



Géochronologie et Préhistoire des nappes fluviatiles fossiles du Loir vendômois à Naveil, Villiers, Thoré et Lunay (Loir-et-Cher)

JACKIE DESPRIÉE¹⁻³⁻⁴, GILLES COURCIMAULT⁴, PIERRE VOINCHET¹,
HÉLÈNE TISSOUX²⁻¹, JEAN-JACQUES BAHAIN¹, CHRISTOPHE FALGUÈRES¹

Introduction

En amont et en aval de la ville de Vendôme (Loir-et-Cher), le Loir a incisé le plateau du Faux-Perche sur environ 6 km de large et 70 m de profondeur environ. Les versants sont tantôt en pente assez douce, et tantôt constitués d'escarpements liés à la mise en place du drainage selon des accidents tectoniques locaux. Au fur et à mesure de l'incision quaternaire, la rivière a déposé des alluvions, dont certains témoins ont été conservés sur les versants malgré l'érosion. Ces témoins ont une épaisseur moyenne d'environ cinq mètres, avec parfois une surface supérieure plane ou légèrement bombée, ils forment alors un relief topographique caractéristique appelé «terrasse».

À la fin du XVIII^e siècle, les terrasses d'alluvions visibles sur les versants des vallées furent considérées comme le résultat de dépôts successifs par le fleuve ou la rivière qui y coule encore actuellement, et non comme le résultat (*diluvium*) d'un cataclysme unique tel que le «Déluge biblique» (ANTOINE, *in* BUFFON, 1779; COUPÉ, 1806; BOUBÉE, 1835, 1847a et b). C'est également à cette époque que l'on commença de s'interroger sur la présence, dans ces alluvions, d'ossements d'animaux disparus et d'objets en pierre taillée qui leur étaient parfois associés (FRÈRE, 1800) et donc d'entrevoir la possible existence d'un «Homme antédiluvien» dénommé ensuite «Homme quaternaire». À partir de ces observations, les recherches se multiplièrent dans les vallées de la Somme, de la Seine, de l'Eure et du Loir notamment (BOUCHER DE PERTHES, 1847-1856; BOISVILLETTE, 1848, 1850; DESNOYERS, 1863a et b; GAUDRY, 1859; LARTET, 1859-1860, 1860; VIBRAYE, 1863; BOURGEOIS, 1863, 1865, 1867; NADAILLAC, 1864, MORTILLET, 1885).

Dans la dernière partie du XIX^e siècle, les formations fluviatiles (terrasses composées d'alluvions) furent indiquées sur les cartes géologiques qui étaient alors systématiquement réalisées sur le territoire français

1. UMR 7194, Histoire naturelle de l'Homme Préhistorique (HNHP), Département Homme et Environnement, Muséum national d'Histoire naturelle, 1, rue René-Panhard 75013 Paris.

2. Unité Géologie de l'Aménagement des Territoires, Bureau de recherches géologiques et Minières, 3, avenue Claude-Guillemain, BP 36009, 45060 Orléans Cedex 2.

3. Société Archéologique, Scientifique et Littéraire du Vendômois, ancien tribunal, Quartier Rochambeau, BP 30023, 41101 Vendôme Cedex.

4. Centre régional de recherches archéologiques, 18, rue Charles-Lindbergh, 41000 Blois.

CHAPUT (1917)	DENIZOT (1950)	DESPRIÉE (1979)	MANIVIT et al (1983)	GIOT (1999)	DESPRIÉE et al. (2003)	TISSOUX et al. (2011)
<i>Altitude relative du sommet de chaque nappe au-dessus de la plaine alluviale ou de l'étiage</i>					<i>Altitudes relative du sommet de chaque nappe au-dessus du plancher de la nappe de fond</i>	<i>Altitudes relatives du sommet et de la base de chaque nappe au-dessus du plancher de la nappe de fond</i>
75-80 m						
55-60 m		+ 55 m		+ 60m Haute terrasse Fw1	+59 m Nappe J	+59 m
					+ 52 m Nappe I	+56/+51 m
35-40 m	+ 40 m Haut-niveau a ^{1a}	+ 40m		+40/+45 m Haute terrasse Fw2		+ 47 m
					+34 m Nappe H	+36/+26 m
15-20 m	+18/+20 m Moyen-niveau	+ 24 m	+10/+25 m Alluvions anciennes Fx	+15/+25 m Moyenne terrasse Fx	+28 m Nappe G	
					+22 m Nappe F	
	+10/+12 m Moyen-niveau	+ 12 m			+16 m Nappe E	
					+12 m Nappe D	
6- 8 m	+5/+6 m Bas-niveau	+5/+6m	4-10 m Alluvions récentes Fy	+6/+10m Basse terrasse Fy1	+ 8 m Nappe C	+ 11+6 m
				+3/+7 m Basse terrasse Fy2	+ 6 m Nappe B	
Alluvions récentes	Alluvions récentes	Plaine alluviale	Alluvions modernes Fz	Alluvions récentes Fy-z et Fz	-5/ 0 m Nappe A	+ 6/0 m

Tabl. 1 : Inventaire des différentes nappes fossiles et actuelles de la vallée du Loir selon leurs altitudes relatives au-dessus de la plaine alluviale ou de l'étiage. À partir de l'an 2000, les altitudes relatives sont calculées à partir du plancher d'incision de la nappe de fond ce qui correspond à ajouter aux altitudes relatives par rapport à l'étiage environ 5 m supplémentaires (ANTOINE, 1994).

(GRUNER, 1852; DOUVILLÉ, 1876; GROSSOUVRE, 1885; DOLLFUSS 1901, 1907). Au début du XX^e siècle, la notion de terrasse alluviale (ou fluviatile) était bien précisée et les altitudes relatives des niveaux d'alluvions anciennes de la Loire ou de la Seine et de leurs affluents firent l'objet d'essais de synchronisation à l'échelle de chaque bassin-versant (CHAPUT, 1908, 1913, 1917).

À partir des années 1920, Georges Denizot travailla sur les alluvions des rivières du bassin de la Loire (DENIZOT, 1921, 1927, 1929). Il définit pour le Loir un système fluviatile comprenant quatre « niveaux » successifs situés à des altitudes relatives décroissantes depuis le haut du versant jusqu'au-dessus de l'étiage. Pour rendre compte de la complexité de ces dépôts, il subdivisa ensuite ces niveaux lors de la réalisation des cartes géologiques à 1/80 000 de Beaugency et de Châteaudun (DENIZOT, 1950a et b) (**tabl. 1**).

Il indiqua que son « bas-niveau » correspondait à « de belles terrasses bien développées, qui fournissent [...]

de Chelléen à la base, de l'Acheuléen et du Moustérien... » c'est-à-dire des assemblages préhistoriques produits par les trois cultures du Paléolithique inférieur et moyen déjà bien définies à cette époque (MORTILLET, 1874). Il contesta parfois les positions stratigraphiques ou les attributions culturelles données par les auteurs qui avaient reconnu et publié ces assemblages (DENIZOT, 1930, 1931, 1957; RICHARD, 1967). Il s'intéressa notamment aux industries préhistoriques signalées par l'abbé Bourgeois et l'instituteur Clément sur la terrasse du « Plat-d'Étain » à Artins (commune de naissance de l'abbé Bourgeois) et avait alors transmis ses observations à Adrien de Mortillet (DESPRIÉE, 1979, 1985).

Dans les années 1970, profitant d'importants travaux de génie rural liés au remembrement, nous avons commencé, avec l'aide de G. Denizot, à essayer de repérer d'autres nappes alluviales fossiles appartenant au système fluviatile de la vallée du Loir en Vendômois. G. Denizot, reliant la succession des dépôts fluviatiles

aux différentes glaciations mises en évidence dans le nord de l'Europe (GEER, 1912) et dans les Alpes (PENCK & BRÜCKNER, 1901-1909), pensait que «les niveaux fluviales fossiles» étaient nettement plus nombreux que ceux actuellement visibles en terrasses. Certains témoins de formations érodées pouvaient avoir été conservés, mais étaient probablement plus ou moins masqués par les dépôts de pente : «Vous devez en trouver d'autres!». La mise au jour en 1974 du lambeau alluvial à «galets taillés» du Pont-de-la-Huladerie à Saint-Hilaire-la-Gravelle lors de travaux connexes au remembrement prouva qu'il avait raison. Cette découverte ne pouvait que nous inciter à chercher d'autres témoins d'alluvions fossiles anciennes et à essayer de bien situer stratigraphiquement les industries préhistoriques associées à ces derniers, industries dont la typologie suggérait une très grande ancienneté, et par extension celle de la présence de l'Homme sur les bords du Loir à des périodes reculées de la Préhistoire (DESPRIÉE, 1979).

À partir de 1997, la mise au point et l'utilisation systématique d'une nouvelle méthode de datation paléodosimétrique applicable aux quartz fluviales optiquement blanchis contenus dans les alluvions ont permis de replacer les diverses formations alluviales du Loir – et les industries préhistoriques qu'elles contenaient ou recouvraient – dans le cadre chronologique du Quaternaire (VOINCHET, 2002 ; DESPRIÉE *et al.*, 2003 ; DESPRIÉE & VOINCHET, 2005 ; VOINCHET & DESPRIÉE, 2005 ; DESPRIÉE *et al.*, 2010, 2011).

Ces vingt dernières années, l'étude et la datation de nouveaux témoins alluviaux mis au jour lors de travaux de génie civil comme la construction de la ligne Paris-Tours du train à grande vitesse (TGV), du gazoduc «Artère du Centre» (TISSOUX *et al.*, 2011) ou en raison de l'ouverture de nouvelles exploitations en gravière (en particulier par l'entreprise Minier de Naveil) a permis d'apporter de nombreuses informations nouvelles sur le système fluvial du Loir vendômois. Nous proposons de présenter ici la synthèse de l'état des connaissances actuelles portant sur le système fluvial du Loir vendômois et notamment de regrouper les données géochronologiques disponibles qui permettent de préciser l'antiquité des découvertes archéologiques préhistoriques faites dans les alluvions déposées sur les communes de Naveil et de Thoré, immédiatement en aval de Vendôme.

La vallée du Loir vendômois

Le Loir est un affluent de la Loire sur sa rive droite. Il prend sa source sur la bordure orientale du Perche, près de la limite entre les bassins de Loire et de la Seine. Il draine le bassin-versant ligérien nord sur une longueur d'un peu plus de 300 km. Son parcours en Vendômois correspond à sa vallée moyenne. En fonction de la nature des terrains traversés, cette partie de

la vallée a été divisée en deux secteurs : le secteur «Haut-Vendômois» et le secteur «Bas-Vendômois» (DESPRIÉE *et al.*, 2003).

LE SECTEUR «HAUT-VENDÔMOIS»

Le secteur «Haut-Vendômois» est compris entre les accidents tectoniques de Fontaine-Raoul/Marchenoir (f1) et de la Brisse (faille de Huisseau, f5) (**fig. 1**). De Morée à Thoré, la rivière suit une direction NE-SO (N. 45° E) liée à la tectonique régionale et coule en limite nord des dépôts lacustres aquitaniens dénommés «Calcaire de Beauce». Le substrat traversé est uniquement composé par les argiles et les craies du Faux-Perche (MANIVIT *et al.*, 1982, 1983 ; GIOT *et al.*, 1999).

L'incision progressive des nombreuses vallées du bassin de la Loire moyenne s'est produite au fur et à mesure du soulèvement général du Bassin parisien (MÉGNIEN, 1980), en réponse à l'orogénèse alpine qui s'est poursuivie durant le Quaternaire et en concomitance avec la mise en place des cycles «glaciaire-interglaciaire» (LAUTRIDOU *et al.*, 1984 ; ANTOINE, 1993, 1994 ; LEFÈVRE *et al.*, 1994 ; ANTOINE *et al.*, 2000).

La région du Vendômois a subi les effets de ce soulèvement comme en témoigne la situation de la plaine alluviale actuelle à 70 m sous les plateaux. Le Loir a d'abord entaillé sur une largeur de 6 à 7 km les dépôts détritiques argilo-sableux de l'Éocène qui recouvrent le plateau. La vallée s'est ensuite progressivement rétrécie lors de l'incision dans les Argiles à silex, puis dans les formations crayeuses crétacées. Dans sa topographie actuelle, la vallée comprend donc, immédiatement sous le rebord des plateaux, des versants en pente douce et dans sa partie inférieure un chapelet de bassins d'une surface de 8 à 12 km² reliés par des couloirs d'environ 1,5 km de large. La topographie des bassins et des couloirs semble résulter des rejeux des nombreux et importants accidents tectoniques qui structurent le Vendômois (**fig. 1**). Lors des phases successives de compression/distension tectoniques que la région a connues, ces rejeux ont parfois entraîné le basculement vers le nord-ouest de certains compartiments du substratum et l'ouverture des couloirs. En conséquence, les bassins sont limités sur un côté par des escarpements subverticaux de craies et/ou de tuffeau qui limitent les couloirs également ouverts dans les formations crayeuses crétacées (GIOT *et al.*, 1999 ; DESPRIÉE *et al.*, 2003 ; TISSOUX *et al.*, 2011).

Depuis le haut des versants jusque dans la plaine alluviale actuelle, on observe une succession de dépôts d'alluvions. Ces dépôts sédimentaires caractéristiques résultent des phases de creusement/remblaiement liés à la récurrence des cycles climatiques «glaciaire-interglaciaire» qui se sont succédé au Quaternaire : après chaque phase d'incision, le nouveau fossé est remblayé par des dépôts de pente puis par des alluvions apportées par la rivière, comme cela a été proposé par différents

auteurs pour décrire l'évolution des systèmes fluviaux de la Somme, de la Seine et de la Tamise (LAUTRIDOU *et al.*, 1984; LEFÈVRE *et al.*, 1994; ANTOINE, 1994; BRIDGLAND & ALLEN, 1996; BRIDGLAND, 2000).

Sur les versants du Loir vendômois, la plus haute nappe, située altimétriquement directement sous le plateau, est la plus ancienne. Les suivantes, de plus en plus récentes en descendant vers le cours d'eau actuel, sont plus ou moins régulièrement étagées sur la pente. Cette disposition résulte de la surrection plus ou moins continue des terrains pendant le Quaternaire et de la succession régulière des cycles climatiques pendant cette période. Au cours du temps, ces formations

fluviales, désormais fossiles, ont été soumises à l'érosion (glissement, ruissellement, actions anthropiques). Elles ont pu être partiellement détruites, conservées ou enfouies sous des dépôts de pente. Ce sont ces formations fluviales partiellement ou totalement masquées qui ont été recherchées (DESPRIÉE, 1979).

