

SUR LES TRACES DES PIONNIERS DE LA GÉOLOGIE DU SUD-AVESNOIS

Francis Meilliez

UMR8187 Laboratoire d'Océanologie et de Géosciences (LOG) – CNRS–Université de Lille–Université Littoral Côte d'Opale, Cité Scientifique,
bâtiment SN5, 59655, Villeneuve d'Ascq CEDEX
francis.meilliez@univ-lille.fr

Hervé Capelle

Mickaël Swialkowski

Résumé

Le développement des carrières de granulats de l'Avesnois (Calcaire Carbonifère) se poursuit et nécessite de temps à autre de réviser son insertion dans une représentation géologique plus large. Cette excursion est focalisée sur les carrières méridionales, après avoir revisité les sites dévoniens par lesquels la connaissance géologique régionale a débuté.

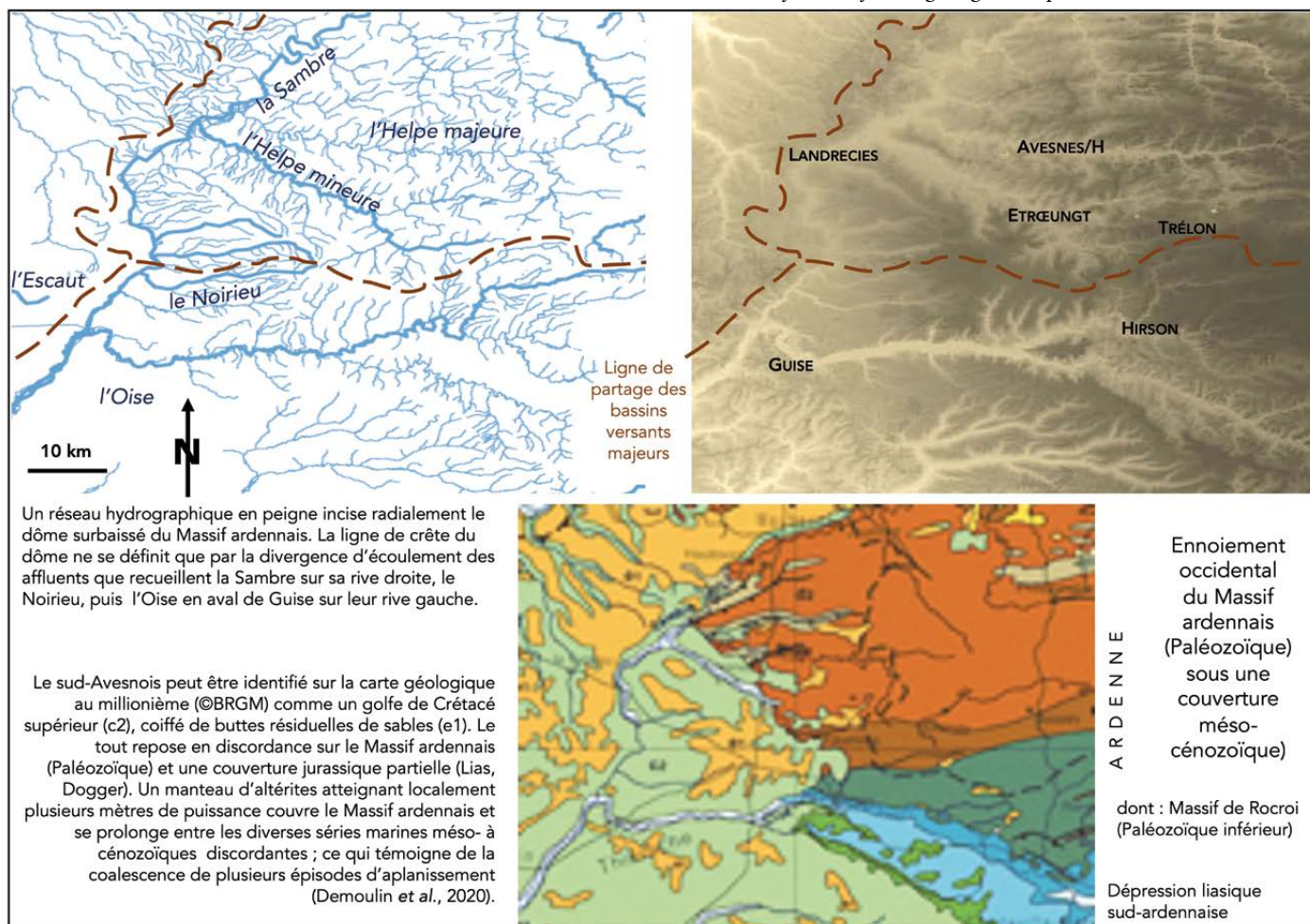
Abstract

The development of the Avesnois aggregate quarries (Carboniferous limestone) continues and occasionally requires a review of their place within a broader geological context. This excursion focuses on the southern quarries, after revisiting the Devonian sites where regional geological knowledge began.

INTRODUCTION

Sud-Avesnois n'est pas un terme officiel, mais situe bien un territoire de transition aux confins du Massif ardennais et du Bassin de Paris (Fig. 1). Un paysage convexe est armé

Fig. 1 – Contexte morphologique, hydrographique et géologique du Sud-Avesnois. Sources des fonds de cartes : CAUE (S-Pass Territoires) pour les deux premières cartes ; BRGM (InfoTerre) pour la carte géologique. Fig. 1 – Morphological, hydrographic and geological context of southern Avesnois. Map sources : CAUE (S-Pass Territoires) for the first two maps; BRGM (InfoTerre) for the geological map.



par l'enneigement du premier (substratum paléozoïque) sous le second (couverture méso-cénozoïque). Un réseau hydrographique secondaire incise, selon une organisation radiale, la surface complexe qui résulte de plusieurs épisodes d'aplanissement (Demoulin *et al.*, 2020). Seule la divergence des écoulements superficiels, le long de la gouttière périphérique formée par les vallées de la Sambre et de l'Oise, permet de tracer la ligne de partage entre les bassins-versants majeurs de l'Oise et de l'Escaut. Cette ligne de crête (!) est si faiblement marquée que le cours d'eau aujourd'hui appelé *Ancienne Sambre* ne rejoint la rive droite de l'Oise via le Noirieu que grâce à un détournement réalisé en 1684 avec un très modeste barrage (Rabelle, *in* Meilliez *et al.*, 2019). Ce fut l'une des conséquences du rattachement politique de ce territoire à la France¹. L'ajout d'eau supplémentaire dans le Noirieu permettait d'abord de soutenir le transfert de bois ardennais par flottation pour alimenter la capitale; il contribue aussi à soutenir le niveau d'eau dans le canal de Saint-Quentin, via la Rigole du Noirieu (Meilliez *et al.*, 2022).

Tant que l'occupation du sol dépendait surtout des décisions des paysans qui le cultivaient, le territoire était marqué

1. Le tropisme administratif était passé de Gand à Paris.

par la transition paysagère entre la campagne ouverte du Cambrésis et le bocage de la Thiérache (Gamblin, 1959). Les matériaux utilisés dans l'habitat antérieur aux Trente Glorieuses en témoignent également : d'ouest en est, les murs de brique laissent progressivement place à la pierre calcaire (linteaux, marches d'entrée, chaînage puis murs), tandis que la tuile cède le pas à l'ardoise.

Les carrières locales (pierre, sable) ont très vite attiré l'attention des premiers géologues. C'est ainsi que Hébert (1855) présenta devant la SGF, à Paris, un point d'étape sur la découverte géologique de l'Ardenne française. Il y a notamment évoqué les travaux de son préparateur, Jules Gosselet, dont les jeunes années s'étaient passées à Landrecies (Barrois, 1920). Il a rappelé que la première esquisse de colonne stratigraphique de l'Ardenne fut l'œuvre de d'Omalus d'Hallo (1808). Puis, la première visite de la Société Géologique de France en Ardenne, en 1835, fut l'occasion d'en présenter une version améliorée, accompagnée de la première coupe géologique superficielle calée sur la vallée de la Meuse entre Charleville et Namur (Dumont & de Henezel, 1835). La séance de 1855 à la SGF a aussi donné à Buckland l'occasion de proposer une corrélation avec les observations réalisées dans les Îles Britanniques.

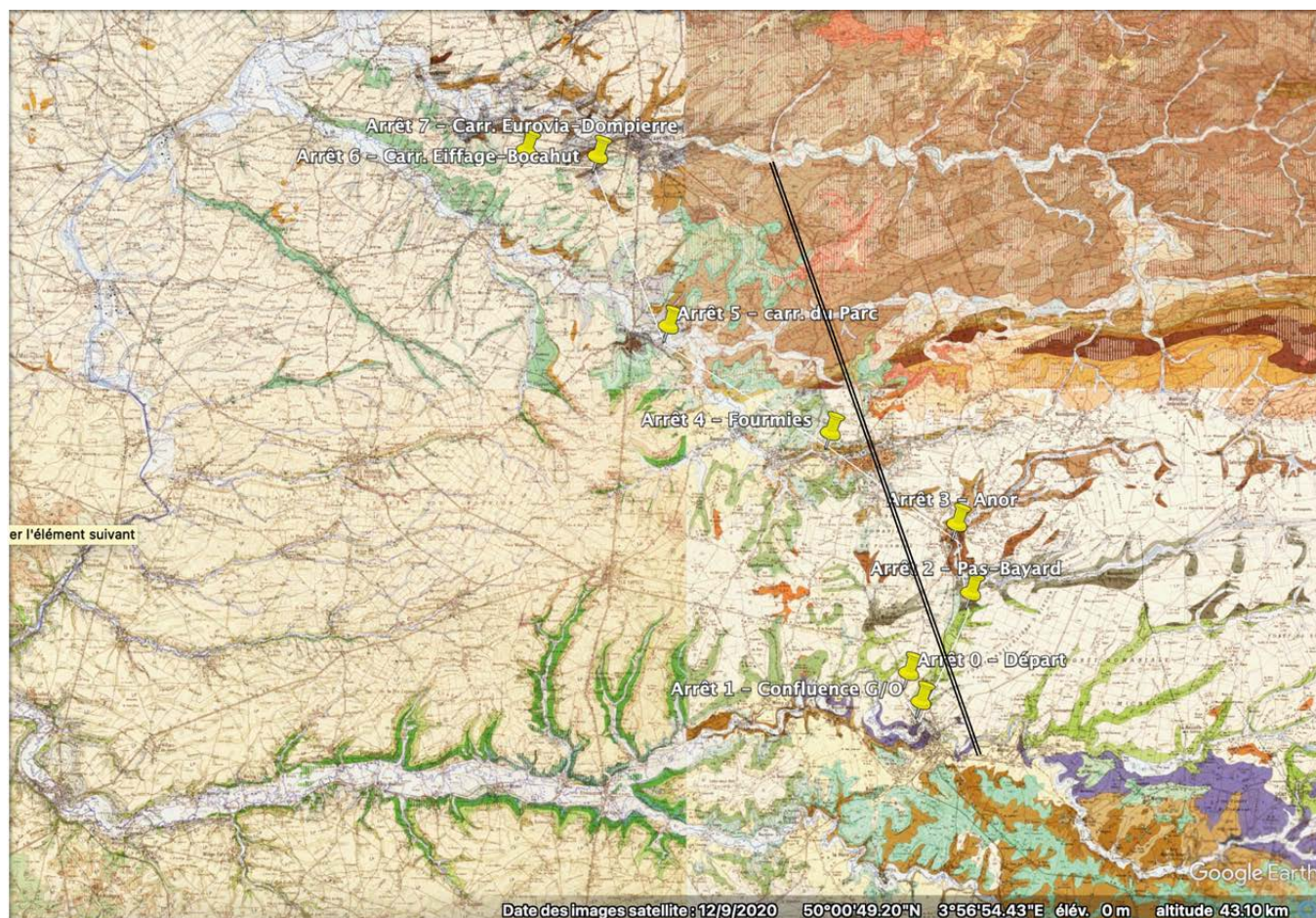


Fig. 2 – Montage de fonds de cartes géologiques à 1/50 000 (BRGM/InfoTerre). Les points d'arrêt ont été localisés sur support de Google-Earth.
Fig. 2 – Assembly of geological base maps at a scale of 1:50,000 (BRGM/InfoTerre). The stopping points were located using Google Earth.

Le circuit proposé à la SGN ce 22 mars 2025 reprend quelques sites évoqués par Hébert en 1855 pour faire un état des connaissances sur un territoire dont la cartographie géologique de détail (Fig. 2) est très difficile pour deux raisons majeures. La première est l'occupation du sol, partagé entre cultures, forêt, urbanisme et voiries ; la seconde résulte de la disposition en éventail de couches biseautées dans le contexte de bordure de bassin sédimentaire persistant depuis le Lias (Gély *et al.*, 2014). Chaque période d'exhumation a entraîné une corrosion météorique qui, en outre, a piégé les dépôts plus récents, transgressifs et discordants. Barrois (1879) en a fait une démonstration très convaincante en décrivant un très grand nombre d'affleurements entre la Sambre et l'Aisne.

Pour ces raisons, ce compte rendu se limite à décrire les affleurements et leur historique. Leur intégration dans une coupe géologique, intégrant des données plus profondes fera l'objet d'une prochaine publication.

Enjeux scientifiques et conséquences sur l'aménagement du territoire

L'Ardenne, un jeune massif ancien

Il est facile aujourd'hui (2025) de dénoncer le raisonnement apparemment lacunaire des pionniers. Cependant, il faut faire l'effort de se replacer dans la perspective qui était la leur, tout en ayant en tête nos connaissances actuelles ; ce qui permet de prendre conscience de pistes éventuellement délaissées. Nombre d'affleurements, dégagés à l'occasion d'ouvertures de voies routières et ferroviaires, nous sont aujourd'hui inaccessibles, sauf par les publications qui les localisent de façon plus ou moins précise.

