

HAUTES FAGNES

REVUE TRIMESTRIELLE DE LA SOCIÉTÉ ROYALE
"LES AMIS DE LA FAGNE"

ASSOCIATION SANS BUT LUCRATIF



Le sanglier, ce mystérieux mal aimé



Tout savoir sur les tiques



Les bornes gravées de la croix de Bourgogne

La diminution de la fréquence des galets de quartz au fil de l'incision de l'Ourthe supérieure

Etienne Juvigné, Geoffrey Houbrechts, Jean-Marc Marion et Jean Van Campenhout

Introduction

Dans un article de la présente revue, Juvigné *et al.* (2020) ont quantifié l'évolution de la fréquence des galets de quartz de 8 à 16 mm dans la plaine alluviale de rivières issues de Haute Ardenne. Dans le cadre de l'étude du site de La Belle-Roche, Juvigné *et al.* (2005) ont mis en évidence une diminution sévère de la fréquence des galets de quartz dans les terrasses de l'Amblève inférieure « en conséquence du dégagement progressif d'un manteau d'altération méso-cénozoïque développé dans les roches paléozoïques de l'Ardenne ». Dans une étude détaillée des terrasses supérieures de la Meuse entre Namur et Liège, Juvigné *et al.* (2020) ont attribué la chute brutale de la fréquence des galets de quartz à la capture de la Semois acquise par l'érosion régressive de la Meuse primitive descendant du flanc nord du Massif de Rocroi. Le présent travail constitue la première recherche pétrographique du genre consacrée à l'Ourthe ardennaise.

Origine des galets de quartz dans l'Ourthe ardennaise

Le bassin de l'Ourthe ardennaise se situe essentiellement dans les grès et les schistes du Dévonien inférieur (420 à 393 Ma) qui ont été infiltrés par des filons de quartz, notamment lors de l'orogénèse varisque/hercynienne (Dejonghe, 2008). On notera que les roches cambro-ordoviciennes les plus riches en filons de quartz n'affleurent pas dans le bassin de l'Ourthe ardennaise, mais des éléments détritiques de ces formations existent dans le