Dans les bassins tectoniques et au niveau du fossé actuel au fond duquel coule le Loir, les formations alluviales fossiles les plus récentes (les plus basses) sont, elles, généralement emboîtées. Cette nouvelle disposition semble être le fait d'un ralentissement de la surrection régionale. Plus récemment, le cours du Loir a pu se déplacer latéralement dans ces différentes

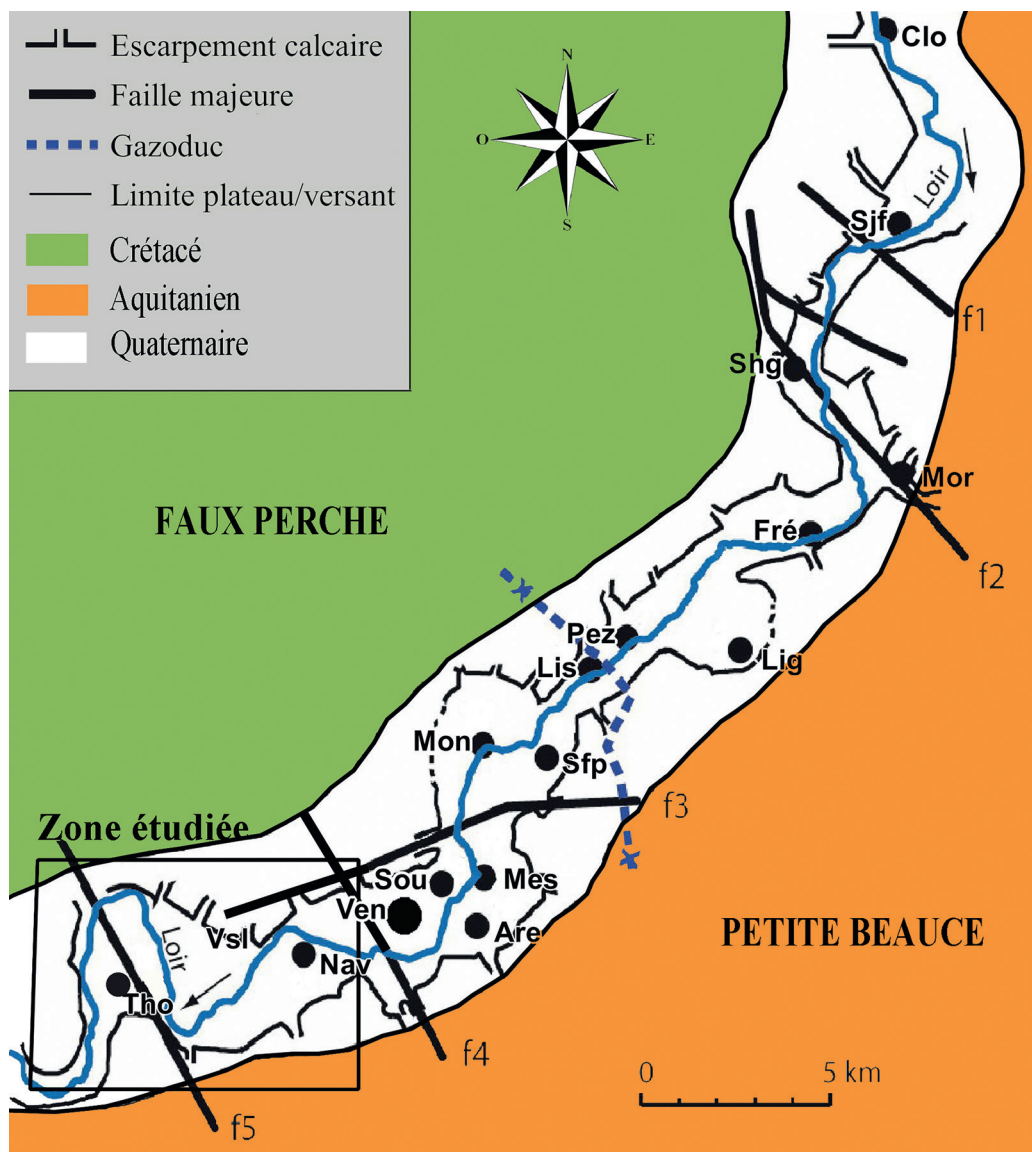


Fig. 1 : Carte structurale simplifiée du secteur « Haut-Vendômois » de la vallée du Loir avec les principaux accidents traversés : f1. Faille de Fontaine-Raoul; f2. Faille de Saint-Hilaire-la-Gravelle; f3. Failles du réveillon et de la Grapperie; f4. Faille de Vendôme-la Chappe; f5. Faille de Huisseau-en-Beauce/la Brisse. Les communes traversées sont, d'amont en aval : Cloyes (Clo); Saint-Jean-Froidmental (Sjf); Saint-Hilaire-la-Gravelle (Shg); Morée (Mor); Fréteval (Fré); Lignières (Lig); Pezou (Pez); Lisle (Lis); Moncé (Mon); Saint-Firmin-des-Prés (Sfp); Meslay (Mes); Areines (Are); Saint-Ouen (Soe); Vendôme (Ven); Naveil (Nav); Villiers-sur-Loir (Vsl); Thoré (Tho) (d'ap. TISSOUX *et al.*, 2011).

nappes d'alluvions ; ses anciens lits abandonnés sont encore parfois visibles.

D'après les observations publiées avant cette étude, l'ensemble des formations alluviales fossiles reconnues sur les versants et dans le fond des bassins formeraient un système fluviatile comprenant neuf nappes alluviales. Toutes n'ont probablement pas été reconnues, car masquées par des dépôts de pente, ou détruites par l'érosion. Huit des nappes étudiées sont aujourd'hui datées par la méthode de résonance de spin électronique appliquée aux quartz fluviatiles. Les résultats obtenus indiquent que l'incision de la vallée du Loir a débuté au Pléistocène inférieur il y a plus d'un million d'années, et que les nappes les plus basses ont été déposées il y a moins de 200 000 ans (DESPRIÉE *et al.*, 2003 ; DESPRIÉE & VOINCHET, 2005 ; VOINCHET & DESPRIÉE, 2005 ; VOINCHET *et al.*, 2010 ; DESPRIÉE *et al.*, 2010, 2011 ; TISSOUX *et al.*, 2011).

LA VALLÉE DU LOIR, DE NAVEIL À VILLIERS, THORÉ ET LUNAY

La zone étudiée dans cet article correspond à l'extrémité ouest du secteur du « Haut-Vendômois » immédiatement en aval de Vendôme. Dans cette zone, le Loir traverse le bassin de Naveil/Villiers-sur-Loir et contourne la croupe crétacée de Thoré-la-Rochette avant de pénétrer dans le bassin d'Asnières (commune de Lunay). Les tracés très particuliers du lit du Loir et de sa vallée paraissent résulter de la conjonction des nombreux accidents tectoniques [failles de Vendôme (f4), de la Brisse (f5), du Boulon (f6), de Busloup (f7), de Mazangé (f8)] qui recoupent l'anticlinal de Montoire et délimitent plusieurs compartiments dans le substratum (**fig. 2**).

Le bassin de Naveil/Villiers-sur-Loir

À partir de Naveil, la rivière longe sur environ 4 km en rive droite l'escarpement calcaire du coteau de Montrieux selon la direction NE-SO (N. 45° E). Puis, au niveau de l'accident de Huisseau (f5), la rivière vient se heurter, en rive gauche, à l'escarpement calcaire de Varennes et prend une direction SSE-NNO (N. 160° E). Sa rive gauche longe ensuite l'escarpement de Rochambeau (**fig. 2A**).

Ce tracé actuel délimite au sud le bassin de Naveil/Villiers-sur-Loir qui occupe une surface triangulaire de 5 km de long d'est en ouest et de 2,5 km du nord au sud (soit environ 6 à 7 km²). Le profil N-S de ce bassin est dissymétrique, avec un versant nord en pente douce et des replats d'érosion, et un versant sud abrupt. Autour de ce bassin, les plateaux culminent à 133 m NGF en rive gauche (au sud, au lieu-dit le Bois-aux-Moines) et à 140 m en rive droite (au nord, au lieu-dit Villechatain). Au lieu-dit la Noue, sur la commune de Naveil, le fond crayeux de la vallée, qui sert de plancher sur lequel repose la nappe d'alluvions la plus basse, est coté à 69 m NGF dans un sondage carotté (SC-TGV

166 700). L'incision de la vallée du Loir au niveau de ce bassin est donc aujourd'hui d'au moins 70 m. Depuis le plateau ont été successivement incisés des dépôts d'argiles à silex détritiques attribués à l'Éocène puis les Argiles à silex altérées du Crétacé terminal. Au-dessous de ces argiles, les craies et tuffeaux sont visibles dans des escarpements subverticaux. Dans le fond du bassin, la base de ces escarpements est masquée selon les endroits, par des dépôts de pente, des accumulations de limons ou des alluvions anciennes du Loir (**fig. 2B**).

Le méandre de Thoré/Lunay

Au Gué-du-Loir, le Loir bute à nouveau sur un escarpement calcaire, celui du coteau de Saint-André, et repart en formant un méandre symétrique orienté N-S, long de 6 km, relativement fermé (1,5 km de large). Par ce méandre, le Loir contourne la croupe de craies turo-niennes de Thoré-la-Rochette avant de pénétrer dans le bassin d'Asnières (commune de Lunay) (**fig. 2A et 3**).

Les formations fluviatiles fossiles

Pour suivre la normalisation utilisée dans les publications les plus récentes, nous définirons les formations fluviatiles fossiles par un nom de lieu et par l'altitude relative de la base puis du sommet par rapport au plancher de la nappe de fond (Voir DESPRIÉE *et al.*, 2003, 2004, 2007).

Dans le secteur étudié comprenant le bassin de Naveil/Villiers-sur-Loir et le méandre de Thoré-Lunay, la transition entre le plateau et le versant se produit au niveau des formations argileuses éocènes et crétacées altérées, c'est-à-dire dans des sédiments sensibles à l'érosion. Ces formations sont d'ailleurs aujourd'hui peu visibles car elles sont recouvertes par des colluvions polygéniques argilo-sableuses ou des biefs à silex qui résultent de leur érosion (GIOT *et al.*, 1999).

LES FORMATIONS FLUVIATILES DU VERSANT NORD

Sur le versant nord, par suite de l'érosion, on n'a pas de traces d'un éventuel dépôt laissé par le Loir en haut de versant entre les altitudes relatives de + 70/ et + 60 m, qui correspondent pourtant aux premières phases d'incision. Les alluvions du Loir, aussi meubles que le substratum argileux, ont vraisemblablement été détruites par les phénomènes érosifs liés à l'alternance de cycles climatiques « glaciaire-interglaciaire » qui se sont succédé pendant l'approfondissement de la vallée.

En milieu de versant, les probabilités de reconnaître en surface des témoins d'alluvions du Loir sont faibles, dans la mesure où ces versants sont également recouverts par des formations polygéniques argilo-caillouteuses descendues par gravité sur les pentes, dépôts

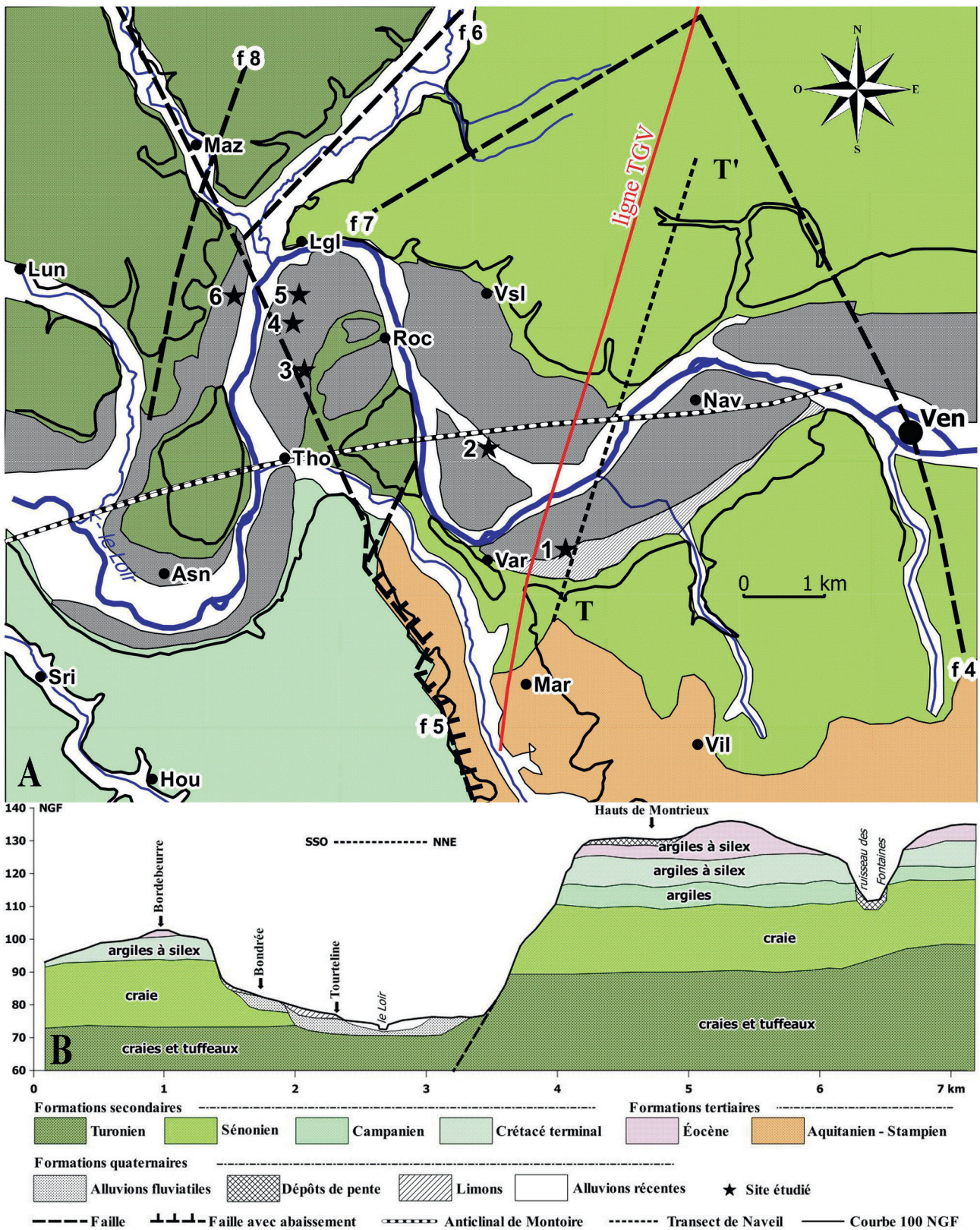


Fig. 2 : Situation géologique et structurale de la zone étudiée en aval de Vendôme. A. Carte structurale simplifiée : par suite de soulèvements ou de basculements, les différents compartiments tectoniques sur lesquels coule le Loir forment en surface une juxtaposition de dépôts marins du Crétacé, craies, tuffeaux et argiles à silex, ordinairement superposés (Faux-Perche) et de dépôts calcaires lacustres aquitaniens et stampiens (Petite Beauce). La couverture détritique résiduelle de sables et d'argiles paléogènes qui constitue la surface des plateaux percheros n'est pas représentée. **B. Transect géologique T-T'** montrant la stratigraphie des formations crétacées sous la couverture éocène. Les profondeurs sont estimées d'après les données des relevés de carottages profonds (d'ap. GIOT *et al.*, 1999). Les étoiles indiquent la localisation des sites étudiés à Naveil : 1. Bondrée, 2. les Bournaix ; à Thoré : 3 et 4. Les Grands-Champronds et 5. La Cunaille ; à Lunay : 6. le Grand-Ris.

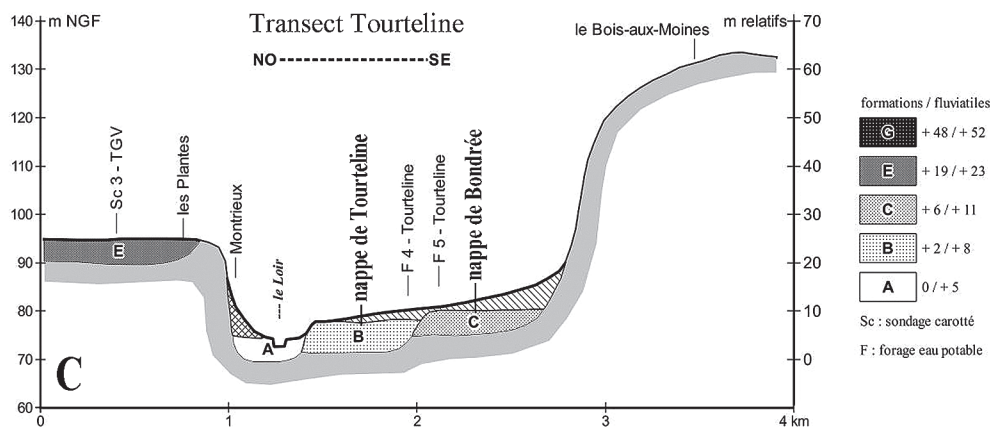
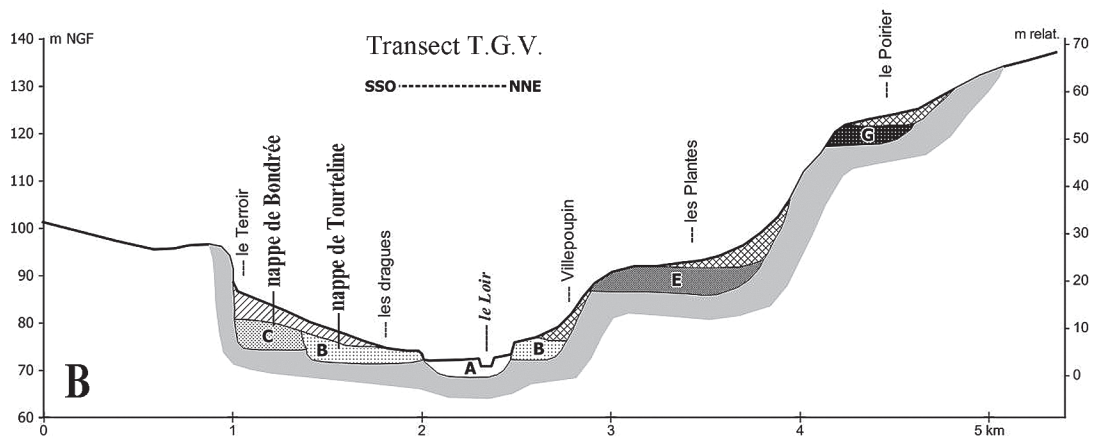
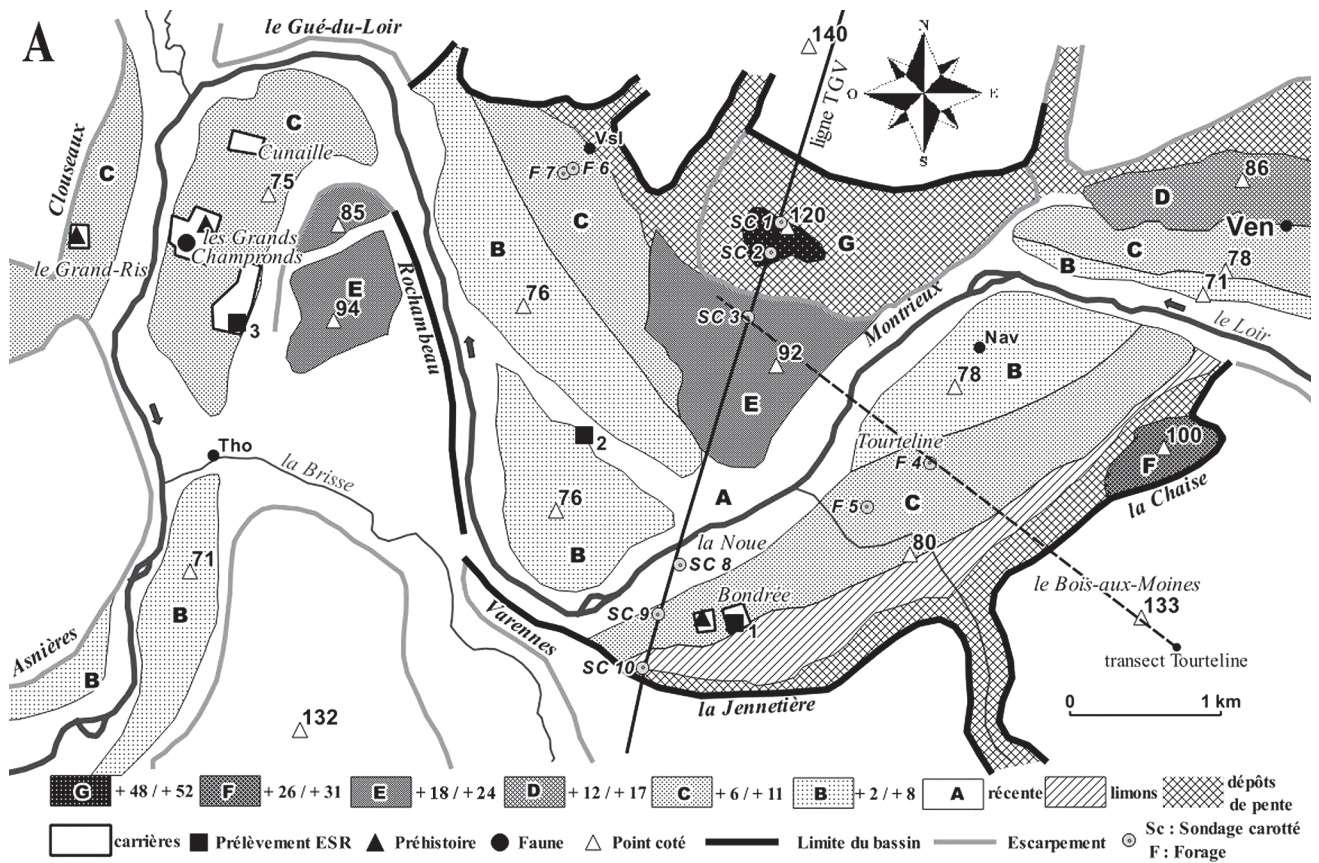


