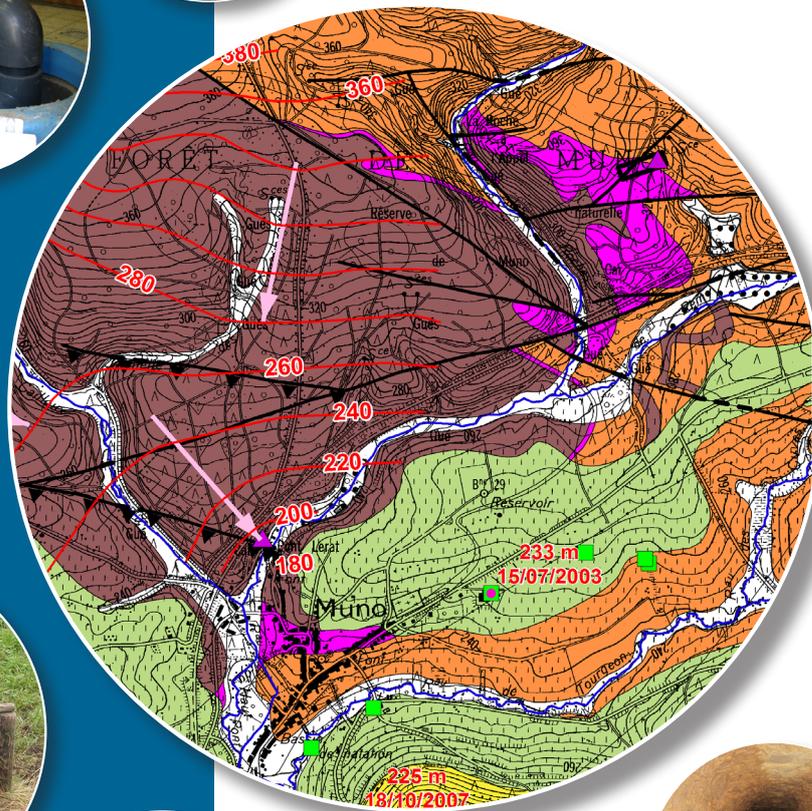


Notice explicative

**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 Bouillon – Dohan, Muno



BOUILLON – DOHAN

67/1-2

MUNO

67/6

Mohamed **BOUEZMARNI**, Isabelle **BELANGER**, Pierre **GHYSEL**, Alain **HANSON** et
Vincent **DEBBAUT**

Université de Liège – Campus d’Arlon
Avenue de Longwy, 185 – B-6700 Arlon (Belgique)



NOTICE EXPLICATIVE

2018

Première version : Février 2005
Actualisation partielle : Décembre 2017

Dépôt légal - D/2017/12.796/9 - ISBN : 978-2-8056-0233-7

SERVICE PUBLIC DE WALLONIE

**DIRECTION GENERALE OPERATIONNELLE DE L'AGRICULTURE,
DES RESSOURCES NATURELLES
ET DE L'ENVIRONNEMENT
(D GARNE-DGO 3)**

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

AVANT-PROPOS	4
I. INTRODUCTION	5
II. CADRES GEOGRAPHIQUE, GEOMORPHOLOGIQUE ET HYDROGRAPHIQUE	7
II.1. BASSIN DE LA SEMOIS	9
II.2. BASSIN DE LA CHIERS	10
III. CADRE GEOLOGIQUE	11
III.1. CADRE GEOLOGIQUE GENERAL.....	11
III.2. GEOLOGIE REGIONAL	14
<i>III.2.1. Cadre lithostratigraphique</i>	<i>15</i>
III.2.1.1. Paléozoïque.....	16
III.2.1.1.1. Groupe de Revin (REV).....	16
III.2.1.1.2. Formation de Fépin (FEP)	17
III.2.1.1.3. Formation de Mondrepuis (MON).....	17
III.2.1.1.4. Formation d'Oignies (OIG).....	18
III.2.1.1.5. Formation de Saint-Hubert (STH)	18
III.2.1.1.6. Formation de Mirwart (MIR).....	18
III.2.1.1.7. Formation de Villé (VIL)	19
III.2.1.1.8. Altérites	19
III.2.1.2. Mésozoïque	20
III.2.1.2.1. Formation de Jamoigne (JAM)	20
III.2.1.2.2. Formation de Luxembourg (LUX).....	20
III.2.1.3. Cénozoïque.....	20
III.2.1.3.1. Alluvions anciennes (ALA).....	20
III.2.1.3.2. Alluvions modernes (AMO).....	20
III.2.1.3.3. Dépôts tourbeux (TRB)	21
<i>III.2.2. Cadre structural</i>	<i>21</i>
III.2.2.1. Les plis	21
III.2.2.2. Les failles	21
IV. CADRE HYDROGEOLOGIQUE	24
IV.1. HYDROGEOLOGIE REGIONALE	24
<i>IV.1.1. Zone ardennaise</i>	<i>24</i>
IV.1.1.1. Aquifère du manteau d'altération	26
IV.1.1.2. Aquifère profond.....	26
IV.1.1.3. Remarque générale	27
<i>IV.1.2. Zone lorraine</i>	<i>27</i>
IV.2. HYDROGEOLOGIE LOCALE	28
<i>IV.2.1. Description des unités hydrogéologiques</i>	<i>31</i>
IV.2.1.1. Aquitard à niveaux aquifères du socle cambro- silurien	31
IV.2.1.2. Aquifère de Fépin.....	31

IV.2.1.3. Aquiclude du Dévonien inférieur	32
IV.2.1.4. Aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur	32
IV.2.1.4.1. Formation de Saint-Hubert.....	32
IV.2.1.4.2. Formation de Mirwart.....	32
IV.2.1.5. Aquiclude à niveaux aquifères de Villé.....	33
IV.2.1.6. Aquiclude à niveaux aquifères de Jamoigne.....	33
IV.2.1.7. Aquifère des grès calcaires de Florenville.....	33
IV.2.1.8. Aquifère des terrasses fluviales	34
IV.2.1.9. Aquifère alluvial.....	34
IV.2.1.10. Aquifère des tourbes	35
IV.2.2. Phénomènes karstiques.....	35
IV.2.3. Piézométrie.....	36
IV.2.4. Caractère des nappes	40
IV.2.5. Coupes hydrogéologiques.....	41
V. HYDROCHIMIE.....	44
V.1. PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUES	44
V.1.1. Conductivité.....	44
V.1.2. pH.....	45
V.1.3. Caractéristiques minérales.....	45
V.1.4. Nitrates.....	47
V.1.5. Caractéristiques bactériologiques.....	48
VI. EXPLOITATION DES AQUIFERES	50
VI.1. VOLUMES PRELEVES POUR LA DISTRIBUTION PUBLIQUE D'EAU POTABLE	53
VI.2. AUTRES VOLUMES PRELEVES	54
VII. PARAMETRES D'ECOULEMENT ET DE TRANSPORT.....	55
VIII. ZONES DE PREVENTION	59
VIII.1. CADRE LEGAL	59
VIII.1.1. Zone de prise d'eau ou zone I.....	59
VIII.1.2. Zones de prévention rapprochée et éloignée ou zones IIa et IIb.....	60
VIII.1.3. Zone de surveillance ou zone III.....	61
VIII.1.4. Mesures de protection.....	61
VIII.2. ZONES DE PREVENTION REPRISES SUR LA CARTE	62
VIII.2.1. Zones de prévention arrêtées.....	62
VIII.2.2. Zones de prévention à définir.....	65
IX. METHODOLOGIE D'ELABORATION DE LA CARTE HYDROGEOLOGIQUE.....	66
IX.1. COLLECTE DE DONNEES	67
IX.1.1. Données géologiques.....	68
IX.1.2. Données hydrogéologiques.....	68

IX.1.2.1. Localisation des ouvrages et sources.....	68
IX.1.2.2. Données piézométriques.....	68
<i>IX.1.3. Données hydrochimiques.....</i>	<i>69</i>
IX.2. CAMPAGNE SUR LE TERRAIN.....	69
IX.3. METHODOLOGIE DE CONSTRUCTION DE LA CARTE.....	70
<i>IX.3.1. Base de données hydrogéologiques.....</i>	<i>70</i>
<i>IX.3.2. Construction de la carte hydrogéologique.....</i>	<i>70</i>
X. BIBLIOGRAPHIE.....	73
XI. ANNEXES.....	77
XI.1. ANNEXE 1 : LISTE DES PRINCIPALES ABREVIATIONS.....	77
XI.2. ANNEXE 2 : TABLE DES ILLUSTRATIONS.....	78
<i>XI.2.1. Liste des figures.....</i>	<i>78</i>
<i>XI.2.2. Liste des tableaux.....</i>	<i>79</i>
XI.3. ANNEXE 3 : COORDONNEES GEOGRAPHIQUES DES OUVRAGES.....	80

AVANT-PROPOS

La carte hydrogéologique de Bouillon - Dohan & Muno 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 : l'Université 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 Bouillon - Dohan & Muno, réalisée en février 2006 par M. Bouezmarni et supervisée, au sein du Département des Sciences et Gestion de l'Environnement, par V. Debbaut. Le projet a été partiellement actualisé en septembre 2018 par M. Bouezmarni, I. Belanger, P. Ghysel, A. Hanson et V. Debbaut. La carte est accessible sur Internet¹.

