

A propos d'un changement pétrographique majeur dans les terrasses de la Meuse entre Namur et Huy (Belgique) : de la Meuse de Dinant à la capture de la Semois

Etienne Juvigné*, Geoffrey Houbrechts* et Jean Van Campenhout*

(*) Université de Liège, Département de Géographie, Unité de géographie physique, Bât. B11 - Quartier Village 4 - Clos Mercator, 3 - B-4000 Liège (Belgique)

Résumé. Une étude sédimentologique de lambeaux de très hautes terrasses mosanes entre Namur et Huy a permis d'améliorer les connaissances relatives à l'évolution de la Meuse de Dinant qui a façonné des terrasses sur 35 m de dénivelée sous le niveau de la transgression oligocène du plateau en y abandonnant systématiquement un cailloutis épais de quelques décimètres et caractérisé par une large majorité de galets de quartz ainsi qu'une granularité inférieure à 32 mm. A l'altitude actuelle de 180 m à Andenne/Huy, un cailloutis grossier et riche en quartzites a brutalement envahi le bassin ; il est attribué à la capture de la Semois survenue à Deville (France). Cette capture est placée dans le Pléistocène inférieur sur la base de sa position stratigraphique dans les modèles de terrasse existant, plutôt que dans le Miocène comme le dit la littérature,.

Mots-clefs : Belgique, Namur, Huy, Meuse, Semois, capture, terrasses, sédimentologie.

Abstract. A sedimentological study of shreds of very high terraces of the Meuse River between Namur and Huy has made it possible to improve the knowledge relating to the evolution of the Meuse of Dinant which has shaped terraces over a vertical drop of 35 m below the level of the plateau by systematically abandoning a few decimetre thick gravel characterized by a large majority of quartz pebbles and a grain size lower than 32 mm. At the current altitude of 180 m at Andenne / Huy, a coarse gravel rich in quartzites suddenly invaded the basin; it is attributed to the capture of the Semois in Deville (France). This capture is placed in the lower Pleistocene based on its stratigraphic position in the existing terrace models, rather than in the Miocene as the literature says,.

Mots-clefs : Belgium, Namur, Huy, Meuse, Semois, capture, terraces, sedimentology.

1..Introduction

Des aspects de l'évolution du cours de la Meuse entre Namur et Huy ont été abordés par Stainier (1894, 1926), Fourmarier (1905, 1924), Mouchamps (1927, 1933), Clairbois (1957, 1959), Dewez (1998), Juvigné et al. (2013, 2015). Des modèles de terrasses de la Meuse depuis la France jusqu'au Limbourg ont aussi intégré des résultats acquis par des auteurs précités (Rigo, 1935 ; Bestels, 1949 ; Pissart, 1975 ; Pissart et al., 1997) ; toutefois, ils sont basés essentiellement sur le raccord géométrique de proche en proche de replats portant du gravier fluvatile, mais aussi d'autres moins significatifs, sans gravier, comme des lambeaux d'aplanissement partiel ou des terrasses supposées dénudées.

Un outil stratigraphique évoqué par Stainier (1894) a été négligé dans tous les travaux précités. Il s'agit d'une différence pétrographique majeure propre aux cailloutis qui sont groupés en deux catégories, d'une part les « Amas de cailloux blancs des hauts plateaux (Tertiaire) » et d'autre part les « Amas de gravier des terrasses supérieures (Quaternaire q2m) ». L'auteur place ce changement pétrographique aux environs de 175 m d'altitude sur substratum siliceux et/ou schisteux dans la

région de Huy, et il fait remarquer que sur des roches calcaires et/ou dolomitiques, il faut attendre que tous les graviers se trouvent en position effondrée. Le but du présent travail est de préciser les données de terrain et d'apporter des résultats d'analyses sédimentologiques. Il en ressort que l'argumentation des modèles de terrasses précités dans le tronçon concerné ne justifie pas les choix des auteurs en matière de raccord.



Figure 1. Localisation des sites revisités (Fond de carte extrait de WalOnap).

2..Généralités

2.1..Vocabulaire et abréviations

Le concept de terrasse sensu stricto se rapporte à la morphologie subhorizontale d'une ancienne plaine alluviale située plus haut que la plaine alluviale actuelle. Une rivière s'étant encaissée et l'érosion des affluents ayant fait son œuvre, il ne reste 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, 'lbt' sera lu 'lambeau de terrasse fluviale' (au pluriel 'lbxt'), et 'T.' sera lu 'terrasse'. Pour faciliter la compréhension des corrélations à venir, avec les modèles de terrasses de la Basse-Meuse qui seront discutés ailleurs (Paulissen et Juvigné, en préparation), nous attribuons aux lbxt, un label explicite qui les situe : (1) géographiquement (localité) ; (2) en altitude (base et toit du cailloutis) ; (3) par rapport à l'altitude du sommet de la plaine d'inondation de la Meuse la plus proche, définie comme la partie du fond de vallée qui a été inondée avant les aménagements anthropiques. En général, une terrasse est reconstituée en intégrant plusieurs lbxt, mais exceptionnellement un seul lbt suffisamment argumenté peut suffire. L'expression 'terrasse polygénique' est rejetée, car la forme concernée n'est pas un replat (terrasse) ; nous lui préférons 'cailloutis d'incision latérale'. Par ailleurs, le terme cailloutis doit être compris comme l'ensemble d'un dépôt fluviatile (blocs+ gravier+ matrice [sable+ limon+ argile]) ; le terme gravier est utilisé au sens strict et désigne donc les cailloux dans la classe granulométrique comprise entre 2 et 64 mm.

Sur la carte géologique ancienne (fin 19^e et début 20^e siècles), le label Onx a été attribué aux cailloutis qui tapissent, entre autres, le plateau de Hesbaye et sa retombée méridionale ; il répond à la définition « Amas et traînées de cailloux blancs à allures ravinantes et fluviales », et il est placé dans l'Oligocène supérieur continental. En 1933, au terme d'une polémique longue de trois décennies sur l'âge de ces cailloutis (voir par exemple : Van den Broeck & Rutot, 1888 ; Van den Broeck, 1889, 1893 ; Stainier, 1894 ; Lohest, 1896 ; Forir, 1895, 1931 ; Briquet, 1907, 1922 ; Rutot, 1908 ; Bellière, 1924), le Conseil géologique de Belgique en a décidé le transfert dans le Pliocène

final. Dès lors, le label Onx impliquant un âge oligocène devenait de fait obsolète ; néanmoins nous en faisons usage non seulement dans les évocations d’auteurs, mais aussi parce que nous allons montrer que la position stratigraphique formelle d’une partie de ces cailloutis peut être remise en cause, et en tous cas n’être pas du Pliocène. Sur la carte géologique, le label *q2m* est défini comme « Cailloux des terrasses moyennes des grandes vallées » ; nous l’utilisons pour les cailloutis mosans autres que ceux apparentés aux Onx.

Pour simplifier le vocabulaire relatif à la forme et au faciès des cailloux, nous réserverons le terme ‘galet’ aux éléments qui présentent un poli et un arrondi très évolués acquis sur des plages marines ; les émoussés moins évolués de type essentiellement fluvatile, sont dits ‘sommaires’.

2.2..Méthodes

Prélèvements d’échantillons. Pour chaque site deux échantillons d’environ 10 dm³ (un seau) ont été prélevés : (1) autant que possible en affleurement avec entre eux une distance faible de l’ordre du mètre, voire du décamètre (carrière, talus) ; (2) aux deux extrémités d’une tranchée artisanale jusqu’à 60 cm de profondeur (sub-surface) ; (3) dans les mêmes conditions à des distances hectométriques sur un replat d’altitude constante ; (4) au moyen d’une mini-pelle à une profondeur maximale de 2 m dans des sites d’intérêt particulier.

La distribution granulométrique. Mode opératoire : (1) dispersion de l’échantillon dans l’eau et tamisage à 2 mm jusqu’à obtenir une récolte de cailloux propres ; (2) séchage ; (3) tamisage à sec sur une colonne de tamis avec pas de $\phi/2$; (4) représentation en histogrammes dans lesquels, pour un lbt déterminé, la moyenne pondérée est ajoutée et utilisée pour quantifier les indices choisis en fonction de leur intérêt particulier.

Nature, forme et faciès 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 les valeurs calculées. Lors de la répartition des éléments en classes, il est apparu que pour distinguer les graviers Onx et *q2m*, on pouvait se limiter à des critères qui ne laissent que peu de place aux erreurs de détermination. En matière de nature et de faciès des cailloux, des indices ont été conçus en prenant pour modèle celui qui a été introduit par Van Straaten (1946) pour les graviers mosans du Limbourg néerlandais, à savoir sous une forme générique : $K' = 100 \cdot A / (A + B)$; il varie de 0 à 100, et A est le facteur que l’on souhaite mettre en évidence. En ce qui concerne l’arrondi, les quartz ont été soumis au traitement informatique d’image suivant la méthode de Roussillon et al. (2009).

Minéraux denses transparents. Les recherches ont été concentrées sur la fraction comprise entre 75 et 425 μm et les déterminations effectuées en trois classes granulométriques ; 75-150 μm ; 150-300 μm ; >300 μm . L’élimination de la fraction inférieure à 75 μm a été voulue notamment pour éviter les minéraux des loess nécessairement présents dans la matrice des cailloutis. Toutefois, par le fait même, la plupart des minéraux des altérites du socle paléozoïque (en général des ubiquistes provenant de roche à texture limono-argileuse) ont été éliminés. Par contre, les sables marins sont bien représentés dans les associations des sables fluviaux. Une attention particulière a été accordée à l’entrée en scène des amphiboles qui représentent essentiellement des apports des Vosges antérieurs à la capture de la Moselle à Toul. Un indice M’ est défini à l’instar des indices précédents :

Le travail de référence en matière de terrasses mosanes sur le tronçon étudié est inédit (Clairbois, 1957) ; il a conduit à un résumé publié (Clairbois, 1959). C'est évidemment dans le premier travail que les renseignements détaillés peuvent être trouvés. Toutefois, en matière de labels de terrasses, il faut noter que dans le travail original, les trois plus hautes terrasses, sont appelées T8, T9' et T9 de la plus récente à la plus ancienne, tandis que dans la publication, les labels des mêmes terrasses sont devenus respectivement T8, T9 et T10. Par souci de cohérence, les labels du travail original sont utilisés plus bas.

Documents cartographiques. La carte topographique de Belgique (IGM, 1903) a été largement utilisée parce qu'elle présente les avantages d'une faible urbanisation et d'une équidistance qui descend jusqu'à 1 m. Néanmoins, le réseau PICC ou le GPS ont été utilisés lorsqu'une précision inférieure au mètre était requise.

Archives. Les archives du Service géologique de Belgique et des rapports d'expertises diverses ont été consultés.

Organisation du travail. On trouve dans l'ordre : (1) la description des sites sélectionnés présentés par tronçon d'aval depuis Gives, en amont jusqu'à Namur ; (2) des données sédimentologiques nouvelles présentées et discutées globalement ; (3) une confrontation des résultats avec ceux de la littérature. Les détails des résultats des travaux de laboratoire sont présentés en annexe ; les seules grandes tendances sont commentées dans le texte.

3..Le tronçon Andenne-Gives

Pour chacun des deux types de cailloutis distingués par Stainier (op. cit.), nous avons choisi deux sites de référence proches l'un de l'autre sur le territoire de la commune de Couthuin : (1) la butte de Surlemmez (219 m) ; (2) un vaste replat au lieu-dit Paradis (180 m). Dans les deux cas, le socle paléozoïque consiste essentiellement en schistes, grès et psammites du Houiller. Il n'y a donc pas de possibilité d'effondrement des cailloutis par karstification.

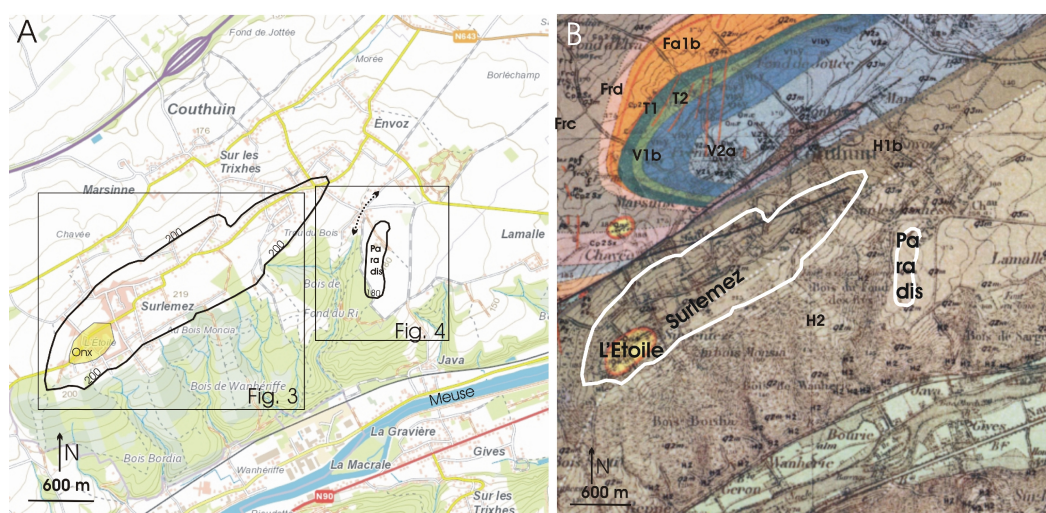


Figure 2. La butte de Surlemmez et le replat de Paradis (A) Localisation sur la carte topographique. Explications : trait interrompu à double flèches= ensellement qui met le replat de Paradis en inversion de relief ; (B) Extrait de la carte géologique ancienne (Stainier, 1901) ; lithologie : H2= grès psammites, schistes, houilles variées ; H1b= grès psammites, schistes, houilles maigres ; V2a=

calcaires ; V1b= grandes dolomies ; T2= dolomies ; T1= dolomies ; Fa1b= schistes avec psammites ;
Frc= calcaires noduleux ; Frd= dolomies.

3.1..Le plateau de Surleméz

Le plateau de Surleméz s'étire suivant la direction SO-NE. Si l'on s'en tient à la zone où l'altitude est supérieure à 200 m, la longueur est de 5 km et la largeur de 1 km. Son point culminant est à 219 m (Fig. 2).

3.1.1..Evocation dans la littérature

Stainier (1894) y voit des « Amas de cailloux blancs des hauts plateaux (Tertiaire) », d'une part au lieu-dit l'Etoile à ~215 m et d'autre part à Envoz à ~210 m.

Sur la carte géologique (Stainier, 1901), seul le cailloutis de l'Etoile est représenté ; l'extension du lbt est limitée à une dizaine d'hectares dans une zone où l'altitude du sol est un peu supérieure à 210 m. La présence de cailloux Onx dans les sols autour de la butte est mentionnée.

Lorié (1919) écrit que dans le village de Surleméz, le « Gravier blanc » affleure partout, et qu'entre Surleméz et Couthuin, il est « entremêlé, peu typique » avec des silex, des lydites et des grès.

Meunier (1953) écrit sous l'intitulé « Surleméz », et sans autres précisions : « Le cailloutis apparaît dans les fossés qui bordent les chemins et à la surface des terres cultivées. »

Clairbois (1957) a vu une excavation à L'Etoile/Surleméz : « argile noirâtre, avec silex et cailloux roulés en petit nombre (ép. 1 m) ; dragées de quartz blanc...mélangée de cailloux de plus gros calibre (ép. 1 m) ; éléments nucléaires (*NDR : comprendre nuculaire= taille de la noix*) indéterminés ; base du dépôt non visible ». Elle rapporte également qu'à 10 m au nord, dans un puits, le schiste a été atteint. Sur le replat, elle a vu dans le sol labouré, « un maximum de dragées entre 210 et 215 m ». En conséquence, l'auteur considère l'ensemble de la butte de Surleméz comme un seul lbt dont la base du cailloutis est placée à 210 m, et la terrasse mosane correspondante porte le label T9, défini comme « ...tous les dépôts qui possèdent les caractères propres à la Traînée mosane : dragées de quartz blanc, dragées roses, kieseloolithes. »

3.1.2..Nouvelles données de terrain

Deux documents d'archives du Service géologique très anciens n'ont jamais été cités dans la littérature relative au cailloutis qui nous occupe (Fig. 3aB) : (1) SvG332 est un forage carotté réalisé en 1938 pour la commune de Couthuin à 218 m d'altitude (déterminée par nous *a posteriori*) ; il a été décrit par un auteur anonyme qui au terme de son rapport détaillé conclut à la présence de « limons 1m75 m ; graviers (Onx) 2m75 ; dépôts continentaux (Om) 6m50 ». Ces derniers sont en général argileux, et leur base est plus basse que 207 m ; (2) SvG270 est à l'altitude de ~200 m « affleurement direct de cailloux blancs, avec beaucoup de gros rognons et de fragments de silex. Ces silex sont évidemment sous l'Oligocène, et ils reposent sur le grès houiller. » (Rutot, 1900). Le contact des dépôts continentaux oligocènes avec le socle houiller au point SvG332 devrait donc se trouver entre 200 et 207 m. Nous avons exécuté des forages à la tarière sur la crête de la butte, et le toit du cailloutis y a été atteint dans tous les cas entre 215,5 et 216,5 m. Le cailloutis Onx est donc entre

213 m (base) et 216,5 m (sommet) et son épaisseur maximale connue (2,75 m) a été mesurée dans le forage SvG232.

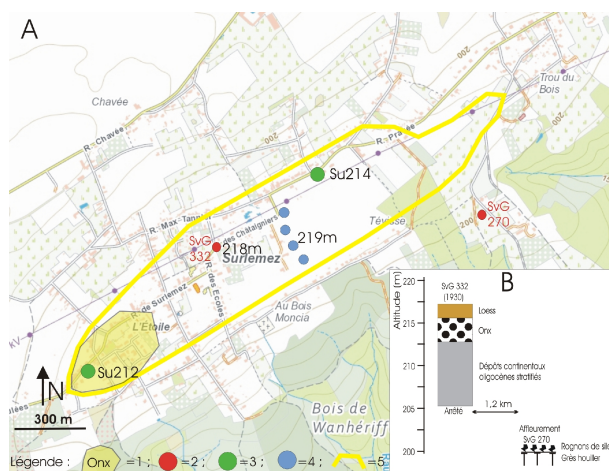


Figure 3. La butte de Surlemmez. (A) Extension et sites d'intérêt particulier. Légende : 1= le lbt d'Onx d'après la carte géologique (Stainier, 1901) ; 2= forage carotté et affleurement (archives du Service géologique de Belgique) ; 3= localisation des échantillons de cailloutis ; 4= forages personnels à la tarière jusqu'au toit du cailloutis ; 5= limite d'extension proposée pour le cailloutis en position primaire correspondant à l'altitude probable de sa base (courbe de niveau de 213 m). (B) Position altimétrique de la colonne lithostratigraphique du forage SvG332 et de l'affleurement SvG270.

Deux échantillons ont été prélevés : (1) Su214 provient d'un cailloutis rubéfié qui a été vu sous 2 m de loess dans le fond d'une excavation qui avait déjà reçu les caves d'une maison en construction (rue Max Tannier n°13B) ; il a été prélevé sur une vingtaine de centimètres d'épaisseur à 214 m d'altitude; (2) Su212 provient d'un affleurement sur un talus routier au lieu-dit L'Etoile à ~212 m d'altitude dans une position marginale du lbt, et probablement ~1 m sous le niveau de la base déterminé plus haut.

3.1.3.. Synthèse

Dans la butte de Surlemmez, la nappe de cailloutis doit se trouver en position primaire entre 213 m (base) et 216,5 m (sommet) et son épaisseur maximale mesurée en un même point est de 2,75 m. Le cailloutis est classé dans l'Onx sur la carte géologique. Il repose sur des dépôts continentaux oligocènes, en général argileux. Le socle est constitué de roches siliceuses et argileuses, ce qui exclut les déformations karstiques. Les précisions apportées sur l'altitude du gravier nous conduisent de proposer au lbt un label spécifique : Cou-Sur[b213 ;s216 ;d138].

3.2. Le replat de Paradis à Couthuin

Il s'agit du lbt occupé par la seule ferme Wéra au lieu-dit Paradis. Le replat en inversion de relief culmine entre ~180 et 181 m (Fig. 4) au pied méridional de la partie nord-est du plateau de Surlemmez (Fig. 2).

3.2.1..Evocation dans la littérature

Stainier (1894) cartographie le lbt et l'attribue aux « Amas de graviers des terrasses supérieures (Quaternaire q2m) ».

Clairbois (1957) cartographie ce replat sous le n°81 et écrit : « Son immense surface absolument plane, est couverte de cailloux roulés en assez grand nombre, dont la base se situe vers 180 mètres. »

3.2.2..Nouvelles données de terrain

Si l'on considère la partie plus élevée que 179 m, le replat de Paradis est long d'environ 500 m et large de 300 m ; il n'atteint pas 181 m d'altitude. Un ensellement l'isole de la butte de Surlemmez, en conséquence de l'érosion régressive de deux ruisseaux divergents dont les têtes de vallée sont dos à dos et coalescentes (Fig. 2 et 4A).

L'essentiel du matériau en affleurement dans les terres labourées consiste en limon d'origine éolienne (loess), mais dans deux zones des parties méridionale et occidentale du replat, la fréquence des cailloux dans les terres labourées est élevée. Le toit du schiste houiller est visible dans un talus à 175 m dans la partie méridionale.

Sur le replat, l'altitude du toit du cailloutis a été atteinte entre 178 et 179 m par une série de forages exécutés à la tarière à travers la couverture loessique (Fig. 4B), mais en bordure de la ferme Wéra une excavation creusée à la mini-pelle jusqu'à 2 m de profondeur n'a mis au jour que du loess. Un forage industriel (*marteau fond de trou*) a été réalisé par la Firme Aquale en bordure de la Ferme Wéra pour son approvisionnement en eau, il a atteint le socle houiller à 166 m après avoir traversé des matériaux meubles identifiés sur pellets. Ce forage montre que l'ensellement fossile est beaucoup plus profond et abrupt au toit du socle houiller qu'en surface. Il a dû être creusé par l'érosion régressive des ruisseaux précités dans des conditions environnementales différentes des conditions actuelles. Des fouilles en tranchées ont été réalisées au moyen d'une pelle mécanique jusqu'à 2 m de profondeur de façon à disposer d'échantillons non affectés par des remaniements naturels (bio-, cryoturbations) et/ou anthropiques ; ils portent les labels : Pa176 ; Pa176,5 ; Pa177 ; Pa178 ; Pa178,5 ; Pa179. Sous le sol labouré, le cailloutis est cryoturbé et intensément rubéfié.