Fig. 3 : A. Les formations fluviatiles reconnues en aval de Vendôme. A. Carte des principales nappes d'alluvions déposées par le Loir entre Naveil et Thoré, B et C. B et C. Transects montrant la disposition étagée des nappes sur les versants et la disposition emboîtée dans le bassin. B : Profil selon le tracé du TGV Atlantique. C : transect de Tourtelaine orthogonal au précédent, confirmant l'emboîtement des nappes au fond du bassin.

souvent grossiers qui peuvent masquer les alluvions précédemment déposées. Toutefois, sur le versant nord du bassin de Naveil-Villiers-sur-Loir, des témoins ont été observés et décrits à partir des carottages réalisés lors des études de sols préalables à la construction de la voie du Train à Grande Vitesse (TGV) Paris-Tours. Il s'agit d'une formation à galets de silex, décelée à Villiers-sur-Loir au lieu-dit *le Poirier* à l'altitude relative de + 48/+ 52 m et masquée par des dépôts argilo-limoneux (**fig. 3**).

Plus bas sur ce même versant, une formation fluviale bien développée mais érodée, est bien visible à Naveil (*les Plantes*) au-dessus de l'escarpement limitant le bassin. (+ 19/+ 23 m relatif).

La Formation du Poirier à Villiers-sur-Loir (+ 49 m)

En rive droite du Loir, au lieu-dit *le Poirier*, à Villiers-sur-Loir, un replat topographique du substratum crétacé est recouvert par une formation argilo-sableuse contenant des graviers et des « galets de silex blonds » (**fig. 3B**). Traversée par deux sondages carottés, elle a d'abord été observée sous des limons entre 122 et 118 m NGF (SC-TGV 164 550), puis plus haut sur le versant, entre 124 et 118 m NGF, sous 5 m de couches d'argiles sableuses et graveleuses, (SC-TGV 164 350-1). La *Formation du Poirier*, encore conservée sur 4 à 6 m d'épaisseur aurait donc été masquée sous plusieurs dépôts de pente probablement descendus par solifluxion depuis les formations détritiques tertiaires résiduelles présentes en haut du versant. Le replat topographique observé au *Poirier* se prolonge à la même altitude relative sur les Hauts-de-Montrieux, mais la présence d'alluvions anciennes n'a pas été documentée, et ce malgré la construction de plusieurs ouvrages, dont le château d'eau.

La présence de galets de silex blonds dans cette formation suggère une origine fluviale pour ce dépôt dont l'altitude relative serait comprise entre + 49 et + 55 m (**fig. 3B**). De tels galets ont également été signalés dans le témoin d'un très haut niveau fluviale érodé observé à Pezou à une altitude relative voisine (DESPRIÉE & LORAIN, 1972). Ce même niveau a été observé en 2001 lors de la construction du gazoduc « Artère du Centre » au lieu-dit *les Terres-Noires* à Saint-Firmin-des-Prés, (+ 47 m rel.) où il a été daté de 886 ± 104 ka (TISSOUX *et al.*, 2011). La *Formation du Poirier*, déposée à une altitude relative légèrement plus élevée, pourrait donc s'être mise en place à la fin du Pléistocène inférieur.

La Formation des Plantes à Naveil (+ 18 + 24 m rel)

Le replat topographique *des Plantes*, sur la commune de Naveil, a une extension d'environ 1,5 km² (**fig. 3B**). Sa surface érodée culmine actuellement à un peu plus de 93 m NGF (+24 m relatif). Un sondage carotté (SC-TGV 165 000-1) a permis d'observer sur une épaisseur de 4 m

des alluvions siliceuses grossières (appelées « graves ») constituées de « sables, de graviers, de galets siliceux emballés dans une matrice argileuse rubéfiée ». La carte géologique de Vendôme indique une épaisseur de 5,4 m pour ces dépôts considérés comme des alluvions et dénommées Fx. Le substratum local, à + 18 m rel., est composé de marnes blanchâtres contenant des blocs de calcaires et des nodules de silex (Coniacien altéré). La granulométrie, la pétrographie et l'altération pédologique de la *Formation des Plantes* sont caractéristiques des alluvions anciennes du Loir (DESPRIÉE, 1979 ; MACAIRE, 1982, 1986 ; GIOT *et al.*, 1999).

On retrouve sur la croupe de craies turoniennes de Thoré-la-Rochette, à l'ouest de Rochambeau, une formation alluviale qui culmine à la même altitude relative (+ 24 m soit à 94 m NGF) (*Formation de Rochambeau*) (**fig. 3A**). L'épaisseur résiduelle « des sables roux à caillasses de silex émoussés » constituant ces « graves sablo-caillouteuses » n'est pas connue (GIOT *et al.*, 1999).

LES FORMATIONS FLUVIATILES DU VERSANT SUD

Sur le versant sud de la vallée, un seul témoin de formation fluviale fossile est bien développé entre *la Joliette* et *la Chaise* (**fig. 3A**). Dénommée sur la carte géologique fw2. sa surface, cotée à 100 m NGF, indique que ce témoin s'est déposé entre + 26 m et + 31 m d'altitude relative (GIOT *et al.*, 1999).

LES FORMATIONS FLUVIATILES DU FOND DE BASSIN

Le fond du bassin de Naveil/Villiers-sur-Loir est limité sur tout son périmètre par des escarpements calcaires crétacés. Il est occupé par les formations fluviales les plus basses. Sur la commune de Naveil, les alluvions du Loir occupent toute la partie sud entre l'escarpement calcaire de *la Jennetière* au sud-est et le lit moyen du Loir sur une longueur de quatre kilomètres et une largeur maximale d'un kilomètre (**fig. 3**).

D'après les données altimétriques résultant de carottages nombreux et des forages d'eau potable, il semble qu'au moins trois formations fluviales occupent le fond du bassin : la *Formation de Bondrée* (+ 6/+ 11 m rel.), la *Formation de Tourteline* (+ 2/+ 8 m rel.) et la nappe de fond (0/+ 5 m). Cet emboîtement n'est pas visible en surface, celles-ci étant recouvertes par des limons formant une pente régulière très faible (0,3 %) vers le nord-ouest en direction du Loir (**fig. 3 A, B et C**).

La Formation de Bondrée à Naveil (+ 6/+ 11 m rel.)

Cette formation s'étend parallèlement à l'escarpement de *la Jennetière* sur une longueur de 4 km et

500 m de large au maximum (**fig. 3A**). Une épaisseur totale de 5 m a été observée par forage (SC-TGV 167.100-1) et sur 4 à 6 m dans les carrières, ce qui situe le plancher d'incision vers 75 m NGF, c'est-à-dire vers + 6 m relatif. L'épaisseur constatée dans le forage d'eau potable 8-029 (79 m NGF au sommet) est de 4 m, épaisseur qui confirme bien l'altitude du plancher d'incision à cette cote de 79 m (**fig. 3B, C**).

Cette formation a été exploitée dans plusieurs carrières au lieu-dit *Bondrée*. Sur les coupes visibles, on observe deux ensembles de graves constituées de gros fragments de nodules de silex cassés, de blocs et des cailloux de silex usés, rubéfiés et gélivés. Entre ces deux ensembles grossiers sont intercalées des séquences de lits de graviers et de sables grossiers (**fig. 4**).

La *Formation de Bondrée* a été recouverte par des limons déposés sur une épaisseur variant de un à deux mètres. Ces limons s'épaississent progressivement vers le sud-est jusqu'à atteindre près de 5 m au pied du coteau de *la Jennetière* (*le Terroir*, SC-TGV 167.450 et F. Minier, comm. pers.).

On retrouve cette formation fluviatile à la même altitude relative (+ 6/+ 11 m rel.) à Villiers-sur-Loir où elle a été traversée par deux forages pour l'eau potable (F6 et F7), et à Thoré-la-Rochette, où elle se développe sur près de 2 km de long et 500 m de large (**fig. 3A**). Les stratigraphies relevées dans les importantes carrières

ouvertes aux lieux-dits *les Grands-Champronds*, et près de *Cunaille*, sont similaires (**fig. 4**).

Ces stratigraphies ont été relevées dans trois carrières ouvertes à *Bondrée*, commune de Naveil (carrière Rougeron et carrières Minier) et dans trois carrières ouvertes aux *Grands-Champronds* à Thoré (Carrières Chavigny). Enfin, une coupe avait été observée dans une carrière ouverte sur la commune de Lunay au lieu-dit *le Grand-Ris* (**fig. 4.1**).

Les stratigraphies de la formation C sont assez semblables. Elles correspondent généralement à une séquence de trois ensembles de graves siliceuses déposées au-dessus du plancher de craies turoniennes. On observe de bas en haut la succession suivante :

- **Le dépôt inférieur** est épais de 1,50 à 2 m. Il s'agit de graves grossières formées de gros cailloux de silex (10 × 10 à 15 × 10 cm) emballés dans une matrice de sable beige jaunâtre souvent argileux. Certains cailloux proviennent de la fragmentation des nodules de silex présents dans les formations crétacées du versant et dans les escarpements, ils sont alors reconnaissables à leur cortex plus ou moins usé mais toujours présent et leurs arêtes peu émoussées. Les autres proviennent des formations éocènes situées en haut de versant et sont caractérisés par une absence de cortex, une rubéfaction importante des surfaces et de la masse, des

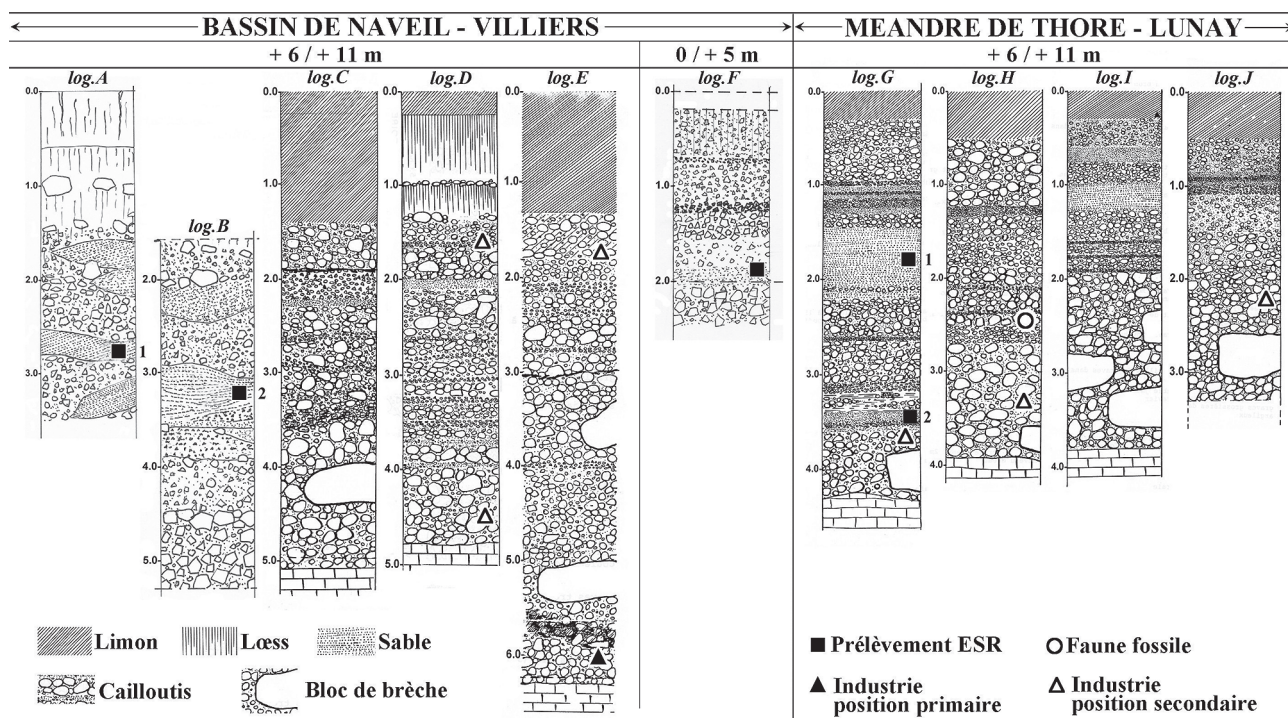


Fig. 4 : Logs stratigraphiques des formations fluviatiles fossiles C et A étudiées : log. A et log. B. Naveil, la Jennetière, Bondrée (+ 6/+ 11 m rel.), carrière Minier, coupe nord, 2011; log. C. Naveil, la Jennetière, Bondrée (+ 6/+ 11 m rel.), carrière Minier, coupe sud, 1974; log. D et log. E. Naveil, la Jennetière, Bondrée (+ 6/+ 11 m rel.), carrière Rougeron, coupes nord et sud, 1975. log. F : Formation A (0/+ 5 m rel.), Naveil, Varennes, les Bournais, 2011. log. G. Thoré-la-Rochette, les Grands-Champronds (+ 6/+ 11 m rel.), carrière Chavigny, coupe est, 1999; log. H et log. I. Thoré-la-Rochette, la Cunaille (+ 6/+ 11 m rel.), carrière Chavigny (coupes nord-sud et est-ouest) 1975; log J : Lunay, les Clouseaux, le Grand-Ris (+ 6/+ 11 m rel.), 1975.

