

De la Basse-Meuse primitive jusqu'à l'abandon de la vallée de la Meuse orientale

Première partie : généralités et résultats

Étienne JUVIGNÉ, Geoffrey HOUBRECHTS et Jean VAN CAMPENHOUT

ULiège, Département de Géographie, Quartier Village 4, Bâtiment 11 ; 4031 Liège, Belgique

Auteur correspondant : ejuvigne@skynet.be

Manuscrit reçu le 19 mai 2022 et accepté le 9 août 2022

Article publié selon les termes et les conditions de la licence Creative Commons [CC-BY 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

Résumé

Les lambeaux des hautes terrasses de la Basse-Meuse liégeoise ont été raccordés essentiellement en fonction de l'altitude de leur base dans tous les travaux antérieurs. Toutefois, ce critère n'a jamais fait l'objet que d'estimations qui se sont transmises d'auteur en auteur avec des adaptations mineures depuis le modèle de Briquet (1907). Dans le présent travail, pour tous les lambeaux existants, des précisions sont apportées sur l'altitude de la base et du sommet du cailloutis, et des études sédimentologiques ont été réalisées. Le présent article est limité à la présentation des données et à la façon dont elles ont été obtenues. Un second article est associé dans lequel un modèle, différent des précédents, est argumenté et discuté.

Mots-clés : Belgique, Liège, Meuse, hautes terrasses, altitude, sédimentologie

Abstract

From the primitive Basse-Meuse to the abandonment of the eastern Meuse valley.

First part: generalities and results

The remnants of the high terraces of the Meuse between Liège and the limit with The Netherlands have been connected, essentially according to the altitude of their base in all previous works. However, this criterion has only ever been the subject of estimates that have been transmitted from author to author with minor adaptations since Briquet's staircase (1907). In the present work, for all the remnants, details are provided on the elevation of the base and the top of the gravel, and sedimentological studies have been carried out. This article is limited to presenting the data and how they were obtained. A second article is associated in which a staircase, different from the previous ones, is argued and debated.

Keywords : Belgium, Liège, Meuse, high terraces, elevation, sedimentology

1. Introduction

Des modèles de terrasses mosanes comprenant la Basse-Meuse liégeoise (depuis Liège jusqu'à la frontière des Pays-Bas) ont été publiés par Briquet (1907), Mouchamps (1927, 1933), Lefèvre (1934), Macar (1938, 1957), Pissart (1974), Juvigné et Renard (1992), Pissart *et al.* (1997) et Rixhon *et al.* (2011). À l'exception de ce dernier travail basé sur la géochronologie, les autres modèles ont pour point commun d'avoir été construits par la méthode du raccord de proche en proche de l'altitude de la base des cailloutis. Dans les travaux originaux, les altitudes rapportées relèvent le plus souvent d'estimations plutôt que de mesures. Dans les synthèses concernant la Basse-Meuse (Pissart, 1974 ; Pissart *et al.*, 1997), des adaptations des profils pré-existants sont proposés sans argument ni de terrain ni de laboratoire. Enfin, dans aucun travail, la façon de projeter les lambeaux de terrasse au droit de la plaine d'inondation, voire dans un profil transversal de référence, ne fait l'objet d'explication méthodologique.

Une nouvelle approche, limitée ici aux lambeaux des hautes terrasses, est basée sur l'altitude mesurée de la base et du sommet des cailloutis ainsi que sur des données sédimentologiques. Nous entendons par hautes terrasses toutes celles qui peuvent avoir un prolongement dans la vallée abandonnée de la Meuse orientale (Fig. 1) (Hol, 1949 : Oostmaas). Quelques lambeaux immédiatement inférieurs sont aussi pris en considération, de façon à estimer les conséquences de la capture sur l'incision de la Meuse et de prévoir une discussion sur un basculement longitudinal éventuel, invoqué antérieurement dans la littérature (Macar et Meunier, 1955 ; Felder et Bosch, 1989 ; Juvigné et Renard, 1992).

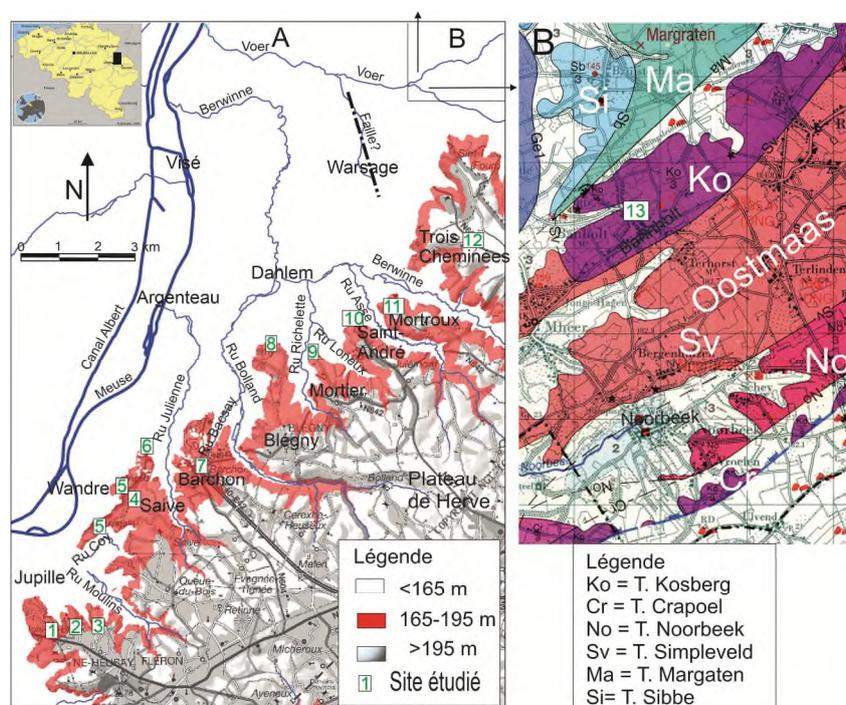


Figure 1 : (A) Localisation des lambeaux de terrasses fluviales étudiés, avec la numérotation reprise dans le présent travail. (B) Les terrasses à l'entrée de l'Oostmaas (extrait de la carte de Felder et Bosch, 1989).

Le présent article est consacré à l'exposé des données altimétriques et sédimentologiques nouvelles propres à chaque lambeau, ainsi qu'aux méthodes par lesquelles elles ont été obtenues. L'interprétation de ces données, l'élaboration d'un nouveau modèle et la discussion des modèles antérieurs font l'objet d'un article qui suit immédiatement celui-ci dans la présente revue.

2. Généralités

2.1. Littérature en rapport avec le sujet traité

La présente revue de la littérature se limite aux travaux qui ont abordé dans la Basse-Meuse liégeoise le problème du raccord de lambeaux de terrasses fluviales.

Pour la Basse-Meuse liégeoise et le Limbourg (belge et néerlandais), Briquet (1907) propose des raccords de lambeaux intégrés en quinze terrasses sur le principe d'une dénivelée pratiquement constante par rapport à la plaine inondable (p.i.). Les terrasses (T.) impliquées ici sont : (1) T. de Huls (p.i. +180 m) ; (2) T. de Landraad (p.i. +150 m) ; (3) T. de Crapoel (p.i. +135 m) ; T. de Margraten (p.i.+130 m).

Mouchamps (1933) étudie les terrasses le long de l'axe Sambre-et-Meuse jusqu'en Basse-Meuse liégeoise. Tous les lambeaux sont groupés en quatre niveaux. La « 1.Terrasse supérieure » est à 170 m d'altitude à l'amont immédiat de Liège. Elle plonge en Basse-Meuse pour passer à Maastricht à l'altitude anormalement basse de 150 m. Cette terrasse et ce travail échappent à notre sujet.

Lefèvre (1934) conçoit un modèle basé sur des phases d'érosion et d'aggradation de la Meuse qui sont mises en relation avec les alternances de périodes glaciaires et interglaciaires de Penck et Bruckner (1909). De vastes replats sont pris en considération sans se soucier de la présence ou non de galets à leur endroit. En l'absence de données concrètes, ce travail ne peut contribuer à l'évolution des connaissances des hautes terrasses de la Basse-Meuse.

Macar (1938) distingue 11 niveaux de terrasses dans la Basse-Meuse et il les ordonne dans un profil transversal de référence passant par Maastricht. Les deux terrasses les plus élevées (« T. n°9 et T. n°8 »), connues dans le Limbourg néerlandais, n'ont pas d'équivalent dans la Basse-Meuse où la terrasse la plus élevée porte le label « T. n°7 » ; elle comprend trois lambeaux et se prolonge par la T. de Margraten (Meuse occidentale).

Macar (1957) produit un modèle intégré de profils longitudinaux de terrasses des bassins de l'Ourthe, de la Vesdre et de la Meuse à l'aval de Liège. La terrasse la plus élevée en Basse-Meuse liégeoise reste la T. n°7. Dans ce modèle, il n'y a donc toujours pas de lambeau de terrasse de la Meuse orientale en Basse-Meuse liégeoise.

Pissart (1974), dans un modèle de synthèse des terrasses mosanes depuis la Lorraine (France) jusqu'au Limbourg (Belgique et Pays-Bas), la plus haute terrasse (T. n°8) est pratiquement horizontale à 175 m dans la Basse-Meuse. Toutefois l'auteur ne cite pas les lambeaux qui en font partie et il ne justifie pas son choix graphique.

Felder et Bosch (1989) étendent leur cartographie des terrasses mosanes du Limbourg jusqu'à Herstal en Basse-Meuse liégeoise. Ils introduisent la distinction de 18 niveaux de terrasses dont le plus ancien, dans la Basse-Meuse liégeoise, correspond à la T. de Simpelveld qui est la dernière dans la vallée abandonnée de la Meuse orientale.

Juvigné et Renard (1992) proposent une capture dans la région de Visé pour expliquer l'abandon de la vallée de la Meuse orientale. Ils attribuent le déversement du cours d'eau à un basculement de la vallée dirigé vers l'O/SO, en relation avec la tectonique dans la Baie du Rhin inférieur. Dès lors, ils appliquent une contre-pente aux hautes terrasses de la Basse-Meuse. Ils raccordent les autres lambeaux en admettant une dénivelée constante par rapport à la plaine inondable. Mais à la différence de Briquet (1907), ils tiennent compte de paléo-méandres pour effectuer les raccords.

Pissart *et al.* (1997) revisitent le travail de Pissart (1974). En ce qui concerne les hautes terrasses en Basse-Meuse, les auteurs reprennent le modèle de Juvigné et Renard (1992) et proposent des corrélations différentes avec les terrasses du Limbourg sans argumenter.

Juvigné et Van Campenhout (2020) découvrent trois très hautes terrasses en gradins à la faveur de l'aménagement d'un lotissement à Bois-de-Breux. Ils concluent à un basculement oblique de la Basse-Meuse vers le NO. Ce modèle implique que soient diachroniques les lambeaux, notamment de très hautes terrasses, situés à la même altitude sur les deux flancs de la vallée dans une même section transversale.

Juvigné et Houbrechts (2020) proposent que la Meuse de Dinant ne se soit déversée dans la Basse-Meuse qu'au niveau du lambeau de la terrasse de Mons-Crotteux (base 183 m ; sommet 187 m à Mons-Crotteux/lez Liège Airport) ou plus bas. Cette hypothèse fait appel au basculement oblique précité de la vallée de la Basse-Meuse qui a été initié dès le début du retrait de la mer oligocène.

De façon synthétique, en se limitant aux hautes terrasses, on peut insister sur le fait que dans les modèles précités : (1) la seule méthode qui a dicté la construction des modèles est le raccord de proche en proche de la base des cailloutis dont l'altitude, lorsqu'elle est citée, relève en général de l'estimation ; (2) dans les travaux de synthèse, les auteurs ne produisent jamais des données originales de terrain ou de laboratoire pour justifier les modifications apportées aux travaux originaux ; (3) des lambeaux connus depuis Briquet (1907) ont pu être ignorés par la suite, alors même qu'ils ont toujours existé.

2.2. Vocabulaire et abréviations

Meuse de Dinant et Meuse lorraine. D'après le modèle proposé par Juvigné *et al.* (2021a, 2021b) dans l'étude du réseau hydrographique primitif de la région liégeoise, tous les lambeaux de hautes terrasses étudiés plus bas sont à attribuer à la Meuse de Dinant. Il s'agit ici de la Meuse qui prenait sa source sur le flanc nord du Massif de Rocroi et ne recevait donc pas encore la Moselle-Meuse lorraine qui à Charleville-Mézières poursuivait son cours vers l'Ouest via la vallée de la Sormonne (Rutot, 1897 et suivants). Toutefois, dans le texte qui suit, nous écrirons simplement 'la Meuse'.

Basse-Meuse. En Belgique, le concept de Basse-Meuse désigne la vallée de la Meuse à l’aval de Liège, donc y compris à travers le Limbourg. Le présent travail est limité à la Basse-Meuse dans la province de Liège et c’est pour éviter l’usage systématique de l’expression *Basse-Meuse liégeoise*, que nous écrivons simplement Basse-Meuse.

