

LONGCHAMPS - LONGVILLY BOIS CHAMPSART

60/7-8

61/5

CARTE HYDROGÉOLOGIQUE DE WALLONIE

Echelle : 1/25 000



Photos couverture © SPW-DGARNE(DGO 3)

Fontaine de l'ours à Andenne

Forage exploité

Argillère de Celles à Houyet

Puits et sonde de mesure de niveau piézométrique

Emergence (source)

Essai de traçage au Chantoir de Rostenne à Dinant

Galerie de Hesbaye

Extrait de la carte hydrogéologique de Longchamps – Longvilly, Bois Champsart



LONGCHAMPS – LONGVILLY, BOIS CHAMPSART

60/7-8, 61/5

Mohamed **BOUEZMARNI**, Alain **HANSON**, Vincent **DEBBAUT**

Université de Liège - campus d'Arlon
Avenue de Longwy, 185 - B-6700 Arlon (Belgique)



NOTICE EXPLICATIVE

2014

Première version : Décembre 2013
Actualisation partielle : Juillet 2014

Dépôt légal – **D/2014/12.796/10** - ISBN : **978-2-8056- 0163-7**

SERVICE PUBLIC DE WALLONIE

**DIRECTION GENERALE OPERATIONNELLE DE L'AGRICULTURE,
DES RESSOURCES NATURELLES
ET DE L'ENVIRONNEMENT
(DGARNE-DGO3)**

AVENUE PRINCE DE LIEGE, 15
B-5100 NAMUR (JAMBES) - BELGIQUE

Table des matières

I. INTRODUCTION	9
II. CADRE GEOGRAPHIQUE, GEOMORPHOLOGIQUE ET HYDROGRAPHIQUE	11
II.1. CADRE GEOGRAPHIQUE	11
II.2. CADRE GEOMORPHOLOGIQUE	11
II.3. CADRE HYDROGRAPHIQUE	12
II.3.1. Bassin de l'Ourthe	13
II.3.2. Bassin de la Moselle	14
II.3.3. Remarque générale.....	14
III. CADRE GEOLOGIQUE ET STRUCTURAL.....	16
III.1. CADRE GEOLOGIQUE REGIONAL.....	16
III.2. GEOLOGIE DE LA CARTE DE LONGCHAMPS - LONGVILLY & BOIS CHAMPSART	18
III.2.1. Paléozoïque	19
III.2.1.1. Dévonien inférieur	19
III.2.1.1.1 Siegenien inférieur (S1).....	20
III.2.1.1.2 Siegenien moyen (S2).....	22
III.2.1.1.3 Siegenien supérieur (S3).....	22
III.2.2. Cénozoïque	22
III.2.2.1. Alluvions modernes (alm)	22
III.3. CADRE STRUCTURAL.....	24
IV. CADRE HYDROGEOLOGIQUE.....	26
IV.1. HYDROGEOLOGIE REGIONALE	26
IV.1.1. L'aquifère du manteau d'altération.....	28
IV.1.2. L'aquifère profond	28
IV.1.3. Remarque générale	29
IV.2. HYDROGEOLOGIE LOCALE	29
IV.2.1. Description des principales unités hydrogéologiques.....	32
IV.2.1.1. Aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur (S1).....	32
IV.2.1.2. Aquiclude à niveaux aquifères de Villé (S2)	33
IV.2.1.3. Aquiclude du Dévonien inférieur (S3 et E1)	33
IV.2.1.4. Aquifère alluvial.....	33
IV.2.2. Etude des linéaments	34
IV.2.3. Piézométrie	35
IV.2.1. Coupe hydrogéologique.....	36
V. HYDROCHIMIE.....	37
V.1. CARACTERISATIONS HYDROCHIMIQUES DES EAUX	37
V.1.1. Paramètres physicochimiques	37
V.1.2. Caractéristiques minérales	38
V.1.3. Nitrates.....	39
V.1.1. Caractéristiques bactériologiques.....	40
VI. EXPLOITATION DES NAPPES	41
VII. CARACTERISATION DE LA COUVERTURE ET PARAMETRES HYDRAULIQUES DES NAPPES	43
VII.1. CARACTERISATION DE LA COUVERTURE DES NAPPES.....	43
VII.2. PARAMETRES D'ECOULEMENT ET DE TRANSPORT DANS LES AQUIFERES.....	44
VII.2.1. Essai de pompage sur le puits Abattoir de Bastogne.....	46
VII.2.2. Essai de pompage sur les puits Euro-Locks (Puits P1, P2 et P3).....	46

VII.2.3. Essai de pompage sur le Puits Benonchamps N1	47
VIII. ZONES DE PREVENTION	49
VIII.1. CADRE LEGAL.....	49
VIII.2. MESURES DE PROTECTION.....	50
VIII.3. ZONE DE PREVENTION REPRISE SUR LA CARTE	51
IX. METHODOLOGIE DE L'ELABORATION DE LA CARTE HYDROGEOLOGIQUE.....	52
IX.1. COLLECTE DE DONNEES	53
IX.1.1. Données géologiques	53
IX.1.2. Données hydrogéologiques	54
IX.1.2.1. Localisation des ouvrages et sources	54
IX.1.2.2. Données piézométriques	54
IX.1.3. Données hydrochimiques	54
IX.2. <i>CAMPAGNE SUR LE TERRAIN</i>	55
IX.3. <i>METHODOLOGIE DE CONSTRUCTION DE LA CARTE</i>	55
IX.3.1. Encodage dans une banque de données	55
IX.3.2. Construction de la carte hydrogéologique	56
X. BIBLIOGRAPHIE.....	58
XI. ANNEXES	61
XI.1. LISTE DES PRINCIPALES ABREVIATIONS	61
XI.2. LISTE DES FIGURES.....	62
LISTE DES TABLEAUX	62
XI.3. COORDONNEES GEOGRAPHIQUES DES OUVRAGES CITES DANS LA NOTICE	63

Avant-propos

La carte hydrogéologique de Longchamps - Longvilly & Bois Champsart s'inscrit dans le projet cartographique "Eaux souterraines" commandé et financé par le Service Public de Wallonie (S.P.W). : Direction générale opérationnelle Agriculture, Ressources naturelles et Environnement (DGO3). Quatre équipes universitaires collaborent à ce projet : les Facultés Universitaires de Namur, l'Université de Mons (Faculté Polytechnique) et l'Université de Liège (ArGEnCO-GEO³-Hydrogéologie & Sciences et Gestion de l'Environnement, ULg-Campus d'Arlon).

La carte Longchamps - Longvilly & Bois Champsart a été réalisée en 2013. Ce projet a été supervisé au sein du Département des Sciences et Gestion de l'Environnement par V. Debbaut et la carte a été réalisée par M. Bouezmarni, A. Hanson et V. Debbaut. La conception de la *BDHYDRO* (base de données hydrogéologiques de Wallonie) connaît une perpétuelle amélioration pour aboutir à une seule base de données centralisée régulièrement mise à jour (Gogu, 2000 ; Gogu *et al.*, 2001 ; Wojda *et al.*, 2005).

La carte hydrogéologique est basée sur un maximum de données géologiques, hydrogéologiques et hydrochimiques disponibles auprès de divers organismes. Elle a pour objectif d'informer sur l'extension, la géométrie et les caractéristiques hydrogéologiques, hydrodynamiques et hydrochimiques des nappes aquifères, toutes personnes, sociétés ou institutions concernées par la gestion tant quantitative que qualitative des ressources en eaux.

Par un choix délibéré, toute superposition outrancière d'informations conduisant à réduire la lisibilité de la carte a été évitée. Dans ce but, outre la carte principale, deux cartes thématiques, une coupe hydrogéologique et un tableau lithostratigraphique sont présentés.

La carte hydrogéologique de Longchamps - Longvilly & Bois Champsart sera publiée gratuitement sur Internet : en version PDF (téléchargeable), et aussi sous forme interactive via une application WebGIS (<http://environnement.wallonie.be/cartosig/cartehydrogeo>).

L'ensemble des données utilisées pour la réalisation de la carte a été remis à la Direction Générale opérationnelle Agriculture, Ressources naturelles et Environnement du Service Public de Wallonie. Pour de plus amples informations, il faut s'adresser à cette direction ou consulter le site Internet de la carte hydrogéologique de Wallonie.

Remerciements

Nous remercions monsieur Eric Goemaere du Service géologique de Belgique pour la mise à disposition de la carte de l'Eodévonien de l'Ardenne et des régions voisines (Asselberghs, 1946) et la mise à disposition des archives hydrogéologiques du Service.

Merci à Monsieur Eric Urbain de la Direction des Eaux souterraines du SPW - Section de Marche-en-Famenne pour la mise à disposition des dossiers de captages d'eau. Ces données nous ont permis de compléter les informations reçues du SPW et de mieux préparer les campagnes de terrain.

Merci à Madame Céline Rentier de la Direction des Eaux souterraines, SPW, Région wallonne, à Madame Isabelle Belanger du Service géologique de Belgique et à Madame Samantha Rekk de l'Université de Namur pour la lecture de ce livret et de la carte correspondante et pour leurs remarques et leurs suggestions pertinentes.

Que tous ceux qui, de près ou de loin, ont participé à la réalisation de cette carte soient remerciés.

I. INTRODUCTION

La carte hydrogéologique de Longchamps - Longvilly 60/7-8 & Bois Champsart 61/5 couvre une superficie de 148 km² dans la province de Luxembourg au sud-est de la Belgique (Figure I-1). Le territoire couvert par la carte se trouve entièrement en Ardenne non loin de la frontière avec le Grand-Duché de Luxembourg.

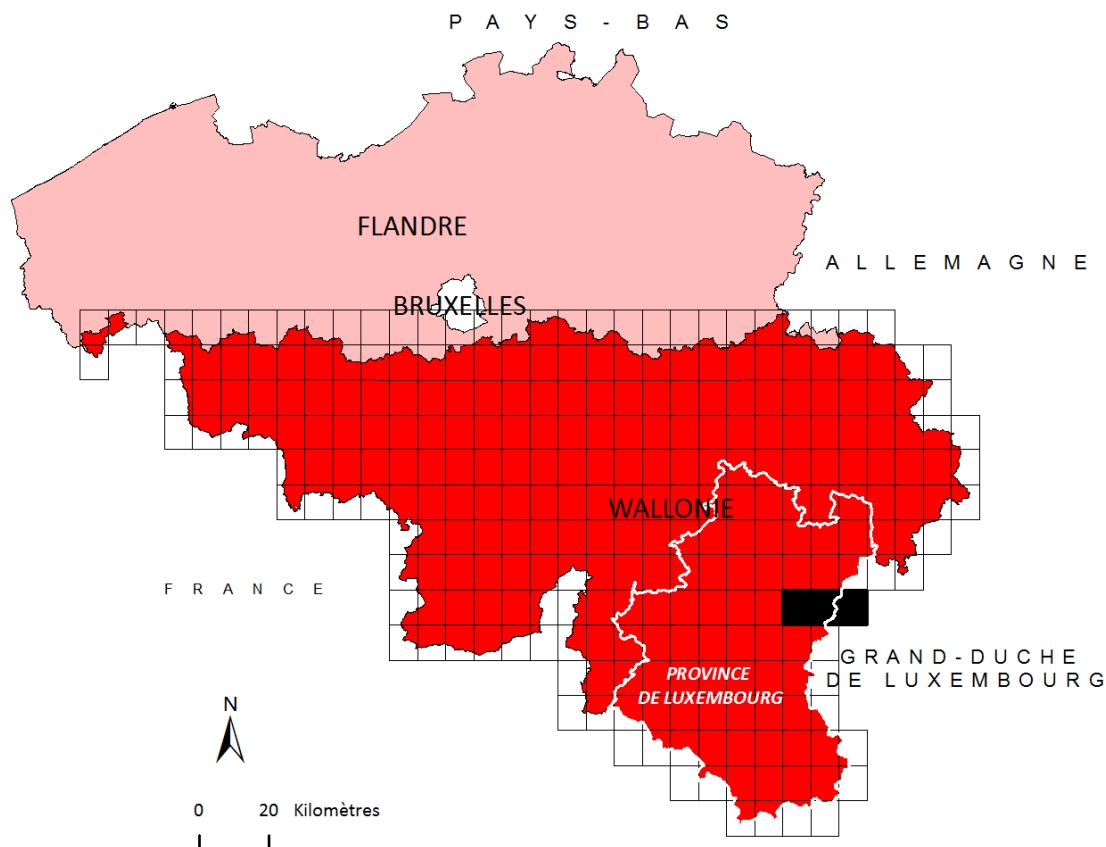


Figure I-1 . Localisation de la carte de Longchamps - Longvilly 60/7-8 & Bois Champsart 61/5

La carte hydrogéologique est basée sur la carte géologique de l'Eodévonien de l'Ardenne et des régions voisines (Asselberghs, 1946). En revanche, l'affleurement des alluvions est extrait de la carte géologique de la Belgique, Longchamps - Longvilly & Bois Champsart, N°197 au 1/40 000ème (Stainier, 1896).

A l'exception des alluvions qui tapissent le fond des vallées, tous les terrains rencontrés à l'affleurement sont d'âge Dévonien inférieur (Siegenien et Emsien). Ils sont composés principalement de schistes et de phyllades, avec de rares passages quartzitiques ou quartzophylladeux. Les couches géologiques, formées par ces roches, sont plissées et faillées durant l'orogénèse hercynienne, elles sont situées au nord-est du Synclinorium de Neufchâteau - Eifel en bordure sud de la zone axiale de l'Anticlinorium de l'Ardenne.

La nature lithologique du sous-sol ne permet pas d'identifier de véritables aquifères même si des ressources en eau souterraine peuvent exister. Ainsi, les unités hydrogéologiques seront définies en tant qu'aquicludes ou aquicludes à niveaux aquifères principalement.

La notice commence par un bref aperçu géographique, géomorphologique et hydrographique qui sera suivi d'une partie géologique. Celle-ci sera traitée d'abord dans le contexte régional du Dévonien inférieur dans le domaine hercynien. Ensuite, la description lithologique, la zone d'affleurement et l'épaisseur de chaque unité stratigraphique seront systématiquement présentées dans le cadre de la géologie locale de la carte de Longchamps - Longvilly & Bois Champsart avant d'entamer l'aspect structural.

Comme pour la géologie, l'hydrogéologie sera d'abord développée à l'échelle régionale du Dévonien inférieur de l'Ardenne avant d'analyser le schéma hydrogéologique local à l'échelle de la carte. Les unités hydrogéologiques seront définies principalement sur base des descriptions lithologiques de la carte Eodévonien de l'Ardenne et des régions voisines (Asselberghs, 1946).

D'autres aspects tels que l'exploitation des nappes, les paramètres d'écoulement et l'hydrochimie, seront également présentés dans cette notice explicative.

La notice se clôture par l'exposé de la méthodologie, suivi par l'élaboration du projet ainsi qu'une série d'annexes comprenant une liste des abréviations citées dans le texte, une liste de figures et une liste de tableaux.

II. CADRE GÉOGRAPHIQUE, GÉOMORPHOLOGIQUE ET HYDROGRAPHIQUE

II.1. CADRE GÉOGRAPHIQUE

La carte de Longchamps - Longvilly & Bois Champsart couvre une superficie de 148 km² dans la partie centre est de la province de Luxembourg dans le sud de la Belgique. C'est une région principalement agricole, occupée en grande majorité par des prairies (Figure II-1). La zone boisée est assez restreinte.

Outre le nord de la ville de Bastogne, chef lieux local, la population, peu dense, est répartie sur plusieurs petites agglomérations dont les principales sont Bertogne, Longchamps, Noville et Longvilly. Les agglomérations sont implantées à proximité des cours d'eau et reliées par le réseau routier secondaire ou national. Ce dernier est connecté au réseau autoroutier par l'E25 qui traverse la partie occidentale la carte.

II.2. CADRE GÉOMORPHOLOGIQUE

La région est caractérisée par un relief ondulé formé de hauts-plateaux assez calmes et de vallées parfois encaissées avec des pentes relativement faibles et des versants asymétriques. Si les altitudes observées sont généralement supérieures à 400 m, les altitudes les plus basses sont rencontrées au nord de Bertogne dans les vallées des ruisseaux du bassin de l'Ourthe en sortie de carte, le minimum mesuré est de 370 m au niveau du ruisseau de Bertogne. Les altitudes les plus élevées sont rencontrées en plusieurs endroits de la carte telle que la ligne de crête de Bastogne à Bourcy, avec une altitude supérieure à 530 m et un sommet à 545 m dans le « bois des Corbeaux » entre Foy et Bizory. D'autres crêtes ou lignes de crêtes généralement boisées sont situées aux environs de 500 m d'altitude, ces bombements marqués et parfois boisés dessinent les croupes d'interfluves entre les différents bassins versants.



Figure II-1. Photo du paysage de plateau dominant sur la carte de Longchamps - Longvilly 60/7-8 & Bois Champsart 61/5. ¹

II.3. CADRE HYDROGRAPHIQUE

Le réseau hydrographique est relativement dense, témoignant d'un substrat peu perméable. Les ruisseaux sont toutefois pérennes soutenus par une alimentation continue des nappes d'eau souterraines.

Les principaux bassins hydrographiques représentés sur la carte sont la Moselle et l'Ourthe (Figure II-2).

¹ <http://commondatastorage.googleapis.com/static.panoramio.com/photos/original/53347144.jpg>

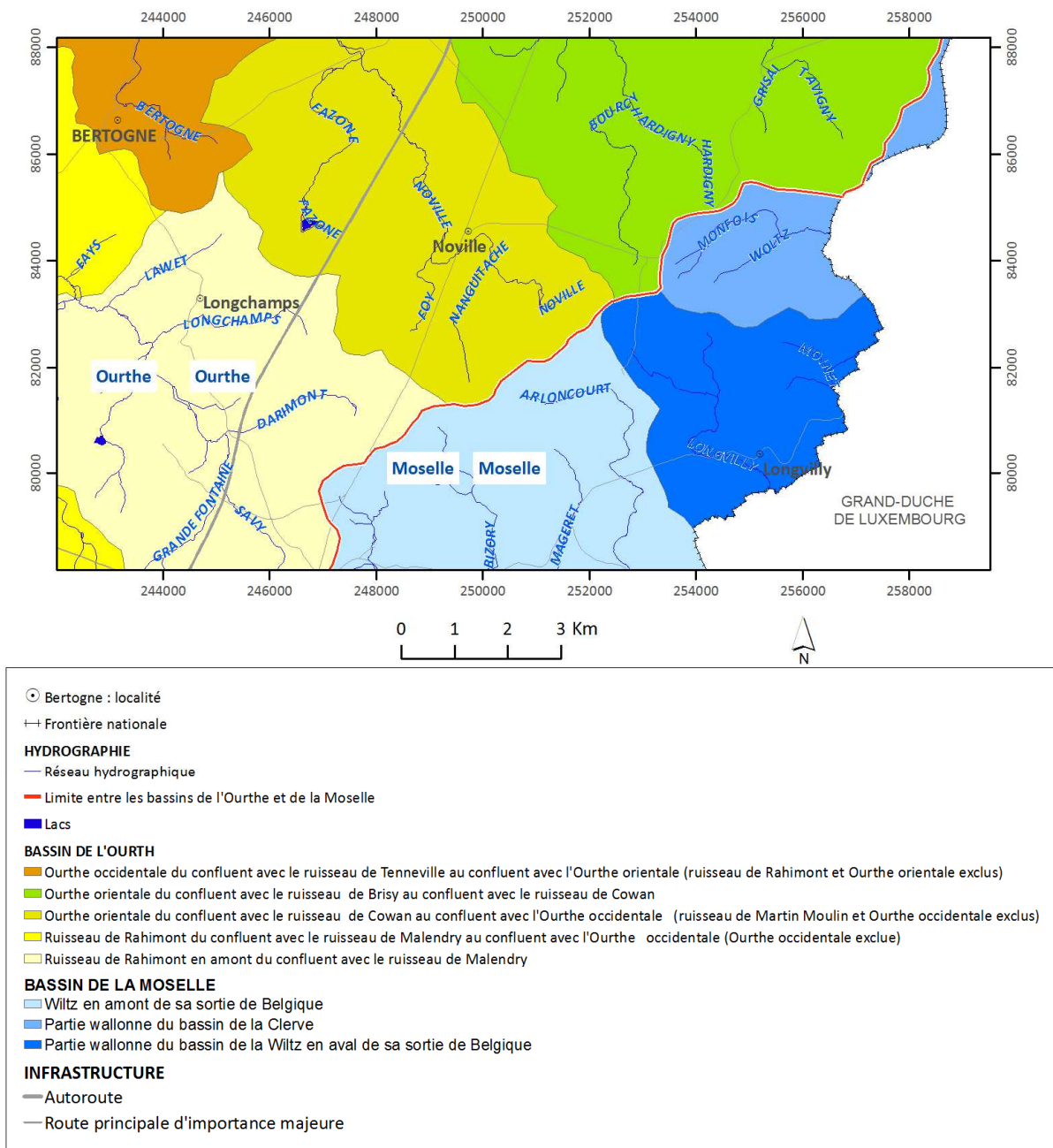


Figure II-2. Carte hydrographique de Longchamps - Longvilly & Bois Champ sart

II.3.1. Bassin de l'Ourthe

Le bassin de l'Ourthe est majoritaire sur la carte, il draine 104 km² de superficie sur les parties ouest et nord de la carte. On peut y distinguer plusieurs sous-bassins portant les noms des principaux cours d'eau. A l'ouest, ceux-ci (ruisseaux de Bertogne et de Rahimont) sont des tributaires de l'Ourthe occidentale et au nord-est les sous bassins (ruisseau de Hardigny et de Tavigny...) contribuent à l'Ourthe orientale.

