



HAL
open science

Lambersart “ Les Conquérants ” (vallée de la Deûle, Nord de la France) : une transition versant-fond de vallée au début glaciaire et Pléniglaciaire weichselien

Laurent Deschodt, André-Valentin Munaut, Nicole Limondin-Lozouet, Muriel Boulen

► To cite this version:

Laurent Deschodt, André-Valentin Munaut, Nicole Limondin-Lozouet, Muriel Boulen. Lambersart “ Les Conquérants ” (vallée de la Deûle, Nord de la France) : une transition versant-fond de vallée au début glaciaire et Pléniglaciaire weichselien. Quaternaire, 2008, 19 (4), pp.309 - 333. 10.4000/quaternaire.4722 . hal-01490730

HAL Id: hal-01490730

<https://inrap.hal.science/hal-01490730v1>

Submitted on 15 Mar 2017

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.

LAMBERSART « LES CONQUÉRANTS » (VALLÉE DE LA DEÛLE, NORD DE LA FRANCE): UNE TRANSITION VERSANT-FOND DE VALLÉE AU DÉBUT GLACIAIRE ET PLÉNIGLACIAIRE WEICHSELIEN

Laurent DESCHODT¹, André-Valentin MUNAUT^{†2}, Nicole LIMONDIN-LOZOUET³
& Muriel BOULEN⁴

RÉSUMÉ

La séquence observée dans la tranchée de Lambersart «les Conquérants» se compose d'un limon coquillier surmonté d'alluvions grossières. L'ensemble est recouvert de plusieurs mètres de lœss du Pléniglaciaire supérieur weichselien. Les données palynologiques et malacologiques indiquent que le dépôt de limon coquillier s'est effectué dans les conditions froides et humides du Début glaciaire, évoluant vers un interstade plus tempéré, dans un environnement de fond de vallée, au pied du versant du Pays de Weppes. Une érosion marquée, attribuée au début du Pléniglaciaire, affecte versant et fond de vallée. Elle démantèle les sols du Début glaciaire et leur contenu archéologique ou paléontologique. En partie basse, des lits de sable et limon se déposent. Cette accumulation de fond de vallée est alors séparée du versant par une zone de transition constituée de petits chenaux peu profonds et très mobiles, emplis de gravier, de sable et d'une seconde génération de limon coquillier.

Par la suite, les accumulations lœssiques pléniglaciaires ont entraîné la progradation du versant sur les formations de fond de vallée antérieures, tout en les protégeant. Un recensement de données disponibles met en évidence la forte extension de dépôts similaires sous le versant actuel du pays de Weppes et à Seclin dans une vallée affluente.

Mots-clés : vallée de la Deûle, Weppes, versant, fond de vallée, Début glaciaire weichselien, Pléniglaciaire weichselien, érosion, palynologie, malacologie.

ABSTRACT

LAMBERSART «LES CONQUÉRANTS» (DEÛLE VALLEY, NORTH OF FRANCE): A WEICHSELIAN EARLY-PLENIGLACIAL SLOPE-BOTTOM VALLEY TRANSITION

The Lambersart «les Conquérants» trench sequence is made of a shelly loam topped by coarse alluviums. The whole is covered by several meters thick pleniglacial loess. The palynological and malacological data shows that this shelly loam deposit occurred during Early Glacial, in cold and moist conditions and ended in a more temperate interstadial. It settled at the valley bottom, down the Weppes Country slope. Significant erosion (attributed to the Pleniglacial) occurred on the slope and the valley bottom. It broke Early glacial soils and disturbed their archaeological and palaeontological remains. Sandy and silty beds settled in the lower part. Thereafter, this valley deposit is broken apart from the slope by a transitional area. The latter shows narrow, deepless and mobile channels infilled by sand, gravels, and a younger shelly loam. Afterwards, pleniglacial loess accumulations grew up the slope on the previous valley bottom formations, yet protecting them. A overall look at available data indicates the large extend of similar deposits under the actual slope of the Weppes Country and in the tributary valley of Seclin.

Keys-words: Deûle valley, Weppes country, slope, valley bottom, weichselian Early Glacial, weichselian Pleniglacial, erosion, palynology, malacology.

1 - LOCALISATION, OBJECTIF ET MÉTHODE

En 1993, le creusement d'une tranchée routière sous une ligne ferroviaire a permis le levé de coupes dans la banlieue de Lille, dans le cadre de l'archéologie préventive et sur prescription du Service Régional de l'Archéologie. La tranchée est située vers le bas (environ 22,5 m IGN 69) d'un vaste versant en pente

douce exposé vers le nord-est, à quelques centaines de mètres et légèrement en contrebas d'une coupe stratigraphique de référence pour la région (Lambersart «Briqueterie», Sommé, 1968, 1975). A cet endroit, l'extrémité nord du Pays de Weppes (relief modéré développé dans les sables et argiles tertiaires) passe insensiblement au fond de vallée de la Deûle (vers 18 m IGN 69) (fig. 1 & 2).

¹ INRAP, Laboratoire de géographie physique, UMR 8591 du CNRS, 1 place Aristide-Briand, 92195 Meudon cedex et chercheur invité HALMA-IPEL, UMR 8164 du CNRS. Courriel : laurent.deschodt@inrap.fr

² Laboratoire de palynologie et dendrochronologie, 4, place Croix-du-Sud, 1348 Louvain-la-Neuve, Belgique.

³ Laboratoire de géographie physique, UMR 8591 du CNRS, 1 place Aristide-Briand, 92195 Meudon cedex, France.

⁴ Centre de Recherches Archéologiques, Abbaye St-Jean-des-Vignes, 02200 Soissons, France.

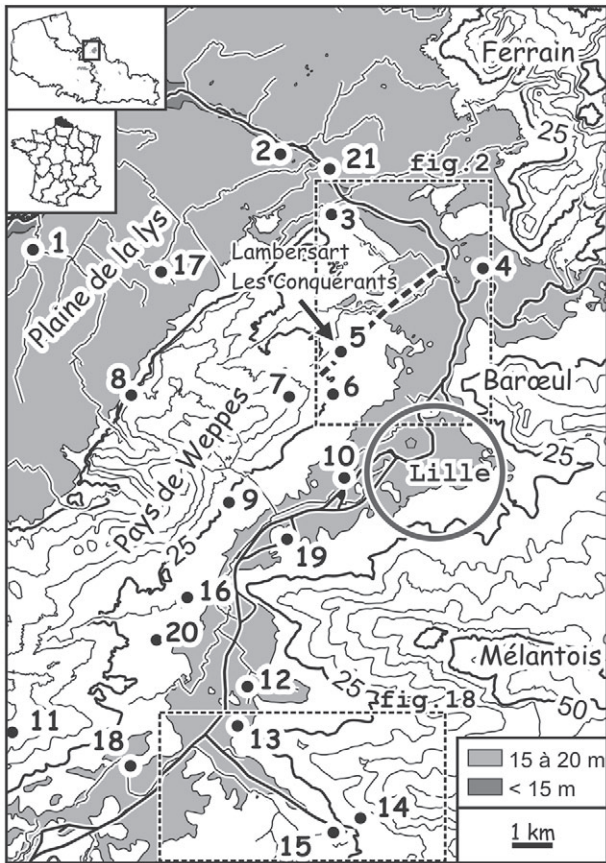


Fig. 1 : Localisation de Lambersart «Les Conquérants» et d'observations effectuées dans la région de Lille.

Fond de plan d'après C. Quérel (INRAP, inédit), modifié, courbes de niveau à équidistance de 5 m NGF Lallemand; zone gris clair: entre 15 et 20 m d'altitude; zone grise foncée: moins de 15 m d'altitude; flèche: Lambersart «Les Conquérants»; trait interrompu: transect présenté fig. 14.

Observations (liste non exhaustive): 1) Houplines (Salvador & Deschodt, 2005); 2) Quesnoy-sur-Deûle (Sommé, 1975); 3) Wambrechies «Fort du Vert-Galant» (Ladrière, 1883, 1885); 4) Marquette-lez-Lille «Le Haut-Touquet» (Cercy, 2004); 5) Lambersart «Les Conquérants»; 6) Lambersart «Briqueterie» (Sommé, 1968, 1969, 1975); 7) Lomme (Sommé, 1975); 8) Prémesses (Sommé, 1975); 9) Sequedin (Sommé, 1975); 10) Lille, Rue Hegel (inédit); 11) Sainghin-en-Weppes (Sommé, 1975); 12) Houplin-Ancoisne «Station d'épuration» (Deschodt *et al.*, 2004); 13) Houplin-Ancoisne «Le Marais de Santes» (inédit); 14) Seclin «Usine» (Tuffreau *et al.*, 1994); 15) Seclin «Hôpital»; 16) Hallennes-lez-Haubourdin (inédit); 17) Houplines «Le Chemin de l'Aventure» (inédit); 18) Wavrin (inédit); 19) Loos «Bassin Joffre» (inédit); 20) Santes (inédit); 21) Quesnoy-sur-Deûle «station d'épuratoire» (inédit).

Fig. 1: Lambersart «Les Conquérants» location and others observations in the Lille's area. Base map from C. Quérel (INRAP), modified, contour lines (interval 5 m), NGF Lallemand survey; light grey area: 15 to 20 meters height; dark grey area: down 15 meters height. Arrow: Lambersart «Les Conquérants»; dashed line: cross-section fig. 14.

L'ensemble des données recueillies a fait l'objet d'un travail universitaire et d'une publication (Deschodt, 1996). Le présent article propose une relecture des données litho-stratigraphiques et souligne l'apport majeur du travail: l'observation d'une zone de transition entre versant et fond de vallée dans la première partie du Weichselien. Après une présentation non modifiée des données palynologiques, telle qu'elle avait été effectuée par le professeur A.V. Munaut (troisième partie), l'interprétation des bio-zones est rediscutée, aboutissant à une nouvelle interprétation. Des corrélations sont recherchées dans la vallée et à plus longue distance avec les séquences belgo-néerlandaises.

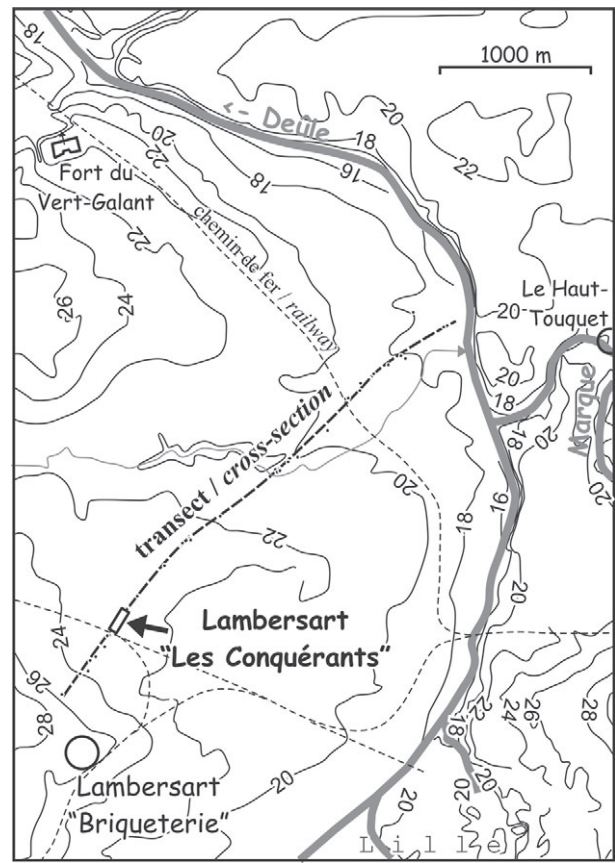


Fig. 2 : Localisation du transect et des observations proches sur le versant. Localisation de Lambersart «les Conquérants», du transect fig. 14 et des observations proches; courbes de niveau en mètres IGN 69, source Communauté Urbaine de Lille Métropole (simplifiées).

Fig. 2: Cross section and near observations location on the slope. Lambersart «les Conquérants» location, fig. 14 cross-section location and near observations; IGN 69 meters contour lines (Communauté Urbaine de Lille Métropole).

2 - DESCRIPTION LITHO-STRATIGRAPHIQUE

2.1 - CONTEXTE ET POSITION DES LEVÉS

Dans le détail les investigations ont été limitées au nord-est de l'ouvrage d'art. En effet, au sud-ouest, un blindage du talus protégeait une zone pavillonnaire de tout mouvement de terrain et empêchait le nettoyage des coupes. Encore plus au nord, en s'éloignant de la voie ferrée, la remontée du profil de la route limitait également les possibilités d'observation. Les levés ont donc été effectués sur environ 120 m au nord du pont, après nettoyage de sections du talus routier complété par des tranchées manuelles à leur pied (fig. 3).

Huit unités stratigraphiques ont été définies. Certaines possèdent des variations latérales rapides (fig. 4). Nous observons de bas en haut:

2.2 - UNITÉ 1

Les formations les plus anciennes ont été rassemblées dans l'unité 1. Les observations sont trop fragmentaires et les faciès trop variables pour essayer d'en proposer une stratigraphie détaillée. Il s'agit généralement de limon sableux ou de sable limoneux clair non calcaire,

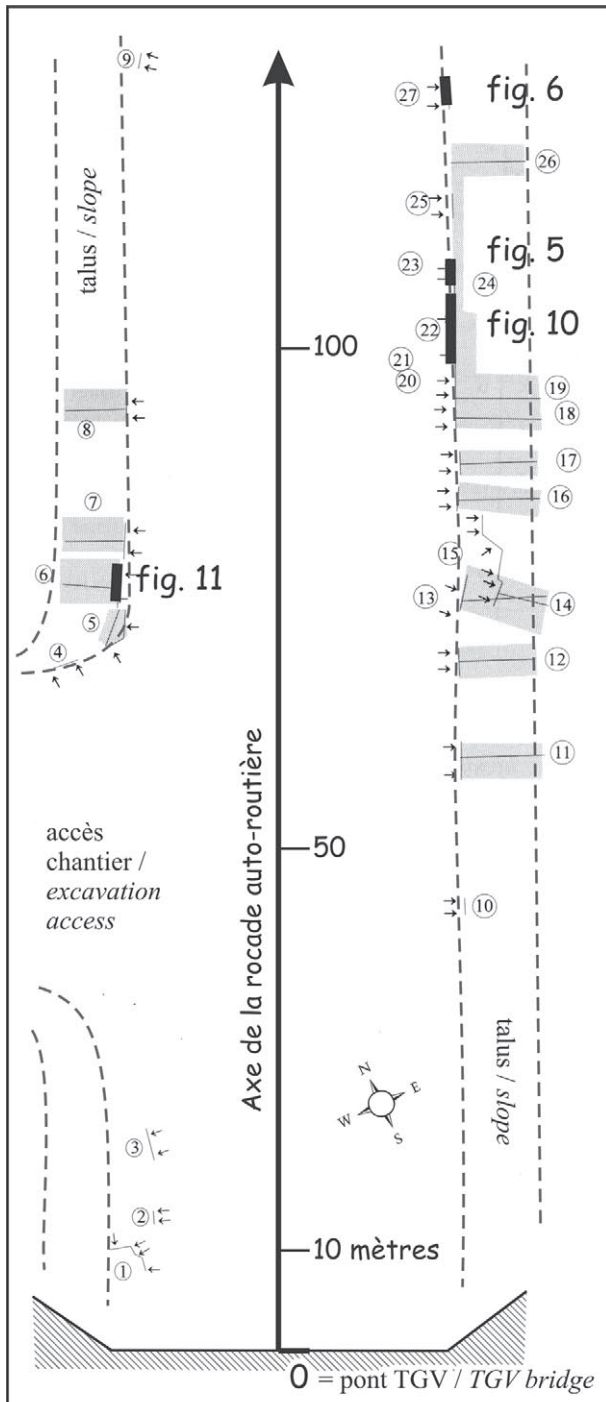


Fig. 3: Lambersart «Les Conquérants», localisation des observations. «figures»: observations publiées dans le présent article.
 Fig. 3: Lambersart “Les Conquérants”, observations location. “figures”: observations published in this article.

homogène ou avec fentes de dessiccation syngénétiques et traces de racines, de lits de graviers d’argile. Quelques observations (1 à 3 près du pont) ont permis de noter la présence de niveaux franchement argileux, de couleur vert olive, sous l’altitude 16,5 m.

2.3 - UNITÉ 2: LIMON GRIS À MALACOFAUNE INFÉRIEUR

Observé exclusivement vers le nord-est, l’unité 2 est un limon sablonneux gris à gris-bleu avec malacofaune,

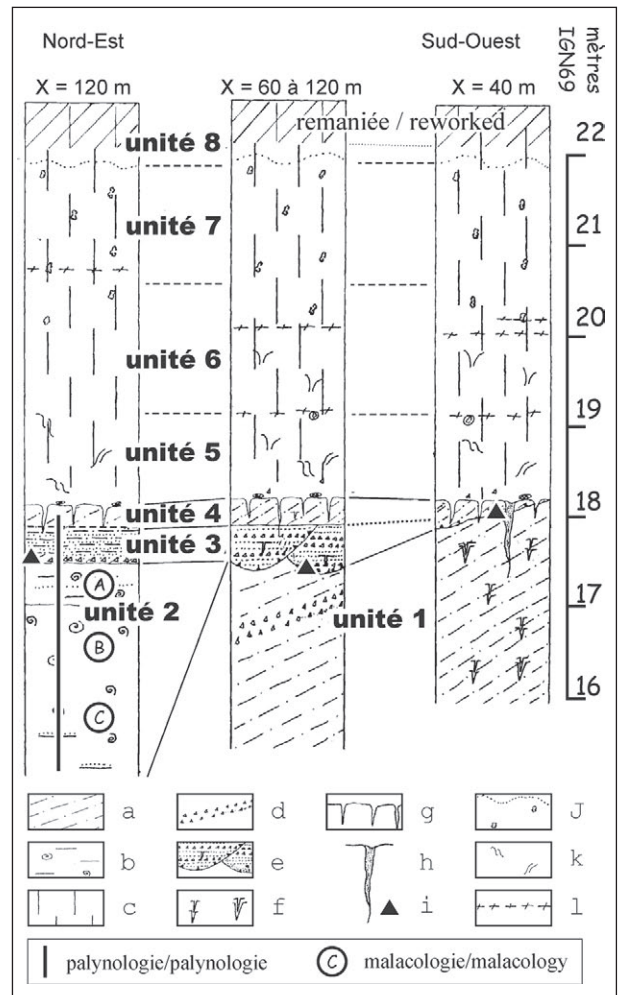


Fig. 4: Lambersart «Les Conquérants», synthèse litho-stratigraphique.

a) sable et limon lité; b) limon fluviatile coquillier; c) loess typique; d) cailloutis d’argile; e) sable et cailloutis d’argile; f) fentes de dessiccation syngénétique; g) fentes de dessiccation; h) fente de gel à remplissage minéral; i) industrie lithique; j) limite de décarbonatation et poupées de carbonate; k) cryoturbations; l) oxyde de fer en bande.

Fig. 4: Lambersart “Les Conquérants”, litho-stratigraphic synthesis. a) bedded sand and loam; b) shelly fluviatil loam; c) typic loess; d) clay gravel; e) clay gravel and sand; f) syngenetic frost-cracks; g) frost-cracks; h) sand-wedge; i) prehistoric tool; j) decarbonatation limit and calcareous concretions; K) geliturbations; l) iron oxyde pan.

légèrement carbonaté (fig. 5 & 6). Sa base plonge rapidement sous 16,5 m d’altitude (et n’a pu être suivie en dessous). Quelques lits de sable grossier glauconieux apparaissent vers le bas ainsi que des agrégats bien marqués témoignant de la formation de glace de ségrégation (structuration cryogénique).

