

## Les terrasses de l'interfluvium Geer-Meuse et du Romont dans leur contexte régional (Province de Liège, Belgique)

Etienne Juvigné

Résumé. Les lambeaux de terrasses mosanes de l'interfluvium Geer-Meuse et de la carrière du Romont sont revisités pour avoir été traités de façon contradictoire dans la littérature lors de l'élaboration de modèles de terrasses de la Basse-Meuse. Des déformations liées au basculement du sol sont invoquées et le développement d'un méandre à partir de point de déversement de la Meuse orientale est pris en considération. Une critique des modèles existants s'ensuit.

Mots-clés : Belgique, Bassenge, Loën, Romont, Basse-Meuse, terrasses.

Abstract. The terrace remnants of the Meuse on the Geer-Meuse interfluvium and in the Romont quarry are revisited for having been treated in a contradictory manner in previous models regarding the Lower Meuse terraces. Deformations linked to the tilting of the ground are invoked and the development of a meander from the outlet point of the eastern Meuse is taken into consideration. A critique of existing models follows.

Keywords : Belgium, Bassenge, Loën, Romont, lower Meuse, terrace.

Abréviations. Dans le texte qui suit : ltf= lambeau de terrasse fluviale ; lxtf= lambeaux de... ; P.A.= plaine alluviale ; P.I.= plaine d'inondation ; T.= terrasse ; (b00 ; s00)= altitude du cailloutis en mètre, base [b00] et sommet [s00.] ; SgB= Service géologique de Belgique : archives ; Om = terrains marins tongriens/Oligocène inférieur (essentiellement sable).

### Introduction

Au cours des cinq dernières décennies, l'évolution du front de taille des carrières des Cimenteries et Briqueterie Réunies de Loën et du Romont a été suivi. Des publications partielles ont été produites concernant les cailloutis mosans, pour Lixhe (Juvigné et Renard [1991], Juvigné et Renard [1992]) et pour Romont (Juvigné et Renard [1992] ; Juvigné [1992]). Des données supplémentaires ont été accumulées au cours des trois dernières décennies. Le présent travail rassemble toutes les observations acquises et les situe dans le contexte de l'évolution régionale du cours de la Meuse depuis l'abandon de la vallée de l'Oostmaas.

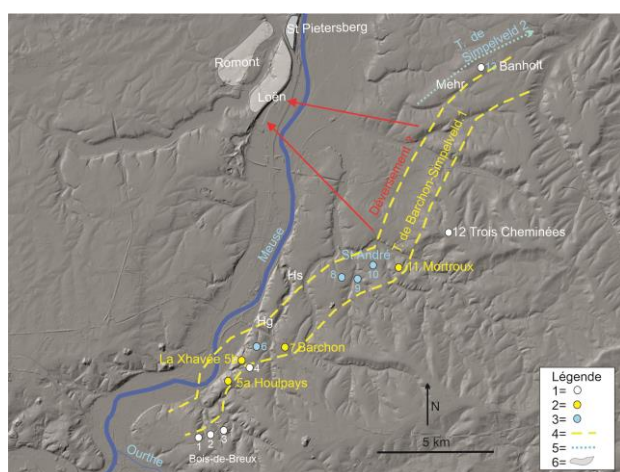


Figure 1. Les sites évoqués dans le travail. Légende : 1 = lxtf de terrasses antérieures à la T. de Barchon-Simpelveld 1 ; 2 = lxtf de la T. de Barchon-Simpelveld 1 ; 3 = lxtf de terrasses postérieures à la T. de Barchon-Simpelveld 1 ; 4 = largeur de la T. de Barchon-Simpelveld 1, déduite de celle existant à

l'entrée de la vallée de la Meuse orientale (dans les terrains crétacés) ; le rétrécissement à Barchon est supposé par le fait qu'à ce niveau la Meuse passait des terrains du Houiller à ceux du Crétacé ; 5 = bras gauche de l'Oostmaas ou ruisseau indépendant ; 6 = l'xtf de la Meuse dans le domaine du Romont et de l'interfluve Meuse-Geer. Le tronçon dans lequel le déversement a eu lieu est délimité en rouge.

## Les lxtf du Romont et de l'interfluve Geer-Meuse

### Historique

Tant sur l'interfluve Geer-Meuse que sur le flanc gauche de la vallée du Geer au Romont, la carte géologique de Belgique (Tongres-Herderen, n°107) rapporte la présence de « Cailloutis fluviaux ardennais des flancs moyens et supérieurs de la vallée de la Meuse (anciens cours du fleuve) ; label q2m »

Sur l'interfluve Meuse-Geer, Briquet (1907) a distingué deux niveaux de terrasse : la T. de Keer (b128 m) et la T. de Fort Saint-Pierre (b102) (Fig. 2A). Macar (1938) a regroupé les deux niveaux précités en une seule terrasse dite T.n°4, connue aussi sous le nom de *terrasse principale* et comprenant donc notamment le Plateau de Campine (Fig. 2B). Renard (1980) produit une coupe du front de taille de la carrière de Loën ; il décrit le ltf qui fait partie du plateau à 140 m. Felder et Bosch (1989) produisent une carte des terrasses réparties en cinq niveaux (Fig 2C). Juvigné et Renard (1991) étendent le travail de Renard (1980) à l'ensemble de l'interfluve et ils distinguent trois niveaux dont : (1) le ltf du plateau de Loën (b134 m) ; (2) le ltf de Lanaye (b110 m) ; (3) le ltf de Sint-Pietersberg (Fig. 2D).

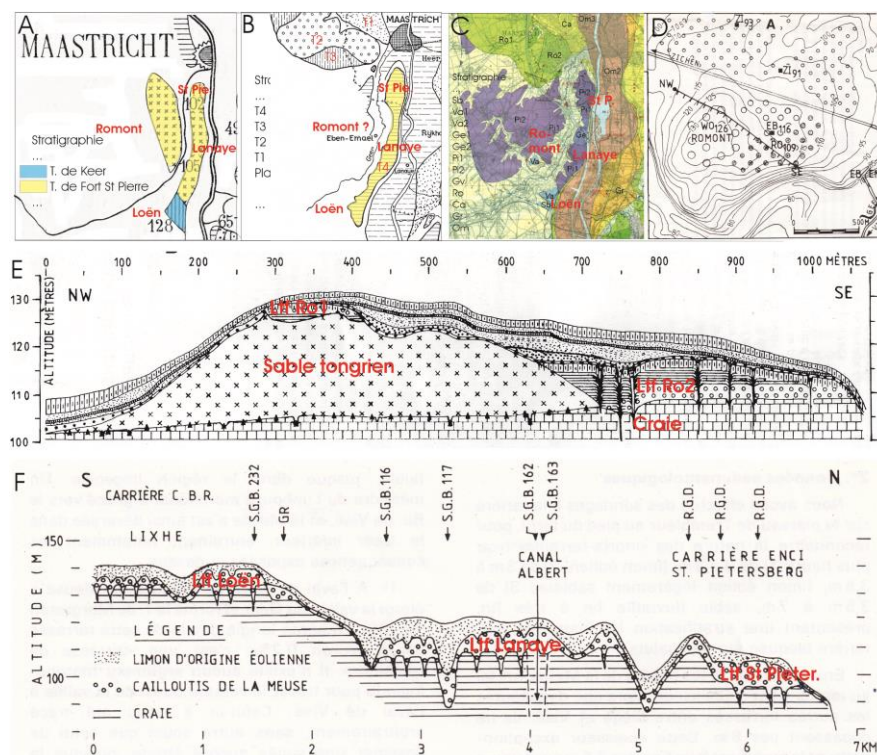


Figure 2. Les lxtf du plateau de l'interfluve Geer-Meuse et du Romont selon différents auteurs : (A) Briquet (1904) ; (B) Macar (1938) ; (C) Felder et Bosch (1989) : Sb=Sibbe, Va=Valkenburg, GE=Sint Geertruid, Pi= Sint Pietersberg, Gv=s'Grvanvoeren, Ro=Rothem, Ca=Caberg, Om=Oost-Maarland ; (D) Juvigné (1992), localisation de l'xtf dans la carrière du Romont ; (E) Juvigné (1992), coupe du front de taille du Romont en 1991 ; (F) Juvigné et Renard (1992) les lxtf de l'interfluve Geer-Meuse.

Sur le flanc gauche de la vallée du Geer, le cailloutis q2m a été retenu par Briquet (1907) dans son modèle des terrasses de la Basse-Meuse (Fig. 2A). Macar (1938) ne tient pas compte du cailloutis précité ; il n'a retenu dans son modèle qu'un cailloutis au nord immédiat du Canal Albert (aux Pays-Bas). Felder et Bosch (1989) visite la carrière du Romont ouverte depuis 1974 et reconnaissent un ltf dans le front de taille (b125) ; il cartographie les lxtf de la région sur la base de la description de quelques forages carottés sans références. Juvigné (1992) décrit le front de taille de la carrière du Romont où deux lxtf sont exposés (Fig. 2.E) et il identifie deux autres niveaux en se basant sur descriptions de quelques forages carottés (archives du SgB ; Fig. 2D).