II.3.2. Bassin de la Moselle

La quasi-totalité du sud-est de la carte de Longchamps - Longvilly & Bois Champsart est couverte par le bassin hydrologique de la Moselle, avec une superficie totale d'environ 43 km² sur la carte. Si le principal cours d'eau du bassin de la Moselle dans la région de Bastogne, la Wiltz, est situé au sud en dehors du tracé de la carte, celle-ci reçoit les eaux de plusieurs ruisseaux plus ou moins importants de la carte dont les ruisseaux de Mageret et de Longvilly. La partie la plus septentrionale du bassin de la Moselle sur la carte appartient, quant à elle, au sous - bassin de la Clerf.

II.3.3. Remarque générale

Il n'y a malheureusement pas de station limnimétrique pour examiner l'évolution des débits au niveau des cours d'eau de la carte. Toutefois plusieurs stations limnimétriques sont installées sur l'Ourthe et ses principaux affluents au nord de la carte.

La plupart des stations limnimétriques situées en Ardenne, dont le sous-sol est formé de schistes et de phyllades du Dévonien inférieur, montre un profil assez similaire. Ces profils sont bien illustrés par la station « L5610 - MARTELANGE – Sûre » située sur la Sûre pour le bassin de la Moselle et par la station « L5930 - Houffalize – Ourthe orientale » pour le bassin de l'Ourthe orientale. Le cycle hydrologique y est caractérisé par de faibles débits en étiage pendant l'été alors que l'évapotranspiration et la rétention des feuillages sont importantes et par des crues pendant les autres périodes de l'année (Figure II-3 et Figure II-4). Cette tendance s'explique par la faible capacité de stockage et de restitution du sous-sol formé principalement de schistes et de phyllades. La contribution des nappes aquifères dans l'alimentation du réseau hydrographique est plus faible que le ruissellement, cependant elle assure la pérennité de nombreux cours d'eau sur la carte.

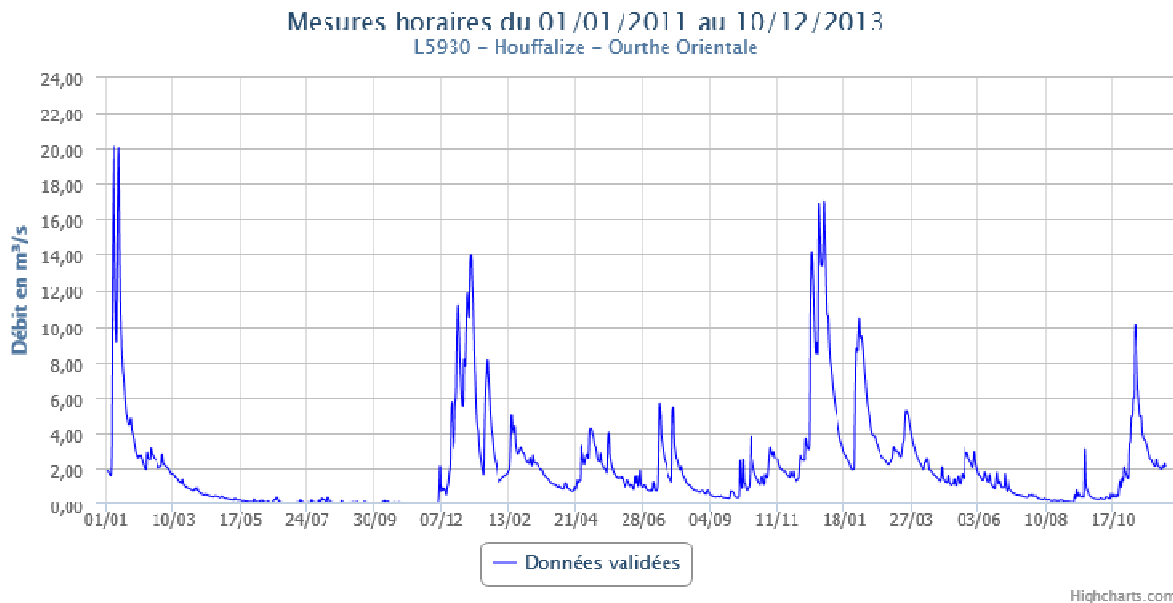


Figure II-3. Evolution mensuelle des débits de l’Ourthe orientale observés pendant la période 2011-2013 à la station limnimétrique L5930 Houffalize du Service Public de Wallonie (SPW) – Direction des cours d'eau non navigables¹.

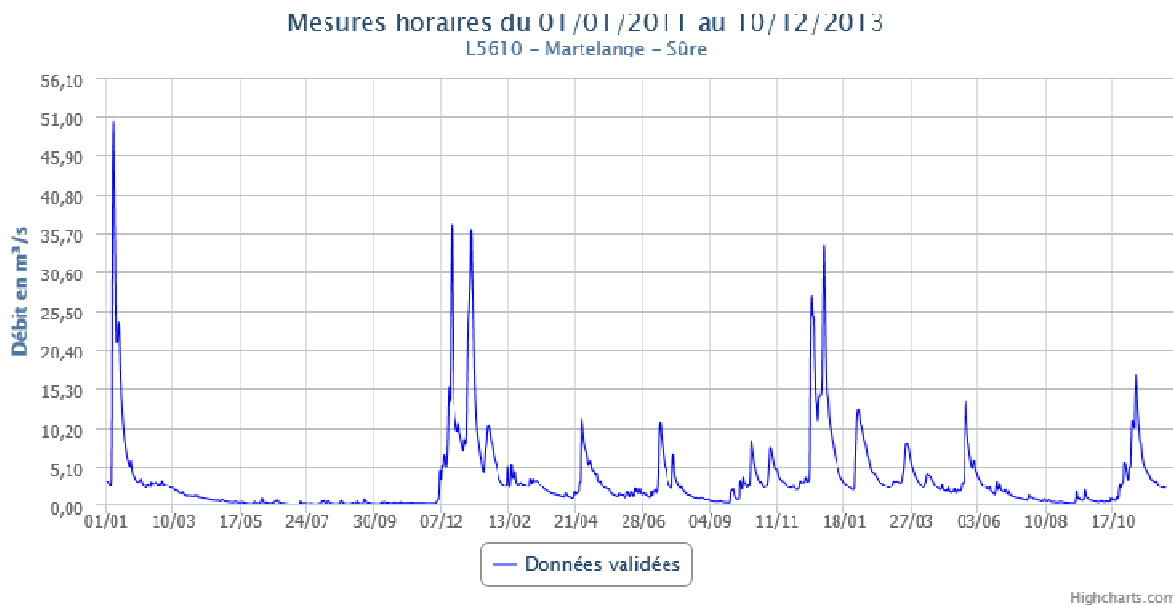


Figure II-4. Evolution mensuelle des débits de la Sûre observés pendant la période 2011-2013 à la station limnimétrique L5610 - Martelange du Service Public de Wallonie (SPW) –Direction des cours d'eau non navigables.

¹ <http://aqualim.environnement.wallonie.be/login.do>

III. CADRE GÉOLOGIQUE ET STRUCTURAL

Le cadre géologique est développé, dans un premier temps, à l'échelle régionale restreinte à la Haute Ardenne avant d'étudier, plus en détail, la géologie de la zone couverte par la carte de Longchamps - Longvilly & Bois Champsart.

III.1. CADRE GÉOLOGIQUE RÉGIONAL

Dans ses grandes lignes, l'histoire géologique de la Wallonie se résume de la manière suivante :

- dépôt d'une série sédimentaire du Cambrien, de l'Ordovicien et du Silurien ;
- plissement calédonien suivi d'une pénéplanation ;
- dépôt en discordance sur le socle calédonien d'une série sédimentaire dévono-carbonifère ;
- plissement hercynien suivi d'une pénéplanation ;
- dépôt discontinu de séries sédimentaires méso-cénozoïques discordantes sur le substrat paléozoïque.

Le Dévonien constitue une période de transition entre les deux grands cycles orogéniques calédonien et hercynien. L'Ardenne, marge passive en extension, nivelée par l'érosion, est envahie par la mer au Dévonien inférieur et probablement dès le sommet du Silurien (Boulvain et Pingot, 2013). En trois pulsations, les transgressions marines d'origine méridionale progressent vers le nord en déposant des éléments à dominance détritique (Figure III-1).

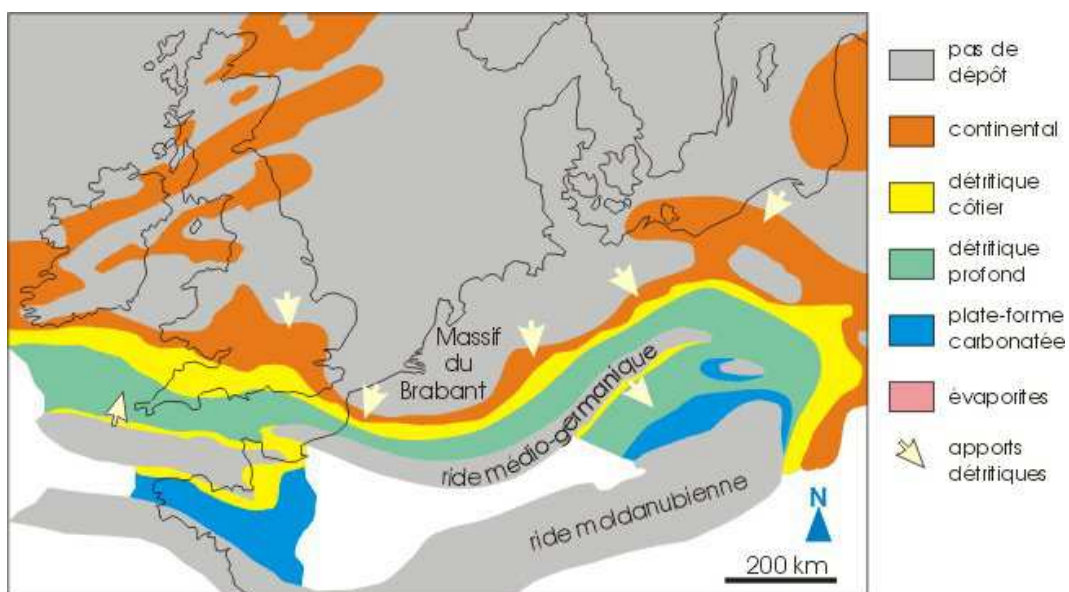


Figure III-1. Schéma paléogéographique du nord-ouest de l'Europe au Dévonien inférieur.

Source : <http://www2.ulg.ac.be/geolsed/geolwal/geolwal.htm>

La structuration durant l'orogénèse hercynienne a consisté en un raccourcissement du sud vers le nord par plissement des formations rocheuses en une suite de synclinoria et d'anticlinoria coupés par une multitude de failles de charriage. Les formations du Dévonien inférieur couvrent pratiquement toute l'Ardenne belge ; elles sont essentiellement schisteuses et gréseuses (Boulvain et Pingot, 2013).

La stratigraphie du Dévonien inférieur a été revue et mise à jour par la commission nationale de stratigraphie du Dévonien (Godefroid et al., 1994) dont la terminologie ne se limite qu'au bord sud du synclinorium de Dinant, hors contexte de la carte. C'est la raison pour laquelle, dans un souci de clarté et de cohérence, la terminologie stratigraphique utilisée est celle établie par Asselberghs (1946), plus précisément les assises et les faciès méridionaux. Cette terminologie est adaptée à sa carte géologique de l'Eodévonien de l'Ardenne et des régions voisines, dont un extrait limité au découpage de la carte topographique Longchamps - Longvilly & Bois Champsart est reproduit plus loin à la Figure III-3.

La Figure III-2 ci-dessous donne une vision synthétique plus élargie des formations qui composent le bassin sédimentaire éodévonien et leur corrélation dans les deux synclinoria de Dinant et de Neufchâteau.

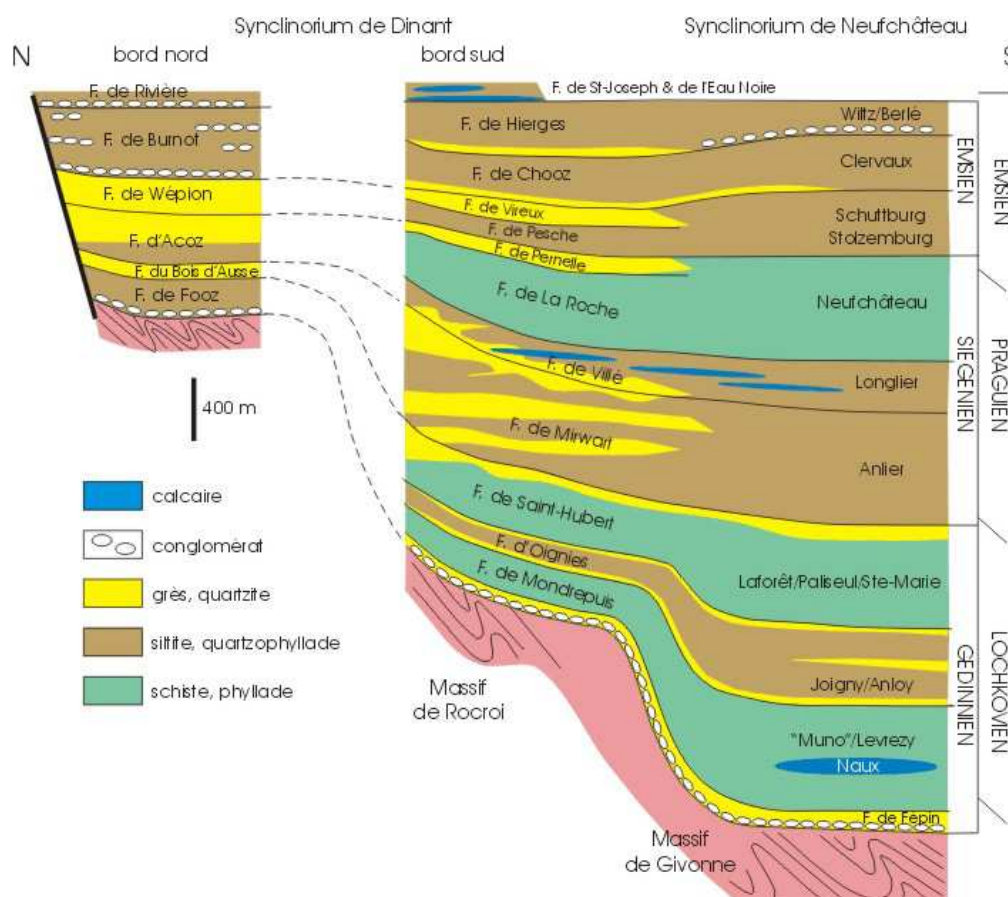


Figure III-2. Transect Nord-Sud dans les Synclinoria de Dinant et de Neufchâteau, durant le dépôt du Dévonien inférieur (Boulvain et Pingot, 2013)

La Haute Ardenne ou Ardenne s.s. se définit comme un plateau vallonné compris entre la bande mésodévonienne de la Calestienne au nord et les séries monoclinales (non plissées) du Mésozoïque situées en bordure du Bassin de Paris au sud. Ce plateau est composé d'un socle « calédonien » couvert par des terrains essentiellement éodévoniens.

Le socle « calédonien » expose des terrains du Paléozoïque inférieur (Cambrien, Ordovicien et Silurien) sous forme de massifs inscrits dans les boutonnières de Rocroi, Serpont, Stavelot et Givonne. Les matériaux, principalement schisteux, ont été déformés une première fois lors de l'orogénèse calédonienne au cours du Silurien supérieur et repris ensuite dans une seconde déformation au cours de l'orogénèse hercynienne à la fin du Westphalien. Ces boutonnières affleurent principalement dans les zones culminantes des grands anticlinoria hercyniens de l'Ardenne et de Givonne.

L'Eodévonien expose une série sédimentaire discordante sur le socle calédonien. La sédimentation s'échelonne de manière continue sur un temps qui couvre le Pridoli, le Gedinnien, le Siegenien et l'Emsien. Les matériaux sont constitués par un conglomérat de base surmonté par des faciès en majorité schisteux incompetentes. Ils ont été déformés durant l'orogénèse hercynienne en un train de plis serrés affectés par une schistosité. Cette série éodévonienne se structure autour des grands anticlinoria de l'Ardenne et de Givonne, ce dernier étant découpé du synclinorium de Neufchâteau-Eifel par la faille de charriage d'Herbeumont.

III.2. GÉOLOGIE DE LA CARTE DE LONGCHAMPS - LONGVILLY & BOIS CHAMPSART

La description de la géologie locale est basée principalement sur la carte géologique de l'Eodévonien de l'Ardenne et des régions voisines (Asselberghs, 1946). Un extrait de cette carte est représenté par la Figure III-3. Pour plus de détails, il est conseillé de consulter directement cette étude. D'autres informations complémentaires proviennent des archives du Service géologique de Belgique (SGB).

