au Stampien dans les bassins lacustres de la Champagne berrichonne (Debrand-Passard *et al.*, 1978 ; Lablanche, 1982 ; Lablanche *et al.*, 1994).

Quatre unités sableuses, indexées a, b, c et d, se sont ensuite successivement déposées :

– l'Unité a repose en discordance sur la surface du substratum argileux. On observe à sa base des accumulations de cailloux et de blocs de roches endogènes et de roches sédimentaires siliceuses (*sous-unité a1*) recouvertes par une couche de sables grossiers à graveleux soliflués emballés dans une matrice argilo-limoneuse brun rouille (*sous-unité a2*) ;

– l'Unité b est constituée de lits de sables grossiers ou moyens, peu argileux, à stratification oblique ou en auge (*sous-unités b1 et b2*), recouverts par des dépôts de pente contenant des cailloux gélivés et des blocs de limons dont certains ont conservé leur structure originelle (*sous-unité b3*), par des sables moyens à fins fluviaux à bandes ferrugineuses subhorizontales (*sous-unité b4*) et une succession de très larges lentilles de sables moyens à grossiers non argileux (*sous-unité b5*). Les *sous-unités b1, b2, b4 et b5* ont fait l'objet de datation par

la méthode de résonance de spin électronique appliquée aux quartz fluviaux optiquement blanchis. L'âge moyen pondéré obtenu est de 665 ± 55 ka (Voinchet *et al.*, 2010 ; Moncel *et al.*, 2013) ;

– l'Unité c correspond à un cailloutis de fragments de plaques de meulière cryoclastées et de petits cailloux de quartz ;

– l'Unité d est constituée d'un limon sableux (cf. Despriée *et al.*, ce volume).

3 - ÉTUDE GÉOARCHÉOLOGIQUE DE LA SOUS-UNITÉ A1 DE LA NOIRA

Au cours des études pluridisciplinaires effectuées sur la *Coupe ouest* de la Noira (Despriée *et al.*, ce volume), les pièces taillées acheuléennes ont toujours été trouvées associées aux accumulations d'éléments grossiers de la *sous-unité a1* formant la base de l'Unité a. Pour mieux comprendre la géométrie de ces accumulations de cailloux et de blocs, leur mode de dépôt et leur évolution ultérieure, mais également pour mieux préciser la position des éléments taillés par rapport à ces amas naturels de matériaux et caractériser d'éventuels comportements anthropiques, une étude géoarchéologique de cette *sous-unité a1* a été conduite en trois points de la sablière (fig. 3A et B).

Tout d'abord, la section visible sur la paroi ouest de cette dernière (*Coupe ouest*) a été dégagée sur 25 m de longueur jusqu'au toit des argiles en vue de bien situer la base des accumulations, reconnaître leur épaisseur et leur organisation verticale. Puis, à partir de cette coupe ouest, l'ouverture d'une fouille a permis d'observer l'Unité a1 en planimétrie sur 100 m². Enfin, une tranchée (*fossé est*) de direction N-S a été réalisée mécaniquement sur 30 m de longueur à environ 50 m à l'est de la fouille en vue de recouper l'Unité a et le plancher lacustre sous-jacent. Cette tranchée avait pour but d'observer de possibles

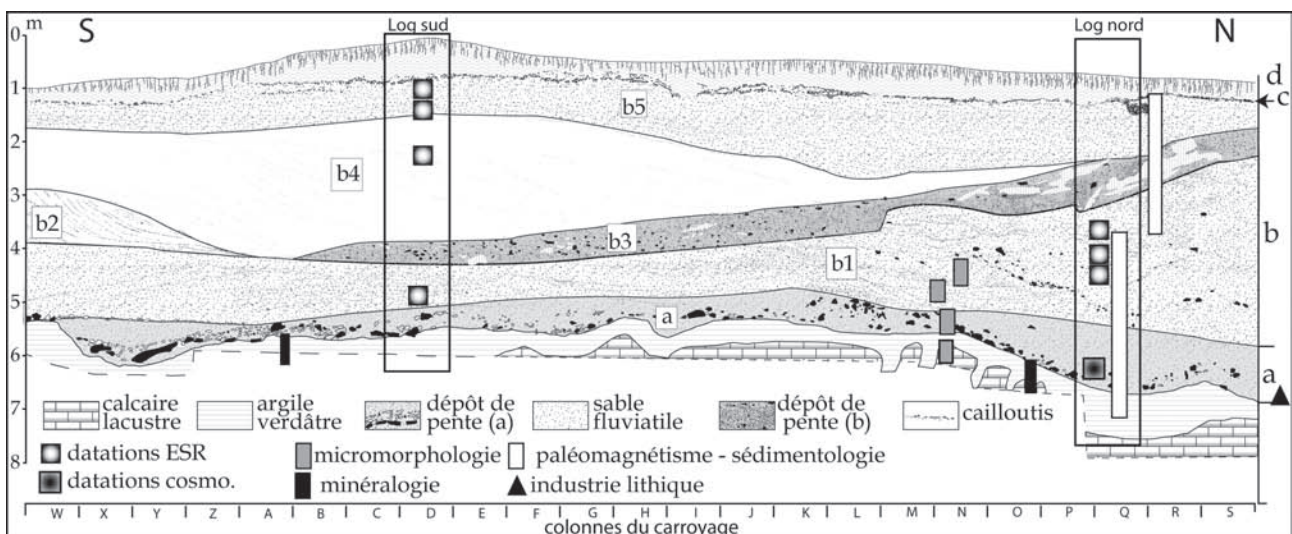


Fig. 2 : Relevé synthétique de la paroi ouest (*Coupe ouest*) de la sablière de la Noira à Brinay (Cher). Dépôt successif de quatre unités stratigraphiques a, b, c, d, au-dessus du substratum d'argiles verdâtres et de calcaire lacustres. Les triangles noirs indiquent la position des assemblages acheuléens à bifaces.

Fig. 2: Synthetic drawing of the western face ("western Section") of the la Noira sand quarry at Brinay (Cher department): successive deposits of four stratigraphic units a, b, c, d above the bedrock of the lacustrine greenish clay and limestone. Black triangles indicate the position of the acheulian assemblages with handaxes.

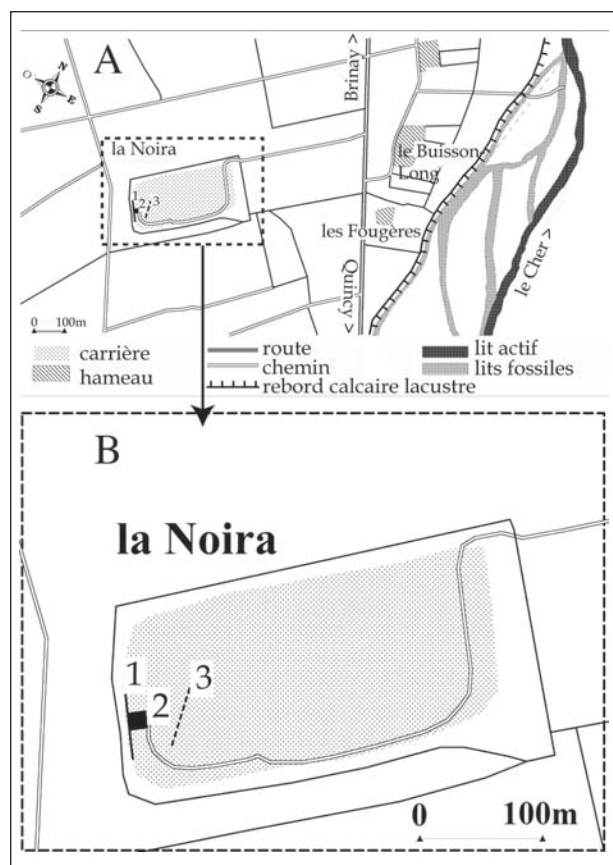


Fig. 3 : Site de la Noira à Brinay.

(A) Situation de la sablière de la Noira sur le versant ouest de la vallée du Cher. (B) Carte de localisation : 1/ Coupe ouest ; 2/ Fouille ; 3/ Fossé.
 Fig. 3: La Noira Site at Brinay. (A) Location map of the sand quarry on the western slope of the Cher valley. (B) Location map. 1/ Position of the western cross section; 2/ Excavation ; 3/ Ditch.

variations latérales dans l'étendue ou la composition de l'Unité a, et dans l'organisation de ses éléments grossiers.

Nous donnons ci-après les résultats des observations et analyses menées sur ces trois secteurs. Les classes granulométriques utilisées pour décrire la fraction fine sont celles résultant des analyses sédimentologiques effectuées par Moreno Garcia (2007). Pour les tailles des éléments grossiers c'est l'échelle et les dénominations proposées par Wentworth (1922) qui sont employées. La morphologie des cailloux et blocs et les stigmates de surfaces sont décrits selon les classifications de Cailleux (1945, 1947) et Cailleux & Tricart (1959).

3.1 - LA SOUS-UNITÉ A1 DANS LA « COUPE OUEST »

La sous-unité a1 a été observée dans la Coupe ouest de la Noira mise au jour sur une longueur de 25 m (fig. 2) et subdivisée en trois zones d'étude en raison des variations latérales importantes de la disposition et la composition pétrographique des accumulations de cailloux : les parties nord (fig. 4, A et B) centrale (fig. 4C) et sud (fig. 4D).

3.1.1 - Partie nord

Dans le secteur nord de la coupe N-S, le profil du plancher argilo-calcaire est ondulant et forme des dépressions d'environ 0,50 à 1 m de profondeur qui affectent à la fois le substrat calcaire et les argiles. Les sondages

ayant montré l'absence de soutirage karstique ou de phénomène de dissolution, ces déformations sont postérieures aux dépôts lacustres et ont pu favoriser la mise en place des chenaux incisant les argiles. Les cailloux ont été déposés sur le bord nord des chenaux et les remplissent partiellement. Les éléments les plus gros se trouvent au contact avec la surface supérieure des argiles et s'y enfoncent parfois (fig. 4A et B). Ce sont des cailloux très usés de quartz, de granites et de grès altérés, de chailles jurassiques, accompagnés de rares fragments de plaques de meulière. Leur longueur est généralement inférieure à 100 mm (pour 68 %). Ils ont été recouverts par un diamicton contenant des sables grossiers dans une matrice très limoneuse et des cailloux ou blocs dispersés. Un biface, de rares éclats de décortilage et de débitage et quelques fragments portant des négatifs d'enlèvements anthropiques ont été trouvés associés à ces amas naturels.

Dans l'une des dépressions (fig. 4B), les plus gros cailloux sont regroupés sur le fond et se redressent progressivement, disposition qui pourrait résulter d'une possible cryoturbation postérieure, suggérée aussi par la présence à cet endroit de nombreux cailloux géolifectés (jusqu'à 70 %).

3.1.2 - Partie centrale

Au centre de la Coupe ouest, le toit des argiles présente deux dépressions moins profondes que celles visibles dans la partie nord de la coupe. Dans ces deux dépressions « sud » se sont accumulés les plus gros cailloux dont la composition pétrographique est identique à celle des amas de la partie nord bien que les fragments de plaques de meulière y soient légèrement plus nombreux (fig. 4C).

3.1.3 - Partie sud

Dans la partie sud, les accumulations de cailloux sont toujours présentes au contact des « argiles verdâtres », d'abord sur une surface subhorizontale, puis dans un chenal profond d'environ un mètre. Les fragments de plaques de meulière sont dominants (> 50 %). Les plaques ne sont jamais complètes et présentent à leur périphérie des chants bien visibles qui indiquent un pendage d'environ 30° du nord vers le sud, ce qui donne aux plus grands fragments (de taille pluridécimétrique) une disposition relative en « tuiles » (fig. 4D), disposition qui semble résulter d'un relèvement des plaques lors de leur immobilisation, cas fréquent dans des dépôts de versant soliflués (Coutard *et al.*, 1988 ; Bertran *et al.*, 1993).

Entre ces grands fragments en position oblique ont été observées deux accumulations de fragments et de débris de plaques de meulières aux longueurs comprises entre 50 et 200 mm. Ces fragments et débris sont disposés en deux accumulations (amas 1 et 2) d'environ 40 cm d'épaisseur. Les fragments de plaques de meulière visibles en coupe paraissent disposés à plat, en position horizontale ou selon un très faible pendage (< 10°) (fig. 4E).

Plus au sud (fig. 4, D), une dépression de 1 m de profondeur contient une plaque de taille métrique avec également un pendage de 30° vers le sud en direction du fond de la cuvette. L'extrémité sud de cette plaque de

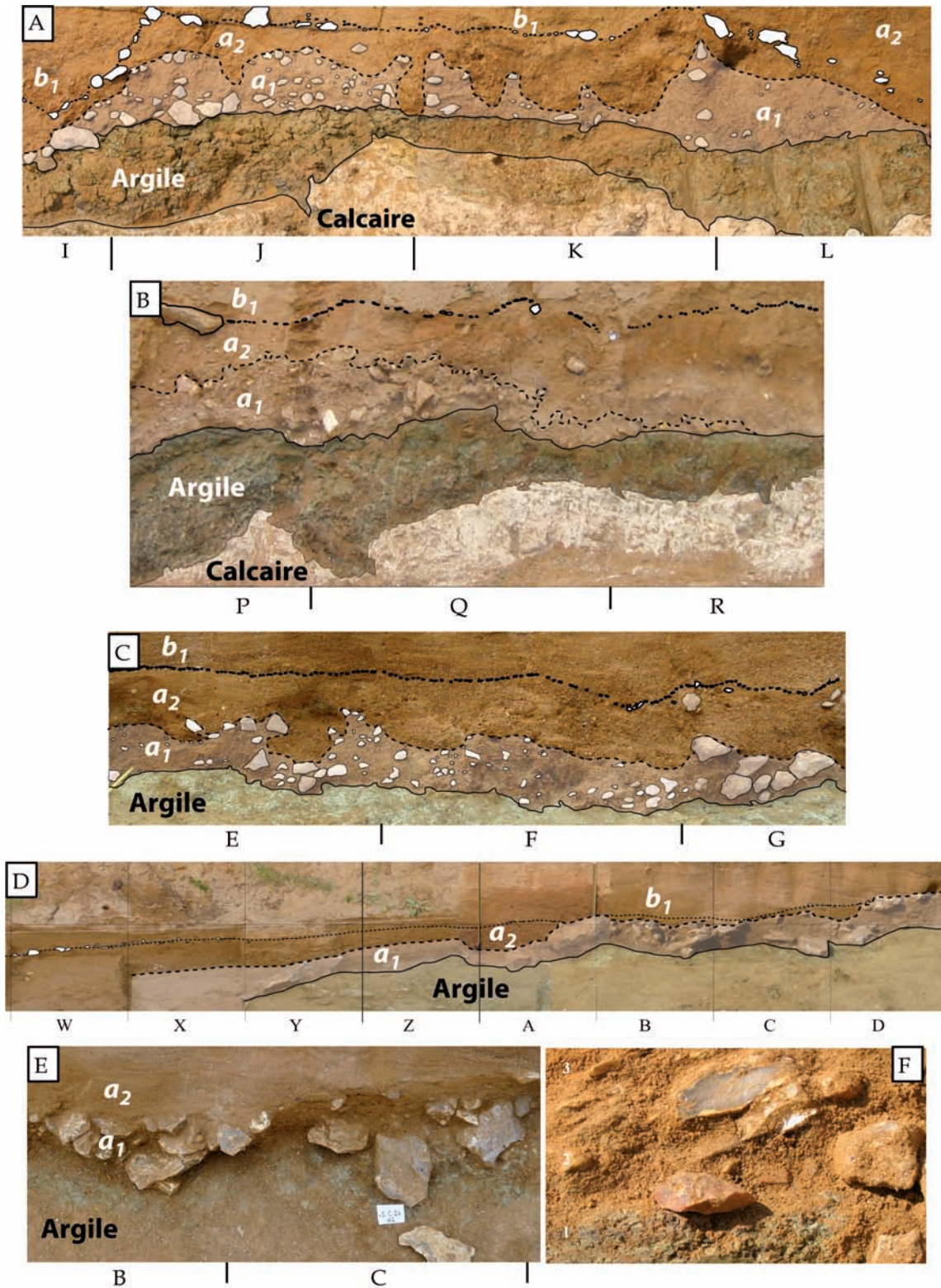


Fig. 4 : La Noira, Coupe ouest (cf. fig. 3).

