

Les karsts de la carrière des Calcaires de Florennes

Marc Bertrand¹, Yves Quinif², Gilles Quinif³, Ir Cécile Havron⁴

¹ Géologue à la carrière des Calcaires de Florennes. marc.bertrand@calcairesdeflorennes.be.

² ESCM, UMons. Yves.quinif2@gmail.com.

³ havqui@gmail.com.

⁴ Directrice Département BTP, Services Géotechnique et Construction. c.havron@bcrc.be.

Résumé

L'article décrit les différents phénomènes karstiques mis au jour par l'exploitation de la carrière des Calcaires de Florennes. Cette carrière est de type « carrière trou ». Elle creuse profondément le plateau de Florennes pour exploiter les calcaires viséens, ici en position de stratification verticale. Cinq types de formes et dépôts ont été mis en évidence. (i) Des fantômes de roche aquifères ont été recoupés sur le front ouest. Le soutirage hydrogéologique de la nappe a provoqué des effondrements dans la vallée du ruisseau des Récollets. (ii) Des cryptokarsts accidentent la partie superficielle du massif. Connus de longue date, ces cryptolapiaz et cryptodolines sont remplis de sables, dont ceux de l'Eocène terminal. (iii) Une formation grise a été découverte au sommet du front NE, série de lutites à la lithologie allant des carbonates aux aluminosilicates.

Elle remplit une cavité et montre une stratification un peu oblique de type lamines. Aucune datation n'a encore pu être trouvée. (iv) Une grosse brèche calcaire fut dévoilée par le recul du flanc est. Elle est constituée de blocs allant de fragments de plusieurs mètres à des galets anguleux. Elle remplit des volumes s'allongeant dans le sens de la stratification. (v) Enfin, au niveau du sol du premier étage, une grotte a été ouverte. Son plancher renfermait une formation stalagmitique qui a pu être suivie sur 25 mètres avant de disparaître en même temps que la cavité remonte. Elle est surmontée par un remplissage total argileux bicolore : vert et rouge. Malheureusement, nous n'avons pas encore pu obtenir de datation pour ce spéléothème.

Mots clés : paléokarsts, carrière, fantômes de roche, cryptokarsts.

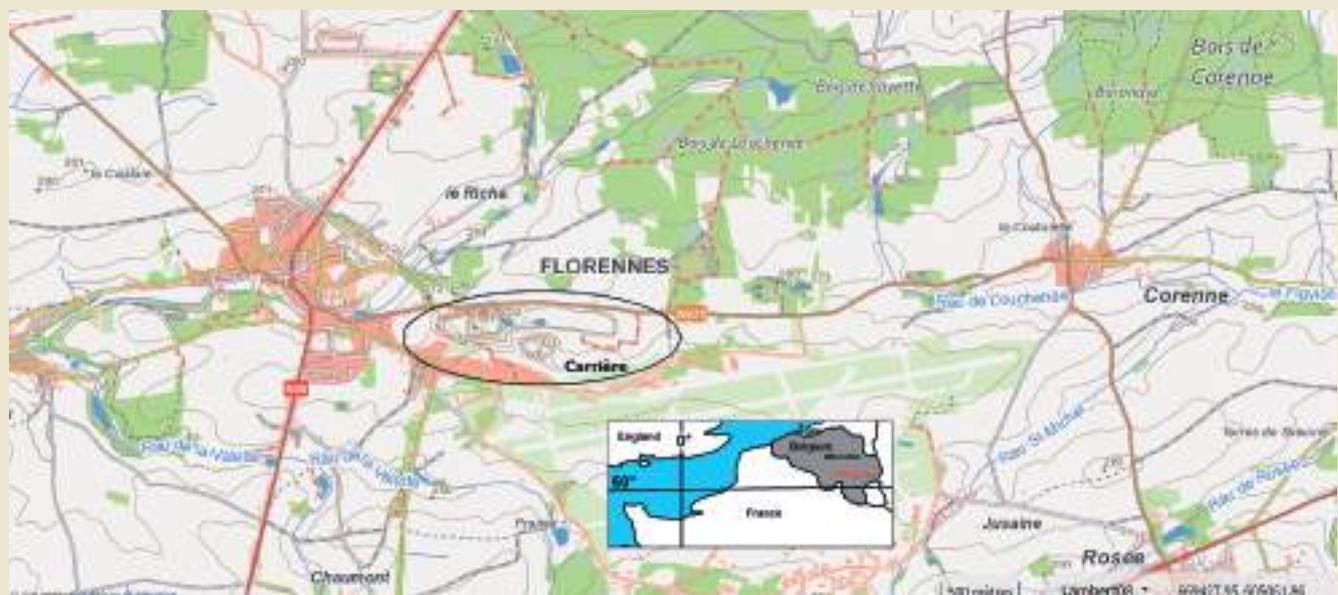


Figure 1. Localisation de la carrière des Calcaires de Florennes.