### **L'interfluve Geer-Meuse revisité**

La colline de Froidmont est constituée de terrains marins oligocènes essentiellement sableux (Om, F. de Sint Huybrechts-Hern, ex Tongrien) dont l'épaisseur maximale était de 15 m avant l'exploitation (base à ~135 m et sommet à ~150m ; Renard, 1980). Ces terrains Om sont tapissés d'un cailloutis remanié qui devraient être le résidu d'un cailloutis continental remontant à la régression marine. Les galets consistent notamment en quartz, quartzite et silex qui présentent un émoussé marin abouti, mais aussi en éclats anguleux de silex. Par ailleurs, la silexite qui se trouve sous les terrains Om s'est formée par dissolution d'une douzaine de mètres de terrains crétacés de la Formation de Gulpen (Juvigné et Renard, 1991) ; la position de la surface de transgression tongrienne pourrait donc s'être trouvée une douzaine de mètres plus haut que dans la situation actuelle.

*Remarque.* Juvigné et Renard (1991) estimaient que la Meuse avait décapité 65 m de terrains Om sur la base de l'altitude virtuelle de la Trainée mosane qu'ils faisaient passer à 180 m à l'aplomb de Loën. Ce raisonnement erroné est donc obsolète.

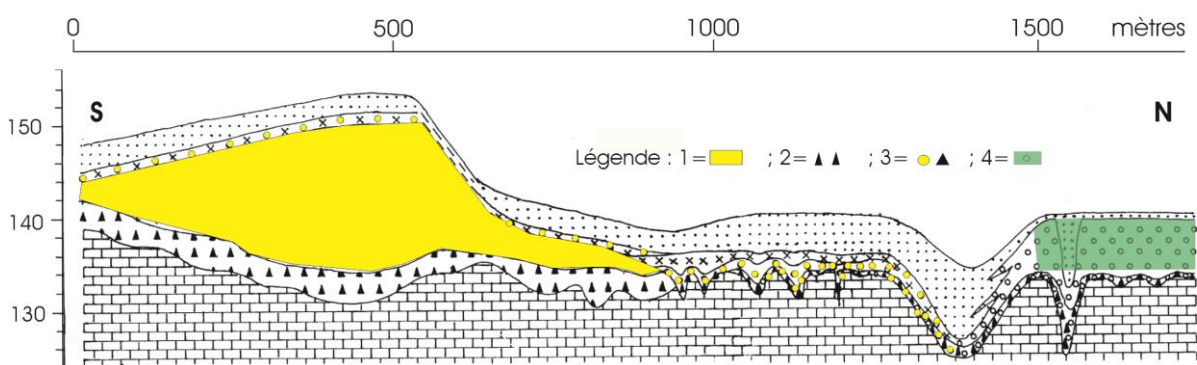


Figure 3. La butte de terrains oligocènes marins de Froidmont et le ltf de Loën (d'après Juvigné et Renard, 1991). Légende : 1= terrains marins oligocènes (essentielle sable) ; 2= silexite ; 3= galets à émoussé marin et éclats de silex ; 4= cailloutis du ltf de Loën.

Le ltf de Loën a été décrit par Juvigné et Renard (1991) sous le nom de T. de Lixhe. Le cailloutis est effondré en de nombreux endroits dans des racines d'altération de la craie sous-jacente. Néanmoins, son altitude originelle peut-être identifiée entre les puits naturels : sa base est à 134 m et son sommet à 140 m. La butte de Froidmont est le seul élément résiduel du versant gauche du ltf.

*Remarque.* Sur le même plateau, 500 m au nord, un cailloutis mosan est aussi excavé dans une ancienne sablière ; il s'agit du lbt connu sous le nom 'T. de Wonck' (Juvigné et Renard, 1992). Une altitude inexacte lui a été attribuée par Felder et Bosch (1989 : base à 121 m ; Fig.2C) et elle a été reprise par Juvigné et Renard (1992). Ce cailloutis est en fait à la même altitude que celui de Loën et le terme T. de Wonck en devient donc obsolète. Dans le présent travail, nous attribuons le nom de ltf de Loën au cailloutis unique des anciens lxtf de Lixhe et de Wonck.



-Le ltf de Lanaye est en affleurement dans la carrière Marnebel à Emael ; sa base est à 110 m et son sommet à 118 m. Il est également accessible de façon sporadique dans la partie supérieure du versant de la vallée de la Meuse à Lanaye. D'autres observations confortent les valeurs précitées : (1) les sondages décrits dans les archives du SgB ; (2) le gravier apparaît systématiquement en forte concentration dans les terres labourées en-dessous de 118 m ; (3) des forages réalisés à la carrière ont démontré que les deux collines qui se dégagent du replat sont constituées de loess dont l'épaisseur est supérieure à 3,35 m (longueur de la carrière utilisée). Aux endroits ainsi sondés, le toit du cailloutis est plus bas que : (1) 117,5 m (T1, colline nord, 120,5- 3,35) ; (2) 120,15 (T2, colline sud, 123,5- 3,35).

*Remarque. Les cotes d'altitude rapportées par Felder et Bosch (1989) ne correspondent pas à celles précitées. Macar (1957) décrit un décrochement du cailloutis dans le versant à la hauteur du pont de Lanaye ; il l'interprète comme une faille sans exclure la possibilité qu'il s'agisse d'un effondrement karstique. L'existence de cette faille n'a jamais été confirmée.*

-Le ltf de St Pietersberg constitue la proue de l'interfluve. Le cailloutis est également effondré dans de nombreux endroits dans des racines d'altération. Néanmoins, sa base a été reconnue à 93 et 95 m d'altitude par Felder et Bosch (1989) qui divisent le lxf en deux niveaux Pi1 (95m) et Pi2 (93m) (Fig. 2C)

### Les lxf de la carrière du Romont revisités

Sur l'ensemble de la surface qui a été exploitée au Romont, trois niveaux de lxf ont été découverts. Ils étaient disposés en gradins du sud au nord, le plus élevé au sud. Des coupes de référence ont été levées, elles sont localisées sur la figure 4.

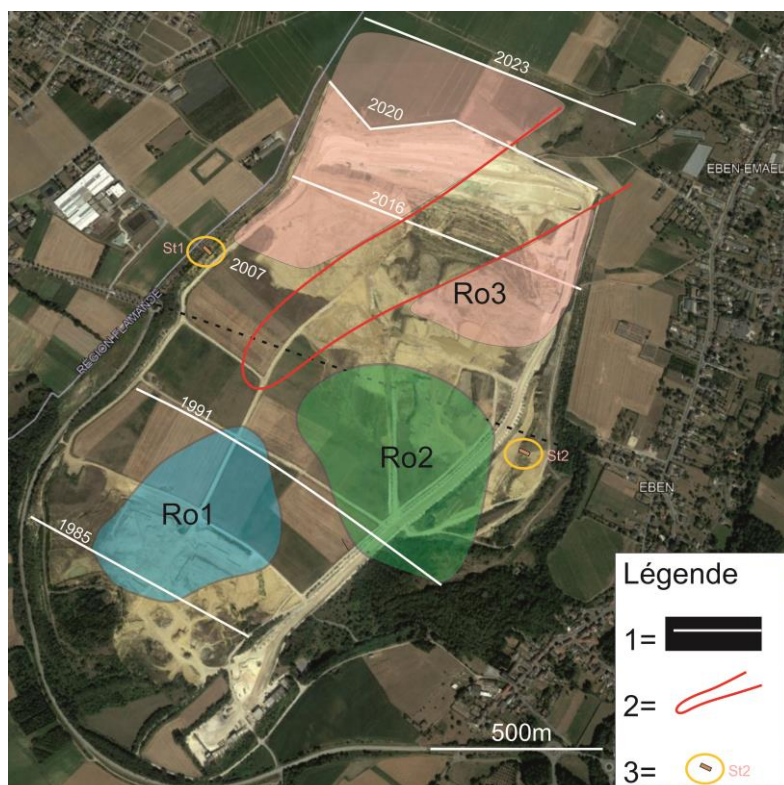


Figure 4. Localisation des lxf mis au jour dans la carrière du Romont/Bassenge et position de coupes de référence. Légende : 1= position de la coupe avec année correspondante ; 2= vallon d'Emael ; (3) stratotypes loessiques protégés (St1, Pléistocène supérieur ; St2, Weichselien supérieur ; Ro1/2/3= label des lxf).

*Ltf Ro1.* Le cailloutis était en inversion de relief sur la butte du Romont (Fig. 2D et E), sa base était à 126 m d'altitude et son sommet à 130 m. La carte topographique de 1904 (IRM) rapporte qu'avant l'exploitation, la butte culminait entre 132 et 133 m. Il s'agit donc du même ltf que celui reconnu antérieurement par Felder et Bosch (1989). Le label Ro1 lui est attribué. On notera que ce ltf coiffe une butte de terrains marins oligocènes (Om) dont l'épaisseur atteint 17 m (Fig. 3E). Par ailleurs, la pente de la surface de transgression de la mer tongrienne est mesurable sur 800 m de longueur dans la coupe de la figure 2E:  $\sim 9$  m/km, ce qui équivaut à la pente reconstituée à travers la vallée de la Meuse (Fig. 8).

