



LE GOUVERNEMENT
DU GRAND-DUCHÉ DE LUXEMBOURG
Ministère de la Mobilité
et des Travaux publics
Administration des ponts et chaussées



Service géologique
du Luxembourg

Service géologique du Luxembourg

numéro **18**

Bulletin

Carte géologique du Luxembourg au 1:25 000
Feuille n°1 - Troisvierges :
Notice explicative

Léon Dejonghe

GRAND-DUCHÉ DE LUXEMBOURG
MINISTÈRE DE LA MOBILITÉ ET DES TRAVAUX PUBLICS
ADMINISTRATION DES PONTS ET CHAUSSÉES

Le **Bulletin** est un recueil publié à intervalles irréguliers par le Service géologique du Luxembourg depuis 1968.

Editeur :

Service géologique du Luxembourg
Administration des ponts et chaussées
23, rue du Chemin de Fer
L-8057 Bertrange
Tél. 2846-4500
Fax 262563-4500
geologie@pch.etat.lu
<http://www.geologie.lu>

Comité de rédaction :

Robert Colbach Service géologique du Luxembourg
Romain Meyer Service géologique du Luxembourg
Simon Philippo Musée national d'histoire naturelle, 25, rue Münster, L-2160 Luxembourg
Jean Thein Am Anger, 18, D-53797 Lohmar

Mise en page :

Geneviève du Fays

Ce Bulletin est téléchargeable sous forme de fichier PDF sur le site :

<http://www.geologie.lu/>

Raccourci direct :



<https://gd.lu/1xfn6q>

Instructions aux auteurs :

<http://www.geologie.lu>

Les articles du Bulletin du Service géologique du Luxembourg sont publiés

sous la licence Creative Commons CC BY 4.0

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0>



Date de parution : 08/04/2019, version revue et corrigée : 27/06/2019

GRAND-DUCHÉ DE LUXEMBOURG
MINISTÈRE DE LA MOBILITÉ ET DES TRAVAUX PUBLICS
ADMINISTRATION DES PONTS ET CHAUSSÉES

BULLETIN
du Service géologique du Luxembourg

numéro 18
(2019)

Carte géologique du Luxembourg au 1:25 000
Feuille n°1 - Troisvierges : Notice explicative

Léon Dejonghe

pages 5-35

Table des matières

Résumé	5
1. Introduction	6
1.1. Etablissement de la carte.....	6
1.2. Cadre géographique.....	7
1.3. Cadre géologique	8
2. Description des formations	9
2.1. Introduction	9
2.2. Description.....	10
2.2.1. Formation de Mirwart.....	11
2.2.2. Formation de Villé (faciès de Longlier).....	12
2.2.3. Membre de Martelange	13
2.2.4. Formation de Kautenbach-Troisvierges	14
2.2.5. Formation de Jupille.....	16
2.2.6. Formation de l'Our et Membres de Stolzenbourg et de Schuttbourg.....	18
2.2.7. Formation de Clervaux	22
2.2.8. Formations superficielles	22
3. Comparaison avec les régions voisines	23
4. Géologie structurale - Tectonique	23
4.1. Les unités structurales	23
4.2. La schistosité et le métamorphisme	26
4.3. Les veines de quartz laiteux.....	27
4.4. Les failles.....	28
4.4.1. Les failles longitudinales	28
4.4.2. Les failles transversales	30
5. Synthèse : histoire géologique	30
6. Ressources du sous-sol et exploitation	31
7. Hydrologie et sites d'intérêt paysager ou historique	32
8. Les difficultés majeures présentes sur la carte de Lucius (1949)	33
Remerciements	32
Bibliographie	32
Annexe 1 : Noms de localités en français, en allemand et en luxembourgeois	35

Carte géologique du Luxembourg au 1:25 000

Feuille n°1 - Troisvierges :

Notice explicative

par Léon Dejonghe

Institut royal des Sciences naturelles de Belgique, Service géologique de Belgique,
13 rue Jenner, B-1000 Bruxelles.
leon.dejonghe@naturalsciences.be

Résumé

La carte de Troisvierges N°1 est située au nord du Grand-Duché de Luxembourg, dans la région de l'Eisleck (Oesling), et appartient géographiquement au SE de l'Ardenne. Le sous-sol est constitué de terrains schisto-gréseux d'âges dévoniens inférieurs, plus précisément, d'âges compris entre 397,5 et 411 millions d'années (Emsien à Praguien).

Sur le plan régional, la région s'intègre

- *au sud-est de la zone axiale de l'Anticlinorium de l'Ardenne formant un coude prononcé. Elle est matérialisée à l'ouest, par l'axe E-W du Massif de Rocroi et à l'est, par celui du Massif de Stavelot qui prend une orientation NE-SW;*
- *plus particulièrement, au NE de l'Anticlinal de Bastogne.*

Au niveau local, la plus grande partie de la feuille de Troisvierges est modelée au nord par l'Anticlinal de Stubach et au sud par le flanc N du Synclinal de Clervaux. Dans le détail, ces structures majeures sont affectées par de nombreux plis secondaires.

A l'ouest, la feuille est traversée par une faille majeure, le rétrocharriage de Troisvierges-Malsbenden.

Abstract

The Troisvierges N°1 sheet is situated north of the Grand-Duchy of Luxembourg, in the Eisleck area (Oesling). From a geographical point of view, it belongs to the SE of Ardenne area. The underground is made up of sandstone and schists, of lower Devonian ages (Emsian to Pragian, from 397.5 to 411 million years).

At the regional scale, the area is integrated

- *to the south-east of the axial zone of the Ardenne Anticlinorium drawing a marked elbow shape. To the west, it corresponds to the E-W axis of the Rocroi Massif, whilst to the east, it fits with NE-SW axis of the Stavelot Massif;*
- *more specifically, to the NE of the Bastogne Anticline.*

A the local scale, most of the Troisvierges sheet comprises, to the north, the Stubach Anticline and, to the south, the northern limb of the Clervaux Syncline. In details, the major structures are complicated by numerous secondary folds.

To the west, the Troisvierges sheet is crossed by a major fault, the Troisvierges-Malsbenden backthrusting.

1. Introduction

1.1. Etablissement de la carte

La Carte géologique du Grand-Duché de Luxembourg se compose de 13 feuilles au 1:25 000 correspondant à un découpage montré à la figure 1. Le levé de la carte de Troisvierges (qui porte le numéro 1) a été réalisé par Léon Dejonghe (Institut royal des Sciences naturelles de Belgique, Direction opérationnelle Terre et Histoire de la Vie, Service géologique de Belgique), dans le cadre d'un accord de coopération entre les services géologiques de Belgique (responsable du programme : Eric Goemaere) et du Grand-Duché de Luxembourg (responsables du programme : Robert Maquil et Robert Colbach). Le levé de la feuille Troisvierges a été réalisé, à l'échelle de 1:10 000 préalablement à la finalisation des documents à l'échelle de 1:25 000. Il a débuté en 2011 et a été finalisé en 2015.

La nouvelle Carte géologique de l'Eisleck a été levée et élaborée sur base lithostratigraphique, en suivant les règles du Code stratigraphique international (Hedberg,

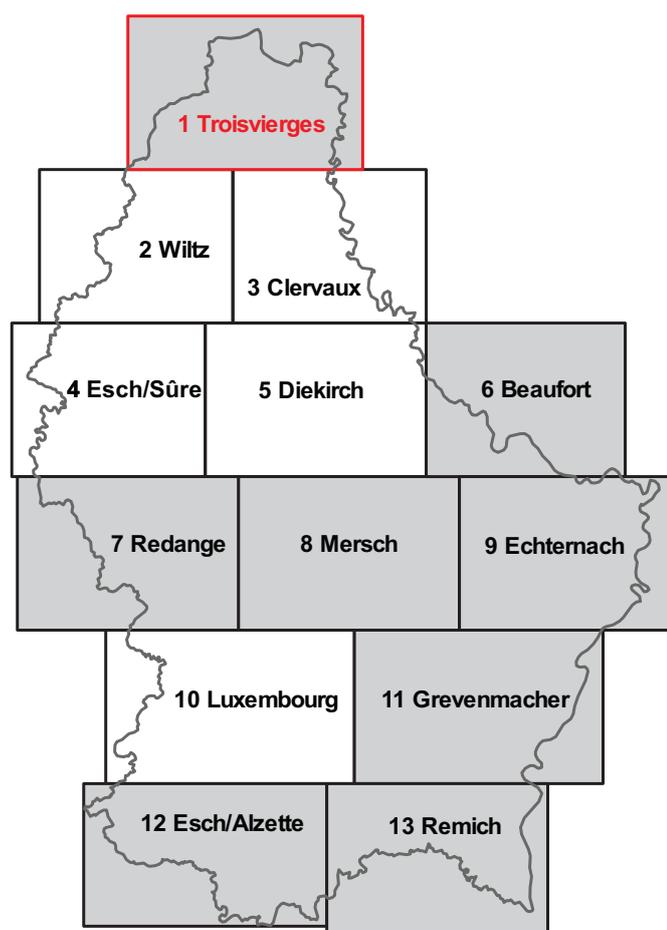


Figure 1 : Les treize feuilles des cartes géologiques du Grand-Duché de Luxembourg. En gris, les feuilles déjà publiées.

1976). Priorité est donc donnée aux caractères lithologiques des ensembles cartographiés.

Les précédentes contributions sont dues à :

- Dumont, A., 1853 - Carte géologique au 1:160 000.
- Gosselet, J., 1885 - Esquisse d'une carte géologique du terrain dévonien du Grand-Duché de Luxembourg au 1:160 000.
- Asselberghs, E., 1946 – carte géologique au 1:200 000 de l'Eodévonien de l'Ardenne et des régions voisines, annexée en planche X à son mémoire intitulé « L'Eodévonien de l'Ardenne et des régions voisines ».
- Lucius, 1949 - carte au 1:50 000, feuille N°8, Wiltz.

Ces contributions cartographiques datent. Les conceptions scientifiques ont largement évolué principalement dans les domaines de la stratigraphie et de la tectonique. Une révision s'imposait donc.

Les travaux les plus documentés sur la région cartographiée sont, par ordre chronologique, ceux de Steininger (1828), Gosselet (1885), Asselberghs (1912, 1941, 1946), Lucius (1913, 1937, 1940, 1947a, 1950a), Furtak (1965), Bintz et al. (1973), Konrad & Wachsmut (1973), Muller (1980), Mosar (1987), Steemans et al. (2000), Franke (2006a,b, 2010, 2012, 2016) et Dejonghe et al. (2017).

Le dossier relatif à cette nouvelle carte de Troisvierges comprend les documents suivants :

- des cartes géologiques détaillées à l'échelle de 1:10 000 ;
- des cartes à l'échelle de 1:10 000 localisant les points décrits ;
- les fiches descriptives des points décrits, réactualisant et complétant les données figurant dans le dossier « Minutes de la Carte géologique du Grand-Duché de Luxembourg ».

Ces documents peuvent être consultés au Service géologique du Luxembourg, Administration des ponts et chaussées, 23, rue du Chemin de Fer, L-8057 Bertrange. Adresse postale : B.P. 17, L-8005 Bertrange. Tél. : (352) 2846 - 4500 ; Email : geologie@pch.etat.lu.

La carte géologique du Luxembourg peut être consultée de manière interactive sur le site Internet suivant : www.geologie.lu

En annexe 1, on trouvera un tableau parallélisant les termes géographiques français, allemands et luxembourgeois.

1.2. Cadre géographique

Le Grand-Duché de Luxembourg comporte deux régions naturelles (figure 2) : une partie septentrionale, dénommée l'Eisleck (aussi désigné par Eislek, Oesling ou Ösling - 32 % de la surface totale), que certains traduisent par terre inculte, et qui fait partie de l'Ardenne ; une région méridionale, le Guttlund (aussi orthographié Gutland et Gudland, c'est-à-dire le Bon Pays - 68% de la surface totale), aux terres plus fertiles souvent gorgées d'eau, et qui s'intègre dans la marge orientale du Bassin de Paris (Muller, 1980, p. 51).

Ces deux régions correspondent en fait à une distinction géologique : l'Eisleck étant constitué de terrains rattachés au Dévonien inférieur (plus anciens que 397,5 millions d'années) et le Guttlund, de terrains appartenant au Mésozoïque (Trias et Jurassique, plus jeunes que 251 millions d'années) (Fig. 2).

La feuille de Troisvierges est située au nord de l'Eisleck et appartient géographiquement à l'Ardenne orientale.

Dans cette région, les altitudes varient de 275 m (vallée de l'Our, à 2250 m à l'est de l'église de Roder) à 560 m (Kneiff, à 2200 m au NE de l'église de Wilwerdange). La région est recoupée par les rivières principales Ourthe orientale (au NW, en Belgique), Troine (Trëtterbaach), Woltz (traversant Troisvierges), Wampacherbaach et Our. Les rivières Troine et Wampacherbaach sont des affluents de la Woltz qui, au sud de Clervaux, se dénomme la Clerve (Klierf). A l'est, la rivière Our forme la frontière avec l'Allemagne.

Il s'agit d'une région où les zones de prairies et de champs correspondent aux plateaux et où les vallées encaissées sont généralement boisées. La densité des affleurements est très inégale. Ceux-ci sont souvent concentrés le long des vallées principales. Les plateaux en sont le plus souvent pauvres ou dépourvus.

L'observation des photographies aériennes et de Google Earth s'est avérée peu instructive, probablement en raison du manque de contrastes lithologiques. Seule

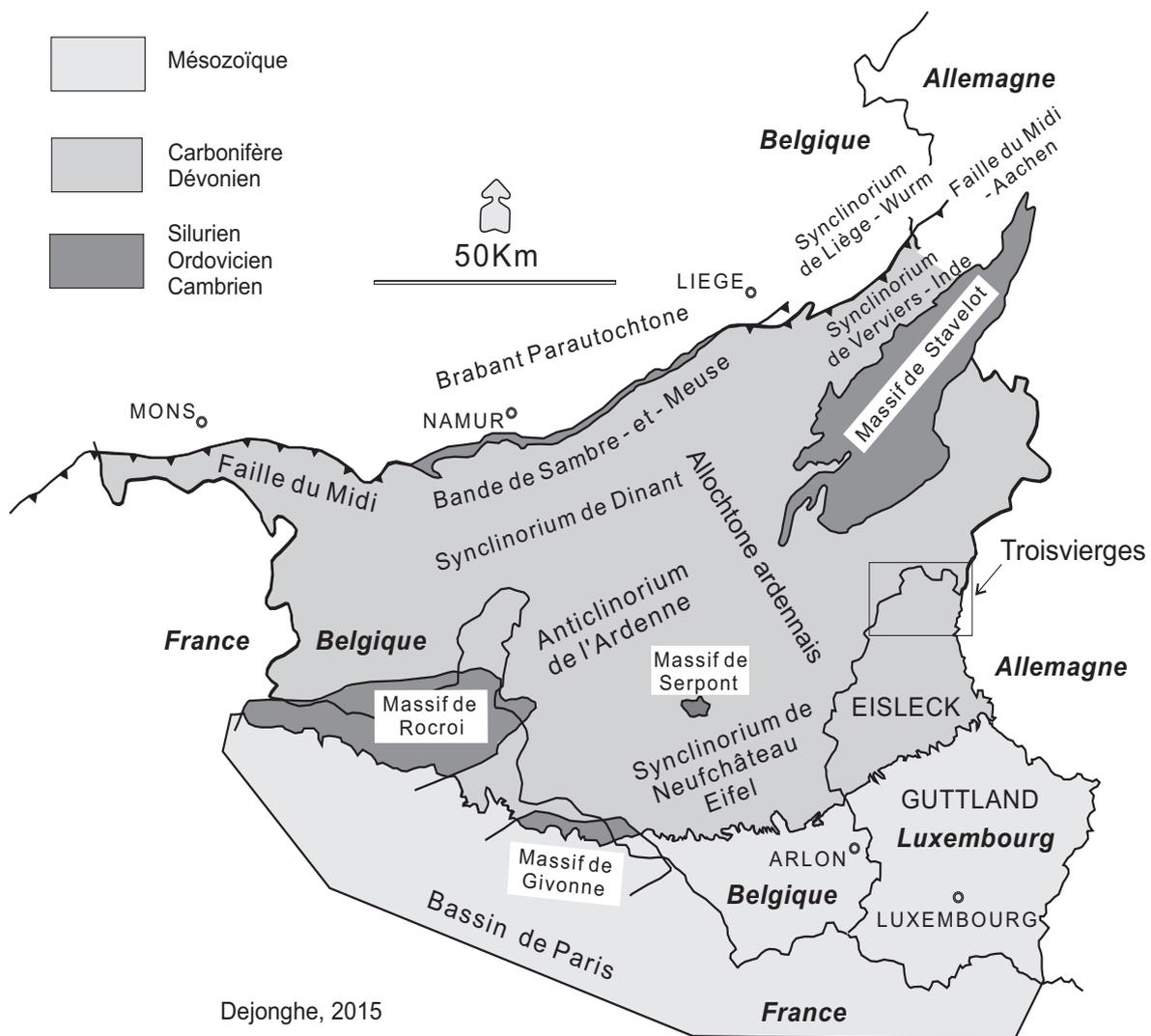


Figure 2 : Localisation de la carte de Troisvierges et des principales unités structurales concernées.

la direction générale NE des parcelles (notamment celles boisées), bien visible sur Google Earth, correspond sensiblement à la direction des couches.

Les agglomérations majeures sont les villes de Troisvierges, Weiswampach et Heinerscheid. Lorsque la localisation d'un point d'observation a été précisée, elle est mentionnée par ses coordonnées en longitude est et latitude nord dans le système WGS84.