C'est ainsi que, au milieu du XIX^e siècle, ceux qui découvraient le long des flancs des vallées, les séries sédimentaires plissées et faillées paléozoïques sous un manteau d'altérites, ne pouvaient qu'imaginer contempler les témoins d'un relief orogénique en voie d'arasement. D'où le succès persistant de la notion de *pénéplaine miocène* (Briquet, 1908). Il aura fallu l'intuition de La Vallée Poussin (1875) pour oser avancer l'hypothèse que le soulèvement ardennes-rhénan est un processus en cours, relatif, suffisamment lent pour qu'un réseau hydrographique conséquent en incise la surface, tandis que quelques cours d'eau pré-existants s'enfonçaient sur place, en travers du bombement régional : Rhin, Moselle, Meuse. Le débat est toujours ouvert, au fil du gain actuel dans la précision des observations, pour faire la part entre ce mécanisme régional (antécédence et/ou surimposition) et les accommodations locales (captures) (Demoulin *et al.*, 2020).

On doit aussi rappeler qu'au temps des pionniers, ni l'astronomie, ni la tectonique des plaques, ni les variations climatiques et leurs incidences respectives sur les niveaux marins relatifs n'apportaient de clés de lecture sur des phénomènes qui modulent les actions locales du couple érosion/sédimentation.

Reconnaître la discordance qui délimite le Massif de Rocroi

La géologie des terrains sédimentaires a connu un progrès décisif dès le début du XIX^e siècle avec l'élaboration de la méthode paléontologique dont Hébert a été l'un des artisans. Sans surprise, par raison historique, c'est de l'observation des côtes britanniques, des carrières en région parisienne et en Europe centrale que sont issus les systèmes géologiques de référence initiaux (Fig. 3B), tandis qu'aujourd'hui, la définition des « clous d'or » est plus universelle (voir Webographie : Stratigraphie).

Dumont était un mineur, pour qui l'analyse géométrique des structures géologiques primait sur l'approche paléontologique pour en déduire l'ordonnement temporel de leur mise en place. Dans le mémoire où il décrit la succession des Terrains ardennais et rhénans (Dumont, 1847), les premiers sont dominés par les *schistes ardoisiers*, et les seconds par des *schistes non ardoisiers*, des *psammites* et des *quartzites*. À l'époque, la définition géomécanique de la schistosité n'existe pas encore – le mot ne désigne qu'un type de débit plutôt fin – mais, par intuition, Dumont considère que les couches qui composent ce qu'on appelle aujourd'hui le Massif de Rocroi (Fig. 1) paraissent plus sévèrement déformées, et donc plus anciennes, que celles qui les surmontent (ses Terrains rhénans : Fig. 3A). D'ailleurs, il note qu'une discordance sépare les deux ensembles, mais sans en comprendre la signification tectonique qu'on lui prête aujourd'hui. En adoptant ces choix, Dumont range son système gédinien dans les Terrains ardoisiers. Ce que Hébert (1855) dénonce en rappelant les multiples découvertes fossilifères effectuées autour de Mondrepuis (carte d'Hirson : Fig. 2) qui conduisent à le placer à la base du Dévonien (Fig. 3A). Par la suite, la valeur stratigraphique de la coupure paléontologique a été confirmée, de même que l'observation structurale (discordance) par Dumont.

Observer l'évolution d'une sédimentation clastique vers une plate-forme carbonatée

La colonne stratigraphique observée dans la vallée de la Meuse reste la référence la plus accessible (Fig. 3C). Toutefois ce mode de présentation en colonne unique ne rend pas compte des variations latérales de faciès exposées dans d'autres vallées incisées dans le plateau ardennais. Dans la vision actuelle, la plate-forme ardennaise raconte une période de sédimentation détritique (Dévonien inférieur à moyen), nourrie par la destruction de reliefs mal connus, et passant progressivement à une plate-forme carbonatée (Givétien). Puis le retour d'un épisode détritique (Dévonien supérieur) témoigne de l'arasement de reliefs localisés au nord cette fois, avant le retour à une plate-forme carbonatée généralisée à toute l'Europe (ex Dinantien = Mississippien actuel). Au-dessus, en discordance régionale, un bassin d'avant-pays raconte (ex-Silésien = Pennsylvanien actuel) la convergence relative

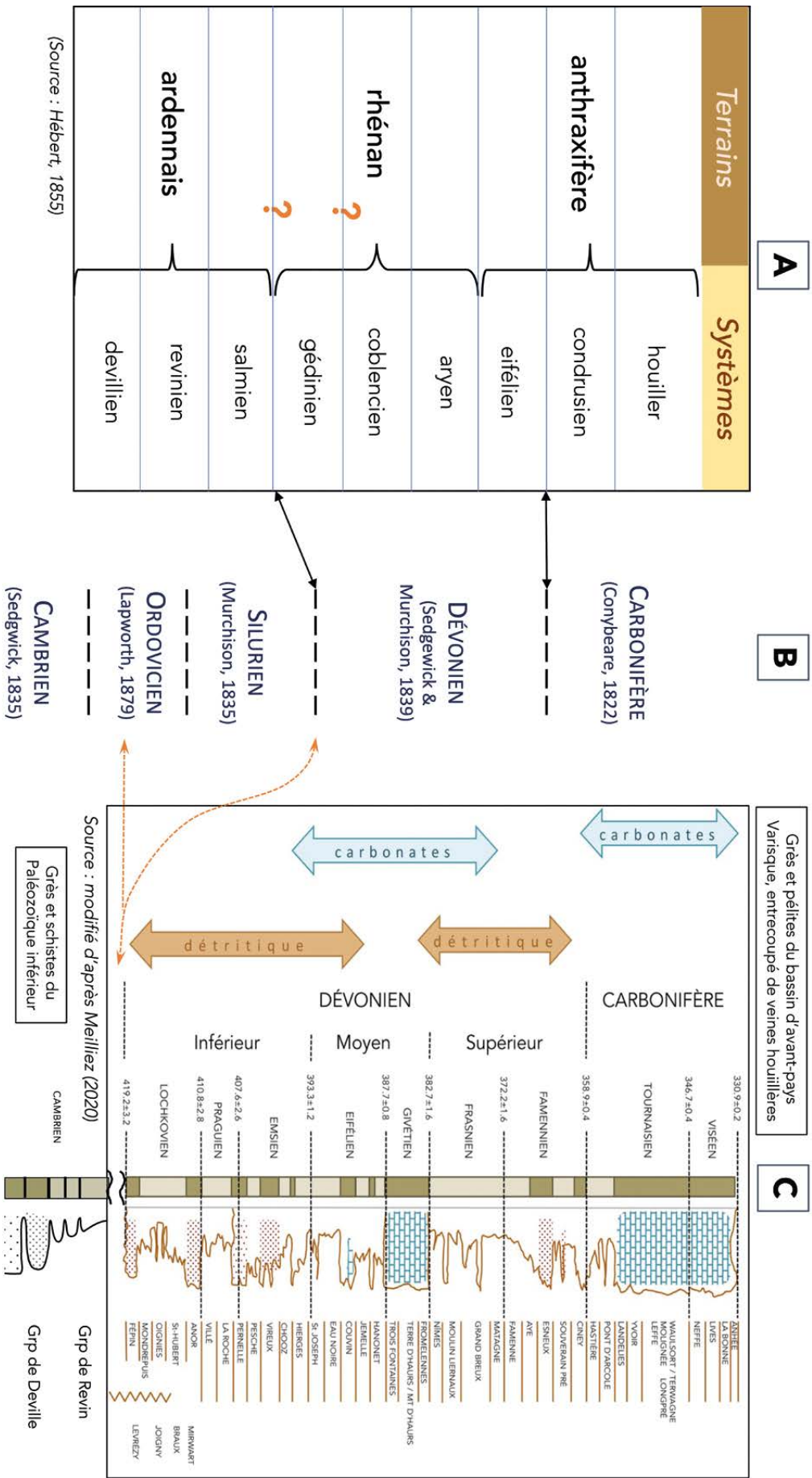


Fig. 3 – Montage de tableaux stratigraphiques illustrant l'évolution des idées. A – Tableau rapporté de Hébert (1855); B – Succession actuelle des systèmes géologiques; C – Tableau synthétique de la succession des formations géologiques observées le long de la Meuse entre Charleville et Namur, avec indication graphique de leur contraste rhéologique.

Fig. 3 – Assembly of stratigraphic tables illustrating the evolution of ideas. A – Table reported by Hébert (1855); B – Current succession of geological systems; C – Summary table of the succession of geological formations observed along the Meuse between Charleville and Namur, with a graphical indication of their rheological contrast.

du paléocontinent gondwanien et de l'ensemble Laurasia. Le rapprochement des continents provoque l'émergence de reliefs nouveaux, méridionaux, qui alimentent une sédimentation détritique corrélative qui s'étale vers le nord, comble l'espace résiduel, marin puis lacustre, envahi par une forêt houillère. La tectonique très vivace s'exprime par la combinaison d'extensions localisées – la subsidence saccadée expliquée par Pruvost (1930) – dans un contexte de raccourcissement par écaillage crustal (Raoult & Meilliez, 1987). Un volcanisme explosif accompagne ces déformations et leur sédimentation corrélative, et en jalonne les étapes (Bouroz *et al.*, 1983).

S'arrêtant dans les carrières du secteur d'Avesnes/Helpel, l'excursion du 22 mars 2025 n'abordera pas le passage à la sédimentation houillère, corrélative de la déformation de la plate-forme ardennaise dans le contexte de l'orogène varisque (Meilliez & Goemaere, 2020).

SITES VISITÉS LE 22 MARS 2025

Arrêt 1 – Discordance du Lias sur le Cambrien à Hirson (Fig. 4)

Du carrefour situé à proximité du cimetière d'Hirson, descendre vers le sud-est par la rue Joubert Philips, qu'une rangée

de maisons sépare de l'Oise. Dans les 100 derniers mètres avant de rejoindre l'Oise, observer les affleurements (Cambrien) de schistes et grès en bancs minces, déformés par des plis fermés à surface axiale verticale de direction nord-ouest - sud-est et à charnières très redressées et dispersées dans le débit schisteux.

Environ 300 m en aval de la confluence du Gland en rive droite de l'Oise (Fig. 4A), remonter la rue du Haubert qui longe une maison d'apparence abandonnée, adossée à un espace vert, séparé du stade par le cours incisé du Gland. Le même type d'alternances plissées de grès et schistes constitue la base verticale d'un talus herbeux, incliné. En grattant délicatement la base de ce dernier, on dégage directement une marne sombre, bleutée, grossièrement feuilletée. Les premiers décimètres contiennent des plaquettes d'épaisseur centimétrique, carbonatées et silteuses, fossilifères, voir lumachelliques (Fig. 4B). Elles montrent divers brachiopodes, mollusques, tentaculites, etc. Au-dessus, dans la masse de la marne il n'est pas rare de trouver des bélemnites. Le Lias est faiblement penté vers le nord. Une coupe géologique verticale, à peu près orientée nord-sud, dessinée à main levée, précise les relations géométriques entre les composants du site. La répartition des affleurements de marnes liasiques sur la carte géologique oblige à admettre soit que le rivage

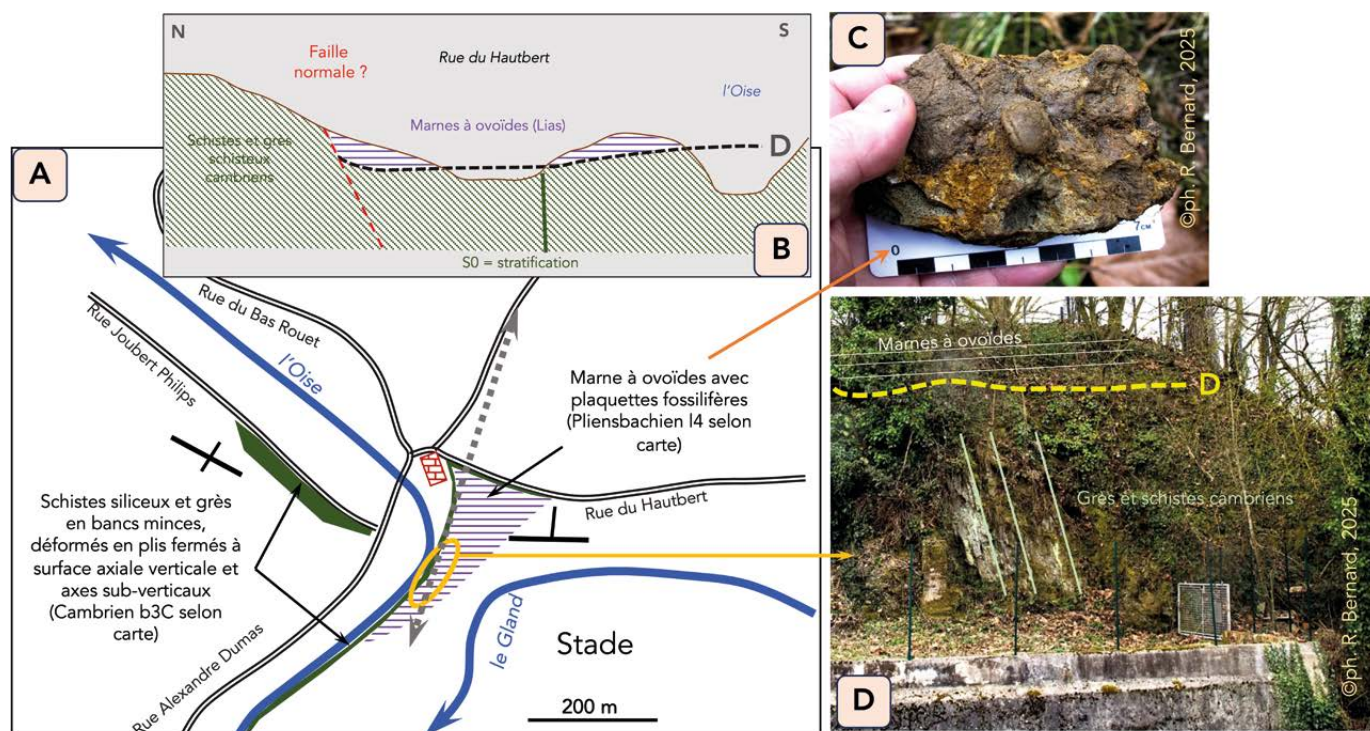


Fig. 4 – Hirson : A – carte simplifiée de la discordance du Pliensbachien (Lias) sur le Cambrien : les talus de rive droite de l'Oise permettent de voir les Marnes à ovoïdes (l4 de la carte géologique) reposer à peu près à angle droit sur la tranche de la série schisto-gréseuse cambrienne, déformée par des plis fermés verticaux. B – Coupe à main levée illustrant les relations structurales en travers de la rue d'Hautbert (d'après croquis réalisé en 1982 : référence carnet FM-F186). C – Photo (C) d'une plaque de calcaire gréseux très fossilifère, prise sur la surface de discordance. D – Photo annotée de l'affleurement exposé en rive droite de l'Oise, qui pourrait être un site de référence pour observer la discordance du Lias sur le Cambrien.