À l’extrémité nord, une observation isolée (observation 9, localisation sur la fig. 3) montre à 17,2 m IGN 69 une limite érosive affectant un dépôt sableux de texture grossière. Cette érosion peut être corrélée à la base de l’unité 3 (cf. *infra*). Toutefois elle affecte non pas le limon coquillier mais un dépôt sableux dont la texture grossière, l’absence de fraction calcaire, une coloration olive en tête et la présence de nombreuses concrétions ferriques (témoins de la présence de racines) recoupées par le niveau érosif le différencient nettement de l’unité 2. Plusieurs interprétations sont possibles (fig. 7):

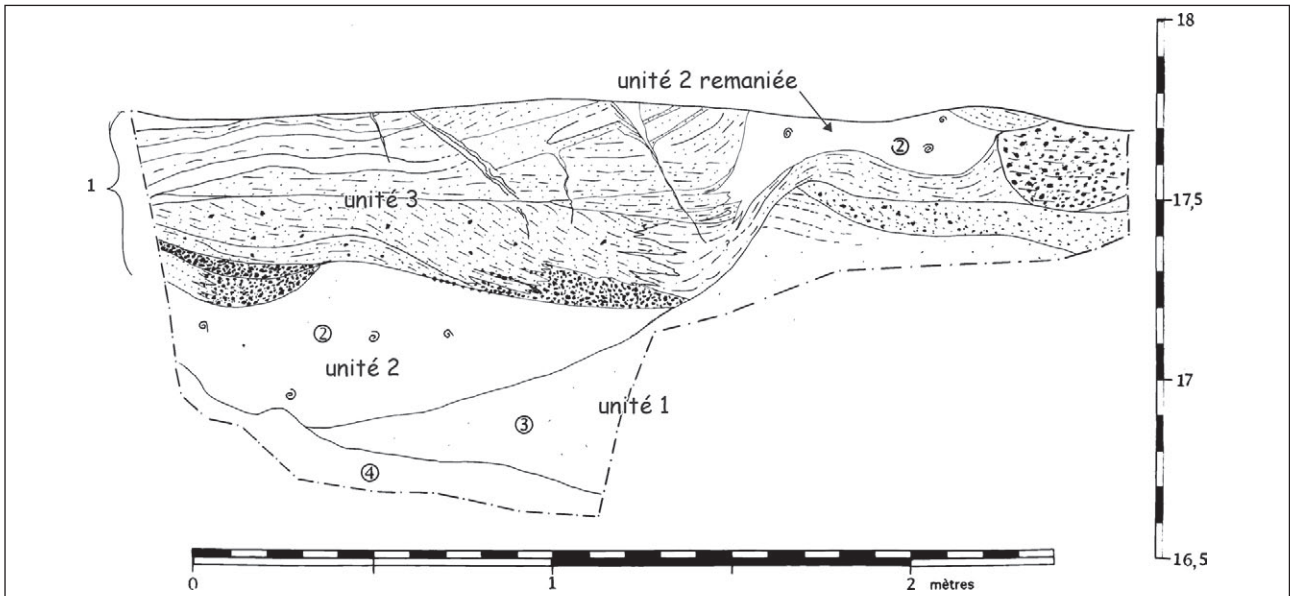


Fig. 5: Observation détaillée n°23, apparition du limon gris à malacofaune (unité 2).

Localisation de l'observation sur la figure 3. Unités 1 à 3: voir texte; détail: 1) formations fluviatiles: limon, limon sableux, cailloutis d'argile; les lits limoneux de la partie supérieure sont plus sombre (humifères?); 2) limon coquillier gris (levé détaillé empêché par le gel de la coupe); 3) sable limoneux brun orangé à petites taches grises (traces de racines), sans stratification apparente; concentration de manganèse en lignes en partie supérieure; 4) limon sableux olive grisâtre (7,5 Y 5/3).

Fig. 5: Detailed observation 23: grey shelly loam appearance (unit 2).

Observation location: see figure 3. Units 1 to 3: see text; detail units: 1) fluvial formations: loam, sandy loam, clay gravels; the in the upper part, the loam layers are darker (humiferous ones?); 2) grey shelly loam (detailed section survey has been held up by freezing); 3) orangey brown loamy sand with grey spots (roots marks), no obvious bed; in the upper part, lined up manganese concentrations; 4) greyish olive sandy loam (7,5 Y 5/3).

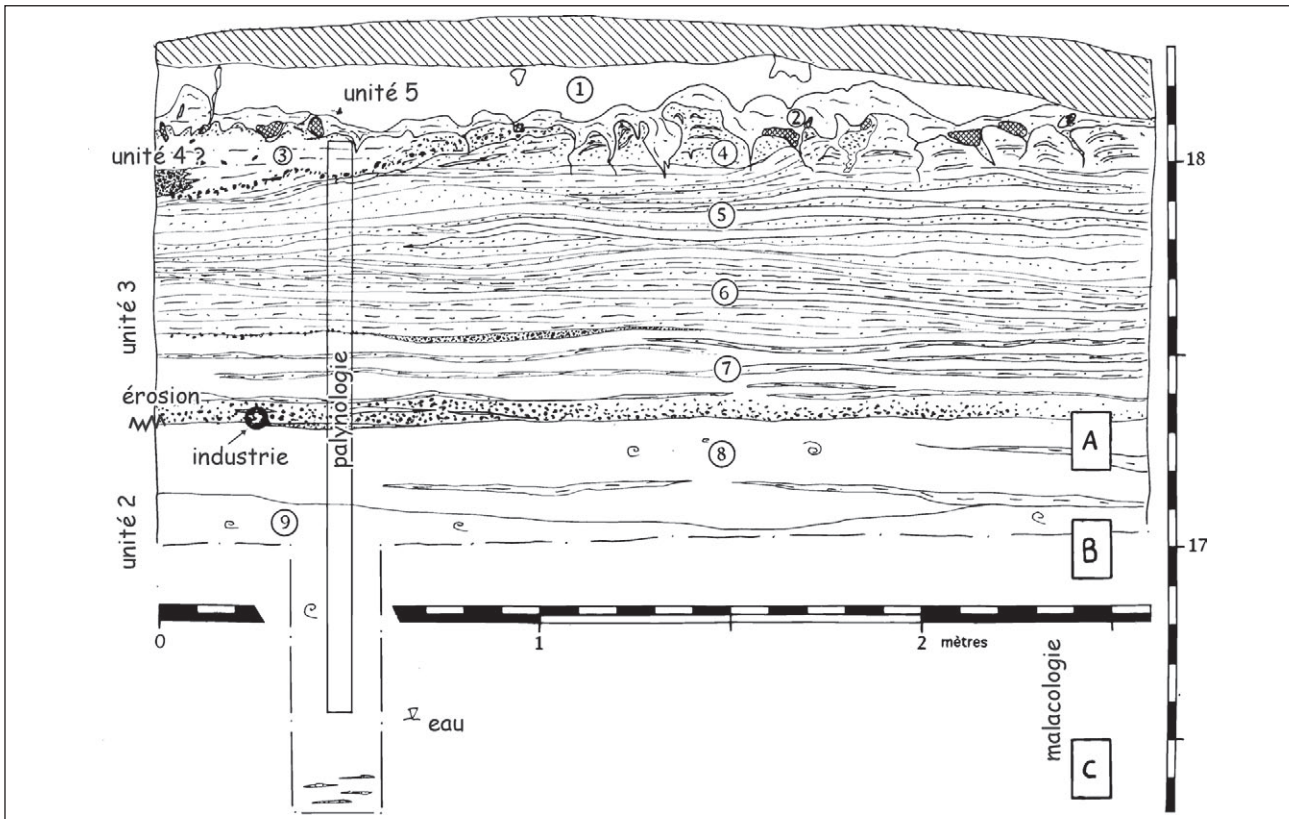


Fig. 6: Prélèvements palynologiques et malacologiques.

Observation 27, localisation sur la figure 3. Unités 2 to 5: voir texte; détail: 1) limon gris, quelques taches brunes, pseudomycélium; 2) sable limoneux vert; 3) limon sableux, cailloutis d'argile; 4) sable à avec lits limoneux, petites fentes de gel, cryoturbations; 5) lits réguliers (environ 2 cm d'épaisseur) de limon et de sable; 6) litages limono-sableux avec quelques lits limoneux; 7) litages réguliers de sable limoneux et de limon, cailloutis d'argile à la base; 8) limon brun (10 YR 6/4), quelques lits limoneux jaunâtres, malacofaune; 9) limon gris brunâtre (10 YR 6/4), malacofaune, apparition vers le bas, en limite d'observation, de lits minces et irréguliers de sable grossier.

Fig. 6: Palynological and malacological samplings.

Detailed observation 27: see figure 3. Units 2 to 5: see text; detail: 1) grey loam, brown spots, pseudomycelium; 2) green loamy sand; 3) sandy loam, clay gravels; 4) sand with loamy layers, little frost cracks, pseudomcelium; 5) sand and loam regular layers (about 2 cm thick); 6) sandy loam layers with loam layers; 7) loamy sand and loam regular layers, clay gravels at the bottom; 8) light brown (10 YR 6/4) loam, few yellowish loam layer, mollusc; 9) light brown (10 YR 6/4) loam, mollusc, at the lower part, irregular and thin coarse sand layers.

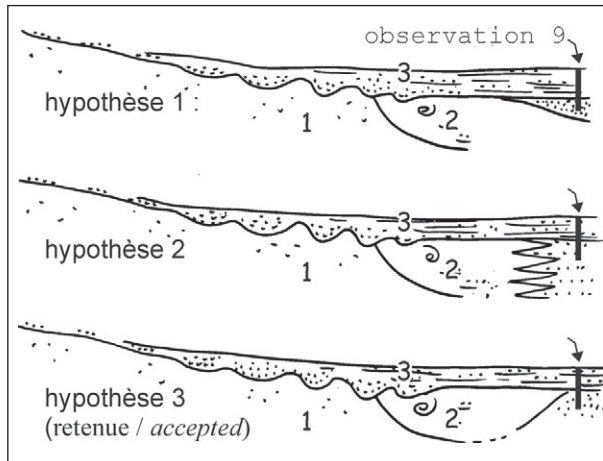


Fig. 7: Relations stratigraphiques au nord de la zone d'observation : trois hypothèses.

H1) l'unité 2 plonge vers le nord et le sable est une alluvion postérieure à 2; H2) transition de faciès de l'unité 2 vers le nord; H3) l'unité 2 est un comblement de chenal.

Fig. 7: Stratigraphic relationships in north study area: three hypothesis. H1) unit 2 is dipping northward and the sand is a subsequent alluvium; H2) unit 2 is changing facies northward; H3) unit 2 is a channel infilling.

- la présence d'une unité sableuse antérieure à 3 et postérieure à 2,
- une variation de faciès, l'unité 2 passant vers le nord à un sédiment nettement plus sableux,
- la remontée vers le nord des sédiments antérieurs à l'unité 2 (unité 1).

Cette dernière hypothèse a notre faveur, la série sableuse comportant de nombreux points communs (en particuliers les traces de racines) avec les faciès observés à proximité du pont (coupes 1 à 3). L'unité 2 aurait alors une extension nord-sud limitée et pourrait constituer un remplissage de chenal de l'ordre d'une quinzaine ou d'une vingtaine de mètres de large.

2.4 - UNITÉ 3: DÉPÔT FLUVIATILE, SABLE ET CAILLOUTIS (3A) ET LIMON GRIS COQUILLIER SUPÉRIEUR (3B)

L'unité 3 est caractérisée par une texture grossière associée à une limite érosive, par de vastes épandages fluviaux non calcaire de sable, de sable limoneux et de cailloutis d'argile avec revêtement de manganèse. Elle peut être suivie (avec d'importants changements de faciès) depuis le versant jusque dans le fond de vallée contemporain. L'industrie lithique recueillie appartient à cette unité.

Nous pouvons lui appliquer la description du *diluvium* du «Fort du Vert-Galant» faite par Jules Ladrière à Wambrechies (localisation, fig. 2): «[le diluvium] présente un caractère bien net de stratification fluviale. Il diminue d'importance au fur et à mesure que l'on avance vers le sommet du mamelon, et bientôt même il n'a plus qu'une faible épaisseur; mais en quelque point que l'on pratique une excavation, on en rencontre

toujours quelques traces à la base de l'ergon sableux» (Ladrière, 1883, p. 91).

A Lambersart «Les Conquérants», nous distinguons trois ensembles morpho-sédimentaires pour cette unité (fig. 8 & 9):

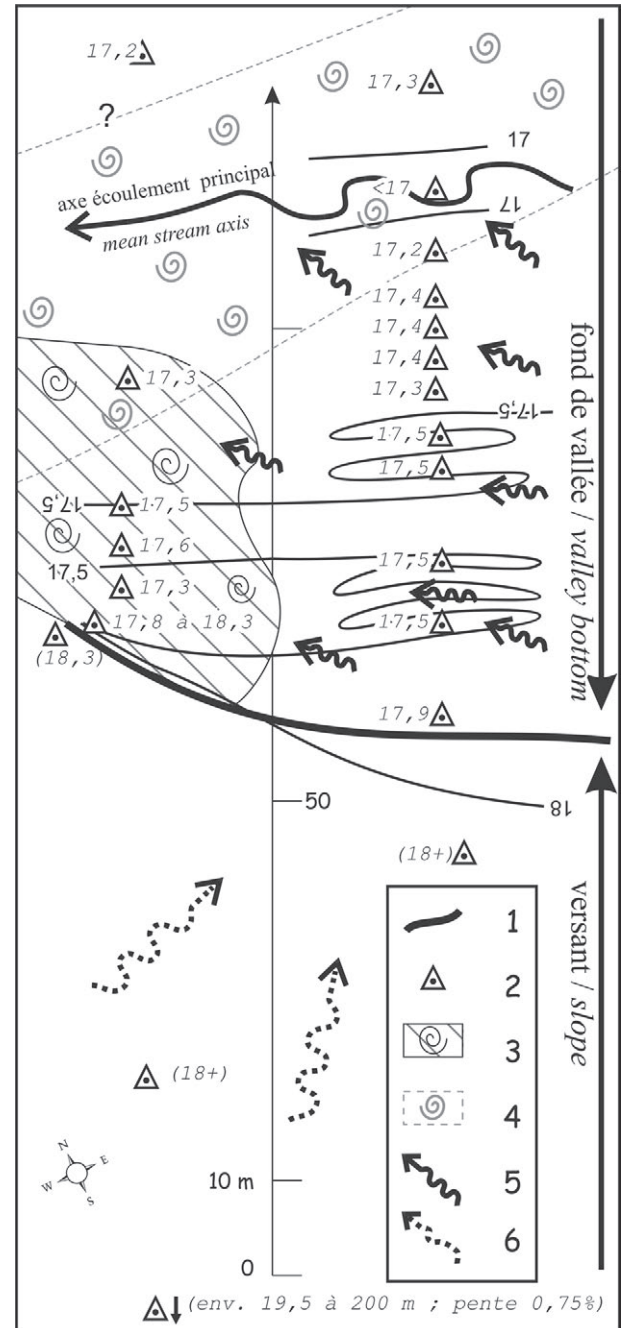


Fig. 8: Développement spatial des unités 2 et 3 et topographie de la base de l'unité 3.

1) limite méridionale du développement continu de l'unité 3 en épandage ou en ravines; 2) altitude minimale, dans chaque coupe, de la base de l'unité 3 (entre parenthèses, vers le sud, altitude de la limite érosive sur versant); 3) limon coquillier 3B (interstratifié avec l'unité 3A); 4) limon coquillier 2 (sous l'unité 3); 5) sens d'écoulement probable lors de la mise en place de l'unité 3A; 6) érosion et écoulement sur le versant.

Fig. 8: Spatial development of the units 2 and 3, and unit 3 foot topography. 1) southern limit of unit 3 continuous development (spread deposit or in ravines); 2) minimal height of the unit 3 foot, in every cross-sections (in brackets, southwards, hiatus heights on slope); 3) shelly loam 3B (interbedded with the unit 3A); 4) shelly loam 2 (under the unit 3); 5) likely flowing direction during the settlement of the unit 3A; 6) erosion and slope wash.

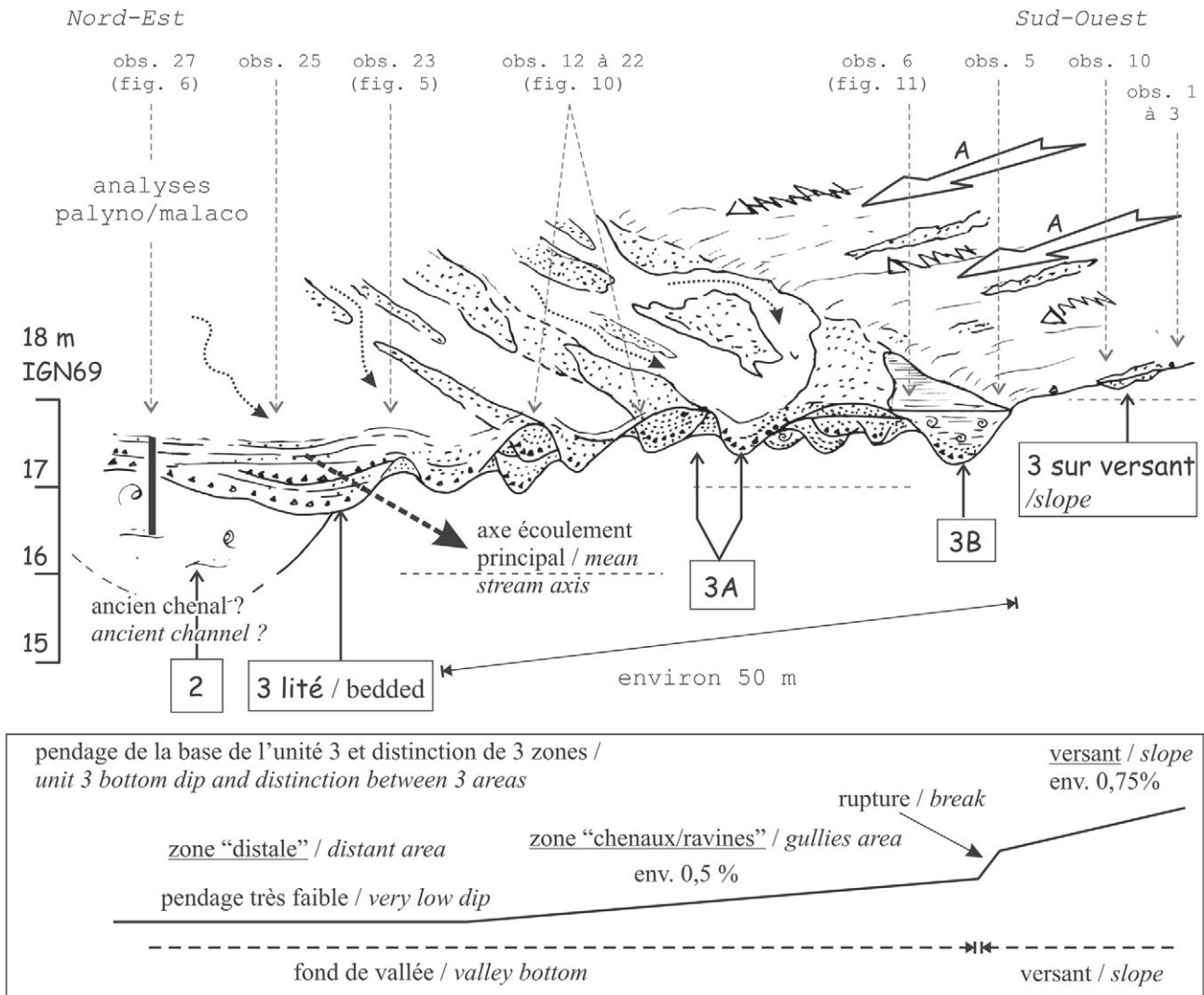


Fig. 9: Conditions de dépôt de l'unité 3.