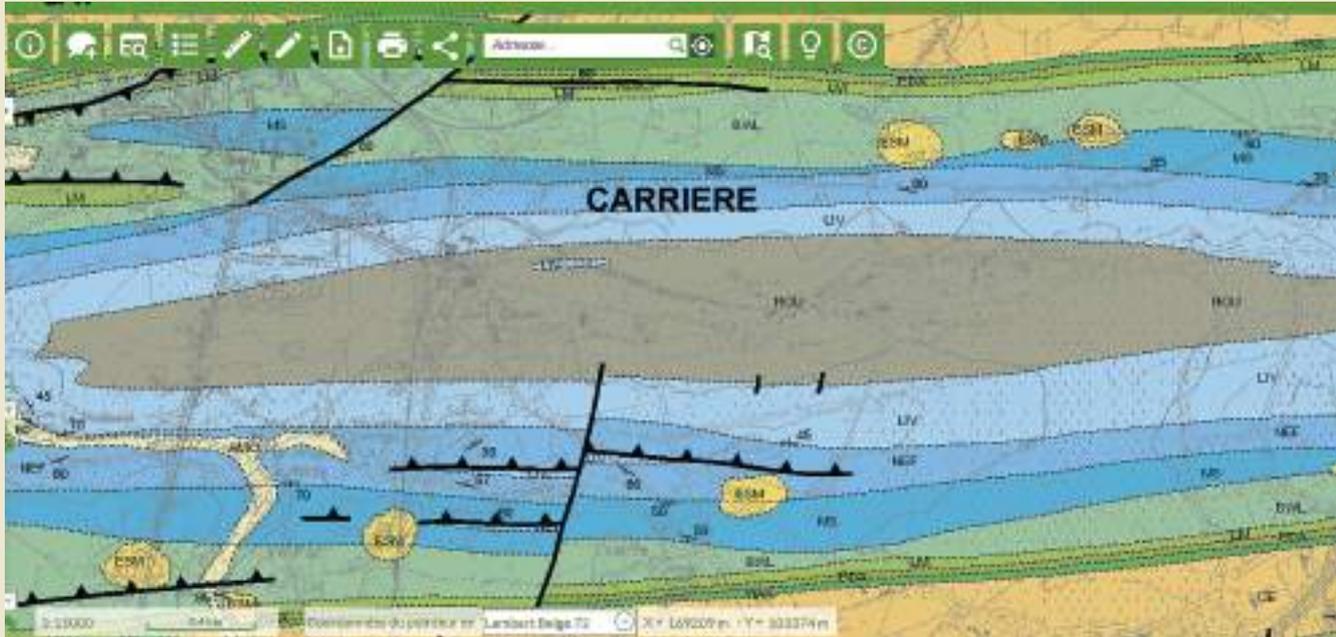


Figure 2. Carte géologique des environs de la carrière. HAS, PDA, LM : Formations tournaisiennes. BWL : regroupement des formations de Bayard, de Waulsort et de Leffe du Viséen. MS : formations de la Molinee et de Salet. NEF : formation de Neffe. LIV : formation de Lives. HOU : groupe Houiller. ESM : dépôts cryptokarstiques.

(De : <https://geoapps.wallonie.be/Cigale/Public/#CTX=CGEOL#BBOX=27680.975361950725,302319.0246380493,19334.99491998984,180665.00508001016>)

I. Introduction

Les carrières, particulièrement dans les carbonates, sont de puissants outils de pénétration à l'intérieur d'un massif. Elles dévoilent en particulier des phénomènes karstiques de toutes natures. C'est ainsi que la notion de fantômes de roche a pris naissance dans les carrières du Tournaisis et de Soignies (Quinif, 2010). L'intérêt principal, hormis celui de la découverte de nouvelles formes et dépôts karstiques, réside dans l'objectivité de l'observation. La carrière avance dans le massif, nonobstant les particularités des karsts. Le spéléologue, en avançant dans une galerie, est « conduit » par cette galerie ; ses observations ne sont que partielles au niveau du massif. Cette carence se marquera dans ses raisonnements. Le suivi d'un front de carrière offre au chercheur une vision complète des phénomènes dans cette portion du massif.

La carrière des Calcaires de Florennes (CdF) exploite les calcaires du Viséen au sein du synclinal de Florennes. C'est une « carrière – trou » creusée à partir du plateau de Philippeville. Durant l'avancée de la carrière, plusieurs formes et dépôts karstiques ont été dévoilés. Cet article se propose de les décrire en étudiant les conséquences de leur présence sur la paléogéographie de la région.

II. Le site : géographie et géologie

La carrière se situe dans un paysage de plateau à la ligne de partage des eaux de plusieurs ruisseaux alimentant vers l'ouest et le nord la rivière Yves et à l'est le Flavion (figure 1). Cette situation privilégiée mettra en évidence des problèmes intéressants dans le cadre de l'évolution géologique et karstique de la région.

La carrière exploite les calcaires du Viséen. Trois formations sont présentes (d'après la carte géologique de Wallonie, planche : Philippeville - Rosée (53/5-6) ; Boulvain F. et Marion J.M., 1994).

A. Lithostratigraphie

La carrière exploite essentiellement à l'heure actuelle les calcaires du Viséen. Ce dernier comprend les formations de la Molinee, de Salet, de Neffe, de Lives et de la « Grande Brèche » (annexe 1). Les calcaires sont parfois dolomités. Ils sont suivis du Namurien constitué de schistes, de schistes gréseux et de phanites noirs.

En couverture du massif, largement érodé, on rencontre des formations cénozoïques piégées dans les cryptokarsts. Dans le grand cryptokarst de Florennes, à l'est de la carrière, on trouve la succession lithologique suivante : substrat carbonate ; argiles d'altération ; sable blanc bioturbé ; sédiments sablo-argileux et/ou argiles laminaires grises contenant parfois des zones tourbeuses à abondants débris de plantes (troncs de Taxodium) ; sables jaunes à stratifications entrecroisées et chenaux. Nous reviendrons sur ce type de karst.

B. Tectonique

La carrière se situe sur le flanc nord du synclinal d'Anthée – Philippeville. La stratification y est subverticale.



Figure 3. Front est. Les calcaires de Neffe se situent à gauche du front. Photo : Marc Bertrand.

Annexe 1

1. Regroupement des Formations de la Molinee et de Salet

La Formation de la Molinee consiste principalement en calcaires fins noirs (mudstones, wackestones), souvent en bancs d'épaisseur décimétrique. La dolomitisation peut envahir la formation de manière très irrégulière (dolomie noire). Des cherts de couleur foncée sont quelquefois présents. La Formation de Salet est de lithologie relativement hétérogène, avec des calcaires crinoïdiques gris foncé, des calcaires relativement grenus noirs et de la dolomie grise.

2. Formation de Neffe (NEF)

Il s'agit de calcaires massifs beiges clair en bancs métriques (packstones et grainstones à bioclastes et foraminifères, souvent micritisés ou encroûtés) avec des passées de calcaires plus sombres. Dans la carrière, on observe, de bas en haut – c'est-à-dire de gauche à droite sur le front est, vu le pendage subvertical - la coupe suivante.

- 25 m de calcaires grenus (grainstones) beiges à bioclastes micritisés millimétriques.
- 13 m de même faciès, mais avec des bioclastes micritisés de taille inframillimétrique.
- 4 m de calcaires grenus beiges à oncoïdes et bioclastes pluri-millimétriques.

- Une quinzaine de mètres de calcaires grenus gris à grains micritisés millimétriques, foraminifères et lamines algaires.
- 15 m de calcaires relativement fins (packstones, wackestones) gris noir à bioclastes micritisés, foraminifères et grands *Productus cora*.
- 8 m de calcaires grenus gris beige à foraminifères et bioclastes micritisés millimétriques.
- 15 m de calcaires fins et grenus gris noir à bioclastes micritisés, foraminifères, grands *Productus cora*.
- Environ 5 m de calcaires gris relativement fins à bioclastes et grands gastéropodes.
- Une vingtaine de mètres de calcaires gris à bioclastes micritisés, quelques copeaux algaires et crinoïdes.