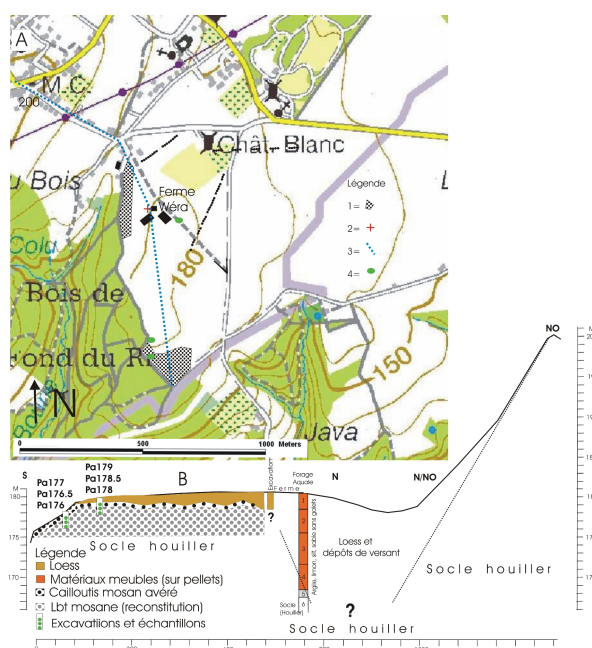


Figure 4. Le lbt de Paradis/Couthuin (voir la localisation sur la figure 2). (A) Relief détaillé et sites particuliers. Explications : 1= cailloux roulés abondant dans le sol labouré ; 2= forage profond réalisé par la firme Aquale ; 3= position de la coupe de la figure B ; 4= position des excavations pour le prélèvement des échantillons (B) Coupe longitudinale dans le lbt.

3.2.3..Synthèse

Le cailloutis du lbt de Paradis est qualifié de q2m sur l'ancienne carte géologique de Belgique (Stainier, 1901). Il est largement fossilisé par une couverture loessique. Sa partie supérieure est cryoturbée et rubéfiée. Il repose directement sur le socle constitué de roches siliceuses et argileuses du Houiller, ce qui exclut les déformations karstiques. Les précisions acquises sur la base et le sommet du cailloutis font de lui un lambeau de référence dans l'évolution du cours de la Meuse ; un label spécifique lui est attribué : Cou-Par[b175 ;s179 ;d100] (Cou-Par= Couthuin-Paradis).

3.3..Flanc droit de la vallée

Du cailloutis fluviatile n'a été signalé sur aucun des replats du flanc droit de la vallée, et nous entérinons cette observation. Clairbois (1957) y a cartographié des replats, mais dans chaque cas, elle précise qu'il doit s'agir de lambeaux d'aplanissement partiel.

4..Le tronçon de Namèche à Andenne

La carte géologique fait état de la présence d'une vaste nappe d'Onx sur le plateau de Hesbaye à Petit-Waret et environs. Le point culminant de ce plateau atteint 220 m (Fig. 5A). Par ailleurs, entre cette nappe et la Meuse, il existe des replats susceptibles d'être des lbxt. Ceux qui se trouvent sur le socle schisteux et/ou siliceux seront traités en premier lieu, ceux qui reposent sur des roches solubles (calcaires et dolomies) seront examinés ensuite.

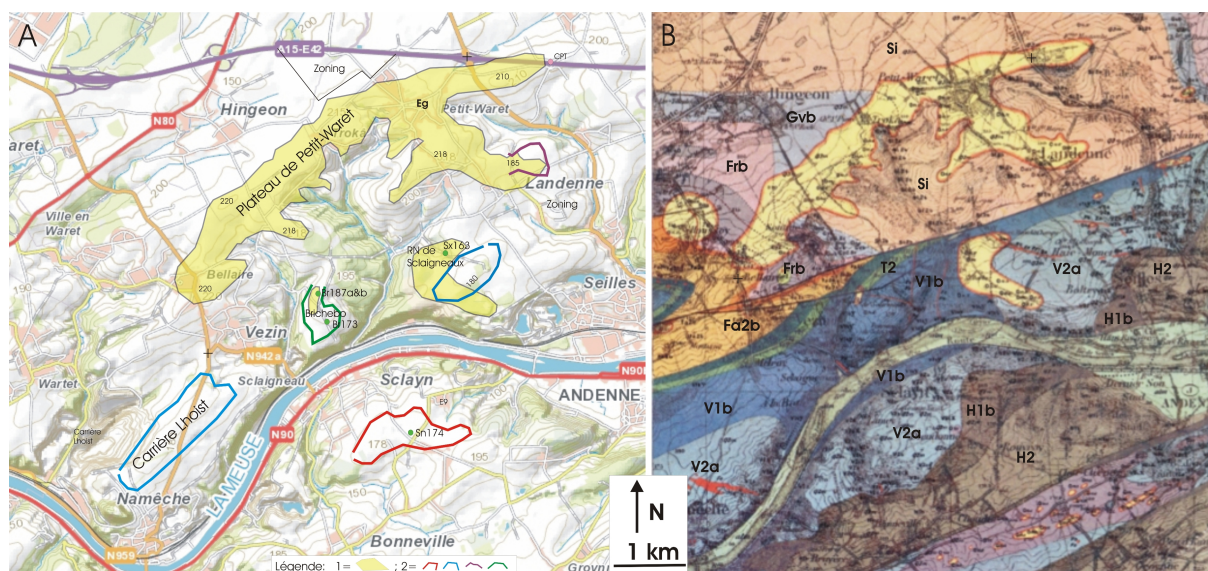


Figure 5. (A) Les lbxt étudiés sur le tronçon de Namèche à Andenne. Légende : 1= limite du cailloutis Onx d'après la carte géologique ; 2= replats auxquels une étude particulière est consacrée plus loin. (B) Extrait de la carte géologique (Stainier, 1901) ; lithologie : H2= grès psammites, schistes, houilles variées ; H1b= grès psammites, schistes, houille maigre ; V1b= grandes dolomies ; V2a= calcaires ; T1= dolomie ; T2= dolomie ; Fa2b, roches siliceuses ; Fa1b= schistes avec psammites ; Frasnien (Fr,

diverses roches carbonatées) ; Givetien (Les couches givetiennes dans cette partie du bassin sont essentiellement grés-schisteuses et ne renferment plus que des intercalations calcaires de faible puissance, souvent salies de détritiques, peu propices à la karstification (Delcambre, en charge de la révision de la carte géologique ; communication écrite) ; Silurien (Si2b, schistes).

4.1. Le plateau de Petit Waret



Figure 6. Le plateau de Petit-Waret : relief et localisation des sites d'intérêt particulier. Légende : 1= limite du cailloutis Onx d'après la carte géologique ; 2= anciennes sablières ; 3= CPT (essai de sol) ; 4= forages à la tarière ; 5= échantillons ; 6= espace dans lequel le cailloutis Onx de Petit-Waret devrait être conservé en position primaire ; 7= église de Petit-Waret.

4.1.1. Evocation dans la littérature

Stainier (1892) décrit une sablière exploitée dans le village de Bellaire (Fig. 6 : S1) : limon : <1 m ; « couche de cailloux de quartz », épaisseur 1 m ; sable : 3 m ; silex tabulaires noirs : 0,30m ; glaise plastique verte contenant *Ostrea laciniata*, un fossile du Hervien/Crétacé inférieur : 3 m ; silex noirs roulés : 0,25 m ; socle calcaire. On notera la présence sous le sable Om de formations résiduelles du Crétacé : amas de silex (30 cm) ; glaise plastique verte (3 m) ; silex noirs roulés (25 cm) ; argiles bariolées « provenant probablement de la décomposition du calcaire sous-jacent. » De façon à pouvoir affecter à la coupe, l'altitude qui n'y figure pas, les traces de cette carrière ont été localisées, et la surface du sol à son endroit a été lue dans le réseau PCCC à 215 m. En conséquence, la nappe de cailloutis est donc comprise entre 213 et 214 m (et la base du sable Om est proche de 210 m).

Sur la carte géologique d'Andenne-Couthuin (Stainier, 1901), on trouve une vaste nappe d'Onx qui sur la ligne de crête du plateau de Bellaire jusqu'à Petit-Waret, recouvre des sables Om. De plus, il est fait état de placages isolés d'Onx jusqu'à proximité du versant qui descend jusqu'au fond de la vallée de la Meuse (Fig. 6).

Lorié (1919) signale la présence de « Gravier blancs » : (1) « autour de Troka, cote 205 m » ; (2) « ...à l'ouest de l'église de Petit-Waret, le gravier a une épaisseur de 2 mètres et atteint la cote 205. La plupart des galets ne dépassent pas 1 cm, (NDR : comprendre cm)... » ; (3) « A mi-chemin entre Petit-Waret et Landenne, chemin occidental, côte 215, la plupart des galets ne dépassent pas 1 cm, les cailloux vont jusqu'à 4 cm. Il y a aussi d'autres roches siliceuses. A mesure que le gravier devient plus fin, les quartz blancs augmentent. » ; (4) « Près d'une nouvelle maison à Petit-Waret. » ; (5) Près de l'abreuvoir du village, en bas de 200 mètres. »

Meunier (1953) décrit le front de taille de la sablière Seressia à l'ouest de Petit-Waret dans un amphithéâtre de tête du vallon (Fig.6 : S2) : sommet du front de taille à 206,5 m ; 25 à 50 cm de limon (loess) ; 0 à 160 cm d'argile sableuse grise ; 1 à 2 m de gravier de la Traînée mosane ; 3,5 à 5 m de sable marin Om ; un lit de silex, le socle silurien. En termes de profondeur, le cailloutis se situe entre -0.25 et -2 m, soit entre 206,25 et 204,5 m d'altitude, et le socle à 200 m. L'auteur rapporte que la part des cailloux de quartz diminue en fonction de la taille : 77% entre 8 et 16 mm ; 58% entre 16 et 24 ; 43% au-dessus de 24 mm. Des résultats partiels de Meunier (1953) sont publiés par Macar et Meunier (1955).

Clairbois (1957) reprend les résultats des travaux précités et commente essentiellement les variations de l'altitude du plateau. Concernant l'extension du cailloutis Onx, elle conserve la limite nord-ouest représentée sur la carte géologique, mais sur la retombée sud-est, l'altitude minimale des dépôts Onx est fixée à environ 210 m.

4.1.2. Nouvelles données de terrain

Tout le long de la ligne de crête qui s'étire O/SO-E/NE, et sur les trois replats qui s'en détachent en direction du sud-est, l'altitude est comprise entre 220 et 210 m. Sur la retombée nord-est du plateau, les cailloux roulés n'apparaissent dans les terres labourées essentiellement loessiques qu'à proximité de la crête. Par contre, les galets sont très abondants à la périphérie des trois replats précités. Nous avons choisi de réaliser des forages à la tarière à travers le loess dans plusieurs sites à la recherche du toit du cailloutis en position primaire. Celui-ci a été atteint dans les sites suivants : (1) château d'eau de Petit-Waret, orifice de F1 à 217,5, blocage sur cailloutis ~213,9 m ; (2) Bois des Douze Bonniers, orifice de F2 à 217,6 m, blocage sur cailloutis à ~216,5 m ; (3) à Bellaire, orifice de F3 à 216,8 m blocage sur cailloutis ~à 216 m.

Au sud d'Hingeon, entre Tombale et Somme, orifice de F5 à 219,35 m, le forage a été arrêté à 215,9 m (à la limite de la tarière : 3,45 m) dans du sable limoneux bariolé (oxydo-réduction du fer) contenant 2 petits galets ; il devrait s'agir du toit du cailloutis. A Troka, orifice de F4 à 211 m, le forage a été arrêté à 209,5 m (profondeur 1,5 m) dans du sable limoneux. Entre Hingeon et Troka, dans un fond de vallon largement évasé à 210 m, il existe une très forte concentration de galets dans le sol labouré.

L'essai de sol (CPT= Cone Penetration Test) réalisé au pont de l'autoroute sur la partie crête extrême orientale du plateau à Forseille à 206,7 m n'a enregistré aucune trace de cailloutis après avoir traversé du loess jusqu'à l'altitude de 202 m, puis du sable jusqu'au refus à 197 m. Dans la sablière Seressia remblayée, le cailloutis présent entre 206 et 204 m d'altitude (cf. supra) est encore accessible sous une cinquantaine de centimètres de loess au bord de l'ancien front de taille.

La cote la plus élevée du toit du cailloutis est donc 216,5 m (F2), et la plus basse 214 m (S1). Par ailleurs le contact cailloutis/sable Om a été vu dans la sablière S1 à Bellaire à 213 m.

Les forages F4 et F5 situés à proximité de la ligne de crête n'ont pas été poursuivis, l'altitude de la base du cailloutis ayant été dépassée d'environ 3 m dans du sable limoneux rubéfié. Pour l'ensemble du lbt de Petit-Waret, on peut raisonnablement fixer la base du cailloutis à ~213 m et le toit à ~216,5 m. Sur la figure 6, la zone d'extension du cailloutis en place est donc limitée à la retombée méridionale du plateau par la courbe de niveau de 213 m.

On notera aussi que l'inventaire des données de la littérature montre que le plancher du sable Om descend de 210 m à Bellaire à 197 m à Forseille, soit sur 6 km (2,2%).

Le prélèvement d'échantillon étant impensable sans moyens industriels dans la nappe en position primaire, deux prélèvements ont été effectués dans des sites où le cailloutis remanié est accessible sous le sol labouré, à quelques hectomètres de la nappe en position primaire : (1) Pw206 dans une tranchée artisanale au bord du front de taille de l'ancienne sablière Seressia à 206 m d'altitude ; (2) Pw210 à Troka, en sub-surface dans un champ labouré à 210 m.

4.1.3..Synthèse

Les observations faites séparément par Lorie (1919) et Meunier (1953) rapportent un cailloutis dans la partie occidentale du village de Petit-Waret dans un amphithéâtre de tête de vallée de deux affluents du ruisseau de Géminne. L'altitude du cailloutis entre 205 et 206 m dans l'ancienne sablière Seressia (Meunier, 1953) est confirmée dans le réseau PICC. L'observation rapportée par Lorie « ...à l'ouest de l'église de Petit-Waret... à 205 m... » implique un commentaire ; dans le réseau PICC, l'église est à ~213 m, et vers l'ouest la courbe de niveau de 205 m n'est atteinte qu'à 600 m de l'édifice. Si ce site d'observation était à proximité de l'église, le cailloutis pourrait appartenir à la nappe de la sablière Seressia. S'il était effectivement à 205 m, la question se pose d'attribuer les deux cailloutis à une même terrasse distincte de celle du plateau, mais de peu inférieure (environ 8 m). Toutefois pour ce faire, il faudrait invoquer un paléo-méandre très court ouvert au sud-ouest, ce qui n'est pas notre choix (Fig.7A). Nous attribuons donc les deux cailloutis au remaniement de la nappe du plateau, laquelle devrait se situer entre 213 et 216,5 m. Ce lbt reçoit le label PtW-Pla[b213 ;s217 ;d137] (PtW-Pla= Petit-Waret-Plateau).

4.2..Le replat de Landenne NE (180-186 m) et sa périphérie

Sur le territoire de Landenne, entre les ruisseaux de Velaine et de Tramaka, se trouve un interfluve en gradin (Fig. 7A). Le replat le plus élevé (190-191 m) au lieu-dit Chapelle Saint Mort est bâti et ne se prête pas à des fouilles, néanmoins du cailloutis Onx est visible dans des déblais de construction. Un replat à 185-186 m est entouré d'une vaste convexité ; du cailloutis est visible en surface en plusieurs endroits de cette unité morphologique.

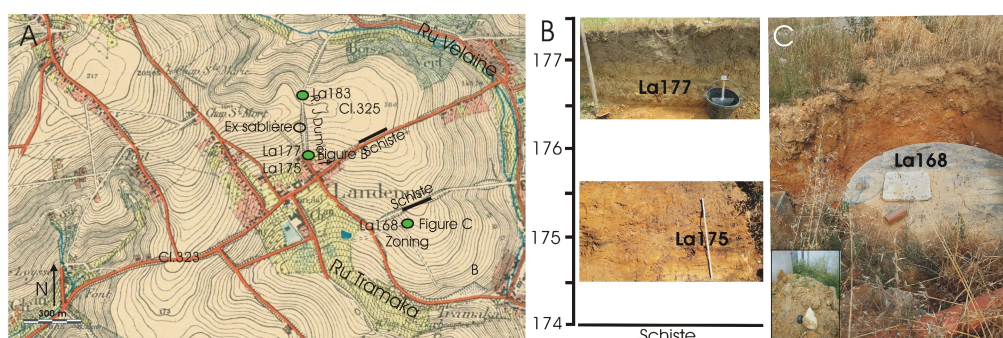


Figure 7. L'interfluve des ruisseaux de Tramaka et de Velaine. (A) Localisation des sites d'intérêt particulier (fond topographique de la carte de 1903, IGM). Explications : Cl.323/325= replats retenus par Clairbois (1957) ; pastilles vertes= sites de prélèvement. (B) Coupe de la rue Jean Dumont avec la position des échantillons prélevés. (C) Site de prélèvement à 168 m dans le Zoning de la Houssaie (rue de l'Expansion) avec en encart, gros plan d'un quartzite cambrien bien poli de 40x20 cm.

4.2.1..Evocation dans la littérature

Sur la carte géologique (Stainier, 1901), le replat de Landenne est inclus dans la nappe Onx de Petit-Waret ; le socle à son endroit est constitué de schiste silurien.

Clairbois (1957) enregistre ce replat sous le n°325 en le dissociant du lambeau Onx de Petit-Waret, et en lui associant un replat plus petit au sud-ouest sous le n°323 (Fig.7A). A leur sujet, on lit : « ...la base des alluvions s'abaisse à 177 mètres environ », sans précision sur les observations qui ont conduit à cette information.

4.2.2..Nouvelles données de terrain

A 185 m, le replat de Landenne est recoupé par le chemin agricole qui prolonge la rue J. Dumont et le cailloutis y affleure à 183 m sous le sol labouré essentiellement limoneux. Deux échantillons y ont été prélevés ; ils portent les labels La183a et La183b. Plusieurs affleurements de cailloutis de type Onx sont visibles en talus dans le chemin creux agricole qui prolonge la rue J. Dumont où il existe une sablière-gravière abandonnée à 178 m. A la faveur de la restauration de la dernière maison de la rue J. Dumont une coupe a mis au jour le socle schisteux à 174 m surmonté de 3,5 m de sable caillouteux stratifié. Deux échantillons y ont été prélevés ; ils portent les labels La175 et La177.

Dans la partie supérieure du zoning de la Houssaie, le schiste silurien affleure sur le talus de la rue qui recoupe l'interfluve (R. de l'Expansion). Lors de la construction d'un bâtiment, une excavation a été creusée sur le flanc occidental du replat à 169 m d'altitude et jusqu'à 2 m de profondeur ; elle a mis au jour sous le sol labouré limoneux des cryoturbations de type 'cercles de pierres' dont les poches sont essentiellement sableuses, et les enveloppes constituées principalement de galets nuculaires de quartz. Un échantillon de cailloutis a été prélevé dans une colonne ; il porte le label La168. Lors l'aménagement du réseau routier et des impétrants, du zoning, nous avons constaté sur les retombées du replat, la présence systématique d'une couverture d'épaisseur décimétrique de cailloutis de type Onx reposant sur le socle schisteux.

4.2.3..Synthèse

Tous les cailloutis évoqués dans le présent chapitre reposent sur un socle fait de roches argilo-siliceuse, et ne sont pas susceptibles d'effondrements karstiques. Le replat de Chapelle-Saint-Mort (190-191 m) pourrait être la trace d'une terrasse qui serait ici la première après que l'écoulement à Onx se soit incisé sous le niveau du plateau. Le cailloutis du replat prélevé à 183 m devrait faire partie d'un dépôt fluviatile Onx en position primaire conservé entre 183 et 185 m ; il a dû couvrir un vaste replat qui a été largement dénudé et érodé, et dont des masses de cailloutis sont conservées en position secondaire sur les convexités et versants adjacents des vallons de Velaine et de Tramaka. Les dépôts précités sont repris sous le label Onx sur la carte géologique. Le dépôt du petit replat du zoning de la Houssaie (169 m) n'est enregistré dans aucun travail antérieur. Son cailloutis est de toute évidence de type Onx, mais il est plus bas que le lbt q2m de Paradis décrit plus haut, il pose donc un problème particulier qui sera discuté plus loin.

4.3..Le replat à 175 m au sud de Sclayn

Sur le flanc droit de la vallée de la Meuse au sud immédiat de Sclayn, à proximité de Rouvroy, se trouve un vaste replat délimité par la courbe de niveau de 175 m ; le point culminant atteint 178 m (Fig. 5). Les cailloux roulés sont très abondants dans les terres labourées.

4.3.1..Evocation dans la littérature

Stainier (1894) cartographie le replat en qualité d'« Amas de gravier des terrasses supérieures (Quaternaire q2m) » en estimant l'altitude de la base du cailloutis à 160 m.

Sur la carte géologique (Stainier, 1901), le replat est tapissé de « Cailloutis des terrasses moyennes des grandes vallées (q2m) ». Le socle est constitué de calcaires viséens (V2a&b) dans la partie occidentale, et de phtanite et schistes siliceux du Houiller (H1a) dans la partie orientale.

Clairbois (1957) cartographie ce lambeau sous le n°561 et écrit sans autre commentaire : « Sur le versant de Sclayn (rive droite), se trouve une très belle terrasse à 175 mètres (561) ».

4.3.2..Nouvelles données de terrain

Dans la partie occidentale où le cailloutis repose sur le socle calcaire, la morphologie est fortement perturbée par des carrières artisanales abandonnées. Dans la partie orientale sur socle houiller, la morphologie de terrasse est bien conservée et deux échantillons ont été prélevés sous l'horizon labouré ; ils portent les labels Sc174a et Sc174b (Fig. 5).

4.3.3..Synthèse

A Rouvroy sur les hauteurs de Sclayn entre 175 et 178 m d'altitude, il existe un vaste replat où affleure un cailloutis mosan de type q2m connu depuis Stainier (1894). Sa partie orientale repose sur des roches insolubles du Houiller, et son toit a été atteint à 174 m ; nous lui attribuons le label Scl-Rou[b.inconnue;s175 ;d<100]

4.4..La carrière Lhoist à Namèche

La partie supérieure du front de taille de la carrière Lhoist à Namèche constitue un site de référence en matière de déformation de terrains de couverture qui reposent sur des roches solubles, ici des « Grandes dolomies » du Viséen 1by (revoir la figure 5).