Fig. 4 – Hirson: A – simplified map of the Pliensbachian (Lias) unconformity on the Cambrian: the slopes on the right bank of the Oise reveal the ovoid marls (l4 on the geological map) lying at roughly a right angle to the edge of the Cambrian schist-sandstone series, deformed by closed vertical folds. B – Freehand cross-section illustrating the structural relationships across Rue d'Hautbert (based on a sketch made in 1982: reference notebook FM-F186). C – Photo (C) of a slab of fossiliferous sandstone limestone, taken on the surface of the unconformity. D – Annotated photo of the outcrop exposed on the right bank of the Oise, which could be a reference site for observing the unconformity between the Lias and the Cambrian.

était ici marqué d'une paléofalaïse, soit qu'une modeste faille normale (rejet vertical apparent d'une bonne dizaine de mètres) ait accompagné la transgression liasique, soit encore que cette faille soit plus récente (cénozoïque ?), mais antérieure aux dépôts de limons périglaciaires. Au sol, rien ne permet d'identifier la bonne hypothèse.

La carte géologique d'Hirson ne mentionne pas cet affleurement de la rue du Hautbert qu'elle situe dans le lit majeur du Gland. Toutefois les auteurs de la notice décrivent les mêmes lithologies à Petit Loudier, environ 2 kilomètres en aval, en rive droite de l'Oise.

Le principal intérêt de cet affleurement est de révéler la possibilité d'aménager en station pédagogique une paroi d'environ 4 m de haut, pour bien montrer la discordance des *Marnes à ovoïdes* (Pliensbachien) sur le Cambrien (Fig. 4C). Placée en rive droite de l'Oise, face à la rue Joubert Philips, elle peut être observée depuis la rive gauche à partir d'une plate-forme derrière un poste électrique. Pour l'instant le Cambrien est bien visible dans cette paroi, tandis que la discordance est masquée par de la végétation. Une proposition sera portée par la SGN devant la CRPG (Commission Régionale du Patrimoine Géologique).

Arrêt 2 – La Formation de Fépin, base de la série dévonienne (Pas-Bayard) (Fig. 5)

D'Anor à Hirson, une vallée à fond plat, large d'environ 500 m, est incisée de 10 à 15 m dans le plateau couvert d'altérites et de limons. Elle descend du nord-nord-ouest vers le sud-sud-est (azimut ≈ 155) sur les terrains dévoniens, puis du nord-nord-est vers le sud-sud-ouest (azimut ≈ 200) sur les terrains cambriens. Dans le Dévonien, l'érosion différentielle met en évidence les couches résistantes (détritiques siliceux), redressées et sub-orthogonales à la vallée, entre lesquelles les couches moins résistantes (schistes argileux) collectent les ruissellements de cette partie du dôme ardennais (Fig. 1). Ce drainage est organisé autour de deux vallées qui descendent vers l'ouest-sud-ouest (azimut ≈ 260), selon la direction des couches dévoniennes. Au nord, le Ruisseau des Anorelles, de débit modeste, rejoint à Anor la vallée principale dans laquelle il s'engage par un coude brusque vers la gauche (Fig. 5). Au sud, un débit plus important constitue le cours supérieur de l'Oise, qui rejoint aussi la vallée principale par un coude brusque à gauche, au Bois de Milourd.

Au nord et au sud de la carrière deux barrages de régulation portent aujourd'hui un intérêt économique d'ordre touristique et environnemental. « *Les systèmes d'eau courante, mêmes modifiés, continuent de fonctionner, mais de manière différente* » (Lévêque, 2021). Et l'auteur ajoute (p. 167) : « *L'analyse des conséquences environnementales des barrages nécessite une démarche de nature systémique qui n'avait pas été adoptée à l'origine.* »

Quelques centaines de mètres en aval de ce dernier point (Fig. 5A, point A), une carrière abandonnée est aujourd'hui

un lieu privilégié d'observation, car le Club Alpin local l'entretient et l'utilise comme école d'escalade². Un premier signalement à la Société Géologique du Nord avait été fait par Gronnier (1887), professeur au collège de St-Amand, qui n'a pas laissé de note écrite. Connue sous le nom de carrière du Pas-Bayard elle est l'objet d'une fiche descriptive par la CRPG (PIC0051). C'est l'un des sites qui ont servi à définir la *Formation de Fépin* (Meilliez, 1984 ; Meilliez & Blicq, 1994) dont le dépôt a « fossilisé » la surface sur laquelle a transgressé la série marine dévonienne. Ici, une série détritique stratifiée a été préservée sur une quarantaine de mètres d'épaisseur. Elle témoigne d'un réseau hydrographique torrentiel qui a raviné la périphérie d'une île (ou d'une presqu'île) soumise à érosion il y a environ 420 Ma (Fig. 2C)³.

Les événements torrentiels de l'année 2024 en Europe occidentale (Webographie : *The conversation* du 11/07/2024), ont fourni des images qui évoquent très bien les conditions d'accumulation de tels dépôts, très destructeurs (Chamley, 2002, p. 148). Bien que spectaculaires, de tels événements ne se répètent pas fréquemment en un même endroit. Si un seul dépôt (un événement # un banc) peut ne prendre que quelques heures à quelques jours, l'intervalle de temps entre deux bancs sur un même site peut se mesurer en siècles.

Un tel événement (pluie orageuse, rupture d'un barrage) libère brusquement une grande quantité d'eau. En descendant les pentes, la coulée acquiert une énergie cinétique qui lui permet d'arracher les particules de toutes tailles jonchant le sol (voir Encadré : le diagramme de Hjulström et Fig. 6). Elle crée un système de rigoles dans lesquelles le fluide chargé accroît sa densité, ce qui lui permet d'incorporer des éléments encore plus lourds. Une boucle de rétroaction positive est à l'œuvre, de telle sorte que la coulée de débris grossit tant que son énergie croît. La seule manière de casser cette dynamique est de rencontrer des obstacles qui contribuent à dissiper cette énergie, et/ou à s'étaler sur une pente moins forte. C'est le principe du ragréage, bien connu des carreleurs, qui détermine la planéité de la surface supérieure du dépôt. C'est le mécanisme de dépôt des bancs conglomératiques (Fig. 6D, E, F), dont les critères d'identification sont résumés ici :

- ✧ le fait que les galets ne sont pas strictement jointifs, mais emballés dans la matrice ;
- ✧ une texture telle que les plus gros éléments ne sont pas confinés à la base du banc, mais plutôt vers le tiers inférieur ;
- ✧ une relation de proportionnalité entre la puissance des bancs et la taille moyenne des éléments transportés ;
- ✧ un mélange de galets (de grès à quartzites) encore anguleux (peu de transports) à très émoussés (cumul de plusieurs épisodes de transport).

2. En proposant une analyse dans cette carrière, les élèves du lycée Joliot Curie (Hirson), Bourgeois Léo et Bidault Juliette ont remporté les olympiades académiques de Géosciences, accompagnés par leur professeure, Muriel Canut.

3. A la demande générale d'un co-auteur, rendez-vous est pris pour un article qui actualise la connaissance sur la paléogéographie dévono-carbonifère.

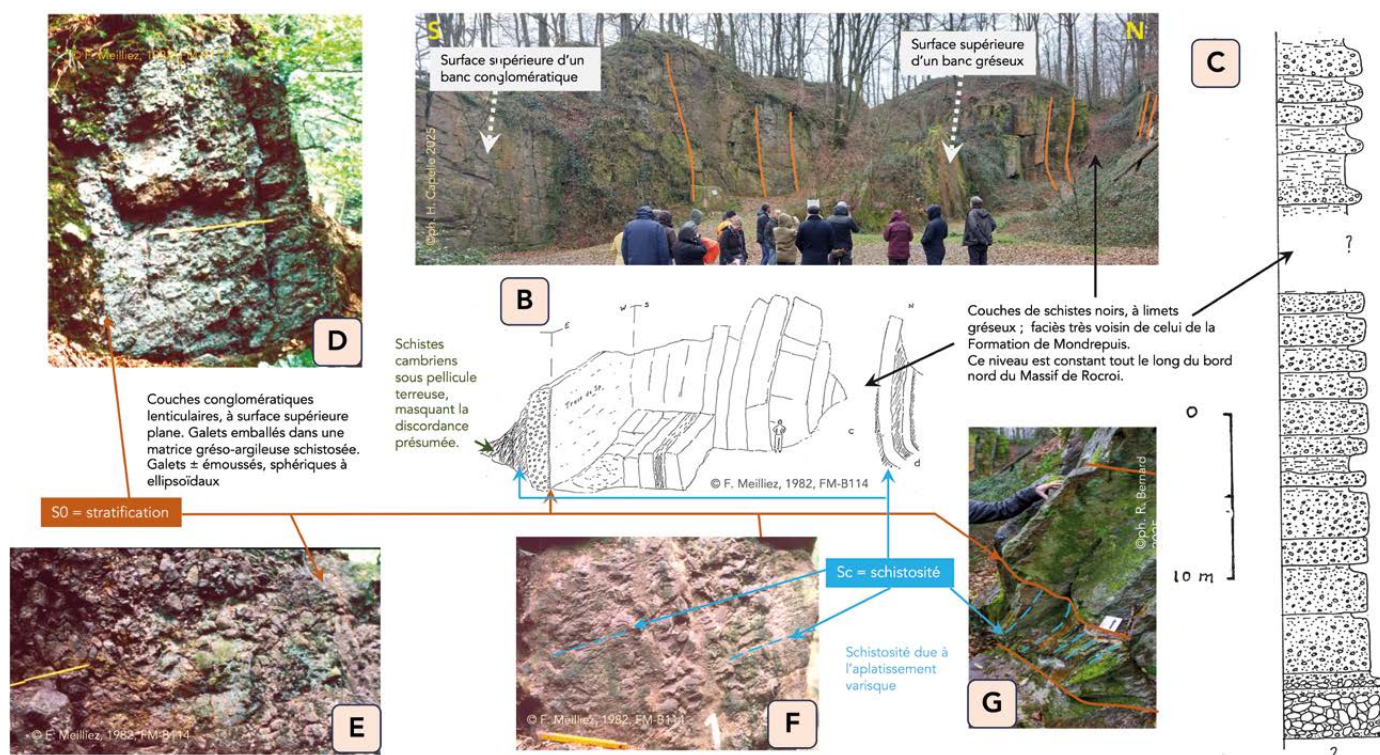
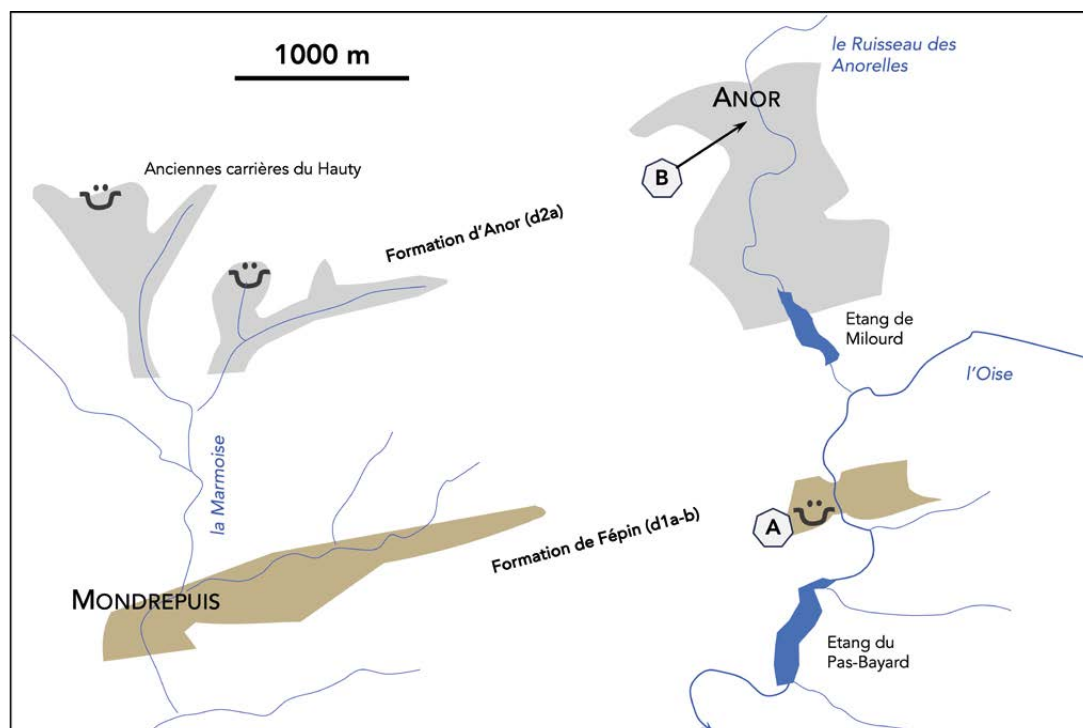


Fig. 5 – L'ancienne carrière dite du Pas-Bayard : A – carte simplifiée avec les cours d'eau et les affleurements identifiés sur la carte géologique d'Hirson (cf. Fig. 2); B – panorama partiel actuel (©photo H. Capelle, 250322) et dessin plus ancien, avec mise en perspective (©F. Meilliez, 1982, référence carnet FM-B114), réalisé sous un angle un peu oblique; C – colonne lithostratigraphique levée séquence par séquence en 1982 (FM-B114); E – fragment du banc conglomératique le plus basal de la série observable à ce jour (©photo H. Capelle, 250322); F – Photo de bancs de grès grossier surmontant un banc de schistes gréseux : la disposition en éventail de la schistosité indique que cet affleurement participe à la charnière d'un pli synforme, déjeté vers le nord.