Cailloutis : Onx et q2m. Selon la légende de la Carte géologique de Belgique : (1) le label Onx désigne des « Amas et traînées de cailloux blancs à allures ravinantes et fluviales (Oligocène final continental) » qui tapissent notamment le plateau de Hesbaye ; (2) les cailloutis q2m sont ceux « des terrasses quaternaires des vallées ardennaises » plus grossiers et de nature plus variée que les cailloutis Onx. Cette distinction présente un intérêt pratique dont nous continuons à faire usage, car la Carte géologique de Wallonie regroupe l’ensemble des cailloutis fluviaux pourtant si différents, sous l’appellation unique d’alluvions anciennes (Ala).

Lambeau de terrasse et terrasse fluviale. Le concept de terrasse *sensu stricto* se rapporte à des dépôts fluviaux présentant une morphologie subhorizontale, et situés plus haut que la plaine inondable. Une rivière s’étant ensuite encaissée et l’érosion des affluents ayant fait son œuvre, il ne reste d’une terrasse que des lambeaux épars. Dans la pratique, le terme *terrasse* a souvent été utilisé pour désigner un seul lambeau. Pour notre part, nous avons choisi de respecter la distinction entre terrasse et lambeau, et pour simplifier l’écriture, ‘l_{tf}’ sera lu *lambeau de terrasse fluviale* (au pluriel l_{xtf}), et ‘T.’ sera lu *terrasse fluviale*. Pour faciliter la compréhension de la relation avec un nouveau modèle de terrasse de la Basse-Meuse (Paulissen et Juvigné, en préparation), nous attribuons à chaque l_{tf}, un label explicite qui le situe : (1) géographiquement (localité et site) ; (2) en altitude (base et toit du cailloutis). En général, une terrasse est reconstituée en intégrant plusieurs l_{xtf}, mais exceptionnellement un seul l_{tf} bien argumenté peut suffire. Enfin, dans ce travail, l’expression *hautes terrasses* n’a rien de formel, elle désigne simplement l’ensemble des niveaux pris en considération, c’est-à-dire ceux qui sont plus élevés que 150 m d’altitude. Pour rappel les Hautes Terrasses (Macar, 1938) sont celles qui précèdent la terrasse dite *principale* (Mouchamps, 1933) dont le l_{tf} représentatif dans la Basse-Meuse est celui de Pontisse-Hermée, nettement inférieur (entre 115 et 125 m d’altitude) à la limite que nous avons choisie.

Cailloutis et gravier. Le terme *cailloutis* doit être compris comme l’ensemble d’un dépôt fluvial qui est composé de ‘blocs+ gravier+ matrice [sable+ limon+ argile]’ ; le terme *gravier* est ici utilisé au sens strict, soit l’ensemble des cailloux/galets compris entre 2 et 64 mm qui sont les limites de taille correspondant à l’échelle phi (phi=-log₂ [diamètre en mm]). Toutefois, les rares *très petits blocs* (64 à 128 mm) présents dans les échantillons sont pris en considération. Le terme *gravier* est un substantif collectif pour lequel le singulier s’impose.

Cailloux et galets. Pour simplifier le vocabulaire relatif à la forme et au faciès des cailloux, nous réservons le terme *galet* aux éléments émoussés (dits aussi roulés), tandis que les éclats rocheux à arêtes vives sont appelés *cailloux*.

Orthographe. L'usage grammatical implique que l'on écrive par exemple *des glaciers de montagne*, même s'il y a plusieurs montagnes'. Nous écrivons donc *des lambeaux de terrasse* (lxtf) bien qu'il y ait plusieurs terrasses, ou encore la *plaine d'inondation*, bien que les inondations soient récurrentes.

2.3. Méthodes

Mesures de l'altitude des nappes de cailloutis. Dans les sites de Bois-de-Breux et de Barchon, nous avons disposé du réseau de mesures effectuées à l'aide du GPS dans le cadre de la réalisation de plans des lotissements (Bureau Bolland-Tailleur à Wandre). Toutes les autres mesures d'altitude ont été effectuées soit sur le réseau PICC (Programme informatique de Cartographie continue), soit sur les orthophotoplans du site WalOnMap. Au départ de ces valeurs : (1) l'altitude du toit du cailloutis a été déterminée en décomptant l'épaisseur de l'éventuelle couverture limoneuse traversée à la tarière ; (2) l'altitude de la base du cailloutis a fait l'objet d'un nivellement local. Dans tous les cas, la précision retenue a été limitée au décimètre.

Prélèvements d'échantillons. Dans chaque site, des échantillons d'environ 10 dm³ (un seau) ont été prélevés : (1) autant que possible en affleurement avec la certitude d'être dans le même ltf ; (2) dans une tranchée artisanale sous l'horizon labouré (on parle alors de *sub-surface*) ; (3) au moyen d'une pelle mécanique, lorsque c'était jugé indispensable.

Distribution granulométrique. Mode opératoire : (1) pesée de l'échantillon brut et prise d'une aliquote dans la matrice pour extraire les minéraux denses ; (2) dispersion de l'échantillon dans l'eau et tamisage à 2 mm jusqu'à obtenir une récolte de cailloux propres ; (3) séchage ; (4) tamisage à sec sur une colonne de tamis par pas de $\phi/2$; (5) représentation graphique des distributions : (i) histogramme pour mettre clairement en exergue la symétrie/asymétrie, le mode et le plus gros élément ; (ii) courbe cumulative pour lire aisément la valeur du mode, du 3^e quartile et du nonantième percentile. Ces graphiques sont groupés en annexe.

Détermination de la nature des cailloux. Dans l'ordre de la taille, à partir de la classe la plus grossière, celle de 8 à 16 mm est la première qui, dans les conditions de prélèvement précitées, contient suffisamment d'éléments pour soutenir la discussion des résultats. La récolte obtenue par tamisage est soumise à une attaque par HCl_{10%vol} de façon à extraire immédiatement les carbonates, puis à débarrasser les autres éléments de la pellicule limoneuse et ferrugineuse qui les rend pratiquement indéterminables. La typologie adoptée est la suivante : galets de quartz pur (Qp) ; galets de *quartzite fermement identifiés* (Qite) par la présence d'au moins une veine de quartz et/ou une empreinte de cristal de pyrite (ce critère implique qu'exceptionnellement des galets de grès à veine de quartz, voire empreinte de pyrite, du Dévonien inférieur s'ajoutent à cette catégorie) ; galets de roches siliceuses ou argileuses sans quartz apparent et sans empreinte de pyrite (Si&Ar) ; éclats de silex, éclats de roches du socle, cailloux de calcaire ou de dolomie. Les éléments d'origine non naturelle (i.e. éclats de charbon, scories, gravats,... dans des échantillons de sub-surface) sont simplement éliminés. En cours de détermination, chaque galet a été soumis à une pression des doigts pour déceler les éléments friables qui sont enregistrés séparément ; ils consistent essentiellement en

grès ou schiste altérés. Pour les calculs d'indices de fréquence, les galets sont seuls pris en considération. Les autres cailloux sont comptabilisés séparément et leur fréquence est rapportée globalement en pour-cent supplémentaire par rapport au total des galets. Les résultats des déterminations et davantage de détails relatifs à la typologie sont rapportés dans l'annexe 3A.

Fréquence des quartz purs et des quartzites fermement identifiés

Des indices ont été définis :

$Q' = 100 * Q_p / \text{tous les galets}$;

$Q'' = 100 * (Q_p + Q_{ite}) / \text{tous les galets}$;

$F = 100 * \text{galets friables} / \text{tous les galets}$;

$S = 100 * \text{éclats de silex} / \text{tous les galets}$ (pourcentage supplémentaire: %+)

N.B. Dans un travail antérieur, l'indice Q a été utilisé pour rapporter la fréquence des Q_p par rapport à l'ensemble des éléments recueillis ($Q = 100 * Q_p / \text{tous les éléments de l'échantillon}$) (Juvigné *et al.* (2020a). Cet indice n'est pas appliqué dans le présent travail.

Émoussé. L'éroussé des quartz est représenté par deux indices, l'un quantifie l'arrondi du galet, l'autre son état de surface.

L'indice d'arrondi est calculé par l'analyse informatique d'images mise au point par Roussillon *et al.* (2009). Que les éléments soient entiers ou qu'ils présentent des cassures aux arêtes vives ou émoussées, ils sont soumis indistinctement à l'analyse. Parmi tous les indices produits par la méthode, il a été montré que l'indice d'arrondi de Wadell (I_w) est le plus discriminant quand il s'agit de faire la distinction entre les quartz selon qu'ils ont été façonnés par les rivières ou sur l'estran d'une plage marine (Juvigné *et al.*, 2020c).

L'estimation de l'état de surface est basé sur le microrelief du galet : (1) les *galets marins* présentent une surface lisse (déjà reconnue arrondie) résultant du sablage permanent sur un estran ; (2) les galets fluviaux présentent un relief et un microrelief chaotiques. Toutefois, la plupart des galets sont des éclats de galets plus volumineux et ils peuvent porter des parties arrondies et lisses parfois très restreintes qui suggèrent que l'élément a subi antérieurement l'action de la houle avant d'éclater. Dès lors la typologie est basée sur trois catégories : les quartz entiers ou presque, arrondis et lisses (*quartz marins* : Q_m) et les quartz au relief chaotique (*quartz fluviaux* : Q_f) qui ont emporté la conviction du déterminateur ; les éclats de quartz qui présentent une trace de surface lisse et courbe et sont probablement des éclats de quartz marins (sigle : $Q_m ?$). Les indices d'état de surface utilisés précédemment (Juvigné *et al.*, 2020a : M, M', M'') ne sont donc pas d'application ici. Les échantillons de sites étudiés antérieurement ont donc été revisités en fonction de la nouvelle typologie ; il s'agit des trois lxtf de Bois-de-Breux (Juvigné et Van Campenhout, 2020) ; du gravier Onx du plateau de Hesbaye (Juvigné *et al.*, 2020b) et des Gravier liégeois de Bonnelles et de Sart Tilman (Juvigné *et al.*, 2021a, 2021b).

Les *minéraux denses transparents* extraits de la fraction sableuse comprise entre 75 et 425 μm ont été déterminés. La limite de 75 μm a été choisie de façon à éviter les minéraux d'origine loessique. Par le fait même, la plupart des minéraux provenant des altérites des roches

paléozoïques (texture silteuse ou argileuse) ont aussi été éliminés. Les séparations ont été exécutées dans le bromoforme et en ampoule en répétant les cycles *agitation- décantation- récolte* jusqu'à épuisement du surnageant en minéraux denses. Les déterminations ont été réalisées au microscope en lumière transmise ; elles ne concernent donc que les seuls minéraux denses transparents (mdt). Néanmoins, la part de minéraux indéterminables (opaques et débris rocheux divers) est rapportée de façon indicative. Dans les terrains oligocènes à quaternaires du bassin de la Meuse, le zircon, la tourmaline et les polymorphes du TiO₂ constituent systématiquement la majorité des mdt ; ils sont ainsi considérés comme les *ubiquistes*. Dans le sable oligocène et les dépôts dérivés (ex. les *Graviers liégeois*), les ubiquistes sont aussi accompagnés de disthène, staurotide, andalousite et topaze ; on constate que l'initiative de grouper ces derniers sous le vocable de minéraux *paramétamorphiques* s'est pérennisé (ex. : Bourguignon, 1954 ; Demoulin, 1987 ; Juvigné et Houbrechts, 2020).

Fiches de travail du Service géologique de Belgique (SgB). Toutes les fiches qui font état de cailloutis Onx et/ou q2m des lxtf impliqués ont été dépouillées. Les extraits utiles sont présentés en annexe sous la forme de citation, car les descriptions sont souvent laconiques, parfois même peu compréhensibles, en raison de la variété du vocabulaire utilisé par les divers rapporteurs. Les coupes décrites avant les années 1960 font en général état de l'épaisseur des diverses couches, mais ne rapportent souvent ni l'altitude, ni la distance, ni l'orientation des coupes et croquis ; ceci nous a imposé de tenter de reconstituer les données manquantes dans toute la mesure du possible. Il faut aussi savoir qu'au cours de l'élaboration de la Carte géologique de Belgique, l'habitude a été adoptée de rapporter la taille des cailloux par les adjectifs : pisaire (!), avellanaire, ovulaire (!), pugillaire, céphalaire qui sont censés évoquer dans le même ordre : le pois, la noisette, l'œuf, le poing, le crâne (*NDR : les (!) attirent l'attention sur les écarts étymologiques ; dans les citations, les fautes d'orthographe et de syntaxe sont celles des auteurs.*) Enfin, sauf mention contraire, lorsque nous écrirons simplement la Carte géologique de Belgique, il s'agira de la planchette n°122 (Forir, 1896).

3. Les lxtf de hautes terrasses de la Basse-Meuse

Dans ce chapitre, pour chaque lambeau de haute terrasse de la Basse-Meuse passé en revue de l'amont (Bois-de-Breux) à l'aval (Trois Cheminées), on lira : (1) l'évolution des connaissances depuis les données de la Carte géologique de Belgique ; (2) les données nouvelles que nous apportons en matière d'altitude et de sédimentologie.