1.3. Cadre géologique

Dans ses grandes lignes, l'histoire géologique du Luxembourg peut se résumer de la manière suivante :

- dépôt d'une série sédimentaire d'âge cambrien à silurien qui n'existe qu'en profondeur ; ce socle calédonien affleure cependant en Ardenne belgo-française, dans des boutonnières qui occupent le cœur des zones anticlinoriales : massifs de Givonne, de Rocroi, de Stavelot et petit Massif du Serpont (Fig. 2).
- plissement calédonien, érosion et pénéplanation ;
- dépôt, en discordance sur ce socle calédonien, d'une série sédimentaire d'âge dévonien - carbonifère ;
- plissement varisque (aussi appelé plissement hercynien), érosion et pénéplanation ; seul le Dévonien inférieur subsiste et affleure dans l'Eisleck ;
- en discordance sur ce socle varisque, dépôt de sédiments méso- et cénozoïques, restés non plissés ;
- après érosion, seuls le Trias et le Jurassique subsistent et affleurent dans le Gutland, en discordance sur un peu de Permien et sur le Dévonien inférieur.

A la fin du Westphalien, la structuration par la tectogenèse varisque a consisté en un raccourcissement selon la direction générale SSE-NNW avec plissement de formations paléozoïques en une série de synclinoria et anticlinoria successifs, coupés de multiples failles longitudinales de chevauchement. Un grand charriage, dont le front est matérialisé par la Faille du Midi-Aachen, a déplacé les terrains surincombants vers le NW ; cette unité structurale est qualifiée d'Allochtone ardennais qui se subdivise en sous-unités structurales dénommées, du NW vers le SE, Synclinorium de Dinant, Anticlinorium de l'Ardenne et Synclinorium de Neufchâteau-Eifel. Cet ensemble plissé fait partie de la zone rhéno-hercynienne du tectogène varisque en Europe, dont il constitue la partie la plus septentrionale (figure 2). Ni l'autochtone (le Massif du Brabant, formé de terrains qui n'ont pas

été sensiblement déplacés par des mouvements tectoniques depuis leur formation), ni le parautochtone (terrains situés entre le Massif du Brabant et la Faille de Midi-Aachen) n'affleurent sur le territoire luxembourgeois. En revanche, l'allochtone ardennais affleure bien dans l'Eisleck.

2. Description des formations - Lithostratigraphie

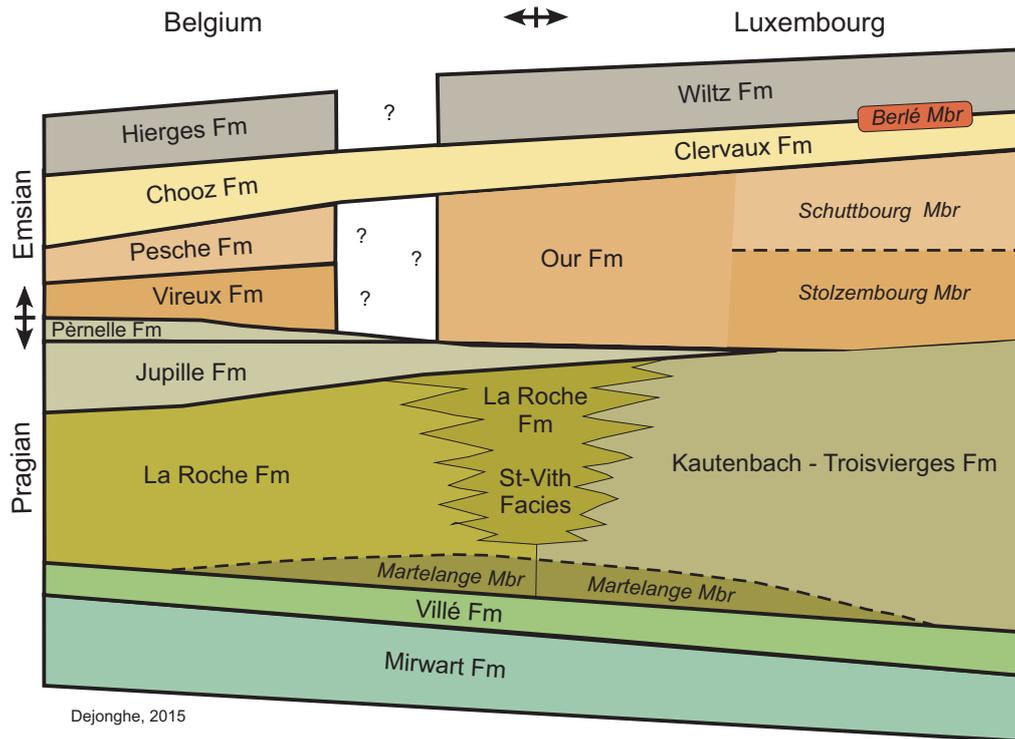
2.1. Introduction

Les formations lithologiques appartenant au Dévonien inférieur du Luxembourg ont été décrites par Dejonghe et al. (2017). Antérieurement, Asselberghs (1946), Lucius (1950a), Bultynck & Dejonghe (2001) et Dejonghe (2008) avaient décrit les ensembles cartographiés avec plus ou moins de détail.

Six formations sont présentes sur la feuille de Troisvierges : ce sont celles de Mirwart, Villé, Kautenbach-Troisvierges (comprenant le Membre de Martelange), Jupille, Our (comprenant les membres de Stolzembourg à la base et de Schuttbourg au sommet) et Clervaux. Nous nous limiterons ici à une description synthétique. Les correspondances avec les terminologies chronostratigraphiques utilisées antérieurement (les « assises ») sont indiquées dans les tableaux 1 et 2. La figure 3 illustre graphiquement les relations entre les différentes formations de Belgique et du Luxembourg qui ont fait l'objet d'une comparaison par Dejonghe et al. (2017).

A l'exception de la Formation de Clervaux caractérisée par des couleurs bigarrées, chacune de ces formations renferme des schistes et phyllades gris bleu sombre souvent largement dominants. Les grès et quartzites gris sont présents en proportions variables et souvent minoritaires dans la partie inférieure de la série stratigraphique mais de plus en plus importants lorsqu'on monte dans cette série. Ces formations diffèrent donc sur des critères fossilifères ou de proportions lithologiques. Sur un affleurement isolé, il est très difficile de conclure à l'appartenance à l'une d'elles. La corrélation lithostratigraphique des affleurements a été basée sur des coupes plus ou moins continues et sur des ensembles de points d'observation.

Le problème cartographique est bien posé par Muller (1980) et Michel et al. (2010) qui considèrent que certains ensembles cartographiés par Lucius (1949, 1950a) ont plus de valeur lithologique que stratigraphique. En outre, en comparant les subdivisions stratigraphiques du Dévonien inférieur luxembourgeois dues à Lucius



Dejonghe, 2015

Figure 3 : Coupe synthétique montrant les relations entre les formations situées en Belgique et au Luxembourg. Pas à l'échelle (les épaisseurs des formations ne sont pas rigoureuses) (Dejonghe et. al., 2017).

(1950a), Furtak (1965) et Konrad & Wachsmut (1973), Muller (1980, pp. 586-587) précisait que : « *Bien que des fossiles caractéristiques tant du Siegénien supérieur que de l'Emsien inférieur avaient été repérés, on a préféré renoncer à une subdivision des séries basales. Les auteurs estiment que, dans l'état actuel de nos connaissances, la limite Siegénien - Emsien ne peut pas être définie avec la rigueur scientifique suffisante. De même la délimitation des quartzophyllades de Schuttbourg et des schistes de Stolzembourg pose des problèmes. On attribue à ces notions plutôt une valeur de faciès que de niveaux stratigraphiques.* »

Que peut-on déduire des travaux de paléontologie stratigraphique ?

En ce qui concerne le Dévonien inférieur, on trouvera dans les publications de Leblanc (1923), Asselberghs & Leblanc (1934) et Asselberghs (1946) de très nombreuses listes de macrofossiles et des indications permettant de localiser les endroits où ils ont été trouvés. Kräusel & Weyland (1930), Lippert (1937, 1939), Solle (1937) et Franke (2006a,b, 2010, 2012, 2016) ont étudié les fossiles de l'Eisleck et concluent que les unités de Stolzembourg et de Schuttbourg sont d'âge emsien inférieur, que les schistes de Clervaux sont plus Emsien-moyen et que le quartzite de Berlé et les schistes de Wiltz sont des unités de l'Emsien supérieur.

Stee mans & Brasseur (1999) ont prélevé 16 échantillons pour analyses palynologiques. Les résultats sont consignés dans un rapport non publié de Steemans & Brasseur (1999). Concernant le Dévonien inférieur, l'échelle biostratigraphique basée sur les spores laquelle il est fait référence est celle de Streel et al. (1987) et Steemans (1989). Ils subdivisent le Dévonien inférieur en 6 biozones d'Oppel, elles-mêmes découpées en 16 biozones d'intervalles. La limite entre le Lockovien et le Pragian est incluse dans la biozone d'intervalle E ; la limite entre le Pragian et l'Emsien, dans la partie inférieure de la biozone d'intervalle Su ; la limite entre le Dévonien inférieur et le Dévonien moyen, dans la biozone d'intervalle Pro. La limite entre le Dévonien inférieur et le Dévonien moyen est située dans la biozone d'intervalle Pro.

Seul l'échantillon 35 provenant de la région de Ouren, en Belgique, est restreint à la Biozone d'Oppel AB et appartient donc clairement à l'Emsien inférieur et donc à la Formation de l'Our, Membre de Stolzembourg (E1a de Lucius, 1949, 1950a). Les échantillons 53 à 60 possèdent une extension chronostratigraphique s'étendant du Pragian à l'Emsien. Leur attribution à une formation précise ne peut donc être précisée. Bref, par l'analyse palynologique, il est impossible de distinguer pour ces échantillons les formations de Kautenbach-

Troisvierges (Schistes grossiers, ancien Sg3 de Lucius, *ibid.*), Stolzembourg (E1a de Lucius, *ibid.*) et Schuttbourg (E1b de Lucius, *ibid.*). Douze nouveaux échantillons prélevés en 2015 et examinés par Steemans, n'ont pas permis d'affiner les résultats palynologiques.

Immédiatement au nord de la feuille Troisvierges, à Burg Reuland (Belgique), De Baets et al. (2013) ont identifié des ammonites dans la Formation de l'Our, ce qui conforte le caractère marin de la formation à cet endroit et concluent pour un âge emsien inférieur (Singhofen ou Vallendar).

Précisons que Furtak (1965, p. 275) a distingué 4 complexes qui nous semblent cohérents sur le plan cartographique (voir le tableau 1 pour la correspondance avec les formations utilisées antérieurement et dans ce travail) :

- un complexe A gréseux (anciens Gedinnien et Siegenien inférieur) ;
- un complexe B riche en ardoises (ancien Siegenien supérieur) ;
- un complexe C gréseux (Emsien inférieur « grisâtre ») et
- un complexe D (Schistes de Clervaux), qui par ses

schistes verts et rouges (Emsien inférieur « vert et rouge ») se différencie nettement du complexe « grisâtre » C sous-jacent.

Comme le Dévonien inférieur affleure largement en Belgique et au Luxembourg, il n'est pas inutile de comparer les formations de ces deux pays. En Belgique, les formations sont ratifiées par la Commission nationale de Stratigraphie dépendant du Comité national de Géologie (voir le site <https://ncs.naturalsciences.be>). Le tableau 1 synthétise les unités stratigraphiques adoptées dans les deux pays. Pour une comparaison avec les terminologies stratigraphiques utilisées anciennement, voir Asselberghs (1946, pp 9-33) qui retrace avec beaucoup de détails l'évolution des idées antérieurement à 1946.

2.2. Description

Praguien inférieur

Le Praguien inférieur correspond à l'ancien Siegenien inférieur (S1 d'Asselberghs, 1946 ou Sg1 de Lucius, 1949, 1950a). Plus anciennement encore, il correspondait au Coblencien inférieur dont la partie inférieure était désignée sous le nom de Taunusien et la partie supérieure

	Asselberghs, 1912, 1913, 1932	Lucius, 1947	Lucius, 1949, 1950,1955	Furtak, 1965	Konrad & Wachsmut, 1973	Colbach, 2003	Bultynck & Dejonghe, 2001	Dejonghe, Colbach & Goemaere, 2017
Emsien	Em2b - Grauwacke de Wiltz	Schiste de Wiltz	E3 - Schistes de Wiltz E3 - q - A la base, Quartzite de Berlé - 10 à 15 m		Schiste de Wiltz 200 m	Non nommé	HIE - Hierges 170-330 m	Wiltz (WIL) ----- Berlé Mbr (BER)
	Em2a - Quartzite de Berlé et Schistes bigarrés de Clervaux	Schiste rouge de Clervaux et Quartzite blanc de Berlé	E2 - Couches bigarrées de Clervaux	D	Couches bigarrées de Clervaux 600 m	Non nommé	CHO - Chooz 320-800 m	Berlé Mbr (BER) ----- Clervaux (CLE)
	Em1 - Quartzophyllades d'Ebly, de Heinerscheid et de Schutbourg. Schistes, grès et quartzophyllades de Schutbourg à <i>Sp. hercyniae</i>	Quartzophyllades de Schützboung	E1b - Quartzophyllades de Schützboung Intercalations fréquentes dans les schistes et les phyllades de quartzites et quartzophyllades en bancs assez puissants E1a - Schistes de Stolzembourg Schistes biens stratifiés. Quartzophyllades et rares bancs de quartzite.	C		Non nommé	VIR - Vireux 80 à 400 m PES - Pesche 160-800 m	Our (OUR) Schuttbourg Mbr (SCH) ----- Stolzembourg Mbr (STO)
Praguien supérieur	Phyllades bleu foncé, intercalations de grès gris, gris clair ou gris verdâtre et de quartzophyllades. Faciès de St Vith. Analogue aux Herdorfer Schichten (dans le Siegerland) et Bergsteiner Schichten. ----- Ardoises = Faciès de Neufchâteau - Asselberghs, 1946	Couches de St-Vith (faciès gréseux) ----- Couches de Martelange (faciès schisteux)	Sg3 - Schiste compact, grossier, mal stratifié avec des rares bancs de grès argileux. Sg3s - Faciès gréseux : Schiste de Bas-Bellain. ----- Sg3a - A la base, faciès local d'ardoises (Dachschiefer)	B	Alternance de schistes, grauwackes et quartzites 3500 m Idem pour tout le Praguien à une partie (la base) de l'Emsien (E1)	d2G - Grumelange ± 1500 m	JP - Jupille (JUP) + Pernelle (PER) ± 1000 m	Kautenbach-Troisvierges (KAT) ----- Martelange Mbr (MTL)
						d2M - Martelange ± 400 m	LAR - La Roche 215 à ≥ 800 m	
Praguien moyen	Sg2b - Phyllades de Neufchâteau, de Trois-Vierges et de Martelange	Couches de Longlier (faciès gréseux)	Sg2 - Grès et schiste gréseux, compact			d2R - Radelange ± 400 m	VIL - Villé 30 à 300 m	Villé (VIL)
	Sg2a - Quartzophyllades de Longlier et de Léglise	Couches de Bouillon (faciès argilo-calcaireux)						
Praguien inférieur	Faciès d'Anlier (phyllade ardoisier bleu foncé, quartzophyllades, grès feldspathiques, grès quartzites Sg1 - Schistes phylladeux de Tournay, phyllades avec quartzites et grès	Couches d'Anlier (grès et schiste) Couches d'Anor (schiste et quartzite blanc)	Sg1 - Phyllade bleu, noir et quartzophyllade gris	A		Non nommé	MIR - Mirwart 300 à 1000 m	Mirwart (MIR)

Tableau 1 : Les unités stratigraphiques utilisées en Belgique et dans l'Eisleck au Luxembourg.

sous le nom de Hunsruckien. Dumont (1848) orthographait le Coblencien avec un t et un z (Coblentzien) et l'Hunsruckien avec un d (Hundsruckien).

2.2.1. Formation de Mirwart (MIR)

Origine du nom : Coupe type en Belgique, dans la tranchée du chemin de fer Namur-Arlon traversant le village de Mirwart (ancien « Grès d'Anor »). WGS84 : 5.26 E/50.06 N.

Lithologie : La Formation de Mirwart affleure mal sur la feuille de Troisvierges. Sur la feuille Wibrin-Houffalize située à l'ouest, en Belgique, elle consiste en une alternance irrégulière de phyllades, schistes et siltites bleu noir avec des quartzophyllades et des bancs ou des séries de bancs de grès et quartzites de tonalités gris clair, gris beige ou gris verdâtre. Les roches argileuses dominant, mais les quartzites et les quartzophyllades, plus résistants à l'érosion, constituent la majorité des affleurements. Les quartzites font souvent saillie dans la topographie et sous-tendent généralement les crêtes et les collines.

Les phyllades, les schistes et les siltites sont bleu foncé à noir ou gris sombre ; par altération, ils deviennent gris clair, vert sale et jaunâtres ou encore rouges. Les quartzites se présentent en bancs isolés ou en séries plurimétriques, souvent entrelardés de minces intercalations centimétriques de schistes. Les bancs sont pluridécimétriques à métriques, généralement irréguliers, lenticulaires, à joints ondulants et parfois à base ravinante. La stratification est souvent oblique ou entrecroisée. Les rides de courant sont fréquentes. La stratification est souvent de type lenticulaire à ondulante et parfois, de type flaser. Certains bancs incorporent des clastes de shale gris bleu foncé, très anguleux, à contour irrégulier et de tailles variables. Les quartzophyllades sont des roches mixtes formés par l'alternance de fines strates (mm à cm) phylladeuses et gréseuses ou quartzitiques ; ils présentent donc des zones alternativement bleu noir et grises.