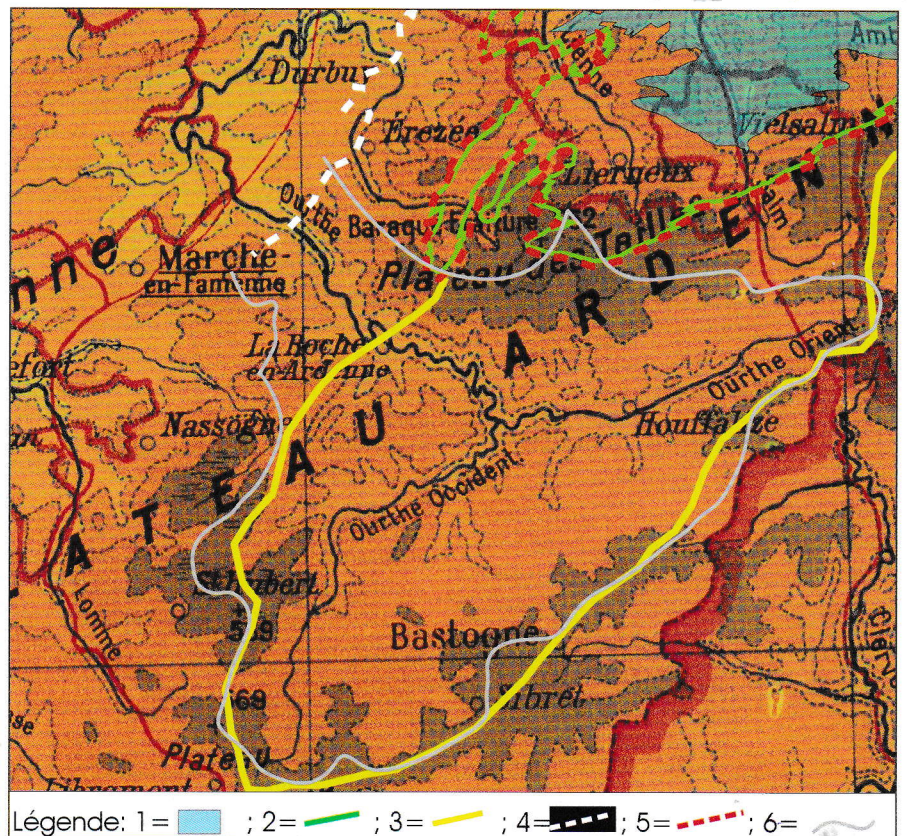


Figure 1. Localisation des roches à quartz par rapport au bassin de l'Ourthe ardennaise (extrait de Juvigné *et al.*, 2020). Légende : 1 = Zone d'affleurement des formations cambro-ordoviciennes du Massif de Stavelot dans lesquelles ont pris place de nombreux filons de quartz d'épaisseur jusqu'à pluri-décimétrique ; 2 = Contour du Massif de Stavelot, à savoir le contact discordant entre d'une part les roches cambro-ordoviciennes (affectées par les orogénèses calédonienne et varisque/hercynienne), et d'autre part les roches dévoniennes (affectées par la seule orogénèse varisque) ; 3 = Zone de fourniture de quartz par des filons qui ont infiltré les grès du Dévonien inférieur, au sud et au sud-est du Massif de Stavelot ; 4 = Formation conglomératique connue sous le nom de Formation de Burnot (Emsien supérieur) qui inclut le poudingue bien connu de Wéris. Sa désagrégation a fourni des galets de quartz blanc qui sont issus *in illo tempore* de l'érosion du socle cambro-ordovicien du Massif de Stavelot ; 5 = Poudingue de base du Dévonien inférieur, à savoir le Membre de Quareux situé à la base de la Formation de Marteau. Il est moins épais (entre 5 et 10 m) que le Poudingue de Burnot, et parfois localement absent. Il contient aussi localement de nombreux galets de quartz blanc provenant du socle cambro-ordovicien ; 6 = limite du bassin de l'Ourthe ardennaise.

Poudingue de Burnot qui est recouvert par l'Ourthe entre Hampteau et Rendeux, et aussi dans le poudingue de Quarreux traversé par le Noir Ru à Tailles (Fig. 1). Des éclats de tous ces filons ont donc toujours été fournis à l'Ourthe ardennaise à tous les niveaux de l'incision.

Le choix des lambeaux de terrasses fluviales utiles pour la recherche

En géomorphologie, le concept de *terrasse* désigne une ancienne plaine alluviale dans laquelle le cours d'eau s'est incisé au point que les crues les plus élevées ne

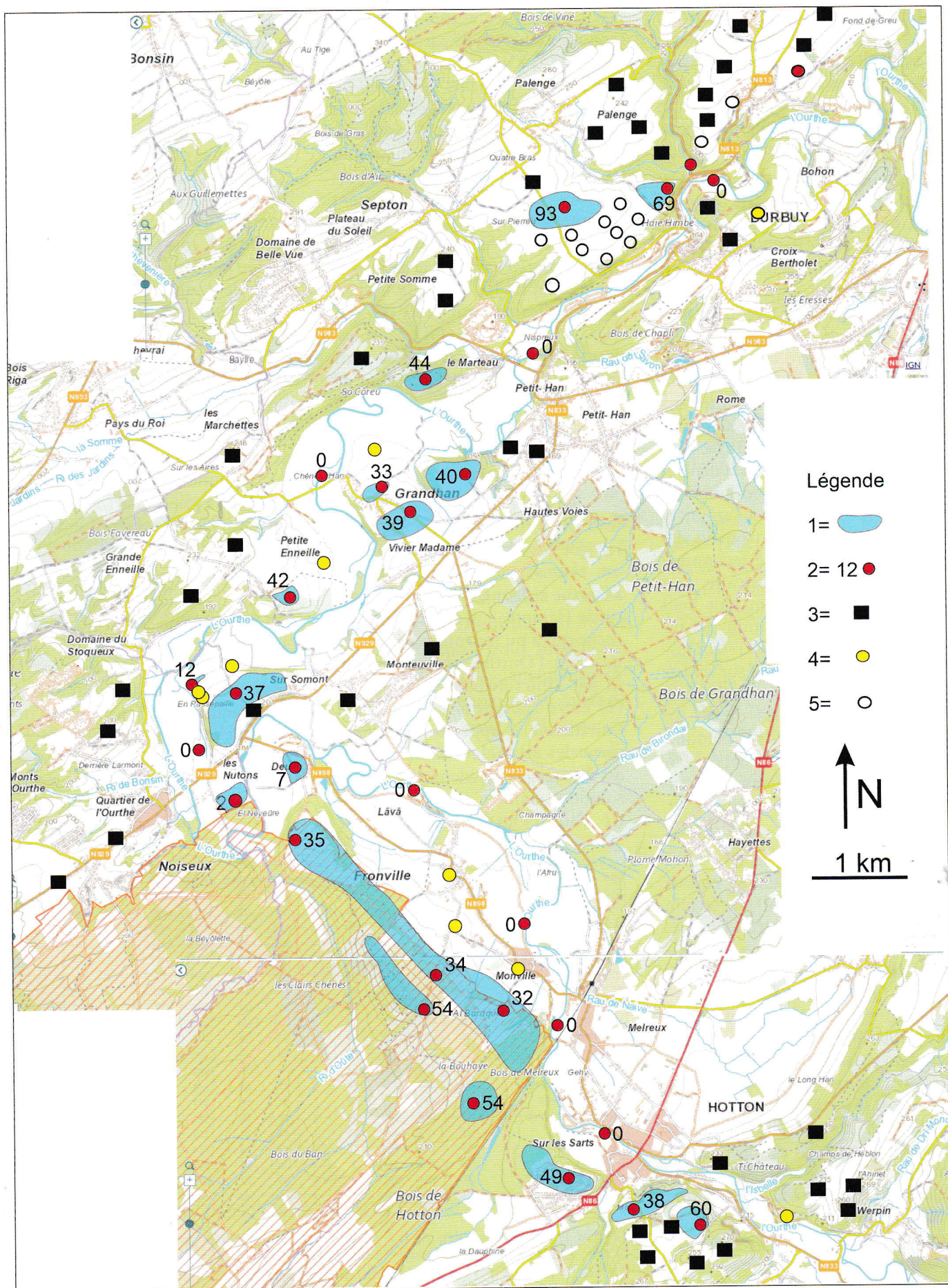


Figure 2. Les lambeaux de terrasses de l'Ourthe entre Hampteau et Durbuy d'après Sorée (1954) et Juvigné (1963). Légende : 1 = extension du lambeau de terrasse ; 2 = localisation des échantillons avec mention de la dénivelée par rapport à la plaine d'inondation (en mètre) ; 3 = replat exploré et reconnu sans galets ; 4 = cailloutis de l'Ourthe enfoui et inaccessible ; 5 = traces de galets issus d'un replat dominant. (SPW, 2021).

