



La carrière de Flamièrge à Gives

Plan

Luc Van Bellingen

Situation géographique

Situation et profil géologique de la carrière

Observations minéralogiques

Observations paléontologiques

Etude sédimentologique et hypothèse paléoécologique

Rapport réalisé en contrepartie d'une autorisation de visite de la carrière de Flamièrge et destiné au géologue employé par la société Lambert afin de corroborer ses observations, ses études d'incidence et la rentabilité économique des produits exploités dans la carrière.

Situation géographique

La carrière de Flamièrge se situe au centre d'un triangle formé par les villes de Marche-en-Famenne, Houffalize et Bastogne. Pour s'y rendre : Emprunter la N4 en direction d'Arlon. Sortir à « Flamièrge - Bertogne » et emprunter le N826 jusque Gives. A Gives, au centre du village, prendre à gauche, une route en forte montée, jusqu'à un T. Là, prendre à droite et poursuivre une route juste carrossable jusqu'à une « caravane » se trouvant à droite de la route. Là, on est face à un Y, prendre à gauche et la carrière se trouve quelques centaines de mètres plus loin, en contrebas.

Coordonnées GPS : Latitude Nord 50°04'8" / Longitude Est 05°37'9"

IGN: 60 / 6,

Belgique coordonnées Lambert 1972, X: 240.450; Y:

86.190, Z: 375m, nord-est du Wez-Flamierge

Carte géologique n ° 196

Cette carrière exploitée de manière intermittente par la société Lambert de Bertogne produit du concassé de grès en vue de travaux de Génie Civil pour le domaine public ou privé.



*Situation géographique de la carrière de Flamièrge
Carte Google Maps et dessin L.V.B.*

Situation et profil géologique de la carrière

Les roches qui affleurent dans la carrière appartiennent à La Formation de Mirwart. Cette formation a, géologiquement, une situation assez ambiguë. En effet, elle se situe en partie à cheval sur Praguien et sur le Lochkovien. Ces formations sont composées de schistes, d'ardoises siliceuses, de phyllades argileuses, de grès, de quartzites et de quartz. Le métamorphisme est bien peu marqué car des fossiles sont encore bien visibles. Si le métamorphisme avait été puissant et complet, les fossiles auraient disparu et auraient été refondus dans la masse minérale.

Parmi les couches de la Formation de Mirwart se trouvaient les "Grès d'Anor et de Bastogne". Certains auteurs estiment que le nom "Grès d'Anor et de Bastogne" considéré comme désuet devrait être abandonné au profit du terme "Grès de Mirwart"

Je conteste cette décision car pour avoir observé sur le terrain les grès de Mirwart dans la carrière de Flamièrge (grès grossiers verts, brunâtres, en bancs lenticulaires d'épaisseur décimétrique à métrique) et les grès d'Anor dans la région de Couvin (Ensemble peu stratifié de

grès fin de couleur claire à ciment siliceux), la différence étant tellement grande que je ne peux décemment pas les réunir en une seule couche.

La présence de fossiles végétaux flottants en de grandes quantités, criblant d'énormes blocs dans la partie supérieure de la Formation de Mirwart, peut être attribué au Siegenien moyen (SG2) et même au Gedinnien (G)

Le Siegenien et le Gedinnien sont encore deux appellations qui ont été abandonnées au profit du Praguien. Le Praguien débute donc avec les couches supérieures du Lochkovien et se termine au début de l'Emsien et est daté de -411Ma et -407Ma.

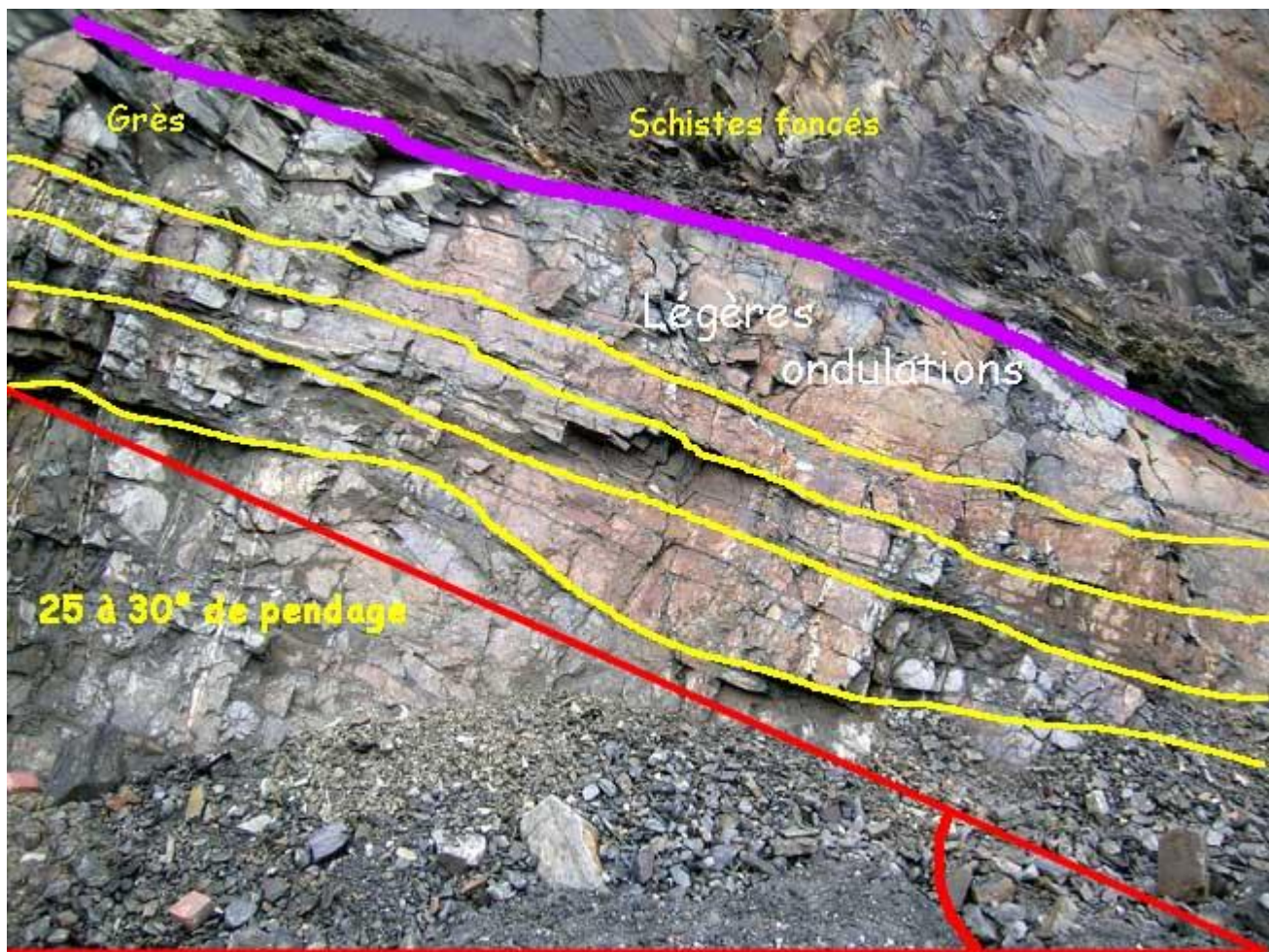
Le Praguien constitue donc les toutes premières couches du Dévonien.

