Norois

Environnement, aménagement, société

220 | 2011

Géoarchéologie dans l'Ouest de la France

L'apport des recherches géomorphologiques et micromorphologiques récentes à l'archéologie des paysages de la Plaine de Caen (Calvados, Basse-Normandie)

Contribution of recent geomorphological and micromorphological research to Landscape archaeology of the Plaine de Caen (Calvados, Lower-Normandy)

Cécile Germain-Vallée et Laurent Lespez

Édition électronique

URL : <https://journals.openedition.org/norois/3699>

DOI : 10.4000/norois.3699

ISSN : 1760-8546

Éditeur

Presses universitaires de Rennes

Édition imprimée

Date de publication : 30 novembre 2011

Pagination : 143-178

ISBN : 978-2-7535-1765-3

ISSN : 0029-182X

Référence électronique

Cécile Germain-Vallée et Laurent Lespez, « L'apport des recherches géomorphologiques et micromorphologiques récentes à l'archéologie des paysages de la Plaine de Caen (Calvados, Basse-Normandie) », *Norois* [En ligne], 220 | 2011, mis en ligne le 30 novembre 2013, consulté le 13 janvier 2022. URL : <http://journals.openedition.org/norois/3699> ; DOI : <https://doi.org/10.4000/norois.3699>

Ce document a été généré automatiquement le 13 janvier 2022.

© Tous droits réservés

L'apport des recherches géomorphologiques et micromorphologiques récentes à l'archéologie des paysages de la Plaine de Caen (Calvados, Basse-Normandie)

Contribution of recent geomorphological and micromorphological research to Landscape archaeology of the Plaine de Caen (Calvados, Lower-Normandy)

Cécile Germain-Vallée et Laurent Lespez

- ¹ Les recherches sur le temps long des paysages participent de plusieurs types d'approches : de l'archéologie agraire (Guilaine, 1991), de l'archéogéographie (Chouquer, 2000, 2008) et de la géoarchéologie (French, 2003). Les approches géoarchéologiques tentent d'exploiter au mieux les données environnementales acquises à l'intérieur des sites archéologiques ou dans leurs alentours immédiats alors que les approches archéogéographiques insistent sur la nécessité de comprendre la structuration de l'espace agricole et sa dynamique (Chouquer, 2000, 2008). Plus rares sont les recherches qui tentent d'intégrer les études des structures agraires et les données environnementales recueillies hors-site et intra-site (Van der Leeuw *et al.*, 2003 ; Galop *et al.*, 2007 ; Lespez, 2008). Parallèlement, les recherches sur les dynamiques géomorphologiques holocènes des bassins versants de plaines et de plateaux de l'Europe occidentale se sont multipliées au cours des dix dernières années. Elles s'appuient sur la définition de bilans sédimentaires holocènes établis à partir de l'étude des produits de l'érosion stockés sur les versants et dans les plaines alluviales (Macaire *et al.*, 2002 ; Houben *et al.*, 2006 ; Hoffmann *et al.*, 2007 ; De Moor et Verstraeten, 2008 ; Morin *et al.*, 2011) et plus rarement sur la prise en compte des pertes en sols par l'étude des profils pédologiques (Houben, 2008 ; Verstraeten *et al.*, 2009 ;

Notebaert *et al.*, 2011). Ce type d'étude propose le plus souvent un bilan général de l'érosion et la chronologie de l'érosion des sols est essentiellement appuyée sur la chronologie des remplissages de fond de vallée (Allée, 2003 ; Hoffmann *et al.*, 2007 ; Morin *et al.*, 2011). Par conséquent, la discussion sur le rôle des pratiques agricoles et des transformations paysagères associées, dans le développement de l'érosion des sols et des transferts vers les fonds de vallées, demeure générale.

- 2 Les recherches géomorphologiques et géoarchéologiques initiées dans la Plaine de Caen se situent à la charnière entre ces différents types d'approches. Elles s'inscrivent dans le cadre d'un Programme Collectif de Recherche intitulé « Archéologie des paysages de la Plaine de Caen du Néolithique à l'époque mérovingienne » dont l'objectif est de restituer les différentes étapes de l'histoire des paysages et de comprendre les moteurs de cette évolution. Afin d'examiner l'impact des pratiques agropastorales sur l'érosion des sols et les transferts sédimentaires enregistrés dans les fonds de vallées, nous avons développé des recherches géomorphologiques, sédimentologiques et paléopédologiques. Il s'agit de confronter les rythmes de l'érosion des sols observés sur les plateaux selon des méthodes encore peu pratiquées dans l'ouest de la France (Gebhardt, 1990 ; Camuzard, 2000) aux rythmes d'alluvionnement enregistrés dans les fonds de vallée (Lespez *et al.*, 2005, 2008a, 2010a, 2010b ; Germain-Vallée et Lespez, 2006) comme cela a pu être pratiqué dans certains espaces méditerranéens (Berger, 2003, 2006) et Outre-Manche (French et Lewis, 2005). L'objectif est donc de mettre en évidence des épisodes de dégradation et d'érosion des profils pédologiques ou au contraire des périodes de pédogenèse témoignant d'une certaine stabilité des paysages et d'en examiner les conséquences dans les fonds de vallée. L'hypothèse qui sous-tend ce projet est que les sols qui se sont développés dans l'ensemble de l'Europe tempérée à partir du début de l'Holocène sous un couvert arboré et arbustif, ont principalement été érodés à la suite des défrichements anthropiques et du développement des pratiques agropastorales depuis le Néolithique (Neboit-Guilhot, 2010). En arrachant le réseau racinaire et en dénudant les sols, au moins saisonnièrement, pour les labourer, l'homme les expose aux intempéries (vent, pluies, ruissellements, etc.), accélérant ainsi les processus de dégradation physique, chimiques et biologiques des horizons humifères (Berger, 2003, 2006 ; Neboit-Guilhot, 2010). Cette érosion est d'autant plus exacerbée qu'elle intervient en contexte climatique peu favorable (crise anthropoclimatique). Elle est enregistrée en bas des versants et dans les fonds de vallées par le développement des formations colluviales et alluviales. Inversement, les périodes de déprise agricole entraînent une reconquête des sols par un couvert végétal protecteur qui s'exprime par le développement de traits pédologiques caractéristiques d'une reprise de la pédogenèse (Berger, 2006). La recherche repose donc sur la capacité à suivre le sédiment depuis son prélèvement par l'érosion sur les parcelles cultivées, jusqu'au pied des versants où il est entraîné par ruissellement, puis par les écoulements concentrés du fond des vallons élémentaires jusqu'aux vallées principales. À cette fin et tenant compte des opportunités archéologiques et des archives sédimentaires disponibles, nous avons développé une approche multi-sources et multi-scalaires reproduisant des recherches pratiquées dans le monde méditerranéen (Berger, 2003 ; Devillers, 2003 ; Lespez, 2003, 2007). Elle s'appuie d'abord sur l'étude des profils pédologiques développés sur les plateaux mis en valeur par les activités agricoles. Elle est complétée par l'analyse des colluvions de bas de pente et des alluvions de fond de vallée qui sont en grande partie les produits différés de l'érosion des sols développés sur les parcelles cultivées. L'enjeu est ensuite de déterminer précisément la

chronologie des divers événements observés depuis les plateaux jusque dans les fonds de vallées. La comparaison des résultats obtenus par ces différentes investigations réalisées à différentes échelles permet de proposer pour la première fois une histoire de l'évolution des sols holocènes des plateaux de la Plaine de Caen, des formations de versants et des fonds de vallée en partie corrélatives de leur érosion. Celle-ci est ensuite confrontée aux résultats des autres analyses paléoenvironnementales (palynologie, anthracologie, carpologie, malacologie, xylologie, zooarchéologie) afin de discuter du rôle des pratiques agro-pastorales dans l'évolution des sols et des paysages de la Plaine de Caen.

Méthodes

- 3 L'approche choisie repose sur des investigations géomorphologiques de terrain et l'étude des pédo-sédiments en laboratoire consistant principalement en des analyses sédimentologiques et micromorphologiques.

Méthode d'analyse des formations pédo-sédimentaires des plateaux

- 4 Les analyses géomorphologiques et micromorphologiques réalisées sur les plateaux ont été conduites à l'occasion de quatre opérations d'archéologie préventive (diagnostics et fouilles préventives) menées récemment dans la moitié nord des plateaux de la Plaine de Caen : à Creully, Thaon, Tilly-la-Campagne et Fontenay-le-Marmion (Jahier, 2009 ; Flotté *et al.*, 2008 ; Giraud *et al.*, 2005 ; Giraud, 2007) (fig. 1). Les chantiers archéologiques facilitent l'observation des formations superficielles en décapant les sols et les formations superficielles souvent jusqu'au substrat géologique calcaire ou jusqu'aux formations loessiques pléistocènes. De nombreuses coupes stratigraphiques sont ainsi réalisées, permettant l'étude macroscopique des pédo-sédiments des plateaux. Ce contexte d'intervention permet également d'établir la chronologie relative des événements sédimentaires observés sur les coupes et des niveaux d'occupation archéologiques identifiés lors de la fouille ou du diagnostic et de proposer un cadre chronologique robuste. Dans un cas (Tilly-la-Campagne), l'absence de reste archéologique datable en relation directe avec le remplissage holocène d'un vallon sec a nécessité la réalisation d'une datation radiocarbone (AMS).

Figure 1 : Carte de localisation des transects et des sites archéologiques étudiés dans la Plaine de Caen/Localisation map of the transects and the archaeological sites studied on the Plain of Caen

- 5 Ces observations de terrain ont été complétées grâce à une étude micromorphologique. Les traits pédologiques souvent invisibles à l'œil nu sont en revanche identifiables aux échelles microscopiques grâce aux méthodes de la micromorphologie des sols (Fedoroff et Courty, 1994 ; Fedoroff et Courty, 2002). Cette analyse repose d'abord sur l'échantillonnage de blocs de sédiments non perturbés prélevés dans les différentes unités stratigraphiques afin de les examiner au laboratoire. L'induration du sédiment et la fabrication de lames minces de grand format (7 x 13 cm) ont été réalisées au laboratoire Geophen-UMR LETG 6554 CNRS selon une méthode adaptée de Guilloire (1980). L'analyse consiste ensuite en l'observation au microscope pétrographique du sédiment afin de préciser la nature des constituants, des processus sédimentaires et pédologiques impliqués dans leur formation. La description et l'interprétation des différents traits sédimentaires et pédologiques observés se sont principalement appuyées sur le référentiel publié par P. Bullock *et al.* (1985).
- 6 Dans la Plaine de Caen, l'évolution pédologique la plus communément rencontrée correspond à la formation de luvisols développés aux dépens des lœss qui recouvrent la plupart des plateaux au substrat constitué de calcaire secondaire. Ces sols se sont formés suite à une longue période de stabilité paysagère. Après la décarbonatation des formations lœssiques intervenue principalement au Tardiglaciaire (Van Viet Lanoë, 1988 ; Camuzard, 2000), ils se sont structurés à partir du début de l'Holocène en trois horizons formés par d'importants processus de lessivage (Duchaufour, 1983). L'horizon humifère A superficiel, correspond à l'intégration de la matière organique issue de la couverture végétale. En profondeur, lui succède un horizon éluvial E appauvri en argile par les processus de lessivage. Ceux-ci engendrent le développement d'un horizon illuvial argilique (Bt). Les traits pédologiques élémentaires caractéristiques de cet horizon illuvial sont les traits d'illuviation (photo 1). Ils témoignent de l'accumulation

des particules argileuses entraînées par l'eau depuis la partie supérieure du profil soumise aux agents météoriques et à l'activité de la faune et de la flore du sol. À partir de l'identification de traits pédologiques diagnostics, les analyses micromorphologiques permettent de caractériser finement l'évolution de ces sols au cours de l'Holocène en mettant en évidence leur érosion ou bien la surimposition de petites phases de pédogenèses postérieures. L'érosion des luvisols jusqu'à leurs horizons illuviaux peut être attestée par l'observation de papules et/ou d'agrégats isolés de Bt dans les colluvions (photo 2). La mise à nu de ces sols afin de les labourer peut être également attestée par la présence de revêtements bruns poussiéreux correspondant à des agricutanes (photo 3) (Gebhardt, 1990). Les horizons érodés ont pu connaître une évolution pédologique postérieure. Ces phases de pédogenèse secondaire peuvent être identifiées par l'examen de la porosité canaliculaire qui témoigne du degré d'enracinement de la végétation (Berger, 2006) et donc de la durée relative de la pédogenèse après une phase d'érosion. L'observation de traits pédologiques calcitiques complètent la liste des traits le plus souvent rencontrés au cours de ces analyses. Il peut s'agir de pseudomorphoses racinaires calcifiées ainsi que de traits pédologiques témoignant de redistributions verticales des carbonates tels que des revêtements et des hyporevêtements micritiques (Berger, 2006). Ces traits, selon leur quantité et leur positionnement stratigraphique sont des indicateurs de la dynamique hydrique des sols et de la stabilité des profils pédologiques (photo 4). La synthèse de ces analyses permet de mettre en évidence des évolutions de signification locale mais également des épisodes de portée plus générale qui peuvent être comparés aux enregistrements sédimentaires disponibles au pied des versants et dans les fonds des vallées.