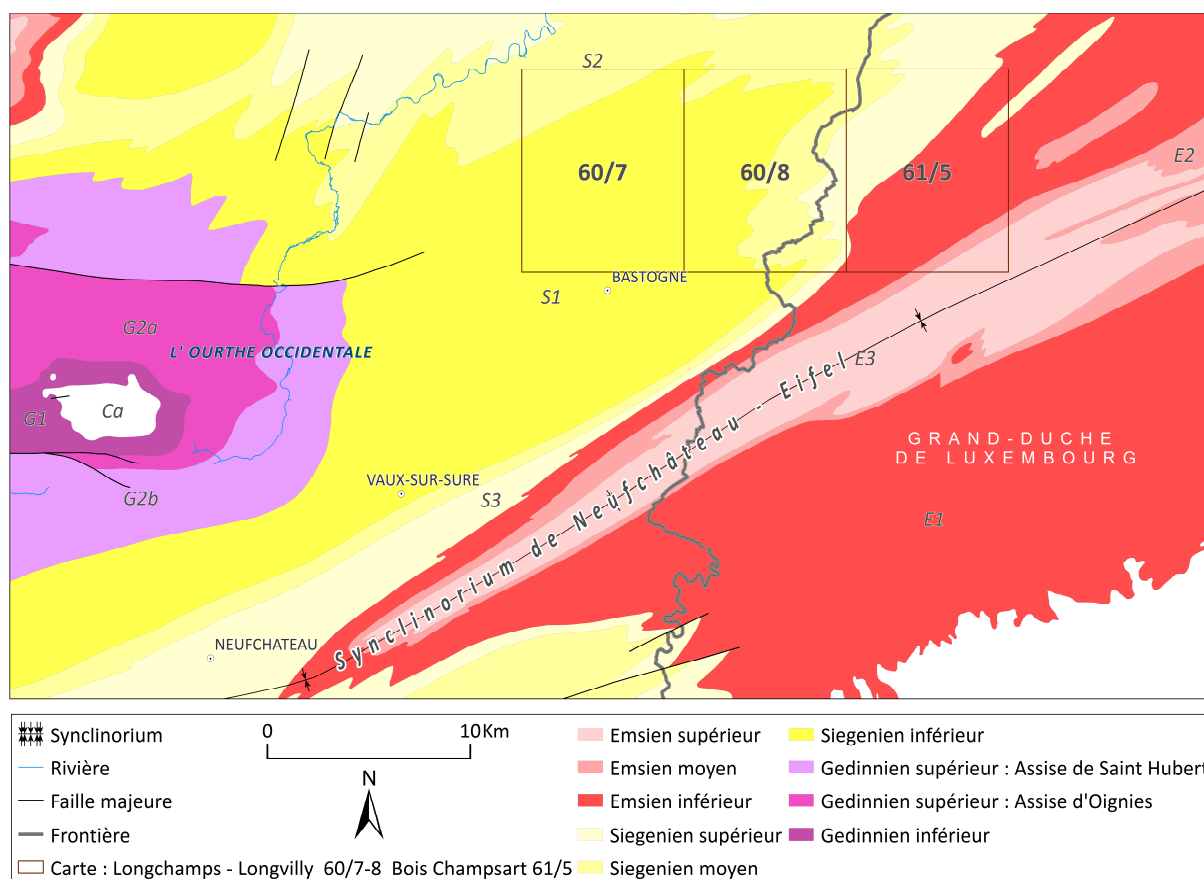


Figure III-3. Extrait de la carte géologique de l'Eodévonien de l'Ardenne et des régions voisines (Asselberghs, 1946)

Excepté les alluvions modernes d'âge cénozoïque, tous les terrains à l'affleurement sur la carte de Longchamps - Longvilly & Bois Champsart sont d'âge paléozoïque (Dévonien inférieur). Les affleurements sont essentiellement des schistes et des quartzophyllades avec des argiles ou plus rarement des sables comme produits d'altération.

La description lithologique, la zone d'affleurement et l'épaisseur de chaque unité stratigraphique sont présentées dans l'ordre chronologique des terrains rencontrés.

III.2.1. Paléozoïque

III.2.1.1. Dévonien inférieur

Le Dévonien inférieur est représenté sur la carte par le Siegenien inférieur (S1), moyen (S2) et supérieur (S3) et par l'Emsien inférieur (E1). Ce dernier affleurant seulement en territoire luxembourgeois.

Le synoptique présenté au Tableau III-1 permet de corréliser la nomenclature stratigraphique ancienne et nouvelle. Dans la région de Martellange et de Fauvillers, située au sud de la carte Longchamps – Longvilly 60/7-8, le Membre de Martellange, exclusivement phylladeux,

a été distingué au sein de la Formation de La Roche, formée de phyllades, de siltites gris et de grès (Belanger, inédit).

III.2.1.1.1 Siegenien inférieur (S1)

Le Siegenien inférieur (S1) correspond à la Formation de Mirwart (MIR) du Lochkovien-Praguien dans la nomenclature actuelle (Tableau III-1).

Sur la carte, le Siegenien inférieur est représenté par le faciès d'Anlier qui se caractérise par une alternance de phyllades, de schistes avec des quartzophyllades et des bancs ou des paquets de quartzites. Les quartzites sont très rarement et très légèrement calcareux. Les roches gréseuses sont présentes sous forme de bancs isolés ou en paquets de 4 à 10 m (exceptionnellement de 15 à 25 m). Dans ces paquets, les bancs de grès sont souvent boudinés et séparés par de fines intercalations schisteuses.

Les quartzites et les quartzophyllades, plus résistants à l'érosion, sont fréquemment observés à l'affleurement bien que les schistes et les phyllades soient dominants. Au niveau de la carte, c'est le cas notamment sur les reliefs, comme ligne de crête de Bastogne à Bourcy et Arloncourt, avec une altitude supérieure à 530 m. La présence de niveaux indurés est soulignée par la présence de plusieurs carrières de granulats à Bastogne et celle d'Arloncourt

Le Siegenien inférieur affleure dans la zone anticlinale de Bastogne sur une bande SO-NE d'environ 10 km de largeur affectée de plis secondaires, englobant les localités de Longchamps, Noville, Bourcy et Arloncourt. La puissance de la Formation a été estimée par Asselberghs (1946) à environ 650 m dans la partie ouest du bassin de Neufchâteau. Selon Dejonghe (2012) sur la carte géologique voisine Amberloup - Flamierge 60/5-6 on est proche de la valeur minimale de 1.100 m finalement proposée par Asselberghs (1954).

Tableau III-1. Corrélations stratigraphiques de l'Eodévonien. La géologie la carte Longchamps - Longvilly & Bois Champsart 60/7-8 & 61/5 est encadrée

Ere	Système	Série	Etage	Asselberghs, 1946			Godefroid et <i>al.</i> , 1994 Formations Bord sud Synclinorium de Dinant	Boulvain et Pingot, 2013. Formations Synclinorium de Neufchâteau	Etage	Série	
				Faciès ou assises septentrionaux		Faciès ou assises méridionaux					
Paléozoïque	Dévonien	Dévonien inférieur	Emsien	sup.	E3	Burnot	Wiltz Quartzite de Berlé	Hièrges (HIE)	Wiltz - Berlé	Emsien	Dévonien inférieur
				moy.	E2	Winenne	Clervaux	Chooz (CHO)	Clervaux		
				inf.	E1	Wépion	Vireux	Vireux (VIR)	Schutbourg		
							Pesche (PES)				
							Pèrnelle (PER)				
			Siegenien	sup.	S3	Acoz	La Roche Saint Vith Neufchâteau	La Roche (LAR)	Neufchâteau	Praguien	
				moy.	S2	Huy	Bouillon Longlier Les Amonines	Villé (VIL)	Longlier		
				inf.	S1	Bois d'Ausse	Anlier	Mirwart (MIR)	Anlier		
								Saint-Hubert (STH)	Saint-Hubert		
			Gedinnien	sup.	G2a	Saint-Hubert	Ste-Marie			Lochkovien	
					G2b	Oignies		Oignies (OIG)	Oignies		
			Inf.	G1	Mondrepuis		Mondrepuis (MON)	Muno Fépin	Pridoli		

III.2.1.1.2 Siegenien moyen (S2)

Le Siegenien moyen (S2) est l'équivalent de la Formation de Villé (VIL) du Praguien dans la nouvelle subdivision du Dévonien inférieur (Tableau III-1).

Le Siegenien moyen est représenté sur la carte par le faciès de Longlier. Celui-ci est plus arénacé que les autres faciès de la formation. Il est caractérisé par des quartzophyllades souvent gréseux, des quartzites grossiers micacés et psammitiques, des quartzites, des phyllades purs ou quartzeux et des schistes quartzeux. Les bancs fossilifères sont remarquablement abondants et calcareux. Les quartzites de couleur bleuâtre et verdâtre sont présents en bancs isolés ou en paquets de 2 à 8 m.

Le Siegenien moyen affleure sur la carte sous forme de bandes SO-NE, larges de plus d'un kilomètre bordant les affleurements de Siegenien inférieur. Sa puissance est estimée par Asselberghs (1946) entre 400 et 500 m dans le bassin de Neufchâteau. Selon Dejonghe (2012) sur la carte géologique voisine Amberloup - Flamierge 60/5-6, la puissance observée de la formation varierait entre 250 et 350 m.

III.2.1.1.3 Siegenien supérieur (S3)

Le Siegenien supérieur (S3) correspond plus ou moins à la Formation de La Roche (LAR) du Praguien dans la nouvelle subdivision du Dévonien inférieur (Tableau III-1).

Dans le bassin de Neufchâteau, l'assise est représentée par le faciès de Neufchâteau. Celui-ci est formé essentiellement de phyllades, à feuilletages réguliers, parfois ardoisiers, de couleur bleu-noir souvent pyriteux. Les phyllades typiques sont affectés par un clivage serré qui assure le débit de la roche en grands feuilletés et ils renferment souvent des nodules carbonatés, parfois ferrugineux (Asselberghs, 1946). Les strates gréseuses sont très fines et peu fréquentes, avec aussi quelques bancs de quartzophyllades.

Le Siegenien supérieur affleure en une bande limitée le long de la frontière grand-ducale au nord-est de Longvilly, notamment au lieu-dit « La Mine ». Ce lieu-dit trouve son origine dans un hameau, aujourd'hui disparu, construit sur le carreau de la mine de plomb de Longvilly qui fut exploitée de 1821 au début du XXème siècle (Moerynck, 1984). Selon Dejonghe (2012), sur la carte géologique voisine Amberloup - Flamierge 60/5-6, la puissance estimée de la formation de La Roche pourrait dépasser 1.600 m.

III.2.2. Cénozoïque

III.2.2.1. Alluvions modernes (alm)

Sur la carte, les alluvions modernes sont des dépôts récents qui couvrent les fonds de vallées des cours d'eau permanents ou intermittents. Même les plus importants sont de faible épaisseur et d'extension limitée. Le tracé des affleurements des alluvions est repris de la carte géologique de la Belgique, Longchamps - Longvilly & Bois Champsart, N°197 de Stainier (1896).

Les alluvions sont constituées des produits d'altération des phyllades et des quartzites essentiellement. Des mélanges de limon argileux, de silt, de sable et de gravier peuvent s'y trouver.

III.3. CADRE STRUCTURAL

Les couches géologiques, formées par ces roches, ont été plissées et faillées durant l'orogénèse hercynienne. Du point de vue structural, elles sont situées au nord-est du Synclinorium de Neufchâteau - Eifel en bordure sud de la zone axiale de l'Anticlinorium de l'Ardenne. Dans la structure centrale de l'anticlinal de Bastogne qui caractérise la carte Longchamps - Longvilly & Bois Champsart, le noyau est occupé par le Siegenien inférieur entouré successivement par le Siegenien moyen et supérieur. Plusieurs plissements secondaires, anticlinaux et synclinaux, avec un ennoyage vers le N-E affectent les formations, conduisant à la grande variété des directions et pendages mesurée par Leblanc (1923) :

Au sud-est de la carte, le long de la N874, à la carrière d'Arloncourt affleurent des quartzophyllades gréseux et phyllades du Siegenien inférieur ($D^1 = N30^\circ E$, $I^2 = 20^\circ S$). Au calvaire de Longvilly, les couches gréseuses du Siegenien moyen exploitées dans d'anciennes carrières ondulent avec un pendage de maximum 45° ($D = N10^\circ E$, $I = 12^\circ S$, $D = E-W$, $I = 30^\circ N$). Et à la frontière, à l'Est des lieux-dits « La Mine » et « Chifontaine », le Siegenien supérieur présente dans d'anciennes carrières artisanales de phyllade une direction $D = E10^\circ S$ ($I = 35^\circ N$).

Au nord-ouest de la carte, à proximité de Noville, le Siegenien inférieur de la formation de Mirwart affleure sous forme de phyllade dur et compact alternant avec une multitude de petits lits minces et très réguliers de couleur gris verdâtre ($D = E25^\circ N$, $I = 85^\circ S$).

Dans la moitié sud-est de la carte, soit dans la région comprise entre Bastogne, Michamps et Longvilly, les couches sont métamorphiques (Antun, 1971 et Beugnies, 1986b). Selon Antun (1971), ce métamorphisme qui affecte préférentiellement les flancs sud des anticlinaux principaux, affecte le flanc sud de l'anticlinal de Bastogne et se prolonge vers le N-E au Grand-Duché de Luxembourg, jusqu'aux abords de Trois-Vierges, affectant en raison des ennoyages observés les divers horizons siegeniens.

Si du point de vue de la tectonique cassante, aucune faille n'est indiquée, le levé de la nouvelle carte géologique de Wallonie, basé sur les observations accumulées et sur une meilleure compréhension du schéma tectonique du massif ardennais, apportera plus de précisions. Toutefois, selon Dejonghe (2012 et 2013), sur la carte géologique de la Wallonie voisine Amberloup – Flamierge 60/4-5, dans la formation de Mirwart il n'existe pas d'horizon

¹ D = Direction

² I = Inclinaison (pendage)

lithologique suffisamment caractéristique pour identifier un accident cassant, notamment aux différents endroits où Asselberghs (1946), Beugnies (1986a et b) et Brühl (1966) positionnent des failles. Par ailleurs, des critères structuraux ont permis de mettre en évidence des failles dans cette région dont probablement la faille des Trois-Vierges.

IV. CADRE HYDROGÉOLOGIQUE

Selon les caractéristiques hydrodynamiques, les unités hydrogéologiques sont définies en termes de :

- Aquifère : formation perméable contenant de l'eau en quantités exploitables (UNESCO - OMM, 1992);
- Aquitard : formation semi-perméable permettant le transit de flux à très faible vitesse et rendant la couche sous-jacente semi-captive (Pfannkuch, 1990).
- Aquiclude : formation à caractère imperméable de très faible conductivité hydraulique et dans lequel on ne peut extraire économiquement des quantités d'eau appréciables (UNESCO - OMM, 1992);

Remarque : ces notions sont relatives et doivent s'adapter au contexte hydrogéologique tel que les terrains du Dévonien inférieur de l'Ardenne. A une échelle plus large, les terrains ardennais sont considérés comme plus ou moins aquicludes, comparés aux principaux aquifères de Wallonie (calcaire et craie notamment). Néanmoins, à l'échelle locale de la carte de Longchamps - Longvilly & Bois Champsart (1/25 000), il est important de distinguer les potentiels hydrogéologiques des différentes formations géologiques.

IV.1. HYDROGÉOLOGIE RÉGIONALE

Les couches géologiques de l'Eodévonien de l'Ardenne sont composées de roches cohérentes de diverses compétences, plissées et fracturées. Les lithologies contrastées, schisteuses, phylladeuses, gréseuses, quartzitiques et de quartzophylladeuses, définissent le caractère aquifère du sous-sol. Celui-ci dépend de la présence et du degré de fissuration des roches gréseuses et quartzitiques, ainsi que de l'importance et de la nature lithologique du manteau d'altération.

Dans sa moitié nord-ouest, la carte hydrogéologique Longchamps - Longvilly & Bois Champsart s'inscrit principalement dans la masse d'eau RWM100 « Grès et schistes du massif ardennais : Lesse, Ourthe, Amblève et Vesdre ». Dans sa partie sud-est, elle appartient à la masse d'eau RWR101 « Grès et schistes du massif ardennais : bassin de la Moselle » (Figure IV-1), (SPW-DGO3, 2014).

Le contexte hydrogéologique régional du massif schisto-gréseux de l'Ardenne est caractérisé par l'existence de deux types d'aquifères presque indépendants de l'unité stratigraphique à laquelle la roche appartient : l'aquifère du manteau d'altération (nappes supérieures) et l'aquifère profond (nappes profondes) (Figure IV-2). Une communication entre les deux aquifères n'est pas exclue notamment à travers certaines failles.

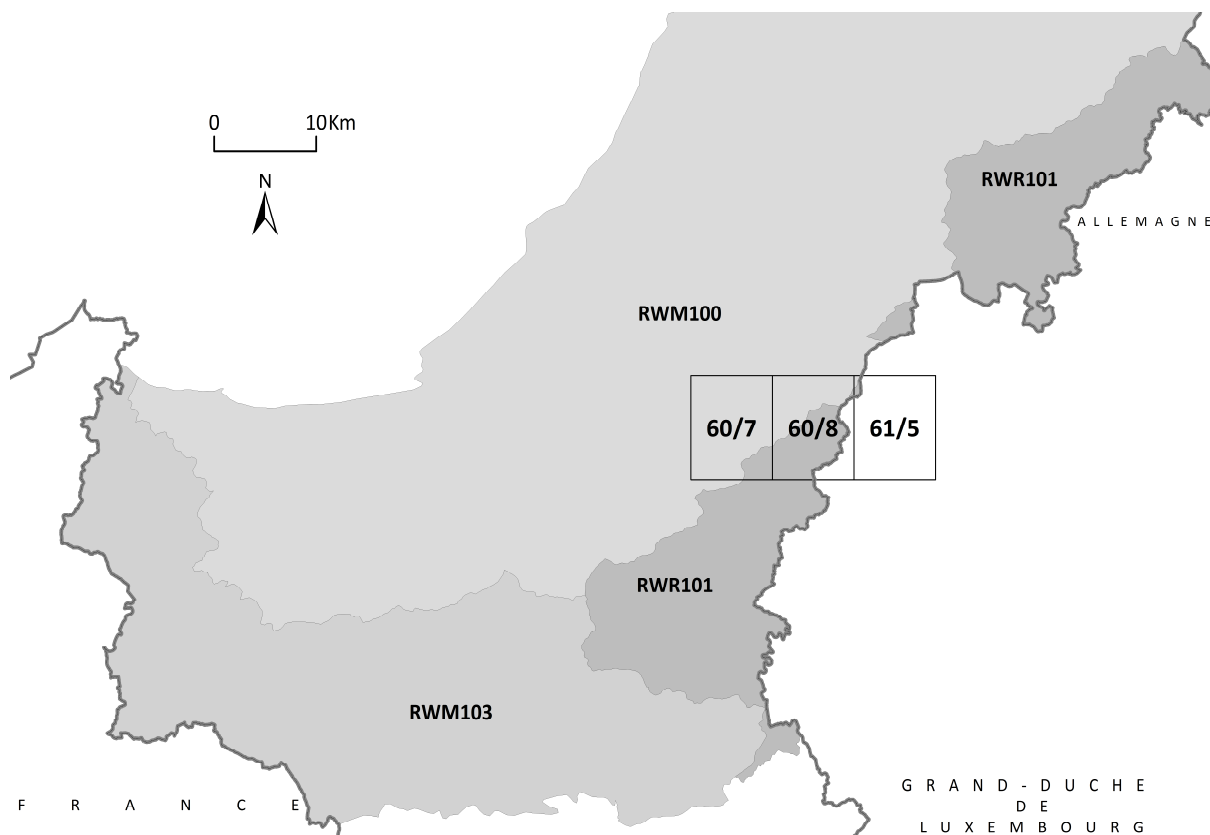


Figure IV-1. Localisation de la carte Longchamps - Longvilly & Bois Champsart (encadré) au niveau des masses d'eau souterraine en Wallonie

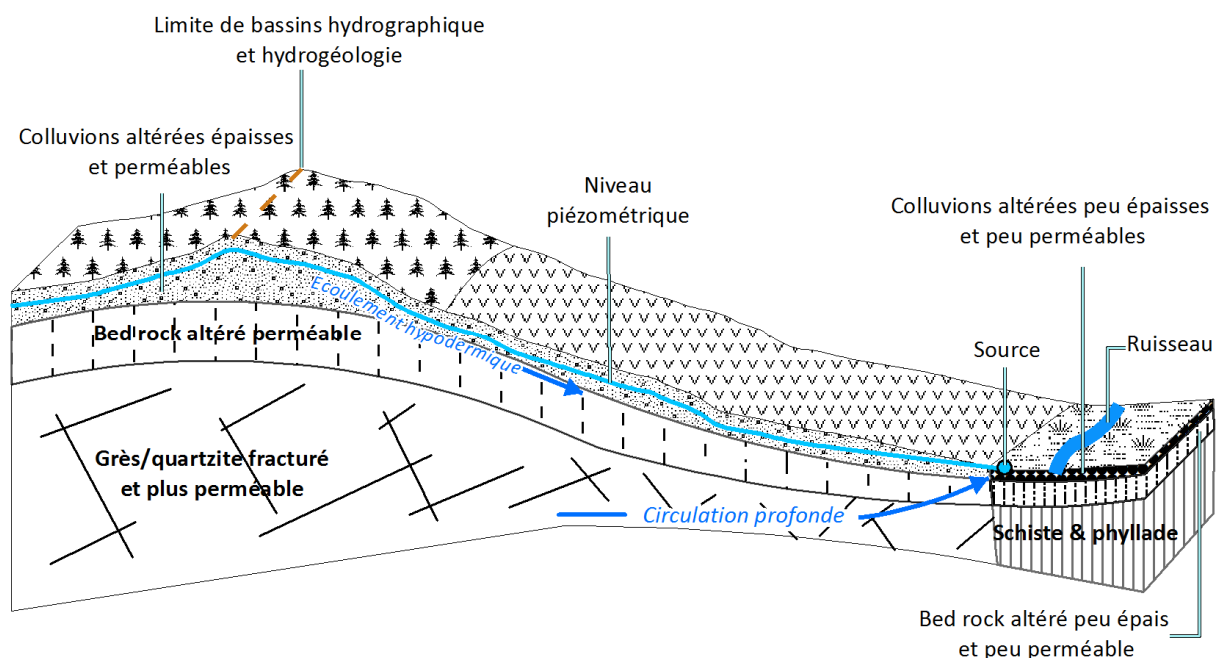


Figure IV-2. Schéma hydrogéologique simplifié de l'Eodévonien de l'Ardenne

IV.1.1. L'aquifère du manteau d'altération

Une première nappe est contenue dans le manteau d'altération des formations paléozoïques. C'est un aquifère relativement continu de type mixte¹ dont l'épaisseur peut en certains endroits dépasser les trente mètres. Le bassin hydrogéologique de telles nappes est souvent calqué sur le bassin hydrographique indépendamment des formations géologiques.