Jusqu'à présent nous avons pu étudier le Dévonien depuis l'Emsien jusqu'au Famennien avec des successions de schistes et de calcaires. Ici, nous sommes en face de grès et schistes, bien antérieurs aux formations conventionnelles de la Calestienne. Les observations dans cette carrière vont sans aucun doute nous apporter des renseignements qui pourront confirmer ou amener des amendements au modèle de paléoécologie que nous avons déjà avancé pour la Calestienne. Ces couches vont être, nous l'espérons, le chaînon reliant les observations faites dans le Massif de Rocroi (Cambrien) à celles qui ont été faites dans la Calestienne (Emsien - Famennien)

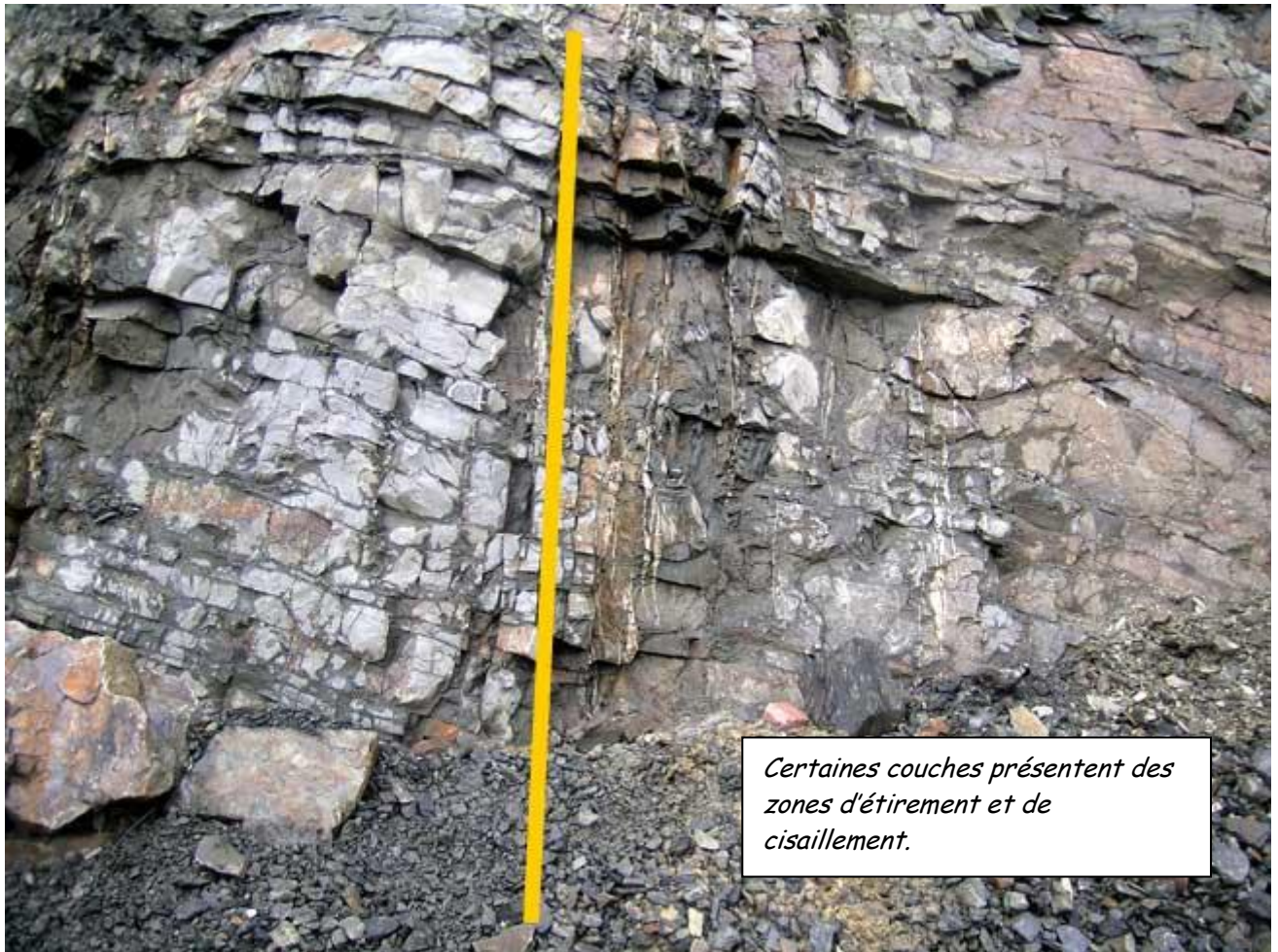
Emsien	Formation de Bure Membre de l'Eau Noire	
	Formation de Bure Membre de St Joseph	
	Formation de Hiérges	
	Formation de Winenne ou de Chooz	
	Formation de Vireux	Assise de Montigny sur Meuse ou de Pesche
	Formation de Pernelle	
Praguien (anciennement Siegenien)	Formation de Mirwart	Assise des schistes fossilifères, phyllades, grès et quartzites de Mirwart
		Assise des grès d'Anor et de Bastogne
		Assise des schistes et phyllades de Saint Hubert
Lochkovien-Pridolien (anciennement Gedinnien)		Assise des grès et quartzites de Saint Hubert
		Assise d'Oignies
		Assise de Mondrepuis
		Assise d'Haybes
		Assise de Fépin

La zone de la carrière de Flamierge est située sur le flanc nord de la structure tectonique reliant les Anticlinorium Ardennais au Synclinorium de l'Eifel. Les roches de l'endroit ont subi des perturbations tectoniques très modérées. Les réels plissements sont rares. Les couches restent superposées les unes sur les autres et sont légèrement inclinées vers le SE avec une moyenne de 25° à 30° de pendage.

Nous pouvons observer localement une légère déformation des lits sous forme d'ondulations. Ces ondulations ont provoqué des fractures plus ou moins perpendiculaires au plan de stratification et ont été minéralisées formant des veines de quartz laiteux assez communes dans certaines parties de la carrière mais disparaissant dès les couches de schistes.



*Etat des couches dans la carrière,
pendage et succession de grès et
schistes*



Certaines couches présentent des zones d'étirement et de cisaillement.

Comme nous pouvons le voir sur les quelques photos suivantes, la couleur des schistes et phyllades va du noir au gris en passant par le bleu tandis que les quartzites et les grès sont gris sur cassure fraîche (par altération superficielle des minerais de fer, ils prennent des couleurs

beige à brun, nous simplifierons en disant que ces grès ont une patine à dominante rouge, à l'aspect de brique).