*Ltf Ro2.* On notera que la base de ce ltf a été reconnue parfaitement horizontale à 109 m d'altitude sur 300 m de longueur ; son sommet atteint 117 m (Fig. 3E). En de très nombreux endroits, le cailloutis est effondré dans des racines d'altération qui atteignent régulièrement la dizaine de mètres de profondeur. Son seul élément de versant gauche est constitué par la butte de terrains Om qui porte Ro1. On notera que Rixhon et al. (2011) ont produit pour ce ltf Ro2 un âge CRN de  $725 \pm 120$  ka.

*Ltf Ro3.* Un troisième ltf a été enregistré dans trois coupes successives (Fig. 5). L'altitude de la base est comprise entre 90 et 95 m ; elle est légèrement inclinée de SE en NO. En de très nombreux endroits, le cailloutis est effondré dans des racines d'altération qui atteignent régulièrement la dizaine de mètres de profondeur. Son seul élément de versant gauche est constitué par la craie qui porte le ltf Ro2.

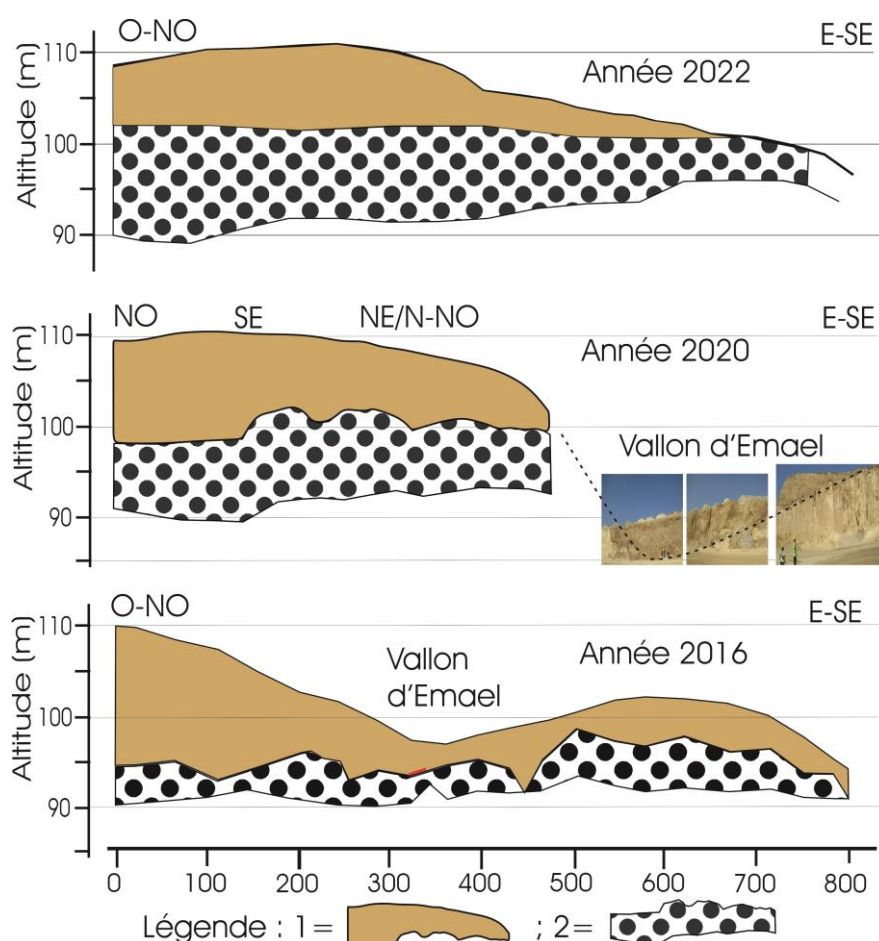


Figure 5. Coupes des terrains de couverture de la carrière du Romont/Bassenge (localisation sur la figure 3). Légende : 1= loess ; 2= cailloutis mosan. N.B. Pour la coupe de 2022, les racines d'altération n'ont pas été dessinées.

Synthèse. Les trois lxtf qui ont été mis au jour dans la carrière du Romont sont représentés dans la coupe schématique de la figure 6.

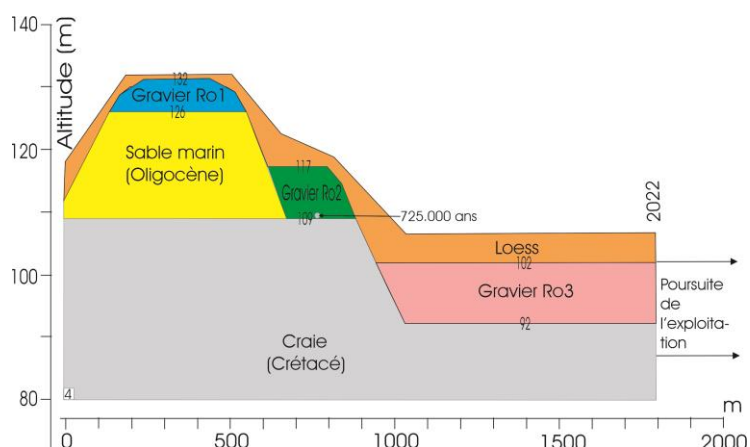


Figure 6. Coupe schématique des trois niveaux de terrasses mis au jour dans la carrière du Romont depuis l'ouverture (1974) jusqu'en 2023.

### Les cailloutis mosans à proximité de la carrière du Romont

Dans la partie méridionale du Plattenberg et au nord immédiat de Zichen, des forages carottés rapportent la présence de cailloutis mosans (archives du SgB). Ils sont dans une position altimétrique qui correspond à celle du ltf Ro3. Dans les parties septentrionale et orientale du Plattenberg et au Muizenberg, la base du cailloutis est systématiquement plus élevée de ~5m que celle de Ro3. La faille de Kanne montre un rejet de ~4 m dans les terrains crétacés, mais il n'est pas dit si elle affecte le cailloutis.

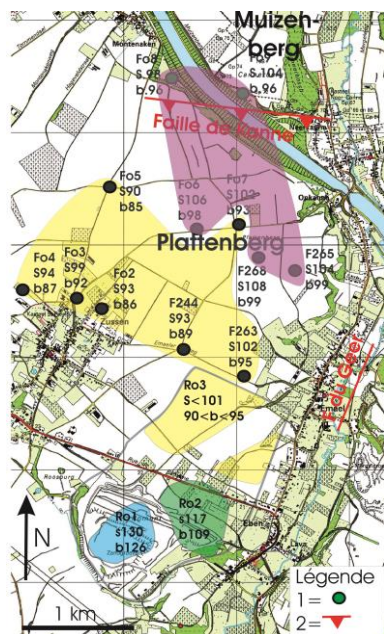


Figure 7. Cailloutis mosans reconnus dans des carottes de forage au nord de la carrière du Romont.

### Essai de corrélation des lxtf étudiés

#### Généralités

A propos de la dénivelée de la base des lxtf





Sarolay/Cheratte ; StA= Saint-André ; Tr= Trembleur/Blégny ; 5= transects passant par Ro2 et Sint Pietersberg dont la pente moyenne est de  $\sim 9$  m/km.

Dans la Basse-Meuse liégeoise, le déversement de la Meuse orientale, suivi de son incision latérale vers le NO donne à penser que le basculement du sol doit avoir affecté le déplacement de la Meuse. Le pendage actuel de la surface de transgression est de  $\sim 9$  m/km le long de transects passant par Ro2 et Sint-Pietersberg. On ne sait pas si au paroxysme de la transgression tongrienne, la surface d'érosion pré-tongrienne avait conservé sa pente qui en pleine maturité, devait être comprise entre 1 et 2 m/km. On ne connaît que les grands traits des variations de la vitesse du soulèvement post-tongrien de l'Ardenne (Demoulin, in Juvigné et al., 2005) à savoir : (1) le mouvement a été très lent pendant l'Oligocène et le Miocène ; (2) il s'est légèrement accéléré pendant le Pliocène et le Pléistocène inférieur ; (3) à l'aube du Pléistocène moyen quatre cinquième du soulèvement devait être acquis ; (4) un ralentissement a eu lieu à l'approche de la transition du Pléistocène moyen au Pléistocène supérieur. Si le soulèvement et le basculement ont été synchrones (simple hypothèse) et si la surface d'érosion pré-tongrienne était horizontale au paroxysme de la transgression, la terrasse de Ro2 a pu subir un basculement de  $\sim 2$  m/km ; les terrasses précédentes un peu plus et les suivantes un peu moins. Les réflexions qui suivent sont basées sur ces hypothèses ; elles n'ont pas la prétention d'aboutir à un modèle enfin exact, mais simplement de sensibiliser à l'action d'un facteur qui a pu déformer des terrasses de la Basse-Meuse.

#### **Relation entre les lxtf du Romont-Muyzenberg et ceux de l'interfluve Meuse-Geer**

Les lxtf concernés sont représentés dans la figure 9.