Photo 1 : Photographie sous le microscope d'un revêtement d'argile hyaline (R) en bordure d'un vide (V) caractéristique des horizons illuviaux des luvisols (Fontenay-le-Marmion, LPNA)/
Microscopic photo of a hyaline clay coating (R) on the edge of an empty space (V) typical of illuvial horizons of luvisols (Fontenay-le-Marmion, LPNA)

Photo 2 : Photographie sous le microscope d'un fragment de revêtement argileux (papule [Pa]) dans le sommet d'un horizon illuvial remanié par les labours historiques (Fontenay-le-Marmion, LPNA)/
Microscopic photo of a fragment of clay coating (papule [Pa]) at the top of an illuvial horizon reworked by ancient ploughing (Fontenay-le-Marmion, LPNA)

Photo 3 : Photographie sous le microscope d'agricutanes au sommet d'un horizon illuvial fortement remanié par l'activité biologique d'un luvisol tronqué (Thaon, LPNA)/*Microscopic photo of agricutans at the top of an illuvial horizon considerably reworked through biological activity of a truncated luvisol (Thaon, LPNA)*

Photo 4 : Photographie sous le microscope de cellules racinaires calcifiées (Ce) par pseudomorphoses au sommet du substrat calcaire pédogénéisé qui constitue la base du vallon sec de Tilly-la-Campagne (LPNA)/*Microscopic photo of root cells calcified by pseudomorphs (Ce) at the top of the pedogenic limestone substratum that makes up the base of the Tilly-la-Campagne dry valley*

Méthode d'analyse des formations alluviales et colluvio-alluviales

- 7 L'étude des archives sédimentaires situées en dehors des sites archéologiques repose sur la réalisation de transects en travers des fonds de vallons et de vallées. Ceux-ci ont été effectués selon deux méthodes. Ils ont pu profiter d'opérations de diagnostics archéologiques (transect de Loucelles et de Cagny) en collaboration avec le responsable du diagnostic (D. Flotté et C. Marcigny, INRAP) ou d'opération archéologique programmée (transect de Vieux, resp. C. Germain) (fig. 1). Dans ces cas, l'utilisation de moyens mécaniques permet d'accéder de manière continue à l'ensemble du remplissage sédimentaire de surface, et par des sondages profonds régulièrement espacés, à la totalité du remplissage sédimentaire attribuable à l'Holocène s'il ne dépasse pas 3 à 4 m. d'épaisseur. Dans les cas de remplissages sédimentaires plus épais, et en l'absence d'opération archéologique, les transects ont été effectués à l'aide de sondages et de carottages profonds réalisés avec un carottier mécanique et à la tarière pédologique. Dans certaines vallées, comme dans la vallée de la Mue ou la vallée de la Seulles, un inventaire systématique du remplissage alluvial a été réalisé grâce à la mise en place de transects répartis régulièrement selon l'organisation longitudinale des archives sédimentaires (Lespez *et al.*, 2005, 2008a, 2008b ; Lespez et Germain-Vallée, 2009 ; Germain-Vallée et Lespez, 2010).
- 8 Dans les deux cas, les faciès sédimentaires ont été identifiés sur le terrain ou dans les carottes par description macroscopique. Des analyses granulométriques réalisées, après destruction de la matière organique, au granulomètre laser et des observations des fractions sableuses à la loupe binoculaire ont complété ces investigations

sédimentaires. Ces analyses sédimentologiques ont porté sur les sédiments constituant le remplissage holocène des vallées afin de déterminer leur mode et leur milieu de dépôt mais également sur les sédiments transportés et déposés aujourd'hui par le cours d'eau afin de comprendre le fonctionnement actuel du système morphogénique considéré comme milieu de référence (Lespez *et al.*, 2005, 2008a). Le calage chronostratigraphique des remplissages alluviaux observés, a été établi à partir de datations radiocarbone réalisées sur les sédiments organiques prélevés dans la stratigraphie. Les derniers horizons organiques fossilisés par des formations détritiques ont été privilégiés afin de déterminer les périodes de détritisme qui correspondent au moment où les sédiments issus de l'érosion des sols rejoignent les fonds de vallée et s'y sédimentent partiellement. Ces datations permettent d'estimer l'évolution des taux d'aggradation. La couverture loessique de la Plaine de Caen qui constitue le matériau parental des luvisols explique que les produits de l'érosion des sols soient principalement limoneux comme le montrent les différentes analyses des colmatages limoneux qui ont atterris la plupart des fonds de vallée de la plaine de Caen au cours des trois derniers millénaires (Lespez *et al.*, 2005, 2008a ; Lespez et Germain, 2010). Transportés par le ruissellement diffus sur les parcelles cultivées, ils rejoignent ensuite les cours d'eau de différentes dimensions sous forme de Matières en Suspension (MES) avant de se déposer dans les plaines d'inondation sous forme de limons de débordement lors des épisodes de crues débordantes. Le développement massif de ce type sédimentation constitue le marqueur principal de l'érosion des sols et du détritisme corrélatif qui affecte le fonctionnement des fonds de vallées vers l'aval.

Résultats

Les observations des profils pédologiques

- 9 Les résultats des analyses géomorphologiques et micromorphologiques réalisées lors des quatre opérations d'archéologie préventives ont été présentés de manière détaillée dans les rapports annuels du Programme Collectif de Recherche (Lespez et Germain-Vallée, 2007, 2009 ; Lespez *et al.*, 2008b ; Germain-Vallée et Lespez, 2010)¹. Ils sont ici rappelés successivement de manière synthétique (fig. 2) alors que leur interprétation est approfondie et illustrée par la réalisation de schémas d'évolution des formations pédo-sédimentaires.

Figure 2 : Les cinq logs simplifiés des sites archéologiques étudiés/*The five simplified logs of the archaeological sites*

La fouille préventive de Creully – le Clos de l'Epinette

- 10 La fouille préventive de Creully – le Clos de l'Epinette a permis d'étudier une importante occupation domestique datée de l'âge du Fer, du milieu du III^e au milieu du I^{er} siècle avant notre ère : 250 à 50 av. J.-C. (fig. 3 ; Jahier, 2009). Ce site est implanté presque au sommet du versant orienté nord-nord-ouest de la vallée de la Seulles, qui se jette environ 8 kilomètres au nord-est dans la Manche (fig. 1). Sur l'emprise du chantier qui présente une très légère pente de l'ordre de 1 %, les observations géomorphologiques ont permis d'identifier cinq formations pédo-sédimentaires différentes (fig. 2). Les structures archéologiques ont été mises au jour à environ 40 à 50 cm de profondeur, au sommet du niveau 3 figuré sur le log simplifié. Ces observations de terrain et l'analyse micromorphologique ont permis d'interpréter ces formations comme la succession de colluvions et de paléosols tronqués s'échelonnant de la fin du Pléistocène à nos jours (tableau 1). Pour l'Holocène, 2 phases de pédogénèse, entrecoupées de 2 phases d'érosion ont pu être identifiées (fig. 4). La première phase de stabilité permet le développement d'un luvisol aux dépens d'une formation colluviale loessique au début de l'Holocène (étape 1) ; ce sol est ensuite tronqué au plus tard au second âge du Fer (étape 2) ; une seconde phase de pédogénèse antérieure à l'époque Moderne est ensuite identifiée (étape 3) avant qu'un nouvel épisode érosif affecte ce sol sans doute au cours de l'époque moderne (étape 4).

Figure 3 : Plan général du site archéologique de Creully « le Clos de l'Épinette » (I. Jahier, 2009)/
General site plan – Creully « le Clos de l'Épinette » (dir. I. Jahier, 2009)

Figure 4 : Schéma d'évolution des formations pédo-sédimentaires de Creully/ *Diagram of the evolution of the pedosedimentary formations at Creully*

Tableau 1 : Description micromorphologique de la séquence pédo-sédimentaire de Creully/
Micromorphological description of the Creully pedosedimentary sequence

	Description macroscopique	Description micromorphologique	Interprétation
Niveau 1	Niveau limoneux brun sombre à brun gris sombre, compact avec des graviers et cailloux calcaires épars et des galets.	Limons et sables très fins quartzeux d'origine loessique avec une très faible proportion de matrice fine légèrement poussiéreuse décarbonatée. Quelques éléments grossiers carbonatés : graviers, cailloux, sables et limons. Le niveau 1 est	Horizon de labour contemporain.
Niveau 2	Niveau limoneux brun, de structure compacte, avec quelques graviers calcaires et un tessou de céramique moderne.	très compact avec une porosité composée de grandes fissures. Le niveau 2 comprend des vides plus nombreux constitués de cavités polyconcaves.	Colluvion attribuable au plus tard à l'époque moderne.
Niveau 3	Niveau limoneux à limono-argileux brun orangé, de structure compacte ou prismatique selon les lieux d'observation. C'est au sommet de ce niveau qu'ont été mises au jour de nombreuses structures archéologiques (fosses et fossés) datées de l'âge du Fer.	Limons et sables très fins quartzeux dans une masse fine décarbonatée. Microstructure compacte à grumeleuse. Nombreux revêtements d'argile hyaline lités très souvent intégrés à la masse basale en raison d'une bioturbation importante : présence de vides en chenaux et chambres partiellement comblés d'agrégats excrémentaux et nombreuses zones à organisations excrémentales en nids d'abeilles. Présence de grains carbonatés dans les agrégats excrémentaux. À la base, observation de grosses papules d'argile hyaline, de fragments de croûtes de battance et d'agrégats noirs ferro-manganiques.	Horizon Bt d'un luvisol développé à partir d'une seconde couverture loessique et d'une colluvion qui remanie le paléosol sous-jacent. Après troncature de ce luvisol, cet horizon illuvial a été re-pédogénisé et re-carbonaté par des apports de sables carbonatés mobilisés par les bioturbations.
Niveau 4	Niveau discontinu brun noir à structure grumeleuse et surface indurée.	Niveau 4 : limons et sables très fins quartzeux d'origine loessique dans une masse fine décarbonatée. Porosité en chenaux importante. Nombreuses imprégnations ferro-manganiques. Fragments de croûtes de battance, colmatage de certains vides par des revêtements grossiers en pile d'assiettes alternant lits de limons grossiers lavés et d'argile limoneuse organique. Présence d'un fin niveau de limons lavés au sommet.	Reste d'un paléosol organique pléistocène développé aux dépens de la couverture loessique sous-jacente qui par la suite a été tronqué à cette même période.
Niveau 5	Niveau gris beige limoneux contenant pas ou peu d'éléments grossiers.	Niveau 5 : limons et sables très fins quartzeux d'origine loessique dans une masse fine décarbonatée. Structure compacte avec une porosité en chenaux importante.	Couverture loessique pléistocène décarbonatée et pédogénisée.

Le diagnostic archéologique de Thaon

- 11 Le diagnostic archéologique de Thaon a été réalisé au sommet du versant occidental en pente douce (d'ouest en est la pente varie de 1 à 3,5 %) de la vallée de la Mue préalablement à la construction d'un lotissement (fig. 5 ; Flotté *et al.*, 2008). Il a permis la découverte d'un habitat caractérisé par de nombreuses structures fossoyées datées de l'âge du Fer à la fin de la période Antique (début du premier âge du Fer jusqu'au IV^e siècle apr. J.-C.). Même si des témoins ténus d'une occupation du Néolithique et peut-être Mésolithique ont également été attestés (Flotté *et al.*, 2008), les formations superficielles observées et analysées en limite orientale de l'emprise diagnostiquée sont au nombre de cinq et contemporaines ou postérieures à l'âge du Fer (fig. 2 et tableau 2). Les structures de l'âge du Fer ont été excavées aux dépens de l'horizon illuvial d'un luvisol déjà tronqué. Elles sont fossilisées par 70 cm de sédiments organisés en deux niveaux successifs de colluvions limoneuses séparées par une courte période de pédogenèse et affectées à leur sommet par un horizon de labour contemporain. Ainsi deux périodes de stabilité séparées par trois périodes d'érosion ont pu être observées sur ce versant de la vallée de la Mue (fig. 6). Comme à Creully, la première phase de stabilité correspond à la première moitié de l'Holocène et permet le développement d'un luvisol (étape 1). Celui-ci est tronqué suggérant un premier épisode érosif sur ce sommet de versant (étape 2). Deux autres épisodes érosifs plus récents ont engendré la formation de deux générations de colluvions. La troncature du luvisol (étape 2) et la première étape de colluvionnement (étape 3) peuvent être attribuées à l'âge du Fer au sens large d'après la position des vestiges archéologiques à la fois affectés par ces épisodes érosifs et interstratifiés dans la formation colluviale. En revanche, la seconde génération de colluvions est plus récente et possède sans doute un âge historique sans plus de précision (étape 4).

Figure 5 : Coupe topographique du transect étudié à Thaon (Flotté *et al.*, 2008)/*Topographical section of the Thaon transect (Flotté et al., 2008)*

Fig. 5 - a : Transect ouest-est du sommet du versant occidental de la Mue à Thaon établi à partir de la tranchée 4 du diagnostic archéologique (in D. Flotté *et al.*, 2008) : 1 - horizon de labour ; 2 - deuxième génération de colluvion ; 3 - première génération de colluvion ; 4 - horizon Bt ; 5 - formation colluviale mélangeant loess et calcaire altéré ; 6 - substrat calcaire ; 7 - profil schématique des structures ; 8 - limite de fond de tranchée ; 9 - limites hypothétiques de couche. b : vue en coupe du fossé (F) localisé en bas de pente et des deux générations de colluvions (C1 et C2) comprises entre l'horizon de labour actuel (HL) et l'horizon illuvial (Bt) du luvisol tronqué.

Figure 6 : Schéma d'évolution des formations pédo-sédimentaires de Thaon/*Diagram of the evolution of the pedosedimentary formations at Thaon*

Tableau 2 : Description micromorphologique de la séquence pédo-sédimentaire de Thaon/*Micromorphological description of the Thaon pedosedimentary sequence*

	Description macroscopique	Description micromorphologique	Interprétation
Niveau 1	Niveau limoneux brun sombre à brun gris sombre, compact avec des graviers et cailloux calcaires.		Horizon de labour contemporain.
Niveau 2	Niveau limoneux brun à brun clair de structure compacte à grumeleuse, rares cailloux calcaires.	Limons et sables très fins quartzueux d'origine loessique avec une porosité en chenaux et en cavités polyconcaves. Masse fine poussiéreuse et microcharbons. Rares sables carbonatés en voie de dissolution. Quelques revêtements argilo-limoneux bruns poussiéreux pelliculaires.	Colluvion limoneuse faiblement pédogénisée historique.