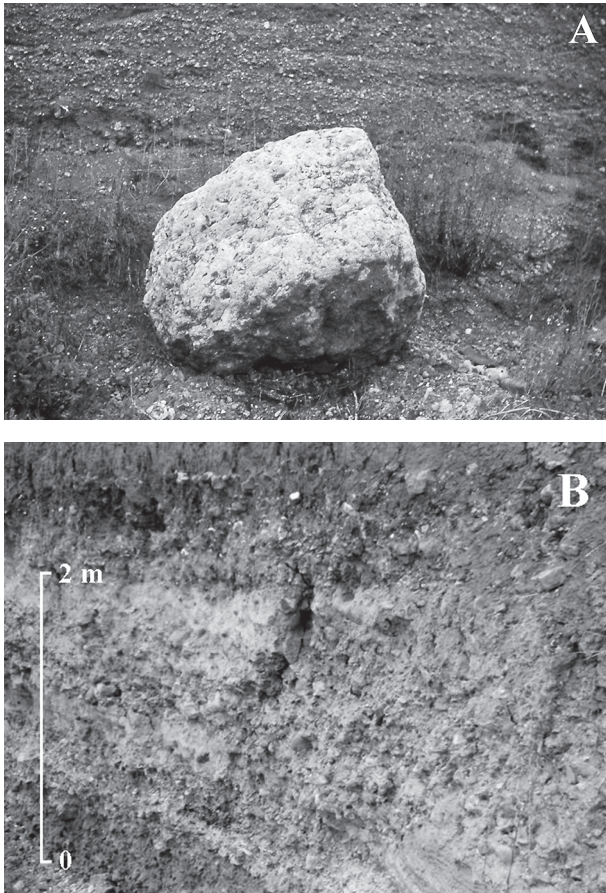


Fig. 5 : Naveil, formation fluviatile fossile de +6/+11 m rel. à Bondrée près de Varennes. **A.** Bloc de brèche éocène ou «perron» (90x50x50 cm) inclus dans les graves grossières de la base (carrière Rougeron). **B.** Litage subhorizontal des lentilles décimétriques de graves fines à moyennes dans les séquences fluviatiles intermédiaires (carrière Minier, échelle en m).

arêtes très émoussées (7-8 mm) et des bords concassés (12-15 mm). Tous ces cailloux sont souvent gélivés (70 %). Ce dépôt inférieur est également caractérisé par la présence quasi constante de blocs de grès et de brèches siliceuses de taille décimétrique à métrique (**fig. 4 et 5A**) dont les natures sont identiques à celles des «perrons» encore observables dans les formations éocènes résiduelles affleurant sur le rebord du plateau (GIOT *et al.*, 1999).

• **Le dépôt intermédiaire** varie de 1 m à 1,50 m en épaisseur. Il est constitué de 4 ou 5 séquences de couches subhorizontales d'une trentaine de centimètres comprenant un lit de graviers siliceux souvent lessivés, disposés en grandes lentilles de taille décimétrique. Les lentilles sont surmontées par une couche de graves fines à moyennes (graviers et petits cailloux mal roulés souvent rubéfiés) dans une matrice de sable grossier peu ou pas argileuse. Enfin, une couche de sable grossier à graveleux est généralement présente dans la dernière séquence, où l'on peut aussi observer des lits

de sables fins lités beige orangé non argileux alternant avec des lits de graviers de silex blanchâtres (**fig. 4 et 5B**).

• **Le dépôt terminal** peu épais (0,50 m) est formé par plusieurs apports de graves très grossières non stratifiées. Les nodules de silex gris ou noir, entiers, avec un cortex peu ou pas usé sont mélangés à des cailloux de silex polyédriques aux surfaces présentant une patine orange. Mal roulés, ils ont des arêtes peu émoussées (3 mm). On observe de nombreux silex gelés. Les natures variées des silex indiquent des provenances diverses depuis les formations mises au jour sur la pente du versant (craies et argiles à silex, formations éocènes résiduelles). Le sommet du premier dépôt a été nivelé et montre en coupe des petits chenaux remplis de sables fins. Une deuxième couche de cailloutis a parfois recouvert cette surface d'érosion. Après avoir été arasé, le sommet des graves grossières a été recouvert par des graves brunes très argileuses et un lit assez discontinu de gros cailloux, puis par au moins deux séquences de loess et de limons (**fig. 4 et 6A, B**).

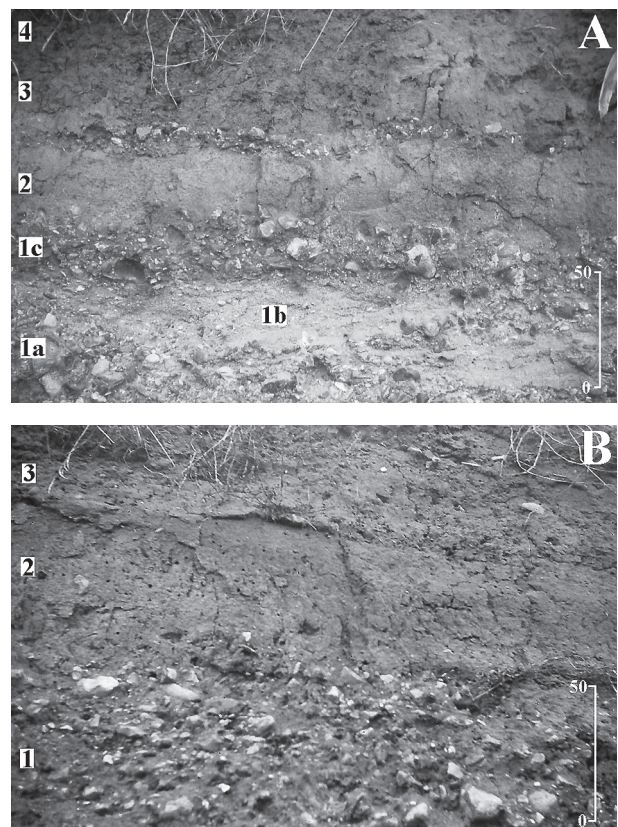


Fig. 6 : Dépôts de limons sous le coteau de la Jennetière à Bondrée, commune de Naveil. **A.** Bondrée, carrière Rougeron, coupe sud. Le sommet de la séquence sédimentaire comprend deux dépôts de loess superposés : 1a. Dépôt fluviatile supérieur, 1b. chenal sablo-graveleux, 1c. dépôt grossier de graves grossières; 2. Loess beige à concrétions calcaires («poupées»); 3. Loess beige concrétionné sur un lit de graves grossières; 4. Limon brun fendillé. **B.** Bondrée, carrière Rougeron, coupe nord : 1. Dépôt de graves supérieur; 2. Limon ruisselé et rubéfié; 3. Couverture de limon brun. Échelles en cm (clichés J. Despriée).

Selon la position des coupes visibles à *Bondrée*, ces dépôts limoneux peuvent être très différents (fig. 6). Sur les coupes sud, les plus proches de l'escarpement de la *Jennetière*, on observe la stratigraphie suivante (de haut en bas) : un dépôt de limon brun fendillé (50 cm) surmontant un limon beige concrétionné. À la base de ce limon, un lit relativement continu de petits cailloux de silex mal roulés qui le sépare d'un dépôt sous-jacent de lœss beige puis blanchâtre contenant de nombreuses concrétions carbonatées (fig. 6A). Les dépôts qui constituent la séquence paraissent horizontaux. Dans la partie nord, sous le limon brun, le lœss est remplacé un dépôt limoneux rubéfié (fig. 6B). Dans cette zone, les couches sont en pente vers le Loir. La présence de lits discontinus de graviers et de petits cailloux souligne ce pendage et indique des phases de ruissellement successives et de colluvionnement.

La Formation de Tourteline à Naveil (+ 2/+ 8 m rel.)

Immédiatement au nord de *Tourteline*, dans le forage 8-103 (dont le sommet est coté à 78 m NGF), les alluvions ont une épaisseur de 6 m. Cette épaisseur importante suppose donc une nouvelle incision jusqu'à 72 m NGF soit d'au moins 3 m dans le substratum. Le nouveau remblaiement fluviatile s'est effectué entre + 2 et + 8 m relatifs, et la nappe observée à *Tourteline* est donc emboîtée dans celle de *Bondrée* (fig. 4B, C). Ces alluvions, décrites comme « une grave sableuse à cailloux et blocs de silex » sont recouvertes de limons (GIOT *et al.*, 1999). Ces limons présents sur la bordure nord de la *Formation de Bondrée* recouvrent en continuité la formation de *Tourteline* (+ 2/+ 8 m rel.) sur une épaisseur diminuant progressivement de 2 à 1 m.

Les « alluvions récentes » (0/+ 5 m) ou « nappe de fond »

Dans la zone inondable (lit moyen du Loir) la surface des alluvions les plus « récentes » se situe à trois mètres en dessous de celle de la *Formation de Tourteline*. Leur base qui repose sur le plancher correspondant à la dernière phase d'incision est cotée à 68 ou 69 m NGF dans les sondages effectués à Naveil et à Vendôme. Ces alluvions observées entre 0 et + 5 m d'altitude relative formeraient donc la nappe de fond la plus récente emboîtée dans la précédente (fig. 3A). Elles sont constituées de couches décimétriques dans lesquelles alternent des graves moyennes ou fines peu ou pas argileuses, sableuses contenant des petits cailloux, des graviers de silex mal roulés et des lits de sable moyen. La partie inférieure est partiellement noyée dans la nappe phréatique libre (*les Bournais* à Varennes, Naveil).

La stratigraphie de la nappe de fond visible au lieu-dit *les Bournais* à Varennes (Naveil, entreprise Minier) comprend, sous le niveau de décapage, 1,50 m d'alluvions déposées en six couches de graves sableuses fines ou moyennes, parfois lessivées. Les petits cailloux

et les graviers de silex sont mal roulés; les gros cailloux visibles à la base sont mieux roulés, l'émoussé des arêtes atteignant 20 mm. Environ 2,50 m d'alluvions saturées d'eau constituent la base de la formation, qui n'a pu être observée (fig. 4, log F).

En conclusion, sur les communes de Naveil, Villiers et Thoré, trois formations fluviatiles fossiles emboîtées ont été individualisées dans le bassin et peuvent être replacées dans le système fluviatile du Loir en fonction de leurs altitudes relatives successives (de bas en haut) : les Formations A (0/+ 5 m); B (+ 2 m) et C (+ 6 m); et trois formations fluviatiles fossiles étagées ont été reconnues sur le versant : les Formations E (+ 18 m); F (+ 26 m) et G (+ 49 m). Immédiatement en aval de Vendôme, le système fluviatile du Loir est donc composé de six formations sablo-graveleuses.

Une septième formation déposée dans le bassin de Saint-Ouen/Vendôme entre + 12 et + 17 m d'altitude relative (Formation D) n'a pas été retrouvée dans le bassin de Naveil (fig. 3A).

Datation des formations fluviatiles de Naveil et de Thoré

La méthode utilisée pour connaître l'âge du dépôt des alluvions des diverses formations reconnues dans la vallée du Loir vendômois est la méthode de datation par résonance de spin électronique (ESR) encore appelée résonance paramagnétique électronique (RPE). Cette méthode paléodosimétrique repose sur l'accumulation dans les grains de quartz d'électrons piégés dont la quantité, qui augmente au cours du temps (Dose totale) proportionnellement à la dose de radiation à laquelle l'échantillon est soumis, peut être quantifiée.

LA MÉTHODE DE DATATION PAR RÉSONANCE DE SPIN ÉLECTRONIQUE

La méthode ESR s'applique aux grains de quartz fluviatiles qui ont été « blanchis optiquement ». Ce phénomène se produit lors de la phase de transport des grains de quartz par l'eau. Leur exposition à la lumière solaire libère alors les électrons antérieurement accumulés dans certains « pièges » de la structure cristalline du quartz depuis sa formation, ce qui entraîne une remise à zéro du géochronomètre.

Après leur dépôt par la rivière, dès leur enfouissement, les grains de quartz fluviatiles sont de nouveau soumis aux rayonnements ionisants générés par la radioactivité des radioéléments naturels (uranium, thorium et potassium) présents dans les sédiments. La capture des électrons au sein des « pièges » reprend alors. L'existence de ces « pièges » est due à la présence d'impuretés comme l'aluminium et le titane substitués au silicium au sein du réseau cristallin du quartz. Ces atomes sont à l'origine de la formation de centres

paramagnétiques qui ont la capacité de retenir des électrons qui s'accumulent alors au cours du temps. La durée possible de ce phénomène, de l'ordre de plusieurs millions d'années, permet une utilisation géochronologique du quartz pour dater les alluvions quaternaires. Lors des mesures, on considère que la dose totale de radiations reçue depuis le dépôt correspond à la quantité d'électrons piégés stockée dans ces « chronomètres ». Il est ainsi possible, en déterminant cette dose totale (D_e) et en connaissant la dose annuelle (D_a) à laquelle est soumis l'échantillon, de calculer la durée du stockage, donc de dire à quel moment son « chronomètre » a été remis à zéro, c'est-à-dire quand il a été transporté puis déposé par la rivière (IKEYA, 1978, 1993 ; FALGUÈRES *et al.*, 1985 ; GRÜN, 1989 ; LAURENT *et al.*, 1998 ; VOINCHET, 2002 ; BAHAIN *et al.*, 2007 ; TISSOUX *et al.*, 2011 ; MORENO *et al.* 2012 ; DUVAL *et al.*, 2015).

Le protocole expérimental

Le protocole de séparation des grains de quartz du reste de l'échantillon se fait par une série de manipulations physiques et chimiques en laboratoire. En fin de traitement, seule la fraction 100-200 μm des grains de quartz est conservée. Cette fraction est divisée en une dizaine d'aliquotes dont une est conservée en l'état, une autre illuminée pendant plus d'un millier d'heures dans un simulateur solaire, alors que les autres sont soumises à des doses croissantes d'irradiation, comprises dans ce travail entre 250 et 23000 Grays (Gy) (YOKOYAMA *et al.*, 1985 ; VOINCHET *et al.*, 2004). L'irradiation a été effectuée au Centre d'études nucléaire de Saclay (CEA) à l'aide d'une source panoramique de ^{60}Co (DOLO *et al.*, 1996) avec un débit de dose d'environ 200 Grays/heure (Gy/h).

Les mesures ESR ont ensuite été réalisées au sein de l'UMR 7194 Histoire naturelle de l'Homme préhistorique (HNHP), Département Homme et Environnement du Muséum national d'Histoire naturelle de Paris, avec un spectromètre Brucker EMX à basse température (107° K) dans les conditions recommandées par VOINCHET *et al.*, 2004. Nous avons ici choisi de

focaliser nos analyses ESR sur le centre paramagnétique lié à la présence d'aluminium dans les cristaux de quartz (centre Al) (TISSOUX *et al.*, 2008).

Les résultats

Dans le secteur étudié, l'accès aux dépôts fluviaux afin de pouvoir dater leur mise en place par la méthode de résonance de spin électronique (ESR) a été compliqué par le fait que la plupart des carrières ouvertes dans la Formation C (+ 6/+ 11 m) durant les années 1970, étaient déjà comblées lors de la première campagne de datation menée entre 1997 et 2002. Cette formation C n'avait alors pu être échantillonnée qu'à Thoré-la-Rochette *les Grands-Champronds* (VOINCHET, 2002 ; DESPRIÉE *et al.*, 2003 ; VOINCHET & DESPRIÉE, 2005). En 2011, deux nouveaux prélèvements ont pu être effectués dans le bassin de Naveil/Villiers-sur-Loir, près de Varennes : à *Bondrée* (Formation C, + 6/+ 11 m rel.) et aux *Bournais* (Formation A, 0/+ 5 m relatif) (fig. 3A et 4).

L'échantillon prélevé dans la Formation A (0/+ 5 m) près du moulin de Varennes, au lieu-dit *les Bournais* correspondait à des sables fins situés immédiatement sous les grèves grossières, au-dessus de la nappe phréatique. Deux autres prélèvements ont été effectués dans les couches de sables de la formation C à *Bondrée*, Varennes, commune de Naveil (+ 6/+ 11 m) (fig. 4). Les résultats sont donnés dans le tableau 2 ci-dessous, avec le rappel des âges déjà obtenus en 2002 pour la même formation C aux *Grands-Champronds* à Thoré.

Les deux âges ESR de 266 ± 55 ka et de 290 ± 90 ka obtenus pour la Formation C à *Bondrée* (Naveil) ont un écart compatible avec les marges d'erreur. Un âge moyen de 273 ± 92 ka peut être attribué à cette nappe. Cet âge est cohérent avec celui de 281 ± 62 ka obtenu pour la même Formation C aux *Grands-Champronds* (Thoré).