La nappe est peu productive et sa capacité d'emmagasinement d'eau pluviale est faible. Elle est ainsi fortement influencée par le régime des précipitations. Ce phénomène peut provoquer un problème de tarissement en été alors que les besoins sont plus élevés. Etant libre et peu profonde, la nappe est également vulnérable face à la pollution de surface due notamment aux pratiques agricoles et à l'élevage. Par contre, ce type de nappe est très intéressant pour les besoins en eau peu importants comme par exemple les consommations domestiques et les puits de prairies. Les nappes sont souvent captées par drains et galeries placés en tête de vallons ou en zone d'émergence (Derycke *et al.*, 1982). C'est principalement le cas des captages de distribution publique d'eau potable. Les faibles ressources de ce type de nappe d'une part et la répartition de la population d'autre part, nécessitent souvent une multiplication du nombre d'ouvrages. Par conséquent, ceci implique une multiplication des zones de prévention des captages avec toutes les contraintes que cela peut engendrer.

IV.1.2. L'aquifère profond

A plus grande profondeur, les nappes peuvent être contenues dans les passages gréseux et quartzitiques fissurés et dans les zones de fractures. Ces niveaux forment généralement des entités individualisées indépendantes et d'extension variable mais relativement limitée (Derycke *et al.*, 1982). Ils peuvent toutefois être localement mis en contact ou cloisonnées par des failles selon la nature des matériaux de remplissage (sable, argiles ...). Ces niveaux sont de type fissuré et l'eau qu'ils contiennent est généralement sous pression. Etant profondes et de caractère souvent captif, les nappes sont moins soumises aux pollutions de surface. Il faut souligner néanmoins que des valeurs relativement élevées de nitrate peuvent être décelées dans certains puits sollicitant ces niveaux profonds. Ces derniers sont souvent bien oxygénés, preuve que ces nappes sont libres. Les nappes sont captées généralement

¹ Un aquifère est de type mixte s'il est caractérisé à la fois par une porosité d'interstice et une porosité de fissures. C'est le cas de l'aquifère du manteau d'altération où la porosité de pore peut être rencontrée dans les sables issus de l'altération des grès. La porosité de fissures peut se trouver dans les zones de fractures et dans les bancs de grès et de quartzites fissurés.

par des puits profonds atteignant près de 100 m. Le rendement de ces aquifères est plus important et sensiblement constant durant toute l'année.

Dans les deux types d'aquifères, l'eau est douce avec généralement de faibles valeurs de pH, et est souvent ferrugineuse.

L'aquifère schisto-gréseux de l'Ardenne est de faible importance comparé aux aquifères calcaires, crayeux ou grésosableux. Il n'est cependant pas négligeable puisqu'il constitue souvent la seule ressource aquifère des communes en Ardenne. La dispersion de la population en petites agglomérations ou en habitations isolées difficiles d'accès au réseau de distribution est un autre élément à considérer : les besoins locaux sont souvent modestes et géographiquement dispersés. Les nappes ardennaises répondent souvent assez bien à ce type de besoin.

IV.1.3. Remarque générale

D'après Derycke *et al.*, (1982), la solution idéale pour exploiter les aquifères schisto-gréseux de l'Ardenne est d'alterner les prélèvements entre les deux types d'aquifères :

- le captage de la nappe supérieure par drains et puits peu profonds avec mise en réserve de la circulation profonde, pendant la période de hautes eaux.
- le captage par puits profonds de la circulation souterraine captive, pendant la période d'étiage, au moment où la nappe supérieure est asséchée et très vulnérable à la pollution de surface.

IV.2. HYDROGÉOLOGIE LOCALE

Compte tenu de la nature lithologique des terrains rencontrés au niveau de la carte de Longchamps - Longvilly & Bois Champsart, les ressources en eau souterraine sont assez limitées. De nature essentiellement schisteuse et phylladeuse, aucune de ces formations géologiques ne peut constituer un véritable aquifère. Cela explique en partie le manque d'informations hydrogéologiques disponibles sur cette carte.

En revanche, il est important de différencier les potentialités hydrogéologiques des différentes couches géologiques pour une exploitation à l'échelle locale. Il existe en effet des ressources hydriques d'importance variable. Ces ressources peuvent se trouver dans le manteau d'altération comme dans les passages gréseux et quartzitiques fissurés. Ces réserves aquifères, bien que limitées, sont néanmoins d'un grand intérêt non seulement pour l'alimentation du réseau hydrographique, mais aussi pour répondre aux besoins de consommation locale. Comme illustré dans le contexte hydrogéologique régional du Dévonien inférieur en Ardenne, le même schéma peut se retrouver au niveau de la carte ; à

savoir des nappes supérieures logées dans le manteau d'altération et une succession de nappes plus profondes contenues dans les passages gréseux et quartzitiques fissurés.

Dans le premier cas, les bassins hydrogéologiques peuvent être calqués en général sur les bassins hydrographiques presque indépendamment des formations géologiques. L'écoulement est influencé par le réseau hydrographique. Par contre, il est très difficile de localiser et de cartographier les potentiels aquifères plus profonds. Dans la même formation géologique, la perméabilité varie entre les niveaux schisto-phylladeux et les niveaux grésos-quartzitiques. Dans ces derniers, qui sont déjà difficilement cartographiables, la perméabilité dépend du degré de fissuration. De plus, toutes les fissurations et les zones de fractures, telles que les failles, ne sont pas toujours aquifères. En effet, cela dépend de la nature des produits de colmatage issus de l'altération des roches ; les schistes altérés deviennent des argiles très peu perméables, alors que les grès deviennent des sables dont la perméabilité est plus importante. Le rendement des prises d'eau dépend donc aussi de la connexion ou du compartimentage des nappes par le réseau de failles.

En tenant compte de la fréquence et de l'épaisseur des bancs gréseux et quartzitiques, sur base des descriptions lithostratigraphiques, trois unités hydrogéologiques peuvent être distinguées : l'aquiclude du Dévonien inférieur, l'aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur et l'aquiclude à niveaux aquifères de Villé. La correspondance entre les formations géologiques et les unités hydrogéologiques est reportée dans le Tableau IV-1.

.

Tableau IV-1 : Tableau de correspondance géologie – hydrogéologie de la carte de Longchamps - Longvilly & Bois Champsart

ERE	SYSTEME	SERIE	ETAGE	ASSISE	ABREVIATION	LITHOLOGIE	UNITES HYDROGEOLOGIQUES
CENOZOÏQUE	QUATERNAIRE	SUPERIEUR			alm	Tourbe, Eboulis des pentes et Alluvions modernes des vallées.	Aquifère alluvial
PALEOZOÏQUE	DEVONIEN	INFERIEUR	EMSIEN	INFERIEUR	E1	Essentiellement des phyllades ou des schistes phylladeux et des quartzophyllades schisteux. Les roches gréseuses sont rares mais peuvent se trouver localement en bancs pouvant dépasser 1m réunis souvent en paquets de 4 à 10 m d'épaisseur	Aquiclude du Dévonien inférieur
			SIEGENIEN	SUPERIEUR	S3	Essentiellement des phyllades régulièrement feuilletés, parfois ardoisiers, bleu noir. Très rarement des intercalations de fines strates gréseuses et quelques bancs de quartzophyllades	
				MOYEN	S2	Quartzophyllades souvent gréseux, du quartzite grossier micacés, psammitiques, du quartzite, des phyllades purs ou quartzeux et des schistes quartzeux. Les bancs fossilifères sont remarquablement abondants et calcaireux	Aquiclude à niveaux aquifères de Villé
				INFERIEUR	S1	Alternance de phyllades et de schistes avec des quartzophyllades et avec des bancs ou des paquets de quartzites	Aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur

IV.2.1. Description des principales unités hydrogéologiques

IV.2.1.1. Aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur (S1)

L'assise du Siegenien inférieur est caractérisée par une alternance de phyllades, de schistes avec des quartzophyllades et des bancs ou des paquets de quartzites (cf. chapitre géologie). C'est un aquiclude à niveaux aquifères qui selon Dejonghe (2012) pourrait avoir plus de 1.100 m d'épaisseur, avec un manteau d'altération souvent supérieur à 10 m. C'est le cas notamment sur les reliefs où des sables, produit d'altération des quartzites et grès ont été exploités.

La surface d'affleurement du S1 couvre 109 km² sur la carte. Parsemée par de nombreuses sources captées ou non, cette unité est à l'origine de plusieurs ruisseaux pérennes ou intermittents. Même s'il existe quelques captages publics par drains, en termes de nombre d'ouvrages et de volumes prélevés, les ressources hydriques de l'aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur sont principalement captées par puits privés pour des besoins domestiques ou agricoles. L'exploitation pour des usages industriels se concentre quant à elle à proximité de Bastogne. Le choix des implantations privées répond surtout aux besoins locaux souvent indépendamment des considérations hydrogéologiques. Pour cette raison, ces puits privés sont surtout concentrés autour des noyaux d'habitats (Mageret, Michamps, Longchamps, Noville) ainsi qu'à proximité de fermes isolées, conduisant à un nombre important d'ouvrages dans la zone d'affleurement de l'Aquiclude à niveaux aquifères de la formation de Mirwart. Il faut souligner toutefois que le manque d'information, notamment structurale, rend l'investigation des ressources d'approvisionnement très difficile, d'autant plus que ces ressources sont souvent localisées et limitées. En terme de débit de l'aquiclude à niveaux aquifères, bien qu'il n'existe aucun essai de pompage disponible dans le périmètre de la carte, dans la Formation de Mirwart (S1), le puits de Benonchamps N1 appartenant au service communal de Bastogne et situé au Sud mais à l'extérieur de la carte ($x = 253470$ m et $Y = 77300$ m) a été testé à un débit de 3,6 m³/h sans que le débit critique soit atteint. L'essai poursuivi pendant 16 jours s'est traduit par un rabattement final de 3,33 m se stabilisant au niveau de la Wiltz, avec une grande sensibilité aux précipitations et une faible influence sur un piézomètre situé à 152 m du puits. Cette faible influence et un comportement différent des deux ouvrages permettaient aux auteurs de conclure que le piézomètre et le puits bien que proche sollicitaient des aquifères différents, malgré une possible connexion hydraulique (Hanson et al. 2005).

IV.2.1.2. Aquiclude à niveaux aquifères de Villé (S2)

Caractérisé par des quartzophyllades souvent gréseux et des quartzites grossiers, le Siegenien moyen constitue un aquiclude à niveaux aquifères dans les phyllades et les schistes. Il se distingue des autres assises dévoniennes de l'Ardenne par ses teneurs carbonatées qui ont souvent un impact tampon sur le pH et augmentent la minéralisation des eaux. La dissolution des carbonates peut également accroître la perméabilité des roches et offre un potentiel hydrogéologique intéressant.

Malgré sa surface d'affleurement restreinte sur la carte, l'aquiclude à niveaux aquifères alimente plusieurs sources à l'émergence et plusieurs captages, principalement des puits privés, pour des besoins domestiques ou agricoles, notamment à proximité de Bertogne, Compogne et Moinet.

Une mention particulière doit être faite, dans ce chapitre, au cas de l'ancienne mine de plomb de Longvilly. L'abandon du site de « La Mine » à la frontière grand-ducale au nord-est de Longvilly et l'arrêt de l'extraction du minerai en 1901 doivent beaucoup au problème de l'exhaure dans l'aquiclude à niveaux aquifères de Villé. Le réseau de galeries de la mine s'est par la suite transformé en véritable galerie de captage de 100 m de haut et 2 km de long alimentant, après déviation de la galerie d'exhaure, plusieurs villages du Grand-Duché de Luxembourg avec un débit de 900 à 950 m³/jour pendant de nombreuses années (Moerynck, 1984). Pour cette raison, le puits principal de la mine (GP sur le plan de la Figure IV-3) est un ouvrage identifié comme puits foré « Mine de Longvilly » (X=256500, y=80990).

IV.2.1.3. Aquiclude du Dévonien inférieur (S3 et E1)

Essentiellement phylladeuses et peu perméables, les assises du Siegenien supérieur et de l'Emsien inférieur forment ensemble un imposant aquiclude d'environ 1.200 m d'épaisseur. Celui-ci a une surface d'affleurement peu étendue sur la carte et est sillonné par un réseau hydrographique dense reflétant le caractère imperméable du sous-sol.

En plus de l'alimentation du réseau hydrographique, l'aquiclude du Dévonien inférieur renferme parfois de faibles ressources en eau exploitées pour les besoins locaux.

IV.2.1.4. Aquifère alluvial

Les alluvions des vallées sont constituées principalement de dépôts argileux, sableux et graveleux d'épaisseurs relativement faibles. Ces dépôts sont issus des éboulis de pentes et des limons d'altération ainsi que des débris de roches sous-jacentes. Leurs étendues sont limitées le long des cours d'eau, et ne constituent pas de réserves d'eau souterraine appréciable.

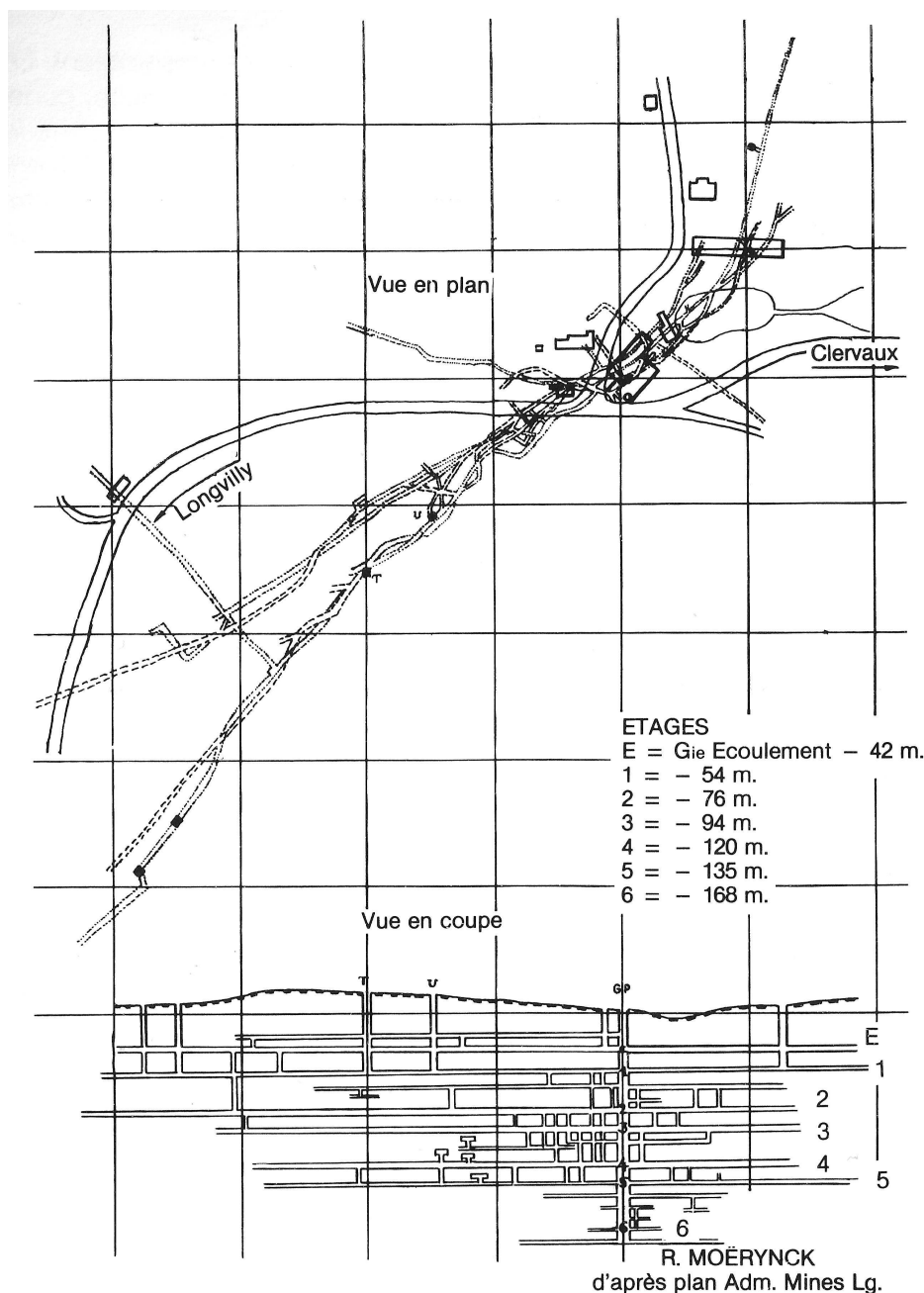


Figure IV-3. Plan et coupe de la mine de Longvilly au lieu-dit « La Mine » (Moerynck, 1984)

IV.2.2. Etude des linéaments

Le sens d'écoulement des nappes et le choix d'implantation des sites potentiels d'exploitation des eaux souterraines sont difficiles à déterminer avec précision sur la carte compte tenu de la nature lithologique et de la structure du sous-sol.

