



**HAL**  
open science

# Le quaternaire de la vallée de la Somme (terrasses fluviatiles, loess et paléosols) : une contribution à l'inventaire national du patrimoine géologique

Pierre Antoine

## ► To cite this version:

Pierre Antoine. Le quaternaire de la vallée de la Somme (terrasses fluviatiles, loess et paléosols) : une contribution à l'inventaire national du patrimoine géologique. Quaternaire, 2019, pp.257 - 270. 10.4000/quaternaire.12150 . hal-03795544

**HAL Id: hal-03795544**

**<https://hal.science/hal-03795544>**

Submitted on 11 Oct 2022

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

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



## Quaternaire

Revue de l'Association française pour l'étude du Quaternaire

vol. 30/3 | 2019  
Volume 30 Numéro 3

---

# Le quaternaire de la vallée de la Somme (terrasses fluviatiles, loess et paléosols) : une contribution à l'inventaire national du patrimoine géologique

*The Somme valley quaternary (river terraces, loess and palaeosols): a contribution to the national inventory of geological heritage*

Pierre Antoine

---



### Édition électronique

URL : <http://journals.openedition.org/quaternaire/12150>  
DOI : 10.4000/quaternaire.12150  
ISSN : 1965-0795

### Éditeur

Association française pour l'étude du quaternaire

### Édition imprimée

Date de publication : 1 septembre 2019  
Pagination : 257-270  
ISSN : 1142-2904

### Référence électronique

Pierre Antoine, « Le quaternaire de la vallée de la Somme (terrasses fluviatiles, loess et paléosols) : une contribution à l'inventaire national du patrimoine géologique », *Quaternaire* [En ligne], vol. 30/3 | 2019, mis en ligne le 19 novembre 2019, consulté le 19 novembre 2019. URL : <http://journals.openedition.org/quaternaire/12150> ; DOI : 10.4000/quaternaire.12150

---

# LE QUATERNAIRE DE LA VALLÉE DE LA SOMME (TERRASSES FLUVIATILES, LOESS ET PALÉOSOLS) : UNE CONTRIBUTION À L'INVENTAIRE NATIONAL DU PATRIMOINE GÉOLOGIQUE



Pierre ANTOINE <sup>1</sup>

## RÉSUMÉ

Dans le cadre de l'Inventaire National du Patrimoine Géologique (INPG), initié en 2007 par le Ministère de l'Environnement, le Quaternaire de la vallée de la Somme fait actuellement l'objet de 19 fiches de site. Une démarche d'Arrêté Préfectoral de Protection de Géotope (APPG) est parallèlement en cours pour les plus menacés. Le but de cet article est de replacer ces différents sites de référence de la Somme dans une synthèse des données stratigraphiques, géochronologiques et paléoenvironnementales concernant le dernier million d'années.

Le bassin de la Somme se caractérise par la coexistence de deux types de contextes sédimentaires et morphologiques complémentaires les séquences fluviales de vallée et les séquences de versant. Ces deux contextes sont intimement liés dans un système de terrasses fluviales alluviales comportant dix nappes alluviales étagées recouvertes par des séquences de versant (loess-paléosols). Dans ce système, la cyclicité climatique glaciaire-interglaciaire (cycles d'environ 100 000 ans) est enregistrée à la fois dans les différentes nappes alluviales et dans les séquences loess-paléosols dont la complexité est proportionnelle à l'âge des dépôts fluviaux qu'elles recouvrent. Le système de terrasses de la Somme a joué un rôle historique dans l'émergence de la Préhistoire et de la Géologie du Quaternaire depuis la deuxième moitié du XIX<sup>e</sup> siècle. Malheureusement, l'importance scientifique et patrimoniale de ces témoins, souvent localisés dans d'anciennes carrières en zone périurbaine subissant une forte pression d'urbanisation, n'a pas toujours été clairement perçue. Six d'entre elles ont cependant été préservées par un classement au titre du patrimoine archéologique. Nous avons donc perdu un grand nombre de ces séquences de référence et il devient urgent de préserver dans cette vallée une série de localités offrant à la fois une bonne visibilité pour le grand public et des perspectives pour le développement de nouvelles recherches sur le Quaternaire. Le classement et la protection d'une série de sites quaternaires représente donc une étape initiale fondamentale pour la préservation de ce patrimoine unique afin qu'il puisse conserver à l'avenir une place de premier plan dans les problématiques scientifiques associées à la géologie du Quaternaire, à la paléoclimatologie et à la Préhistoire.

**Mots-clés :** Quaternaire, patrimoine géologique, vallée de la Somme, terrasses fluviales, loess, paléosols, paléolithique

## ABSTRACT

THE SOMME VALLEY QUATERNARY (RIVER TERRACES, LOESS AND PALAEOOLS): A CONTRIBUTION TO THE NATIONAL INVENTORY OF GEOLOGICAL HERITAGE

As part of the National Inventory of Geological Heritage (INPG), initiated in 2007 by the Ministry of the Environment, the Quaternary of the Somme Valley is currently represented by a set of 19 site cards. A preservation approach is also in progress for the most threatened sites. The aim of this contribution is to insert back these reference sites from the Somme area into a synthesis of the stratigraphical, geochronological and palaeoenvironmental data acquired for the last million year. The Somme basin is characterized by the coexistence of two types of complementary sedimentary and morphological contexts: fluvial and slope sequences. These contexts are closely associated in a stepped terrace system including ten stepped alluvial formations covered by slope sequences (loess-palaeosols).

In this system, the glacial-interglacial climatic cycles (cycles of about 100 000 years) is recorded both in the various alluvial formations and in the loess-palaeosols sequences, the complexity of which is related to the age of the underlying fluvial sediments. The Somme valley terrace system has played a historical role in the emergence of prehistory and Quaternary geology since the second half of the 19<sup>th</sup> century. Unfortunately, the scientific and patrimonial importance of these sequences, often located in old quarries in sub-urban areas under strong urbanization pressure, has not always been clearly identified. Finally, only six of them have been preserved owing to their importance for archaeological heritage. So we have lost a lot of these reference sequences and it is urgent to preserve, in this valley, a set of localities offering both good visibility for the general public and perspectives for the development of new research on Quaternary sequences. The protection of a series of Quaternary sites is therefore a fundamental step for the preservation of this unique heritage so that it can retain its prominent place for future scientific issues associated with Quaternary geology, paleoclimatology and prehistory.

**Keywords:** Quaternary, geological heritage, River Somme valley, fluvial terraces, loess, palaeosols, Palaeolithic

<sup>1</sup> Laboratoire de Géographie Physique, Environnements Quaternaires et Actuels, UM5 8591 CNRS-Université Paris 1 & UPEC, 1 place Aristide Briand, FR-92195 MEUDON cedex. Courriel : pierre.antoine@lgp.cnrs.fr

## 1 - INTRODUCTION

L'inventaire national du patrimoine géologique (INPG) est piloté au niveau régional par les *Directions Régionales de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement* (DREAL) avec l'appui des *Commissions Régionales du Patrimoine Géologique* (CRPG). Sa déclinaison régionale pour les Hauts-de-France (IRPG), opérationnelle depuis 2016, compte à ce jour 143 fiches de sites. Parmi celles-ci, le Quaternaire de la vallée de la Somme est représenté par un ensemble de 19 sites (fig. 1), dont 12 constituent les ultimes témoins de formations quasi-totalement disparues. La présente contribution a pour objectif de replacer ces différents sites de référence, et notamment ceux concernés par une demande de protection (liste départementale et Arrêté Préfectoral de Protection de Géotope), dans une synthèse des données récentes ainsi que dans un cadre stratigraphique et chrono-climatique précis pour la période correspondant au dernier million d'années environ.

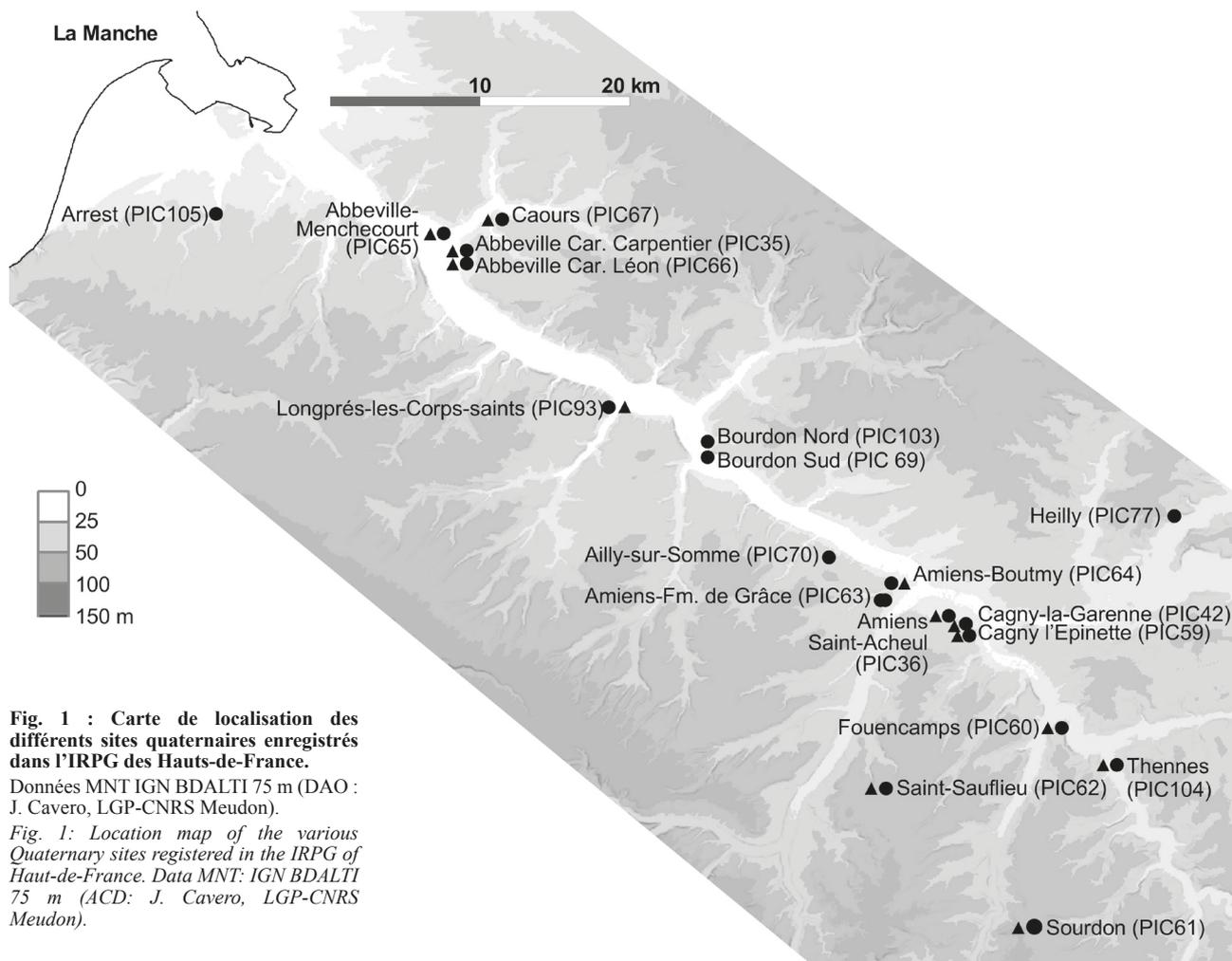
Les 19 sites localisés sur la figure 1 ont été choisis afin de représenter au mieux les différents contextes morphologiques régionaux (vallée, versant, plateau) et de fournir une vision diachronique des formations Quaternaires. Si certains, comme Saint-Acheul (PIC36) ou Cagny-la-Garenne (PIC42) ont déjà été protégés

dans les années 1960 en raison de leur importance pour la préhistoire, d'autres, bien que fondamentaux sur le plan de la connaissance du Quaternaire comme Longprés-les-Corps-Saints (PIC93), sont fortement menacés par des actions de remblais, le plus souvent anarchiques, et/ou par l'urbanisation de plus en plus rapide des abords de la vallée de la Somme.