(A) secteur nord, bandes I, J, K, L: les amas de cailloux de la sous-unité *a1* reposent directement sur le sommet des « argiles verdâtres » dont la surface ondulante correspond à la présence d'anciens chenaux. (B) Secteur nord, bandes P, Q, R: les gros cailloux accumulés en une seule couche redressée au nord et au sud dans une poche qui semble accompagner les déformations des argiles et des calcaires sous-jacents. (C) Partie centrale: on distingue les gros cailloux de roches endogènes usés et roulés et les rares petits fragments de meulière, aplatis ou anguleux. (D) Secteur sud, bandes W à D: vue de la base de la coupe montrant la répartition dominante des fragments de plaques et de plaques de meulière à pendage 30° S. (E) Amas de plaques et fragments de meulière en position horizontale. (F) Biface en meulière *in situ* au contact de la surface de l'argile verdâtre. Les lettres correspondent au carroyage métrique de la fouille.

*Fig. 4: The la Noira Site, « western Section » (cf. fig. 3). (A) Northern sector, strips I, J, K, L: the amounts of cobbles of the sub-unit *a1* are laying directly on the top of the greenish clays, the undulating surface of which corresponding to ancient channels. (B) Northern sector, strips P, Q, R: pebbles are accumulated in one layer in a small basin and are straightening north and south as the underlying clay and limestone. (C) Central sector: The numerous cobbles of endogeneous rocks are weathered and rolled, and the rare small fragments of millstone are flat and angular. (D) Southern sector, strips W to D: view of the base of the cross section with major distribution of millstone slabs and fragments of slabs with 30° of sloping to south. (E) Accumulation of millstone slabs and fragments of slabs in horizontal position. (F) Handaxe on millstone slab found on the surface of the lacustrine greenish clay. The letters are corresponding to the metric squaring of the excavation.*

meulière et les fragments et débris de plaque associés qui se sont accumulés au fond de la cuvette sont posés directement sur les « argiles verdâtres » (fig. 4D, bande Y). Les fouilles ont montré que cette cuvette correspondait au profil d'un chenal incisant l'argile, chenal qui a été dégagé sur environ dix mètres de longueur.

Dans cette zone sud, les fragments de plaques et des plaques de meulière sont surreprésentés. Beaucoup d'entre eux sont limités par des chants brisés orthogonalement, chants dont les surfaces montrent une surprenante fraîcheur et une absence totale de patine. Ils sont associés à des éclats de décortilage et de débitage. Un biface acheuléen a également trouvé *in situ* au contact de l'argile (fig. 4F).

3.2 - FOUILLE DE LA SOUS-UNITÉ A1

L'hypothèse de l'utilisation de ces amas naturels de fragments de plaques de meulière par les hominins comme gîtes à matériaux siliceux et la nécessité de caractériser la position – primaire ou secondaire – des artefacts préhistoriques nous a incités à fouiller ces derniers sur une surface suffisante pour en comprendre l'organisation relative et mettre en évidence d'éventuels indices d'interventions anthropiques.

Une fouille a donc été conduite sur 100 m² dans le secteur sud (bandes W à G, 0 à 9, fig. 5). La position de tous les éléments lithiques, naturels (dont la longueur était supérieure à 4 cm) ou anthropiques, y a été relevée ainsi que leur orientation et leur pendage. Cette longueur de 4 cm correspond à la longueur maximale des petits cailloux de quartz ou de chaille faisant naturellement partie du sédiment dans lequel sont emballés les blocs en matériaux allochtones.

Au total, 6 495 objets lithiques ont ainsi été coordonnés, enregistrés systématiquement par photographies zénithales selon un carroyage métrique. Les clichés imprimés à l'échelle 1/10^e ont été ensuite utilisés sur le terrain pour positionner chaque objet dont les caractéristiques physiques (nature, type, dimensions) et d'orientation dans l'espace (orientation et pendage) ont été enregistrées ainsi que les stigmates d'altérations physiques et chimiques visibles sur le terrain puis contrôlés en laboratoire.

Les photos ont ensuite été utilisées avec le logiciel de SIG MapInfo[®] pour dessiner chacune des pièces, dont les coordonnées sont déterminées automatiquement et correspondent à leur centre géométrique. A chaque dessin sont associés les caractères relevés sur le terrain puis contrôlés en laboratoire. Tous ces éléments sont alors utilisés pour alimenter une base de données à partir de laquelle ont été établis par G. Courcimault les plans de répartitions présentés dans cet article.

3.3 - LA SOUS-UNITÉ A1 DANS LE « FOSSÉ EST »

A environ 50 m à l'est de la fouille, une tranchée orientée nord-sud creusée dans le plancher de l'ancienne sablière a été relevée sur environ un mètre de profondeur et trente mètres de long. Sous des remblais récents, l'Unité a y a été recoupée sur cinquante centimètres jusqu'au substratum argileux. L'épaisseur de l'argile, reconnue par sondage jusqu'au calcaire lacustre varie de quelques centimètres à plus de vingt centimètres. La surface de cette argile est irrégulière, formant une succession de cuvettes dont la profondeur varie de 20 à 50 cm sous l'ancien décapage (fig. 6).

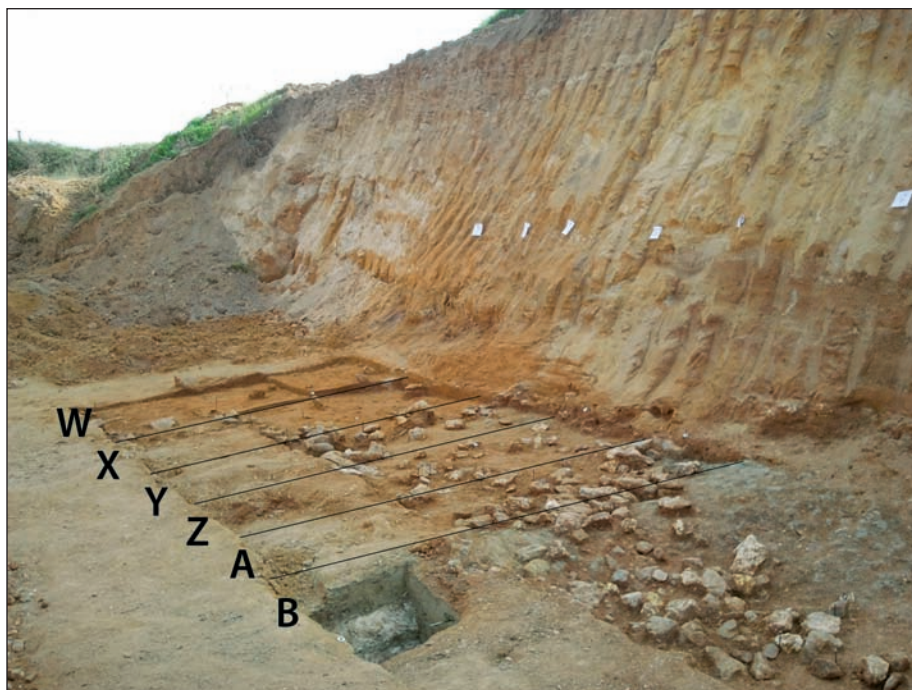


Fig. 5 : La Noira, Coupe ouest.

Vue de la partie sud de la Coupe Ouest et de la fouille des amas 1 et 2 (voir fig. 10). Cliché J. Despriée.

Fig. 5: La Noira, western cross section. View of the southern area of the western Section and the excavation of the amounts 1 and 2 (see fig. 10). Picture : J. Despriée.

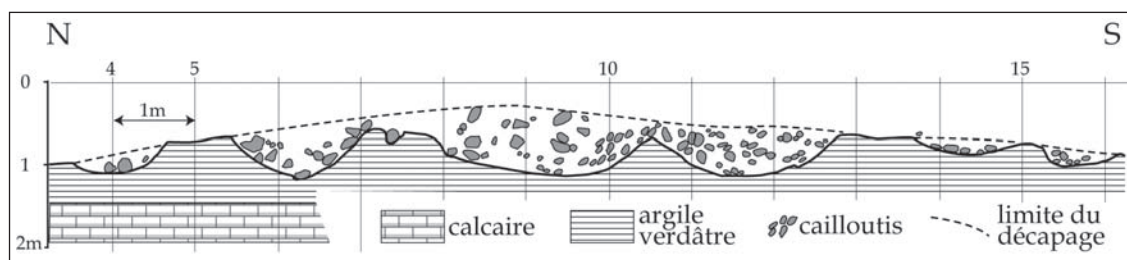


Fig. 6 : Relevé des cuvettes contiguës conservées sous le niveau des anciennes extractions dans la base de la paroi est du fossé.

La sous-unité a2 probablement décapée, n'a pas été retrouvée.

Fig. 6: Drawing of the adjacent small basins visible at the base of the western face of the ditch under the stripping surface of the previous extraction in the quarry. The sub-unit a2, probably stripped, was not observed.

4 - RÉSULTATS

Les enregistrements effectués dans la fouille et dans le fossé est ont permis d'observer des accumulations de cailloux de la sous-unité a1. Si les natures pétrographiques des cailloux, blocs et plaques sont assez proches les organisations dans l'espace sont très différentes. Nous les décrivons ci-dessous.

4.1 - ORGANISATION SPATIALE DES ÉLÉMENTS GROSSIERS

Dans la fouille, les amas d'éléments grossiers, cailloux et blocs, sont accumulés directement sur la surface supérieure des « argiles verdâtres ». Dans le fossé est, les éléments grossiers remplissent des cuvettes formées par ces mêmes argiles.

4.1.1 - La fouille

Dans la fouille, le plancher d'« argiles verdâtres » forme deux plateformes, l'une à l'ouest, l'autre à l'est, séparées par un chenal orienté nord-sud. Ce chenal, large de cinq à six mètres, a une profondeur moyenne de 30 cm. Il s'approfondit rapidement dans sa partie sud jusqu'à 50 cm (fig. 7).

Sur la plate-forme ouest, deux accumulations de blocs et de cailloux ont été dégagés en continuité des amas observés en coupe (amas 1 et 2). Ils se prolongent à l'ouest derrière la coupe. Leur bord, au-dessus du versant du chenal, prend une forme apparente subcirculaire. Des grandes plaques de meulière (50 à 100 cm) sont présentes sur le périmètre (fig. 8A).

L'amas 1, situé au nord, a une épaisseur de 40 cm en son centre. Il est constitué de cailloux de roches endogènes et de nombreux fragments de plaques de meulière, généralement empilées. Les plaques infé-

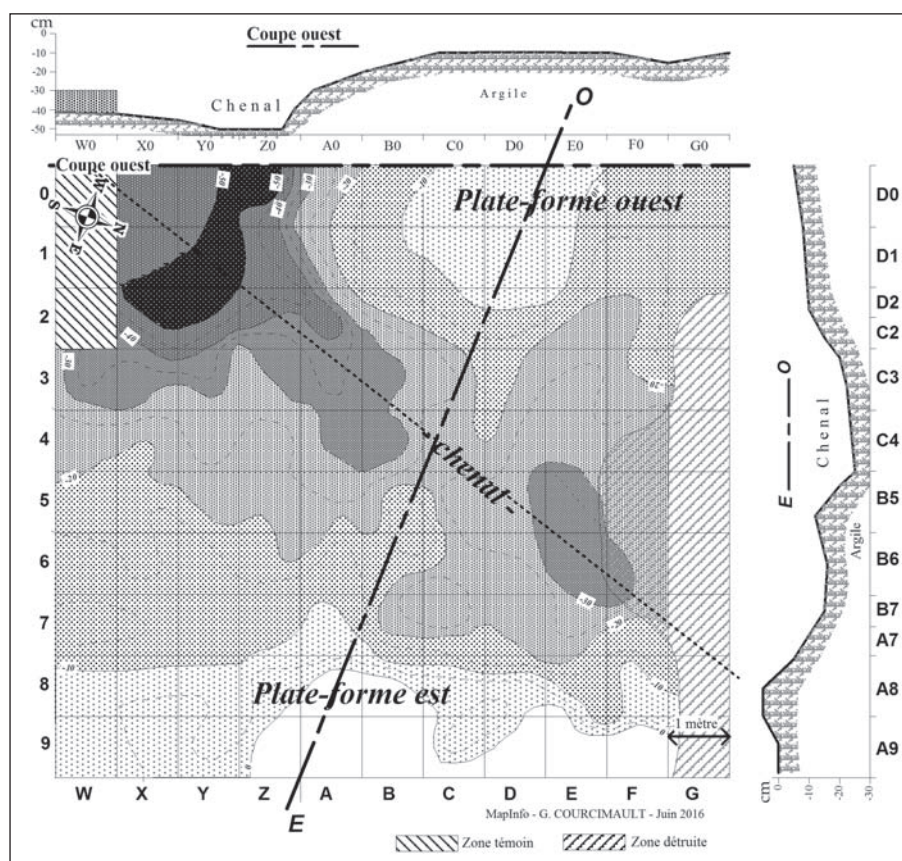


Fig. 7 : La Noira, zone de fouille du secteur sud. Planimétrie du toit de l'argile et profils du chenal mis au jour.

Fig. 7: La Noira site, excavated area in the south sector. Planimetry of the top of the greenish clay and profiles of the channel.

rieures reposent directement sur le sommet de l'argile et sont en position subhorizontale. A la périphérie de l'accumulation, les pendages des fragments de plaques sont multidirectionnels, souvent inverses de la pente du versant du chenal. Enfin, au sommet de celle-ci, les

plaques sont séparées de la base de l'accumulation par 10 cm de la matrice sableuse, suggérant un dépôt en deux temps (fig. 8B).