l'atteignent plus. Tout en s'incisant dans sa terrasse, la rivière l'érode aussi latéralement en ne laissant subsister que quelques lambeaux. Ceux-ci sont reconnaissables, s'ils ont conservé leur cailloutis composé notamment de galets (cailloux roulés).

D'après Alexandre (1956), les lambeaux de terrasses fluviales (lxtf) sont rares dans le bassin de l'Ourthe ardennaise où la vallée est particulièrement étroite notamment à l'amont de Marcourt. Nous avons vérifié la pertinence de cette donnée. Par contre depuis Hamp-teau jusqu'à Durbuy, les lxtf sont abondants et la plupart d'entre eux ont pu être échantillonnés. Sur les schistes de la Famenne, il ne subsiste aucun lambeau dont la dénivelée par rapport à la plaine d'inondation dépasse 54 mètres. A l'amont et à l'aval immédiat de ce tronçon, des lxtf plus élevés ont été reconnus : (1) deux sur terrain calcaire, l'un à Dozon/Hotton (60 m plus haut que la plaine d'inondation [60 m/pi]) ; l'autre à Sur Pierreux/Durbuy (93 m/pi) ; (2) un lxtf sur schiste noduleux à Haie Himbe/Durbuy (69 m/pi). En-dessous de 30 m/pi, plusieurs cailloutis sont enfouis sous une couverture de dépôts éoliens, et de ce fait, ils sont inaccessibles (Juvigné, 1977).

Méthodologie

Chaque échantillon est constitué par un seau (10 dm³) de terrain brut prélevé sous l'horizon labouré. Il a subi le traitement suivant : tamisage sous eau à 2 mm pour isoler le gravier (et la blocaille éventuelle) ; tamisage à sec du gravier pour obtenir la distribution granulométrique selon un pas de demi-phi (2 ; 2,8 ; 4 ; 5,6 ; 8 ; ... mm) ; extraction par tamisage de la fraction de 8 à 16 mm ; immersion de cette fraction dans une solution de HCl_{10%vol} et retrait immédiat des galets qui réagissent (carbonates) ; poursuite de l'attaque HCl_{10%} pour éliminer les vernis qui couvrent les galets insolubles ; détermination des galets.

La typologie adoptée est la suivante : carbonates (cf. ci-avant) ; **galets quartzeux**, à savoir les quartz purs et les galets avec traces de filon/veine de quartz, leur label commun

est Qz_{≤100%} ; les autres galets sont soumis à un essai de cassure sous la pression des doigts, et ils sont ainsi répartis en éléments résistants ou friables : (1) les galets résistants sont essentiellement des grès et schistes dévoniens, ainsi que des quartzites et phyllades sans traces de quartz ; (2) les galets friables consistent essentiellement en schistes le plus souvent frasniens. La fréquence des galets quartzeux est calculée sans tenir compte des éléments friables et des calcaires, soit $(100 * Qz_{\leq 100\%} / [Qz_{\leq 100\%} + \text{Groupe (1)}])$. De plus, les quartz purs ont été isolés pour être soumis à la détermination de l'émousé.

Signification de la fréquence des galets quartzeux

Sur le tronçon de Hamp-teau à Durbuy, on peut considérer que la composition du gravier est représentative du bassin de l'Ourthe ardennaise, car : (1) à partir de Hamp-teau, il n'existe aucune roche qui a pu fournir des éclats de quartz à l'Ourthe, ni directement, ni par l'intermédiaire d'affluents ; (2) entre Hamp-teau et Hotton, la Caestienne a apporté essentiellement des éclats de calcaire qui ont dû disparaître rapidement par dissolution, comme cela a été montré dans l'Ourthe inférieure par

Duchesne et Pissart (1985), et les éclats qui subsistent sont parfaitement identifiables lors du traitement des échantillons (voir plus haut) ; (3) à partir de Hotton, la rivière s'écoule essentiellement sur des terrains schisteux très friables (schistes frasniens) qui n'apportent que peu d'éléments supérieurs à 8 mm ; (4) les affluents sont peu nombreux, courts et de faible débit si bien qu'ils n'influencent pas de façon déterminante la composition du gravier apporté par l'Ourthe ardennaise.

Indice de fréquence des galets quartzeux

Le résultat des déterminations est présenté dans le tableau 1 et la distribution des indices de fréquence des galets quartzeux dans la série de terrasses est représentée à la figure 3.