D'un point de vue morphologique, il s'agissait d'un plateau allongé SO/NE entre le ruisseau de Vezin et la Meuse entre Namèche et Sclaigneau. Avec pour limite la courbe de niveau de 170 m, sa longueur est de ~2 km et sa largeur ~600 m. Il porte deux points culminants respectivement à 182 et 183 m (Fig. 8).

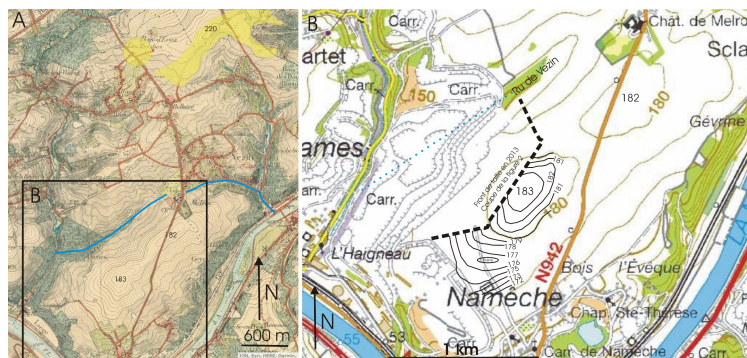


Figure 8. La carrière des 'Dolomies de Marches-les-Dames' à Namèche. (A) Le relief naturel du site sur la carte de 1903. Explications : plages en jaune transparent= nappe Onx du plateau ; surimpression de deux ruisseaux pour mettre en évidence la morphologie en inversion de relief. (B) Localisation du front de taille décrit dans ce travail (trait gras interrompu) et ajout de courbes de niveau (trait noirs fins) pour préciser l'altitude du cimetière où le cailloutis Onx est régulièrement excavé.

4.4.1..Evocation dans la littérature

A la fin du XIX^e siècle, la carrière était limitée au versant abrupt de la vallée, et le plateau n'était pas excavé, si bien que le seul terrain de couverture représenté sur la carte géologique (Stainier, 1901) au toit des « Grandes dolomies » du Viséen (V1by), est le « limon brunâtre et grisâtre stratifié' (q3m) ».

Clairbois (1957) écrit sans autre commentaire : « Le long replat (551) situé... entre 182 et 183 mètres représente un aplatissement partiel... ».

4.4.2..Nouvelles données de terrain

La partie supérieure du front de taille est représentée à la figure 9. Il s'y trouve une couverture de loess qui atteint la dizaine de mètres d'épaisseur dans les parties les plus élevées du replat. Sous cette couverture se trouvent des sables limoneux rubéfiés qui colmatent un réseau de poches de taille décimétrique de dolomie karstifiée. Les colonnes et le fond des poches sont tapissés par une couche d'épaisseur pluridécimétrique de cailloutis de type Onx. Cet ensemble a une épaisseur de 6 à 8 m. Les colonnes de dolomie sont tronquées à 171 m, et l'altitude du plancher des poches varie entre 160 et 164 m. La cote de 171 m est donc une altitude minimale pour la position originelle du cailloutis. Le replat n'est donc pas un lambeau d'aplatissement partiel à 180 m (cf. supra), mais la surface d'une accumulation loessique.

Les têtes de colonnes de dolomie tronquées à 171 m représentent les restes d'une surface d'érosion façonnée par un ruissellement en nappe qui remaniait des galets Onx provenant du plateau hesbignon (Petit-Waret et/ou Wartet). Compte tenu de la mise en place de la nappe Onx à 171 m, il ne peut s'agir d'une terrasse mosane puisque les cailloutis q2m étaient déjà présents à Paradis entre 175 et 179 m (voir plus haut). La surface d'érosion de Namèche devait donc se raccorder à une terrasse mosane inférieure à celle de Paradis et située à l'aplomb de la vallée actuelle ou de son flanc droit. Au fur et à mesure de la karstification, le cailloutis s'est effondré et du sable limoneux probablement éolien a colmaté les poches, le tout dans un environnement chaud et humide provoquant une intense rubéfaction des matériaux de remplissage. Deux échantillons de cailloutis

ont été prélevés sur des têtes de colonnes de dolomie de façon à éviter autant que possible les cailloux de dolomie qui ont été entraînés avec le cailloutis dans le fond des dépressions karstiques ; ils portent les labels Na171a et Na171b.

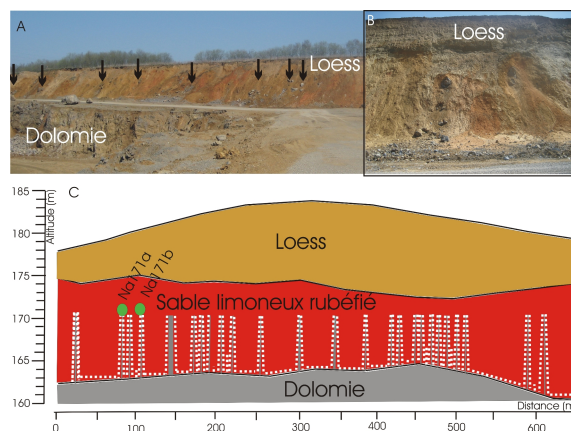


Figure 9. Les terrains de couverture de la carrière Lhoist à Namèche. (A) Le front de taille supérieur en 2019. Entre le loess et la dolomie se trouve le niveau de dolomie karstifiée avec colonnes résiduelles et dépôts de remplissage ; les flèches noires montrent des colonnes de dolomie. (B) Gros plan d'une colonne de dolomie tapissée de cailloutis. (C) Coupe des terrains de couverture. Explications : colonnes grises= colonnes de dolomie ; les points blancs représentent le cailloutis qui tapisse la dolomie karstifiée ; pastilles vertes= position des échantillons de cailloutis Na171a et Na171b.

4.4.3..Synthèse

Le replat de Namèche à 180 m n'est pas un lambeau d'aplanissement partiel. Il constitue un site de référence qui permet d'imaginer la façon dont se présentent les dépôts de couverture qui se trouvent sur d'autres replats dont le substratum est constitué de roches paléozoïques solubles (calcaires et dolomies).

4.5..Le replat de Brichebo à 185 m

Le replat revisité est largement développé entre 180 et 187 m d'altitude sur un interfluve entre les vallons des ruisseaux de Somme et de Loysse dont la source remonte au lbt Onx de Petit-Waret. Il surplombe directement la vallée de la Meuse. Le socle consiste en dolomie (revoir la figure 5).

4.5.1..Evocation dans la littérature

Sur la carte géologique (Stainier, 1901), un très petit lambeau d'Onx est représenté entre 160 et 170 m d'altitude sur la partie occidentale du replat (revoir la fig. 6B).

Clairbois (1957) y voit deux lbt : (1) l'un (n°396) « ...recouvert de nombreux cailloux roulés (majorité de quartz) dont la base est un peu supérieure à 185 m. » ; il est intégré dans la terrasse T9 qui comprend également le lbt de Petit-Waret (voir plus haut) : (2) au sujet de l'autre replat (n°312), situé au bord supérieur du versant abrupt qui descend jusqu'à la plaine alluviale, on lit : « Au Nord-Est de Sclaigneau, la base se fixe à 165 mètres ».

4.5.2..Nouvelles données de terrain

Sur le replat et ses retombées, les cailloux roulés sont présents de façon disparate dans les terres labourées. Sur la partie culminante à 187 m, il existe une excavation abandonnée où une couche d'épaisseur pluridécimétrique de gravier a été exploitée sous un demi-mètre de limon. Le plancher de cette gravière atteint à ~185 m, consiste en dolomie ; deux échantillons y ont été prélevés : ils portent les labels Br186a et Br186b. La retombée méridionale de ce replat jusqu'au sommet du versant de la vallée est irrégulière sans qu'un autre lbt puisse être individualisé. Des plages de cailloux sont distribuées irrégulièrement dans les terres labourées, et dans tous les cas leur appartenance au cailloutis Onx est évidente. Un échantillon a été prélevé en sub-surface à l'endroit d'une plage particulièrement riche en galets à 173 m ; il porte le label Br173.

4.5.3..Synthèse

Les observations faites dans la gravière et dans les terres labourées du replat de Brichebo au-dessus de 185 m permettent de conclure à la présence d'une nappe de cailloutis Onx entre 185 et 186,5 m, reposant sur socle dolomitique. Par comparaison avec les observations faites dans la carrière de Namèche, il est raisonnable d'admettre un effondrement par karstification, si bien que la position primaire du cailloutis a dû être de quelques mètres plus élevée que sa position actuelle.

4.6..Le flanc gauche de la vallée de Champion à Beez

Entre le plateau de Champion qui culmine à 212 m et le bord supérieur du versant gauche de la vallée de la Meuse à environ 150 m d'altitude, la morphologie se présente en gradin. Dans la seconde moitié du 20^e siècle, une carrière a été largement ouverte à partir du village de Beez ; elle s'est attaquée à une colline qui culminait à 171 m, et il n'en reste aujourd'hui qu'une partie marginale. Entre ces deux sites, un replat a particulièrement retenu notre attention, son altitude est de 169 m (Fig.11A).

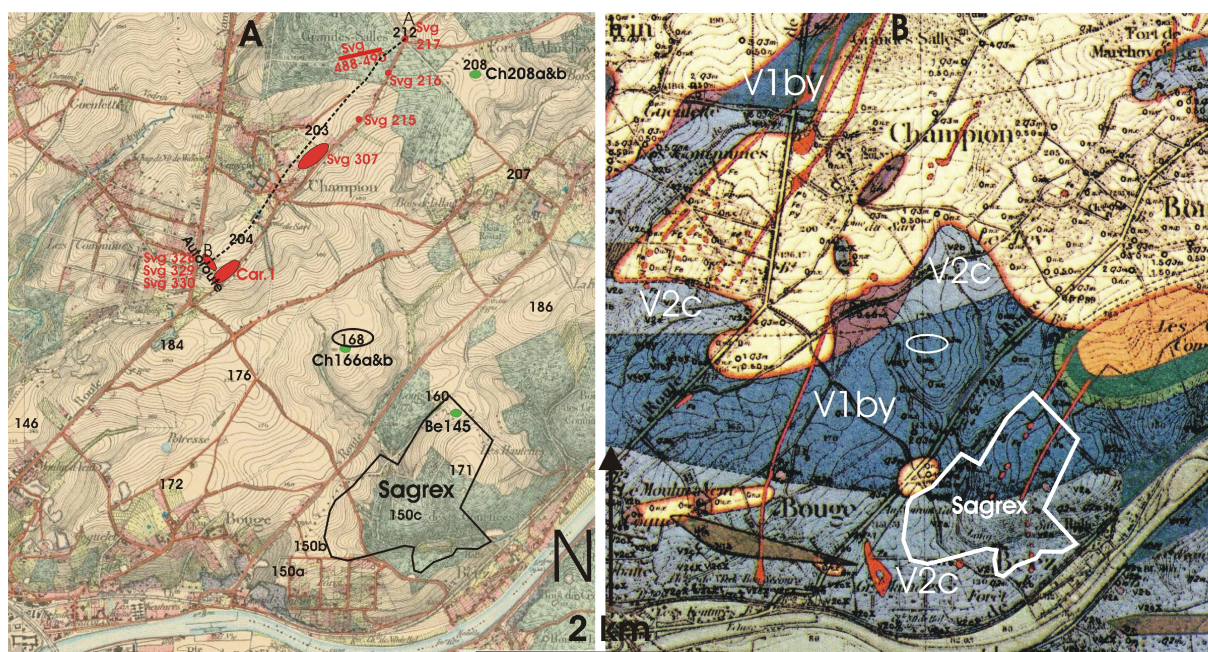


Figure 11. Relief et géologie du flanc gauche de la vallée de la Meuse entre la nappe Onx de Champion et la plaine d'inondations. Explications : Sagrex= extension actuelle de la carrière ; (A)

146...212= altitude des replats les mieux individualisés ; Car1= sablière décrite par Meunier (1953) ; Svg= observations archivées au Service géologique de Belgique ; (B) Extrait de la carte géologique de Namur (Stainier, 1901) ; lithologie : V1by= grandes dolomies ; V2c= calcaires divers.

4.7.1..Le plateau de Champion

A. Evocation dans la littérature

Stainier (1894) l'intègre dans les « Amas des cailloux blancs des hauts plateaux (Tertiaire) ». Il fait partie d'un ensemble de lambeaux dont il fixe la base à 200 m.

Sur la carte géologique de Namur (Stainier, 1901), les lambeaux précités sont regroupés en une seule vaste nappe d'Onx qui sur le flanc gauche de la vallée de la Meuse, descend jusqu'à environ 175 m (Fig. 16B), tandis que des occurrences de ce même gravier sont mentionnées en surface à des altitudes plus basses jusqu'à 165 m.

Meunier (1953) écrit: « Un peu à l'est de la borne 4 de la Chaussée qui va de Namur à Eghezée, nous avons visité une carrière assez importante. Elle est creusée au travers du lambeau d'Onx.... Le gravier s'y présente sur une épaisseur de 3-5 m à une altitude de 195-200 m. Il surmonte des sables renseignés Om sur la carte géologique. » Il s'agit d'un replat immédiatement inférieur au plateau.

Clairbois (1957) écrit : « Le sommet se trouve sur le replat qui culmine au N-E de Champion à 212 m (522) ; les dragées sont assez rares en surface, le dépôt est plus dense à partir de 208 mètres sur le flanc oriental ». Il s'agit d'un lbt de la terrasse T9 dont l'altitude minimale de la base est placée à 202 m sur le modèle.

B. Nouvelles données de terrain

Des documents d'archives du Service géologique très anciens n'ont jamais été cités dans la littérature qui nous occupe (Stainier, fiche n°217, 216, 215 ; Pingot, fiches 488 et 490 ; Renier, fiche n°307) ; les sites concernés sont localisés sur la figure 11A. Il faut y ajouter des forages réalisés en 1963 pour la construction de la sortie de l'autoroute à Champion. Ils permettent de dessiner la coupe de la figure 12.

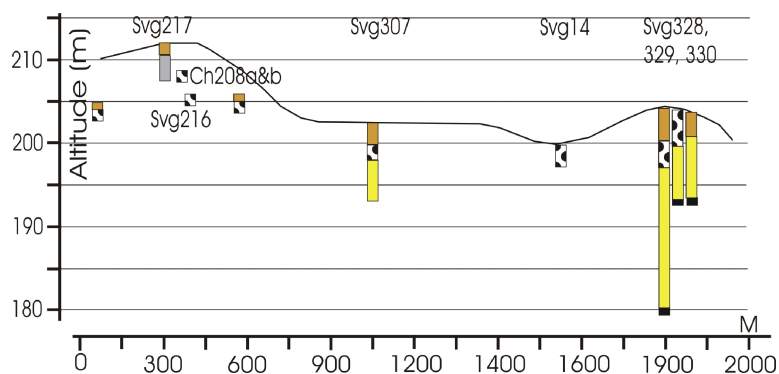


Figure 12. Coupe le long de la ligne de partage des eaux entre les bassins des ruisseaux d'Arquet et de Longsart (Localisation sur la figure 16A). Les logs qui ne sont pas en contact avec le profil, sont hors-plan à des altitudes inférieures.

Sur le sommet à 212 m, un forage a traversé 3,6 m de limon et d'argile sans atteindre le toit du cailloutis qui est en affleurement en subsurface dans deux sites proches : (1) dans la partie occidentale du Bois de Grandes Salles (privé et interdit) ; (2) sur le replat à 208 m à 700 m au SE où 2 échantillons ont été prélevés sous le sol labouré. La base la plus basse du cailloutis est connue à 197 m à l'endroit de la sortie de l'autoroute à Champion. Dans ce dernier site, plusieurs forages ont été exécutés dans un espace restreint de l'ordre de l'hectare ; ils mettent en évidence des variations d'ordre décimétrique de l'épaisseur des sables Onx et des profondeurs et épaisseurs très variables du cailloutis Onx. Toutes ces variations doivent être la conséquence de la karstification acquise sur les dolomies et calcaires du Viséen sous-jacent (*cf. supra* : Namèche). Deux échantillons ont été prélevés sous le sol labouré dans des sites où le cailloutis se trouve en affleurement respectivement à l'ouest et à l'est du point culminant (Fig. 11A) ; ils portent les labels Ch208a et CH208b.

C..Synthèse

Une nappe de gravier Onx est connue depuis Stainier (1894) sur le plateau de Champion. Les lambeaux les plus élevés se situent entre 205 et 208 m d'altitude, mais il en existe jusqu'à 197 m. La présence généralisée de calcaires du Viséen sous cette nappe implique une karstification qui justifie non seulement ses variations d'altitude, mais aussi la position effondrée des cailloutis, même les plus élevés. Nous lui attribuons le label : Cha-Pla[b205 ;s208 ;d128] (Cha-Pla= Champion-plateau) tout en gardant à l'esprit que les cotes affectées doivent être inférieures à celle de la position primaire.

4.7.2..Le replat à 168 m au sud de Champion

Ce replat a été choisi pour diverses raisons : (1) du cailloutis s'y trouve en affleurement ; (2) son altitude est inférieure à celle du lbt de Paradis/Surlemmez (voir plus haut) ; (3) il est séparé du plateau de Champion par un ensellement résultant de l'érosion régressive de deux ruisseaux qui le délimitent.

A..Evocation dans la littérature

Sur la carte géologique de Namur (Stainier, 1901) y mentionne la présence de gravier Onx dans les terres labourées (Fig. 11B).

Clairbois (1957) écrit sans autre information : « ... le lambeau 806 représente une terrasse typique. » Il est intégré dans la terrasse T7 dont la base est placée à 167,5 m dans le modèle.

B..Nouvelles données de terrain

La nature calcaire du socle sous-jacent (Viséen) implique probablement un effondrement du cailloutis par karstification (Cf. Namèche). Deux échantillons y ont été prélevés immédiatement en un endroit où le toit du cailloutis se trouve à 166 m sous l'horizon labouré ; ils portent les labels Ch166a et Ch166b.

C..Synthèse

Le cailloutis de ce replat de type Onx (Stainier, *cf supra*). Compte tenu de l'épaisseur décimétrique habituelle des cailloutis Onx sur les replats, on peut lui attribuer le label Cha-168(b165 ;s166 ;d85), mais la question se pose de savoir si un effondrement karstique n'a pas abaissé ce lbt.

4.7.3..Le site de la carrière Sagrex à Beez

La carrière Sagrex à Beez a été ouverte à l'endroit d'une butte qui culminait à 171 m (Fig. 13). Il s'agissait d'une colline mise en relief par le ruisseau de Longsart et un ruisseau anonyme entre Les Hauteries et le Bois des Grandes Communes.

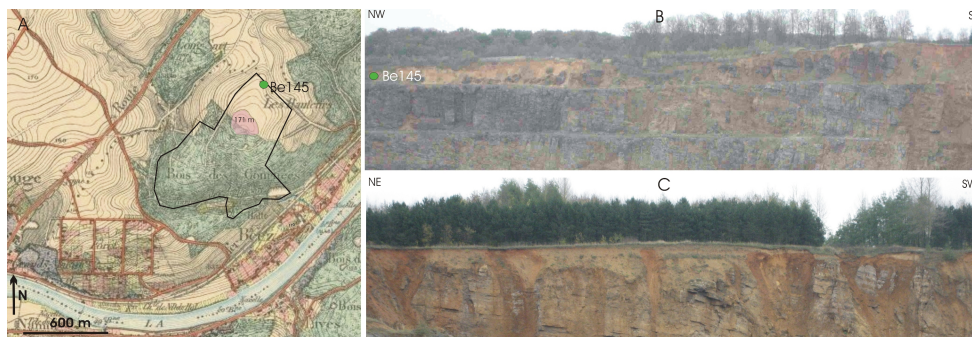


Figure 13. Localisation de la carrière 'Sagrex' à Beez. (A) Relief naturel sur la carte topographique de 1903 (IGM). Explications : trait noir= limite actuelle de la carrière ; plage violette n°851= replat intégré par Clairbois (1957) dans la terrasse mosane T8. (B) et (C) Partie supérieure du front de taille en 2019, montrant les terrains quaternaires et la karstification des dolomies.

A..Evocation du cailloutis dans la littérature

La carrière n'ayant pris son essor que pendant la seconde moitié du 20^e siècle, aucune coupe n'a été visible jusque-là. C'est ainsi que : (1) la carte géologique (Stainier, 1901) n'y représente que les 'Grandes dolomies' du Viséen (V1by) couvertes de 'limon brunâtre et grisâtre stratifié' (q3m) ; (2) Clairbois (1957) écrit à propos du sommet de la butte qui culmine à 171 m : «Le replat 817, où ne subsiste que quelques cailloux roulés a été très attaqué par l'érosion ultérieure... ». Dès lors, l'auteur intègre ce replat en qualité de lbt dénudé dans la terrasse T8.

B..Nouvelles données de terrain

En l'état actuel, le cailloutis est accessible aux environs de 145 m d'altitude dans la partie supérieure du front de taille. Sur deux faces, on constate que la dolomie est profondément karstifiée en racines d'altération dont les parois sont tapissées par un cailloutis. Le colmatage s'est poursuivi par du sable limoneux qui a subi une intense rubéfaction. Une couverture loessique enfouit l'ensemble. Un échantillon de cailloutis a été prélevé ; il porte le label Be145.

C..Synthèse

Le cailloutis actuellement en affleurement sur le front de taille de la carrière Sagrex se trouve en position remaniée. Il a dû se mettre en place sur un replat qui était à au moins 171 m d'altitude avant d'être coupé du plateau par l'incision du ruisseau de Longsart. On notera que même à cette altitude, le cailloutis se trouvait plus bas que les lbt q2m de Paradis (b175 ;s179) et de Sclayn (s175). Comme à Namèche, il pouvait donc s'agir d'un lambeau d'aplanissement se raccordant à une terrasse q2m existant à l'aplomb de la vallée actuelle ou sur son flanc droit. Pour que le cailloutis corresponde à un lbt Onx, il faudrait admettre un effondrement par karstification d'au moins une dizaine de mètres de dénivelée.

4.8..Le flanc droit de la vallée à Loyers

Entre la Meuse et la colline allongée qui s'étire au sud de Loyers suivant la direction O-SO/E-NE depuis Bois l'Evêque jusqu'au sud de Maizeret, culmine à 218 m (Bois de Limoy). Entre cette colline et la Meuse, il existe une morphologie en gradin dont nous revisitons les replats caillouteux suivants (Fig. 11) : (1) à 200 m à La Taillette au pied de la colline du Bois de Limoy ; (2) à 185 m à l'est de Loyers ; (3) à 165 m au nord de Loyers.