L'âge ESR pour les alluvions de la Formation A prélevées au lieu-dit *les Bournais* est de 65 ± 12 ka. Dans la vallée du Loir vendômois, il est le premier obtenu pour ces dépôts les plus bas et, sans doute, parmi les plus récents. Il indique que l'alluvionnement s'est

Formations fluviales	Echantillons	Da ($\mu\text{Gy}/\text{an}$)	De (Gy)	BI %	Eau%	Âges (ka)	Âges moyens (ka)
A	Naveil, Varennes, « <i>les Bournais</i> »	$1\ 122 \pm 18$	73 ± 13	45	15	65 ± 12	
C	Naveil, Varennes, « <i>Bondrée 1</i> »	$1\ 006 \pm 13$	291 ± 88	41	16	290 ± 90	273 ± 92
C	Naveil, Varennes, « <i>Bondrée 2</i> »	$1\ 024 \pm 18$	271 ± 51	43	17	266 ± 55	
C	Thoré, « <i>les Grands-Champronds 1</i> »	819 ± 8	212 ± 20	31	20	265 ± 45	281 ± 62
C	Thoré, « <i>les Grands-Champronds 2</i> »	890 ± 9	263 ± 31	42	14	296 ± 45	

Tabl. 2 : Tableau des âges ESR obtenus pour la formation de fond de vallée (formation A) et la formation déposée entre + 6 et + 11 m d'altitude relative (Formation C). Les âges et âges moyens sont donnés en milliers d'années (ka).

produit pendant la dernière glaciation, vraisemblablement au pléniglaciaire inférieur, durant le stade isotopique marin 4 (MIS 4, EMILIANI, 1955, 1966 ; SHACKLETON, 1967 ; LISIECKI & RAYMO, 2005). Cet âge unique devra toutefois être confirmé.

Préhistoire de la Formation C (+6/+11m)

De nombreuses carrières ouvertes dans la formation fluviale fossile de + 6/+ 11 m déposée dans le bassin de Naveil-Villiers et dans le méandre de Thoré ont été exploitées dans la deuxième moitié du XX^e siècle. Elles ont été surveillées notamment par G. Denizot qui a récupéré plusieurs restes paléontologiques et noté la présence erratique de silex taillés (DENIZOT, 1929, 1950a et b). Entre 1968 et 1979, nous y avons effectué des prospections systématiques à la demande de la Direction des Antiquités préhistoriques du Centre et dans le cadre de la Commission départementale des carrières de la Préfecture du Loir-et-Cher.

LE SITE DE BONDRÉE À NAVEIL-VARENNES

Les rares silex taillés ont été trouvés dans les années 1970 dans une seule des deux carrières exploitées à l'époque, la carrière Rougeron, aujourd'hui comblée (parcelle N.817). Ils proviennent soit des graves inférieures soit des graves supérieures.

L'industrie des graves inférieures

L'industrie des graves inférieures comprend un chopper découvert *in situ* dans le niveau grossier constituant la base de la stratigraphie. Le façonnage du *chopper* aménagé sur un fragment de nodule de silex roulé a fourni des éclats utilisables, et l'angle d'environ 70° lui donne un «tranchant» efficace (fig. 7, 1). Trois autres petits blocs usés en silex ont été trouvés hors stratigraphie sur le plancher de la carrière. Ces nodules qui montrent plusieurs enlèvements orthogonaux ont servi de «nucléus» pour la fabrication d'éclats. Le débitage des éclats a entraîné le dégagement d'un bord en forme de «bec» qui a été utilisé (fig. 7, 2 et 3). Ces pièces ne présentent pas de stigmates de transport. Le silex a la coloration rouge brique fréquente dans les graves de ce niveau et présente en surface la même patine beige jaunâtre.

L'industrie des graves supérieures

Une pièce bifaciale partielle à enlèvements centripètes, un nucléus à débitage Levallois, deux éclats et un fragment d'éclat proviennent des graves supérieures. Toutes ces pièces ont des arêtes très roulées (indice 4-5 mm), des bords concassés (indice > 10 mm) et

certaines sont brisées. Ces stigmates caractéristiques indiquent qu'elles ont été transportées avec les graves auxquelles elles étaient associées (fig. 7, 4 à 6).

LE SITE DE LA CUNAILLE À THORÉ

Lors des prospections, les carrières ouvertes dans la formation C à Thoré ont livré à *Cunaille* un biface sub-ovale, à patine jaune orangé, avec un émoussé des arêtes (indice > 5 mm) et un concassage important des tranchants (fig. 8A). Cette pièce gélivée (fissure et cupules), était associée aux graves de la base de la formation lors de sa découverte.

La formation fluviale a également livré des restes de faunes fossiles qui ont généralement été perdus depuis. G. Denizot a pu récupérer et déterminer en 1953 un fragment de dent de Mammouth laineux (*Elephas primigenius*) et quelques restes de Rhinocéros à narines cloisonnées (*R. tichorinus*, aujourd'hui dénommé *Cæledonta antiquitatis*). Lors des prospections, nous avons pu situer leur position stratigraphique relative d'après les observations des ouvriers qui procédaient aux extractions des graves appelées «tout-venant» (fig. 8B).

LE SITE DU GRAND-RIS À LUNAY

Située sur la commune de Lunay et symétrique en rive droite du Loir de celle des *Grands-Champronds*, la formation C se développe au pied de l'escarpement des *Clouseaux* (fig. 3). Les prospections ont été menées dans des petites extractions artisanales moins profondes que les exploitations semi-industrielles de Naveil et Thoré.

La carrière située au lieu-dit *le Grand-Ris* a livré trois séries de pièces taillées. La première série comprend deux artefacts en silex poreux et friable, une altération similaire à celle des cailloux emballés dans des masses de craie visibles dans la coupe, qui ont été vraisemblablement mises en place par gélifluxion ou écoulement de la rive gelée. Il s'agit d'un galet dont le débitage bifacial alterne a dégagé un tranchant sinueux et denticulé (*chopping-tool*) et d'un racloir simple convexe sur éclat à talon cortical (fig. 9, 1 et 2).

- Une série de quatre pièces extrêmement roulées (Indice de 5 mm au moins) et concassées (10 mm et plus), parfois gélifractées. Cette série contient deux bifaces fragmentés, une pointe, des éclats fragmentés (fig. 9, 3 à 6). La patine de surface jaune orangé ou brun jaune de ces artefacts en position secondaire est identique à celle des cailloux formant les graves grossières du niveau fluviale grossier avec lesquelles ils ont dû être déposés.

- Une série d'une dizaine de pièces non roulées mais toutes gélifractées : un nucléus Levallois typique et des éclats Levallois fragmentés (fig. 9, 7 à 11). Lors de leur découverte, ces pièces paraissaient provenir de la partie

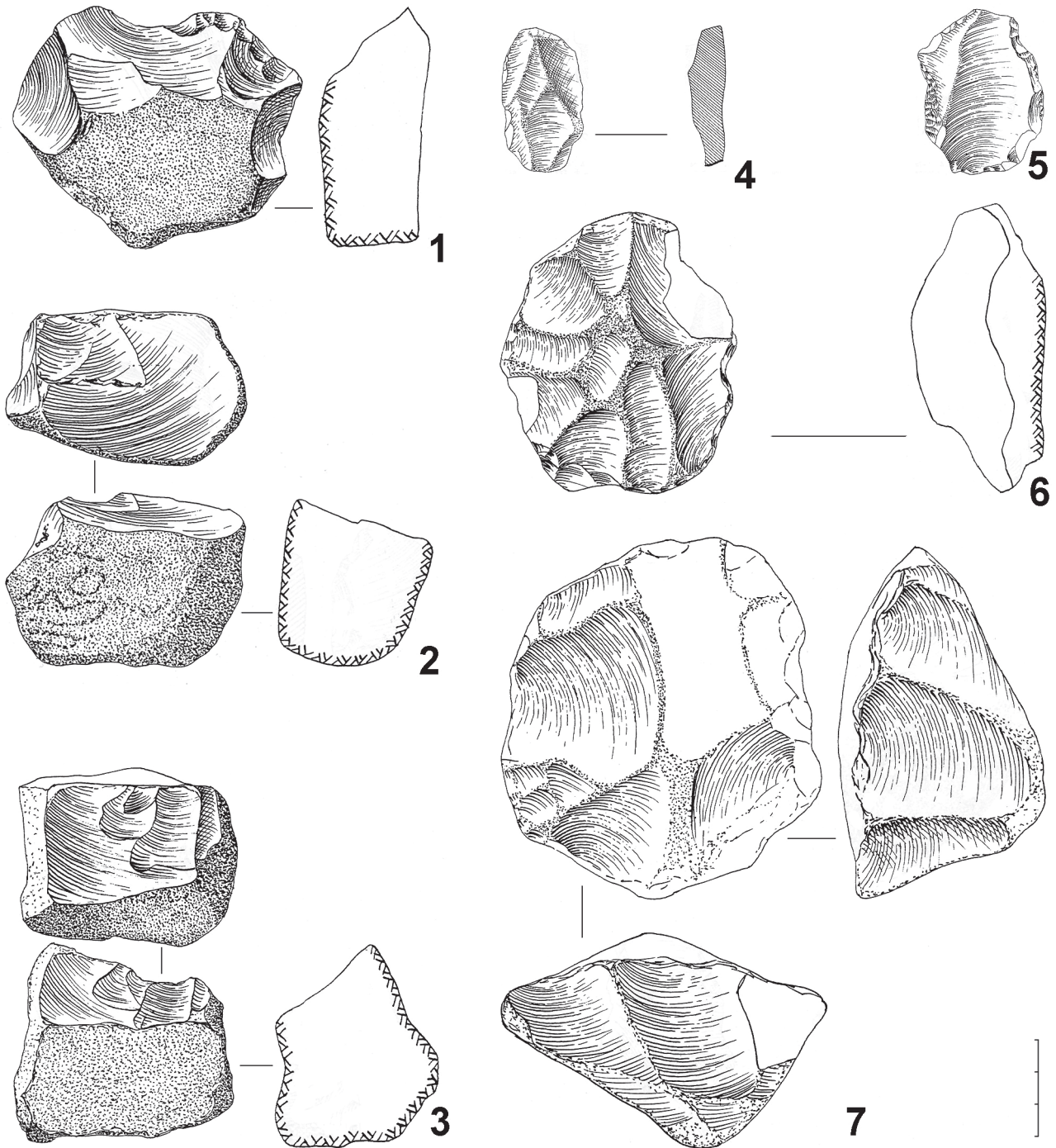


Fig. 7 : Industrie préhistorique de la Formation C à Bondrée (carrière Rougeron). À gauche, industrie non roulée des cailloutis de base : 1 à 3. Nucléus sur cailloux de silex utilisés comme choppers ou becs. À droite, industrie en position secondaire, roulée et gélifractée : 4. Éclat ; 5 Éclat Levallois ; 6, Pièce bifaciale partielle ; 7. Nucléus préparé pour débitage Levallois. Musée de Vendôme (dessins J. Despriée). Échelle en cm.

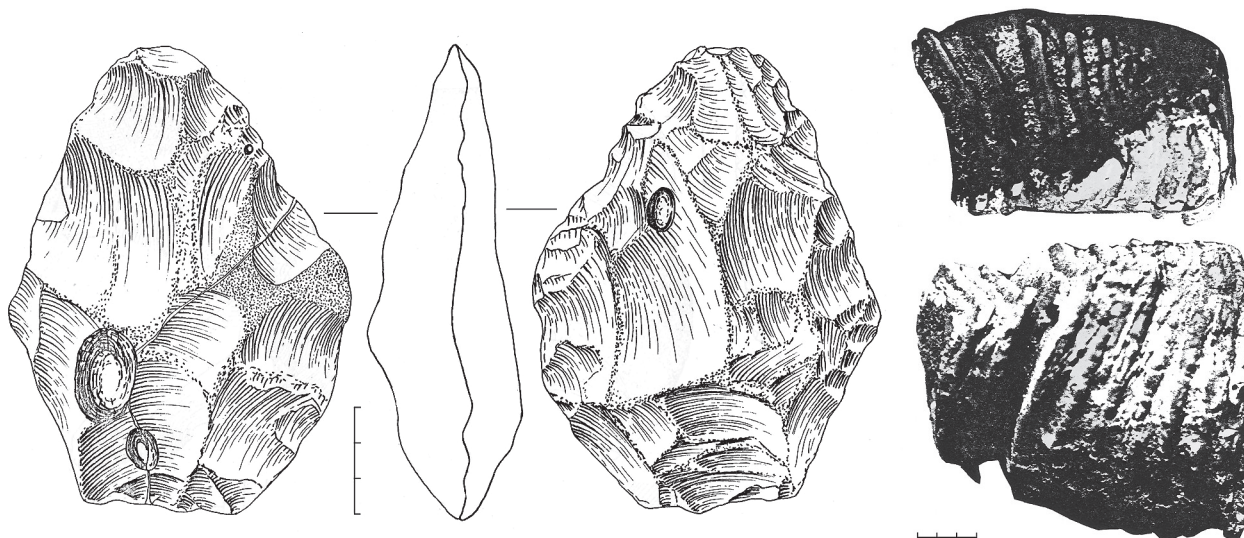


Fig. 8 : Thoré, la Cunaille, Carrière Chavigny. Formation fluviatile C. A. Biface en silex roulé, fissuré, aux tranchants concassés (dessin Despriée, musée de Vendôme); B. Fragment de molaire de mammouth (dépôt G. Denizot, musée de Vendôme).

supérieure des graves mais aucune n'a pu être positionnée avec précision dans la stratigraphie. Étaient-elles également en position secondaire? L'absence de stigmates de transport permet l'hypothèse d'un gel sur place.

Discussion

Dans le contexte géologique et structural complexe qui caractérise la vallée du Loir immédiatement en aval de Vendôme, sept formations alluviales fossiles ont pu être repérées sur les communes de Naveil, Villiers-sur-Loir, Thoré-la-Rochette et Lunay. Comme dans le reste du secteur Haut-Vendômois, les formations les plus hautes (D, E, F, G) ont été déposées sur les versants de la vallée où elles sont étagées. Elles sont souvent masquées par des dépôts de pente ou partiellement érodées. Les nappes les plus basses (C, B, A) déposées dans le bassin dans lequel s'écoule le cours d'eau actuel, situé au-dessous et limité par les escarpements crayeux sont, quant à elles, emboîtées (**fig. 4**). Cette disposition d'étagement puis d'emboîtement est similaire à la disposition des formations fluviatiles étudiées d'amont en aval dans les bassins de Morée, Lignièrès, Saint-Firmin-des-Prés et Saint-Ouen-Vendôme (**fig. 1**). Leurs altitudes relatives au-dessus du plancher de la nappe de fond, 0/+ 5 m, + 2/+ 8 m, + 6/+ 11 m, + 12/+ 17 m, + 19/+ 23 m, + 26/+ 31 m, + 48/+ 52 m sont également très proches sinon semblables (**fig. 10**).

Dans le bassin de Naveil/Villiers-sur-Loir et dans le méandre de Thoré, ce sont trois des basses formations qui ont pu faire l'objet d'études géologiques, géochronologiques et préhistoriques : la *Formation de Bondrée*

et la *Formation des Grands-Champronds* (+ 6/+ 11 m) et la *nappe de fond* (0/+ 5 m).

MISE EN PLACE DES ALLUVIONS DE LA FORMATION C

Cette formation a été observée dans six carrières, au-dessus du plancher crayeux marquant la fin de l'incision. Son épaisseur observée varie de 4 à 6 m, avec une stratigraphie assez constante formée de deux dépôts de graves siliceuses grossières encadrant des couches litées ou des grandes lentilles de graves moyennes ou fines, de graviers et de sables. Une couverture limoneuse importante recouvre cette formation alluviale fossile. Divers processus dans la mise en place de ces différentes strates d'alluvions en réponse à une succession de phases climatiques, en contexte périglaciaire, ont pu être mis en évidence.