On constatera d'abord qu'à chaque niveau de terrasse, voire au sein d'un même lambeau, l'indice peut varier dans une fourchette qui peut atteindre 15 %. Néanmoins, la tendance générale à la diminution de la fréquence en fonction de l'incision de la rivière est évidente. La part des galets quartzeux ne dépasse pas 20 % sous 30 m de dénivelée, 30 % sous 54 m, et elle excède 60 % à partir de la dénivelée minimale de

Site	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L	I	
	N° site	Alt. éch.	Alt. pi	Déniv.	Nb éch	Qzp	Qz<100%	QP.GSr	n=	Fr	Ca	n= % (E+F)/H	
Durbuy/Sur Pierreux	1	240	147	93	4	672	98	68	838	4	30	940	91,9
Durbuy/Haie Himbe	2	215	146	69	3	268	97	164	529	1	21	627	69,0
Hotton/Dozon	3	240	180	60	3	418	114	311	843	0	57	957	63,1
Camp militaire S.226	4	226	172	54	2	146	63	819	1028	0	3	1091	20,3
Camp militaire N.228	5	228	174	54	2	98	80	662	840	0	0	920	21,2
Hotton-Sart	6	222	177	45	1	41	16	214	271	0	34	287	21,0
Le Marteau	7	194	151	43	3	124	83	874	1081	4	2	1168	19,1
Petite Enneille	8	198	156	42	3	80	61	686	827	0	3	888	17,0
Grandhan/Tcheyeneu	9	190	151	39	3	176	131	1083	1390	3	2	1524	22,1
Grandhan-plateau	10	191	152	39	1	39	30	228	297	0	0	327	23,2
Hotton-cimetière	11	217	178	39	3	98	43	395	536	6	2	585	26,3
Monteuville	12	195	158	37	1	79	46	289	414	0	0	460	30,2
Deulin/Bois-les-Dames	13	200	167	33	1	46	35	241	322	1	0	358	25,2
Monville-Fronville	14	204	172	32	1	44	18	297	359	0	2	377	17,3
Grandhan/cimetière	15	185	153	32	1	55	18	181	254	12	0	284	28,7
Monville	16	205	173	32	1	46	24	312	382	10	0	416	18,3
Noiseux.Passepaille	17	170	158	12	3	44	18	734	796	256	0	1070	7,8
Deulin bas	18	173	164	9	3	126	66	994	1186	0	0	1252	16,2
Noiseux-Nutons	19	163	161	2	3	99	32	975	1106	22	0	1160	11,8
Plaine alluviale	s.o.	s.o.	s.o.	0	8	223	165	2495	2883	103	81	3151	13,5

Tableau 1. Nature des galets de 8 à 16 mm livrés par l'Ourthe ardennaise. Abréviations : N°site = numéro du site pour la mesure de l'indice d'arrondi (voir plus loin) ; Alt. éch. = altitude de l'échantillon ; Alt. pi. = altitude de la plaine d'inondation en contrebas du site de prélèvement ; Déniv. = dénivelée en mètre de l'échantillon par rapport à la plaine d'inondation ; Nb éch. = nombre d'échantillons par site de prélèvement ; Qzp = quartz pur ; Qz<100% = galet avec traces de filon/veine de quartz ; QP.GSr = quartzite sans filon de quartz, phyllade, galets de grès ou de schiste résistant à l'essai de cassure manuelle ; (D+E) % = fréquence moyenne des galets quartzeux par site de prélèvement ; Fr = galet friable ; Ca = calcaire ou dolomie.

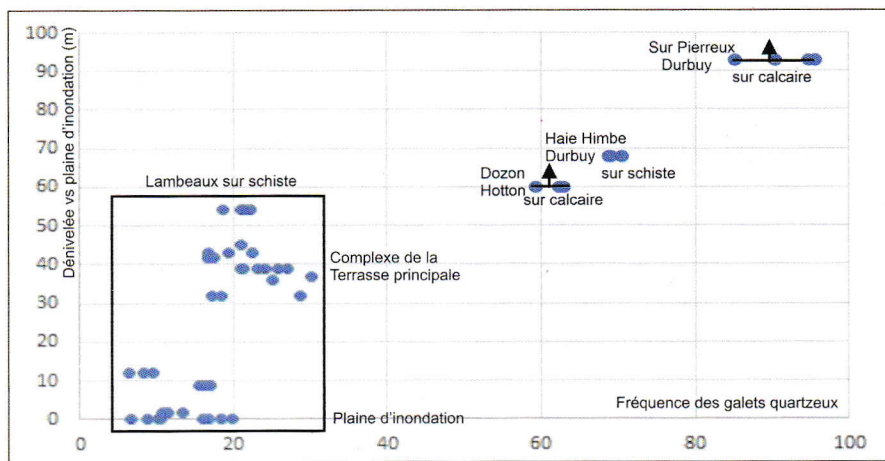


Figure 3. Evolution de la fréquence des galets quartzeux dans les terrasses de l'Ourthe de Hampteau à Durbuy en fonction de la dénivelée de l'échantillon par rapport à la plaine d'inondation. Explications : (1) ce graphique rapporte les valeurs individuelles de l'indice de fréquence des échantillons dont la seule moyenne est présentée dans le tableau 1 ; (2) à Sur-Pierreux et à Dozon, la karstification implique qu'il s'agisse de dénivelée minimale pour les terrasses correspondantes.

62 m (à Dozon). Le manque de sites disponibles dans certaines tranches, de dénivelée et l'incertitude sur la position originelle des lambeaux sur calcaire n'empêchent pas de conclure que la régression de la fréquence des quartz est de type logarithmique avec une régression sévère au-dessus de la dénivelée de 54 m.