3. Formation de Lives et la "Grande Brèche" (LIV)

Elle est constituée de calcaires fins (mudstones et wackestones principalement), noirs ou gris, bien stratifiés en bancs centimétriques à décimétriques, avec des interbancs souvent colorés en rouge par un enduit hématitique. Beaucoup de ces bancs calcaires se superposent en formant des rythmes, avec une base de calcaires bioclastiques et un sommet laminaire (ou "zonaire"). Les constructions stromatolithiques sont fréquentes. La Formation de Lives surmonte un bon repère lithostratigraphique : le "Banc d'or de Bâchant", niveau conglomératique à matrice argileuse montrant localement des traces de pédogénèse.

III. Les phénomènes karstiques

A. Les cryptokarsts

La cryptokarstification consiste en l'altération du toit du calcaire lorsqu'il est coiffé par une formation poreuse non carbonatée. La dissolution est complète, avec les insolubles qui se concentrent dans les dépressions, surmontés de la couverture. Le cryptorelief consiste en cryptolapiaz, cryptodolines parfois de très grande taille (figure 4).

A quelques centaines de mètres de la carrière se situe une de ces cryptodolines géantes profondes de plus de 100 m. Elle permet d'examiner les différentes formations. Les sables jaunes représentent la formation transgressive initiale, datée de l'Eocène terminal et de la base de



Figure 4. Cryptokarst dévoilé par la découverte de la carrière. Il s'agit ici essentiellement d'un cryptolapiaz (photo datant de 1983).

l'Oligocène (figure 5). Viennent ensuite des dépôts palustres avec les restes de *Taxodium*, parfois en place (figure 6). Ces dépôts sont datés du Miocène (Goemaere et al., 2012 ; Nicaise, 1998). Une évolution assez complexe a été décrite dans les cryptodolines d'Onhaye. S'ensuivent enfin des dépôts plioquaternaires, peu visibles dans le site étudié. Par contre, des sables blancs à quelques mètres de la surface font plutôt penser au Thanétien (figure 7). Cette observation est importante car la transgression des grands cryptokarsts de Onhaye est datée de l'Eocène terminal.

La genèse et l'évolution des cryptokarsts est maintenant bien comprise (figure 8). Il faut remarquer que cette évolution suppose une disparition complète du calcaire, ce qui contraste avec les fantômes de roche.



Figure 5. Sable jaune (grande doline du champ d'aviation). Un piton émerge à gauche du personnage central.

B. Les fantômes de roche

Au début des années 2000, d'importantes sorties d'eau survinrent dans la partie ouest actuellement remblayée. Elles étaient associées à des porches que nous soupçonnons être des fantômes de roche (Quinif, 2010 ; Quinif, 2014) en voie de déblaiement par érosion mécanique de l'altérite résiduelle (figure 9). Malheureusement, aucun de nous n'a pu investiguer ces formes et dépôts. Néanmoins, l'ouverture d'effondrements dans les prairies à l'ouest, entre la carrière et la ville, en décembre 2004, est à rapprocher de l'abaissement de la surface piézométrique



Figure 6. Dépôts palustres avec *Taxodium* en place (grande doline du champ d'aviation)

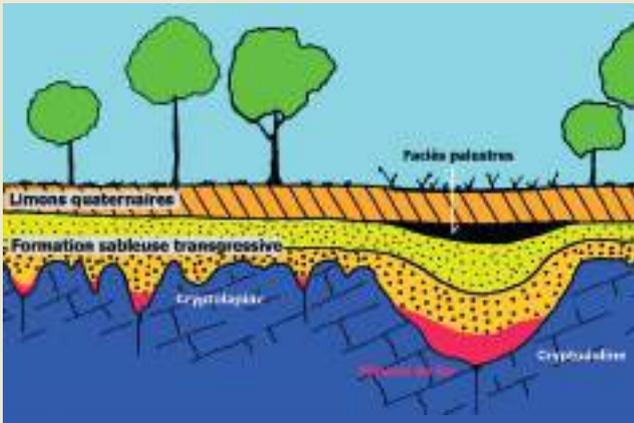


Figure 8. Coupe de principe d'un cryptokarst. La formation sableuse transgressive, exempte de carbonate, filtre les eaux de pluie qui touchent le toit du calcaire en étant restées agressives. Cette formation peut être d'une autre nature qu'une formation transgressive (régolithe, etc.). Au fur et à mesure de la dissolution du calcaire, les dépressions s'approfondissent. Lorsqu'elles atteignent une taille limite, une sédimentation palustre prend place. Si le sable est riche en glauconie, l'altération de celle-ci libère le fer en solution acide ou réduite ; ce dernier précipite au contact du calcaire par substitution du calcium.

suite aux sorties d'eau de la carrière. Les flux d'eau se sont propagés le long des zones fantômisées, provoquant le tassement de l'altérite et l'ouverture de fontis. Les effondrements se produisirent surtout le long du talweg du ruisseau des Récolets (figures 10 & 11).

C. La formation grise

1. Gisement

Sur le front N-E, presque au sommet des parois, une formation grise a été découverte (figures 12 & 13). Il ne s'agit pas d'un fantôme de roche. La géométrie de cette



Figure 7. Le sable blanc dans la découverte de la carrière.

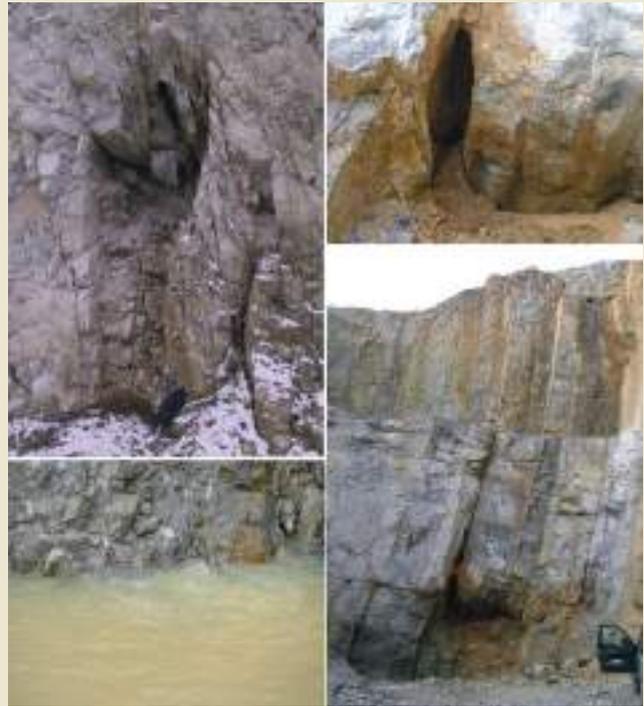


Figure 9. Sorties d'eau et cavités révélées sur le front ouest de la carrière.