L'environnement de dépôt des roches de la Formation de Mirwart a été précisé par Goemaere & Dejonghe (2005). Les sous-environnements représentés par les chenaux de marée et les zones tidales sableuses, argileuses et mixtes s'empilent verticalement. Ces milieux, de très faible relief, forment des surfaces très étendues, sans barrière sableuse protégeant l'estran des influences de la mer ouverte. Le système fluviatile bien développé apporte les sédiments issus du continent des Vieux Grès Rouges à travers les milieux alluviaux et deltaïques développés au nord de la zone d'étude. Bref, les

roches de la Formation de Mirwart traduisent un dépôt sous des conditions de haute énergie dans des eaux très peu profondes.

En Belgique, les bancs de grès sont souvent boudinés et recoupés par des veines pluricentimétriques interboudins de quartz laiteux. Par endroits, le grès est tellement altéré dans la partie proche de la surface topographique qu'il est transformé en sable. Localement, celui-ci a fait l'objet de petites exploitations.

Au nord de la feuille Troisvierges, dans la région de Montjoie (Monschau), des précisions relatives à cette formation ont été données par Asselberghs (1927, p. 212). Il la caractérise sous un faciès particulier dit d'Anlier. Pour information, Vandeven (1991) a désigné cette unité sous le nom de Formation d'Amel (S1).

Paléontologie : La Formation de Mirwart est peu fossilifère sauf, à certains endroits, au sommet. À côté de quelques rares gisements de brachiopodes (*Rhenorenselaeria crassicosta*), on trouve plus fréquemment des végétaux flottés (*Taeniocrada decheniana*), surtout vers le sommet. Vers le sommet encore, on note parfois l'apparition de petits crinoïdes et de brachiopodes annonciateurs des caractères typiques de la Formation de Villé sus-jacente.

Épaisseurs : Sur la feuille Troisvierges, la base de la formation n'affleure pas et son épaisseur ne peut être estimée d'autant qu'aucun affleurement ne permet de mesurer une valeur de stratification. Au bord SW du Massif de Stavelot, sur la feuille Hotton - Dochamps, la formation possède une épaisseur de l'ordre de 1050 m (Dejonghe, 2008). Sur la feuille Wibrin-Houffalize, son épaisseur dépasse 900 m (Dejonghe, 2013).

Âge : Dans les anciennes publications, la Formation de Mirwart (= Grès d'Anor) est rapportée au Siegenien (Sg2) par Maillieux (1937) ou au Siegenien inférieur (S1), faciès méridional d'Anlier ou faciès septentrional du Bois d'Ausse par Asselberghs (1946). Dans son stratotype, la majeure partie de la formation serait d'âge praguïen (Godefroid et al., 1994).

Utilisation : néant.

Affleurements représentatifs : néant.

Pour en savoir plus : Asselberghs (1946) ; Godefroid et al. (1994) ; Goemaere & Dejonghe (2005) ; Dejonghe et al. (2017).

Praguïen moyen

Le Praguïen moyen correspond à l'ancien Siegenien moyen (S2 d'Asselberghs, 1946 ou Sg2 de Lucius, 1949,

1950a). Plus anciennement encore, il correspondait au Coblencien inférieur (aussi orthographié Coblenzien ou Coblentzien) dont la partie inférieure était désignée sous le nom de Taunusien et la partie supérieure était désignée sous le nom de Hunsruckien.

2.2.2. Formation de Villé (faciès de Longlier) (VIL)

La Formation de Villé est identique à la Formation de Radelange représentée sur la feuille Redange N°7 due à Colbach (2003). Comme la feuille Troisvierges jouxte la feuille Wibrin-Houffalize située à l'ouest, en Belgique, où la Formation de Villé est largement représentée, nous préférons utiliser le terme Villé plutôt que Radelange.

Origine du nom : Coupe type située le long de la route La Roche-en-Ardenne à Houffalize, dans la traversée du hameau de Villé (Belgique). WGS84 : 5.59 E/50.17 N.

Lithologie : Dans la localité type, située sur la feuille Champlon - La Roche-en-Ardenne, la Formation de Villé se caractérise par des alternances de trois lithologies dominantes :

- des phyllades (ou des shales, schistes et siltites) bleu sombre à lamines gréseuses rouille ;
- des siltites et grès argileux gris ou bleus, présentant souvent une altération superficielle brun rouille, en bancs pluridécimétriques ;
- des grès bleus carbonatés, souvent très fossilifères, cariés superficiellement et limoniteux, en bancs pluridécimétriques.

Comme l'a souligné Dejonghe (2013) à propos de la feuille Wibrin - Houffalize, la reconnaissance de la Formation de Villé y est beaucoup plus délicate que sur la carte Champlon - La Roche-en-Ardenne. Cette reconnaissance est quasi impossible sur la plupart des affleurements isolés non fossilifères car les phyllades de la Formation de Villé sont identiques à ceux des formations de Mirwart, La Roche, Jupille et Pèrnelle. Seule la présence de niveaux fossilifères permet de les différencier. De plus, dans la toute grande majorité des cas, les niveaux fossilifères ne présentent pas de caractère carbonaté (pas de réaction à HCl 1/10 N). En outre, leur présence est infiniment plus discrète. Ces fossiles sont plus rarement concentrés dans des bancs de quelques cm d'épaisseur. Le plus souvent, ils sont dilués dans des niveaux gréseux épais de plusieurs mètres. Mais des lumachelles de type « tempestite » sont aussi présentes. La présence de fossiles est plus rare dans des niveaux phylladeux. De toute évidence, les fossiles ont été déplacés mécaniquement sous l'action de vagues ou de courants, éventuellement lors de tempêtes.

Des cubes de pyrite de plusieurs millimètres de côté mais généralement inférieurs à 1 centimètre sont présents et plus fréquents dans les grès que dans les phyllades.

Etant donné l'envoyage de couches vers le NE, la Formation de Villé, bien présente dans le Synclinorium d'Houffalize, n'affleure que faiblement au Luxembourg. Sur la feuille Troisvierges, elle n'a été clairement identifiée que sur un petit affleurement situé à 1550 m au NW de l'église de Hachiville, à l'extrémité ouest de la crête topographique du Helzerbësch (WGS84 : 5.90344 E/50.11497 N). A cet endroit, à l'émergence d'une petite source, on note la présence de bancs pluricentimétriques à pluridécimétriques de grès à pigment limoniteux, localement pétris de fossiles limonitisés (brachiopodes, crinoïdes, coraux, etc.). Dans les parties non limonitisées, on observe une roche mixte, fortement rubanée, à alternances de bandes pluricentimétriques de grès argileux gris bleu et de bandes plurimillimétriques (plus rarement pluricentimétriques), très lenticulaires, de grès gris clair à brunâtre.

Bien que Lucius (1949) ait dessiné sur sa carte une bande de Sg2 correspondant à la Formation de Villé entre Hautbellain et Basbellain, nos levés détaillés n'ont pas reconnu son existence dans cette région. Lucius se base sur une carrière existant à une centaine de mètres à l'E de la borne frontière belgo-luxembourgeoise LB278, à l'extrémité W de Schuk, le long du Schucklee-Renkebaach (WGS84 : 5.96044 E/50.15100 N). Elle est décrite dans Lucius (1950a, pp. 101-102) où, contrairement à ce qui est dessiné sur sa carte, elle est rangée dans le Sg3s. Il parle du « *Faciès de Schouklai* ».

Pour information, Vandeven (1991) a érigé en formation, le faciès de Longlier d'Asselberghs. Nous ne voyons pas l'utilité de cette démarche.

Paléontologie : La Formation de Villé a livré une faune abondante et diversifiée. On y a dénombré plus de 200 espèces différentes. Les fossiles sont souvent décalcifiés et apparaissent en moules internes. Parmi les éléments caractéristiques, il faut signaler l'abondance de spécimens de grande taille dans les représentants des crinoïdes, des brachiopodes, des lamelibranches, des trilobites et des tentaculites. Les coraux rugueux et tabulés sont fréquents. Leblanc (1923) et Asselberghs & Leblanc (1934) ont établi de nombreuses listes de macrofossiles, provenant principalement de la Formation de Villé qu'ils appellent « *faune de Longlier* », en précisant les endroits où ces fossiles ont été trouvés.

Épaisseurs : Au flanc sud du Synclinal de La Roche, l'épaisseur de la Formation de Villé varie de 600 à

1000 m. Au flanc nord du Synclinal d'Houffalize, à hauteur d'Houffalize, elle se chiffre entre 900 et 950 m. Au flanc sud du Synclinal d'Houffalize, elle atteint une épaisseur proche de 1000 m. Sur la feuille Champlon - La Roche-en-Ardenne située à l'ouest de la feuille Wibrin-Houffalize, l'épaisseur varie de 250 m à 600 m. Pour comparaison, Minten (1997) estime la Formation de Radelange à environ 400 m de grès. La quasi-absence d'affleurements sur la feuille Troisvierges ne permet pas de calculer l'épaisseur de la Formation de Villé avec précision. Elle est estimée à 500 m environ.

Age : Les brachiopodes confèrent à la Formation de Villé un âge praguien probable (Godefroid et al., 1994). Anciennement, Siegenien moyen (Sg3) ou Grauwacke (du Bois) de Saint Michel de Maillieux (1937) ; Siegenien moyen (S2) ou faciès des Amonines d'Asselberghs (1946). Anciennement elle a aussi été caractérisée sous le sigle Sg2a (ou plus anciennement encore, sous l'appellation d'Hunsrueckien inférieur). Leblanc (1923, p. 384) précisait : « *Nous avons montré que ces couches quartzoschisteuses très fossilifères, à faune de Longlier, forment une bande continue qui réunit la bande de Longlier à celle de Cowan en contournant les couches principalement schisteuses de Benonchamps et de Bourcy et les séparant des phyllades à grands feuillettes de Trois-Vierges.* »

Bref, par rapport à son stratotype situé sur la feuille Champlon - La Roche-en-Ardenne, la Formation de Villé évolue vers l'est dans le sens d'une augmentation d'épaisseur, d'une nette diminution (voire, d'une disparition à de nombreux endroits) de son caractère carbonaté et enfin, d'une raréfaction et d'une dilution de son contenu fossilifère. On passe du faciès des Amonines au faciès de Longlier, faciès qui ont été bien individualisés par Asselberghs (1946).

Usage : néant

Affleurements représentatifs : néant

Pour en savoir plus : Asselberghs (1946) ; Godefroid & Stainier (1982) ; Godefroid et al. (1994) ; Bultynck & Dejonghe (2001) ; Dejonghe et al. (2017).

Praguien supérieur

Le Praguien supérieur correspond à l'ancien Siegenien supérieur (S3 d'Asselberghs, 1946 ou Sg3 de Lucius, 1949, 1950a). Plus anciennement encore, il correspondait au Coblencien inférieur dont la partie inférieure était désignée sous le nom de Taunusien et la partie supérieure était désignée sous le nom de Hunsrueckien.

Pour l'ensemble de ce Praguien supérieur, Asselberghs (1946, p. 455) précisait : « *Les tranchées du chemin de*

fer entre Bas-Bellain et Trois-Vierges, montrent toutes des phyllades bleu noir avec des quartzophyllades et des bancs de quartzite vert. Les phyllades sont très riches en cubes de pyrite. Ils se détachent généralement en épais feuillettes ou en dalles ; on trouve rarement des phyllades fissiles. La grande largeur de la bande du siegenien supérieur (11 km) le long de la coupe, s'explique par le fait que l'on se trouve dans la zone d'ennoyage de l'anticlinal de Bastogne. Vers l'W, on voit apparaître dans cette bande, une série d'indentations anticlinales avec couches fossilifères du siegenien moyen (appartenant à la formation de Villé). »

2.2.3. Membre de Martelange (MTL) de la Formation de Kautenbach-Troisvierges (KAT).

Origine du nom : Martelange est une localité située à la frontière belgo-luxembourgeoise. Asselberghs (1912, p. M93) parle des Phyllades de Trois-Vierges et de Martelange rapportés au Siegenien. WGS84 : 5.73 E/49.83 N.

Lithologie : Le Membre de Martelange se caractérise par la présence de phyllade ardoisier gris bleuté. C'est une roche finement grenue affectée par une schistosité très bien marquée. Sa distinction avec d'autres parties de la Formation de Troisvierges est difficile sur un affleurement isolé. En principe, elle ne renferme pas d'essaim de bancs gréseux ou quartzeux. Néanmoins, dans l'ancienne carrière de l'ardoisière d'Emeschbaach, des lentilles gréseuses ont été observées (photo 1). Ce membre n'existe pas partout dans le Dévonien inférieur de l'Eisleck.

Épaisseur : A Martelange, l'épaisseur de la formation est de 400 mètres, dont une centaine de mètres ont été exploités (Minten, 1997, p. 8). Sur la carte de Troisvierges, l'épaisseur est maximale à hauteur d'Emeschbaach où elle est de l'ordre de 700 m. Elle se biseaute fortement au NE et au SW.

Usage : Le phyllade ardoisier a été exploité à Emeschbaach, à 1400-1500 m à l'W de l'église d'Asselborn. On parle aussi de l'ardoisière de Demeschbaach ou d'Asselborn. Les travaux de recherche avaient commencé en 1868 à l'endroit de fouilles datant d'une ancienne extraction. L'exploitation en carrière à ciel ouvert, puis en mine souterraine a eu lieu de 1883 à 1904 puis de 1918 à au moins 1947. Les couches fournissant des ardoises étaient moins puissantes qu'à Martelange et l'exhaure importante, ce qui n'a pas permis le développement important de l'exploitation. Des précisions sur cette activité ardoisière sont données par Lucius (1947b, pp. 108-111 ; 1950a, pp. 30-33). A 1700



Photo 1 : Ancienne carrière de l'ardoisière d'Emeschbaach. Dans le phyllade ardoisier appartenant au Membre de Martelange, présence d'une lentille de grès traversée par une veine de quartz laiteux d'allure sigmoïdale.

au SW d'Emeschbaach, on observe aussi au lieu-dit « Kéimich » une excavation d'environ 10 m de diamètre et 5 m de profondeur avec la présence d'une taque métallique bouchant une entrée souterraine trahissant également des travaux de recherche ou d'exploitation du phyllade ardoisier.

Affleurements représentatifs : Sur la feuille Troisvierges, il n'existe pas de coupe recoupant la totalité de la formation. Des affleurements représentatifs existent cependant au SW d'Asselborn, en particulier au site de l'ancienne ardoisière d'Emeschbaach (WGS84 : 5.95155 E/50.09615 N) et le long de la route N12, à l'extrémité W de la colline du Klounkebiërg (WGS84 : 5.95296 E/50.08902 N et 5.95416 E/50.08778 N).

Pour en savoir plus : Asselberghs (1924), Lucius (1947b, 1950a) ; Dejonghe et al. (2017).

2.2.4. Formation de Kautenbach-Troisvierges (KAT)

Origine du nom : Gosselet (1885, pp.283-290) distingue au nord, les Phyllades de Trois-Vierges et au sud

les Schistes de Kautenbach, rapportés au Coblenzien (Dumont ne met pas de « t » à Coblentzien). Asselberghs, 1912, p. M93, parle des Phyllades de Trois-Vierges et de Martelange rapportés au Siegenien.

Troisvierges : coupe de référence autour de la gare de Troisvierges. WGS84 : 5.992 E/50.120 N.

Kautenbach : de nombreux affleurements existent dans la localité de Kautenbach, des deux côtés de la Wiltz. WGS84 : 6.016 E/49.951 N.

Lithologie : D'une façon générale, Lucius (1949, 1950a) caractérisait le Siegenien supérieur - Sg3 par la présence de schiste compact, grossier, mal stratifié, avec de rares bancs de grès argileux. A l'extrémité NW, pour la partie supérieure, il parlait d'un faciès gréseux qualifié de « Schiste de Bas-Bellain » - Sg3s. En fait, c'est Gosselet (1885, pp. 290-292) qui avait parlé pour la première fois des « Schistes de Bas-Bellain » (voir tableau 2). Ces schistes du Sg3s sont gris, bien clivables et altérés en gris clair à blanc. Des bancs de grès jaunâtres sont souvent présents. Les grès renferment des grands cristaux de pyrite (jusqu'à 1 cm de côté). Par altération, les schistes peuvent prendre des couleurs multicolores (verdâtres à rouges). Pour la partie inférieure, Lucius (1950a, p. 16) parlait du Faciès d'Ulflingen (Troisvierges).

Comme dans la région de Basbellain, la roche n'affleure quasi pas et que l'on ne peut pas y trouver une bonne coupe de référence (on ne voit plus rien dans la tranchée de chemin de fer où l'accès est soumis à une autorisation), nous préférons abandonner le terme Basbellain.

Dans la région de Troisvierges (photo 2), du phyllade gris bleu se débite en fins feuillets et renferme des cubes



Photo 2 : Phyllades de la Formation de Kautenbach-Troisvierges, gare de Troisvierges.

de pyrite (jusqu'à 1 cm de côté), partiellement limonitisés. Par endroits, le phyllade est silteux à gréseux et légèrement micacé. Les cubes de pyrite sont alors plus abondants. Par altération, la roche est irrégulièrement décolorée en verdâtre clair. Localement, le phyllade renferme des bancs, des lentilles et des bancs lenticulaires (pluricentimétriques à pluridécimétriques) de grès gris clair ou gris verdâtre (plus rarement gris bleu), parfois argileux et/ou légèrement micacé. Des caractères plus particuliers se développent à certains endroits, comme une nature quartzitique, l'abondance de cubes de pyrite (principalement dans les niveaux gréseux), une stratification interne oblique et un sommet des bancs mamelonné. Les bancs sont parfois groupés en essaims pluridécimétriques à plurimétriques. Ceux-ci sont souvent recoupés par des veines de quartz laiteux, éventuellement légèrement sigmoïdes. A d'autres endroits, la roche est laminaire à rubanée, avec des alternances de couleurs gris verdâtre clair et gris bleu foncé. Les parties gris verdâtre sont silteuses à gréseuses et montrent parfois une stratification oblique. Très rarement (par exemple, gare de Troisvierges - WGS84 : 5.99003 E/50.12060 N ou à 2 km au NW de Biwisch - WGS84 : 5.95521 E/50.13004 N), on note la présence de quelques figures de charge (pseudonodules). Pour comparaison, en Belgique, les niveaux gréseux de la formation de La Roche, équivalent latéral de la Formation de Kautenbach-Troisvierges (tableau 1), sont aussi le siège de figures de charge (pseudonodules de 30 à 50 cm de diamètre), surtout à la base et dans la partie supérieure de la formation.