L'émoissé des galets de quartz

Les observations relatives à l'émoissé portent uniquement sur les galets de quartz purs de 8 à

16 mm. L'indice d'arrondi de Wadell a été déterminé, et l'état de la surface (microrelief et polissage) a été estimé à l'œil nu. Dans la mesure où la mer tongrienne a immergé le bassin de l'Ourthe (au moins jusqu'à Hotton), nous produisons également des renseignements relatifs à l'émoissé marin des galets de quartz du plateau de Hesbaye de façon à estimer la part éventuelle de tels galets remaniés dans les terrasses de l'Ourthe.

Indice d'arrondi de Wadell (I_w)

Cet indice a été déterminé par l'analyse informatique d'image selon la méthode de Roussillon *et al.* (2009). Les valeurs moyennes par site de prélèvement sont rapportées dans le tableau 1 et la figure 4A. Dans les terrasses de l'Ourthe supérieure, tous les indices moyens des différentes distributions sont compris entre 0,665 et 0,713, tandis qu'en Hesbaye ceux des galets de quartz à émoissé marin sont nettement distincts ($0,735 < I_w < 0,774$). Toutefois, des distributions de valeurs individuelles de chaque type d'arrondi montrent une large superposition des histogrammes. La figure 5 permet de visualiser la différence de l'arrondi des galets des deux populations.

Forme et état de surface des galets (Fig. 5). La majorité des galets de quartz pur des terrasses de l'Ourthe supérieure présente des cassures multiples à arêtes vives et des faces rugueuses (micro-relief très irrégulier), et une importante minorité (jusqu'à un tiers) possède au moins partiellement des faces et des courbures lisses. Aucune variation stratigraphique régulière des parts de tels galets n'a été reconnue dans la série de terrasses. Les galets

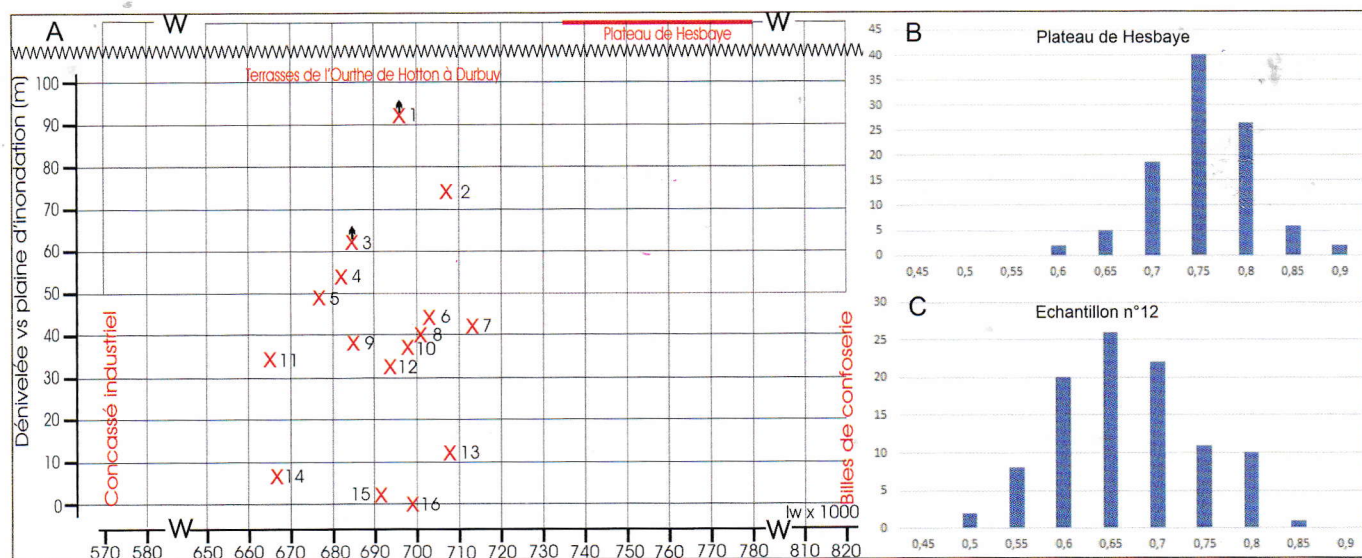


Figure 4. (A) Pour l'Ourthe ardennaise, l'indice d'arrondi de Wadell (I_w) des quartz purs de 8 à 16 mm, déterminé par la méthode de Roussillon *et al.* (2009). Explications : (1) à titre indicatif, nous proposons deux indices de référence d'une part pour du grès concassé industriel ($I_w = 0,570$) et d'autre part pour des billes de confiserie ($I_w = 0,820$) ; des sphères parfaites donneraient l'indice 1 ; (2) pour les terrasses de l'Ourthe supérieure, les croix représentent la valeur moyenne de la distribution pour un site ou de plusieurs sites de dénivelée identique en cas de récolte insuffisante (notamment dans la plaine alluviale et les basses terrasses) ; (3) les numéros des sites sont ceux du tableau 1 ; (4) les valeurs de l'indice I_w pour les galets à émoissé marin du plateau de Hesbaye sont rapportées pour illustrer la différence entre l'arrondi fluviatile et l'arrondi marin. (B et C) Distribution des valeurs individuelles de I_w des galets pour deux échantillons, l'un représentant l'arrondi marin (plateau de Hesbaye), l'autre l'arrondi fluviatile (Ourthe, échantillon n°12).