Les auteurs de la carte hydrogéologique 67/1-2 & 67/6 tiennent à remercier plusieurs personnes. Céline Vanneste, coordinatrice technique du Programme de révision de la Carte géologique de Wallonie (SPW), pour la mise à disposition du nouveau fond géologique. Eric Goemaere nous a permis d'accéder aux archives hydrogéologiques disponibles au SGB et nous a communiqué des documents bibliographiques forts intéressants. Eric Urbain nous a accueilli à la Direction des Eaux Souterraines – Service extérieur de Marche-en-Famenne et a mis à notre disposition les dossiers de captages d'eau souterraine de la zone étudiée. Ces données ont permis de compléter les informations reçues du SPW et de mieux préparer les campagnes de terrain. George Arnould et Alexandre Dekeyser de l'entreprise de forage Arnould ont eu l'amabilité de nous transmettre de nombreuses notes de forage. Ces notes comprennent des descriptions lithologiques détaillées des terrains rencontrés, des données d'équipements de puits, des niveaux statiques des nappes et d'autres remarques intéressantes. Madame Gonthier et Ghislain Collignon de l'AIVE, nous ont permis de consulter plusieurs dossiers de captages et transmis une série de données. Sylvie Roland de l'Université de Mons et Pierre Nogaredo de la Direction des Eaux souterraines, DGO3 du SPW, pour leurs lectures minutieuses des documents et pour leurs remarques et leurs suggestions pertinentes. Tous sont vivement remerciés ainsi que tous ceux qui, de près ou de loin, ont participé à la réalisation de cette carte, en particulier Catherine Heyman (Arlon Campus Environnement).

L'ensemble des données utilisées pour la réalisation de la carte a été remis à la Direction Générale opérationnelle Agriculture, Ressources naturelles et Environnement (DGO3) du Service Public de Wallonie (SPW).

¹ http://environnement.wallonie.be/cartosig/cartehydrogeo/cartes_notices.htm

I. INTRODUCTION

La carte hydrogéologique de Bouillon-Dohan 67/1-2 & Muno 67/6 couvre une zone frontalière située à l'extrême nord-ouest de la Lorraine belge, au sud de la Belgique (Figure I.1). Cette zone couvrant une superficie d'environ 152 km² est majoritairement située en Ardenne, la partie lorraine étant réduite à une dizaine de kilomètres carrés dans l'extrême sud de la carte.

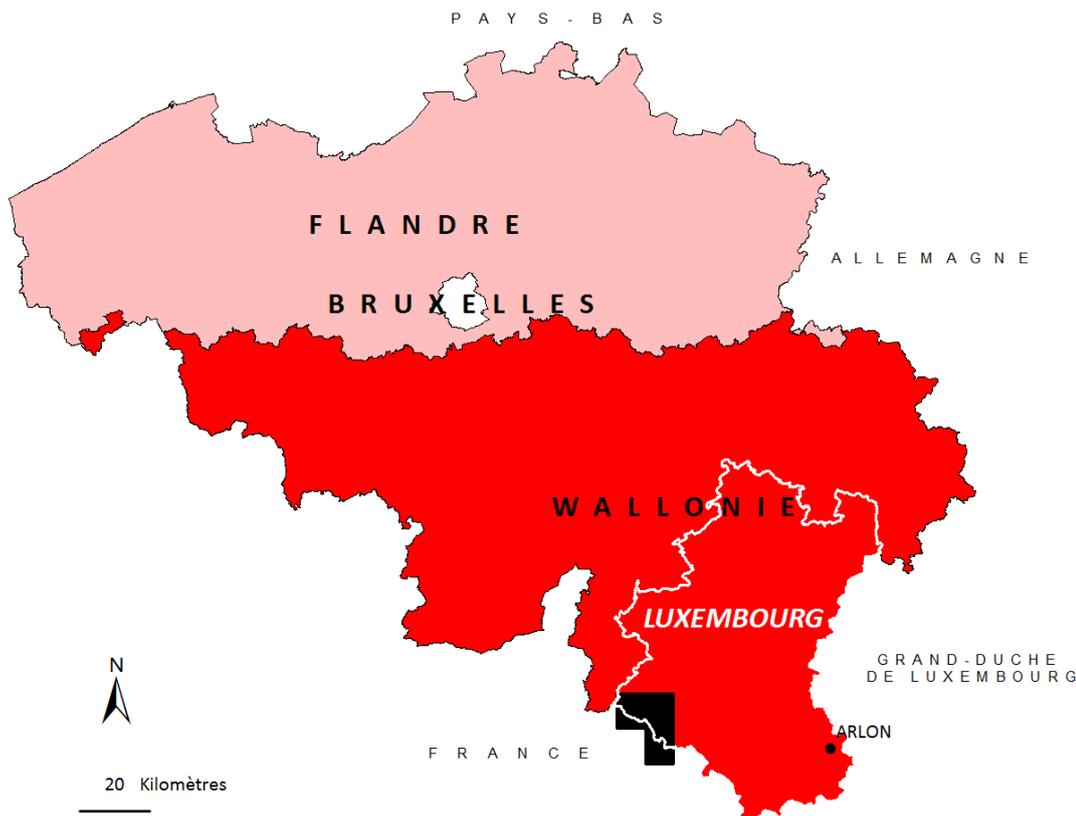


Figure I.1 : Localisation de la carte Bouillon - Dohan 67/1-2 & Muno 67/6.

La carte hydrogéologique est basée sur la carte géologique de Wallonie Bouillon - Dohan 67/1-2 & Muno 67/6 (*Belanger et Ghysel, 2017*).

A l'exception des alluvions qui tapissent le fond des vallées et de quelques dépôts de tourbes, la géologie de la partie ardennaise est constituée essentiellement de schistes et de phyllades à passages quartzitiques d'âge paléozoïque. Ces terrains ont été très plissés et accidentés pendant l'orogénèse calédonienne et/ou hercynienne. La partie lorraine est formée par la couverture mésozoïque, caractérisée par la superposition d'une couche supérieure sablo-gréseuse et d'une couche inférieure marneuse à passages calcaires. Les couches de la couverture sont relativement tabulaires et légèrement inclinées vers le SSO.

Vu la lithologie des terrains ardennais et à l'exception de la Formation de Fépin, aucune autre formation géologique du Paléozoïque de cette région ne peut constituer un véritable aquifère. Cependant, des potentiels hydrogéologiques intéressants peuvent être localement présents. Leur importance dépend de la fréquence et de l'épaisseur des bancs

quartzitiques et du degré de la fissuration des roches. Ces formations sont ainsi classées en aquicludes, aquicludes à niveaux aquifères ou aquitards à niveaux aquicludes. Dans la partie lorraine, le principal aquifère est celui de Florenville, qui est contenu dans la Formation de Luxembourg.

La perméabilité dans les aquifères du manteau d'altération des terrains paléozoïques et dans l'aquifère de Florenville est de type mixte en général, avec éventuellement des écoulements localement très rapides, caractéristiques d'un milieu fissuré accentué. Par contre dans le socle sain, la perméabilité est exclusivement de type fissuré, l'écoulement étant nettement favorisé dans les bancs gréseux et/ou quartzitiques fracturés.

La notice commence par un bref aperçu géographique, géomorphologique et hydrographique qui sera suivi de la 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 lithostratigraphique seront systématiquement présentées dans le cadre de la géologie locale de la carte de Bouillon - Dohan & Muno 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 géologique de Wallonie Bouillon - Dohan 67/1-2 & Muno 67/6 (*Belanger et Ghysel, 2017*).

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. CADRES GEOGRAPHIQUE, GEOMORPHOLOGIQUE ET HYDROGRAPHIQUE

La carte hydrogéologique de Bouillon-Dohan & Muno couvre une région située au sud de la Belgique, dans l'extrême nord-ouest de la Lorraine belge. Elle est bordée au sud-ouest par la frontière franco-belge.

La région est peu peuplée, avec comme principales agglomérations la ville de Bouillon et des villages tels que Les Hayons, Dohan, Noirefontaine, Corbion et Poupehan qui occupent les plaines alluviales de la Semois. D'autres comme Sensenruth et Ucimont se dressent sur le plateau près des sources de ruisseaux. La commune de Bouillon compte environ 5500 habitants (en 2012). Dans la partie sud de la carte se trouve le village de Muno. Les voies de communication principales sont la nationale N89 et la nationale N83. La première relie la ville de Bouillon à l'autoroute E411 et à la ville de Sedan en France ; la seconde la relie à la ville d'Arlon via Florenville. D'autres voiries secondaires relativement peu denses, telles que les routes N810, N816, N828 et N865, lient les différents villages entre eux et au réseau routier national (Figure II.1).