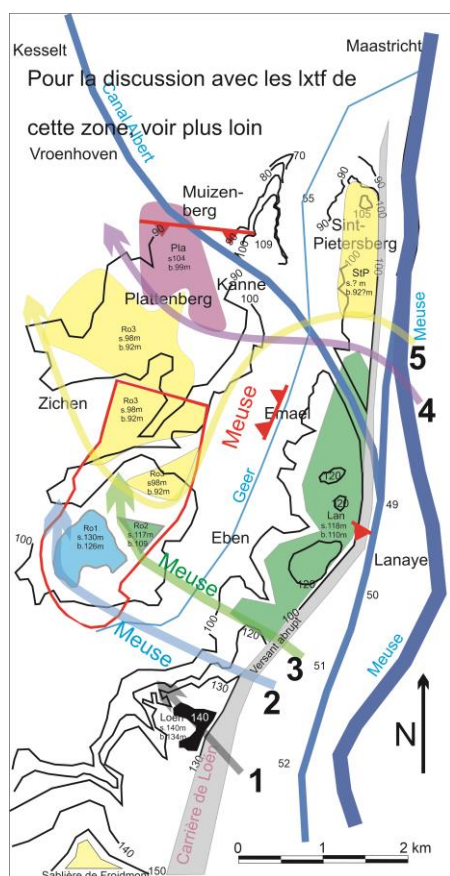


Figure 9. Relation entre les lxtf de l'interfluve Meuse-Geer et ceux du plateau du flanc gauche de la vallée du Geer.



- Le ltf Ro3 (b92 à 95) constitue le prolongement de celui de Sint Pietersberg 2 (b93 et 95).
- Le ltf du Plattenberg-Muyzenberg (b97 ; s104) est à une altitude supérieure d'environ 5 m à celle de Ro3-Sint Pietersberg. Ce type de relief implique que la T. de Ro3 décrit un méandre contournant la butte du Muyzenberg. Cette situation est discutée plus loin en relation avec le travail de Meijs (2002).
- Le ltf Ro2 (b109 ; s117) et le ltf de Lanaye (b110 ; s118) peuvent être intégrés dans une même terrasse dans la mesure où la pente est de ~50 cm/km de l'un à l'autre.
- Les lxtf de Loën et de Ro1 présentent entre eux une dénivelée de 8 m pour une distance de 2 km. La corrélation impliquerait une pente de 4 m/km qui est inacceptable. Ces deux lxtf appartiennent donc à des terrasses indépendantes l'une de l'autre.

Résumé. Dans l'ensemble, sur l'interfluve Geer-Meuse et dans la carrière du Romont jusqu'au Muyzenberg, cinq niveaux de terrasses sont identifiés dans l'ordre d'altitude : Loën (b134), Ro1 (b126), Lanaye (b110)-Ro2 (b109), Muyzenberg (b98), Sint-Pietersberg (b93-95)- Ro3 (b90-95). L'ensemble des observations montrent que pendant la période correspondante, la Meuse s'écoulait d'est en ouest dans cette zone. En matière d'inclinaison oblique de lxtf, les faits observés se présentent de façon énigmatique : (1) la base du ltf Ro2 est parfaitement horizontale sur 300 m de longueur dans la direction du pendage de la surface de transgression (Fig. 3E) ; (2) la base de Ro3 est légèrement inclinée vers le NO sur 400 à 800 m de longueur (Fig. 5). Les données relatives aux autres lxtf sont insuffisantes pour émettre un avis en la matière.

#### **Recherche de la 'terrasse principale' dans l'interfluve Geer-Meuse et au Romont**

Fourmarier (1924) rapporte « une très belle terrasse connue sous le nom de terrasse de Cointe sur la rive gauche, de terrasse de la Chartreuse sur la rive droite... et en aval de Liège, elle a été désignée sous le nom de terrasse de Pontisse... On la suit jusqu'au-delà de Givet et...la base du cailloutis...est partout vers la cote 120... ». Mouchamps (1933) prolonge cette terrasse jusqu'à l'extrémité méridionale du plateau de Campine et lui donne le nom de *terrasse principale*. Elle sera reprise par Macar (1938 et suivants) sous le label T.n°4. La question se pose de savoir si le ltf Ro2 peut être intégré dans cette terrasse dans la mesure où il est daté de 725 ka (Rixhon et al., op. cit.). Dès lors, la discussion sur les raccords des lxtf étudiés en Basse-Meuse commencera par une étude critique de cette *terrasse principale*.

#### **La Terrasse de Pontisse (sensu Fourmarier, 1924)**

Le ltf de Pontisse est le plus vaste de tous ceux de la Basse-Meuse. Sa longueur est de ~9 km et sa plus grande largeur ~3,5 km (Fig. 10A). Il est orienté dans la même direction que la plaine d'inondation, soit du sud vers le nord. La forme en plan de son versant gauche montre que la Meuse y a décrit deux courbes et qu'à l'aval, la rivière poursuivait son cours vers l'est en direction de Visé (Juvigné et Renard, 1992). L'altitude de la base du cailloutis a été mesurée dans 24 sites (archives du SgB et mesures personnelles dans les carrières) (Fig. 10A2, 10A3). Juvigné et Renard (1992) ont divisé le ltf en deux sous-niveaux associés respectivement à chaque courbure du versant : le niveau supérieur dit *des Hauts-Sarts* (b116-117) et le niveau inférieur qui porte Heure-le-Romain (b113-115). Les auteurs raccordent également deux lxtf de chaque extrémité nord et sud en un troisième sous-niveau inférieur aux deux précédents : Tribouillet/ Liège (b115) et Trou de l'Enfer/Haccourt (b111).

La figure 10A2 montre que l'on pourrait distinguer quatre sous-niveaux : Bernalmont/charbonnage (b118-119) ; Hauts Sarts (b115-117) ; Hermée (b113-114) ; Heure-le Romain et Enfer (b111-112). Dans ce cas, la dénivelée entre les sites extrêmes s'expliquerait par une incision associée à un

glissement longitudinal. Une coupe transversale suivant la direction du pendage de la surface de transgression du sous niveau des Hauts-Sarts montre que la pente de la base est de 50 cm/km vers le NO (courbe de tendance), c'est-à-dire nettement inférieure à la possibilité de ~2 m évoqués plus haut. Quant à la coupe longitudinale, si l'on traite l'ensemble des données de la base du cailloutis, la pente est en moyenne de 76 cm/km (droite de tendance) ; elle est ainsi supérieure à celle de la plaine d'inondation adjacente (65 cm/km) (Fig. 9B) et elle fait un angle de 45° par rapport au pendage des terrains Om. Dans cette façon de traiter les données, on peut admettre un basculement postérieur à l'abandon de la terrasse, mais il est plus intense vers le nord que vers le NO. A contrario, si l'on admet la sous-division longitudinale du ltf, il n'y aurait pas de basculement longitudinal, mais un léger basculement transversal reste possible. Dans l'ensemble, la question est ici de savoir si le ltf peut être divisé ou non en sous-niveaux, mais l'épaisse couverture loessique fossilise les faits qui pourraient contribuer à répondre à cette question.