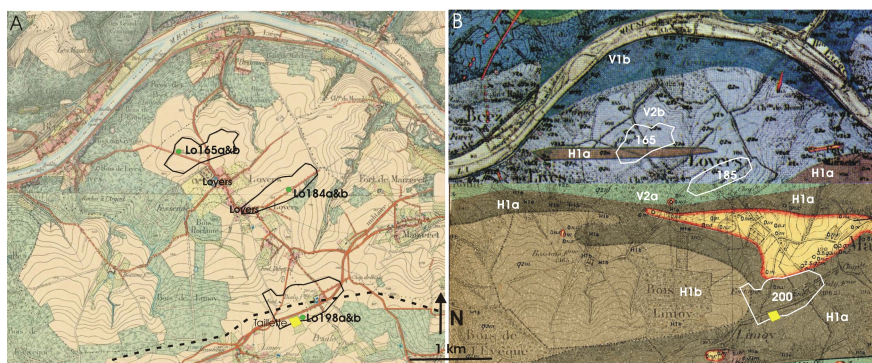


Figure 14. Localisation des replats caillouteux choisis pour l'étude des hautes terrasses de Loyers. (A) Localisation sur la carte topographique (IGM, 1903). Explications : plage jaune= ancienne sablière remblayée de la Taillette ; pastilles vertes= localisation des échantillons ; nombres noirs= labels des échantillons ; trait interrompu noir= ligne de crête de la butte de Bois l'Evêque jusqu'au sud de Maizeret. (B) Lithologie : H1b= grès, psammites, schistes, houille maigre ; H1a= Phtanites et schistes siliceux; V2b= calcaires noirs avec chert noirs ; V1b= grandes dolomies (N.B. Le raccord original des planchettes de Namur et de Malonne atteste une divergence de vue les auteurs respectifs).

4.8.1..La colline étirée depuis Bois l'Evêque jusqu'au sud de Maizeret

De Bois l'Evêque jusqu'au sud de Maizeret, il existe une colline étirée d'ouest en est (Fig. 14) ; ses sommets culminent entre 216 et 218 m. Dans tous les talus et excavations existant, le socle est visible en sub-surface. Au sud de Maizeret, la colline est essentiellement cultivée et les terres labourées sont encombrées de débris du socle. Aucun caillou roulé n'y a été trouvé.

4.8.2..L'ensellement de Loyers-Sud

Il se trouve dans l'axe de la colline précitée ; il est localisé sur la figure 14.

A..Evocation dans la littérature

La carte géologique fait état de la présence de cailloutis Onx dans l'ensellement et sur sa retombée septentrionale (Stainier, 1901). Sous ce cailloutis le socle est constitué de roches insolubles du Houiller.

Clairbois (1957) écrit « à l'Ouest et au Sud-Ouest de Maizeret se trouvent trois replats (1055, 1056, 1057) correspondant presque au placage Onx renseignés sur la carte géologique ; leur surface qui culmine entre 188 et 190 m est recouverte de nombreuses dragées auxquelles se mêlent des éléments de plus gros calibre. ».

B..Nouvelles données de terrain

Dans l'ensellement à 200 m d'altitude, le cailloutis a été exposé dans une gravière-sablière (La Taillette). Celle-ci est remblayée, mais l'agriculteur voisin nous a donné des renseignements personnels et d'autres qu'il tenait de son père ; il nous a aussi autorisé à creuser en bordure de l'ancien front de taille à 199 m d'altitude, et le cailloutis a été atteint 70 cm plus bas sous du limon d'origine éolienne ; deux échantillons ont été prélevés, ils portent les labels Lo198a et Lo198b.

C..Synthèse

Le cailloutis Onx de l'ensellement de La Taillette devrait se trouver en position primaire entre 198 et 199 m sur socle de roches insolubles. Il reçoit le label Loy-Tai(b198 ;s199 ;d119) (Loy-Tai= Loyers-Taillette).

4.8.3..Le replat de Loyers à 185 m

Un vaste replat s'étire à partir du Bois de Horlaine, porte le hameau de Loyers-Sud et se poursuit vers l'O-SO /E-NE (Fig. 14). Il n'a pas été identifié comme tel dans la littérature.

A..Evocation dans la littérature

Sur la carte géologique (Stainier, 1901), la présence de gravier q2m est mentionnée très localement sur ce replat.

B.. Nouvelles données de terrain

Dans le Bois de Horlaine (à 180 m), le cailloutis comprend une charge importante de débris du socle houiller ; le site se trouve donc sous le niveau du contact cailloutis/socle. Par contre, dans la campagne cultivée à l'est de Loyers-Sud à 185 m, les seuls cailloux roulés sont présents dans les terres limoneuses labourées. Dans ce dernier site, le toit du cailloutis a été atteint en sub-surface à 184 m et deux échantillons y ont été prélevés ; ils portent les labels Lo184a et Lo184b. Sous le replat, le socle paléozoïque est constitué de roches calcaires du Viséen, si bien qu'un effondrement du cailloutis par karstification est probable. Compte tenu de l'épaisseur systématiquement décimétrique des nappes de cailloutis Onx sur les replats, nous attribuons à ce lbt le label : Loy-Sud[b183 ;s184 ;d104]. (Loy= Loyers).

4.8.4..Le replat à 165 m au nord de Loyers

De part et d'autre de la route qui relie Lives-sur-Meuse à Loyers, il existe un replat dont la pente est la plus faible entre la Chapelle Saint Joseph (165 m) et l'entrée du village de Loyers (170 m) (Fig. 14). Il se prolonge d'une part vers l'est au-delà de la route Brumagne-Loyers et d'autre part vers le SO jusqu'au Bois de Fessenne.

A..Evocation dans la littérature

Stainier (1894) intègre ce cailloutis dans un ensemble d' « Amas de gravier des terrasses supérieures (Quaternaire q2m) » qui s'étend sur le flanc de la vallée entre 170 et 140 m d'altitude. La carte géologique (Stainier, 1901) fait état de la présence de ce gravier q2m en-dessous de 170 m jusqu'au sommet du versant abrupt au pied duquel se trouve la plaine alluviale. Sous le replat le socle consiste

essentiellement en roches calcaires, mais du phtanite et des schistes siliceux d'un court synclinal houiller pourraient être présents localement.

Clairbois (1957) enregistre ce replat sous le n°821 et écrit « ... dont la base est établie à 165 mètres ».

B..Nouvelles données de terrain

Dans les terres labourées du replat, la fréquence des cailloux roulés est très variable ; ceux-ci peuvent même ne pas être présents dans le sol alors uniquement limoneux. En quelques endroits comme à côté de la Chapelle Saint Joseph (165 m), des cailloux roulés de type q2m sont très abondants en surface. Une excavation y a été réalisée qui a permis de confirmer la présence du toit du cailloutis en sub-surface, et deux échantillons ont été prélevés ; ils portent les labels Lo165a et Lo165b. A l'aval immédiat de ce site, la pente augmente, et les cailloux restent abondants jusqu'à 160 m pour se faire progressivement plus rares plus bas. La dénivelée de 160 à 165 m devrait correspondre au recoupement de la nappe de cailloutis en position primaire. Vers l'amont de la chapelle jusqu'au village de Loyers, le sol labouré est uniquement limoneux. L'irrégularité de la fréquence des cailloux roulés dans le sol devrait être en relation avec la karstification.

C..Synthèse

A l'endroit de la Chapelle Saint Joseph, une nappe de cailloutis q2m est probablement présente entre 160 et 165 m d'altitude. Ailleurs sur le replat, le cailloutis peut être effondré par karstification des calcaires viséens. Le limon loessique enfouit les irrégularités de la forme du toit du cailloutis. Nous attribuons à ce lbt le label Loy-StJ[b160 ;s165 ;d81] (Loy-StJ= Loyers-Chapelle St Joseph).

5..Synthèse et interprétation

5.1..Sédimentologie : Onx vs q2m, indices discriminatoires

Des indices ont été établis ou choisis pour caractériser les populations de gravier *Onx* et *q2m* et des échantillons de trois terrasses inférieures à la première q2m ont été ajoutés à titre documentaire : (1) les quatre premiers indices sont appliqués à la seule fraction 8-16 mm ; (2) des indices sont choisis dans des distributions granulométriques appliquées au gravier s.s. (2 à 64 mm). Les échantillons y sont classés dans l'ordre d'altitude des sites où ils ont été prélevés, mais cette relation n'est qu'indicative pour deux raisons majeures : (1) des échantillons sont à l'aplomb de roches calcaires karstifiées ; (2) les mêmes et/ou d'autres sont sur socle grés-schisteux en position remaniée, mais la dénivelée par rapport à leur site d'origine n'est jamais supérieure à 10 m ; on peut donc supposer une relation de provenance avec le replat surplombant. Les résultats sont rassemblés dans le tableau 1.

Echantillons n°	Données de terrain						Indices de nature et de forme							Indices granulométriques				
	Lb X	Lb Y	Base	Toit	Epais	Socle	N° ds Clair.	n=	lw	n=	Q'	Q''	G'	Ca%	Mo1	Mo2	Mé	Q3 + gros
Onx de plateau (213-217 m)																		
1 Su214	50°31'19.95"N	5°07'25.00"E	213	216,5	3,5m	S&A	1229	112	0,749	476	85,3	90,2	82	0	9,5		6,7	9,5
2 Su212	50°30'51.20"N	5°06'26.58"E	213	216,5	3,5m	S&A	1229	109	0,774	240	88,8	93,4	91,5	0				
3 PW210	50°31'23.74"N	5°01'24.42"E	213	216	3m	S&A	105	91	0,761	326	78,8	86,5	93,7	1	13,5		13,5	19
4 PW206	50°31'31.00"N	5°02'13.36"E	213	216	3m	S&A	105	83	0,747	463	78,7	87,9	88,5	0,2				
5 Ch208a	50°30'07.03"N	4°55'29.52"E	213	216		Ca-Do	524	131	0,741	283	78,6	84,9	95,5	2	13,5		9,5	13,5
6 Ch208b	50°30'07.03"N	4°55'29.52"E	213	216		Ca-Do	524	137	0,757	253	81,4	91,4	96	1				
Moyenne								111	0,755	340	81,9	89,1	91,2	0,7	12,2		9,9	14
Onx de replats																		
7 Lo198a	50°27'05.43"N	4°57'52.06"E	197	198	1m	S&A	Illis.	113	0,763	293	73,1	83,6	91,9	3,8	13,5	26,9	13,5	26,9
8 Lo198b	50°27'05.43"N	4°57'52.06"E	197	198	1m	S&A	Illis.	105	0,754	176	70,9	84,7	89,3	1,7				
9 Br186a	50°30'09.98"N	5°01'45.24"E	184,5	186	1,5m	Ca-Do	Illis.	98	0,752	180	74,6	91,7	84,8	0	13,5		13,5	19
10 Br186b	50°30'09.98"N	5°01'45.24"E	184,5	186	1,5m	Ca-Do	Illis.	83	0,733	224	83,4	92,5	93,5	0				
11 Lo184a	50°27'37.43"N	4°57'37.43"E	s.o.		X dm	Ca-Do	Illis.	112	0,741	167	76,8	86,5	74,6	0,6	13,5	26,9	13,5	19
12 Lo184b	50°27'37.43"N	4°57'37.43"E	s.o.		X dm	Ca-Do	Illis.	123	0,74	245	68,8	79,7	89,4	0,8				
13 La183a	50°31'06.17"N	5°03'57.83"E	s.o.		X dm	S&A	325	91	0,762	283	87,1	92,7	90,6	0	19		19	19
14 La183b	50°31'06.17"N	5°03'57.83"E	s.o.		X dm	S&A	325	92	0,764	220	81,6	91	90,7	0				
15 La177	50°30'57.65"N	5°03'58.23"E	s.o.		X dm	S&A	Néant	45	0,738	111	50,5	66,7	91,3	0	26,9		19	26,9
16 La175	50°30'57.65"N	5°03'58.23"E	s.o.		X dm	S&A	Néant	90	0,732	205	50,8	78,8	86	0				
17 Br173	50°29'50.06"N	5°01'48.94"E	s.o.		X dm	Ca-Do	Illis.	123	0,739	284	67,9	72,5	95,3	0	13,5		13,5	26,9
18 Na171a	50°29'08.78"N	4°59'54.34"E	170,5	171	0,5m	Ca-Do	551	94	0,731	259	73,2	94,6	72	0	13,5		19	26,9
19 Na171b	50°29'08.78"N	4°59'54.34"E	170,5	171	0,5m	Ca-Do	551	120	0,762	436	79,3	82,6	95,3	0				
20 La168	50°30'47.96"N	5°04'28.52"E	166,5	168	1,5m	S&A	Néant	109	0,763	299	80	86,4	92,4	0	13,5		13,5	19
21 Ch166a	50°29'07.72"N	4°54'30.87"E	s.o.		X dm	Ca-Do	Néant	122	0,735	209	66,5	84,9	92,5	1	13,5		13,5	19
22 Ch166b	50°29'07.72"N	4°54'30.87"E	s.o.		X dm	Ca-Do	Illis.	66	0,725	123	56,8	66,3	95,5	0				
23 Be140	50°28'47.94"N	4°55'22.77"E	s.o.		X dm	Ca-Do	817	132	0,739	290	51,6	72,3	78	0	13,5		13,5	26,9
Moyenne								101	0,745	236	70	83	88	0	15,4	26,9	15,2	23
q2m																		
24 Par179	50°31'10.36"N	5°08'45.15"E	175	179	4 m	S&A	89	72	0,693	188	51,7	86	62,2	0,5	26,9		19	38
25 Par178.5	50°31'10.36"N	5°08'45.15"E	175	179	4 m	S&A	89	78	0,707	206	38,9	82,8	59,7	0				
26 Par178	50°31'10.36"N	5°08'45.15"E	175	179	4 m	S&A	89	105	0,701	223	49,8	81,5	50,9	2,2				
27 Par177	50°31'09.56"N	5°08'45.72"E	175	179	4 m	S&A	89	89	0,694	335	36,6	53,7	45,5	0				
28 Par176,5	50°31'09.56"N	5°08'45.72"E	175	179	4 m	S&A	89	97	0,706	255	40,2	74,4	64,6	0				
29 Par176	50°31'09.56"N	5°08'45.72"E	175	179	4 m	S&A	89	109	0,719	310	37,9	72,5	42,3	0,3				
30 Sc174a	50°29'06.11"N	5°02'44.48"E	Inc.	175	Inc.	S&A	561	98	0,696	282	42	55,6	29,1	0	19		19	26,9
31 Sc174b	50°29'06.11"N	5°02'44.48"E	Inc.	175	Inc.	S&A	561	95	0,73	242	41,3	63,7	37,2	0,4				
32 Lo165a	50°28'02.02"N	4°56'32.54"E	Inc.	165	Inc.	Ca-Do	Illis.	92	0,709	331	32,5	57,8	71,6	5,4	26,9		26,9	38
33 Lo165b	50°28'02.02"N	4°56'32.54"E	Inc.	165	Inc.	Ca-Do	Illis.	45	0,695	207	24,1	48,4	60	6,8				
Moyenne								88	0,705	258	39,5	67,6	52,3	1,56	24,3		21,6	34,3
34 Lv137	50°27'38.38"N	4°55'25.04"E	135	140	5	S&A	Illis.	65	0,717	205	32,4	64,1	40,9	0	13,5	38	19	38
35 Er110	50°27'36.58"N	4°53'39.26"E	110	115	5	S&A	Illis.	121	0,688	220	22,7	73,5	64	0	13,5	26,9	13,5	19
36 An71	50°29'42.80"N	5°06'28.19"E	63	73	10	S&A	Aucun	103	0,71	998	16,3	93,2	23,8	0,7	26,9		19	38
Moyenne								88	0,706	343	31,4	65,5	47,4	1,9	20,7	32,5	19,8	32,4

Tableau 1. Données de terrain et valeurs des différents indices sédimentologiques définis dans le texte. Explications : Parmi les niveaux q2m, le plus élevé de chaque transect (Pa175-179, Sc175 et Lo165) a été intégré dans un même groupe, ceux des niveaux inférieurs sont dans un groupe séparé

Echantillons : n°=ordre de l'échantillon dans les figures 15 à 18 ; Xy000= les lettres désignent le site localisé sur la figure 1, et le nombre correspond à l'altitude à laquelle l'échantillon a été prélevé, les lettres a et b distinguent des échantillons qui ont été prélevés dans une même excavation ; Données de terrain : LbX= latitude du point de prélèvement en coordonnées Lambert ; LbY= longitude du point de prélèvement en coordonnées Lambert ; Base= altitude de la base du cailloutis ; Toit= altitude du toit du cailloutis ; s.o.= sans objet pour cailloutis d'épaisseur décimétrique ; Epais= épaisseur du cailloutis, dont xdm (=épaisseur d'ordre décimétrique) ; Socle : S&A= roches siliceuses et/ou argileuses (grès, schistes,...) ; Ca-Do= roches solubles (calcaire, dolomie,...) ; N° ds Clair.= numéro du replat dans Clairbois (1957). Indices de nature et de forme : n= nombre d'éléments ; lw= indice d'arrondi de Wadell ; Q'= fréquence des quartz vs les autres cailloux émoussés (classe 8-16 mm) ; Q''= fréquence des quartz vs quartzite (classe 8-16 mm) ; G'= fréquence des galets de quartz (émoussé marin) vs quartz à émoussé sommaire (classe 8-16 mm) ; Ca%= fréquence des cailloux de calcaire et de dolomie. Indices granulométriques : Mo1= premier mode ; Mo2= deuxième mode ; Mé= médiane ; Q3= troisième quartile ; +gros= maille du premier tamis vide.

Indice de fréquence des quartz. Il est appliqué à l'ensemble des cailloux émoussés de 8 à 16 mm, et défini comme suit :

$$Q' = 100 \times Q / (Q + Nq)$$

Q = nombre de quartz purs émoussés, entiers ou cassés ; *Nq* = nombre des éléments émoussés entiers ou cassés de nature autre que le quartz). N.B. Un élément qui contient du quartz sous forme de veine dans du quartzite hôte n'est pas un quartz pur.

Cette formule ne tient compte que des éléments émoussés et elle ignore ceux qui n'ont pas subi d'usure perceptible, c'est-à-dire en principe les éléments locaux, comme par exemple des cailloux à arêtes uniquement vives issus directement du socle local, des débris de croûte de fer-manganèse, des silex bruts.... En se basant uniquement sur l'émoussé, la formule écarte volontairement la prétention de faire des distinctions entre les diverses roches paléozoïques de l'Ardenne s.l. En fait, on accepte entre autres que la décroissance de cet indice traduise l'incision des cours d'eau dans les altérites des roches paléozoïques (où le quartz a mieux résisté à l'altération que la roche hôte), puis dans les roches non altérées. Les résultats sont représentés dans la figure 15.

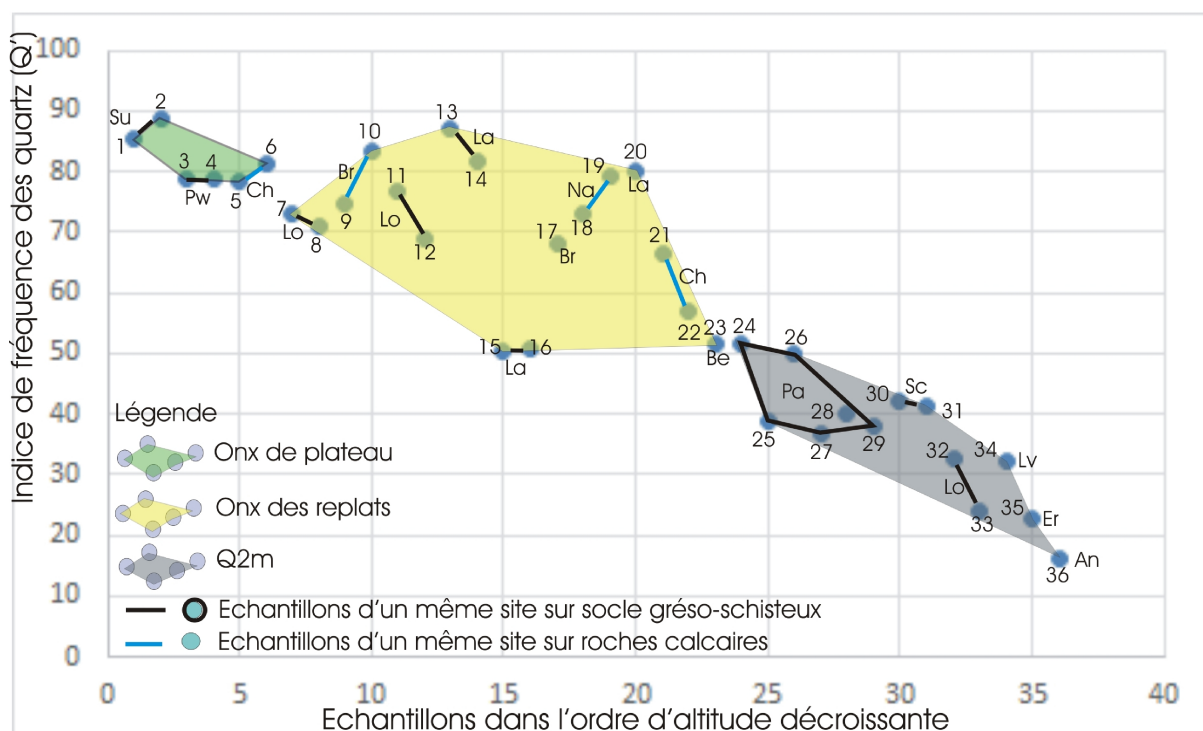


Figure 15. Indice de fréquence des quartz purs par rapport à l'ensemble des cailloux émoussés d'autres natures. Les labels des sites sont ceux du tableau 1.

Indépendamment des réserves formulées sur l'altitude des échantillons, on constate une tendance à la diminution de l'indice de fréquence des quartz en fonction de la diminution de l'altitude. Les Onx de plateau et ceux des vastes replats de Brichebo (Br187) et de Landenne (La183) ont les indices les plus élevés ; le replat du zoning de Landenne (La168) est dans le même cas bien que nettement inférieur, mais il est dans un site de paléo-confluence entre deux ruisseaux issus du plateau de Petit-Waret. Des apports juvéniles moins riches en quartz s'ajoutent dans des graviers sous la zone de superposition avec les Onx de plateau. Il n'y a pratiquement pas de superposition entre les champs

d'Onx et de q2m. Dans ces derniers, en général l'indice décroît avec l'altitude. On remarquera aussi qu'à altitude identique les échantillons du flanc droit (Lo198, Lo184 et Lo165) ont des indices plus faibles que ceux du flanc gauche. On notera également la variabilité pour 2 échantillons d'un même site.