*Vue générale
Photo L.V.B.*



*Vue des couches inférieures :
grès et schistes*

Photo L.V.B.



*Vue des couches supérieures : Grès
gris sur cassure fraîche prenant
avec le temps une patine ocre due
aux minerais de fer contenus dans
les roches*

Photo L.V.B.

Sachant qu'il y a des minerais de fer, nous pourrions donc éventuellement espérer découvrir de la Goëtitite et de l'Hématite (Fe_2O_3), ou de la Pyrite et de la Marcassite (FeS_2).

Des couches d'une épaisseur décimétrique de siltites gris bleuté alternent avec des Ces couches montrent souvent un litage ondulé.

La stratification est oblique et de nombreux blocs de roches montrent des traces de remous, des vaguelettes de sable fin, des ondulations dans les schistes.

Les rides de courant ont des longueurs d'ondes différentes entre 5 à 20 cm et des amplitudes entre 1 à 3 cm. La boue était fine, claire et parfaite afin de se laisser imprégner de ces marques qui ont été remarquablement bien conservées.



*« Ripple-marks » remarquablement conservées... traces fossiles d'une ancienne plage
Photo L.V.B.*



*« Ripple-marks » modernes
Photo LVB*



Le changement de lithologie passant du sable à l'argile et de l'argile au sable est toujours brutal et permet de penser qu'il y a eu des moments de changements de courant marin assez brutaux.

En résumé, nous pouvons dire qu'à sa base, la Formation de Mirwart commence par des schistes grisâtres et verts recouvrant les quartzites de la formation de St-Hubert ; à son sommet, on trouve des quartzites verts et les premières couches carbonatées et fossilifères de la Formation de la Pernelle et entre les deux, nous pouvons observer une alternance de grès gris sur cassure fraîche prenant une patine ocre, de schistes micacés verts, bleu clair, verdâtres, bleus, accompagnés de veines de quartzite blanche ou crème.

Observations minéralogiques

Les observations de terrain révèlent une minéralogie particulière principalement localisée dans les veines de quartz et entre certains lits de schistes.

Dans les cavités des veines de quartz, nous y trouvons, des cristaux de quartz transparents, laiteux, jaunâtres des cristaux de quartz transparents à pointes brunes, et laiteux parfois avec chlorite.



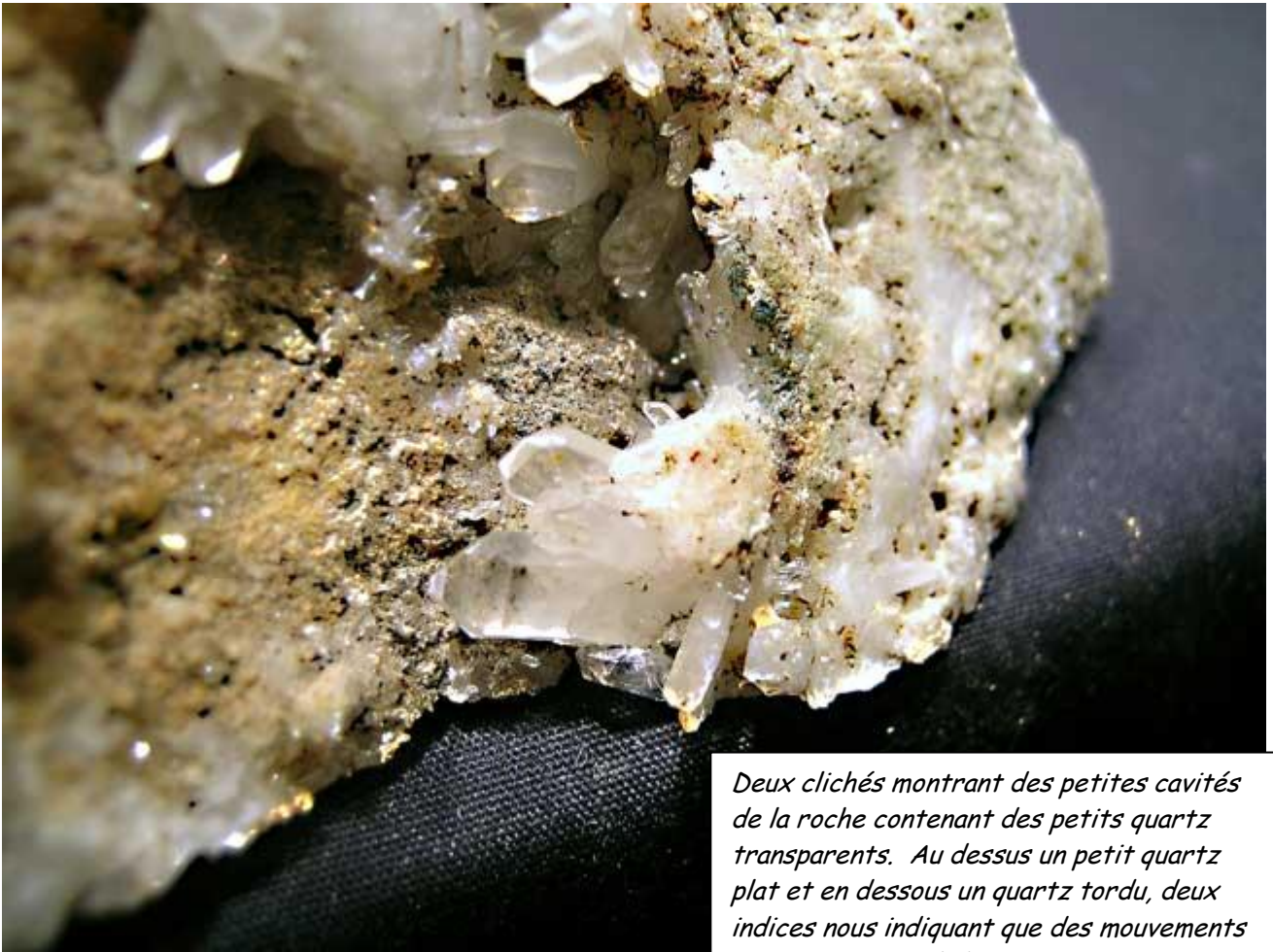
*Petite géode de quartz laiteux avec
des cristaux centimétriques aux
pointes transparentes
Photo L.V.B.
Collection L.V.B.*



*Petite cavité de la roche portant un joli quartz teinté de brun (photo prise sur place avant nettoyage)
Photo L.V.B.
Collection L.V.B.*



*Quartz de 4 cm de long, laiteux et taché d'oxydes de fer
Photo L.V.B.
Collection L.V.B.*



Deux clichés montrant des petites cavités de la roche contenant des petits quartz transparents. Au dessus un petit quartz plat et en dessous un quartz tordu, deux indices nous indiquant que des mouvements tectoniques ont été importants.

Photo L.V.B.

Collection L.V.B.