## 2 - PRÉSENTATION DU BASSIN DE LA SOMME

Le bassin de la Somme est un bassin hydrographique de faible superficie (~ 5700 km<sup>2</sup>) ouvert sur la Manche et dont les grandes lignes sont guidées par des structures tectoniques d'axe nord-ouest/sud-est comme le synclinal de la Somme. Au cours des périodes glaciaires caractérisées par un niveau marin très bas (~ 120 m par rapport à l'actuel), la paléo-Somme représentait l'un des principaux affluents du fleuve Manche qui se jetait dans l'Atlantique au sud de l'Irlande, à plus de 800 km à l'ouest de son estuaire actuel (Gibbard, 1994, 2007 ; Lericolais, 1997 ; fig. 2).

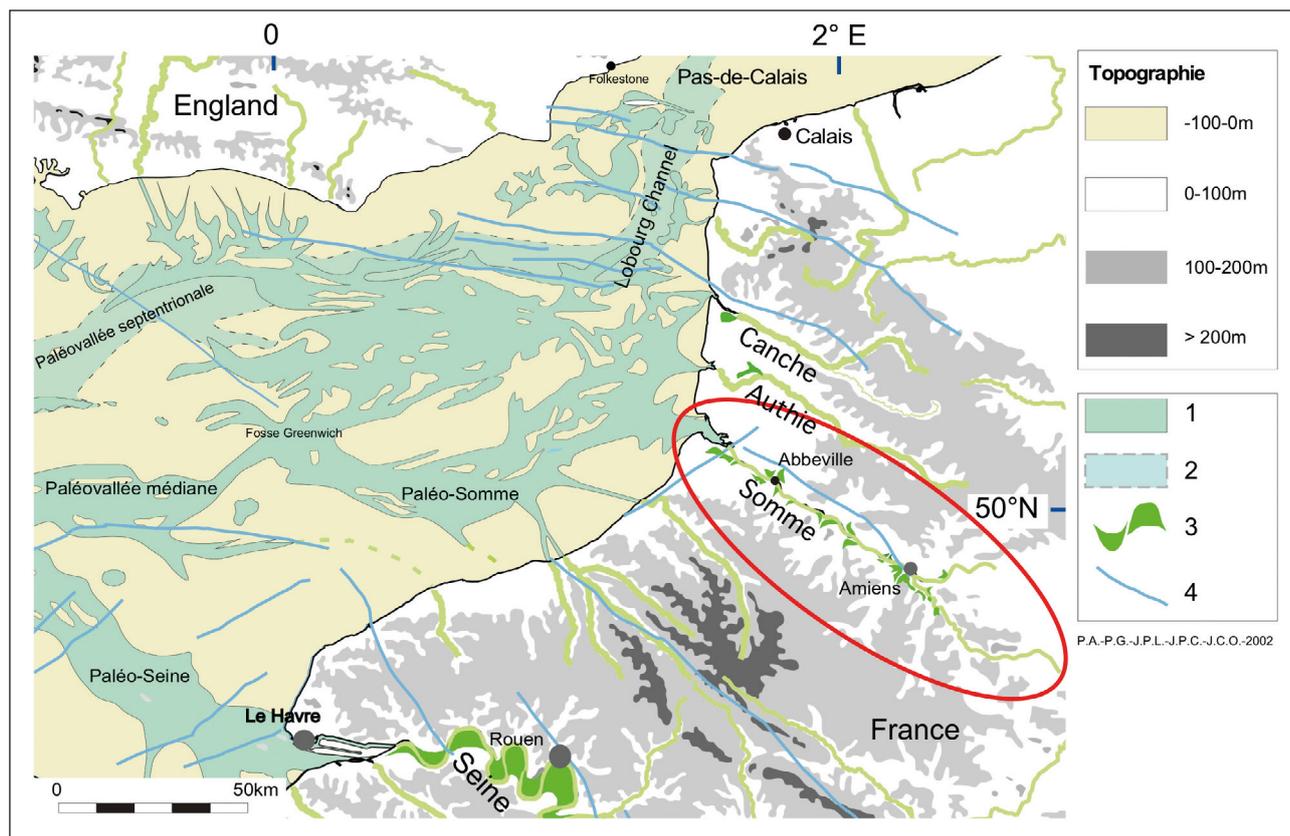
Le bassin de la Somme est totalement incisé dans la craie blanche du Crétacé supérieur du Plateau Picard dont l'âge est de 85 à 95 millions d'années environ. Cette roche sédimentaire se distingue par la présence



**Fig. 1 : Carte de localisation des différents sites quaternaires enregistrés dans l'IRPG des Hauts-de-France.**

Données MNT IGN BDALTI 75 m (DAO : J. Caverio, LGP-CNRS Meudon).

Fig. 1: Location map of the various Quaternary sites registered in the IRPG of Haut-de-France. Data MNT: IGN BDALTI 75 m (ACD: J. Caverio, LGP-CNRS Meudon).



**Fig. 2 :** Carte paléogéographique illustrant la prolongation des réseaux fluviaux en période glaciaire (Somme et Seine notamment) dans la zone Manche Est alors totalement exondée (niveau marin < -80 à -120 m).

Système de paléochenaux fluviaux sous la Manche (d'après Auffret *et al.*, 1982 ; Lericolais, 1997) et extension des loess dans le nord-ouest de la France (d'après Antoine *et al.*, 2003). 1/ paléochenaux à remplissage d'alluvions (graviers et sables fluviaux), 2/ paléovallée septentrionale sans accumulation sédimentaire, 3/ principales zones d'accumulation de nappes alluviales quaternaires (terrasses), 4/ failles et flexures tectoniques.

*Fig. 2: Paleogeographic map showing the extension of fluvial networks during a glacial period (Somme and Seine especially) in the fully exposed East Channel (sea level < -80 to -120 m). Fluvial palaeochannels system below the Channel (after Auffret *et al.*, 1982; Lericolais, 1997) and loess extension in north-western France (after Antoine *et al.*, 2003). 1/ fluvial palaeochannels (gravel and fluvial sands), 2/ northern palaeovalley without sedimentary accumulation, 3/ main accumulation zones of Quaternary alluvial formations (terraces), 4/ tectonic faults and flexures.*

de nombreux rognons de silex le plus souvent organisés en bancs discontinus. Au cours des périodes froides du Quaternaire, et notamment au cours des nombreux épisodes à pergélisol, ces derniers sont extraits en masse de la craie par les processus de gel-dégel et les coulées boueuses de gélifluxion qui se déclenchent au printemps sur les versants.

Ces silex composent le matériau principal des formations alluviales grossières quaternaires constituées principalement de graviers hétérométriques plus ou moins riches en blocs de craie et en matrice sablo-calcaire. Le silex a ainsi représenté une matière première abondante et de grande qualité qui a toujours été privilégiée pour la fabrication des outils par l'Homme tout au long de la Préhistoire. Plus récemment, ils ont été largement exploités dans des gravières comme matériaux de remblais (ballast de chemin de fer) puis comme granulats pour la fabrication du béton. Les fronts de taille résultant de ces exploitations maintenant abandonnées sont à l'origine de fenêtres d'étude ponctuelles ouvertes sur les formations quaternaires de la vallée de la Somme, malheureusement souvent en voie de disparition.

Dans le bassin de la Somme, les séquences fluviales de vallée coexistent de manière complémentaire avec un autre type de contexte sédimentaire et morphologique :

les séquences de versant. Ces deux types de contextes sont intimement associés dans les séquences de terrasses fluviales à couverture loessique typiques de cette région (figs. 3 & 4). Cette configuration permet de mettre en évidence, d'une manière unique pour une zone d'extension géographique aussi limitée, la réponse des milieux continentaux d'Europe de l'Ouest aux variations climatiques quaternaires à l'échelle des grands cycles glaciaire-interglaciaire de 100 000 ans (cycles de Milankovitch) dont témoigne le système de terrasses (fig. 5). Par ailleurs, l'étude des séquences loess-paléosols contemporaines du Dernier Glaciaire (-110 000 à -15 000 ans environ) débouche sur la mise en évidence de l'impact des variations climatiques rapides millénaires (cycle de Dansgaard-Oeschger ; Dansgaard *et al.*, 1993) sur les environnements continentaux au niveau régional.

Après un bref historique des recherches permettant de souligner l'importance et l'originalité de cette vallée dans le développement des travaux en géologie du Quaternaire et en Préhistoire au cours de la deuxième moitié du XIX<sup>e</sup> siècle (voir notamment Boucher de Perthes, 1849), cette contribution propose une synthèse des principaux résultats acquis au cours des trente dernières années sur les terrasses fluviales de la vallée de la Somme ainsi que sur les séquences de loess et paléosols qui les recouvrent.

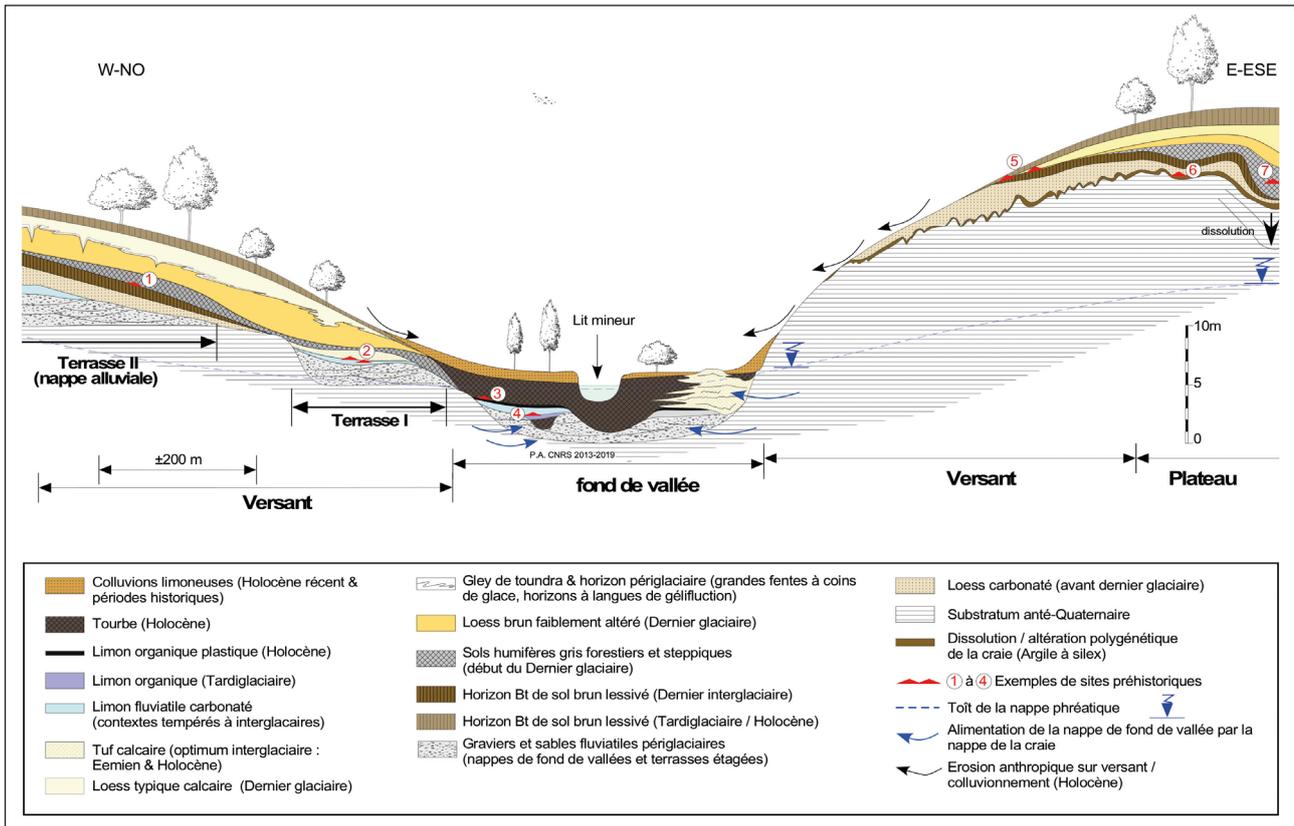


Fig. 3 : Coupe schématique à travers la vallée de la Somme illustrant les différents contextes morpho-sédimentaires des séquences quaternaires et des sites préhistoriques de cette région (d'après Antoine *et al.*, 2011, modifié).

Fig. 3: Schematic cross-section through the Somme valley showing the various morpho-sedimentary contexts of the Quaternary sequences and prehistoric sites of this region (after Antoine *et al.*, 2011, modified).