La plus grande partie de la carte est couverte par le socle paléozoïque de l'Ardenne et son extrémité sud est occupée par la couverture mésozoïque de la Lorraine belge qui fait partie du bassin de Paris. Le paysage de la région reflète bien ce contraste géologique.

Les sols dédiés aux cultures saisonnières et autres sont restreints à la partie lorraine de la carte (sud) et autour de quelques localités, principalement dans certaines parties de la plaine alluviale de la Semois (Figure II.1). La partie ardennaise est presque exclusivement forestière (feuillus, résineux ou mixte) (Figure II.2).

La Semois, avec ses impressionnants méandres, a modelé profondément un relief très tourmenté et escarpé, avec ses pentes rudes et parfois vertigineuses, laissant apparaître de nombreux affleurements rocheux (Avril, 1989). La vallée est incisée profondément par de nombreux ruisseaux affluents. Les altitudes varient de 440 m à l'extrême est de la carte à 190 m quand la Semois quitte par le nord-ouest.

La partie lorraine, par contre, s'ouvre sur une légère dépression marneuse caractérisée uniformément par des pâtures (Avril, 1969). Plus au sud, se trouve le prolongement de la cuesta sinémurienne (crête asymétrique), culminant jusqu'à 400 m d'altitude (hors carte), qui s'étend sous forme d'une crête boisée de Muno à Tintigny via Florenville (hors carte). Cette zone plus sableuse est vouée principalement à la culture.

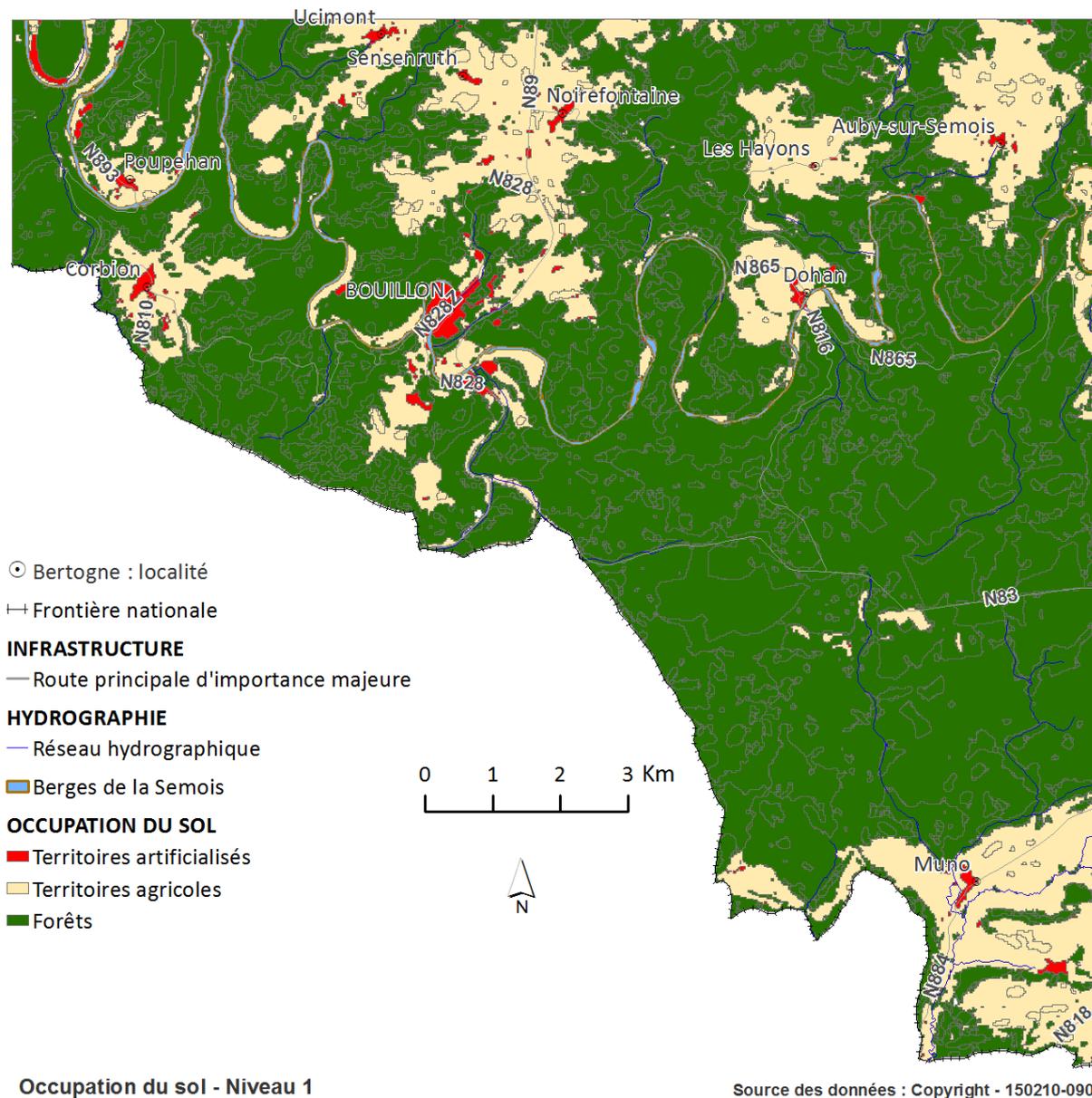


Figure II.1 : Carte d'occupation du sol



Figure II.2 : Photo du paysage dominant sur la carte de Bouillon - Dohan & Muno, photo prise à proximité de Bouillon (photo D. Plun)

Les deux principaux bassins hydrographiques présents sur la carte de Bouillon-Dohan & Muno sont le bassin de la Semois et le bassin de la Chiers (Figure II.3).