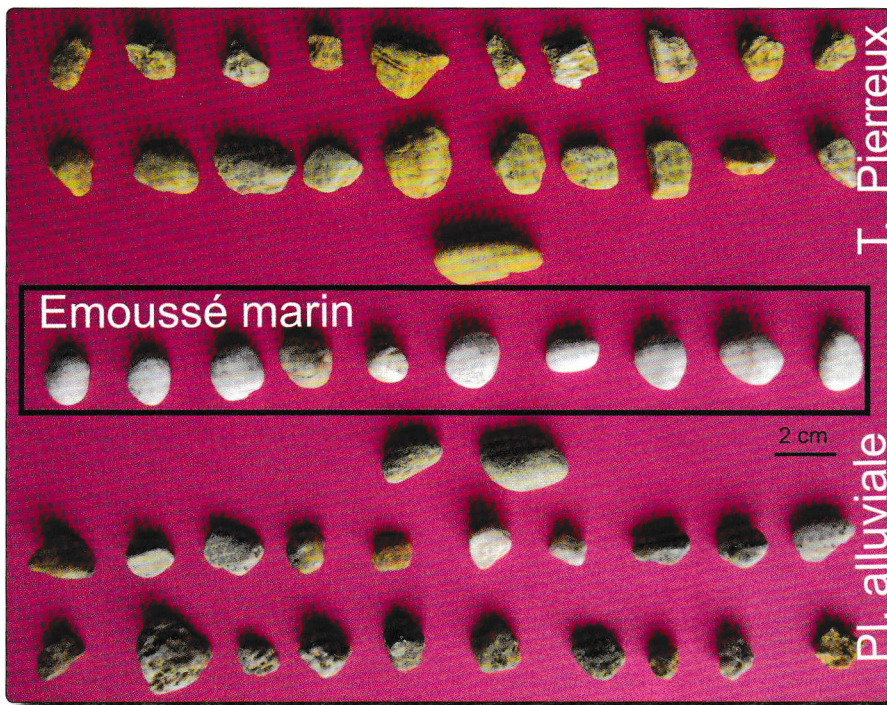


Figure 5. Forme et état de surface de galets de quartz purs de 8 à 16 mm pour des niveaux extrêmes de l'Ourthe supérieure (T. de Sur-Pierreux/Durbuy et plaine alluviale de l'Ourthe à Grandhan). Explication : dans chaque cas, un ou deux galets ovoïdes et lisses sont isolés, la rangée mitoyenne est faite de galets partiellement arrondis et lisses, l'autre rangée est faite de galets dont l'entièreté de la surface est très irrégulière ; les galets à émoussé marin (ovoïdes et lisses) du plateau de Hesbaye (plateau de l'aéroport de Liège) sont présentés pour illustrer la comparaison.

à émoussé marin ont des formes ovoïdes à surface lisse et dans l'ensemble des terrasses étudiées, la part de tels galets n'excède pas 2 %.

Commentaire. La mer tongrienne a dû produire des galets de quartz ovoïdes à surface lisse par ses *allées et venues* sur sa plage à l'aplomb de Hotton, où elle se trouvait à l'altitude actuelle de ~400 m. Cependant, il nous faut constater que les galets de quartz de type marin n'existent qu'en traces dans les terrasses étudiées, même dans la plus élevée à Sur-Pierreux (241 m). D'une part à Hotton, une incision de ~160 m a eu lieu entre les deux niveaux précités, si bien que de remaniement en remaniement au fil de l'incision la réserve originelle de tels galets a pu devenir quasi nulle. D'autre part, il n'est pas démontré que l'Ourthe ardennaise n'a pas été capable de produire exceptionnellement un tel émoussé. On ne peut donc pas conclure à la présence dans les terrasses de l'Ourthe supérieure, de quartz issus des dépôts marins tongriens qui ont existé à l'aplomb de Hotton et environs, il y a 33 Ma.

Comparaison avec l'Amblève inférieure

Dans le cadre d'une étude morpho-sédimentaire du site de La

Belle Roche (Juvigné *et al.*, 2005), l'évolution de la fréquence des galets de quartz dans des ltxf de l'Amblève inférieure a produit les valeurs représentées dans la figure 6. Celle-ci montre que l'on peut attendre une diminution sévère de la fréquence des quartz entre 55 et 87 m plus haut que la plaine d'inondation.