### 3 - HISTORIQUE DES RECHERCHES

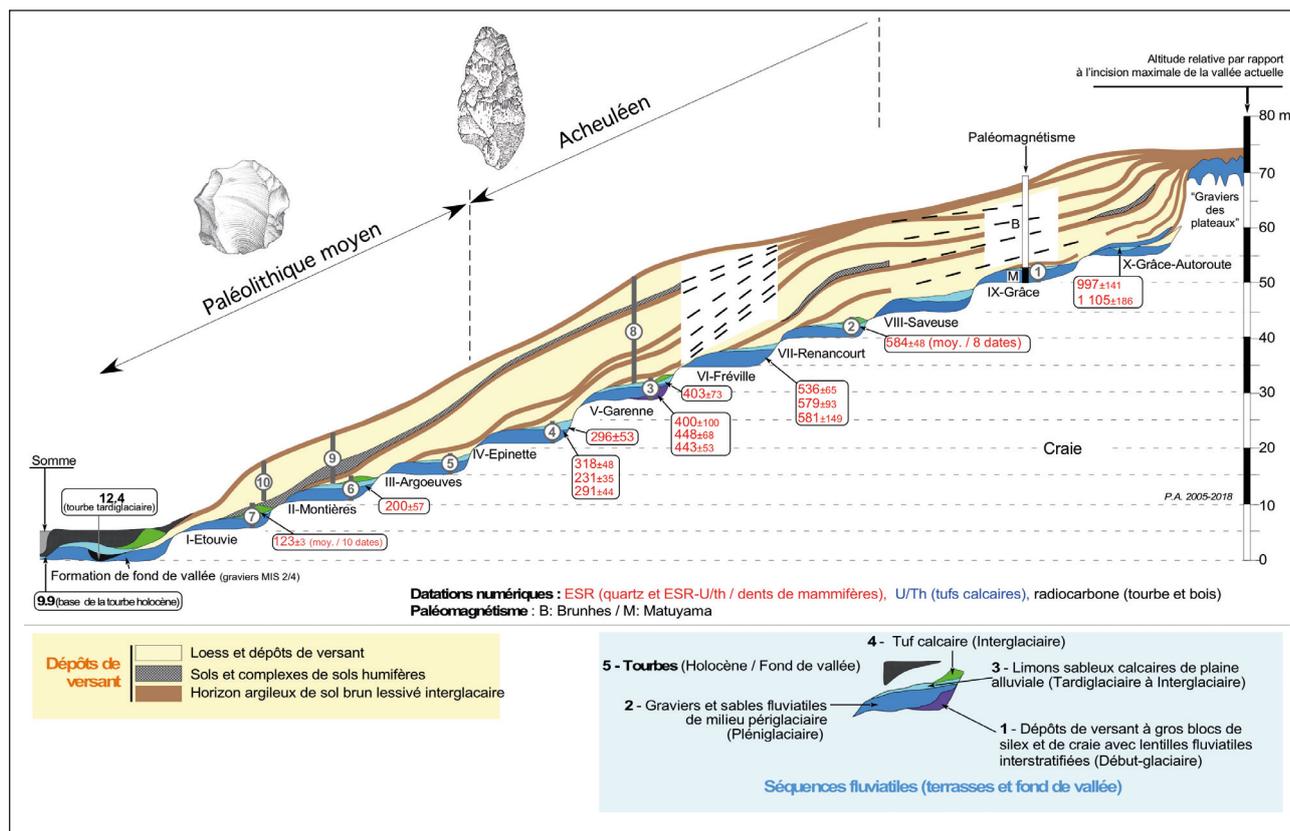
Le bassin de la Somme est depuis longtemps reconnu au niveau international pour son rôle dans la naissance de la préhistoire (Boucher de Perthes, 1847, 1864) et de la géologie du Quaternaire (Prestwich, 1859).

Les premiers travaux sur la géologie des dépôts quaternaires du bassin de la Somme ont été l'œuvre de pionniers comme Traullé (1796), Prestwich, (1859), Ladrière (1890), Commont (1909, 1911, 1912, 1913) ou Breuil et Koslowski (1931). Ils ont débouché sur la publication de stratigraphies détaillées et des premiers schémas de synthèse concernant la position des différentes industries paléolithiques au sein des formations quaternaires. Les premières recherches véritablement pluridisciplinaires menées sur le Quaternaire et le paléolithique du bassin de la Somme sont ensuite l'œuvre de Bourdier (1969, 1974) et de ses collaborateurs (Agache *et al.*, 1963). Ces travaux ont connu un premier renouveau dans les années 1970-1980 avec le démarrage d'une campagne de réévaluation des sites acheuléens de la Somme (Tuffreau *et al.*, 1981 ; Sommé *et al.*, 1984). Parallèlement, une nouvelle approche géologique et stratigraphique menée par Haesaerts et Dupuis (1986) a débouché sur une synthèse lithostratigraphique de l'ensemble du système et les premières tentatives de corrélation avec les enregistrements paléoclimatiques globaux.

Au début des années 1990, un programme de recherche, basé une campagne de sondages et de

forages menée sur toute la moyenne vallée de la Somme, a permis de renouveler totalement les données morpho-stratigraphiques sur le système de terrasses et sa couverture limoneuse (Antoine, 1990). Les recherches interdisciplinaires menées depuis ont montré que le système de terrasses de la Somme représentait un modèle de réponse à la cyclicité climatique à grande échelle (cycles de Milankovitch) en contexte de surrection tectonique lente (Antoine, 1994 ; Laurent *et al.*, 1994 ; Antoine *et al.*, 2000a, 2007).

Au cours des décennies 1990 et 2000, les recherches ont connu un essor sans précédent en liaison avec la réalisation de grands travaux d'aménagement (autoroutes, TGV, etc.) et le développement rapide de l'archéologie de sauvetage. Ces travaux sont à l'origine d'une dynamique de recherche associant l'association pour les fouilles archéologiques nationales (AFAN) puis son émanation l'Institut national de recherches archéologiques préventives (INRAP), le Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS), le monde universitaire (Université de Lille notamment) et le Muséum national d'Histoire naturelle. Elles ont débouché sur la découverte d'un très grand nombre de sites paléolithiques en place, en particulier pour le Paléolithique moyen en contexte loessique (Antoine *et al.*, 1999, 2003; Loch *et al.*, 2002, 2010, 2013, 2015). Ces résultats constituent actuellement une base de données unique en Europe associant stratigraphie détaillée et niveaux d'occupation paléolithique pour le dernier cycle climatique interglaciaire-glaciaire (derniers 130 000 ans). Au cours



**Fig. 4 :** Système de terrasses quaternaires de la moyenne vallée de la Somme : étagement des différentes séquences fluviales (nappes alluviales), couverture limoneuse (loess et paléosols), datations et préhistoire (d'après Antoine *et al.*, 2003, 2007, 2010, 2016a).

1 à 10 (cercles) : séquences représentées dans les sites quaternaires de la Somme inclus dans l'inventaire IRPG Somme. 1/ Amiens-Ferme de Grâce (PIC59), 2/ Abbeville-Carpentier (PIC35) et Abbeville-Carrière Léon (PIC66), 3/ Cagny-la-Garenne (PIC42), Fouencamps (PIC60), Amiens-Saint-Acheul (PIC36) et Arrest (PIC105), 4/ Cagny-L'Épinette (PIC59), Bourdon-Sud (PIC69) et Bourdon Nord (PIC103), 5/ Abbeville Menchecourt (PIC65), 6/ Amiens-Boutmy-Muchembled (PIC64) et Longpré-les-Corps-Saints (PIC93), 7/ Caours (PIC67), 8/ Cagny-la-Garenne (PIC42), 9/ Sourdon (PIC61), Saint-Saufliu (PIC62) et Heilly (PIC77), 10/ Ailly-sur-Somme (PIC70) et Amiens-Boutmy-Muchembled (PIC64).

Fig. 4: The Quaternary terraces system of the Middle Somme valley: stepping of the various fluvial sequences (alluvial formations), loamy sequences (loess and palaeosols), dating and Palaeolithic archaeology (after Antoine *et al.*, 2003, 2007, 2016a). 1 to 10 (circles): sequences represented in Quaternary sites included in the regional inventory. 1/ Amiens-Ferme de Grâce (PIC59), 2/ Abbeville-Carpentier (PIC35), Abbeville-Carrière Léon (PIC66), 3/ Cagny-la-Garenne (PIC42), Fouencamps (PIC60), Amiens-Saint-Acheul (PIC36), Arrest (PIC105), 4/ Cagny-L'Épinette (PIC59), Bourdon-Sud (PIC69), Bourdon Nord (PIC103), 5/ Abbeville Menchecourt (PIC65), 6/ Amiens-Boutmy-Muchembled (PIC64), Longpré-les-Corps-Saints (PIC93), 7/ Caours (PIC67), 8/ Cagny-la-Garenne (PIC42), 9/ Sourdon (PIC61), Saint-Saufliu (PIC 62), Heilly (PIC77), 10/ Ailly-sur-Somme (PIC70), Amiens-Boutmy-Muchembled (PIC64).

de cette période, le développement des techniques de datation a permis de fournir des repères de plus en plus précis pour le calage géochronologique des séquences quaternaires régionales Résonance de Spin Électronique (ESR) sur grains de quartz extraits des sédiments fluviaux, ESR/Uraniun-Thorium (ESR/U-Th) sur émail dentaire de mammifères, Uraniun-Thorium (U/Th) sur calcite, thermoluminescence (TL) sur silex chauffés ou luminescence stimulée optiquement (OSL et méthodes dérivées) sur sédiments éoliens ou fluviaux fins. Parallèlement, l'interprétation paléoclimatique des séquences pléistocènes a pu être affinée sur la base de l'étude des bio-indicateurs comme les mollusques (Limondin-Lozouet & Antoine, 2006 ; Limondin-Lozouet *et al.*, 2015) ou les grands mammifères (Auguste, 2009) et des données de la sédimentologie (Locht *et al.*, 2003 ; Antoine *et al.*, 2016a). Ces travaux récents se distinguent par une intégration unique des approches géologique, géomorphologique, paléobiologique, géochronologique et archéologique, débouchant sur une base de données de référence pour l'étude des interactions Homme-environnement depuis plus de 600 000 ans.

#### 4 - LE SYSTÈME DE TERRASSES ÉTAGÉES À COUVERTURE LOESSIQUE : UN MODÈLE DE RÉPONSE AUX VARIATIONS CLIMATIQUES CYCLIQUES QUATERNAIRES

Les sites concernés dans la figure 6 sont : (1) Ferme de Grâce (PIC63), (2) Abbeville-Carrière Carpentier (PIC35), (3) Cagny-la-Garenne (PIC42), (4) Cagny-L'Épinette (PIC59), Fouencamps (PIC60), Thennes (PIC104), Bourdon-Sud (PIC69), (5) Bourdon Nord (PIC103), Abbeville-Menchecourt (Pic65), (6) Longpré-Les-Corps-Saints (PIC93), Amiens-Boutmy (PIC64) et (7) Caours (PIC67).