L'étude des linéaments¹ peut donner une idée sur les axes préférentiels d'écoulement. Les linéaments indiquent en effet la résistance des roches ; les vallées sont creusées

¹ Les linéaments sont des structures géomorphologiques marquantes dans un paysage tel que les vallées (dépressions) ou des reliefs (ligne de crête).

préférentiellement dans les terrains altérés et fracturés alors que les sommets sont formés de roches plus résistantes telles que les grès et les quartzites plus compacts. Les linéaments recherchés, d'intérêt hydrogéologique, sont les dépressions puisque l'écoulement des eaux est favorisé dans les terrains fissurés. L'examen des linéaments sur la carte topographique, en suivant les talwegs, montre deux directions principales perpendiculaires ; NE-SW d'une part et NW-SE d'autre part. Ces directions sont également reflétées par la direction des principaux cours d'eau du point de vue hydrographique. L'écoulement souterrain doit se faire préférentiellement dans ces deux directions. Ainsi, les meilleurs sites d'implantation de captages doivent se situer à l'intersection de plusieurs linéaments. L'étude géophysique permet d'affiner ce choix si des zones de fracturation importantes sont décelées.

IV.2.3. Piézométrie

Avant la campagne de terrain, effectuée en novembre 2010 et en février 2011 dans le cadre de la réalisation de la carte hydrogéologique, les données piézométriques étaient presque inexistantes sur la carte de Longchamps - Longvilly & Bois Champsart.

La carte piézométrique (isopièzes) ne peut être tracée pour aucune des unités hydrogéologiques définies sur la carte. Cela résulte du fait que dans chacune de ces unités, une multitude de nappes superposées et souvent non connectées peuvent exister. Elles sont logées dans des niveaux gréseux et quartzitiques fissurés intercalés dans une masse schisteuse et phylladeuse peu perméable. Ce schéma de superposition des nappes d'importances variables dans les terrains ardennais est souvent rencontré par les foreurs qui découvrent une succession de venues d'eau à différentes profondeurs. La première venue d'eau plus ou moins intéressante est généralement observée au contact du manteau d'altération avec le socle sain. Quand les niveaux plus profonds sont quantitativement suffisants pour l'exploitation, le niveau superficiel est souvent évité afin de réduire le risque de la pollution. Par ailleurs, la structure plissée et faillée ne permet pas de suivre un niveau de nappe même sur de courtes distances, d'autant plus que la répartition spatiale des cotes piézométriques disponibles n'est pas suffisamment dense pour réaliser une telle interpolation.

La piézométrie ne peut être représentée sur la carte que par des cotes ponctuelles. Il faut de plus la prendre avec prudence pour plusieurs raisons :

- Dans la plupart des puits forés, le niveau piézométrique observé est une résultante de deux ou plusieurs nappes superposées. Vu que les potentiels aquifères en Ardenne sont souvent limités, les puits sont crépinés dans plusieurs horizons pour cumuler le plus grand nombre de ressources.

- Faute de piézomètres, les niveaux des nappes ont été mesurés dans des puits généralement exploités dont le rabattement peut fausser la mesure, d'autant plus que les rabattements provoqués dans les puits ardennais sont souvent élevés.
- Les nappes plus profondes sont généralement sous pression, et le niveau piézométrique s'équilibre près de la surface du sol. Le niveau piézométrique représente la charge hydraulique et non le niveau réel d'eau dans le sous-sol. De plus, la structure plissée et faillée ne permet pas d'extrapoler les niveaux des venues d'eau même sur un petit rayon.

En revanche, une continuité hydraulique peut exister localement entre différents ouvrages peu profonds sollicitant notamment la nappe superficielle.

IV.2.1. Coupe hydrogéologique

La localisation et la direction NNO-SSE de la coupe hydrogéologique (cf. poster A0) sont choisies pour représenter la structure des principales unités hydrogéologiques présentes sur la carte et centrées sur l'anticlinal de Bastogne.

La hauteur de la coupe est exagérée 5 fois pour marquer le relief et les lignes de partage des eaux ainsi que les pendages des couches. Cette coupe traverse, du nord vers le sud, une zone d'affleurement de l'aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur (S1) à l'Est de Compogne, puis une petite ondulation synclinale avec affleurement de l'aquiclude à niveaux aquifères de Villé (S2). Ensuite dans une zone boisée, au niveau de l'axe anticlinal de Bastogne, la coupe traverse entre les villages de Bourcy et Michamps la ligne de partage des eaux dans l'aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur (S1). Enfin la coupe traverse une zone de plis secondaires en bordure Sud de l'anticlinal de Bastogne, au Sud de laquelle affleure l'aquiclude à niveaux aquifères de Villé (S2) parsemé de sources contribuant au ruisseau de Longvilly.

Soulignons que le bassin hydrogéologique des nappes supérieures, caractérisées par un écoulement hypodermique, correspond au bassin hydrographique, indépendamment des considérations stratigraphiques. Pour les aquifères profonds, les cotes piézométriques observées montrent que le niveau de la nappe peut se stabiliser près de la surface du sol malgré des venues d'eau souvent profondes.

V. HYDROCHIMIE

V.1. CARACTÉRISATIONS HYDROCHIMIQUES DES EAUX

En décembre 2013, 29 ouvrages caractérisés par au moins une analyse chimique sont dénombrés sur l'ensemble de la carte de Longchamps - Longvilly & Bois Champsart. Au total, 799 analyses proviennent principalement de la base de données Calypso du SPW ou de la SWDE. Notons que deux ouvrages (Champs Rouette D1 et Econval D1) sont définitivement hors service. Le reste provient des rapports d'études hydrogéologiques ou des rapports techniques réalisés au sein du Département des sciences et gestion de l'environnement de l'Université de Liège (Campus d'Arlon) ou a tout simplement été fourni par les particuliers lors des campagnes sur le terrain.

La localisation de ces ouvrages a été reportée sur la carte thématique au 1/50 000 « *Carte des informations complémentaires et des caractères de couverture des nappes*¹ ».

V.1.1. Paramètres physicochimiques

Non seulement les ressources en eau souterraine sur la carte sont assez limitées, mais leur pH acide (6 en général) pose également un problème pour la distribution publique d'eau potable et ce quelle que soit l'unité hydrogéologique exploitée (Figure V-1). Le pH des eaux de l'aquiclude à niveaux aquifères de Villé est à peine supérieur (entre 6 et 7) grâce à la présence carbonatée dans le Siegenien moyen (S2). Ainsi, un traitement préalable est nécessaire pour réduire l'agressivité vis-à-vis des canalisations métalliques mais aussi pour protéger les appareils électroménagers et les machines. L'eau est peu minéralisée avec de faibles valeurs de conductivité reflétant la nature silicatée du sous-sol, toutefois à Bertogne et Fays on observe néanmoins une conductivité nettement supérieure. L'oxygène dissous est bien présent dans les eaux, aussi bien dans les nappes profondes, captées principalement par puits forés, que dans les nappes supérieures, exploitées surtout par des drains. Ceci suppose que les nappes profondes ne sont pas confinées et qu'une bonne circulation souterraine a lieu, avec éventuellement des communications entre les nappes. Il faut toutefois souligner que ce ne sont que des valeurs indicatives difficiles à généraliser sur l'ensemble de la carte compte tenu du contexte hydrogéologique et du peu de mesures disponibles.

¹ « *Carte des informations complémentaires et des caractères de couverture des nappes* ». Elle représente les données spécifiques disponibles telles que le caractère de la couverture des principaux aquifères, des tests réalisés (essai de pompage, de traçage etc.) ainsi que d'autres informations complémentaires comme l'existence de données hydrochimiques, de diagraphies (Echelle : 1/50 000).

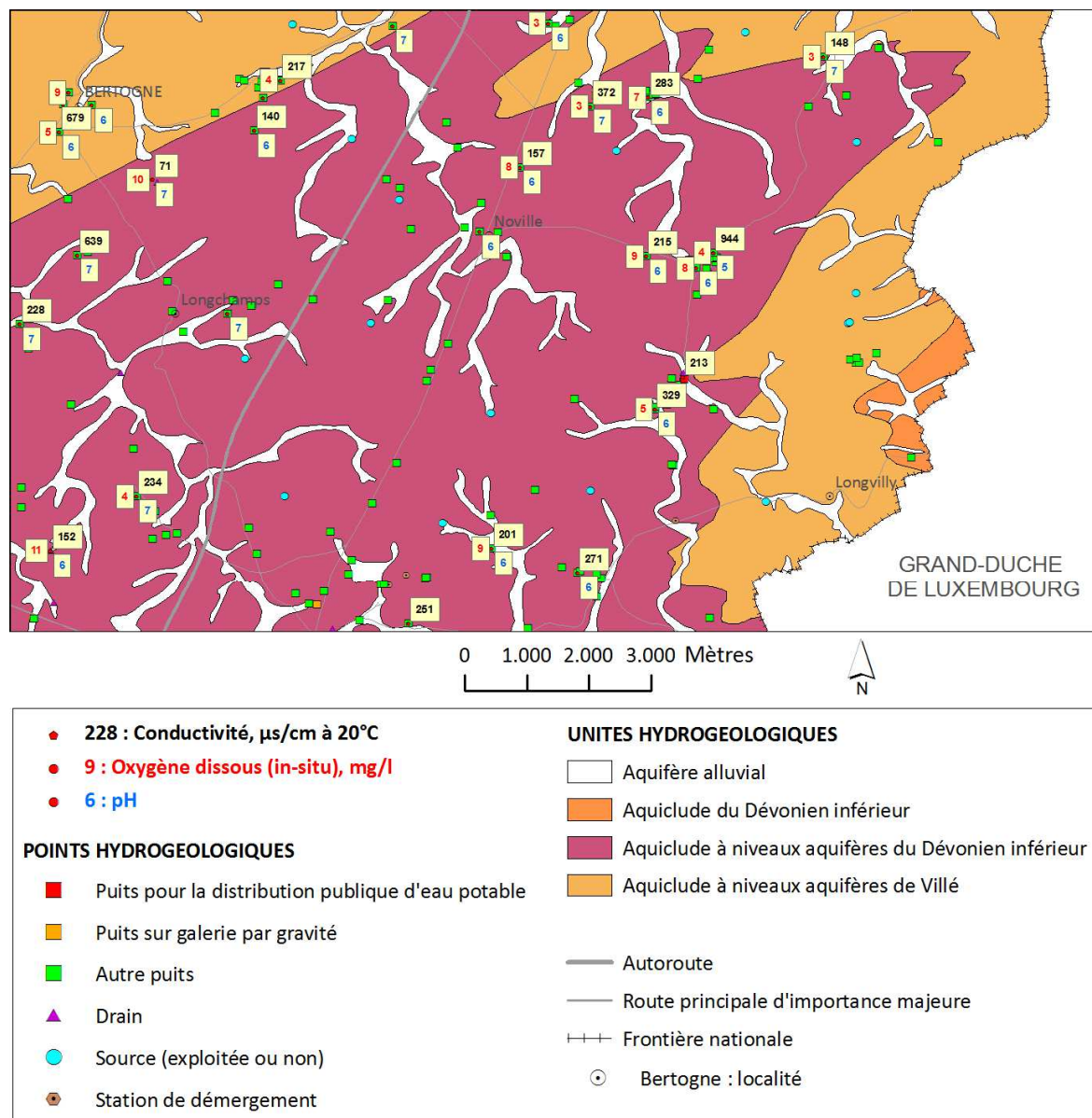


Figure V-1. Paramètres physicochimiques des eaux souterraines sur la carte de Longchamps - Longvilly & Bois Champsart

V.1.2. Caractéristiques minérales

Les concentrations des principaux éléments minéraux des eaux souterraines sur la carte Longchamps - Longvilly & Bois Champsart sont représentées dans le Tableau V-1. Pour la plupart des ouvrages, ce sont des concentrations moyennes calculées sur la période du suivi indiquée. De manière générale, les eaux sont très peu minéralisées, reflétant parfaitement la nature allumino-silicatée du sous-sol et les faibles concentrations en calcium démontrent bien que les terrains sont pauvres en carbonates. L'aquiclude à niveaux aquifères de Villé se distingue généralement par des teneurs carbonatées plus élevées.

Tableau V-1. Composition minéralogique indicative des eaux souterraines sur la carte de Longchamps - Longvilly & Bois Champsart

Paramètre	Ca	Mg	Na	K	Cl	SO4	Fe	Alcalinité	Type	Période	UNITE HYDROGEOLOGIQUE
Unité	Mg/l						µg/g	°F			
Norme	270	50	200		250	250	200				
Champs Rouette D1 (hors service)	13,9	4,1	7,9	1,2	19,7	7,9	22,3	2,4	Drain	1994-1997	Aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur
Econval D1 (hors service)	4,3	2,4	3,8	0,4	8,9	2,9	74,7	1,1	Drain	1995-2004	
Michamps Source	14,9	6,2	13,2	4,4	28,0	13,7	76,0	1,1	Drain	2001	
Puits à Bourcy	30,8	21,9	83,6	39,1	227,6	39,3		2,5	Puits	2011	
Puits A. Meunier à Hardigny	23,2	9,8	10,7	15,2	34,6	15,8		1,8	Puits	2011	
Puits Choffray à Monaville	17,6	5,3	7,6	8,1	20,3	19,0		2,5	Puits	2011	
Puits Hartman à Longvilly	29,3	13,5	73,7	16,2	67,0	38,5		2,9	Puits	2011	
Puits Lenfant-Conrard à Wicourt	19,1	10,6	11,7	5,8	26,9	18,3		4,4	Puits	2011	
Puits Mostade	11,4	6,5	8,3	10,6	24,7	6,1		1,7	Puits	2011	
Puits 2 Robert Hartman à Bourcy	17,4	9,9	7,5	23,7	44,0	6,0		1,5	Puits	2011	
Puits Neu	11,7	4,7	7,2	15,1	24,2	9,7		3,5	Puits	2011	
Puits Stilmant	21,9	7,3	11,9	23,5	44,4	19,7		3,2	Puits	2011	
Rachamps Puits	22,9	10,8	12,0	36,7	51,0	22,6		3,1	Puits	2011	
Wardin Puits	23,8	6,4	8,6	6,7	19,8	22,0	50,0	1,7	Puits	1994-2011	
Wardin Puits Neffe	16,8	6,6	9,1	8,5	27,0	12,7		2,1	Puits	2011	

V.1.3. Nitrates

En accord avec la dominance observée de l'activité agricole sur le territoire de la carte Longchamps - Longvilly & Bois Champsart, les concentrations en nitrate, enregistrées jusqu'en 2011, sont variables et parfois supérieures aux 50 mg/l de la norme exigée par la Région wallonne pour les eaux souterraines (Figure V-2). Avec une teneur de 78 mg/l mesurée en 2007, le « Puits Rigaux » dépasse largement cette limite, mais elle est aussi dépassée avec des valeurs comprises entre 50 et 70 mg/l par plusieurs puits à Bourcy ainsi que par les ouvrages « Puits André Meunier » à Hardigny, « Puits Lepage », « Puits Rachamps » et « Puits Wardin ».

L'évolution des teneurs en NO₃, observée par le réseau de surveillance nitrate du SPW, montre une tendance pluriannuelle variable selon les ouvrages indépendamment de leur nature ou de leur position hydrogéologique. Toutefois, les ouvrages dénommés « Puits Rachamps » (avec 23 mg/l en 2010 et 55 mg/l en 2011). et « Puits Wardin » (avec 36 mg/l en 1994 et 69 mg/l en 2011) ont connu un quasi doublement des concentrations. Il semble

qu'il faille aussi surveiller certains ouvrages qui affichent des valeurs relativement importantes approchant la valeur maximale autorisée (« Puits Pochet » avec 38 mg/l en 1997 et 46 mg/l mesuré en 2010).

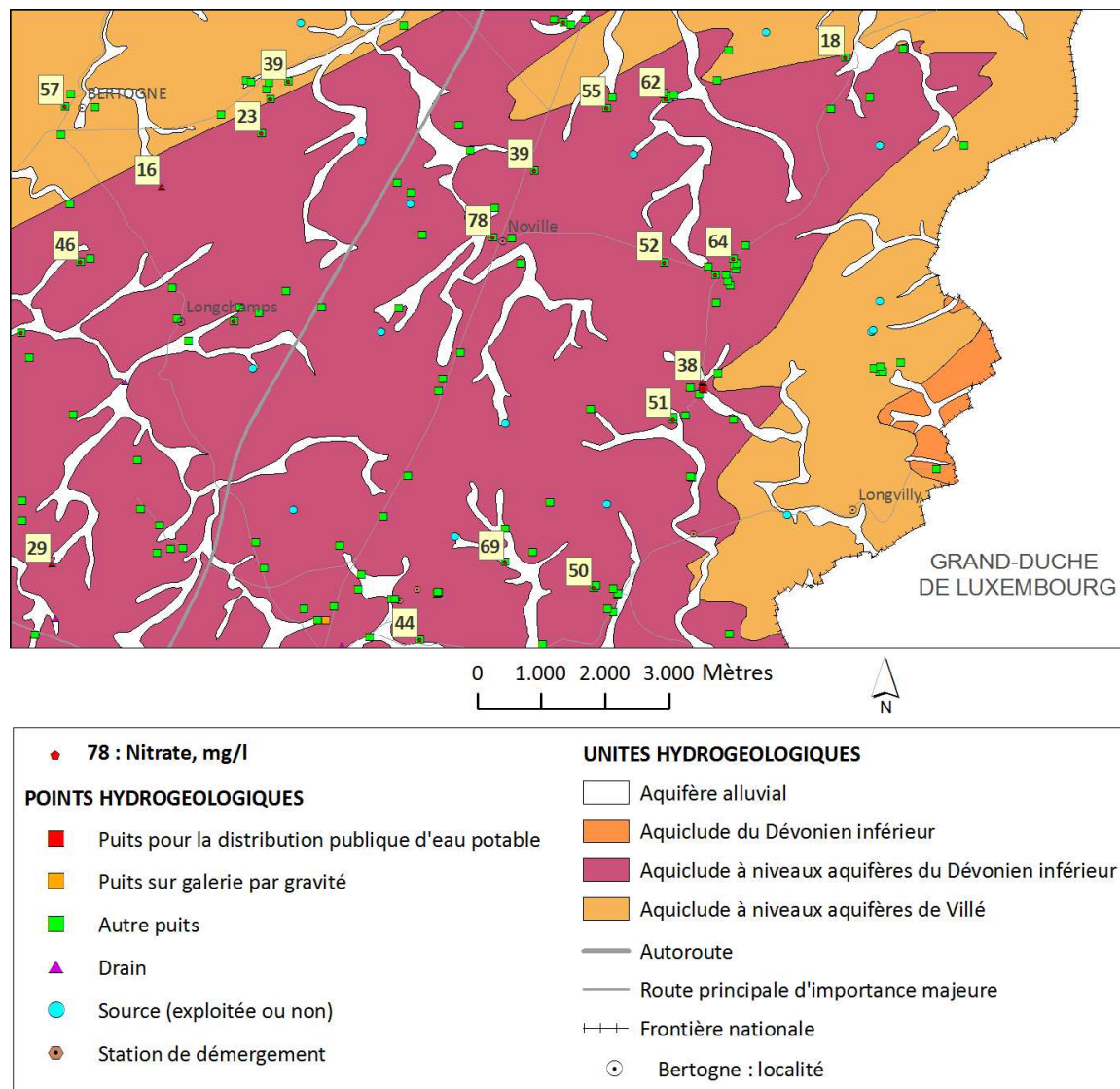


Figure V-2. Teneurs en nitrate dans les eaux souterraines sur la carte de Longchamps - Longvilly & Bois Champsart

V.1.1. Caractéristiques bactériologiques

Compte tenu des analyses disponibles, la qualité bactériologique des eaux souterraines au niveau des différents ouvrages est assez bonne, à l'exception de rares puits de prairies mal protégés.