formation ne s'inscrit pas dans la logique du Viséen. La formation grise est stratifiée. A son extrémité ouest, elle se situe à l'intérieur de la masse rocheuse viséenne. La dénomination grise doit être modulée car les sédiments présentent des passes vertes et rougeâtres

D'Ouest en Est, elle commence par apparaître incluse dans les calcaires. Vers l'est, elle prend de l'ampleur, atteignant entre 5 et 10 m de puissance visible (figure 14). Le mur n'est pas connu. A cet endroit, il semble qu'elle touche par son toit les formations de couverture.



Figure 10. Localisation des effondrements de décembre 2004.

A certains endroits du front, le sommet de la formation est formé d'une alternance centimétrique entre couches vertes et couches rouges. Celles-ci renferment des petites lentilles assez indurées, plus sombres, de type hématite (figure 15). Au milieu de l'affleurement vers l'est de la formation grise, des strates décimétriques plus rouges sont visibles dans la masse (figure 21). Enfin, à certains endroits, des masses de la formation sous la forme d'ellipsoïdes de révolution apparaissent indurées. Elles peuvent faire penser aux septaria comme celles trouvées dans l'argile de Boom; néanmoins, l'intérieur est ici compact et a la même composition que le reste de la formation.

Une coupe a été réalisée vers l'ouest, là où l'inclusion de la formation dans l'encaissant paraissait la plus claire. Elle a été choisie parce que le toit est bien visible : il s'agit d'une masse de calcaire viséen. Elle débute par une couche d'argile jaune d'une dizaine de cm. Elle repose sur une autre couche d'argile feuilletée à passées rouges. Sous les 25 cm, débute la formation grise dont on ne voit pas la base (figures 17 & 18).

2. Constitution

Plusieurs tests ont montré que cette formation est carbonatée (échantillons issus de la coupe 1). Néanmoins, d'autres échantillons ont donné une composition aluminosilicatée (tableau 1). Hélas, les mauvaises conditions d'affleurement et les bouleversements dus à l'exploitation rendent l'échantillonnage propre très difficile. Nous attendons qu'une meilleure coupe soit dégagée. La



Figure 11. Une perte dans un effondrement le long du ruisseau des Récotelets.

stratification finement laminée indique un faciès de décantation.

a) Analyse granulométrique

Afin d'effectuer des comparaisons, deux échantillons ont été analysés. Le premier (CF05 – 7846) concerne la « Formation grise ». Il a été prélevé dans le bas de la coupe 1. Le second (CF08 – 7853) est le sable blanc prélevé en surface et appartenant à un cryptokarst de la figure 7. Les deux courbes granulométriques sont représentées sur la figure 17. La courbe des sables blancs est très resserrée autour d'un mode à 112 μm qui représente 90% de la distribution. Le mode hydrodynamique est donc bien défini, sans dispersion des sables. La position sur le diagramme de Passega (figure 18) se situe entre la zone de suspension uniforme et de suspension gradée. Il s'agit donc de sable qui se dépose par manque de capacité du courant, les fines étant entraînées plus loin. La formation grise est plurimodale. Trois modes se partagent la courbe.

Reportées sur le diagramme de Passega, ces modes se partagent entre les voisinages de la zone de décantation totale et la suspension uniforme. Les fractions sous 80 μm sont assez étalées, marquant une absence de courant qui aurait pu les trier.

b) Examen exoscopique

Il a été réalisé à la binoculaire sur les fractions granulométriques les plus représentatives. La formation

Tableau 1. Analyse de deux échantillons de la « formation grise »

Echantillon	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	F _e 2O ₃	TiO ₂	K ₂ O	MnO	PAF
21-068 (rouge)	61,06	16,59	2,66	2,63	4,99	0,856	4,66	0,048	6,24
21-069 (gris)	58,79	15,92	4,49	1,75	6,72	0,92	3,56	0,045	7,54



Figure 12. Situation de la formation grise. Extrait de GoogleEarth.

Tableau 2. Données granulométriques de la Formation grise

Echantillon	Origine	Nature	Refus à 50 μ m (%)	Moyenne	Sigma	Sig/moy (e%)	Skewness	Curtosis
7846_CF05	Florennes	Formation grise	15,4	25,6	23,9	93	1,94	12,5



Figure 13. Aspect géométrique de la Formation grise. Le toit est bien délimité. Par contre, la base est inconnue : la formation se prolonge vers le bas sans que l'on ait atteint le mur.



Figure 14. La formation grise. A cet endroit, le toit est malheureusement formé des déblais de la carrière.



Figure 15. Sommet de la formation grise. A gauche, les couches vertes alternent avec les couches rouges. A droite, on voit le passage latéral de l'argile limoneuse, avec prédominance des couches rouges et sombres, indurées, de type hématitiques.

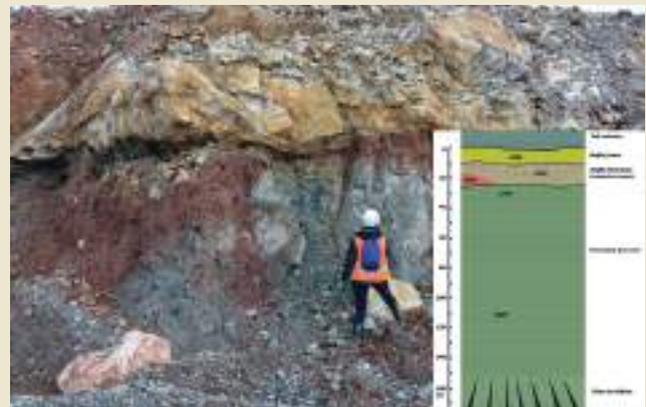


Figure 16. Vue d'ensemble de la coupe 1.