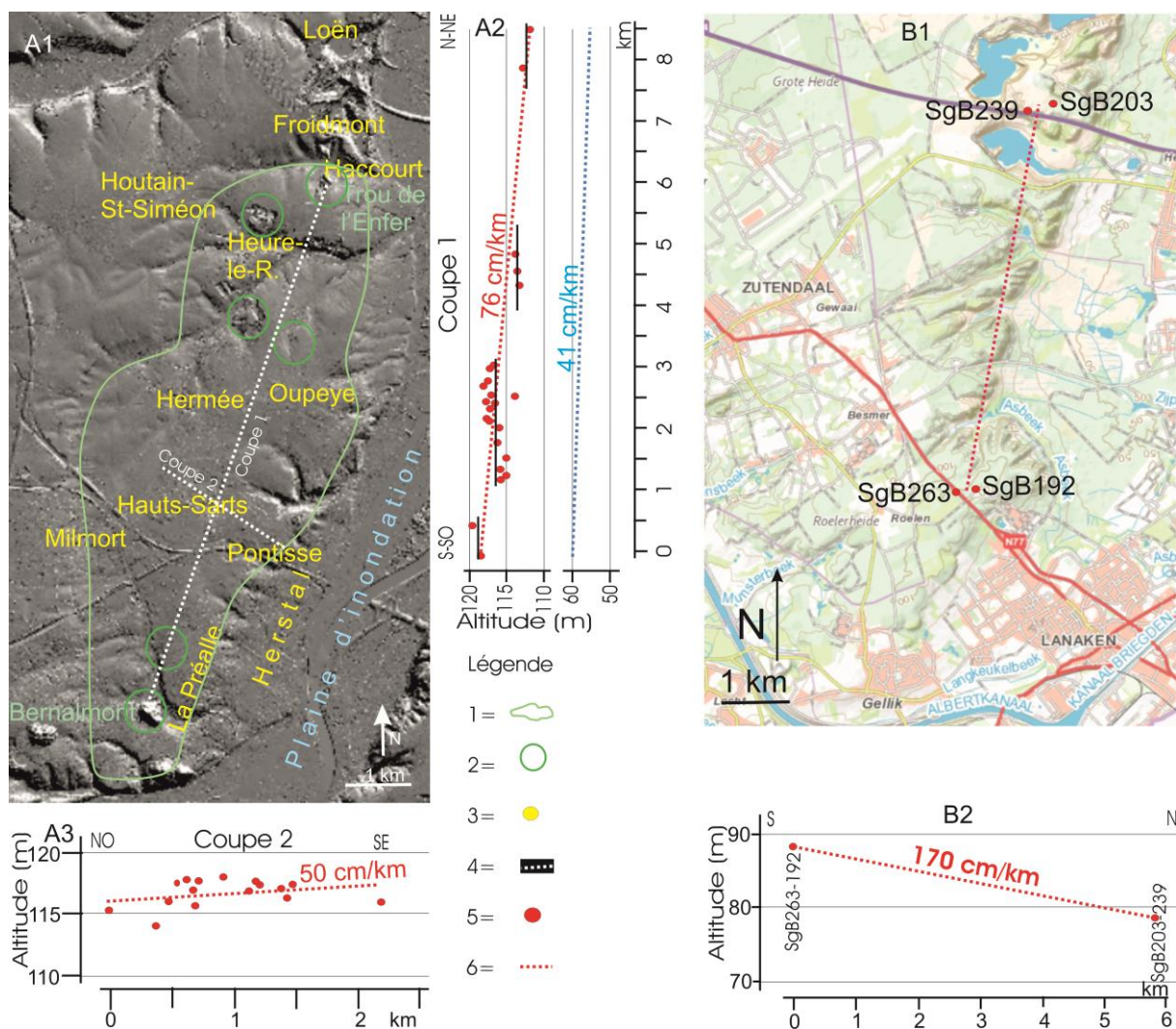


Figure 10. Le ltf de Hermée et la partie méridionale du Plateau de Campine.

Hermée : (A1) Localisation ; (A2) Coupe longitudinale de la base du cailloutis ; (A3) Coupe transversale de la base du cailloutis. Légende : 1= Limite du ltf ; 2= ancienne carrière ; 3= forage carotté (archives du SgB) ; 4= localisation des coupes P1 et P2 ; 5= position de la base du cailloutis ; 6= droite de tendance de l'inclinaison de la base des cailloutis. Plateau de Campine : (B1) Localisation. (B2) Coupe longitudinale de la base du cailloutis.

## La partie méridionale du Plateau de Campine

Dans la partie méridionale du Plateau de Campine, l'altitude de la base du cailloutis est de 88 m au nord de Gellik (SgB : 078E0263 : 87 m ; SgB : 078E0192 : 89 m) (Fig. 10B1). A proximité de la carrière SIBELCO (Maasmechelen), la base du cailloutis mosan est rapportée à ~78 m (SgB 078<sup>E</sup> : 0203, 78 m ; 204, 77 m ; 239, 78,3 m ; 244, 77,5 m). D'un site à l'autre (5890 m), la pente moyenne est donc 170 cm/km, soit pratiquement le triple de la pente de la plaine d'inondation.

### Relation altimétrique entre les lxtf de la T. de Pontisse, de Ro2 et du Plateau de Campine

Dans ce type d'exercice, la pente de la plaine d'inondation reste généralement une référence, et s'en écarter implique une justification ; elle est en moyenne de 65 cm/km sur le tronçon étudié (Fig. 11A).

### Du ltf de la T. de Pontisse (sensu Fourmarier, 1924) au Plateau de Campine

Si l'on assimile le ltf de la T. de Pontisse à un seul niveau basculé jusqu'à 76 cm/km, le raccord par courbe de tendance au Plateau de Campine montre une inflexion progressive de la terrasse, et on constate qu'aucun des lxtf de l'interfluve Geer-Meuse et du Romont ne se place sur le chemin dessiné, mais le ltf le plus proche est Ro2 et la dénivelée est de ~5 m. Toutefois, il faut tenir compte du fait que la *terrasse principale* décrivait un méandre via Visé entre le Trou de l'Enfer/Haccourt et Lanaye, ce qui doit rapprocher le Muyzenberg du profil et en éloigner Ro2. Par contre, la division du ltf de Pontisse en sous-niveaux non basculés et l'application de la pente de la plaine d'inondation à chacun montre que le niveau de Bernalmont est le plus approprié pour assurer la corrélation. Si l'on ajoute entre Haccourt et Lanaye une distance minimale de 5 km correspondant au *méandre de Visé*, et c'est alors le sous-niveau des Hauts Sarts, voire d'Oupeye, qui assure la corrélation. Il reste à s'interroger sur la conséquence de la continuation éventuelle du basculement de la surface de transgression tongrienne après la formation de la *terrasse principale*. S'il en est ainsi, on peut attendre un faible soulèvement relatif du ltf de Pontisse (Fig. 8 : isohypse ~160 m au Trou de l'Enfer) par rapport à Lanaye (isohypse 130-140 m), ce qui rapprocherait Ro2 du sous-niveau des Hauts-Sarts plutôt que de celui d'Oupeye.

Quant au raccord avec la partie méridionale du Plateau de Campine, elle ne peut s'envisager que par l'intermédiaire d'un basculement dont on ne peut savoir s'il résulte d'une inflexion progressive ou d'effondrements différentiels de blocs. Le fait d'imposer à la terrasse principale une courbe par Mopertigen n'élimine pas la difficulté (Fig. 11D).

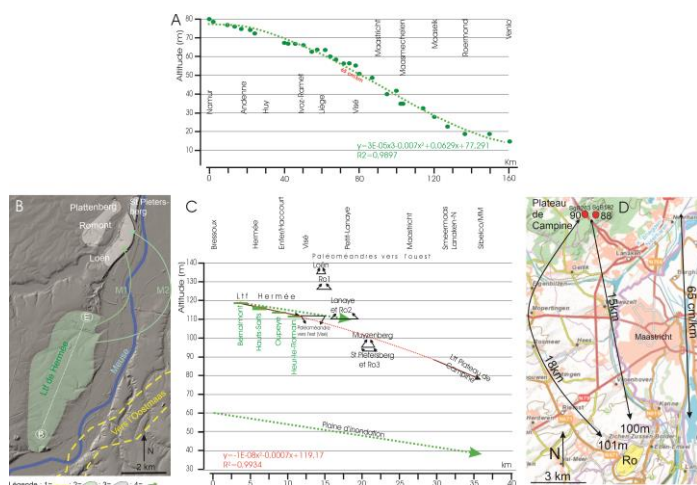


Figure 11. Relation altimétrique de la base des lxtf étudiés avec la partie extrême sud du Plateau de Campine et le ltf de Hermée. (A) Profil longitudinal de la plaine d'inondation de la Meuse depuis

Namur jusqu'à Venlo. Explication : la dispersion des points par rapport à la courbe de tendance s'explique par la difficulté de choisir des surfaces inviolées dans la plaine d'inondation. La carte topographique de 1904 (équidistance des courbes de niveau 1 m) a été utilisée. (B) Le ltf de Hermée et sa terrasse à l'aval. Légende : 1= dernière terrasse de la vallée de l'Oostmaas (T. de Barchon-Simpelveld 1 ; Juvigné et al., 2022) ; 2= ltf de Hermée ; 3= lxtf de l'interfluve Geer-Meuse et du Romont ; 4= itinéraires possibles de la Meuse à l'aval immédiat du ltf de Hermée. (C) Représentation des lxtf étudiés. Explications : la pente des lxtf de Hermée et du Plateau de Campine est conforme à la réalité mesurée et la courbe de tendance a été calculée ; le ltf de Lanaye se présente de façon horizontale dans la mesure où la T. de Hermée y passait dans une direction pratiquement perpendiculaire à l'interfluve actuel ; pour les autres lxtf les données sont insuffisantes pour en déterminer une quelconque pente ; (D) Relation entre les lxtf étudiés et la partie extrême sud du Plateau de Campine via deux chemins différents.

Remarque concernant le méandre de Visé. On peut reconstituer le méandre de Visé jusqu'à l'aplomb du ltf de Lorette (b104 ; s112) ; on ajoute ainsi une dizaine de km au cours de la Meuse. Toutefois, on ne peut aller au-delà vers l'est, car dans l'amphithéâtre de Warsage (bassin du Bierbeek), aucun cailloutis mosan n'est rapporté dans les forages archivés au SgB. La T. de s'Gravenvoeren qui a été introduite à tort par Felder et Bosch (1989) dans cette dépression fait référence à un dépôt décrit comme suit dans les archives du SgB (Fiche 108W0049) : « Excursion du 18 mai 1892 (Henri Forir). Près de la 35e borne frontière, limon jaune q3n avec de nombreux éclats de silex de 2m/m, quelques cailloux de quartzite revinien dans les champs à l'E; puis cailloux revinien et silex brisés dans les champs (5) ». Dans la discussion impliquant le méandre de Visé, un allongement de 10 km constitue un maximum.

### ***Du déversement de la Meuse orientale à son arrivée à Loën puis à Ro1***

Il s'agit ici de rechercher les corrélations possibles entre d'une part les lxtf de Loën et de Ro1 et d'autre part des lxtf du flanc droit de la vallée à l'aval de Liège.