VI. EXPLOITATION DES NAPPES

Tous les ouvrages recensés en 2013, sans distinction de nature (puits, piézomètres, sources...), ont été reportés sur la carte thématique « *Carte des volumes d'eau prélevés* » (1/50 000). Cette carte représente également l'exploitation privée des nappes d'eau souterraine ainsi que l'exploitation moyenne des ouvrages.

Les ouvrages (puits, piézomètres, sources, etc.) sont différenciés selon l'aquifère qu'ils atteignent. La couleur des symboles utilisés est identique à la couleur de la nappe atteinte. L'intérêt de cette donnée est de pouvoir rapporter toute information ponctuelle (chimie, piézométrie, test, etc.) à la nappe correspondante. Dans le cas de l'Ardenne, les ouvrages sont généralement reliés à l'aquifère à l'affleurement parce que l'épaisseur des formations géologiques du Dévonien inférieur est importante. Si par contre, le log stratigraphique du forage indique qu'une unité hydrogéologique sous-jacente alimente un puits, ce sera cette nappe qui sera considérée.

Aucun volume d'eau souterraine n'a été prélevé par les sociétés de distribution d'eau pendant ces cinq dernières années. Les volumes pompés pour d'autres usages sont exprimés en m³/an pour l'année 2012, et sont représentés par des pastilles vertes avec un diamètre proportionnel au débit annuel.

Pour rendre compte de l'importance des différents sites d'exploitation, des volumes moyens ont été calculés sur les cinq dernières années encodées. Ces volumes correspondent à une moyenne d'exploitation annuelle entre 2008 et 2012. Il faut souligner que certains captages peuvent n'avoir fonctionné qu'une seule année pendant cet intervalle, c'est le cas par exemple des captages d'appoint. Les volumes moyens doivent être pris avec prudence. Ils ne reflètent que des valeurs indicatives de l'exploitation. Néanmoins, une tendance semble se dessiner dans le sens d'une baisse sensible des chiffres de production amorcée dans les années nonante par l'arrêt des ouvrages de la distribution publique d'eau potable.

L'exploitation des eaux souterraines sur la carte Longchamps - Longvilly & Bois Champsart est représentée sur la carte thématique des « volumes d'eau prélevés » (cf. poster). Pratiquement tous les ouvrages représentés sur cette figure sont en activité, mais la plupart des volumes trop modestes n'est pas comptabilisée.

Le tableau VI-1, reprenant l'exploitation moyenne annuelle pour la période 2008-2012, montre que le volume total prélevé sur l'ensemble du territoire couvert par la carte Longchamps - Longvilly & Bois Champsart est d'environ 16 271 m³. L'aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur fournit 99,75 % de ce volume). Ceci s'explique notamment par l'étendue de cette unité sur la carte. Avec une moyenne annuelle de 42 m³, l'aquiclude à

niveaux aquifères de Villé contribue à moins de 1 % de la production. Le choix de la plupart des sites de captage sur la carte est donc dicté par les besoins locaux plutôt que par des considérations hydrogéologiques.

Tableau VI-1. Exploitation moyenne 2008-2012 des eaux souterraines sur la carte Longchamps - Longvilly & Bois Champsart

NOM	EXPLOITANT	X, m	Y, m	VOLUME, m ³ /an	HYDROGEOLOGIE
WARDIN - PUIITS NEFFE	NISEN JEAN-POL	248420	78310	1809	Aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur
PUITS STATION D'EPURATION AIVE A BASTOGNE	AIVE	247630	78350	2010	
PUITS "BIZORY"	NISEN GEORGES ET JACQUES	248690	79030	847	
WARDIN - PUIITS	BRABANTS-SPITZ LEON	249760	79525	80	
PUITS CLESSE ET MARON	CLESSE A ET MARON M L	245860	79850	963	
PUITS A BIZORY	A.S.B.L. Animalaine	249750	80060	1044	
PUITS GARAGE ZUNE A BASTOGNE		248232	80890	32	
HORRITINE	LAMBERT JEAN	253325	81760	176	
PUITS STILMANT	STILMANT JEAN MARIE	252384	81765	2609	
PUITS STILMAN	STILMAN FERNAND ET LOUIS	252580	81830	1770	
RUX DES BUISSONS-PUITS JACOBY	ANNET CLAUDE ET YVES	254846	86624	4889	
PUITS JEAN-CLAUDE CRAVATTE A BERTOGNE	CRAVATTE JEAN-CLAUDE	246016	86926	20	Aquiclude à niveaux aquifères de Villé
PUITS A BURET (19)	CAPON ANDRE	256930	86050	22	

VII. CARACTÉRISATION DE LA COUVERTURE ET PARAMÈTRES HYDRAULIQUES DES NAPPES

VII.1. CARACTÉRISATION DE LA COUVERTURE DES NAPPES

Le caractère de la couverture des nappes est représenté sur la carte thématique « *carte des informations complémentaires et des caractères de couverture des nappes* ». Pour rappel, les ressources en eau sur la carte se trouvent soit dans le manteau d'altération (nappes supérieures) soit dans les bancs fissurés de grès et/ou de quartzites (nappes profondes) au sein d'une masse schisteuse et/ou phylladeuse (Figure IV-2). La couverture des nappes est définie en termes de perméabilité : perméable, semi-perméable ou imperméable.

Dans le cas de la carte Longchamps - Longvilly & Bois Champsart, comme par ailleurs dans les terrains de l'Eodévonien de l'Ardenne où il n'existe pas de formation géologique aquifère, la couverture qui est considérée ici concerne les nappes profondes (Figure VII-1).

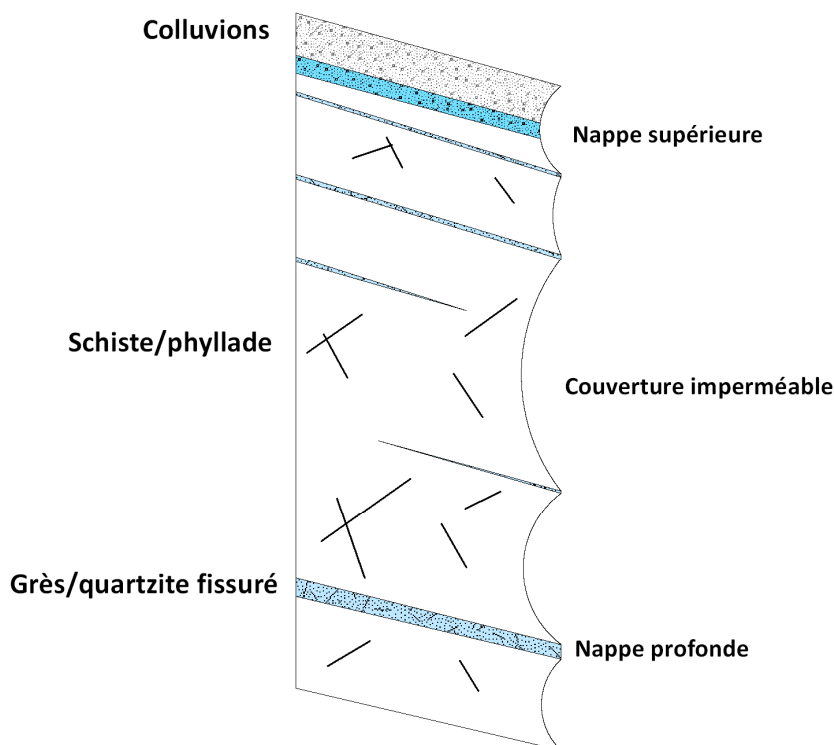


Figure VII-1. Schéma simplifié de la couverture des nappes d'eau souterraine dans l'Eodévonien inférieur de l'Ardenne.

Les nappes supérieures peuvent être considérées comme étant à l'affleurement ou sous une couverture perméable assurée par les colluvions. D'où la vulnérabilité de ce type de nappe. En revanche, les nappes profondes peuvent être considérées comme relativement mieux protégées par la masse schisto-phylladeuse qui les enveloppe. Une distinction relative peut être faite entre les nappes qui se trouvent dans l'aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur et l'aquiclude à niveaux aquifères de Villé d'une part et l'aquiclude du Dévonien

inférieur d'autre part. Dans ce dernier, la masse schisto-phylladeuse étant plus présente, les nappes peuvent être considérée comme mieux protégées par une couverture imperméable. Pour les autres, les bancs fracturés de grès/quartzite sont plus fréquents, les nappes sont considérées comme étant protégées par une couverture semi-perméable.

Il n'empêche que, les zones de fractures et de failles (Jongmans et Cosgrove, 1994 ; Beugnies, 1986b) non cartographiées sur la carte, pourraient constituer des lacunes à cette protection naturelle contre les polluants de surface.

VII.2. PARAMÈTRES D'ÉCOULEMENT ET DE TRANSPORT DANS LES AQUIFÈRES

Le pompage d'essais consiste à pomper l'eau à des débits donnés dans un puits crépiné à travers un aquifère et noter le niveau piézométrique dans ce puits et dans des piézomètres voisins en fonction du temps. Le but est double : avoir des informations sur l'écoulement souterrain des nappes et des renseignements sur les caractéristiques du puits. Le pompage d'essais est fréquemment réalisé pour différents types d'études telles que les zones de prévention ou de demandes d'autorisation de captages.

Les principaux paramètres calculés à partir des essais de pompage sont la transmissivité et la perméabilité :

- Transmissivité T , exprimée en m^2/s (Castany & Margat, 1977) :
 - Paramètre régissant le flux d'eau qui s'écoule par unité de largeur de la zone saturée d'un aquifère continu (mesurée selon une direction orthogonale à celle de l'écoulement), et par unité de gradient hydraulique ;
 - Produit de la perméabilité (de Darcy) K (m/s) par la puissance aquifère b (m), en milieu isotrope, ou produit de la composante du tenseur de perméabilité parallèle à la direction d'écoulement par la puissance aquifère (orthogonale à cette direction), en milieu anisotrope.
- Perméabilité K , exprimée en m/s : Propriété d'un corps, d'un milieu solide - notamment un sol, une roche - à se laisser pénétrer et traverser par un fluide, notamment l'eau, sous l'effet d'un gradient de potentiel. Elle dépend de la granulométrie (Tableau VII-1).

La relation entre transmissivité et perméabilité peut être représentée par la formule $T = K \cdot b$ où b est la puissance de l'aquifère ou la hauteur du niveau crépiné dans le cas d'un puits tubé. Il est donc possible d'avoir une évaluation sommaire de la transmissivité sur base du log litho-stratigraphique d'un puits avant de réaliser un pompage d'essai.

K en m/s	10	1	10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻³	10 ⁻⁴	10 ⁻⁵	10 ⁻⁶	10 ⁻⁷	10 ⁻⁸	10 ⁻⁹	10 ⁻¹⁰	10 ⁻¹¹
Granulométrie homogène	gravier pur			sable pur		sable très fin			limons		argile		
Granulométrie variée	gravier gros&moy		gravier et sable			sable et limons argileux							
degrés de perméabilité	TRES BONNE - BONNE					MAUVAISE					NULLE		
type de formation	PERMEABLE					SEMI-PERMEABLE					IMPERMEABLE		

Tableau VII-1 : Valeurs du coefficient de perméabilité en fonction de la granulométrie (Castany, 1998)

Faute de données chiffrées disponibles sur la carte de Longchamps - Longvilly & Bois Champsart, des valeurs de perméabilité et de transmissivité disponibles sur les cartes voisines sont reprises dans le Tableau VII-2 (Bouezmarni et al., 2006). Ces points sont situés sur la Figure VII-2 pour illustrer leurs localisations par rapport à la carte de Longchamps - Longvilly & Bois Champsart.

Vu le contexte hydrogéologique local (cf. hydrogéologie), la perméabilité d'une même unité hydrogéologique peut changer très fortement selon qu'on soit en présence de schistes et phyllades ou dans des bancs gréseux et quartzitiques fissurés. Par conséquent, les données des essais de pompage, dans ce cas, ne peuvent pas être généralisées et ne reflètent donc que des valeurs indicatives. Soulignons néanmoins que dans les zones schisteuses et dans les zones peu fracturées des valeurs de perméabilité extrêmes de 10⁻⁷ m/s ont pu être observées dans les terrains du Dévonien inférieur (Calembert et Monjoie, 1973) quelle que soit l'unité hydrogéologique concernée. A Bastogne, à la limite sud de la carte, des valeurs de perméabilité (K) comprises entre 1.10⁻⁶ et 5.10⁻⁶ m/s ont été calculées notamment selon la méthode de Dupuis en nappe libre pour les puits « Euro-Locks » (Meus et Marchal, 1999 ; Marchal, 2001).

Tableau VII-2. Les valeurs de transmissivité dans la région proche de la carte de Longchamps - Longvilly & Bois Champsart (Bouezmarni et al., 2006).

NOM	X	Y	K _{MIN} , m/s	K _{MAX} , m/s	T _{MIN} , m ² /s	T _{MAX} , m ² /s	UNITE HYDROGEOLOGIQUE
ABATTOIR DE BASTOGNE	245720	75940			1,05E-05	2,37E-05	AQUICLUDE A NIVEAUX AQUIFERES DU DEVONNIEN INFERIEUR
PRES DE LA VILLE (P1)	246830	77280	2,40E-06	3,97E-06	4,07E-05	1,50E-04	
PRES DE LA VILLE (P2)	246850	77280	1,09E-06	1,79E-06	1,28E-05	1,32E-04	
NOUVEAU PUIITS OU P3	246810	77160	5,00E-06		7,00E-04	2,40E-03	
PUIITS DE BENONCHAMPS N 1	253470	77300			7,30E-05	1,00E-04	

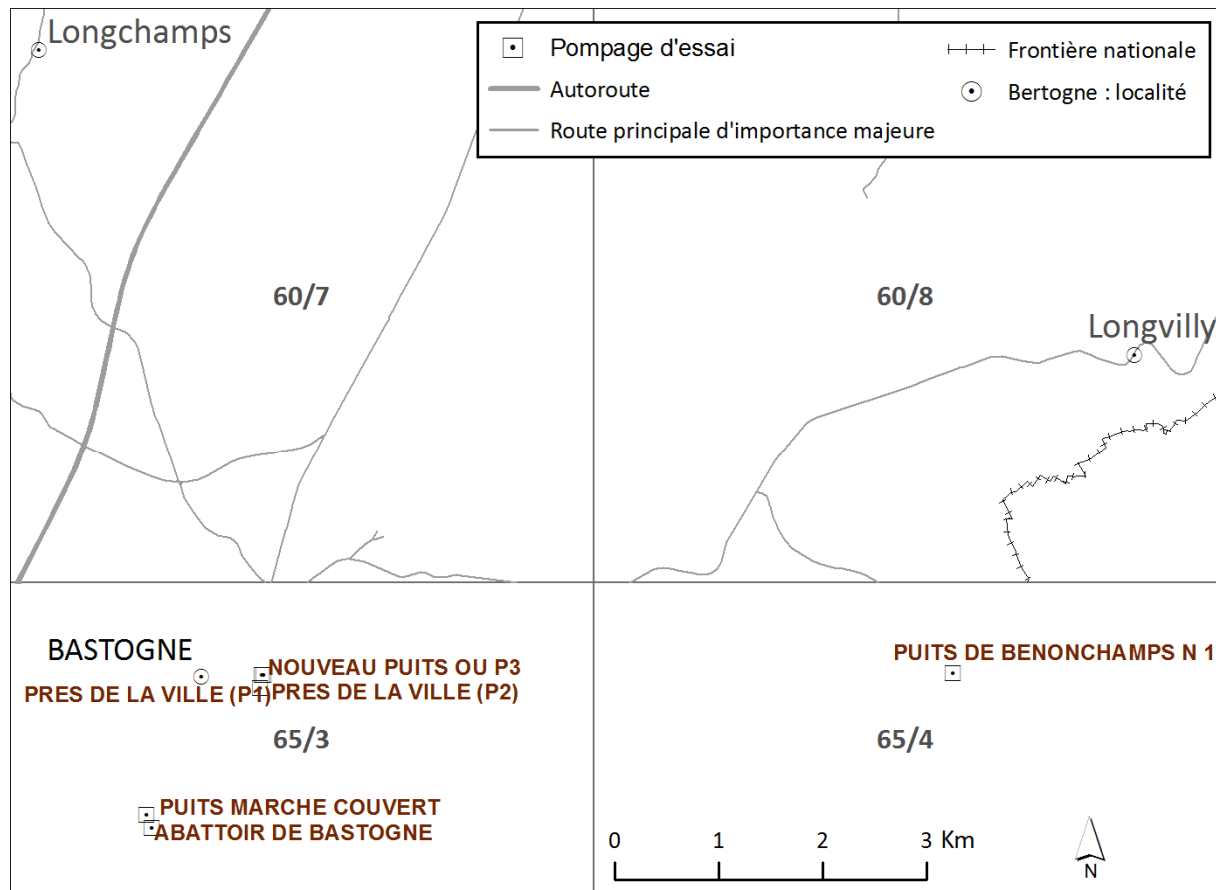


Figure VII-2. Localisation des ouvrages avec essai de pompage au voisinage de la carte de Longchamps - Longvilly & Bois Champsart

VII.2.1. Essai de pompage sur le puits Abattoir de Bastogne

Le puits "ABATTOIR DE BASTOGNE" est un puits tubé, profond de 200 m, qui sert à l'alimentation de l'abattoir de Bastogne. L'essai de pompage réalisé sur ce puits permet de calculer par la méthode de Thies-Jacob les valeurs de transmissivité (Debbaut, 2001) reprises sur le Tableau VII-2. Le débit d'exploitation recommandé à la suite de l'essai est de 4 m³/h.

VII.2.2. Essai de pompage sur les puits Euro-Locks (Puits P1, P2 et P3)

Plusieurs ouvrages ont été forés sur le site de l'entreprise Euro-Locks au centre de Bastogne et soumis à des essais de pompage (Meus et Marchal, 1999 ; Marchal, 2001). Ces ouvrages sont également localisés dans l'aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur.

Le puits P1 "PRES DE LA VILLE (P1)" est profond de 100 m et crépiné de 7 à 100 m alors que le puits P2 "PRES DE LA VILLE (P2)" est profond de 50 m et crépiné de 10 à 50 m. Tous les résultats des essais de pompages sur ces deux premiers puits ont montré que le P2 est globalement moins productif que le P1 mais que la réalimentation par la nappe à plus grande distance est similaire pour les deux puits (Meus et Marchal, 1999). Pour ces deux

puits, les valeurs de perméabilité ont été obtenues par la méthode de Dupuis et les valeurs de transmissivité par la méthode de Jacob (Tableau VII-2).

Sur le puits PRES DE LA VILLE (P1) les transmissivités calculées sont comprises entre $1,5 \cdot 10^{-4}$ m²/s et $2,7 \cdot 10^{-4}$ m²/s et pour PRES DE LA VILLE P2 les transmissivités obtenues sont comprises entre $1,3 \cdot 10^{-5}$ m²/s et $1,3 \cdot 10^{-4}$ m²/s (Meus et Marchal, 1999).

Par ailleurs, le P3 "NOUVEAU PUIITS OU P3" fait 83 m de profondeur et est crépiné de 14 m à 81,6m. Ce puits est plus productif que les deux précédents. Pour l'essai de plus longue durée sur P3 (Marchal, 2001) les transmissivités obtenues sont de l'ordre de $1,2 \cdot 10^{-3}$ m²/s en début de pompage puis de $T_2 = 2,0 \cdot 10^{-4}$ m²/s et enfin de $4 \cdot 10^{-4}$ m²/s durant la remontée.