Hypothèse d'un contact versant/fond de vallée et dépôt corrélatif d'une érosion du versant. A) érosion aréolaire sur versant à pente faible (<1%) d'une couverture sédimentaire à dominante sableuse; probable décapage des sols antérieurs par des écoulements peu concentrés 3 versant/dépôts sporadiques de sables et graviers sur le versant érodé; 3A) écoulements rapides, incision de multiples petites ravines très mobiles, sédimentation grossières de sables et graviers avec enregistrement de quelques figures cryogéniques; 3B) écoulements calmes, décantation et dépôt limon coquillier (éventuellement interstratifié avec 3A); 3) lité/dans l'axe de drainage principal, collecte des eaux provenant du versant, érosion de 2 puis dépôts très régulièrement lité de limon et sable; 2) dépôt de limon coquillier en fond de vallée humide au cours d'une phase froide du Début Glaciaire, évolution vers un interstade tempéré.

Fig. 9: Unit 3 deposit conditions.

Hypothesis of a slope/bottom valley contact and slope erosion correlative deposit. A) planar erosion on a mainly sandy low grade slope (<1%), probably scouring by low concentrated wash 3 slope/sands and gravels sporadic deposits; 3A) running flows, numerous little moving ravines, coarse sands and gravels with few cryogenetic figures; 3B) calm flows, decantation and shelly loam deposit (eventually interbedded with 3A); 3 regular layers/in the main drainage line, gathering of the flows coming from the slope, unit 2 erosion then loam and sand regular settlement; 2) shelly loam settlement in the valley bottom during an Early Glacial cold phase with a trend to an interstadial.

Unité 3 sur le versant: pelliculaire et discontinue

Sur le versant, l'unité est peu épaisse, composée de minces épandages discontinus. Elle est observée près du pont vers 18 m IGN 69. Sa distinction de l'unité 4 sus-jacente est difficile. Associée à une limite érosive continue, elle a été perçue sporadiquement à environ 200 m au sud-ouest de l'ouvrage d'art (vers 19,5 m IGN 69) sous la forme d'un épandage fluvial de sable grossier et de gravier (parfois en poches de 20 cm d'épaisseur), avec des pièces d'industrie lithique sur silex. Selon l'axe routier, l'unité 3 suit une pente de l'ordre de 0,75 %.

Unité 3 au pied du versant: en petits chenaux

Vers le nord, l'unité 3 comble des ravines ou des chenaux peu profonds (quelques décimètres pour les mieux marqués). Malgré le caractère grossier du sédiment, des petites fentes de dessiccation existent sporadiquement dans l'unité. Une industrie lithique sur silex et quelques éléments de grande faune (Méline *in* Deschodt, 1996) sont présents dans les chenaux, fréquemment associés à des graviers d'argile (fig. 10). Les ravines se recoupent entre elles et semblent être grossièrement perpendiculaires à l'axe routier. Bien que leur base soit irrégulière, avec des surcreusements (écoulements turbu-

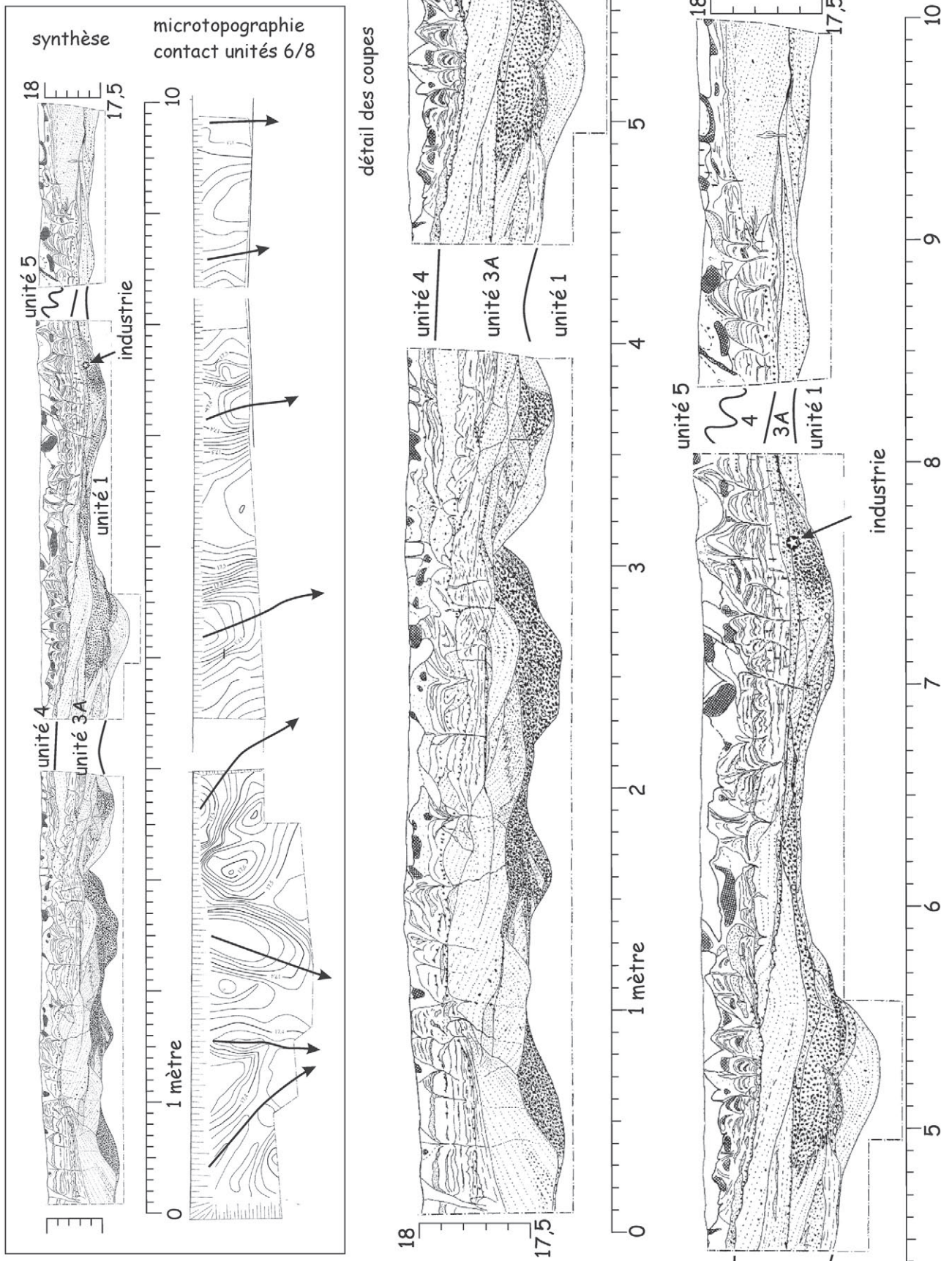


Fig. 10: Ravines comblées par l'unité 3A.

Observation 22, localisation sur la figure 3. Microtopographie des ravines: courbes de niveau à équidistance de 2 cm, en mètres IGN69, de la base des ravines (C. Benoît, INRAP) et indication du sens probable d'écoulement. Unités 1, 3 et 4: voir texte.

Fig. 10: Unit 3A filling ravins.

Detailed observation 22, see figure 3. Microtopography of the ravines: 2 cm equidistant contours lines, meters IGN69 survey (C. Benoît, INRAP) and likely flowing direction. Units 1, 3 and 4: see text.

lents), le report en plan des altitudes minimales atteintes par l'unité 3 permet de percevoir un sens d'écoulement d'est en ouest (fig. 8). Toujours selon l'axe routier, la pente générale de la base de l'unité est d'environ 0,5 %. La zone en petites ravines succède au versant à la faveur d'une rupture de pente (à la base de l'unité) de l'ordre de 0,5 m. Progressive sur le talus est, elle est brutale sur le talus ouest (contact unité 1/3B sur l'observation 4, localisation, fig. 3).

Un limon gris bleu à malacofaune a été observé dans cette zone au pied du talus ouest. De faciès similaire à l'unité 2 (cf. *supra*), il s'en distingue toutefois nettement par son altitude (plus élevée) et par sa position stratigraphique (interstratifiée avec 3A, fig. 11). Il implique la coexistence d'écoulements dynamiques et, localement, de conditions de dépôts plus calmes. Un «paquet» massif (plusieurs décimètres) de limon a été arraché (gelé) et réintégré (déformé) à l'unité 3A (fig. 5). Par ailleurs, 3B présente localement un contact avec l'unité 1 (observation 4). Cette limite se caractérise par une érosion différentielle des lits limono-sableux et limoneux. Ces derniers, plastiques, s'«écoulent» et sont réintégré à l'unité 3B à sa bordure. Ceci implique une évacuation de la fraction grossière (moins cohérente) par un écoulement assez lent pour ne pas détruire l'agencement des lits fins et une formation rapide du limon 3B.

Unité 3 à distance du versant : un faciès lité

En quelques mètres la texture devient plus fine et les lits plus réguliers (litages limono-sableux) tandis que le système en chenaux ou ravines disparaît brutalement (fig. 5 et observation 25). L'unité 3 passe à des lits sub-horizontaux qui se superposent régulièrement. Toutefois, un cailloutis d'argile (limite érosive avec toujours présence de l'industrie lithique) reste présent à la base de

l'unité. La partie supérieure de la colonne palynologique correspond à ce faciès.

Sur les quelques dizaines de mètres observées, nous n'observons pas de pentes significatives de la base de l'unité : les points les plus hauts se situent vers 17,2 m IGN 69 de part et d'autre d'un collecteur principal dont la base se situe sous 17 mètres d'altitude. Ce dernier semble reprendre l'axe d'un chenal supposé comblé par l'unité 2 (cf. *supra*).

2.5 - UNITÉ 4: LITS LIMONEUX ET SABLO-LIMONEUX

L'unité est composée d'une succession de lits centimétriques de limon et de sable limoneux, avec parfois quelques cailloutis de silex (fig. 10). De nombreuses petites fentes de dessiccation sont associées aux litages. Elles sont bien formées, de profondeur décimétrique et espacées de 10 à 20 cm, déformant le terrain encaissant. La topographie de la base et l'épaisseur de l'unité évoluent rapidement. Le point le plus bas, vers 17,7 m, correspond également au faciès le plus caractéristique qui semble combler une dépression au droit des épandages fluviatiles grossiers de l'unité 3 (cf. *supra*) (fig. 10, vers x=7 m). Dans la plupart des coupes, la base de l'unité 4 se trouve souvent aux environs de 18 m IGN 69, voire au-dessus (18,3 sur l'observation 4), avec fréquemment un faciès à dominante sableuse. Souvent, l'unité est peu développée en épaisseur et sa délimitation ardue.

2.6 - HIATUS AVEC FENTES DE DESSICCATION ET FENTES DE GEL À REMPLISSAGE MINÉRAL

Au sommet de 4, et sous un loess (unités 5 à 8), un hiatus stratigraphique est accompagné de deux types de fentes. La première série est composée de fractures peu

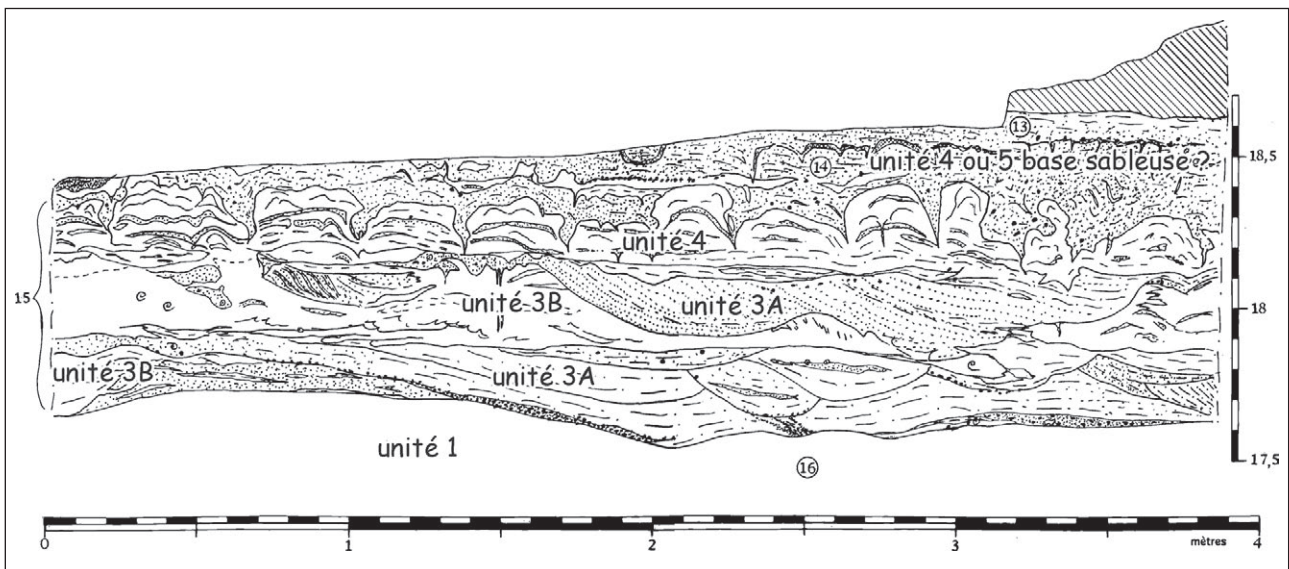


Fig. 11 : Détail de l'interstratification entre les unités 3A et 3B.

Observation 3, localisation sur la figure 3. Unités 1 et 3 à 5 : voir texte ; détail : 13) sable limoneux vert sombre, aspect moiré ; 14) limon très sablonneux ; 15) formation fluviatile avec limon coquillier ; 16) limon sablonneux.

Fig. 11: Detail of the interbedded units 3A and 3B.

Detailed observation 6: see figure 3. Units 1 and 3 to 5: see text; detail: 13) dark green loaming sand, shimmering appearance; 14) very sandy loam; 15) fluvial formation with shelly loam; 16) sandy loam.

profondes (ordre décimétrique), très rapprochées, ouvertes en entonnoir et remplies d'un sédiment grossier, avec quelques cailloutis. Elles sont accompagnées de petites cryoturbations (micro-buttes) nettement limitées vers le bas (limite supérieure d'un gel profond) (fig. 10). Des indurations brun sombre occupent souvent la partie supérieure des fentes de gel. Au même niveau, apparaissent des fentes plus profondes (plus de 0,5 m et jusqu'au mètre de profondeur), espacées de plus de 10 mètres (trois fentes observées) et à remplissage de sable. Dans l'une d'elles, des litages verticaux sont perçus (*sand-wedge*). Nous ne distinguons pas une éventuelle antériorité de l'un des réseaux par rapport à l'autre.

Dans l'axe de la rocade, le niveau est régulier et s'abaisse imperceptiblement vers le nord-est passant de 18,2 à 18,0 m IGN 69.

2.7 - UNITÉS 5 À 8 : LÆSS TYPIQUE

Le lœss typique est épais de plus de 4 m. Au sommet, l'unité 8 est brun jaunâtre, décarbonatée et affectée par la pédogenèse. Toutes les autres unités lœssiques sont calcaires (de 12 à 15 % pondéral), avec de fréquentes recarbonatations parfois très abondantes sous forme de «poupées» ou de «pseudomycélium».

Les unités 5 à 7 se différencient par les variations de couleurs et quelques figures cryogéniques soulignées par l'oxydoréduction. La coloration brun jaunâtre de l'unité 7 est perturbée par des taches larges et irrégulières grises et orangées. Dans l'unité 6, les concentrations d'oxydes ferreux et ferriques, qui se devinaient déjà à travers les marbrures de l'unité 7, s'organisent soit sous forme de bandes accompagnées de concentration de manganèse, soit sous forme de polygones quadrangulaires de 10 à 20 cm de large. Ces cellules sont oxydées sur les bords et réduites au centre. Elles sont bien visibles sur une forte épaisseur, bien que déformées par le talus routier. Les bandes ferriques sont diffuses. Il est possible d'en compter toutefois trois mais seule la plus profonde et la mieux marquée (entre les unités 5 et 6) peut être facilement suivie de proche en proche. Elle est parfois légèrement déformée par des ébauches de fentes ou une légère cryoturbation.

L'unité 5 se distingue nettement par son caractère de gley : forte réduction (coloration gris bleu), accompagnée de langues ou de marbrures brun sombre indurées avec quelques traces de cryoturbations. Les poupées y sont absentes mais le pseudomycélium abondant. Quelques cailloux d'argile yprésienne apparaissent sporadiquement au bas de l'unité. L'unité 5 peut présenter une composante sableuse localement importante, en particulier sur le talus ouest.

3 - ANALYSES PALYNOLOGIQUES ET MALACOLOGIQUES

3.1 - PALYNOLOGIE (UNITÉS 2 ET 3A)

Les prélèvements palynologiques sont constitués de 7 boîtes de 30 cm et d'un échantillon à la base de la coupe

27, soit 320 cm dans les unités 2 à 4 (unités lithologiques de détail 3 et 5 à 9, fig. 6).

L'ensemble du diagramme (fig. 12) est caractérisé par la dominance de *Pinus* et de *Betula* parmi les arbres et la présence de *Picea*, *Alnus*, *Corylus* et *Quercus* et celle plus occasionnelle de *Carpinus* et *Ulmus*. Parmi les plantes herbacées, on constate la présence de plantes héliophiles de caractère steppique telles que *Artemisia* et diverses *Asteraceae* (type *Crepis* notamment), de *Chenopodiaceae*, *Cistaceae*, *Plantaginaceae*, ainsi qu'à deux niveaux, *Ephedra*. On trouve aussi des plantes des milieux humides, *Cyperaceae*, fougères de type *Dryopteris*, qu'accompagnent quelques aquatiques (*Sparganium*, *Menyanthes*) et des taxons présents dans les prairies humides : *Apiceae*, *Brassicaceae*, *Caryophyllaceae*, *Ranunculaceae*, *Thalictrum*. On y voit aussi régulièrement *Calluna*, la bruyère acidiphile, *Sellaginella* à distribution arctique alpine, comme certaines espèces d'*Armeria* genre à distribution tempérée et arctique.

De tels assemblages, complexes à interpréter vu la diversité de taxons aux exigences écologiques variées, sont souvent caractéristiques de périodes de déséquilibre. Trop tempérées pour appartenir au Pléniglaciaire Weichselien, auquel sont attribués les dépôts sus-jacents et trop froides pour appartenir à un interglaciaire, ces couches semblent bien disposées durant le Début Glaciaire.

Le profil peut être divisé en deux zones (P1 et P2) sur la base des proportions relatives des arbres et des *Cyperaceae*, la limite correspondant plus ou moins à la fin de l'accumulation des limons coquilliers.