Niveau 3	Niveau limoneux brun orangé, de structure compacte à grumeleuse, rares cailloux. Le fossé repéré en bas de pente est comblé par ce même sédiment.	Limons et sables très fins quartzeux d'origine loessique avec une porosité assez importante en chenaux et en cavités polyconcaves. Masse fine poussiéreuse et microcharbons. Absence de grain carbonaté. Revêtements bruns poussiéreux pelliculaires assez nombreux.	Colluvion limoneuse faiblement pédogénisée contemporaine et postérieure à l'âge du Fer. Sa couleur plus sombre pourrait témoigner d'une petite pédogénèse post-âge du Fer. Les revêtements bruns poussiéreux pourraient correspondre à des agricutanes liées à la mise à nu de ce sol pour l'agriculture.
Niveau 4	Niveau limoneux à limono-argileux brun rouge de structure compacte à prismatique avec pas ou peu d'éléments grossiers. C'est à sa surface que de nombreuses structures de l'âge du Fer ont été mises au jour.	Limons et sables très fins quartzeux d'origine loessique à structure compacte. Nombreux revêtements d'argile hyaline. La partie sommitale apparaît très bioturbée avec de nombreux chenaux partiellement comblés d'agréats excrémentaux limoneux. Au sommet, revêtements épais argilo-limoneux brun poussiéreux : agricutanes. Au centre du niveau, nombreux fragments organiques associés à des ponctuations rouilles ferrugineuses.	Horizon illuvial, Bt d'un luvisol tronqué. Les bioturbations sommitales pourraient être attribuables à la pédogénèse développée aux dépens de la colluvion sous-jacente (niveau 3) et les agricutanes pourraient être contemporaines de sa mise à nu.
Niveau 5	Substrat constitué de calcaire altéré en plaquettes mélangées à des limons loessiques.		Colluvion pléistocène remaniant le sommet du substrat calcaire altéré et des limons loessiques.

Le diagnostic archéologique de Tilly-la-Campagne et de Saint-Martin-de-Fontenay

- 12 Les tranchées du diagnostic archéologique de Tilly-la-Campagne et de Saint-Martin-de-Fontenay ont été réalisées le long du tracé d'une petite route parallèle à la RN 158 ou route de Falaise (Giraud, 2007). Elles ont permis l'observation d'un transect coupant le fond d'un vallon sec orienté sud-ouest/nord-est et son versant sud-est en pente douce d'environ 3 % (fig. 7). Une grande fosse témoignant d'une occupation domestique du Néolithique ancien (environ 4 900-4 700 av. J.-C.) a été mise au jour, à environ 500 m du vallon sec ainsi que plusieurs fossés parcellaires attribués à l'âge du Fer au sens large (photo 5 et 6 ; Giraud, 2007). Les formations superficielles observées tout au long de ce transect sont peu épaisses. Le substrat calcaire affleure souvent sous l'horizon de labour, sauf vers le sommet du versant où il est surmonté par une petite couverture loessique. Celle-ci a été pédogénisée et a donné lieu à la formation d'un luvisol aujourd'hui tronqué. Le vallon sec est colmaté par un remplissage d'environ 1,60 m d'épaisseur, dans lequel cinq couches pédo-sédimentaires successives ont été individualisées (fig. 2). Une datation réalisée sur un microcharbon retrouvé dans

l'horizon de base permet de proposer un âge *post quem* (2 467-1 886 av. J.-C. soit Bronze ancien) pour le comblement holocène du vallon sec. L'analyse micromorphologique menée sur les formations qui le remplissent permet de préciser l'origine des formations qui sont venues se déposer dans le fond du vallon mais également d'identifier des phases de stabilité caractérisées par le développement de sols (tableau 3). Deux phases de stabilité et trois phases d'érosion ont pu être observées (fig. 8). La première phase de stabilité correspond au développement d'un petit sol brun décarbonaté au cours de la première moitié de l'Holocène (étape 1). Ce paléosol est ensuite tronqué puis légèrement fossilisé entre la deuxième moitié du troisième millénaire et le début du deuxième millénaire (étape 2). Par la suite, le paléo-vallon continue d'être comblé par des colluvions limoneuses qui marquent un second épisode érosif postérieur à l'âge du Bronze (étape 3). Une dernière phase de stabilité est ensuite attestée et correspond au développement d'une pédogénèse marquée par une importante bioturbation et des traits pédologiques de décarbonatation/recarbonatation (étape 4). Cet épisode attribuable à la période historique au sens large est surmonté par un dernier niveau de colluvions assez grossières sans doute apportées par les labours contemporains (étape 5). Le tout a été fossilisé par les remblais de la route nationale dans les années 1980.

Photo 5 : Fosse du Néolithique ancien de Tilly-la-Campagne (Giraud, 2007)/*Early Neolithic pit at Tilly-la-Campagne (Giraud, 2007)*

Photo 6 : Fossé parcellaire de l'âge du Fer à Tilly-la-Campagne (Giraud, 2007)/*Iron Age field system ditch at Tilly-la-Campagne (Giraud, 2007)*

Figure 7 : Tracé du diagnostic de Tilly-la-Campagne/Plan of the Tilly-la-Campagne archaeological diagnostic (evaluation)

Figure 8 : Schéma d'évolution des formations pédo-sédimentaires de Tilly-la-Campagne/*Diagram of the evolution of the pedosedimentary formations at Tilly-la-Campagne*

Tableau 3 : Description micromorphologique de la séquence pédo-sédimentaire du vallon sec de Tilly-la-Campagne/*Micromorphological description of the Tilly-la-Campagne dry valley pedosedimentary sequence*

	Description macroscopique	Description micromorphologique	Interprétation
Niveau 1	Niveau très compact, brun jaunâtre avec de nombreux cailloux.		Remblais récents (antérieurs aux années 80?)
Niveau 2	Niveau brun gris très compact limoneux avec des cailloux et graviers calcaires épars. Présence de fragments de verre.		Horizon de labour contemporain. Colluvion limoneuse contemporaine.
Niveau 3	Niveau limoneux brun rouge de structure compacte à grumeleuse, limite diffuse avec le niveau sous-jacent.	Limons et sables très fins quartzueux dans une masse fine décarbonatée. Microstructure grumeleuse assez bien développée. Quelques sables grossiers calcaires. Quelques carbonatations secondaires : revêtements pelliculaires brun carbonatés.	Colluvion limoneuse issue de l'érosion des sols limoneux lœssiques. Colluvion pédogénisée.

Niveau 4	Niveau limoneux à limono-argileux brun orangé à structure compacte à légèrement polyédrique. Rares petits cailloux de silex ; quelques charbons et microcharbons	Limons et sables très fins quartzeux dans une masse fine décarbonatée. Microstructure compacte à grumeleuse : nombreuses cavités polyconcaves. Quelques sables grossiers calcaires. Nombreuses carbonatations secondaires surtout à son sommet : revêtements pelliculaires bruns carbonatés, hyporevêtements carbonatés. Ponctuations ferrugineuses éparses.	Colluvion limoneuse issue de l'érosion des sols limoneux loessiques postérieurement enrichie en carbonates par des processus pédologiques de recarbonatation.
Niveau 5	Niveau limoneux brun à structure compacte.	Unité limoneuse à limono-argileuse décarbonatée à microstructure compacte avec de nombreuses cavités polyconcaves. Le squelette est composé de limons et de sables fins quartzeux, rares sables de grés et quelques sables calcaires dans une bioturbation récente. Quelques carbonatations secondaires : pseudomorphoses racinaires calcifiées en cours de dissolution. Masse basale poussiéreuse et quelques grosses particules charbonneuses.	Colluvion limoneuse issue de l'érosion du paléosol sous-jacent (niveau 6) en liaison avec la mise en valeur du Bronze ancien.
Niveau 6	Niveau limoneux brun à structure compacte à grumeleuse, avec quelques petits cailloux de silex. Quelques charbons et microcharbons. La datation AMS effectuée sur un microcharbons, donne un âge de 3735 +/-109 soit 2467-1886 av. J.-C. : Bronze ancien	Unité limoneuse à limono-argileuse décarbonatée à microstructure grumeleuse bien développée à compacte : porosité importante en chenaux et chambres et cavités polyconcaves. Squelette composé de sables fins et de limons quartzeux avec de rares sables calcaires (à la base), de gré et de silex. Quelques carbonatations secondaires en pseudomorphoses racinaires calcifiées. Altération par dissolution des éléments carbonatés. Masse basale très poussiéreuse : nombreuses particules noires organiques et/ou charbonneuses (jusqu'à 2 mm de section). Quelques revêtements pelliculaires et une intercalation. Traits ferrugineux : zones d'appauvrissement en fer et d'assez nombreuses ponctuations ferrugineuses.	Paléosol correspondant à un petit sol brun décarbonaté développé à partir du début de l'Holocène. Compte tenu de la datation, l'érosion et l'accumulation de ce paléosol pourraient être dues à des défrichements/mises en culture (présence de revêtements pelliculaires témoignant d'une mise à nu du sol) à l'âge du Bronze ancien. Des phases d'engorgement en eau sont perceptibles (cavités polyconcaves témoignant d'un effondrement de la structure, intercalations et traits ferrugineux) probablement en raison de cette situation topographique en creux.

Niveau 7	Graviers et sables calcaires jaunes.	Sommet pédogénisé : présence de nombreuses pseudomorphoses racinaires et altérations des grains calcaires.	Substrat calcaire altéré par la pédogénèse à l'origine du paléosol sous-jacent.
----------	--------------------------------------	--	---

Photo 7 : Coupe stratigraphique du Chemin Haussé à Fontenay-le-Marmion (Giraud, 2005)/Section from the « Chemin Haussé » at Fontenay-le-Marmion (Giraud, 2005)

Les fouilles préventives du Chemin Haussé à Fontenay-Le Marmion

- 13 L'opération de fouille préventive réalisée en 2004 sur le Chemin Haussé à Fontenay-Le Marmion a été entreprise dans le cadre de la construction d'une 2x2 voies (RD 562). Située en contexte de plateau sur une surface quasiment plane, elle a permis l'étude d'un site d'habitat du Néolithique ancien ainsi que celle d'un chemin attesté dès l'époque gallo-romaine appelé localement le « Chemin Haussé » (Giraud *et al.*, 2005) (photo 7). Les formations superficielles des deux secteurs fouillés ont fait l'objet d'un relevé géomorphologique suivi d'une analyse micromorphologique.
- 14 Au niveau des vestiges néolithiques, une couverture loessique de 0,8 à 1 m d'épaisseur surmonte le substrat calcaire. Celle-ci est entièrement pédogénisée par un luvisol qui est tronqué puisque seul l'horizon illuvial est conservé (fig. 2 et tableau 4). Les structures néolithiques apparaissent à une soixantaine de centimètres de profondeur dans ce paléosol. Les analyses effectuées dans le remplissage des structures néolithiques révèlent de nombreux traits pédologiques d'illuviation indiquant la poursuite des processus pédologiques caractéristiques des luvisols après l'occupation néolithique (photo 8) expliquant la difficile lecture des vestiges archéologiques. Au sommet de ce paléosol, un niveau légèrement plus brun a été reconnu livrant au cours du décapage, un peu de mobilier médiéval et moderne. Il peut être interprété comme

un rideau de culture accumulé par les labours historiques le long du chemin. Par ailleurs, le Chemin Haussé qui jouxte le site a fait l'objet de plusieurs sondages. Sous plusieurs niveaux de circulation datés du 1^{er} siècle apr. J.-C. à nos jours, deux formations pédo-sédimentaires ont été individualisées (fig. 2 et tableau 5). À la base, l'horizon illuvial d'un luvisol est excavé par des structures (fossés et sépultures) associées à du mobilier du 5^e siècle av. J.-C. (fin du 1^{er} âge du Fer – début second âge du Fer). À son sommet un horizon limoneux a livré un peu de mobilier associé à cette occupation. Celui-ci correspond aux horizons superficiels (A et E) du luvisol remaniés par l'occupation de l'Âge du Fer. Il a par la suite été pédogénisé avant sa fossilisation par le Chemin Haussé au début de notre ère (tableau 5).

- 15 La comparaison des résultats de ces deux secteurs étudiés met en évidence la succession de quatre phases de stabilité et de trois phases d'érosion (fig. 9). Le développement d'un luvisol aux dépens du lœss correspond à une première longue phase de stabilité attribuable à la première moitié de l'Holocène (étape 1). Un premier épisode de dégradation de ce luvisol se développe au moment de l'établissement de l'occupation du Néolithique ancien (étape 2). Après l'abandon de l'occupation préhistorique, une longue période de stabilité permet le développement d'un nouveau luvisol qui reprend en partie les horizons pédogénisés au cours de la première partie de l'Holocène (étape 3). À la fin du premier âge du Fer et au début second âge du Fer, une nouvelle occupation est attestée. Elle entraîne un remaniement des horizons supérieurs du luvisol (étape 4). Mais une nouvelle phase de pédogénèse signe le retour d'une certaine stabilité du paysage de secteur entre le début du second âge du Fer et les premiers niveaux de circulation du Chemin Haussé attestés au plus tard au 1^{er} siècle apr. J.-C. (étape 5). Enfin, d'après les observations réalisées à l'extérieur du Chemin Haussé, le sommet du Bt a été à nouveau en partie érodé et les produits de cette érosion ont contribué à la formation d'un rideau de culture le long de cette chaussée aux cours de la période médiévale et de la période moderne (étape 6). Une courte pédogénèse s'est ensuite développée, peut-être à l'époque moderne (étape 7), avant d'être interrompue par les labours contemporains qui ont localement permis le développement de nouveaux rideaux de culture sur les limites parcellaires (étape 8).