Dans la région de Kautenbach, à la base, on trouve du schiste gris bleu incorporant des lamines gris clair qui soulignent la stratification ainsi que des bancs de schiste légèrement plus gréseux ou des bancs de grès argileux affectés par une schistosité transverse. Plus on monte dans la série, plus les bancs pluricentimétriques de grès gris sont présents, certains à stratification entrecroisée, parfois à joints micacés et à rides de courant sur certains plans. Ils remplissent par endroits des chenaux d'érosion et les bancs sont alors très lenticulaires. A la base, l'épaisseur des bancs de grès dépasse rarement 10 cm. Mais vers le sommet, les bancs sont pluridécimétriques et parfois groupés en essaims de plus d'1 m d'épaisseur. Ces bancs de grès sont bien repérables car ils peuvent être recoupés par des veines de quartz laiteux qui ne se prolongent pas dans le schiste. En périphérie des blocs, ils peuvent être légèrement colorés en brunâtre par un pigment limoniteux. Par altération. Le schiste est parfois décoloré en verdâtre (en taches ou complètement). Dans la région de Kautenbach, la formation est donc nettement plus gréseuse que dans la région de Troisvierges.

Comme dans la région de Kautenbach, les schistes affleurent largement sur une épaisseur stratigraphique de 1350 m, sont d'accès aisé et présentent un caractère pérenne, nous préférons désigner cet ensemble sous le vocable « Formation de Kautenbach-Troisvierges ». Ce choix a été ratifié par Dejonghe et al. (2017). En outre, on peut y observer le passage avec la Formation de l'Our qui la surmonte. Par contre, autour de la gare de Troisvierges, même si cette formation affleure largement, n'est pas faillée, et d'accès aisé, elle est cependant moins complète qu'à Kautenbach.

La Formation de Kautenbach-Troisvierges peut être parallélisée avec la Formation de Grumelange représentée par Colbach (2003) sur la feuille Redange N°7 et constitue une variation latérale de la Formation de Laroche sous le faciès de St-Vith (tableau 1). Les termes « *Faciès de St Vith* » ont été introduits par Asselberghs en 1927 (p. 209). Mais c'est en 1946 (pp. 179-186) qu'il précise nettement ses particularités. Il fait bien la distinction entre les faciès de La Roche et de St-Vith.

A propos du faciès de St-Vith, Asselberghs (*ibid.*) écrit pp. 179-180 : « ... vers le Nord et le NE, le siegenien supérieur acquiert un faciès de caractère néritique plus accentué (...). Il caractérise les régions de Trois Vierges, Gouvy, St Vith et Honsfeld ainsi que le bassin d'Houffalize et l'extrémité Est de celui de Laroche. Il renferme des phyllades et des quartzites. Les phyllades sont bleu noir, à grands feuilletés. (...). Dans les phyllades, sont intercalés des paquets de 5 à 10 m de puissance de quartzite à ciment sériciteux, fins ou très fins, verts, gris ou même blanchâtres, facilement altérables et des quartzophyllades schisteux. Ils se trouvent sur toute l'épaisseur de l'assise. (...). Dans ce faciès, les roches sont très souvent criblées de cubes de pyrite qui peuvent atteindre 15 mm de côté. ». Un niveau de ces quartzites souvent fossilifères a été appelé par Asselberghs & Leblanc (1934, p. 8) « Grès verts du Bois de Lihérain ».

A propos du faciès de La Roche, Asselberghs (*ibid.*) ajoute, p. 180 : « La roche dominante de ce faciès est le phyllade ou schiste phylladeux généralement bleu noir, prenant une teinte vert sale par altération. Ces phyllades sont tantôt finement feuilletés, se délitant en grand feuilletés, tantôt compacts parce que quartzeux et donnant alors des dalles. Les phyllades quartzeux, beaucoup plus abondants que dans le faciès de St Vith, constituent souvent des escarpements rocheux dénudés. (...). La présence de très nombreux bancs isolés et minces de quartzite typique, bien lités, est une caractéristique du faciès de Laroche. (...). Les lentilles de quartzite à ciment, facilement altérables du faciès de St Vith, sont remplacés par des paquets de quartzite très résistant, gris, gris bleu

et bleu rappelant certaines roches du siegenien inférieur et ayant le plus souvent 3 à 6 m d'épaisseur. (...). »

Pour les corrélations avec l'Allemagne, Asselberghs (1932, p. 21) précisait : « *Le Siegenien supérieur présente ainsi, en Prusse Rhénane, un faciès analogue à celui que nous avons appelé (1926, p. 209) plus au Sud faciès de St. Vith, et qui est représenté dans le Siegerland par les Herdorfer Schichten.* »

Vandeven (1990) a érigé en Formation de Sankt Vith, le faciès de St-Vith d'Asselberghs. Nous ne voyons pas l'utilité de cette démarche.

Paléontologie : La Formation de Kautenbach-Troisvierges, comme celle de La Roche, est peu fossilifère. Elle renferme cependant une faune marine sporadique, constituée essentiellement de brachiopodes et de lamellibranches. Asselberghs (1946, p. 181) précise : « *Les faciès de St Vith et de Laroche renferment une faune identique qui est la faune typique du Siegenien supérieur. On la rencontre le plus fréquemment dans les roches gréseuses (...).* ». Aux pages 182 à 184, il dresse un tableau précisant les faunes trouvées dans les deux faciès.

Épaisseur : Au flanc sud du Synclinal de La Roche, la Formation de La Roche atteint une épaisseur minimale de 800 m (Dejonghe & Hance, 2001a,b). La Formation de Kautenbach-Troisvierges possède une épaisseur minimale estimée à 1500 m par Minten (1997, p. 9). La coupe AA', orientée N35°W, débutant au NW à la frontière belgo-Luxembourgeoise, passant par Hautbellain, Basbellain, Cornelysmillen, l'église de Troisvierges, Cinqfontaines, Maulusmillen et se terminant au SE à Woltzehaard est montrée sur la carte. Elle indique que cette valeur est justifiée entre Hautbellain et Basbellain. A Kautenbach, la formation mesure une épaisseur minimale de 1350 m.

Age : Probablement praguien (Godefroid et al., 1994). Anciennement, Siegenien supérieur (S3) ou partie inférieure du faciès de Laroche d'Asselberghs (1946) ou partie supérieure de l'étage hunsruckien (Sg2b) de Leblanc (1923) ou Coblenzien de Gosselet (1885).

Usage : Quelques carrières de peu d'ampleur indiquent que certains niveaux ont été exploités pour des usages locaux.

Affleurements représentatifs : Dans la région de Troisvierges, aucune coupe ne couvre l'entièreté de la formation. De bons affleurements représentatifs sont cependant situés à la gare de Troisvierges (WGS84 : 5.99418 E/50.11881 N ; 5.99315 E/50.11873 N ; 5.99212 E/50.11966 N ; 5.99003 E/50.12060 N ; 5.98659

E/5012137 N), au camping municipal de Troisvierges (WGS84 : 6.00177 E/50.11737 N) et dans une ancienne grande carrière à 1000 m au SE de l'église de Hachiville, au lieu-dit Beilesteen (WGS84 : 5.93430 E/ 50.10334 N).

Dans la région de Kautenbach, de nombreux affleurements existent des deux côtés de la Wiltz (route N. 25 sur la rive est ; piste cyclable sur la rive ouest ; le long des routes menant à la gare, au SW et au NE de la voie de chemin de fer ; le long de la route C.R. 322). WGS84 : 6.016 E/49.951 N.

Pour en savoir plus : Asselberghs & Leblanc (1934) ; Asselberghs (1946) ; Godefroid et al. (1994) ; Stainier (1994), Lucius (1949, 1950a) ; Dejonghe et al. (2017).

2.2.5. Formation de Jupille (JUP)

Si on attribue à la Formation de Kautenbach-Troisvierges une épaisseur d'environ 1500 m et compte tenu de l'envoyage des plis d'environ 10° vers le NE, les couches situées dans la région de Lengeler (Belgique), au prolongement NE du Synclinal de Basbellain (à 5-6 km au NE de Basbellain) sont situées soit tout au sommet de la Formation de Troisvierges, soit appartiennent à la Formation de Jupille d'épaisseur très réduite au Luxembourg, ou encore, correspondent à la base de l'Emsien. Signalons que l'Emsien affleure dans la vallée de l'Our, sur les flancs de l'Anticlinal de Stubach. Des essais de datation par analyses palynologiques sur des roches en provenance de Lengeler (photo 3) n'ont pas été fructueux. Sans critère paléontologique permettant d'orienter plus précisément ce choix, nous attribuerons ces couches à la Formation de Jupille.

Origine du nom : Jupille est un petit village situé dans la vallée de l'Ourthe, en Belgique, entre Hotton et La Roche-en-Ardenne. Des coupes de référence existent le long de la route N833, sur la commune de Hodister, à proximité du village de Jupille. WGS84 : 5.54 E/50.21 N.

Lithologie : L'abondance des bancs gréseux au sommet du Praguien a justifié l'introduction de la Formation de Jupille par Dejonghe et al. (2008). Cette formation bien caractérisée dans la vallée de l'Ourthe, se prolonge vers l'est tout en se biseautant vers le Luxembourg. En Haute-Ardenne belge, la formation se distingue par l'abondance de bancs très lenticulaires, d'épaisseurs pluricentimétriques à pluridécimétriques, voire métriques, de grès gris, gris bleu ou gris verdâtre, parfois laminaires, parfois argileux et prenant sur une surface libre (en périphérie des blocs) une teinte d'altération brunâtre à rousse, voire limoniteuse. Ces bancs sont parfois groupés en séries d'épaisseurs plurimétriques et forment alors des barres gréseuses qui ressortent bien



Photo 3 : Bancs de grès de la Formation de Jupille exploités dans une carrière à Lengeler (Belgique) au lieu-dit Geissfeld.



Photo 4 : Rides de courant sur un bloc de grès provenant d'une carrière exploitée à Lengeler (Belgique) au lieu-dit Geissfeld.

en affleurement. Ces roches gréseuses sont intercalées dans des siltites et des phyllades gris bleu analogues à ceux des formations de La Roche et de Kautenbach-Troisvierges. Les grès argileux sont affectés par un clivage irrégulier, frustré. Ils incorporent des niveaux plus compacts, dépourvus de schistosité, correspondant à des grès grisâtres, micacés à très micacés, stratifiés en bancs minces ou en plaquettes, à marques d'impacts d'objets remaniés (tool marks), rides de courant (photo 4), stratifications lenticulaires et obliques et joints ondulants (en auges et mamelons). Par endroits, on note la présence de figures de charge (pseudonodules), certaines atteignant 50 cm de long. Le grès est localement quartzitique. Il peut parfois être légèrement carbonaté.

Au Luxembourg, la roche se compose d'alternances de phyllade gris bleu foncé, silteux à gréseux, et de bancs pluridécimétriques de grès gris clair, laminaire (lamines sombres).

Épaisseur : Sur la carte Wibrin-Houffalize 60/3-4 située immédiatement à l'ouest, en Belgique, l'épaisseur du regroupement des formations de Jupille et Pèrnelle voisine 1000 m. Mais cette épaisseur diminue

fortement vers l'est, en particulier, à l'est de la frontière belgo-luxembourgeoise. A Lengeler (Belgique), proche de la frontière belgo-luxembourgeoise, la Formation de Jupille est épaisse de 250 m (voir coupe BB' montrée sur la carte. Cette coupe orientée N30°W, débute en Belgique, au NW de Lengeler, passe par l'église de Lengeler, entre au Luxembourg entre Malscheid et Hireknapp, se prolonge vers Stallbéchel, traverse Lieler, passe par Hikapp et se termine en Allemagne à l'E de Tintsmillen).

Paléontologie : La partie inférieure de la formation a livré plusieurs bancs pluridécimétriques de grès limoniteux fossilifères. Ce faciès fossilifère est très proche de celui de la Formation de Villé mais ne renferme pas de grands crinoïdes. Asselberghs (1946, pp. 181-184) a dressé un tableau en 3 pages des faunes des faciès de St-Vith et de Laroche correspondant au Siegenien supérieur dont celles identifiées dans la colonne « Grauwacke de Grupont » qui se rapportent à la Formation de Jupille.

Age : Au stratotype, la Formation de Pèrnelle (= formation B de Godefroid, 1979) qui, en Belgique, surmonte la Formation de Jupille, est entièrement comprise dans la biozone palynologique Su de la partie supérieure du Praguien (Stemans, 1989). Anciennement, elle correspondait à la Grauwacke de Grupont de Maillieux (1937) rattachée au Siegenien (Sg5). C'est la partie supérieure des faciès de St-Vith et de Laroche d'Asselberghs (1946) décrite aux pages 179 à 181.

Usage : Les horizons gréseux ont été exploités en carrière.

Affleurements représentatifs : Un bon affleurement est situé à peu de distance de la frontière belgo-luxembourgeoise, dans une carrière située à Lengeler, au lieu-dit Geissfeld (à 500 m à l'W de l'église de Lengeler - WGS84 : 6.04797 E/50.17611 N). Des affleurements facilement accessibles existent également à proximité de l'ancienne gare de Lengeler, dans la tranchée de l'ancienne voie de chemin de fer aménagée actuellement en voie cyclable (RAVEL), à 800-900 m au NE de l'église de Lengeler (WGS84 : 6.06569 E/50.17930 N).

Pour en savoir plus : Godefroid et al. (1994) ; Bultynck & Dejonghe (2001) ; Dejonghe et al. (2008, 2017).

Emsien inférieur

Le terme Emsien a été introduit par H. de Dorlodot en 1900 au cours d'une excursion de la Société belge de Géologie, de Paléontologie et d'Hydrologie. Il a proposé de diviser le complexe des roches plus récentes que le

Gedinnien (actuellement dénommé le Lochkovien) en deux ensembles : un étage inférieur, nommé Siegenien, et correspondant au Coblentzien (Taunusien et Hundsruickien) de Dumont (1848) et un étage supérieur correspondant aux Coblenzschichten des allemands, nommé Emsien à la place de Coblentzien qui prêtait à confusion. Dumont (1848) distinguait aussi l'Ahrien qui surmontait son Coblentzien et se situait au sommet du Dévonien inférieur.

2.2.6. Formation de l'Our (OUR), Membre de Stolzenbourg (STO), Membre de Schuttbourg (SCH)

Origine du nom : Le nom est nouveau et nous proposons de subdiviser cette formation en deux membres : à la base, le Membre de Stolzenbourg et, au sommet, le Membre de Schuttbourg.

Gosselet (1885, pp. 276-283) avait introduit les notions de Quartzophyllades de Heinersheid (au Nord) et de Quartzophyllades de Schuttbourg (au Sud) qu'il rattachait à l'Ahrien (Emsien inférieur). Pour lui, les Quartzophyllades de Schuttbourg surmontaient directement les Schistes de Kautenbach. Asselberghs (1912, p. M93) adoptait le même langage que Gosselet (1885) pour l'Em1. Ultérieurement, Lucius (1949, 1950a) a distingué, à la base, les schistes de Stolzenbourg (Stolzenbourg) et, au sommet, les quartzophyllades de Schuttbourg (Schüttburg). Furtak (1965) les a regroupés dans un ensemble désigné par « Complexe C ».

WGS84 : Stolzenbourg : 6.166 E/49.965 N ; Schuttbourg : 6.026 E/49.965 N.

Le tableau 2 compare les différentes subdivisions de Dumont (1848), Gosselet (1885), Asselberghs (1946) et de Lucius (1949, 1950a).

Actuellement, parler de « Formation de Schuttbourg » pose divers problèmes. Le nom n'est pas celui d'une localité, mais d'un château situé sur la commune de Kautenbach, au lieu-dit "Schüttbuerg". Il n'est d'ailleurs pas d'accès facile (isolé dans les bois) et c'est une propriété privée. On ne peut pas facilement accéder au promontoire sur lequel il se trouve et où Asselberghs aurait trouvé des fossiles. Les affleurements ne sont pas excellents autour du château. Ils existent dans la vallée de la Clerve et le long de la route C.R.322, entre Kautenbach et Consthum. Si on regroupe Schuttbourg et Stolzenbourg dans une même formation, les affleurements sont beaucoup plus représentatifs et plus facile d'accès dans la vallée de l'Our, notamment à Stolzenbourg.

Lithologie : Pour Lucius (1949, 1950a), les différences pétrographiques entre la partie inférieure et la partie

Dumont (1848)	Gosselet (1885)		Asselberghs (1946)	Lucius (1949, 1950)
Eifelien sup.	Schiste de Wiltz Quartzite de Berlé		Emsien sup.	E3 Schistes de Wiltz Quartzite de Berlé
Eifelien inf.	Schistes rouges de Clervaux		Emsien moy.	E2 Couches bigarrées de Clervaux
Ahrien	Nord : quartzophyllades de Heinerscheid	Sud : quartzophyllades de Schuttbourg	Emsien inf.	E1b Quartzophyllades de Schuttbourg E1a Schistes de Stolzembourg
Hunsruckien	Phyllades de Troisvierges Schistes de Bas-Bellain	Schistes de Kautenbach	Siegenien sup. et moy.	Sg3 Schiste grossier Sg3s Schiste gréseux de Bas-Bellain Sg3a schistes ardoisiers Sg2 Grès et schiste gréseux, fossilifère

Tableau 2 : Subdivisons stratigraphiques selon Dumont (1848), Gosselet (1885), Asselberghs (1946) et Lucius (1949, 1950a).

supérieure de cet ensemble justifient la subdivision en deux assises représentées sur les cartes géologiques du Luxembourg. Il a distingué :

- La partie inférieure (E1a) constituant les « Schistes de Stolzembourg ». Dans celle-ci, les phyllades et quartzophyllades de couleur foncée prédominent de loin, avec des intercalations de rares et minces bancs de grès quartzeux. Lucius (*ibid.*) considère que, dans les schistes du Siegenien supérieur (actuellement, Praguien supérieur, Formation de Kautenbach-Troisvierges), la stratification est presque complètement effacée par la schistosité, tandis qu'elle est très nette dans les schistes de l'Emsien inférieur.
- La partie supérieure (E1b) formant l'assise des « Quartzophyllades de Schuttbourg » se distingue par l'intercalation fréquente, dans les schistes et les phyllades, de bancs assez puissants de grès quartzeux.