Comparaison avec la Meuse

Stainier (1894) a distingué dans les hautes terrasses de la Meuse entre Namur et Engis un changement pétrographique qui l'a conduit à distinguer les graviers Onx (Tertiaire), des graviers q2m (Quaternaire). Les premiers consistent essentiellement en galets de quartz à émoussé marin de taille nettement inférieure aux seconds dans lesquels entrent en scène une large variété de gros galets de quartzite, phyllade et grès. Juvigné *et al.* (2020) cernent ce changement pétrographique dans une dénivellée de ~7 m à Couthuin, et ils attribuent l'entrée en scène du gravier q2m à la capture de la Semois par la Meuse de Dinant. Juvigné *et al.* (2023) cernent le même changement pétrographique entre 165 et

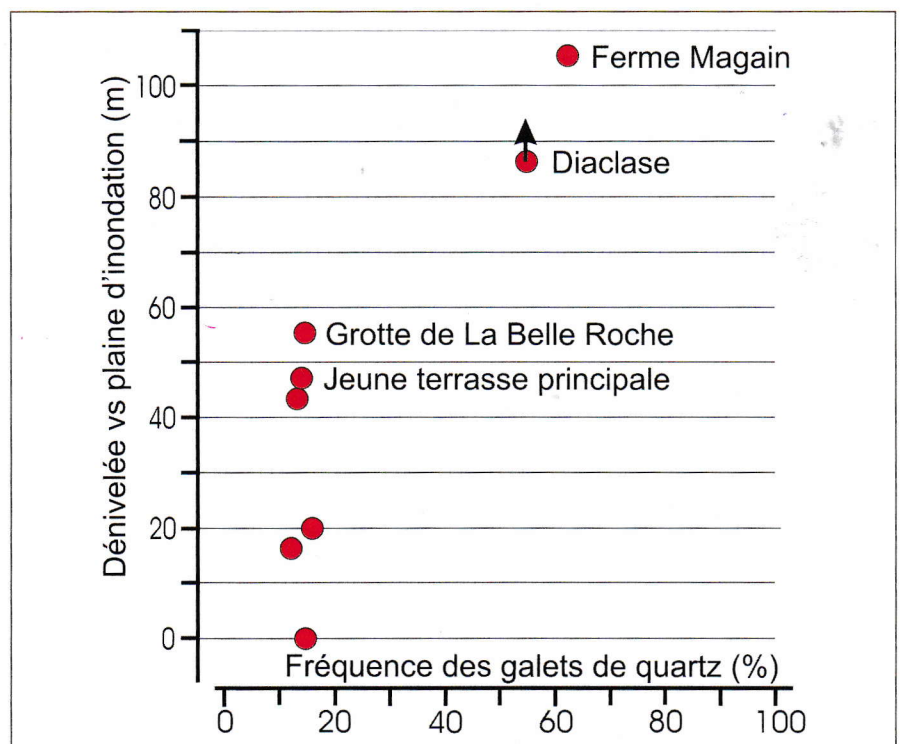


Figure 6. Evolution de la fréquence des galets de quartz dans des terrasses de l'Amblève inférieure dont celle de la grotte de La Belle-Roche (d'après Juvigné *et al.*, 2005). Explications : (1) il s'agit ici de galets de quartz dont la longueur est comprise entre 23 et 64 mm ; (2) la dénivelée des échantillons est rapportée par rapport à la plaine d'inondation en contre-bas à 103 m.

170 m dans une succession de lxtf à l'amont immédiat de Liège (Fig. 7).

Interprétation de la diminution de la fréquence des galets quartzeux

Au cours du deuxième voyage de l'Odyssée de l'Ourthe, Demoulin et Juvigné (2024) ont rapporté que les roches ardennaises ont subi une altération physico-chimique intense sur plusieurs dizaines de mètres de profondeur, au cours de longues périodes de climat particulièrement chauds et humides qui ont existé entre le début du Crétacé et le Miocène. Dans ces conditions, les quartzites et les grès sont redevenus du limon sableux, et les phyllades et schistes de l'argile. Par contre, les filons de quartz ont résisté à ces agressions tout en se débitant en éclats. Ce complexe de roches altérées s'appelle une *saprolite*. La figure 7 montre un vaste lambeau de saprolite qui à Transinne (Libin), n'a pas encore été entièrement érodé.

Par ailleurs, on constate aujourd'hui que le ruissellement à grande échelle a évacué l'essentiel de la saprolite vers la mer, en abandonnant notamment des quantités très élevées de galets de quartz dans les terrasses successives des cours d'eau. Lorsque la saprolite était traversée, les rivières ardennaises retrouvaient les roches paléozoïques non altérées, et le gravier q2m entrainait en scène en forte quantité dans les terrasses. Cette interprétation du

changement pétrographique identifié dans les vallées de l'Ourthe, de l'Amblève et de la Meuse (entre Namur et Liège) invite à revisiter la façon dont la Meuse a traversé le Massif de Rocroi, puisque Juvigné *et al.* (2020) l'ont attribué, peut-être à tort, à la capture de la Semois par la Meuse de Dinant.

Conclusion

La diminution de la fréquence des galets de quartz dans les terrasses successives de l'Ourthe, de l'Amblève et de la Meuse traduit l'épuisement de l'épaisse saprolite qui s'est développée pendant des périodes de climat particulièrement chaud et humide entre le début du Crétacé et le Miocène. C'est au niveau des hautes terrasses (Quaternaire ancien) que les galets des diverses roches résistantes du socle paléozoïque non altéré sont entrés en scène, réduisant ainsi la fréquence des quartz.