3.1. Le site de référence de Bois-de-Breux

3.1.1. Historique

La Carte géologique de Belgique rapporte très localement à Bois-de-Breux, un gravier classé dans l'Oligocène supérieur continental (*Onx*).

Briquet (1907) en fait un ltf de la Meuse dont il estime l'altitude de la base à 180 m.

Macar (1938, 1957) ne prend pas ce ltf en considération.

Juvigné et Renard (1992) le divisent en deux niveaux en gradins qui se marquent à la fois dans la morphologie et dans l'altitude des bases respectives qui ont été identifiées par sondage sismique, respectivement à 176 m et 186 m.

3.1.2. Données supplémentaires

À la faveur de l'installation d'un lotissement sur le site, l'un de nous (E.J.) a suivi journalièrement l'évolution du chantier et profité des excavations réalisées pour installer le réseau d'égout. Trois lxtf de dépôts mosans en position primaire ont ainsi été mis au jour. Ils sont disposés en gradins : BdB1 [b187 ; s194] ; BdB2 [b185 ; s188] ; BdB3 [b178 ; s183] ; la figure 2 justifie la distinction de ces trois niveaux.

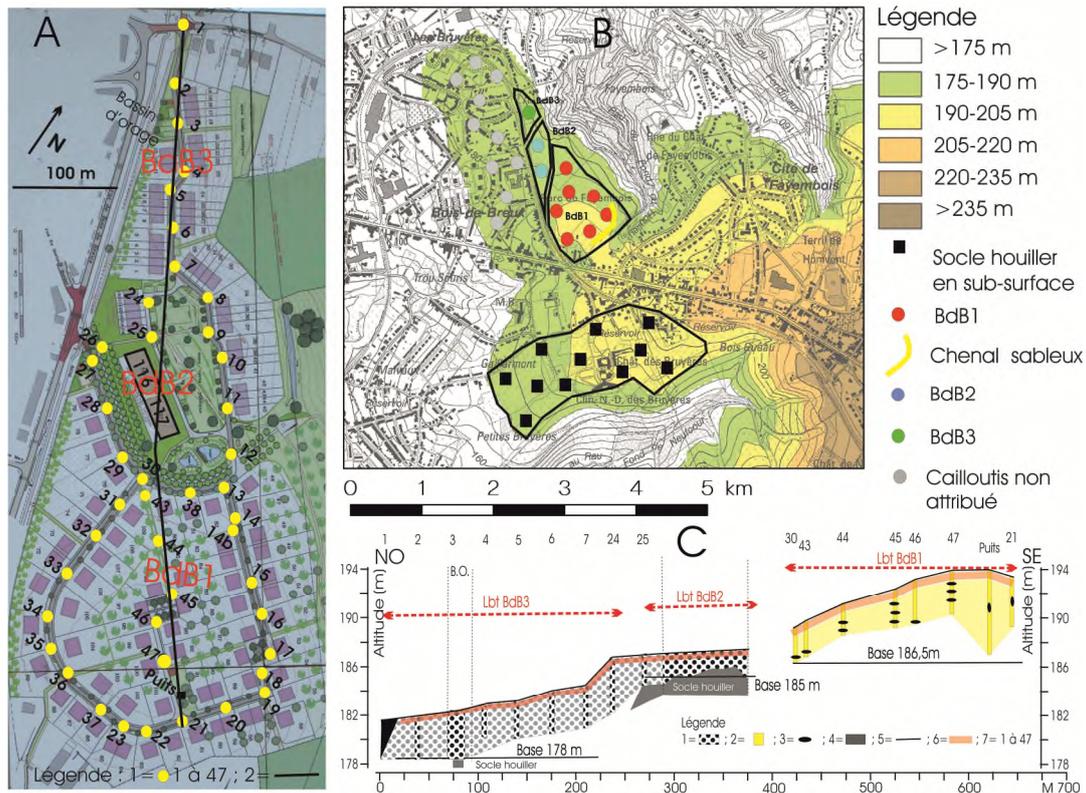


Figure 2 : Les très hautes terrasses du site de référence de Bois-de-Breux/Liège (localisation sur la figure 1, site 1). (A) Plan du lotissement (Bureau Boland-Tailleur à Wandre). Légende : 1 = chambre de visite du réseau d'égout ; 2 = coupe de la figure C. (B) Position des trois lxtf. (C) Coupe synthétique à travers les trois lxtf. Légende : 1 = faciès à dominante graveleuse ; 2 = faciès à dominante sableuse ; 3 = lentilles graveleuses minoritaires dispersées à différents niveaux dans des lentilles de sable dominantes ; 4 = socle houiller ; 5 = altitude de la base avec prolongement supposé ; 6 = sol (sens pédologique) ; 7 = position des sites échantillonnés (d'après Juvigné et Van Campenhout, 2020 : figure 5, modifiée).

Une publication spécifique en a fait le site de référence pour les terrasses mosanes correspondantes (Juvigné et Van Campenhout, 2020). Des compléments d'information concernant la genèse de ces terrasses ont été apportés ultérieurement par Juvigné *et al.* (2021b, 2022a). Ces auteurs ont décrit les circonstances dans lesquelles la paléo-vallée mosane de Bois-de-Breux devrait avoir été formée dans l'ordre par des ruisseaux locaux, puis la Vesdre, l'Ourthe et enfin la Meuse. Nous renvoyons le lecteur aux articles originaux précités pour tous les détails dont il souhaiterait prendre connaissance.

Une étude sédimentologique est rapportée dans l'article original. Néanmoins, des données ont dû être revisitées pour être adaptées à la méthodologie appliquée systématiquement dans le présent travail et de ce fait, faciliter les comparaisons entre lxtf. Les résultats sont rassemblés en annexe, ils font l'objet d'un commentaire global plus loin.

3.2. Les lxtf de Beyne

La Carte géologique de Belgique fait état de deux lbt de cailloutis Onx (Forir, 1897) conservés de part et d'autre de la tête de vallée du ruisseau de Fondrivaux (Fig. 3). L'un à Fayenbois (Fig.1, site 2) l'autre à Beyne (Fig. 1, site 3).

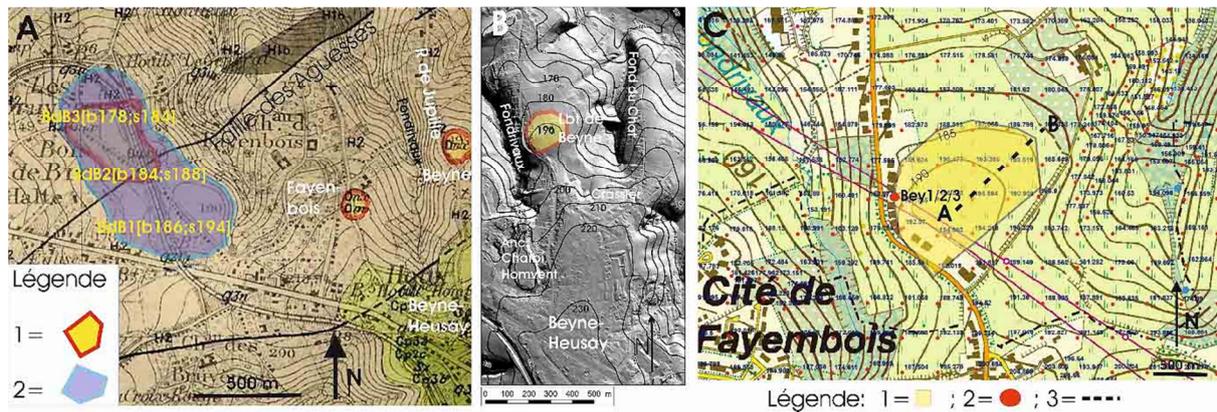


Figure 3 : Localisation des deux lbt de cailloutis Onx, en tête de vallée du ruisseau de Fondrivaux, près de la limite communale Beyne-Jupille (localisation sur la figure 1, sites 2 et 3) (A) Extrait de la Carte géologique de Belgique, planchette 122 (modifiée); en gris, schiste et grès houillers (H2 et H1b); en vert, Crétacé (silexite, Sx; Cp2c, craie; Cp3b, argile et sable). Légende: 1 = cailloutis Onx; 2 = lbt de référence du site de Bois-de-Breux (Juvigné et Van Campenhout, 2020). (B) Position du lbt de Beyne dans la morphologie locale (Images LIDAR, WalOnMap). (C) Localisation des observations sédimentologiques. Légende: 1 = extension du lbt; 2 = localisation du site échantillonné; 3 = transect d'identification de cailloux en sub-surface.

3.2.1. Historique

La fiche SgB 134E0050 rapporte: « Devant la ferme, vaste sablière abandonnée: sable jaune et cailloux blancs avellanaires Om, x; dans le bois de sapins, schiste commun altéré H2; bloc de poudingue à silex (+); limon jaune friable q3m. ».

Juvigné et Renard (1992) sont les seuls à avoir pris ces cailloutis en considération et ils ont placé le contact cailloutis/socle houiller du lbt de Beyne à 195 m en fonction d'un sondage sismique effectué au sommet de la butte.

3.2.2. Données supplémentaires

Le lbt de Fayenbois est densément urbanisé et ne se prête à aucune observation. Néanmoins l'endroit de l'ancienne gravière a pu être localisé au n°56 de la rue de Fayenbois. L'altitude, correspondant au toit du cailloutis a pu être déterminée à 193,1 m, tandis que celle de la base n'a pu être déterminée. Par comparaison de la description rapportée dans la fiche précitée

avec les observations faites à Bois-de-Breux, il devrait s'agir de l'équivalent du faciès sableux de BdB1 et non de sable Om.

Le lbt de Beyne est encore herbager et accessible. Il a été mis en inversion de relief par l'érosion régressive des ruisseaux de Fondrivaux et de Fond du Chat, affluents du ruisseau des Moulins. Il s'agit d'une butte qui culmine à 196 m et qui se présente au pied du versant descendant de Beyne sur lequel le contact Crétacé/Houiller se trouve entre 210 et 215 m (Carte géologique de Belgique). Des fouilles en sub-surface (suivant le transect A-B de la figure 3) ont montré que sur le sommet de la butte à 196 m, les éclats de silex constituent l'essentiel de la charge caillouteuse (deux tiers de la masse) ; ils ont dû descendre des lits de silex de la Formation de Gulpen et de la silexite qui la surmonte sur le versant. Sur la pente en direction du NE, depuis le sommet jusqu'à 185 m, les galets mosans prennent une part de plus en plus importante aux dépens des silex (Fig 3 : profil A-B). Une fouille en tranchée a été exécutée à la pelle mécanique en bordure du lbt (au n°631 de la rue de Beyne à Jupille). Le bedrock y a été atteint à 189 m sous 1 m de cailloutis. La matrice de celui-ci étant essentiellement sableuse (sans limon lœssique incorporé), on peut conclure à un matériau en position primaire, ce qui attribue au cailloutis une épaisseur de ~6 m, si l'on décompte la couche de silex détritique reconnue en sub-surface. Le label de ce ltf devient donc Bey-Jup(b189 ; s195) (Bey= Beyne, Jup= rue de Jupille). Trois échantillons ont été prélevés dans l'excavation, à partir de la base : Bey1 (189 m), Bey2 (189,5 m) et Bey3 (190 m). Les résultats des analyses sédimentologiques sont présentés en annexe. Ils font l'objet d'un commentaire global plus loin.

3.3. Les lxtf du plateau de Wandre-Saive

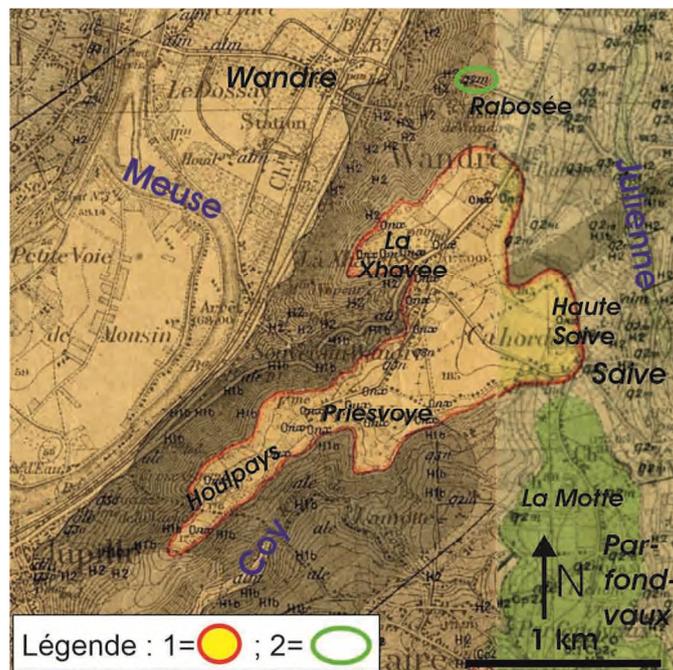


Figure 4 : Les cailloutis de l'interfluve entre les vallées de la Meuse et des ruisseaux de Coy et de La Julienne (localisation sur la figure 1, sites 4, 5 et 6) (Extrait de la Carte géologique de Belgique (modifié). Légende : 1 = extension de la nappe de cailloutis Onx ; 2 = cailloutis q2m de Rabosée.