Au sud, l'amas 2 est disposé en haut du versant du chenal et présente une composition semblable à celle

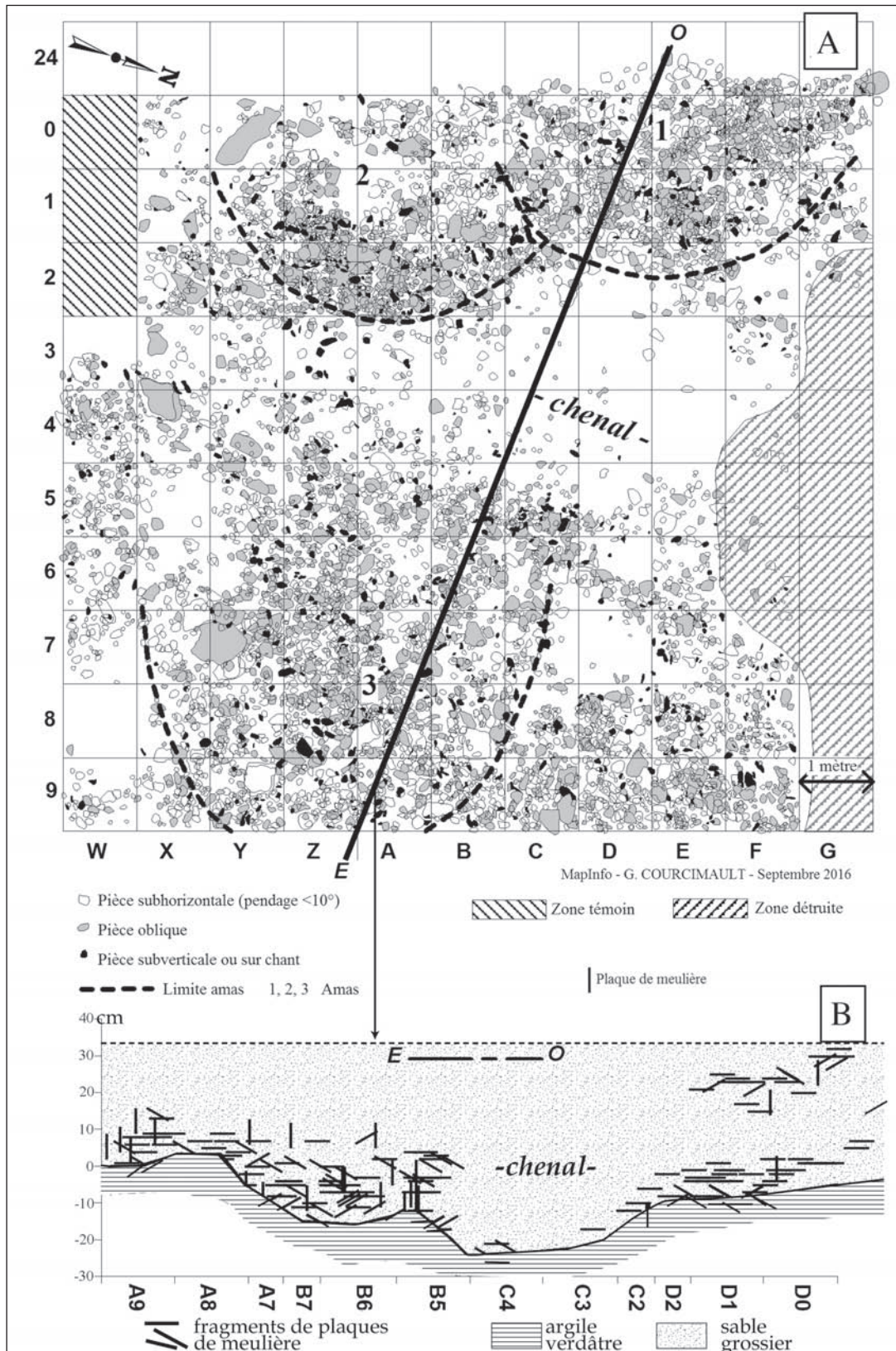


Fig. 8 : La Noira, zone de fouille. Répartition des éléments grossiers.

(A) Répartition des trois amas de part et d'autre du chenal. (B) profil avec pendage des fragments de plaques de meulière.

Fig. 8: La Noira Site, excavated area. Distribution of the coarse lithic elements. (A) Distribution map in three accumulations on both sides of the channel. (B) Profile with sloping of the millstone slab fragments.

de l'amas 1. A sa base, les fragments de plaques sont à plat sur l'argile, puis entassés à la périphérie avec des pentages variant entre 10 et 20 % selon des proportions équivalentes suivant les huit directions mesurées.

Une grande plaque de meulière de près d'un mètre de long paraît glissée sur ce versant. Au-dessous, une masse inorganisée de cailloux et de plaques s'est accumulée dans la partie la plus profonde du chenal probablement après glissement (fig. 8A, carrés X2, Y2 et fig. 4D).

Un autre amas (amas 3), également de forme sub-circulaire, occupe le versant est du chenal et la surface supérieure de la plateforme est. Il s'agit d'un épandage épais de 10 cm en moyenne, qui s'épaissit sur le versant du chenal et s'arrête selon une limite rectiligne parallèle à la ligne de thalweg. Cette limite est soulignée par une accumulation de fragments de meulière pendant vers l'ouest (fig. 8B).

C'est à la périphérie des trois amas que se situent les plus grandes plaques en meulière observées sur la fouille, de taille décimétrique à métrique (fig. 9).

4.1.2 - Fossé est

Les cuvettes du fossé contenaient un sédiment sablo-graveleux grossier, limoneux, riche en pisolithes de fer, et des accumulations de plaques siliceuses et de cailloux de roches diverses auxquelles étaient associés des éléments d'industrie préhistorique (bifaces, éclats, blocs taillés). Après un dégagement vertical, ce niveau a fait l'objet de fouilles et de coupes transversales qui ont montré que les éléments grossiers étaient bien accumulés dans les cuvettes et que le pendage des plaques et des cailloux était en relation avec leur position sur le fond de celles-ci ou le long des parois (fig. 10A).

Comme pour la fouille principale, les plaques, blocs et cailloux visibles ont été positionnés et leurs pendage et orientation relevés. Selon les cuvettes, entre 50 et 75 % des plaques sont redressées en position oblique ou verticale. La fouille de plusieurs poches a permis de constater que, dans la partie conservée, les pendages vers le centre des poches étaient les plus nombreux (fig. 10B).

Ces directions permettent de proposer une répartition selon des poches aux contours probablement polygonaux et irréguliers interprétés comme pouvant résulter de mouvements de cryoturbation dans le pergélisol tendant à repousser les cailloux vers l'extérieur (fig. 10C).

4.2. NATURES PÉTROGRAPHIQUES, MORPHOLOGIES ET ALTÉRATIONS DES CAILLOUX ET BLOCS

La détermination des cailloux et blocs présents dans la *sous-unité a1* a été rendue difficile par la coloration uniforme de leur surface par les oxydes de fer. Pour tous les éléments non taillés, il a donc été nécessaire, pour procéder à une détermination plus précise, de créer des cassures fraîches. L'examen de ces surfaces non patinées a permis de reconnaître les différentes altérations subies par les roches et donc d'avoir la possibilité de reconstituer partiellement l'histoire de leur transport depuis le gîte d'origine jusqu'au site. En ce qui concerne la plupart des fragments et débris de plaques de meulière et pour les pièces taillées en meulière, les observations ont été faites à l'œil nu et confirmées si nécessaire sous lampe-loupe à large optique (170 mm) et à grossissement x3 à x12 dioptries.

4.2.1 - Nature pétrographique des matériaux de la sous-unité a1

Des fragments de roches métamorphiques et magmatiques (13,5 %) et des fragments de roches sédimentaires (86,5 %) ont été ainsi déterminés parmi les matériaux issus de la fouille et sont détaillés dans le tableau 1.

4.2.1.1 - Les roches magmatiques et métamorphiques

Les natures de roches endogènes sont essentiellement des quartz et des quartzites (74,6 %) et des granites (21,4 %) avec quelques gneiss (fig. 11 et tab. 1). Les volumes sont généralement polyédriques et les sections sont des polygones irréguliers, alors que les formes de galets vrais et les volumes sub-sphériques ou sub-ovoïdes sont rares. Les surfaces concavo-convexes sont usées

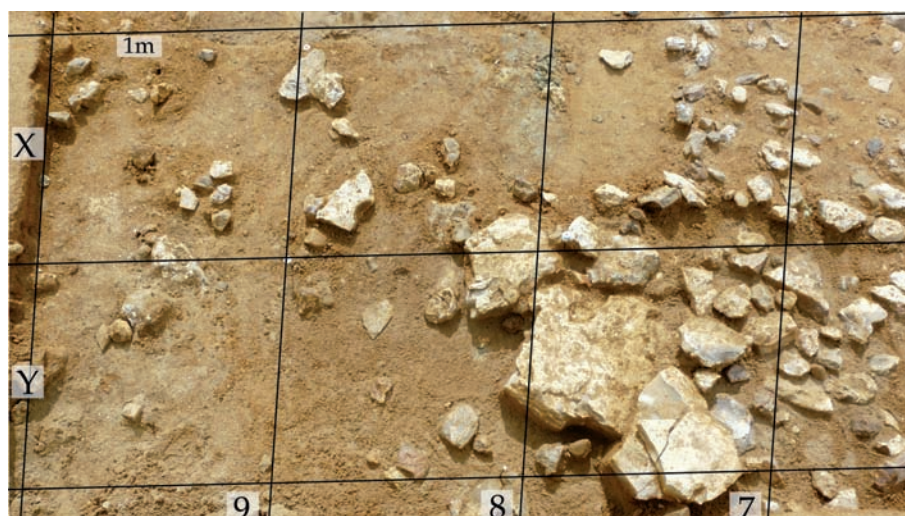


Fig. 9 : Brinay, la Noira, secteur sud. Vue des grandes plaques de meulière en position horizontale (en bordure sud de l'amas n° 3, bandes W, X, Y, colonne 7 ; voir fig. 8A). Cliché : J. Despriée.

Fig. 9: Brinay, la Noira, southern area. View of the largest millstone slabs in horizontal position on the southern range of the amount 3, squares W7, X7 and Y7; see fig. 8A). Picture: J. Despriée.

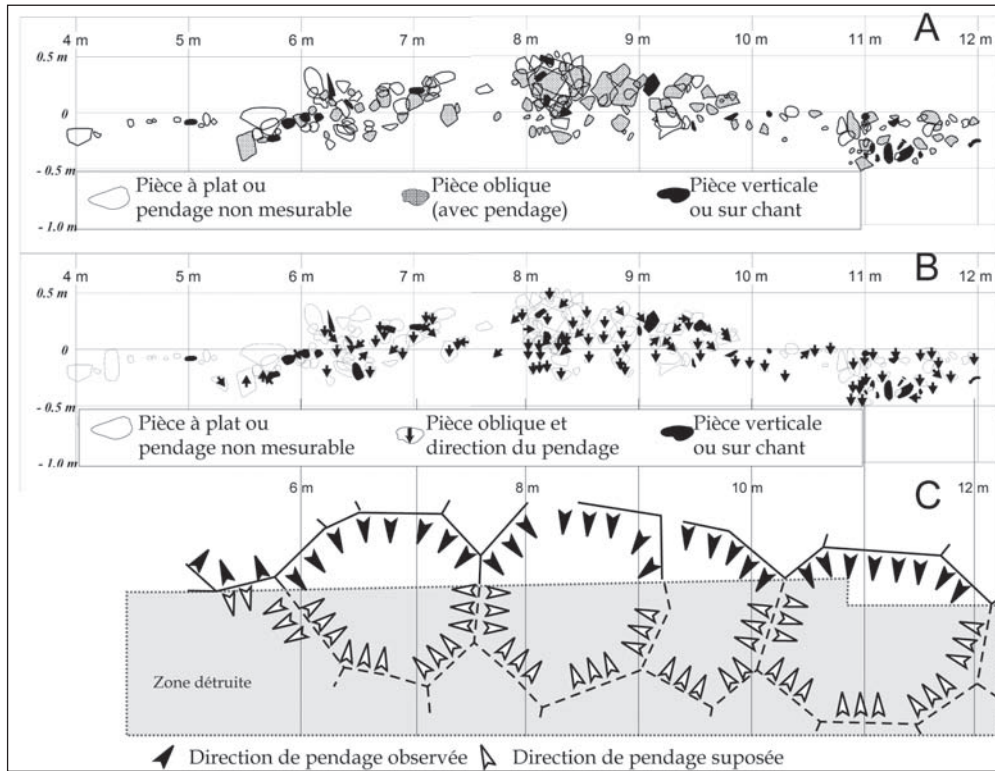


Fig. 10 : Relevé en plan de l'organisation des éléments grossiers dans les cuvettes.

(A) Position verticale, oblique ou horizontale des éléments lithiques. (B) Les flèches indiquent la direction de pendage de chaque élément en place. (C) Proposition de restitution des cuvettes polygonales : en noir directions observées ; en blanc, hypothèse pour les parties détruites.

Fig. 10: Distribution plan of the cobbles in the small clayey basins. (A) Vertical, oblique or horizontal positions. (B) The black arrows indicate the sloping direction of each lithic element in situ. (C) Hypothetic restitution of the polygonal basins: in black, visible sloping; in white, hypothesis for the destroyed areas.

et marquées par des impacts unguiformes, des fissures et des cassures anciennes ou récentes, des arêtes très émoussées et des bords concassés.

4.2.1.2 - Les roches sédimentaires

Les roches sédimentaires conservées sont généralement siliceuses : des grès (4,1 %), des chailles (19,9 %) et des meulière (54,5 %). Des nodules siliceux souvent altérés et colorés par la sépiolite ont été trouvés en grande quantité (21 % de l'ensemble des cailloux de roches sédimentaires), souvent près de la surface des argiles. Ils pourraient être rapprochés de la Quincyte dont le site éponyme se trouve à quelques kilomètres à Quincy. Des

analyses sont en cours. Enfin, des fragments de minerai de fer pisolitique sont également présents (tab. 1).

Les éléments provenant des formations sédimentaires ont des morphologies plus variées que ceux issus des roches endogènes. Les grès triasiques ont été transformés en vrais galets ; les nodules de chailles jurassiques sont reconnaissables, mais sont extrêmement fragmentés et présentent un cortex très usé, lorsqu'il est encore présent, et des arêtes très émoussées (indice 20 à 40 mm). Les surfaces de ces galets et de ces nodules brisés indiquent des transports successifs de type fluvial à forte compétence.

Les plaques de meulière lacustre représentent la moitié des roches sédimentaires déterminées sur la fouille. Ces

Cailloux et blocs				Altérations					
Roches	Nature	Nombre	%	Latéritisation %	Gélivation %	Désagrégation %			
Endogènes M	Gneiss Gn	34	4	4	11,8	2	5,8	25	73,5
	Amphibolite	1	0,1	-	-	-	-	-	-
	Granite Gr	185	21,4	13	7,0	3	1,6	94	50,8
	Quartz(ite) Qz	666	74,6	193	29,9	32	5,0	15	2,3
Sous-total	13,5 %	886	100			37	4,2	135	15,2
Sédimentaires S	Grès Gs	228	4,1	79	34,6	4	1,8	77	7,5
	Chaille Ch	1 112	19,9	836	75,2	414	37,2	12	0,1
	Fer Fe	26	0,5	-	-	-	-	-	-
	Brèche Br	2	-	2	-	-	-	-	-
	Meulière Me	3 049	54,5	575	18,9	1 272	41,7	200	6,6
Quincyte Qy	1 176	20,0	36	3,1	189	16,1	440	16,2	
Sous total	86,5 %	5 593	100			1 869	33,4	729	13,0
	Indéterminés	11							
Totaux		6 490	100	1 739	26,8	1 906	29,4	864	13,3

Tab. 1 : Proportions des natures pétrographiques déterminées dans les matériaux grossiers issus de la fouille de la sous-unité a1 de la Noira et pourcentages des altérations observées.