Tableau 4 : Description micromorphologique de la séquence pédo-sédimentaire du site néolithique de Fontenay-Le Marmion/*Micromorphological description of the Fontenay-Le-Marmion Neolithic site pedosedimentary sequence*

	Description macroscopique	Description micromorphologique	Interprétation
Niveau 1	Niveau limoneux brun de structure compacte à polyédrique grossière.		Horizon de labour contemporain

Niveau 2	Niveau limoneux à limono-argileux brun à brun rouge, de structure compacte à prismatique, quelques tessons céramiques historiques et mobilier néolithique. Limites diffuses avec le niveau 3.	Niveau limoneux à limono-sableux vers le sommet dans une masse fine brune décarbonatée. Limons et sables très fins quartzeux d'origine lœssique. Sables calcaires et nodules micritiques assez nombreux au sommet. Microstructure grumeleuse assez bien développée au sommet et microstructure polyédrique à compacte vers la base. Quelques agrégats bruns rouges issus du Bt au sommet, revêtements argileux assez nombreux vers la base. Organisation excrémentales en pile d'assiettes et en nids d'abeilles au sommet.	Rideau de culture formé par le remaniement du sommet du Bt aux périodes historiques et accumulé le long du Chemin Haussé. Pédogénèse post-moderne avec recarbonatation du sommet du profil.
Niveau 3	Niveau limoneux à limono-argileux de structure prismatique, chenaux de vers de terre assez nombreux, peu ou pas d'éléments grossiers. Niveau excavé par les structures néolithiques aux contours difficiles à distinguer de l'encaissant.	Hors-structure : Limons et sables très fins quartzeux et rares sables calcaires dans une masse fine brun rouge décarbonatée. Microstructure polyédrique à prismatique bien développée. Très nombreux revêtements orange d'argile hyaline. Zones à organisations excrémentales en nids d'abeilles et chenaux partiellement comblés d'agrégats excrémentaux de vers de terre. Dans les structures néolithiques : même sédiment qu'en dehors des structures avec cependant plus de particules organiques souvent « enrobées » par des illuvations d'argile hyaline.	Horizon Bt d'un luvisol développé à partir du début Holocène. Les remplissages des structures néolithiques témoignent aussi d'une pédogénèse en luvisol. Luvisol post-néolithique tronqué à l'âge du Fer d'après les observations du Chemin Haussé.
Niveau 4	Substrat limoneux carbonaté blanc.		Substrat carbonaté.

Photo 8 : Photographie sous le microscope d'une particule organique (Po) enrobées de revêtements argileux hyalins (R) dans le remplissage d'une fosse du Néolithique ancien de Fontenay-le-Marmion (LPNA)/*Microscopic photo of organic matter (Po) coated with hyaline clay (R) in the fill of an early Neolithic pit at Fontenay-le-Marmion*

Tableau 5 : Description micromorphologique de la séquence pédo-sédimentaire du Chemin Haussé à Fontenay-Le Marmion/*Micromorphological description of the Fontenay-Le-Marmion "Chemin Haussé » pedosedimentary sequence*

	Description macroscopique	Description micromorphologique	Interprétation
Niveau 1	Niveau correspondant à de nombreux niveaux de circulation du Chemin Haussé, plus ou moins pierreux, caillouteux ou limoneux et très densément tassés.		Niveaux de circulation successifs du Chemin Haussé du 1 ^{er} siècle de notre ère jusqu'à nos jours.

Niveau 2	Niveau limon brun clair à structure compacte à structure lamellaire. Quelques charbons, racines, quelques tessons protohistoriques.	Niveau constitué de limons et sables très fins quartzeux d'origine loessique dans une matrice fine brune peu à moyennement abondante décarbonatée et assez fortement poussiéreuse. Microstructure grumeleuse à compacte vers la base du niveau avec une porosité en chenaux, en fissures subhorizontales, en nombreuses cavités polyconcaves et en cavités arrondies (vésicules ?). Absence d'éléments grossiers carbonatés. Quelques sables grossiers de silex, quelques papules orangées, un agrégat provenant d'un horizon Bt, quelques charbons et/ou particules végétales humifiées. Revêtements pelliculaires bruns poussiéreux parfois surmontés de revêtements micritiques (jusqu'à 200 µm d'épaisseur).	Horizons A, E et sommet Bt du luvisol remaniés par la mise en valeur de la fin du premier âge du Fer-début Tène ancienne. Niveau pédogénéisé après la Tène ancienne et avant l'installation du premier état en terre du Chemin Haussé, au plus tard au 1 ^{er} siècle de notre ère. Les revêtements poussiéreux pourraient être liés à sa mise à nu pour sa mise en valeur agricole ou bien pour l'installation du chemin.
Niveau 3	Niveau limono-argileux brun orangé avec pas ou peu d'éléments grossiers et de structure compacte à prismatique. Racines. Niveau excavé par des structures archéologiques datées de la fin du 1 ^{er} âge du Fer-début Tène ancienne.	Niveau constitué de limons et sables très fins quartzeux d'origine loessique dans une matrice brun rougeâtre décarbonatée au sommet et très carbonatée à la base. Microstructure compacte à prismatique avec des vides en fissures verticales, en chenaux et en cavités dont certaines polyconcaves. Nombreux revêtements argileux orangés. A la base, nombreux hyporevêtements carbonatés, grains calcaires et revêtements grossiers bruns.	Horizon Bt d'un luvisol développé à partir du début de l'Holocène et tronqué de la fin du 1 ^{er} âge du Fer-début Tène ancienne. A la base horizon Bca du luvisol.
Niveau 4	Substrat limono-sableux carbonaté blanc.		Substrat carbonaté.

Figure 9 : Schéma d'évolution des formations pédo-sédimentaires de Fontenay-le-Marmion/
Diagram of the evolution of the pedosedimentary formations at Fontenay-le-Marmion

Synthèse des résultats des études des pédo-sédiments des plateaux

- 16 La comparaison des résultats obtenus par ces investigations réalisées sur les plateaux de la Plaine de Caen ou le sommet des versants qui dominent les fonds de vallées permet de dégager plusieurs phases dans l'évolution des sols de la Plaine de Caen (fig. 10). Certaines semblent avoir une signification locale alors que d'autres plus ubiquistes indiquent des phénomènes de plus grande ampleur. La troncature des luvols développés sur les lœss est observée sur les quatre sites étudiés et semble systématique. Elle indique une érosion importante des profils pédologiques formés au cours de la première partie de l'Holocène. Le calendrier de l'initiation de cette érosion est propre à chaque site et dépendant du calendrier local de l'occupation des sols. Pour trois des quatre sites étudiés, elle se développe ou s'accroît à partir de l'âge du Fer et semble se généraliser au cours des époques modernes et contemporaines. Par ailleurs, sur tous les sites ont été identifiées des périodes favorables à la reprise de la pédogénèse. Cela témoigne d'interruptions plus ou moins longues dans l'exploitation des sols y compris sur des plateaux anciennement mis en valeur par les pratiques agricoles et pour des périodes où cette mise en valeur des sols semble pourtant généralisée. Ainsi à Fontenay-le-Marmion, l'existence d'une pédogénèse postérieure au Néolithique témoigne de la reprise de la pédogénèse sous un couvert végétal protecteur après la mise en valeur néolithique et donc d'une longue période de déprise des activités agricoles. Sur ce même site, une phase de stabilité est aussi attestée au cours de l'époque laténienne pourtant caractérisée par l'extension et l'intensification de la mise en valeur agricole dans l'ensemble de la Plaine de Caen (Lespez et Germain, 2010). Ces recherches démontrent la complexité spatio-temporelle des processus d'érosion

des sols dans la Plaine de Caen et la nécessité de multiplier les études afin de mieux cerner la chronologie de l'érosion de ces sols imputable à la mise en culture.

Figure 10 : Synthèse des résultats/*Synthesized results*

Les remplissages sédimentaires de fond de vallée et la chronologie du détritisme alluvial

- 17 L'étude du remplissage sédimentaire dans la Plaine de Caen repose sur des investigations déjà publiées (vallée de la Mue, Lespez *et al.*, 2008) mais également sur la réalisation de nouveaux transects qui permettent d'avoir une vision plus précise de la nature de la sédimentation alluviale et de ses rythmes.

Dans les vallées de la partie orientale de la Plaine de Caen

Figure 11 : Le remplissage holocène de la vallée du ruisseau de Cagny/*The Holocene valley-fill of the Cagny stream*

Figure 12 : Le remplissage holocène de la vallée de la Guigne à Vieux/The Holocene valley-fill of the Guigne river at Vieux

- 18 Les observations reposent sur le transect en travers de Cagny (fig. 11) et sur l'étude du colmatage du marais de Chicheboville-Bellengreville qui livrent des informations convergentes. Dans la partie amont de la vallée du ruisseau de Cagny, le remplissage sédimentaire montre d'abord des formations grossières caractéristiques des écoulements énergiques de la dernière période glaciaire. Une sédimentation constituée de limons tufacés comportant quelques lentilles tourbeuses lui succède. Dans le marais de Chicheboville-Bellengreville la sédimentation est d'abord carbonatée puis devient organique. Dans cette petite dépression, s'accumulent ainsi plus de 5 m de sédiments tourbeux entre le VII^e et le I^{er} millénaire avant J.-C. Dans les deux cas, la sédimentation change au début du I^{er} millénaire av. J.-C. (X^e-VIII^e s. av. J.-C.). Elle correspond aux dépôts de limons qui viennent progressivement atterrir le fond de vallée et le marais. Dans la vallée de Cagny, ce colmatage par des limons de débordement correspond à la mise en place d'un chenal unique au tracé proche de l'actuel s'écoulant au sein d'une étroite plaine d'inondation. L'aggradation alluviale s'est interrompue quelques temps comme le montre le développement d'un paléosol bien marqué au sein du remplissage alluvial avant que les apports détritiques ne se développent à nouveau. En revanche, dans le marais de Chicheboville, l'atterrissement est demeuré incomplet du fait de la faible épaisseur des apports limoneux (60 à 80 cm) et de la persistance du niveau élevé des nappes phréatiques. Mais dans les deux cas, le changement de sédimentation indique l'importance de la production sédimentaire et des processus de transfert qui se développent dès le début du I^{er} millénaire av. J.-C. dans ces deux bassins versants.

Dans la vallée de la Guigne

- 19 Le transect réalisé en contrebas de la ville antique de Vieux a permis d'étudier le colmatage de cette petite vallée. Il atteint 4 mètres d'épaisseur dans sa partie centrale (fig. 12). Il débute par une séquence détritique graveleuse à caillouteuse indiquant des écoulements à forte compétence caractéristiques régionalement de la fin du Weischélien. Cette grave de fond est recouverte par deux unités sablo-limoneuses à limono-sableuses gris verdâtres comportant des restes de fibres végétales. Ces formations proches de celles déjà observées dans la vallée de la Mue (Lespez *et al.*, 2005) sont attribuables à la fin du Préboréal et au Boréal. Elles témoignent de la mise en place d'un chenal unique au sein d'une plaine d'inondation nourrie par des limons de

débordement. Ensuite le développement d'une sédimentation organique limoneuse comportant des passées tourbeuses indique un haut niveau de la nappe phréatique et le développement d'un environnement palustre dans tout le fond de vallée. Cette séquence organique est ensuite recouverte par des sédiments fluviatiles très carbonatés constitués principalement d'oncolithes et de graviers calcaires qui témoignent de l'activité des sources du Bathonien en relation avec l'augmentation du niveau de l'aquifère et l'importance de la charge dissoute. Cette sédimentation carbonatée est recouverte par une sédimentation limono-argileuse plus détritique qui comporte de nombreuses oncolithes témoignant du remaniement des formations tufacées. Son organisation indique un chenal assez large mais la rive droite de la vallée semble désormais atterrit. Cette sédimentation indique une augmentation des apports limoneux et pourrait traduire une première transformation des paysages des versants de la vallée par une mise en valeur agricole. Elle n'est malheureusement pas encore datée. Le chenal se rétrécit ensuite et se comble d'une sédimentation tufacée alors que le dépôt de limons de débordement caractérise la rive droite de la vallée et que le développement d'un paléosol sur la rive gauche indique la stabilisation partielle de la plaine d'inondation. Une dernière défluviatation entraîne la rivière vers sa localisation contemporaine alors que la large plaine d'inondation fait l'objet d'une exploitation comme en témoignent les fosses qui indiquent le prélèvement de la sédimentation carbonatée par les populations de l'Antiquité tardive et du début du Haut-Moyen Âge. Ces fosses sont ensuite scellées par une sédimentation colluviale enrichie par des apports de limons de débordement comme l'indique la présence régulière d'oncolithes. Les nombreux artefacts archéologiques trouvés dans ces formations indiquent qu'elle a été initiée au Haut-Moyen Âge. La petite phase de pédogénèse observée suggère ensuite une certaine stabilité du paysage. Cette phase est associée à des aménagements empierrés, datés des VIII^e-X^e/XI^e siècles apr. J.-C. L'abandon de ces structures correspond à la généralisation des apports colluvio-alluviaux sur toute la largeur du fond de vallée. Ils témoignent d'une fourniture sédimentaire importante issue du bassin-versant et des versants dominants le fond de vallée étudié, à partir du Moyen Âge central.