Les résultats des essais de pompage ne montrent aucun signe de surexploitation de l'aquifère compte tenu des transmissivités constantes (de l'ordre du 10^{-3} m²/s), d'un retour au niveau statique de départ rapide et complet, de la courbe caractéristique du puits sans point d'inflexion clair et d'un rabattement horaire nul pendant les 3 derniers jours du pompage de moyenne durée (Marchal, 2001). La stabilisation au débit maximum testé qui est de 11,8 m³/h, a été obtenue après 8 jours de pompage.

Les résultats de tests menés conjointement sur P1 et P2 (Meus et Marchal, 1999) montrent que même si les ouvrages sont proches, les débits qu'ils peuvent produire sont très variables et si l'analyse de la courbe de rendement permet de prévoir un débit d'exploitation de 5 m³/h pour P1 profond de 100 m, l'ouvrage P2 profond de 50 m ne peut fournir en régime de pompage de longue durée que la moitié soit 2,5 m³/h. L'essai sur l'ouvrage P3 de 86 m de profondeur (Marchal, 2001) permet quant à lui de proposer un débit d'exploitation de 10 m³/h.

VII.2.3. Essai de pompage sur le Puits Benonchamps N1

Le puits de Benonchamps N1, du service communal de Bastogne, de 70 m de profondeur correspond aux niveaux de l'aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur, situé au Sud mais à l'extérieur de la carte, a été testé à un débit long duré de 3,6 m³/h sans que le débit critique soit atteint. L'essai poursuivi pendant 16 jours s'est traduit par un rabattement final de 3,3 m se stabilisant au niveau de la Wiltz, avec une grande sensibilité aux précipitations et une faible influence sur un piézomètre situé à 152 m du puits. Cette faible influence et un comportement différent des deux ouvrages permettaient aux auteurs de conclure que le piézomètre et le puits bien que proches sollicitaient des aquifères différents, malgré une possible connexion hydraulique (Hanson *et al.* 2005). Les valeurs de transmissivité obtenues au niveau du puits ont été déterminées par Hanson *et al.* (2005) sur des résultats d'essai de pompage. Au bout de quelques heures de pompage, le rabattement

de l'essai de longue durée augmente plus rapidement et la transmissivité calculée au niveau de ce segment de la courbe est de 10^{-4} m²/s. La transmissivité pendant la remontée du palier longue durée à 3,6 m³/h est estimée à $7,3 \cdot 10^{-5}$ m²/s.

Tous ces résultats montrent que le puits est implanté dans une zone de forte transmissivité, mais que le cône de rabattement atteint une zone moins perméable après quelques heures de pompage. Il s'agirait d'une couche formée de schistes ou de phyllades ou d'une zone moins fissurée. C'est le schéma hydrogéologique généralement rencontré dans le Dévonien inférieur de l'Ardenne. Ces résultats, indicatifs, montrent également un bon rendement relatif du puits malgré le caractère aquiclude de l'unité hydrogéologique sollicitée et un matériel peu performant en place dans l'ouvrage. Ils reflètent les caractéristiques hydrogéologiques souvent imprévisibles des terrains de l'Eodévonnien de l'Ardenne.

VIII. ZONES DE PRÉVENTION

VIII.1. CADRE LEGAL

Suite au développement économique, les ressources en eaux souterraines sont de plus en plus sollicitées et en même temps soumises à des pressions environnementales qui menacent leur qualité.

Afin de limiter les risques de contamination des captages, des périmètres de prévention doivent être mis en place. La législation wallonne¹ définit quatre niveaux de protection à mesure que l'on s'éloigne du captage : zones de prise d'eau (Zone I), de prévention (Zones IIa et IIb) et de surveillance (Zone III).

Zone de prise d'eau ou zone I

La zone de prise d'eau est délimitée par la ligne située à 10 m des limites extérieures des installations en surface strictement nécessaires à la prise d'eau. A l'intérieur de la zone de prise d'eau, seules les activités en rapport direct avec la production d'eau sont tolérées.

Zones de prévention rapprochée et éloignée ou zones IIa et IIb

L'aire géographique dans laquelle le captage peut être atteint par tout polluant sans que celui-ci ne soit dégradé ou dissous de façon suffisante et sans qu'il ne soit possible de le récupérer de façon efficace, s'appelle la « zone de prévention ».

Une zone de prévention est déterminée en nappe libre. En nappe captive, une telle zone peut être déterminée (à la demande de l'exploitant ou imposée par les autorités régionales).

La zone de prévention d'une prise d'eau souterraine en nappe libre est scindée en deux sous-zones :

- la zone de prévention rapprochée (zone IIa) : zone comprise entre le périmètre de la zone I et une ligne située à une distance de l'ouvrage de prise d'eau correspondant à un temps de transfert de l'eau souterraine jusqu'à l'ouvrage égal à 24 heures dans le sol saturé.

A défaut de données suffisantes permettant de définir la zone IIa selon le critère des temps de transfert, la législation suggère de délimiter la zone IIa par une ligne située à une distance horizontale minimale de 35 mètres à partir des installations de surface, dans le cas d'un puits, et par deux lignes situées à 25 mètres au minimum de part et d'autre de la projection en surface de l'axe longitudinal dans le cas d'une

¹ 12 février 2009 - Arrêté du Gouvernement wallon modifiant le Livre II du Code de l'Environnement constituant le Code de l'Eau en ce qui concerne les prises d'eau souterraine, les zones de prise d'eau, de prévention et de surveillance (M.B. 27.04.2009), Articles R. 154 à R. 158.

galerie. En milieu karstique, tous les points préférentiels de pénétration (dolines et pertes) dont la liaison avec le captage est établie, sont classés en zone IIa.

- la zone de prévention éloignée (zone IIb) : zone comprise entre le périmètre extérieur de la zone IIa et le périmètre extérieur de la zone d'appel de la prise d'eau. Le périmètre extérieur de la zone d'appel de la zone IIb ne peut être situé à une distance de l'ouvrage supérieure à celle correspondant à un temps de transfert de l'eau souterraine jusqu'à l'ouvrage de prise d'eau égal à 50 jours dans le sol saturé.

A défaut de données suffisantes permettant la délimitation de la zone IIb suivant les principes définis ci-avant, le périmètre de cette zone est distant du périmètre extérieur de la zone IIa de :

- 100 mètres pour les formations aquifères sableuses ;
- 500 mètres pour les formations aquifères graveleuses ;
- 1000 mètres pour les formations aquifères fissurées ou karstiques.

Zone de surveillance ou zone III

Une zone de surveillance peut être déterminée pour toute prise d'eau. Cette zone englobe l'entièreté du bassin hydrographique et du bassin hydrogéologique situés à l'amont du point de captage.

Les limites de ces zones peuvent coïncider avec des repères ou des limites topographiques naturelles ou artificielles, rendant leur identification sur le terrain plus aisée.

VIII.2. MESURES DE PROTECTION

Diverses mesures de protection ont été définies par les autorités compétentes pour les différentes zones. Ces mesures concernent notamment l'utilisation et le stockage de produits dangereux, d'engrais ou de pesticides, les puits perdus, les nouveaux cimetières, les parkings,... Elles visent à réduire au maximum les risques de contamination de la nappe. Toutes ces mesures sont décrites aux articles R.162 à R.170 de l'Arrêté du Gouvernement Wallon du 12 février 2009¹.

La Société publique de Gestion de l'Eau² assure la gestion financière des dossiers concernant la protection des eaux potabilisables distribuées par réseaux, par le biais de contrats de service passés avec les producteurs d'eau. Pour financer les recherches

¹ 12 février 2009: AGW modifiant le Livre II du Code de l'Environnement constituant le Code de l'Eau en ce qui concerne les prises d'eau souterraine, les zones de prises d'eau, de prévention et de surveillance (M.B. du 27/04/2009, p.33035).

² SPGE, instituée par le décret du 15 avril 1999

relatives à la délimitation des zones de prévention et indemniser tout particulier ou toute société dont les biens doivent être mis en conformité avec la législation, une redevance de 0,107 € est prélevée sur chaque m³ fourni par les sociétés de distribution d'eau.

La DGO3 met à la disposition du public un site Internet où sont exposées les différentes étapes nécessaires à la détermination des zones de prévention et de surveillance en Région wallonne (<http://environnement.wallonie.be/de/eso/atlas>).

Un autre site a également été développé, permettant grâce à une recherche rapide par commune ou par producteur d'eau, de visualiser, soit la carte et le texte des zones officiellement désignées par arrêté ministériel, soit la carte de chaque zone actuellement soumise à l'enquête publique (http://environnement.wallonie.be/zones_prevention/).

VIII.3. ZONE DE PRÉVENTION REPRISE SUR LA CARTE

Actuellement, aucune zone de prévention n'a été approuvée par arrêté ministériel et reportée sur la carte principale du poster A0 joint à cette notice. De même aucune zone de prévention n'est actuellement à l'enquête.

Par ailleurs, aucune zone de prévention autour des captages des sociétés de distribution d'eau n'est prévue dans le prochain plan quinquennal de la SPGE. Le captage Mine de Longvilly code RW : 60/8/9/001 est bien un captage de distribution publique mais exploité par le Grand-Duché de Luxembourg. C'est une ancienne mine de plomb avec de nombreuses galeries. En tout cas, côté Belgique, il n'y a pas de zone de prévention programmée. Et les contacts de la DESO Marche-en-Famenne avec le syndicat de la conduite d'eau des Ardennes (de GD-Lux.) n'ont pas menés à plus de renseignements sur cette exploitation à ce jour (S. Imerzoukene, communication personnelle).

IX. MÉTHODOLOGIE DE L'ÉLABORATION DE LA CARTE HYDROGÉOLOGIQUE

La réalisation de la carte hydrogéologique de la Wallonie est résumée dans la Figure IX-1. Elle est basée essentiellement sur un travail de synthèse des données existantes provenant de sources multiples et variées. Ces données sont en outre complétées par des campagnes de mesures et de recherches d'information sur le terrain. Les informations récoltées sont ensuite stockées dans une banque de données géorelationnelle "BDHYDRO" qui servira pour la réalisation de la carte hydrogéologique mais aussi pour d'autres utilisations.

Dans le projet cartographique, développé sous ArcGIS-ESRI, toutes les données sont structurées dans une base de données cartographique propre à la carte hydrogéologique. Les couches d'informations (layers) qui composent cette base de données sont élaborées de différentes manières.

En plus de la BDHYDRO, la carte hydrogéologique se compose d'un poster sous format A0 et d'une notice explicative. Le poster représente une carte principale et deux ou trois cartes thématiques, un tableau de correspondance entre les unités hydrogéologiques et les formations géologiques et une ou plusieurs coupes géologiques et hydrogéologiques.

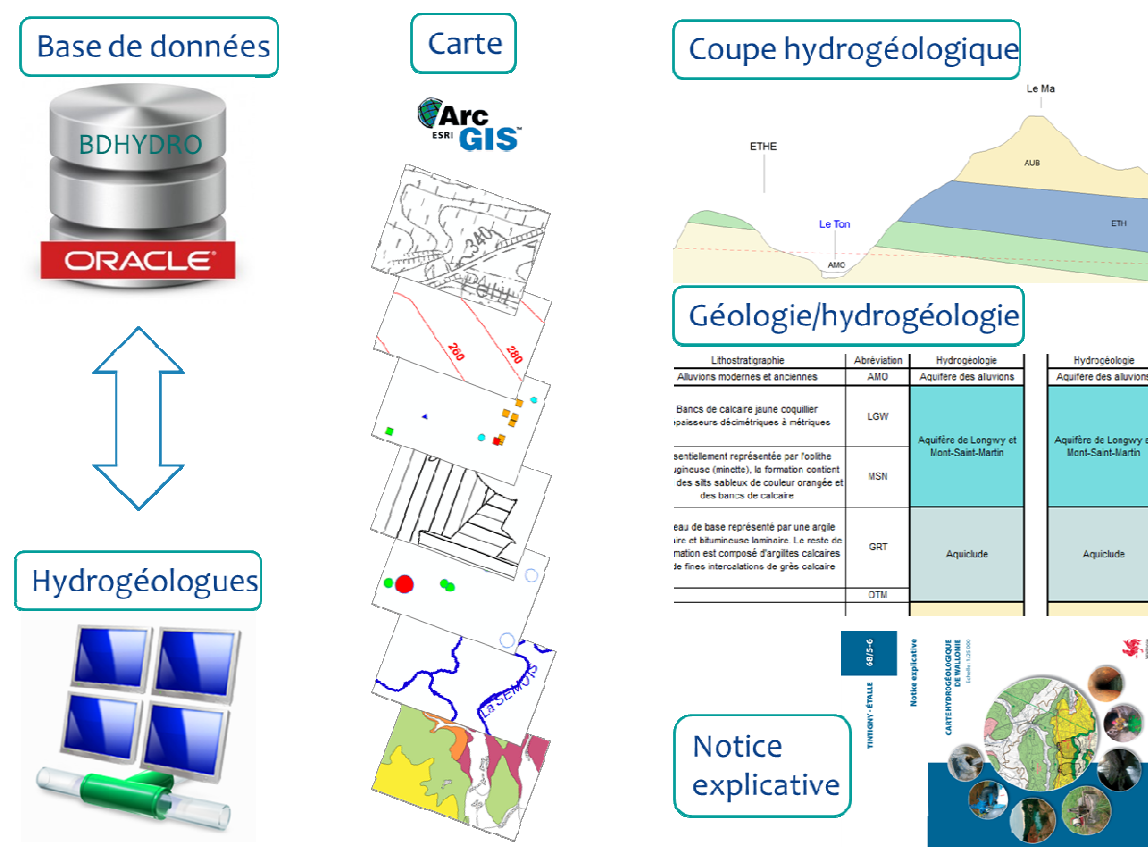


Figure IX-1. Synthèse du projet de la carte hydrogéologique de Wallonie

IX.1. COLLECTE DE DONNÉES

La première étape de la réalisation de la carte hydrogéologique est la collecte de données auprès de différents organismes de Wallonie :

- la base de données des ouvrages d'eau souterraine, Dix-sous, du Service publique de Wallonie, qui fournit des informations, telles que les localisations géographiques, les types d'ouvrages, les propriétaires, les exploitants, les volumes captés, les mesures piézométriques, etc., sur les ouvrages répertoriés ;
- la base de données des analyses physico-chimiques et bactériologiques, Calypso, du Service publique de Wallonie, qui renseigne sur l'aspect qualitatif des eaux souterraines ;
- la Direction des eaux souterraines de la DGO3 - Section de Marche-en-Famenne, où sont regroupées bon nombre d'informations relatives aux prises d'eau recensées en province de Luxembourg ;
- la Société Wallonne de Distribution d'Eau (S.W.D.E.) qui dispose de données hydrogéologiques et hydrochimiques ;
- les archives géologiques et hydrogéologiques du Service géologique de Belgique (S.G.B.) ;
- la DGO3 qui a fourni la couche des zones de prévention, les données de la trame commune (réseau hydrographique, limites des bassins versants, agglomérations ...)
- l'Institut Géographique National (I.G.N.) pour les fonds topographiques, sous licence SPW,
- Le Département des Sciences et Gestion de l'Environnement de l'Université de Liège qui dispose de données hydrogéologiques dans la région ;
- autres (particuliers entre autres).

IX.1.1. Données géologiques

La carte de l'Eodévonien de l'Ardenne et des régions voisines (Asselberghs, 1946) a servi de base pour la réalisation de la carte hydrogéologique, en particulier à la délimitation et la caractérisation des unités hydrogéologiques.

D'autres informations géologiques proviennent des minutes de la carte géologique de la Belgique, Longchamps - Longvilly & Bois Champsart, N°197 au 1/40 000 et de données de sondages disponibles au Service géologique de Belgique. Ces renseignements ont été complétés par des données de forage disponibles dans des rapports d'études techniques

réalisées au sein du Département des sciences et gestion de l'environnement de l'Université de Liège (campus d'Arlon).

IX.1.2. Données hydrogéologiques

IX.1.2.1. Localisation des ouvrages et sources

Dans la base de données, 176 ouvrages recensés en 2013 ont été encodés et reportés sur la carte principale au 1/25 000 du poster A0 (131 puits dont 1 pour la distribution publique d'eau potable, 1 galerie par gravité, 7 drains, 16 sources, 3 pompages d'exhaure de carrière et 18 sondes géothermiques). La localisation de ces ouvrages a été vérifiée sur le terrain et reportée sur la carte principale, en distinguant le type de chaque ouvrage.

Les données proviennent essentiellement de la base de données Dix-sous du Service public de Wallonie, des sociétés de distribution d'eau, notamment la SWDE et les communes.

IX.1.2.2. Données piézométriques

Les dix valeurs disponibles sur la carte Longchamps - Longvilly & Bois Champsart ont été mesurées dans le cadre de la réalisation de la carte hydrogéologique. L'ensemble des mesures piézométriques se rapporte à 10 puits. Par ailleurs, les autres puits n'étaient pas accessibles pour pouvoir effectuer une mesure.

IX.1.3. Données hydrochimiques

La plupart des données hydrochimiques proviennent de la base de données Calypso de la DGO3. Le reste provient des rapports techniques de la SWDE et des rapports d'études hydrogéologiques ou des rapports techniques réalisés au sein du Département des sciences et gestion de l'environnement de l'Université de Liège (Campus d'Arlon) ou tout simplement fourni par les particuliers lors des campagnes sur le terrain.

En 2013, 29 ouvrages caractérisés par au moins une analyse chimique ont été dénombrés sur l'ensemble de la carte Longchamps - Longvilly & Bois Champsart.

- 23 ouvrages caractérisent l'aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur, avec 744 valeurs mesurées, couvrant une période allant de 1994 jusqu'à fin 2011.
- 6 ouvrages caractérisent l'aquiclude à niveaux aquifères de Villé avec 55 valeurs mesurées, couvrant une période allant de 2000 jusqu'à fin 2010.

IX.2. CAMPAGNE SUR LE TERRAIN

Un travail important est mené sur le terrain afin de vérifier, compléter et corriger les données collectées. En effet, les données reçues des administrations sont généralement d'ordre réglementaire (numéro d'exploitation, code du titulaire), avec peu d'informations techniques. Ceci s'applique principalement aux puits des particuliers.

Les tâches les plus importantes sur le terrain consistent en la localisation précise de tous les ouvrages, la mesure piézométrique quand c'est possible et la vérification du type d'ouvrage. En plus de ce travail, d'autres données techniques (équipements des puits, diamètre des forages, etc.) sont également encodées quand elles sont disponibles.

IX.3. MÉTHODOLOGIE DE CONSTRUCTION DE LA CARTE

IX.3.1. Encodage dans une banque de données

Les données collectées et les mesures sur le terrain peuvent être complexes et plus ou moins abondantes. L'exploitation de telles données nécessite une organisation structurée de manière à optimiser leur stockage, leur gestion et leur mise à jour. Ainsi une banque de données hydrogéologiques géorelationnelles a été développée sous Access (Microsoft) (Gogu, 2000 et Gogu *et al.*, 2001). Cette première version de la banque de données *BDHYDRO* a été régulièrement améliorée par les auteurs de la carte en fonction de leurs besoins (Wojda *et al.*, 2005).

Dans un souci d'homogénéité entre les équipes et d'autres institutions (dont l'administration wallonne, DGO3), la banque de données a été révisée. Le but est de créer un outil de travail commun et performant, répondant aux besoins des spécialistes impliqués dans la gestion des eaux souterraines. Les données hydrogéologiques dispersées géographiquement sont actuellement disponibles dans une seule base de données centralisée sous Oracle.