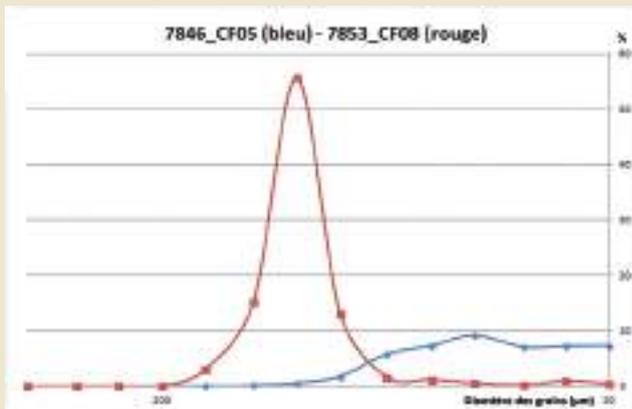


Figure 17. Courbes granulométriques. 7846 est l'échantillon de la Formation grise, 7853 le sable du cryptokarst.

grise est un faciès de décantation, avec une lamination bien visible par endroits. A 20 μ m, la plupart des grains sont blancs transparents à translucides. Leur surface est irrégulière. On décèle des cristaux de muscovite. Quelques grains sont jaunâtres. Il y a une forte réaction à HCl ($\pm 50\%$). A 32 μ m, à la réaction HCl, beaucoup de grains sont insolubles. A 40 μ m, l'aspect général est gris. Approximativement 10% de grains noirs pourraient être de la pyrite ou marcassite. On trouve aussi des cristaux lamellaires noirs (biotite). Quelques % de grains sont jaunes et translucides. Il y a une réaction à l'HCl, moins forte qu'à 80 μ m où on trouve du quartz, de la calcite et de la muscovite. Les grains sont transparents à translucides, laiteux quand la surface est irrégulière. Une partie des

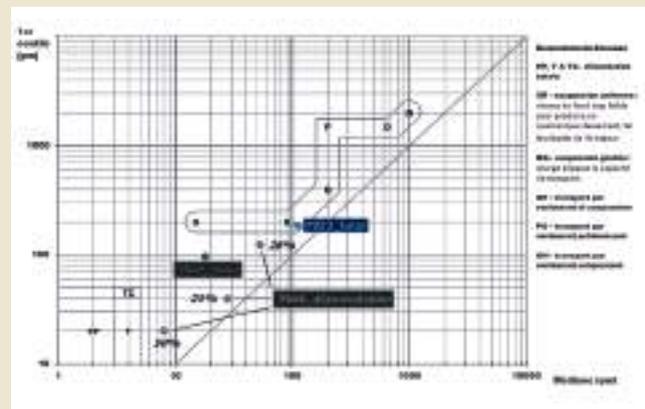


Figure 18. Diagramme de Passega.

grains blancs réagissent fortement à l'acide (calcite). Les grains restants se distribuent entre des grains foncés et plats (biotite) et muscovite. Le reste des blancs est du quartz. Au-dessus de 100 μ m, la proportion de grains noirs est plus grande (biotite, pyrite). La surface de tous les grains est irrégulière. La majorité des grains blancs est de la calcite.

Nous pouvons en déduire une minéralogie composée essentiellement de grains de calcite pour la partie très fine (seuls 15% sont plus gros que 50 μ m et 46% plus gros que 20 μ m). La biotite et la muscovite peuvent provenir de l'érosion des psammites famenniennes et des schistes et autres faciès houillers. La forte proportion de carbonate



Figure 19. La mégabrèche. Elle est guidée par la stratification.
Photo : Marc Bertrand.

oblige à considérer cette formation comme marine. En effet, dans un contexte de formations calcaires, seule une érosion glaciaire peut exprimer des sédiments carbonatés (farine glaciaire). En contexte continental autre, l'altération des carbonates est omniprésente, si l'on excepte les précipitations du type calcrète, ce qui ne peut être le cas ici.

Bien que sa délimitation exacte soit masquée en partie par les travaux de la carrière, on peut affirmer que cette formation se présente comme un corps inclus dans la masse des calcaires, avec peut-être une connexion extérieure. Le corps de la formation grise a des contacts avec les remplissages cryptokarstiques. Mais les travaux de découverte rendent la lecture du passage très difficile à lire.

D. La mégabrèche

Lors d'un tir sur le front est, des brèches sont apparues, comprenant des blocs calcaires dont les dimensions vont de plusieurs mètres jusqu'au décimètre avec un « ciment » constitué de petits blocs et d'éléments fins (figure 19).

Cette formation remplit des formes verticales en entonnoir. La brèche de la figure 19 se prolonge vers le haut. Le premier palier la montre sur une grande partie de sa largeur (figure 20). Une caractéristique intéressante de la brèche dans la cheminée est la présence d'une formation sablo-argileuse stratifiée (figure 21). Cette formation prouve que la mégabrèche a connu une sédimentation détritique, probablement par infiltration et décantation, alors qu'elle était déjà en place. En effet, si la « poche »



Figure 21. (à gauche). La « poche » sablo-argileuse.



Figure 20. La mégabrèche sur la surface de découverte.

sablo-argileuse présente une stratification en guirlande, elle est néanmoins bien marquée, avec peu de déformation. Si la formation de la mégabrèche avait continué après la sédimentation de la « poche » sablo-argileuse, celle-ci aurait vu sa stratification plus déformée par descente des sédiments fins dans la brèche. La mégabrèche a disparu avec l'avance du front.

E. La formation stalagmitique

En décembre 2022, un minage dévoile une formation stalagmitique au sein d'une cavité : la « Grotte Marc » s'appuyant sur le premier étage de la carrière, trente mètres sous la surface du plateau. Cette formation est surmontée d'une argile rouge à bariolée (figures 22 & 23).

En tenant compte du fait que, au fur et à mesure de l'avancement des travaux, la forme karstique se modifie, voici son aspect peu après la découverte. A la base, une formation stalagmitique couvrait le fond d'une cavité en « cuve » (figures 23, 24 & 25). Au-dessus, dans un espace interstrate qui prolonge vers le haut cette cavité, un remplissage détritique alternativement rouge et vert scellait la formation stalagmitique. Il ne semble pas néanmoins qu'il s'agit de la formation grise car le matériau rouge est une « vraie » argile collante, de type ferrallitique.

Durant la période comprise entre décembre 2022 et avril 2023, on a pu cerner qualitativement la géométrie de la cavité. A partir des relevés périodiques par drone du site, en tenant compte du fait que chaque tir faisait reculer le mur de 5 mètres, l'étendue est-ouest de la formation stalagmitique peut ainsi être estimée à environ 25 mètres.



Figure 22. Position de la cavité avec la formation stalagmitique. Le cercle en marque l'emplacement au pied du premier palier.
(Photo Marc Bertrand).