Fig. 5 – The former quarry known as Pas-Bayard: A – simplified map showing watercourses and outcrops identified on the geological map of Hirson (see Fig. 2); B – current partial panorama (©photo H. Capelle, 250322) and older drawing, with perspective (©F. Meilliez, 1982, reference notebook FM-B114), taken from a slightly oblique angle; C – lithostratigraphic column surveyed sequence by sequence in 1982 (FM-B114); E – fragment of the most basal conglomeratic bench in the series observable to date (©photo H. Capelle, 250322); F – Photo of coarse sandstone beds overlying a bed of sandy schist: the fan-shaped schistosity indicates that this outcrop forms part of the hinge of a synform fold, tilted towards the north.

Une coulée qui termine sa course dans une masse d'eau (lac, mer) subit un tri granulométrique très efficace, classant les particules transportées. En atteste la continuité entre la matrice du conglomérat et le lit grés-argileux qui le coiffe (Fig. 5F). Le mécanisme résumé ici est décrit avec ses variables et ses variantes par Martinsen (1994).

Les bancs conglomératiques sont surmontés de bancs lenticulaires, à grain grossier (jusqu'à plus de 2 cm), mal classés, à matrice surtout sableuse. La série, désignée comme *Arkose d'Haybes* par Gosselet (1888), est intégrée à la *Formation de Fépin* (Meilliez & Blieck, 1994). Il est pris acte du travail de Michot (1963) qui a expliqué le caractère inapproprié de l'appellation « arkose », consécutive à une surestimation de la présence de feldspaths dans ces couches. La puissance de la série est de l'ordre d'une bonne trentaine de mètres ; les bancs individuels varient de quelques centimètres à plus d'un mètre (Fig. 5B, C, G). Ces dépôts témoignent d'un fonctionnement de rivière en tresses, avec des graviers tractés en fond de lit par des courants variables en intensité, dans l'espace et dans le temps, et avec vannage des fractions fines (argiles, limons). Certains bancs, surtout dans la partie supérieure de la série, laissent apparaître les traces de système interne à stratification oblique. Ce mécanisme est également bien connu (Bravard & Petit, 2000).

En montant dans la série, des lits argileux noirs (organiques), lardés de petits limets gréseux, pyriteux pour certains, sont plus abondants, tandis que leur étendue, leur épaisseur s'accroissent, jusqu'à une couche qui, aujourd'hui, mesure environ 4 m d'épaisseur. Cette dernière a été reconnue au long du bord nord du Massif de Rocroi, de la vallée de l'Oise à celle de la Hulle (Belgique), à l'est de la Meuse. Elle témoigne d'une incursion marine qui s'affirmera un peu plus tard avec la *Formation de Mondrepuis* (Meilliez & Blieck, 1994). L'ensemble de la série est reconnu d'âge lockhovien (Fig. 2C).

L'aspect frustrant de cette carrière est qu'en dépit de recherches sans moyen mécanique particulier, il n'est guère possible de voir le contact discordant de la Formation de Fépin sur les schistes et grès cambriens. Ni dans la pâture au sud, ni le long de la berge de rive droite.

Arrêt 3 – La série gréseuse d'Anor (Dévonien Inférieur) (Fig. 2; Fig. 5A, point B)

Le point culminant du Nord – Pas-de-Calais était localisé sur la commune d'Anor, à 224 m, jusqu'à ce que la redéfinition des Hauts-de-France ne le transfère sur le territoire de Watigny, au nord-est de St-Michel-en-Thiérache (295 m). Toutefois la géologie de la commune d'Anor a été d'abord connue grâce aux carrières exploitées dans le Bois du Hauty

Encadré I : Le diagramme de Hjulström (1902-1982 / 1939)

L'intérêt de ce diagramme est davantage pédagogique que scientifique. Il illustre la mobilité d'une particule détritique sous l'action d'une eau courante. Construit de façon expérimentale, il ne suffit plus aujourd'hui pour une étude sédimentologique précise. En effet, il considère toute particule comme détritique, ne se désagrégeant pas, sans souci de sa forme, et surtout sans cohésion entre particules voisines. Grâce à quoi, il est simple à comprendre.

Les particules les plus faciles à mobiliser par un courant d'eau faible (0,10 à 0,12 m/s, soit environ 400 m/h) ont un diamètre de l'ordre de 0,1 à 1 mm, c'est-à-dire les limons grossiers et sables fins. Cette classe granulométrique forme l'essentiel de la couverture des sols régionaux. Une eau circulant à près de 4 km/h (≈ 10 cm/s), soit la vitesse d'un marcheur moyen, peut « embarquer » une granulométrie allant de l'argile grossière (0,05 mm) au gravier (10 mm).

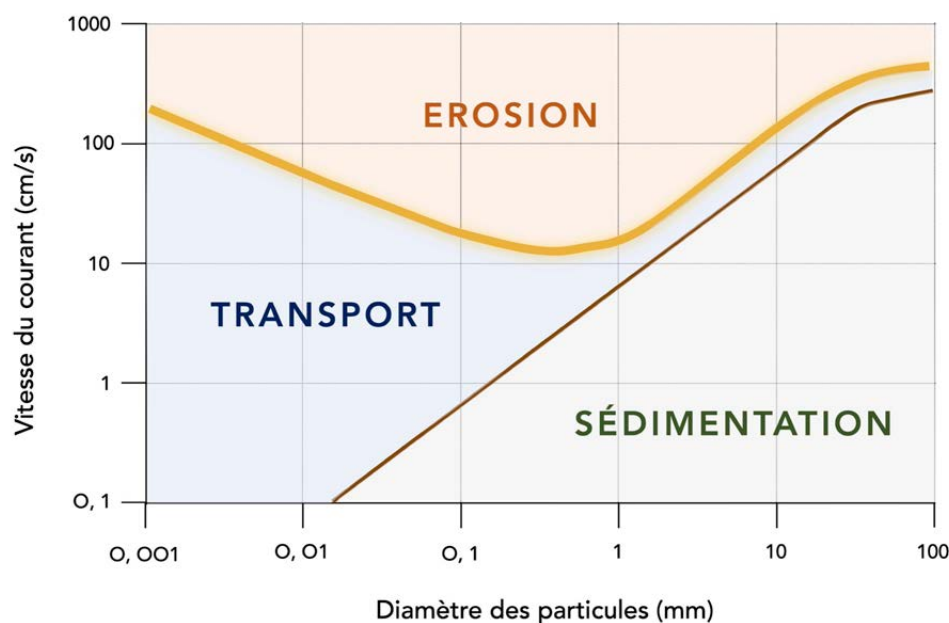


Fig. 6 – Diagramme de Hjulström rendant compte de la capacité d'un cours d'eau à transporter une fraction granulométrique, moyennant quelques hypothèses simplificatrices (voir texte).

Fig. 6 – Hjulström diagram showing the capacity of a watercourse to transport a grain size fraction, based on a few simplifying assumptions (see text).

(Fig. 5A), aujourd'hui fermées et noyées. Hébert (1855) y avait défini le Grès d'Anor comme un corps gréseux majeur de la série du Dévonien Inférieur. Or, aucun autre affleurement en Ardenne ne permet de l'observer avec les mêmes faciès, sur la même épaisseur. Un assemblage de corps gréseux interstratifiés de nombreux lits argilo-sableux varie d'un endroit à l'autre. Gosselet (1888, ch. XIII, p. 273-322) ne l'a identifié et en a décrit les variations que grâce à sa richesse fossilifère. En territoire français, la carrière de Montigny-sur-Meuse (feuille de Givet) est l'affleurement le mieux préservé, mais partiel.

L'absence de coupe continue accessible a fait que Stainier (1994) a formellement modifié le nom et la coupe de référence pour désigner cet ensemble détritique fin du Dévonien inférieur comme *Formation de Mirwart*, observable dans la vallée de la Lhomme (Belgique). La limite Lockhovien/Praguien (Fig. 2C) y est localisée dans la partie inférieure de la coupe. L'auteur mentionne toutefois un diachronisme d'est en ouest qui laisse à penser qu'à Anor l'ensemble serait un peu plus jeune, c'est-à-dire entièrement d'âge praguien.

La route d'Hirson à Trélon traverse Anor orthogonalement à la direction des couches, comme on peut le vérifier dans les talus dans toute la traversée du village. Juste au sud du carrefour central (CD 156 et CD 963), côté est de la route, l'accès à une maison en retrait a été renforcé par des murs de soutènement qui masquent des affleurements observés le 1^{er} mai 1984 (référence carnet FM-C33⁴). Le manteau d'altération a pu être décrit au moment des travaux, mais la

publication n'en a été faite que plus tard (Meilliez, 2015). Un dessin synthétique est présenté ici (Fig. 7) ; se référer à la publication pour les détails.

Ce site suggère que le processus d'aplanissement de l'Ardenne résulte de nombreux épisodes dont seules quelques traces sont préservées. Eu égard au positionnement du site, on peut penser que l'incision de la vallée est responsable de l'exposition de la petite paléo-falaise que formaient les couches redressées de Grès d'Anor, à un moment indéterminé. À la suite de quoi plusieurs épisodes d'érosion ont accumulé des cailloutis au pied. Une période climatique chaude et hydrolysante a provoqué la formation de sol rouge fersiallitique⁵, évoluant un temps jusqu'à la kaolinisation (liseré blanc coiffant le sol rouge). Le climat ayant refroidi, l'influence périglaciaire est marquée par le retour d'épandages de cailloutis anguleux peu altérés, dont la surface supérieure a été remobilisée par les courants de convection induits par un gel profond et durable (toundra?). Aucun élément n'a permis de préciser les âges des événements successifs.

Arrêt 4 – Le « golfe » de Fourmies-nord (Fig. 2)

La même publication (Meilliez, 2015) décrit aussi les observations réalisées à l'occasion de travaux publics et privés effectués au nord de Fourmies le 2 mars 1985 (référence carnet FM-C136). Elles permettaient de mettre en évidence les dépôts résiduels de Sables Verts (Cénomaniens) reposant directement sur les couches plissées du Dévonien moyen. Une paléo-vallée comblée de dépôts dits de faciès wealdien a été

4. Les affleurements observés par F. Meilliez sont référencés par une lettre suivie d'un numéro de page.

5. Analyse vérifiée et confirmée par Hervé Chamley.

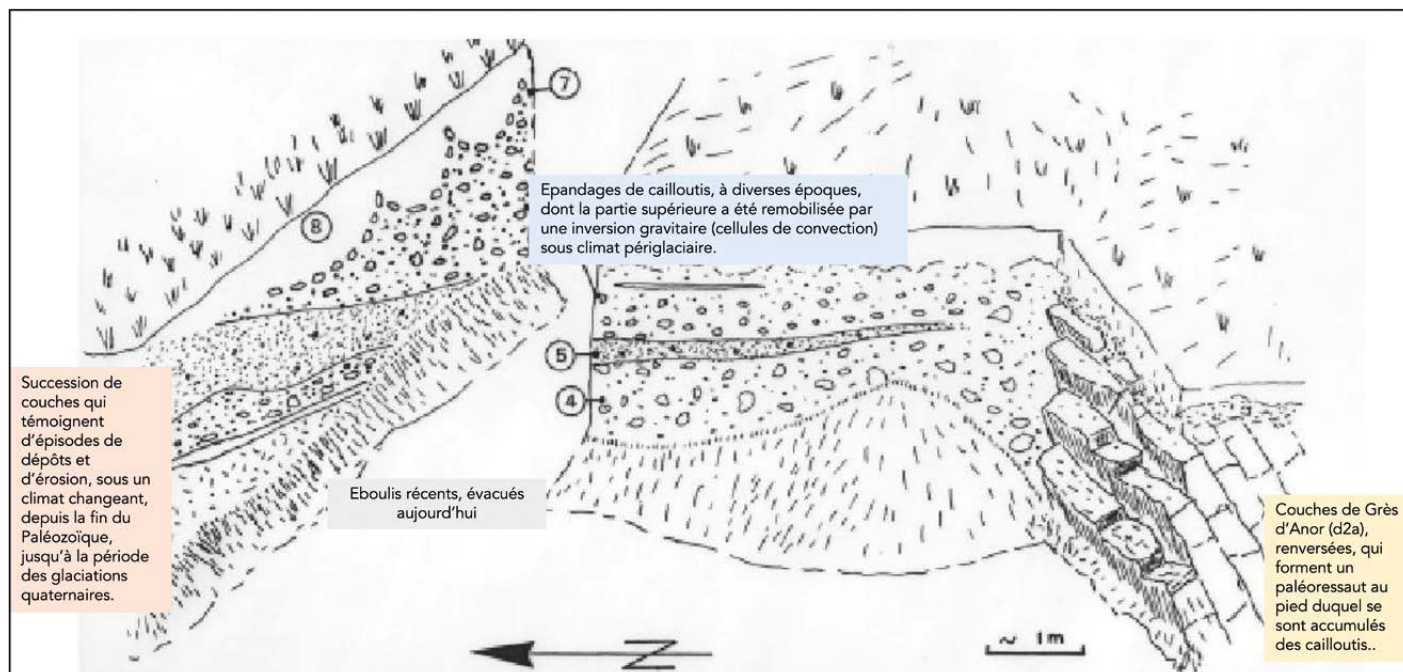


Fig. 7 – Dessin d'un affleurement aujourd'hui masqué derrière un mur en briques, repris de Meilliez (2015). Les cartouches résument la description ; le lecteur intéressé est renvoyé vers l'article, en libre accès (<https://www.peren-revues.fr/annales-sgn/1169>).