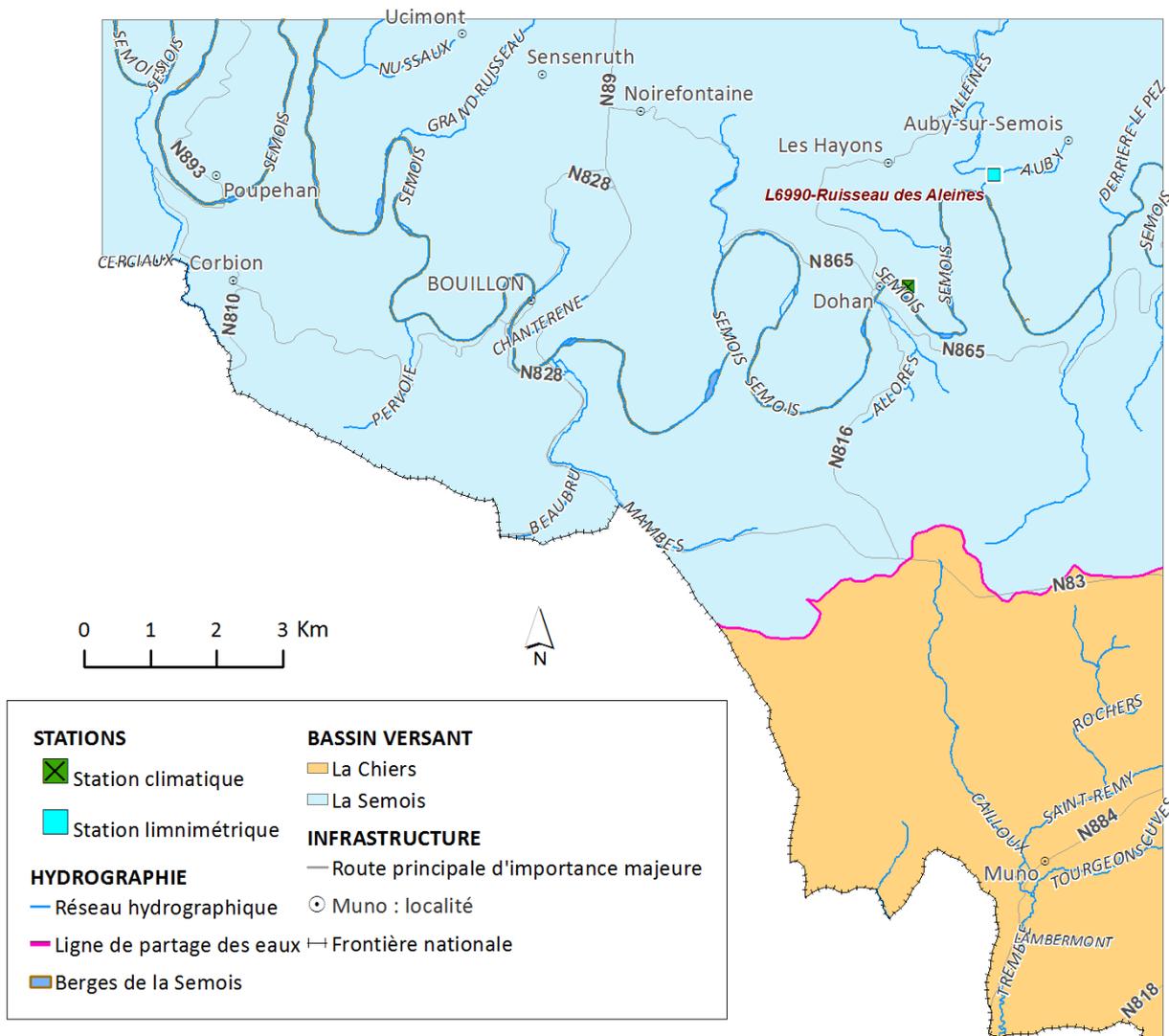


Figure II.3 : Hydrographie de la carte Bouillon - Dohan & Muno

II.1. BASSIN DE LA SEMOIS

Une des particularités de la Semois vis-à-vis des rivières du nord de l'Ardenne est l'orientation générale de son cours d'eau qui est est-ouest. Cette orientation signifie que l'écoulement général se fait perpendiculairement à la schistosité² régionale des terrains, expliquant ainsi l'étirement des méandres de la rivière (Petit et al., 2002). En effet, les phyllades résistent moins à l'érosion s'ils sont attaqués parallèlement que perpendiculairement à la direction de la schistosité. Par ailleurs, contrairement à la partie

² La schistosité plan-axiale est de pendage sud et se dispose régionalement en éventail convergeant autour des plis.

lorraine de la Semois, les méandres sont fortement encaissés et étroits dans sa partie ardennaise limitant ainsi le développement de larges plaines alluviales.

Du point de vue hydrologique, le débit de la Semois diminue significativement pendant l'été. La Semois ardennaise est alimentée par de nombreux affluents drainant principalement les eaux du manteau d'altération du socle ardennais essentiellement phylladeux, caractérisé par de faibles capacités d'emmagasinement. A ce débit s'ajoutent les eaux de ruissellement sur son bassin hydrographique. Ces deux sources d'alimentation de la Semois s'accordent pour lui fournir un débit minimal en été, d'autant plus que l'évapotranspiration est maximale durant cette période. Ce débit minimum est en bonne partie assuré par le drainage des aquifères en zone lorraine. Le ruisseau des Aleines, un affluent principal de la Semois sur la carte, illustre mieux le régime d'écoulement des cours d'eau en zone ardennaise (Figure II.4).

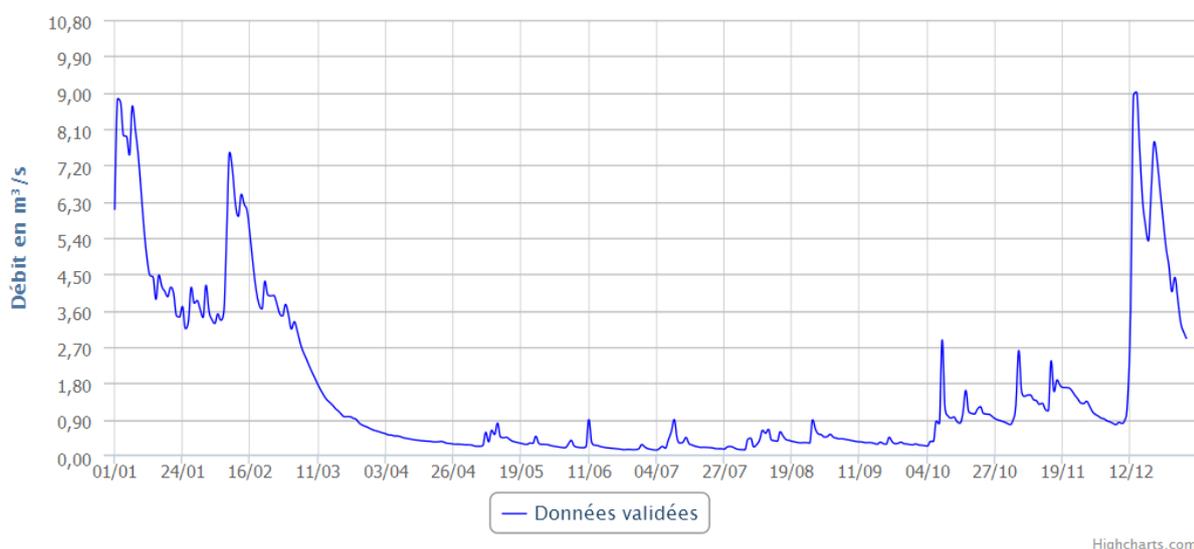


Figure II.4 : Débits journaliers observés en 2014 à la station limnimétrique L6990 sur le ruisseau des Aleines, à sa confluence avec la Semois. Service Public de Wallonie (SPW) – Direction des cours d'eau non navigables (Aqualim, 2014).

II.2. BASSIN DE LA CHIERS

Le bassin est principalement alimenté sur la carte par les ruisseaux des Cailloux, de Saint-Remy, des Tourgeons et du Tremble (Figure II.3). A l'exception du ruisseau de Lambermont, petit affluent du ruisseau du Tremble au sud de Muno, tous les autres ruisseaux prennent naissance au niveau du manteau d'altération du socle phylladeux de l'Ardenne. Le ruisseau de Lambermont draine principalement la nappe contenue dans les grès calcaires de Florenville (Formation de Luxembourg).

III. CADRE GEOLOGIQUE

Le cadre géologique est illustré dans un premier temps à l'échelle régionale de l'Ardenne et de la Lorraine belge avant d'étudier, plus en détail, la géologie de la zone couverte par la carte Bouillon – Dohan & Muno.

III.1. CADRE GÉOLOGIQUE GÉNÉRAL

Dans ses grandes lignes, l'histoire géologique de l'Ardenne peut se résumer de la manière suivante (*Belanger et Ghysel, 2017*) :

1. dépôt de séries terrigènes de sables et d'argiles datés du Cambrien supérieur ;
2. plissement orogénique calédonienne donnant lieu à un relief émergé ;
3. pénéplanation de ce relief et dépôt d'un conglomérat fluvatile continental en discordance sur le socle cambrien ;
4. transgression marine amenant des dépôts sableux et argileux d'âge silurien supérieur, dévonien et carbonifère ;
5. plissement orogénique hercynien à l'origine, notamment, des synclinaux de Bouillon, d'Auby-sur-Semois, de l'Anticlinal de Givonne, etc. et se terminant par des chevauchements longitudinaux, dont les charriages d'Herbeumont et de Frahan ;
6. structurations par les failles longitudinales extensives, telles celles de Botassart, de Noirefontaine ou du Pic du Diable ;
7. dernière phase de déformation marquée par les failles transversales, telle la Faille des Amerois ;
8. érosion et pénéplanation des reliefs hercyniens et mise au jour locale du socle calédonien du Massif de Givonne ;
9. transgression marine à l'Hettangien (Permo-Trias) et dépôt en discordance sur le socle paléozoïque des premiers sédiments marins du Mésozoïque dans le Bassin de Paris et sur la marge sud de l'Ardenne (Golfe de Luxembourg, **Figure III.1**) et subsidence consécutive. La sédimentation a continué au Cénozoïque recouvrant presque toute l'Ardenne ;
10. au Cénozoïque supérieur, l'Ardenne est soulevée et émerge définitivement. L'érosion continentale entame les différentes couvertures et met au jour le socle paléozoïque plissé. Le réseau hydrographique actuel s'installe en même temps et façonne le relief que nous connaissons aujourd'hui.