#### **Le cadre du déversement**

Deux hypothèses existent concernant l'état du réseau hydrographique au moment de l'abandon de la vallée de l'Oostmaas, : (1) la crête de Banholt était une île entre deux bras de la Meuse (Eiland van Banholt) qui se séparaient à l'entrée de la vallée, actuellement près de Mehr à ~165 m (altitude de la base du cailloutis vs réseau DNG, Belgique) ; (2) une capture a été effectuée par un cours d'eau (paléo-Geer ?) qui passait nécessairement sur la retombée nord de la crête de Banholt, un peu plus bas que l'Oostmaas (Juvigné et Renard, 1992) (Fig. 12A). La première hypothèse implique que les deux bras se soient incisés à la même vitesse de part et d'autre de l'île depuis la T. de Kosberg jusqu'à la T. de Simpelveld 1 soit sur une dénivelée d'une dizaine de mètres. La seconde situation devait être en relation avec l'état basculé des terrains Om (Fig. 12B).



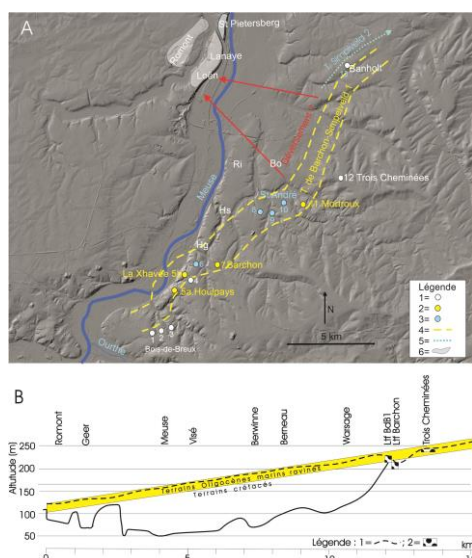


Figure 12. Les conditions du déversement de l'Oostmaas. (A) Route de la Basse-Meuse primitive en direction de la vallée de la Meuse orientale (Oostmaas). Légende : 1 = lxtf de terrasses antérieurs à la T. de Barchon-Simpelveld 1 ; 2 = lxtf de la T. de Barchon-Simpelveld 1 ; 3 = lxtf de terrasses postérieurs à la T. de Barchon-Simpelveld 1 ; 4 = largeur de la T. de Barchon-Simpelveld 1, déduite de celle existant à l'entrée de la vallée de la Meuse orientale (dans les terrains crétacés) ; le rétrécissement à Barchon est supposé par le fait qu'à ce niveau la Meuse passait des terrains du Houiller à ceux du Crétacé ; 5 = bras gauche de l'Oostmaas ou ruisseau indépendant ; 6 = lxtf de la Meuse dans le domaine du Romont et de l'interfluve Meuse-Geer. Le tronçon dans lequel le déversement a eu lieu est délimité en rouge. (B) Coupe transversale à travers la vallée de la Meuse depuis Trois Cheminées/Neufchâteau jusqu'au Romont. Légende : 1 = surface topographique ravinée dans les terrains Om ; 2 = cailloutis fluviaux.

La coupe de la figure 12B montre qu'entre Warsage et Neufchâteau, le versant gauche de la Meuse orientale ne pouvait être élevé que de quelques mètres. En effet, lors de son retrait, la mer oligocène a dû abandonner des terrains essentiellement sableux dont l'épaisseur ne devait atteindre que la vingtaine de mètres (épaisseur maximale mesurée en moyenne Belgique). Ils ont été exposés au ravinement continental pendant plusieurs millions d'années, mais leur pente devait être faible et le basculement à peine initié, puisqu'au Plio-Pléistocène lors la mise en place de la terrasse de Bois-de-Breux 1 (=T. de Kosberg, selon Juvigné et al., 2022a et 2022b), ils devaient encore endiguer la Meuse. L'abandon de l'Oostmaas une fois acquis, la Basse-Meuse occidentale a entrepris une incision latérale qui allait l'amener à Loën, puis à Romont jusqu'à atteindre Mopertigen. La présence de lxtf postérieurs au déversement sous la vallée de la Meuse orientale à Saint-André (Fig. 12A : ltf n°10), Trembleur et Mortier (Fig. 12A : lxtf n°9 et 8) atteste que la vague d'érosion régressive consécutive au déversement s'est opérée dans la vallée de la Meuse orientale (T. de Barchon). Le ltf de Housse (Fig. 12A, ltf Hs, b150) est le premier qui s'écarte de cette route, il a été suivi par le ltf de Hoignée (Fig. 12A, ltf Hg, b145). Les lxtf correspondant étant dans le Limbourg néerlandais, il est évident que c'est par le développement d'un large méandre qui allait contourner Maastricht, que s'est opérée l'incision latérale. Il faut signaler que jusqu'au niveau du ltf de Housse, l'incision impliquée ici a eu lieu dans des terrains crétacés.

Le ltf de Loën (b134 ; s140) est le plus élevé sur le flanc gauche de la vallée de la Meuse. Il constitue donc la première trace locale du passage de la Meuse occidentale en provenance du point de déversement. Vers l'amont, en excluant évidemment les lxtf qui appartiennent aux terrasses de l'Oostmaas, il n'existe que cinq lxtf qui peuvent être pris en considération pour une tentative de

corrélations, ils sont cités ci-dessus. La pente qui relie les lxtf le plus élevé et le moins élevé au ltf de Loën sont respectivement pour Saint-André 274 cm/km et pour Housse 184 cm/km (Fig. 13). Ces valeurs sont nettement excessives par rapport à toutes les pentes mesurées qu'elles soient de la Meuse actuelle ou de la *terrasse principale*. Dès lors, il existe deux possibilités : (1) l'une consiste à invoquer le basculement post-tongrien des terrasses concernées en constatant qu'aucune pente ne dépasse l'estimation de  $\sim 2$  m/km (voir plus haut). Toutefois, il n'est pas possible de choisir un ltf parmi les cinq candidats, aussi longtemps que la relation *vitesse vs temps* du basculement n'est pas connue ; (2) proposer que les lxtf de la T. de Loën devaient se trouver entre 134 m (Loën, b134) et 150 m (Housse, b150) à l'aplomb des lxtf de Bombaye (b129 ; s139) et de Richelle (b115 ; s124) (Fig. 12A : Ri et Bo) et de leur terrasses respectives dans l'amphithéâtre de Warsage. Les lxtf recherchés auraient donc tous disparus lors de la mise en place des terrasses de Bombaye et de Richelle. Dans ce contexte d'incertitude, il serait présomptueux de rechercher des corrélations pour les lxtf inférieurs à celui de Loën sur l'interfluve Geer-Meuse et au Romont.

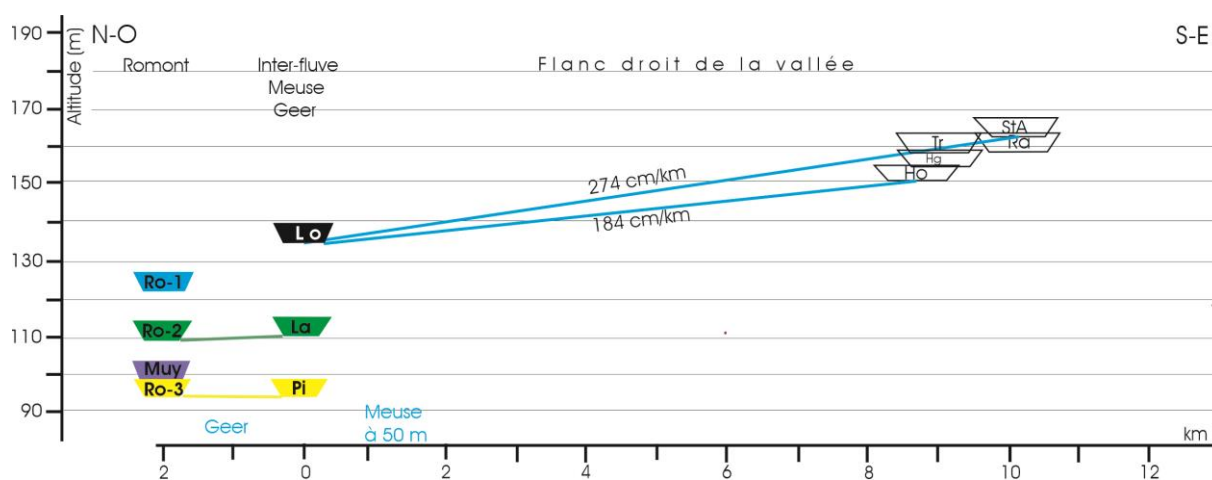


Figure 13. Tentative de corrélations de lxtf de la Basse-Meuse. Explications : les distances qui séparent les lxtf sur la figure sont mesurées à vol d'oiseau à partir de Loën ; les lxtf du flanc droit de la vallée sont décrits par Juvigné et al. (2022a et 2022b) : Hg= Hoignée/Cheratte ; Ho= Housse ; Ra= Rabosée/Wandre ; StA= Saint-André ; Tr= Trembleur/Blégny.

#### **A propos du versant gauche des terrasses de la Meuse occidentale**

Nous avons vu plus haut que dans la zone de déversement, la hauteur du versant gauche de la dernière terrasse de l'Oostmaas ne pouvait atteindre que quelques mètres de hauteur. Une situation identique a été décrite pour les très hautes terrasses de Bois-de-Breux (Juvigné et Van Campenhout, 2020 ; Juvigné et al., 2022a, 2022b) et pour la T. de Barchon (Juvigné et al., 2021). La coupe de la figure 12B incite à se demander pourquoi la Meuse de Loën (et les suivantes) n'a pas poursuivi son cours vers le bassin du Démer.