Indice d'arrondi de Wadell (Iw). Il est appliqué aux seuls quartz purs entiers ou cassés de 8 à 16 mm. Des analyses systématiques d'images de tous les échantillons ont été réalisées suivant la méthode de Roussillon et al (2009). De tous les indices proposés par ces auteurs, l'indice d'arrondi de Wadell est apparu le plus discriminant pour la distinction entre Onx et q2m. Il est bien connu que l'ébroussé et le polissage des éléments évoluent beaucoup plus rapidement sur les plages lorsqu'ils sont déplacés en permanence par la houle. Par contre, dans les cours d'eau l'usure ne s'exerce que si les cailloux se déplacent ou sont en affleurement sur le lit mineur où ils sont soumis au sablage par les charges en suspension (dont l'ébroussé est dit ici « sommaire »). Dans le cas présent, cet indice Iw permet de faire la distinction entre les deux populations de quartz précitées. On notera également la variabilité pour 2 échantillons d'un même site. Les résultats sont représentés à la figure 16.

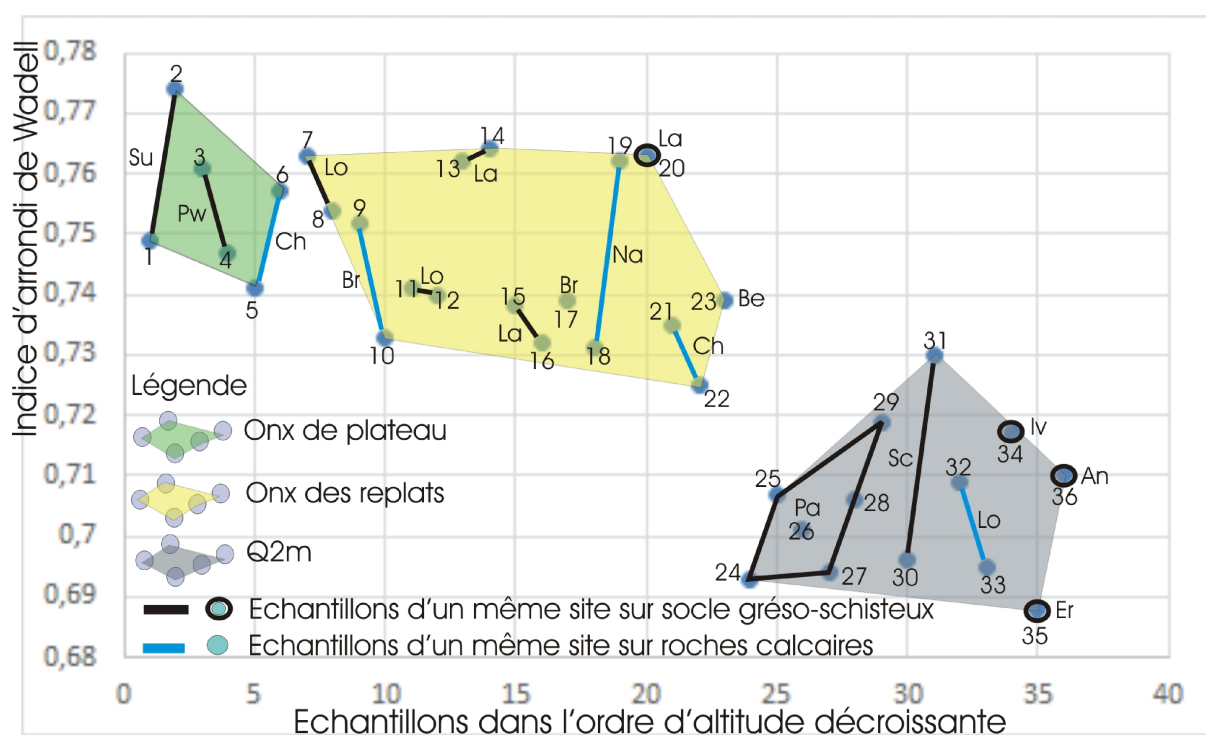


Figure 16. Indice d'arrondi de Wadell pour les quartz purs (entiers et cassés). Explication : les labels des sites sont ceux du tableau 1.

Indépendamment des réserves formulées sur l'altitude des échantillons, on constate une tendance à la diminution de l'indice d'arrondi de Wadell (Iw) en fonction de la diminution de l'altitude, ce qui implique un accroissement de la fréquence des quartz à ébroussé sommaire, soit essentiellement fluviatile. Les sites de plus basse altitude sur le flanc gauche de la vallée (La175, La177, Br173, Ch166 et Be140) échappent à la superposition avec les valeurs des sites de plateau, ce qui atteste un apport juvénile d'éléments moins bien arrondis. Sur le flanc droit de la vallée, l'indice Iw est nettement décroissant en fonction de l'altitude de Lo198 (~ 0,76), Lo184 (~ 0,74) puis Lo165 (~ 0,70). Il n'y a pratiquement pas de superposition entre les champs d'Onx et de q2m. Dans ces derniers, il n'y a pas

de décroissance de I_w avec la diminution d'altitude sur le flanc gauche. On notera également la variabilité pour 2 échantillons d'un même site.

Indice de polissage des quartz. Il s'agit d'une relation appliquée ici aux seuls quartz purs entiers ou cassés de 8 à 16 mm et définie comme suit :

$$G' = 100 * Gq / (Gq + Cq)$$

Gq = nombre de galets de quartz entiers ou cassés qui ont conservé une partie de surface bien émoussée et bien polie ; Cq = nombre de cailloux roulés de quartz qui n'ont aucune partie bien émoussée et bien polie. Rappel : le terme galet est ici réservé aux éléments dont la forme et le faciès ont été acquis sur des plages sous l'action de la houle.

La qualité discriminante de cet indice relève des mêmes conditions d'usure que celle évoquées pour l'indice I_w . Les résultats sont représentés à la figure 17.

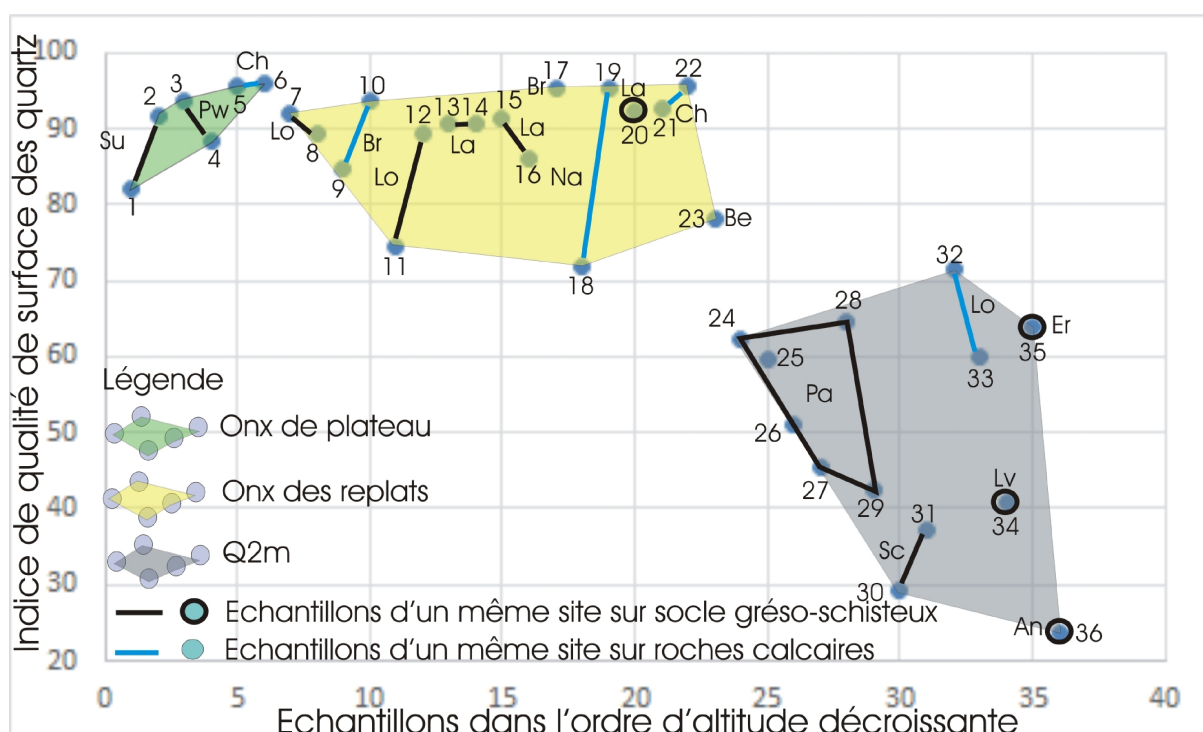


Figure 17. Indice de polissage des quartz. Explication : les labels des sites sont ceux du tableau 1.

Indépendamment des réserves formulées sur l'altitude des échantillons, on constate que le faciès des Onx de plateau et des replats est pour l'essentiel identique. Par contre, il n'y a pas de superposition des échantillons q2m avec les Onx quels qu'ils soient. On notera également la variabilité pour 2 échantillons d'un même site.

Indices granulométriques. Toutes les courbes granulométriques originales sont groupées dans des planches en annexe. Les indices particulièrement discriminants sont repris dans le tableau 1. Ici la lecture des résultats ne porte que sur les moyennes par groupe dans la mesure où les lentilles d'un même dépôt fluviatile ont elles-mêmes des textures différentes. Il en ressort qu'il existe une gradation granulométrique : (1) les Onx de plateau sont particulièrement fins (ex. : $D_{50} = 9,9$ mm) ; (2) des éléments plus grossiers s'ajoutent aux précédents pour constituer les Onx des replats

(ex. : $D_{50} = 15,2$; (3) des éléments très nettement plus grossiers s'ajoutent aux précédents, que l'on considère le seul gravier de Paradis (ex. : $D_{50} = 19$ mm) ou le gravier q2m le plus élevé de chaque tronçon revisité (ex. : $D_{50} = 21,6$ mm).

Les cailloux de plus de 16 mm. Dans les cailloutis Onx, les cailloux de cette taille sont peu fréquents (voir annexe), mais dans le lbt de Paradis, ils sont très abondants et l'association est la suivante pour $n=450$: quartz à émoussé sommaire 22,9% ; galets de quartz 11,1% ; quartzite avec veine de quartz et/ou empreinte de pyrite 19,8% ; cailloux arrondis à surface lisse (quartzite ?) 7,1% ; cailloux plats et lisses (quartzo-phyllade et/ou phyllade ?) 16,2% ; conglomérats à matrice Fe-Mn 2% ; grès gris clair 2,9% ; divers émoussés 17,1% et divers anguleux 8%. Aucun carbonate et aucun granite n'ont été trouvés. Sur le plan qualitatif l'association est semblable à celle de la classe de 8 à 16 mm, et sur le plan quantitatif il est bien connu que les fréquences changent d'une classe granulométrique à l'autre. Le présent résultat fait office de référence pour des comparaisons ultérieures.

Synthèse. Les différences essentielles entre les trois groupes de gravier distingués ci-dessus sont représentées dans la figure 18.

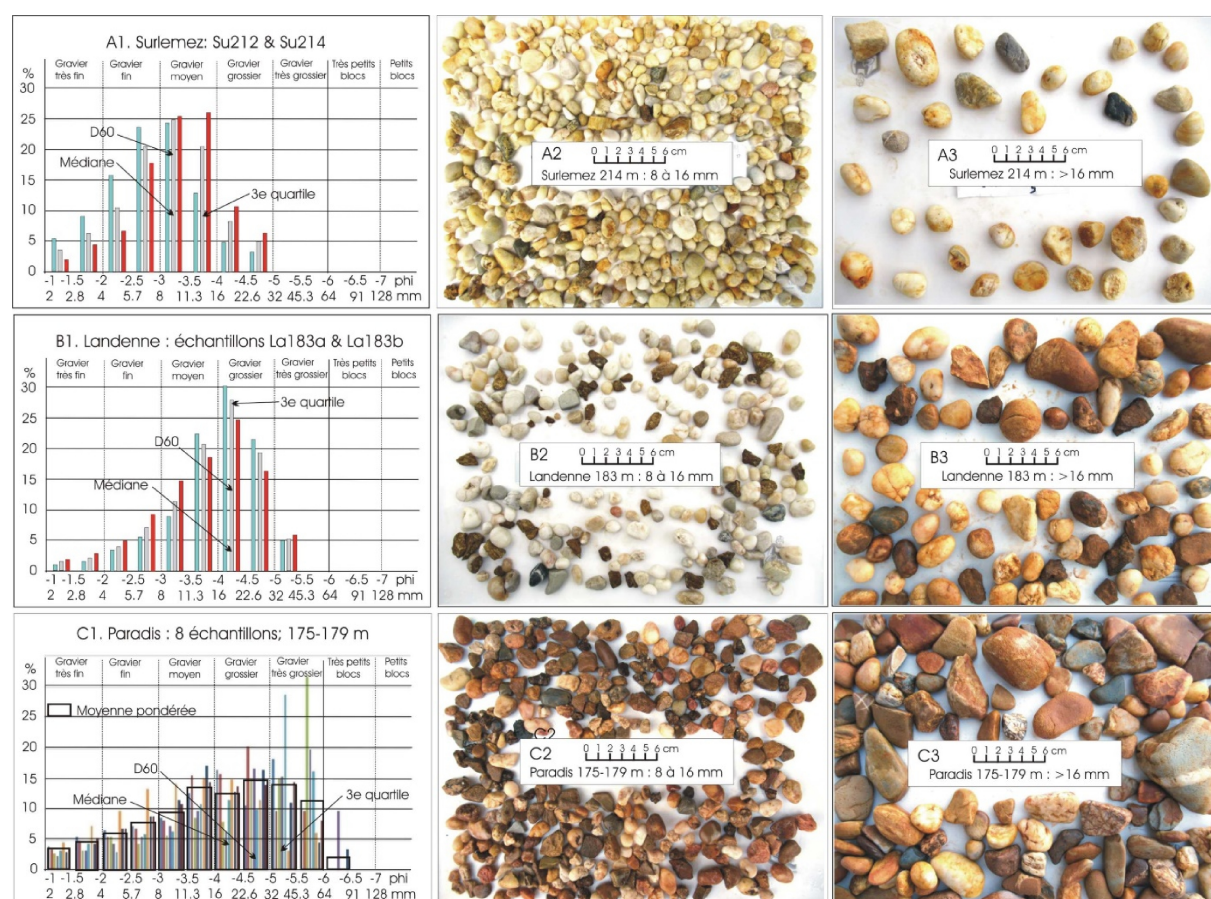


Figure 18. Le gravier Onx depuis le plateau de Hesbaye namuroise à 213-217 m (A), jusqu'au replat de Landenne à 183 m (B), et le cailloutis q2m de Paradis/Couthuin à 175-179 m (C). A1, A2, A3= distribution granulométrique du gravier ; B1, B2, B3= gravier moyen (8 à 16 mm) ; C1, C2, C3= gravier grossier et très grossier (>16 mm). Explications : en A1 et B1, la colonne grise représente la moyenne pondérée des distributions des deux échantillons ; en C1, c'est le rectangle noir qui représente la moyenne pondérée de 8 échantillons.

Le contraste le plus remarquable entre les deux cailloutis est illustré par la différence relative à la nature et à la forme des cailloux : (1) les galets de quartz constituent l'essentiel du gravier depuis le niveau du plateau de Hesbaye jusqu'à la terrasse de Landenne à 183 m ; quelques quartzites viennent en deuxième lieu tandis que l'ensemble des autres galets (grès, lydite, phthanite, kieseloolithes...) se compte en quelques pour-cent. Au cours de l'incision, la granularité du gravier a aussi légèrement augmenté. L'éroussé des éléments a de toute évidence été acquis sur des plages marines.

Le gravier de Paradis/Couthuin est nettement plus grossier et dominé par des grès divers et des quartzites plus fréquents. L'éroussé des quartz est bimodal avec des éléments repris à la dernière terrasse *Onx*, et d'autres dont l'éroussé sommaire atteste qu'il n'ont subi l'usure qu'en milieu fluviatile. Il faut ajouter que l'épaisseur du cailloutis passe brutalement de l'ordre pluri-décimétrique (*Onx* des replats) à 4 m d'épaisseur à Paradis.

Minéraux denses transparents (Mdt). Quelques échantillons représentatifs des différents niveaux ont été retenus pour les déterminations. La méthode de préparation est la suivante : tamisage sous eau à 425/75 µm ; attaque de la récolte par HCl10%vol. bouillant ; rinçage et séchage ; séparation dans le bromoforme en ampoule avec des couples 'agitation-récolte' répétés jusqu'à épuisement de la fraction légère ; montage des frottis ; détermination sous couvre-objets striés avec répartition en trois classes : 75-15 µm ; 150-300 µm ; 350-425 µm. Le tamisage à 75 µm a été voulu de façon à éliminer les minéraux des limons loessiques qui peuvent se trouver dans la matrice des cailloutis, et par le fait même la plupart des minéraux des altérites des roches paléozoïques de l'Ardenne s.l. dont la texture est en général silteuse. Les résultats sont rassemblés dans le tableau 2.

	N.Dét	Dét	n=	75-150	150-300	Zir	Tou	Rut	Ana	Bro	Sta	Dis	And	Top	Sil	Gre	Epi	Zoi	Chl	Ch.F	Ch.S	Cpx	Am v	Am vb	Am b	Total
Surlemez 214	73,4	26,6	108	85,2	14,8	29,6	36,1	10,2	0,9	0,9	8,3	9,3	0,9	-	-	0,9	-	0,9	0,9	-	-	-	-	-	-	100
Pt-Waret 206	79,5	20,5	192	87,5	12,5	48,4	20,8	10,4	-	-	7,3	4,7	1,0	0,5	0,5	0,5	3,1	-	-	0,5	-	-	2,1	-	-	100
Brichebo 187	60,8	39,2	271	87,6	12,4	45,0	35,1	6,3	0,7	-	7,4	2,2	1,5	-	-	1,5	0,4	-	-	-	-	-	-	-	-	100
Landenne 183	78,2	21,8	209	90	10	32,1	47,4	6,7	-	-	7,2	5,3	0,5	-	-	-	0,5	-	-	-	0,5	-	-	-	-	100
Namèche 171	85,1	14,9	196	92,3	7,7	25,0	58,2	7,1	-	-	3,6	2,6	0,5	-	-	1,5	0,5	-	1,0	-	-	-	-	-	-	100
Landenne 168	65,8	34,2	125	88	12	27,2	44,8	3,2	0,8	-	7,2	4,0	1,6	0,8	0,8	0,8	4,8	-	-	0,8	-	-	3,2	-	-	100
Beez 140	97,3	2,7	147	91,8	8,2	34,0	38,8	5,4	0,7	-	12,9	5,4	-	-	0,7	-	1,4	-	-	0,7	-	-	-	-	-	100
Moyenne Onx	77,2	22,8	178	88,9	11,1	34,5	40,2	7,1	0,4	0,1	7,7	4,8	0,9	0,2	0,3	0,8	1,5	0,1	0,3	0,5	0,1	0,0	0,8	0,0	0,0	100
Paradis 179,5	89,1	10,9	117	94,9	5,1	38,5	32,5	4,3	-	-	2,6	6,0	0,9	0,9	0,9	3,4	1,7	2,6	2,6	-	-	-	0,9	-	-	100
Paradis 179	81,7	18,3	226	90,3	9,7	28,3	44,7	8,0	-	-	9,3	5,3	1,3	-	-	0,4	2,2	-	0,4	-	-	-	-	-	-	100
Paradis 178,5	90,7	9,3	216	66,2	33,8	24,1	38,4	4,2	0,5	-	19,4	9,3	1,9	-	-	0,5	1,4	-	-	0,5	-	-	-	-	-	100
Paradis 178	84,6	15,4	230	83	17	29,1	41,7	6,1	-	-	13,0	5,7	1,7	-	0,4	0,9	0,4	-	0,4	0,4	-	-	-	-	-	100
Paradis 177	77,9	22,1	204	87,3	12,7	39,2	35,8	3,9	-	-	11,8	5,9	1,0	0,5	0,5	-	1,0	-	-	0,5	-	-	-	-	-	100
Paradis 176,5	87	13	208	92,3	7,7	43,8	34,1	7,7	-	-	8,7	3,8	1,0	-	-	-	0,5	-	-	0,5	-	-	-	-	-	100
Paradis 176	85,6	14,4	199	70,9	29,1	22,1	48,7	2,5	0,5	-	17,1	6,0	1,0	0,5	-	0,5	0,5	-	-	0,5	-	-	-	-	-	100
Moy. Paradis	85,2	14,8	200	84	16	32,2	39,4	5,2	0,1	-	11,7	6,0	1,2	0,3	0,3	0,8	1,1	0,4	0,4	0,8	-	-	-	0,1	-	100
Sclayn174	77,5	22,5	320	94,4	5,6	13,1	70,3	4,4	0,3	-	3,4	5,0	1,3	0,6	-	-	0,3	-	0,6	-	-	-	0,6	-	-	100
Lives127	90,3	9,7	183	83,1	16,9	9,3	54,1	10,4	-	6,0	3,8	3,3	2,2	-	-	2,2	5,5	-	1,1	2,2	-	-	-	-	-	100
Fluxis110	96,2	3,8	201	87,6	12,4	28,4	40,8	5,0	1,0	-	4,5	-	-	-	-	2,0	3,5	-	1,0	4,5	-	-	2,5	2,5	4,5	100
Jambes117	98,5	1,5	171	78,4	21,6	29,8	34,5	2,3	-	6,4	3,5	3,5	2,9	-	-	0,6	4,1	-	0,6	0,6	0,6	0,6	-	1,2	8,8	100
M. autres q2m	90,6	9,4	219	85,9	14,1	20,1	49,9	5,5	0,3	3,1	3,8	2,9	1,6	0,2	0,0	1,2	3,3	0,0	0,8	1,8	0,1	0,1	0,8	0,9	3,3	100

Tableau 2. Association de minéraux denses transparents (mdt) dans des terrasses de la Meuse entre Namur et Huy. Légende : N.dét.= non déterminables en % du total des grains ; Dét.=déterminables en % du total des grains ; n=, nombre de mdt déterminés ; 75-150 et 150-300= classes granulométriques ; Zir= zircon ; Tou= tourmaline ; Rut= rutile ; Ana= anatase ; Bro= brookite ; Sta= staurotide ; Dis= disthène ; And= andalousite ; Top= topaze ; Sil= sillimanite ; Gre= grenat ; Epi= épidote ; Zoi=zoïsité ; Chl= chlorite ;Ch.F= chloritoïde en feuillets ; Ch.S= chloritoïde du Serpont ; Cpx= clinopyroxène ; Am.v= amphibole verte ; Am.vb= amphibole vert-brun ; Am.b= amphibole brune ; Tro= trouble indéterminé ; Ind.= limpide indéterminé.