La vallée de la Mue

- 20 Dans la vallée de la Mue, le dispositif sédimentaire est restitué grâce à plusieurs transects réalisés à l'aide de sondages et de carottages (fig. 13 ; Lespez *et al.*, 2005, 2008a). Ils montrent la domination d'une sédimentation organo-calcaire au cours de la première partie de l'Holocène. Localement, le fond de vallée est colmaté par une sédimentation carbonatée qui correspond à la mise en place des sources alimentées par l'aquifère du Bathonien. Ces eaux très riches en calcaire favorisent la formation de tufs qui constituent localement de vastes édifices capables de barrer le fond de vallée comme à Reviers et à Thaon. Cette sédimentation est interrompue par des limons gris tufacés plus ou moins organiques ou par de véritables passées tourbeuses qui témoignent du développement progressif des zones humides en fond de vallée. Cette sédimentation domine du VIII^e millénaire au V^e millénaire avant J.-C. et indique une prédominance de la charge dissoute carbonatée sur les transferts sédimentaires détritiques au sein du bassin-versant. Au cours du V^e millénaire avant J.-C., la sédimentation carbonatée décline au profit du développement d'une sédimentation organique et tourbeuse en particulier en arrière des édifices tufacés. Celle-ci se développe à Rots, comme à Cairon puis se généralise à la fin du IV^e millénaire avant J.-

C. Ainsi, le fond de vallée est caractérisé par des zones humides de grande extension couvertes d'aulnes tout au long du Néolithique et du Bronze ancien. Elles sont parcourues par des écoulements qui ne doivent se chenaliser qu'en été alors que la nappe phréatique baisse. Cette sédimentation est ensuite fréquemment ravinée par un horizon détritique limoneux qui comporte de nombreux fragments de concrétions carbonatées. Il témoigne de l'érosion des formations limoneuses et carbonatées et de sédiments détritiques transportés par la Mue. Des datations obtenues au sommet de la séquence tourbeuse sous-jacente permettent de dater indirectement cette première séquence détritique enregistrée dans le bassin-versant. Elle se met en place après 1 686-1 429 av. J.-C. Elle indique des écoulements chenalisés et plus énergiques sous l'effet d'une période plus humide et d'une plus grande fourniture sédimentaire par le bassin-versant (Lespez *et al.*, 2005, 2008a ; Marcigny *et al.*, 2007). Elle est suivie d'un retour de courte durée des milieux tourbeux avant les transformations profondes du I^{er} millénaire avant J.-C. En effet, même si de rares secteurs conservent une sédimentation tourbeuse, la sédimentation limoneuse vient progressivement colmater tout le fond de vallée à partir de l'âge du Fer. Sur le transect de Fontaine-Henry, la tourbe devient franchement limoneuse après 760-390 av. J.-C. et montre même de véritables passées de limons de débordement. Ce colmatage généralisé atteint 1 m d'épaisseur et scelle les formations palustres précédentes engendrant un atterrissement de la plupart du fond de vallée. Comme le montrent les analyses granulométriques (Lespez *et al.*, 2005, 2008a), les sédiments sont issus de l'érosion des limons loessiques déposés sur les plateaux et sur les versants et de leur redistribution par débordement au cours d'épisodes de crues très chargées en limons. Ils traduisent la multiplication des apports colluviaux à partir des versants, comme cela a pu être mis en évidence à Fontaine-Henry, à Thaon, et à l'amont du bouchon de tuf de Reviers.

Figure 13 : Les transects étudiés dans le fond de la vallée de la Mue (d'après Lespez *et al.*, 2005, 2008a, modifié)/Transects from the Mue valley floor (from Lespez *et al.*, 2005, 2008a, modified)

La vallée de la Thue

- 21 Les observations proviennent du transect de Loucelles localisé à l'amont de la vallée de la Thue, alors qu'elle ne constitue qu'un cours d'eau intermittent drainant une vallée peu marquée (Lespez et Germain-Vallée, 2009 ; Marcigny, 2009). Il montre quatre générations de colluvions séparées par deux paléosols datables par les vestiges archéologiques qu'ils ont livrés (fig. 14 ; Marcigny, 2009). Une première génération de colluvions sans doute contemporaine de la fin du Tardiglaciaire ou du début de

l'Holocène remanie les loëss décarbonatés de la rive gauche ainsi que les lambeaux d'argile à silex présents sur les sommets de versants. Ils sont ensuite incisés par un chenal plus étroit progressivement colmaté par une deuxième génération de colluvions limono-argileuses. L'accumulation se poursuit lentement et fait l'objet d'une pédogenèse favorisant la formation d'un sol alluvial organique. Celui-ci porte des vestiges d'une occupation attribuable à la fin du III^e millénaire av. J.-C. (Bronze ancien) d'après le matériel archéologique retrouvé (Marcigny, 2009). Ce paléosol est recouvert par une troisième génération de colluvions qui remblaie le fond du vallon. Ces colluvions ont fait l'objet d'une nouvelle phase de pédogenèse favorisant le développement d'un sol alluvial organique peu épais. Ce second paléosol correspond à la mise en place d'une occupation datée de l'époque gallo-romaine. La dernière phase de colluvions provient principalement du remaniement le long de la pente et dans le fond de vallée des aménagements antiques. Elle témoigne d'une érosion importante des sols sur les versants de la Mue depuis la fin de l'époque romaine jusqu'à l'époque contemporaine.

Figure 14 : Transect dans le fond de vallée de la Thue à Loucelles – amont de la RN 13./Transect from the Thue valley floor at Loucelles – upstream from the RN 13

La basse vallée de la Seulles

- 22 Dans la vallée de la Seulles, la sédimentation attribuable à l'Holocène est d'abord peu épaisse montrant la domination durable de dynamique d'incision jusque vers l'aval et le transect d'Amblie (fig. 15). Le fond de vallée est caractérisé par une sédimentation sablo-graveleuse héritée de la dernière période froide. Vers le sommet de cette sédimentation, les macrorestes végétaux se multiplient (fragments de bois, feuilles, noisettes, etc.) attestant d'un fond de vallée boisé parcouru par des écoulements mobiles. La mobilité du chenal est attestée par la conservation dans le remplissage alluvial de sédiments organiques tourbeux qui viennent probablement colmater des bras morts. Cet environnement perdure du VII^e jusqu'au I^{er} millénaire av. J.-C. En effet, les datations obtenues sur le transect d'Amblie et sur celui de Banville situé plus à l'aval montrent que les remplissages organiques prennent fin entre 1 000 et 200 av. J.-C. Les limons de débordement viennent atterrir entièrement le fond de vallée et entraînent

son atterrissement généralisé. L'épaisseur des formations détritiques atteint 3 à 4 m dans la moyenne vallée et atteste de l'ampleur des apports colluviaux dans l'ensemble du bassin-versant et des limons de débordement qui les remanient. La chronologie et le rythme de ce remplissage demeurent encore mal connus mais les quelques dates disponibles montrent que cette accumulation qui se développe à compter de l'âge du Fer a du s'accélérer au cours des époques médiévales et modernes (Viel *et al.*, 2011).

Figure 15 : Le remplissage holocène de la vallée de la Seules d'après le transect d'Amblie. *The Holocene valley-fill of the Seules river, from the Amblie transect*

Figure 15 : Le remplissage holocène de la vallée de la Seules d'après le transect d'Amblie

Synthèse des résultats obtenus par l'étude des remplissages de fond de vallée

- 23 La synthèse souligne une histoire bipartite du colmatage sédimentaire holocène (fig. 10). Pendant quatre à cinq millénaires, la sédimentation est soit peu développée et remanie les sables et les graviers hérités de la dernière période froide, soit elle est plus dilatée, carbonatée et/ou organique mais alors principalement d'origine autochtone et correspond au haut niveau des nappes phréatiques alimentées par les grands aquifères carbonatés de la région. Dans les deux cas, les fonds de vallées sont dominés par des paysages palustres drainés par des écoulements qui ne sont bien chenalisés qu'en été alors que le niveau des nappes baisse. Il faut attendre l'âge du Bronze et en particulier le Bronze moyen dans les vallées de la Mue et de la Thue pour que la sédimentation détritique domine. Mais celle-ci ne se généralise vraiment qu'à partir de l'âge du Fer et de la période antique. Dans certaines vallées, elle correspond alors une accrétion sédimentaire importante alors que dans d'autres, elle vient sceller la sédimentation organo-calcaire. Cette transformation complète des milieux sédimentaires signe une véritable métamorphose du système fluvial qui devient partout caractérisé par un écoulement à chenal unique au milieu d'une plaine d'inondation régulièrement nourrie lors des crues par des limons de débordement qui entraînent l'atterrissement rapide des zones humides.

Discussion : les implications paysagères des rythmes de l'érosion des sols et de l'alluvionnement dans les fonds de vallées

Mise en valeur des sols et érosion dans la Plaine de Caen

- 24 Les sols de la Plaine de Caen se sont d'abord formés suite à la décarbonatation et aux processus de lessivage qui ont affecté la couverture loessique qui recouvre les plateaux de la Plaine de Caen à la fin de la dernière période froide. Ces processus qui se développent à partir du début de l'Holocène sous un couvert végétal protecteur et continu de type chênaie mixte entraînent le développement de luvisols (Fedoroff et Courty, 1994). Les deux horizons supérieurs limoneux particulièrement sensibles à l'érosion, ont aujourd'hui disparu. Cette troncature des luvisols est un phénomène constant observé au nord comme au sud de la Plaine de Caen à l'occasion de différentes investigations géomorphologiques et micromorphologiques (Chancerel *et al.*, 2006 ; Camuzard, 2000 ; Coutard *et al.*, 1970 ; Germain-Vallée et Lespez, 2005).
- 25 L'ensemble des observations réalisées sur les sols de plateaux témoigne d'une troncature des paléosols entre le Néolithique et l'âge du Fer. Les observations réalisées à proximité des sites néolithiques étudiés, comme d'ailleurs à Banneville-la-Campagne (Béguier *et al.*, 2011), témoignent de phases précoces d'érosion des sols aux alentours de ces habitats. Néanmoins celles-ci apparaissent la plupart du temps limitées et de courte durée. Ainsi, les observations micromorphologiques de Tilly-La-Campagne et de Fontenay-Le-Marmion montrent une nouvelle phase de pédogénèse lessivante, caractérisée par de nombreuses illuviations argileuses, après l'abandon de ces habitats. Elles témoignent de la reprise des luvisols sous un couvert végétal à nouveau protecteur. L'extension des sols lessivés et leur maintien pendant une longue période sont également suggérés par la fréquence des illuviations argileuses observées dans la porosité des céramiques néolithiques (photo 9 et 10). Mais d'autres indices suggèrent la résilience des luvisols. En effet, les archéologues ont fréquemment constaté que les fosses des sites du Néolithique ancien, creusées dans les loess, présentaient de larges auréoles de décarbonatation (Billard *et al.*, 2004 ; Chancerel *et al.*, 2006). Celles-ci indiquent la poursuite des processus de dissolution des carbonates, sans doute favorisée par des horizons supérieurs du sol riches en matières organiques, et suggèrent une reconquête durable du couvert végétal après l'abandon des sites. Enfin, jusqu'à ce jour, aucune signature détritique contemporaine du Néolithique n'a été retrouvée des vallons élémentaires aux vallées principales alors que les analyses polliniques conduites dans les zones humides indiquent le maintien d'un couvert forestier (Clet-Pellerin et Verron, 2004 ; Lespez *et al.* 2008, 2010a, 2010b) et que les données paléoenvironnementales intra-sites attestent le maintien d'espaces boisés avec des lisières denses (Dron *et al.*, 2003 ; Diescht-Sellami, 2007 ; Marguerie et Hunot, 2007). L'ensemble de ces observations témoigne de la faiblesse de l'érosion des sols cultivés tout au long du Néolithique. Malgré le développement des pratiques d'abattis-brûlis, les périodes de friches longues étaient sans doute suffisantes pour assurer la régénération des sols mis en valeur par l'agriculture alors que l'étendue de ces défrichements devait être insuffisante pour assurer l'entraînement par le ruissellement des premières particules arrachées aux sols des plateaux jusque vers les fonds de vallons proches. Cela renforce une interprétation de paysages en mosaïques (forêt, jachères longues, cultures

et prairies) dans lesquels la forêt jouait encore le rôle dominant jusqu'au Bronze ancien.

- 26 Dans les secteurs où les fouilles archéologiques attestent d'occupations denses dès l'âge du Bronze, comme à Ifs ou Mondeville, il est probable qu'une érosion des sols limoneux de plus grande ampleur ait pu se développer (Legoff, 2000-2002 ; Chancerel *et al.*, 2006). Les observations réalisées dans le vallon sec de Tilly-la-Campagne indiquent une première phase d'érosion des sols cultivés par un ruissellement érosif au cours du Bronze final. Ces observations ponctuelles peuvent être rapprochées des premiers enregistrements détritiques observés dans les fonds de vallées de la Thue et de la Mue dans une partie de la Plaine de Caen où la mise en valeur agricole est attestée dès le Néolithique moyen et s'affirme au cours de l'âge du Bronze (Marcigny *et al.*, 2007, Lespez, sous-presse). Pour la première fois l'érosion des sols des plateaux a eu des répercussions sur certains systèmes fluviaux indiquant l'initiation de connexions hydrosédimentaires au sein de certains bassins versants. Parallèlement les enregistrements polliniques disponibles (Lespez *et al.*, 2005, 2010a, sous-presse) confirment une atteinte régulière au couvert forestier et le développement de la culture céréalière jusqu'à proximité de certaines zones humides alors que les témoignages de l'installation de réseaux parcellaires se multiplient (Marcigny *et al.*, 2007). Ces observations convergentes indiquent des défrichements durables et de plus grande ampleur. Dans certains bassins versants situés au cœur des espaces les plus mis en valeur par l'agriculture, l'extension des espaces cultivés a favorisé l'expression d'un ruissellement érosif alimentant en limons les vallons élémentaires et ponctuellement certains fonds de vallées.