Tab. 1: Proportions of the petrographic natures determined for the cobbles excavated in the sub-unit a1 and percentages of the observed alterations.

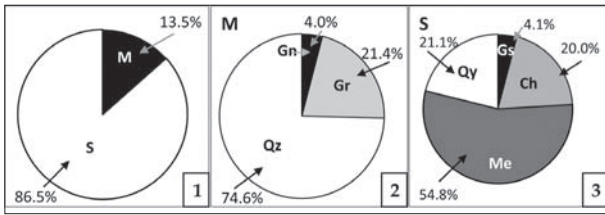


Fig. 11 : Diagrammes de distribution en pourcentages des différentes pétrographies des cailloux, blocs usés et plaques composant les trois amas fouillés

M/ Roches métamorphiques et magmatiques : gneiss (Gn), granites (Gr) et quartz ou quartzites (Qz). S/ Roches sédimentaires : grès (Gs), chailles jurassiques (Ch), meulière lacustre (Me) et Quincyte ? (Qy).

Fig. 11: Diagramms of percentage distributions of the different petrographies of the pebbles, cobbles and slabs accumulated in the three excavated amounts. M/ Metamorphic and magmatic rocks: gneiss (Gn), granites (Gr) and quartz or quartzites (Qz); S/ Sedimentary rocks: sandstones (Gs), jurassiques silicifications (Ch), lacustrine millstone (Me) and Quincyte ? (Qy).

meulières mises au jour se présentent rarement sous la forme de plaques entièrement corticales (4 %) ou avec des cassures anciennes patinées (4,8 %) et des traces d'un

transport limité : érosion partielle des surfaces corticales, indices très faibles de l'émoussé des arêtes (1 à 5 mm) et du concassage des bords, patine orangée sur les surfaces non corticales.

En règle générale, les plaques sont incomplètes ou très fragmentées et limitées par une succession de chants souvent orthogonaux, d'une grande fraîcheur, sans émoussé ni patine. Leurs cortex peu ou pas usés ne montrent pas les stigmates de transport décrits ci-dessus. La répartition en plan de ces différentes roches selon leur nature indique une dispersion assez régulière et les démontages révèlent un mélange constant quel que soit l'amas considéré (fig. 12 et 13).

Parmi les éléments lithiques grossiers enregistrés dans les cuvettes du fossé est, 46 % des cailloux sont constitués de roches allochtones et 54 % sont des plaques de meulières d'origine locale. Les natures pétrographiques sont donc les mêmes que celles observées dans la *Coupe ouest* et dans la fouille, dans les mêmes proportions, avec les mêmes altérations physiques, chimiques ou climatiques.

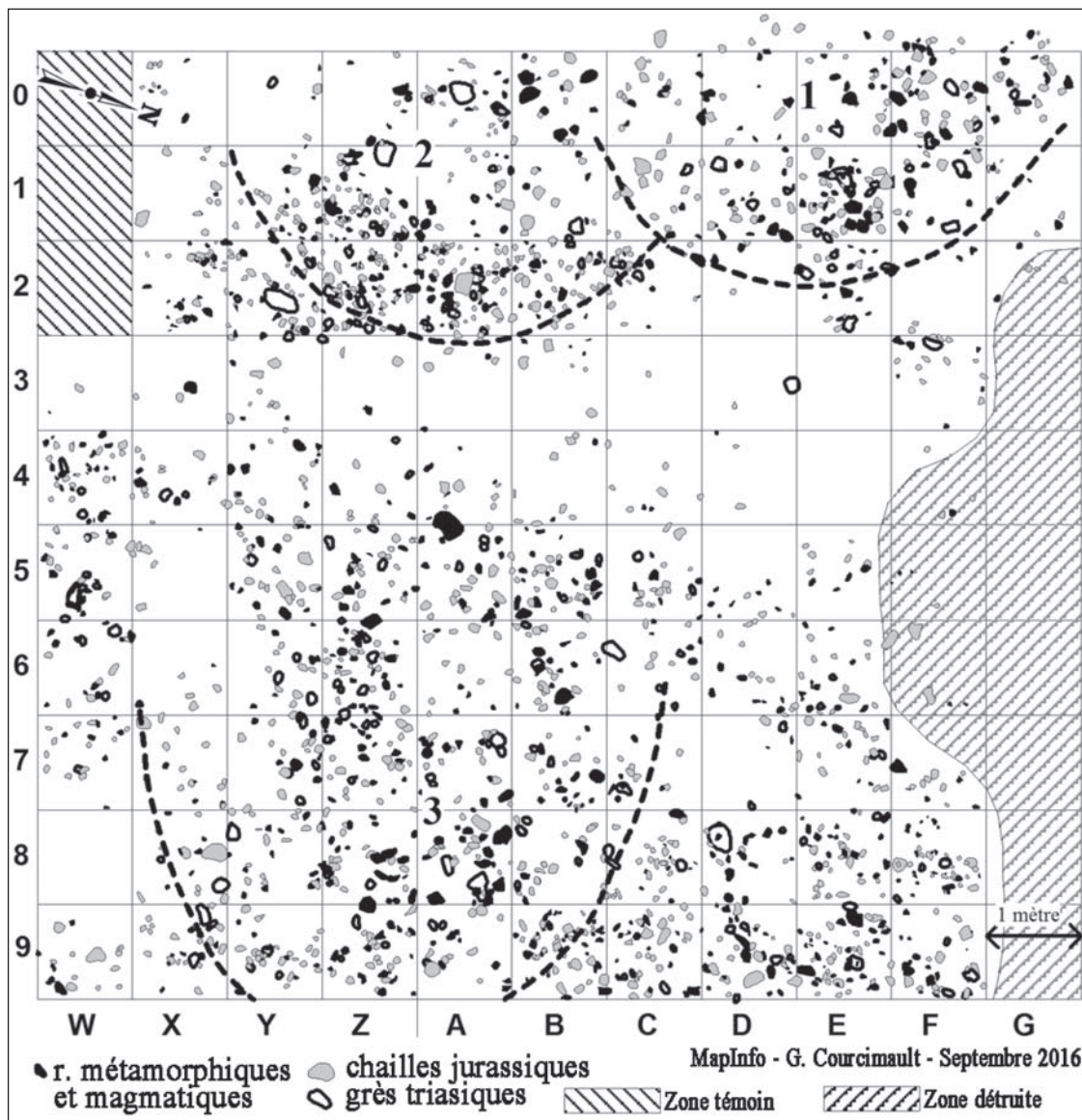


Fig. 12 : La Noira, zone fouillée. Répartition spatiale des éléments grossiers selon leurs natures pétrographiques : répartition des cailloux en roches allochtones (roches métamorphiques et magmatiques, chailles jurassiques et grès triasiques). Plan : G. Courcimault.

Fig. 12: La Noira, excavated area. Spatial distribution of the coarse lithic elements according to petrographic natures: distribution of the allochthonous rocks (Metamorphic and magmatic rocks, Jurassic silicifications and triassic sandstones) (Drawing: G. Courcimault).

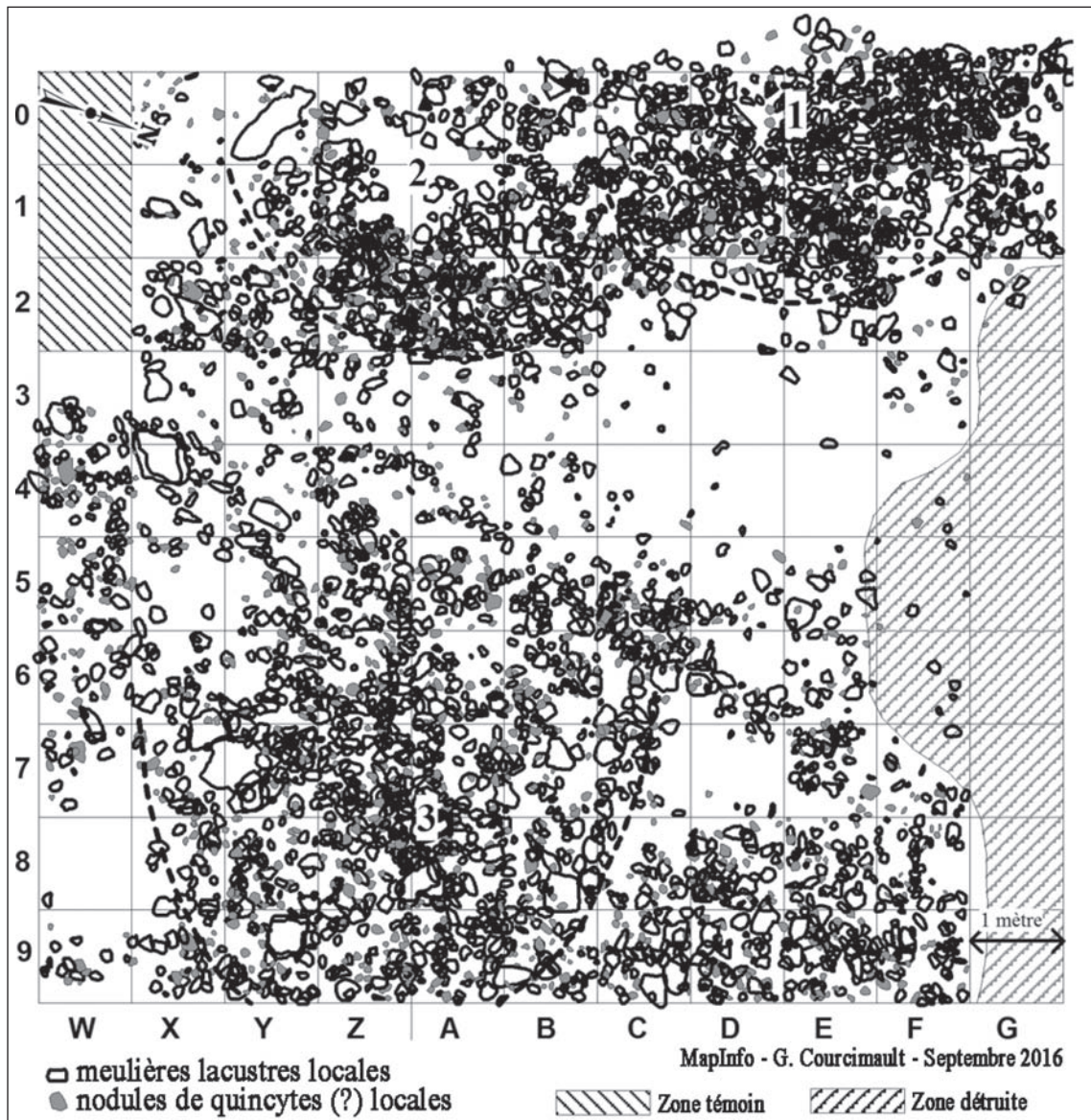


Fig. 13 : La Noira, zone fouillée. Répartition spatiale des éléments grossiers selon leurs natures pétrographiques : répartition des cailloux en roches autochtones (Meulières et Quincyte) Plan : G. Courcimault.

Fig. 13: La Noira, excavated area. Spatial distribution of the coarse lithic elements according to petrographic natures: distribution of the autochthonous rocks (Millstones and Quincyte). Drawing: G. Courcimault.

4.2.2 - Granulométrie des éléments grossiers

Les mesures ont été effectuées sur 6 490 éléments coordonnés et enregistrés lors de la fouille. Un tiers de ces éléments (35,3 %) correspond à des petits cailloux ($l \leq 64$ mm) et deux tiers (64 %) à des gros cailloux ($65 < l \leq 256$ mm, selon Wentworth, 1922), quelques blocs venant compléter l'assemblage. La longueur moyenne des petits cailloux est de 74 mm, leur largeur moyenne de 50 mm et leur épaisseur moyenne de 33 mm (fig. 14A, B et C).

La population la plus importante de gros cailloux est groupée en dessous de 150 mm de longueur (69,6 %). La longueur moyenne de ces éléments est de 132 mm pour 100 mm de largeur moyenne et 52 mm d'épaisseur moyenne.

Les blocs (ayant une dimension moyenne supérieure à 256 mm) sont extrêmement rares (0,7 %). Il s'agit de 44 grandes plaques de meulière dont les longueurs, largeurs et épaisseurs moyennes sont respectivement de 416 mm, 312 mm et 107 mm. La plus grande longueur

atteint 1 080 mm, la plus grande largeur 535 mm et la plus grande épaisseur 220 mm.

Les répartitions statistiques des modules par nature montrent que les cailloux de roches allochtones sont généralement plus petits et moins nombreux que les éléments en roches locales (meulières lacustres, fig. 12 et 13).

Dans le fossé est, les modules des cailloux en roches allochtones ont une taille légèrement supérieure, mais ne dépassent pas 140 x 100 mm (95 %). Si les fragments de plaques de meulière ont apparemment des dimensions moyennes de 120 x 100 x 50 mm, proches de celles retrouvées sur la fouille, les fragments de plaques dépassant 200 mm de longueur sont nettement plus nombreux (10 %). Ces fragments montrent par ailleurs le plus de stigmates de gélifraction : 66 % portent des stigmates de gel avant leur dépôt et 13 % portent des stigmates de gel postérieur à leur dépôt, essentiellement des cupules de petite taille affectant surtout le cortex de la face supérieure.

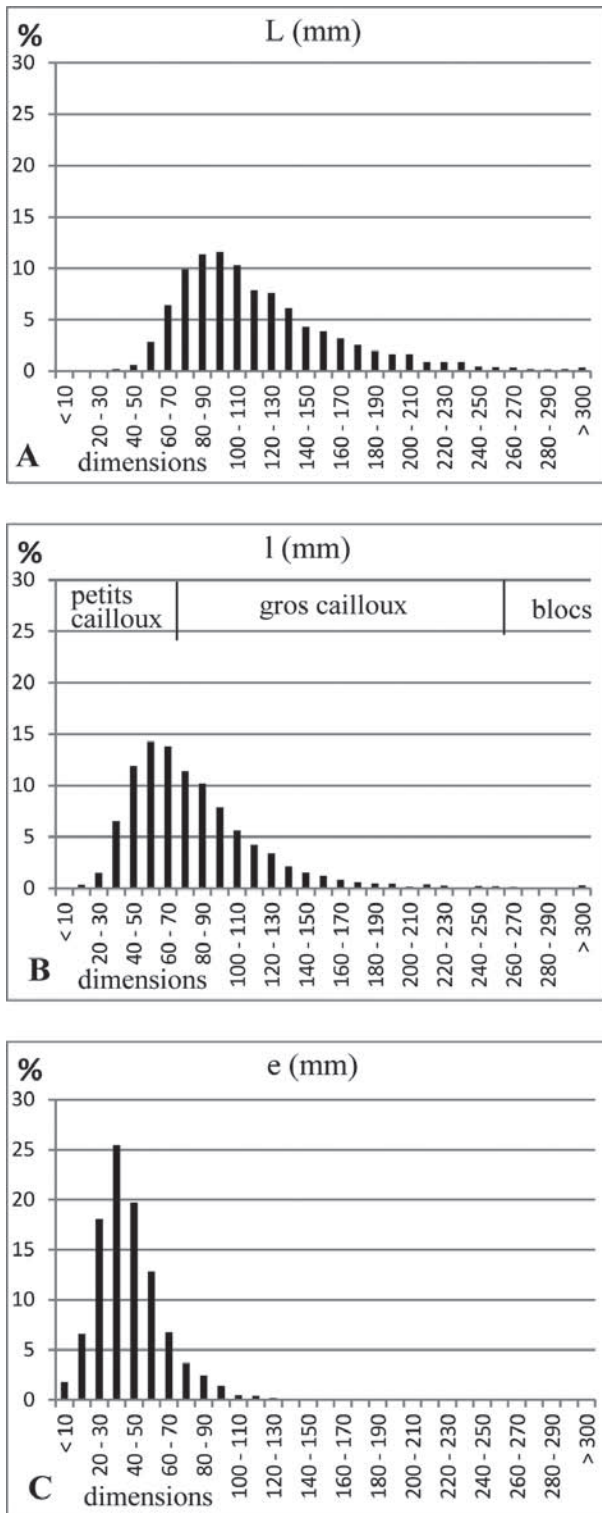


Fig. 14 : La Noira, zone fouillée. Histogrammes de fréquence des petits et gros cailloux constituant les trois amas.