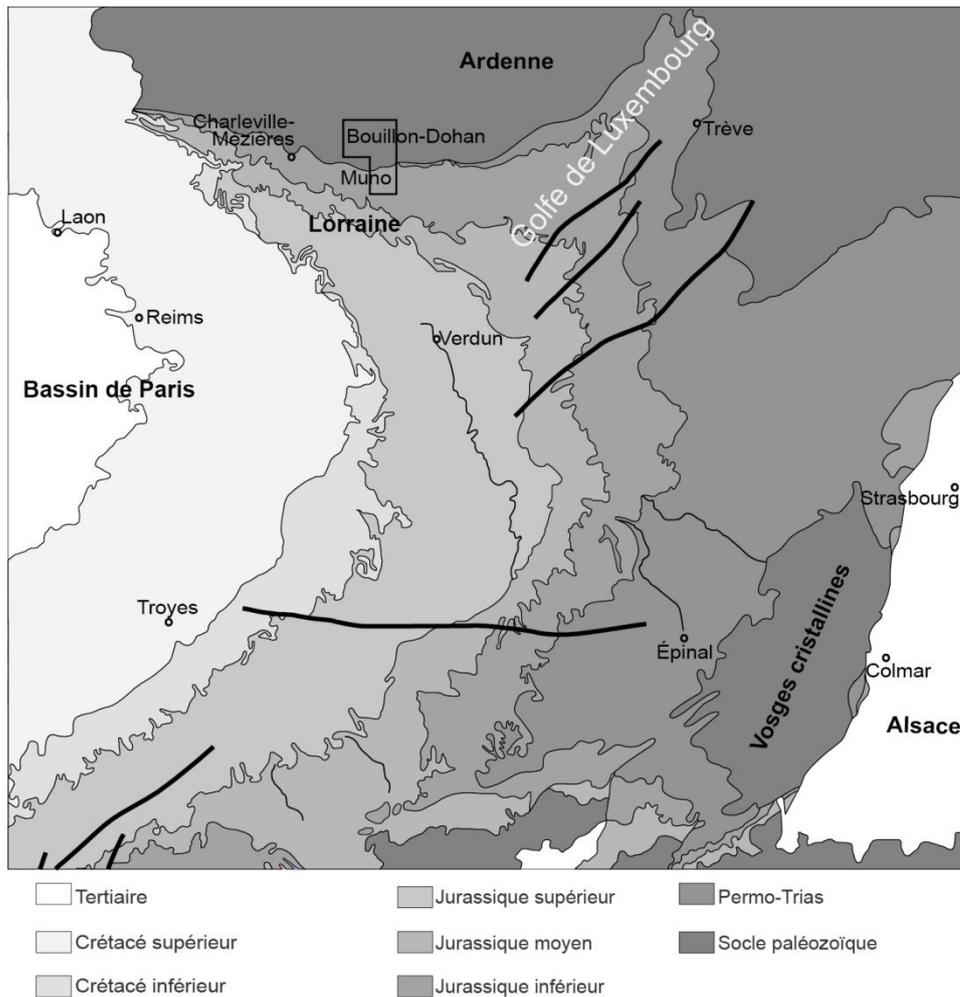


Figure III.1 : Localisation de la carte Bouillon – Dohan - Muno (encadré) sur la marge nord du Golf du Luxembourg (Belanger et Ghysel, 2017).

Le contexte géologique régional de la carte Bouillon - Dohan - Muno (Figure III.2) est décrit par Belanger et Ghysel (2017) : « Les terrains couverts par les planchettes Bouillon-Dohan 67/1-2 et Muno 67/6 se situent en Europe occidentale dans le prolongement ouest du massif schisteux rhénan, partie de la zone rhéno-hercynienne de la chaîne varisque, et en marge septentrionale du Bassin de Paris. Avec un flanc sud partiellement caché sous les terrains jurassiques monoclinaux, apparaît le Massif de Givonne (Figure III.4) à noyau cambrien structuré lors des orogénèses calédonienne et varisque. Cette entité chevauche, par le charriage d’Herbeumont, le cœur du Synclinorium de Neufchâteau intensément plissé ».

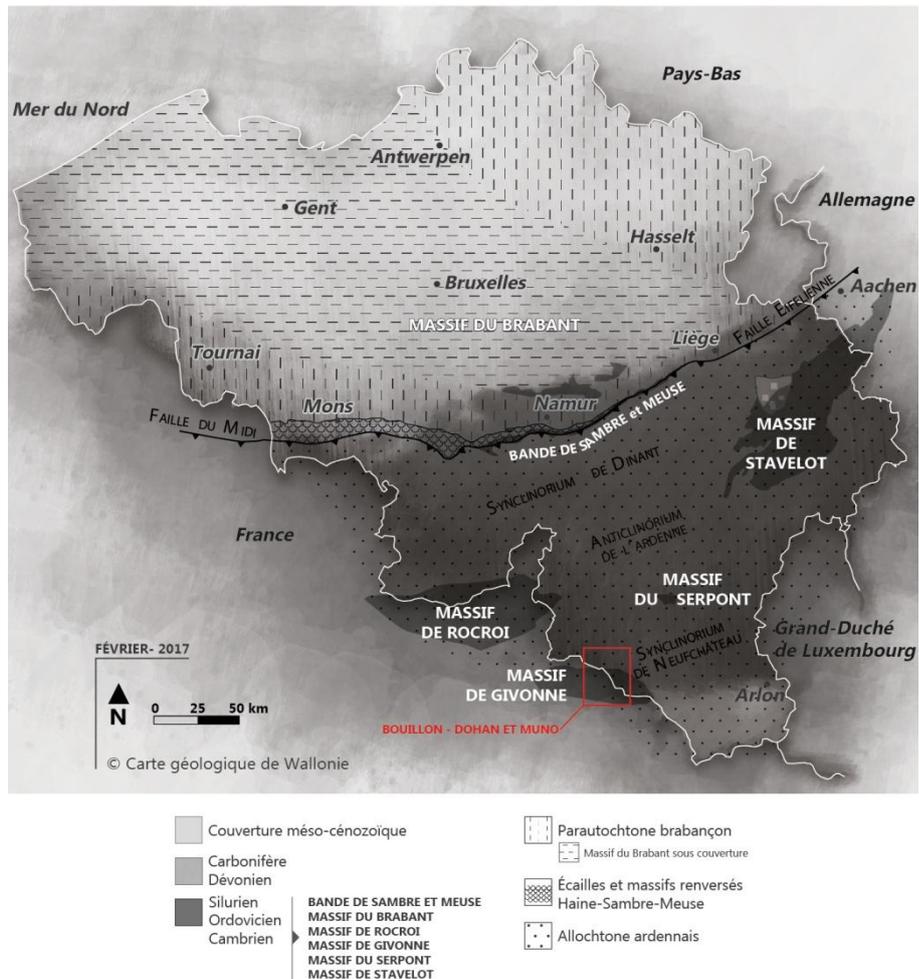


Figure III.2 : carte Bouillon-Dohan et Muno dans son cadre géologique et géographique général de Belgique *Belanger et Ghysel (2017)*.

La **Figure III.3** 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.

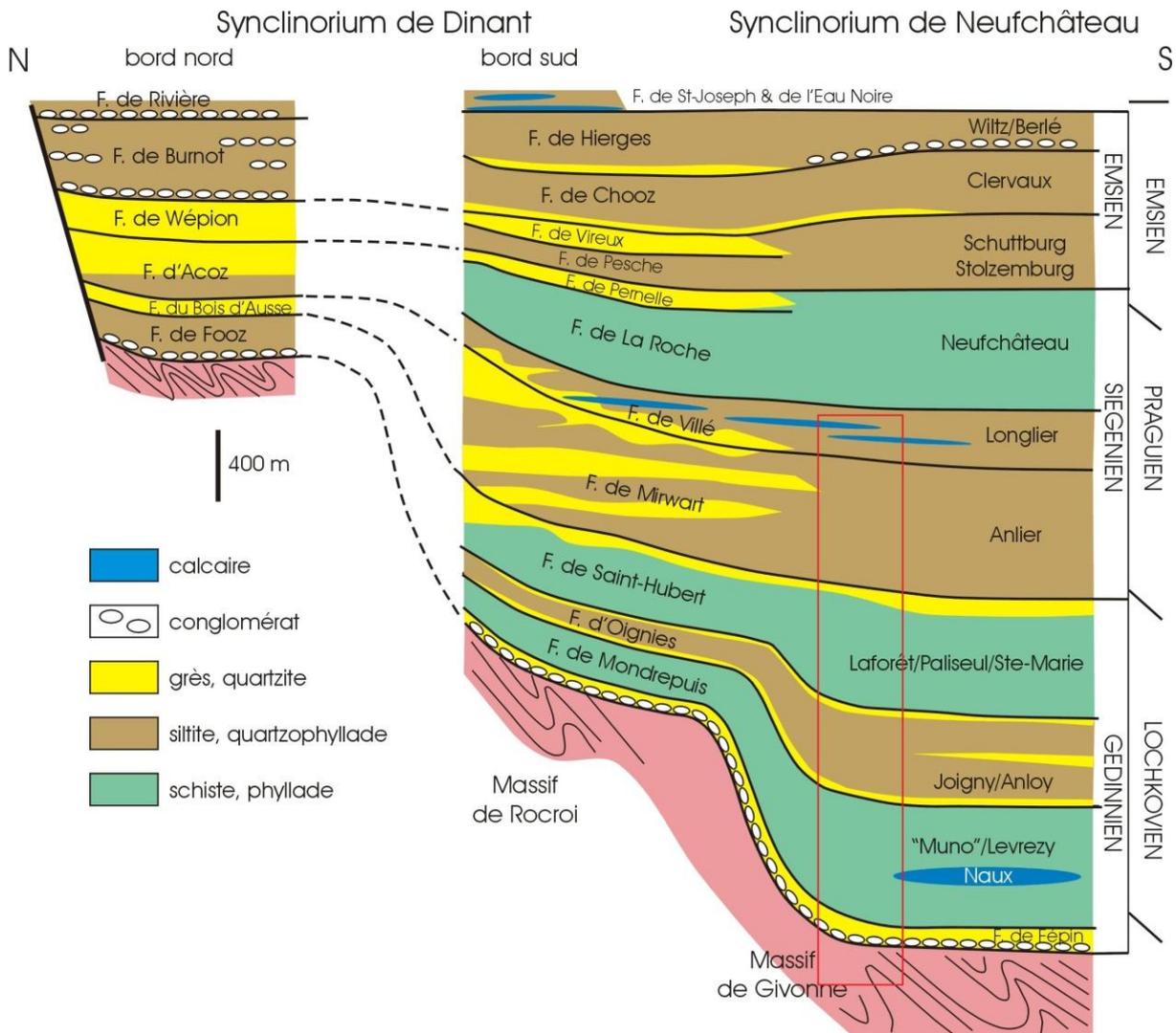


Figure III.3 : Transect Nord-Sud dans les Synclinoria de Dinant et de Neufchâteau, durant l’Eodévonien (Boulvain et Pingot, 2011). Le niveau de la carte Bouillon - Dohan & Muno est encadré.