Le système de terrasses fluviales fossiles de la Somme est particulièrement bien représenté dans la moyenne vallée, sur environ 50 km entre l'amat immédiat d'Amiens et Abbeville, où il est constitué par un ensemble de nappes alluviales étagées à couverture limoneuse bien développée (Sommé *et al.*, 1984 ; Haesaerts & Dupuis ; 1986 ; Antoine *et al.*, 1998, 2000a, 2007). Dans ce système, chaque nappe alluviale a été définie comme une formation stratigraphique caractérisée par

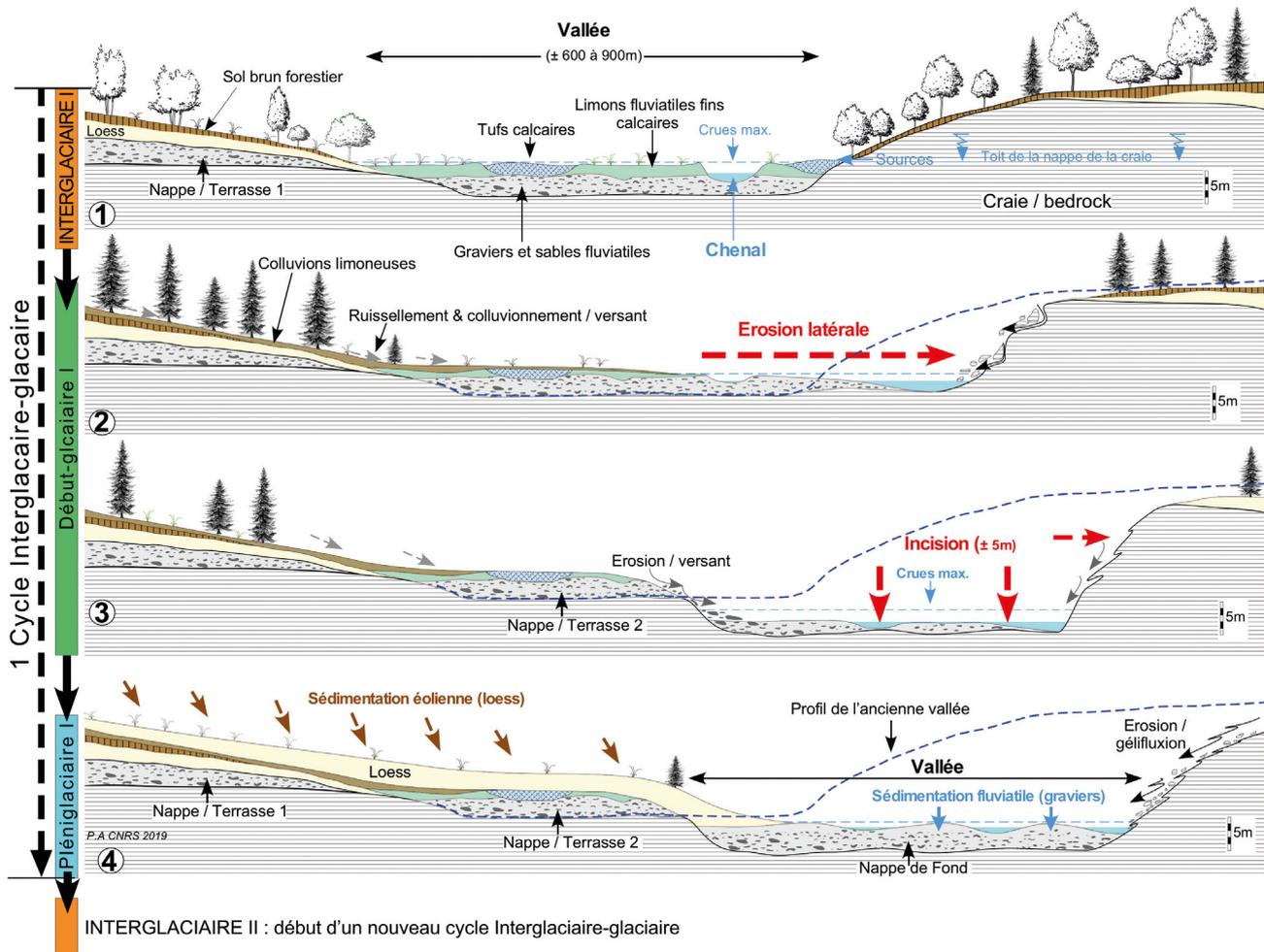


Fig. 5 : Formation du système de terrasses étagées de la Somme : modèle simplifié illustrant le processus de mise en terrasse d'une séquence de plaine alluviale par couplage déplacement latéral et incision au cours d'un cycle climatique interglaciaire-glaciaire (d'après Antoine, 1990, modifié).

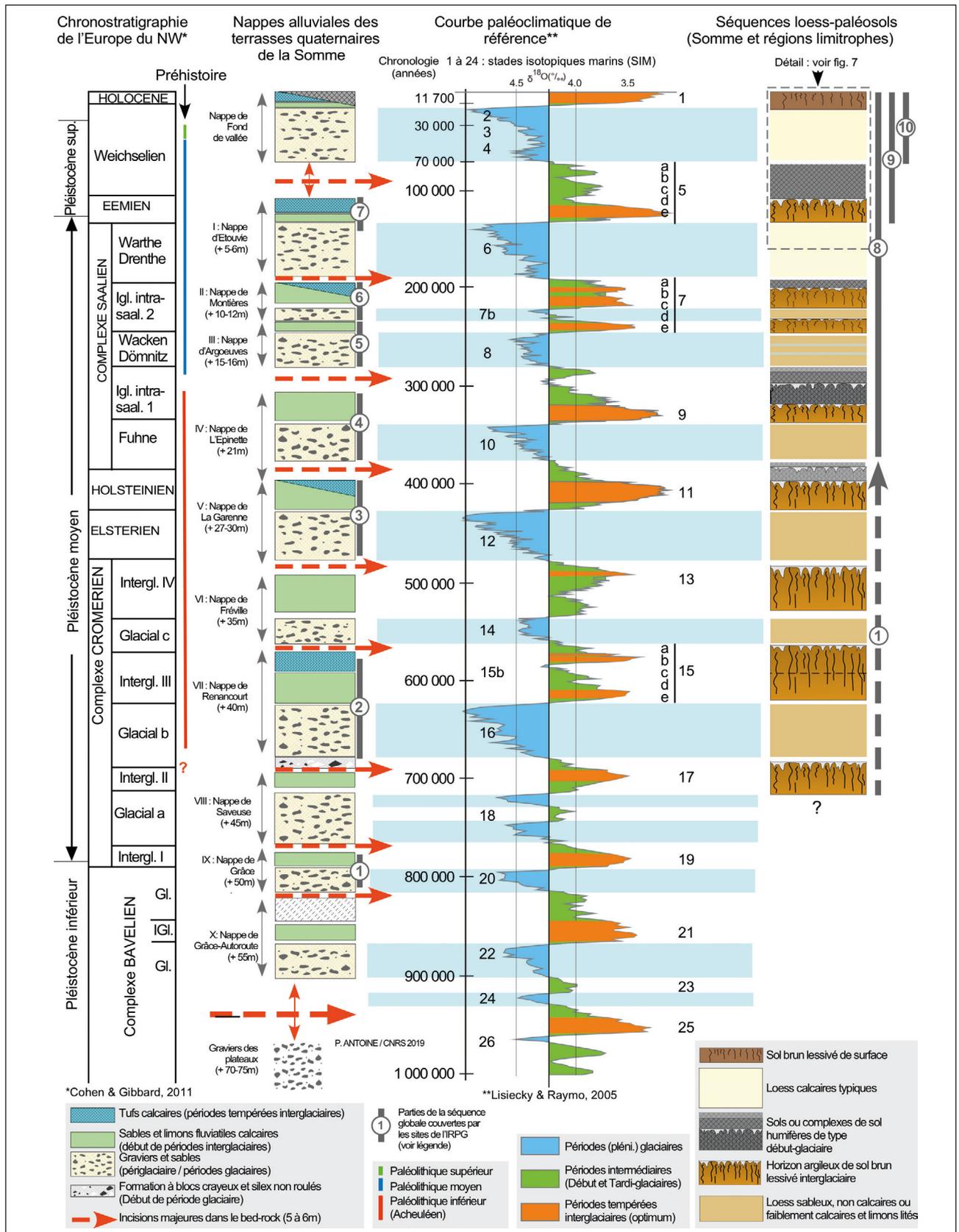
Fig. 5: Formation of the stepped terraces system of the Somme: simplified model illustrating the process transforming an alluvial plain sequence into a terrace by coupling lateral displacement and incision during a single interglacial-glacial climatic cycle (after Antoine, 1990, modified).

son faciès fluviatile et son altitude relative par rapport au creusement maximal du substrat crayeux sous la vallée actuelle (figs. 3 & 4). Chaque formation est par ailleurs délimitée par deux contacts érosifs majeurs (1) à sa base avec le substratum crayeux et (2) à son sommet avec les formations de versant sus-jacentes (Antoine *et al.*, 2000a). La cartographie de ces formations montre que les différentes accumulations de nappes alluviales sont fortement dissymétriques par rapport au tracé de la vallée actuelle et qu'elles sont essentiellement localisées au niveau des confluences avec les vallées adjacentes, où l'on remarque une accumulation préférentielle des dépôts alluviaux graveleux qui a favorisé la migration latérale du système. La confluence Somme-Selle, aujourd'hui située dans les faubourgs ouest d'Amiens, s'est ainsi déplacée d'environ 3 km vers l'est-nord-est au cours du dernier million d'années. Ce système de terrasses est constitué par un ensemble de dix nappes alluviales étagées (ou formations) entre + 5-6 et + 55 m d'altitude relative par rapport à l'incision maximale de la vallée actuelle (fig. 4). La synthèse des données montre que chaque nappe alluviale correspond au bilan morpho-sédimentaire d'un cycle glaciaire-interglaciaire qui se caractérise par la succession des trois phases chronoclimatique et morpho-sédimentaires décrites ci-après (fig. 5).

#### 4.1 - PHASE A : DÉBUT-GLACIAIRE

Le Début-glaciaire est tout d'abord marqué par les processus de déplacement latéral puis d'incision de la vallée à l'origine de la formation d'un nouveau palier dans le substratum crayeux (fig. 5). Ces processus apparaissent dans un paysage forestier à semi-forestier en mosaïque forêt-steppe (Munaut, 1988) où vivent des grands herbivores comme les cervidés et les bovidés. Le climat reconstitué d'après la palynologie, les assemblages de grande faune et la sédimentologie est de type continental à très forts contrastes saisonniers, de plus en plus froid vers la fin de la période mais toujours non péri-glaciaire. Dans cet environnement continental les débits liquides augmentent très fortement lors des épisodes de crues de printemps et des orages estivaux alors que les versants sont toujours en grande partie stabilisés par la végétation et les sols et que la charge sédimentaire apportée à la rivière reste faible. Cette configuration entraîne un déséquilibre du système en faveur des processus d'incision qui, cumulés pendant plusieurs milliers d'années, aboutissent à un bilan d'érosion verticale de cinq à six mètres au début de chaque cycle.

Les premiers dépôts à se mettre en place sur le nouveau palier généré par incision sont des éboulis de versant



**Fig. 6 : Tableau de synthèse présentant l'ensemble des formations quaternaires du bassin de la Somme et leur positionnement par rapport à une courbe paléoclimatique de référence pour le dernier million d'années (Lisiecki & Raymo, 2005).**

Position des séquences référencées dans l'inventaire IRPG de la Somme : 1/ Amiens-Ferme de Grâce (PIC63), 2/ Abbeville-Carpentier (PIC35) et Abbeville-Carrière Léon (PIC66), 3/ Cagny-la-Garenne (PIC42), Fouencamps (PIC60), Amiens-Saint-Acheul (PIC36) et Arrest (PIC105), 4/ Cagny-L'Épinette (PIC59), Bourdon-Sud (PIC69) et Bourdon Nord (PIC103), 5/ Abbeville Menchecourt (PIC65), 6/ Amiens-Boutmy-Muchembled (PIC64) et Longpré-les-Corps-Saints (PIC93), 7/ Caours (PIC67), 8/ Cagny-la-Garenne (PIC42), 9/ Sourdon (PIC61), Saint-Saufieu (PIC62) et Heilly (PIC77), 10/ Ailly-sur-Somme (PIC70) et Amiens-Boutmy-Muchembled (PIC64).

Fig. 6: Summary table presenting all the Quaternary formations of the Somme basin and their positioning in relation to the palaeoclimatic reference curve (Lisiecki & Raymo, 2005) for the last Ma. Position of the sequences referenced in the Somme IRPG inventory list: 1/ Amiens-Ferme de Grâce (PIC59), 2/ Abbeville-Carpentier (PIC35), Abbeville-Carrière Léon (PIC66), 3/ Cagny-la-Garenne (PIC42), Fouencamps (PIC60), Amiens-Saint-Acheul (PIC36), Arrest (PIC105), 4/ Cagny-L'Épinette (PIC59), Bourdon-Sud (PIC69), Bourdon Nord (PIC103), 5/ Abbeville Menchecourt (PIC65), 6/ Amiens-Boutmy-Muchembled (PIC64), Longpré-les-Corps-Saints (PIC93), 7/ Caours (PIC67), 8/ Cagny-la-Garenne (PIC42), 9/ Sourdon (PIC61), Saint-Saufieu (PIC62), Heilly (PIC77), 10/ Ailly-sur-Somme (PIC70), Amiens-Boutmy-Muchembled (PIC64).

crayeux grossiers et hétérométriques très faiblement retriés par la rivière qui alternent avec des lentilles de limons fluviatiles calcaires. Ils sont localement conservés à proximité du bord externe de la terrasse à proximité immédiate du talus crayeux délimitant la vallée comme à Cagny-la-Garenne (PIC42) ou à la Carrière Carpentier (PIC35). Ces dépôts sont cependant très rarement préservés en raison de l'intensité des phases d'érosions directement postérieures qui caractérisent le Pléniglaciaire (Phase B).