On pourrait éventuellement attribuer l'extension des arbres à un artifice lié à la disparition locale d'une cariçaie. Il ne semble pas que cette seule cause liée à une modification édaphique puisse être invoquée. Si on extrait de la somme de base utilisée pour le calcul des pourcentages, on se rend compte que dans la zone P1, arbres et plantes herbacées voient leurs pourcentages se relever. Dans la zone P2, au contraire, seuls les arbres (*Pinus*, *Betula*, *Corylus*, *Quercus*) augmentent et non les herbes. C'est dans la phase 1, au contraire, qu'apparaissent les seuls taxons vraiment indicateurs de froid (*Armeria*, *Sellaginella*). On peut donc conclure que la disparition de la cariçaie correspond à une légère amélioration des températures.

Il faut remarquer cependant le cailloutis qui s'intercale à la base de P2 et qui pourrait indiquer un hiatus temporel de durée imprécise, séparant plus nettement les deux phases polliniques observées.

La publication du diagramme de Watten (Sommé *et al.*, 1994), prélevé dans des sédiments fluviaux de l'Aa, près de St-Omer (Nord, France) où deux interstades début glaciaire ont été observés en superposition, donne l'occasion d'opérer une corrélation éventuelle de l'évolution observée à Lambersart, avec une séquence très comparable, par sa nature et par sa situation géographique. Sur la base de la dominance de *Pinus* sur *Betula*, de la faible importance de *Picea*, il semblerait plus indiqué de rapprocher la zone P1 du Brørup décrit à

1993

LAMBERSART - ROCADE (Nord)

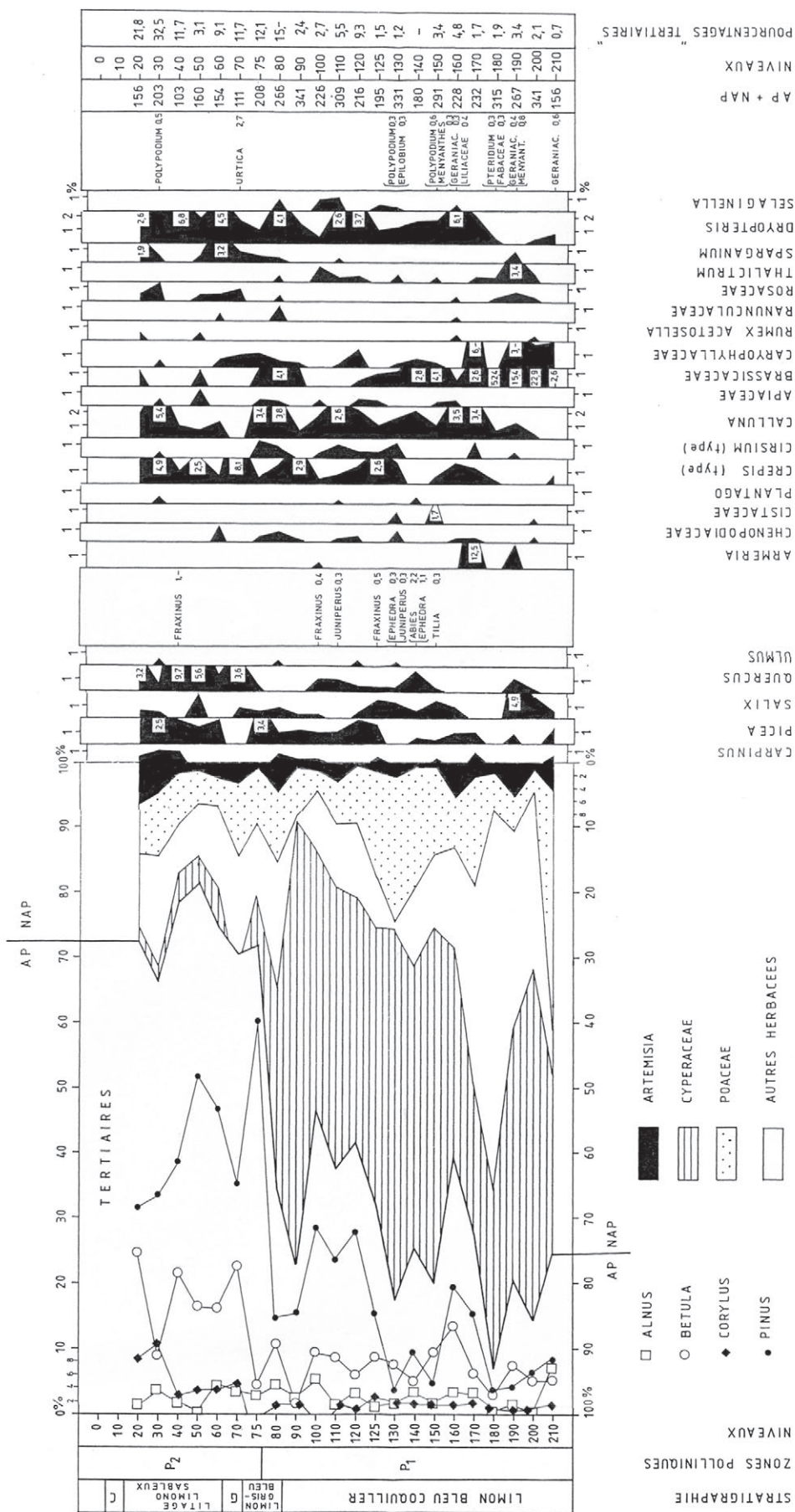


Fig. 12: Lammersart «Les Conquérants» - Diagramme palynologique.
 Fig. 12: Lammersart "Les Conquérants" - Palynological diagram.

Watten. Il en est de même si on considère les plantes herbacées, parmi lesquelles les steppiques ne sont pas abondantes. Or, une des conclusions générales de l'étude multidisciplinaire entreprise à Watten voyait, durant l'interstade d'Odderade, un climat plus sec et plus continental qu'au Brørup plus humide.

Remarquons enfin qu'en raison de la proximité de gisements tertiaires un certain nombre de pollens remaniés étaient présents dans les spectres étudiés (pourcentages indiqués à droite dans le diagramme). L'importance de ces éléments faibles à la base du dépôt s'accroît ensuite légèrement, puis devient majoritaire dans les deux niveaux supérieurs que nous n'avons pas retenus pour cette raison.

3.2 - MALACOLOGIE (UNITÉ 2)

Trois prélèvements dans l'unité 2 (unités lithologiques de détail 8 et 9, fig. 6). Les trois associations recueillies dans le limon du site de Lambersart sont pauvres en espèces mais riches en individus (fig. 13). Les taxons dominants de ces assemblages sont des espèces à large valence écologique, capables de résister à des conditions climatiques rigoureuses (*Pupilla muscorum*, *Trichia hispida*, *Columella columella*, *Succinea oblonga*) (tab. 1). Les deux dernières espèces sont de plus particulières aux biotopes très humides de type sol marécageux, leur développement est en bon accord avec la description d'une cariçaie par les données palynologiques. Ces malacofaunes témoignent donc d'un milieu ouvert se développant sous des conditions climatiques froides et humides. Par leurs caractéristiques (diversité faible, effectifs élevés) et leur composition faunistique, ces assemblages pourraient être rapportés au type d'association de phase glaciaire dit «à *Columella columella*» qui correspond à des phases froides assez humides à climat subarctique et végétation de toundra, la température moyenne annuelle étant proche de 0° (Puisségur, 1976). Cependant, ces associations types ont été définies à partir de sites localisés nettement plus à l'Est (Bourgogne, vallée du Rhône) ainsi qu'en référence aux données d'Europe centrale (Puisségur, 1976; Ložek, 1964). Or, en position occidentale, les malacofaunes de phase froide sont très appauvries en terme de diversité,

seul un petit nombre d'espèces colonisent les aires les plus occidentales de l'Europe (Rousseau, 1989). Par rapport aux faunes types à *C. columella* décrites par Puisségur, les assemblages de Lambersart apparaissent donc beaucoup moins diversifiés et peuvent correspondre à des ambiances climatiques sensiblement différentes. La présence de *C. columella* dans les malacofaunes très occidentales n'est pas très fréquente. Elle est cependant connue de quelques sites de la bordure Atlantique en France, au Havre (Lautridou, 1985), à Bréhat et sur les îles anglo-normandes à Jersey (Rousseau & Keen, 1989). Partout le développement de ces faunes est mis en relation avec des milieux humides pendant un cycle climatique glaciaire.

En Europe centrale les faunes malacologiques présentent des variations dans leur composition correspondant aux différentes phases climatiques du cycle froid : interstades de début glaciaire et pléniglaciaires (Ložek, 2001). À l'Ouest en revanche, le faible réservoir spécifique ne permet pas un enregistrement bien marqué de ces phases. À Villiers-Adam dans le Bassin parisien par exemple, les faunes du Début Glaciaire weichselien ne se distinguent des assemblages pléniglaciaires

GE	Espèces	C		B		A	
		nb. ind.	%	nb. ind.	%	nb. ind.	%
5	<i>Pupilla muscorum</i>	157	31,0	150	28,2	31	22,8
	<i>Columella columella</i>	84	16,6	106	20,0	17	12,5
	<i>Vallonia pulchella</i>	0	-	2	0,4	0	-
	<i>Vallonia costata</i>	1	0,2	0	-	0	-
	<i>Vertigo pygmaea</i>	0	-	1	0,2	0	-
7	<i>Trichia hispida</i>	122	24,1	105	19,8	41	30,1
7'	<i>Limaces</i>	32	6,3	42	7,9	6	4,4
8	<i>Succinea oblonga</i>	111	21,9	122	23,0	41	30,1
9	<i>Vertigo genesii</i>	0	-	1	0,2	0	-
10	<i>Anisus spirorbis</i>	0	-	1	0,2	0	-
	<i>Pisidium sp.</i>	0	-	1	0,2	0	-
Effectif total		507	100	531	100	136	100
Richesse spécifique		6		10		5	

Tab. 1 : Liste des malacofaunes.

GE) groupes écologiques ; 5) terrain découvert ; 7) mésophile ; 7') limaces ; 8) hygrophile ; 9) palustre ; 10) aquatique.

Tab. 1: List of the mollusc species.

GE) ecological group; 5) bare land; 7) mesophile; 7') slug; 8) hygrophile; 9) paludal; 10) aquatic.

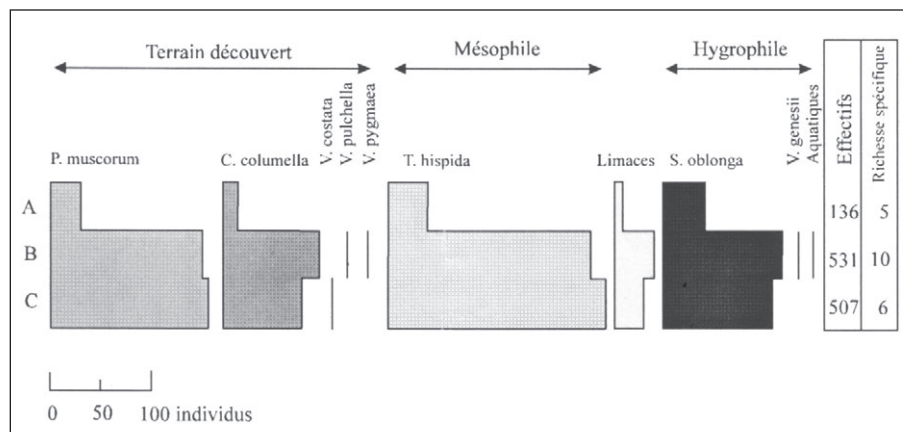


Fig. 13 : Lambersart «Les Conquérants» - Diagramme malacologique.

Fig. 13: Lambersart "Les Conquérants" - Malacological diagram.

ciaires que par la présence sporadique de quelques espèces formant un cortège secondaire (Limondin-Lozouet & Gauthier, 2003). Les malacofaunes de Lambersart sont globalement représentatives d'une phase glaciaire. Dans le détail, on note pour les deux premiers échantillons (C et B) la présence de quelques taxons secondaires qui permet de proposer un parallèle avec les faunes de Villiers-Adam rapportées au Début Glaciaire.

L'échantillon A livre un cortège beaucoup moins riche tant en espèces qu'en individus qui traduit une phase plus sèche. En première interprétation, il semble qu'il s'agisse également d'une phase plus froide avec une association spécifique comparable aux faunes du Pléniglaciaire. Cependant l'étude palynologique perçoit au sommet de l'unité une légère amélioration climatique. Il est donc possible que la réduction des effectifs soit principalement due à un assèchement de la zone. La succession malacologique de Lambersart traduit donc des conditions froides et humides qui évoluent dans l'association sommitale vers un milieu plus sec.

4 - CORRÉLATIONS PROCHEES : LE SITE DES CONQUÉRANTS DANS SON CONTEXTE MORPHO-STRATIGRAPHIQUE

La stratigraphie décrite à Lambersart «Les Conquérants» est distante d'à peine quelques centaines de mètres des briqueteries de Lomme et surtout de Lambersart (fig. 1 & 2), coupe de référence dans le système stratigraphique régional (Sommé, 1975; Paepe & Sommé, 1970). La partie supérieure de la séquence est ainsi facilement et directement corrélable à la coupe de la briqueterie de Lambersart et au système stratigraphique de Paepe et Sommé (1970) «löss de couverture» pléniglaciaire sur les «formations limoneuses litées» (unité 4) et les «sables et graviers» du Début glaciaire (unité 3). L'unité 1 des Conquérants est corrélable au sédiment sableux sous-jacent attribué au Saalien. Toutefois l'unité 2 (limon coquillier) ne trouve pas sa place dans ce système.

Le transect de la figure 14 permet de replacer le site dans son contexte morpho-stratigraphique. La plupart

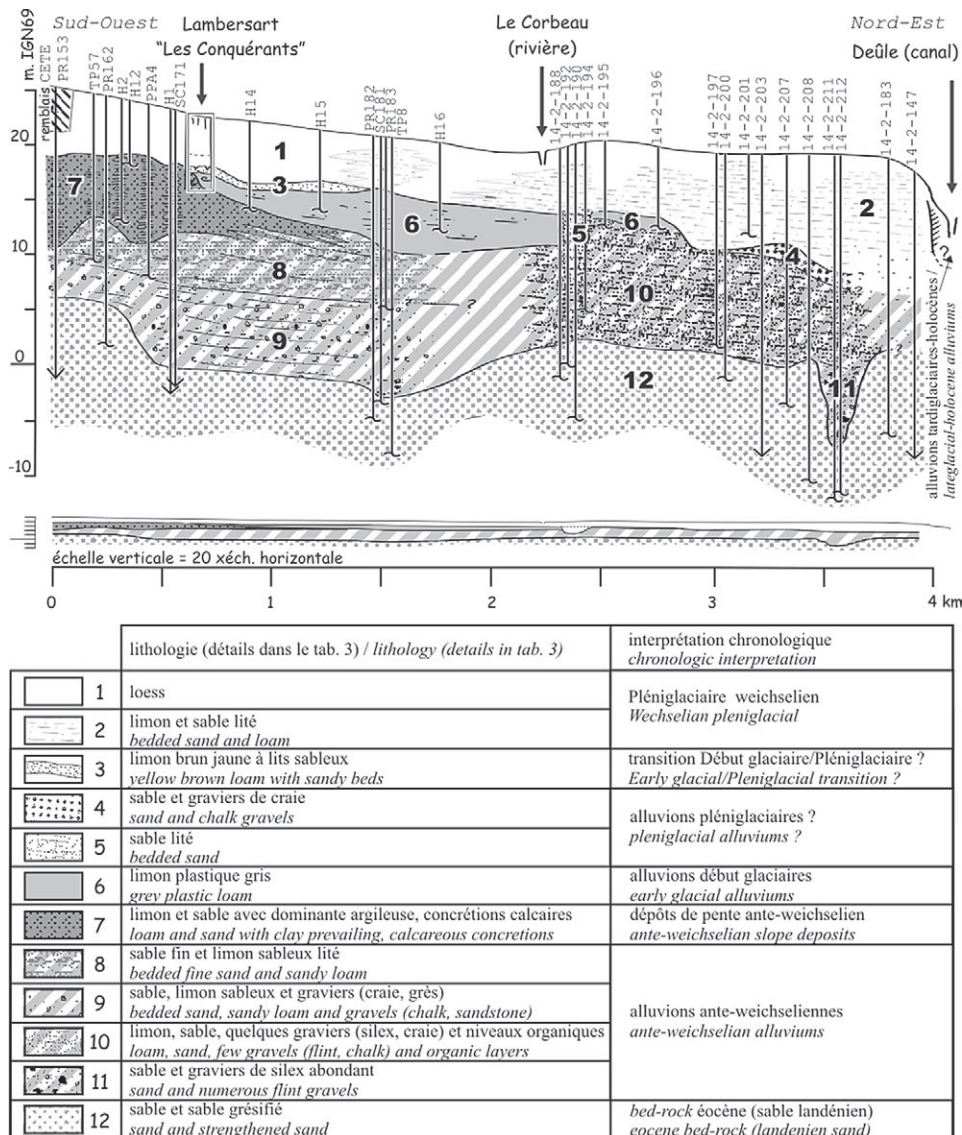


Fig. 14 : Transect de la vallée depuis Lambersart «Les Conquérants» jusqu'au canal de la Deule.

Fig. 14: Valley cross-section, from Lambersart "Les Conquérants" to the Deule canal.

unité	description (sondeur)	corrélation	interprétation
1	silt sablonneux	Lambersart « Les Conquérants », unités 5 à 8	loess typique, Pléniglaciaire
2	sable, sablon, silt très sablonneux, fréquentes mentions de litages et litages fins	Marquette-Lez-Lille « Le Haut Touquet » (figure 15)	formation fluvio-éolienne de fond de vallée, Pléniglaciaire
3	« silt jaune brun verdâtre légèrement plastique à passées sableuses » « silt brun jaunâtre »	Lambersart « Les Conquérants », unité 3	formation litée corrélative de l'érosion sur versant, début du Pléniglaciaire ?
4	sables, sables silteux, graviers de craie (texture plus grossière que sus et sous-jacente)	-	activité fluviatile en fond de vallée ; Pléniglaciaire ?
5	sables lités	-	formation fluviatile érodant l'unité 4 ? limite stratigraphique difficile à déterminer
6	silt, silt argileux, silt plastique, passages sableux, mentions d'une coloration grise, gris bleu ou marron noir, de sédiment plastique avec lits sableux	Lambersart « Les Conquérants », unité 2	formation de fond de vallée, Début Glaciaire
7	silt argileux, très argileux, argile, silt plastique, silt sablonneux à argileux, gris, gris verdâtre, roux, concrétions calcaires	-	formation de versant anté-weichselienne
8	sable fin, sablon, silt sablonneux, lités	-	?
9	sable, sable fin, silt, fréquentes mentions de graviers de craie roulés, de tuffeau	-	formation fluviatile sablo-graveleuse anté-weichselienne
10	texture hétérogène : silt, sable, cailloutis de silex ou de craie épisodiques ; mention de niveaux organiques « silt sableux organique brun »	-	?
11	sable à silex, silt gris foncé à gris bleu à silex et concrétions calcaires	-	nappe fluviatile grossière anté-weichselienne
12	silt sableux vert, passages consolidés	-	substrat landénien

Tab. 3: Transect partiel de la vallée : stratigraphie, description et interprétation.
Tab. 3: Partial cross-section of the valley: stratigraphy, description and interpretation.

des sondages utilisés ont été réalisés par le CETE et enregistrés à la banque du sous-sol du BRGM (Bureau de Recherche Géologique et Minière) en deux campagnes. Outre la qualité de réalisation, ces données présentent le double avantage de recouper le site de Lambersart et de présenter une homogénéité de description. La synthèse litho-stratigraphique à l'échelle du versant reste toutefois très délicate. Nous synthétisons observations, corrélations et interprétations dans le tableau 3.