*Petite cavité de la roche contenant
des petits quartz transparents
Photo L.V.B.
Collection L.V.B.*



*Bloc de quartzite
portant de magnifiques
petits quartz laiteux
sur la base et
transparents sur la
pointe
Photo L.V.B.
Collection L.V.B.*



*Bloc de quartzite portant de
magnifiques petits quartz laiteux
sur la base et transparents sur la
pointe*

Photo L.V.B.

Collection L.V.B.



*Petite cavité de le quartzite
contenant des petits quartz
transparents*

Photo L.V.B.

Collection L.V.B.



*Petite cavité dans le quartzite
contenant de petits quartz
transparents, dont un à l'avant plan
qui est biterminé
Photo L.V.B.
Collection L.V.B.*



*Une autre vue du même bloc de
quartzite montrant
l'enchevêtrement des cristaux de
quartz
Photo L.V.B.
Collection L.V.B.*



*Une autre vue du même bloc de quartzite montrant l'enchevêtrement des cristaux de quartz
Photo L.V.B.
Collection L.V.B.*



*Petite cavité dans le quartzite contenant de petits quartz laiteux, dont le plus grand au centre de l'image est tordu
Photo L.V.B.
Collection L.V.B.*

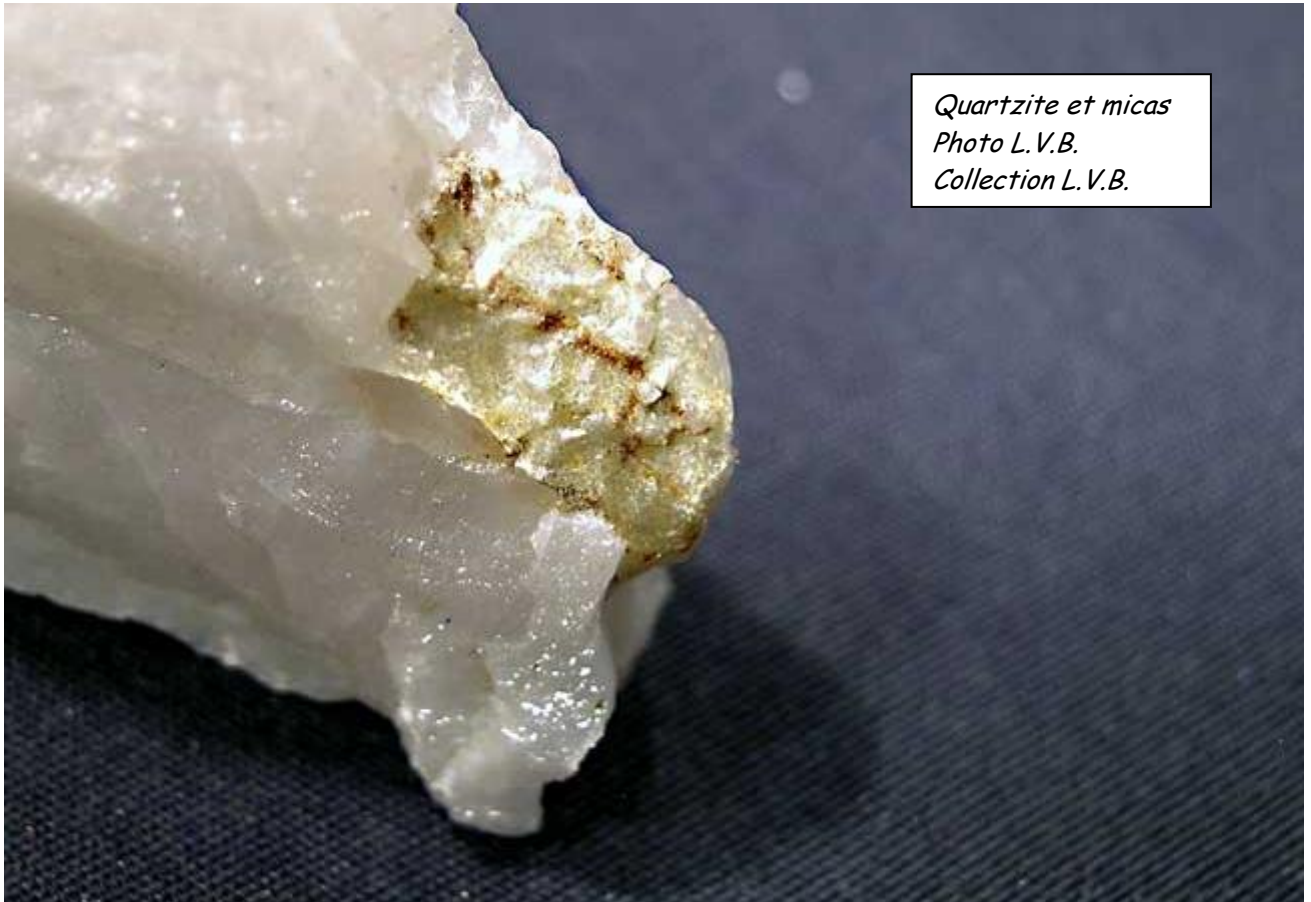


*Autre vue d'une autre
cavité sur le même bloc
Photo L.V.B.
Collection L.V.B.*



*Autre vue d'une autre
cavité sur le même bloc
Photo L.V.B.
Collection L.V.B.*

Nous trouvons aussi dans les quartzs des micas ocre bronzés de la famille de la biotite ou de la muscovite que certains pourraient appeler « bastonite »



*Quartzite et micas
Photo L.V.B.
Collection L.V.B.*



*Petite fissure dans le quartzite
tapissée de paillettes de micas
Photo L.V.B.
Collection L.V.B.*

Dans les schistes, nous trouvons, des micas comme décrits ci-dessus, intercalés entre certains lits de roches. Certains lits sont réellement très riches en paillettes de micas, rendant les feuillets très brillants au soleil.



*Jolies paillettes et même
plaquettes de micas
cristallisées dans les fissures
des grès et des quartzites.
Photo L.V.B.
Collection L.V.B.*



Jolies paillettes et même
plaquettes de micas
cristallisées dans les fissures
des grès et des quartzites.
Photo L.V.B.
Collection L.V.B.



*Plaquettes de micas intercalées
entre les lits de schistes.
Photo L.V.B.
Collection L.V.B.*

Par contre, nous n'avons pas réellement trouvé d'associations ou d'inclusions dans les quartzs de la carrière Lambert.

En extrapolant les observations faites dans les grès de la carrière de Bertrix, on pourrait imaginer pouvoir observer des micro-minéraux comme des grains de rutile, de la tourmaline bleue, de l'apatite, de l'ilménite, pouvant être originaire du métamorphisme des roches. L'ilménite pour ne citer qu'elle, est bien connue dans la zone métamorphique de Bastogne et ses zones d'extension Nord-Est du Grand-Duché de Luxembourg. On y trouve des petits grains dans des veines de quartz et des aiguilles de 1 à 2 mm de longueur dans les ardoises et les phyllites, ainsi que dans les sédiments des ruisseaux. Des lamelles d'ilménite peuvent atteindre 1 cm de longueur dans les veines de quartz de Bertrix et de Bastogne. L'ilménite est également présente dans de nombreuses roches du Massif de Rocroi.