III.2. GEOLOGIE RÉGIONALE

Le texte de ce chapitre se base principalement sur la notice explicative de la carte géologique de Bouillon-Dohan & Muno (67/1-2 & 67/6) réalisée par Belanger et Ghysel (2017). Pour plus d'informations le lecteur doit s'y référer.

La carte peut se diviser en deux grandes zones :

1. La zone sud, en Lorraine belge, où se retrouvent des sédiments jurassiques appartenant au Bassin de Paris (Figure III.1), et constituant les formations marneuses et sablo-calcaires de Jamoigne et de Luxembourg. Les couches de ces formations sont monoclinale avec un faible pendage sud de 5 à 10° et reposent en discordance sur le socle plissé paléozoïque ;
2. Au nord du pays lorrain, apparaissent les formations schisteuses de l'Ardenne. Ces formations forment une couverture siluro-dévonienne

discordante sur le socle cambro-ordovicien, représenté ici par le massif de Givonne.

Le socle cambro-silurien des sommets des plateaux est formé par un horizon d'altération intense subtabulaire, témoin résiduel des pénéplanations tertio-quaternaires.

Le massif cambro-ordovicien et la couverture siluro-dévonienne ont subi l'orogénèse hercynienne responsable des principales déformations structurales de la région :

- une 1^{er} génération de plis serrés de vergence nord ;
- l'Anticlinal de Givonne chevauche le Synclinorium de Neufchâteau (*Asselberghs, 1946*) par le charriage d'Herbeumont (*Figure III.4*). Ce dernier ainsi que les failles longitudinales chevauchantes font partie d'une 2^{ème} génération de structures qui recourent la 1^{er} génération de plis ;
- une 3^{ème} génération de failles, rencontrées surtout dans la région septentrionale de la carte, se présentent comme des failles normales de direction E-O et de pendage sud ;
- des déformations transversales de direction généralement NO-SE se superposent, préférentiellement dans la moitié méridionale de la carte, et sont apparentées à la Faille des Amerois (*Figure III.4*) ;
- le dernier événement régional enregistré est la faille normale de Grand Hé (*Figure III.4*), d'allure quasi E-O, et accompagnée de failles apparentées. Cette faille affecte la couverture jurassique en bordure du Bassin de Paris et semble reprendre un ancien accident décrochant varisque.

III.2.1. Cadre lithostratigraphique

La zone nord, représentant les 4/5 de la carte, est composée des formations paléozoïques du Groupe de Revin, de Fépin, de Mondrepuis, d'Oignies, de Saint-Hubert, de Mirwart et de Villé.

La zone sud est formée des formations mésozoïques jurassiennes marneuse de Jamoigne et sablo-gréseuse de Luxembourg.

Les alluvions modernes (AMO) des fonds de vallées, les alluvions anciennes (ALA) des terrasses ou des méandres recoupés ainsi que les dépôts tourbeux (TRB) complètent la série lithologique de la carte.

Les descriptions lithologiques, la zone d'affleurement et l'épaisseur de chaque unité lithostratigraphique sont systématiquement présentées dans l'ordre chronologique, des plus âgées aux plus récentes.

III.2.1.1. Paléozoïque

III.2.1.1.1. Groupe de Revin (REV)

L'appellation « Groupe de Revin » regroupe normalement les cinq formations stratigraphiques du Revinien (Rv1 à 5) décrites par Beugnies (1960) dans le massif de Rocroi. Cependant, dans la partie est du Massif de Givonne, dans la région de Muno, aucun marqueur biostratigraphique n'a montré un quelconque ancrage chronostratigraphique avec ceux du Massif de Rocroi. Enfin, le levé géologique n'a pas permis de distinguer avec clarté les différentes formations introduites par Beugnies. C'est pourquoi les formations reviniennes sont regroupées. Des niveaux repères de quartzites et de siltites se distinguent au sein de ce groupe et leur levé a permis de débrouiller la structure géologique du Revinien au nord de Muno :

- deux bancs d'environ 10 m d'épaisseur de quartzites gris pâle à blancs dont la trace se perd vers l'est ;
- deux bancs repères de siltites à grès fins métamorphiques, épais de quelques décimètres et séparés d'environ 100 m. De couleur jaunâtre, parfois rosâtre, ils se détachent des phyllades foncés environnants. Ils semblent disparaître vers l'ouest au méridien de la ferme de Grand Hé Haut et ne sont pas connus en France.

Le Groupe de Revin est constitué de séquences turbiditiques essentiellement distales. Elles peuvent être très épaisses et sont composées de niveaux grano-décroissants de quartzites, de siltites laminaires et majoritairement de phyllades. Une séquence type regroupe les termes suivants :

1. Un niveau supérieur composé de phyllades, localement micacés, renfermant parfois des lamines silteuses ;
2. Un niveau intermédiaire composé d'une alternance de lamines silteuses et pélitiques ;
3. Enfin, un niveau de base dans lequel les quartzites sont soit épais soit se déclinent en petits bancs espacés. Ils peuvent se rassembler en un cortège arénacé important ou s'individualiser en bancs épais isolés au sein d'épaisses séries de phyllades. La base de ces bancs parfois ponctuée de cristaux de pyrite.

L'épaisseur du Groupe de Revin est inconnue mais une valeur d'au moins 1 000 m est avancée par Beugnies (1976).

III.2.1.1.2. *Formation de Fépin (FEP)*

La Formation de Fépin repose en discordance sur le Groupe de Revin et est formée d'un conglomérat chaotique et mal classé de blocs et de galets de quartzites. Ces blocs, anguleux, sont imbriqués, jointifs et soudés par un ciment siliceux qui, en l'absence de matrice, donne au conglomérat l'aspect trompeur d'un quartzite. La matrice, davantage présente vers le haut de la formation, peut être gréseuse, schisteuse ou même phylladeuse. Des lentilles, de taille décimétriques et plus, de schistes s'y insèrent également.

De moins de 50 m, sur le site de la Roche à l'Appel, le conglomérat se réduit rapidement vers l'ouest à moins de 10 m sur le versant ouest du ruisseau des Roches. Après un hiatus, dû à la faille des Amerois, le conglomérat ne présente plus que quelques décimètres à proximité de la carrière du Boulage, le long du ruisseau des Cailloux. Vers la frontière française, il se prolonge de manière apparemment discontinue.

Le conglomérat de la Formation de Fépin forme une bande étroite d'épaisseur variable qui enveloppe le Massif de Givonne et souligne la forme acquise par l'anticlinal de Givonne à la suite des déformations varisques. C'est donc un bon marqueur lithostratigraphique et structural régional.

Au sommet de la Formation de Fépin se distingue le Membre de la Roche à l'Appel, faciès lenticulaire de 0 à 80 m d'épaisseur, constitué d'une alternance de lits de quartzites, de grès argileux micacés et de schistes. Il affleure principalement au lieu-dit de la « Roche à l'Appel », à l'est du ruisseau des Roches.

L'épaisseur de la formation de Fépin varie de 30 à 100 m.

III.2.1.1.3. *Formation de Mondrepuis (MON)*

La Formation de Mondrepuis présente une masse pélitique dans laquelle s'intercalent des bancs minces de siltites et de grès argileux localement micacés, carbonatés ou fossilifères et/ou des bancs inframétriques de quartzites. Les fossiles sont concentrés dans deux membres distincts :

1. Le membre inférieur dit « Membre du Ruisseau des Roches » (RDR) : Ce membre renferme des bancs de schistes carbonatés bioclastiques. Il est épais de plus ou moins 25 m. On perd sa trace à l'ouest du ruisseau des Cailloux.
2. Le membre supérieur dit « Membre de Parensart » (PRS) : Épais de près de 75 m, ce membre compte de nombreuses strates minces de siltites calcaires cariées et transformées par dissolution en lits brunâtres remplis de silt limonitique.

Le sommet de la Formation de Mondrepuis, moins fossilifère, évolue vers un ensemble de schistes, localement carbonatés, intercalés de bancs de quartzites et de grès argileux, micacés.

L'épaisseur de la Formation de Mondrepuis de près de 700 m à la Roche à l'Appel, se réduit à 300 m à l'ouest de la faille des Amerois.