#### 4.2 - PHASE B : PLÉNIGLACIAIRE

Graviers et sables fluviatiles grossiers correspondant à un système de chenaux en tresses de type périglaciaire constituant l'essentiel de la formation alluviale. Cette unité graveleuse montre dans plusieurs cas un passage latéral avec des dépôts de versants caillouteux hétérogènes à matrice argileuse. Elle intègre fréquemment de très gros blocs de grès tertiaires émoussés, pouvant atteindre plusieurs tonnes. Ces derniers sont remaniés à partir des versants par gélifluxion (coulées boueuses périglaciaires) et éventuellement transportés sur des « radeaux de glace » lors de débâcles. Les données polliniques obtenues à partir de lentilles argilo-silteuses interstratifiées dans les nappes de graviers indiquent un paysage extrêmement ouvert en accord avec la nature périglaciaire des dépôts (Munaut, 1988) et les rares restes paléontologiques qui y sont préservés, essentiellement des dents de Mammouth dans les unités les plus récentes.

Le Pléniglaciaire est donc caractérisé par l'accumulation de sédiments grossiers (graviers crayeux) le plus souvent très mal triés en relation avec une très forte instabilité des versants et des rebords des plateaux alors dépourvus de sols et de végétation et sur lesquels des évidences de pergélisol sont observées (réseaux polygonaux de grandes fentes de gel à coins de glace). Pendant ces périodes, la rivière est caractérisée par une structure en tresses très instable à multiples chenaux mobiles séparés par des bancs et des îles sablo-graveleuses.

#### 4.3 - PHASE C : TARDIGLACIAIRE ET INTERGLACIAIRE

La fin du cycle est toujours représentée par des limons fluviatiles fins carbonatés mis en place par des crues dans une plaine alluviale en marge d'un système fluviatile à méandres. La sédimentation limoneuse de fin de séquence alluviale correspond généralement au début des interglaciaires, en liaison avec des périodes d'intensification des crues. Ces dépôts sont localement coiffés par de petits sols organiques de plaine alluviale, dans lesquels les cortèges malacologiques indiquent une évolution rapide vers un milieu de plus en plus tempéré et forestier (Antoine *et al.*, 2006). Très rarement, de petits niveaux de tourbe sont aussi observés en fin de séquence de plaine alluviale comme à Caours (Antoine *et al.*, 2006). Dans plusieurs sites les séquences alluviales se terminent par des dépôts de tufs calcaires lenticulaires comme à Longpré-les-Corps-Saints (PIC93) ou à Saint-Acheul (PIC36). Enfin à Caours (PIC67) une séquence de

tufs contemporains du dernier interglaciaire (Eemien) se développe sur plus de 3,5 m d'épaisseur et une superficie de plusieurs milliers de mètres carrés. Dans ce dernier site l'analyse des assemblages de mollusques terrestres permet de mettre en évidence d'une manière unique la transition entre la fin du Saalien (MIS 6) et le début de l'Eemien (MIS 5e) ainsi que l'optimum climatique interglaciaire (Antoine *et al.*, 2006 ; Limondin-Lozouet *in* Antoine, 2006 ; Dabkowski *et al.*, 2011, 2016). Pendant les périodes interglaciaires la formation de ces tufs est alimentée par la résurgence des eaux fortement chargées en CO<sub>2</sub> dissous et en calcium de la nappe phréatique de la craie au niveau des sources de bas de versant, ou directement dans les chenaux fluviatiles de la vallée. En période interglaciaire, la dissolution est facilitée par l'acidification des précipitations lors de leur passage à travers les différents horizons du sol de surface. La précipitation du CaCO<sub>3</sub> s'effectue sous la forme d'encroûtements laminés ondulés (stromatolithes et oncolithes) qui recouvrent des supports végétaux (feuilles, brindilles, mousses) ou minéraux comme des graviers. Ce processus se produit sous l'effet du dégazage provoqué par l'écoulement turbulent au niveau des sources et de l'activité des cyanobactéries (carbonate biogénique) dans un environnement aquatique peu profond à très faible turbidité caractérisé par l'absence de particules fines argilo-silteuses.

D'une manière générale, les interglaciaires sont donc caractérisés par une sédimentation fluviatile fine carbonatée associées à une rivière à méandres dans un contexte climatique de type tempéré océanique où les versants sont stabilisés par la végétation et des sols profonds de type sols buns lessivés. Cet environnement est favorable à la formation de tufs calcaires dans les vallées et à la jonction entre plaine alluviale et pied de versant en relation avec des résurgences localisées de la nappe phréatique de la craie (sources de pied de versant).

#### 4.4 - SYNTHÈSE

La succession des trois phases morpho-sédimentaires A, B et C mise en évidence au niveau des différentes séquences de terrasses, et précédemment décrites, est en accord avec les observations effectuées sur le colmatage de fond de vallée qui montrent que la nappe de fond actuelle correspond au bilan du dernier cycle glaciaire-interglaciaire (Weichselien-Holocène, Antoine *et al.*, 1997). Les séquences de fond de vallée, couvrant le dernier cycle Weichselien-Holocène et dont les unités les plus récentes sont bien datées par le radiocarbone, fournissent donc un modèle fondamental pour l'interprétation des séquences pléistocènes conservées dans les systèmes de terrasses (Antoine *et al.*, 1997, 2000b, 2003 ; Limondin-Lozouet & Antoine, 2001).

Il faut toutefois souligner l'aspect discontinu de l'enregistrement sédimentaire fluviatile des terrasses. En effet, au niveau d'un cycle glaciaire-interglaciaire donné, le bilan sédimentaire représenté par les différentes unités constituant la séquence alluviale ne représente probablement qu'une durée de quelques milliers à

quelques dizaines de milliers d'années et comporte donc des hiatus considérables. Cependant, compte tenu des marges d'erreur importantes qui affectent les résultats des datations ESR généralement utilisées pour dater les sables fluviatiles (10 %), il ne nous est pas possible de déterminer précisément la durée correspondant aux dépôts des graviers et sables des différentes nappes alluviales.

Les recherches menées sur les formations fluviatiles fossiles de la vallée de la Somme permettent donc de mettre en évidence l'impact des modifications climatiques cycliques sur la sédimentation et la morphologie fluviatiles, en particulier celui de grands cycles d'environ 100 000 ans depuis la fin du Pléistocène inférieur il y a environ 1 million d'années (Antoine *et al.*, 2007). D'une manière générale, la synthèse des données (dépôts fluviatiles et de versant) montre que la formation du système de terrasses résulte d'une évolution morpho-sédimentaire cyclique à commande climatique dans un contexte de surrection générale, lié au soulèvement des bordures du bassin parisien depuis environ un million d'années (fig. 4). Le bilan global de surrection déduit de ces données, 55 m pour un million d'années, est comparable à celui que l'on peut mettre en évidence dans les vallées de la Seine ou de l'Yonne (Antoine *et al.*, 2007). Les données obtenues dans la région d'Amiens à l'occasion des travaux de l'autoroute A16 (Ferme de Grâce, 1994) semblent montrer une accentuation de l'incision à partir de 900 000 ans à un million d'années, un peu avant le début du Pléistocène moyen, comme cela a également été observé dans la vallée de la Seine (Lefèvre *et al.*, 1994) et dans la plupart des systèmes fluviatiles de l'Europe du nord-ouest (Veldkamp & Van den Berg, 1993 ; Bridgland, 2000). Cette situation pourrait résulter d'une accentuation des contrastes climatiques autour de 900 000 ans (fig. 6) et/ou d'une accélération de la vitesse de surrection tectonique. Enfin, les phases d'érosion fluviatile qui marquent le début de chaque cycle se traduisent par l'évacuation de la majeure partie des sédiments précédemment déposés puis par une incision de la craie sur environ cinq mètres d'épaisseur en moyenne. Ces processus qui débouchent sur la formation des paliers successifs dans le substratum génèrent le remaniement d'un volume considérable (plusieurs millions de m<sup>3</sup> par kilomètre de vallée) de sédiments érodés et transportés en aval de la vallée et vers la Manche à chaque début de cycle glaciaire-interglaciaire (fig. 5, n°3).

## 5 - LES SÉQUENCES LOESSIQUES : LOESS, PALÉOSOLS ET DÉPÔTS DE VERSANT

### 5.1 - PLÉISTOCÈNE MOYEN

Les sites concernés dans la figure 6 sont : (1) Ferme de Grâce (PIC63) et (8) Cagny-la-Garenne (PIC42).

Dans le bassin de la Somme, les loess les plus anciens, attribuables au Pléistocène moyen, sont uniquement préservés dans des pièges sédimentaires formés par la jonction entre les talus crayeux qui marquent la limite

entre chaque nappe alluviale et le versant adjacent ou par des dolines résultant de la dissolution du substratum crayeux sur les plateaux (fig. 3). Toutefois, les travaux menés sur l'autoroute A16 près d'Amiens (1994) ont montré l'existence ponctuelle de loess sableux plus anciens. D'après le bilan pédosédimentaire qui les recouvre et les données géochronologiques et paléomagnétiques (Bourdier *et al.*, 1974), ces dépôts éoliens datent probablement de la fin du Pléistocène inférieur, il y a environ 800 000 ans, comme cela a également été observé en Normandie (Lautridou, 1985).

Au cours du Pléistocène moyen ancien, entre environ 600 000 et 420 000 ans, se déposent des loess non calcaires peu épais et atypiques, incorporant une forte proportion de sables alluviaux remaniés et exclusivement conservés en position de couverture des nappes alluviales. La grande séquence qui recouvre la Nappe X (Grâce-Autoroute), exposée lors des terrassements de l'autoroute A16 a permis de décrire une succession pédosédimentaire complexe sur plus de douze mètres d'épaisseur pour cette période. Cette séquence qui couvre l'essentiel du Pléistocène moyen a enregistré sept cycles glaciaire-interglaciaires (fig. 4). Les profils étudiés sur des talus d'autoroute sont actuellement totalement inaccessibles et ne peuvent malheureusement pas être intégrés à l'IRPG et représentés dans la figure 6. La fin du Pléistocène moyen, entre 380 000 et 180 000 ans, voit quant à elle le développement de loess sableux, bien conservés dans les pièges sédimentaires des terrasses, comme à Cagny-la Garenne où leur épaisseur peut atteindre 4 à 5 m (fig. 6, n°8). Ces loess calcaires intègrent souvent des granules de craie et forment des séquences à inter-stratifications de dépôts caillouteux soliflués. Il faut cependant attendre la fin du Saalien (vers -150 000 à -135 000 ans) pour observer une extension importante des loess calcaires typiques sur les plateaux et les versants sous le vent des vallées asymétriques en exposition est à sud-est. Ces dépôts s'opposent aux loess locaux sableux précédents par leur caractère allochtone souligné par leur contenu en minéraux lourds témoignant d'un transport lointain (supérieur ou égal à 100 km) à partir des zones de désert polaire soumises à la déflation éolienne au niveau de la Manche exondée.

### 5.2 - LE DERNIER CYCLE INTERGLACIAIRE- GLACIAIRE (PLÉISTOCÈNE SUPÉRIEUR) : UNE SÉQUENCE PÉDOSÉDIMENTAIRE RICHE ET COMPLEXE

Les sites concernés dans la figure 6 sont : Sourdon (PIC61); Saint-Saufieu (PIC62); Amiens-Boutmy-Muchembled (PIC64); Heilly (PIC77); Ailly-sur-Somme (PIC70) et Cagny-la-Garenne (PIC42).