(A) Longueurs. (B) Largeurs. (C) Épaisseurs.

Fig. 14: La Noira, excavated area. Histograms of frequency for the pebbles and cobbles found in the three heaps. (A) Lengths. (B) Widths. (C) Thicknesses.

Quarante-trois pièces taillées par les hommes (dont deux bifaces), toutes en meulière, étaient associées aux cailloutis regroupés dans ces cuvettes du fossé. L'examen de leurs surfaces a révélé des traces de gel sur des éclats. Cinq blocs exploités pour le débitage et un biface portent des cupules en surface et sont fissurés.

4.2.3 - Altérations chimiques et physiques des éléments grossiers

35 % des éléments grossiers montrent des enrichissements en fer et d'importantes recristallisations. Les cassures ou les coupes dans les blocs et cailloux ont permis d'observer que les oxydes de fer avaient souvent pénétré profondément dans ces derniers (tab. 1).

Les diverses silicifications provenant des milieux calcaires sont microporeuses et montrent des stigmates caractéristiques de l'effet du gel, en surface et dans la masse, notamment les meulière. Sur un peu plus de 3 000 plaques, fragments et débris de plaques de meulière recensés et étudiés dans la partie fouillée, 41,7 % portent des traces caractéristiques de gélivation (tab. 1). La distribution spatiale de ces pièces gélivées est identique à celle des meulière non gélivées et à celle des roches exogènes, gélivées ou non (fig. 15).

Sur certaines plaques de meulière, les stigmates de gélifraction sont visibles à l'œil nu : écaillage en cupules de taille millimétrique, encore en place, centimétrique à décimétrique en négatif ; fissures, cassures très anguleuses sur la périphérie des fragments de plaques, avec concassage postérieur des arêtes. D'autres plaques se brisent aujourd'hui immédiatement lors d'un choc et la masse siliceuse montre une fissuration multidirectionnelle, donnant des nombreux fragments orthogonaux aux arêtes coupantes et des esquilles aiguës.

Ces différentes associations de stigmates de gel paraissent correspondre à plusieurs époques de gélivation successives qu'il est possible de différencier de la façon suivante :

- cas n° 1 : les surfaces et la masse sont entièrement gélivées, les négatifs des enlèvements en cupules et les cassures sont couvertes par une patine orangée, les arêtes sont légèrement usées et les bords concassés (fig. 16A) : la gélivation se serait dans ce cas produite en plusieurs phases avant le dépôt. Les cupules et fragments auraient alors été perdus lors des coulées de débris sur le versant. C'est le cas de la majeure partie des plaques, fragments et débris gélifractés (98,5 %) et de 40 % de l'ensemble des éléments en meulière recensés ;

- cas n° 2 : les surfaces portent des enlèvements en cupules non détachés, de rares cassures fraîches, la sonorité obtenue au choc est sourde et le bloc se brise après un seul choc, montrant une fissuration multidirectionnelle intense dans toute la masse (fig. 16 B). La gélifraction se serait alors produite sur place, après le dépôt de l'unité a1 et avant son enfouissement sous les séquences sableuses permettant la bonne conservation de l'intégrité des pièces, ce qui explique aussi l'absence de patine sur les pièces. Seulement 2 % des plaques retrouvées sur la fouille présentaient de telles caractéristiques ;

- cas n° 3 : seul le cortex montre sur une seule face de petites écailles parfois coalescentes restées en place, et qui se détachent uniquement lors de la manipulation de la pièce ; on n'observe pas de fissuration dans la masse (fig. 16C). Pour ce lot, il semblerait que le gel, en pénétrant le dépôt sablo-limoneux sus-jacent, n'ait atteint que la face supérieure corticale des éléments, matériau

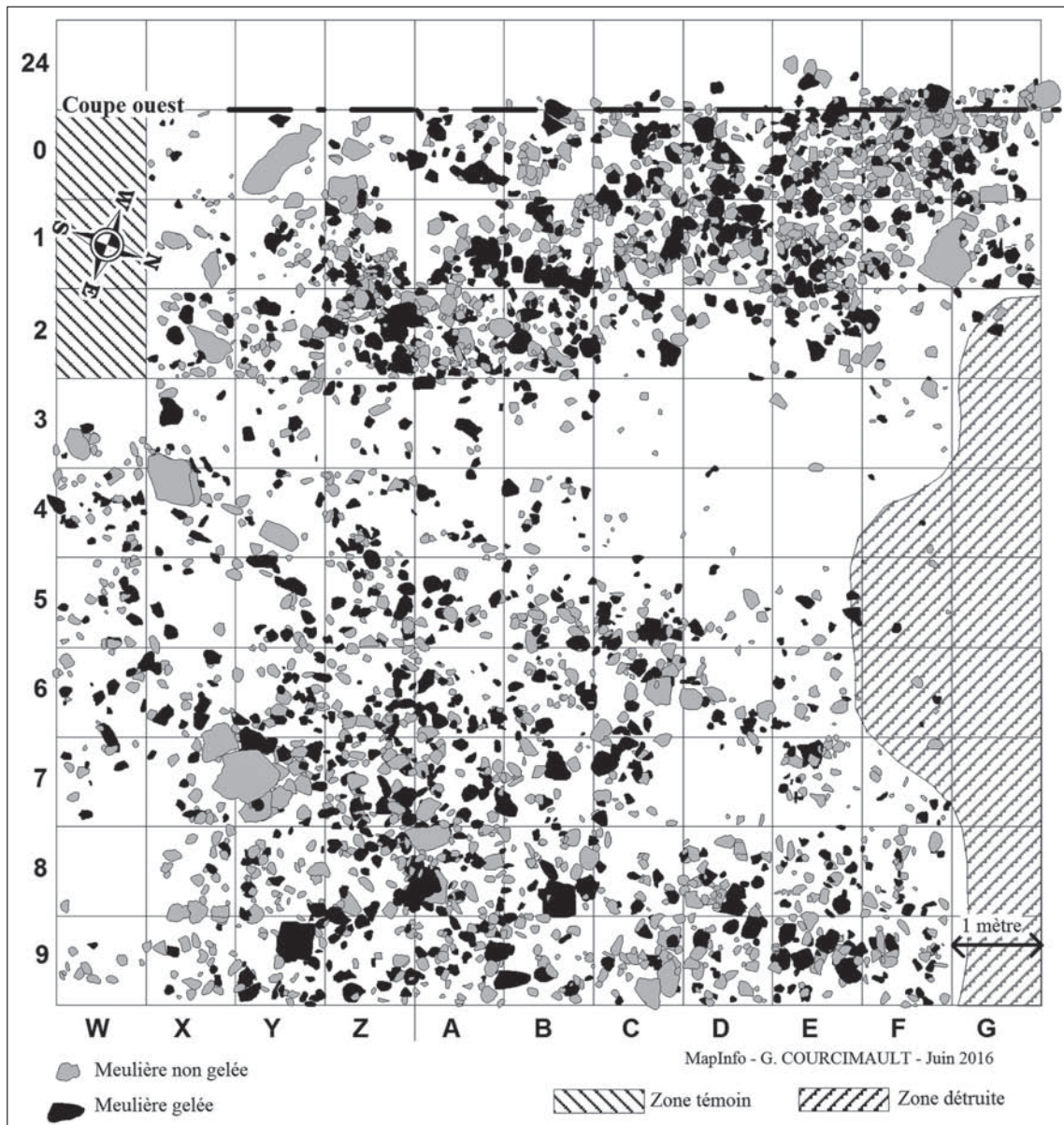


Fig. 15 : La Noira, zone fouillée. Plan de répartition des plaques, fragments de plaques et débris de plaques de meulière ayant subi l'action du gel. Plan : G. Courcimault.

Fig. 15: La Noira, excavated area. Distribution plan of the slabs, fragments and debris of millstone slabs that were frozen. Drawing: G. Courcimault.

le plus fragile de la pièce, d'où le maintien à leur place des écailles de gel. C'est le cas de 40 % des fragments de plaques de meulière portant des traces d'actions anthropiques telles que bris, préparation et façonnage.

Il est important de noter que seuls les stigmates de gélivation décrits ci-dessus dans le cas 3 ont été observés sur les produits résultant du bris, du débitage ou du façonnage par les hominidés, à l'exception d'un



Fig. 16 : Plaques de meulières gélivées de la sous-unité a1.

(A) Grandes cupules avec patine orangée. (B) Après un choc, plaque brisée montrant une fissuration multidirectionnelle dans toute l'épaisseur. (C) Cupules coalescentes de taille millimétrique visibles à la surface supérieure corticale de la plaque ; les écailles étaient restées en place. Clichés : J. Despriée.

Fig. 16: Frost-shattered millstone slabs from the sub-unit a1. (A) Large frozen custers with orangey patina. (B) After shock, broken slab showing multidirectional cracks in all its thickness. (C) Coalescent millimetric size frozen cups visible on the upper cortical surface of a millstone slab; the frozen flakes were staying in place. Pictures: J. Despriée.

biface portant une cupule caractéristique à sa face supérieure (cas 2).

4.2.4 - Orientation et pendage des éléments grossiers

Les cailloux et les fragments de plaque sont accumulés sur des épaisseurs variant de 15 à 40 cm, la base des accumulations reposant directement sur l'argile. Reconnaître l'orientation des cailloux et blocs de ces accumulations n'a pas été facile, car les indices d'allongement sont assez faibles, le rapport longueur/largeur (L/l) étant compris entre 1,2 et 1,3 en moyenne (fig. 17A). Les 122 pièces (3,9 %) ayant un indice d'allongement supérieur à 2 (et ne dépassant pas 3) ne sont pas statistiquement significatives. L'orientation qui a été retenue est celle des pièces en meulière ayant un rapport longueur/largeur $\geq 1,5$, soit 1 972 pièces (30 % de l'ensemble). Globalement, aucune direction préférentielle ne se dégage, un quart des éléments étant orientés selon chacune des quatre directions principales (fig. 17B). Il en est de même que l'on examine les blocs trouvés en surface des amas (démontages 0 à 2) ou en dessous, jusqu'à la surface de l'argile (démontages 3 à 6) (fig. 17C).

Pour les mêmes raisons morphologiques, le pendage des objets lithiques allochtones a été difficile à estimer ou à mesurer dans la partie fouillée. Pour les plaques et fragments de plaques de meulière qui ont des volumes parallélépipédiques, des surfaces planes et des chants orthogonaux, la position subhorizontale a été observée pour 48,9 % des fragments, la position oblique pour 33,4 % et la position verticale pour 13,7 % (fig. 18).

Pour les 942 fragments de plaques de meulière en position oblique (dont le gradient de l'inclinaison

observée est compris entre 30 et 60°), huit directions de pendage ont pu être enregistrées pour les pièces dont la longueur du grand axe est supérieure à 150 mm (449 pièces). L'orientation vers le cadran S-O qui est dominante avec 50 % des pièces, et même 60 % de celles dont la longueur du grand axe est supérieure à 200 mm (186 pièces).

Les pièces redressées en position verticale ou sur chant (13,7 %) sont petites, avec des dimensions moyennes inférieures à 100 mm de longueur et de largeur. Ces rares positions verticales pourraient résulter d'une mise en place des cailloux entre des éléments plus gros.

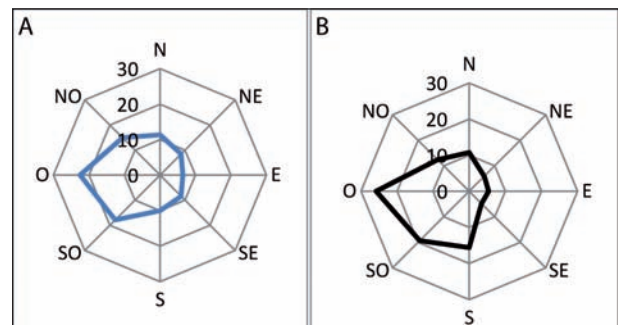


Fig. 18 : Diagramme des directions de pendage des plaques et fragments de plaques de meulière.

(A) Orientation des pendages des éléments ayant un grand axe d'une longueur supérieure à 150 mm. (B) Orientation des pendages des éléments ayant un grand axe d'une longueur supérieure à 250 mm

Fig. 18: Diagram of sloping directions of millstone slabs and fragments of millstone slabs. (A) Orientations of sloping of the elements with principal axis longer than 150 mm. (B) Orientations of sloping of the elements with principal axis longer than 250 mm.

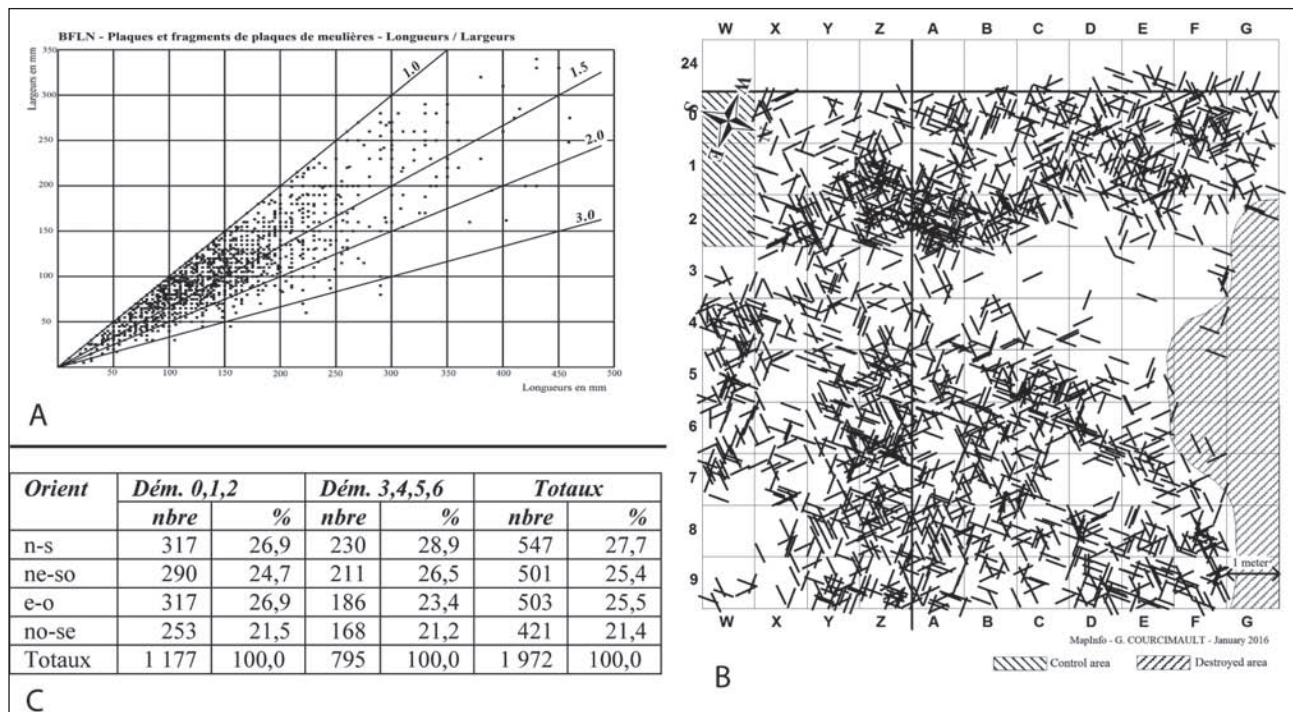


Fig. 17 : La Noira, sous-unité a1. Orientation des plaques et fragments de plaques en meulière.