III.2.1.1.4. *Formation d'Oignies (OIG)*

Cette formation est composée de pélites et de siltites micacées, intercalées de barres gréseuses décimétriques.

La Formation d'Oignies est définie, par la commission de stratigraphie (*Godefroid et al., 1994*), sur base de la couleur rouge des roches qui la composent. Lorsque ces roches prennent une couleur gris verdâtre, semblable à celle de la Formation de Saint-Hubert, elles sont dès lors intégrées à cette dernière.

L'épaisseur de la Formation d'Oignies est inconnue sur cette carte où elle affleure dans le coin sud-est et se prolonge sur la carte Florenville-Izel (67/7-8) où son épaisseur est estimée approximativement à 800 m.

III.2.1.1.5. *Formation de Saint-Hubert (STH)*

La Formation de Saint-Hubert se caractérise par des roches de couleur verte, depuis le sommet de la Formation de Mondrepuis jusqu'à la base de la Formation de Mirwart et constitue le passage latéral de la Formation d'Oignies.

Cette formation est composée de séries plurimétriques de siltites fortement micacées et localement magnétifères. Ces séries peuvent contenir des lits de nodules carbonatés souvent cellulés et des barres épaisses de grès et de quartzites.

L'épaisseur de la Formation de Saint-Hubert est estimée à 1 600 m.

III.2.1.1.6. *Formation de Mirwart (MIR)*

La Formation de Mirwart débute, à l'est, par un niveau de 400 m de schistes. Latéralement vers l'ouest, elle débute par des bancs métriques, rarement plurimétriques, de quartzites, dotés parfois de ponctuations limonitiques et pyriteuses. Les passées gréseuses alternent avec des niveaux plus fins de siltites et de pélites. Sur la planchette de Dohan, les différentes lithologies de la formation renferment sporadiquement des plages carbonatées irrégulières et de dimensions variables.

Dans toute la région, le sommet de la Formation de Mirwart est souvent caractérisé par la présence de débris végétaux, ce qui constitue un bon repère régional.

L'épaisseur de la Formation de Mirwart est estimée à 650 m par Asselberghs (1946). La coupe de la carte en présenterait plus de 1 000 m.

III.2.1.1.7. *Formation de Villé (VIL)*

La Formation de Villé débute à l'apparition des premiers niveaux carbonatés. Cette formation présente une alternance de bancs d'épaisseur variable de quartzites, de grès argileux, de siltites et de pélites ainsi que de calcaires argileux crinoïdiques. On note la présence fréquente de carbonates, de fossiles. Cette formation évolue vers l'est vers un faciès plus argileux.

Dans la région de Bouillon et vers le nord, les roches carbonatées sont abondantes et les niveaux de siltites et de pélites carbonatées alternent régulièrement avec les bancs de grès. *C'est le faciès de Bouillon*. Ce dernier évolue vers l'est (Dohan) vers une phase pélitique plus développée, rythmée par des niveaux gréseux parfois carbonatés, plus rarement de bancs de quartzites. Les lentilles de pélites carbonatées fossilifères et les lits d'encrinite sont moins fréquents. *C'est le Faciès de Longlier*.

L'épaisseur de la Formation de Villé n'est pas connu avec certitude vu les nombreuses failles qui l'affectent ; 600 m au minimum sont supposés.

III.2.1.1.8. *Altérites*

Le socle primaire s'est altéré plus ou moins profondément, au cénozoïque et au mésozoïque sous l'effet de conditions climatiques et géomorphologiques différentes de celles prévalant actuellement, produisant ce que l'on nomme des « altérites ». Ces dernières constituent une « couverture » de plusieurs mètres d'épaisseur, comptant en général plusieurs horizons superposés à dégradation décroissante de haut en bas :

1. un sol pédologique généralement de couleur vive aujourd'hui presque disparu ;
2. un horizon à rares blocs de schiste et de quartzite noyés dans une matrice d'altération argileuse et sableuse. Il peut parfois prendre de l'importance au creux de poches qui sont à l'origine d'exploitations de sable, d'argile ou de kaolinite ;
3. un horizon intermédiaire riche en plaquettes de schiste et débris de quartzite altérés dans une matrice argileuse ;
4. un horizon de roche mère altérée et fissurée. Cet horizon s'accompagne souvent de concrétions ferrugineuses ou d'apports de sédiments argilo-limoneux sus-jacents, souvent logés dans les fissures de la roche hôte.

Le manteau d'altérites généralement subhorizontal semble accuser une pente plus forte dans la région de Muno jusqu'au pied des formations jurassiques. De ces surfaces d'altérites, il reste également des dépôts ferrugineux localisés sur les plateaux.

III.2.1.2. Mésozoïque

III.2.1.2.1. Formation de Jamoigne (JAM)

La Formation de Jamoigne, qui débute par une semelle de lumachelle consolidée de moins d'1 m d'épaisseur, est constituée par une alternance de bancs réguliers, pluridécimétriques à plurimétriques, de marnes et de bancs, décimétriques, de calcaires argileux et gréseux fossilifères.

Les derniers mètres de la Formation de Jamoigne constituent le Membre de Warcq (WAQ), et sont enrichis de sable argileux. Le passage vers la Formation de Luxembourg se fait de manière progressive, d'où les limites parfois incertaines.

L'épaisseur de la Formation de Jamoigne est de 25 m à Grand Hé Bas, au sud immédiat de la faille normale de Grand Hé. Elle s'amincit quelque peu à l'ouest vers Pourru-aux-bois (France) et s'épaissit vers le sud.

III.2.1.2.2. Formation de Luxembourg (LUX)

La Formation de Luxembourg est formée par l'alternance systématique de bancs lenticulaires ou continus de sables calcaires et de bancs décimétriques à métriques de grès calcaires, de calcaires bioclastiques et oolithiques. S'y insèrent parfois des niveaux de calcaires coquilliers tendres.

L'épaisseur de la Formation de Luxembourg est de l'ordre de 70 m au minimum.

III.2.1.3. Cénozoïque

III.2.1.3.1. Alluvions anciennes (ALA)

Ces anciens dépôts fluviatiles sont composés d'argiles, de limons, de sables et de graviers. Ils occupent les méandres recoupés de Dohan et de Mortehan ainsi que des anciennes terrasses alluviales situées à une trentaine de mètres au-dessus du niveau actuel de la Semois et de quelques-uns de ses affluents.

III.2.1.3.2. Alluvions modernes (AMO)

Les alluvions modernes peuvent atteindre plusieurs mètres d'épaisseur et sont composées d'argiles, de silts, de sables ou de graviers. Elles occupent les fonds des vallées actuelles où elles forment les plaines alluviales.

III.2.1.3.3. *Dépôts tourbeux (TRB)*

Les dépôts tourbeux de la région, bien connus mais dont le relevé cartographique n'est pas nécessairement exhaustif, sont principalement observés dans les plaines alluviales de la Semois et de ses affluents ou dans des fonds humides. Ils sont particulièrement développés dans la vallée du ruisseau de Rémy, au NE de Muno, et dans la vallée du ruisseau du Tremble à la Platinerie, au sud de Muno.

III.2.2. Cadre structural

Au niveau structural on distingue (Figure III.4) :

- le socle paléozoïque : il comprend le **massif cambrien de Givonne** ainsi que sa couverture siluro-dévonienne dans laquelle on distingue deux sous-unités structurales séparées par la faille de charriage d'Herbeumont :
 1. au nord, la **Sous-unité de Bouillon** (autochtone du charriage) qui comprend le Synclinorium de Neufchâteau ;
 2. au sud, la **Sous-unité de Muno** (allochtone du charriage) qui comprend l'Anticlinal de Givonne ;
- la **couverture jurassique**.

III.2.2.1. *Les plis*

Les plis régionaux ont une direction générale est-ouest. Ils sont fermés, déversés à couchés vers le nord et ennoyé vers l'est ou l'ouest selon des pentes comprises généralement entre 0° et 15°. Du sud vers le nord, la direction des axes des plis varie d'OSO, E-O à ESE. Du nord au sud on distingue :

- le Synclinorium de Neufchâteau dont le cœur est occupé par la Formation de Villé ;
- l'Anticlinal de Givonne, dont le cœur est occupé par le Groupe de Revin (socle calédonien).

Ces grandes structures de 1^{er} ordre, dites P1, sont accompagnées de plis d'ordres inférieurs, dits P2 et P3. Ces plis de deuxième génération possèdent un plan axial de pente sud, sub-vertical, et un ennoyage sud-est.