Sur l'interfluve entre d'une part la Meuse et d'autre part les ruisseaux de La Julienne et de Coy, se trouve un plateau dont le point culminant est à 188 m (Fig. 4). Il porte des cailloutis mosans dont ceux des hauteurs de Wandre (>160 m) sont à une altitude suffisante pour être pris en considération dans le présent travail.

3.3.1. Cailloutis Onx de Wandre-Saive et ltf de Rabosée : historique

La Carte géologique de Belgique rapporte la présence d'une vaste nappe de cailloutis Onx au-dessus de ~170 m, et un cailloutis de type q2m à Rabosée.

Briquet (1907) voit dans la nappe Onx un seul ltf dont il estime l'altitude de la base à 175 m sans en préciser le fondement et il fait du ltf de Rabosée une terrasse distincte.

Macar (1938, 1957) considère également la nappe Onx comme un seul ltf et il y inclut le ltf de Rabosée tout en proposant une base commune à 165 m.

Bonnechère *et al.* (2006) produisent plusieurs sondages sismiques réalisés sur le ltf de Houlpays indiquant la présence du socle non altéré entre 164 et 169 m.

Juvigné et Renard (1992) distinguent dans l'ensemble de la nappe Onx quatre niveaux : Houlpays (base à 165 m), La Xhavée (b170 m), Haute Saive (b174 m) et La Motte/ Caserne de Saive (b193 m).

3.3.2..Données supplémentaires

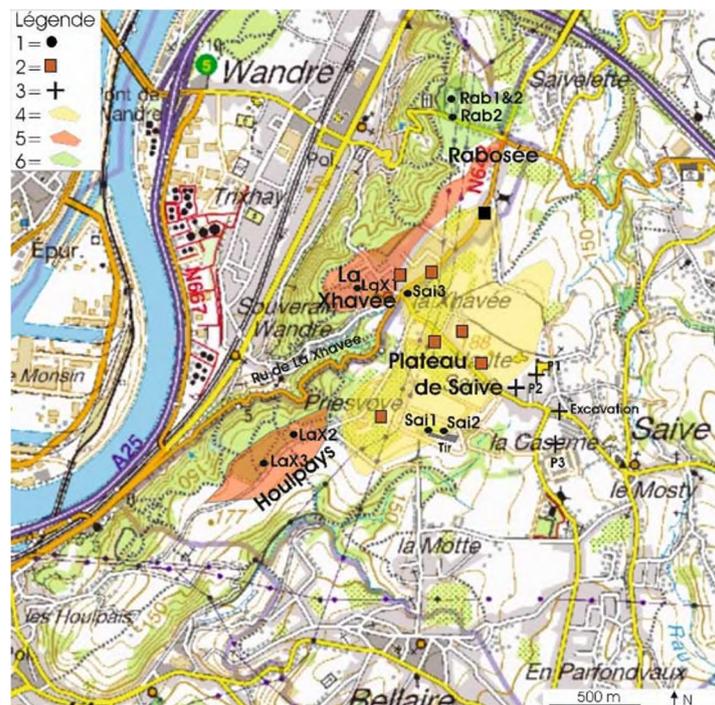


Figure 5 : Les lxtf de très hautes terrasses de l'interfluve, entre Jupille, Wandre et Saive. Légende : 1 = sites de prélèvement de cailloutis et label des échantillons ; 2 = forage à la tarière à travers le loess jusqu'au toit du cailloutis ou observation directe de son toit ; 3 = puits et excavations sans cailloutis ; 4 = ltf du plateau de Saive ; 5 = lxtf de La Xhavée et de Houlpays ; 6 = ltf du cimetière de Rabosée.

Sur la partie la plus élevée de l'interfluve entre Jupille, Wandre et Saive (nous dirons le Plateau de Saive), la nappe de cailloutis Onx est en inversion de relief et elle domine deux replats : (1) celui de Houlpays à ~174 m et celui de La Xhavée à ~175 m, séparés par le vallon du ruisseau de La Xhavée (Fig. 5). Le ltf de Rabosée (gravier q2m en dessous de 165 m) ne fait pas partie du cailloutis Onx, il doit être traité séparément.

Le ltf de Saive : données supplémentaires

Sur le plateau de Saive, des forages à la tarière ont atteint le toit du cailloutis mosan sous la couverture lœssique. Au point culminant du plateau (188 m), le gravier a été atteint dans deux sites proches l'un de l'autre, entre 183 et 184 m. En bordure du plateau, le contact cailloutis/socle a été vu dans le talus de la rue Nifiet à Priesvoye à 178 m. Dans le site de l'ancien stand de tir de la caserne de Saive, un forage industriel de reconnaissance a été exécuté (Fiche SgB 121 E 0386), le cailloutis mosan s'y trouve entre 182,65 m et 178,8 m ; il n'est pas fait mention de la présence du bedrock à la profondeur d'arrêt du forage, mais on constate qu'il était de toute façon attendu à ~178 m (*cf. supra* : rue Nifiet). Dans la tranche d'altitude comprise entre 178 et 184 m, le cailloutis reste accessible dans l'excavation du stand de tir entre la base à 178,8 m, et la partie supérieure du talus à ~182 m ; deux échantillons y ont été prélevés : Sai1 et Sai2. Dans le carrefour principal de La Xhavée (quadrant NE), le toit d'un cailloutis a été dégagé dans le talus entre 178 et 179 m ; un échantillon y a été prélevé : Sai3. Une centaine de mètres au nord du même carrefour et dans le fond du 'Clos Anne de Chantraine' des tranchées ont été creusées pour effectuer la réparation de conduites d'égout, et le toit du cailloutis y a aussi été atteint à ~179 m. Dans les trois endroits précités très proches l'un de l'autre, l'altitude de la base du cailloutis n'est pas connue. Les résultats des analyses sédimentologiques des trois échantillons sont présentés en annexe. Ils font l'objet d'un commentaire global plus loin.

Mise au point.

Dans la partie orientale du plateau (à Haute Saive), le cailloutis mosan est absent : (1) dans trois puits de ferme qui descendent jusqu'au moins 174 m d'altitude ; (2) dans un forage profond sur le site de la Caserne de Saive (Fiche SgB 122W0195) ; (3) dans l'excavation qui a reçu le bâtiment rue Haute Saive n°49. Les lxtf précités de Haute Saive (b174) et La Motte (b193 m ; Caserne de Saive) proposés par Juvigné et Renard (1992) deviennent donc obsolètes.

Les lxtf de La Xhavée et de Houlpays : données supplémentaires

À La Xhavée (Wandre), il existe un replat à ~176 m d'altitude qui était beaucoup plus étendu (carte topographique de 1904 ; IRM) avant que le gravier ait été largement exploité, à l'endroit de l'actuel centre résidentiel *Salvatore Allende*. Celui-ci a été établi en grande partie sur le plancher de la gravière correspondant au toit du bedrock houiller à ~171 m. Le front de taille abandonné se trouve dans le fond des propriétés de la rue Allende et le cailloutis y affleure de 172 à 175 m, sous une couverture de loess d'épaisseur pluri-décimétrique (Fig. 5).

Un échantillon y a été prélevé (LaX1). Dans la partie forestière du replat du lieu-dit Houlpays, le toit d'un cailloutis est aisément accessible sous l'humus à 174 m. Sur la retombée du plateau, ce n'est qu'à partir de ~168 m que la concentration de galets diminue sensiblement en sub-surface. Deux échantillons ont été prélevés en sub-surface : LaX2 et LaX3. Ce replat est séparé du ltf du plateau de Saive par une rupture de pente particulièrement nette à Priesvoye. Il y a donc bien deux cailloutis en gradins sur l'interfluve entre Wandre et Saive. Les différences d'altitude mesurées étant faibles entre les lxtf de Houlpays et de La Xhavée, nous intégrons les deux sites dans une même terrasse sous le label Wan-LaX(b171 ; s175) (Wan= Wandre ; LaX= La Xhavée). Les résultats des diverses déterminations sédimentologiques sont présentés en annexe. Ils font l'objet d'un commentaire global plus loin.

Le ltf de Rabosée : données supplémentaires

Il s'agit d'un replat à l'altitude de ~165 m sur lequel se trouve un cimetière. Son cailloutis identifié comme q2m sur la Carte géologique de Belgique est en affleurement comme le montre les excavations récurrentes dans le cimetière. La gravière abandonnée décrite dans les archives du Service géologique était en bordure du replat. La fiche SGB 121E0195 rapporte la base à 166 m, or l'altitude du replat ne dépasse pas 165 m. Juvigné et Renard (1992) ont déjà effectué la correction à 159 m.

Sur le replat actuellement occupé par le cimetière, le toit du cailloutis est présent sous 20 à 40 cm de limon et sur le flanc ouest du cimetière la base est à 159 m, d'où l'attribution du label Wan-Rab(b159 ; s164). Deux échantillons y ont été prélevés à la faveur d'une excavation dans le cimetière : Rab1 (à 164,5 m) ; Rab2 (à 163,5 m). Un échantillon a aussi été prélevé en affleurement dans le talus creusé pour installer la route de Rabosée jusqu'à Wandre : Rab3 (à ~160 m).

Le versant en gradins discrets qui assure la transition entre le plateau de Saive (188 m) et le ltf de Rabosée (165 m) a fait l'objet de forages à la tarière et de sondages sismiques ; il devrait consister en colluvions limono-caillouteuses, voire en cailloutis d'incision latérale de la Meuse. Les résultats des diverses déterminations sédimentologiques sont présentés en annexe. Ils font l'objet d'un commentaire global plus loin.

3.5. Le ltf de Barchon

L'interfluve entre les vallées de la Julienne et du Bacsay-Bolland s'étire depuis Barchon jusqu'à Housse. Deux replats de terrasse en gradins y sont connus (Fig. 6) : le lbt de Barchon à ~180 m et le lbt de Housse. Ce dernier a été introduit dans la littérature par Macar (1938) qui décrit entre Cheratte-Hauteur et Housse « un affleurement à la vérité assez mauvais, mais cependant intéressant ... des cailloux roulés englobés dans du sable à faciès fluviale... à proximité d'une excavation... probablement une ancienne gravière dont le fond doit correspondre à la base de la terrasse ». Nos recherches ont montré que le ltf de Housse existe

effectivement plus au nord à Saint-Rémy et que le cailloutis y est conservé entre 150 m (base) et 155 m (sommets) (Fig. 6A) ; il est donc trop bas pour être retenu dans la présente étude.

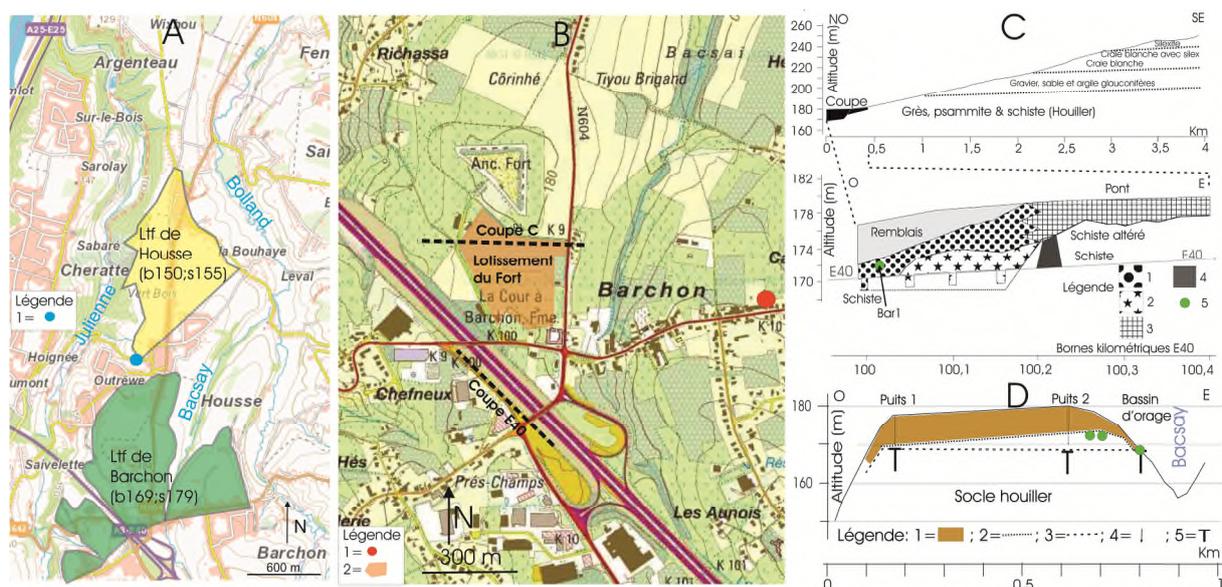


Figure 6 : Les lxtf de Barchon et de Housse. (A) Localisation des deux lxtf sur l'interfluve Julienne-Bacsay et Bolland. Légende : 1 = endroit où Macar (1938) croyait avoir reconnu la base du ltf de Housse. (B) Localisation des chantiers qui ont mis au jour le ltf de Barchon : 1 = lotissement du Fort (Immobilier ; Bureau Boland-Tailleur) ; 2 = coupe de l'autoroute E40 ; 3 = excavation pour bâtiment privé. (C) Coupe de la sortie de l'autoroute E40. Légende : 1 = faciès graveleux du ltf ; 2 = faciès sableux du ltf ; 3 = gravillon d'éclats de silex ; 4 = banc de calcaire ; 5 = position d'un échantillon. (D) Coupe simplifiée à travers le lotissement du Fort (les détails sont disponibles dans Juvigné *et al.*, 2022a). Légende : 1 = couverture de loess ; 2 = toit du cailloutis ; 3 = base du cailloutis ; 4 = puits ; 5 = base du cailloutis avéré.