La part des mdt déterminables varie de 1,5 à 39,2% ; la majorité des grains dits indéterminables consistent en minéraux opaques et en débris rocheux divers qui ne diffusent pas les propriétés optiques nécessaires à la détermination. Parmi les minéraux limpides déterminables, moins de 3%

n'ont pas pu être déterminés avec une conviction suffisante. Les minéraux des sables Onx sont en général un peu plus petits (89% de 75-150 μm) que ceux des q2m (85% de 75-150 μm) ; tous les autres minéraux sont dans la classe de 150 à 300 μm) donc aucun grain de 350 à 425 μm n'a été récolté. Dans tous les cas, les ubiquistes (zircon, tourmaline et polymorphes du TiO_2) constituent le groupe dominant avec 67 à 88%, suivi par le groupe des minéraux appelés communément paramétamorphiques (staurotide, disthène, andalousite, topaze et sillimanite) avec 4,5 à 30,6%. Les Onx comptent en moyenne davantage d'ubiquistes que les q2m de Paradis : 82,3% vs 76,9%, mais le rapport est inverse pour les paramétamorphiques (13,8 vs 19,5%). Les parts des autres minéraux sont toujours faibles. En fait ces spectres sont le reflet de ceux des sables marins oligocènes (Bourguignon, 1954; Demoulin, 1987). Par contre, dans les terrasses q2m du flanc droit de la vallée (Sclayn, Lives, Chemin d'Erpent à Namur Est), la part des paramétamorphiques est nettement plus faible qu'à Paradis (flanc gauche). Il faut sans doute voir là le résultat d'une influence locale ; il n'y pas de vaste nappe de sable marin oligocène sur le flanc droit de la vallée, tandis que Paradis se trouve au pied de la colline de Surlemmez qui en portait une nappe épaisse. Toutefois, on notera la présence quasi systématique de deux types de chloritoïdes dont les roches mères sont dans les massifs cambro-ordoviciens de Haute Belgique : (1) le chloritoïde en feuillets qui est le plus largement répandu ; (2) des cristaux massifs et limpides du Serpont (Juvigné et al., 2020a). Enfin, on notera que des amphiboles d'origine vosgienne entrent en scène dans les lbxt dont le cailloutis est compris entre 115 et 120 m à Jambes-cimetière et entre 110 et 115 m au Chemin d'Erpent (Namur Est).

5.2.. Coupes transversales schématiques

Les coupes transversales schématiques des différents tronçons renseignent sur les étapes de l'évolution de la partie supérieure de la vallée.

5.2.1.. La coupe du tronçon Andenne-Gives

Il s'agit ici d'une coupe de référence dans la mesure où les cailloutis Onx et q2m sont les plus élevés de leurs groupes respectifs, et qu'ils reposent sur des terrains qui excluent l'effondrement par karstification (Fig. 19). Dans ce tronçon, il n'y a aucun lbxt sur le flanc droit de la vallée, et à partir de ce site, la Meuse est restée sur le flanc gauche jusqu'à Huy où elle a notamment développé le méandre de Leumont. Celui-ci ne se recoupera qu'au niveau de la plus basse terrasse mosane (Juvigné et al., 2015).

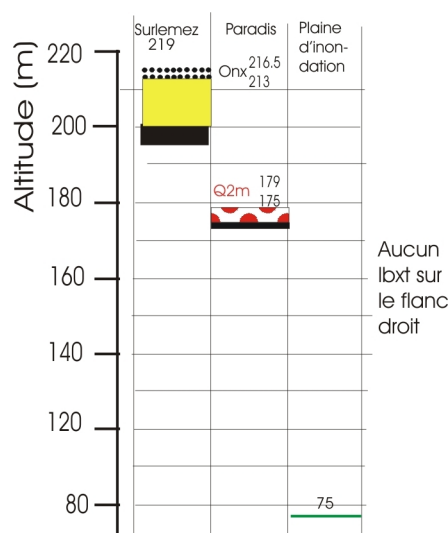


Figure 19. Coupe transversale schématique du tronçon Andenne-Gives. Explications : pastilles noires= cailloutis Onx ; rectangle jaune= dépôts marins oligocènes ; plage noire= socle grés-schisteux (Houiller) ; pastilles rouges= cailloutis q2m.

5.2.2..Le tronçon de Namèche à Andenne

Sur la retombée méridionale du plateau de Petit-Waret, il existe du cailloutis Onx sur trois replats : (1) Chapelle St Mort (190-191 m) sur socle grés-schisteux ; (2) Brichebo (185-186,5 m) sur socle dolomitique ; (3) Landenne (183-185 m) sur socle grés-schisteux. On notera que la base du lbt Onx de Landenne (~182m) n'est que ~3 m plus haut que le toit du cailloutis q2m de Paradis (179 m) (Fig.20).

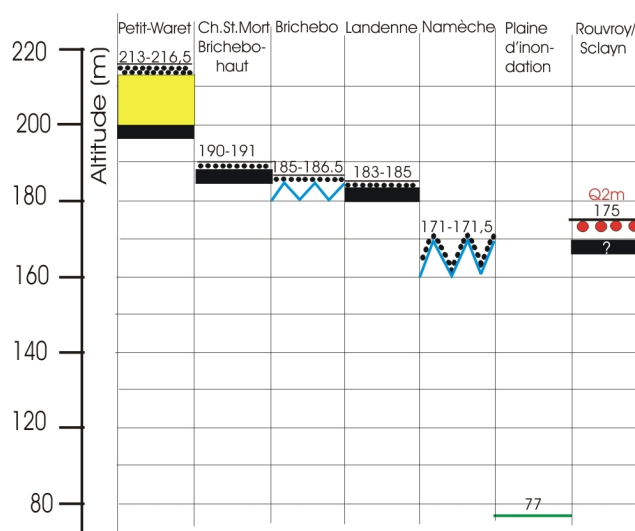


Figure 20. Coupe transversale schématique du tronçon Namèche-Andenne. Explications : pastilles noires= cailloutis Onx ; rectangle jaune= dépôts oligocènes ; plage noire= socle grés-schisteux (Houiller) ; pastilles rouges= cailloutis q2m ; trait bleu= socle calcaire ou dolomitique ; point d'interrogation= base inconnue.

On notera que le cailloutis Onx de la carrière de dolomie (Lhoist) tapisse une surface karstifiée sous le niveau du lbt de Rouvroir/Sclayn (toit du q2m à 175 m) sur le flanc opposé. Il ne peut représenter une

terrasse Onx que si on admet que le cailloutis s'est mis en place plus haut que le toit du cailloutis q2m de Rouvroy/Sclayn, ce qui implique un effondrement post sédimentaire par karstification d'au moins 8 m. D'aucuns y verraient peut-être un basculement transversal de la vallée. Comme il est avéré que dans ce tronçon la Meuse se situait sur le flanc droit de sa vallée actuelle, il devrait s'agir d'une surface d'érosion à 171 m qui se raccordait à une terrasse mosane inférieure du flanc droit de la vallée.

5.2.3..Le tronçon de Namur à Namèche

La coupe transversale de la figure 21 rassemble non seulement nos observations, mais aussi des données provenant des archives du Service géologique.

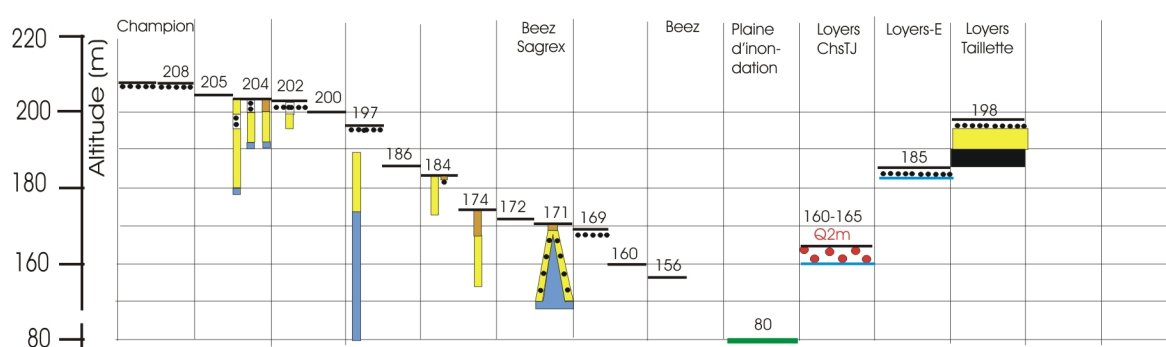


Figure 21. Coupe transversale schématique du tronçon Champion-Loyers. Explications : trait noir= replat ; pastilles noires= cailloutis Onx ; colonne ocre= loess ; colonne jaune= dépôts marins oligocènes ; plage noire= socle gréso-schisteux (Houiller) ; pastilles rouges cailloutis q2m ; sigles bleus= socle de roches calcaires.

La morphologie en gradin des lbt Onx est particulièrement développée sur le flanc gauche entre Champion et Beez, où il n'y a que des cailloutis Onx identifiés depuis le plateau jusqu'au replat portant les échantillons Ch166a&b. Sur le flanc droit, le cailloutis Onx le plus élevé est à Loyers-Taillette (Loy-Tai[b198 ;s199 ;d119]), mais il est néanmoins 10 m plus bas que le lbt du plateau de Champion (208 m). Quant au lbt q2m le plus élevé, il est à Loyers sur le flanc droit (Loy-StJ[b160 ;s165 ;d81]). Sur le flanc gauche à Beez à 150 m d'altitude Stainier (1894) et Clairbois (1957) mentionnent la présence de lbt q2m. La dénivelée entre le toit du lbt q2m le plus élevé (165 m) et la base du plus bas lbt Onx (~168 m).

5.3..Synthèse

Les cailloutis de plateau sont traditionnellement attribués à la Meuse, sous le nom de Traînée mosane (Macar, 1945 et suivants), alors que la forme et le poli des éléments ont été acquis sur des plages marines, et qu'il n'existe aucune contrainte morphologique sur la crête actuelle de Hesbaye qui impose un écoulement fluvial vers Liège.

Lorsque le début de l'incision est initiée sur la retombée méridionale du plateau, l'écoulement devient nécessairement fluvial jusqu'à Vinalmont (à l'Est de la Mehaigne) où l'altitude du toit du cailloutis Onx se trouve à 203 m (observation personnelle). Ce cours d'eau s'est ensuite incisé en se déplaçant lentement vers le sud, et en voyant sa compétence s'accroître légèrement, comme en atteste un faible accroissement des indices granulométriques. Comme il n'y a aucun changement pétrographique évident, il y a deux explications possibles dans l'ordre de nos préférences : (1) un

accroissement du débit par déversement de la Sambre dans le bassin ; (2) la pente longitudinale aurait légèrement augmenté à la faveur d'un léger basculement tectonique vers l'Est.

A 180 m d'altitude à Paradis/Couthuin, un écoulement nettement plus puissant que celui de l'Onx s'est surimposé. Il est attesté par un accroissement important de tous les critères granulométriques pris en compte, et notamment l'apport juvénile d'une fraction de gravier très grossier particulièrement riche en quartzite. Les cailloux issus des roches paléozoïques de l'Ardenne ont effacé la dominance des quartz propres aux cailloutis Onx. Il est démontré que ce changement est survenu en moins de 3 mètres d'incision entre le dernier cailloutis Onx et le premier cailloutis q2m. Il doit s'agir d'une capture qui sera commentée plus bas.

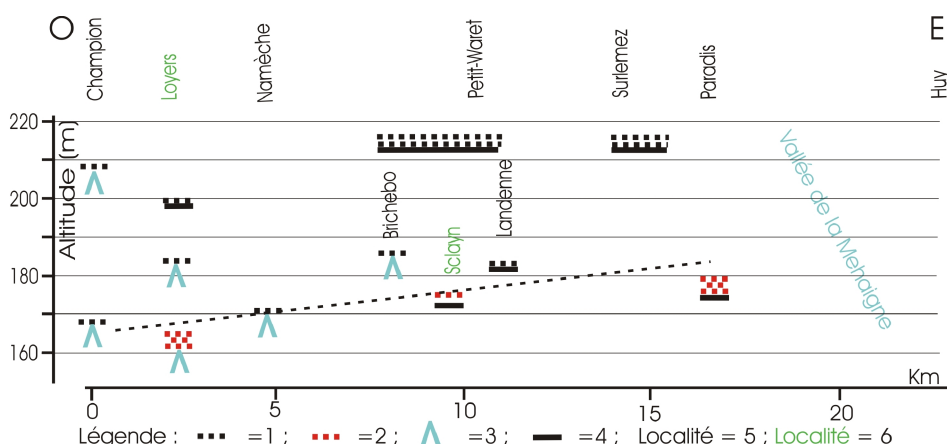


Figure 22. Profil longitudinal du changement sédimentologique depuis Loyers/ Namur jusqu'à Paradis/ Couthuin. Légende : 1= cailloutis Onx ; 2= cailloutis q2m ; 3= socle de roches calcaires ; 4= socle de roches grès et schistes ; 5= localités de flanc gauche ; 6= localités de flanc droit.

Le même changement sédimentologique est enregistré dans la coupe de Champion-Loyers entre 168 et 165 m. Toutefois, il faut insister sur le fait que les deux lbt impliqués reposent sur un substratum fait de calcaires et de dolomies, et sont donc susceptibles d'être effondrés par karstification. La forme en bassin des sables marins (revoir la figure 21) aurait alors également été acquise par effondrement de la surface de transgression tongrienne. Le toit du lbt q2m de Rouvroy-Sclayn sur socle houiller est à 175 m, et peut faire penser à une contre-pente en cas de raccord avec le lbt de Paradis, mais il n'est pas exclu que le lbt de Rouvroy/Sclayn fasse partie d'une terrasse inférieure à celle de Paradis. On notera aussi que le replat de Loyers à 184 m porte un cailloutis Onx, si bien que l'on ne peut pas l'intégrer dans la terrasse de q2m de Paradis en invoquant une pente sub-parallèle à la plaine d'inondation. En combinant la coupe transversale de Champion-Loyers (Fig. 21) et la coupe longitudinale (Fig. 22), on constate que la région de Namur pourrait être une dépression karstique dans laquelle aucun lbt n'aurait conservé son altitude originelle. En conclusion, l'altitude du changement pétrographique n'est fiable que sur socle grés-schisteux, soit en ne tenant compte que des sites de Petit-Waret, Landenne, Surlemmez et Paradis et se trouve donc de ce fait entre 183 m et 179 m.

Au cours des recherches, nous avons été particulièrement attentif à la présence éventuelle d'éléments d'origine vosgienne (granite et amphibole brune) dans la première terrasse q2m de chaque transect, mais en vain. Toutefois dans une recherche complémentaire, nous avons constaté

que ces matériaux n'entrent en scène dans la région namuroise que dans une terrasse dont le cailloutis se situe entre 115 et 120 m d'altitude.

5.4..Evolution de la vallée de la Meuse de Namur à Andenne

5.4.1..Les dépôts Onx de plateau et la Meuse de Dinant

Les cailloutis Onx des plateaux de Surlemmez (b213,5 ;s216,5) et de Petit-Waret (b213 ;s216,5) sont à la même altitude, et sous ces dépôts, il n'existe pas de roches susceptibles d'avoir provoqué des effondrements karstiques. A ce niveau, le prolongement de l'écoulement qui a déposé ce cailloutis est indéterminable, et l'avoir attribué à une Meuse primitive sur la base du seul parallélisme avec le cours d'eau actuel [de Stainier (1894) à Macar (1945)] est peu fondé. Tout ce que l'on peut en dire, c'est qu'il devait provenir de la région de Dinant, et ce cours d'eau a un nom dans la littérature spécialisée ; c'est la *Meuse de Dinant* (Fig. 23). Sa pente longitudinale devait être très faible, car de larges méandres qui se sont recoupés en cours d'incision existaient à ce niveau (Anhée, Annevoie-Rouillon, Profondeville) ; ceux de Chooz et de Revin sont toujours actifs. Par ailleurs, le faciès de plage marine du gravier permet de se demander s'il ne s'agit pas d'un dépôt littoral de régression marine, ou à défaut d'un écoulement fluvio-marin remaniant des dépôts de plage, et se déversant par des ensellements d'un cordon littoral dans une mer encore proche. Une telle interprétation rejoint dans son principe le modèle proposé par de Heinzelin (1963).



Figure 23. Le bassin de la Meuse de Dinant lors de la capture de la Paléo-Semois survenue à Deville/France (Stevens, 1922 ; Pissart, 1961) (Fond de carte de l'atlas P. Mantnieks, 1955). Le tracé de la Meuse lorraine est ici caricatural, il ne tient compte que du consensus qui existe sur son prolongement vers le nord de la France. Légende : 1= limite du bassin de la Meuse de Dinant au moment de la capture de la paléo-Semois ; 2= site de capture de la paléo-Semois ; 3= ligne de crête du Massif de Rocroi.

Le cailloutis Onx le plus élevé du plateau de Champion est entre 205 et 208 m, soit une dizaine de mètres plus bas que celui de Petit-Waret, mais il repose sur des roches calcaires, si bien que l'on peut attendre qu'il ait été affecté par la karstification. Dans cette mesure, on ne peut exclure que les trois cailloutis de plateau précités fassent partie d'une même nappe qui se serait mise en place à partir de 213 m, et par aggradation au moins jusqu'à 216,5 m.

5.4.2..Incision de la Meuse de Dinant et ébauche de la vallée Namur-Huy

Dès le moment où l'incision de la *Meuse de Dinant* est passée sous l'altitude du toit du cailloutis Onx à Surlemmez et à Petit-Waret, l'évolution de la vallée a eu lieu uniquement sur la partie méridionale du plateau, et le cours d'eau n'a pu se diriger que vers l'Est, au moins depuis Namur jusqu'à Andenne ; on peut voir là l'ébauche du tronçon mosan Namur-Liège. A l'est de la Meuse sur le plateau de Vinalmont, le toit du cailloutis Onx le plus élevé se trouve à 203 m, si bien qu'à cette altitude la *Meuse de Dinant* pouvait à nouveau se déverser dans la mer supposée proche, car l'altitude de la crête de Hesbaye et de sa couverture d'Onx ne dépasse nulle part 203 m jusqu'à Liège. Par ailleurs, en rappelant que la granularité des graviers Onx de replats est un peu plus grossière que celle des graviers de plateau, on peut y voir un léger accroissement de la compétence de la *Meuse de Dinant* au cours de son incision ; cela pourrait s'expliquer par le déversement de la paléo-Sambre dans la *Meuse de Dinant* à Namur qui a bien dû avoir lieu, mais il n'existe aucune étude qui fasse état ni des circonstances ni de la période où cet événement a pu avoir lieu. On doit aussi constater que pendant cette phase d'incision, pour aller capturer la Semois, la tête de vallée de la Meuse de Dinant a dû traverser seule et par érosion régressive la partie sommitale du Massif de Rocroi.

5.4.3..La capture de la Semois enregistrée à Paradis/Couthuin à 175-179m

Après une incision de 33 m (216 m à Petit-Waret ; 183 m à Landenne), le cailloutis de Landenne à 183 m reste de type Onx, et 2 km plus loin à Paradis/Couthuin à 175-179 m, le cailloutis est fondamentalement différent : (1) la granularité du gravier est nettement plus grossière ; (2) les quartzites et les grès prennent une part dominante dans le spectre de la nature des cailloux roulés ; (3) les quartz à émoussé sommaire concurrencent les galets ; (4) l'indice d'arrondi de Wadell est nettement plus faible. L'apport de matériaux ardennais juvéniles incite à attribuer cette intrusion à la capture de la Semois par la Meuse de Dinant à Deville et par érosion régressive, ce qui correspond à l'hypothèse de Dollfus (1900) (Fig. 24).

Dans ce cadre, nous défendons l'idée que la *Meuse de Dinant* a traversé seule et par érosion régressive la zone sommitale du Massif de Rocroi, et que ce processus s'est poursuivi au moins jusqu'à aller capturer la Semois à Deville, pour la détourner ainsi du Bassin parisien vers la Belgique. On constate qu'à Deville, la dénivelée du fond de vallée par rapport au plateau actuel était de peu inférieure à la centaine de mètres, tandis qu'à Revin, à l'endroit de la ligne de crête du Massif de Rocroi, elle devait être un peu supérieure (Fig. 24).

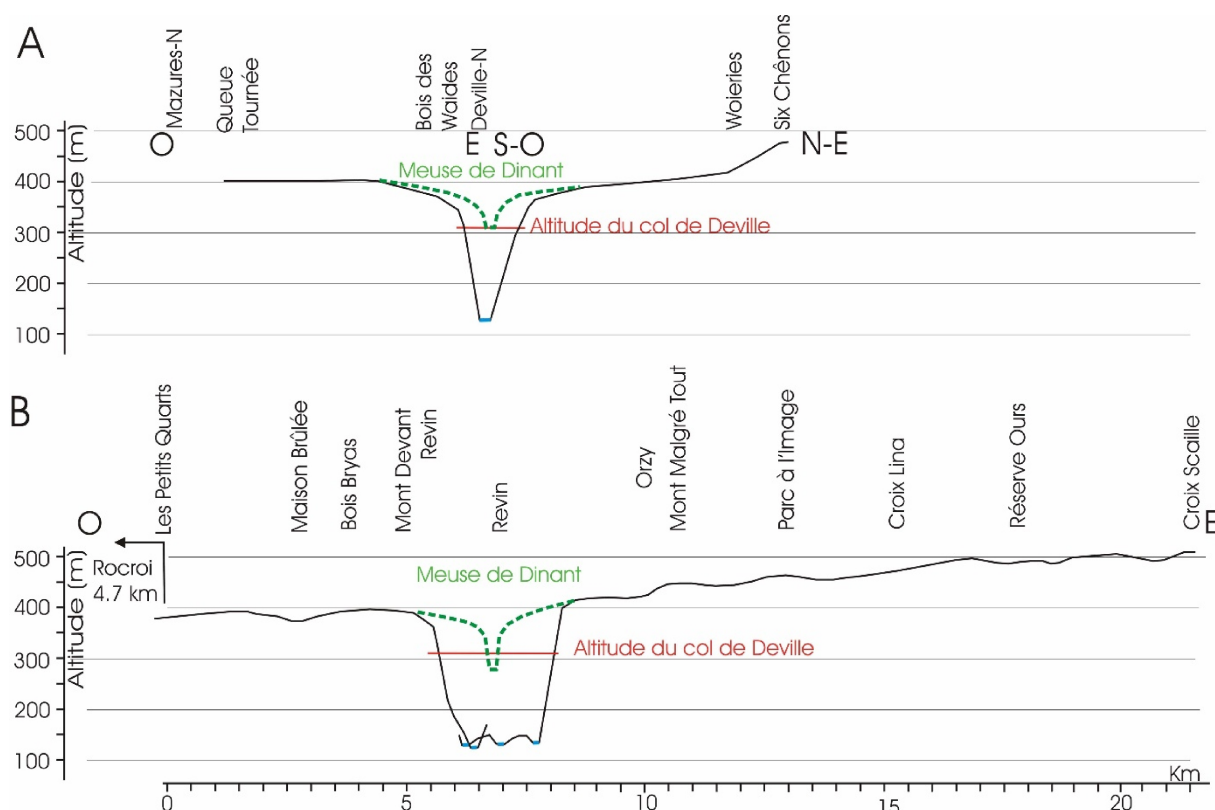


Figure 24. Le profil transversal de la *Meuse de Dinant* à proximité de la zone de capture de la Semois à Deville. (A) Profil de la ligne de crête et de la vallée de la *Meuse de Dinant* à Deville au moment de la capture de la Semois à Deville ; (B). Profil de la ligne de crête du Massif de Rocroi depuis la Croix Scaille jusqu'à Rocroi et profil transversal de la *Meuse de Dinant* au moment de la capture de la Semois à Deville. Explications : le trait rouge représente l'altitude du col de Deville par où la paléo-Semois rejoignait la Meuse lorraine (revoir la figure 1) ; le trait vert est le profil transversal de la vallée de la Meuse de Dinant au moment de la capture.