L'incision en fin de période interglaciaire

En accord avec le modèle proposé par divers auteurs pour décrire l'évolution des vallées du Bassin anglo-parisien (qui s'étend depuis la bordure nord du Massif central jusqu'à Londres), l'incision du substratum se produit probablement en début de phase glaciaire. Elle est suivie de dépôts de pente qui s'accumulent sur le plancher d'incision sous un climat froid. Quelle que soit la coupe observée, les masses considérables de matériaux correspondant à cette phase de dépôt ne présentent aucune figure de dépôt fluviatile. Ces graves grossières semblent s'être mises en place brutalement après la fin de l'incision du Loir. Ceci confirme que l'incision se produit très probablement au cours de la phase de

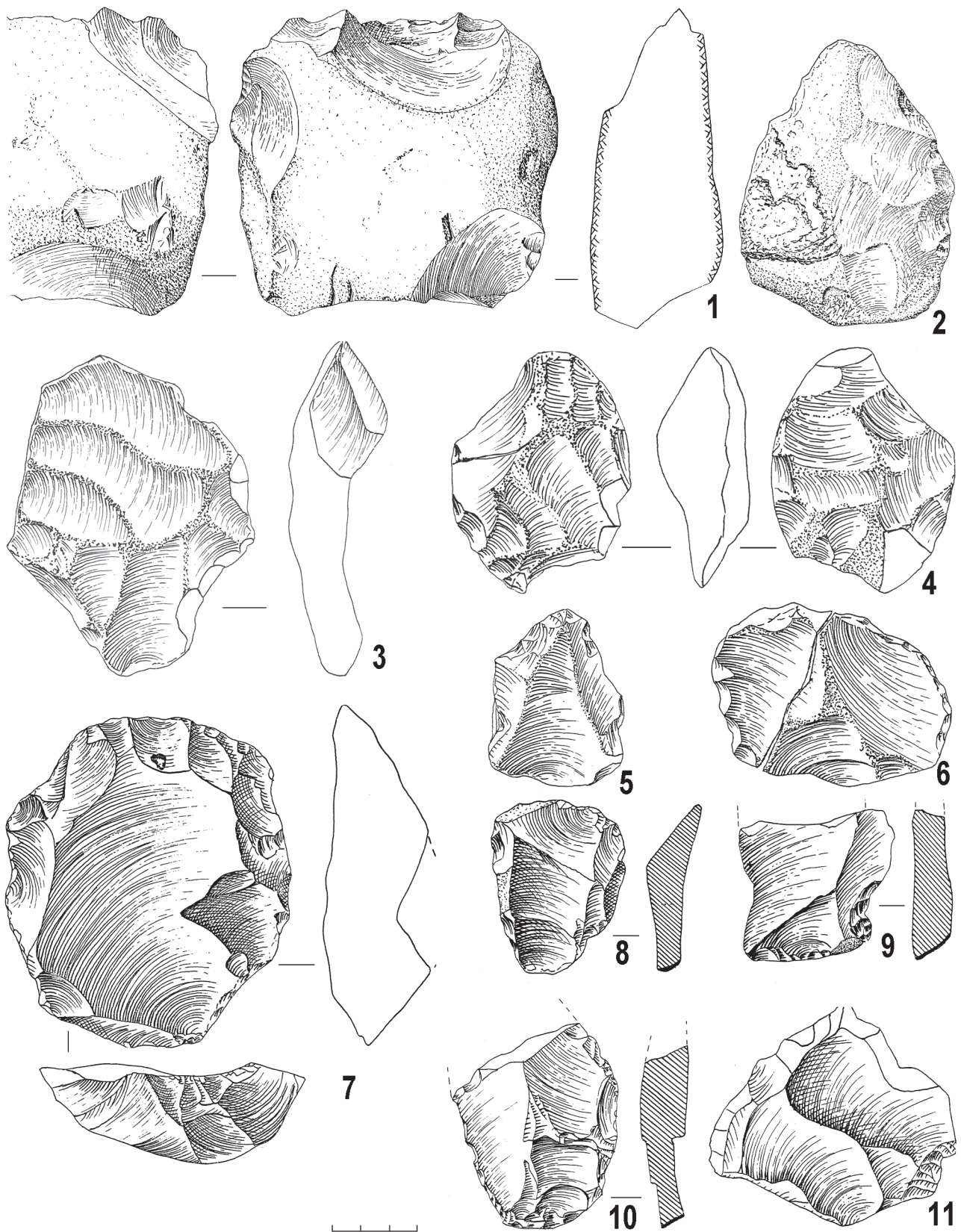


Fig. 9 : Lunay, le Grand-ris. A. Industrie altérée trouvée dans la masse de craie gelée : 1. Galet à débitage alterne ; 2. Éclat de décortilage. **B.** Industrie lithique roulée, aux arêtes émoussées et tranchants concassés en position secondaire dans les alluvions grossières : 3 et 4. Bifaces ; 5 et 6. Éclats Levallois. **C.** Industrie préhistorique de débitage Levallois. 7. Nucléus ; 8 à 11. Éclats géli fractés (dessins Despriée, musée de Vendôme). Échelle en cm.

transition climatique séparant la fin de la période interglaciaire et le début de la phase glaciaire qui va suivre, lors d'une période froide mais encore humide, marquée par la disparition progressive de la végétation arborée (ANTOINE, 1993; LAUTRIDOU *et al.*, 1984; BRIDGLAND & ALLEN, 1996; ANTOINE *et al.*, 2000; BRIDGLAND, 2000).

Des dépôts de pente en début de période glaciaire

D'après les natures pétrographiques des roches présentes dans ces dépôts, les masses de cailloux seraient descendues depuis les rebords de plateaux et les versants. Elles auraient été déplacées vers le plancher d'incision dans des coulées de solifluxion. Lors du maximum glaciaire qui a suivi, la fonte superficielle du pergélisol en été a dû également favoriser la descente des matériaux par gélifluxion. Cette hypothèse paraît confirmée par les stigmates de gel profond qui affectent environ 70 % de cailloux de silex quelle que soit leur origine (fissuration importante, cassures, cupules...). Elle expliquerait aussi la position des blocs de brèche très lourds descendus depuis le rebord du plateau dans ces coulées, qui se sont parfois enfoncés par gravité jusqu'au plancher d'incision (TRICART, 1963; COUTARD *et al.*, 1988; VAN VLIET LANOË, 1995).

Des dépôts fluviatiles pendant la phase glaciaire

Dans le niveau médian, des figures de dépôts fluviatiles sont visibles dans la stratification. Les petits et moyens cailloux indiquent des apports par ruissellement mais aussi une puissance d'écoulement de la rivière parfois suffisamment élevée pour les étaler sur de très longues distances. Les successions des couches et des grandes lentilles suggèrent une alternance de dépôt et d'érosion selon de grandes rides et le comblement successif de chenaux par le matériel graveleux lors de crues (CAMPY & MACAIRE, 2003; COJAN & RENARD, 2006). Ce type de dépôt, signalé dans les terrasses de la Somme, se serait produit durant le pléni-glaciaire pendant des épisodes de fonte (ANTOINE, 1994, 2014; BRIDGLAND, 2000).

Des restes de Mammouth et de Rhinocéros laineux ont été découverts dans la Formation *des Grands-Champronds*. Deux exemplaires furent présentés par G. Denizot dans la salle de géologie qu'il réalisa au musée de Vendôme. Une autre dent de mammouth a été trouvée dans l'enceinte de la laiterie Bel à Vendôme lors du forage d'un puits, effectué dans la formation fluviatile située à la même altitude relative. Récupérée par G. Denizot (1971), elle est déposée au Musée de Vendôme (fig. 10). Il s'agit d'une molaire de Mammouth des steppes (*Elephas trogontherii*, détermination M. BEDEN, *in* DESPRIÉE, 1979). D'autres ossements fossiles avaient autrefois été trouvés à Vendôme dans la sablière du Grand-Faubourg ouverte dans une formation fluviatile située à la même altitude relative

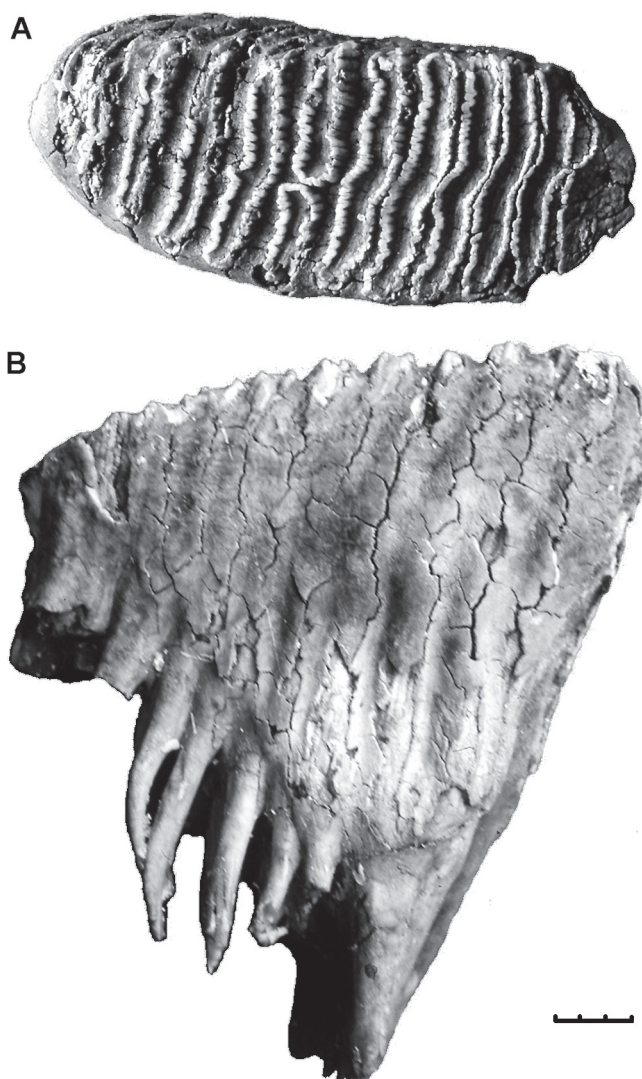


Fig. 10 : Molaire de Mammouth des steppes (*Mammuthus Trogontherii*) trouvée à la laiterie de Vendôme. A. Vue de la surface masticatrice montrant les lames de dentine recouvertes d'émail disposées parallèlement dans le ciment (longueur = 23 cm). B. Vue de face montrant la taille progressive des lames, et la disposition des racines permettant à la molaire de glisser dans la mandibule jusqu'à son expulsion après usure (Musée de Vendôme, clichés J. Despriée).

(+ 6/+ 11 m) par E. Nouel et C. Bouchet en 1863. Ces ossements et dents fossiles indiquent la présence, avant ou pendant les dépôts, d'une mégafaune adaptée aux milieux ouverts et très froids.

La stratification du dépôt supérieur paraît plus complexe, avec plusieurs couches de graves grossières issues du versant très proche, couches séparées par des graves fines et des lits de graviers. Cette stratification semble également correspondre à des phénomènes successifs de solifluxion et de ruissellement. Les artefacts préhistoriques souvent repérés dans ce niveau supérieur sont également gélifractés.

Une couverture limoneuse : un paysage steppique

Une importante couverture limoneuse s'est ensuite déposée au pied de l'escarpement à regard nord-ouest bordant la rive sud du Loir, en particulier au lieu-dit *la Jennetière*. Elle est constituée de sables très fins ($< 50 \mu\text{m}$), de limons calcaires et d'argiles. Ces sédiments détritiques ont été apportés par le vent depuis des régions relativement désertiques sous climat périglaciaire très sec. L'escarpement a pu freiner le vent et provoquer le dépôt des poussières transportées.

Cette couverture limoneuse recouvre une grande partie de la *Formation de Bondrée* (+ 6/+ 11 m rel.). Son épaisseur augmente progressivement du nord vers le sud pour atteindre un maximum de 5 m reconnu par carottage au pied de l'escarpement de *la Jennetière* (fig. 4). Une épaisseur de deux mètres seulement a pu être relevée sur la paroi sud dans les carrières Minier et Rougeron (fig. 5).

Des déterminations palynologiques (J. Renault-Miskovsky) et malacologiques (J.-J. Puisségur) ont été effectuées sur la séquence lœssique inférieure. Les pollens d'herbacées (90 %) dominent les pollens arborés (10 %). Les Composées cichoriées (56 %) et les Graminées constituent l'essentiel de la couverture végétale. Les deux espèces d'arbres qui dominent sont le Pin, le Bouleau avec présence du Chêne pédonculé. Cette association indique un paysage steppique relativement sec, sous climat froid en cohérence avec la présence de lœss apportés par le vent en contrée périglaciaire. La proximité d'une zone plus humide est néanmoins supposée par la détermination de quelques pollens d'Aulne, de Noisetier, d'Anthémidiées, et de spores de fougères. Cette hypothèse semble corroborée par la présence d'espèces de micro-gastropodes hygrophiles inféodés à une végétation de milieu un peu humide : *Columella columella*, *Succinella oblonga* et *Pupilla muscorum* (ROUSSEAU & LAURIN, 1984; LIMONDIN-LOZOUET & GAUTHIER, 2003).

Cette couverture détritique a été déposée postérieurement à la *Formation de Bondrée*. Lors des prospections, elle n'a pas fourni d'élément lithique préhistorique permettant de lui attribuer un âge relatif et donc de la replacer dans l'une ou l'autre des péjorations froides reconnues dans les deux derniers cycles climatiques.

L'APPORT DES DATATIONS DES FORMATIONS FLUVIATILES

La vallée du Loir vendômois a fait l'objet de deux programmes systématiques de datation par le Laboratoire de Géochronologie du Département de Préhistoire du Muséum national d'Histoire naturelle de Paris, programmes soutenus par le Ministère de la Culture-DRAC du Centre-Val de Loire (VOINCHET, 2002; DESPRIÉE *et al.*, 2003; DESPRIÉE & VOINCHET, 2005; VOINCHET & DESPRIÉE, 2005; VOINCHET *et al.*, 2010; TISSOUX *et al.*, 2011).

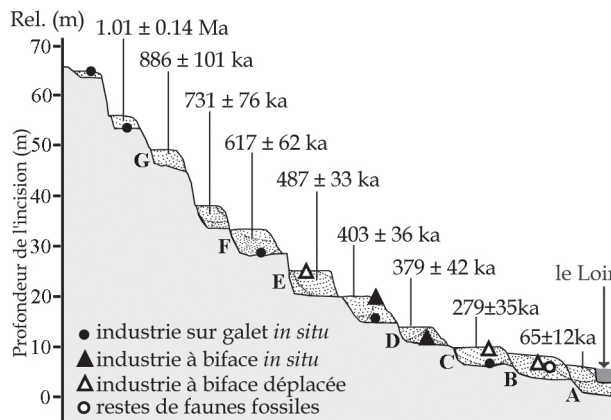


Fig. 11 : Profil synthétique du système fluvial du Loir dans le secteur Haut-Vendômois avec les nouvelles datations ESR obtenues à Naveil et Thoré. Les lettres indiquent, en fonction de leurs altitudes, les situations relatives des nappes fluviales observées dans le secteur étudié, sur le versant (D, E, F, G) et dans le bassin (A, B, C). Les cercles noirs indiquent la présence d'industries préhistoriques archaïques sur « galets » ; les triangles, la présence d'industries avec bifaces. Les âges sont donnés en milliers d'années (ka) et en millions d'années (Ma) (d'ap. VOINCHET, 2002; DESPRIÉE *et al.*, 2003; TISSOUX *et al.*, 2011).

L'ensemble des formations alluviales observées sur les versants et dans le fond des bassins forment un système fluvial de neuf nappes alluviales dont huit ont été datées par la méthode de résonance de spin électronique (ESR) appliquée aux quartz fluviaux contenus dans ces alluvions (fig. 11). Dans le bassin de Naveil-Villiers et le méandre de Thoré, toutes les formations n'ont pu être datées. Toutefois, des comparaisons peuvent être faites avec les autres nappes datées dans le système fluvial du secteur Haut-Vendômois (fig. 11).

La Formation des Poiriers à Villiers-sur-Loir (nappe G) : Pléistocène inférieur ?

Ce niveau a été traversé en 2001, lors de la construction du gazoduc « Artère du Centre » au lieu-dit *les Terres-Noires* à Saint-Firmin-des-Prés (+ 47 m rel. au sommet) où, bien mieux conservé à cet endroit, il a été daté de 886 ± 101 ka (TISSOUX *et al.*, 2011). La *Formation du Poirier*, déposée à une altitude relative légèrement plus élevée, pourrait donc avoir été également déposée au Pléistocène inférieur.

La Formation des Plantes à Villiers-sur-Loir : le début du Pléistocène moyen ?

Les formations fluviales inférieures (F à B) auraient été déposées au Pléistocène moyen (780 000-135 000 ans). La *Formation des Plantes* à Naveil (+ 18/+ 24 m rel.) n'est pas datée. Néanmoins, son altitude relative est proche de celle de la « *Nappe de Chicheray* » à Pezou, datée de 617 ± 65 ka (TISSOUX, 2011).

Vallée du Loir vendômois	Commune	Formation +6/+11m rel.	Altitude relative	Âge ESR en ka	Âge ESR moyen
Bas-Vendômois	Montoire	<i>la Maison-Blanche Champigny</i>		312 ± 50 306 ± 48	309 ± 68
	Thoré-la-Rochette	<i>les Grands-Champronds</i>	+7/+13 m	296 ± 45 265 ± 45	281 ± 62
Haut-Vendômois	Naveil	<i>Bondrée</i>	+6/+12 m	290 ± 90 266 ± 55	273 ± 92
	Saint-Ouen	<i>Nioche</i>	+6/+14 m	275 ± 55	
	Morée	<i>Villeprovert</i>		241 ± 42	

Tabl. 3 : Les âges ESR des nappes déposées entre + 6 et + 11 m d'altitude relative dans la vallée du Loir vendômois sont obtenus en calculant les moyennes quadratiques pondérées à l'aide du logiciel Isoplot 3.0 (LUDWIG, 2003). Ces âges sont tous donnés en milliers d'années (ka).

La Formation de +6/+11 m : une nappe repère dans la vallée du Loir vendômois ?