Fig. 7 – Drawing of an outcrop now hidden behind a brick wall, taken from Meilliez (2015). The captions summarise the description; interested readers are referred to the article, which is freely accessible (<https://www.peren-revues.fr/annales-sgn/1169>).

également scellée sous les Sables Verts. Elle est figurée sur la carte géologique d'Hirson (Hatrival *et al.*, 1969).

Le refaçonnement de la route menant d'Avesnes/Helpes à Hirson (CD42) a conduit à d'importants travaux de terrassement. Une intersection avec bretelles d'accès a été construite au croisement avec la route reliant Fourmies à Wignehies, en rive droite de l'Helpes mineure.

Ces terrassements ont dégagé des couches de grès en bancs décimétriques, lenticulaires, assemblés en faisceaux, associés à des pélites rouges. Les grès présentent une patine rougeâtre qui passe au vert-de-gris sur cassure fraîche. Les couches forment un dôme qui évoque un anticlinal dont le flanc nord est encore en sous-sol. La carte géologique le place d'ailleurs en cœur d'anticlinal, entouré par les schistes de la *Formation de Hierges* (d2e). Ainsi cette série gréseuse est-elle attribuée à la *Formation de Chooz* (d2d). C'est cohérent.

Cependant un examen attentif de la carte géologique laisse apparaître deux questions. Dans la vallée de la Meuse, à Vireux-Molhain, on ne connaît pas de série gréseuse aussi massive dans la partie supérieure de la Formation de Chooz. La thèse d'Irfan Cibaj (1991) a confirmé que la couleur rouge des séries n'est pas un critère d'identification car sa répartition dépend aussi de l'histoire géologique du lieu (notamment son degré d'enfouissement). Cette thèse a été la première à appliquer les principes de la stratigraphie séquentielle dans les dépôts paléozoïques ardennais. L'auteur a montré que les alternances entre faciès sableux et faciès argileux variaient comme les paramètres astronomiques, sur l'ensemble des deux formations (Vireux et Chooz). La différence entre les deux n'est réellement détectable qu'en établissant les courbes granulométriques des bancs gréseux : le grain moyen est plus grossier dans la Formation de Vireux que dans celle de Chooz. Cibaj en déduisait que la Formation de Chooz témoigne d'un dépôt plus superficiel (avec paléosols), voire aérien (plaine alluviale ?) tandis que celle de Vireux témoigne d'un domaine marin, de temps à autre exposé à l'air libre (littoral). L'attribution des affleurements de Fourmies nécessiterait une analyse sédimentologique fine.

Par ailleurs, la carte géologique montre que la Formation de Hierges ne forme qu'une bande étroite traversant la ville de Fourmies d'est en ouest, et servant de fond de vallée au cours de l'Helpes mineure. Même si les couches étaient verticales – ce qui n'est pas le cas – la place manque pour y placer les 300 m attribués à la Formation de Hierges dans la notice de cette feuille. Il pourrait y avoir suspicion de faille normale escamotant une partie de la série. Ce qui nécessite des investigations supplémentaires pour le vérifier.

Arrêt 5 – La carrière du Parc (Etrœungt)

À partir de Fourmies notre itinéraire suit la vallée de l'Helpes mineure jusqu'à Etrœungt, ce qui permet d'apprécier de beaux paysages bocagers. Autrefois (Waterlot *et al.*, 1973), les terrains paléozoïques étaient présentés comme

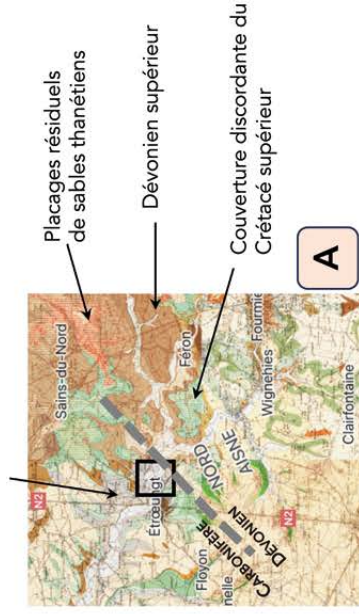
des synclinaux de calcaires carbonifères enchâssés dans le substratum détritique du Dévonien supérieur. La thèse de Khatir (1990) a montré qu'il s'agit de synformes mis en place dans une série dévono-carbonifère préalablement écaillée (Fig. 8), selon un processus analysé en détail dans les carrières de Haut-Lieu, autour d'Avesnes/Helpes (Khatir *et al.*, 1989; Mansy & Meilliez, 1989).

La difficulté d'observation vient de la présence d'une couverture (Fig. 2) mince mais très étendue, composite et résiduelle : sédiments sableux marins cenomaniens et leur transition vers les marnes turoniennes, placages de sables marins et continentaux thanétiens, limons périglaciaires. Le voile limoneux a été incisé par tous les cours d'eau, même les plus petits et les plus éphémères, ce qui laisse à penser qu'en Avesnois, une part du soulèvement ardennais au moins est postérieure au dépôt des loëss wechséliens, comme le pressentait déjà Sommé (1977). Sans avoir la valeur d'une mesure directe, cette méthode conduit à estimer le mouvement vertical de l'ordre de 0,5 mm/an en moyenne, ce qui reste raisonnable (Webographie : Copernicus). Sur les versants, les ruissellements mêlent les limons à d'autres débris du substrat. Les fonds de vallée sont ici tapissés de sédiments fins, grossiers à la base, puis souvent très fins (Fz des cartes géologiques). Il ne semble pas y avoir eu d'exploitation de tourbe sur ce territoire.

À partir d'Etrœungt, le paysage change aussi parce que la sédimentation paléozoïque passe d'une dominante détritique à une dominante carbonatée (Fig. 3C). Les modalités de la transition sédimentaire constituent l'intérêt scientifique de ce secteur : Mistiaen (1998) a rappelé que de nombreux paléontologues ont remarqué une diminution drastique des récifs de coraux, à l'échelle mondiale, dès la fin du Dévonien.

À l'est d'Etrœungt (Fig. 8A et B), d'anciennes carrières ont été ouvertes dans la corniche qui formait la rive gauche de l'Helpes mineure. À l'échelle de la carrière (Fig. 8C) comme à l'échelle régionale (Fig. 8D), la transition est progressive, par alternances entre calcaires argileux et argiles carbonatées. Les carrières permettent l'observation d'une périodicité qui affecte la succession des couches (puissance des bancs, proportion relative des faciès). Le même phénomène a été signalé plus haut (Arrêt 4) à propos des alternances grésopélitiques des Formations de Vireux et de Chooz (Cibaj, 1991). On sait aujourd'hui qu'en plus des déterminants géologiques classiques (Krumbein & Sloss, 1963), les paramètres astronomiques interviennent via leur influence sur les climats (Galbrun, 2012).

Cependant, la richesse paléontologique de ces carrières d'Etrœungt a fait que de longue date de nombreux travaux y ont été accumulés. Une synthèse très détaillée, publiée dans ces colonnes, en résume les résultats (Mistiaen *et al.*, 2013). En particulier, l'une de ces études (Gosselet, 1857) a créé un événement scientifique majeur dans le développement de



C La carrière du Parc
(vue partielle)

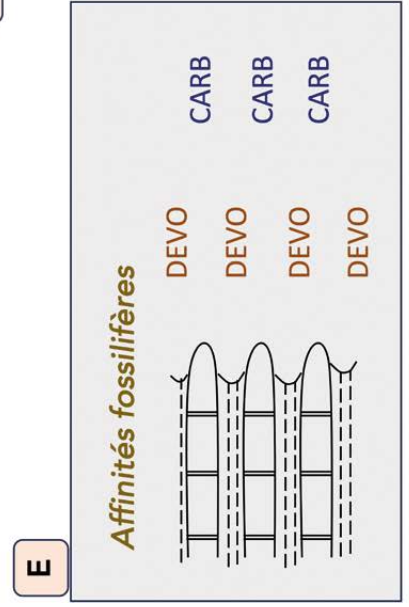
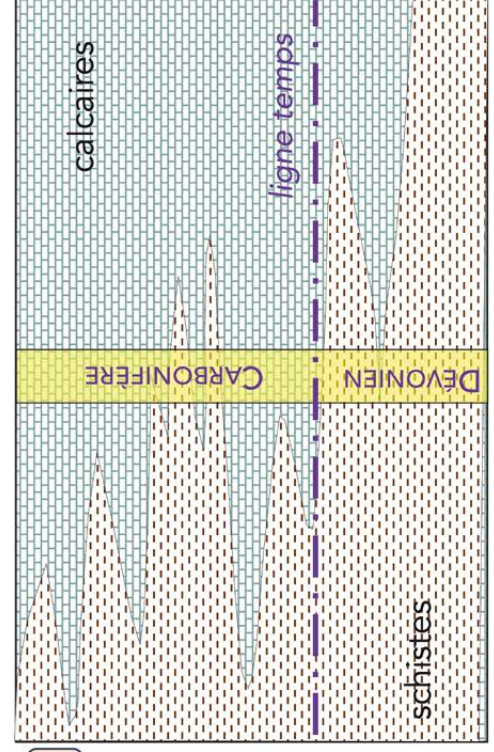
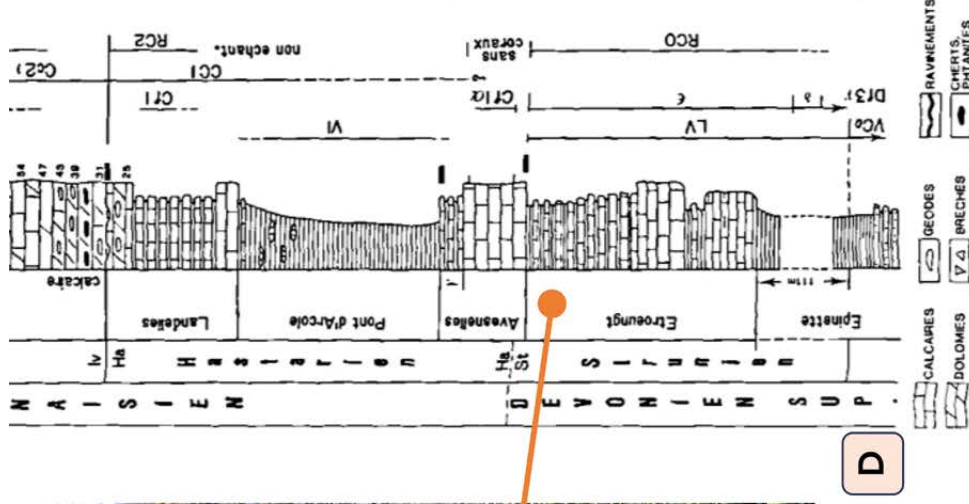


Fig. 8 – Le site des carrières d'Etreuxngt : **A** – Agrandissement local de la carte géologique (cf. Fig. 2); **B** – Vue satellitaire du même secteur (source : Google Earth); **C** – Photo d'un front de taille dans la carrière Jean Pierre (cliché F. Meilliez, 2025); **D** – Extrait de la colonne biostratigraphique locale (Mansy *et al.* (1989)); **E** – Schéma résumant le problème d'affinités paléontologiques des brachiopodes, mis en évidence par Gosselet (1857); **F** – Schéma du concept de passage latéral de faciès : la ligne de séparation entre deux faciès migre latéralement en même temps que verticalement, notion évidente aujourd'hui, mais qui ne s'était pas encore imposée au milieu du XIX^e siècle.

Fig. 8 – *The Etreuxngt quarry site*: **A** – *Local enlargement of the geological map* (see Fig. 2); **B** – *Satellite view of the same area* (source: Google Earth); **C** – *Photo of a quarry face in the Jean Pierre quarry* (photo by F. Meilliez, 2025); **D** – *Extract from the local biostratigraphic column* (Mansy *et al.* (1989)); **E** – *Diagram summarising the problem of paleontological affinities of brachiopods, highlighted by Gosselet (1857); **F** – *Diagram of the concept of lateral facies transition: the line separating two facies migrates laterally as well as vertically, a notion that is obvious today but had not yet gained acceptance in the mid-19th century.**

la géologie. À une époque où seule la macrofaune servait de référence, Gosselet a mis en évidence que les bancs péli-tiques contenaient des brachiopodes d'affinité dévonienne, tandis que les bancs calcaires ont préservé des brachiopodes d'affinité carbonifère (Fig. 8E). Dans le contexte scientifique du XIX^e siècle, aucune théorie n'en donnait d'explication satisfaisante. Le catastrophisme n'était pas acceptable à cause d'une fréquence trop élevée. La thèse de Gosselet (1857) a ainsi servi à faire avancer deux idées : faire reconnaître la notion de fossiles de faciès, illustrer le concept du passage latéral de faciès (Fig. 8F). C'est ce qui donne une valeur épistémologique aux carrières d'Etrœungt.

Aujourd'hui, les corrélations biostratigraphiques respectent toujours le cadre établi à partir de la macro-faune, mais sont considérablement affinées à partir de la microfaune (foraminifères, conodontes). C'est ainsi que sont régulièrement révisées les équivalences latérales avec la vallée de la Meuse (Fig. 3C), et de façon générale l'ensemble ardenno-rhénan et ses équivalents britanniques. Au déses-poir de Denise Brice, le terme Strunien n'a pas été retenu comme nom d'étage, et la limite formelle entre Dévonien et Carbonifère passe dans la base du Calcaire d'Avesnelles (voir webographie : stratigraphy).

Arrêts 6 et 7 – Carrières (Calcaire Carbonifère) à l'ouest d'Avesnes/Helpes (Fig. 9)

Avec le temps, le territoire d'Avesnes/Helpes a été grêlé de petites carrières, exploitées en tant que de besoin par des entreprises familiales. La mécanisation exigée par le marché des granulats a fortement fait évoluer les exploitations depuis le milieu du XX^e siècle. La production de pierre de taille est devenue une activité marginale dans l'industrie d'extraction des calcaires. Aujourd'hui quelques grands groupes internationaux ont repris l'exploitation de ces carrières, et souhaitent optimiser le traitement du gisement (fabrication de chaux ou de diverses gammes de sables et gravillons), tout en s'adaptant aux distances (transport ferroviaire par exemple), et en maîtrisant les impacts de leurs activités sur les milieux⁶.