(A) Diagramme d'allongement de la population. (B) Distribution spatiale des pièces lithiques selon leur orientation. (C) Tableau de répartition des orientations selon les démontages.

Fig. 17: La Noira, sub-unit a1. Orientation of the slabs and fragments of millstone slabs. (A) Diagram of lengthening of the assemblage. (B) Spatial distribution of the lithic elements according to their orientation. (C) Table of distribution of the orientations according to the excavating phases.

5 - DISCUSSION

La détermination des natures pétrographiques des éléments grossiers de la *sous-unité a1*, leurs différentes morphologies, les aspects de surface et les stigmates de transport observés, permettent de situer les sources potentielles des matériaux retrouvés sur la surface du substratum argileux de la Noira et de caractériser les modes de transport de ces roches jusqu'au site (tab. 1). Les stigmates d'altération devraient également permettre de corréler la phase de mise en place de ces matériaux avec certaines des phases du cycle climatique à l'origine des *sous-unités a1* et *a2* et des unités fluviales qui les ont recouvertes. Enfin, la géométrie observée dans les amas permet-elle d'émettre des hypothèses quant aux traces éventuellement laissées par les hominidés lors de l'exploitation des amas comme gîtes à matériaux ?

5.1 - ORIGINES, DÉPLACEMENTS ET ALTÉRATIONS DES ROCHES

Quel que soit l'endroit étudié, les accumulations en amas ou dans les cuvettes contiennent un mélange de roches allochtones et de roches locales.

5.1.1 - Les roches allochtones

Les roches allochtones déterminées sont des roches magmatiques et métamorphiques, et des roches sédimentaires siliceuses.

Les sources de roches magmatiques et métamorphiques les plus proches se trouvent en amont sur la bordure nord du Massif central (plateau d'Aigurande). Les cailloux de gneiss, de granite sont souvent altérés « à cœur » et transformés en masses argileuses et sableuses friables, ce qui indique de très longues durées d'altération hors du gîte originel. Les morphologies des galets de quartzite et des blocs usés polyédriques de quartz, et les stigmates très nombreux visibles en surface (impacts, émoussé, concassage, patines...) indiquent que tous ces éléments lithiques ont subi des transports de type fluvial à haute énergie, assez longs et à diverses reprises (Wadell, 1932 ; Krumbein, 1938, 1941 ; Cailleux, 1945, 1947 ; Cailleux & Tricard, 1959 ; Vatan, 1967 ; Douglas, 1994).

Les roches sédimentaires (grès, chailles) proviennent des premières auréoles du sud du Bassin parisien : le Trias (du Boischaud sud), le Lias et le Dogger (de Champagne berrichonne) (fig. 19). Les blocs de minerai de fer qui

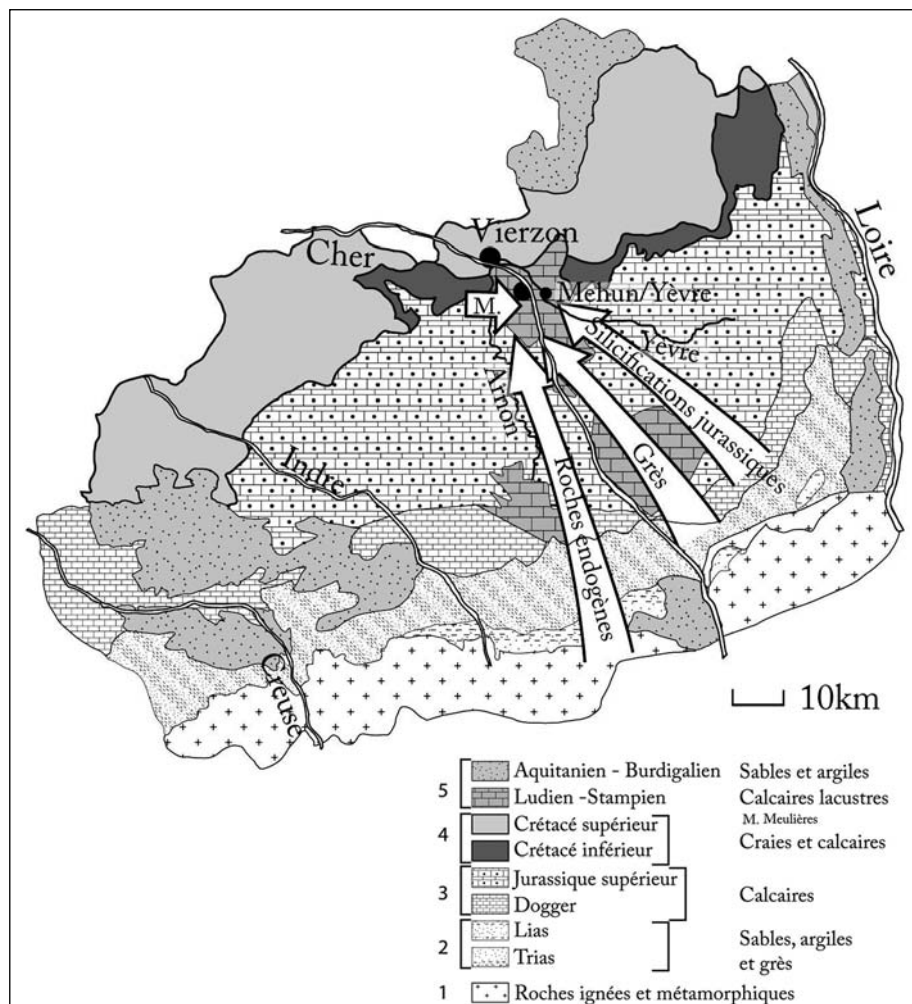


Fig. 19 : Sens de déplacement des éléments allochtones répandus sur la pénéplaine depuis le Massif central jusqu'à Vierzon au Cénozoïque. 1/ Plateau d'Aigurande. 2/ Boischaud sud. 3/ Champagne berrichonne. 4/ Boischaud nord. 5/ Calcaires lacustres (Berry et bordure sud de la cuvette de Sologne). Carte d'après Despriée *et al.*, 2016, modifiée.
 Fig. 19: Direction of the river transportations of the allochthonous rocks on the peneplain since Massif central to Vierzon during Cenozoic Era. 1/ Aigurande Plateau. 2/ Southern Boischaud. 3/ Champagne of Berry. 4/ Northern Boischaud. 5/ Lacustrine limestone (Berry and southern range of the Sologne Basin). Map after Despriée *et al.*, 2016, modified.

les accompagnent proviennent des carapaces latéritiques mises en place sur la région à l'Eocène puis démantelées. Après leur libération par dissolution des bancs calcaires qui les contenaient, les fragments de chailles ont eux-aussi subi dans leur épaisseur ces phénomènes de latérisation (Debrand-Passard, 1982 ; Debrand-Passard *et al.*, 1972, 1975, 1977, 1978 ; Lablanche *et al.*, 1984, 1994 ; Fleury *et al.*, 1994 ; Lorenz, 1992).

Les déterminations pétrographiques de la fraction grossière de la *sous-unité a1* indiquent donc des roches d'origines lointaines. Si l'on se réfère aux gîtes les plus proches de la Noira, les roches allochtones présentes sur le site ont en effet été déplacées depuis l'amont sur des distances comprises entre 120 et 60 km (fig. 19).

Des cailloux et des blocs de ces mêmes variétés pétrographiques, présentant les mêmes morphologies et les mêmes dimensions, ont été décrits sur la pénélaine qui s'étend depuis la bordure du Massif central jusqu'à Vierzon. Ils ont été observés dans des épandages en cônes de déjection torrentiels, en traînées remplissant des paléo-chenaux, ou déposés en glaciis (fig. 19). Les témoins observés dans les paléo-chenaux montrent des stratifications de type fluvatile. Les matériaux hétérométriques sont emballés dans une matrice limoneuse ou sablo-argileuse. Les gros éléments (jusqu'à 20 cm) sont des galets de quartz blanc, de granite, des blocs de chailles émoussés, des galets de grès durs et grossiers et de grès triasiques fins et tendres. On a aussi observé des fragments de brèche, des chailles latéritisées et des silicifications arrachées aux formations continentales éocènes. Ces épandages sont indiqués sur les cartes de la région sous la dénomination de « Formations détritiques » ou cartographiés dans les « alluvions anciennes indifférenciées » *Fu ou Fv*. Malgré l'absence d'élément de datation, les témoins sont généralement placés dans le « Plio-Quaternaire » en raison de leur position élevée immédiatement au-dessus des versants des rivières (Debrand-Passard *et al.*, 1977 et 1978 ; Lablanche *et al.*, 1994 ; Manivit *et al.*, 1994 ; Larue et Etienne, 1998).

Au Quaternaire, par suite de la mise en place des drainages que nous connaissons aujourd'hui, l'érosion liée aux incisions successives a démantelé ces dépôts détritiques qui n'occupent plus maintenant que le sommet des interfluvés où ils sont conservés sur de faibles épaisseurs (1,50 m à 3 m). L'érosion ayant souvent entraîné la matrice argilo-sableuse, ils se présentent sous la forme d'accumulation de gros éléments directement sur le substratum calcaire ou ayant glissé sur les versants (Lablanche *et al.*, 1994 ; Larue & Etienne, 1998).

De tels témoins sont notamment visibles sur l'interfluve Cher-Arnon et l'un d'eux est partiellement conservé juste au-dessus de la Noira (fig. 1). On peut y noter une grande analogie dans les natures, les morphologies et les stigmates des matériaux qui le composent avec ceux de l'*unité a*, ce qui semble désigner l'interfluve Cher-Arnon comme origine possible pour les cailloux de roches magmatiques et métamorphiques, les galets de grès et les fragments de nodules de chailles.

Mélangées aux cailloux de roches endogènes, 10 pièces taillées (nucléus et éclats), roulées, aux arêtes très émoussées et aux bords concassés (> 10 mm) montrent les mêmes altérations. Elles portent en effet les mêmes patines de surface et ont vraisemblablement été transportées avec ces matériaux allochtones dans les dépôts de pente.

5.1.2 - Les roches locales

Des plaques de meulière lacustre et des nodules colorés par la sépiolite sont constamment mélangés aux roches allochtones dans les amas de la *sous-unité a1*.

Les meulières, qui constituent près de la moitié du stock étudié sont des silicifications diagénétiques présentes dans les calcaires lacustres formant le substratum du plateau et des versants de la vallée du Cher dans le secteur Brinay-Quincy. Sur l'interfluve Cher-Yèvre, elles ont été observées dans la partie supérieure des calcaires (Person *et al.*, 1994). D'après les relevés effectués dans les carrières ouvertes sur l'interfluve Cher-Arnon et autour de la Noira, les bancs de calcaire qui les contiennent se situent généralement entre 120 et 130 m NGF (Lablanche, 1982). A la Noira, le plancher d'incision, coté aux environs de 113 m NGF, se trouve au-dessous des niveaux de silicifications. Il faut noter qu'aucune plaque n'a été mise au jour lors des sondages et travaux effectués dans le calcaire lacustre sous le plancher d'incision.

5.2 - MISE EN PLACE DE LA SOUS-UNITÉ A1

Dans la *sous-unité a1*, roches allochtones et roches autochtones sont mélangées à des degrés divers, dans un sédiment sablo-graveleux très limoneux. Elles ont été déposées à la surface supérieure du substratum argileux sur lequel s'était arrêtée l'incision de la rivière. Cette incision pourrait s'être produite en début de phase glaciaire, d'après les modèles proposés par Antoine et Bridgland pour la Somme et la Tamise. En zone périglaciaire, de telles incisions sont généralement accompagnées de phénomènes de déstabilisation des versants avec apports de sédiments en fond de vallée par solifluxion, puis par gélifluxion (Antoine, 1993 ; Bridgland *et al.*, 1996 ; Bridgland, 2000).

Dans ces modes de transports et de dépôts de matériaux sur les pentes, des constantes dans l'orientation et le pendage ont été observées, qui permettent de caractériser le type ou l'agent à l'origine de la fabrication du dépôt (Curry, 1956 ; Woodcock, 1977 ; Douglas, 1994 ; Bertran & Texier, 1995 ; Bertran & Coutard, 2004). L'organisation isotrope du diamicton dans la partie nord de la coupe ouest paraît correspondre à une coulée de solifluxion (Bertran & Coutard, 2004).

Les sédiments constituant la *sous-unité a1* pourraient ainsi être descendus de leurs niveaux d'origine, depuis la « Formation des plateaux » contenant les roches allochtones ou depuis les nappes fluviales fossiles antérieures démantelées ; et, pour les meulières, depuis le versant de calcaire lacustre où elles furent mises au jour lors de l'incision. La zone de gisement des meulières pouvait

se trouver à environ 250 m sur le versant au-dessus du site de la Noira, au niveau d'un accident souligné encore aujourd'hui par un léger talus, malgré l'érosion du versant.

Arrivés en suivant la pente du versant nouvellement créé, les sédiments mal triés se sont déposés sur le plancher d'incision, les éléments les plus lourds se retrouvant au contact avec le substratum argileux tertiaire. Dans la zone nord, la répartition latérale des différentes classes granulométriques du nord vers le sud (fig. 4A, B et C) indique que les coulées de solifluxion ont d'une part été freinées par les reliefs séparant les chenaux et ont d'autre part comblé partiellement ces chenaux.

Par contre, les trois accumulations de plaques de meulière (fig. 4D, E, fig. 7 et 8) observées dans la partie sud de la *Coupe ouest* ont été déposées sur des replats subhorizontaux. Elles ont un périmètre frontal subcirculaire qui rappelle celui des lobes terminaux des coulées de débris : les meulière ont pu descendre en suivant le couloir d'érosion situé immédiatement au sud en limite de deux compartiments, et qui remonte jusque sur l'interfluve (fig. 1). Dans la coupe ouest, l'organisation des fragments de plaques de meulière apparaissait variable, avec une disposition planaire en tuiles (fig. 4D). En fait, dans la fouille, la variété des orientations observées dans les amas 1 et 2 indique plutôt une fabrique isotrope (Bertran & Texier, 2004). Dans les amas 1 et 2, les fragments des plaques inférieurs sont posés à plat sur le sol ; au-dessus, les pendages des fragments sont statistiquement dominants vers le S-O, c'est-à-dire orthogonalement à la pente générale du versant qui est à regard N-E. Cette orientation paraît cohérente avec les phénomènes de turbulence dans une coulée de débris, dont l'effet est augmenté par l'aplatissement de ce type de plaque qui basculent vers le haut en arrivant sur un obstacle déjà posé sur le sol.