Par ailleurs, le travail cartographique proprement dit a été précédé par le développement d'une base de données cartographique dans ArcGIS (ESRI®). Cette base de données a été structurée pour répondre au schéma de la version papier du poster sous format A0. Ainsi l'ensemble des couches d'informations qui composent le projet de la carte hydrogéologique est stocké selon un modèle unique. Les buts sont multiples :

- assurer l'uniformité de la structure des données dans les différentes tables attribuées respectivement à chaque couche pour toutes les cartes. Sachant que la réalisation de celles-ci est assurée par quatre équipes hydrogéologiques différentes, ce souci d'uniformisation est très légitime,

- La présentation continue entre des cartes voisines peut nécessiter l'utilisation de plusieurs couches équivalentes. Cette opération n'est possible que si les couches concernées ont une même structure. Ce type de présentation est intéressant dans le cas des zones situées sur plusieurs cartes telles que les communes, les zones de prévention, etc.

IX.3.2. Construction de la carte hydrogéologique

Les couches d'information qui composent une carte hydrogéologique sont intégrées au projet cartographique par différentes manières :

1. Les zones de prévention et la trame commune sont ajoutées au projet sans modification, sauf pour la localisation des agglomérations qu'il a fallu corriger. La trame commune comporte des données hydrographiques et d'infrastructures (réseau hydrographique, berges, bassins versants et lacs, réseau routier et autoroutier) et administratives (localités, frontières, etc.). Par ailleurs, les fonds IGN sont simplement importés dans le projet cartographique et représentées sur la carte principale à 1 : 25 000. Comme c'est un ancien fond géologique (1946) qui a servi à délimiter les unités hydrogéologiques, c'est l'ancien fond topographique qui est utilisé pour la carte Longchamps - Longvilly & Bois Champsart. L'utilisation du nouveau fonds IGN peut amener des décalages repérables sur la carte (alluvions sur les flancs de vallées, ...).
2. Le fond géologique vectorisé servira de base pour la réalisation de la couche des *unités hydrogéologiques* et de la couche de la *couverture des nappes*. En l'absence d'une carte géologique plus récente, c'est la carte de l'Eodévonien de l'Ardenne et des régions voisines (Asselberghs, 1946) qui est adoptée pour réaliser la carte hydrogéologique de Longchamps - Longvilly & Bois Champsart. Cette carte a les avantages d'être plus précise que les fonds géologiques plus anciens et de couvrir l'entièreté de la carte. De plus, sa subdivision lithostratigraphique est plus proche de la nouvelle nomenclature du Dévonien inférieur (Godefroid, *et al.*, 1994) utilisée dans le cadre du projet de réalisation de la carte géologique de Wallonie.

La lithologie des formations géologiques présentes sur la carte ne permet pas d'identifier de véritables aquifères. Les unités hydrogéologiques ont été définies en tenant compte principalement de la fréquence et de l'épaisseur des bancs gréseux et quartzitiques, sur base des descriptions lithostratigraphiques.

Sur la carte des unités hydrogéologiques figurent les unités à l'affleurement. Une bonne compréhension de cette carte doit tenir compte de la coupe hydrogéologique ainsi que du tableau de correspondance entre les formations géologiques et les unités hydrogéologiques. L'ensemble des unités hydrogéologiques, définies en Wallonie dans

le cadre du projet carte des eaux souterraines, est inventorié dans un tableau récapitulatif avec le nom et la couleur respectifs de chaque unité.

Le type de la couverture d'une nappe est déterminé sur base de la lithologie des formations géologiques qui affleurent sur la carte géologique. Ainsi les nappes présentes dans l'aquiclude du Dévonien inférieur sont considérées être protégées par une couverture imperméable. Les nappes de l'aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur et de l'aquiclude à niveaux aquifères de Villé sont considérées être sous une couverture semi-perméable.

3. Les données ponctuelles, encodées dans la BDHYDRO (base de données hydrogéologiques), sont extraites par carte. Dans cette catégorie, il y a les points hydrogéologiques, les points nappes, les cotes piézométriques ponctuelles, les mesures (chimie, pompage, traçage et diagraphie), les volumes prélevés sur une année, les stations (climatiques) et les zones de prévention à définir
4. D'autres couches d'informations géographiques n'ont pas pu être créées et ajoutées dans le projet cartographique :
 - **Cas des isopièzes** : Sur la carte de Longchamps - Longvilly & Bois Champsart, il n'y a pas assez de points de mesures piézométriques. En outre, une unité hydrogéologique donnée, en Ardenne est en fait composée de plusieurs nappes superposées souvent indépendantes. Par conséquent, il est très difficile de relier les puits entre eux en raison de la structure plissée et faillée du sous-sol. En effet, la nouvelle carte géologique de Wallonie identifie de nombreuses failles qui n'existent pas sur la carte d'Asselberghs. Dans beaucoup de cas, ces failles cloisonnent les nappes, rendant la piézométrie discontinue. Alors, par prudence, il est préférable ne pas tracer d'isopièzes sur cette carte où seules des cotes ponctuelles sont présentées avec la mention de la date de la mesure.
 - **Cas des isohypses** : Comme dans le cas des isopièzes, la structure plissée et faillée du sous-sol et les données insuffisantes du toit ou du substratum des unités hydrogéologiques présents ne permettent pas de tracer des isohypses sur la carte Longchamps - Longvilly 60/7-8 & Bois Champsart 61/5.

X. BIBLIOGRAPHIE

Antun, P., 1971. Le prolongement de la zone métamorphique de Bastogne au Grand-Duché de Luxembourg. *Annales de la Société Géologique de Belgique*, t. 94, pp. 153-163.

Asselberghs, E., 1946. L'Eodévonien de l'Ardenne et des régions voisines. *Mem. Inst. Géolog. Univ. Louvain*, t. XIV, pp. 111-123.

Asselberghs, E., 1954. L'Eodévonien de l'Ardenne. In : *Fourmarier et collaborateurs, Prodrome d'une description géologique de la Belgique*, chap. 3, pp. 83-117.

Beugnies, A., 1986a. L'aire anticlinale de l'Ardenne dans la région de Bastogne. *Aardkundige Mededelingen*, 3, pp. 31-44.

Beugnies, A., 1986b. Le métamorphisme de l'aire anticlinale de l'Ardenne. *Hercynia*, II/1 : pp. 17-33.

Bouezmarni, M., Denne, P. et Debbaut, V., 2006 (1^{ère} version non éditée). Carte hydrogéologique de Wallonie 1/25 000. 65/3-4, Bastogne - Wardin et 65/7-8 Fauvillers - Romeldange, Notice explicative. 51 p.

Boulvain, F. et Pingot, J.L., 2013. Une introduction à la Géologie de la Wallonie. <http://www.ulq.ac.be/geolsed/geolwal/geolwal.htm>, consulté en 2013.

Brühl, H., 1966. Ein beitrage zur Geologie der Siegener Schichten im Gebiet von Laroche-Bastogne-Houffalize (Ardennen). *Geologische Mitteilungen*, 5/4, pp. 301-376.

Calembert, L. et Monjoie, A., 1973. Observations sur les nappes aquifères de fissures dans le promontoire Meuse-Ourthe, in Mémoires C.E.R.E.S., hors série (hommage à R. Spronck), Université de Liège, pp. 97-108.

Castany, G. 1998. Hydrogéologie, principes et méthodes, Dunod, 236 p

Castany, G. ; Margat, J. 1977. Dictionnaire français d'hydrogéologie, Editions du BRGM

Debbaut, V., 2001. Abattoir de Bastogne, demande d'autorisation de prise d'eau pour un puits tubé. Rapport sur l'essai de pompage. 5 p.

Dejhonge, L., 2012. Carte géologique Amberloup - Flamierge 60/5-6, Notice explicative. 67 p.

Dejhonge, 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 : pp. 196-205.

Derycke, F., Laga, P.G. et Ney Bergh, H., 1982. Bilan des ressources en eau souterraine de la Belgique. Commission des Communautés Européennes. Service de l'Environnement et

de la Protection des consommateurs, CECA, CEE, CEEA, Bruxelles-Luxembourg, Th. Schäfer GmbH, 260 p.

Godefroid, J., Blicck, A., Bultynck, P., Dejonghe, L., Gerrienne, P., Hance, L., Meilliez, F., Stainier, P. et 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)*. Mem. Expli. Carte géolog. Minières Belgique, 38: 144 p., Bruxelles.

Gogu, R.C., 2000, Advances in groundwater protection strategy using vulnerability mapping and hydrogeological GIS databases. Thèse de doctorat, LGIH, Fac. Sciences Appliquées, Université de Liège., non publié.

Gogu R.C., Carabin G., Hallet V., Peters V. and Dassargues A., 2001. GIS-based hydrogeological database and groundwater modelling. *Hydrogeology Journal*, 9, pp. 555-569

Jongmans, D. et Cosgrove, J.W., 1994. Observations structurales dans la région de Bastogne . *Annales de la Société Géologique de Belgique*, t. 116, pp. 129-136.

Hanson, A., Debbaut, V. et Denne, P., 2005. Prises d'eau « Benonchamps Puits P1 », « Bras Source 1 » et « Bras Source 2 ». Détermination des zones de prévention. Rapport technique, 5 p. + annexes.

Leblanc, E., 1923. Le contour oriental de l'anticlinal de Bastogne et ses relations avec le flanc sud de l'anticlinal de Stavelot. *Mem. Inst. Géolog. Univ. Louvain*, t. 2, pp. 289-396.

Marchal, R., 2001. Rapport de pompage, Euro Locks s.a. Coriolis, 7 p.

Meus, P. et Marchal, R., 1999. Pompage d'essai de deux puits (P1 et P2) sur le site Euro-Locks à Bastogne, *Geologica s.a.* Rapport E207, 16 p.

Moerynck, R., 1984. La mine de plomb de Longvilly, *Cercle d'histoire de Bastogne*, 79 p.

Pfannkuch, H-O., 1990. Elsevier's Dictionary of Environmental Hydrogeology, ed. *Elsevier*.

SPW-DGO3, 2014. Etat des nappes d'eau souterraine de Wallonie. Edition : Service public de Wallonie, DGO 3 (DGARNE), Belgique. Dépôt légal D/2014/11802/11 - ISBN 978-2-8056-0142-2

Stainier, X. 1896. Carte géologique de la Belgique. Longchamps - Longvilly & Bois Champsart. N°209 (planchettes 1/10.000^{ème} 55/7 et 55/8 de la carte topographique) à l'échelle de 1/40 000.

UNESCO – OMM 1992. *Glossaire International d'Hydrologie*.

Wojda, P., Dachy, M., Popescu, I.C., Ruthy, I. & Gardin, N., Brouyère, S. et Dassargues, A., 2005. Appui à la conception de la structure, à l'interfaçage et à

l'enrichissement de la base de données hydrogéologiques de la Région wallonne, convention subsidiée par le Service public de Wallonie, DGARNE – Université de Liège.

XI. ANNEXES

XI.1. LISTE DES PRINCIPALES ABRÉVIATIONS

ArGEnCO	Université de Liège, Département ArGEnCO, GEO-Hydrogeology, Bâtiment B52/3, niveau -1, Sart-Tilman, B-4000 Liège Belgique
DGO3	Direction générale opérationnelle Agriculture, Ressources naturelles et Environnement (DGO3) : Direction des eaux souterraines et Direction de la Coordination des données Avenue Prince de Liège 15 - B-5100 Jambes, Belgique
S.P.W.	Service Public de Wallonie
AGW	Arrêté Gouvernement Wallon
SPGE	Société Publique de Gestion de l'Eau
SWDE	Société Wallonne de Distribution de l'Eau
I.G.N.	Institut Géographique National Abbaye de la Cambre 13 à 1000 Bruxelles
I.R.M.	Institut Royal Météorologique, Section Climatologie. Avenue Circulaire, 3 à 1180 Bruxelles
S.G.B.	Service géologique de Belgique. Rue Jenner 13 à 1000 Bruxelles

XI.2. LISTE DES FIGURES

Figure I-1 . Localisation de la carte de Longchamps - Longvilly 60/7-8 & Bois Champsart 61/5.....	9
Figure II-1. Photo du paysage de plateau dominant sur la carte de Longchamps - Longvilly 60/7-8 & Bois Champsart 61/5.	12
Figure II-2. Carte hydrographique de Longchamps - Longvilly & Bois Champsart.....	13
Figure II-3. Evolution mensuelle des débits de l'Ourthe orientale observés pendant la période 2011-2013 à la station limnimétrique L5930 Houffalize du Service Public de Wallonie (SPW) –Direction des cours d'eau non navigables.....	15
Figure II-4. Evolution mensuelle des débits de la Sûre observés pendant la période 2011-2013 à la station limnimétrique L5610 - Martelange du Service Public de Wallonie (SPW) –Direction des cours d'eau non navigables.	15
Figure III-1. Schéma paléogéographique du nord-ouest de l'Europe au Dévonien inférieur. Source : http://www2.ulg.ac.be/geolsed/geolwal/geolwal.htm	16
Figure III-2. Transect Nord-Sud dans les Synclinoria de Dinant et de Neufchâteau, durant le dépôt du Dévonien inférieur (Boulvain et Pingot, 2013).....	17
Figure III-3. Extrait de la carte géologique de l'Eodévonien de l'Ardenne et des régions voisines (Asselberghs, 1946).....	19
Figure IV-1. Localisation de la carte Longchamps - Longvilly & Bois Champsart (encadré) au niveau des masses d'eau souterraine en Wallonie.....	27
Figure IV-2. Schéma hydrogéologique simplifié de l'Eodévonien de l'Ardenne	27
Figure IV-3. Plan et coupe de la mine de Longvilly au lieu-dit « La Mine » (Moerynck, 1984).....	34
Figure V-1. Paramètres physicochimiques des eaux souterraines sur la carte de Longchamps - Longvilly & Bois Champsart.....	38
Figure V-2. Teneurs en nitrate dans les eaux souterraines sur la carte de Longchamps - Longvilly & Bois Champsart.....	40
Figure VII-1. Schéma simplifié de la couverture des nappes d'eau souterraine dans l'Eodévonien inférieur de l'Ardenne.	43
Figure VII-2. Localisation des ouvrages avec essai de pompage au voisinage de la carte de Longchamps - Longvilly & Bois Champsart	46
Figure IX-1. Synthèse du projet de la carte hydrogéologique de Wallonie.....	52

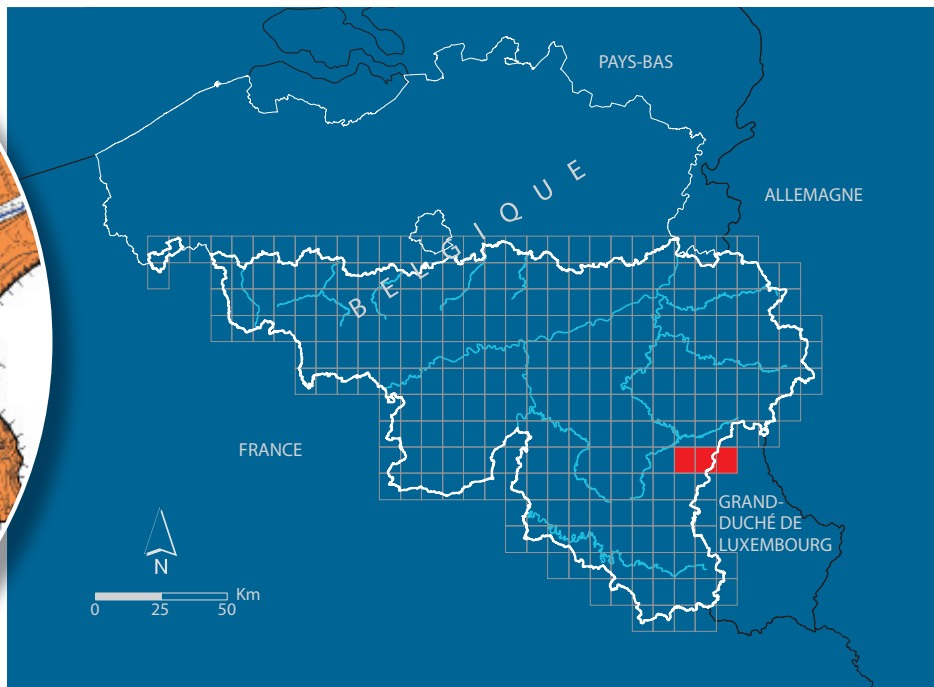
Liste des tableaux

Tableau III-1. Corrélations stratigraphiques de l'Eodévonien. La géologie la carte Longchamps - Longvilly & Bois Champsart 60/7-8 & 61/5 est encadrée	21
Tableau IV-1 : Tableau de correspondance géologie – hydrogéologie de la carte de Longchamps - Longvilly & Bois Champsart.....	31
Tableau V-1. Composition minéralogique indicative des eaux souterraines sur la carte de Longchamps - Longvilly & Bois Champsart	39
Tableau VI-1. Exploitation moyenne 2008-2012 des eaux souterraines sur la carte Longchamps - Longvilly & Bois Champsart.....	42
Tableau VII-1 : Valeurs du coefficient de perméabilité en fonction de la granulométrie (Castany, 1998)	45

Tableau VII-2. Les valeurs de transmissivité dans la région proche de la carte de Longchamps - Longvilly & Bois Champsart (Bouezmarni et al., 2006).....45

XI.3. COORDONNÉES GÉOGRAPHIQUES DES OUVRAGES CITÉS DANS LA NOTICE

Nom	X, m	Y, m
ABATTOIR	247200	78210
CHAMPS ROUETTE D1	242670	79490
ECONVAL D1	244240	85500
HORRITINE	253325	81760
L5610 - MARTELANGE	248595	58934
L5930 – Houffalize	251735	91991
LES AFFREUX	242720	78640
MICHAMPS-SOURCE	252832	82224
MINE DE LONGVILLY	256500	80990
PONT SOQUETTE-PUITS MICHAMPS	252860	82240
PUITS "BIZORY"	248690	79030
PUITS à BIZORY	249750	80060
PUITS à BOURCY	253325	84280
PUITS à BURET (19)	256930	86050
PUITS ANDRE MEUNIER à HARDIGNY	252275	86773
PUITS CHOFFRAY à MONAVILLE	245509	83297
PUITS CLESSE ET MARON	245860	79850
PUITS GARAGE ZUNE à BASTOGNE	248232	80890
PUITS GASPARD	242178	83129
PUITS HARTMAN à LONGVILLY	253050	84030
PUITS HIFFE MARIE-CHRISTINE	246090	86770
PUITS JEAN-CLAUDE CRAVATTE à BERTOGNE	246016	86926
PUITS LENFANT-CONRARD à WICOURT	250671	87962
PUITS LEPAGE	242873	86658
PUITS LHERMITHE	245950	86240
PUITS MICHEL BASTIN	248167	87918
PUITS MOSTADE	250218	85652
PUITS N° 2 ROBERT HARTMAN à BOURCY	252244	84220
PUITS NEU	255085	87424
PUITS PAUL LAMBERT à COMPOGNE	246360	87050
PUITS POCHET	243105	84235
PUITS RIGAUX	249562	84614
PUITS STATION D'EPURATION AIVE à BASTOGNE	247630	78350
PUITS STILMANT	252384	81765
PUITS URBAIN-GIRS à MAGERET	251138	79126
RACHAMPS - PUIITS	251350	86630
RUX DES BUISSONS-PUITS JACOBY	254846	86624
WARDIN - PUIITS	249760	79525
WARDIN - PUIITS NEFFE	248420	78310



SPW | Éditions, CARTES

Dépôt légal : D/2014/12.796/10 – ISBN : 978-2-8056-0163-7

Editeur responsable : José RENARD, DGO 3,
15, Avenue Prince de Liège – 5100 Jambes (Namur) Belgique

N° Vert du SPW : 1718 (Appel gratuit) - www.wallonie.be