Sauf que la rationalisation de l'ingénierie n'accomode pas aisément les caprices de la structuration géologique. Découvrir l'apparente absence - ou le redoublement - d'un

6. Réglementairement, un Schéma Départemental des Carrières encadre les initiatives. Suite à l'élargissement administratif, les discussions en cours définissent un Schéma Régional des Carrières, sous l'égide de la DREAL (Direction Régionale à l'Équipement, l'Aménagement et le Logement). La SGN participe à la Commission mise en place.

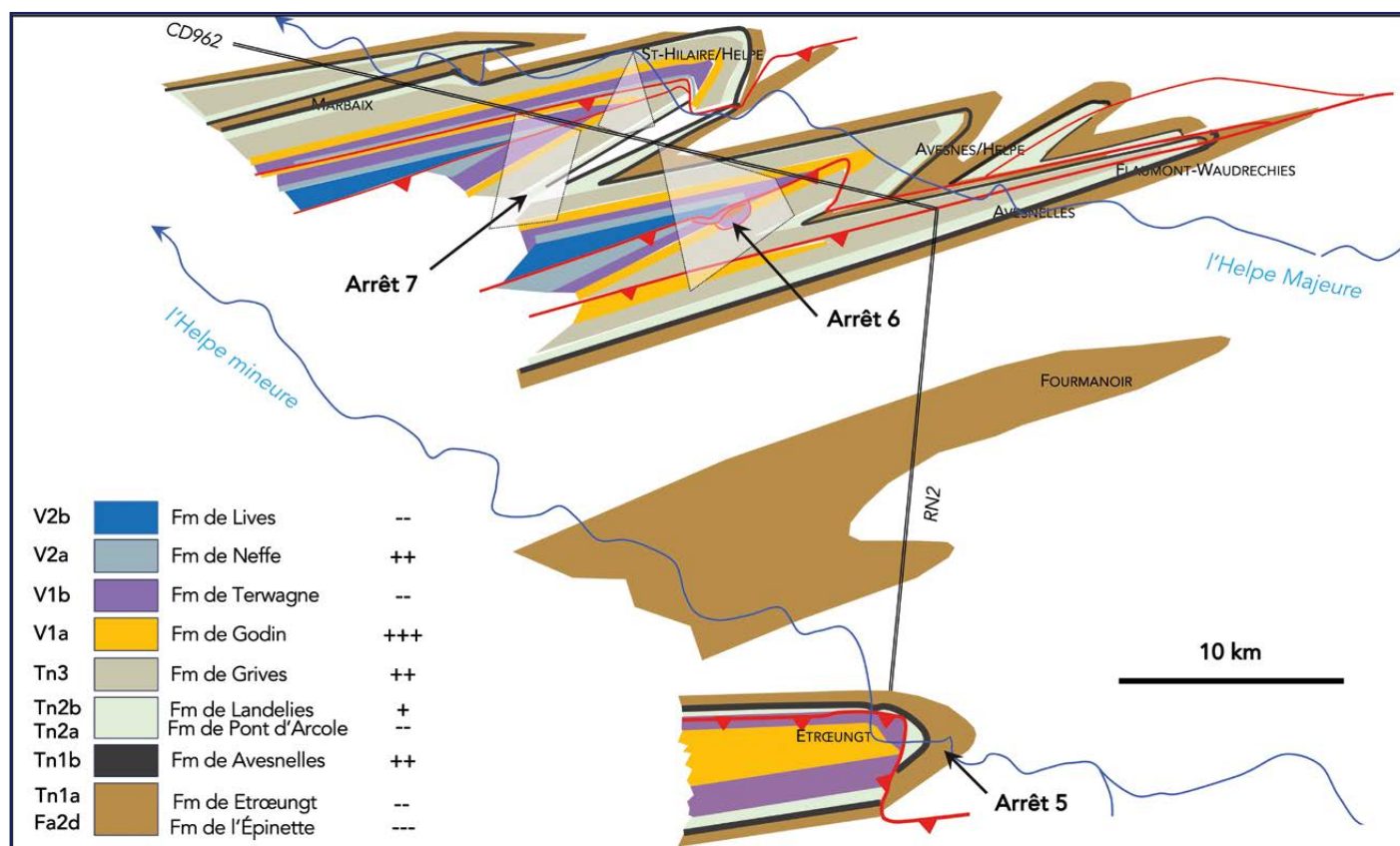


Fig. 9 – Carte géologique (modifiée d'après Khatir, 1990) situant les synformes de calcaires carbonifères et positionnant les points d'arrêt traités dans le texte. La colonne stratigraphique indique, de gauche à droite : la désignation à partir de l'échelle des foraminifères, les codes de couleur, les noms de formations d'usage, une gradation entre niveaux compétents (+) et incompétents (-).

Fig. 9 – Geological map (modified from Khatir, 1990) showing the Carboniferous limestone synforms and the stopping points discussed in the text. The stratigraphic column indicates, from left to right: the designation based on the foraminiferal scale, colour codes, commonly used formation names, and a gradation between competent (+) and incompetent (-) levels.

niveau particulier, peut être une mauvaise- ou une bonne – surprise. En effet, ce qui a longtemps été décrit comme une succession de synclinaux de calcaire carbonifère enchâssés dans le détritique du Dévonien supérieur de l’Avesnois s’est finalement révélé plus complexe avec la mise en évidence de failles plates (faiblement inclinées sur la stratification) plissées avec les couches qu’elles dupliquent (Khatir, 1990). Ce sont les progrès de la micropaléontologie qui ont permis cette amélioration de la connaissance. Et le danger actuel, pour l’avenir, est que nous ne nous sommes pas donné les moyens de renouveler la population des paléontologues capables de résoudre ces questions d’attribution stratigraphique.

Dans la série stratigraphique de la marge ardennaise (Fig. 3C), le Calcaire Carbonifère forme un ensemble puissant de près de 400 m en Avesnois (Mansy *et al.*, 1989). Pendant environ 30 millions d’années (Mississippien = ex-Dinantien), des corps sédimentaires argileux et carbonatés se sont constitués et répartis en fonction de la dynamique sédimentaire (érosion / sédimentation), modulée par les variations climatiques et les sollicitations tectoniques, dans un cadre temporel dont rend compte la succession des fossiles. Comme on l’a vu à propos d’Etrœungt, le cadre général a été historiquement basé sur la macrofaune (brachiopodes, ...), alors que les précisions apportées aujourd’hui (Fig. 8D) sont surtout basées sur la microfaune (conodontes, foraminifères). Les conditions de dépôt ont été suffisamment stables pour que la sédimentation carbonatée prévale. À titre comparatif, durant les 20 millions d’années qui ont précédé (Dévonien supérieur) et les 30 millions d’années qui ont suivi (Pennsylvanien = ex-Silésien), c’est la sédimentation détritique qui a prévalu (Fig. 3C).

Le Calcaire Carbonifère, pris dans son ensemble, est *compétent* (voir Encadré). Cependant, les interactions en cause – et en particulier la biodiversité – ont finement diversifié les dépôts, ce qui a permis de définir des corps sédimentaires finement stratifiés et différenciés. D’un point de vue mécanique ceci confère une anisotropie horizontale forte qui conditionne les modalités de déformation selon quelques principes simples (Meilliez & Mansy, 1990), rappelés ici.

Les couches calcaires ont un comportement compétent et les bancs argileux incompétent. Lors d’une sollicitation imposée à la pile sédimentaire, en compression orientée à peu près dans le plan d’anisotropie (raccourcissement), les calcaires *flambent* (voir Encadré Géomécanique) tandis que les bancs incompétents s’épaississent (Fig. 10A). Au-delà d’une certaine courbure, en rapport avec leur épaisseur principalement, et leur structure interne secondairement, les bancs compétents se fracturent : c’est l’amorce d’une faille (Fig. 10A-2). Tout nouvel épisode de compression est alors accommodé par glissement sur cette faille, qui s’amortit par glissement différentiel entre les lits argileux des bancs

incompétents voisins (Fig. 10A-3). Ce processus, ici décrit de façon très condensée, est le même à toutes échelles (de la lame mince à la région) et dans toutes les chaînes d’avant-pays, c’est-à-dire là où une série sédimentaire finement stratifiée a été soumise à raccourcissement dans le domaine de la croûte supérieure. Une illustration vient d’en être donnée avec le Jura (Mosar, 2025).

Ce processus a pu être illustré en Ardenne méridionale (Meilliez & Mansy, 1990) où s’observent aussi deux notions supplémentaires. D’une part les niveaux argileux, quelles que soit leur épaisseur et leur continuité latérale, acquièrent progressivement une structure plane appelée *clivage schisteux* ; son apparition exprime l’acmé du serrage local induit par le raccourcissement régional. Son plan est généralement oblique sur celui de la stratification, ce qui constitue un critère précieux de polarité structurale (voir plus loin). D’autre part, la présence de placages argileux résiduels entre bancs compétents voisins facilite le glissement relatif entre eux. Deux types de structures matérialisent ce déplacement : les aspérités de l’un gravent des rainures dans l’autre ; des cristallisations de néoformation (quartz ou calcite selon la nature des fluides connés) forment des *stries de glissement* qui renseignent sur l’orientation et le sens du déplacement relatif.

Encadré : glossaire de géomécanique

Le mot *compétent*, tel qu’il est utilisé en mécanique des roches, dérive de l’anglais. Il décrit le comportement rhéologique de roches sédimentaires stratifiées capables de supporter le poids des couches qui les recouvrent, sans fluer. Par opposition, les roches qui fluent sont dites *incompétentes*. [Définition issue du *Dictionnaire of geological terms*, préparé sous l’égide de l’*American Geological Institute*, édition de 1962]. En toute rigueur, le mot est un qualificatif relatif et ne désigne pas une propriété intrinsèque, comme la densité ou la viscosité. On ne mesure pas la compétence. En hydrologie, le même mot est utilisé pour désigner la capacité d’un courant d’eau à porter une charge sédimentaire.

Le mot *flambage* (*buckling* en anglais) désigne une modalité de déformation par laquelle un banc compétent, emballé entre deux bancs incompétents, plus épais que lui, se plisse sans que son épaisseur ne change. Dans l’art de la construction, c’est un processus que craignent tous ceux qui utilisent des étais de forme élancée.

Le mot *schistosité* désigne, en toute rigueur, un clivage schisteux (responsable de la fissilité des ardoises par exemple), résultat d’un aplatissement intense et durable, dans le plan duquel une croissance cristalline de néoformation éventuelle se produit si la disponibilité de matière et les conditions thermodynamiques en sont satisfaites.

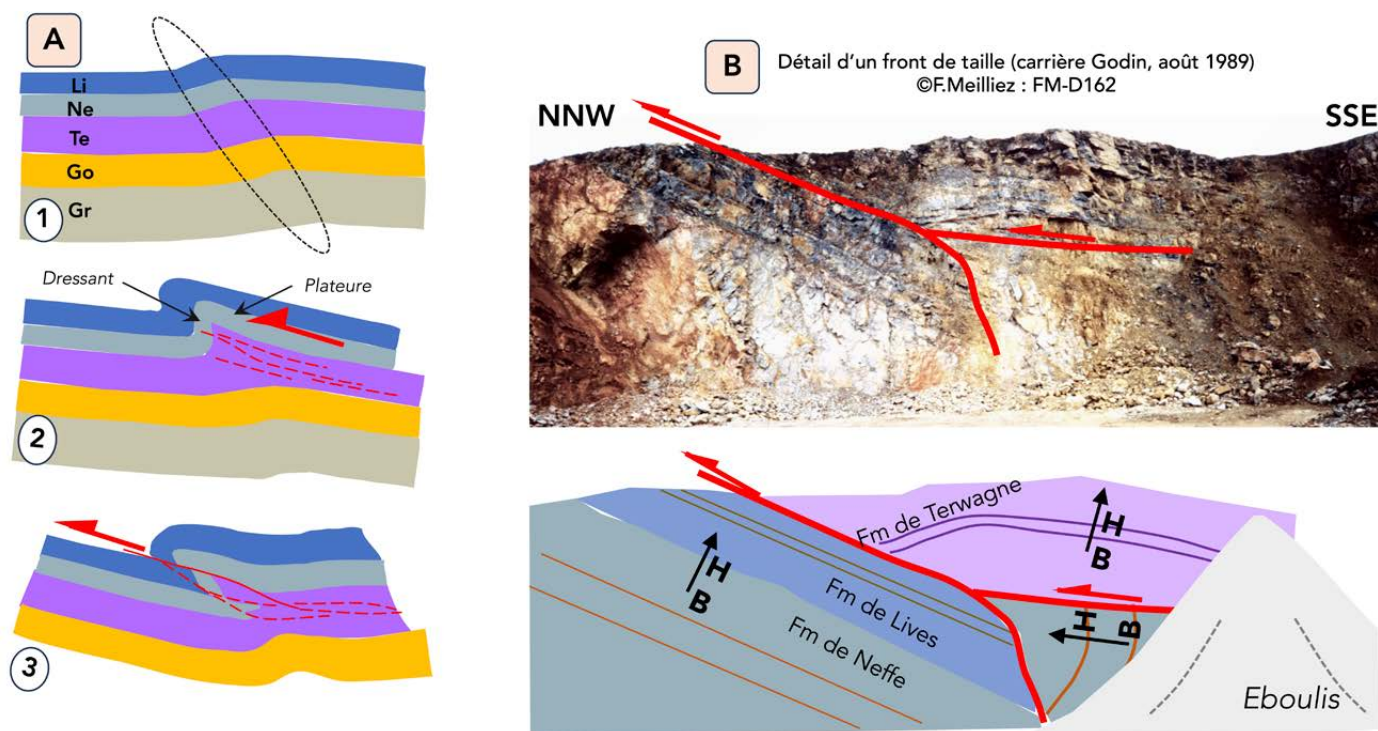


Fig. 10 – A – Modifié d'après le schéma publié (Mansy & Meilliez, 1989); 1 – La série soumise à compression à peu près dans son plan *flambe* : une bande de pliage (résultat bien connu en résistance des matériaux) se différencie en flanc court (= dressant) et flanc longs (= plateures); 2 – Le Calcaire de Neffe, plus compétent que les marno-calcaires qui l'encadrent, glisse sur la Formation de Terwagne qui s'épaissit; en situation de dressant, il se renverse et se trouve en situation d'effort tranchant pour le prochain épisode de compression; il se fracture et la faille qui en résulte s'enracine de part et d'autre dans les marno-calcaires de Neffe et de Lives; 3 – Si la sollicitation continue par à-coups, le dressant se fragmente et le chevauchement progresse. B – Etat d'un front de taille temporaire montrant le dressant chevauchant la plateure située dessous et en avant. Les flèches indiquent la polarité stratigraphique (H = Haut, B = Bas).