Figure 23 (ci-dessus). Schéma de positionnement de la forme karstique.



Figure 24 (à droite). La formation stalagmitique. Elle apparaît parfaitement stratifiée. A gauche, on voit le contact entre le spéléothème et la paroi de la paléocavité.



Figure 25. La paléocavité lors de la découverte. Le cercle rouge localise la formation stalagmitique. Le rectangle bleu entoure la « cheminée » remplie d'argile rouge.

Annexe 2 Méthodologie de la granulométrie

Les échantillons sont séchés, une fraction de 100 grammes est prélevée, placée dans un bain de dispersant (hexamétaphosphate de sodium) et lavée sur une colonne comprenant les tamis de 20-25-32-40-50-63 et 80 μm . Le refus à 80 μm est séché et tamisé à sec sur une colonne comprenant les tamis de 100-125-160-180-200-250-310-400-500 μm . Chaque fraction est pesée et gardée pour l'examen minéralogique et morphologique. Les poids des fractions inférieures à 20 μm sont estimés par extrapolation mathématique au moyen d'un polynôme du troisième degré testé sur des échantillons témoins par la méthode par décantation. Cela permet de calculer la médiane avec une bonne précision, largement utilisée pour l'interprétation de Passega.

Cette méthode synthétique (1957, 1964, 1977; Passega & Byramjee, 1969; Rivière, 1977) permet une bonne interprétation de l'hydrodynamisme grâce à un diagramme bilogarithmique entre le premier centile (1C) et la médiane (Me) (figure A2-1). Le premier centile représente la dimension des grains de telle façon que 1% de l'échantillon soit plus grand que cette taille, ce paramètre étant une approximation de la taille maximale des grains transportés par le courant avant leur dépôt.

La médiane (Me) qui représente la dimension des grains tel que 50% de l'échantillon soit plus grand et plus petit que cette taille caractérise la distribution globale des grains car elle divise la distribution en deux parties de même masse. Elle est fonction de la turbulence du courant durant le dépôt. Rivière (1977) démontre que cette

représentation est significative car une grande partie de l'information se retrouve dans deux paramètres : le premier centile et la moyenne arithmétique. Comme il existe une très forte corrélation linéaire entre cette moyenne arithmétique et la médiane, on retrouve ainsi la représentation de Passega.

Plusieurs zones apparaissent dans le diagramme de Passega. La « suspension gradée » représente les courants de fond (branche QR). La dimension des particules transportées et leur concentration diminue de bas en haut. Ce dépôt se met en place quand la charge dépasse la capacité de transport. La « suspension uniforme » se place au-dessus de la suspension gradée (branche SR). Dimensions et concentration des particules sont uniformes. Lorsque le courant diminue, ces particules passent dans la suspension gradée. Leur dépôt correspond à des dépôts de type lit majeur, lorsque les conditions de décantation prédominent, entraînant une dispersion de la médiane pour un même domaine des premiers centiles. La branche PO exprime le dépôt de grains de plus en plus grossiers, avec entrainement de la partie fine. La médiane augmente alors que le premier centile reste constant. La branche PQ constitue la transition où on observe un apport de grains grossiers. Enfin, la dernière branche regroupe des grains grossiers dans un contexte d'évacuation des fines et de dépôts d'éléments transportés par roulement. Les plages séparées dans les domaines très fins correspondent à des conditions de décantation totale.

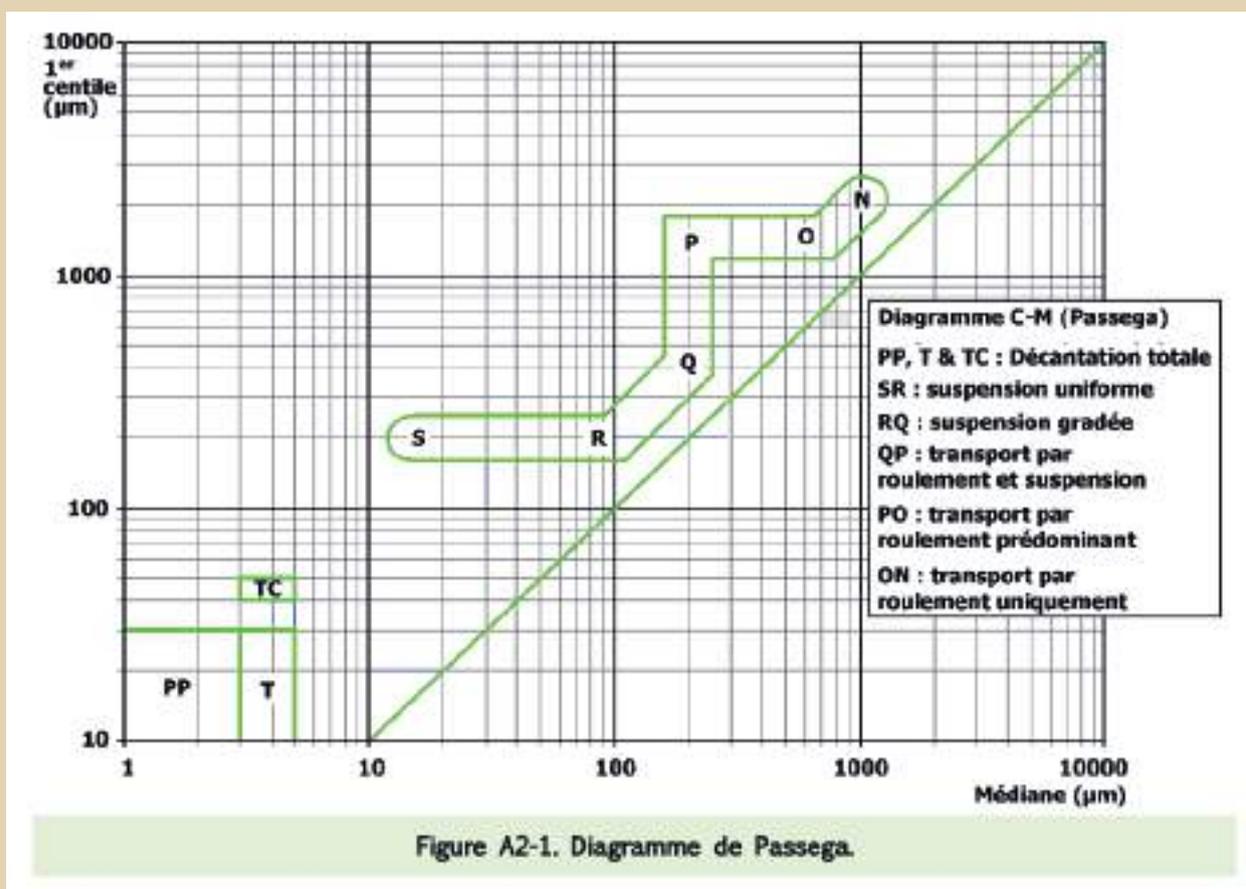




Figure 26a. La paléocavité en février 2022. La formation stalagmitique à la base est recouverte par la formation détritique argileuse rouge.