Le toit du substrat landénien (unité 11, fig. 14) est parfois difficile à repérer avec précision en raison de sa similitude avec les alluvions sableuses qui en sont issues. La disparition des graviers de craie (présents dans l'unité 8 et épisodiquement dans l'unité 10 de la fig. 14) est un des indices les plus fiables.

La couverture loessique pléniglaciaire (unité 1, fig. 14) passe vers l'Est à une couverture litée limono-sableuse (unité 2, fig. 14) que nous pouvons interpréter sans trop d'hésitation comme un dépôt fluvio-éolien de fond de vallée, contemporain. Ce faciès préfigure les formations sablo-limoneuses communes plus en aval et peut être illustré par l'observation réalisée à la pelle mécanique à

proximité de la confluence Marque-Deûle (fig. 15) (Deschodt *in* Cercy, 2004).

Deux sondages présentent une unité sablo-limoneuse qui peut éventuellement être corrélée à l'unité 3 des Conquérants (unité 3, fig. 14). Cette formation en piedmont du versant du début du Pléniglaciaire s'étendrait donc sur quelques centaines de mètres, avec une pente générale faible.

L'unité 2 des Conquérants peut, quant à elle, trouver quelques échos dans la description (à une altitude proche) de sédiments silteux plastiques de couleur grise ou gris verdâtre (unité 4, fig. 14).

Plus à l'Ouest, les sondages géotechniques font fréquemment mention de sédiments argileux (mais dans une ambiance toujours sableuse). Nous l'interprétons comme formations de versant antérieures au Weichselien (unité 7, fig. 14), corrélable avec l'unité 1 des Conquérants. Notons d'ailleurs que des observations fugaces de sédiments très argileux verts y avaient été effectuées (cf. *supra*). Cette formation contraste avec les unités sous-jacentes, plus franchement sableuses, voire sablo-graveleuses, interprétées comme alluvions anté-weichseliennes.

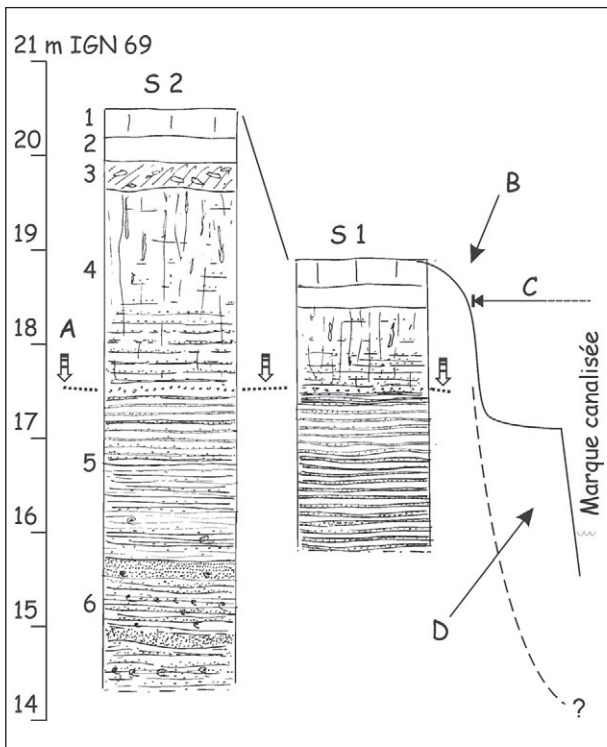


Fig. 15: Sondages de Marquette-Lez-Lille, exemple d'alluvions limono-sableuses en fond de vallée, attribuables au Pléniglaciaire weichselien.

Localisation 4 sur la figure 1, coordonnées Lambert 1 : S1=651955 ; 331538 / S2=652026 ; 331579. A) limite de décarbonatation ; B) profil topographique à convexité marqué ; C) étroit lit majeur de la Marque, méandrique ; D) probable alluvions tardiglaciaires-holocènes ; 1) labour ; 2) colluvions limoneuses ; 3) niveau archéologique ; 4) limon pédogénisé, légèrement orangé, apparence similaire au décapage à un sol sur loess de versant, mais, en coupe, perception de discrets lits réguliers de sable vert, de mieux en mieux marqué vers le bas, très réguliers et assez épais (maximum de 1 à 2 cm) ; 5) identique à l'unité 4, mais sous la limite de décarbonatation ; sédiment calcaire, en particulier dans les lits limoneux très clairs, parfois blanchâtre et plastique, les lits sont extrêmement bien marqués (alternance sable/limon) ; 6) passage à des lits très fins limono-sableux, grisâtre, parfois avec très fines lamines de limon blanc (concentration en carbonate, décantation probable), avec malacofaune parfois abondante dans les lits sableux ; passages décimétriques de sable grossier à moyen lité, avec malacofaune.

Fig. 15: Marquette-Lez-Lille test pits, sandy loam alluviums in the bottom valley example, attributed to the weichselian Pleniglacial.

Location 4 figure 1, Lambert 1 coordinates: S1=651955 ; 331538 / S2=652026 ; 331579. A) decalcification limit; B) pronounced convex slope; C) slim meandering Marque river flood plain; D) probably lateglacial-holocene alluviums; 1) plough horizon; 2) loamy colluviums; 3) archaeological level; 4) weathered, lightly orangey loam, looks like a loess at the scarping level but in cross-section perception of discrete and irregular green sand thin beds, more and more pronounced and thicker (max. 1 to 2 cm) downwards; 5) id. unit 4 but under the decalcification limit; calcareous sediment (especially the very light loam beds sometimes plastic and white), sharp laminated (alternating sand and loam beds); 6) going to very thin sandy loam beds, grey, with sometimes white thin laminated loam (calcareous concentration, probably decantation) and with mollusc (numerous in places in the sandy beds); some coarse to medium sand decimetric beds, with mollusc.

La séquence de Lambersart «les Conquérants» est donc pour partie corrélable avec la séquence saalienne et weichselienne de versant. Mais la position morphologique actuelle de Lambersart «Les Conquérants» (en bas de versant) est due à l'épais dépôt de loess typique sous le vent du relief. Le loess scelle le développement de l'unité 3 (sables et graviers) et l'apparition de l'unité 2 (limon coquillier) que nous tenons pour dépôts de fond de vallée.

5 - DISCUSSION SUR L'UNITÉ 2 (LIMON COQUILLIER): UNE FORMATION DE FOND DE VALLÉE HUMIDE ATTRIBUÉE AU DÉBUT GLACIAIRE

La séquence observée à Lambersart «Les Conquérants» correspond à la limite nette et rapide entre deux domaines morpho-sédimentaires: le versant et le fond de vallée. Le dépouillement de sondages géotechniques (fig. 14) confirme cette position. Le «limon coquillier» (unité 2) reste limité au fond de vallée contemporain. Il pourrait même s'agir d'un remplissage de chenal (fig. 7) déposé dans des conditions peu dynamiques. Les analyses palynologiques et malacologiques soulignent l'humidité du lieu. Le cortège des malacofaunes indique un climat particulièrement rigoureux tandis que l'enregistrement palynologique indique un contexte de phase froide du Début Glaciaire (cf. *supra*). Au sommet de l'unité, nous observons une baisse des effectifs malacologiques (échantillon A). Cette dernière tendance coïncide paradoxalement avec un développement du couvert forestier et à une amélioration des températures enregistrées par la palynologie (passage à la palynozone P2, échantillon à 75 cm).

6 - DISCUSSION SUR L'UNITÉ 3 (SABLE ET GRAVIER): UN DÉPÔT FLUVIATILE CORRÉLATIF D'UNE PHASE ÉROSIVE MAJEURE DU VERSANT AU DÉBUT DU PLÉNIGLACIAIRE ?

6.1 - UN DÉPÔT SUR VERSANT ET FOND DE VALLÉE

Les dépôts sablo-graveleux de l'unité 3, associés à une limite érosive, se suivent depuis le versant (sous forme de placages) jusque dans le fond de vallée (sous forme d'accumulations fluviales litées). L'unité 3 correspond à une érosion intense du versant, dans un contexte climatique rigoureux (marqueurs de froids) et humide. Par son caractère fluvial grossier, elle contraste avec les formations antérieures et postérieures. Au pied du versant, au droit du chantier, les dépôts s'épaississent et changent rapidement de faciès: d'abord très grossiers sur une cinquantaine de mètres, dans des petites ravines ou chenaux (avec parfois une interstratification de limon coquillier 3B), elle passe au-delà d'une cinquantaine de mètres à des lits sablo-limoneux réguliers (fig. 8 & 9). Le faciès fin coquillier (3B) est expliqué par une décantation limoneuse dans des zones en eau à l'abri des écoulements turbulents (fig. 9).

L'unité 3 est donc un enregistrement fluvial original dans le fond de vallée associé à une limite érosive majeure. L'étalement des écoulements et du dépôt dans le fond de vallée peut s'expliquer par un substrat gelé pendant la crue (comme en témoigne par exemple la reprise en masse de sédiment sur la figure 5). La transition entre le hiatus (ou le dépôt discontinu) du versant et les accumulations litées en fond de vallée s'effectue sur une cinquantaine de mètres par zone à «chenaux/ ravines» en bordure du fond

de vallée. Cette zone est séparée du versant proprement dit par une légère rupture de pente. Sa géométrie générale correspond à un dépôt de piedmont tandis que la dynamique est déjà celle d'écoulements un peu plus concentrés dans l'axe de la vallée (fig. 9).

6.2 - NOUVELLE INTERPRÉTATION DE LA PALYNOZONE P2 : REMANIEMENTS DE SOLS

La majeure partie de l'amélioration climatique enregistrée par les pollens (P2) correspond, paradoxalement, à l'unité 3. Mais nous remarquons également que le taux de pollens tertiaires est important (fréquemment plus de 10 % et parfois jusqu'à plus de 30 % du nombre de grains), témoignage supplémentaire d'une érosion sur versant. Nous expliquons la présence des taxons tempérés par le remaniement des horizons de sols des interstades du Début Glaciaire depuis le versant. Les sédiments ont été déposés et rapidement enfouis à leur arrivée dans le fond de vallée (faciès régulièrement lité). D'éventuels agrégats remaniés n'avaient pas été recherchés lors des observations de terrain, par contre la coloration brun sombre marquée de certains lits a été soulignée (fig. 5). Dans le diagramme palynologique (fig. 12), seule l'amorce de l'amélioration climatique serait en position primaire au sommet de l'unité de limon coquillier (unité 2).

6.3 - INTERPRÉTATION CHRONO-STRATIGRAPHIQUE : DÉBUT DU PLÉNIGLACIAIRE ?

La séquence décrite manque de datations et l'attribution chronologique de l'unité 3, comme celle des autres unités, repose sur les corrélations stratigraphiques et la chronologie relative.

Dans son faciès distal vis-à-vis du versant, la régularité des lits et l'absence d'érosion majeure perceptible au sein de l'unité 3 plaident pour une mise en place rapide et un fonctionnement court du système. Toutefois l'unité 3 n'est peut-être qu'un témoin rapide et tardif d'une crise érosive qui a précédemment affecté la zone sur une plus longue durée.

L'unité 3 est le résultat évident d'un processus fluvial érosif qui affecte le fond de vallée et le versant dénudé. La rigueur du climat est confirmée par la présence de marqueur de froid dans la texture grossière. Nous la corrélons à l'unité «Sable et graviers» du système Paepe et Sommé (1970). À Lambersart «Les Conquéranants», comme dans l'ensemble des observations du pays de Weppes (Sommé, 1975), l'unité de «sables et graviers» est ainsi à la base de la séquence weichselienne, sous la forme d'un lit discontinu ou d'une accumulation modérée vers le bas de versant.

Sa position stratigraphique, postérieure à l'unité 2 attribuée au Début Glaciaire sur base palynologique et antérieure aux formations lœssiques permet de la dater soit de la fin du Début Glaciaire ou du Pléniglaciaire. De même, dans la partie amont et crayeuse du bassin versant de la Deûle (Gohelle), une crise hydrologique intense affecte le réseau de talwegs élémentaires avant le dépôt de lœss (Deschodt, 2006). Dans le bassin parisien, la

phase d'érosion où de larges et profondes ravines démantèlent le pédo-complexe est datée du début du Pléniglaciaire weichselien (Locht, 2002; Antoine *et al.*, 1998; Antoine *et al.*, 2003). Nous proposons une corrélation entre ces événements et l'accumulation de l'unité 3 observée à Lambersart «Les Conquéranants».

6.4 - RÉFLEXION SUR LE CARACTÈRE ARÉOLAIRE DE L'ÉROSION SUR VERSANT

6.4.1 - Une érosion intense et aréolaire par ruissellement

L'unité 3 est interprétée comme dépôt corrélatif d'une érosion par ruissellement sur le versant. Nous la corrélons avec de nombreuses observations en pied de versant (cf. *supra*). Nous remarquons par ailleurs qu'aucun sol ou complexe de sols attribuable au Début Glaciaire n'a encore été observé sur le versant, et ce malgré la relative abondance des points d'observations et la longueur des coupes étudiées (fronts d'exploitation des anciennes briqueteries, fig. 1). Il s'agit pourtant d'une unité pédo-sédimentaire largement répandue en contexte lœssique (Antoine *et al.* 1998; Haesaerts & Mestdagh, 2000) et présente à Seclin, sur le versant crayeux opposé (n° 14 sur la fig. 1) (Tuffreau *et al.*, 1994). Sur ce dernier site, comme dans de nombreux autres gisements archéologiques du Début Glaciaire weichselien, l'érosion s'exprime par des ravines, parfois imposantes, qui incisent le sédiment limoneux.

L'érosion est directement liée aux conditions périglaciaires (dénudation, cycles gel/dégel, écoulements sur sol gelé...). L'unité 3 comporte d'ailleurs des marqueurs de froid et une observation d'un remaniement en bloc témoigne du gel au moins partiel du sédiment pendant les écoulements (fig. 5). Mais ces processus n'expliquent pas, à eux seuls, le caractère aréolaire de l'érosion sur versant et l'absence de toute conservation de sols antérieurs. Nous pouvons essayer de lister les facteurs locaux qui ont pu concourir à cet état :

6.4.1.1 - Un versant sableux

Au premier chef, nous pouvons citer le caractère sableux marqué du versant (sous le lœss de couverture) : par sa faible cohésion, le sable favorise le développement de rigoles mais aussi leur effacement rapide. La répétition du phénomène permet un «balayage» du versant par les écoulements (Bertran *et al.*, 2004).

6.4.1.2 - Un versant à pente très faible

Un autre facteur probablement prépondérant est, paradoxalement, la très faible pente du versant (inférieure à 1 %). Les synthèses sur le ruissellement (Bertran *et al.*, 2004; Mercier, 2001; Lenoble 2005) n'évoquent pas d'érosions sur les très faibles pentes (le bas de versant étant considéré comme une zone d'accumulation). Il est probable que la morphologie particulière du Weppes, avec ses pentes très douces, n'autorise pas la concentration des écoulements en ravines pérennes et donc favorise son balayage par le ruissellement.

6.4.1.3 - Un versant sous le vent

Difficile à démontrer et à quantifier, nous émettons l'hypothèse que la position d'abris du versant par rapport au vent dominant d'Ouest a pu favoriser en climat périglaciaire les accumulations neigeuses (de la même manière qu'il a forcé, ultérieurement, les dépôts éoliens). D'éventuelles accumulations de neige auraient non seulement fourni un stock d'eau pour alimenter des écoulements efficaces mais aussi favorisé, en masquant et obstruant les talwegs élémentaires, le balayage par les écoulements.

6.4.1.4 - Un substrat imperméable en sommet de versant

Enfin, l'affleurement de l'argile yprésienne en partie supérieure de versant (avant la mise en place de la couverture lœssique continue au Pléniglaciaire weichselien) devait favoriser, quel que soit le régime climatique, le ruissellement de la tranche d'eau précipitée.

Les explications proposées restent toutefois qualitatives et il est difficile d'apprécier à sa juste valeur la part relative de chacun des paramètres.

6.4.2 - Un processus généralisable aux versants sableux à faible pente ?

Le processus envisagé (ruissellement faiblement concentré balayant le versant) a vraisemblablement été répandu dans les environnements sableux, ce qui pourrait expliquer la tendance constatée empiriquement d'une plus mauvaise conservation des pédo-complexes dans ces milieux (l'enregistrement weichselien y débute fréquemment par des formations pléniglaciaires sur une limite érosive) (fig. 15). En s'exerçant dans des secteurs à faibles pentes et à relief modéré, il ajoute une contrainte supplémentaire à leur conservation dans des environnements déjà sensibles aux érosions.

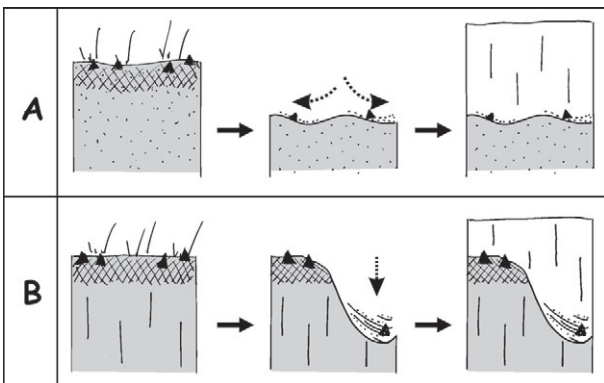


Fig. 16: Différence d'érosion sur pente faible en fonction de la texture.

A) sol sur versant sableux à pente faible → ruissellement faiblement concentré et mobile, érosion aréolaire → absence de sol sous les dépôts lœssiques ultérieurs ; B) versant limoneux → ruissellements concentrés en ravines → conservation partielle des sols sous les dépôts lœssiques ultérieurs.

Fig. 16: Different erosion on low grade slope according the texture.
A) low grade sandy slope → moving low concentrated wash → no soil horizons under subsequent loessic deposits; B) loamy slope → gullying → partly soils conservation under subsequent loessic deposits.

6.4.3. Originalité du Weppes : conservation du dépôt corrélatif à l'érosion

Si l'érosion est fréquemment observée sur sable, le dépôt corrélatif l'est moins. En général les sédiments associés au hiatus sont des matériaux grossiers en transit (à l'image de l'unité 3 «sur versant») et ne représentent qu'une faible part du matériel érodé. Le réseau hydrographique contemporain (probablement très actif au vu de l'importance du ruissellement observé sur des zones de versant à faible bassin de captage) ou ultérieur (au cours du Pléniglaciaire) pouvait prendre en charge et évacuer le sédiment. Des facteurs locaux peuvent là encore expliquer la conservation, au moins partielle, des sédiments à Lambersart «Les Conquérants» :

6.4.3.1 - La largeur importante de la vallée a peut-être protégé le dépôt de «sable et gravier» d'un déblaiement par les écoulements de fond de vallée contemporains. Au pied du versant, les eaux s'épalaient et la charge se déposait en ravines ou en nappes régulières, mais dans tous les cas à distance des écoulements principaux du fond de vallée.

6.4.3.2 - L'apport massif de lœss pléniglaciaire a changé la morphologie du contact versant/fond de vallée (progradation du versant). En induisant un statut «de versant» à la séquence, il l'a protégée d'un remaniement fluvial ultérieur (et peut-être aussi favorisé son observation en coupe).

7 - DÉPÔTS FLUVIATILES DU DÉBUT GLACIAIRE / DÉBUT PLÉNIGLACIAIRE : ÉLÉMENTS DE COMPARAISONS ET CORRÉLATIONS PROCHEs

La succession stratigraphique observée à Lambersart «Les Conquérants» n'est pas isolée mais semble, au contraire, être bien développée sous les lœss pléniglaciaires du bas de versant de regard est de la vallée et dans la partie amont des petites vallées affluentes (fig. 17 et tab. 2).