De toutes ces hypothèses, seules quelques minuscules paillettes d'ilménite noires et brillantes ont pu être observées.



*Ilménite noire et
brillante sur quartzite
Photo L.V.B.
Collection L.V.B.*

De même, des minéraux typiques du faciès des schistes verts, comme la magnétite, le plagioclase, l'andalousite, le grenat, le chloritoïde, l'amphibole, l'épidote et la titanite n'ont pas été identifiés lors de notre sortie.

Observations paléontologiques

Au sein des sédiments argileux et vaseux (les schistes), nous n'avons pas pu mettre en évidence des fossiles de trilobites, de brachiopodes, de petits gastéropodes, de bivalves, de bryozoaires, ni de crinoïdes. Nous savons qu'ils existaient à l'époque, et qu'à certains endroits ils étaient particulièrement fréquents mais ici, nous ne trouvons aucune trace d'eux.

Vers le haut de la formation, les schistes sombres contiennent des restes de plantes.



Ces végétaux ressemblent à des espèces de brins d'herbes pouvant de atteindre jusqu'à 25cm de long. Ils sont souvent dichotomiques, portent par endroits des espèces d'épines mais tout ce qui pourrait être considéré comme organes reproducteurs n'ont pas pu être observés. Toutes les matières organiques ont été remplacées par de minuscules cristaux de chlorite vert avec la préservation de la morphologie extérieure de la plante reste (pseudomorphisme).

Chaque feuillet de schiste contient une abondante quantité de ces végétaux. Une cassure conchoïdale apparaît lorsqu'on brise la roche avec le marteau : ce phénomène révèle l'homogénéité des sédiments et l'absence de variation verticale dans la granulométrie. La schistosité est accentuée par la concentration et l'alignement des axes des végétaux. Selon toute vraisemblance, ces végétaux ont été arrachés au continent, apportés par les fleuves par flottage et déposés avec les sédiments argileux.



Malheureusement, la description détaillée des sections et des caractéristiques associées sédimentologiques font défaut dans la littérature. En outre, de nombreux débris végétaux de la Formation de Mirwart étaient signalés dans les vieilles archives de la carte géologique sous le vocable "Taenocrada decheniana".



De nouvelles observations ont permis à Gerrienne P. de l'Université de Liège de les attribuer au groupe Zosterophyllum. Ces plantes appartiennent à un groupe éteint de tracheophytes et occupent une place clé dans l'évolution des plantes terrestres. Plusieurs fossiles présentent des caractéristiques qui sont très typiques des Lycophytes. Malgré la forte concentration de restes de plantes dans certaines couches, l'identification détaillée est impossible en raison de la disparition de la matière organique et de son remplacement pseudomorphique par des cristaux de chlorite (réellement identifiés comme étant de la chamosite). Le début du métamorphisme des roches a détruit la plus grande partie des organes internes. Seuls certains aspects macroscopiques des débris de la plante ont été conservés.

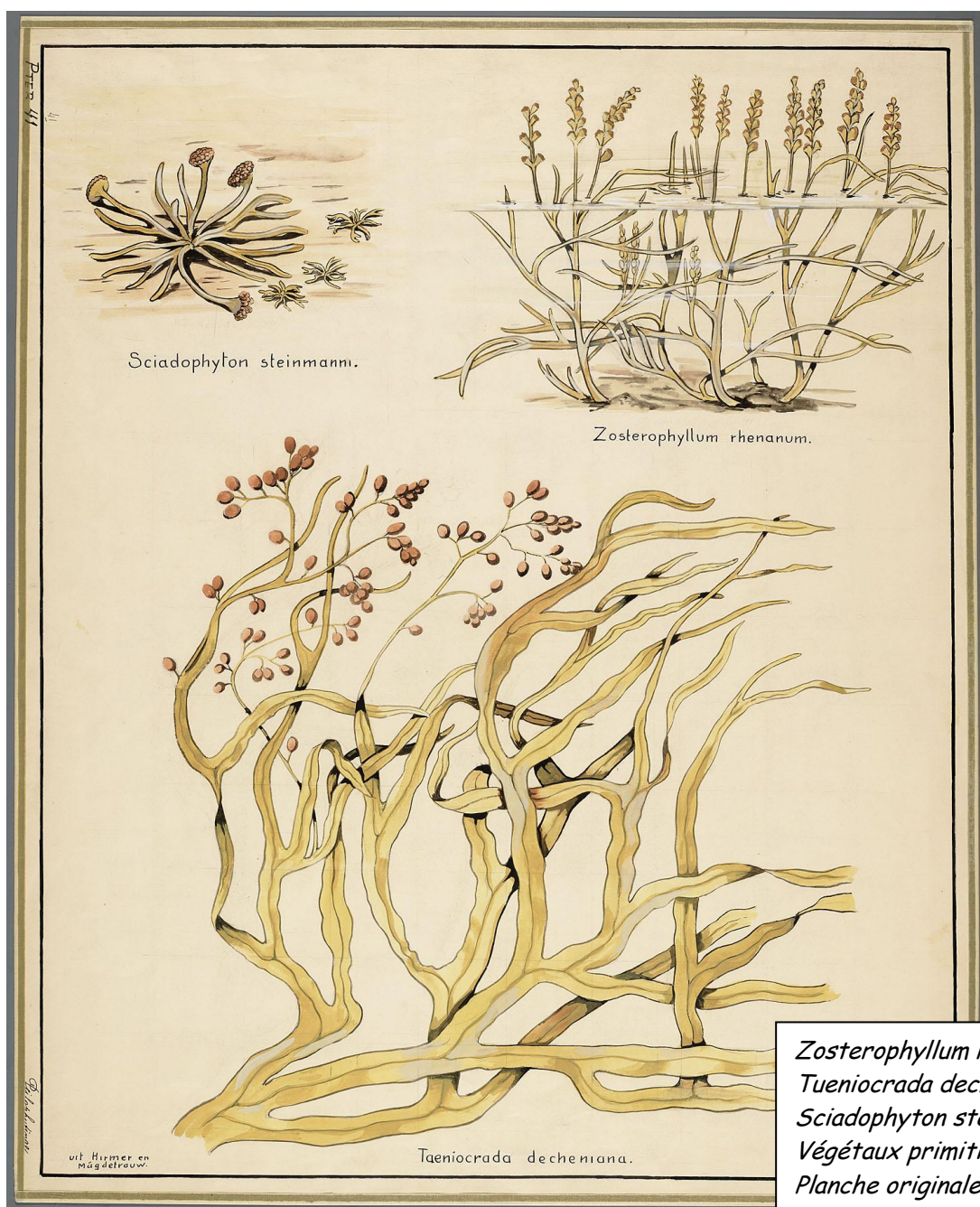
Si la compréhension du contexte sédimentologique de la plante et des faciès associés sont cruciaux pour la reconstruction du cadre de vie végétal, des études paléoenvironnementales spécifiques à propos des plantes terrestres du Dévonien inférieur ont été rarement menées. Les Zosterophyllum rhenanum occupent préférentiellement des milieux vaseux anaérobies de faible énergie saturés d'eau comme les marais et les mares alluviales. Pour occuper les fonds boueux sur des surfaces et mares alluviales sous le régime des marées, ces plantes devaient avoir été en mesure de tolérer des fluctuations de la salinité de leur milieu de vie.