Son épaisseur varie entre 6 à 7 mètres à quelques mètres, jusqu'à disparaître totalement à partir de mai 2023. L'argile continue à être présente, la cavité ne présentant plus la cheminée verticale, adoptant une forme ogivale.

Du point de vue structure, il s'agit d'une formation stalagmitique de type « plancher » couvrant le fond d'une cavité sur plusieurs mètres d'épaisseur (figure 26). Les contacts avec l'encaissant ont été visibles à plusieurs endroits (figure 27). La calcite est saine, dure et cassante (figure 28). Ce spéléothème est très bien stratifié. La stratification est par endroits compliquée. L'explication provisoire est une croissance à points multiples qui se croisent.

À la date de ce manuscrit, la cavité se situe à mi-hauteur. Elle est totalement exempte de la formation stalagmitique mais remplie par la formation argileuse bicolore (figures 29 & 30).

IV. Essai de synthèse

Cette tentative de synthèse sera brève. En effet, à ce stade de l'étude, les observations et les analyses sont incomplètes.

D'une part, le terrain est souvent difficile à décrypter vu les contraintes d'exploitation de la carrière. D'autre part, les âges des différentes formations ne sont pas fixés. Un essai



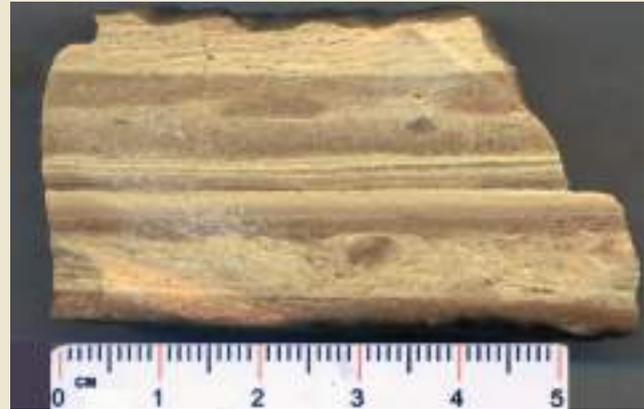
Figure 26b. Détail de la formation stalagmitique. Elle adopte ici une stratification en U.

de datation de la formation stalagmitique de la Grotte Marc par la méthode uranium-plomb a échoué. Enfin, comme déjà mentionné en introduction, cet article est surtout une prise de date des observations car l'exploitation fait disparaître ces témoins géologiques.

1. **La découverte des fantômes de roche** donne à penser que toutes les cavités dévoilées par la carrière sont passées par ce stade de genèse. Les autres fantômes de roche datés appartiennent à des paysages de forêts tropicales au Crétacé et au Paléogène.
2. **Les cryptokarsts** ont été datés du Miocène. Ces résultats se basent sur les séries sédimentaires découvertes dans les grandes cryptodolines de la région d'Onhaye et de Florennes. La base est constituée des sables fini-Eocène (Priabonien).
3. **La formation grise** remplit une cavité importante. Si son origine est marine, ce qui est à ce stade probable mais non totalement certain, cela pose un problème fondamental sur l'évolution paléogéographique de cette région. On ne peut que difficilement rapporter ces sédiments aux sables tertiaires étant intervenus dans la cryptokarstification. Cette étape dans l'histoire karstique est antérieure à la cryptokarstification. Aucune allusion à une invasion marine post-varisque



Figure 27. Contact inférieur de la formation stalagmitique avec la roche mère. Le contact est souligné par la ligne rouge.



Figures 28a & b. Différents faciès de la formation stalagmitique. Les quatre échantillons au-dessus proviennent de la base de la formation, non loin du contact avec la roche encaissante. L'échantillon inférieur a été prélevé dans le milieu de la formation.

n'est mentionnée ici dans la littérature. Sur base des informations actuelles, la formation a rempli une cavité préalablement vide.

4. **La brèche** ne peut s'expliquer que par une descente de blocs dans un vide. Peut-être ce vide résulte de l'érosion mécanique de l'altérite résiduelle d'un fantôme de roche. Ses éléments sont autochtones et résultent sans doute de l'érosion, quelle qu'elle soit, de terrains sus-jacents. Dans ce cas, il nous faut remonter à une phase d'érosion post-varisque, avant l'établissement de la surface généralisée post-varisque. L'analyse des dépôts détritiques situés dans la brèche aurait été souhaitable, mais matériellement impossible.
5. **La formation stalagmitique** de la Grotte Marc est des plus interpellante. Son dépôt n'a pu se faire que dans une grotte exondée ; le problème à résoudre est ardu. En

effet, ce spéléothème se situe à une trentaine de mètres sous la surface du plateau. Or, la carrière se positionne à la ligne de partage des eaux, de sorte que la surface piézométrique « naturelle » est à quasiment près de la surface du sol puisque les sources se situent non loin de là. Où se trouvait alors la surface piézométrique lorsque la Grotte Marc était exondée ? Dans un rayon de plusieurs kilomètres, il n'y a aucun paléo niveau de base à plus de 30 mètres sous le plateau. En l'absence de datation, ce problème reste entier.