Malgré les variations d'épaisseur des unités stratigraphiques liées aux différents contextes géomorphologiques concernés (plateau ou versants) et à la localisation des profils par rapport aux sources de matériel éolien, les séquences loessiques du Pléistocène supérieur de la vallée de la Somme et de ses abords présentent un bilan pédosédimentaire particulièrement riche et constant (plus de 25 unités au total représentant une épaisseur

cumulée pouvant atteindre 8 m). Elles contiennent de nombreux horizons marqueurs pédologiques (paléosols) ou périglaciaires (grandes fentes de gel, horizons à langues de gélifluxion...) qui permettent de proposer un schéma pédostratigraphique régional de référence (fig. 7) et des corrélations à l'échelle de l'Europe de l'Ouest (Antoine *et al.*, 2016b). La synthèse des observations effectuées sur plus de 80 séquences couvrant le dernier cycle climatique interglaciaire-glaciaire (Eemien-Weichselien), comme celles de Saint-Sauflieu ou de Sourdon, permet de dégager cinq phases chrono-climatiques principales (fig. 7), qui font l'objet d'une description synthétique ci-après d'après Antoine *et al.* (2016b).

### 5.2.1 - Dernier interglaciaire (Eemien) (de 130 000 à 112 000 ans environ)

L'interglaciaire Eemien est représenté dans tous les profils par un horizon de sol brun lessivé argileux brun à brun-rouge à structure polyédrique à prismatique d'environ un mètre d'épaisseur, bien préservé en position de plateau, comme dans la briqueterie de Sourdon (Antoine, 1990). Ce sol, formé dans un contexte de forêt tempérée sous un climat océanique proche de l'actuel, se caractérise par un pourcentage d'argiles important (28-30 %) par rapport à celui des loess carbonatés aux dépens desquels il s'est développé (12-15 %). Il présente une forte structure polyédrique à lamellaire résultant des processus de gel saisonnier profond (-1,5 m) qui l'ont affecté au cours de la dégradation climatique suivante qui caractérise le début du dernier glaciaire (Début-glaciaire weichselien).

### 5.2.2 - Début-glaciaire (de 112 000 à 72 000 ans environ)

Après l'érosion de la partie superficielle du sol eemien qui se produit au cours de la première péjoration climatique faisant suite à l'interglaciaire, il y a environ 110 000 ans, le bilan pédosédimentaire du Début-glaciaire se caractérise par la mise en place d'un complexe de sols humifères particulièrement bien conservé en bas de versant, souvent sur 1,5 à 2,5 m d'épaisseur comme dans la coupe de Saint-Sauflieu (PIC62).

Ce pédocomplexe du Début-glaciaire est constitué par la superposition d'un sol présentant un faciès intermédiaire entre un sol interglaciaire et un sol gris forestier (*Sol de Bettencourt*, fig. 7), d'un sol gris forestier typique (SS1, base du *Complexe de sols de Saint-Sauflieu*, fig. 7), et d'une séquence de deux à trois sols steppiques (SS2 à SS3 du *Complexe de sols de Saint-Sauflieu*) (Antoine *et al.*, 1994). La mise en place de cette séquence de sols humifères traduit une continentalisation par étapes successives de l'environnement, indiquée par le développement de sols construits sur colluvions dans un contexte de forêt boréale à pins et bouleaux puis de sols humifères formé sur dépôts éoliens dans une steppe de moins en moins dense (Munaut *in* Antoine *et al.*, 1994).

Cette évolution est contemporaine d'une baisse importante du niveau marin (supérieure à -20 m par

rapport à l'actuel) et d'un changement paléogéographique majeur dans le domaine Manche/Mer du Nord marqué par la disparition définitive de l'influence océanique. Compte tenu des caractéristiques de ce complexe de sols, le bilan du Début-glaciaire a été subdivisé en deux grandes périodes de durée inégales : une phase à sols gris forestier (d'environ 30 000 ans) et une phase à sols steppiques (de plus ou moins 7 000 ans). Ce complexe de sols humifères représente la partie de la séquence du dernier glaciaire qui a livré le plus grand nombre de sites paléolithiques attribuables à l'Homme de Neandertal au niveau régional (Locht *et al.*, 2015).

### 5.2.3 - Pléniglaciaire inférieur (de 70 000 à 55 000 ans environ)

Le Pléniglaciaire inférieur se marque tout d'abord par une reprise très marquée des processus d'érosion qui le plus souvent affectent fortement les horizons humifères sous-jacents et génèrent des dépôts lités hétérogènes à lentilles de sols remaniés en bas de versant. Après la mise en place de dépôts éoliens d'origine locale peu épais et discontinus, le Pléniglaciaire inférieur est surtout caractérisé par l'apparition dans la région des premiers dépôts de loess typiques calcaires homogènes, datés entre -65 000 et -60 000 ans.

Ils traduisent des conditions typiquement périglaciaires et le début de l'activation des zones de déflation des poussières (zones sources) au niveau de l'est de la Manche et des grands systèmes fluviaux périglaciaires comme la Seine et la Somme. Ces dépôts constituent un marqueur stratigraphique à l'échelle de l'Europe du Nord-ouest (Antoine *et al.*, 2016b). À la suite de cette période particulièrement froide et aride, un épisode érosif intense et probablement très court se matérialise par la mise en place de colluvions litées à nodules de sols, cryoturbations et fentes de gel, qui remanient les niveaux précédents. Cette érosion majeure peut localement entraîner la disparition des dépôts sous-jacents et provoquer un hiatus important qui constitue souvent le marqueur de la transition entre Pléniglaciaire inférieur et Pléniglaciaire moyen.

### 5.2.4 - Pléniglaciaire moyen (de 55 000 à 30 000 ans environ)

Dans tous les profils de la Somme et des régions limitrophes, le Pléniglaciaire moyen se caractérise par une diminution drastique des apports loessiques typiques et de la dynamique éolienne associée. Parallèlement, des pédogenèses de type sol brun-boréal à sol brun-arctique, comme le Sol de Saint-Acheul, se développent lors d'interstades relativement longs (~ 2000 à 5000 ans) qui caractérisent cette période comprise entre 55 000 et 30 000 ans environ. Dans la première moitié du Pléniglaciaire moyen, l'environnement, clairement steppique, est favorable au développement d'une riche faune de mammifères (associant notamment bison, mammoth, rhinocéros laineux et rongeurs). Il évolue il y a 40 000 ans environ vers un milieu de type toundra de plus en plus découvert indiqué par la présence

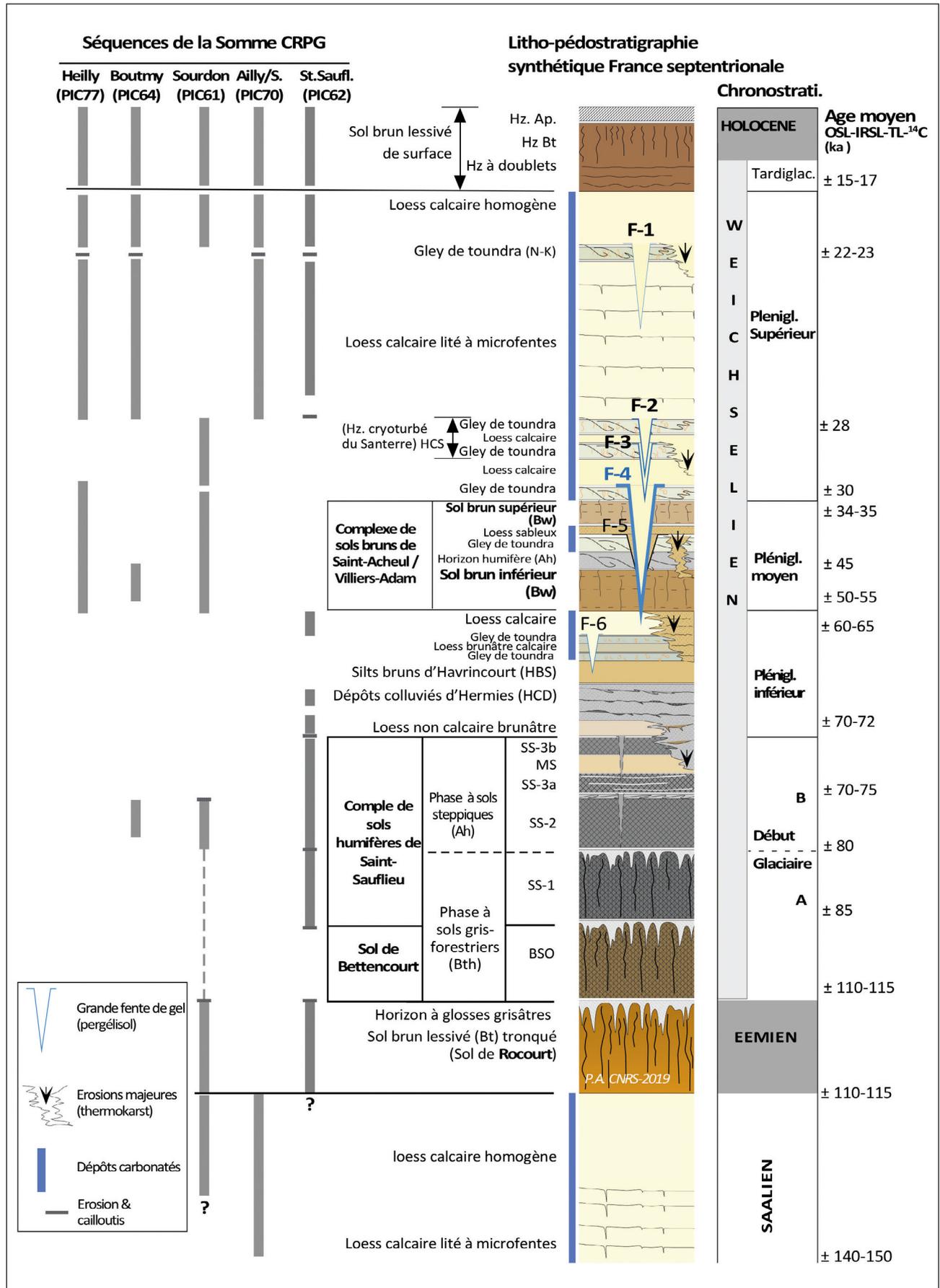


Fig. 7 : Insertion des différentes séquences loessiques de la Somme inscrites à l'inventaire géologique des Hauts-de-France dans la synthèse pédostratigraphique et chronostratigraphique du Pléistocène supérieur de la France septentrionale (d'après Antoine *et al.*, 2016b, modifié).

Fig. 7: Insertion of the various loess-palaeosol sequences of the Somme basin registered in the Hauts-de-France geological inventory in the pedostratigraphic and chronostratigraphic synthesis of the Upper Pleistocene of northern France (after Antoine *et al.*, 2016b, modified).

du renne et du cheval, comme sur les sites de Renancourt près d'Amiens (Paris *et al.*, 2017). Dans certains profils régionaux particulièrement complets, comme ceux de Villiers-Adam (Val d'Oise), le Pléniglaciaire moyen comporte au moins quatre horizons de sols successifs qui témoignent de la complexité de cette période.

### 5.2.5 - Pléniglaciaire supérieur (de 30 000 à 15 000 ans environ)

Cette période s'individualise dans les coupes de la vallée de la Somme, comme dans tous les profils contemporains en Europe, par une accélération très marquée de la sédimentation loessique. Elle fait suite à une rupture stratigraphique majeure, marquée par une importante érosion sur les versants qui provoque une discordance géométrique des dépôts du Pléniglaciaire supérieur par rapport aux précédents. En position de plateau elle est généralement soulignée par un réseau polygonal de grandes fentes de gel en coin (*ice-wedges*) de maille décimétrique (12 à 15 m), maintenant bien daté vers -31 000 -30 000 ans dans les séquences de plateau comme celle de Sourdon (PIC61). Le Pléniglaciaire supérieur se distingue par la mise en place de loess carbonatés typiques pauvres en argile (12-15 % en moyenne) et dont l'épaisseur totale, qui peut atteindre 5 m sur les versants exposés à l'est-sud-est comme à Saint-Saufieu par exemple, reste limitée sur les plateaux comme à Sourdon (2,5 mètres en moyenne). Cet ensemble se subdivise au maximum en trois grandes unités séparées par des horizons repères périglaciaires (gleys de toundra et grandes fentes de gel et niveaux d'érosion à cailloutis de silex géolifracés) que l'on peut suivre au moins au niveau régional. Au sein de ces loess, les travaux récents sur les faunes de mollusques ont permis de mettre en évidence une relation directe entre le développement des gleys de toundra et des améliorations climatiques millénaires de type Dansgaard-Oeschger observées dans les carottes de glace du Groenland (Moine *et al.*, 2011, 2017). Les observations malacologiques montrent aussi des cortèges de mollusques particulièrement pauvres dans la Somme et le nord de la France, correspondant à des milieux très peu végétalisés, en comparaison à ceux des environnements plus continentaux, comme par exemple dans la vallée du Rhin (Moine *et al.*, 2011). Cette faible biomasse végétale est en accord avec la quasi-absence de restes de grands herbivores dans les dépôts de loess carbonatés du Pléniglaciaire supérieur de la Somme et du nord de la France.