Photo 9 : Photographie sous le microscope d'un revêtement d'argile hyaline (R) dans la porosité d'une céramique du Néolithique Moyen II à Cagny (LPNA)/Microscopic photo of a hyaline clay coating (R) in a porosity of Middle Neolithic (II) pottery found at Cagny (LPNA)

Photo 10 : Photographie sous le microscope d'un revêtement d'argile hyaline (R) dans la porosité d'une céramique du Néolithique ancien à Mondeville (LPNA)/*Microscopic photo of a hyaline clay coating (R) in a porosity of Early Neolithic pottery found at Cagny (LPNA)*

- 27 La généralisation de l'érosion des sols cultivés et son expression vers l'aval sont néanmoins plus tardives. Les recherches micromorphologiques indiquent la généralisation de la déstructuration des horizons superficiels des luvisols au cours du premier millénaire avant notre ère et plus probablement à l'âge du Fer. À Fontenay-le-Marmion et à Tilly-La-Campagne, les processus érosifs se poursuivent au cours de l'âge du Fer alors qu'à Thaon et à Creully, ils s'accroissent à cette période, en particulier au cours de l'époque laténienne. Dans les secteurs de la Plaine de Caen les plus étudiés par l'archéologie (sud de Caen), les données abondantes montrent pour cette époque, une augmentation du nombre de sites et sans doute de la population (Van Den Bosch *et al.*, 2009) indiquant une expansion agricole correspondant à un aménagement structuré des territoires (Besnard-Vauterin, 2009). Parallèlement, les recherches carpologiques et archéozoologiques suggèrent des pratiques agricoles plus intensives en particulier au cours du second âge du Fer (Lespez *et al.*, 2010b ; Zech-Matterne *et al.*, 2009 ; Lespez et Germain, 2010 ; Auxiette *et al.*, 2010) alors que les analyses polliniques témoignent de la rétraction du couvert forestier y compris dans les zones humides et sur les versants qui les dominent (Clet-Pellerin et Verron, 2004 ; Lespez *et al.*, 2008a, 2010 ; Lespez et Germain-Vallée, 2009 ; Lespez, 2011). L'ensemble de ces observations converge et plaide en faveur d'un paysage largement dominé et structuré par les pratiques agraires et dont l'équilibre entre espaces cultivés, prairies et boisements relictuels est proche de l'actuel. Le développement généralisé du détritisme dans les fonds de vallées, quelles que soient leurs dimensions, résulte donc d'un transfert continu des sédiments depuis les parcelles cultivées jusque vers les vallons élémentaires puis les vallées principales. Il est possible que l'oscillation plus humide qui marque la fin du premier Fer ait joué un rôle dans le déclenchement de ce processus (Lespez *et al.*, 2008, 2010b ; Lespez, sous-*presse*) même si la durabilité des transferts sédimentaires indique indéniablement une

origine anthropique au changement d'équilibre. Par la suite, on n'observe d'ailleurs aucun retour en arrière notable. Les analyses micromorphologiques menées à Creully comme à Ifs ne révèlent plus que des traits pédologiques élémentaires (bioturbations, carbonatations secondaires d'origine biologique) et ne montrent plus de développement de processus durables de décarbonatation ou d'illuviation d'argile limpide (Lespez *et al.*, 2008b ; Lespez et Germain-Vallée, 2009). Les courtes phases de stabilité des paysages et de reprise de la pédogenèse postérieures à l'âge du Fer n'ont plus permis la formation de profils pédologiques complets. La chronologie des événements érosifs enregistrés postérieurement à l'âge du Fer demeure difficile à déterminer. Les observations réalisées sur les plateaux et les sommets de versants, à Thaon, à Creully et à Fontenay-le-Marmion comme celles réalisées dans les fonds de vallons et de vallées suggèrent plutôt une érosion chronique tout au long du dernier millénaire et demi. Parallèlement, dans toutes les vallées étudiées, l'évolution amorcée entre le Bronze moyen et l'Antiquité est irréversible et les datations disponibles dans la vallée de la Seulles suggèrent même une accélération de la sédimentation à partir du Haut Moyen Âge (Viel *et al.*, 2011). Les observations micromorphologiques apportent un éclairage original sur la gestion des sols au cours des époques médiévales et modernes. En effet, les petites phases de pédogenèse observées à Creully, Fontenay-le-Marmion, ainsi qu'à Tilly-la-Campagne montrent des traits caractéristiques d'une bioturbation importante et d'une recarbonatation par des apports de sables carbonatés. À Tilly-la-Campagne, des traits de carbonatation secondaires sont aussi attestés. Ces traits pédologiques témoignent d'une exploitation raisonnée des sols limoneux avec l'instauration de périodes de friches longues entre chaque mise en culture qui permettaient à l'activité biologique de se développer et de pratiques d'amendements réguliers en carbonates. Cette dernière a sans doute contribué à stopper, ou du moins à ralentir le lessivage dans ces sols limoneux comme l'avait d'ailleurs déjà supposé J.-P. Camuzard (*in* Besnard-Vauterin, 2006).

Comparaisons régionales

- 28 Les recherches récentes conduites dans les espaces voisins permettent de replacer les évolutions bas-normandes dans un contexte plus général (Lespez, sous-*presse*). Dans le bassin de Paris, la transformation paysagère des paysages de plateaux intervient également très progressivement (Leroy, 1997 ; Leroy et Allenet, 2006). La crise alluviale du Néolithique final et le déclenchement d'un alluvionnement massif et généralisé au cours du Bronze moyen sont d'abord les produits d'une évolution longue de l'anthropisation des bassins versants stimulée par une oscillation hydro-climatique notable (Pastre *et al.*, 2006). Vers le sud et l'ouest de la région, les reliefs intérieurs du monde armoricain ne montrent pas d'indices d'anthropisation notable avant le Néolithique final (Marguerie, 1992 ; Barbier, 1999). Ces signes précoces sont localisés le long de certains littoraux bretons caractérisés par une forte densité de monuments mégalithiques comme dans le nord Finistère et les côtes du Morbihan et le développement d'agrosystèmes (culture et surtout élevage) qui s'accompagne d'un recul important du couvert forestier (Morzadec-Kerfoun, 1974 ; Visset, 1979). Cependant, peu de recherches ont été entreprises sur les dynamiques sédimentaires holocènes des bassins versants et des systèmes fluviaux bretons. Par conséquent, les effets sur les fonds de vallée de la dégradation progressive des sols mis à nu du fait des défrichements attestés localement dès le Néolithique (Gebhardt, 1990), demeurent mal

connus. Dans le centre et le sud de l'Angleterre, les mutations paysagères des vallées en relation avec le développement de l'anthropisation ont été également bien étudiées (Brown *et al.*, 1994 ; Foulds et Macklin, 2006). Sur les plateaux calcaires, le développement des pratiques agropastorales est à l'origine de l'ouverture ponctuelle des paysages végétaux (Tipping *et al.*, 2009). Celle-ci a du être durable et d'ampleur dans des espaces caractérisés par le développement des monuments mégalithiques. Toutefois, cette période ne marque pas d'évolutions paysagères notables des paysages de vallées (Brown *et al.*, 1994 ; Brown, 1997, 1999, 2010). Ceux-ci demeurent largement forestiers même si des changements de la couverture végétale sont attestés localement, en particulier quand le développement des monuments funéraires de la fin du Néolithique concerne les terrasses alluviales comme dans les Midlands par exemple (Brown, 2010). Le passage à l'âge du Bronze marque, en revanche, un changement important. De nombreuses études montrent une accélération de l'érosion résultant de l'intensification des pratiques agricoles sur les plateaux calcaires du Sud de l'Angleterre (Bell, 1992). Comme dans la Plaine de Caen, le calendrier des accumulations colluviales n'est pas homogène et montre des variations notables d'un vallon à un autre en relation avec les conditions locales et surtout l'histoire de l'anthropisation propre à chaque petit bassin-versant (Wilkinson, 2003). Vers l'aval, de nombreuses recherches conduites dans les fonds de vallée plus importants attestent d'un développement du détritisme en relation avec l'accentuation de la pression de l'utilisation du sol sur les bassins versants (Brown *et al.*, 2004 ; Foulds et Macklin, 2006). Ces observations ne semblent guère éloignées de ce qui a pu être observé dans la Plaine de Caen et soulignent la communauté d'évolution des paysages de part et d'autre de la Manche à partir de l'âge du Bronze.

- 29 La plupart des vallées du nord de la France (Pastre *et al.* 2001, 2006 ; Carcaud *et al.*, 2002 ; Petit, 2005 ; Secchi *et al.*, 2010 ; Morin *et al.*, 2011) et du sud de l'Angleterre, quelles que soient leurs dimensions (Foulds et Macklin, 2006) sont ensuite marquées par une accélération importante de la sédimentation détritique. Dans le Massif Armoricaïn, les recherches palynologiques indiquent des déboisements intenses au détriment des aulnaies qui occupaient les plaines littorales mais aussi les fonds de vallée de l'intérieur et l'essor de la céréaliculture non loin des pièges polliniques étudiés (Morzadec-Kerfoun, 1974 ; Visset, 1979 ; Marguerie, 1992 ; Barbier, 1999). Dans le bassin de Paris, même si la variabilité inter-vallée des histoires paysagères et environnementales peut-être notable (Leroyet et Allenet, 2006 ; Pastre *et al.*, 2006), la mise en valeur des vallées et des plateaux s'accroît au cours du second âge du Fer et de l'époque gallo-romaine et la tendance est à l'ouverture du milieu (Leroyet et Allenet, 2006). Dans les fonds de vallée du bassin-versant de la Seine, l'alluvionnement limoneux se généralise (Pastre *et al.*, 2006 ; Secchi *et al.*, 2010) et entraîne une rétraction des lits mineurs accompagnée d'un atterrissement plus ou moins complet des zones humides dont l'origine est à trouver dans la mise en valeur agricole et l'érosion des sols qui en résulte (Pastre *et al.*, 2006). Ces observations convergent avec celles réalisées Outre-Manche. D'après la recension effectuée par S.A. Foulds et M.G. Macklin (2006), les recherches géomorphologiques montrent une augmentation notable de la sédimentation limoneuse accompagnée d'une rétraction des chenaux et d'un défrichement des plaines alluviales qui s'atterrissent progressivement (Brown *et al.*, 1994). Ainsi, comme dans la Plaine de Caen, l'accélération de l'aggradation limoneuse est liée à l'extension et à l'intensification des pratiques agricoles (développement de la charrue) au cours de l'âge du Fer et de la période romano-britannique (Foulds et Macklin, 2006). C'est donc

l'ensemble des vallées des cours d'eau de faible énergie de l'Europe occidentale qui a été caractérisé par une métamorphose entre la fin de l'âge du Bronze et le Haut Moyen âge. Celle-ci doit autant aux transformations anthropiques des bassins versants qu'aux modifications paysagères des fonds de vallées (Lespez *et al.*, 2010b, Lespez, sous-*presse*). Les premières ont partout produit un potentiel sédimentaire et les secondes ont permis la réalisation des transferts vers l'aval.

Conclusion

- 30 Complémentaires des recherches archéozoologiques et archéobotaniques, les recherches géomorphologiques et micromorphologiques conduites intra et hors-sites archéologiques contribuent donc à la connaissance de l'évolution des paysages de la Plaine de Caen depuis le Néolithique. Elles permettent en particulier de mettre en évidence les périodes de crise pendant lesquelles la déstabilisation de l'environnement franchit un seuil tel qu'elle affecte le fonctionnement de l'ensemble des bassins versants et des systèmes fluviaux. Elle suggère ainsi une phase critique centrée sur l'âge du Fer (Lespez et Germain-Vallée, 2011). Cette crise engendre un changement durable du fonctionnement environnemental de la Plaine de Caen. Néanmoins les fluctuations postérieures de l'utilisation des sols et leurs conséquences sur les transferts sédimentaires demeurent mal connues. La multiplication des observations et des analyses micromorphologiques dans des secteurs favorables comme dans les dépressions naturelles tels que des vallons secs apparaît nécessaire pour comprendre plus finement les rythmes de la mise en valeur agricole et des changements de pratiques dans l'exploitation des sols de la Plaine de Caen au cours des deux derniers millénaires. Ces analyses ne prendront toutes leurs valeurs que si d'autres techniques de datation sont développées, comme les datations OSL par exemple, pour suppléer aux limites des datations radiocarbones pour les séquences détritiques. Plus généralement, la poursuite des études apparaît indispensable pour déterminer plus précisément les rythmes de l'érosion des sols et de l'alluvionnement depuis les fonds de vallons jusqu'aux vallées principales. Alors, il devrait être possible de définir l'évolution du bilan sédimentaire de la Plaine de Caen, de préciser les temps des transferts sédimentaires et de caractériser précisément la crise environnementale de la fin de l'Holocène.
- 31 La recherche s'est appuyée sur un Programme Collectif de Recherche (PCR) intitulé « Archéologie des paysages de la Plaine de Caen du Néolithique à l'époque mérovingienne », [<http://www.unicaen.fr/ufr/geographie/geoarcheologie-plaine-de-caen/>]. Il est financé depuis 2007 par le Ministère de la Culture (SRA Basse-Normandie) et le Conseil Général du Calvados et bénéficie également du soutien constant de l'INRAP par la mise à disposition de certains de ses personnels. Nos remerciements s'adresse plus particulièrement aux référents du PCR qui ont enrichis notre réflexion au cours de différentes discussions ainsi qu'à François Fichet de Clairfontaine et à Nicola Coulthard pour leur soutien indéfectible.