Fig. 10 – A – Modified from the published diagram (Mansy & Meilliez, 1989); 1 – The series subjected to compression approximately in its plane *buckles*: a folding band (a well-known result in materials resistance) is differentiated into a short flank (= upright) and long flanks (= flat areas); 2 – The Neffe Limestone, more competent than the marl-limestones surrounding it, slides over the Terwagne Formation, which thickens; in an upright position, it overturns and finds itself in a shear stress situation for the next episode of compression; it fractures and the resulting fault takes root on either side in the Neffe and Lives marl-limestones; 3 – If the stress continues in bursts, the upright fragments and the overlap progresses. B – State of a temporary quarry face showing the upright overlapping the flat rock below and in front. The arrows indicate the stratigraphic polarity (H = High, L = Low).

Durant les années 1980, les carrières de Haut Lieu, exploitées à l'époque par la société Bocahut, grignotaient les parties qui les séparaient. L'opportunité aidant, de nombreuses visites réitérées durant quelques années, ont permis de trouver une logique dans une structure qui paraissait chaotique à première vue. Une analyse détaillée a été menée avec Raphaël Conil, spécialiste des foraminifères, parce que la présence de *failles plates* (parallèles à la stratification au moins sur une partie de leur surface) n'a pu être détectée que par cette coopération étroite sur le terrain. Elle a donné lieu à publications (Mansy & Meilliez, 1989; Khatir *et al.*, 1989), reprise dans la thèse de Khatir (1990). L'illustration (Fig. 10A) en reprend le schéma général et en affine la compréhension par l'observation du tronçonnage, dans le flanc inverse, de l'unité compétente de la Formation de Neffe (Fig. 10B). En réalité, la structure résulte de plusieurs épisodes discrets dans un contexte de déformation progressive. La Formation de Neffe, compétente et peu épaisse, ne s'est pas épaissie sous l'effet de la compression, mais a ondulé, formant un couple anticlinal-synclinal qui s'est rapidement déversé, entraî-

nant la segmentation (extension) du flanc inverse tandis que le raccourcissement général progressait. La Formation de Terwagne, incompétente, a ainsi accommodé, par glissement différentiel entre ses lits, le déplacement relatif de la Formation de Neffe par rapport à celle de Godin.

À noter que le dressant, ayant subi plus de fracturations que les plateures, a vu se développer ensuite une altération plus importante. Des cavités de dissolution affectent certains morceaux de Calcaire de Neffe. Un dépôt détritique fin, stratifié, marquant un hydrodynamisme (figures de courant) a partiellement comblé certaines cavités. Elles n'intéressent pas le carrier, qui doit les mettre en décharge. En revanche, elles intéressent le géologue qui a pu constater que la stratification interne au dépôt est horizontale, dans un banc lui-même incliné. Ceci illustre bien d'une part l'âge relatif tardif de ce dépôt, et d'autre part l'absence de basculement dans toute déformation locale ultérieure. Faute d'échantillonnage spécifique, ce dépôt n'a pas été précisément daté; il pourrait l'être aussi bien du Crétacé inférieur que du Paléogène, eu égard à l'histoire géologique régionale.

La carrière dite de la Custodelle, sur la commune de Dompierre/Helppe, a été autorisée en 1998. Elle a été effectivement ouverte en 2001, dans le flanc méridional d'un synclinal qui se trouve, a priori, au nord de la structure observée dans la carrière de Haut-Lieu (Fig. 9 : Arrêt 7). Elle exploite les formations de Landelies, Grives, Godin et Terwagne.

Les calcites du Calcaire Carbonifère

La calcite, de formule CaCO_3 , est le minéral le plus ubiquiste des sédiments calcaires. Elle constitue la majeure partie du volume des grains carbonatés, sous des formes plus ou moins bien cristallisées. Discuter des parts respectives de mécanismes de sa formation, soit directement physico-chimiques (précipitation, dissolution), soit physiologiques (actions des organismes vivants) est un long débat, inachevé. Toutefois, la calcite se présente également sous forme de cristaux géodiques (Fig. 11A, page suivante). Que la molécule de carbonate de calcium soit d'origine organique ou non, sa remobilisation pour former des cristaux parfaits, à taille parfois exceptionnelle, nécessite des conditions thermodynamiques particulières. La question peut donc se poser de rechercher si ces conditions sont liées au milieu sédimentaire, jusqu'à en être une caractéristique.

La maille élémentaire primitive d'un cristal de calcite est un parallélépipède associant six losanges, le rhomboèdre (Fig. 11B, page suivante). Les *calcites de Dompierre-sur-Helppe* avaient été décrites dans l'ancienne carrière dite « la Dolomie », située au nord de la commune et aujourd'hui noyée. Gosselet (1867) signala la présence de « *géodes de calcite dans le calcaire entre Marbaix et Dompierre.* » Quelque temps plus tard, Lacroix (1909) décrivit un curieux cristal, associant les faces d'un rhomboèdre plat à celles d'un scalénoèdre trapu, de développement égal. Il fallut attendre près d'un siècle, en 2006, avec la découverte d'un cristal rougeâtre maclé entre deux scalénoèdres, près des remblais de ladite ancienne exploitation. Les cristaux de calcite du site actuel (carrière des Ardennes) de Dompierre-sur-Helppe n'ont jamais été décrits. L'inventaire morphologique des cristaux s'avèrerait utile.

La carrière de la Custodelle exploite (Fig. 9) les formations que l'usage local de l'ancienne nomenclature (Mansy *et al.*, 1989), attribue au Tournaisien supérieur (Tn2b et Tn3), et Viséen inférieur (V1a). Les cristaux de calcite se présentent sous deux formes : l'habitus rhomboédrique est le plus représenté tandis que l'habitus scalénoédrique est peu commun (Fig. 11B). La reconnaissance de ce dernier est aisée en observant son sommet pointu. Plus rarement, des macles sont observées. La première famille de macle de la calcite affecte les rhomboèdres et les scalénoèdres tandis que l'autre macle appartient à la troisième famille en n'affectant que les scalénoèdres. C'est dans la Formation de Landelies (Tn2b) que les cristaux sont les plus petits, et de loin. Aucune

macle n'a été observée dans la Formation de Grives (Tn3) ni dans celle de Landelies, mais sont l'apanage des Formations de Godin (V1a) et de Terwagne (V1b).

En comparant avec les deux carrières de proximité qui exploitent les mêmes calcaires, Haut-Lieu et Saint-Hilaire-sur-Helppe, il s'avère que l'on y découvre les mêmes habitus et les mêmes familles de macles de la calcite, dans les mêmes Formations (Swialkowski, 2020). Un travail d'investigation est en cours (MS) pour tenter de cerner à la fois les conditions de formation et d'éventuels événements ultérieurs qui affecteraient la minéralogie et la cristallographie de ces calcites.

CONCLUSION

Voilà plus de 20 ans que la SGN n'avait pas organisé de visite de terrain en Avesnois. Il n'y avait aucune préméditation, mais un enchaînement de circonstances. Une telle visite était devenue nécessaire, scientifiquement et stratégiquement. Les petites carrières ouvertes depuis quelques siècles pour y prélever des matériaux de construction (argile, sable, pierre à chaux, pierre à bâtir) l'ont été sans connaissance théorique. Juste un savoir-faire, appuyé sur un esprit d'innovation qu'aiguisaient les nécessités du moment : réaliser des abris solides, si possible imperméables, et se prémunir d'inondations épisodiques. Les paysages n'exposaient pas aux instabilités de pente autres que très locales. À l'entrée du XIX^e siècle, l'émergence de la géologie en tant que discipline scientifique a amené un nouveau regard dont d'Omalius d'Hallo, Hébert et Gosselet ont été les premiers artisans côtiers français.

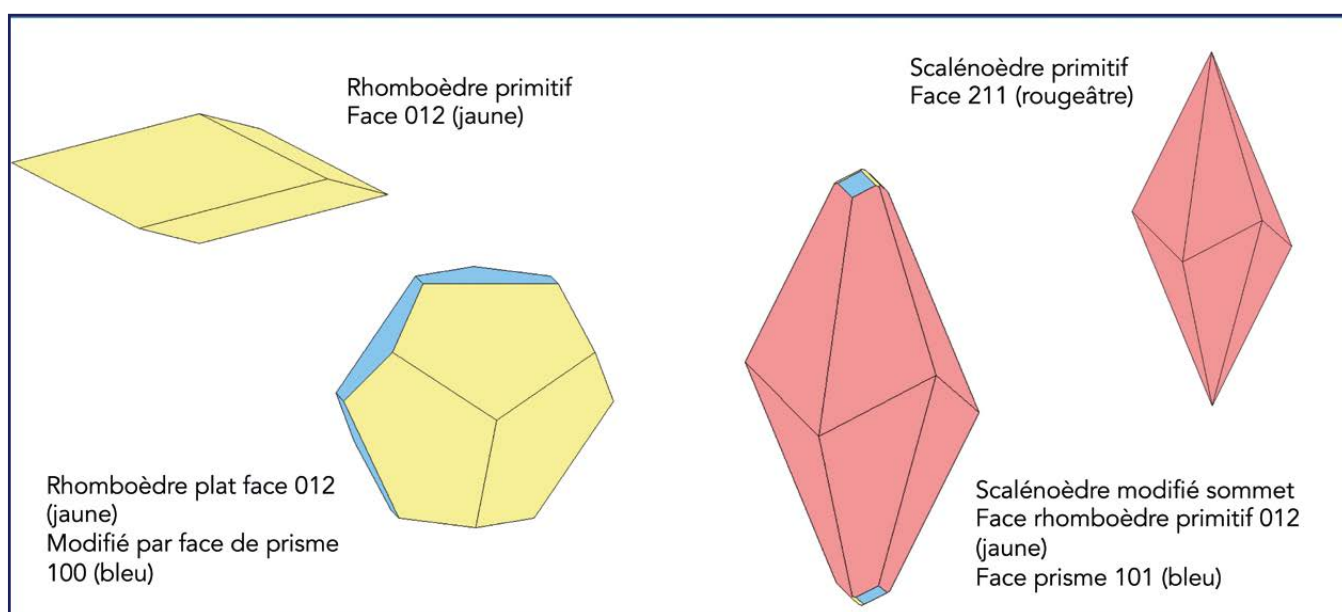
À l'heure du développement industriel, le besoin de matériaux et l'aménagement du territoire ont amplifié les interventions sur le sol et le proche sous-sol : percement de voies de communication, urbanisme. La connaissance de la géologie profonde ne dépendait que des approches théoriques de référence pour extrapoler à partir de la géologie superficielle. Et il est clair qu'il faut reconsidérer nos représentations acquises au milieu du siècle passé. Toutefois les méthodes de reconnaissance ont changé, et les moyens techniques aussi. De ce fait, les descriptions qu'ont faites nos aïeux en découvrant ce territoire demeurent des sources d'information qu'il faut reprendre et les confronter aux modèles actuels. C'était l'ambition de cette visite de terrain et de ce compte rendu. Il y manque une coupe géologique, qui fera l'objet d'un prochain travail, en intégrant une zone d'analyse plus large.

Fig. 11 – Les calcites du Calcaire Carbonifère : A – Géode dans un bloc détaché de la Formation de Grives. B – Modèles cristallins de la calcite. C – Les scalénoèdres rougeâtres de calcite de la Formation de Terwagne (V1b) en place dans une géode. Le plus souvent, le sommet du cristal n'est pas modifié. Parfois, le scalénoèdre présente un sommet modifié par la face du rhomboèdre primitif 012 (en jaune) et celle du prisme 101 (en bleu). À noter l'abondance des argiles rouges de décalcification, qui protègent les cristaux dans une géode.

Fig. 11 – Calcite from Carboniferous limestone: A – Geode in a detached block from the Grives Formation. B – Calcite crystal models. C – Reddish calcite scalenohedrons from the Terwagne Formation (V1b) in place in a geode. In most cases, the top of the crystal is unchanged. Sometimes, the scalenohedron has a top modified by the face of the primitive rhombohedron 012 (in yellow) and that of the prism 101 (in blue). Note the abundance of red decalcification clays, which protect the crystals in a geode.