7.1 - SECLIN «HOPITAL»

La parcelle sondée à l'occasion de l'extension de l'Hôpital de Seclin est contiguë à la rive gauche du canal de Seclin (fig. 18). Ce dernier, en connexion avec le canal de la Deûle, occupe le fond d'un large vallon drainant environ 40 km² d'un sous-bassin versant situé à la retombée sud du dôme du Mélançois. Cette zone est en particulier connue par le gisement paléolithique moyen de Seclin, distant de quelques centaines de mètres et légèrement plus haut sur le versant.

Quatre sondages profonds, réalisés à la pelle mécanique, ont rencontré une série fluviale de sables et graviers de craie lités surmontée d'une couverture limoneuse calcaire, parfois sablonneuse et litée en partie inférieure (fig. 19). Le sondage le plus éloigné du canal a

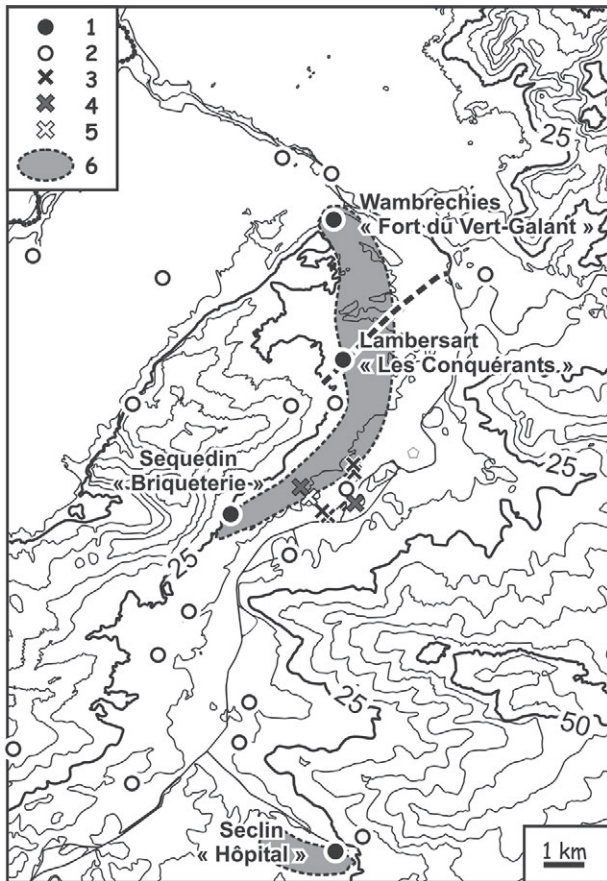


Fig. 17: Essai de cartographie des formations limoneuses du fond de vallée du Début Glaciaire conservées sous les formations lœssiques de la région de Lille.

1) observations en coupe avec sédiments corrélables à l'unité 2 de Lambersart «Les Conquérants»; 2) autre observation en coupe; 3) forages anciens cités par Ladrière (Ladrière, 1885, 1886) décrivant un «sable argileux gris bleu avec débris végétaux et succinés»; 4) id. 2, mais sans mention de texture argileuse; 5) autre forage cité par Ladrière; 6) répartition approximative des témoins de formations limoneuses du Début Glaciaire conservés sous le lœss.

Fig. 17: Early glacial bottom valley loamy formations under the loessic slope in the Lille area, a cartographic attempt.

1) Les Conquérants Unit 2 correlated cross-section observations; 2) other cross-section observations; 3) old bore holes quoted by Ladrière (Ladrière, 1885, 1886) with blue grey clayey sand with vegetal remains and mollusc description; 4) id. 2, with no mention of a clayey texture; 5) other ancient bore holes quoted by Ladrière; 6) approximative distribution of the early glacial loamy formations preserved under the loess.

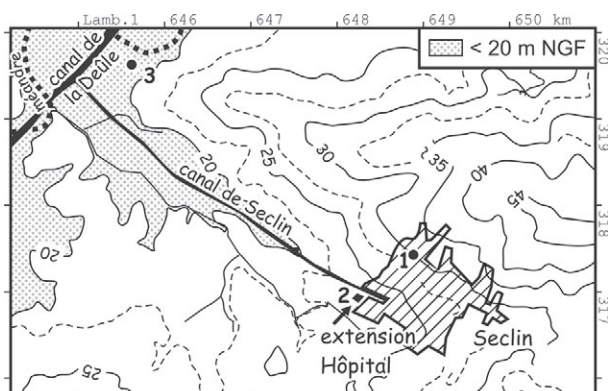


Fig. 18: Localisation de l'observation Seclin «extension de l'hôpital».

Courbes de niveau en mètres NGF Lallemand, d'après la carte IGN 1/25000, aire inférieure à 20 m en grisé. 1) gisement paléolithique moyen de Seclin (usine); 2) parcelle sondée, extension de l'hôpital.

Fig. 18: Seclin "extension de l'hôpital" location.

Contour line (meters, Lallemand survey, according to 1/25000 IGN map), area below 20 m in grey. 1) middle paleolithic site (Seclin «factory»); 2) tested plot (hospital expansion).

montré la conservation, sous des dépôts graveleux, d'une unité limoneuse gleyifiée avec restes végétaux. À très courte distance, cette unité sédimentaire est érodée. Ultérieurement, un sondage tarière a été entrepris à l'extrémité sud de la parcelle dans le but de prélever et analyser l'unité limoneuse gleyifiée.

Une colonne palynologique a été prélevée depuis le fond d'une structure fouillée, entre 160 et 370 cm de profondeur depuis le fond de cette structure. Il s'agit de petits blocs quasi continus entre 160 et 239 cm (blocs PA 1 à 5), et d'un prélèvement à l'aide d'une gouge entre 270 et 370 cm (PA6). L'échantillonnage, pour cette étude, s'est fait à raison d'un prélèvement tous les 10 cm dans les blocs, et tous les 20 cm sur PA6, soit un total de 12 échantillons traités. Les spores sont sorties de la somme de base, par convention. Pour les niveaux qui ne peuvent être considérés comme fiables (moins de 200 grains, Reille, 1990) la lecture des lames a néanmoins été poussée de manière à récupérer un maximum d'information sur les taxons présents. Ces niveaux sont représentés en blanc sur la fig. 20.

Les niveaux 165 et 175, avec 4 grains de pollen chacun, sont considérés comme stériles. Ensuite, les niveaux 185, 220, et 300 à 360 sont dans le cas de figure où nous avons poussé la lecture de la lame au maximum, sans pour autant obtenir un total suffisant. De plus le taux d'indéterminés atteint des valeurs très élevées (jusqu'à près d'un quart). Ces échantillons ne peuvent être interprétés, mais ils ont été représentés à titre indicatif, de manière à signaler la présence de certains taxons, mais les pourcentages ne peuvent être retenus.

Sur les niveaux 200, 210, 230 et 280, nous avons effectivement pu totaliser un minimum de 200 grains de pollen, nécessitant parfois la lecture de plusieurs lames. Les concentrations absolues, qui rendent compte de la richesse pollinique, sont encore très faibles (200 grains de pollen par gramme de sédiment en moyenne), et les taux d'indéterminés, bien qu'inférieurs à ceux des niveaux dits non fiables, sont encore conséquents (jusqu'à 10 %), témoignant d'une conservation médiocre, qui n'exclue donc pas une conservation différentielle.

Si les proportions peuvent être mises en doute, les spectres polliniques montrent néanmoins la présence d'une forêt de Pinus, avec Picea et Abies (pin, épicéa et sapin) (fig. 20). Des essences thermophiles (*Carpinus*, *Quercus*, *Tilia*, *Ulmus* et *Juglans*, respectivement charme, chêne, tilleul, orme et noyer) sont enregistrées, mais aussi des herbacées steppiques (*Artemisia*, *Thalictrum*, *Helianthemum* et *Rubiaceae*, armoises, pigamons, hélianthèmes et rubiacées). De plus, *Juniperus* (genévrier) est, dans un premier temps, couches 6 et 7, fort bien représenté, malgré le problème évident de mauvaise conservation. La strate herbacée est dominée par des *Cyperaceae* et *Poaceae* (cypéracées et graminées). Les aquatiques, bien qu'en faibles quantités, sont également omniprésentes. Une nouvelle fois, nous devons souligner qu'il ne s'agit là que de tendances perceptibles à travers les résultats polliniques, mais, ceux-ci n'étant que moyennement fiables, elles ne peuvent être considérées comme certaines.

corrélations stratigraphiques				évolution morpho-sédimentaire			attribution chronologique
Lambersart « les Conquérants »	Wambrechies « Fort du Vert-Galant »	Sequedin	Seclin « Hôpital »	versant	fond de vallée à proximité du versant	centre vallée	
unité 5 - loess calcaire gleyifié et cryoturbe à concrétion rouilles (à partir de 18 m)	alternance de limon et sable très finement lité, pendage vers la vallée / vers le versant : limon gris panaché à concrétion ferriques	loess calcaire (au dessus de 20 et 21 m)	sable et loess calcaire sableux, lité	dépôt régulier (épais sous le vent) de loess typique	progradation du versant	dépôts de lits de loess et de loess sableux en fond de vallée, petits chenaux méandriiformes très mobiles	Pléniglaciaire supérieur
érosion , cryoturbations		cryoturbation					Pléniglaciaire inférieur et moyen
unité 4 - formation de limon et sable litée, à fentes de gel, peu épaisse, aux environ de 18 m	?	limon sableux avec nombreuses lignes de petites fentes de gel sur limon lité et cryoturbe	?	dépôt des formations limono-sableuses litées à micro-fentes développement irrégulier sur versant	début progradation du versant ?	dépôt fluvialite limono-sableux en fond de vallée ?	
érosion		érosion		?	légère déflation sur les sédiments fluviaux sableux	?	
Unité 3 - formation fluviale épisodique sur le versant, associée à une limite érosive, passant à des dépôts de sable et gravier puis à des lits réguliers de limon et sable dans la vallée ; éléments de grande faune et industrie lithique ; de 18,3 m dans le fond de vallée à moins de 17 m localement	"diluvium" de sable et gravier, localement argile tourbeuse, restes de grandes faunes ; se prolonge sous la forme d'une mince couche sur le versant	sable en stratification oblique, aux environs de 17 m ; mince niveau présent sur le versant vers 18 m	sable et graviers, lits entrecroisés, environ 20,5 à 19,5 m	érosion fluviale aréolaire (Pays de Weppes) ou en ravines (Mélantois), avec remaniement des sols et de leur contenu en pollens, faune, industrie...	accumulation sédimentaire fluviale provenant du versant	?	
érosion	érosion	érosion	érosion		érosion	incision ?	
Unité 2 - formation de limon coquillier, calcaire, quelques lits sableux ; mollusques (principalement de terrains découvert et hygrophile) et enregistrement pollinique de cariçaie attribués à une phase froide du Début glaciaire (apparaît sous 17,4 m et se prolonge au-delà de 16,5 m)	limon gris bleuâtre, calcaire, coquillier, quelques lits de sables, mollusques (Lymnées, Succinées) ; restes végétaux de chêne et d'if	limon gris bleu compact calcaire à coquilles, brunâtre à la partie supérieure (apparaît sous 17 m)	limon bleu avec débris organiques (sous 19,5 m), quelques lits sableux, présence de petites fentes de gel	colluvions et pédogenèses	dépôts limoneux, caractère humide et épisodiquement fluviale ; très probables diachronismes et variations d'environnements (fond vallée/système chenalisé) au sein de cet ensemble (érosion préalable ?)		Début glaciaire

Tab. 2: Tableau de corrélation des unités stratigraphiques de Lambersart « Les-Conquérants », Sequedin, Wambrechies « Fort du Vert-Galant » et Seclin « Hopital » et ébauche d'une synthèse de l'évolution morpho-sédimentaire de la vallée au Weichselien.

Tab. 2: Table of stratigraphic correlation between Lambersart "Les-Conquérants", Sequedin, Wambrechies "Fort du Vert-Galant", Seclin "Hopital" and a synthesis of the morpho-sedimentary valley evolution during the Weichselian.

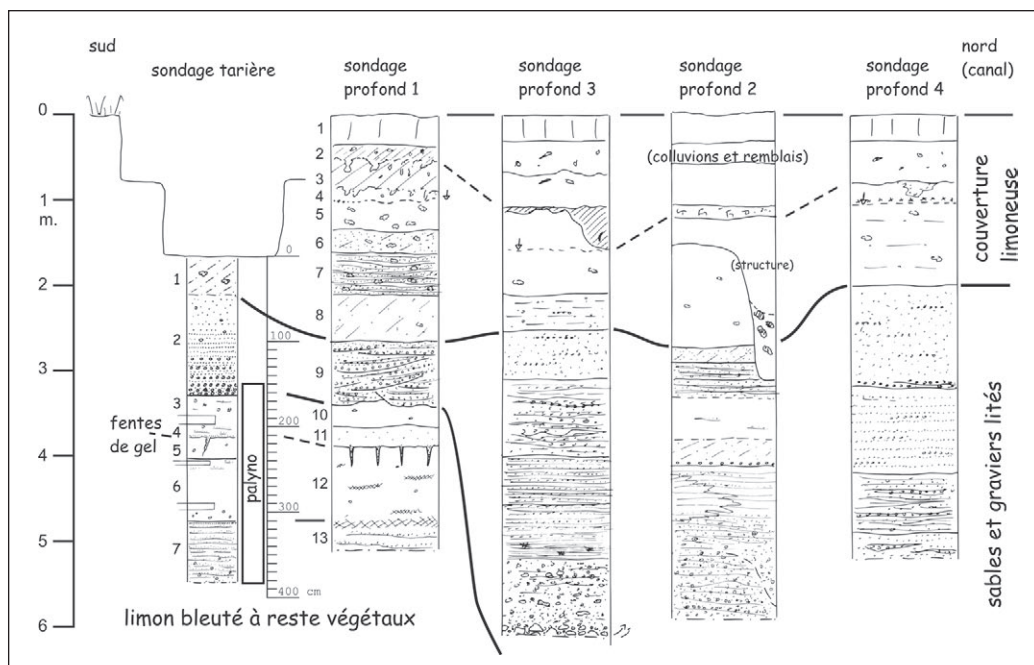


Fig. 19: Sondages réalisés sur l'extension de l'Hôpital de Seclin.

Détail du sondage tarière: 1) limon sableux, graviers de craie, carbonates secondaires; 2) sable jaune moyen, bien trié, fluvatile, avec quelques graviers de craie, puis, vers le bas lits très nets, graviers de plus en plus abondants, quelques géli fractes de silex; 3) limon gris, lits ferrugés en tête, petits débris végétaux; 4) tendance à la gleyification, quelques discrets lits sablonneux, vers le bas, passage sableux et présence dans la gouge d'une courte et fine fente de gel à remplissage sableux; 5) limon brun gris, très petits points de craie, traces de débris végétaux, limite inférieure nette; 6) limon bleuté, un peu sableux vers le haut, odorant, quelques graviers de craie roulés épars; 7) lits de limon sableux (déformés par la tarière), un lit brun sombre organique en tête, quelques petits graviers de craie.

Détail du sondage 1: 1) labour; 2) limon brun, nombreuses inclusions anthropiques; 3) limon brun, un peu plus clair, limite inférieure diffuse, difficile à suivre, inclusions de céramiques; 4) limon plus clair, taches rouilles, décarbonaté mais encore quelques poutées de calcaire; 5) id., très chargé en poutées et carbonates secondaires, verdâtre à taches rouilles; 6) sable vert un peu limoneux, poutée, légère structuration cryogénique; 7) lits de sable vert limoneux, très clair, hydromorphes, poutées; 8) limon gris clair à taches rouilles, un peu sablonneux, carbonates secondaires présents mais beaucoup moins abondants, structuration lamellaire; 9) sable vert et gravier de craie, lités, quelques lits plus limoneux; 10) limon gris bleuté moyen, très homogène, rares petits grains de craie usés; 11) limon gris vert, un peu sableux, limite inférieure marquée par petites fentes de gel avec descente de sable; 12) limon bleu, avec éléments organiques bruns, une zone brune vers la base, quelques grains de craie; 13) limon sableux lité bleu.

Fig. 19: Seclin "Hôpital" borings.

Augered boring details: 1) sandy loam, chalky gravel, neomineralized calcareous; 2) yellow medium sand, well sorted, fluvial, few chalky gravel, downwards sharp beds, gravels more numerous, few frost-fractured flint; 3) grey loam, ferric beds upwards, little plants remains; 4) gley trend, few discret sandy beds, downwards sandy beds and a sand filled fine frost-crack seen in the auger; 5) grey brown loam, very little chalk gravel, plant remains traces, sharp lower limit; 6) blue loam, a bit sandy upwards, scented, few scattered round chalk gravel; 7) sandy loam beds (bend by the auger), a organic dark brown bed upwards, few little chalk gravel.

Test pit 1 details: 1) plough horizon; 2) brown loam, numerous anthropic remains; 3) brown loam, a bit lighter, lower limit diffuse, potsherds; 4) lighter loam, rust spots, decarbonated but loess dolls still present; 5) id., numerous calcareous concretions and neomineralized, green with rusty spots 6/green sand, light silty, calcareous concretions, light cryogenic structure; 7) very bright green loamy sand beds, hydromorphic, calcareous concretions; 8) light grey loam, rusty spots, a bit sandy, neomineralized calcareous less numerous than in the previous unit, lamellar structure; 9) chalk sand and gravel, bedded, few loamy beds; 10) blue grey loam, homogeneous, rare little chalk gravel 11/grey green loam, a bit sandy; lower limit with sandy frost cracks 12/blue loam, brown organic remains, brown area in the lower part, few chalk gravel; 13) blue laminated sandy loam.

Il faut également souligner la présence de pollen tertiaire indéterminé, surtout dans les couches 6 et 7, témoignant d'une érosion et d'une reprise de sédiment dans le bassin versant.

Éléments de comparaisons et interprétation

La série observée, en fond de vallée, à proximité du canal de Seclin peut être comparée à des observations régionales proches, tant en fond de vallée (Houplin-Ancoisne, le «Marais de Santes») et que sur le versant (gisement paléolithique de Seclin) (fig. 21, localisation fig. 18). La mauvaise conservation des pollens ne permet pas de traitement statistique sur l'ensemble de l'unité. Toutefois, la variété des taxons présents, permet d'envisager un âge Début glaciaire pour le limon bleuté à restes végétaux. Ultérieurement (Pléniglaciaire?), la formation limoneuse est recouverte et en partie érodée par des écoulements fortement compétents. Les accumulations

de sables et graviers interstratifiés sont corrélatives d'écoulements importants et d'une érosion des versants crayeux du sud du Mélançois. Par la suite, le fond de vallée est scellé par une formation lœssique.

L'observation du versant crayeux à proximité de nos sondages est cohérente avec cette interprétation: le complexe de sols humifères qui contient le gisement paléolithique moyen de Seclin est attribué au Début glaciaire sur base stratigraphique, palynologique (Tuffreau *et al.*, 1994; Leroy-Gourhan *et al.*, 1978; *toine et al.*, 1994) et par deux dates TL (93 +/- 9 ka BP, Ox85TLfg) sur silex chauffés (Valladas *et al.*, 1999). Il est scellé et en partie érodé par des formations litées à graviers de craie avec développement d'imposantes ravines.