Bibliographie

- Alexandre J., 1957. Les terrasses des bassins supérieurs de l'Ourthe et de la Lesse. *Annales de la Société géologique de Belgique*, 80 : 317-332
- Dejonghe L., 2008. Carte Géologique de Wallonie à l'échelle 1/25000, planchette Hotton-Dochamps, 55/5-6 et Notice explicative, 88 p. Ministère de la Région Wallonne, DGRNE, Namur.
- Demoulin A. et Juvigné E., 2024. L'Odyssée de l'Ourthe : deuxième voyage, à la recherche du plus lointain ancêtre de l'Ourthe. *Hautes Fagnes*, 336 : 26-30.
- Duchesne F. et Pissart A., 1985. Valeur statistique des comptages de cailloux de différentes lithologies. *Bulletin de la Société Géographique de Liège*, 21 : 13-23.

Juvigné E., 1963. *La région du coude de l'Ourthe à Noisieux. Étude de géomorphologie. Contribution à l'élaboration de la carte géomorphologique de la Belgique*. Mémoire de licence en Géographie physique, inédit, Université de Liège, 93 p. et 1 annexe.

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

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

Juvigné E., Houbrechts G. et Van Campenhout J., 2020. Changement pétrographique majeur dans les hautes terrasses de la Meuse entre Namur et Huy (Belgique) à la suite de la capture de la Semois. *Bulletin de la Société géographique de Liège*, 75 : 5-27. <https://popups.uliege.be/0770-7576/index.php?id=6077>

Juvigné E., Houbrechts G., Van Campenhout J. & Willems L., 2023. Changements sédimentologiques dans les hautes terrasses de la Meuse à l'amont immédiat de Liège (Belgique)», *Bulletin de la Société Royale des Sciences de Liège*, 92/1 : 188 - 217 <https://popups.uliege.be/0037-9565/index.php?id=11507>.

Sorée J., 1954. *Les niveaux d'aplanissement et les terrasses de la Famenne orientale*. Mémoire de licence inédit, Laboratoire de Géographie physique, Université de Liège, 95 p.

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.

SPW (2021). *Carte topographique, Relief de la Wallonie*. Service Public de Wallonie. Géoportail de la Wallonie. <https://geoportail.wallonie.be/walonmap#BBOX=225220.1572110043.228448.28650856545.106490.14519836754.107997.90073237754>

Photo de la carrière de Transinne : <https://www.quarrylifeaward.com/en/quarries/transinne#82547-1>

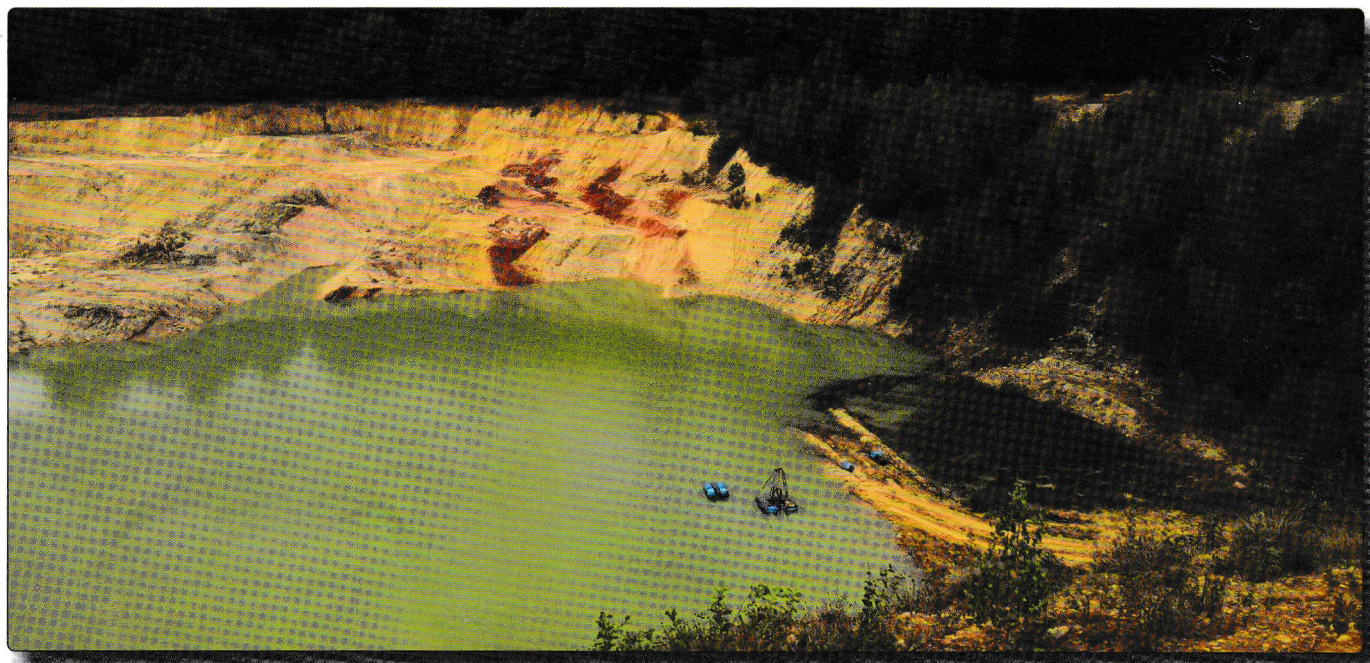


Figure 7. La saprolite kaolinique de la carrière de Transinne (Heidelberg Materials) ; elle s'est formée au début du Crétacé.