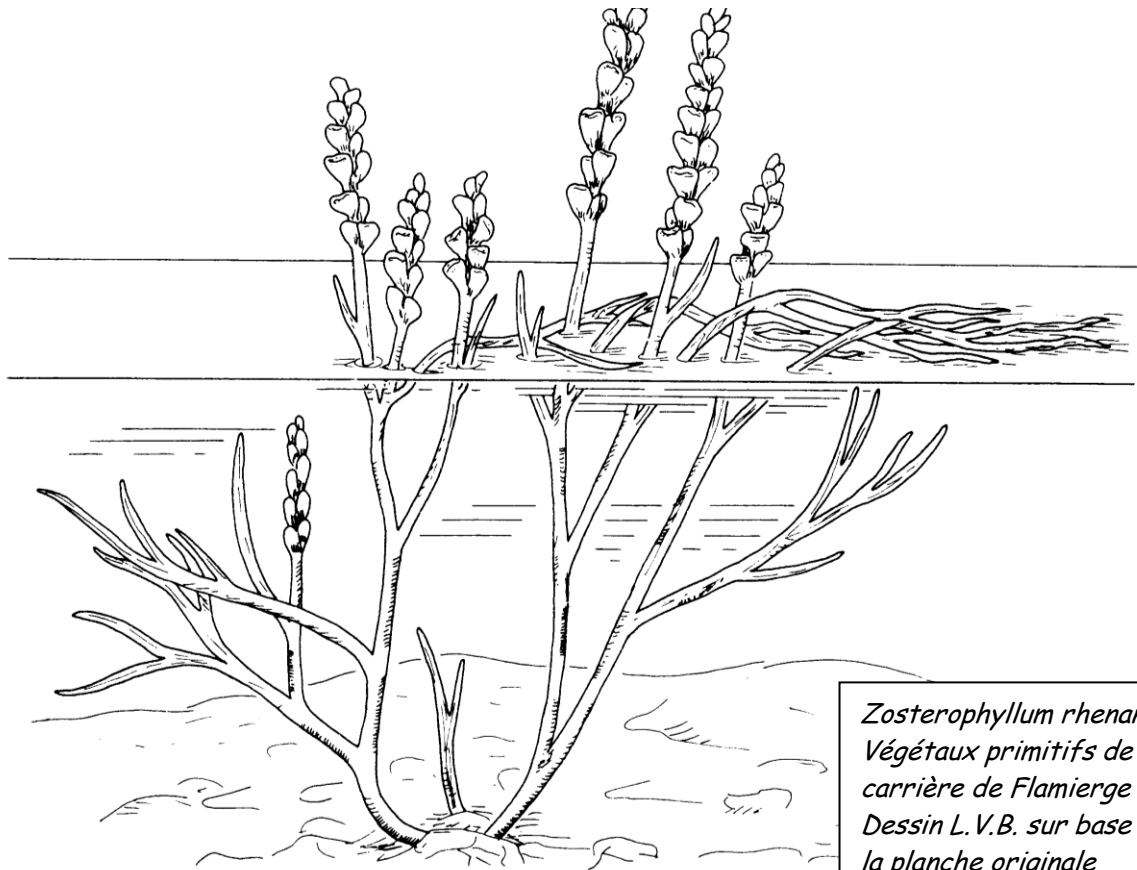
Zosterophyllum rhenanum
Végétaux de la carrière
de Flamierge
Photo L.V.B.
Collection L.V.B.

Bien que les degrés de résistance de ces plantes à la fragmentation et à la dégradation soient inconnus, on doit tout de même se rendre à l'évidence que des fragments longs et minces ne peuvent pas supporter un long transport. Dans la partie supérieure de la Formation de Mirwart, de nombreux niveaux de plantes ont été décrits dans les archives de la carte géologique de Belgique, en indiquant leurs grandes zones de distribution et leur l'environnement favorable.

Ces plantes, vivant dans les marais ou dans les bras des deltas des fleuves de l'époque, ont dû, pour être déposées en de telles quantités, avoir été arrachées à leur substrat par des évènements violents. Elles ont pu subir des inondations avec grande montée des eaux et augmentation du courant, suite à des pluies diluviennes sur le continent. Etant donné la proximité des milieux de vie de ces plantes avec la mer, on peut imaginer que des tempêtes violentes avec des vagues déferlantes ou des tsunamis ont pu arracher de telles quantités de végétaux et les déposer dans les boues.



*Zosterophyllum rhenanum +
Tueniocrada decheniana +
Sciadophyton steinmanni*
Végétaux primitifs
Planche originale retrouvée
sur internet



Zosterophyllum rhenanum
Végétaux primitifs de la
carrière de Flamierge
Dessin L. V.B. sur base de
la planche originale
précédente