A la Noira, dans la zone fouillée, aucune orientation préférentielle des cailloux et des plaques de meulière n'a pu être mesurée, les indices d'allongement étant presque toujours inférieurs à 1,5. Seules les meulière donnent quelques indications de pendage, la moitié étant à peu près à plat, un tiers en position oblique avec des directions préférentielles orthogonales à la pente.

5.3 - ÉVOLUTION TAPHONOMIQUE DES AMAS DE LA *SOUS-UNITE A1*

Les activités de tri en vue d'approvisionnement et les actions intentionnelles de bris, de débitage et de façonnage des hominés peuvent laisser supposer des modifications taphonomiques importantes postérieures au dépôt. Ces modifications auraient affecté la géométrie des amas et la taille (granulométrie) de certains éléments grossiers, notamment en meulière. Enfin des phénomènes d'érosion concomitants à la péjoration progressive du stade glaciaire faisant suite aux dépôts, auraient de nouveau pu modifier les accumulations naturelles ou anthropiques (Bertran & Lenoble, 2002 ; Lenoble *et al.*, 2003). Les analyses statistiques dont les résultats sont donnés ci-dessus pourraient donc se rapporter dans le secteur fouillé à des accumula-

tions nettement modifiées par les hominés ou par des phénomènes naturels postérieurs.

5.3.1 - Causes taphonomiques anthropiques

Parmi les 41,7 % de fragments de plaques gélivés recensés, beaucoup ne montraient pas de signes évidents de gélifraction. Lors des travaux de caractérisation pétrographique, un choc a souvent été nécessaire pour obtenir un son indicateur ou des débris caractéristiques : les hommes ont donc pu déplacer puis rejeter ou briser ces éléments gélivés mélangés aux éléments sains.

Parmi les plaques entières non gélivées, celles dont le périmètre cortical est entier sont très rares (4 %). Les fragments de plaques dont les chants anciennement cassés sont patinés sont aussi rares (4,8 %). Sur le périmètre de tous les autres fragments de plaques non gélivés, on observe des cassures fraîches formant des chants verticaux et montrant des traces d'impacts, des enlèvements périphériques selon une angulation proche de 120° (fig. 20A, B et C). Des stigmates caractéristiques, écrasements du cortex, arêtes et fissures reliant les points d'impacts, ont pu être reproduits expérimentalement. Ils indiquent un travail humain important consistant à briser les plaques de meulière pour en tirer des fragments aptes au débitage d'éclats ou au façonnage de bifaces. Ces stigmates ont également été retrouvés à de nombreuses reprises à la périphérie ou sur la surface supérieure des dalles de taille pluri-décimétrique (fig. 20, D, E et F) (Despriée *et al.*, 2016).

L'importance numérique de ces fragments brisés et des pièces façonnées (Moncel *et al.*, 2013 et 2016) laisse supposer des comportements humains propres à modifier profondément les accumulations naturelles par le tri selon la nature des roches ou selon l'altération, par la nécessité de choisir un ou des modules de plaques à briser. L'absence quasi-totale de remontage semble confirmer ces déplacements des fragments dans des zones d'ateliers, au moins sur des aires voisines non reconnues lors des fouilles.

5.3.2 - Causes climatiques

Dans la tranchée du fossé, des cuvettes coalescentes, probablement polygonales irrégulières, limitées par des remontées du calcaire et des argiles lacustres, ont été observées. Le regroupement des pierres dans ces cuvettes et le pendage de chaque élément vers le centre, semble correspondre à une cryoturbation du substratum argilo-calcaire postérieure au dépôt du cailloutis et à la présence des acheuléens. De telles figures avaient été soupçonnées dans la partie nord de la « *Coupe ouest* » (Despriée *et al.*, 2007) et un décapage mécanique du plancher d'incision avait déjà laissé supposer ces phénomènes dus au froid (fig. 21).

Ceci indiquerait la mise en place progressive d'un permafrost auquel on doit la présence, dans la zone du fossé, d'un fort pourcentage de matériaux gelés, qu'ils aient ou non été déjà gélivés lors d'un stade froid antérieur. Ces cryoturbations ne sont pas visibles dans le secteur fouillé et les pièces gelées postérieurement à leur arrivée sur le site sont peu nombreuses. Il semble qu'à cet endroit, le recou-

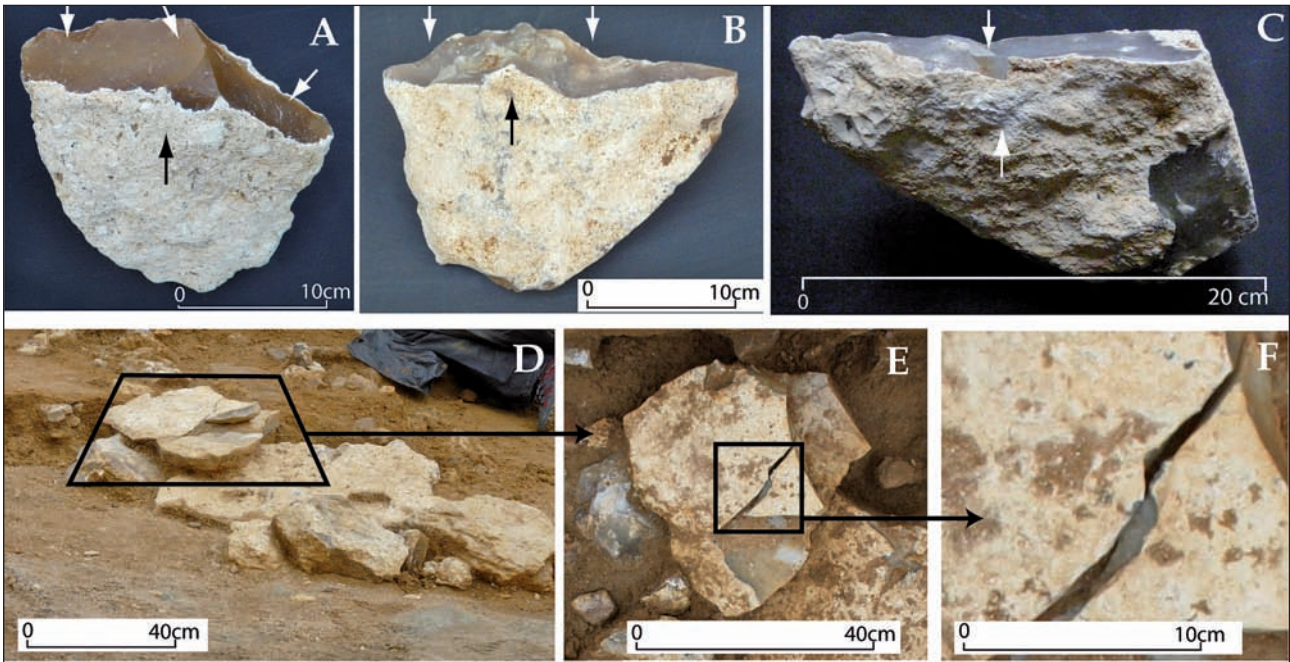


Fig. 20 : Plaques et fragments de plaques de meulière lacustre portant des stigmates d'actions anthropiques.

(A), (B), & (C) Chants frais orthogonaux, impacts et écrasements, angles sortants et rentrants caractéristiques avec leurs arêtes. (D), (E) & (F) Plaques exploitées à la périphérie. (E) Fragments *in-situ* ou absents. (F) Impact avec écrasement du cortex. Les flèches indiquent les points d'impact ou de contre-choc (d'ap. Despriée *et al.*, 2016). Clichés : J. Despriée

*Fig. 20: Slabs and fragments of lacustrine millstone slabs with stigmas of anthropogenic actions. (A), (B), & (C) Fresh orthogonal edges, with impacts and crushes, characteristic outer or internal angles and their ridge. (D), (E) & (F) Decimetric size millstone slabs broken on their perimeter. (E) Fragments in situ or absent. (F) Impact with crushing of the cortical surface. Arrows indicate impact points or opposite shocks (after Despriée *et al.*, 2016). Pictures : J. Despriée.*

vrement de la *sous-unité a1* par les limons sableux de la *sous-unité a2*, dont on ne connaît pas l'épaisseur originelle, ait protégé du froid les meulières brisées et taillées. Les seuls stigmates visibles sur ces meulières sont des cupules millimétriques présentes sur la seule face supérieure des fragments.

Ces cupules n'affectent que l'épaisseur corticale, très fragile, de ces pièces. Leur présence sur les surfaces des fragments de meulière portant des traces de bris, de débitage et de façonnage, indique que ces produits d'activités anthropiques ont bien été enfouis en même temps que les amas auxquels ils sont associés et ont été



Fig. 21 : Organisation polygonale des calcaires, argiles et gros cailloux mis au jour lors d'un décapage mécanique du plancher d'incision pendant l'exploitation de la sablière. Cliché : J. Dépont.

Fig. 21: Polygonal organization of the limestones, clays and cobbles discovered after a stripping of the incision floor during extraction in the sand quarry. Picture: J. Dépont.

protégés du gel. La fraîcheur des surfaces et des tranchants des autres pièces taillées qui sont toutes « non patinées », qui ne portent aucune trace de gel, ont vraisemblablement été enfouis rapidement et protégés du froid. Les bifaces, nucléus, éclats et fragments brisés qui ne portent aucun stigmate de transport n'auraient donc vraisemblablement pas été déplacés lors de l'arrivée des coulées de solifluxion correspondant à la *sous-unité a2* transportant surtout des limons, des sables et des graviers. Les tranchants des éclats les plus fins ne montrent généralement que des esquillages et grignotages d'utilisation et beaucoup de fils de tranchants sont absolument intacts.

Toutefois des éclats trouvés dans la base de la *sous-unité a2* confirment au moins la possibilité d'un faible déplacement des pièces les plus légères situées en surface des amas.

6 - CONCLUSION

Dans le bassin de la Loire moyenne, en région Centre-Val de Loire, le gisement acheuléen de la Noira, daté de 665 ± 55 ka, est un exemple de site ayant livré des preuves d'une présence humaine importante à une époque très ancienne pour la zone considérée, associées à des niveaux géologiques mis en place par des phénomènes d'érosion liés aux variations climatiques quaternaires. Après la fin de l'incision du substratum par la rivière et la déstabilisation des versants au cours d'une phase de transition climatique en début interglaciaire et glaciaire, des matériaux de natures variées provenant de l'interfluve ou du versant surplombant la localité se sont accumulés sur le substrat du chenal nouvellement formé. Les hommes préhistoriques ont profité de ces accumulations de matériaux lithiques pour mettre en place une stratégie d'approvisionnement en meulière lacustre, matériau siliceux de bonne qualité. Par leur tri de plaques non gélivées, le déplacement de ces plaques et des fragments obtenus en vue du débitage d'éclats ou du façonnage de bifaces, sur des « ateliers » voisins – non retrouvés – ils ont probablement modifié les dépôts naturels.

Des phénomènes périglaciaires liés à la présence d'un sol gelé en permanence sont enregistrés postérieurement à l'occupation humaine. Un recouvrement important par solifluxion du niveau archéologique a sans doute protégé une partie des ateliers qui ont ensuite été fossilisés par les épaisses formations fluviatiles déposées par le Cher.

La bonne conservation des produits de l'activité humaine autour des accumulations naturelles a permis également de caractériser la meulière, un matériau siliceux que les hommes avaient à leur disposition et qu'ils ont récolté et utilisé sur place dès le début du Pléistocène moyen. Ce matériau qui correspond à une silicification en milieu lacustre est très répandu en région Centre-Val de Loire, mais n'avait jamais jusqu'alors été cité pour avoir été utilisé aussi anciennement par les hominins.

Les résultats des recherches pluridisciplinaires menées depuis le début des années 2000 sur le gisement acheuléen de la Noira ont donc permis d'en construire progressivement le cadre géologique, géochronologique et paléoenvironnemental. La présence d'un groupe humain porteur de la technique acheuléenne au bord du cours d'eau semble avoir été particulièrement influencée par le déroulement du cycle climatique que les datations des sédiments fluviatiles recouvrant le niveau archéologique permettent de rapprocher du MIS 16.

La découverte de plusieurs autres sites dans une position primaire similaire au-dessus du plancher d'incision de la vallée mais sous des formations fluviatiles d'âges différents déposées tout au long du Pléistocène moyen, semble indiquer que ce type d'occupation, vraisemblablement discontinue, s'est répété au fur et à mesure de la récurrence des cycles climatiques dans la même phase de transition climatique interglaciaire-glaciaire.

REMERCIEMENTS

Nous remercions le ministère de la Culture (Drac du Centre), la région Centre-Val de Loire (ARCHÉA) et le Muséum national d'Histoire naturelle (Département de Préhistoire) pour le soutien financier au projet de recherches sur « Les premiers peuplements dans les formations alluviales fossiles du bassin de la Loire moyenne » depuis 2003 ; M. et Mme Le Roh et leur famille, propriétaires du terrain de la Noira à Brinay pour leur accueil et leur aide. Nous remercions les relecteurs, Mme Sylvie Coutard et M. Jean-Luc Locht pour leurs corrections et remarques qui ont permis d'améliorer ce travail.

RÉFÉRENCES

- ANTOINE P., 1993 - Le système de terrasses du bassin de la Somme : modèle d'évolution morphosédimentaire cyclique et cadre paléoenvironnemental pour le Paléolithique. *Quaternaire*, 4 (1), 3-16.
- ANTOINE P., LOCHT J.-L., LIMONDIN-LOZOUET N., AUGUSTE P., BAHAIN J.-J., FAGNART J.-P., DEBENHAM N. & DUCROCQ T., 2014 - Géoarchéologie et préhistoire : le modèle de la vallée de la Somme et des régions avoisinantes au Quaternaire. In G. Arnaud-Fassetta & N. Carcaud (eds.), *La géoarchéologie française au XXI^e siècle*. Éditions du CNRS, Paris, 71-87.
- AMELIN P., 1985 - Industries du Paléolithique inférieur et moyen et leur contexte géologique de Villefranche-sur-Cher à Gièvres (Loir-et-Cher). In H. Delétang (ed.) « Archéologie en Sologne », *La Sologne et son passé*, 17, 3-10.
- BERTRAN P., FRANCOU B. & PECH P., 1993 - Stratogénèse associée à la dynamique des coulées à front pierreux en milieu alpin, La Mortice, Alpes méridionales, France. *Géographie Physique et Quaternaire*, 47 (1), 93-100.
- BERTRAN P. & LENOBLE A., 2002 - Fabriques des niveaux archéologiques : méthode et premier bilan des apports à l'étude taphonomique des sites paléolithiques. *Paléo*, 14, 13-28.
- BERTRAN P. & TEXIER J.-P., 1995 - Fabric Analysis: Application to Paleolithic Sites. *Journal of Archaeological Science*, 22 (4), 521-535.
- BERTRAN P. & TEXIER J.-P., 2004 - La caractérisation des dépôts. In P. Bertran (ed.), *Dépôts de pente continentaux. Dynamique et faciès*. Quaternaire Hors-série, 1, 7-23.
- BERTRAN P. & COUTARD J.-P., 2004 - Processus sédimentaires. Solifluxion. In P. Bertran (ed.), *Dépôts de pente continentaux. Dynamique et faciès*. Quaternaire Hors-série, 1, 84-109.
- BOURGEOIS Ab. L., 1865 - Note sur le diluvium de Vendôme (Loir-et-Cher). *Bulletin de la Société Archéologique, Scientifique et Littéraire du Vendômois*, 4 (2), 75-83.