Nos levés détaillés ne nous conduisent cependant à la même conclusion que Lucius (1949, 1950a), même si nous reconnaissons que la partie inférieure de cet ensemble est sensiblement différente de la partie supérieure. Cette variation est progressive et il nous semble difficile de placer une limite précise entre les deux parties. La subdivision de Lucius (*ibid.*) doit plutôt être considérée comme des faciès différents au sein de la Formation de l'Our. Ce point de vue est conforme à celui de Furtak (1965) et de Muller (1980, pp. 586-587). Pour ne pas rendre difficile la lecture des travaux anciens, nous proposons de subdiviser la Formation de l'Our en deux membres (de Stolzembourg et de Schuttbourg), tout en sachant que la limite entre ceux-ci peut être très subjective.

Dans la partie inférieure (Membre de Stolzembourg), c'est le faciès argileux qui est surtout caractéristique. Les roches consistent en schiste ou phyllade grossier, silteux à gréseux, gris foncé et gris bleu foncé, qui s'altère dans les tons verdâtres à brunâtres, en taches irrégulières. Le schiste ou phyllade grossier passe insensiblement au grès argileux gris foncé ou gris bleu foncé et très faiblement micacé. Par endroits, on note la présence de bancs pluricentimétriques à pluridécimétriques de grès gris, avec une pointe de verdâtre, à tendance quartzitique, très cohérent ou de grès straticulé par des lamines plus claires. Des rides de courant sont parfois présentes sur certains plans de stratification. A Stubach (WGS84 : 6.15101 E/50.18314 N ; 6.14073 E/50.16549 N - photo 5), on peut observer la présence de plusieurs niveaux riches en figures de charge (pseudonodules). Sur la feuille de Clervaux, dans la région de Kautenbach,



Photo 5 : Stubach, Formation de l'Our, Membre de Stolzembourg, niveau à pseudonodules.

certains niveaux situés à la base sont également affectés par des figures de charge. Dues à l'enfoncement par gravité de masses gréseuses dans un substratum plus argileux et combinées à du glissement sous-aquatique, ces structures ont été décrites en détail par Macar & Antun (1950) dans l'Emsien inférieur à d'autres endroits de l'Eisleck.

Dans la partie supérieure (Membre de Schuttbourg), l'ensemble schisto-phylladeux incorpore de nombreux bancs de grès et de quartzite d'épaisseurs pluricentimétriques à pluridécimétriques (souvent comprises entre 10 et 30 cm). Ces bancs peuvent être isolés ou groupés en essaims de plusieurs mètres d'épaisseur ; des séries de plus de 20 m d'épaisseur ont aussi été observées dans des grandes carrières à Heinerscheid, Holler, Lieler, Sassel, Weiswampach, etc. (voir le paragraphe « usage »). Le grès (parfois grenu ou quartzitique) et le quartzite sont gris à verdâtre et dans des tons nettement plus clairs que les schistes et les phyllades. Le grès est parfois argileux et micacé et d'autant plus foncé



Photo 6 : Lieler, vallée de l'Our, Formation de l'Our, Membre de Schuttbourg. Surface à rides de courant.



Photo 7 : Ouren, Rittersprung, Formation de l'Our, Membre de Schuttbourg. Figure de charge.

que la teneur en argile augmente. Une schistosité transverse apparaît alors dans les grès les plus argileux en les morcelant. Par endroits, ils sont très légèrement à franchement laminaires (alternances de couleurs gris clair et gris foncé). Parfois, on peut même parler de texture rubanée lorsque la roche est de nature mixte, à alternances de plusieurs millimètres et/ou centimètres de grès gris et de grès argileux gris foncé. Des stratifications obliques ont été observées. Les joints ondulants (rides de courant) sur certains plans de stratification sont assez rares ; la plupart du temps, les bancs de grès sont limités par des surfaces planes. Toutefois, de très belles surfaces à rides de courant ont été observées à Lieler (photo 6). Parfois, les bancs sont lenticulaires. Par endroits, à différents niveaux stratigraphiques, on note la présence de figures de charge (pseudonodules) (WGS84 Ouren, 6.13712 E/50.14468 N ; 6.13895 E/50.14394 N ; 6.14260 E/50.14000 N - photo 7; Weiswampach, 6.10570 E/50.13662 N ; Lieler, 6.12041 E/50.11885 N ; Heinerscheid, 6.11258 E/50.089 N ; 6.11816 E/50.08607 N - photo 8). Celles-ci ne doivent pas être confondues avec des perturbations tectoniques post-sédimentaires comme l'a fait Furtak (1965, fig. 10, p. 309) au Rittersprung situé à environ 600 m au NE de Ouren. Un pigment limoniteux altère les grès et quartzites en périphérie des surfaces libres en les teintant en brunâtre. On n'observe que très rarement la présence de cube de pyrite limonitisée, de quelques millimètres de côté.

Dans la Formation de l'Our, la roche est souvent de nature mixte à alternances plurimillimétriques à pluricentimétriques de grès, grès argileux, phyllade gréseux et phyllade, ce qui l'a fait qualifier dans la littérature ancienne sous le nom de quartzophyllade. L'aspect est alors rubané par des différences de couleurs (tantôt plus claires, tantôt plus foncées). Par endroits, ce rubanement est nettement laminaire.

Les plus gros bancs de grès sont recoupés par des veines pluricentimétriques de quartz laiteux. On n'observe pas de boudinage des bancs.

Asselberghs (1946, pp. 226-227) a décrit sommairement la nature des roches rencontrées à différents endroits de la feuille de Troisvierges où la Formation de l'Our existe. A propos des phénomènes de sédimentation de cette formation, Asselberghs (1946, p. 210) a aussi émis certaines considérations, notamment que « l'on passe (...) insensiblement au faciès de Stadfeld de l'Eifel où l'emsien inférieur est formé d'une alternance de schistes fins et grossiers et de quartzite : les roches sont abondantes en mica. Malgré l'augmentation de l'élément quartzueux d'W en E et vers le NE, les schistes continuent à dominer. L'emsien inférieur, typiquement



Photo 8 : Heinerscheid, Formation de l'Our, Membre de Schuttbourg. Figure de charge.

néritique dans la partie étroite du bassin, devient ainsi un dépôt de mer de moins en moins profonde vers le NE. ».

Vandenvén (1990) a introduit pour cet ensemble le nom de Formation de Breitfeld-Steinebrück sur base des affleurements observés dans les tranchées de l'autoroute E42 entre Born et la vallée de l'Our. Ceux-ci sont actuellement recouverts de végétation. C'est pourquoi ce nom n'est pas pris en considération dans notre travail. Vandenvén (1990) avait aussi introduit la notion de Charriage de l'Our.

Paléontologie : La présence de fossiles est soulignée par Asselberghs (1932, p. 5). « ... la faune de Schütbourg, qui se trouve dans les schistes gris foncé et les quartzophyllades, sous-jacents aux schistes bigarrés de Clervaux. C'est une faune analogue à celle de Stadfeld, c'est la faune typique de l'Emsien inférieur ou des Untercoblenschichten. ». Asselberghs (1946, p. 456) précise encore : « ... dominant la vallée de la Clerf, s'élève le château de Schütbourg (...). Il est bâti sur les « quartzophyllades de Schütbourg » de J. Gosselet. Dans ces quartzophyllades, sont intercalés des bancs minces de quartzite brun, abondamment fossilifères,

où nous avons décelé une faune typique de l'emsien inférieur (1912, p. 64). Les tranchées de chemin de fer entre Schütbourg et Kauterbach restent dans la même assise ; celle-ci continue à affleurer jusqu'au manteau mésozoïque. »

Sur la feuille de Troisvierges, les roches sont cependant très rarement fossilifères. C'est le cas à Stubach (WGS84 : 6.13959 E/50.16946 N) où on relève la présence très ténue de petites coquilles limonitisées. Asselberghs (archives du Service géologique de Belgique : 236W5, 1921), y signale *Sp. hystericus*, *Chonetes sarcinacula* et *Chonetes cf. expansa* et Legrand (ibid.), un grand exemplaire bivalve de *Grammysia ovata*, *Spirifer hereynicus*, *Spirifer arduennesis* ?, *Peurodyctium problematicum* et des brachiopodes (*Chonetes-Orthacés*).

Épaisseur : Trois coupes AA', BB' et CC', basées sur des levés détaillés, sont montrées sur la carte. Pour la localisation des coupes AA' et BB', voir plus haut. La coupe CC' orientée N35°W, débute en Belgique dans la région de Lippelvenn, au N de Beiler, traverse la frontière belgo-luxembourgeoise à hauteur du Rillerbaach, passe par l'église de Leithum, traverse la frontière belgo-luxembourgeoise à hauteur de la borne frontière

LBN58, passe par l'église Peterskirche de Ouren et traverse la frontière belgo-allemande à hauteur de l'Our. Ces coupes nous conduisent aux valeurs suivantes :

- Pour le Membre de Stolzenbourg : 1400 m aux environs de Lengeler et Malscheid ; 1500 m aux environs de Beiler et Leithum.
- Pour le Membre Schuttbourg : au minimum 1100 m aux environs de Weiswampach et de Lieler.

Bref, l'épaisseur de la Formation de l'Our avoisine 2500 m.

Minten (1997, pp. 10-11) attribue aux membres de la Formation de l'Our des épaisseurs nettement plus faibles : environ 500 m pour le membre de Stolzenbourg et de 500 à 600 m pour le Membre de Schuttbourg.

Usage : les grès et quartzites formant des essaims de plusieurs mètres d'épaisseur (parfois, plus de 20 mètres) ont été exploités dans des grandes carrières à Heinerscheid (WGS84 : 6.09378 E/50.09582 N ; 6.09468 E/50.09549 N ; 6.09588 E/ 50.09513 N ; 6.09850 E/50.09507 N ; 6.10429 E/50.09425 N), Holler (6.04868 E/50.12197 N), Lieler (6.12907 E/50.12132 N ; 6.12890 E/50.1208 N ; 6.11375 E/50.11225 N), Sassel (6.00823 E/50.18822 N ; 6.00909 E/50.09666 N ; 6.00587 E/50.09715 N), etc.

Lucius (1950a) et Minten (1997) mentionnent que les grès quartzeux, connus sous le nom local grès de « Haaselt », « Haaselter » ou « Hasselt » ont été exploités pour la construction.

Affleurements représentatifs : Les affleurements abondent dans la vallée de l'Our, le long de la route ou le sentier longeant la rivière, à Stubach, Oberhausen, Ouren, Lieler, Kalborn, Heinerscheid. De très beaux affleurements existent aussi sur le versant de la vallée de l'Our à 500-700 m à l'W de Tintsmillen (Kalborn), au lieu-dit Kaislee (WGS84 : 6.11741E/50.09277 N ; 6.11861 E/50.09381 N). Signalons également des grandes carrières à Lieler (WGS84 : 6.12907 E/50.12132 N ; 6.12890 E/ 50.12085 N ; 6.12388 E/50.12168 N ; 6.11375 E/50.11225 N) et les anciennes carrières situées dans la vallée de l'Hengeschterbaach à Heinerscheid (WGS84 : 6.09588 E/50.09513 N ; 6.09850 E/ 50.09507 N).

Pour en savoir plus : Asselberghs (1946) ; Lucius (1950a) ; Godefroid et al. (1994) ; Bultynck & Dejonghe (2001) ; Dejonghe et al. (2017).

Emsien moyen

L'Emsien moyen n'affleure quasi pas sur la feuille Troisvierges. La formation de Clervaux ne serait présente qu'au S de Fischbach, dans le prolongement NE du

Synclinal de Clervaux. Elle est cependant décrite dans un but exhaustif.

2.2.7. Formation de Clervaux (CLE)

Origine du nom : Ville de Clervaux. Le nom a été introduit par Gosselet (1885, pp. 269-276) qui parlait des « schistes rouges de Clervaux ». WGS84 : 6.02836E/50.05544N.

Lithologie : C'est la couleur qui est déterminante pour la caractérisation de cette formation. Les roches de la Formation de Clervaux constituent un mélange de schistes fins ou arénacés gris clair, vert clair ou vert pâle (vert olive = couleur dominante caractéristique), bigarrés (rougeâtres et verdâtres) et lie de vin (rougeâtres) dans lesquels sont intercalés des grès de teintes diverses (vert foncé, bleuâtres, rarement rouges), tantôt grossiers, tantôt à grains fins, souvent micacés ainsi que, localement, du quartzite gris blanchâtre. Le schiste vert pâle offre un toucher talqueux. Les variations lithologiques sont rapides et vraisemblablement liées à des variations des milieux de dépôt (marins, côtiers et continentaux).

Asselberghs (1932, p. 9) considère que les couches de Clervaux correspondent à une période de régression. Toutefois, en 1941, il tempère un peu cette acception en précisant que la régression atteint son maximum dans la moitié inférieure des schistes de Clervaux d'âge emsien moyen. Par la suite, une transgression commence dans l'Emsien moyen et se dessine à la fin de la période de Clervaux. Elle se continue à l'Emsien supérieur durant le dépôt du Quartzite de Berlé et des schistes de Wiltz (Asselberghs, 1941, p. 78). L'hypothèse de l'installation d'un estuaire à cette époque est très probable et confirmée par Michel et al. (2010).

Paléontologie : La formation est pauvre en fossiles. L'assemblage paléontologique de l'Eifel est détaillé par Asselberghs (1941, p. 66-69). Asselberghs qui étudia en 1937 un gisement fossilifère des schistes de Clervaux près de Wiltz lui attribua un âge emsien inférieur. Franke (2006b) y a identifié des faunes caractéristiques d'eaux marines et continentales.

Epaisseur : Environ 200 m près de la frontière belge et 400 m entre les rivières Clerve et Our (Asselberghs, 1941, p. 76 ; Lucius, 1950, p. 21) ; 350 à 600 m (Konrad & Wachsmut, 1973, p. 6) ; 400 m (Minten, 1997, p. 12), 600 m (Muller, 1980, p. 587).

Usage : néant.

Affleurements représentatifs : néant.

Pour en savoir plus : Asselberghs (1941) ; Lucius (1950a) ; Franke (2006b) ; Dejonghe et al. (2017).

2.2.8. Formations superficielles

Il s'agit des alluvions modernes déposées par les cours d'eaux qui se caractérisent par un mélange de limons, d'argiles, de sables et de galets. En général, le composant est plus grossier à la base (galets et sables) et plus fin au sommet (argiles, limons). Dans les vallées des rivières principales (Ourthe orientale, au NE, en Belgique, Troine (Trëtterbaach), Woltz (traversant Troisvierges), Wampacherbaach et Our), ils acquièrent une importance non négligeable. Leur épaisseur varie de quelques décimètres à quelques mètres.

2.2.9. Paléoaltérations

Lucius (1945, pp. 164-165) a décrit l'altération des roches dévoniennes de l'Eisleck qui peut être très prononcée sur les plateaux. L'altération peut s'étendre sur plusieurs mètres de profondeur et se caractériser d'une part, par une décoloration et un lessivage des roches et, d'autre part, par une transformation des schistes en argiles et des grès/quartzites en sables. L'altération la plus profonde se marque sur les formations schisteuses.

La géométrie, l'âge et les implications géodynamiques des paléo-altérations et des paléo-surfaces s'étendant du nord et de l'est de la France jusqu'en Belgique et au Luxembourg ont été étudiés par Quesnel (2003). Après l'orogénèse varisque, ces régions ont subi quatre épisodes d'émersion soulignés par des paléo-altérations. Ces épisodes sont marqués par des discordances majeures et correspondent à quatre phases de déformation verticale de lithosphère : du Permo-Trias au Jurassique, au Crétacé inférieur, au Paléogène et au Néogène - Quaternaire.

3. Comparaisons avec les régions voisines

Pour une synthèse géologique de la région située à l'ouest, en Belgique, entre Houffalize et Laroche-en-Ardenne, on consultera Dejonghe (2013). Des larges références à ce travail ont été faites ci-dessus.

Les travaux cartographiques les plus récents de la région située immédiatement au nord sont dus à Vandeven (1990). Les unités lithologiques qu'il utilise peuvent être corrélées aux formations officiellement ratifiées par les commissions de stratigraphie de Belgique (voir le site de « National Commission for Stratigraphy Belgium » -<https://ncs.naturalsciences.be> -

où les informations sont régulièrement mises à jour) et à celles de Lucius (1949, 1950a) :

- La Formation d'Amel (S1) peut être parallélisée à la Formation de Mirwart (MIR) située à cheval sur la limite du Lochkovien et du Praguien ;
- La Formation de Longlier (S2) correspond rigoureusement à la Formation de Villé (VIL), faciès de Longlier d'Asselberghs (1946) (Praguien) ;
- La Formation Sankt-Vith (S3) est soit équivalente au regroupement des formations de La Roche (LAR) et de Jupille (JUP) d'âge praguien, soit correspond uniquement à la Formation de Jupille. Strictement parlant, il s'agit de la Formation de La Roche, faciès de Saint-Vith d'Asselberghs (1927, 1946). Au Luxembourg, Lucius (1949, 1950a) qualifie ces roches de schistes grossiers mal stratifiés avec des faciès gréseux (Schistes de Bas-Bellain) (Praguien) ;
- La Formation de Breitfeld-Steinbrück (E1) est équivalente au regroupement des formations de Stolzenbourg (E1a) et de Schuttburg (E1b) de Lucius (1949, 1950a) (Emsien) ;
- La Formation de Clervaux (E2) correspond aux couches bigarrées de Clervaux (E2) de Lucius (1949, 1950a) (Emsien).