3.5.1..Historique

La Carte géologique de Belgique rapporte du gravier de type q2m sur les retombées du replat du Fort de Barchon.

Briquet (1907) en fait un ltf de la Meuse dont il estime l'altitude de la base à 165 m.

Macar (1938) place ce ltf au même niveau que le ltf unique de La Xhavée-Rabosée (base à 165 m), mais il ne rapporte aucun détail le concernant.

Gulinck et Graulich (1957) réalisent l'étude de reconnaissance géologique du tronçon régional de l'autoroute E40 et ils rapportent la base du cailloutis à 168 m.

Juvigné et Renard (1992) divisent le ltf en deux niveaux : le replat du Fort de Barchon (180 m) dont ils adoptent l'altitude de la base mesurée par Gulinck et Graulich (op. cit.) ; un replat à 185 m au SE immédiat du site précité.

3.5.2. Données supplémentaires

À la faveur de l'installation d'un lotissement sur le replat du Fort (Fig. 6B et 6C) et de l'élargissement de la sortie Blégny de l'autoroute E40 (Fig. 6D), l'un de nous (E.J.) a suivi journalièrement l'évolution des chantiers et profité des excavations réalisées. Dès lors, le ltf de Barchon a fait l'objet d'un article spécifique auquel nous renvoyons le lecteur intéressé (Juvigné *et al.*, 2022a) ; son label est Bar-For(b169 ; s179). Des données sédimentologiques ont dû être revisitées pour être adaptées à la méthodologie appliquée systématiquement dans le présent travail. Les résultats sont rassemblés en annexe, ils font l'objet d'un commentaire global plus loin.

4.5. Le ltf de Trembleur/Blégny

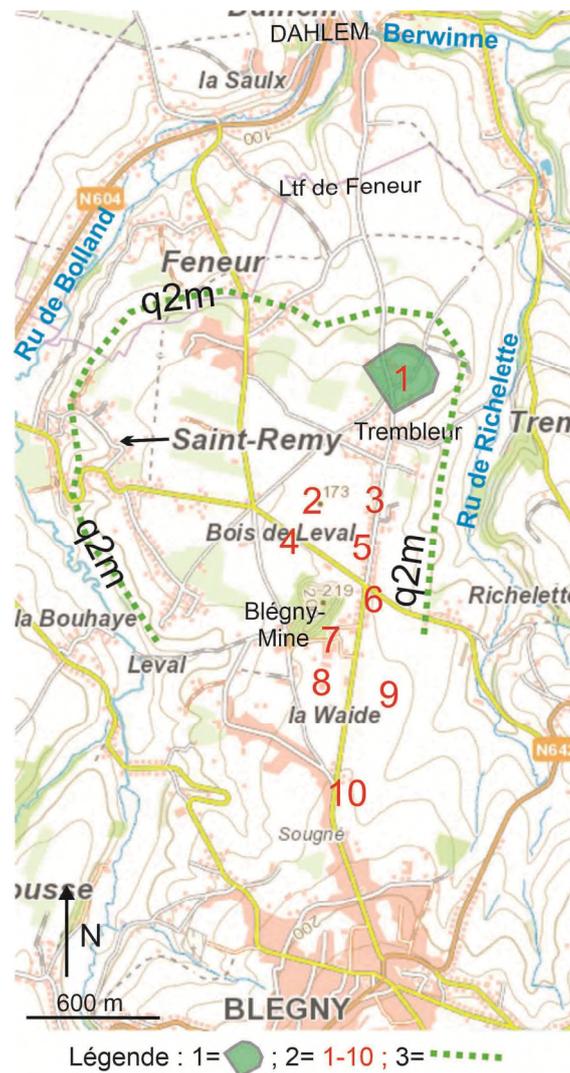


Figure 7 : Le ltf de Trembleur sur l'interfluve entre les ruisseaux de Bolland et de Richelette. Légende : 1 = ltf de Trembleur en affleurement ; 2 = localisation des observations rapportées dans le texte ; 3 = série de sigles q2m extrait de la Carte géologique de Belgique.

L'interfluve entre les vallées des ruisseaux de Bolland et de Richelette s'étire depuis Blégny (à 225 m) jusqu'à Feneur avant de déboucher dans la plaine inondable de la Berwinne dont l'altitude est de ~90 m à Dalhem (Fig. 7). Dès le pied du versant qui descend du village de

Blégny, un vaste replat s'étale largement autour du site de Blégny-Mine et il est assorti d'une légère inversion de relief (point culminant à 173 m) ; il est connu en qualité de ltf. Au pied de sa retombée nord, un autre vaste replat, connu comme ltf, s'étend de 130 à 140 m ; il est trop bas pour être impliqué dans le présent travail.

3.5.1. Historique

La Carte géologique de Belgique rapporte la présence de gravier (q2m) sur la retombée du replat au nord de Blégny-Mine (Fig. 7). Deux observations présentent un intérêt particulier : au point 5, on lit 5q3m/q2m (soit 5 m de limon sur du gravier mosan) ; au point 6, on lit 3,5q2m (soit une épaisseur de 3,5 m de gravier sans préciser la profondeur à laquelle il se trouve). Par contre sur le replat, la carte ne rapporte que du limon (q3m).

Briquet (1907) place le gravier q2m de « La Waide, Cortil (Trembleur) » (Fig. 7, probablement point 1) à +105 m (base) et +115 m (sommet), plus haut que la plaine inondable de la Meuse, ce qui devrait impliquer une altitude comprise entre 165 et 175 m.

Trois puits de charbonnage ont été creusés sur le replat ou à sa bordure : le Puits Marie et le Puits n°1, à l'endroit du site actuel de Blégny-Mine ; le Puits des Trois Frères à Trembleur. La fiche relative au Puits n°1 (SgB : 122W0192 ; fig. 7, point 7) rapporte : « Puits n°1 des charbonnages d'Argenteau foncé en 1922 à 180m E et 10m N de l'ancien puits Marie, a traversé 17m40 de morts-terrains avant de parvenir au Houiller. Ni à la fosse, ni à l'administration des Mines, on ne possède la description de ces morts-terrains... ». A ce jour, on ne trouve toujours nulle part la réponse à cette question. Le puits est entièrement maçonné, ce qui exclut toute observation.

Macar (1938) retient le replat de Blégny-Mine dont il ne fait aucun commentaire, et il l'intègre dans la T. n°6 dont il estime l'altitude de la base à Maastricht à 140 m. Macar (1957) écrit que l'altitude du contact cailloutis/socle du ltf de Blégny-Mine est dégressive, de 160 m à l'amont (sud) à 154 m à l'aval (nord), mais ces valeurs ne sont pas justifiées par l'auteur.

Felder et Bosch (1989) cartographient le replat de Blégny-Mine en qualité de T. de Simpelveld et ils rapportent deux cotes d'altitude pour la base du cailloutis : 165 m à l'amont et 151 m à l'aval. La source de ces données n'est pas rapportée.

Juvigné et Renard (1992) font état de la fiche de travail du Puits n°1 (cf. supra). L'altitude de l'orifice étant à 172 m, les auteurs placent la base du cailloutis à 154,6 m, sans tenir compte de la présence possible de terrains crétaqués et de schiste altéré dans les 17,4 m de morts-terrains. Ils effectuent deux forages à la tarière à 171,5 m à proximité du terril, et pour le plus profond, ils rapportent «... à 7 m, tarière bloquée sur des cailloux. » Il y avait donc du gravier mosan ou des silex à 164,5 m (Fig. 7, point 4).

3.5.2. Données supplémentaires

À Trembleur, un cailloutis mosan est en affleurement sur un replat à 161,5 m et dans le talus d'un chemin incisé à travers ce même replat (Fig. 7, point 1). Dans le sol labouré du champ, la concentration des galets reste très élevée sur la retombée nord jusqu'à 152 m, puis elle

disparaît sous une couverture de limon lœssique qui recouvre le ltf inférieur de Feneur. Trois échantillons ont été prélevés dans le site de Trembleur : Tre1 à 162 m ; Tre2 à 160 m et Tre3 à 158 m (altitude). Les résultats des études sédimentologiques sont présentés en annexe. Ils font l'objet d'un commentaire global plus loin.

Deux puits ont été creusés dans la ferme voisine jusqu'à plusieurs dizaines de mètres de profondeur dans les terrains houillers ; le fermier fait état de la possibilité de ~8 m de terrains meubles, sans détails connus, et il faut peut-être tenir compte de terrains crétacés et de schiste altéré.

À l'endroit où la Carte géologique de Belgique rapporte *5q3m/q2m*, l'altitude est de 171 m, le toit du cailloutis se trouverait donc à 166 m (Fig. 7, point 3). À proximité de ce point, des essais de sol réalisés dans le cadre de la construction d'une maison unifamiliale (rue Andernack ; Fig. 7, point 3) ne montrent que des résistances propres au lœss depuis la surface (171 m) jusqu'à 6 m de profondeur (165 m) (Firme BNS, Etalle, architecte Perfection Habitat). Si un cailloutis mosan existe à cet endroit, ce ne pourrait être que celui de Trembleur (toit à 161,5 m).

Un forage à la tarière a été exécuté par nous à l'endroit du point culminant du replat de Blégny-Mine (Fig. 7, point 2, à 173 m) ; il a traversé du lœss beige à gris brunâtre (probablement Weichselien) jusqu'à 7 m de profondeur, puis de 7 à 7,75 m du limon fortement rubéfié contenant des cailloux dont les gros éléments ont été écartés par la mèche lors du forage jusqu'à 7,75 m, profondeur à laquelle ils ont provoqué le refus. Des petits galets roulés de moins de 16 mm ont été remontés dans le limon rubéfié ; il s'agit de quartz et autres roches ardennaises. À cet endroit le toit d'un cailloutis mosan est donc à 166 m d'altitude.

À l'endroit où la Carte géologique de Belgique rapporte *5q3m/q2m*, l'altitude est de 170,8 ; le toit du cailloutis se trouverait donc à 165,8 m (Fig. 7, point 3).

Des essais de sol réalisés dans le cadre de la construction d'une maison unifamiliale (rue Andernack ; Fig. 7, point 3) ne montrent que des résistances propres au lœss depuis la surface (171 m) jusqu'à 6 m de profondeur (165 m) (Firme BNS, Étale, architecte Perfection Habitat). Ici l'altitude du toit du cailloutis mosan est incertaine dans la mesure où : (1) le limon rubéfié à gravillon a dû donner des résistances équivalentes à celle du lœss weichselien de couverture ; (2) le gravier qui provoque le refus n'a pas été atteint.

Les essais géotechniques qui ont dû être réalisés avant la construction du bâtiment des Arts Martiaux (Fig. 7, au pied nord du terril) n'ont pas été obtenus.

À l'endroit du site du centre sportif CREF (Fig. 7, point 8), renseignements pris au Service technique des bâtiments de la Province de Liège, les excavations réalisées pour la construction du complexe n'ont traversé que du limon sans cailloux (communication orale de l'architecte qui a suivi le chantier : Mme Podgorsky). Compte tenu de l'altitude du terrain naturel (~172 m), aucun cailloux (silex ou galet) n'existe dans ce site au-dessus de ~169 m.

Dans les terres labourées sur la retombée orientale du replat de Blégny-Mine (Fig. 7, point 9), aucun galet n'a été vu jusqu'à l'altitude de 162 m ; la couverture de limon lœssique masque donc la présence éventuelle de gravier mosan.

Une excavation a été creusée pour recevoir un bâtiment, en face de la jonction des rues Lambert Marlet et de la Waide à 180 m d'altitude (Fig. 7, point 11). Elle a mis au jour 1 m de lœss reposant sur 1 m de gravier d'éclats de silex. Les CPT (Firme Vanderkeulen ; C. Marchal, architecte) foncés jusqu'à 15 m de profondeur n'ont pas essuyé de refus ; si un cailloutis mosan sableux devait exister dans ce site, il serait donc plus bas que 165 m.