- BRIDGLAND D.R., 2000 - River terrace systems in north-west Europe: an archive of environmental change, uplift and early human occupations. *Quaternary Science Reviews*, **19** (13), 1293-1303.
- BRIDGLAND D.R. & ALLEN P., 1996 - A revised model of terrace formation and its significance for the early Middle Pleistocene terrace aggradation of the north-east Essex, England. In C. Turnier (ed.), *The early Middle Pleistocene in Europe*, Bakelma, Rotterdam, 121-134.
- CAILLEUX A., 1945 - Distinction des galets marins et fluviaux. *Bulletin de la Société géologique de France*, S5-XV (7-8), 375-404. DOI : 10.2113/gssgfbull.S5-XV.7-8.375
- CAILLEUX A., 1947 - L'indice d'éroulé. Définition et première application. *Compte rendu sommaire de la Société géologique de France*, 13-14, 251-252.
- CAILLEUX A. & TRICARD J., 1959 - Valeurs numériques, Galets. Granulométrie, Morphoscopie et Nature des sables. In A. Cailleux & J. Tricard, *Initiation à l'étude des sables et galets*. vol. III, Centre de Documentation universitaire, Paris, 77-82.
- COUTARD J.-P., GABERT P. & OZOUF J.-C. 1988 - Étude du processus de cryoérosion en divers sites de la Haute-Loire (Alpes du Sud). *Bulletin - Centre de Géomorphologie de Caen*, **34**, 9-28.
- CURRAY J. R., 1956 - The analysis of two dimensional orientation data. *Journal of Geology*, **64** (2), 117-134.
- DEBRAND-PASSARD S., 1982 - *Le Jurassique supérieur du Berry (Sud du bassin de Paris, France)*. Mémoire du Bureau de Recherches Géologiques et Minières, Orléans, 119, 228 p.
- DEBRAND-PASSARD S., LABLANCHE G., REYX J. & FLAMAND D., 1972 - *Carte géologique de la France à 1/50 000, feuille Châteauroux (544). Notice explicative*. Bureau de Recherches Géologiques et Minières, Orléans, 18 p.
- DEBRAND-PASSARD S., LABLANCHE G., HALFON J. & BUISSON J.-L., 1975 - *Carte géologique de la France à 1/50 000, feuille Issoudun (545). Notice explicative*. Bureau de Recherches Géologiques et Minières, Orléans, 26 p.
- DEBRAND-PASSARD S., LABLANCHE G., FLAMAND D., SOULAS J.-P., CAVELIER C., DESPREZ N., CAUDRON M. & LAFARGE M., avec la collaboration de DESPREZ N., BOS P., DURAND E., TRAUTMANN F., & BAMBIER A 1977 - *Carte géologique de la France à 1/50 000, feuille Bourges, (519). Notice explicative*. Bureau de Recherches Géologiques et Minières, Orléans, 45 p.
- DEBRAND-PASSARD S., MARTIN B., PETITFILS B. MÉDIONI R., AUDBOURG B., LABLANCHE G. & FLAMAND D., avec la collaboration de DESPREZ N., 1978 - *Carte géologique de la France à 1/50 000, feuille de Vatan (518). Notice explicative*. Bureau de Recherches Géologiques et Minières, Orléans, 48 p.
- DÉPONT J., 1981 à 1991 - *Prospections vieilles industries de Saint-Amand-Montrond à Vierzon (Cher)*. Rapports annuels à la Direction Régionale des Antiquités Préhistoriques du Centre (Ministère de la Culture, DRAC-Centre).
- DÉPONT J., 1984 - Une industrie acheuléenne dans son contexte géologique : la sablière des « Fougères » à Brinay (Cher). *Cahiers d'Archéologie et d'Histoire du Berry*, **78**, 19-31.
- DESPRIÉE J., 1979 - *Les industries du Paléolithique inférieur et moyen dans la vallée du Loir vendômois (Loir-et-Cher) dans leur contexte géologique*. Thèse de doctorat, Géologie du Quaternaire et Préhistoire, Université de Provence, Aix-Marseille I, 388 p.
- DESPRIÉE J., 1985 - Les industries du Paléolithique inférieur et moyen de la Formation des « Grouais-de-Chicheray », commune de Pezou, Loir-et-Cher. *Revue archéologique du Centre de la France*, **XXIV** (2), 145-189.
- DESPRIÉE J. & LORAIN J.-M., 1972 - Une industrie à choppers dans les alluvions du Loir à Pezou (Loir-et-Cher). *Gallia Préhistoire*, **15** (1), 3-24.
- DESPRIÉE J., GAGEONNET R., VOINCHET P., BAHAIN J.-J., FALGUÈRES C. & DÉPONT J. 2005 - Les industries à bifaces des nappes alluviales du bassin moyen de la Loire en région Centre : situations stratigraphiques et datations RPE. In N. Molines, M.-H. Moncel & J.-L. Monnier (eds.), *Données récentes sur les modalités de peuplement et le cadre chronostratigraphique, géologique et paléogéographique des industries du Paléolithique ancien et moyen en Europe (Colloque de Rennes, 22-25 septembre 2003)*. British Archaeological Reports, **S1364**, 431-444.
- DESPRIÉE J., VOINCHET P., BAHAIN J.-J., TISSOUX H., FALGUÈRES C., DÉPONT J., & DOLO J.-M., 2007 - Les nappes alluviales pléistocènes de la vallée moyenne du Cher (région Centre, France) : Contexte morpho-sédimentaire, Chronologie RPE et Préhistoire. Premiers résultats. *Quaternaire*, **18** (4), 349-368.
- DESPRIÉE J., VOINCHET P., TISSOUX H., MONCEL M.H., ARZARELLO M., ROBIN S., BAHAIN J.-J., FALGUÈRES C., COURCIMAULT G., DÉPONT J., GAGEONNET R., MARQUER L., MESSAGER E., ABDESSADOK S., PUAUD S., 2010 - Lower and Middle Pleistocene human settlements in the middle Loire River Basin, Centre Region, France. *Quaternary International*, **223-224**, 345-359.
- DESPRIÉE J., VOINCHET P., TISSOUX H., BAHAIN J.-J., FALGUÈRES C., COURCIMAULT G., DÉPONT J., MONCEL M.-H., ROBIN S., ARZARELLO M., SALA R., MARQUER L., MESSAGER E., PUAUD S. & ABDESSADOK S., 2011 - Lower and Middle Pleistocene human settlements recorded in fluvial deposits of the middle Loire River Basin, Centre Region, France. *Quaternary Science Reviews*, **30** (11-12), 1474-1485.
- DESPRIÉE J., COURCIMAULT G., MONCEL M.H., VOINCHET P., TISSOUX H., PUAUD S., GALLET X., BAHAIN J.-J., MORENO GARCIA D. & FALGUÈRES C., 2016 - The Acheulean site of la Noira (Centre region, France): Characterization of materials and alterations, choice of lacustrine millstone and evidence of anthropogenic behaviour. *Quaternary International*, **411** (Part B), 144-159.
- DESPRIÉE J., VOINCHET P., COURCIMAULT G., BAHAIN J.-J., PUAUD S., MORENO D., MONCEL M.-H., CHANTREAU Y., TISSOUX H., GALLET X., CHAPON SAO C., ABDESSADOK S. & FALGUÈRES C., 2017 - Le site pléistocène moyen de « la Noira » à Brinay (Cher) : un exemple d'enregistrement climato-sédimentaire dans une vallée du bassin de la Loire moyenne (région Centre, France). *Quaternaire*, **28** (1), 31-49.
- DOUGLAS D.I., 1994 - Fabric shape and the interpretation of sedimentary fabric data. *Journal of Sedimentary Research*, **64** (4a), 910-911.
- FLEURY R., LABLANCHE G. & MAUGENEST M.-C., GROS Y. & MAGET P., 1994 - *Carte géologique de la France à 1/50 000, feuille Saint-Martin-d'Auxigny (492). Notice explicative*. Bureau de Recherches Géologiques et Minières, Orléans, 63 p.
- FLORANCE E.-C., 1922 - Essai d'Archéologie Préhistorique pour le Loir-et-Cher. In : *L'Archéologie Préhistorique, protohistorique et Gallo-romaine en Loir-et-Cher*; t. 1. Bulletin de la Société d'Histoire naturelle et d'Anthropologie de Loir-et-Cher, 148 p.
- GAGEONNET R., 1991 - *Fichier des sites préhistoriques de la vallée du Cher découverts lors des prospections 1985-1991*. Rapport non publié. Direction des Antiquités Préhistoriques du Centre, Service régional de l'Archéologie, DRAC, Orléans, 23 p.
- GRATIER M. & MACAIRE J.J., 1981 - Les alluvions anciennes de la Creuse à Yzeures-sur-Creuse (Indre-et-Loire). Paléoenvironnement et Préhistoire. *Gallia Préhistoire*, **XXIV**, 1, 229-237
- KRUMBEIN W.C., 1938 - Size frequency distribution of sediments and the normal Φ curve. *Journal of sedimentary Petrology*, **8** (3), 84-90.
- KRUMBEIN W.C., 1941 - Measurements and geological significations of shape and roundness of sedimentary particles. *Journal of sedimentary Petrology*, **11** (2), 64-72.
- LABLANCHE G., 1982 - *Les calcaires lacustres paléogènes de la Champagne berrichonne (étude cartographique, pétrographique, reconstitution du milieu de sédimentation)*. Document du B.R.G.M., **49**, Éditions du Bureau de Recherches Géologiques et Minières, Orléans, 127 p.
- LABLANCHE G., MARCHAND D. & DESPREZ N., (1984) - *Notice de la carte géologique de la France à 1/50 000, feuille de Châteauneuf-sur-Cher (carte géologique par Lablanche G)*. Bureau de Recherches géologiques et minières, Orléans, 546, 34 p.
- LABLANCHE G., MARCHAND D., LEFAVRAIS-RAYMOND A., DEBRAND-PASSARD S., GROS Y., DEBEGLIA N., MAGET P. & LALLIER D., 1994 - *Carte géologique de la France à 1/50 000, feuille Saint-Amand-Montrond. Notice explicative (572)* Bureau de Recherches Géologiques et Minières, Orléans, 572, 81 p.
- LARUE J.P. & ÉTIENNE R., 1998 - Les formations détritiques miocènes, pliocènes et quaternaires entre le Massif central et la Sologne. Nouveaux éléments d'interprétation. *Géologie de la France*, **1**, 39-56.
- LEFEBVRE D., ANTOINE P., AUFFRET J.-P., LAUTRIDOU J.-P. & LECOLLE F., 1994 - Réponses de la Seine et de la Somme aux événements climatiques, eustatiques et tectoniques du Pléistocène moyen et récent : rythmes et taux d'érosion. *Quaternaire*, **5** (3), 165-172.
- LENOBLE A., BERTRAN P., LACRAMPE F., BOURGUIGNON L. & DETRAIN L., 2003 - Impact de la solifluxion sur les niveaux archéologiques : simulation à partir d'une expérience en milieu actif et application à des sites paléolithiques aquitains. *Paléo*, **15**, 105-122.
- LORENZ J., 1992 - *Le Dogger du Berry. Contribution à la connaissance des plates-formes carbonatées européennes du Jurassique*. Document du BRGM, **212**. 430 p.
- MACAIRE J.-J., 1976 - Sur les alluvions du Cher dans son cours inférieur (de Chabris à Tours). *Revue de Géographie physique et de Géologie dynamique*, 2^e série, **18**, 19-48.

- MANIVIT J., avec la collaboration de DEBRAND-PASSARD S., GROS Y., & DESPREZ N., 1994** - *Carte géologique de la France à 1/50 000, feuille de Vierzon. Notice explicative (491)*. Bureau de Recherches Géologiques et Minières, Orléans, 50 p.
- MONCEL M.-H., DESPRIÉE J., VOINCHET P., TISSOUX H., MORENO GARCIA D., BAHAIN J.-J., COURCIMAULT G. & FALGUÈRES C., 2013** - Early evidence of Acheulean settlement in Northwestern Europe – la Noira Site, a 700 000 year-old occupation in the center of France. *PLoS One*, **8** (11) 1- 22
- MONCEL M.-H., DESPRIÉE J., VOINCHET P., COURCIMAULT G., HARDY B., BAHAIN J.-J., PUAUD S., GALLET X., FALGUÈRES C., 2016** - The acheulean workshop of la Noira (France, 700 ka) in the European technological context. *Quaternary International*, **393**, 112-136.
- MONNIER J.-L. & DESPRIÉE J., 1989** - Les plus anciennes industries dans le nord-ouest de la France. In *Les Premiers Européens*, E. Bonifay & B. Vandermeersch, Drs. Ed. CTHS, Paris, pp. 39-45.
- MORENO GARCIA D., 2007** - *Etude stratigraphique et sédimentologique du site acheuléen en contexte alluvial de Brinay-Les Fougères, "la Noira", vallée du Cher, Région Centre, France*. Master 2 official en Quaternari I Prehistoria, Arqueologia del Quaternari I Evolucio Humana, Universitat Rovira Virgili, Tarragona, Espana. 125 p.
- PERSON A., TOURENQ J. & TROCHON T., 1994** - Sépiolite et silicifications indicateurs de paléoenvironnement lacustre, au sommet des calcaires cénozoïques du Berry (bassin de Mehun-sur-Yèvre, Cher). *Géobios*, **27** (Supplement 1), 293-305.
- VATAN E., 1967** - *Manuel de sédimentologie*. Ed. Technip, Paris, 397 p.
- VIBRAYE P. de, 1863** - Les silex ouvrés dans le diluvium du Loir-et-Cher. *Comptes rendus de l'Académie des Sciences de Paris*, LVI, 577.
- VOINCHET P., DESPRIÉE J., GAGEONNET R., FALGUÈRES C., BAHAIN J.-J., TISSOUX H., DÉPONT J. & DOLO J.-M., 2007** - Datation par ESR de quartz sédimentaire : mise en évidence de la tectonique au Quaternaire et de son influence dans la géométrie des nappes alluviales du bassin de la Loire moyenne en région Centre. *Quaternaire*, **18** (4) 335-347.
- VOINCHET P., DESPRIÉE J., TISSOUX H., FALGUÈRES C., BAHAIN J.-J., GAGEONNET R., DÉPONT J., DOLO J.-M., 2010**. ESR chronology of alluvial deposits and first human settlements of the Middle Loire Basin (Region Centre, France), *Quaternary Geochronology*, **5** (2-3), 381-384.
- WADELL, H., 1932** - Volume, shape and roundness of rock particles. *Journal of Geology*, **40** (5), 443-451.
- WENTWORTH C.K., 1922** - A scale of grade and class for clastic sediments. *Journal of Geology*, **30** (5), 377-392.
- WOODCOCK N.H., 1977** - Specification of fabric shapes using an eigenvalue method. *Bulletin of the Geological Society of America*, **88** (9), 1231-1236.
- YVARD J.C., 1968** - Préhistoire du moyen niveau du Cher à Gièvres (Loir-et-Cher). *Bulletin des Amis du musée du Grand-Pressigny*, **19**, 50-53.