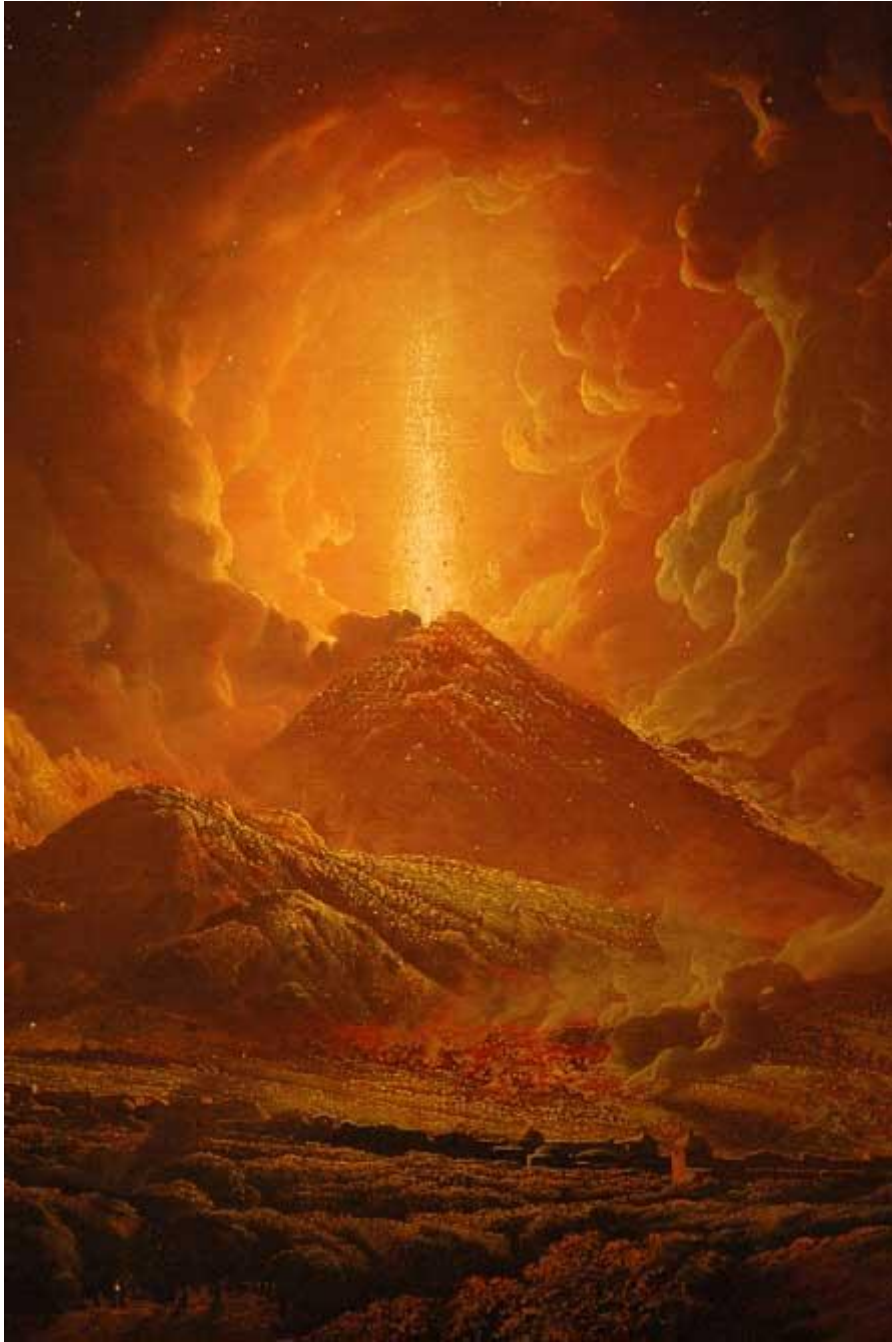
Etude sédimentologique et hypothèse paléoécologique

Dans cette carrière, à part les fossiles de plantes flottées provenant des marais ou des deltas du continent et qui criblent certains blocs de schistes, nous ne possédons pas de fossiles marqueurs de couches. En l'absence de ces données fiables caractéristiques, ce sont uniquement des études sédimentologiques qui pourront nous aider à comprendre les conditions paléoécologiques des dépôts de la formation de Mirwart.

Resituons géologiquement cette période au sein de la paléoécologie : formation des roches, dérive des continents, érection de montagnes, transgressions marines, régressions marines, érosions, règnes animaux et végétaux se succédant, luminosité, chaleur, humidité, climat...

Supposons qu'avec une machine à remonter le temps, nous puissions, aux environs de Flamierge, revenir il y a 600 Ma. Que voyons-nous ? Nous sommes en plein Cambrien, nos régions situées aux environs de 70° latitude Sud se trouvent sous une mer peu profonde où se déposent principalement des boues fines et des sables. Le climat n'est pas très chaud.

Le massif de Rocroi, volcanique, se situe au Sud de notre région et est en pleine activité. Les volcans crachent de la lave, des panaches de fumées et de gaz montent vers le ciel.



Après le Cambrien, la dérive des continents s'ébranle et fait remonter doucement le continent vers le nord. Nous assistons au cours de l'Ordovicien et du Silurien (entre 500 et 420 millions d'années avant notre époque actuelle), à de lents mouvements de l'écorce terrestre ont relevé le fond marin jusque la surface : nos régions qui émergent des flots. C'est le plissement calédonien. Cette plaine a continué à se soulever pour former un plateau de plus en plus élevé.

Ces mouvements étaient très lents (de l'ordre du cm par siècle, au plus du mm par an) mais sur des millions d'années, la dérive des continents a provoqué des pressions latérales qui ont bousculé et plissé les couches de sédiments. Le continent ainsi formé va être la proie de l'érosion. Notons aussi pour être complet que ces boues argileuses et ces sables qui étaient au départ des roches meubles sont devenues d'une part suite à la compression des couches qui s'accumulent les unes sur les autres et d'autre part suite à la compression latérale due aux

divers plissements, sont devenues, donc, des roches compactes et dures ; les schistes, les phyllades, les grès et les quartzites.

Reprenons notre machine et sautons quelques 150Ma vers le présent. Et maintenant, que voyons-nous ?

La Dérive des continents a emmené en continue à déplacer doucement notre région vers le Nord. Elles atteignent 20° de latitude Sud. Toujours aux environs de Flamièrge, nous n'avons plus les pieds dans l'eau. Nous sommes dans une grande plaine alluviale. La mer s'est retirée vers le Sud.



*Plaine alluviale humide
Photo L.V.B.*

Au loin, toujours vers le Sud, le massif de Rocroi cesse petit à petit son activité volcanique et disparaît peu à peu sous l'action de l'érosion.

Derrière nous, vers le Nord se sont érigés les très hauts plateaux des Vieux Grès Rouges.

Les hauts plateaux du Nord retiennent les nuages qui, lorsqu'ils s'élèvent le long des pentes rocheuses se refroidissent déchargent les pluies sur leurs versants entraînant une érosion intense du plateau des qui s'aplanit de plus en plus.

La plaine alluviale sur laquelle nous nous trouvons est donc traversée par de nombreux fleuves qui s'écoulent du Nord vers le Sud. Arrivés sur la plaine, leur courant diminue. De larges estuaires et de grands deltas parsemés d'îles marécageuses tapissent la plaine.

Faisons abstraction de la modernité (bateaux, ville...) et la plaine alluviale sur laquelle nous nous trouvons et qui était traversée par de nombreux fleuves qui s'écoulaient du Nord vers le Sud avec de larges estuaires et de grands deltas parsemés d'îles marécageuses devait ressembler à ceci.



Les premières plantes terrestres font leur apparition tandis que la vie animale reste exclusivement aquatique avec coraux, trilobites, bryozoaires, crinoïdes, brachiopodes, gastéropodes, bivalves, scorpions de mer, orthocères... La position géographique et les pluies régulières induisent sur nos régions un climat tropical humide.



La mer s'engouffre dans les terres

Faisons encore un saut de quelques dizaines de millions d'années vers le présent.

Que se passe-t-il ?

Nous sommes tout au début du Dévonien. Venant du Sud-Ouest et se dirigeant vers le Nord-Est, une transgression marine s'est avancée sur nos régions dès la fin du Silurien. La mer s'engouffre au Sud du continent sur la plaine alluviale et érode les

Vieux Grès Rouges que les précipitations ont déjà bien entamés.