Les âges moyens obtenus par la méthode ESR pour la formation fluviale située à une altitude relative de + 6/+ 11 m pour *Bondrée* à Naveil (273 ± 92 ka) et pour les *Grands-Champronds* à Thoré (281 ± 62 ka) sont similaires. Cette formation avait déjà été datée en utilisant la même méthode en amont et en aval de Vendôme (tab. 3).

L'âge de 275 ± 55 ka obtenu pour la formation la plus proche, prélevée à Nioche, commune de Saint-Ouen, est aussi tout à fait similaire. Les âges mesurés plus en amont sont, à Villeprovert, commune de Morée, de 241 ± 42 ka et, plus en aval, à Montoire, sur les sites de la Maison-Blanche de 312 ± 50 ka et de Champigny de 306 ± 48 ka. Un âge moyen pondéré de 279 ± 35 ka obtenu à partir de l'ensemble de ces mesures peut être attribué à cette formation repère de la vallée du Loir vendômois. Compte tenu de cet âge moyen et du caractère périglaciaire de ses dépôts grossiers, cette *Formation C* se serait déposée pendant le stade isotopique 8 (anciennement appelé glaciation de Riss; PENCK & BRÜCKNER, 1901-1909). La présence d'espèces telles que le Mammouth des steppes et le Rhinocéros laineux est en cohérence avec la péjoration de ce stade froid qui a profondément marqué les paysages locaux entre 300 et 243 000 ans (LISIECKI & RAYMO, 2005).

La Formation de Tourteline : un emboîtement en fond de bassin (Formation B)

La Formation de +2/+8 m d'altitude relative n'a pu être prélevée dans le secteur de Naveil-Thoré. Les âges ESR obtenus pour cette même formation, également emboîtée, à Pezou, *la Plaine-des-Sables* (206 ± 28 ka), et à Morée, *la Maugerie* (206 ± 37 ka) confirment un dépôt plus récent que celui de la Formation C.

Que ce soit dans le bassin de Naveil-Villiers, dans celui de Morée, ou dans le fossé de Pezou, on observe que la formation B est systématiquement emboîtée dans la formation C, ce qui suppose un ralentissement dans la surrection de la région vendômoise il y a environ 200 000 ans.

La nappe de fond (Formation A)

L'âge obtenu sur les quartz fluviales prélevés au lieu-dit *les Bournais*, à Varennes, commune de Naveil résulte de mesures effectuées sur un seul prélèvement réalisé dans de bonnes conditions avec l'aide de l'entreprise Minier.

Cette nappe avait déjà été prélevée pour datation dans la vallée du Loir vendômois en amont (Morée, *la Garenne*), et en aval (Artins, *les Grouas*). Les résultats des mesures n'étaient pas cohérents avec la position de fond de vallée, une possible pollution des sédiments prélevés pouvant être soupçonnée (VOINCHET, 2002). Récemment, un âge très proche (63 ± 15 ka) a été obtenu en utilisant la même méthode pour la nappe de fond échantillonnée dans « *la rive du Cher* » à Fosse, commune de Brinay (Cher) (DESPRIÉE *et al.*, 2017a). Ces deux âges de 65 ± 12 ka et 63 ± 15 ka sont cohérents avec la position altimétrique des alluvions et indiqueraient que celles-ci ont été déposées pendant la dernière glaciation (dite de Würm), vraisemblablement durant le Pléniglaciaire inférieur, c'est-à-dire pendant le stade isotopique marin 4 (MIS 4).

LES ARTEFACTS PRÉHISTORIQUES DU BASSIN DE NAVEIL

Des positions stratigraphiques primaires ou secondaires

Les « galets » taillés, bifaces, nucléus et éclats trouvés dans la *Formation de Bondrée* à Naveil et dans les formations des *Grands-Champronds* à Thoré, ou des *Clouseaux* à Lunay sont peu nombreux et ont souvent été trouvés hors stratigraphie. Toutefois, les altérations physiques ou chimiques observées peuvent être comparées avec celles observées sur les artefacts des assemblages lithiques préhistoriques plus conséquents recueillis dans les autres sites de la vallée du Loir vendômois associés aux formations fluviales. Ces artefacts sont généralement retrouvés dans deux positions stratigraphiques différentes : à l'endroit où les hominés les ont utilisés et/ou abandonnés, ils sont alors en position primaire ; ou ils ont été déposés avec les

sédiments alluviaux grossiers de la couche qui les contient, en même temps que ces derniers : ils sont alors en position secondaire (DESPRIÉE *et al.*, 1979, 2005, 2011).

À Naveil, dans les carrières de *Bondrée*, une petite série de « galets » taillés a été ramassée. Ce sont en fait des cailloux de silex qui ont été taillés : il n'y a pas de galets vrais dans ces formations grossières. La typologie de ces pièces est très commune et ne permet pas une attribution culturelle. L'un des *choppers* a été trouvé *in situ* à la base des graves inférieures. Les arêtes limitant les enlèvements anthropiques ne sont pas émoussées et le bord tranchant n'est pas concassé, il montre seulement un esquillement pouvant résulter de son utilisation (fig. 7, 1 à 3). Cette absence de stigmates de transport tranche nettement avec les stigmates importants d'émoussé et le concassage des cailloux du même niveau. On peut d'ailleurs retrouver ces stigmates sur les parties originelles du support. Les mêmes observations ont été faites pour les autres blocs débités trouvés sur le plancher de carrière. Le matériau utilisé correspond aux fragments de nodules de silex usés présents dans ce niveau, qui a pu y être prélevé pour être taillé. Après sa mise en place sur le plancher d'incision, le dépôt de pente aurait servi de gîte à matériau pour les hominins qui auraient abandonné leurs outils ou leurs nucléus, ensuite recouverts sans être véritablement déplacés. Cette situation a été décrite à Pezou, les *Grouais-de-Chicheray* notamment, mais également dans la vallée du Cher (DESPRIÉE & LORAIN, 1972, DESPRIÉE *et al.*, 2005, 2010, 2016, 2017).

D'autres artefacts ont été trouvés à Thoré, dans la *Formation des Grands-Champronds* (carrière de Cunaille) et à Lunay, dans la *Formation des Clouseaux* (carrière du *Grand-Ris*). Ce sont des bifaces, des nucléus et des éclats. Les arêtes limitant les négatifs des éclats débités sont nettement émoussées et les bords fortement concassés, ainsi que les tranchants des éclats. Outre ces stigmates caractéristiques d'une ou de plusieurs phases de transport brutal, les pièces ont été gélivées et mutilées avant ou pendant leur arrivée sur le site. Elles présentent aussi les mêmes altérations chimiques que les alluvions. Elles sont donc en position secondaire dans ces deux sites.

Des témoins d'un débitage de type Levallois

Malgré ces altérations profondes, la typologie de certaines pièces est suffisamment caractéristique pour que le façonnage bifacial ou le débitage de type Levallois puissent être reconnus (COMMONT, 1909 ; BORDES, 1961 ; INIZAN *et al.*, 1995). Apparu pendant l'Acheuléen moyen à la fin du stade isotopique 10 (- 374 - 337 000 ans, LISIECKI & RAYMO, 2005), le débitage Levallois s'est développé à partir du stade isotopique 8 (300 - 243 000 ans, LISIECKI & RAYMO, 2005). Les âges ESR obtenus pour la Formation C sont de 273 ± 92 ka à *Bondrée* et de 281 ± 62 ka et aux *Grands-Champronds* peuvent être vraisemblablement

attribués aux nucléi et éclats Levallois qui en proviennent. L'âge de 241 ± 42 ka obtenu dans le site de *Villeprovert* à Morée dans lequel les alluvions du Loir contenaient aussi une industrie à débitage Levallois paraît correspondre également au stade isotopique 8 (DESPRIÉE *et al.*, 2003). Ces trois âges, cohérents entre eux, confirment la présence importante, dès cette époque, d'hominins porteurs d'une culture du Paléolithique moyen, le Moustérien, dans la vallée du Loir vendômois.

Toutefois, la position stratigraphique de ces pièces, compte tenu des stigmates visibles, pourrait être secondaire. Les sites originels pouvaient se trouver sur une formation fluviatile fossile antérieure située plus au haut sur le versant, voire même occuper le rebord de plateau où de nombreux sites à bifaces et débitage Levallois ont été repérés (DESPRIÉE, 1979 ; LEYMARIOS *et al.*, 1984).

Conclusion

Comme dans les autres bassins de la vallée du Loir vendômois, les « basses terrasses » du secteur de Naveil, Thoré et Lunay, que nous dénommons *Formations C*, B et A sont emboîtées. Elles sont généralement constituées de séquences d'alluvions grossières superposées. L'accumulation de ces graves siliceuses très grossières résulte de dépôts de pente successifs par ruissellement, solifluxion et gélifluxion en période glaciaire. Elles proviennent des versants, des rebords des plateaux ou des interfluves. Ces « graves grossières » encadrent un dépôt fluviatile constitué des couches de graves moyennes et fines, de graviers et de sables correspondant à des périodes de fontes temporaires.

Les nappes fluviales emboîtées occupant le fond le bassin de Naveil-Villiers sont surmontées d'une couverture limoneuse lœssique atteignant un à deux mètres d'épaisseur et même cinq mètres le long de l'escarpement de la *Jennetière*, bien orienté face aux vents cataglaciaires. Les études palynologiques et malacologiques confirment pour ces dépôts de lœss un environnement steppique sous climat périglaciaire relativement sec qui correspond probablement au maximum de froid et de sécheresse d'un pléniglaciaire.

La position primaire de quelques artefacts préhistoriques non roulés à la base de la *Formation de Bondrée* confirme la présence d'hominins qui exploitaient les matériaux siliceux déposés après incision du substratum par la rivière, en début de phase glaciaire. Leur présence durant d'autres périodes de transition climatique a été observée dans d'autres sites du bassin de la Loire moyenne (vallées du Loir, du Cher, de la Creuse). La typologie des artefacts, bifaces, nucléus et éclats Levallois est en accord avec l'âge de cette Formation C qui les contenait, âge cohérent avec son altitude relative.

Les études géochronologiques menées dans la vallée du Loir vendômois ces vingt dernières années confirment que l'incision de la vallée a débuté dans le dernier

tiers du Pléistocène inférieur, il y a plus d'un million d'années, et s'est poursuivie durant la première moitié du Pléistocène moyen entre - 780 et - 400 000 ans en incisant progressivement les différents niveaux d'argiles à silex.

La position au-dessus d'un escarpement crayeux, de la *Formation des Grouais-de-Chicheray* à Pezou, dont l'âge moyen est de 400 000 ans, semblait indiquer que la distension à l'origine de la mise au jour des escarpements visibles plus bas dans les bassins et les fossés devait être postérieure à la mise en place de cette formation. L'âge moyen ESR, 273 ± 92 ka, obtenu pour la *Formation de Bondrée* à Naveil déposée au pied de l'escarpement crétacé de la *Jennetière* est en cohérence avec cette hypothèse. Cet âge est similaire à ceux obtenus pour cinq autres témoins fluviaux repérés à la même altitude relative de + 6/+ 11 m dans les autres bassins et fossés du Loir vendômois.

On peut considérer cette Formation fluviale C, qui s'est vraisemblablement déposée pendant le stade isotopique 8, il y a environ 280 000 ans, comme un niveau repère dans le système fluvial du Loir.

Remerciements

Nous remercions le Laboratoire de Géochronologie du département *Homme et Environnement* (auparavant Département de Préhistoire) au Muséum national d'Histoire naturelle de Paris, qui a réalisé les datations ; les régions Centre-Val de Loire et Ile-de-France pour l'aide à l'acquisition des spectromètres ESR. Nous remercions vivement l'entreprise de travaux publics Minier, au *Moulin de Varennes* à Naveil (Loir-et-Cher), qui nous a autorisés à étudier les carrières de *Bondrée* à Naveil, des Grouais à Artins, de la *Varenne* à Morée, et qui nous a fourni les moyens matériels pour prélever les sédiments destinés aux mesures de datation ; ainsi que les entreprises Chavigny (les *Grands-Champronds*) et Rougeron (*Bondrée*) qui ont facilité nos travaux de prospection et de relevés. Un grand merci à Jean-Claude Pasquier, membre de notre Société, historien de Vendôme, qui nous a indiqué la position de la sablière prospectée par MM. Nouel et Bouchet, membres de notre Société qui suivirent les traces de l'abbé Bourgeois à la fin du XIX^e siècle. Notre reconnaissance à Josette Renault-Miskovsky, Directrice de Recherche émérite au CNRS pour les déterminations palynologiques et à Nicole Limondin-Lozouet, Directrice de Recherche au CNRS, pour l'interprétation paléoclimatique des données résultant de déterminations malacologiques anciennes. Nous remercions le Musée de Vendôme qui nous a autorisés à photographier les restes osseux trouvés à Thoré et Vendôme.

Enfin, un souvenir ému pour le professeur Georges Denizot, qui fut Président de la Société archéologique, scientifique et littéraire du Vendômois de 1938 à 1944 et qui, encore très actif sur la fin de sa vie, a orienté nos recherches lors de la préparation de notre thèse.

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. 1994 – «The Somme Valley terrace system (Northern France) ; a model of river response to quaternary climatic variations since 800 000 BP». *Terra-Nova*, 6 (5) : 453-464.
- ANTOINE P., LAUTRIDOU J.-P. & LAURENT M. 2000 – «Long term fluvial archives in NW France: response of the Seine and Somme Rivers to tectonic movements, climatic variations and sea level changes», *Geomorphology*, 33 (3-4) : 551-563.
- 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 (éd.), *La géoarchéologie française au XXI^e siècle*. Éditions du CNRS, Paris : 71-87.
- BAHAIN J.-J., FALGUÈRES C., VOINCHET P., DUVAL M., DOLO J.-M., DESPRIÉE J., GARCIA T. & TISSOUX H., 2007 – «Electron spin resonance (ESR) dating of some European late Lower Pleistocene sites», *Quaternaire*, 18 : 175-184.
- BOISVILLETTE L. G. (GUÉRINEAU DE), 1848 – «Lettre sur la découverte d'ossements à Saint-Prest (Eure-et-Loir)», *Bulletin de la Société géologique de France*, 6 : 11-12.
- BOISVILLETTE L. G. (GUÉRINEAU DE), 1850 – «Notice sur le chemin de fer de Paris à Chartres, tête et première section de la ligne de l'Ouest», *Annuaire d'Eure-et-Loir* : 367-382.
- BORDES F. 1961 – *Typologie du Paléolithique ancien et moyen*. Imp. Delmas, Bordeaux. 2 vol., 85 et 215 p.
- BOUBÉE N. 1835 – «Sur le creusement des vallées à plusieurs étages», *Bulletin de la Société géologique de France*, 1^{re} série, 4 : 376-380.
- BOUBÉE N. 1847 – «Sur l'ancienneté relative des alluvions dans les vallées à plusieurs étages», *Bulletin de la Société géologique de France*, 2^e série, 4 : 825-832.
- BOUBÉE N. 1847 – «Terrasses successives des côtes et vallées», *Bulletin de la Société géologique de France*, 2^e série, 4 : 1123-1125.
- BOUCHER DE PERTHES J. DE CRÈVECŒUR DE, 1847-1856 – *Antiquités celtiques et antédiluviennes*. Éd. Treuttel & Wurtz, 4 vol.
- BOURGEOIS (abbé) L. 1863 – «Simple causerie sur les découvertes récentes relatives à l'Homme fossile», *Bulletin de la Société archéologique, scientifique et littéraire du Vendômois*, 2 : 75-83.
- BOURGEOIS (abbé) 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.