Pour les régions situées à l'E et au NE, en Allemagne, Boy et al. (2005, pp. 35-39) et Ribbert (2008) ont résumé les principales unités stratigraphiques considérées.

4. Géologie structurale - Tectonique

4.1. Les unités structurales

Les grandes unités structurales qui affectent le Paléozoïque du SE de la Belgique et du N du Luxembourg sont, au NW, l'Anticlinorium de l'Ardenne (ou de Bastogne) suivi, au SE, par le Synclinorium de Neufchâteau (ou de Wiltz, ou de l'Eifel) et plus au S-SE, par l'Anticlinorium de Givonne. Ces unités tectoniques présentent un ennoyage vers le NE de quelques degrés à une vingtaine de degrés (pour la région considérée, voir ci-dessous et Furtak, 1965).

Les traits fondamentaux de l'allure du Dévonien de l'Eisleck ont été dressés par Lucius (1955), Furtak (1965), Bintz et al. (1973) et Muller (1980).

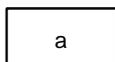
Parlant des trois unités tectoniques principales du Luxembourg, Muller (1980, p. 587) écrit : « *Au Sud, l'anticlinorium de Givonne-Eisleck, constitué de plusieurs plis primaires dont les rayons sont de l'ordre du kilomètre,*

Légende

Quaternaire

Quartär

Holocène
Holozän

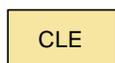


Alluvions des vallées
Alluviale Talablagerungen

Dévonien

Devon

Devonien inférieur
Unterdevon



Formation de Clervaux
Kerf-Formation



Formation de l'Our
Our-Formation

SCH

Membre de Schüttbourg
Schüttburg-Subformation

STO

Membre de Stolzebourg
Stolzebourg-Subformation



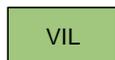
Formation de Jupille
Jupille-Formation



Formation de Kautenbach-
Troisvierges
Kautenbach-Uffingen-
Formation

MTL

Membre de Martelange
Martelange-Subformation



Formation de Villé
Villé-Formation



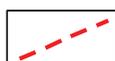
Formation de Mirwart
Mirwart-Formation



Faïlle
Störung



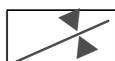
Faïlle chevauchante
Überschiebung



Faïlle hypothétique
Störung, vermutet



Anticlinale
Anticlinale



Synclinale
Synclinale

Figure 4 (page de gauche) : Schéma structural avec mention des noms de plis et de failles.

fait apparaître du Siegénien supérieur et de l'Emsien inférieur (...). Le flanc nord de l'anticlinorium est constitué d'un dressant dont l'épaisseur augmente du SW vers le NE et atteint 5000 m d'épaisseur dans la vallée de l'Our. Dans le SW de l'anticlinorium, les plis sont déversés vers le NW, c'est-à-dire que les plans axiaux des plis et les plans de schistosité plongent vers le SE. Dans le NE de l'anticlinorium, les plis sont symétriques, mais la schistosité garde son pendage vers le SE. ».

« Le synclinorium de Wiltz occupe la position centrale dans l'Ardenne luxembourgeoise. Dans le SW, le synclinorium a apparemment une structure simple et ne contient que les schistes de Wiltz. Vers le NE, le synclinorium s'élargit et se scinde par la formation de deux anticlinaux intercalaires en trois synclinaux. Alors que les couches bigarrées de Clervaux font leur apparition dans les anticlinaux, les schistes de Wiltz continuent à affleurer dans les synclinaux. Le pendage de la schistosité est variable à l'intérieur du synclinorium. »

« L'anticlinorium de Bastogne, qui se rattache au grand axe de l'Ardenne, est la structure la plus septentrionale du Luxembourg. L'anticlinorium est sectionné par le charriage de Troisvierges-Malsbenden. A l'Est du charriage, l'architecture de l'anticlinorium devient moins serrée. D'une façon générale, les plis de l'anticlinorium de Bastogne sont caractérisés par un déversement vers le SE. »

L'Anticlinorium de l'Ardenne est relayé au NNE par le Synclinorium d'Houffalize. A l'est de la feuille de Wibrin-Houffalize 60/3-4, sur la feuille de Limerlé 61/1 et plus à l'est, lorsqu'on franchit la frontière belgo-luxembourgeoise, sur la feuille de Troisvierges, le Synclinorium d'Houffalize s'élargit très nettement en raison de l'ennoyage. En outre, le faciès de St-Vith qui caractérise la Formation de Laroche en Belgique prend de plus en plus d'ampleur et justifie l'introduction au Luxembourg de la notion de Formation de Kautenbach-Troisvierges (voir figure 2). L'Anticlinorium de l'Ardenne (ou de Bastogne) s'atténue au nord de Basbellain ; sa prolongation pourrait correspondre à l'Anticlinale de Stubach.

Le schéma structural de la feuille Troisvierges est montré à la figure 4. On constate que les plis principaux sont affectés, sur leurs flancs, par de nombreux plis secondaires. Les plis qui se dégagent sont, du NW au SE (voir aussi Lucius, 1955, p. 29 et Furtak, 1965) :

A l'ouest de la Faïlle de Troisvierges-Malsbenden

- Le Synclinale de Houffalize (pli principal) ;
- l'Anticlinale de Hautbellain (pli secondaire) ;
- Le Synclinale de Basbellain (pli secondaire) ;
- l'Anticlinale de Goedange (pli secondaire) ;

- le Synclinal de Wilwerdange (pli secondaire) ;
- l'Anticlinal du Pasterknapp (pli secondaire) ;
- le Synclinal de Troisvierges (pli secondaire) ;
- l'Anticlinal de l'Aechelsbiert (pli secondaire) ;
- le Synclinal du Bësch (pli secondaire) ;
- l'Anticlinal d'Asselborn (pli secondaire).

A l'est de la Faille de Troisvierges-Malsbenden

- le Synclinal de Lippelvenn (pli secondaire) ;
- l'Anticlinal de Beiler (pli secondaire) ;
- le Synclinal de Haard (pli secondaire) ;
- l'Anticlinal de Stubach (pli principal) ;
- le Synclinal de Cinqfontaines (pli secondaire) ;
- l'Anticlinal de Sassel (pli secondaire) ;
- le Synclinal d'Ouren N et le Synclinal d'Ouren S ;
- l'Anticlinal du Rebbeschberg ;
- le Synclinal de Lieler (pli secondaire) ;
- l'Anticlinal de Hupperdange (pli secondaire)
(toutefois, Lucius, 1950b, p. 126, en fait un pli principal) ;
- le Synclinal de Kalborn (pli secondaire) ;
- l'Anticlinal de Fréin (pli secondaire) ;
- le Synclinal de Clervaux (pli principal).

Les plis secondaires n'ont par endroits qu'une extension relativement faible, par exemple, de quelques kilomètres en direction de la surface axiale.

Sur base des coupes dessinées sur la carte, où les pendages mesurés ont été strictement respectés, les plis paraissent relativement droits et symétriques.

Une étude stéréographique de différents objets (stratification, schistosité, diaclases, veines de quartz)

a été effectuée en utilisant le programme Stereonet 9 de R. Allmendinger © 2011-2015. Le stéréogramme de la figure 5 qui concerne les pôles des plans de stratification (S0) de l'ensemble de la feuille de Troisvierges ne doit pas être interprété abusivement ; il concerne en effet les flancs des différents plis mentionnés ci-dessus. Pour

Nom du pli	Région	Nombre de mesures de S0	Axe du pli (direction, pendage, °)	Angle des flancs (°)	Nature du pli
Heinerscheid	Hipkapp	19	42,2→14	59,8	anticlinal
Sassel	Sassel	8	58,8→18,9	140,5	anticlinal
Stubach	Weiswampach	10	58,8→11,7	92,8	anticlinal
Stubach	Stubach	19	70,7→15	81,6	anticlinal
Troisvierges	Beiler Käsfurt	8	61,1→4,6	59,8	synclinal
Ouren	Ouren	27	50,1→15	137,3	synclinal

Tableau 3 : Ennoyage de certains plis calculés par la méthode stéréographique.

estimer l'ennoyage de ces plis, des stéréogrammes séparés ont été effectués en ne considérant que les mesures locales caractéristiques des flancs d'un pli à un endroit donné. Le tableau 3 présente les résultats pour certains plis. Les ennoyages varient entre 0 et 20° vers le NE (voir la colonne « Axe du pli » ; valeurs des pendages). Ils confirment les mesures de terrain effectuées dans la zone des plans axiaux de ces plis. Dans ce travail, toutes les mesures des plans de stratification, de schistosité, de diaclases, et de veines de quartz laiteux sont exprimées en pendage orienté (pendage → direction).

4.2. La schistosité et le métamorphisme

Ces notions ont été abordées par Lucius (1950a, pp. 149-152). Pour Bintz et al. (in Waterlot et al, 1973, p. 139), « la schistosité des roches dévonienne de l'Oesling est presque exclusivement un clivage de fracture dans le sens de P. Fourmarier (1964), clivage mécanique où les phénomènes de métamorphisme avec leurs effets de recristallisation ne jouent pratiquement aucun rôle ». Un clivage de flux accompagné de dissolution de certains minéraux et de recristallisation dans le plan de schistosité ne se manifesterait que dans la région de Martelange-Perlé.

Ce point de vue nous semble devoir être amendé. Dans la région considérée, le clivage réoriente certains nodules gréseux dans le plan de schistosité et provoque donc leur recristallisation.

Les figures 5 et 6 permettent de comparer les stéréogrammes d'une part des pôles des plans de stratification

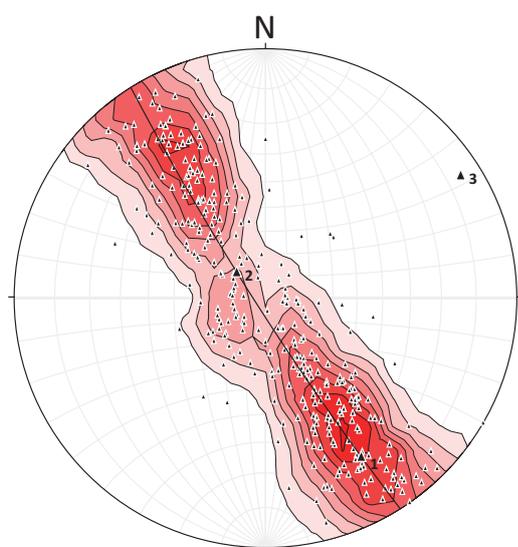


Figure 5 : Stéréogramme des pôles des plans de stratification (triangles - N = 330), angles conservés. Trait courbe : meilleur grand cercle passant par les axes des pôles. 1, 2 et 3 : vecteurs de Fisher.

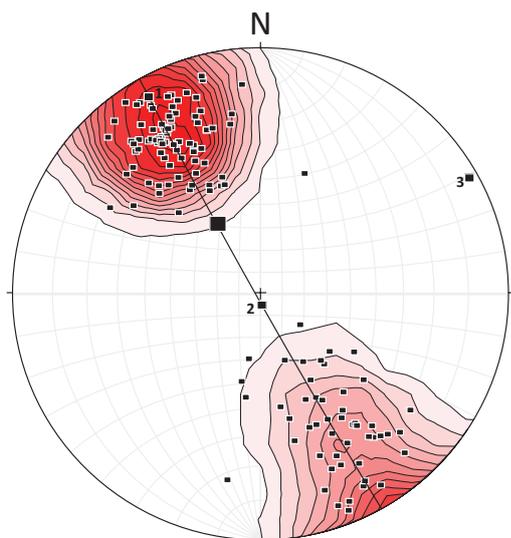


Figure 6 : Stéréogramme des axes des pôles des plans de schistosité (carrés - $N = 140$), angles conservés. Trait courbe : meilleur grand cercle passant par les axes des pôles. 1, 2 et 3 : vecteurs de Fisher. Grand carré : moyenne des axes des pôles (direction : $329,8$; pendage $53,2^\circ$).

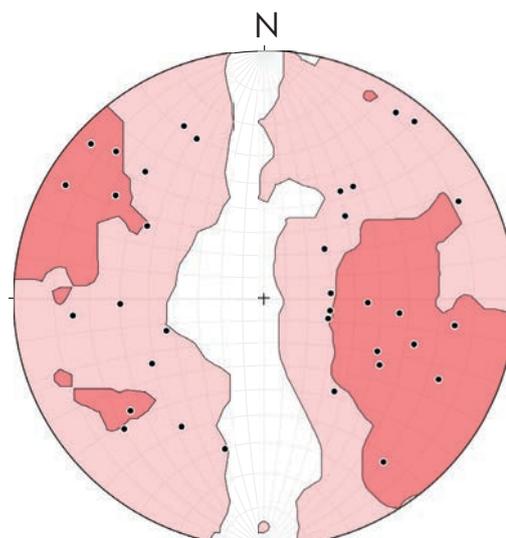


Figure 7 : Stéréogramme des axes des pôles des plans des veines de quartz laiteux (ronds, $N = 35$), angles conservés.

($N = 330$ mesures) et d'autre part, des pôles des plans de schistosité ($N = 140$ mesures). On en déduit que la schistosité est plan axial (soit parallèle aux plans axiaux, soit en éventail légèrement convergent vers le centre de la courbure). Les meilleurs grands cercles passant par les axes de pôles des plans de schistosités et de stratification sont quasi parallèles (respectivement avec $S0 = 85,2 \rightarrow 147,6$ et $S1 = 88,0 \rightarrow 150,8$).

Les plis sont affectés par une schistosité généralement inclinée au SE : la plus grande partie des pendages se situe entre $S1 = 60$ à $80 \rightarrow 140$ à 160 . Une autre série de plans de schistosité, nettement moins fréquente, comporte des valeurs comprises entre $S1 = 60$ à $80 \rightarrow 315$ à 325 . Le plus souvent, la direction de la schistosité est subparallèle à la stratification ou la recoupe obliquement selon un angle souvent compris entre 0 et 20° .

La schistosité dans les Ardennes luxembourgeoises a été étudiée au microscope optique et au goniomètre de texture par Mosar (1987). Il conclut à une schistosité contemporaine du plissement varisque, toujours fortement redressée, avec une prédominance des pendages vers le Sud et un fort éventail au cœur des plis.

Le métamorphisme a été également étudié par Mosar (1987). Il situe son intensité entre la diagenèse profonde et l'épizone. En particulier, les roches de l'Emsien supérieur montrent un métamorphisme anchizone et faiblement épizone ; celles de l'Emsien moyen et inférieur, un métamorphisme d'anchizone et d'épizone ;

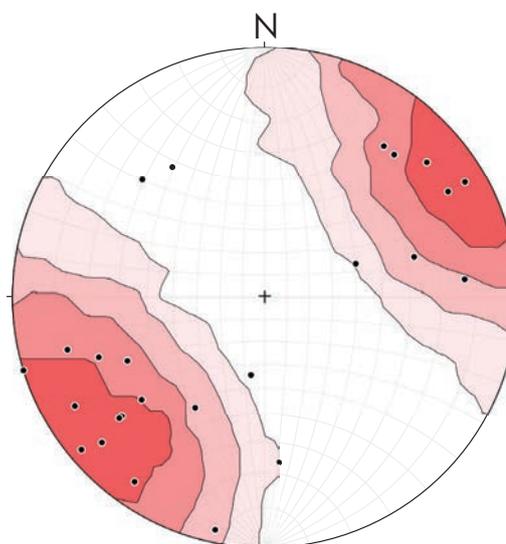


Figure 8 : Stéréogramme des axes des pôles des plans de diaclases (ronds, $N = 26$), angles conservés.

enfin, celles du Siegenien, un métamorphisme nettement d'épizone. Il ne se prononce pas sur la cause de ce métamorphisme (soit un enfouissement plus important au sud de l'Ardenne ; soit un flux thermique plus important au sud), mais conclut par « vraisemblablement par une combinaison de ces deux phénomènes » (*ibid.*, p. 241).

4.3. Les veines de quartz

Des veines de quartz laiteux recoupent parfois les bancs de grès et de quartzites. Le stéréogramme de la

figure 7 représente l'allure assez aléatoire de ces veines. Si on le compare à celui des diaclases (figure 8), on constate que ces deux objets ne présentent pas de lien.

En revanche, en comparant les stéréogrammes des figures 5 et 8, on constate que les diaclases sont majoritairement perpendiculaires aux plans de stratification.

Les veines pluricentimétriques de quartz laiteux accompagnées du boudinage des bancs de grès sont rares par rapport à ce qui est observé en Belgique sur la feuille Wibrin - Houffalize 60/3-4 (Dejonghe, 2013). Le phénomène de boudinage qui témoigne du tronçonnage par étirement d'une couche rigide (compétente) entre deux couches plastiques (incompétentes) avec formation de boudins est pourtant particulièrement bien observable en deux points situés en Belgique, proches de la frontière :

- A Limerlé, à 1000-1100 m à l'WSW de l'église de Limerlé, sur la route Steinbach-Limerlé, dans une ancienne carrière aménagée pour des activités sportives (WGS84 : 5.91270E/50.15251N).
- A Buret, au lieu-dit « Al Chayire », dans une ancienne carrière (WGS84 : 5.85500E/50.08442N).

Du boudinage a toutefois été observé à Hautbellain, dans une ancienne carrière située à environ 150 m à l'est de la borne frontière LB278, au lieu-dit « Schuklee » (WGS84 : 5.96044 E/50.15100 N).