L'argument bio-stratigraphique (bien que faible: mauvaises conservations des pollens, pollens ruisselés) et les comparaisons stratigraphiques nous permettent

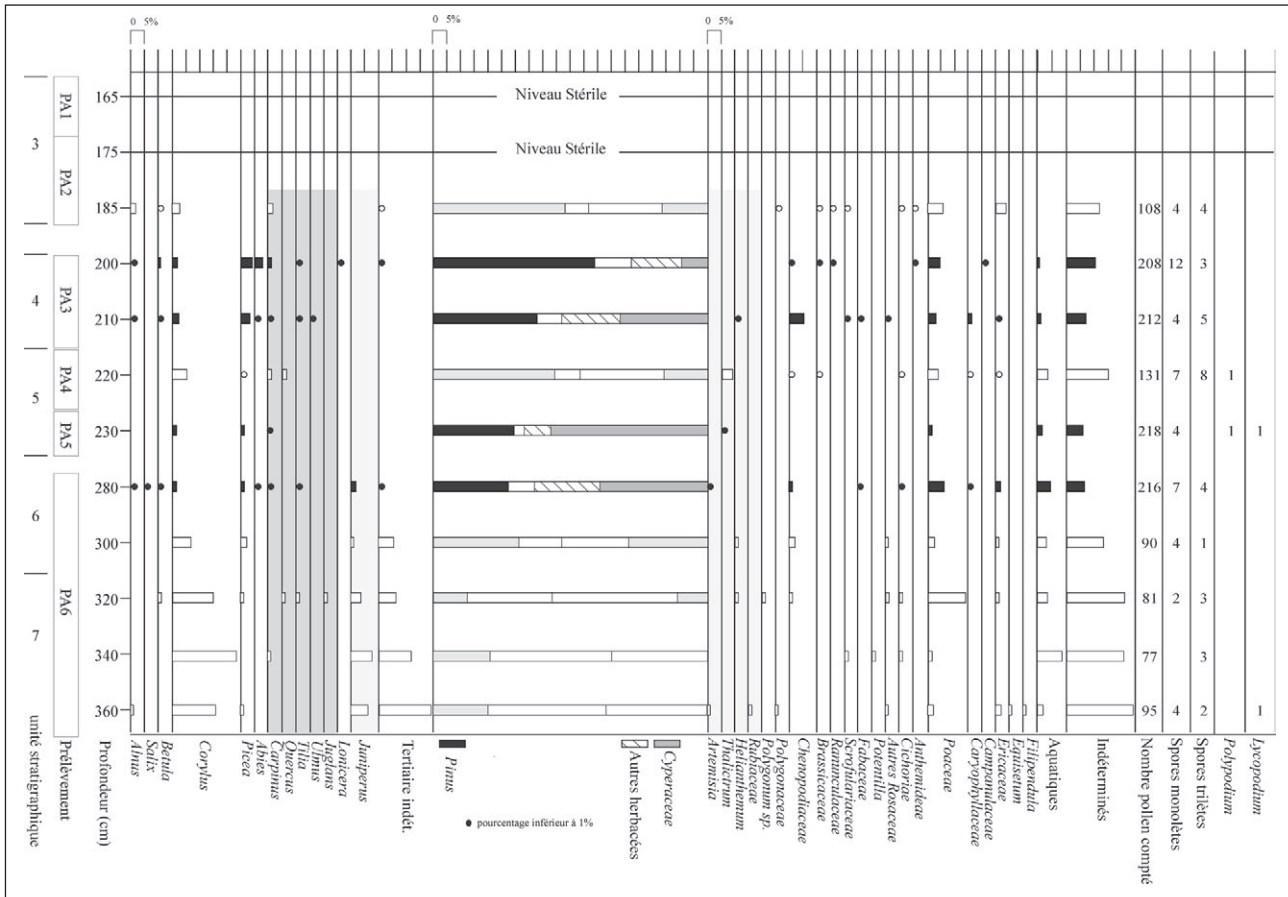


Fig. 20: Seclin «Hôpital»: Analyse palynologique (sondage tarière).
 Les proportions indiquées dans les niveaux en blanc sont peu fiables (nombre total de grains de pollen insuffisant pour un traitement statistique).

Fig. 20: Seclin «Hôpital»: Palynological analysis (auger boring).
 The ratios in the white levels are not reliable (not enough pollen grains for statistical process).

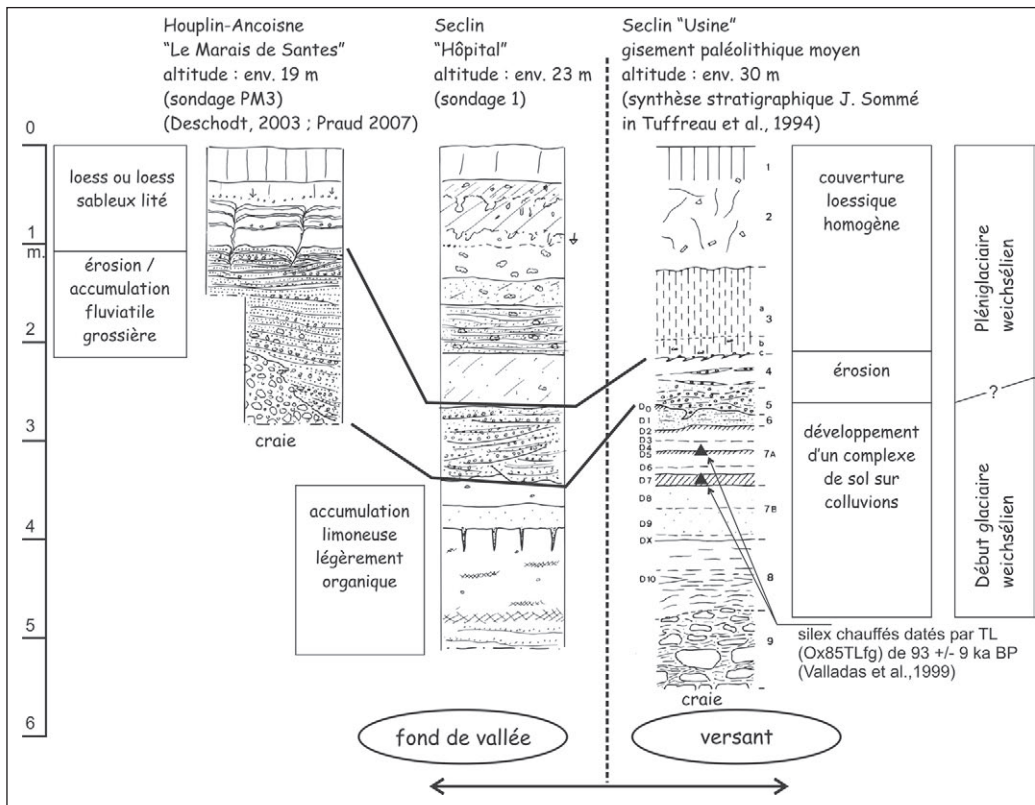


Fig. 21: Seclin «Hôpital»: Corrélation avec les observations proches et interprétation chronostratigraphique.
 Fig. 21: Seclin «Hôpital»: Correlation with close observations and stratigraphic interpretation.

d'avancer un dépôt d'âge Début glaciaire corrélé à Lambersart «Les Conquéranrs» (fig. 22). Le manque d'observation en coupe nous empêche toutefois de lier la formation observée à Seclin «Hôpital» à une évolution paléogéographique et à un style fluvial précis (exhaussement du fond de vallée? dépôt de plaine d'inondation ou remplissage de chenal?). Dans tous les cas, elle se met en place alors que l'incision de la vallée est réalisée et précède des écoulements fortement compétents. Le dépôt loessique attribué à la fin du pléniglaciaire weichsélien et la position excentrée dans une large vallée (bordure de versant, tête d'un vallon affluent), ont permis sa conservation.

7.2 - OBSERVATIONS PROCHEES EFFECTUEES Par J. LADRIERE et J. SOMME

Outre Seclin, des corrélations peuvent être établies entre l'unité 2 de Lambersart «Les Conquéranrs» et des observations anciennes proches. (tab. 2, fig. 1, 23 & 24).

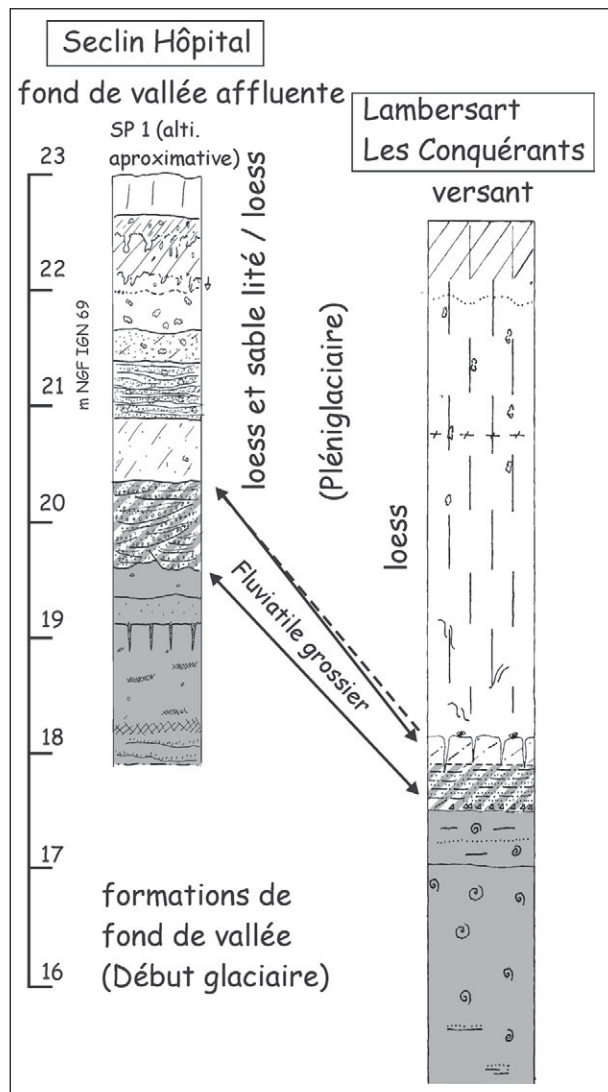


Fig. 22: Proposition d'une corrélation chrono-stratigraphique entre Lambersart «Les Conquéranrs» et Seclin «Hôpital».
Fig. 22: Chrono-stratigraphic correlation between Lambersart «Les Conquéranrs» and Seclin «Hôpital».

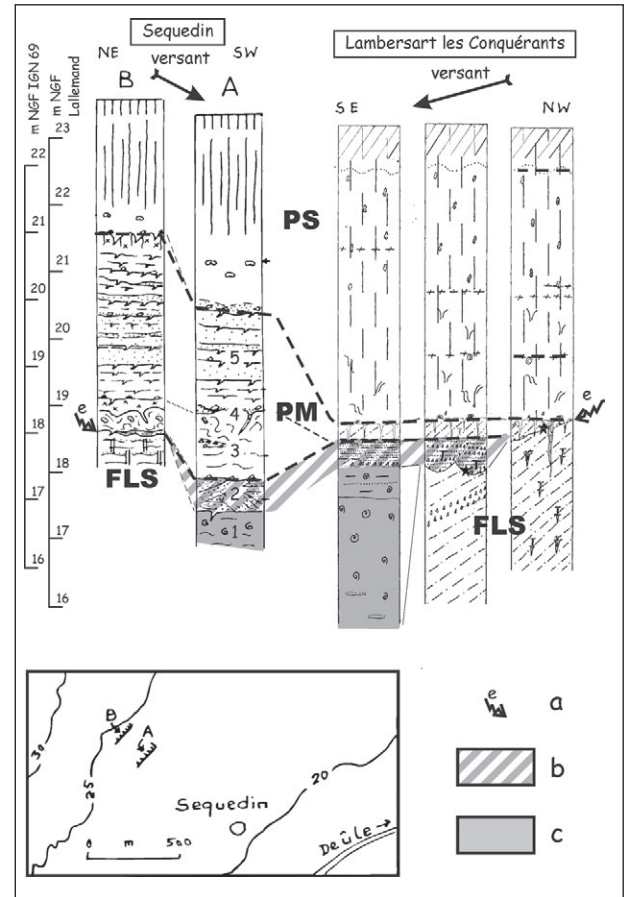


Fig. 23: Proposition d'une corrélation chrono-stratigraphique entre Lambersart «Les Conquéranrs» et Sequin.

Sequin: localisation n° 9 sur la figure 1. PS) lœss du Pléniglaciaire supérieur ; PM) formations limono-sableuses du Pléniglaciaire moyen ; FLS) formation limono-sableuses antéweichsélienne ; a) érosion sur le versant (transition Début glaciaire/Pléniglaciaire ?) ; b) formation fluviale sableuse associé au niveau d'érosion sur le versant (transition Début glaciaire/Pléniglaciaire ?) ; c) limon coquillier du Début glaciaire.

Litho-stratigraphie de Sequin d'après J. Sommé 1975 : 1) limon gris bleu compact calcaire (...) à coquilles, brunâtre à la partie supérieure (...); 2) sable jaunâtre (...) en stratification oblique surmonté d'une ligne de cailloux (silex et Yprésien); 3) limon lité gris jaunâtre calcaire cryoturbé (...); 4) ligne de fentes avec sable grossier et cailloux de silex; 5) lits altérés de limon brun jaunâtre légèrement sableux calcaire à taches grises et de sable verdâtre non calcaire, séparés par des lignes de petites fentes avec cailloux yprésiens sporadiques (...).

Fig. 23: Chrono-stratigraphic correlation between Lambersart «Les Conquéranrs» and Sequin suggestion.

Sequin: Location n° 9 figure 1. PS) Upper Pleniglacial loess; PM) Middle Pleniglacial sand and loam formations; FLS) anteweichselian sand and loam formations; a) slope erosion (Early glacial/Pleniglacial transition?); b) fluvial sandy formation linked to the slope erosion (Early glacial/Pleniglacial transition?); c) Early glacial shelly loam.

Sequin litho-stratigraphy, according to Sommé, 1975: 1) calcareous blue-grey loam (...) with shell, brownish in the upper part (...); 2) yellowish sand (...) en oblique stratification overlaid with a gravels line (flint and Yprésien); 3) geliturbated calcareous yellowish grey laminated loam (...); 4) frost cracks line with coarse sand and flint pebbles; 5) weathered calcareous lightly sandy yellowish brown loam with grey spots and non calcareous green sand beds, the beds are separated by frost cracks lines with sporadic ypresian gravels (...).

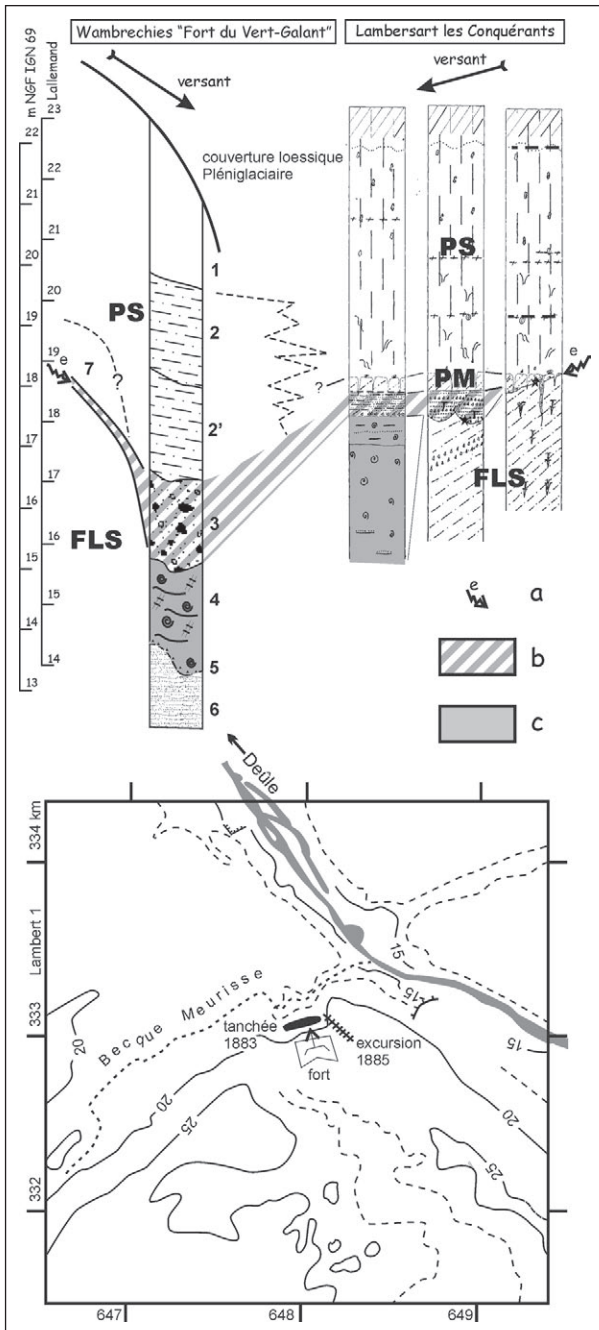


Fig. 24 : Proposition d'une corrélation chrono-stratigraphique entre Lambersart «Les Conquérants» et Wambrechies «Le Fort du Vert-Galant».

«Fort du Vert-Galant»: localisation n° 3 sur la figure 1. PS) loess et liages limon-sable du Pléniglaciaire supérieur ; PM) formations limono-sableuses du Pléniglaciaire moyen ; FLS) formation limono-sableuses anté-weichselienne ; a) érosion sur le versant (transition Début glaciaire/Pléniglaciaire?); b) formation fluviale grossière associée au niveau d'érosion sur le versant (transition Début glaciaire/Pléniglaciaire?); c) limon coquillier du Début glaciaire.

Litho-stratigraphie du «Vert-Galant», essai de synthèse des observations de Ladrière (1883, 1885) au Vert-Galant, altitude approximative d'après la carte IGN et les indications de Ladrière; la légende ci-dessous reprend en l'abrégé la description de J. Ladrière: 1) Limon des plateaux (terre à briques); 2) limon sableux; grand nombre de petites veinules de limon très fin, jaunec clair, séparées par des lits très minces de sable presque pur; [faible pendage] vers la vallée; 2') idem, bariolé; 4) diluvium: amas de sable grossier, concrétions ferrugineuses ou calcaires, grès, silex tertiaires, fossiles tertiaires, ossements de: *Elephas primigenius*, *Hyæna spelæa*, *Equus*, *Bos* (...) et [au maximum de dilatation] argile tourbeuse avec veinules de tourbe; 4) limon gris bleuâtre sablo-argileux, très calcaire, quelques veinules de sable roux

presque pur [passe latéralement à] une argile tourbeuse avec débris végétaux: chêne, if et quelques coquilles terrestres: Lymnées [en 1885, Ladrière ajoute Succinées]; 5) mince couche de gravier; 6) sable; 7) route de Verlinghem, présence à une altitude inconnue sur le «diluvium» d'un «limon grisâtre panaché» à concrétions ferrugineuses [corrélation probable avec unité 4 de Lambersart].

Fig. 24: Chrono-stratigraphic correlation between Lambersart "Les Conquérants" and Wambrechies "Le Fort du Vert-Galant".

"Fort du Vert-Galant": location n° 3 figure 1. PS) Upper Pleniglacial loess and beds sand-loam; PM) Middle Pleniglacial sand and loam formations; FLS) ante-weichselian sand and loam formations; a) slope erosion (Early glacial/Pleniglacial transition?); b) coarse fluvial formation linked to the slope erosion (Early glacial/Pleniglacial transition?); c) Early glacial shelly loam.