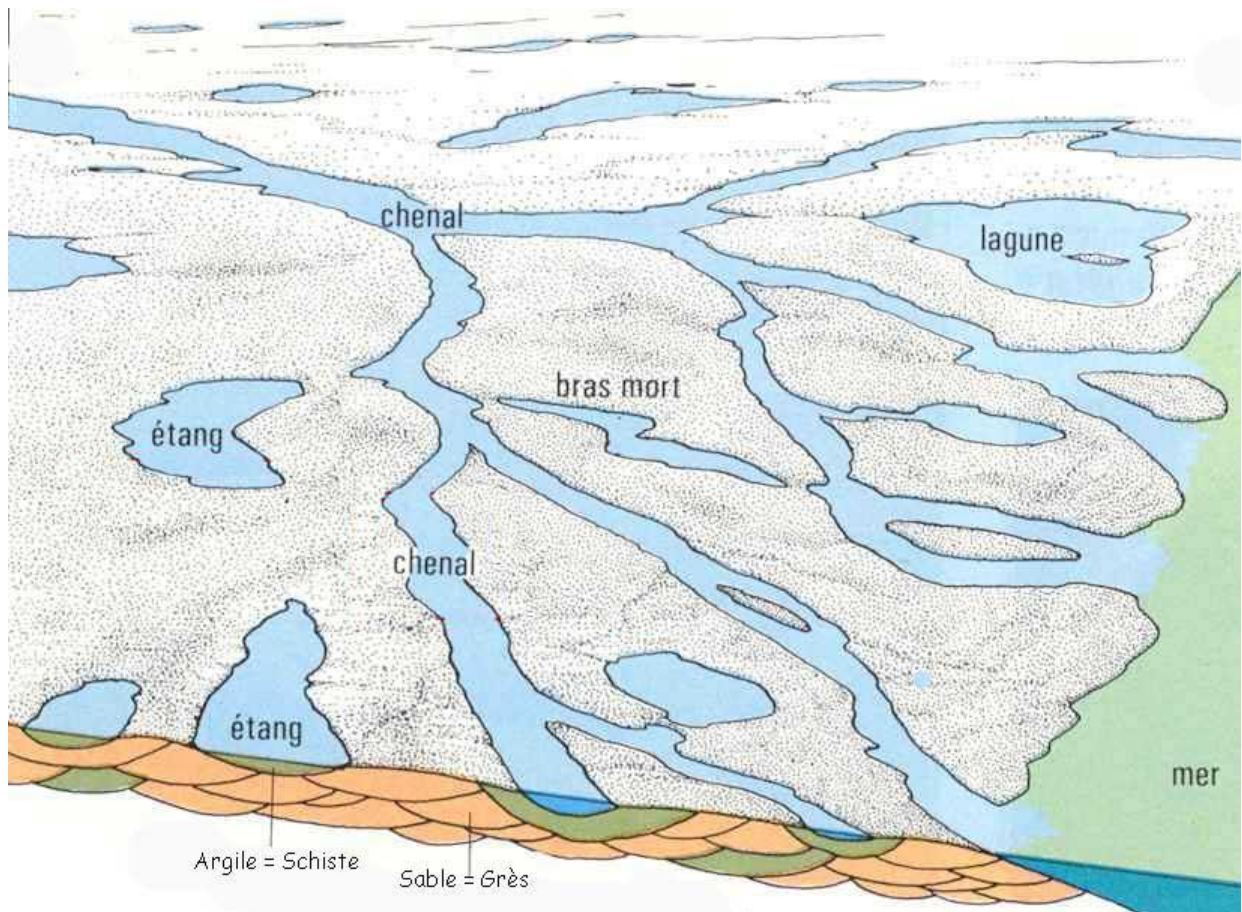
Les fleuves apportent en quantités colossales des dépôts fins terrigènes constitués de sables et des boues. Toutes ces alluvions chargées de détritrus végétaux arrachés au continent rendent les abords de la plage très troubles, interdisant toute vie. Ce n'est que plus loin, là où les vagues se calment que les alluvions vont se déposer, par une profondeur toujours peu importante et formeront les couches de sables et d'argiles qui donneront les schistes et les quartzites que nous connaissons.

Les alluvions (rougeâtres ici) se déposent à l'embouchure du fleuve et se déposent aux abords de la mer, là où le courant est plus faible



De nombreux blocs montrant des « ripples marks » tentent à nous prouver que les roches présentes dans la carrière, ont été formées non loin d'une plage ou tout au moins à une faible profondeur où le mouvement des vagues a pu imprimer ces traces caractéristiques. On peut aussi penser que ces « ripples marks » ne sont pas l'œuvre des vagues mais l'œuvre d'un courant marin assez fort. Il se peut donc que la plage ait été éloignée. Qu'importe, cette observation tend à corroborer le fait que la profondeur de l'eau était peu importante.

Dès le Praguien, on note un arrêt de la transgression marine et même peut-être légère régression, ce qui augmente encore l'extension des plages et des milieux deltaïques. La région affiche tout un éventail de paysages pouvant être comparés à la Camargue actuelle. En effet, le continent évolue petit à petit et devient un milieu fluvial, deltaïque formant une zone humide d'importance exceptionnelle avec un milieu soumis à l'influence des marées, représenté par des chenaux de marée, des embouchures de fleuves, des milieux alluviaux et deltaïques, des zones sableuses, argileuses et mixtes, des plages, des estrans, des surfaces planes constituées de milieux de plaine d'inondation, des bras de fleuves, des îles, une longue côte et un bras de mer de faible profondeur dans lequel se déversent des quantités incroyables d'alluvions sableux et boueux. Les incursions marines et les crues dévastatrices sont monnaie courante.



Les environnements sédimentaires anciens rencontrés en Ardenne centrale peuvent ainsi être décrits avec assez de précision : le continent évolue petit à petit et devient un milieu fluvial, deltaïque formant une zone humide d'importance exceptionnelle avec un milieu soumis à l'influence des marées, représenté par des chenaux de marée, des embouchures de fleuves, des milieux alluviaux et deltaïques, des zones sableuses, argileuses et mixtes, des plages, des estrans, des surfaces planes constituées de milieux de plaine d'inondation, des bras de fleuves, des îles, une longue côte et un bras de mer de faible profondeur dans lequel se déversent des quantités incroyables d'alluvions sableux et boueux.

La Formation de Mirwart est donc un système silicoclastique déposés dans un milieu sensible aux marées dans un bras de mer plat et peu profond. Le lit du bras de mer est tapissé de boues et sables à grains très fins présentant des marques de rides de courant et de vagues ainsi que des phénomènes de bioturbation. Verticalement, on observe une succession de sédiments sableux et boueux en alternance avec parfois des mélanges de boues et de sables à des degrés divers (+ de sable que de boues et inversement). Ces dépôts sédimentaires sont caractérisés par des taux rapides d'accrétion verticale et par une granulométrie si petite qu'elle ne peut être distinguée sans microscope

Il est vrai qu'une seule journée de recherche, c'est assez court pour faire le tour de la question et qu'une autre visite serait envisageable pour parfaire nos observations.