5.4.4..A propos de l'âge de la capture de la Semois par la Meuse de Dinant

Après que Rutot (1897) ait placé la capture de la *Meuse lorraine* par la *Meuse de Dinant* dans le Miocène, Pissart (1975), puis Pissart *et al.* (1997) ont restreint la période d'accueil à la partie finale du Miocène ou le début du Pliocène. La période de la capture de la Semois est nécessairement antérieure mais elle n'est jamais évoquée. Sur le modèle de Pissart *et al.* (1997), le lambeau de Paradis/Couthuin qui a reçu les premières alluvions de la Semois fait partie de la terrasse T9 (Fig. 25). Celle-ci se perd à l'aval de Huy pour se retrouver nécessairement au-dessus de T8 dans le Limbourg néerlandais méridional, et de ce fait dans la vallée abandonnée nommée Oostmaas (Hol, 1949). Dans cette dernière, les terrasses de Simpelveld, de Noorbeek, de Crapoel et de Kosberg ont fait l'objet d'estimations d'âge comprises entre 1,75 Ma et 2,25 Ma (Felder et Bosch, 1989), ou entre 2,14 Ma et 2,94 Ma (Van den Berg, 1996).

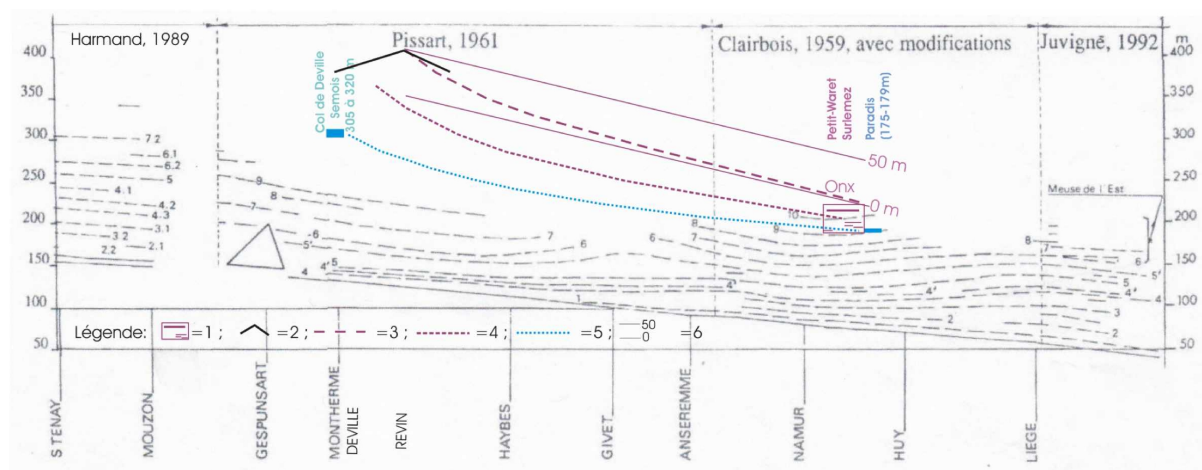


Figure 25. Profils longitudinaux de la *Meuse de Dinant* lorsqu'elle coulait sur le plateau de Hesbaye namuroise, jusqu'au moment de la capture de la Semois à Deville. (Extrait du modèle de Pissart et al. (1997, Fig. 2, p269). Légende : 1= terrasses Onx entre Namur et Andenne (voir plus haut) ; 2= profil longitudinal primitif de la Meuse de Dinant ; 3= profil final de la Meuse de Dinant et profil de la terrasse correspondant à la capture de la Semois (T. de Paradis/Couthuin). Explication : l'échelle des hauteurs de la Meuse de Dinant primitive est caricaturale tout en mettant en exergue qu'à l'époque correspondant à ce niveau oligo-miocène), l'énergie de relief de la Belgique n'était que d'une centaine de mètres (Vandenbergh, 2017).

Toutefois, les raccords de terrasses depuis Namur jusque dans la Basse-Meuse ne sont pas à l'abri de réserve. Après que Pissart et al. (1997) aient amplifié la contre-pente attribuée par Clairbois (1957) à des hautes terrasses -dont la T9- sur le tronçon compris entre Namur et Huy, Juvigné et al. (2013) ont montré que la pente de cette dernière était pratiquement identique à celle de la plaine d'inondation.

En conséquence, s'il est évident que la capture de la Semois ne peut avoir eu lieu pendant le Mio-Pliocène, il est prudent de ne pas tenter de préciser son âge au sein de la première moitié du Pléistocène inférieur dont les limites formelles ont été fixées par l'Union Géologique Internationale (2007) à 2.580.000 ans (limite Tertiaire/Quaternaire) et 0,78 Ma (limite avec le Pléistocène moyen).

6..Discussion

6.1..Comparaison de résultats sédimentologiques

Granulométrie. Meunier (1953), puis Macar et Meunier (1955) sont les seuls auteurs qui ont produit des résultats d'analyses granulométriques du gravier pour plusieurs lbxt de la Traînée mosane (*NDR : comprendre les dépôts Onx de plateau*), mais aucun des sites que nous avons traités n'a été étudié par ces auteurs. Néanmoins, dans les exemples de distributions granulométriques présentés par les auteurs précités (Wépion, Fontaine et Mons-Crotteux), aucun élément ne dépasse 38 mm, ce qui en général correspond à nos observations.

Nature des cailloux. Meunier (1953) puis Macar et Meunier (1955) présentent leurs résultats par classes granulométriques, et l'une d'entre elle (7,9 à 15,8 mm) correspond à celle que nous avons adoptée (8-16 mm), mais notre typologie n'est pas la même que celle de Meunier. Néanmoins, la fréquence des quartz est 79,9% à Wépion et 77,1% à Petit-Waret ; elle est donc comprise entre les valeurs extrêmes dans nos trois sites de plateau (73 à 89%).

Minéraux denses transparents. Seul Bustamante (1973) a produit des déterminations de mdt pour les sables des cailloutis Onx, et il n'y trouve que des ubiquistes et des paramétamorphiques. Nous y avons ajouté de très faibles parts d'autres minéraux dont des chloritoïdes.

Kieseloolithes. L'individualisation d'un bassin versant limité à la *Meuse Dinant*, soulève évidemment la question de la présence de kieseloolithes dans le gravier Onx, mais dans la mesure où l'on sait que ces éléments existent dans les sables marins oligocènes jusqu'à Cockaifagne (Fourmarier, 1923), leur présence à l'état remanié dans les cailloutis Onx ne doit pas étonner. On citera aussi Macar (1945) qui au terme d'une étude détaillée, conclut : « De ces faits, et surtout de la diversité d'âge, il résulte notamment que la seule présence de kieseloolithes dans un gisement ne possède plus, comme moyen de corrélation, qu'une valeur nettement limitée ».

6.2..A propos des modèles de terrasses mosanes

Le commentaire qui suit est évidemment limité aux terrasses comprises entre les dépôts Onx de plateau et le lbt de Paradis sur le seul tronçon revisité.

Le modèle de Stainier (1894). Rappelons d'abord que c'est la lecture de cet article qui nous a conduits à entreprendre le travail dont les résultats sont exposés plus haut. Effectivement, cet auteur introduit une distinction fondamentale entre : (1) les « Amas de cailloux blancs des hauts plateaux (Tertiaire) » ; (2) les « Amas de gravier des terrasses inférieures (Quaternaire q2m) ». L'auteur groupe chaque population en deux terrasses distinctes dites respectivement « Meuse Tertiaire » et « Meuse campinienne » (Fig. 26), et l'auteur d'écrire : « On peut donc en conclure avec certitude qu'à côté du dénivellement produit par l'érosion il y a à tenir compte d'un phénomène d'oscillation du sol, d'amplitude non uniforme, certains points de la région en question ayant été plus soulevés ou plus abaissés que les autres et vice-versa. »

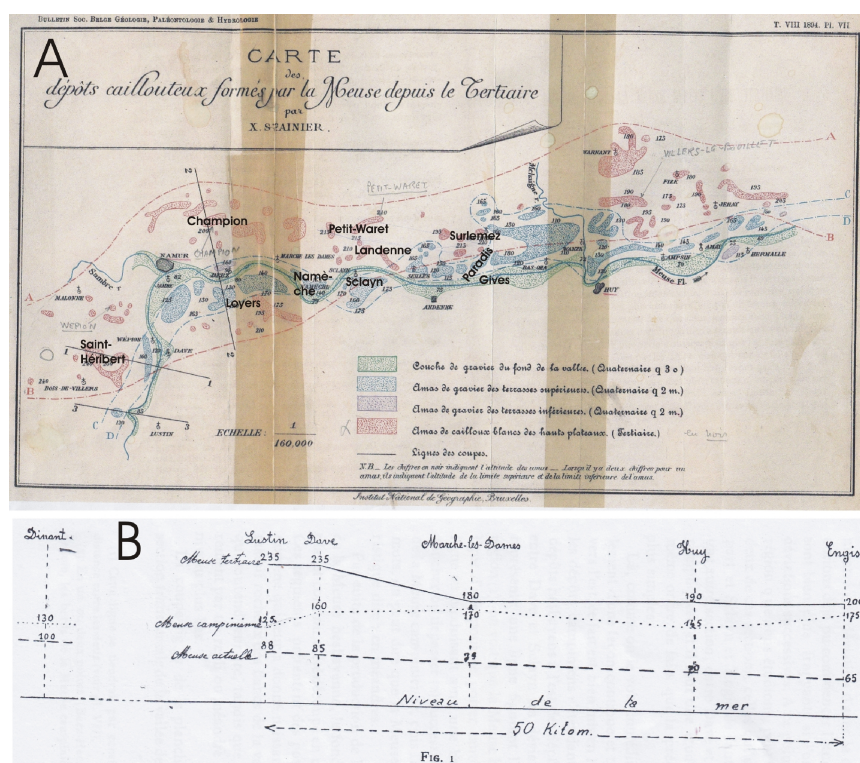


Figure 26. Modèle de terrasses de la Meuse de Lustin jusqu'à Engis selon Stainier (1894). (A) Localisation des lbxt avec ajout des principales localités citées plus haut. (B) Reconstitution de profils longitudinaux.

L'observation de Fourmarier (1924). Cet auteur remarque que de Namur jusqu'à Liège, une série de replats se succèdent à 120 m d'altitude. Il les intègre dans une même terrasse, et il conclut à un basculement tectonique vers l'Ouest. Certes, il s'agit d'une terrasse nettement inférieure à celles qui sont ici revisitées, mais cette interprétation va se répercuter sur les profils des terrasses plus élevées. On notera ici que l'altitude retenue par l'auteur est celle de la surface topographique du replat et non celle du cailloutis mosan qui en général est enfoui sous une couverture loessique d'épaisseur variable.

Le modèle de Mouchamps (1927, 1933). L'auteur ignore toutes les terrasses plus élevées que 135 m (T. de Brumagne/Namur-Est) sur le tronçon impliqué ici, et elle donne le nom de « Terrasse principale » à la série de replats à 120 m raccordés entre eux par Fourmarier (cf. supra) (Fig. 27A). De plus, elle calcule l'amplitude du basculement en mesurant la dénivelée croissante vers l'aval de cette terrasse par rapport à la plaine d'inondations. Le soulèvement relatif est à Liège de ~60 m et à Namur de ~37 m. Cette conclusion va orienter des travaux ultérieurs.

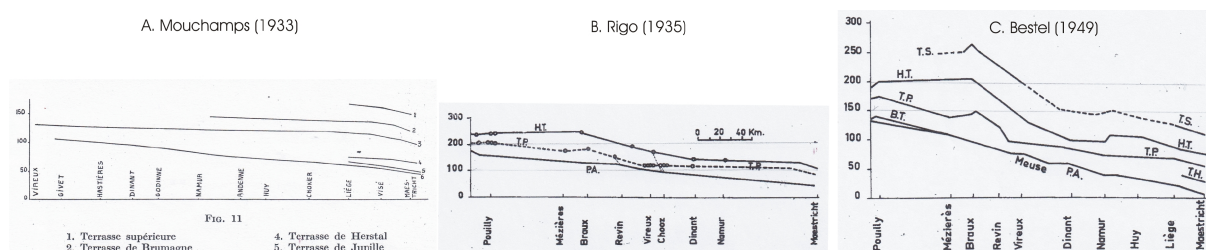


Figure 27. Trois modèles de terrasses mosanes.

Le modèle de Rigo (1935). Il s'agit du premier modèle de synthèse des terrasses mosanes depuis Pouilly-sur-Meuse jusqu'à Maastricht (Fig. 27B). Il ne s'applique qu'à deux des terrasses identifiées par Mouchamps (op. cit.). On constate qu'entre Namur et Huy, la T. de Brumagne est intégrée dans une Haute Terrasse (HT) des Ardennes/F, par l'intermédiaire d'un basculement S-N entre Broux et Dinant à travers le Massif de Rocroi.

Le modèle de Bestel (1949). Il s'agit du deuxième modèle de synthèse des terrasses mosanes depuis Pouilly-sur-Meuse jusqu'à Maastricht (Fig. 27C). On constate qu'entre Namur et Huy : (1) il existe un décrochage d'une dizaine de mètres de la T. principale à Namur, impliquant un affaissement relatif du tronçon Dinant-Namur ; (2) il devrait exister une Terrasse Supérieure (T.S.) aux environs de 150 m, elle-même affectée par la déformation tectonique précitée.

Hacken (1948), dans une thèse inédite (Université catholique de Louvain) fournit des observations nouvelles selon lesquelles il existerait deux niveaux de terrasses plus anciens que la terrasse principale.

Le modèle de Clairbois (1957). L'auteur produit un modèle des terrasses de la Meuse depuis Anseremme (frontière franco-belge) jusqu'à Liège par la méthode du raccord de proche en proche d'environ un millier de replats (avec cailloutis, dénudés, ou lambeaux d'aplanissement partiel). Dans

le tronçon et la tranche de dénivelée qui nous occupent, trois terrasses ont été reconstituées. A partir de la plus haute, elles portent les labels T9, T9' et T8, et elles sont présentées en contre-pente à l'aval de Champion (Fig. 28). Ce travail détaillé a été suivi d'une publication formelle (Clairbois, 1959), mais c'est évidemment dans le premier que l'on trouve les observations de terrain qui permettent l'analyse critique qui suit. On constate que le basculement de la 'T. principale' quantifié par Mouchamps (cf. supra) a été amplifié par Clairbois pour les terrasses plus élevées que celle de 120 m, et encore davantage par Pissart (1975) qui a construit son modèle sur la base des données de Clairbois (1957).

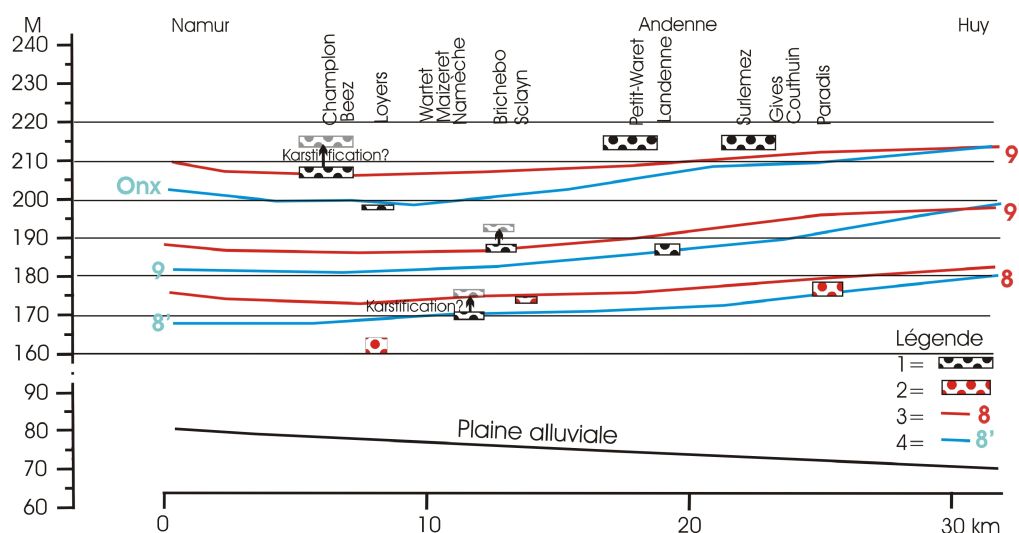


Figure 28. Deux modèles de profils longitudinaux de très hautes terrasses mosanes sur la base des seules données de Clairbois (1957). Légende : 1= position de cailloutis Onx d'après nos travaux ; 2= position de cailloutis q2m d'après nos travaux ; 3= profils et labels de terrasses selon Clairbois (1957) ; 4= profils et labels de terrasses selon Pissart (1975). Explications : les profils longitudinaux sont des extraits des modèles originaux de terrasses qui ont été scannés et adaptés à des échelles x-y communes.

Critique des données de Clairbois et de leur usage

Pour faciliter la compréhension, un extrait de la carte originale des lbxt selon Clairbois est reproduit à la figure 29. La revue critique des données est présentée pour chaque terrasse de l'amont vers l'aval, d'abord sur le flanc gauche de la vallée, puis sur le flanc droit. En matière de description, des extraits significatifs du texte de Clairbois sont rapportés de façon à ne pas déformer les données originales.

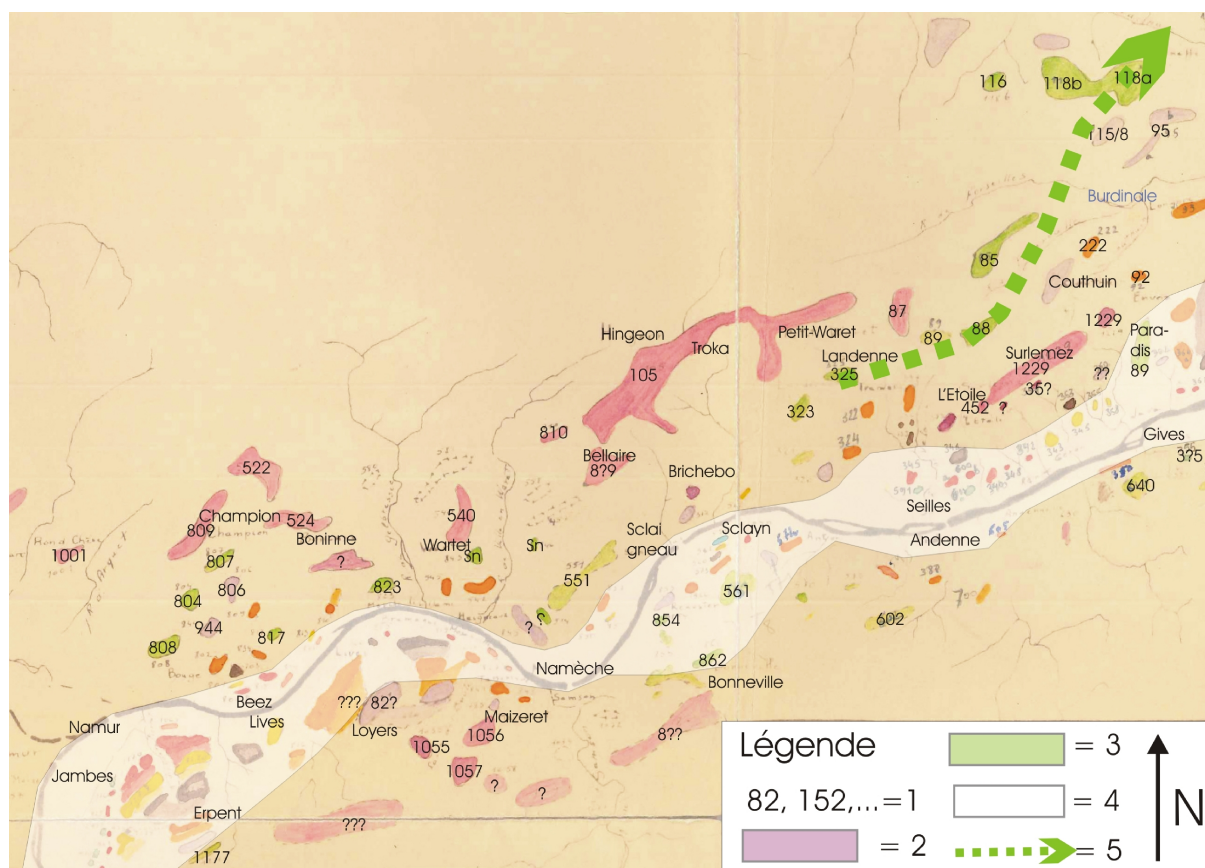


Figure 29. Extrait de la carte originale des lbxt selon Clairbois (1957) avec ajouts en surimpression. Légende : 1= numéros des lbxt sur la carte originale de Clairbois (?= illisible) ; 2= lbxt de T9 et de T9' ; 3= lbxt de T8 ; 4= Couloir des cailloutis q2m d'après Stainier (op. cit.) (« Couche du gravier du fond de la vallée (Quaternaire q3o) » + « Amas de gravier des terrasses inférieures (Quaternaire q2m) » et « Amas de gravier des terrasses supérieures (Quaternaire q2m) » ; 5= couloir hypothétique de T8-Onx.