V. Conclusion

Les phénomènes karstiques dévoilés par la Carrière des Calcaires de Florennes démontrent à nouveau l'intérêt des carrières en karstologie. Elles ouvrent des paléokarsts qui, bien souvent, seraient restés inconnus

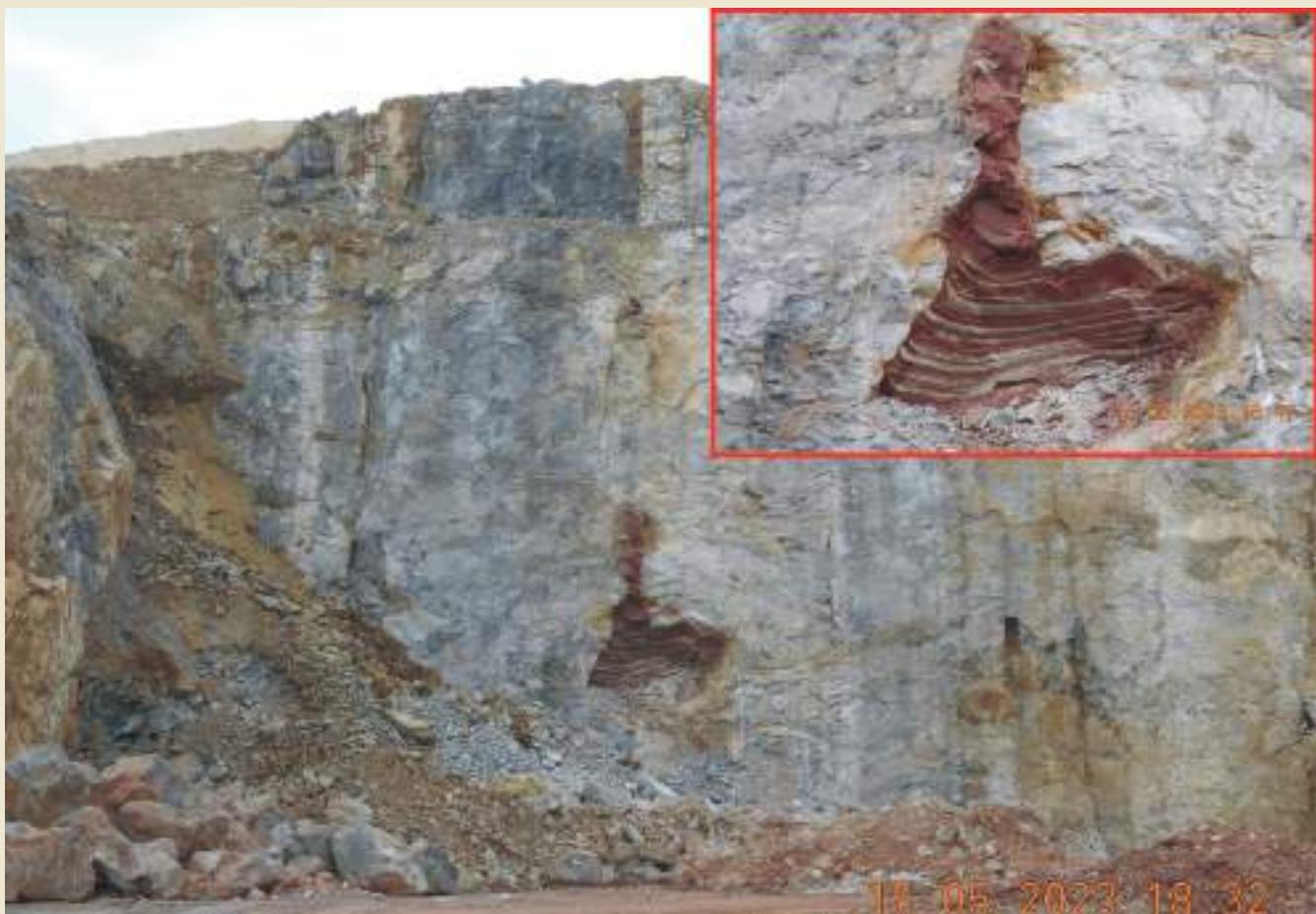


Figure 29. La cavité le 15 mai 2023. La photo en cartouche précise le remplissage bicolore.



Figure 30. La cavité le 6 novembre 2023. La photo en cartouche localise la cavité sur le front.

car complètement comblés. Dans le cas étudié ici, d'importantes questions se posent sur l'évolution géologique régionale. Pour simplifier, après l'orogénèse varisque, l'érosion aboutit à une pénéplaine probablement assez complexe qui, durant le Mésozoïque, est recouverte d'une végétation luxuriante en climat tropical. C'est à ce moment que se passe la fantômisiation. Durant le Cénozoïque, diverses transgressions affectent une partie du territoire, les cryptokarsts de Florennes témoignent de celle du fini-Eocène (Boulvain & Pingot, 2011). Or, que ce soit la formation grise, la brèche, la formation stalagmitique s'insère mal dans cette évolution simplifiée. Indiscutablement, ces formes et dépôts témoignent d'étapes qui ne sont pas encore bien définies, ou sont même manquantes. Cet article n'avait d'autres buts que d'en faire état, suite à leur destruction par les travaux d'exploitation. La suite des recherches s'attache essentiellement à dater ces différentes formations.

Bibliographie

Boulvain F., Pingot J.-L., 2011 – Genèse du sous-sol de la Wallonie. Classe des sciences, Académie royale de Belgique : 190 p.

Goemaere E., Declercq P.-Y., Quinif Y., 2012 - Vingt siècles d'exploitation des argiles plastiques d'Andenne (Belgique) : du gisement au musée de la céramique. Annales de la Société Géologique du Nord, 19(2) : 87-98.

Nicaise D., 1998 - L'halloysite des cryptokarsts néogènes de l'Entre-Sambre-et-Meuse (Belgique), synthèse géologique, minéralogique et géochimique. Thèse de Doctorat en Sciences. Université de Paris XI - Orsay, 145 p.

Passega R., 1957 - Texture as characteristic of clastic deposition. Bull.Amer.Ass.Petrol.Geol., 41, 9 : 1952-1984.
 Passega R., 1964 - Grain size representation by CM patterns as a geological tool. Journ.Sed.Petr., 34, 4 : 830-847.

Passega R., 1977 - Significance of CM diagrams of sediments deposited by suspension. Sedimentology, 24 : 723-733.

Passega R., Byramjee R., 1969 - Grain-size image of clastic deposits. Sedimentology, 13 : 233-252.

Quinif Y., 2010 – Fantômes de roche et fantômisiation – Essai sur un nouveau paradigme en karstogénèse. Karstologia Mémoires, 18 : 196p.

Quinif Y., 2014 – La fantômisiation, une nouvelle façon de concevoir la formation des cavernes. Regards, 79 : 42-72.

Rivière A., 1977 – Méthodes granulométriques. Techniques et interprétations. Masson, Paris : 167p.

Remerciements

Les auteurs sont redevables de l'accueil toujours amical, de l'aide apportée par les cadres et le personnel de la Carrière des Calcaires de Florennes. Que tout le monde en soit sincèrement remercié.