©ph. R. Bernard 2025





BIBLIOGRAPHIE

- BARROIS C. (1879). – Sur l'étendue du système Tertiaire inférieur dans les Ardennes et sur les argiles à silex. *Ann. Soc. Géol. Nord*, **VI** : 340-376.
- BARROIS C. (1920). – Jules Gosselet (1832 – 1916). *Ann. Soc. Géol. Nord*, **XLIV** : 10-47.
- BOUROZ A., SPEARS D.A. & ARBEY F. (1983). – Essai de synthèse des données acquises sur la genèse et l'évolution des marqueurs pétrographiques dans les bassins houillers. *Mém. Soc. Géol. Nord*, **XVI** : 118.
- BRAVARD J.P. & PETIT F. (2000). – Les cours d'eau; Dynamique du système fluvial. *Armand Colin édit.*, 222 p.
- BRIQUET A. (1908). – La pénéplaine du Nord de la France. *Ann. Géographie*, **XVII** : 204-223.
- CHAMLEY H. (2002). – Environnements géologiques et activités humaines. *Vuibert édit.*, 512 p.
- CIBAJ I. (1991). – Sédimentologie et stratigraphie séquentielle dans les formations emsiennes d'Ardenne méridionale. *Thèse Université Sc. Tech. Lille F-A*, 212 p.
- DEJONGHE, L. (2019). Les précurseurs et les grands noms de la géologie belge, nés entre 1719 et 1900. Nouvelle biographie nationale, supplément 1, *Académie Royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts*, 113 p.
- DELATTRE C., WATERLOT G., LERICHE M. & POLVÊCHE J. (1970). – Carte géologique détaillée de la France, Trélon, BRGM.
- DEMOULIN A., QUESNEL F., DUPUIS C., YANS J. & CAMELBECK T. (2020). – La surrection actuelle du Massif ardennais, in MEILLIEZ F. & GOEMAERE E. (coords.) Dossier sur le Massif ardennais, *Géochronique*, **154** : 39-42.
- DUMONT A.H. & HENEZEL DE (1835). – [Compte rendu de la] Réunion extraordinaire tenue à Mézières du 1^{er} au 10 septembre 1835. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, **VI** : 322-358
- DUMONT A. (1847) – *Mémoire sur les terrains ardennais et rhénan de l'Ardenne, du Rhin, du Brabant et du Condros* : 1^{re} partie T. XX : 163 p. Accessible sur : www.academieroyale.be
- DUMONT A. (1848) – *Mémoire sur les terrains ardennais et rhénan de l'Ardenne, du Rhin, du Brabant et du Condros* : 2^e partie T. XXII : 450 p. Accessible sur : www.academieroyale.be
- DUVAL O., SOLAU J.L., MAUCORPS J. ET COLL. (1978). – Carte géologique détaillée de la France, Guise, BRGM.

- FOUCAULT A., RAOULT J.F., CECCA F. & PLATEVOET B. (2014) – *Dictionnaire de Géologie*. 8^e édition : 396 p.
- GALBRUN B. (2012). – Stratigraphie : Dossier, *Géochronique*, 122 : 11-51.
- GAMBLIN A. (1959). – Le contact Cambrésis-Thiérache. *Revue du Nord*, 41 : 33-47.
- GÉLY J.P. & HANOT F. (DIR.), AMÉDRO F., BERGERAT F., DEBEGLIA N., DELMAS J., DEROIN J.P., DOLIGEZ B., DUGUÉ O., DURAND M., EDEL J.B., GAUDANT J., HANZO M., HOUEL P., LORENZ J., ROBASZYNSKI F., ROBELIN C., THIERRY J., VICELLI J., VIOLETTE S., VRIELYNCK B., WYNNS R. ET COLL. (2014). – Le Bassin parisien, un nouveau regard sur la géologie. *Bull. Inf. Géol. Bassin Paris*, Mém. h-s 9, 228 p., 1 pl.
- GOSSELET J. (1857). – Note sur le terrain dévonien de l'Ardenne et du Hainaut. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 14(2) : 364-374.
- GOSSELET J. (1867) – Programme d'une description géologique et minéralogique du Département du Nord. Imprimerie Danel, Lille.
- GOSSELET J. (1888). – *L'Ardenne. Mémoire pour servir à l'explication de la carte géologique détaillée de la France*, Paris, 8881 p.
- GRONNIER J. (1887). – *Ann. Soc. Géol. Nord*, XIV : 1.
- HATRIVAL J.N., BONTE A., WATERLOT G., BEUGNIES A. & DELATTRE C. (1969). – Carte géologique détaillée de la France, Hirson, BRGM.
- HÉBERT E. (1855). – Quelques renseignements nouveaux sur la constitution géologique de l'Ardenne française. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, XII : 1165-1188.
- KHATIR A. (1990). – Structuration et déformation progressive au front de l'Allochtonne Ardennais (Nord de la France). *Publication de la Société Géologique du Nord*, 18 : 1-293.
- KHATIR A., MANSY J.-L. & MEILLIEZ F. (1989). – Structures et déformation dans l'Allochtonne Ardennais en Avesnois (Nord). *Ann. Soc. Géol. Nord*, CVIII : 73-83.
- KRUMBEIN W.C. & SLOSS L.L. (1963). – Stratigraphy and sedimentation. *W.H. Freeman & Company*, édit., 660 p.
- (DE) LA VALLÉE POUSSIN C. (1875). – Considérations relatives à l'excavation de la Vallée de la Meuse. *Ann. Soc. Géol. Belgique*, 3 : 55-59.
- LACROIX, A. (1893 – 1913) – Minéralogie de la France et de ses territoires d'Outre-Mer. 5 t.s. Librairie polytechnique CH. Beranger Ed.
- LÉVÊQUE C. (2021). – Quelles rivières pour demain ? *Editions Quæ*, 288 p.
- MANSY J.-L., CONIL R., MEILLIEZ F., KHATIR A., DELCAMBRE B., GROESSENS E., LYS M., POTY E., SWENNEN R., TRENTESAUX A. & WEYANT M. (1989). – Nouvelles données stratigraphiques et structurales sur le Dinantien de l'Avesnois. *Ann. Soc. Géol. Nord*, CVIII : 125-142.
- MANSY J.-L. & MEILLIEZ F. (1989) – Séquence de déformation progressive du Calcaire Carbonifère en Avesnois (Ardenne occidentale). – *C.R. Acad. Sc.*, Paris, 309, II : 319-324.
- MARTINSEN O. (1994). – Mass movements, in MALTMAN A., *The geological deformation of sediments*, Chapman & Hall edit., ch. 5 : 127-165.
- MEILLIEZ F. (1984). – La Formation de Fépin (Gédinnien de l'Ardenne) : un marqueur régional lithostratigraphique et structural. *Ann. Soc. Géol. Nord*, CIII : 37-53.
- MEILLIEZ F. (2015). – Paléoaltérations et paléomorphologies, des observations éphémères ; exemples autour de Fourmies (Nord). *Ann. Soc. Géol. Nord*, T22 (2^e série) : 101-108.
- MEILLIEZ F. (2020). – Une dynamique synsédimentaire dévonienne en contexte extensif, in MEILLIEZ F. & GOEMAERE E. (coords.) Dossier sur le Massif ardennais, *Géochronique*, 154 : 25-26.
- MEILLIEZ F. & BLIECK A. (1994). – Formations de Fépin, de Mondrepuis et d'Oignies. In BULTYNCK P. et al. : Les formations du Dévonien Inférieur du Synclinorium de Dinant et du Massif de la Vesdre (Belgique). *Mém. Explicative Carte Géol. Min. Belgique*, Bruxelles : 13-23.
- MEILLIEZ F., DUCHAUSSOIS F., DESCHODT L. & AMEDRO F. (2019). – La vallée du Noirieu et son contexte géologique de Vadencourt à Bergues/Sambre (Aisne). *Ann. Soc. Géol. Nord* (2^e série), 26 : 59-68.
- MEILLIEZ F. & GOEMAERE E. (2020). – Le Massif Ardennais, un jeune massif ancien : Dossier. *Géochronique*, 154 : 14-60.
- MEILLIEZ F. & MANSY J.L. (1990). – Structures de déformation pelliculaire dans une série lithologique différenciée : le Dévonno-Carbonifère de l'Ardenne. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, Paris (8), VI, pp. 177-188.
- MEILLIEZ F., THONON M. & PONCELET B. (2020). – Un aménagement hydraulique bicentenaire : la Rigole du Noirieu. *Ann. Soc. Géol. Nord* (2^e série), 29 : 133-140.
- MICHOT J. (1963). – Les feldspaths dans les sédiments dévoniens et carbonifères de la Belgique. *Bull. Acad. Roy. Sci. Belgique*, Mém. 34 (1) : 1-56.
- MISTIAEN B. (1998). – Le Calcaire d'Etrœungt (Avesnois), son importance stratégique actuelle. In BRICE D. (coord.), *Actes des 1^{res} journées régionales Nord / Pas-de-Calais du Patrimoine géologique*. *Soc. Géol. Nord, Sp. Pub n° 28*, p. 81-82.
- MISTIAEN B., BRICE D., DEVLEESCHOUVER X., HUBERT B., KHATIR A., MOTTEQUIN B., NICOLLIN J.P. & POTY E. (2013). – Le « calcaire d'Etrœungt » dans les coupes historiques d'Etrœungt et d'Avesnelles (Avesnois, Nord, France). *Ann. Soc. Géol. Nord* (2^e série), 20 : 43-51.
- MOSAR J. (coord.) (2025). – Le Jura, perspectives helvétiques. *TERRE&SCIENCES*, 2 : 25-68.
- OMALIUS D'HALLOY (1808). – Essai sur la géologie du Nord de la France. *Journal des Mines*, 140 : 123-158.



- PRUVOST P. (1930). – Sédimentation et subsidence. *Liv. Jub. Soc Géol. France*.
- RAOULT J.F. & MEILLIEZ F. (1987). – The Variscan Front and the Midi Fault between the Channel and the Meuse river. *Journ. Struct. Geology*, Oxford, 9, pp. 473-479.
- SOMMÉ J. (1977). – *Les plaines du Nord de la France et leur bordure – Etude géomorphologique*. Thèse Doct. Sci., Université de Paris I (1975). Université de Lille 3 édit., 2 tomes : 810 p.
- STAINIER P. (1994). – Formation de Mirwart. In Bultynck P. *et al.* : Les formations du Dévonien Inférieur du Synclinorium de Dinant et du Massif de la Vesdre (Belgique). *Mém. Explicative Carte Géol. Min. Belgique*, Bruxelles : 39-45.
- SWIALKOWSKI, M. (2020) - La carrière de Haut-Lieu, Nord, Le Règne Minéral, Hors-série XXV-XXVI. pp. 107-113. Éditions du Piat.
- WATERLOT G., WATERLOT B. & LERICHE M. (1969). – Carte géologique détaillée de la France, Avesnes/Helppe, BRGM.
- WATERLOT G., BEUGNIES A. & BINTZ J. (1973). – Ardenne Luxembourg. Guides Géologiques Régionaux, Masson & Cie édit. 206 p.

Webographie

- COPERNICUS : <https://www.copernicus.eu/fr/acces-aux-donnees>
- COMMISSION STRATIGRAPHIQUE INTERNATIONALE : <https://stratigraphy.org/>
- LAVES torrentielles : article de Wikipedia, consulté le 27 juillet 2025.
- THE CONVERSATION (11 juillet 2024) : <https://theconversation.com/crues-devastatrices-en-isere-lurgence-de-mieux-sadapter-aux-risques-naturels-234031>

Mémoire n° XVII – La Société géologique du Nord et l'histoire des sciences de la Terre dans le nord de la France

The Société géologique du Nord and history of Earth Sciences in northern France

La Société géologique du Nord, éditeur depuis 1870, a publié entre 1876 et 1983 vingt-cinq *Mémoires* réunis en seize tomes. Ceux-ci traitent de sujets de géologie sédimentaire, allant de la description de terrains du Paléozoïque-Mésozoïque-Cénozoïque à la géologie appliquée, en passant par la paléontologie, la pétrographie sédimentaire, le Quaternaire, et même la préhistoire. Avec ce tome XVII, la SGN reprend la publication des *Mémoires* sur un sujet nouveau : l'histoire de la Société et celle de sa discipline dans le contexte du Nord – Pas-de-Calais et des régions franco-belges environnantes. Ce *Mémoire* XVII (paru en décembre 2014) retrace 143 années de la SGN en relation avec les entreprises industrielles, les associations et les institutions régionales.



© Alain Trentesaux 2006

Sommaire / Contents

La Société géologique du Nord et les sciences de la Terre dans le nord de la France : science, industrie et société.
Les dix premières années de la SGN et sa place dans la société en cours d'industrialisation du XIXe siècle.
Les financements de la Faculté des sciences de Lille par les compagnies minières : un simple échange de bons procédés ?
Le rôle des ingénieurs des mines dans la vie industrielle, scientifique et sociale : l'exemple de Félix Broussier (1874 - 1938).
Plus d'un siècle de femmes à la Société géologique du Nord : un reflet de leur place dans l'enseignement supérieur et la recherche française.
Le laboratoire de Géologie, la Société géologique du Nord et le Musée d'histoire naturelle de Lille – Souvenirs d'un étudiant de géologie à Lille pendant l'Occupation (mai 1940 - juin 1944).
René Marlière (1905 – 1993), président de la Société géologique du Nord en 1955 et professeur de géologie à la Faculté polytechnique de Mons (Belgique), 1928-1970.
La Société géologique du Nord et le Tunnel sous la Manche : une petite histoire commune.
La Société géologique en 1960 – une évocation personnelle.
La période dinaro-hellénique de la Société géologique du Nord.
D'une présidence à l'autre (1971 – 1996-97) : l'un des objectifs de la Société géologique du Nord évolue vers la sauvegarde du patrimoine.
Le rôle de la Société géologique du Nord et de ses publications dans l'évolution des connaissances sur le Quaternaire.
Les peintures murales de l'Institut des sciences naturelles à Lille, un patrimoine géologique à préserver.
La bibliothèque recherche des sciences de la Terre de l'Université de Lille au fil du temps : historique du patrimoine, un fonds au service de la communauté scientifique.
Le département de géologie du Musée d'Histoire naturelle de Lille, des collections à l'image de l'histoire géologique régionale.

Commande / Order

Société Géologique du Nord, à l'attention du Directeur de la publication
c/o Université de Lille – Sciences et technologies, bâtiment SN5 (Sciences de la Terre)
F-59655 Villeneuve d'Ascq cedex (France)

E-mail : sgn-edition@univ-lille1.fr

Tél. : 03 20 43 41 40 / +33 (0)3 20 43 41 40

Prix / Price : 40 € TTC + 4 € de frais de port et emballage si le volume n'est pas pris au dépôt