Synthèse. Dans l'état actuel des connaissances, la présence d'un ltf de la Meuse est avérée à Trembleur : (1) le toit du cailloutis y est en affleurement à 161,5 m ; (2) son épaisseur devrait être proche d'au moins 3,5 m. Le label du ltf devient donc Blé-Tre(b158 ; s162). Sur le vaste replat de Blégny-Mine, il existe une couverture de lœss essentiellement weichselien, qui atteint 7 m d'épaisseur au point culminant ; le toit d'un cailloutis mosan est avéré entre 165 et 166 m dans la partie au nord du terri. Au sud de ce même repère, rien ne s'oppose à sa présence, mais la couverture de lœss et de dépôts de pente descendus de Blégny-village n'a pas permis de faire des observations plus bas que 166 m. La question est donc posée de savoir si l'épaisseur du cailloutis du ltf de Trembleur peut atteindre 8 m (166-158 m) ou s'il existe deux lxtf en gradins sous le replat de Blégny-Mine ; dans ce second cas, la dénivelée entre les bases respectives ne devrait pas excéder quelques mètres.

3.6. Le ltf de Mortier

L'interfluve entre les vallées des ruisseaux de Richelette et de Lonneux s'étire sur une distance de 2 km, depuis Mortier à 225 m d'altitude jusqu'à la confluence des deux cours d'eau à ~120 m (Fig. 8). La partie supérieure de l'interfluve, au-dessus de 185 m, est constituée de terrains créacés (Cp3/Cp2) ; en dessous de cette altitude le socle houiller est partout présent. Deux replats existent : le plus vaste s'étend de 170 à 180 m ; un replat discret est présent à ~165 m.

3.6.1. Historique

La Carte géologique de Belgique rapporte des sigles q2m et q2os dans le vallon qui jouxte le replat de 170-180 m au NO immédiat du village de Mortier, et la mention q2os sur la retombée du replat à ~160 m.

Briquet (1907) dessine un seul ltf, depuis l'interfluve de Mortier jusqu'à celui de Saint-André, par-dessus le ruisseau de Loneux. Ce ltf ne fait l'objet d'aucun commentaire, il est simplement affecté du sigle de la T. de Sibbe /NL.

La présence de cailloutis mosan est rapportée à l'endroit de l'ancienne gravière par la fiche SgB 122W0138 : « ...dépôt caillouteux et sableux... ». Cette fiche est complétée par Gullentops (sans date) « Visible sur 4 mètres alluvions grossiers typiques. Stratification très fine dans sable grossier et alternances de petits cailloux. Quelques zones renferment un peu d'argile. A la base, développement du cailloutis, avec quelques gros blocs.... ».



Figure 8 : L’interfluve Richelette-Loneux et le ltf de Mortier. Légende : 1 = ancienne gravière ; 2 = isohypse de 158 m correspondant à l’altitude de la base du cailloutis ; 3 = mention d’éléments mosans en surface d’après la Carte géologique de Belgique.

Macar (1938) dessine deux lbt en gradins sur l’interfluve, mais il n’en fait aucun commentaire. Le ltf supérieur devrait correspondre au replat existant entre 170 et 180 m ; il est affecté du sigle de la T. n°7 (T. de Margraten/NL). Le ltf inférieur est vraisemblablement celui de la gravière abandonnée précitée (cf. fiche) ; il est intégré dans la T. n°6 (T. de Sibbe/NL).

Felder et Bosch (1989) ne représentent qu'un seul ltf sur leur carte ; graphiquement, il couvre une large dénivelée illisible sur la carte. Les auteurs l'intègrent dans la T. de Simpelveld sans faire de commentaire.

Juvigné et Renard (1992) ne tiennent compte de la présence d'aucun des deux lbx.

3.6.2. Données supplémentaires

Les limites de l'exploitation de la gravière restent bien visibles malgré le remblaiement. Le cailloutis reste accessible en sub-surface à 162 m d'altitude, en bordure de la limite nord. En référence à l'épaisseur (4 m) du cailloutis rapportée par Gullentops (cf. supra), on peut attribuer à ce ltf le label Mor-Gra(b158 ; s162) (Mor= Mortier ; Gra= ancienne gravière). Trois échantillons ont été prélevés après avoir dégagé la partie du front de taille nord sur 1 m de profondeur : Mor1 (161,7 m) ; Mor2 (161,5 m) ; Mor3 (161,3 m). Les résultats des études sédimentologiques sont présentés en annexe. Ils font l'objet d'un commentaire global plus loin.

À propos du replat supérieur à 170-180 m. L'existence du lambeau supérieur reste à démontrer. Dans les terres labourées et les talus marginaux du flanc NO (Chemin du Crucifix Bastin), les seuls cailloux présents sont des éclats de silex. Sur la Carte géologique de Belgique, le label q2m est présent une seule fois (sur le flanc ouest de l'interfluve) et il faut peut-être voir là le choix fait par Briquet puis Macar (cf. supra), de placer un ltf supérieur sur l'interfluve.

3.7. Le ltf de Saint-André

La crête de l'interfluve entre les vallées des ruisseaux de Loneux et d'Asse (Fig. 9) descend depuis le village de Saint-André (~190 m d'altitude) jusqu'à s'étaler sous la forme d'un vaste replat (entre 135 et 140 m) connu comme un ltf qui n'entre pas dans la dénivelée utile du présent travail. Du gravier q2m est signalé sur la Carte géologique de Belgique, sur le flanc occidental de l'interfluve à ~160 m et ce site a donc retenu notre attention.

3.7.1. Historique

Briquet (1907) dessine un seul ltf, depuis l'interfluve de Saint-André jusqu'à celui de Mortier, par-dessus le ruisseau de Loneux. Ce ltf ne fait l'objet d'aucun commentaire, il est simplement affecté du sigle de la T. de Sibbe/NL .

Macar (1938) ignore ce ltf.

Felder et Bosch (1989) représentent un ltf sur leur carte ; graphiquement, il couvre une large dénivelée illisible sur la carte ; les auteurs l'intègrent dans la T. de Simpelveld, sans faire de commentaire.

Juvigné et Renard (1992) ignorent ce ltf.

Deux fiches (SgB 122W0520 et 122W0521) font état de la présence de « galets » à l'endroit de la butte à 165 m et sur son flanc nord.

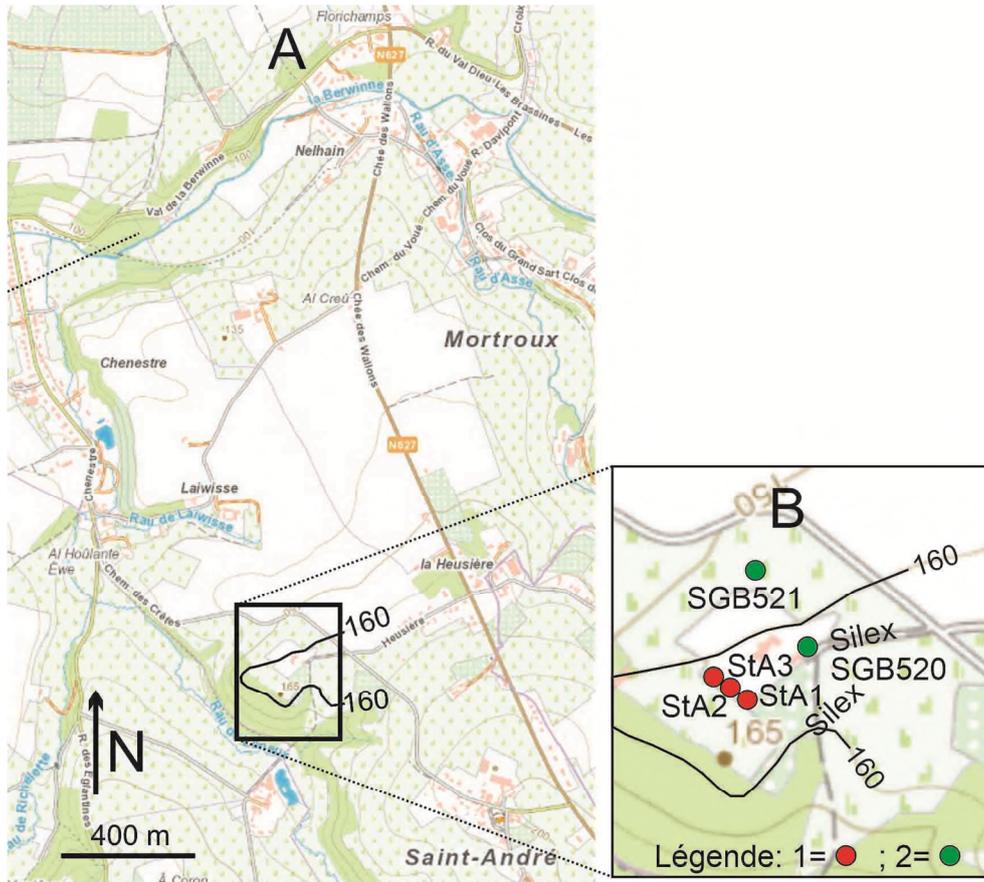


Figure 9 :(A) L'interfluve des ruisseaux de Loneux et d'Asse et la position du ltf de Saint-André. (B) Le ltf de Saint-André. Légende : 1= site de prélèvement des échantillons de cailloutis ; 2= position des observations rapportées sur des fiches du SgB.

Fiche SgB 122W0520 « Galets alluvionnaires jonchant le champ juste à côté d'une maison isolée. »

Fiche SGB 122W0521 « ...Affleurement dans une tranchée montrant un mélange de galets alluvionnaires et de siltite verte (Houiller)... ».

3.7.2. Données supplémentaires

Le ltf de Saint-André se présente en inversion de relief sur une butte qui culmine à 165 m. Le toit d'un cailloutis en position primaire est présent en sub-surface sur la butte et à l'état remanié sur sa retombée vers le ru de Loneux. Par contre, sur le flanc oriental, il est recouvert par des dépôts de pente riches en silex. Il est peu probable que le ltf se prolonge latéralement sur l'interfluve, dans la mesure où aucun replat ne se marque dans la morphologie. Les résultats des études sédimentologiques sont présentés en annexe. Ils font l'objet d'un commentaire global plus loin.

3.8. Le ltf de Mortroux

Il s'agit d'un replat de l'interfluve entre le ruisseau d'Asse et la Berwinne, au NO du village de Mortroux. Il est au pied d'un versant en pente faible développé dans les terrains crétacés (Fig.10). Deux formations y ont été exploitées en carrière dès la fin du 19^e siècle : (1) du sable dans une zone où l'altitude du front de taille est rapporté à 180 m ; (2) du cailloutis mosan à l'endroit du replat à 175 m.

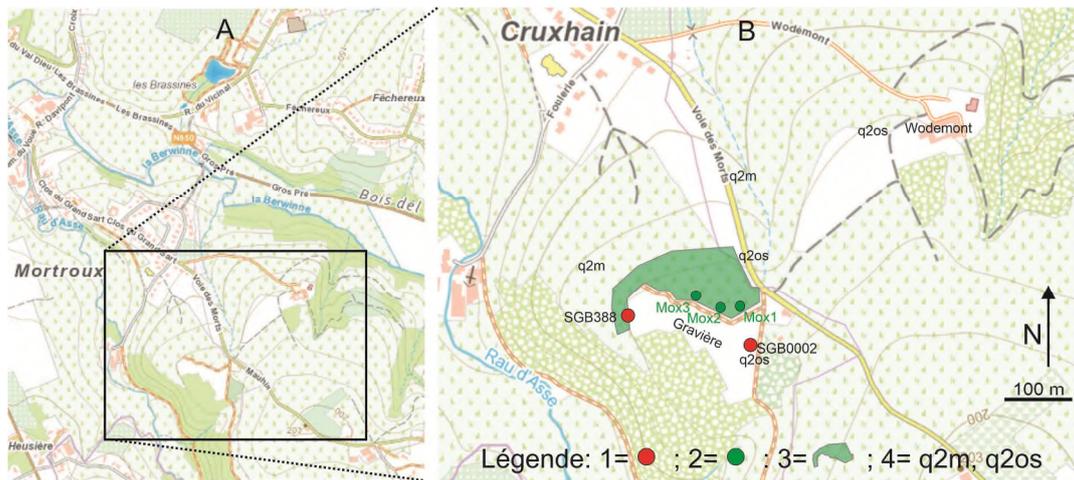


Figure 10 : Localisation du ltf de Mortroux. Légende : 1 = Fiches du SgB ; 2 = site de prélèvement d'échantillons ; 3 = extension supposée du cailloutis non exploité ; 4 = sigles extrait de la Carte géologique de Belgique.

3.8.1. Historique

Forir et Lohest (1895-1896) écrivent : « sablière communale... altitude 180 m... 0 à 1 m limon avec débris de silex... sable exploité... contient de nombreux grains de silex noir... la grosseur des grains augmente vers le bas... à 6m75... cailloux roulés et galets aplatis de roches ardennaises ».

Mourlon (1896) décrit une sablière exploitée à proximité (Fiche SgB 122W0002) : « Sablière de Wodemont. Altitude 180m. Cailloux des pentes 0,50m ; Limon fendillé avec fragments de silex 1m ; Sable gris jaunâtre glauconifère pâle, finement stratifié, entrecroisé avec des cailloux disséminés vers le bas ; Cailloux »

La Carte géologique de Belgique fait état de la présence de cailloutis q2m et de sable quartzueux à points noirs (q2os) sur la retombée NO d'un replat qui s'étend largement, entre 170 et 180 m et à ~1 km au NO du village de Mortroux. Ces terrains reposent sur le socle houiller.