4.4. Les failles

La similitude de la nature lithologique des formations considérées ne facilite pas l'identification des failles. Lucius (1949) ne dessine aucune faille longitudinale mais mentionne 3 failles transversales à pendage E entre Asselborn et Holler. Furtak (1965) introduit le charriage de Troisvierges-Malsbenden, mais aucune autre faille.

4.4.1. Les failles longitudinales

Faille de Troisvierges-Malsbenden

Entre Troisvierges et Cinqfontaines, on se trouve en présence d'un contact anormal entre des couches de la Formation de Kautenbach-Troisvierges (à dominante phylladeuse) et des couches appartenant à la Formation de l'Our (à dominante gréseuse et quartzitique). On en déduit la présence d'une faille bien qu'on ne l'observe pas. Le pendage de celle-ci pourrait être :

- soit SE : il s'agirait alors d'une faille normale où la Formation de l'Our serait affaissée par rapport aux couches de la Formation de Kautenbach-Troisvierges ;

- soit NW : il s'agirait alors d'une faille inverse où la Formation de Kautenbach-Troisvierges serait charriée au-dessus des roches d'âge emsien.

Pour lever cette alternative, il faut tenir compte du renversement des couches qui existe au SE, dans la région de Maulusmillen. Celui-ci ne s'explique pas facilement dans le cas d'une faille normale. En revanche, dans le cas d'une faille inverse, une explication bien argumentée a été avancée par Furtak (1965).

En effet, la Faille de Malsbenden, décrite en 1963 par Breddin, dans le Nord Eifel (région de l'Urft), a été prolongée en 1965 vers le SW par Furtak, dans la région de Saint-Vith et de Troisvierges. Il la caractérise comme faille à pendage nord qu'il définit (Furtak, 1965, pp. 322-328) comme grand charriage (« *Großüberschiebung* ») de Troisvierges-Malsbenden. Il résume cette structure comme suit : « *Le terrain analysé est traversé par un charriage de direction SW-NE pour lequel est proposé le nom de « Grand Charriage de Troisvierges - Malsbenden ». Il sépare des suites de couches (complexe B = argileux et C = gréseux) avec schistosité différemment développée et par suite à déformation interne différente.* » (Furtak, 1965, p. 276).

En effet, Furtak (1965) constate l'existence, de part et d'autre de cet accident :

- au SE, de couches majoritairement gréseuses (son complexe C) appartenant à l'Anticlinal de Stubach, dont le flanc sud est développé sur environ 5500 m de long alors que le flanc nord ne l'est presque pas (il n'existe que sur environ 250 m),
- au NE, de couches majoritairement schisteuses (son complexe B), développées selon des plis pratiquement symétriques autour de Troisvierges et faisant partie de l'Anticlinal de Bastogne.

Comme l'Anticlinal de Stubach affleure largement au flanc SE et est fortement réduit au flanc NE, Furtak conclut à l'existence d'un dérangement important entre les unités B et C. Il le situe à environ 1300 m au S de Troisvierges.

Par ailleurs, il conforte l'existence de ce charriage par l'observation dans la région de Maulusmillen d'un pli horizontal (couché), dont le plan axial est faiblement incliné vers le N. Il l'interprète comme un phénomène concomitant du charriage de Troisvierges-Malsbenden. Le poids des masses rocheuses surmontant le charriage, aurait causé un plissement secondaire des couches redressées et à pendage S de l'Anticlinal de Stubach. Ce poids aurait déformé la Faille de Troisvierges-Malsbenden en l'aplatissant et provoqué l'affaissement des couches

sous-jacentes avec, localement, leur renversement. Comme la schistosité est plissée à cet endroit, ce phénomène de plissement surimposé se serait produit au cours d'une phase terminale de la déformation interne. Furtak (1965) le dessine à la figure 17 de la page 325.

Michot (1980, p. 576) écrit : « Une anomalie structurale apparaît à peu de distance de Trois-Vierges : à Maulusmühle (= Maulusmillen) le flanc méridional d'un anticlinal secondaire se renverse de plus en plus vers le sud jusqu'à atteindre une inclinaison nord proche de l'horizontale ; les couches se redressent ensuite jusqu'au retour à la verticale. Ce pli a une certaine ampleur, puisque les couches renversées occupent une longueur de 700 à 800 mètres. La formation de ce pli, couché vers le sud, est très tardive, car la rotation des couches vers le sud entraîne celle des plans de schistosité qui devient horizontale ; c'est une schistosité axiale qui, dans la région est assez forte vers le nord. Il est très probable que la production de ce pli tardif doit être mise en relation avec la Faille de Trois-Vierges dont la nature n'est pas connue. »

Au SE de Maulusmillen, les couches reviennent en position normale, avec un faible pendage. Cette circonstance implique l'existence d'un nouvel accident tectonique, la Faille de Maulusmillen. Les couches existant en position renversée dans la région de Kléimillen, Hollermillen et leweschte Wald sont situées au NW de cette faille. Son prolongement vers le NE est problématique.

Selon Vandeven (1990, p. 108), une faille majeure qu'il assimile à celle de Troisvierges-Malsbenden, serait responsable de l'absence du sommet et probablement aussi de la partie médiane de sa Formation de Sankt-Vith. Il se base sur le fait que cette formation aurait 2500 mètres dans la région de Bovigny alors qu'on ne mesure que 1750 à Saint-Vith. Toutefois, il reconnaît (ibid., p. 112) ne pas avoir directement observé cet accident lors de ses levés et que « rien en Belgique ne permet actuellement de caractériser la Faille de Troisvierges - Malsbenden ».

La faille de Troisvierges-Malsbenden a parfois été qualifiée de rétrocharriage, c'est-à-dire d'un chevauchement dû à un mouvement en sens inverse à celui qui a causé les chevauchements majoritaires. On parle aussi de faille antithétique (mouvement qui se produit en sens opposé à un autre plus important pris comme référence en réaction à son blocage).

Faille de Maulusmillen

Au SE de Maulusmillen, il existe probablement une faille faiblement inclinée vers le nord et vraisem-

blablement en relation avec la Faille de Troisvierges-Malsbenden. En effet, au SE de Maulusmillen, dans le chemin de campagne se dirigeant vers Blumer, on passe assez brutalement de couches renversées à des couches en position normale. Cette circonstance est attestée par deux observations :

- au point de coordonnées WGS84 : 6.02948 E/50.09464 N, la schistosité est plus redressée que la stratification (S1 > S0);

- au point WGS84 : 6.03090 E/50.09348 N, dans une ancienne petite carrière on peut observer des pseudonodules attestant que les couches sont en position normale (photo 9).



Photo 9 : Hupperdange, Formation de l'Our, Membre de Schuttbourg. Point WGS84 : 6.03074E/50.09361N. Figures de charge attestant que les couches sont en position normale. Le sommet du marteau est dirigé vers le sommet stratigraphique.

Les prolongements de cette faille ne sont pas évidents. Toutefois, au NE, deux observations semblent conforter sa prolongation :

- à Hollermillen (au SSE de Holler), un affleurement d'environ 150 m existe le long de la station d'épuration (WGS84 : 6.04895 E/50.11480 N). A l'extrémité NE des bâtiments, des couches à pendage S0 = 80 à 90 → 320 à 325 sont surmontées par des couches à pendage S0 = 30 → 060. Elles semblent bien séparées par une faille assez faiblement inclinée ;
- à Weiswampach, dans la zone intermédiaire à deux anciennes carrières (WGS84 : 6.07172 E/50.13561 N), on observe une petite faille, des kinks et des fortes variations de schistosité (photo 10).



Photo 10 : Weiswampach, Formation de l'Our, Membre de Schuttbourg. Entre les points WGS84 : 6.07168E/50.13577N et WGS84 : 6.07203E/50.13555N. Kinks.

Sur la coupe AA' de la carte géologique, cette faille a été dessinée avec un pendage NW. L'existence d'un lambeau tectonique qui serait limité par les failles de Troisvierges-Malsbenden et de Maulusmillen n'a pas pu être étayée.

La Faille de la Schneifel (Allemagne)

Cette faille, commentée par Asselberghs (1927, pp. 115-118 et 1932, p. 37), est dessinée en Allemagne, à l'est de l'Our. Elle possède une direction N40°E. Asselberghs (1932) lui attribue une longueur de 48 km, mais ne la prolonge pas au SW jusqu'au Luxembourg. On peut néanmoins se demander si certains accidents présents dans l'Eislek ne sont pas en relation avec cette faille.

4.4.2. Les failles transversales

La Faille de Beiler

Une faille transversale orientée N40°W et passant par un point situé à 400 m au SW de l'église de Beiler est justifiée par les observations suivantes :

- A Lengeler, la Formation de Jupille, présente au lieu-dit Geissfeld, est décalée vers le S dans l'ancienne tranchée de chemin de fer située au NE de l'ancienne gare de Lengeler ;
- Dans la région de Beiler Käsfurt, le Membre de Schuttbourg est identifié à l'W au sein d'un synclinal mais pas à l'E de la faille ;
- Entre Ouren et Lieler, les axes de plis sont décalés par la faille.

Comme le Membre de Stolzenbourg est largement représenté autour de Leithum et que dans la direction SW on trouve le Membre de Schuttbourg affleurant dans le Synclinal de Haard, le compartiment E est relevé par rapport au compartiment W. Une composante cisailante dextre n'est pas non plus exclue.

Faille de Fischbach

Une courte faille orientée N25°W coupe l'extrémité E du Synclinal de Clervaux et provoque la remontée du compartiment E.

Les failles transversales dessinées par Lucius (1949) à proximité de Sassel peuvent s'expliquer par la Faille de Troisvierges-Malsbenden.

5. Synthèse : histoire géologique

La région de Troisvierges est constituée de terrains qui appartiennent au Dévonien inférieur. Ils sont d'âge praguien (de - 411,2 ± 2,8 à - 407,0 ± 2,8 millions d'années) à emsien (de - 407,0 ± 2,8 à - 397,5 ± 2,7 millions d'années). Les valeurs chiffrées de ces périodes sont tirées de Gradstein et al. (2004).

Sur la carte de Troisvierges, ces terrains sont composés principalement de phyllades gris bleu incorporant des bancs et des essaims pluridécimétriques à plurimétriques de bancs de grès et de quartzite gris, gris bleu et gris verdâtre. Ces sédiments se sont déposés lors d'une transgression marine sur le Continent des Vieux Grès Rouges qui affleurait au NW et dont le Massif du Brabant constitue un éperon méridional. Cette transgression débuta fin Pridoli - début Lochkovien (vers - 426,0 millions d'années) et se termina à l'Emsien (entre - 407,0 et - 397,5 millions d'années). Pendant celle-ci, le géosynclinal ardenno - rhéno sera alimenté par des sédiments majoritairement arénacés.

La Formation de Mirwart d'âge praguien reflète une sédimentation de milieu littoral, peu profonde, attestée par d'abondantes rides de courant, chenaux, clastes de shale foncé et débris végétaux (Goemaere & Dejonghe, 2005). Par contre, la Formation de Kautenberg-Troisvierges d'âge praguien plus récent correspond à une sédimentation à dominante argileuse, plus monotone, en milieu marin beaucoup plus profond. La Formation de l'Our d'âge emsien inférieur est toujours en régime transgressif. C'est au sein de la Formation de Clervaux, à l'Emsien moyen, qu'une nouvelle régression apparaît. Elle se continue à l'Emsien supérieur durant le dépôt du Quartzite de Berlé et de la Formation de Wiltz

(Asselberghs, 1941, p. 78). L'hypothèse de l'installation d'un estuaire à cette époque est très probable et confirmée par Michel et al. (2010).

Ces roches ont été plissées en synclinaux et anticlinaux au cours de l'orogénèse varisque dont la phase principale date de la fin du Westphalien (vers - 310 à - 305 millions d'années) mais dont les effets se sont fait sentir jusque vers - 250 millions d'années.

Sur le plan régional, la région s'intègre

- au sud-est de la zone axiale de l'Anticlinorium de l'Ardenne-Eifel matérialisée à l'ouest, par l'axe ouest-est du Massif de Rocroi et à l'est, par celui du Massif de Stavelot qui prend une orientation SW-NE ;
- plus particulièrement, au nord-est de l'Anticlinal de Bastogne.

Au niveau local, la plus grande partie de la feuille de Troisvierges est modelée au nord par l'Anticlinal de Stubach et au sud par le flanc N du Synclinal de Clervaux. Dans le détail, ces structures majeures sont affectées par de nombreux plis secondaires.

Dans la région de Maulusmillen, on observe la présence d'un pli couché vers le sud. La formation de ce pli est très tardive, car la rotation des couches vers le sud entraîne celle des plans de schistosité qui deviennent horizontaux. Ce pli couché est interprété par certains comme lié à un rétrocharriage, le grand charriage de Troisvierges-Malsbenden, qui affecte la partie ouest de la carte.

6. Ressources du sous-sol et exploitations

Dans le passé, des carrières de tailles très variables ont été ouvertes dans toutes les formations, principalement dans les niveaux gréseux, mais aussi parfois dans les phyllades et les phyllades gréseux (quartzo-phyllades). De toute évidence, elles répondaient à des besoins très locaux, probablement principalement pour l'empierrement des chemins et pour la construction des habitations (grès appelés « Haaselt » ou « Haaselter »). Les carrières les plus importantes ont été ouvertes dans le membre de Schuttbourg de la Formation de l'Our.

Même si une activité de production de granulats existe sur le site de certaines carrières comme à Sassel et à Holler, la roche en place n'est cependant plus extraite de façon permanente sur la feuille Troisvierges (situation en 2014/2015). Dans certaines carrières, une exploitation temporaire perdure toutefois comme à Sassel

(WGS84 : 6.00946E/50.09667N) et à Lieler (WGS84 : 6.11375E/50.11225N).

Le phyllade ardoisier a aussi été exploité à Emeschbaach, à 1400-1500 m à l'W de l'église d'Asselborn. L'exploitation en carrière à ciel ouvert, puis en mine souterraine, a eu lieu à de 1883 à 1904 puis de 1918 à au moins 1947 (voir le point 2.2.3, Usage).

7. Hydrologie et sites d'intérêt paysager ou historique (avec la collaboration de Robert Colbach)

Bintz et al. (1973, p. 153) ont synthétisé la question de l'hydrogéologie du Luxembourg. Ils écrivent que, dans l'Eisleck, les « conditions géologiques empêchent la formation de nappes d'eau souterraines d'une certaine importance de sorte que l'approvisionnement en eau de cette région se faisait, avant la mise en service du barrage d'Esch-sur-Sûre en partant du Gutland ».

En effet, les roches schisto-gréseuses sont très peu perméables et la circulation des eaux souterraines au-delà de la zone altérée et fracturée en surface est négligeable.

L'aire couverte par la feuille contient une dizaine de sources captées, dont les débits sont en général inférieurs à 100 m³/jour. Seuls deux sources, plus productrices, n'excédant pas 350 m³/jour, se trouvent près des localités de Hoffelt et Hachiville, proche de la frontière belgo-luxembourgeoise. Les fonctionnements hydrogéologiques sont assez mal connus, mais une origine dans une couverture épaisse de roches fortement altérées, surtout sur les plateaux les plus hauts à proximité de la ligne de partage des eaux, est généralement admise. L'influence de faciès plus gréseux de la Formation de Villé (Mohamed Bouezmarni, Vincent Debbaut, 2012) et de failles dans le circuit hydrogéologique ne peut pas être exclu localement.

Une vingtaine de forages-captages privés peu profonds puisent également dans cette ressource, en général dans le cadre de l'approvisionnement d'exploitations agricoles individuelles. Dans l'ouest de la feuille, quelques rares forages-captages permettent une exploitation d'importance locale, surtout là où des nappes alluviales soutiennent les niveaux aquifères de la zone altérée.

Soutenu par Guillaume I^{er} des Pays-Bas, le canal Meuse-Moselle fait partie d'un projet de construction datant du XIX^e siècle qui avait pour objectif de désenclaver le Grand-Duché de Luxembourg en reliant le bas-

sin de la Meuse au Rhin via ceux de l'Ourthe et de la Moselle et de permettre l'acheminement de marchandises par petites embarcations. Dans certains endroits, comme entre les villages de Buret (Belgique) et Hoffelt, les collines représentaient un obstacle qui devait être contourné ou traversé. Sous l'occupation hollandaise, des chantiers de très grande envergure se sont installés à quelques kilomètres à l'est de Tavigny (Belgique), au village de Bernistap (aussi orthographié Bernistape) et à l'ouest de Hoffelt. Dès 1827, le creusement d'un tunnel sera entamé dans les roches de la Formation de Mirwart. Lorsque la Belgique proclamera son indépendance en 1830, les Hollandais partiront et, avec eux, leurs capitaux, ce qui précipitera la fin des travaux. D'autant plus que la facilité apportée par les transports routiers et par le chemin de fer ne justifiait plus la réalisation du canal. L'indépendance du Grand-Duché de Luxembourg en 1839 au terme du Traité des XXIV articles provoquera son arrêt définitif. Le tunnel était alors maçonné sur près de 500 mètres de long. Maintenu jusqu'en 1847, le chantier sera abandonné et les deux entrées du canal ne seront jamais reliées. Le tunnel du canal Meuse-Moselle devait atteindre 2528 mètres de long et s'enfoncer à 60 mètres sous la crête de la colline. La galerie s'est effondrée à un peu plus de quatre cents mètres de l'entrée belge. A l'ouest de Hoffelt, il persiste une tranchée d'environ 700 m de long, vestige de cette entreprise ambitieuse. Actuellement, seuls les 429 premiers mètres du tunnel de Bernistap sont pénétrables à partir de la Belgique. Une topographie détaillée et un état des lieux ont été effectués par Michel et al. (2017).