Le ltf de Loën (b134 ; s140) a dû être un peu plus élevé que 140 m (nous dirons 145 m en standardisant l'épaisseur maximale à 10 m). La butte de terrains Om de Froidmont constitue sa seule trace de versant. Avant l'exploitation, ces terrains présentaient une épaisseur maximale de 15 m et culminaient à 150 m. Si l'on ajoute la tranche de 5 m ravinée naturellement (voir plus haut), on atteint 155 m. Si la silicite sous-jacente s'est formée après le retrait de la mer, l'altitude maximale peut être portée à 167 m (voir plus haut). En conséquence du pendage actuel des terrains Om (9 m/km), ceux-ci n'ont pas pu empêcher le déversement vers le Démer au-delà de 2,4 km à l'aval du ltf.

*Le ltf Ro1 (b126 ; s132)* a dû être un peu plus élevé que 132 m (nous dirons 136 m). La base des terrains Om devait se trouver à ~105 m (cf. Figs 2E et 8). L'épaisseur maximale communément admise pour ces terrains porte leur toit à 125 m, mais on constate qu'ils ont dû atteindre 136 m pour éviter le basculement de la Meuse de Ro1 dans le bassin du Démer. En cette matière le site de Ro1 constitue le point véritablement névralgique. On peut donc se demander si l'épaisseur maximale des terrains Om n'est pas sous-estimée ou si l'on peut imaginer qu'un cordon littoral ou un cordon de dunes sus-jacent ait résisté à l'érosion continentale tout au long du Néogène.

*Le ltf Ro2 (b109 ; s117)* a pu atteindre 119 m. Au Romont, son versant gauche était constitué par les terrains Om et le cailloutis Ro1 (Fig. 6) qui culminait à 132 m. En conséquence du pendage actuel des terrains Om (9 m/km), ceux-ci n'ont pas pu empêcher le déversement dans le bassin du Démer au-delà de 1,8 km au NO du ltf.

*Le ltf Ro3 (b92-95 ; s102)* est incisé dans les terrains crétacés et on peut attendre un versant gauche d'une trentaine de mètres de hauteur (Fig. 6). Si les terrains Om ont été les derniers à maintenir la Meuse dans son bassin actuel, on peut lire sur la figure 8 que leur toit devait être à ~102 m aux environs de Heukelom (entre Riemst et Zussen).

### Le point de la littérature en la matière

Nous commentons ci-dessous les parties de modèles de terrasses de la Basse-Meuse impliquant les cailloutis du Romont et de l'interfluve Meuse-Geer.

Briquet (1907) produit un modèle des terrasses de la Meuse de Liège à Sittard. Il intègre notamment les lxtf suivants dans une même terrasse : « ... Terrasse de Haute Préalée à Heure le Romain.- Promontoire entre le Geer et la Meuse de Lanaye à Saint-Pieter ; plateau à l'W. du Geer (Canne).- Sommet de la croupe au S.-E. de Rothem (Meerseem)... » (Fig. 14A).

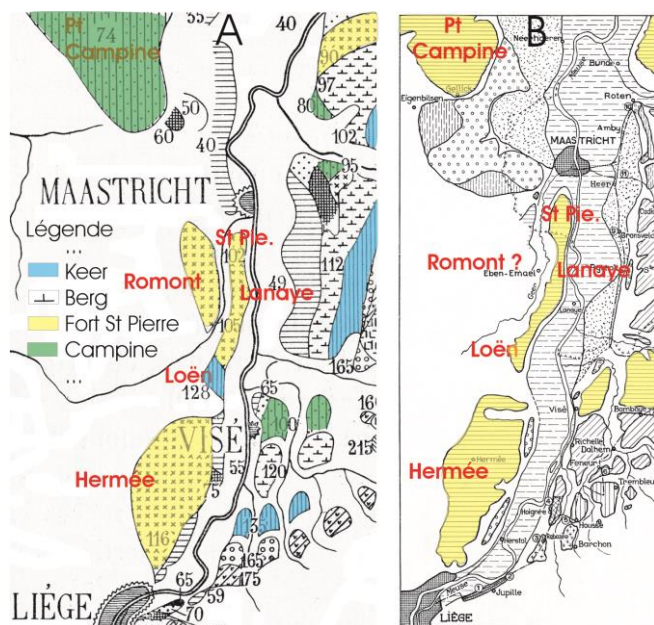


Figure 14. Les lxtf de terrasses de la Meuse depuis le plateau de Hermée jusqu'au plateau de Campine selon : (A) Briquet (1907) ; (B) Macar (1938).

Macar (1938, 1957) produit successivement deux modèles de terrasses de la Meuse depuis Liège jusqu'au Limbourg. Dans sa carte de 1938 (Fig. 14B), il intègre les lxtf suivants dans une même terrasse, dite T.n°4 : Hermée, Visé et amphithéâtre de Warsage, l'ensemble des cailloutis de l'interfluve Geer-

Meuse de Loën jusqu'au Sint Pietersberg, Sint Geertruid, le Plateau de Campine. On doit constater la difficulté de faire passer par tous les lxtf, une terrasse de même largeur que la plaine alluviale actuelle. Il est donc à penser que l'extension progressive de cette terrasse commençait à Hermée plutôt qu'au Plateau de Campine. On notera que l'auteur rejette l'existence des graviers mosans du Romont reconnus par Briquet et bien présents (voir plus haut). Dans son modèle de corrélation des terrasses de l'Ourthe, de la Vesdre et de la Meuse (1957), les profils longitudinaux à l'aval de Liège sont construits sur la base des données de l'article précédent (1938).

Pissart (1974) produit un modèle des terrasses de la Meuse depuis Pagny-sur-Meuse jusqu'au Limbourg. Pour la Meuse à l'aval de Liège, il reprend les modèles de Macar (op. cit.). Les lxtf du Romont sont donc toujours ignorés et l'interfluve Geer-Meuse ne porte toujours qu'un seul niveau de terrasse.

Felder et Bosch (1989) produisent une carte des terrasses mosanes du Limbourg néerlandais qu'ils prolongent dans le Limbourg belge et la Basse-Meuse jusqu'à Hermée. Il n'existe pas de texte explicatif, si bien que l'on ne peut savoir si les valeurs d'altitude en Belgique ont été ou non adaptées au réseau des Pays-Bas.

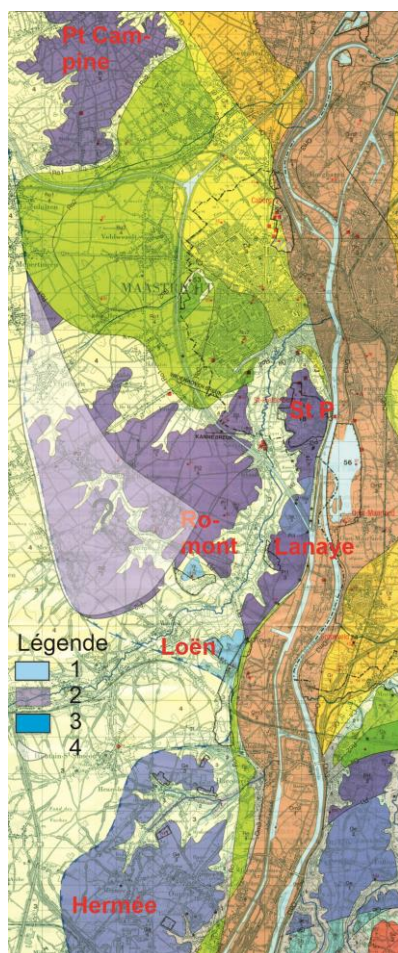


Figure 15. Les terrasses de l'interfluve Meuse-Geer et du plateau du Romont selon Felder et Bosch (1989). Les niveaux de terrasses concernés sont dans l'ordre stratigraphique : « ...Afzettingen van Valkenburg (1) ; A. van St Geertruid (2) ; A. van St. Pietersberg (3) ;... »

Les remarques suivantes s'imposent.



-Le ltf de Loën est divisé en deux niveaux répartis entre les terrasses de Sibbe et de Valkenburg. Le niveau supérieur est affecté d'une altitude de la base de 132 m, il s'agit donc du ltf dont nous faisons état plus haut. Par contre le niveau inférieur est marqué d'une base à 121 m qui dans la carrière impliquée répond au plancher de la sablière et non à la base du cailloutis.

-Dans la carrière du Romont et au Plattenberg, les lxtf individualisés plus haut sont repris dans une même terrasse dite Pi1 (Sint Pietersberg 1) dont la base est fixée à 92 m. Il s'agit donc du ltf Ro3, ce qui implique que le ltf Ro2 a échappé.

-À l'ouest du Romont, les auteurs dessinent un vaste méandre de la terrasse Pi2, mais à l'ouest de Heukelom-Vlijtigen aucune trace de cailloutis mosan n'est rapportée dans une vingtaine de forages carottés des archives du SgB.

-Les deux lxtf Pi1 et Pi2 sont intégrés dans la terrasse du Plateau de Campine.