Briquet (1907) dessine ce ltf qui ne fait l'objet d'aucun commentaire ; il est simplement affecté du sigle de la T. de Sibbe/NL.

Fiche SgB 122W0002 (suite par Renier, 1931) : « l'exploitation de la gravière s'est considérablement développée... C'est de cette ballastière que proviennent tous les cailloux roulés qui ont servi à l'empierrement de chemins du plateau... »

Macar (1938) représente deux lxtf en gradins sur cet interfluve ; ils sont délimités erronément par la Berwinne au sud (comprendre le ruisseau d'Asse) et un ruisseau anonyme au nord (comprendre la Berwinne). L'auteur ne produit aucun commentaire concernant ces lxtf. Le ltf supérieur qui est le seul qui nous préoccupe est intégré dans la T. n°9 et affecté du sigle de la T. de Margraten.

Bustamante (1973, vol. 1a, p.213) rapporte une description visuelle du cailloutis dont il estime l'altitude de la base à 165 m et celle du sommet à 175 m, tout en signalant que l'épaisseur totale est de 7 m. Il insiste sur le faciès rubéfié et la friabilité de nombreux galets ; il produit des déterminations de minéraux denses.

Felder et Bosch (1989) intègrent ce ltf dans la T. de Simpelveld sans produire aucun commentaire.

Juvigné et Renard (1992) reprennent le ltf supérieur sous le sigle Ma170 (Ma-Mauhin) et estiment l'altitude de la base à 170 m.

La fiche SgB 122W0388 rapporte : « sablière au lieu-dit Foulerie ... sable argileux, alluvions anciennes ».

3.8.2. Données supplémentaires

Dans le talus qui longe le chemin orienté nord-sud à la limite est de la carrière, le sable avec éclat de silex est partout en affleurement et un échantillon a été prélevé. L'impossibilité d'accéder au plancher de la carrière remblayée nous contraint à estimer l'altitude de la base du cailloutis à ~168 m : (1) au départ de celle du toit rapportée par Bustamante (175 m) et compatible avec la mesure que nous avons faite dans le pré qui jouxte le front de taille ; (2) en tenant compte de l'épaisseur de 7 m rapportée par le même auteur. Le long du bord NE de la gravière, il reste du cailloutis non exploité, il est accessible le long de l'ancien front de taille à l'altitude de 172 à 175,5 m. Trois échantillons y ont été prélevés en sub-surface : Mox1 à 175 m, Mox2 à 174 m et Mox3 à 173 m. Les résultats des études sédimentologiques sont présentés en annexe. Ils font l'objet d'un commentaire global plus loin.

3.9. Le cailloutis de Trois Cheminées

Ce cailloutis se trouve sur le promontoire de l'interfluve entre la Voer, la Berwinne et un affluent de cette dernière (Fig. 11). L'altitude à laquelle il se trouve (~240 m) le place nettement en dehors de la dénivelée des hautes terrasses mosanes. Dans la tranche d'altitude qui nous intéresse, la retombée vers le NO et vers le SE est constituée d'une succession de

petits gradins dont les replats se font de plus en plus discrets, depuis le supérieur à 240 m jusqu'à celui de 160 m.

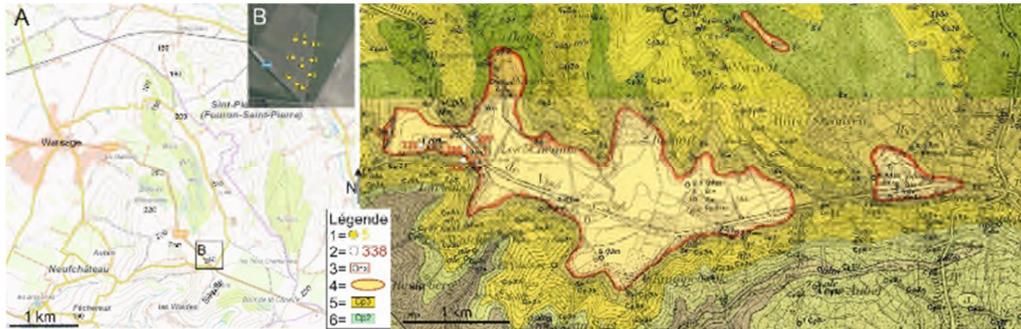


Figure 11 : (A) Relief du promontoire de l'interfluve Voer-Berwinne. (B) Localisation des échantillons de cailloutis. (C) Extrait de la Carte géologique de Belgique mettant en exergue les terrains marins oligocènes qui recouvrent la crête de l'interfluve. Légende : 1 = Point de prélèvement de cailloutis ; 2 = position des observations rapportées dans les fiches de travail du SGB rapportant la présence de cailloutis Onx ; 3 = observation directe de cailloutis Onx faite lors du lever de la carte géologique ; 4 = extension des terrains marins oligocènes ; 5 = terrains du Crétacé supérieur Cp3) ; 6 = terrains du Crétacé inférieur (Cp2).

3.9.1. Historique

Forir (1890-1891) écrit à propos d'une carrière en marge du replat de Trois Cheminées : « ...contenant des silex roulés et des cailloux de quartz blanc, peu nombreux, de la grosseur d'un œuf de pigeon... ».

Fiche SgB 122E0004 : « cailloux de grès blancs. Tongrien ? inférieur.... »

La Carte géologique de Belgique rapporte la présence de cailloutis Onx en marge du replat des Trois Cheminées. Sur les dépôts Om présents sur la crête de l'interfluve au-dessus de 240 m, le cailloutis Onx n'est jamais mentionné. La même carte rapporte le sigle q2m sur un replat de la retombée SE dans le patelin de Féchereux.

Des fiches de travail du SGB rapportent des données complémentaires relatives au cailloutis Onx :

Fiche SgB 122E0286 : « le long de la route de Visé, au km 5.250, grande carrière d'environ 45 m de largeur sur 4 à 5 m de hauteur,...où l'on extrait dans des poches du sable, du gravier et du silex... »

Fiche SgB 122E0287 : « De l'autre côté de la route, une autre exploitation plus petite... où on extrait du gravier composé de quartz blanc... »

Briquet (1907) distingue sur le promontoire de l'interfluve, des replats de terrasses fluviales dont il estime l'altitude des bases respectives à 240, 215, 180 et 160 m, sans rapporter d'observations.

Lorié (1919, p. M311) écrit : « c) Feuille 42 : Liège. 17. Même route, borne hectométrique 5,7, localité dite « Trois Cheminées », carrière dans l'argile à silex. Le même gravier (NDR : *comprendre Gravier liégeois*) y constitue la surface, côte 235, mais les cailloux (NDR : *comprendre les silex ?*) y sont bien plus nombreux, relativement aux galets (NDR : *comprendre quartz blancs ?*). La stratification est de nouveau assez bizarre, parfois les couches sont verticales ou bien le gravier remplit des poches, de sorte qu'il n'est plus à son niveau original. »

Fiche SgB 122E0338, puits 3 : « 0 à 7,8 m, cailloux roulés de quartz blancs ; de 7,8 à 15 m débris de silex anguleux... galets de quartz ; de 15 à 20 m silex dans de l'argile sableuse brunâtre ;... jusque 60 m, terrains crétacés. »

Felder et Bosch (1989) dessinent sur leur carte un ltf qu'il raccordent à la T. de Simpelveld (donc à ~165 m ?) et les cailloutis des replats élevés sont repris sous le terme *Kieseloolithe Formation, dépôts de Heringsbosch*.

3.9.2. Données supplémentaires

Dans les terres labourées autour du Fort d'Aubin-Neufchateau, les galets sont abondants, mais ils sont accompagnés par des éclats de silex parfois volumineux ; aucun prélèvement n'y a été effectué en raison de la présence probable de déblais. Le replat de Larbois (~243 m), ne présente que des silex en sub-surface. Aucun cailloutis n'était accessible sans moyen lourd sur les petits replats de la retombée du promontoire jusqu'à 160 m. Dans les terres labourées à Trois Cheminées, les galets sont très abondants sur la partie la plus élevée du replat entre 239 et 240 m. Sous l'horizon labouré, le cailloutis à matrice sableuse est aisément accessible. Il s'agit de la seule zone où il pourrait se trouver en position primaire ; nous y avons prélevé dix échantillons. La nature et le faciès des galets ont été déterminés sur trois d'entre eux (TCh1, TCh2, TCh3), comme pour les autres sites. Les échantillons supplémentaires ont été prévus pour la comparaison de la distribution granulométrique avec le grand nombre d'échantillons de l'ensemble des hautes terrasses mosanes. Les résultats des études sédimentologiques sont présentés en annexe. Ils font l'objet d'un commentaire global plus loin.

3.10. Le ltf de Banholt

Une approche élémentaire de ce ltf a été voulue pour faciliter la discussion du raccord entre les terrasses de la Basse-Meuse et celles de la vallée abandonnée de la Meuse orientale. Ce ltf se situe en inversion de relief entre les deux vallées (Fig. 12). Il s'agit d'un cailloutis qui selon Felder et Bosch (1989) appartient à la T. de Kosberg et dont la base est rapportée à proximité du site de prélèvement à 177 m (NL : 175 m ; Belgique, DNG=175+~2). Les échantillons ont été prélevés dans le talus du Banholterweg : Ban1 (terre labourée à 178 m), puis dans le talus

routier Ban2 à 177,5 m et Ban3 à 177 m. Les résultats des études sédimentologiques sont présentés en annexe. Ils font l'objet d'un commentaire global plus loin.

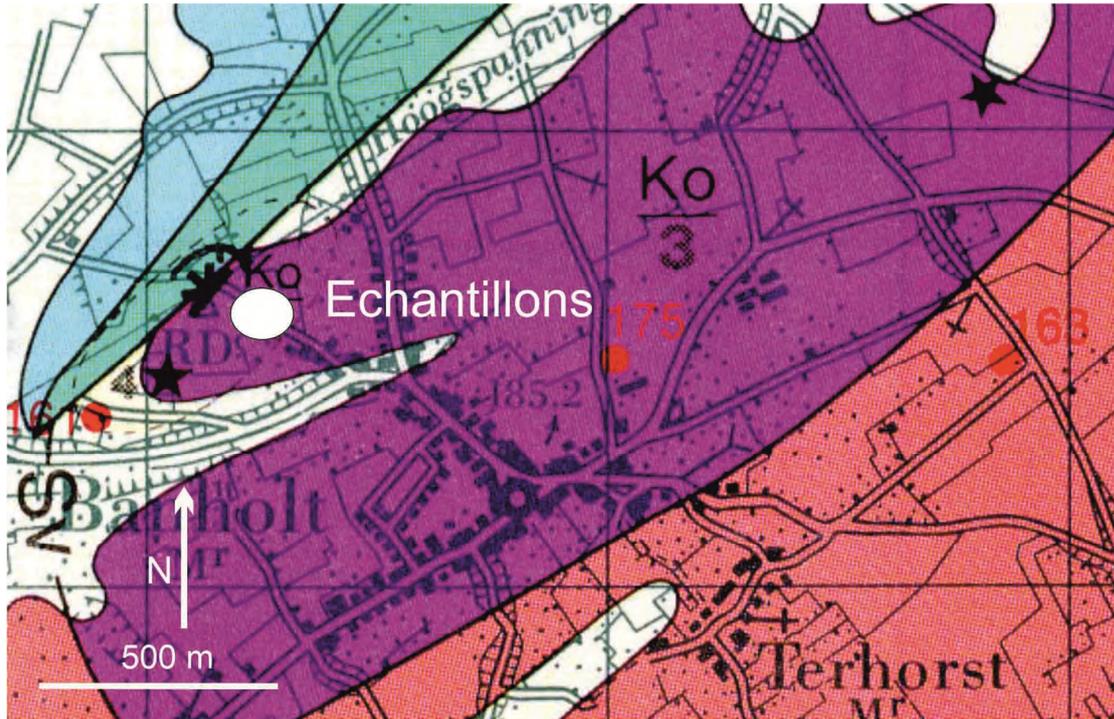


Figure 12 : Le site de prélèvement des échantillons du ltf de la T. de Kosberg à Banholt.

4. Conclusion

Les modèles de hautes terrasses de la Basse-Meuse ont été construits par la méthode du raccord de proche en proche de l'altitude de la base des cailloutis. Lorsque ces altitudes existent, elles apparaissent comme de vagues estimations confrontées aux valeurs que nous avons mesurées. Plus curieusement, pour certains ltf aucune altitude n'a jamais été produite. Le présent travail est le seul qui prend en considération tous les lxtf du domaine étudié, en rapporte des altitudes mesurées, tant pour la base que pour le toit des cailloutis (Fig. 13).