"Vert-Galant" litho-stratigraphy, synthesis attempt according to Ladrière's observations (1883, 1885), approximate heights according to the IGN map and the Ladrière's descriptions; the following key is an abstract of the Ladrière's descriptions: 1) "Limon des plateaux (terre à briques)"; 2) sandy loam; very numerous thin beds of light yellow fine loam, separated by thin sand beds; [low dip] towards the valley; 2') id., variegated; 4) diluvium: coarse sand, ferric or calcareous concretions, sandstone, cenozoic flint, cenozoic fossils, *Elephas primigenius*, *Hyæna spelæa*, *Equus*, *Bos* bones (...) and [at the maximum of thickness] peaty clay with peat veinlets; 4) clayey and sandy blue-grey loam, very calcareous, few red sand veinlet [laterally going to unit 4 at Lambersart].

À Sequedin (Sommé, 1975) et au Vert-Galant (Ladrière, 1883, 1885, 1886), tous deux en position de bas de versant, une formation fluviale grossière recouvre un limon coquillier. Le dépôt grossier s'amincit mais se prolonge en position haute sur le versant (Ladrière, 1883, cf. citation *supra*). Cette caractéristique correspond à l'unité 3 des Conquérants et concorde avec l'hypothèse d'un dépôt fluviale en provenance du versant. Des comparaisons peuvent être également faites avec d'anciens forages décrits par Ladrière (Ladrière, 1885, 1886) sur le même versant, dans les communes limitrophes de Lille (fig. 17). Les sondages décrits par Ladrière à l'Ouest de Lille font mention de «limon gris» et «glaise ou sable bleu à succinées», «sable argileux gris bleu» avec débris végétaux.

8 - COMPARAISONS DE LAMBERSART «LES CONQUÉRANTS» AVEC LES SÉQUENCES DU NORD-OUEST DE L'EUROPE

8.1 - LES FORMATIONS DU PLÉNIGLACIAIRE SUPÉRIEUR

De fortes correspondances et similitudes peuvent être trouvées entre la section de vallée étudiée et les contrées plus septentrionales. Toutefois Lambersart se singularise par sa situation en limite nord de la zone lœssique avec un lœss typique dû au Pléniglaciaire supérieur sur le versant et un lœss lité en fond de vallée (observé sur le site de Lille, Deschodt *et al.*, 1994). Ce secteur passe rapidement vers le nord aux formations limono-sableuses pléniglaciaires (unité 2 de la fig. 14). L'ensemble scelle des formations fluviales grossières sableuses et graveleuses (unités 4, 5, 10 et 11 de la

fig. 14). Malgré l'absence de datations, nous pouvons aisément proposer une corrélation entre les dépôts limono-sableux pléniglaciaire supérieurs de fond de vallée et les formations fluvio-éoliennes contemporaines de Belgique, du Pays-Bas (Older coversand I - Beverborg member) (Vandenbergh, 1985; Van Huissteden & Vandenbergh, 1988; Huisink, 2000; Koster 2005; Kasse *et al.*, 2007) et de l'Allemagne du Nord (Mol, 1997; Kasse *et al.*, 2003). L'ensemble des études montre vers la fin du Pléniglaciaire une baisse de la dynamique hydrologique et une augmentation des phénomènes éoliens qui peuvent aboutir à des dépôts de sables éoliens à l'extrême fin du Pléniglaciaire (Kasse 1997; Van Huissteden *et al.*, 2000). La vallée de la Deûle ne montre pas d'évidences de dépôts sableux éoliens mais nous savons qu'ils existent de manière discontinue dans la vallée voisine de la Scarpe. Cette absence est donc liée au manque de sable affleurant (masqué par le lœss) susceptible de service de source.

8.2 - DÉPÔTS ÉOLIENS ET ÉVOLUTION MORPHOLOGIQUE

Les modifications morphologiques (progradation du versant, déplacement du tracé du cours d'eau) observées pour la Deûle sous l'influence des dépôts éoliens weichseliens ne sont pas un cas isolé. Des évolutions similaires ont été notées dans des petites vallées (Haesaerts, 1984, 2004; Van Huisteden *et al.*, 1986; Vandenbergh *et al.*, 1987). Dans le cas de la Deûle, un tel phénomène est observé dès le Saalien (figure 14: unité 7 sur les unités 8 et 9).

8.3 - LES FORMATIONS FLUVIATILES ANTÉRIEURES AU PLÉNIGLACIAIRE SUPÉRIEUR

Dans le même espace géographique, les éléments de comparaisons sont beaucoup moins abondants pour le limon coquillier attribué au Début Glaciaire weichselien. La plupart des séquences fluviales étudiées débutent au Pléniglaciaire, ou, si des dépôts antérieurs au Weichselien sont conservés, présentent un hiatus entre ses formations plus anciennes et les alluvions pléniglaciaires. Ceci peut s'expliquer par la forte énergie des cours d'eau en climat périglaciaire et en particulier en présence de pergélisol.

Le limon coquillier de Lambersart a déjà été comparé *supra* avec les formations alluviales limono-calcaire à la base du remplissage du golfe de Watten (Sommé *et al.*, 1994). Éventuellement la vallée de la Roer aux Pays-Bas (Schokker & Koster, 2004; Schokker *et al.*, 2004) pourrait présenter des dépôts contemporains. Toutefois le mode d'observation (en sondages), l'échelle spatiale et temporelle de l'étude (jusqu'à 35 mètres de dépôts depuis le Pléistocène moyen dans un graben large de plusieurs dizaines de kilomètres) et l'origine de la conservation (tectonique) n'autorise guère de comparaisons directes.

Force est donc de constater que si les dépôts alluviaux attribués au Début-glaciaire semblent être bien repré-

sentés dans ce secteur de la vallée de la Deûle, ils semblent singuliers à l'échelle régionale, en l'état de nos connaissances.

9 - CONCLUSION

La relecture des données acquises à Lambersart «Les Conquérants» et la comparaison avec des observations voisines permettent d'aboutir aux conclusions suivantes :

1/ Lambersart «Les Conquérants» se situe à la jonction versant/fond de vallée au Début Glaciaire Weichselien. La position actuelle de la séquence, sur versant, est due au dépôt massif de lœss au cours du Pléniglaciaire. La progradation du versant au cours du Pléniglaciaire a permis la conservation d'une formation limoneuse coquillière d'une part et d'une formation sablo-limoneuse et sablo-graveleuse d'autre part.

2/ La formation limoneuse riche en malacofaune s'est formée en fond de vallée, dans des conditions humides, au cours d'une phase froide du Début Glaciaire. Elle enregistre un début d'amélioration climatique (interstadaire).

3/ Une érosion postérieure à l'amélioration climatique affecte le fond de vallée et surtout le versant (avec un caractère aréolaire) au cours d'un épisode froid. Nous l'estimons due à des écoulements fluviaux faiblement concentrés et mobiles, favorisés par la texture sableuse du versant et sa faible pente. Nous l'estimons responsable de la disparition des complexes de sols du Début Glaciaire sur le Pays de Weppes. Le phénomène pourrait être l'équivalent, en contexte sableux, des ravines du début du Pléniglaciaire rencontrées sur les roches plus cohérentes (en particulier sur les limons pédogenisés).

4/ Un dépôt corrélatif de l'érosion se dépose en bas de versant (épandage irrégulier de sable et graviers) et en fond de vallée sous la forme de dépôts grossiers (en petits chenaux avec localement formation de limon coquillier). En s'éloignant du versant, la décantation domine rapidement (lits limono-sableux réguliers). Cette formation est considérée comme équivalente des «sables et graviers» du système de Paepe et Sommé.

5/ La conservation de formations de fond de vallée weichselienne sous les lœss pléniglaciaires est généralisée au bas de versant du Pays de Weppes (dans la région lilloise) et épisodique dans des vallées affluentes de la Deûle (canal de Seclin). Elle semble toutefois singulière à l'échelle régionale.

REMERCIEMENTS

La rédaction de cet article a bénéficié de quelques jours accordés par l'INRAP dans le cadre des plans annuels de recherche. Merci à tous ceux qui nous ont aidés dans ce travail: C. Benoît, Y. Roumegoux, G. Gervais, L. Vallin, B. Masson. Merci à J. Vandenbergh, J. Sommé et P. Antoine pour leur relecture et leurs conseils. Merci à Alexia pour la relecture de l'*abstract*.

Que ce papier soit l'occasion d'exprimer toute ma gratitude à Viviane, relectrice de l'ombre, sans qui il ne serait qu'un enchaînement de monstruosités grammaticales.

Avec une pensée particulière pour Ph. Méline et A.V. Munaut.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- 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 (3-4), 151-156.
- ANTOINE P., LAUTRIDOU J.-P., SOMMÉ J., AUGUSTE P., AUFFRET J.-P., BLAIZE S., CLET-PELLERIN M., COUTARD J.-P., DEWOLF Y., DUGUE O., JOLY F., LAIGNEL B., LAURENT M., LAVOLLE M., LEBRET P., LECOLLE 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 (3), 227-241.
- ANTOINE P., BAHAIN J.-J., DEBENHAM N., FRECHEN M., GAUTHIER A., HATTE C., LIMONDIN-LOZOUET N., LOCHT J.-L., RAYMOND P., & ROUSSEAU D.-D., 2003 - Nouvelles données sur le Pléistocène du Nord du Bassin parisien : les séquences lœssiques de Villiers-Adam (Val d'Oise, France). *Quaternaire*, 14 (4), 219-235.
- BERTRAN P., LE BISSONNAIS Y., & TEXIER J.P., 2004 - Ruissellement. In P. Bertran (dir.), *Dépôts de pentes continentaux. Dynamique et faciès*. *Quaternaire*, hors-série n° 1, 176-191.
- CERCY C., 2004 - *Marquette-lez-Lille, «Le Haut-Touquet»*, diagnostic archéologique. INRAP, SRA Nord-Pas-de-Calais, rapport inédit.
- DESCHODT L., 1996 - *Le Quaternaire de Lambersart «Les Conquérants»*. Les Cahiers de la Préhistoire du Nord, 19, 135 p.
- DESCHODT L., 2003 - *Houplin-Ancoisne «Le Jardin des communautés»*. Rapport intermédiaire : la géologie du site et les premiers résultats de la campagne de sondages à la tarière mécanique. SRA Nord-Pas-de-Calais, INRAP. 26 p. (rapport inédit).
- DESCHODT L., 2006 - Contribution à l'approche morpho-stratigraphique du Pléistocène supérieur du Nord de la France : colmatage d'un vallon sec de la Gohelle (Avion, Pas-de-Calais). *Quaternaire*, 3, 259-267.
- DESCHODT L., SALVADOR P.-G., & BOULEN M., 2004 - Formations sédimentaires et évolution de la vallée de la Deûle depuis le Pléniglaciaire supérieur à Houplin-Ancoisne (Nord de la France). *Quaternaire*, 15 (3), 269-284.
- HAESAERTS P., 1984 - Les formations fluviales pléistocènes du bassin de la Haine (Belgique). *Bulletin de l'Association Française pour l'Etude du Quaternaire*, 1984 (1/2/3), 19-26.
- HAESAERTS P., 2004 - Maisière-Canal (2000-2002) : cadre stratigraphique. In R. Miller, P. Haesarts & M. Hotte (eds), *L'Atelier de taille aurignacien du Maisières-Canal (Belgique)*. Etudes et Recherches Archéologiques de l'Université de Liège, 110, 13 - 26.
- HAESAERTS P., & MESTDAGH H., 2000 - Pedosedimentary evolution of the last interglacial and early glacial sequence in the European loess belt from Belgium to central Russia. *Netherlands Journal of Geoscience*, 79 (2/3), 313-324.
- HUISINK M., 2000 - Changing river styles in response to Weichselian climate changes in the Vecht valley, eastern Netherlands. *Sedimentary Geology*, 133, 115-134.
- KASSE C., 1997 - Cold-climate aeolian sand-sheet formation in north-western Europe (c. 14-12.4 ka); a response to permafrost degradation and increased aridity. *Permafrost and Periglacial Process*, 8, 295-311.
- KASSE C., VANDENBERGHE J., VAN HISSTEDEN J., BOHNCKE S.J.P., & BOS J.A.A., 2003 - Sensitivity of Weichselian fluvial systems to climate change (Nochten mine, eastern Germany). *Quaternary Science Reviews*, 22, 2141-2156.
- KASSE C., VANDENBERGHE D., DE CORTE F., & VAN DEN HAUTE P., 2007 - Late Weichselian fluvio-aeolian sands and cover-sands of the type locality Grubbenvorst (southern Netherlands): sedimentary environments, climate record and age. *Journal of Quaternary Science*, 22 (7), 695-708.
- KOSTER A., 2005 - Recent advances in luminescence dating of Late Pleistocene (Cold-Climatic) aeolian sand and loess deposits in Western Europe. *Permafrost and Periglacial Processes*, 16, 131-143.
- LADRIÈRE J., 1883 - Le Terrain quaternaire du fort du Vert-Galant, comparé à celui des régions voisines. *Annales de la Société Géologique du Nord*, tome 10, 86-99.
- LADRIÈRE J., 1885 - Compte-rendu de l'excursion de la Société géologique du Nord aux environs de Lille et considérations sur les terrains quaternaires et récents des vallées de la Lys et de la Deûle. *Annales de la Société Géologique du Nord*, tome 12, 405-422.
- LADRIÈRE J., 1886 - Le Terrain quaternaire de la vallée de la Deûle, à Lille, comparé à celui du Nord de la France. *Annales de la Société Géologique du Nord*, tome 13, 266-286.
- LAUTRIDOU J.-P., 1985 - *Le cycle périglaciaire Pléistocène en Europe du Nord-Ouest et plus particulièrement en Normandie*. Thèse Lettres, Université de Caen, 2 vol., 908 p.
- LENOBLE A., 2005 - *Ruissellement et formation des sites Préhistoriques. Référentiel actualiste et exemples d'application au fossile*. BAR International Series, 1363, 216 p.
- LEROI-GOURHAN A., SOMMÉ J., & TUFFREAU A., 1978 - Weichselien et Paléolithique moyen de Seclin (Mélantois - Nord de la France). Note préliminaire. *Bulletin de l'Association Française pour l'Etude du Quaternaire*, 1978 (1/2/3), 68-80.
- LIMONDIN-LOZOUET N., & GAUTHIER A., 2003 - Biocénoses pléistocènes des séquences lœssiques de Villiers-Adam (Val d'Oise, France) : études malacologique et palynologique. *Quaternaire*, 14 (4), 237-252.
- LOCHT J.-L. (dir.), 2002 - *Bettencourt-Saint-Ouen (Somme). Cinq occupations paléolithiques au début de la dernière glaciation*. Document d'Archéologie Française, 90, 168 p.
- LOŽEK V., 1964 - *Quartärmollusken des Tschechoslowakei*. Akademie der Wissenschaften, Prague, 374 p.
- LOŽEK V., 2001 - Molluscan fauna from the loess series of Bohemia and Moravia. *Quaternary International*, 76/77, 141-156.
- MERCIER D., 2001 - *Le Ruissellement au Spitsberg*. Presses Universitaires Blaise Pascal, Collection Nature et Sociétés, 278 p.
- MOL J., 1997 - Fluvial response to weichselian climate changes in the Niederlausitz (Germany). *Journal of Quaternary Science*, 12 (1), 43-60.
- PAEPE R., & SOMMÉ J., 1970 - Les lœss et la stratigraphie du Pléistocène récent dans le Nord de la France et en Belgique. *Annales de la Société Géologique du Nord*, XC, 4, 191-201.
- PRAUD I. (Dir.), 2007 - *Rapport de fouille archéologique. Houplin-Ancoisne (59), «Le marais de Santes»*. Service Régional de l'Archéologie du Nord-Pas-de-Calais 02/0227/FOU, INRAP 6115021001, 2 tomes, 290 p. (rapport inédit).
- PUISSÉGUR J.-J., 1976 - Mollusques continentaux et quaternaires de Bourgogne. *Mémoire de Géologie de l'Université de Dijon*, 3, 241 p.
- REILLE M., 1990 - *Leçons de palynologie et d'analyse pollinique*. Ed. du C.N.R.S., 206 p.
- ROUSSEAU D.-D., 1989 - Réponses des malacofaunes terrestres quaternaires aux contraintes climatiques en Europe septentrionale. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 69, 113-124.
- ROUSSEAU D.-D., & KEEN D.H., 1989 - Malacological records from the Upper Pleistocene at Portelet (Jersey, Channel Islands): comparisons with western and central Europe. *Boreas*, 18, 61-66.
- SALVADOR P.-G., DESCHODT L., & COUTARD S., 2005 - Nouvelles observations sur la stratigraphie des formations holocènes (récent) de la Plaine de la Lys à Houplines (Nord). *Quaternaire*, 16 (1), 2005, 65-68.
- SCHOKKER J., & KOSTER E., 2004 - Sedimentology and facies distribution of Pleistocene cold-climate aeolian and fluvial deposits in the Roer valley graben (southeastern Netherlands). *Permafrost and periglacial processes*, 15, 1-20.
- SCHOKKER J., CLEVERINGA P., & MURRAY A., 2004 - Palaeoenvironmental reconstruction and OSL dating of terrestrial Eemian deposits in the southeastern Netherlands. *Journal of Quaternary Science*, 19 (2), 193-202.
- SOMMÉ J., 1975 - *Les plaines du Nord de la France et leur bordure. Etude géomorphologique*. Doctorat d'Etat, Université de Paris I, 810 p.
- SOMMÉ J., MUNAUT A.-V., EMONTSPOHL A.-F., LIMONDIN N., LEFÈVRE D., CUNAT-BOGE N., MOUTHON J., & GILOT E., 1994 - The Watten boring. An Early Weichselian and Holocene climatic and palaeoecological record from the French North Sea coastal plain. *Boreas*, 23, 231-243.
- TUFFREAU A., RÉVILLION S., SOMMÉ J., & VAN VLIET-LANOË B., 1994 - Le gisement paléolithique moyen de Seclin (Nord). *Bulletin de la Société Préhistorique Française*, 91 (1), 23-46.
- VALLADAS H., MERCIER N., FALGUÈRES C., & BAHAIN J.-J., 1999 - Contribution des méthodes nucléaires à la chronologie des cultures paléolithiques entre 300000 et 35000 ans BP. *Gallia Préhistoire*, 41, 153-166.

- VANDENBERGHE J. 1985** - Paleoenvironment and stratigraphy during the Last Glacial in the belgian-dutch border region. *Quaternary Research*, **24**, 23-38.
- VANDENBERGHE J., BOHNCKE S., LAMMERS W., & ZILVERBERG L., 1987** - Geomorphology and palaeoecology of the Mark valley (southern Netherlands): geomorphological valley development during the Weichselian and Holocene. *Boreas*, **16**, 55-67.
- VAN HUISSTEDEN J., VAN DER VALK L., & VANDENBERGHE J., 1986** - Geomorphological of a lowlands valley system during the Weichselian. *Earth Surface Processes and Landforms*, **11**, 207-216.
- VAN HUISSTEDEN J., & VANDENBERGHE J., 1988** - Changing fluvial style of periglacial lowland rivers during the Weichselian Pleniglacial in the eastern Netherlands. *Zeitschrift für Geomorphie*, N.F., 131-146.
- VAN HUISSTEDEN J. (Ko), VANDENBERGHE J., VAN DER HAMMEN T., & LAAN W., 2000** - Fluvial and aeolian interaction under permafrost conditions: Weichselian Late Pleniglacial, Twente, eastern Netherlands. *Catena*, **40**, 307-321.