La terrasse T9

La couleur violette est attribuée à ces lbxt sur la figure 28.

A Champion et Boninne, la terrasse comprend quatre replats (809, 522, 524 et Sn-sans n°-) dont l'auteur écrit : « Le sommet se trouve sur le replat qui culmine au Nord-Est de Champion à 212 m (522) ; les dragées sont assez rares en surface, le dépôt est plus dense à partir de 208 mètres sur le flanc oriental » ; « Au sud-Est, à Boninne, se dessine un autre replat, couvert de cailloux ; l'altitude est de 209 m (524) » ; « A la sablière Collet (Sud de Champion, 809), la base des graviers se fixe entre 195 et 200 mètres... ». On notera que sur le modèle, l'altitude de la base est commune et placée à ~207 m.

A Wartet-N (540) : « ...le sommet est de 202 m... mais les altitudes décroissent jusque 192 m. ». « M. Meunier a analysé les dépôts de Wartet... il en place la base vers 190 mètres. ». On notera que sur le modèle, la base du cailloutis est placée à ~207 m.

A Petit-Waret (105) : « M. Lorie a fait des recherches en plusieurs endroits vers 205 m, et à cette altitude M. Meunier signale la base du dépôt (exploitation de Petit-Waret) ». Il s'agit ici de la base du

cailloutis de la sablière Seressia (205 m) qui a donc été appliquée à l'ensemble du cailloutis de plateau, ce qui lui donnerait une épaisseur exceptionnelle de 11 m en fonction de l'altitude du toit que nous avons mesurée (216 m). Nous avons montré plus haut que le cailloutis de la sablière Seressia est en position remaniée.

A l'Etoile/Surlemmez (452) «... une personne nous a dit avoir atteint le substratum schisteux (puits),... que nous avons évalué ... à l'altitude de 212 mètres. ». Cette altitude adoptée pour la base du cailloutis est très proche de celle que nous proposons plus haut (213 m). Toutefois, il semble que le toit des sédiments marins Om ait été confondu avec le schiste par le rapporteur.

En résumé, sur le flanc gauche de la vallée, les altitudes adoptées par Clairbois, pour la base des différents lbxt de T9 sont arbitraires et les valeurs lues sur le modèle original ne correspondent pas aux valeurs proposées dans le texte. Le choix d'une contre-pente est abusif dans la mesure où elle n'est basée que sur une différence de niveau entre d'une part Champion (208 m, sur socle calcaire) et d'autre part Surlemmez (212 m, sur socle argilo-siliceux).

La terrasse T9'

Dans le texte de Clairbois, les lbxt de T9' sont en général présentés dans les chapitres intitulés T9, et en constatant sur le modèle que T9' est une vingtaine de mètres plus bas que T9, ce n'est souvent que par leur altitude inférieure à cette dernière qu'on peut les identifier.

Brichebo. « Au Nord-Est de Sclaigneau se situe un replat (396) recouvert de nombreux cailloux roulés (majorité de quartz) dont la base est un peu supérieure à 185 m. ». Cette cote s'accommode de l'altitude du cailloutis dans l'ancienne gravière de Brichebo, mais le socle étant dolomitique, elle doit être considérée comme une altitude minimale.

Surlemmez-S. Sur la retombée méridionale de la colline de Surlemmez, deux petits replats sont pris en compte (n°35?-illisible-a&b à ~200 m), mais la présence de cailloux n'y est pas mentionnée, et ils sont difficilement décelables sur la carte topographique de 1903 dont l'équidistance est de 1 m.

Couthuin. Un replat à l'extrémité NE de la crête de Couthuin (1229b à 200 m) est pris en considération, mais l'auteur écrit « les quelques cailloux qui s'y trouvent ne sont certainement pas en place ». Ceci était effectivement connu : « affleurement direct de cailloux blancs, avec beaucoup de gros rognons et de fragments de silex » (SvG270 ; Rutot, 1910). En résumé, la contre-pente proposée par Clairbois pour T9' n'est pas justifiée par les données utilisées.

Maizeret. « A l'Ouest et au Sud-Ouest de Maizeret se trouvent trois replats (1055, 1056, 1057)... leur surface qui culmine entre 188 et 190 m, est recouverte de nombreuses dragées... aucune coupe n'est visible... à Maizeret même se trouve un petit replat complètement dénudé à 184 mètres. » Compte tenu de l'épaisseur généralement pluri-décimétrique de la nappe de gravier Onx, le cailloutis devrait être en position primaire à 189-190 m, et remanié plus bas. On notera que sur le modèle, T9' passe à Maizeret à l'altitude de 187 m.

Synthèse. Parmi les replats qui font partie de la terrasse T9', ceux de Surlemmez-S et de Couthuin sont intégrés abusivement dans la mesure où les cailloux qui s'y trouvent ont été reconnus en position remaniée. Par contre, il existe effectivement une nappe de cailloutis sur le vaste replat dolomitique de Brichebo (185-187 m), et sur les trois replats de Maizeret entre 184 et 190 m sur socle schisto-

gréseux. La gravière de La Taillette (198 m) à Loyers-S n'existait peut-être pas dans les années 1950 ; elle n'est pas prise en considération par Clairbois ; sa position altimétrique (197-198 m) à Loyers serait intermédiaire entre celles de T9 (208 m) et T9' (181 m).

La terrasse T8

Il faut tout d'abord rappeler que cette terrasse, comme les autres, est reconstituée par la méthode de proche en proche de replats portant ou non un cailloutis. La couleur verte leur est attribuée sur la figure 27. La limite entre q2m et Onx dessinée par Stainier et vérifiée par nous, montre que T8 intègre à la fois des replats à Onx (808, 804, 807, 817, 823, ?-illisible-, 34?-illisible-, ?, 325, 89, 88, 85, 116, 118a&b) et d'autres à q2m (?54-illisible, 515 et 89). Le tracé de cette terrasse du flanc gauche de Landenne (Onx) au flanc droit (q2m de Sclayn 561) et son retour sur le flanc gauche (q2m de Paradis) est inacceptable en raison de la différence pétrographique. L'inventaire détaillé des lboxt attribués à T8 suit.

Les replats du flanc gauche

De Champion-S à Beez, quatre replats sont attribués à T8. Le replat 817 aujourd'hui disparu (carrière de Beez), était au sommet d'une colline interfluve à 171 m d'altitude (voir plus haut) au moment du travail de Clairbois qui écrit : « Le replat 817, où ne subsiste que quelques cailloux a été attaqué par l'érosion... ». Trois autres replats (808, 804 et 807) sont attribués à T8 : « les surfaces 807 et 804 sont en pente douce et couvertes d'éléments fluviatiles (moins nombreux sur le 804) et enfin le replat 808 qui totalement dénudé culmine à 172 mètres ». Dans les quatre cas, lorsque gravier il y a, il s'agit uniquement d'Onx dont nous avons montré l'extension jusqu'au moins 166 m (voir plus haut : Champion-Sud).

Landenne 323 et 325 : « ... deux lambeaux (325, 323) où la base des alluvions s'abaisse à 177 m environ... ils faisaient probablement partie de la branche amont d'un ancien méandre. » S'il est exact qu'une nappe de cailloutis Onx remanié existe sur les flancs du replat de Landenne, la masse en position primaire doit se trouver entre 183 et 185 m (voir plus haut).

Toutefois, à partir de Landenne, l'auteur envisage la possibilité d'un second bras de Meuse qui aurait rejoint en droite ligne le bassin de la Burdinale. Cette hypothèse n'a pas été reprise ni dans la publication de Clairbois (1959), ni dans les travaux ultérieurs. Les dépôts Onx étant rares et très localisés : (1) Replat 85 : « ... aucun éléments roulés n'y fut trouvé... sa surface est à 179 m » ; (2) Replat 88 : « ... une terrasse à 180 m. (88) ; sa surface est couverte d'alluvions... vers l'Ouest (89)...aucun cailloux roulés ne fut découverts. » ; (3) Replat 118a : « ... à sa limite inférieure vers 180 m, les cailloux roulés sont en général de petite dimension, sont en général éparpillés parmi les éléments anguleux arrachés au calcaire frasien. » ; (4) Replat 118b : « ...le limon semble épais. Les cailloux roulés sont peu nombreux. ». En conséquence, les Onx précités consistent probablement en dépôts de pente issus du plateau prolongeant la colline de Couthuin.

Paradis (81). «La terrasse... est couverte de cailloux roulés en assez grand nombre dont la base se situe à 180. ». Nous avons montré plus haut que la base du cailloutis est à 175 m, son toit à 179 m et nous avons rejoints Stainier sur son appartenance au q2m. Le raccord de Landenne à Paradis est

donc inacceptable d'un point de vue pétrographique et les altitudes des bases respectives qui ont été adoptées pour construire une contre-pente sont inexactes.

Sur le flanc droit, les renseignements disponibles sont laconiques :

Sclayn-S : « Sur le versant de Sclayn (rive droite), se trouve une très belle terrasse à 175 m (561) ; elle se prolonge par le lambeau de Bonneville (862), puis vers le hameau de Renoster (854)... »

D'Andenne jusqu'à Huy. « La rive droite ne possède aucun vestige de terrasse... cette rive ne compte que des niveaux d'aplanissement partiel », et l'auteur de poursuivre « Les aplanissements confirment le tracé du profil, qui indique aussi une contre-pente ; de 178 mètres à Andenne il passe à 183 mètres à Huy, l'écart avec la plaine alluviale actuelle est donc respectivement, de 103 et 111 mètres ». A chaque lecteur de juger de la pertinence d'une telle argumentation pour défendre une contre-pente de la rivière.

En synthèse, dans la reconstruction de la terrasse T8, Clairbois raccorde des dépôts Onx avec d'autres q2m, ce qui est inacceptable. La contre-pente attribuée à cette terrasse depuis Beez (Onx à 169 m) jusqu'à Paradis (q2m à 175-179 m) n'est donc pas fondée.

L'usage des données de Clairbois (1957) par Pissart (1975) et Pissart et al. (1997)

Les données de terrain de Clairbois (1957) ont été utilisées plus tard dans des travaux de synthèse. Pissart (1975) produit un modèle des terrasses de la Meuse depuis Pagny-sur-Meuse jusqu'à Maastricht. Il écrit : « La figure a été établie en tenant compte des données publiées par... A.M. Clairbois (1959)... », qui n'est qu'un résumé peu argumenté du travail original du même auteur (Clairbois, 1957) qu'il a évidemment consulté. Pissart et al. (1997) accordent la même confiance au modèle de Clairbois pour le tronçon d'Anseremme jusqu'à Liège. Dans les deux cas, les données détaillées n'ont fait l'objet d'aucune analyse critique. Nous nous limitons donc à publier à la figure 26, les profils scannés de Pissart (1975), et inchangés dans Pissart et al. (1997). On constatera simplement que la méthode du raccord géométrique de proche en proche de données identiques donne lieu à des choix différents. Toutefois, ici non plus, il n'a pas été tenu compte, ni de l'incompatibilité des cailloutis Onx vs q2m dans T8', ni de l'effondrement probable des replats (et leurs cailloutis éventuels) sur roches calcaires. Dans l'ensemble, on constate notamment que : (1) les choix de l'auteur conduisent à accroître la contre-pente de la terrasse Onx de Champion jusqu'à Huy ; (2) T9 intègre le lbt Onx de Landenne, mais n'en porte pas le label ; (3) T8' intègre les lbxt de Sclayn et de Paradis avec une base d'une dizaine de mètres inférieure à celle de la T8 de Clairbois. Dans les modèles de Pissart (1975) et Pissart et al. (1997), la contre-pente des hautes terrasses précitées constitue le flanc occidental d'une déformation anticlinale dont la retombée orientale est dans la région liégeoise.

6.1.3..Synthèse

Dans les modèles de terrasses mosanes du tronçon de Namur à Huy, le tracé des hautes terrasses repose sur des observations et une méthodologie qui ne justifient en rien de leur avoir attribué une

contre-pente. Dans le même sens, le basculement tectonique de la T. principale (q2m, sous 120 m ; Fourmarier, 1924) a ouvert la porte à une déformation tectonique qui s'est amplifiée d'un auteur à l'autre. Toutefois, cette contre-pente a déjà été formellement infirmée entre Seilles et Huy (Juvigné et al., 2013). Les modèles de hautes terrasses mosanes sont donc à revoir dans l'ensemble du modèle de référence de Clairbois (1957).

7..Conclusions

Des résultats d'études sédimentologiques de cailloutis Onx et q2m de la région comprise entre Namur et Huy ont conduit à préciser les conditions de la « transition pétrographique » évoquée dès la fin du 19^e siècle, et à développer l'évolution du bassin de la *Meuse de Dinant* depuis le plateau de Hesbaye namuroise jusqu'à l'arrivée du premier cailloutis q2m apporté à la faveur de la capture de la Semois survenue à Deville/France.

Le cailloutis Onx le plus élevé du plateau de Hesbaye (213-217 m, sur socle schisto-gréseux) présente un faciès marin qui atteste sa mise en place en milieu littoral et la probabilité que la *Meuse de Dinant* ait poursuivi son cours jusqu'à un littoral encore proche est préférée à son écoulement vers Liège. L'incision a eu lieu uniquement sur la retombée méridionale du plateau où la *Meuse de Dinant* a façonné une série de replats en gradin, en y abandonnant chaque fois du cailloutis Onx en épaisseur pluri-décimétrique. C'est à l'altitude de ~180 m à Couthuin lez Andenne sur socle schisto-gréseux (Houiller) que le lit de la *Meuse de Dinant* a été subitement envahi par un cailloutis q2m issu de la capture de la Semois survenue à Deville (France). Le même changement pétrographique est enregistré à Namur entre 165 et 168 m sur socle de roches solubles (calcaire et dolomie), si bien que l'on peut hésiter entre des effondrements karstiques dans cette dernière région, ou un basculement tectonique du tronçon impliqué.

Enfin, il a été montré que la capture de la Semois devrait avoir eu lieu pendant la première moitié du Pléistocène inférieur, mais en tous cas pas pendant le Miocène ni même le Mio-Pliocène, comme le dit la littérature depuis la moitié du siècle dernier. La capture de la Meuse lorraine étant postérieure à celle de la Semois ne peut non plus avoir eu lieu au Mio-Pliocène. Ceci implique la révision des captures qui entre Sedan et Revin ont conduit au réseau actuel ; ce sujet est traité séparément par Juvigné et al. (2020b).

8..Bibliographie

Bellièvre M., 1924-1925. Un nouveau gisement d'Onx de la planchette de Malonne. *Annales de la Société géologique de Belgique*, XLVIII : 94-97.

Bestel A., 1949. Les terrasses de la Meuse et de la Semois. La cuvette d'Haulme et la plaine de Lumes. *Bulletin de la Société d'Histoire naturelle des Ardennes*, 1949 : 36-42.

Briquet A., 1907. La vallée de la Meuse en aval de Liège. *Bulletin de la Société belge de Géologie, de Paléontologie et d'Hydrologie*, XXI, 347-364.

Briquet, A., 1922. Le Néogène du nord de la Belgique et des Pays-Bas et ses relations stratigraphiques. *Bulletin de la Société belge de Géologie, de Paléontologie et d'Hydrologie*, XXXII : G9-91.

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., Leuven.

Clairbois A.-M., 1957. *L'évolution du cours de la Meuse entre Liège et Anseremme au cours du Quaternaire*. Université de Liège, Laboratoire de Géographie physique. Mémoire de licence, 175 p.

Clairbois A.-M., 1959. L'évolution du cours de la Meuse entre Liège et Anseremme au cours du Quaternaire. *Annales de la Société géologique de Belgique*, 82, B213-233.

De Heinzelin J., 1963. Le réseau hydrographique de la région gallo-belge au Néogène. Essais de reconstitution. *Bulletin de la Société belge de Géologie, de Paléontologie et d'Hydrologie*, 72 : 137-148.

Dewez T., 1998. Influences néotectoniques sur la géomorphologie de la région de Huy : le méandre de Leumont et la butte d'Ombret. *Bulletin de la Société géographique de Liège*, 35 : 19-27.

Dolfuss G., 1900. Relations entre la structure géologique du bassin de Paris et son hydrographie. *Annales de Géographie*, IX : 313-339.

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

Forir, H., 1897-1898. Quelques mots sur les dépôts tertiaires de l'Entre Sambre et Meuse. *Annales de la Société géologique de Belgique*, XXV : M 33-39.

Fourmarier P., 1905. Le cours de la Meuse aux environs de Huy. *Annales de la Société géologique de Belgique*, 34 : M 219-236.

Fourmarier P., 1923. Sur la présence de galets oolithiques dans les graviers tertiaires de Cokaifagne (Sart-Lez-Spa). *Bulletin de l'Académie royale des Sciences de Belgique*, Classe des Sciences, 5^e série, T.9 : 198-202.

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.

Fourmarier, P., 1931. Observations sur l'âge des dépôts Onx de la carte géologique au 40.000e dans la région de Liège. *Annales de la Société géologique de Belgique*, LIV : B 274-287.

Hacken M., 1948. De Maasvallei Tussen Agimont en Namen. Morphologische Studie. Thèse inédite, Université Catholique de Louvain.

Juvigné E., Dimodica K., Houbrechts G. & Pirson S., 2013. La pente longitudinale de la terrasse principale de la Meuse revisitée de Seilles à Huy (Belgique). *Bulletin de la Société géographique de Liège*, 61, 69-80.

Juvigné E., Demoulin A., Houbrechts G. & Paulissen E., 2015. Des terrasses de fond de vallée de la Meuse dans la région de Huy (Belgique). *Bulletin de la Société géographique de Liège*, 65 : 27-50.

Juvigné E., Hatert F. & Bruni Y., 2020a. A propos de la détermination des chloritoïdes en frottis : le cas des alluvions de la Meuse et d'affluents ardennais. *Société royale des sciences de Liège*, soumis.

Juvigné E., Houbrechts G. et al., 2020b. De la Meuse de Dinant à la capture de la Meuse lorraine, en préparation.

Lohest M., 1896. Les dépôts tertiaires de l'Ardenne et du Condroz. *Annales de la Société géologique de Belgique*. XVII : 37-59.

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

Macar, P., 1945. La valeur, comme moyen de corrélation, des cailloux d'oolithe silicifiée et l'origine des graviers dits « Onx » des Hautes-Fagnes. *Bulletin de la Société belge de géologie, de Paléontologie et d'Hydrologie*, LIV : 214-253.

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

Meunier J., 1953. La « Traînée mosane »-Quelques résultats de recherches. Etude de géographie physique. Université de Liège. Travail de fin d'études, inédit, 55 p.

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.

Pissart A., 1961. Les terrasses de la Meuse et de la Semois. La capture de la Meuse de la Meuse lorraine par la Meuse de Dinant. *Annales de la Société géologique de Belgique*, 84 : 1-108.

Pissart A., 1975. *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. & 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.

Rigo M., 1935. Etudes des terrasses fluviales sur le versant sud de l'Ardenne. *Annales de la Société géologique de Belgique*, 59 : 1-30.

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.

Rutot, A., 1908. Sur l'âge des dépôts connus sous les noms de sable de Mol, d'argile de Campine, de cailloux de quartz blanc, d'argile d'Andenne et de sable à faciès marin noté Om dans la légende de la carte géologique de la Belgique au 40.000e. *Académie royale de Belgique, Classe des Sciences, Mémoire*, 2e série, t. II.

Stainier X., 1892. Note sur les terrains crétacés et tertiaires de Vezin. *Annales de la Société géologique de Belgique*, XIX : B 72.

Stainier X., 1894. Le cours de la Meuse depuis l'ère tertiaire. *Bulletin de la Société belge de Géologie, de Paléontologie et d'Hydrologie*, VIII : M 83-101.

Stainier X., 1901. Carte géologique de la Belgique, n°144, Namur, planchette 3-4.

Stainier X., 1901. Carte géologique de la Belgique, n°145, Andenne, planchette 1-2.

Stainier X., 1901. Carte géologique de la Belgique, n°155, Malonne, planchette 7-8.

Stainier X., 1926. Histoire de la Meuse quaternaire dans les environs de Huy. *Annales de la Société scientifique de Bruxelles*, 46, 272-285.

Stainier, X., 1936. Les dépôts fluviatiles tertiaires de la Haute-Belgique. Ann. Soc. Scient. Brux., LVI, série B, Mém. pp. 57-68 et 307-323.

Stevens Ch., 1922. Sur d'anciens tracés de rivières aux environs de Mézières. *Bulletin de la Société belge de Géologie, de Paléontologie et d'Hydrologie*, 32 : 28-32.

Van den Berg M.W., 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.

Van Straaten, L. M. J. U., 1946. Grindonderzoek in Zuid-Limburg. Medel. Géol. Stichting, ser. C, VI, n° 2, 146 p.

Van Straaten, L. M. J. U., 1947. *Etude quantitative des graviers de la Meuse*. La Géologie des terrains récents dans l'ouest de l'Europe, Bruxelles, pp. 142-151.

Van den Broeck, E., 1889. Les cailloux oolithiques des graviers tertiaires des hauts-plateaux de la Meuse. *Bulletin de la Société belge de Géologie, de Paléontologie et d'Hydrologie*, III : 404-411.

Van den Broeck, E., 1893. Coup d'œil synthétique sur l'Oligocène belge et observations sur le Tongrien du Brabant. *Bulletin de la Société belge de Géologie, de Paléontologie et d'Hydro.*, VII, p. V. : 208-320.

Van den Broeck E. & Rutot, A., 1888. De l'extension des sédiments tongriens sur les plateaux du Condroz, et de l'Ardenne et du rôle géologique des vallées d'effondrement dans les régions à zones calcaires de la Haute-Belgique. *Bulletin de la Société belge de Géologie, de Paléontologie et d'Hydrologie*, II : 9-25.

Remerciements. Nous adressons nos chaleureux remerciements aux entreprises Sagrex à Beez et Lhoist à Namèche qui nous ont assistés dans le prélèvement de cailloutis au niveau des découvertures de leur carrière, et à Monsieur Jacky Wéra, agriculteur à Paradis/Couthuin qui nous a offert toutes les facilités pour nos diverses tâches destinées à faire du lambeau de terrasse qu'il cultive, un site géomorphologique de référence.

Annexe. Distribution granulométrique du gravier et composition du gravier moyen des lbxt revisités.