8. Les difficultés majeures présentes sur la carte de Lucius (1949)

A Weiswampach, Lucius (1949) dessine un synclinal à cœur de E1b entouré de E1a. Or toutes les mesures de pendage effectuées dans cette région correspondent au flanc SE de l'Anclinal de Stubach. D'ailleurs, sur sa carte, les mesures de pendage renseignées en rouge sont isoclines et orientées au SE (absence de pendage NW).

En outre, Lucius (1955, p. 28-29) parle du Synclinal de Sassel-Weiswampach, ce qui nous semble inexact car à Sassel, l'ensemble des affleurements identifie une structure anticlinale.

A l'E et au NE de Lieler, Lucius (1949) renseigne du E2 (Formation de Clervaux) au centre d'un synclinal formé de E1b. Cet endroit correspond au passage de la faille transversale de Beiler. A l'est, on se trouve sur le flanc

sud de l'Anticlinal du Rebbeschberg ; à l'ouest, on est dans l'Anticlinal de Hupperdange. Ces anticlinaux sont formés de roches appartenant à la Formation de l'Our qui affleure largement dans toute la vallée de l'Our. A cet endroit, il y a absence totale de roche bigarrée ou verdâtre clair.

Lucius cartographie une importante bande de Sg3 entre Weiswampach et Heinerscheid. Sur une longueur de 4,5 km, cette bande présente une orientation NNE, sécante par rapport à l'allure dominante des structures tectoniques de la région (d'orientation NE). Elle impliquerait des variations importantes d'épaisseur au sein du E1a (Membre de Stolzembourg), ce qui est difficilement conciliable sur des distances aussi courtes.

Remerciements

Eric Goemaere (Service géologique de Belgique), Robert Maquil et Robert Colbach (Service géologique du Luxembourg) ont œuvré pour l'établissement d'un accord de coopération cartographique entre les deux pays. Nous leur exprimons toute notre reconnaissance. Nous tenons également à les remercier vivement pour le support logistique dont nous avons bénéficié durant toute la durée du programme, tant en Belgique qu'au Luxembourg. Jean Thein (Université de Bonn) et Robert Colbach ont relu les documents relatifs à la carte Troisvierges qui ont bénéficié de leurs remarques pertinentes. Ma profonde gratitude s'adresse également aux personnes qui ont développé tout leur talent pour la mise en page de la Notice explicative (Geneviève du Fays) et pour l'infographie de la carte géologique et de certaines figures (Virginie Meister et Robert Colbach).

Bibliographie

Asselberghs (1946) et Lucius (1950) ont fait des revues exhaustives de tout ce qui a été publié sur le Dévonien inférieur relatif à la Belgique et au Luxembourg antérieurement à la parution de leurs mémoires respectifs.

Asselberghs E. 1912. - Contribution à l'étude du Dévonien inférieur du Grand-Duché de Luxembourg, Annales de la Société géologique de Belgique 39 : M25-112.

Asselberghs E. 1924. - Les ardoisières du Dévonien de l'Ardenne. Mémoire des Annales des Mines de Belgique XXV : 1037-1098.

Asselberghs, E. 1927. - Siegenien, Siegenerschichten, Hunsruckschiefer et Taunusquarzit. Bulletin de la Société belge de Géologie, de Paléontologie et d'Hydrologie XXXVI (1926) : 206-222.

Asselberghs E. 1932. - Le Dévonien inférieur de la Prusse Rhénane à l'Ouest des bassins calcaires de l'Eifel. Mémoires de l'Institut Géologique de l'Université de Louvain 5 : 1-46.

Asselberghs E. 1941. - Emsien et Koblenzschichten en Ardenne, dans l'Oesling et dans l'Eifel. Mémoires de l'Institut géologique de Louvain 13 : 63-86.

Asselberghs E. 1946. - L'Eodévonien de l'Ardenne et des régions voisines. Mémoires de l'Institut géologique de l'Université de Louvain XIV : 1-598.

Asselberghs E. & Leblanc E. 1934. - Le Dévonien inférieur du Bassin de Laroche. Mémoires de l'Institut géologique de l'Université de Louvain VIII : 1-79.

Boy et al. (21 auteurs ; rédaction : K. Steingötter) 2005. - Geologie von Rheinland-Pfalz. Landesamt für Geologie und Bergbau Rheinland-Pfalz (Edit.). Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart : 1-400.

Bintz J., Hary A. & Muller A. 1973. - Guides géologiques régionaux, Ardennes Luxembourg. Masson, 3^e partie, Luxembourg : 135-188.

Bouezmarni M. & Debbaut V. 2012. - Notice de la carte hydrogéologique Wibrin-Houffalize 60/3-4.

Breidin H. 1963. - Überdieneue "Geologische Karte der nördlichen Eifel 1:100 000 (Hochschulumgebungskarte Aachen)" des Geologischen Landesamtes von Nordrhein-Westfalen. Geologische Mitteilungen 3 : 129-142.

Bultynck P. & Dejonghe L. 2001. - Devonian lithostratigraphic units (Belgium), in Bultynck & Dejonghe (eds), Guide to a revised lithostratigraphic scale of Belgium. *Geologica Belgica* 4/1-2 : 39-69.

Colbach R. 2003. - Carte géologique du Luxembourg, feuille N°7, Redange à l'échelle de 1/25 000. Service géologique du Luxembourg, Ministère des travaux publics du Grand-Duché de Luxembourg.

De Baets K., Goolaerts S., Jansen U., Ritbergen T. & Klug C. 2013. - The first record of Early Devonian ammonoids from Belgium and their stratigraphic significance. *Geologica Belgica* 16/3 : 148-156.

Dejonghe L. 2008. - Notice explicative de la carte Hotton - Dochamps 55/5-6. Ministère de la Région wallonne, Direction générale des Ressources naturelles et de l'Environnement : 1-88.

Dejonghe L. 2013. - Geology of the Ardenne Anticlinorium, in the Amberloup - La Roche-en-Ardenne - Houffalize sector. The faults of the La Roche Syncline and the overturned Taverneux Anticline. *Geologica Belgica* 16/3 : 196-205.

Dejonghe L., Colbach R. & Goemaere E. 2017. - The lithostratigraphy of the Lower Devonian formations of the Eisleck area (northern Luxembourg). Comparison with their Belgian lateral equivalent. *Geologica Belgica* 20/1-2 : 33-42, on line 12.02.2017.

Dejonghe L., Dumoulin V. & Blockmans S. 2008. - La Formation de Jupille, nouvelle formation dans le Dévonien inférieur de la Haute-Ardenne (Belgique). *Geologica Belgica*, 11 : 71-81.

Dejonghe L. & Hance L. 2001a. - Carte géologique Champlon - La Roche-en-Ardenne 60/1-2 à l'échelle de 1/25 000. Ministère de la Région wallonne, Direction générale des Ressources naturelles et de l'Environnement.

Dejonghe L. & Hance L. 2001b. - Notice explicative de la carte Champlon - La Roche-en-Ardenne 60/1-2. Ministère de la Région wallonne, Direction générale des Ressources naturelles et de l'Environnement : 1-44.

Dumont A. 1848. - Mémoire sur les terrains ardennais et rhénan de l'Ardenne, du Rhin, du Brabant et du Condroz. Seconde partie : Terrain rhénan. *Bulletin de l'Académie royale des Science de Belgique* 22 : 3-451.

Dumont A. 1853. - Carte géologique de la Belgique et des contrées voisines représentant les terrains qui se trouvent au-dessous du limon hesbayen et du sable campinien. Neuf feuilles, 1/160 000.

Fourmarier P. 1964. - La raison d'être des fronts de schistosité dans les séries plissées. Publication du Service géologique de Luxembourg 14 : 165-182.

Franke Ch. (Edit) 2006a. - Beiträge zur Paläontologie des Undervons Luxemburgs. *Ferrantia* 46, Musée national d'Histoire naturelle, Luxembourg : 1-115.

Franke Ch. 2006b. - Die Klerf-Schichten (Unter-Devon) im Großherzogtum Luxemburg, in der Westeifel (Deutschland) und im Gebiet von Burg Reuland (Belgien): fazielle und biostratigraphische Deutungen. *Ferrantia* 46, Musée national d'Histoire naturelle, Luxembourg : 42-96.

Franke Ch. 2010. - Marine Fauna der Wiltz-Schichten (Ober-Emsium, Unter-Devon) der Mulde von Wiltz und der Daleider Mulden-Gruppe (Luxemburg, Deutschland), Teil 1. *Ferrantia* 58, Musée national d'Histoire naturelle, Luxembourg : 5-62.

- Franke Ch. 2012. - Marine Fauna der Wiltz Schichten (Ober-Emsium, Unter-Devon) der Mulde von Wiltz und der Daleider Mulden-Gruppe (Luxemburg, Deutschland), Teil 3 : Craniida. *Ferrantia* 68, Musée national d'Histoire naturelle, Luxembourg : 133-147.
- Franke Ch. 2016. - Die Fauna der Berlé-Quartzite in Luxemburg und West-Eifel. *Ferrantia* 73, Musée national d'Histoire naturelle, Luxembourg : 5-110.
- Furtak H. 1965. - Die Tektonik der unterdevonischen Gesteinsfolge im deutsch-belgisch-luxemburgischen Grenzgebiet. *Geologische Mitteilungen Aachen* 4/3 : 273-332.
- Godefroid J. 1979. - Les schistes et grès coquilliers de Pesche ou Formation de Pesche (Dévonien inférieur) à l'étang de Pèrnelle à Couvin. *Annales de la Société géologique de Belgique* 101 : 305-319.
- Godefroid J., Blicq A., Bultynck P., Dejonghe L., Gerrienne P., Hance L., Meilliez F., Stainier P. & Steemans P. 1994. - Les formations du Dévonien inférieur du Massif de la Vesdre, de la Fenêtre de Theux et du Synclinorium de Dinant (Belgique, France). *Mémoires pour servir à l'Explication des Cartes géologiques et minières de la Belgique* 38 : 1-144.
- Godefroid J. & Stainier P. 1982. - Lithostratigraphy and biostratigraphy of the Belgian Siegenien on the south and south-east borders of the Dinant Synclinorium. *Cour. Forsch.-Inst. Seckenberg* 55 : 97-134.
- Goemaere E. & Dejonghe L. 2005. - Palaeoenvironmental reconstruction of the Mirwart Formation (Pragian) in the Lambert Quarry (Flamierge, Belgium). *Geologica Belgica* 8/3 : 37-52.
- Gosselet J. 1885. - Aperçu géologique sur le terrain dévonien du Grand-Duché de Luxembourg. *Annales de la Société géologique du Nord* 12 : 260-300.
- Gradstein F., Ogg J., Smith A., Bleeker W. & Lourens L. 2004. - A new Geological Time Scale with special reference to Precambrian and Neogene. *Episodes* 27/2 : 83-100.
- Hedberg H. 1976. - International stratigraphic guide. A guide to stratigraphic classification, terminology and procedure, John Wiley & Sons : 1-200.
- Konrad H.J. & Wachsmut 1973. - Zur Lithologie und Tektonik des Unterdevons im südlichen Oesling Luxemburgs. *Publications du Service géologique du Luxembourg, Bulletin* 5/1973 : 1-20.
- Kräusel & Weyland H. 1930. - Die Flora des deutschen Unterdevons. *Abhandlungen Preussisches geologisches Landesanstalt* 131 : 1-92.
- Leblanc Ed. 1923. - Le contour oriental de l'anticlinal de Bastogne et ses relations avec le flanc sud de l'anticlinal de Stavelot. *Mémoires de l'Institut géologique de l'Université de Louvain II (1921-1923)* : 287-399.
- Lippert H. 1937. - Unterkoblenz-Fundpunkte in Norden and Western der Sötenicher Mulde. *Seckenbergiana* 19 : 282-288.
- Lippert H. 1939. - Geologie der Daleider Mulden-Gruppe. *Abhandlungen der Seckenbergischen Naturforschende Gesellschaft* 445 : 1-66.
- Lucius M. 1913. - Die Tektonik des Devons in Grossherzogtum Luxemburg. *Mitteil. Ges. Luxemb. Naturfreude. Beil.* - Band : 1-104.
- Lucius M. 1937. - Die Geologie Luxemburgs in ihren Beziehungen zu den benachbarten Gebieten. *Publication du Service de la Carte géologique du Luxembourg* 1 : 1-176.
- Lucius M. 1940. - Die Entwicklung der geologischen Erforschung Luxemburg (Erster Teil). *Beitr. Geol. Luxemburg*, 2 : 131-339.
- Lucius M. 1947a. - La terre luxembourgeoise. *Le Luxembourg, Livre du Centenaire* : 509-563.
- Lucius M. 1947b. - La géologie de nos ardoisières. *Revue technique luxembourgeoise*, 39^e année, 2 : 96-112.
- Lucius M. 1949. - Carte géologique du Luxembourg. Feuille N°8 Wiltz à 1 : 50 000. *Service géologique de Luxembourg*.
- Lucius M. 1950a. - Das Oesling. *Erläuterungen zur geologischen Spezialkarte Luxemburgs. Publication du Service géologique de Luxembourg* VI : 1-175.
- Lucius M. 1950b. - L'allure tectonique des plis hercyniens de l'Oesling (Grand-Duché de Luxembourg). III^e Congrès National des Sciences, Bruxelles : 124-132.
- Lucius M. 1955. - Les traits fondamentaux de l'allure tectonique du Dévonien de l'Oesling. *Société des Naturalistes Luxembourgeois* 59 : 17-50.
- Macar P. & Antun P. 1950. - Pseudo-nodules et glissement sous-aquatique dans l'Emsien inférieur de l'Oesling (Grand-Duché de Luxembourg). *Annales de la Société géologique de Belgique* 73 : B120-150.
- Maillieux E. 1937. - La faune et l'âge des quartzophyllades siegeniens de Longlier. *Mémoire du Musée royal d'Histoire naturelle de Belgique* 73 : 1-140.
- Michel J., Boulvain F., Philippo S. & Da Silva A.C. 2010. - Palaeoenvironmental study and small-scale correlations using facies analysis and magnetic susceptibility of the Mid-Emsian (Himmelbaach quarry, Luxembourg). *Geologica Belgica* 13/4 : 447-458.

Michel G., Fanuel G. & Hampert J.-M. 2017. Le canal de Bernistap (Houffalize). Un site souterrain exceptionnel à protéger. *Eco Karst* 109 : 1-5.

Michot P. 1980. - Géologie des pays européens. Belgique. Dunod : 485-576.

Minten V. 1997. - Les formations du Dévonien inférieur de l'Ardenne luxembourgeoise. Service géologique du Luxembourg, inédit : 1-16.

Mosar J. 1987. - Schistosité et métamorphisme hercyniens dans les Ardennes luxembourgeoises. *Sci. Géol. (Strasbourg)* 40/3 : 231-243.

Muller A. 1980. - Luxembourg in Géologie des pays européens. France, Belgique, Luxembourg. Dunod : 577-594.

Quesnel F. 2003. - Paleoweathering and paleosurfaces from northern and eastern France to Belgium and Luxembourg: geometry, dating and geodynamic implications. *Géologie de la France* 1 : 95-104.

Ribbert K.H. 2008. - Unterdevon zwischen der Venn-Antiklinale und dem Westrand der Eifeler Kalkmuldenzone in Deutsche Stratigraphische Kommission (Hrsg.) : Stratigraphie von Deutschland VIII. Devon. Schriftenreihe der Deutschen Gesellschaft 52 : 287-296.

Solle G. 1937. - Geologie der mittleren Olkenbacher Mulde. *Abhandlungen der Seckenbergischen Naturforschende Gesellschaft* 436 : 1-72.

Stainier P. 1994. Formation de La Roche in Godefroid et al., 1994 : 53-58.

Steininger M. 1828. - Essai d'une description géognostique du Grand-Duché de Luxembourg. Académie royale des Sciences et des Belles-Lettres de Bruxelles : 1-88.

Stemans P. 1989. - Palynostratigraphie de l'Eodévien dans l'ouest de l'Europe. Mémoire pour servir à l'explication des cartes géologiques et minières de la Belgique 27 : 1-453.

Stemans P. & Brasseur O. 1999. - Rapport d'analyse de 60 échantillons de l'Emsien du nord du Grand-Duché de Luxembourg. Non publié : 1-19 ; annexe 1 : 1-45 ; annexe 22 : 1-74 ; annexe 3 : 1-130 ; annexe 4 : 1-11.

Stemans P., Debbaut V. & Faber A. 2000. Preliminary survey of the palynological content of the Lower Devonian of the Oesling, Luxembourg. *Bulletin de la Société des naturalistes luxembourgeois* 100 : 171-186.

Streel M., Higgs K., Loboziak S., Riegel W. & Stemans P. 1987. - Spore stratigraphy and correlations with faunas and floras in the type Devonian of the Ardenno-Rhenish regions. *Rev. Palaeobot. Palynol.* 50 : 211-229.

Vandeven G. 1990. - Explications de la carte géologique du Synclinorium de l'Eifel (région de Gouvy - Sankt-Vith - Elsenborn). *Annales de la Société géologique de Belgique* 113/2 : 103-113.

Waterlot G., Beugnies A. & Bintz J. 1973. - Ardenne Luxembourg, Guides géologiques régionaux, Masson : 1-206.

Annexe 1 : Noms de localités en français, en allemand et en luxembourgeois

Français	Allemand	Luxembourgeois
Basbellain	Niederbesslingen	Kiirchen
Clervaux	Klerf	Klierf, Kliärref
Hachiville	Helzingen	Helzen
Hautbellain	Oberbesslingen	Beesslek
Oesling	Ösling, Isleck	Éisleck, Éislek
Schuttbourg	Schützburg	Schüttbuerg, Schibbreg
Stolzembourg	Stolzemburg	Stolzebuerg
Stubach	Stupbach	
Troisvierges	Ulflingen	Ëlwen
Troine	Trotten	Tratten