Jusqu'au travail de Juvigné et Van Campenhout (2020), les études sédimentologiques des cailloutis des hautes terrasses de la Basse-Meuse ont été laconiques. Bustamante (1973) produit des déterminations de minéraux denses dans le ltf de Mortroux. Juvigné et Renard (1992) produisent l'évolution stratigraphique de la fréquence des galets de quartz, sans préciser la fraction granulométrique considérée. Dans le présent travail on trouve en annexe des données rigoureuses relatives à la granulométrie du gravier, à la nature et à l'éroulé des galets de 8 à 16 mm, ainsi qu'aux minéraux denses transparents dans la classe de 75 à 355 μm . Leur interprétation globale passe nécessairement par leur groupement en terrasses, ce qui est fait dans l'article suivant (Juvigné *et al.*, 2022b ; ce fascicule).

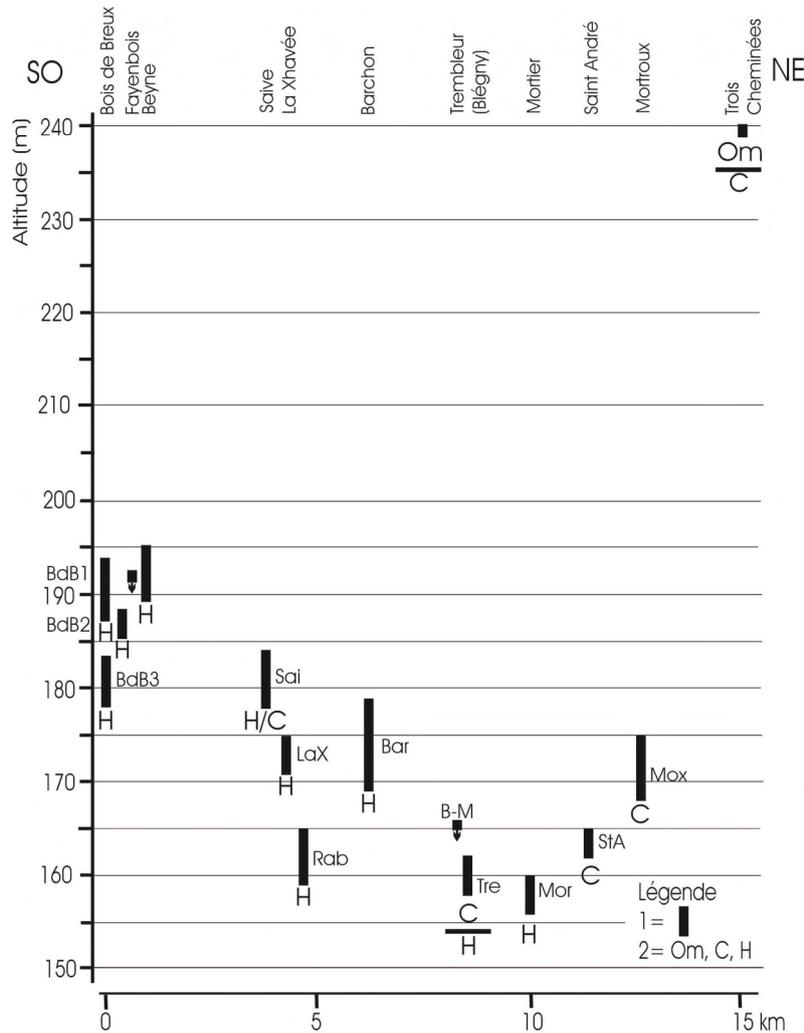


Figure 13 : Altitude du cailloutis de chaque ltf de hautes terrasses de la Basse-Meuse. Légende : 1 = épaisseur avérée des cailloutis ; 2 = nature des terrains sous-jacents : Om = terrains marins oligocènes ; C = terrains crétacés ; H = terrains houillers.

5. Bibliographie

Bonnechère, F., Bolle, A., Monjoie, A., Polo-Chiapolini, Cl. et Yernaux, C. (2006). *Carte géotechnique 34-6-6, 34-6-8, 34-7-5, 34-7-7 Visé*. Centre de Cartographie géotechnique de Liège, Ministère de l'Équipement et des Transports, Liège.

Bourguignon, P. (1954). Les sables des Hautes Fagnes. *Annales de la Société géologique de Belgique*, 77 : B201-241.

Briquet, A. (1907). La vallée de la Meuse en aval de Liège. *Bulletin de la Société belge de Géologie, de Paléontologie et d'Hydrographie*, 11 : 347-364.

Bustamante-Santa Cruz, L. (1973). Les minéraux lourds des alluvions sableuses du bassin de la Meuse. *Thèse de doctorat, Katholieke Universiteit te Leuven, Faculteit der Wetenschappen*, 355 p.

Demoulin, A. (1987). Les sables oligocènes du Plateau des Hautes Fagnes : une synthèse. *Bulletin de la Société belge de Géologie, de Paléontologie et d'Hydrographie*, 96 : 81-90.

Felder, W.M. et Bosch, P.W. (1989). Geologische kaart van Zuid-Limburg en omgeving. Afzettingen van de Maas. *Rijks Geologische Dienst, Haarlem, NL*.

Forir, H. (1890-1891). Quelques particularités remarquables de la planchette de Herve : roches crétacées, argiles à silex, phosphate de chaux, sable et argile tertiaires. *Annales de la Société géologique de Belgique*, 27 : 15-24.

Forir, H. et Lohest, M. (1895-1896). Compte-rendu de la Session extraordinaire de la Société royale malacologique de Belgique du 5 au 8 septembre 1896. Premières journées. *Annales de la Société géologique de Belgique*, 23 : 139-184.

Gulinck, M. et Graulich, J.M. (1957). Coupe géologique de la vallée de la Meuse en aval de Liège. *Annales de la Société géologique de Belgique*, 81, B95-102

Hol, J. (1949). Geomorfologie. *Handboek der Geographie van Nederland*, I : 240-319.

Juvigné, E. et Renard, F. (1992). Les terrasses de la Meuse de Liège à Maastricht. *Annales de la Société géologique de Belgique*, 115 : 167-186.

Juvigné, E. et Van Campenhout, J. (2020). Un site de référence de très hautes terrasses fluviales dans la zone de confluence Ourthe-Meuse à Bois de Breux (Liège). *Bulletin de la Société Royale des Sciences*, Vol. 89, articles, 15-38.

Juvigné, E., Marion, J.-M., Houbrechts, G. et Van Campenhout, J. (2020a). La dispersion des quartz des Hautes Fagnes par des rivières ardennaises. *Hautes Fagnes*, 320 : 9-14.

Juvigné, E., Houbrechts, G. et Van Campenhout, J. (2020b). Changement pétrographique majeur dans les hautes terrasses de la Meuse entre Namur et Huy (Belgique) à la suite de la capture de la Semois. *Bulletin de la Société géographique de Liège*, 75 : 5-27.

Juvigné, E. & Houbrechts, G. (2020). Remise en question de l'âge de la capture de la Meuse lorraine à la lumière de la répartition des amphiboles des Vosges dans les terrasses mosanes. *Bulletin de la Société géographique de Liège*, 75 : 29-47.

Juvigné, E., Houbrechts, G. et Van Campenhout, J. (2021a). De l'Ourthe primitive à la Meuse primitive en Basse-Meuse liégeoise: généralités et données, *Bulletin de la Société Royale des Sciences de Liège*, Volume 90 - Année 2021, Articles, 249 – 287.

URL : <https://popups.uliege.be/0037-9565/index.php?id=10584>.

Juvigné, E., Houbrechts, G. et Van Campenhout, J. (2021b) De l'Ourthe primitive à la Meuse primitive en Basse-Meuse liégeoise : modèle et discussion. *Bulletin de la Société Royale des Sciences de Liège* [En ligne], Volume 90 - Année 2021, Articles, 288 - 316.

URL : <https://popups.uliege.be/0037-9565/index.php?id=10603>

Juvigné, E., Houbrechts, G. et Van Campenhout, J. (2022a). La paléo-vallée de Barchon : de sa genèse jusqu'au lambeau de terrasse. *Bulletin de la Société géographique de Liège*, 78 : 15-37.

Juvigné, E., Houbrechts, G. et Van Campenhout, J. (2022b). De la terrasse de la Basse-Meuse liégeoise primitive jusqu'à l'abandon de la vallée de la Meuse orientale. Seconde partie : modèle et discussion. *Bulletin de la Société Royale des Sciences de Liège*, Volume 91 - Année 2022, ce fascicule.

Lefèvre, M. (1934). La Basse-Meuse. Etude de morphologie fluviale. *Bulletin de la Société belge d'Etudes géographiques*, T4, n°2 : 163-273.

Lorié, J. (1919). Le Diluvium ancien de la Belgique et du Nord de la France. *Annales de la Société géologique de Belgique*, 62 : M 221-409.

Macar, P. (1938). Compte rendu de l'excursion du 24 avril 1938, consacrée à l'étude des terrasses de la Meuse entre Liège et l'Ubagsberg (Limbourg hollandais). *Annales de la Société géologique de Belgique*, 61 : B187-217.

Macar, P. (1957). Résultats d'ensemble d'études sur les terrasses fluviales et les formes du relief associées en Haute Belgique. *Annales de la Société géologique de Belgique*, 80 : B 395-412.

Macar, P. et Meunier, J. (1955). La composition lithologique de la « Traînée mosane » et ses variations. *Annales de la Société géologique de Belgique*, 78 : B 63-87.

Mouchamps, L. (1927). Les terrasses de la Meuse et de la Sambre. *Université de Liège, Laboratoire de Géographie, Thèse de Doctorat, inédite*, 133 pages.

Mouchamps, L. (1933). Les terrasses de la Meuse et de la Sambre. *Annales de la Société géologique de Belgique*, 82 : B 213-233.

Mourlon, M. (1896) in Forir, H. et Lohest, M. (1895-1896). Compte-rendu de la Session extraordinaire de la Société royale malacologique de Belgique du 5 au 8 septembre 1896. Premières journées. *Annales de la Société géologique de Belgique*, 23 : 139-184.

Pel, J. et Brumagne, D. (1964). Observations sur quelques lambeaux de terrasses de la Meuse en aval de Liège. *Annales de la Société géologique de Belgique*, 86, 579-587.

Penk A. et Brückner E. (1909). Die Alpen im Eiszeitalter (3 volumes), Leipzig, Tauchnitz.

Pissart, A. (1974). La Meuse en France et en Belgique. Formation du bassin hydrographique. Les terrasses et leurs enseignements. In : L'évolution quaternaire des bassins fluviaux de la Mer du Nord méridionale, *Centenaire de la Société géologique de Belgique*, 1974 : 105-131.

Pissart, A., Harmand, D. et Leendert, K. (1997). L'évolution du cours de la Meuse de Toul à Maastricht depuis le Miocène: corrélations chronologiques et traces des captures de la Meuse lorraine d'après les minéraux denses. *Géographie physique et Quaternaire*, 51 : 267-284.

Rixhon, G., Braucher, R., Boulès, D., Siame, L., Boly, B. et Demoulin, A. (2011). Quaternary river incision in NE Ardennes (Belgium) - Insights from ¹⁰Be/²⁶Al dating of river terraces. *Quaternary Geochronology*, 6(2) : 273-284.

Roussillon, T., Piégay, H., Sivignon, I., Tougne, L. et Lavigne, F. (2009). Automatic computation of pebble roundness using digital imagery and discrete geometry. *Computers & Geosciences*, 35: 1992-2000.

Rutot, A. (1897). Les origines du Quaternaire de la Belgique. *Bulletin de la Société belge de Géologie, de Paléontologie et d'Hydrologie*, XI : 1-140.

Extraits de cartes

Images LIDAR, Relief de la Wallonie- Modèle numérique de Terrain (MNT) 2013-2014- Hillshade (WalOnMap).

<https://geoportail.wallonie.be/walonmap#BBOX=233137.85028839725,234745.19725309117,147716.1486847327,148495.34815979833>

Carte topographique IGN, 1 : 10 000

<https://topomapviewer.ngi.be/?l=fr&x=742003.30&y=649041.44&zoom=8&baseLayer=classic.maps&baselayer=ngi.cartoweb.topo.be>

Carte géologique de la Belgique, planchette de Dalhem n°122 (Forir), Institut cartographique militaire, 1896, Bruxelles.

Archives du Service géologique de Belgique (SGB), rue Jenner 13, Bruxelles.

<https://gisel.naturalsciences.be/gisel/gisel.html>

Deuxième nivellement général ; <https://www.ngi.be/website/fr/deuxieme-nivellement-general/>
Projet informatique de Cartographie continue (PICC).

<https://geoportail.wallonie.be/walonmap#BBOX=-40250.87058674119,361585.8705867412,-25343.797053594113,169456.0717128101>

Remerciements

Nous ont aidés dans la recherche de données de terrain : la Société Immobilier à Bruxelles, le Bureau d'Architecte Boland-Tailleur à Wandre, l'Administration communale de Blégny, la Direction de Blégny-Mine, le service des bâtiments de la Province de Liège, le Bureau d'Architecte Perfection Habitat, C. Marchal, architecte. Toutes ces personnes et ces organismes se trouvent ici chaleureusement remerciés.