-Le ltf de Hermée est intégré dans la T. de St Geertruid qui dans l'échelle stratigraphique des auteurs est antérieure au Plateau de Campine.

Juvigné et Renard (1992) raccordent les lxtf de la Basse-Meuse en imposant à toutes les terrasses une pente constante de 50 cm/km et en suivant ainsi des anciens méandres. Ils divisent l'interfluve Geer-Meuse en trois niveaux repris plus haut à la figure 2. A l'aval du ltf de Hermée, la Meuse décrit un méandre qui passe par Visé avant de rejoindre Lanaye et Ro2, avant de repartir vers le Limbourg néerlandais. On notera que dans cette façon de faire le Plateau de Campine échappe à cette terrasse.

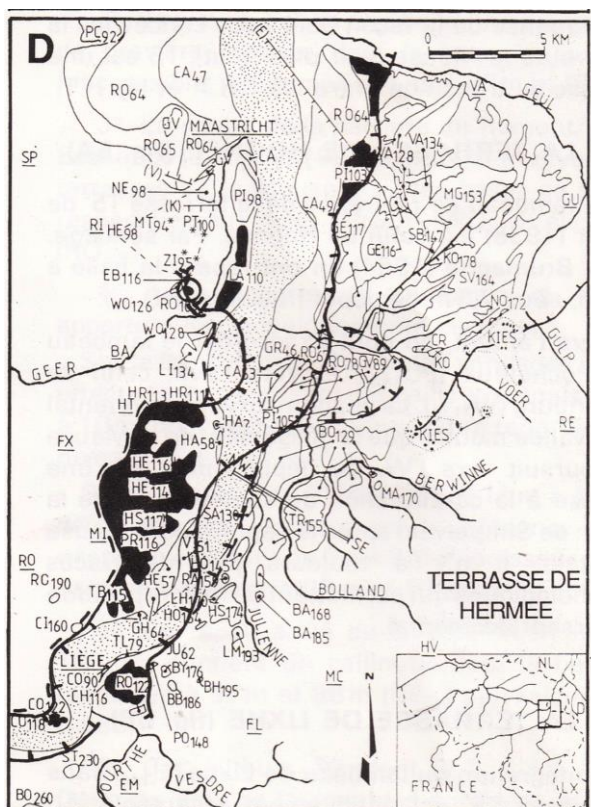


Figure 16. Les lxtf de la terrasse de Hermée selon Juvigné et Renard (1992).

Meijs (2002) rapporte des données nouvelles sur les lxtf de la région de Vroenhoven à Veldwezelt. Le niveau le plus élevé est à l'ouest immédiat de Maastricht, sa base est à 85 m et son sommet à 90 m. La distance qui le sépare du Romont est de 7 km. Il est donc inférieur à Ro3, dans la mesure il faudrait accepter une pente excessive de 100 cm/km pour intégrer ces lxtf dans une même terrasse.

L'auteur invoque la T. de s'Gravenvoeren qui a été introduite à tort par Felder et Bosch (1989 ; voir plus haut). Les lxtf attribués par Meijs à la T. de s'Gravenvoeren sont originaux et mériteraient donc un nom local. Par ailleurs, l'auteur reconstitue deux méandres qu'il attribue aux terrasses de Rothem 1 et Rothem 2 qui sont inférieures à Ro3, mais on peut retenir qu'ils soutiennent l'hypothèse d'un méandre du même type comprenant les lxtf de Sint Pietersberg et Ro3.

Pissart et al. (1997) produisent une synthèse de l'évolution du cours de la Meuse depuis la France jusqu'au Limbourg. Pour la Meuse à l'aval de Liège, ils reprennent le travail de Juvigné et Renard (1992) en le modifiant arbitrairement. A ce sujet, une mise au point a déjà été proposée par Juvigné et al. (2022a, 2022b) pour les terrasses qui se poursuivent dans l'Oostmaas. Concernant les niveaux impliqués dans le présent travail : (1) le ltf de Loën est maintenu, mais il est corrélé avec la T. de Valkenburg, alors que Felder et Bosch (1989) le rattachent à la T. de Sibbe ; (2) le ltf dit de Bombaye-Wonck doit être réduit au ltf de Bombaye dans la mesure où une mise au point vient d'être faite pour celui de Wonck ; (3) lors de l'avancement du front de taille de la carrière du Romont, il est apparu que le ltf d'Eben (Juvigné et Renard, 1992) n'était qu'un dépôt de pente descendu de Ro1 en direction de Ro2 (Juvigné et al., 2008) ; (4) le ltf de Hermée est attribué à la T. de St Pietersberg 2, alors que dans le travail utilisé, il est corrélé avec les lxtf de Lanaye et Ro2.

Il faut maintenant rappeler que Rixhon et al. (2011) ont produit un âge CNR du ltf Ro2 : 725±120 ka. En fonction de la discussion qui précède, il devrait être valable pour le ltf de Hermée. Pour l'appliquer au Plateau de Campine, il faudrait invoquer un basculement de ce dernier postérieur à Hermée-Lanaye-Ro2, et du sud vers le nord. Par contre, le développement des paléo-méandres plus récents de Rothem 1, Rothem 2 et St Pietersberg-Ro3 pourraient avoir été favorisés par un basculement en sens contraire dans la mesure où ils se sont développés à contre sens de l'écoulement général de la Meuse actuelle

Enfin, si on se rapporte maintenant aux terrasses pour lesquelles Felder et Bosch (1989), puis Van den Berg (1996) ont produit une estimation d'âge de ~725 ka, dans le premier cas, il s'agit de la T. de Pietersberg 1 et dans le second de la T. de s'Gravenvoeren (inexistante ; voir plus haut) ou plutôt de la terrasse comprise entre celles de Pietersberg 3 et Rothem 1.

## **Bibliographie**

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.

Demoulin, A. (1989). Les transgressions oligocènes sur le Massif Ardenne-Eifel. *Annales de la Société géologique de Belgique*, 112 : 215-224.

Demoulin, A. (1995). Les surfaces d'érosion méso-cénozoïques en Ardenne-Eifel. *Bulletin de la Société géologique de France*, 166, 573-585.

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

Fourmarier, P. (1924). Les dernières ondulations du sol et les terrasses de la Meuse. *Annales de la Société géologique de Belgique*, livre jubilaire, pp. 110-113.

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

Juvigné, E. (1992). Les formations cénozoïques de la carrière C.B.R. du Romont (Eben/ Bassenge, Belgique). *Annales de la Société géologique de Belgique*, 115: 159-165.

Juvigné E. et Renard F., 1991. Les formations post-crétacées de la carrière C.B.R. à Loën/ Visé (Belgique). *Bulletin de la Société belge de Géologie, de Paléontologie et d'Hydrographie*, 100/1-2: 163-175.

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., Cordy, J.-M., Demoulin, A., Geeraerts, R., Hus, J. et Renson, V. (2005). Le site archéo-paléontologique de La Belle-Roche (Belgique) dans le cadre de l'évolution géomorphologique de la vallée de l'Amblève inférieure. *Geologica Belgica*, 8/1-2, p. 121-133.

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. <https://doi.org/10.25518/0037-9565.9426>

Juvigné, E., Houbrechts, G. et Van Campenhout, J. (2021). «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. (2021) «De l'Ourthe primitive à la Meuse primitive en Basse-Meuse liégeoise : modèle et discussion. *Bulletin de la Société Royale des Sciences de Liège*, 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. (2022). 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. (2022). Les terrasses de la Basse-Meuse liégeoise primitive jusqu'à l'abandon de la vallée de la Meuse orientale. Première partie, généralités et résultats. *Bulletin de la Société Royale des Sciences de Liège - Année 2022, Articles, ce fascicule*.

Juvigné E., Houbrechts G. et Van Campenhout J., 2022. Les terrasses 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 [En ligne]*, Volume 91(1) - Année 2022, Articles, 231-269. <https://popups.uliege.be/0037-9565/index.php?id=11095&file=1>

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.

Meijs E.P.M., 2002. Loess stratigraphy in Dutch and Belgium Limburg. *Eiszeitalter und Gegenwart*, 51 : 114-130.

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

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. (1997a). 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.

Pissart, A., Krook, L. et Harmand, D. (1997b). La capture de l'Aisne et les minéraux denses des alluvions de la Meuse dans les Ardennes. *Comptes-Rendus de l'Académie des Sciences de Paris. Sciences de la Terre et des planètes*, 325 : 411-417.

Renard F. (1980). *Etude des terrasses de la Meuse liégeoise entre Cointe et Loën. Leur raccord avec les terrasses en amont et en aval*. Mémoire de Licence, Université de Liège, inédit, 202 p.

Rixhon G., Braucher R., Bourlès D., Siame L., Bovy B. & Demoulin A. (2011). Quaternary river incision in NE Ardennes (Belgium) – Insights from  $^{10}\text{Be}/^{26}\text{Al}$  dating of river terraces. *Quaternary Geochronology*, 6, 273-284.

Van den Berg, M. (1996). *Fluvial sequences of the Maas: a 10 Ma record of neotectonics and climate change at various time-scales*. Ph.D.Thesis, University of Wageningen, The Netherlands.

### 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 géologique de la Belgique, Institut cartographique militaire, Forir (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/>