Cette couverture loessique carbonatée du Pléniglaciaire a été ultérieurement affectée par la formation du sol brun lessivé de surface (décarbonatation enrichissement en argile), dont la formation semble débiter il y a plus de 15 000 ans avec le Tardiglaciaire (Van Vliet-Lanoë, 1987). Ce sol et la partie supérieure des loess sur laquelle il s'est formé ont été souvent fortement érodés sur les versants de la Somme au cours des périodes protohistoriques et modernes, en liaison avec l'augmentation de la pression anthropique et le développement de l'agriculture mécanisée. Les produits de cette érosion s'accumulent alors en bas de versant, surtout dans les vallées sèches où

leur épaisseur peut atteindre 4 m. Une partie de ce stock sédimentaire est cependant transférée par remaniement fluvial dans les vallées, surtout en amont des affluents de la Somme où il remblait la plaine alluviale, asphyxie les milieux tourbeux, et provoque un fort encaissement des petits cours d'eau.

## 6 - CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

Depuis le milieu du XIX<sup>e</sup> siècle, la vallée de la Somme est au cœur des problématiques scientifiques concernant la géologie du Quaternaire et les premiers peuplements humains de l'Europe. Son importance repose en grande partie sur un contexte géologique, chronologique et paléoenvironnemental parmi les mieux établis au monde pour le dernier million d'années (Antoine *et al.*, 2000a, 2016a). Sa construction se poursuit dans le cadre de projets de recherche interdisciplinaires impliquant notamment le CNRS, le MNHN et l'INRAP.

Cependant, malgré ce renouveau très sensible des recherches sur la Somme, illustré par l'implication de nombreux chercheurs sur cette vallée et le grand nombre de travaux scientifiques axés sur le Quaternaire de la Somme et publiés au niveau international depuis environ 30 ans, on peut déplorer que plusieurs séquences de références aient disparu au cours des dix dernières années. Certains sites, encore accessibles au début de la démarche d'inventaire du patrimoine géologique en 2007 ont depuis été remblayés. Les sites associés aux terrasses pléistocènes sont en effet localisés dans les vallées où, suite à l'abandon des exploitations de sables et graviers dans les années 1950-60, les carrières ont souvent été totalement comblées.

Dans ce contexte, il faut signaler le renouveau actuel des recherches sur les séquences quaternaires de la confluence Somme-Scardon à Abbeville qui ont débouché sur une nouvelle datation de la séquence interglaciaire de la Carrière Carpentier (PIC35) ainsi que sur la redécouverte et la datation ESR du célèbre site préhistorique du « Moulin Quignon » (Voinchet *et al.*, 2015 ; Antoine *et al.*, 2016a ; Bahain *et al.*, 2016 ; Hurel *et al.*, 2016 ; Moncel *et al.*, 2016). Ces travaux permettent de réaffirmer l'importance de la vallée de la Somme avec la découverte, sur ce dernier site actuellement recouvert par l'urbanisation des années 1960, des bifaces parmi les plus anciens en Europe de l'Ouest datés d'environ 650 000 ans (Antoine *et al.*, 2019). Ces outils en silex, typiques du début de l'Acheuléen dans la France septentrionale, sont attribuables à un premier peuplement par *Homo heidelbergensis*, l'ancêtre de l'Homme de Neandertal.

Parallèlement, du point de vue strictement géologique, il est fondamental de pouvoir préserver dans cette vallée une série de localités offrant à la fois une bonne visibilité pour le grand public et des perspectives pour le développement de nouvelles recherches sur les séquences quaternaires. Dans les perspectives de recherche on peut citer par exemple les datations numériques en perpétuelle évolution au niveau international et pour lesquelles un système de terrasses bénéficiant d'un contrôle chronologique indépendant

(étagement des formations fluviatiles, couplage avec les séquences loess-paléosols) comme celui de la vallée de la Somme représente un terrain d'expérimentation idéal. C'est le cas par exemple de la méthode de l'ESR sur quartz fluviatiles qui a été initialement mise au point sur les séquences de la Somme dans les années 1990 (Laurent *et al.*, 1994).

En l'absence de protection nous sommes donc actuellement confrontés à la destruction rapide des sites de référence comme ceux de Sourdon (PIC61, remblaiement total entre 2016 et 2018) ou de Longpré-les-Corps-Saints (PIC93, remblaiement discontinu depuis 1998).

Le classement et la protection d'une série de localités représente donc une étape initiale fondamentale pour la préservation de ce patrimoine unique afin qu'il puisse conserver à l'avenir sa place de premier plan dans les problématiques scientifiques associées à la géologie du Quaternaire, à la paléoclimatologie et à la préhistoire.

## REMERCIEMENTS

L'auteur souhaite remercier Hélène Tissoux et Pierre Gravioux pour leurs relectures constructives qui ont permis d'améliorer la première version du manuscrit.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- AGACHE R., BOURDIER F. & PETIT R., 1963 - Le Quaternaire de la basse Somme : tentative de synthèse. *Bulletin de la Société Géologique de France*, 5, 422-442.
- ANTOINE P., 1990 - Chronostratigraphie et environnement du Paléolithique du bassin de la Somme. *Publications du Centre d'Etudes et de Recherches Préhistoriques*, 2, 1-231.
- ANTOINE P., 1994 - The Somme Valley terrace system (northern France): a model of river response to Quaternary climatic variations since 800,000 BP. *Terra Nova*, 6, 453-464.
- ANTOINE P., 1997 - Modifications des systèmes fluviatiles à la transition Pléistocène-Tardiglaciaire et à l'Holocène : l'exemple du bassin de la Somme (Nord de la France). *Géographie Physique et Quaternaire*, 51 (1), 93-106.
- ANTOINE P., MUNAUT A.-V. & SOMMÉ J., 1994 - Réponse des environnements aux climats du Début Glaciaire weichselien : données de la France du Nord-Ouest. *Quaternaire*, 5, 151-156.
- ANTOINE P., LAUTRIDOU J.-P., SOMMÉ J., AUGUSTE P., AUFFRET J.-P., BAIZE S., CLET-PELLERIN M., COUTARD J.-P., DEWOLF Y., DUGUÉ O., JOLY F., LAIGNEL B., LAURENT M., LAVOLLÉ M., LEBRET P., LÉCOLLE F., LEFEBVRE D., LIMONDIN-LOZOUET N., MUNAUT A.-V., OZOUF J.-C., QUESNEL F. & ROUSSEAU D.-D., 1998 - Les formations quaternaires de la France du Nord-Ouest : Limites et corrélations. *Quaternaire*, 9, 227-241.
- ANTOINE P., ROUSSEAU D.-D., LAUTRIDOU J.-P. & HATTÉ C., 1999 - Last interglacial-glacial climatic cycle in loess-palaeosol successions of north-western France. *Boreas*, 28, 551-563.
- ANTOINE P., LAUTRIDOU J.-P., & LAURENT M., 2000a - Long-Term Fluvial archives in NW France: response of the Seine and Somme rivers to tectonic movements, climatic variations and sea level changes. *Geomorphology*, 33, 183-207.
- ANTOINE P., FAGNART J.-P., LIMONDIN-LOZOUET N. & MUNAUT A.-V., 2000b - Le Tardiglaciaire du Bassin de la Somme : éléments de synthèse et nouvelles données. *Quaternaire*, 11 (2), 85-98.
- ANTOINE P., AUGUSTE P., BAHAIN J.-J., COUDRET P., DEPAEPE P., FAGNART J.-P., FALGUÈRES C., FONTUGNE M., FRECHEN M., HATTÉ C., LAMOTTE A., LAURENT M., LIMONDIN-LOZOUET N., LOCHT J.-L., MERCIER N., MOIGNE A.-M., MUNAUT A.-V., PONEL P. & ROUSSEAU D.-D., 2003 - Paléoenvironnements pléistocènes et peuplements paléolithiques dans le bassin de la Somme (nord de la France). *Bulletin de la Société Préhistorique Française*, 100, 5-28.
- ANTOINE P., LIMONDIN-LOZOUET N., AUGUSTE P., LOCHT J.-L., GHALEB B., REYSS J.-L., ESCUDÉ É., CARBONEL P., MERCIER N., BAHAIN J.-J., FALGUÈRES C. & VOINCHET P., 2006 - Le tuf de Caours (Somme, France) : mise en évidence d'une séquence eemienne et d'un site paléolithique associé. *Quaternaire*, 17 (4), 281-320.
- ANTOINE P., LIMONDIN-LOZOUET N., CHAUSSÉ C., LAUTRIDOU J.-P., PASTRE J.-F., AUGUSTE P., BAHAIN J.-J., FALGUÈRES C. & GALEHB B., 2007 - Pleistocene fluvial terraces from northern France (Seine, Yonne, Somme): synthesis, and new results from interglacial deposits. *Quaternary Science Reviews*, 26, 2701-2723.
- ANTOINE P., AUGUSTE P., BAHAIN J.-J., CHAUSSÉ C., FALGUÈRES C., GHALEB B., LIMONDIN-LOZOUET N., LOCHT J.-L. & VOINCHET P., 2010 - Chronostratigraphy and palaeoenvironments of Acheulean occupations in Northern France (Somme, Seine and Yonne valleys). *Quaternary International*, 223-224, 456-461.
- ANTOINE P., BAHAIN J.-J., AUGUSTE P., FAGNART J.-P., LIMONDIN-LOZOUET N. & LOCHT J.-L. (2011) - Quaternaire et Préhistoire dans la vallée de la Somme 150 ans d'histoire commune. In A. Hurel & N. Coye (eds.), *Dans l'épaisseur du temps. Archéologues et géologues inventent l'histoire*. Publications du Muséum national d'Histoire naturelle, Paris, 341-379.
- ANTOINE P., MONCEL M.-H., LIMONDIN-LOZOUET N., BAHAIN J.-J., MORENO D., VOINCHET P., AUGUSTE P., STOETZEL E., DABKOWSKI J., BELLO S.M., PARFITT S.A., LOCHT J.-L., TOMBRET O. & HARDY B., 2016a - Palaeoenvironment and dating of the Early Acheulean localities from the Somme River basin (Northern France): New discoveries from the High Terrace at Abbeville-Carrière Carpentier. *Quaternary Science Reviews*, 149, 338-371.
- ANTOINE P., COUTARD S., GUÉRIN G., DESCHODT L., GOVAL É., LOCHT J.-L., PARIS C., 2016b - Upper Pleistocene loess-palaeosol records from Northern France in the European context: Environmental background and dating of the Middle Palaeolithic. *Quaternary International*, 411A, 4-24.
- ANTOINE P., MONCEL M.-H., LOCHT J.-L., BAHAIN J.-J., VOINCHET P., HÉRISSEON D. & HURELA., 2019 - The earliest record of Acheulean Human occupation from Northern Europe and the rediscovery of the Moulin Quignon site. *Scientific Reports*, 9, 13091.
- AUFFRET J.P., HORN R., LARSONNEUR C., CURRY D., RAYNER J.H. & SMITH A.J., 1982 - *La Manche orientale, carte des paléovallées et des bancs sableux*. Bureau de Recherches Géologiques et Minières, Orléans.
- AUGUSTE P., 2009 - Evolution des peuplements mammaliens en Europe du Nord-Ouest durant le Pléistocène moyen et supérieur. Le cas de la France septentrionale. *Quaternaire*, 20 (4), 527-550.
- BAHAIN J.-J., LIMONDIN-LOZOUET N., ANTOINE P. & VOINCHET P., 2016 - Réexamen du contexte géologique, chrono- et biostratigraphique du site de Moulin Quignon à Abbeville (Vallée de la Somme, France). *L'Anthropologie*, 120, 344-368.
- BOUCHER DE PERTHES J., 1849 - *Antiquités celtiques et antédiluviennes : Mémoire sur l'industrie primitive et les arts à leur origine. Tome 1*. Treuttel & Wurtz, Dumoulin, Derache & V. Didron, Paris, 628 p.
- BOUCHER DE PERTHES J., 1864 - *De la mâchoire humaine de Moulin-Quignon nouvelles découvertes en 1863 et 1864*. Jung-Treuttel, Derache, Dumoulin & Victor Didron, Paris, 173 p.
- BOURDIER F., 1969 - Etude comparée des dépôts quaternaires des bassins de la Seine et de la Somme. *Bulletin d'Information des Géologues du Bassin de Paris*, 21, 169-231.
- BOURDIER F. (dir.), 1974 - *Quaternaire et Paléolithique des bassins de la Somme et de la Basse Seine*. Bulletin de l'Association Française pour l'Etude du Quaternaire, 40-41. Association Française pour l'Etude du Quaternaire, Paris, 171 p.
- BREUIL H. & KOSLOWSKI L., 1931 - Etudes de stratigraphie paléolithique dans le nord de la France, la Belgique et l'Angleterre. *L'Anthropologie*, 41, 449-488.
- BRIDGLAND D.R., 2000 - River terrace systems in north-west Europe: an archive of environmental change, uplift and early human occupation. *Quaternary Science Reviews*, 19, 1293-1303.
- COMMENT V., 1909 - Saint-Acheul et Montières. Notes de Géologie, de Paléontologie et de Préhistoire. *Mémoires de la Société Géologique du Nord*, 6 (3), 1-68.
- COMMENT V., 1911 - Les terrasses fluviatiles de la vallée de la Somme. *Bulletin Archéologique du Comité des Travaux Historiques et Scientifiques*, 1911, 173-195.
- COMMENT V., 1912 - Notes sur le quaternaire du Nord de la France, de la Vallée du Rhin et de la Belgique. *Annales de la Société Géologique du Nord*, 41, 12-52.