- BOURGEOIS (abbé) L. 1867 – « Découverte d'instruments en silex dans le dépôt à *Elephas meridionalis* de Saint-Prest aux environs de Chartres », *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, Paris, 64, 47-48.
- 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 (éd.), *The early Middle Pleistocene in Europe*, Bakelma, Rotterdam : 121-134.
- BUFFON G.-L. LECLERC DE, 1749-1779 – *Histoire naturelle, générale et particulière, avec la description du cabinet du Roy*. 36 t. Vol. 1 : *Théorie de la Terre* (1749); vol. 2 : *Histoire naturelle de l'Homme* (1749); vol. suppl. : *Les Époques de la Nature* (1778). Imprimerie royale.
- CAMPY M. et MACAIRE J.-J. 2003 – *Géologie de la surface. Érosion, transfert et stockage dans les environnements continentaux*. 2^e éd., Cours Dunod, Paris, 440 p.
- CHAPUT E. 1908 – « Sur les alluvions quaternaires de la Loire et de l'Allier », *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, 2^e semestre, 147 : 89-91.
- CHAPUT E. 1913 – « Essai de synchronisation des alluvions anciennes de la Loire et de ses affluents », *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, 1^{er} semestre, 156 : 358-360.
- CHAPUT E. 1917 – Recherches sur les terrasses alluviales de la Loire et de ses principaux affluents. *Annales de l'Université de Lyon*, nouvelle série, I. Sciences, Médecine, 41, 303 p.
- COJAN I. & RENARD M. 2006 – *Sédimentologie*. Cours Dunod, Paris. 2^e édition, 444 p.
- COMMONT V. – « L'industrie moustérienne du Nord de la France », *Congrès Préhistorique de France*, 5^e session, Beauvais : 115-197.
- COUPÉ J.-M., 1806 – « Sur l'étude du sol des environs de Paris », *Journal de physique, de chimie, d'histoire naturelle et des arts*, LXII, 287-297 et LXIII, 279-291.
- COUTARD J.-P., GABERT P. & OZOUF J.-C. 1988 – « Étude du processus de cryoreptation en divers sites de la Haute-UBaye (Alpes du Sud) », *Bulletin du Centre de Géomorphologie de Caen*, 34 : 9-28.
- DENIZOT G. 1921 – « Les alluvions du bassin de la Loire », *Bulletin de la Société géologique et minéralogique de Bretagne*, II, 4 : 430-477.
- DENIZOT G., 1929 – « Les emplacements préhistoriques des vals du Loir », *Bulletin de la Société archéologique, scientifique et littéraire du Vendômois* : 89-138.
- DENIZOT G. 1930 – « Les corrélations entre les niveaux du Quaternaire et les époques du Préhistorique français », *Bulletin de la Société archéologique, scientifique et littéraire du Vendômois* : 15-42.
- DENIZOT G. 1931 – « Les corrélations entre les niveaux du Quaternaire et les époques du Préhistorique français (suite) », *Bulletin de la Société archéologique, scientifique et littéraire du Vendômois* : 37-90.
- DENIZOT G. 1927 – *Les formations continentales de la région orléanaise*. Thèse de doctorat, Université de Paris. 582 p.
- DENIZOT G. 1950a – *Carte géologique à 1/80 000, feuille Beaugency, n° 94*. Service de la carte géologique, Paris.
- DENIZOT G. 1950b – *Carte géologique à 1/80 000, feuille Chartres, n° 79*. Service de la carte géologique, Paris.
- DENIZOT G. 1957 – « Régression chelléenne », in : *Le Quaternaire de la France. Lexique stratigraphique international, I, IV, b*.
- DENIZOT G. 1959 – « Sur la définition et la valeur du terme Chelléen », *Congrès préhistorique, Monaco, XVI^e session* : 521-528.
- DESNOYERS J. 1829 – « Observations sur un ensemble de dépôts marins plus récents que les terrains tertiaires du bassin de la seine, et constituant une Formation géologique distincte précédée d'un aperçu de la non simultanéité des bassins tertiaires », *Annales des Sciences naturelles*, Paris, 171, 214 : 402-491.
- DESNOYERS J. 1863a – « Note sur les indices matériels de la coexistence de l'Homme avec l'*Elephas meridionalis* dans un terrain des environs de Chartres plus anciens que les terrains de la transport quaternaires des vallées de la Somme et de la Seine », *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, Paris, 56 : 1073-1083.
- DESNOYERS J. 1863b – « Réponses à des objections faites au sujet de stries et d'incisions constatées sur des ossements de mammifères fossiles des environs de Chartres », *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, Paris, 56 : 1199-1204.
- 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-Chichery*, commune de Pezou, Loir-et-Cher », *Revue archéologique du Centre de la France*, Éd. FERAC, Tours, XXIV, 2 : 145-189.
- DESPRIÉE J. et LORAIN J.-M. 1972 – « Une industrie à *choppers* dans les alluvions du Loir à Pezou (Loir-et-Cher) », *Gallia Préhistoire*, CNRS, Paris, t. 15, fasc. 1 : 2-30.
- DESPRIÉE J., VOINCHET P., BAHAIN J.-J., FALGUÈRES C., LORAIN J.-M. & DUVALARD J. 2003 – « Les nappes alluviales pléistocènes du Loir dans la région de Vendôme (Loir-et-Cher, France) », *Quaternaire*, 14 (4) : 207-218.
- DESPRIÉE J. & VOINCHET P. 2004 – « Les systèmes fluviaux de la vallée du Loir vendômois : faciès, séquences, tectonique récente, préhistoire et datations absolues », in : *Approche archéologique de l'environnement et de l'aménagement du territoire ligérien*.

- Actes du colloque d'Orléans, 14, 15 et 16 novembre 2002*, Éd. Fédération Archéologique du Loiret-Études Ligériennes, Orléans : 7-26.
- DESPRIÉE J. & VOINCHET P. (2005) – « Nouvelles données sur la géologie, la préhistoire et la datation des alluvions de la vallée du Loir dans la région de Vendôme », *Bulletin de la Société archéologique, scientifique et littéraire du Vendômois* : 85-98.
- 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 : *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)*. John & Erica Hedges Ltd, Oxford. British Archaeological Reports, International series/S1364 : 431-444.
- 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., SALAR., 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., VOINCHET P., PUAUD S., BAHAIN J.-J., MORENO-GARCIA D., MONCEL M.-H., GALLET X., CHANTREAU Y., TISSOUX H. & FALGUÈRES C. 2017 – « Étude géoarchéologique du site acheuléen ancien de « la Noira » (Brinay, Cher, région Centre, France) », in : *Les formations fluviales du bassin de la Loire moyenne. Quaternaire*, 1 : 49-72.
- DESPRIÉE J., VOINCHET P., TISSOUX H., BAHAIN J.-J., FALGUÈRES C. & COURCIMAULT G. 2012 – *Géochronologie et Préhistoire des formations fluviales fossiles dans les vallées de la région Centre*. Éd. ARCHEA-région Centre, Tours, 196 p.
- DOLO J.-M., LECERF N., MIHAJOVIC V., FALGUÈRES C., BAHAIN J.-J., 1996 – « Contribution of ESR dosimetry for irradiation of geological and archeological samples with a ^{60}Co panoramic source », *Applied Radiation and isotopes*, 47 (11/12) : 1419-1421.
- DOLLFUS G.-F., 1900-1901 – « Feuille de Bourges au 1/320000^e ». *Bulletin du Service de la Carte géologique de la France*, t. XII, n° 80 : 6-13.
- DOLLFUS G.-F., 1909-1910 – « Coupe de la vallée de la Loire de Gien à Jargeau », *Bulletin du Service de la Carte géologique de la France*, t. XX, n° 126 : 16-24.
- DOUVILLÉ H., 1876 – *Carte géologique à 1/80000, feuille de Bourges*, 1^{re} éd. Service de la carte géologique, Paris.
- DUVAL M., SANCHO C., CALLE M., GUILARTE V., PENA-MONNE J., 2015 – « On the interest of using the multiple center approach in ESR dating of optically bleached quartz grains: Some examples from the Early Pleistocene terraces of the Alcanadre River (Ebro basin, Spain) », *Quaternary Geochronology*, 29 : 58-69.
- EMILIANI C., 1955 – « Pleistocene temperature », *Journal of Geology*, 63 : 538-578.
- EMILIANI C., 1966 – « Paleotemperature. Analysis of Caribbean Cores P6304-8 and P6304-9 and a Generalized Temperature Curve for past 42 500 years », *Journal of Geology*, 74 (2) : 109.
- FRERE J., 1800 – « Account of Flint Weapons Discovered at Hoxne in Suffolk », *Archaeologia*, Society of Antiquaries, London.
- GAUDRY A., 1859 – « Contemporanéité de l'espèce humaine et de diverses espèces animales aujourd'hui disparues », *L'Institut* (1^{re} section) 27, 1344 : 317-318.
- GEER G. DE, 1912 – « A geochronology of the last 12000 years », *Comptes rendus du XI^e Congrès international de Géologie, Stockholm, 1910* : 241-258.
- GIOT D., MAGET P. & IRRIBARIA R., 1999 – *Carte géologique de la France à 1/50000, Vendôme (395). Notice explicative*, BRGM, Orléans, 106 p.
- GROSSOUVRE A. DE, 1885 – *Carte géologique à 1/80000, feuille de Valençay*. Service de la carte géologique, Paris.
- GRÜN R., 1989 – « Electron spin resonance (ESR) dating », *Quaternary International*, 1 : 65-109.
- GRUNER L. 1857 – *Description géologique et minéralogique du département de la Loire (Campagne de cartographie géologique-Loire, 1856-1857)*. Impr. nationale, 778 p.
- INIZAN M.-L., REDURON-BALLINGER M., ROCHE H. & TIXIER J., 1995 – « Technologie de la pierre taillée », in : *Préhistoire de la pierre taillée*, vol. 4. CREP, Meudon, 200 p.
- IKEYA M., 1978 – « Electron spin resonance as a method of dating », *Archaeometry*, 20 : 147-158.
- IKEYA M., 1993 – *New applications of Electron Spin Resonance: Dating, dosimetry and microscopy*, World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd., Singapore, 500 p.
- LARTET, E., 1859-1860 – « Note sur des os fossiles portant des empreintes ou entailles anciennes et attribuables à la main de l'Homme », *Bulletin de la Société géologique de France*, 2^e série, 17 : 492-495.
- LARTET E. 1860 – « Sur l'ancienneté géologique de l'Espèce humaine dans l'Europe occidentale », *Annales des Sciences naturelles*, II, zoologie, 4^e série, 14 : 117-122.

- LAURENT M., FALGUÈRES C., BAHAIN J.-J., ROUSSEAU L., VAN VLIET LANOË B., 1998 – «ESR dating of quartz extracted from quaternary and néogene sediments: method, potential and actual limits», *Quaternary Science Reviews*, 17 : 1057-1061.
- LAUTRIDOU J.-P., LEFEBVRE D., LÉCOLLE F., CARPENTIER G., DESCOMBES J.-C., GAQUEREL C. & HUAUT M.-F., 1984 – «Les terrasses de la Seine dans les méandres d'Elbeuf. Corrélations avec celles de la région de Mantes», *Bulletin de l'Association Française du Quaternaire*, 21 (1) : 27-32.
- LEFEBVRE D., ANTOINE P., AUFFRET J.-P., LAUTRIDOU J.-P., & LÉCOLLE 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.
- LEYMARIOS C., BERTHELOT J., LORAIN J.-M., & DESPRIÉE J. (1984) – «Recherches dans la vallée du Loir depuis le XIX^e siècle. État des connaissances», in : *L'Archéologie de la vallée du Loir vendômois (de Vendôme à Cloyes) et l'apport de la photographie aérienne. Bulletin de la Société archéologique, scientifique et littéraire du Vendômois*, n° spécial, 168 p.
- LIMONDIN-LOZOUET N. & GAUTHIER A. 2003 – «Biocénoses pléistocènes des séquences loessiques de Villier-Adam (Val-d'Oise, France). Études malacologiques et palynologiques», *Quaternaire*, 14 : 237-252.
- LISIEKI L.E. & RAYMO M.E., 2005 – «A Pliocene-Pleistocene stack of 57 globally distributed benthic $\delta^{18}O$ records», *Paleogeography*, 20, PA1003.
- LUDWIG K.R., 2003 – *Isoplot 3.0, a biochronological toolkit for Microsoft Excel. Berkeley Geochronology center*, special publication, n°4, 71 p.
- MACAIRE J.-J., 1982 – «Sur la signification paléoclimatique des "vieux sols" élaborés au cours du Plio-Quaternaire. Le cas des formations alluviales du Sud-Ouest du Bassin de Paris (Touraine et ses abords)», *Comptes rendus de l'Académie des sciences de Paris*, Série II, 294 (22) : 1335-1340.
- MACAIRE J.-J., 1986 – «Apport de l'altération superficielle à la stratigraphie – Exemple des formations alluviales et éoliennes plio-quaternaires de Touraine (France)», *Bulletin de l'Association française pour l'étude du Quaternaire*, 27-28 (3-4) : 233-245.
- MANIVIT J., DESPREZ N., DESPRIÉE J., LEYMARIOS C. & MARTINS C., 1982 – *Carte géologique de la France à 1/50 000, feuille de Cloyes-sur-le-Loir (361). Notice explicative*, BRGM, Orléans.
- MANIVIT J., DESPREZ N. & DESPRIÉE J., 1983 – *Carte géologique de la France à 1/50 000, feuille de Selommes (396). Notice explicative*, BRGM, Orléans.
- MÉGNIE C. 1980 – «Étapes de l'évolution du Bassin de Paris et conclusions», in : *Synthèse géologique du Bassin de Paris. Stratigraphie et Paléogéographie* (C. Mégnien, dir.), *Mémoire du bureau de recherches géologiques et minières*, 101, I : 437-455.
- MORENO D., FALGUÈRES C., PEREZ-GONZALEZ A., DUVAL M., VOINCHET P., BENITO-CALVO, A., ORTEGA A.-I., BAHAIN J.-J., SALA R., CARBONELL E., BERMUDEZ DE CASTRO J.-M., & ARSUAGA J.-L. 2012 – «ESR chronology of alluvial deposits in the Arlanzon valley (Atapuerca, Spain) : contemporaneity with Atapuerca Gran Dolina Site», *Quaternary Geochronology*, 10 : 418-423.
- MORTILLET G. DE, 1872 – «Classification de l'Âge de la pierre», *Matériaux pour l'Histoire primitive et naturelle de l'Homme*, 8^e année, 2^e série, 3 : 464-465.
- MORTILLET G. DE, 1885 – *Le Préhistorique. Antiquité de l'Homme*. Bibliothèque des Sciences contemporaines. Éd. C. Reinwald, Paris. 2^e éd., 658 p.
- NADAILLAC J.-F. DU POUGET (marquis de), 1864 – «Mémoire sur les silex taillés antédiluviens et celtiques», *Bulletin de la Société archéologique, scientifique et littéraire du Vendômois*, 3 (1) : 11-31.
- PENCK W. & BRÜCKNER G., 1901-1909 – *Die alpen im eiszeitalter*. Leipzig, 3 vol.
- RICHARD G., 1967 – «Le prétendu chelléen des terrasses de la Loire orléanaise», *Bulletin de la Société préhistorique française*, LXV, 2 : XL-XLIV.
- ROUSSEAU D.-D. & LAURIN B. 1984 – «Variations de *Pupilla muscorum* L. (Gastropoda) dans le Quaternaire d'Achenheim (Alsace) : une analyse de l'interaction entre espèce et milieu», *Géobios*, n° sp. 8 : 349-355.
- SHACKLETON N.J., 1967 – «Oxygen isotopic Analyses and Péistocene Temperatures Reassessed», *Nature*, 215 : 15-17.
- TISSOUX H., TOYODA S., FALGUÈRES C., VOINCHET P., TAKADAM., BAHAIN J.-J., & DESPRIÉE J., 2008 – «ESR dating of quartz from two different Pleistocene deposits using Al and Ti-centers», *Geochronometria*, 30 : 23-31.
- TISSOUX H., DESPRIÉE J., VOINCHET P., BAHAIN J.-J., FALGUÈRES C., DUVIALARD J., 2011 – «Intérêt de la datation par ESR d'un transect complet pour la compréhension d'un système fluviatile : exemple de la vallée du Loir», *Quaternaire*, 22 (4) : 345-356.
- TRICART J., 1963 – *Géomorphologie des régions froides*. Éditions des Presses Universitaires de France, collection Orbis, Paris, 289 p.
- VAN VLIET-LANOË B., 1995 – «Solifluxion et transferts illuviaux dans les formations périglaciaires. État de la question», *Géomorphologie, relief, processus, environnement*, 1 (2) : 85-113.
- VIBRAYE P. HURAUULT (marquis 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., 2002 – *Datation par résonance paramagnétique électronique (RPE) de quartz blanchis extraits de sédiments fluviatiles pléistocènes : contribution méthodologique et application aux systèmes de la Creuse, du Loir et de l'Yonne*. Thèse du Muséum national d'Histoire naturelle, Paris, 330 p.

- VOINCHET P. & DESPRIÉE J. (2005) – «Datation des formations alluviales et des sites préhistoriques de la vallée du Loir vendômois», in : *Le Patrimoine en Loir-et-Cher, Géologie, Paléontologie, Préhistoire, Archéologie, Patrimoine naturel et bâti (Colloque de Blois, 16-17 novembre 2002)*, J. Despriée. & C. Leymarios (dir.), *Revue Préhistoire, Histoire et Archéologie en Loir-et-Cher*, Éd. CDPA-41, Blois, 3 : 32-46.
- VOINCHET P., BAHAIN J.-J., FALGUÈRES C., LAURENT M., DOLO J.-M., DESPRIÉE J., GAGEONNET R. & CHAUSSÉ C. (2004) – «ESR Dating of Quartz extracted from quaternary sediments. Application to fluvial terraces system of Northern France», *Quaternaire*, 15, (1-2) : 135-141.
- 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.
- YOKOYAMA Y., FALGUÈRES C., QUAEGBEUR J. 1985 – «ESR dating of quartz from quaternary sediments: first attempts», *Nuclear Track*, 10 : 921-928.