BIBLIOGRAPHIE

ALLÉE P., 2003. Dynamiques hydrosédimentaires actuelles et holocènes dans les systèmes fluviaux de moyenne montagne (Limousin, hautes Cévennes, Maures), Mémoire d'habilitation à diriger des recherches, vol. 2, Université de Limoges, 451 p.

AUXIETTE G., BAUDRY A., MÉNIEL P., 2010. Une histoire de l'élevage dans l'ouest de la Normandie : les sites de Mondeville, Ifs, Fleury, Creully et les autres..., p. 185-202.

BARBIER, D., 1999. Histoire de la Végétation du nord-mayennais de la fin du Weichsélien à l'aube du XXI^e siècle. Mise en évidence d'un Tardiglaciaire armoricain. Interactions Homme-Milieu, Groupe d'Étude des Milieux Naturels, Nantes, 2 vol., 284 p.

BELL M., 1992. The prehistory of soil erosion. In Bell, M. and Boardman, J., editors, Past present and future soil erosion, Oxbow Monograph 22, Oxford, Oxbow Books, p. 21-36.

BERGER J.-F., 1996. Le cadre paléogéographique des occupations du bassin valdainais (Drôme), Thèse Archéologie et Environnement, Univ. Paris I, 325 p.

BERGER J.-F., 2003. La « Dégradation des sols » à l'Holocène dans la moyenne vallée du Rhône : contextes morpho-climatique, paléobotanique et culturel, dans VAN DER LEEUW S., FAVORY F., FICHES J.-L. (dir.), Archéologie et systèmes socio-environnementaux. Études multiscalaires sur la vallée du Rhône dans le programme Archeomedes, Paris, CRA-Monographie/CNRS, coll. « Recherches Archéologiques », p. 44-166.

BERGER J.-F., 2006. Apports récents de la paléopédologie à la définition des phases de stabilités des pédopaysages holocènes nord-méditerranéens, dans ALLÉE P., LESPEZ L. (dir.), L'érosion entre société, climat et paléoenvironnement, table ronde en l'honneur de R. Neboit-Guilhot, Clermont-Ferrand, Presses universitaires Blaise-Pascal, p. 47-62.

BERNARD-VAUTERIN C.-C., CHANCEREL A., MARCIGNY C., 2006. L'enceinte de l'âge du Bronze moyen de l'Étoile (Mondeville), dans CHANCEREL A., MARCIGNY C., GHESQUIÈRE E. (dir.), Le plateau de Mondeville (Calvados), du Néolithique à l'âge du Bronze, Paris, Édition de la Maison des Sciences de l'Homme, Documents d'archéologie française, 99, p. 114-116.

BERNARD-VAUTERIN C.-C. (dir.), 2009. En Plaine de Caen, une campagne gauloise et antique, L'occupation du site de l'Étoile à Mondeville, Rennes, PUR, coll. « Archéologie & Culture », 312 p.

BILLARD C., ALIX P., BONNABEL L., BONNARDIN S., BOSTYN F., CARPAR J.-P., DEGOBERTIÈRE S., DIETSCH-SELLAMI M.-F., HAMON C., MARCOUX N., MARGUERIE D., 2004. Le site d'habitat du Néolithique ancien de Colombelles « le Lazarro » (Calvados), présentation préliminaire, Internéo, 5, p. 29-33.

BULLOCK, P., FEDOROFF, N., JONGUERUS, A., STOOPS G., TURSINA T., BABEL U., 1985. Handbook for soil thin section, Waine Research Publications, Wolverhampton.

BROWN A. G., KEOUGH M. K., RICE R. J., 1994. Floodplain evolution in the East Midlands, United Kingdom: the Lateglacial and Flandrian alluvial record from the Soar and Nene valleys. Philosophical Transactions of the Royal Society of London Series A348, 261-293.

BROWN A. G., 1997. Alluvial geoarchaeology, Floodplain archaeology and environmental change, Cambridge manuals in Archaeology, Cambridge University Press, Cambridge, 377 p.

- BROWN A. G., 1999. Characterising Prehistoric lowland environments using local pollen assemblages, dans EDWARDS K., SADLER J., *Holocene environments of Prehistoric Britain*, Quaternary Proceedings 7, Wiley and Sons, Chichester, p. 585-594.
- BROWN A. G., 2010. Colluvial and Alluvial response to land use in Midland England : An integrated geoarchaeological approach, *Geomorphology*, 108, p. 92-106.
- CAMUZARD J.-P., 2000. Les sols marqueurs de la dynamique des systèmes géomorphologiques continentaux, Thèse de 3^e cycle, Caen, 509 p.
- CARCAUD N, GARCIN M., VISET L., BURNOUF J., 2002. Nouvelle lecture de l'évolution des paysages fluviaux à l'Holocène dans le bassin de la Loire moyenne, dans BRAVARD J.-P. et MAGNY M. (dir.), *Les fleuves ont une histoire, paléo-environnement des rivières et des lacs français depuis 15 000 ans*, Errance, Paris, p. 71-84.
- CHANCEREL A., MARCIGNY C., GHESQUIÈRE E. (dir.), 2006. Le plateau de Mondeville (Calvados) du Néolithique à l'âge du Bronze, Paris, MSH, Document d'Archéologie Française 99, 208 p.
- CHOUQUER G., 2000. L'étude des paysages, essais sur leurs formes et leur histoire, Paris, Errance, 208 p.
- CHOUQUER G., 2008. *Traité d'archéogéographie. La crise des récits géohistoriques*, Paris, Errance, 200 p.
- CLET-PELLERIN M., VERRON G., 2004. Influence de l'Homme sur l'évolution des paysages normands pendant l'Holocène, dans RICHARD H. (dir.), *Néolithisation précoce. Premières traces d'anthropisation du couvert végétal à partir de données polliniques*, Annales Littéraires 77, Presses Universitaires Franc-Comtoises, Besançon, collection « Série Environnement, sociétés et archéologies, 7 », p. 53-68.
- COUTARD J.-P., HELLUIN M., LAUTRIDOU J.-P., OZOUF J.-C., PELLERIN J., 1970. Les loess de la Campagne de Caen, *Bulletin du Centre de Géomorphologie de Caen, CNRS*, n° 8, 30 p.
- DE MOOR J. J. W., VERSTRAETEN G., 2008. Alluvial and colluvial sediment storage in the Geul River catchment (The Netherlands), Combining field and modelling data to construct a Late Holocene sediment budget, *Geomorphology*, 95, 3-4, p. 487-503.
- DEVILLERS B., 2005. Morphogenèse et anthropisation holocènes d'un bassin-versant semi-aride : le Gialias, Chypre, Thèse de l'université de Provence, Aix-Marseille 1, 423 p.
- DIETSCH-SELLAMI M.-F., 2007. L'utilisation des plantes sauvages au Néolithique dans le nord-ouest de la France : témoignages carpologiques, dans BESSE M. (dir.), *Sociétés néolithiques, des faits archéologiques aux fonctionnements socio-économiques*, Actes du 27^e colloque interrégional sur le Néolithique, Neuchâtel, 1 et 2 octobre 2005, Cahiers d'archéologie romande, 108, p. 127-136.
- DRON J.-L., FROMONT S., GERMAIN C., MARGUERIE D., 2003. Un four culinaire à pierres chauffantes du Néolithique moyen à Condé-sur-Ifs (Calvados, France), dans FRÈRE-SAUTOT M.-C. (dir.), *Le feu domestique et ses structures au Néolithique et aux âges des métaux*, Actes du colloque de Bourg-en-Bresse et Beaune, 7-8 octobre 2000, édition Monique Mergoïl, p. 113-126.
- DUCHAUFOUR PH., 1983. *Pédologie, 1. Pédogenèse et classification*, 2^e édition, édition Masson, Paris, 491 p.
- FEDOROFF N., COURTY M.-A., 1994. Organisation du sol aux échelles microscopiques, dans *Pédologie, 2. Constituants et propriétés des sols*, M. Bonneau et B. Souchier (ed), 2^e édition, Paris, p. 349-375.

- FEDOROFF N., COURTY M.-A., 2002. Paléosol et sols reliques, dans MISKOVSKY J.-C. (dir.), *Géologie de la préhistoire : méthodes, techniques, applications*, édition géopré, Paris, p. 277-316.
- FLOTTÉ D., MÉNAGER L., VIPARD L., 2008. Région Basse-Normandie, département du Calvados, commune de Thaon, lotissement et maison de retraite, parcelles ZD 17 et 77, Rapport de diagnostic archéologique, INRAP, SRA Basse-Normandie, 28 p.
- FRENCH C., 2003. *Geoarchaeology in Action. Studies in soil micromorphology and landscape evolution*, Routledge, New York, 291 p.
- FRENCH C., LEWIS H., 2005. New perspectives on Holocene developments in the Southern English Chalklands : The Upper Allen valley, Cranborn Chase, Dorset, *Geoarchaeology : an International journal*, 20, 2, p. 109-134.
- FOULDS S. A., MACKLIN M. G., 2006. Holocene land-use change and its impact on river basin dynamics in Ireland and Great-Britain. *Progress in Physical Geography*, 30, p. 589-604.
- GALOP D., CAROZZA L., MAREMBERT F., BAL M.-C., 2007. Activités agropastorales et climat durant l'âge du Bronze dans les pyrénées : l'état de la question à la lumière des données environnementales et archéologiques, dans RICHARD H., MAGNY M., MORDANT CL. (dir.), *Environnements et cultures à l'âge du Bronze en Europe occidentale*, Actes des congrès nationaux des sociétés historiques et scientifiques 129^e, Paris, CTHS, p. 107-119.
- GERMAIN-VALLÉE C., LESPEZ L., avec la collaboration BAUDRY A., BÉGUIER I., LEPAUMIER H., RIQUIER C., LEFEUVRE C., DERIVERY D., 2010. Archéologie du paysage de la Plaine de Caen, du Néolithique à l'époque mérovingienne, Rapport de Programme Collectif de Recherche, SRA Basse-Normandie, 2010, 115 p.
- GERMAIN-VALLÉE C., LESPEZ L., 2006. Dynamique holocène d'un fond de vallée normand (Laizon, Calvados), approche géomorphologique et micromorphologique, dans ALLÉE P., LESPEZ L. (dir.), *L'érosion entre société, climat et paléoenvironnement, table ronde en l'honneur de R. Neboit-Guilhot*, Clermont-Ferrand, Presses Universitaires Blaise-Pascal, coll.« Nature et Sociétés », p. 279-284.
- GIRAUD P., RIQUIER C., JUHEL L., BOISSON J., COUTARD S., HAMON C., CASPAR J.-P., SAVARY X., 2005. Fontenay-le-Marmion (Calvados) « Le Grand Champ/Le Chemin Haussé » RD 562, Rapport final de fouille, Service Départemental d'Archéologie du Calvados, SRA Basse-Normandie, 122 p.
- GIRAUD P., 2007. Barreau de liaison RD 562/RN 158 et chemin de liaison le long de la RN 158, Saint-Martin-de-Fontenay – Tilly-la-Campagne, Bilan Scientifique Régional Basse-Normandie, 2007, p. 66.
- GEBHARDT A., 1990. Evolution du paléopaysage agricole dans le nord-ouest de la France. Apport de la micromorphologie, Thèse de doctorat, université de Rennes I, 175 p.
- GUILAINE J., 1991. *Pour une Archéologie agraire*. Paris, Armand Colin, 576 p.
- GUILLORÉ P., 1980. *Méthode de fabrication mécanique et en série des lames minces*. Institut national agronomique, département des sols, Paris.
- HOFFMANN T., ERKENS G., COHEN K. M., HOUBEN P., SEIDEL J., DIKAU R., 2007. Holocene floodplain sediment storage and hillslope erosion within the Rhine catchment, *The Holocene*, 17, p. 105-118.
- HOUBEN P., 2008. Scale linkage and contingency effects of field-scale and hillslope-scale controls of long-term soil erosion: Anthropogeomorphic sediment flux in agricultural loess watersheds of Southern Germany, *Geomorphology*, 101, 1-2, p. 172-191,