- COMMONT V., 1913 - *Les Hommes contemporains du Renne dans la vallée de la Somme*. Mémoires de la Société des Antiquaires de Picardie, 37. Imprimerie Yvert & Tellier, Amiens, 438 p.
- DABKOWSKI J., LIMONDIN-LOZOUET N., ANTOINE P., MARCA-BELL A., & ANDREWS J., 2011 - Enregistrement des variations climatiques au cours des interglaciaires d'après l'étude des isotopes stables de la calcite de tufs calcaires pléistocènes du nord de la France : exemple des séquences de Caours (SIM 5e ; Somme) et de La Celle-sur-Seine (SIM 11, Seine-et-Marne). *Quaternaire*, 22 (4), 275-283.
- DABKOWSKI J., LIMONDIN-LOZOUET N., ANDREWS J., MARCA-BELL A. & ANTOINE P., 2016 - Climatic and environmental variations during the last interglacial recorded in a northern France tufa (Caours, Somme Basin). Comparisons with regional records. *Quaternaire*, 27 (3), 249-261.
- DANSGAARD W., JOHNSENS J., CLAUSENH. B., DAHL-JENSEN D., GUNDESTRUP N.S., HAMMER C.U., HVIDBERG C.S., STEFFENSEN J.P., SVEINBJÖRNSDOTTIR A.E., JOUZEL J. & BOND G., 1993 - Evidence for general instability of past climate from a 250-kyr ice-core record. *Nature*, 364, 218-220.
- GIBBARD P.L., 1994 - *The Pleistocene history of the Lower Thames Valley*. University Press, Cambridge, 229 p.
- GIBBARD P.L., 2007 - Europe cut adrift. *Nature*, 448, 259-260.
- HAESAERTS P. & DUPUIS C., 1986 - Contribution à la stratigraphie des nappes alluviales de la Somme et de l'Avre dans la région d'Amiens. *Supplément au Bulletin de l'Association Française pour l'Etude du Quaternaire*, 26, 171-186.
- HUREL A., BAHAIN J.-J., MONCEL M.-H., VIALET A., ANTOINE P., AUGUSTE P., CHARLIER P., COYE N., FAVIN-LÉVÊQUE J.-C., FROMENT A., LEBON M., LIMONDIN-LOZOUET N., ORLIAC R., TOMBRET O., VERCOUTÈRE C., VOINCHET P. & ZAZZO A., 2016 - Moulin Quignon : la redécouverte d'un site. *L'Anthropologie*, 120, 428-438.
- LADRIÈRE J., 1890 - Etude stratigraphique du Terrain quaternaire du Nord de la France. *Annales de la Société Géologique du Nord*, 18, 93-276.
- LAURENT M., FALGUÈRES C., BAHAIN J.-J. & YOKOYAMA Y., 1994 - Géochronologie du système de terrasses fluviales quaternaires du bassin de la Somme par datation RPE sur quartz, déséquilibres des familles de l'uranium et magnétostratigraphie. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences. Série 2. Sciences de la Terre et des Planètes*, 318, 521-526.
- LAUTRIDOU J.-P., 1985 - *Le cycle périglaciaire pléistocène en Europe du Nord-Ouest et plus particulièrement en Normandie*. Thèse de Doctorat d'Etat, Université de Basse-Normandie, Caen, 908 p.
- LEFÈVRE D., ANTOINE P., AUFFRET J.-P., LAUTRIDOU J.-P. & LÉCOLLE F., 1997 - Réponses de la Seine et de la Somme aux événements climatiques, eustatiques et tectoniques du Pléistocène moyen et récent : rythmes et taux d'érosion. *Quaternaire*, 5 (3-4), 165-172.
- LERICOLAIS G., 1997 - *Evolution plio-quaternaire du fleuve Manche : stratigraphie et géomorphologie d'une plateforme continentale en régime périglaciaire*. Thèse de Doctorat, Université Bordeaux 1, Bordeaux, 265 p.
- LIMONDIN-LOZOUET N. & ANTOINE P., 2001 - Palaeoenvironmental changes inferred from malacofaunas in the Lateglacial and early Holocene fluvial sequence at Conty, northern France. *Boreas*, 30, 148-164.
- LIMONDIN-LOZOUET N. & ANTOINE P., 2006 - A new *Lyrodiscus* (Mollusca, Gastropoda) assemblage from Saint-Acheul (Somme Valley): reappraisal of MIS 11 malacofaunas from northern France. *Boreas*, 35, 622-633.
- LIMONDIN-LOZOUET N., ANTOINE P., BAHAIN J.-J., CLIQUET D., COUTARD S., DABKOWSKI J., GHALEB B., LOCHT J.-L., NICOUÉ É., VOINCHET P., 2015 - North-West European MIS 11 malacological successions: a framework for the timing of Acheulean settlements. *Journal of Quaternary Science*, 30 (7), 702-712.
- LISIECKI L.E. & RAYMO M.E., 2005 - A Pliocene-Pleistocene stack of 57 globally distributed benthic  $\delta^{18}\text{O}$  records. *Paleoceanography*, 20, PA 1003.
- LOCHT J.-L. (dir.), 2002 - *Bettencourt-Saint-Ouen (Somme). Cinq occupations paléolithique au début de la dernière glaciation*. Documents d'Archéologie Française, 90. Editions de la Maison des Sciences de l'Homme, Paris, 169 p.
- LOCHT J.-L., ANTOINE P., BAHAIN J.-J., DWRILA G., RAYMOND P., LIMONDIN-LOZOUET N., GAUTHIER A., DEBENHAM N., FRECHEN M., ROUSSEAU D.-D., HATTÉ C., HAESAERTS P. & METSDAGH H., 2003 - Le gisement paléolithique moyen et les séquences pléistocènes de Villiers-Adam (Val d'Oise, France) : Chronostratigraphie, environnement et implantations humaines. *Gallia Préhistoire*, 45, 1-111.
- LOCHT J.-L., GOVAL É. & ANTOINE P., 2010 - Reconstructing Middle Palaeolithic hominid behaviour during OIS 5 in Northern France. In N.J. Conard & A. Delagnes (eds.), *Settlement dynamics of the Middle Paleolithic and Middle Stone Age. Volume III*. Kerns Verlag, Tübingen, 329-355.
- LOCHT J.-L., COUTARD S., ANTOINE P., SELLIER N., DUCROCQ T., PARIS C., GUERLIN O., KIEFER D., DEFAUX F., DESCHODT L. & LIMONDIN-LOZOUET N., 2013 - Données inédites sur le Quaternaire et le Paléolithique du nord de la France. *Revue Archéologique de Picardie*, 2013 (3-4), 5-70.
- LOCHT J.-L., HÉRISSON D., GOVAL É., CLIQUET D., HUET B., COUTARD S., ANTOINE P. & FERAY P. (2015) - Timescales, space and culture during the Middle Palaeolithic in north-western France. *Quaternary International*, 411A, 129-148.
- MOINE O., ANTOINE P., DESCHODT L. & SELLIER-SEGARD N., 2001 - Enregistrements malacologiques à haute résolution dans les loess et les gleys de toundra du Pléistocène weichselien supérieur : premiers exemples du nord de la France. *Quaternaire*, 22 (4), 307-325.
- MOINE O., ANTOINE P., HATTÉ C., LANDAIS A., MATHIEU J., PRUD'HOMME C. & ROUSSEAU D.-D., 2017 - The impact of Last Glacial climate variability in west-European loess revealed by radiocarbon dating of fossil earthworm granules. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America. Earth, Atmospheric, and Planetary Sciences*, 114, 6209-6214.
- MONCEL M.-H., ORLIAC R., AUGUSTE P. & VERCOUTÈRE C., 2016 - La séquence de Moulin Quignon est-elle une séquence archéologique ? *L'Anthropologie*, 120, 369-388.
- MUNAUT A.-V., 1988 - L'environnement végétal de quelques dépôts quaternaires de la vallée de la Somme. *Revue Archéologique de Picardie*, 1988 (1-2), 45-56.
- PARIS C., DENEUVE É., FAGNART J.-P., COUDRET P., ANTOINE P., PESCHAUX C., LACARRIÈRE J., COUTARD S., MOINE O. & GUÉRIN G., 2017 - Premières observations sur le gisement gravettien à statuettes féminines d'Amiens-Renancourt 1 (Somme). *Bulletin de la Société Préhistorique Française*, 114 (3), 423-444.
- PRESTWICH J., 1859 - Sur la découverte d'instruments en silex associés à des restes de mammifères d'espèces perdues dans des couches non remaniées d'une formation géologique récente. *Compte Rendus Hebdomadaires des Séances de l'Académie des Sciences*, 49, 634-636.
- SOMMÉ J., FAGNART J.-P., LÉGER M., MUNAUT A.-V., PUISSÉGUR J.-J. & TUFFREAU A., 1984 - Terrasses fluviales du Pléistocène moyen en France septentrionale : signification dynamique et climatique. *Bulletin de l'Association Française pour l'Etude du Quaternaire*, 21, 52-58.
- TRAULLÉ L., 1796 - Lettre du citoyen Traullé, président du tribunal criminel du département de la Somme à A.L. Millin, sur quelques pétrifications trouvées dans les sables qui bordent les vallées de la Somme. *Magasin Encyclopédique*, Nouvelle série, 1, 182-184.
- TUFFREAU A., MUNAUT A.-V., PUISSÉGUR J.-J. & SOMMÉ J., 1981 - Les basses terrasses dans les vallées du Nord de la France et de la Picardie : Stratigraphie et Paléolithique. *Bulletin de la Société Préhistorique Française*, 78, 291-305.
- VAN VLIET-LANOË B., 1987 - *Le rôle de la glace de ségrégation dans les formations superficielles de l'Europe de l'Ouest : processus et héritages*. Thèse de Doctorat d'Etat, Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne, Paris, 893 p.
- VELDKAMP A. & VAN DEN BERG M.W., 1993 - Three-dimensional modelling of Quaternary fluvial dynamics in a climo-tectonic dependent system. A case study of the Maas record (Maastricht, The Netherlands). *Global and Planetary Change*, 8, 203-218.