- HOUBEN, HOFFMANN T., ZIMMERMANN A., DIKAU R., 2006. Land use and climatic impacts on the Rhine system (RheinLUCIFS): Quantifying sediment fluxes and human impact with available data, CATENA, 66, 1-2, p. 42-52.
- JAHIER I., 2009. Creully, le Clos de l'Épinette, dans GIRAUD P. (dir.), Gaulois sous les pommiers, découvertes de l'âge du Fer en Basse-Normandie, Cabourg, éditions Cahiers du Temps, p. 26-28.
- LE GOFF E. (dir.), 2000-2002. Les occupations protohistoriques et antiques de la ZAC « Object'Ifs Sud », Ifs (Calvados), Document Final de Sauvetage urgent, 4 volumes.
- LEROYER C., 1997. Homme, climat, végétation au tardi- et postglaciaire dans le bassin parisien : apports de l'étude palynologique des fonds de vallées, Thèse de doctorat, Université de Paris 1, vol1 : 575 p, vol. 2, 212 p.
- LEROYER CH., ALLENET G., 2005. L'anthropisation du paysage végétal d'après les données polliniques : l'exemple des fonds de vallées du Bassin Parisien, dans ALLÉE PH., LESPEZ L. dir., L'érosion entre société, climat et paléoenvironnement, table ronde en l'honneur de R. NEBOIT-GUILHOT. Presses Universitaires Blaise-Pascal, collection « nature et Sociétés », p. 63-72.
- LESPEZ L., 2003. Geomorphic responses to long-term land use changes in Eastern Macedonia (Greece), Catena, vol. 51, n° 3-4, p. 181-208.
- LESPEZ L., CLET-PELLERIN M., LIMONDIN-LOZOUET N., PASTRE J.-F., FONTUGNE M., 2005. Discontinuités longitudinales des dynamiques sédimentaires holocènes dans les petites vallées de l'Ouest du Bassin Parisien, l'exemple de la Mue, Quaternaire, vol. 16, n° 4, p. 173-198.
- LESPEZ L., 2007. Les dynamiques des systèmes fluviaux en Grèce du Nord au cours des 7 derniers millénaires : vers une approche multi-scalaire des interactions Nature/Société, Géomorphologie. Relief, processus, environnement, 1, p. 49-66.
- LESPEZ L., 2008a. L'évolution des paysages du Néolithique à la période ottomane dans la plaine de Philippos, dans H. Koukouli-Chryssanthaki et R. Treuil (Eds.), Dikili Tash, un village préhistorique en Macédoine orientale 1, Société Archéologique d'Athènes et École Française d'Athènes, Athènes, 391 p.
- LESPEZ L., CLET-PELLERIN M., LIMONDIN-LOZOUET N., PASTRE J.-F., FONTUGNE M., MARCIGNY C., 2008b. Fluvial system evolution and environmental changes during the Holocene in the Mue valley (W France). Geomorphology, vol. 98, n° 1-2, 169-184.
- LESPEZ L., CLET-PELLERIN M., DAVIDSON R., HERMIER G., CARPENTIER V., CADOR J.-M., 2010a. Middle to Late Holocene landscape changes and geoarchaeological implications in the marshes of the Dives estuary (NW France), Quaternary International, n° 216, p. 23-40.
- LESPEZ L., CADOR J.-M., CARPENTIER V., CLET-PELLERIN M., GERMAINE M.-A., GARNIER E., MARCIGNY C., 2010b. Trajectoire des paysages des vallées normandes et gestion de l'eau, du Néolithique aux enjeux de la gestion contemporaine, dans GALOP D. (dir.) Paysage et environnement : de la reconstitution du passé aux modèles prospectifs, Presses Universitaires de Franche-Comté ; Annales littéraires, série Environnement, Société et Archéologie, Besançon, p. 249-263.
- LESPEZ L. (dir.), (sous-presse). Paysages et gestion de l'eau : sept millénaires d'histoire des vallées et des plaines littorales en Basse Normandie, Bibliothèque du Pôle Rural n° 3, MRSH.
- LESPEZ L., GERMAIN-VALLÉE C. avec la collaboration de Savary X., 2007. Archéologie du paysage de la Plaine de Caen, du Néolithique à l'époque mérovingienne, Rapport de Programme Collectif de Recherche, SRA Basse-Normandie, 2007, 49 p.

LESPEZ L., GERMAIN-VALLÉE, C., RIQUIER C. avec la collaboration de ALLINE C., BAUDRY A., BARBIER-PAIN D., BESNARD-VAUTERIN C.-C., DRON J.-L., FROMONT N., GIRAUD P., LEPAUMIER H., MATTERNE-ZECH V., QUÉVILLON S., SAVARY X., VIEL V., 2008b. Archéologie du paysage de la Plaine de Caen du Néolithique à l'époque mérovingienne, Programme Collectif de Recherche, rapport de 2^e année de recherche, SRA Basse-Normandie, 77 p.

LESPEZ L., GERMAIN-VALLÉE C., avec la collaboration de ALLINE C., BÉGUIER I., BENSÂÏD A., DERIVERY D., DESLOGES J., RIQUIER C., VIEL V., 2009. Archéologie du paysage de la Plaine de Caen du Néolithique à l'époque mérovingienne, Programme Collectif de Recherche, rapport de 2^e année de recherche, SRA Basse-Normandie, 86 p.

LESPEZ L., GERMAIN C., 2010. Les paléoenvironnements de l'Âge du Fer en Basse-Normandie : Etat des connaissances et problèmes posés, dans BARRAL P., DELRIEU F., LE GOFF, E., MARION S., VILLARD LE TIEC A. (dir.) Actes du XXIII^e colloque International de l'AFEAF, Besançon, Presses Universitaires de Franche-Comté/Annales littéraires, série Environnement, Société et Archéologie, p. 35-49.

Macaire J.-J., Bellemlih S., Di-Giovanni C., De Luca P., Visset L., Bernard J., 2002. Sediment yield and storage variations in the Négron River catchment (south western Parisian Basin, France) during the Holocene period. *Earth Surface Processes and Landforms*, 27, p. 991-1009.

MARCIGNY C., LESPEZ L., GHESQUIÈRE E., M. CLET-PELLERIN, 2007. Emprise et déprise agricole à l'âge du Bronze moyen sur le littoral de la Manche ? Une lecture du phénomène grâce aux sites normands, dans RICHARD H., MAGNY M., MORDANT C. (dir.), Environnements et Cultures à l'Âge du Bronze en Europe occidentale, CTHS, PUB, Besançon, p. 311-326.

MARCIGNY C. (dir.), 2009. Loucelles (Calvados. RN13-déviations de Loucelles, tranche 1, Rapport final de diagnostic archéologique, INRAP, SRA Basse-Normandie, 32 p.

MARGUERIE D., 1992. Evolution de la végétation sous l'impact humain en Armorique du Néolithique aux périodes historiques, Travaux du laboratoire d'Anthropologie de Rennes, 40, Université de Rennes 1, 313 p.

MARGUERIE D., HUNOT J.-Y., 2007. Charcoal analysis and dendrology : data from archaeological sites in western France, *Journal of Archaeological Sciences*, 34, p. 1417-1433.

MORIN E., MACAIRE J.-J., HINSCHBERGER F., GAY-OVÉJÉRO I., RODRIGUES S., BAKYONO J.-P., VISET L., 2011. Spatio-temporal evolution of the Choisille River (southern Parisian Basin, France) during the Weichselian and the Holocene as a record of climate trend and human activity in north-western Europe, *Quaternary Science Reviews*, 30, 3-4, p. 347-363.

MORZADEC-KERFOURN M.-T., 1974. Variations de la ligne de rivage armoricaine au Quaternaire. Analyses polliniques de dépôts organiques littoraux, Mém. Soc. géol. minéral. de Bretagne, 17, 280 p.

NEBOIT-GUILHOT R., 2010. L'Homme et l'érosion, l'érosion des sols dans le monde, Publication de la Faculté des Lettres de Clermont-Ferrand, 34, 3^e édition, 269 p.

Notebaert B., Verstraeten G., Vandenberghe D., Marinova E., Poesen J., Govers G., 2011. Changing hillslope and fluvial Holocene sediment dynamics in a Belgian loess catchment, *Journal of Quaternary Science*, 26, p. 44-58.

PASTRE, J.-F., LIMONDIN-LOZOUET, N., GEBHARDT, A., LEROYER, C., FONTUGNE, M., KRIER, V., 2001. Late glacial and Holocene fluvial records from the central part of the Paris Basin (France). dans MADDY, D., MACKLIN M. G., WOODWARD J. C. (eds.), River basin sediment systems: archives of environmental change, Balkema, p. 357-373.

- PASTRE J.-F., ORTH P., LE JEUNE Y., BENSAAOUDOUNE S., 2006. L'homme et l'érosion dans le bassin parisien (France). La réponse morphosédimentaire des fonds de vallées au cours de la seconde partie de l'Holocène, dans ALLÉE, P., LESPEZ, L. dir., *L'érosion entre Société, Climat et Paléoenvironnement. Actes de la Table Ronde en l'honneur de R. Neboit-Guilhot*, Clermont Ferrand, Presses Universitaires Blaise Pascal, p. 237-247.
- PETIT C. (dir.), 2005. *Occupation et gestion des plaines alluviales dans le Nord de la France de l'âge du Fer à l'époque gallo-romaine*, Actes de la Table Ronde de Molesme, 17-18 septembre 1999, Besançon, Presses Universitaires de Franche Comté, 213 p.
- SECHI S., SEBAG D., LAIGNEL B., LEPERT T., FROUIN M., DURAND A., 2010. Quaternary landscape response to climate change. The last millennia history of detrital sedimentation in the Lower Seine Valley (Normandy, NW France): review, *Terra Nova*, 20, p. 214-222.
- VAN DEN BOSCHE B., CARPENTIER V., MARCIGNY C., 2009, Evolution des formes de l'exploitation agricole dans la campagne normande (2 500-30 avant J.-C.), l'exemple des fouilles préventives de la périphérie de Caen, *Revue archéologique de l'Ouest*, n° 26, p. 57-83.
- VAN DER LEEUW S., FAVORY F., FICHES J.-L. (dir.), 2003. Archéologie et systèmes socio-environnementaux. Etudes multiscalaires sur la vallée du Rhône dans le programme Archeomedes, Paris, CRA-Monographie, CNRS éditions, collection « Recherches Archéologiques », 403 p.
- VAN VLIET-LANOË B., 1988. Le rôle de la glace de ségrégation dans les formations superficielles de l'Europe de l'Ouest. Processus et héritages, Caen, Thèse d'État Paris I, 854 p.
- VERSTRAETEN G., ROMMENS T., PEETERS I., POESEN J., GOVERS G., LANG A., 2009. A temporarily changing Holocene sediment budget for a loess-covered catchment (central Belgium), *Geomorphology*, 108, 1-2, p. 24-34,
- VIEL V., LESPEZ L., DELAHAYE D., LE GOUÉE P., 2011. Establishing a Holocene sediment budget for a small river catchment in Western France, 18^e INQUA Congress, Session 58, Bern, 21-27th July 2011, Abstract, [<http://www.inqua2011.ch>].
- VISSET L., 1979. Recherches palynologiques sur la végétation pléistocène et holocène de quelques sites du district phytogéographique de Basse-Loire, *Bulletin de la Société des Sciences Naturelles de l'Ouest de la France*, supplément hors-série, 282 p.
- ZECH-MATTERNE V., BOUBY L., BOUCHETTE A., CABANIS M., DERREUMAUX M., DURAND F., MARINVAL P., PRADAT B., DIETSCH-SELLAMI M.-F., WIETHOLD J., 2009. L'agriculture du VI^e au I^{er} s. av. J.-C. en France. État des recherches carpologiques sur les établissements ruraux, dans BERTRAND I., DUVAL A., GOMEZ DE SOTO J., MAGUER P. (dir.), *Habitats et paysages ruraux en Gaule et regards sur d'autres régions du monde celtique. Actes du XXXI^e colloque AFEAF, 17-20 mai 2007*, Chauvigny (France), tome II, Association des Publications Chauvinoises, p. 383-416.

NOTES

1. Ils sont consultables en ligne : [<http://www.unicaen.fr/ufr/geographie/geoarcheologie-plaine-de-caen/Rapports/rapport.php>].

RÉSUMÉS

L'article présente une réflexion conduite dans le cadre d'un Programme Collectif de Recherche « Archéologie des paysages de la Plaine de Caen du Néolithique à l'époque mérovingienne » qui met en œuvre plusieurs types d'analyses afin de restituer les différentes étapes de l'histoire des paysages de la Plaine de Caen et de comprendre les moteurs de cette évolution. L'une d'elle s'intéresse plus particulièrement aux relations entre les sociétés anciennes et les sols qu'elles ont mis en valeur. L'objectif est de déterminer l'impact des pratiques agropastorales sur l'érosion des sols et les transferts sédimentaires enregistrés dans les fonds de vallées. Pour cela, elle repose sur l'analyse géomorphologique et micromorphologique des sols limoneux situés à proximité ou à l'emplacement d'occupations anciennes ainsi que sur les formations corrélatives dérivées de l'érosion de ces sols que sont les colluvions de bas de pentes et les alluvions de fond de vallée. La comparaison des résultats obtenus ont permis de mettre en évidence depuis le début de l'Holocène, plusieurs épisodes de dégradation des sols et inversement, des épisodes de stabilité des paysages. Leur confrontation avec les autres types d'analyses paléoenvironnementales pratiquées sur les sites archéologiques, permet de discuter pour la première fois, du déclenchement et du rythme de l'érosion de ces sols des plateaux et d'en déduire ainsi des implications paysagères depuis le Néolithique. La recherche souligne le rôle du Ier millénaire av. J.-C. dans la transformation des paysages de la Plaine de Caen.

The paper presents a reflexion conducted by a pluridisciplinary research program which focuses on Landscape archaeology of the Plaine de Caen from the Neolithic to the Merovingian period. This research is based on several technics of analysis in order to reconstitute the different stages of landscape history of Plaine de Caen and in order to understand the mechanisms of this evolution. One of these technics interests particularly in relationship between the soils and the sedimentary transfers into bottom valley. For this, it uses geomorphological and micromorphological analysis from silty soils localised inside and outside the archaeological sites, and from sediment deposits derived of these soils which are the colluvial and alluvial deposits. The comparison of these results reveals several episodes of soil degradation and inversely, several episodes of landscape stability. The following confrontation of these results with the geoarchaeological studies which have been conducted in archaeological sites can propose for the first time a discussion about the triggering and the rhythms of erosion soils from the plateau and deduction of their landscapes implications. They underline of the 1st millennium BC period in the landscape changes of the Plaine de Caen.

INDEX

Index géographique : Caen (plaine de)

Keywords : pedogenesis, colluvial deposit, alluvial deposit, soil profile, geomorphology, micromorphology, archaeology, erosion, landscape

Mots-clés : pédogenèse, profil pédologique, colluvions, alluvions, géomorphologie, archéologie, micromorphologie, érosion, paysage

AUTEURS

CÉCILE GERMAIN-VALLÉE

Service Archéologie du Conseil général du Calvados, 36 rue Fred Samaroni – 14000 Caen, France
cecile.germain@calvados.fr

LAURENT LESPEZ

(GEOPHEN – UMR LETG 6554 CNRS (Université de Caen-Basse Normandie), Esplanade de la Paix,
BP 5186 – 14 032 Caen cedex laurent.lespez@unicaen.fr