III.2.2.2. *Les failles*

Des failles longitudinales et transversales affectent ces plis de générations différentes (Figure III.4). On distingue :

- des **failles longitudinales chevauchantes (inverses)** de direction proche de celle des plis P1 et d'un pendage de l'ordre de 20° à 45° vers le sud. La

principale de ces failles est la Faille d'Herbeumont ayant charriée l'Anticlinal de Givonne sur le Synclinorium de Neufchâteau. Cette faille est accompagnée des failles de Bouillon et de Beaubru et, au nord-ouest, de la faille de Frahan (visible à l'affleurement) ;

- des **failles longitudinales normales** de faible pente sud. Les plus importantes sont les failles de Noirefontaine, de Grand Opimont et du Pic du Diable.
- des **failles transversales**, postérieures aux failles longitudinales. Les plus importantes sont :
 - la Faille des Amerois, de direction NO-SE, alliant un mouvement inverse et décrochant dextre ;
 - la Faille de Poupehan.

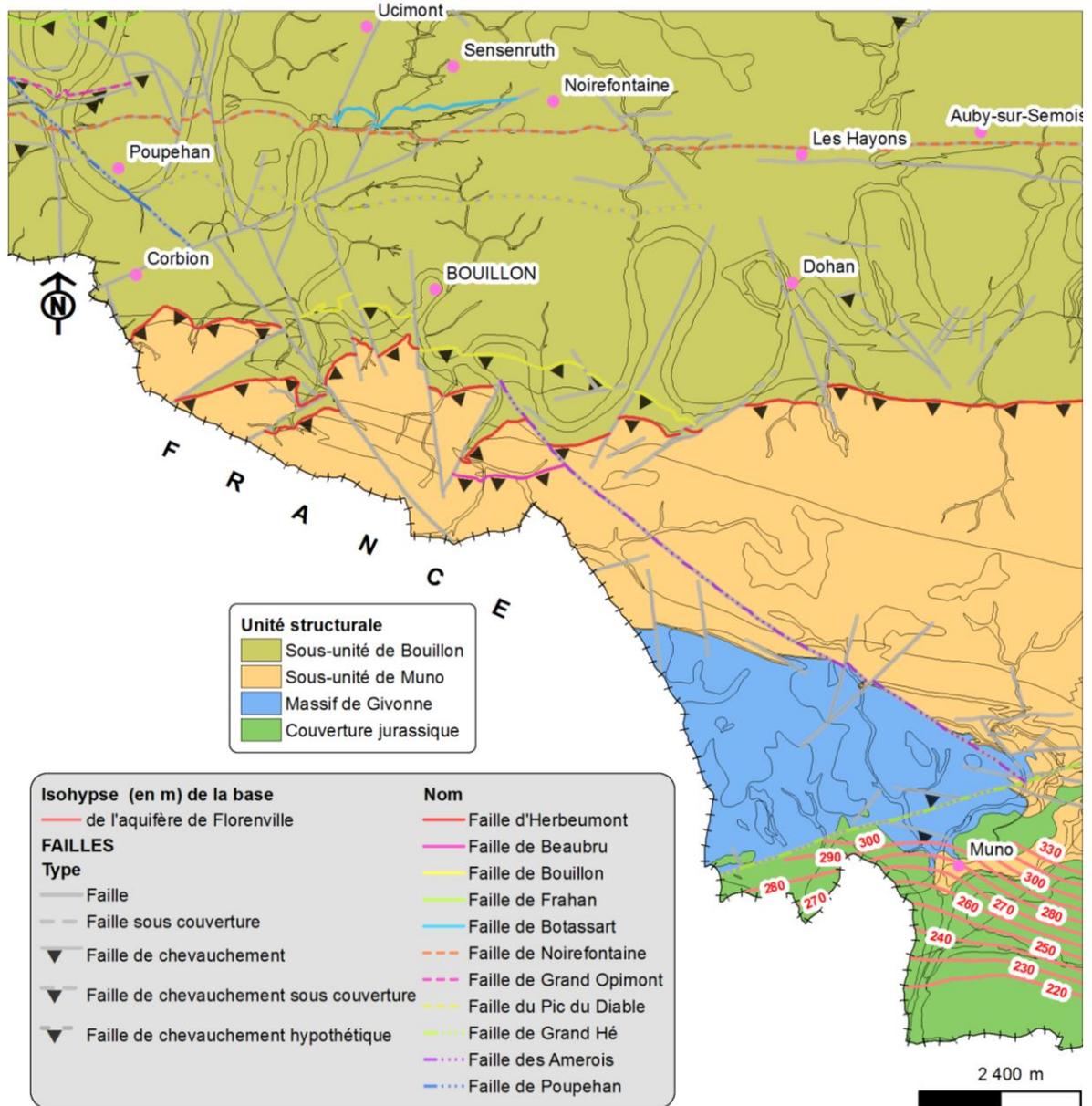


Figure III.4 : Carte des failles et isohypses de la carte de Bouillon-Dohan 67/1-2 & Muno 67/6.

IV. CADRE HYDROGEOLOGIQUE

Quelle que soit la formation géologique, l'eau souterraine y est présente. Cependant, le comportement des eaux souterraines et la productivité sont fortement conditionnés par la nature et la structure de la roche dans laquelle l'eau est stockée. Ainsi, les formations géologiques sont regroupées/subdivisées en fonction de leurs caractéristiques hydrodynamiques. Trois termes sont utilisés pour décrire les unités hydrogéologiques selon le caractère plus ou moins perméable des formations (*Pfannkuch, 1990 ; UNESCO-OMM, 1992*) :

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

Remarquons que 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 Bouillon - Dohan & Muno (1/25 000), il est important de distinguer les potentiels hydrogéologiques des différentes formations géologiques rencontrées.

IV.1. HYDROGÉOLOGIE RÉGIONALE

IV.1.1. Zone ardennaise

Les couches géologiques de l'Eodévonien de l'Ardenne sont composées de roches indurées, très plissées et fracturées. Elles reposent en discordance sur les terrains calédoniens. La lithologie est constituée de schistes, de phyllades, de grès, de quartzites et de quartzophyllades. Le caractère aquifère du sous-sol dépend de la présence de fractures et du degré de fissuration des roches gréseuses et quartzitiques, ainsi que de l'importance et de la nature lithologique du manteau d'altération.

La carte hydrogéologique Bouillon - Dohan & Muno s'inscrit majoritairement dans la masse d'eau RWM103 « Grès et schistes du massif ardennais : Semois, Chiers, Houille et Viroin » et en partie dans la masse d'eau RWM092 « Lias inférieur (Sinémurien) - district de la Meuse » (*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 dans les horizons fissurés (nappes profondes) (Figure IV.2). Une communication entre les deux aquifères n'est pas exclue, notamment à travers certaines failles ou simplement par drainance.

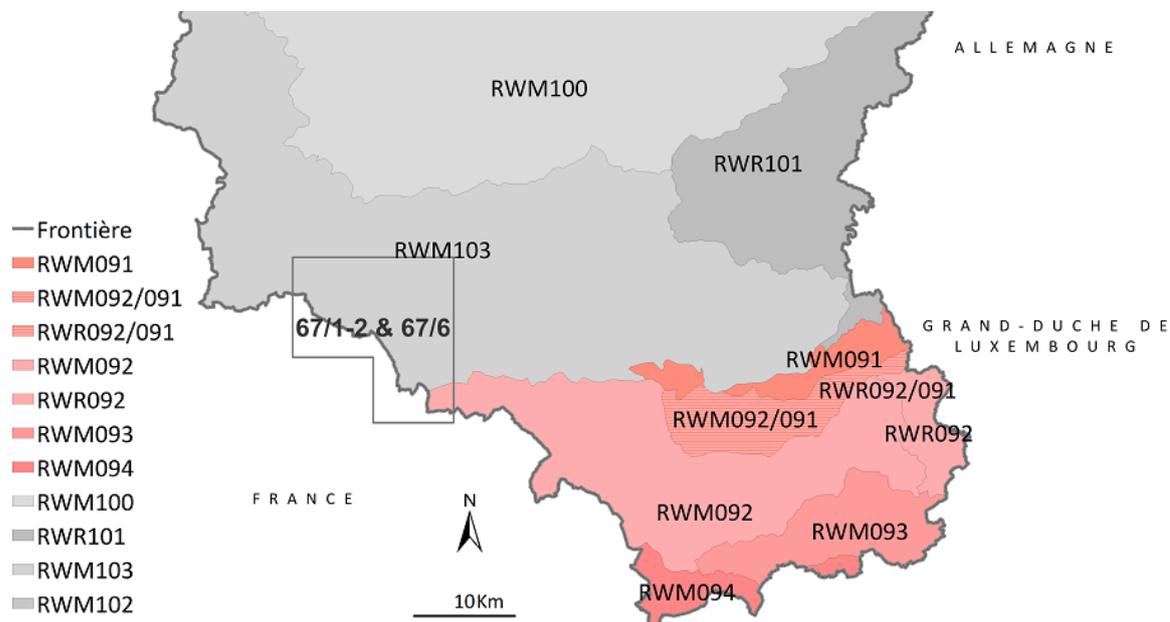


Figure IV.1 : Masses d'eau souterraine en Wallonie. Localisation de la carte Bouillon - Dohan & Muno.

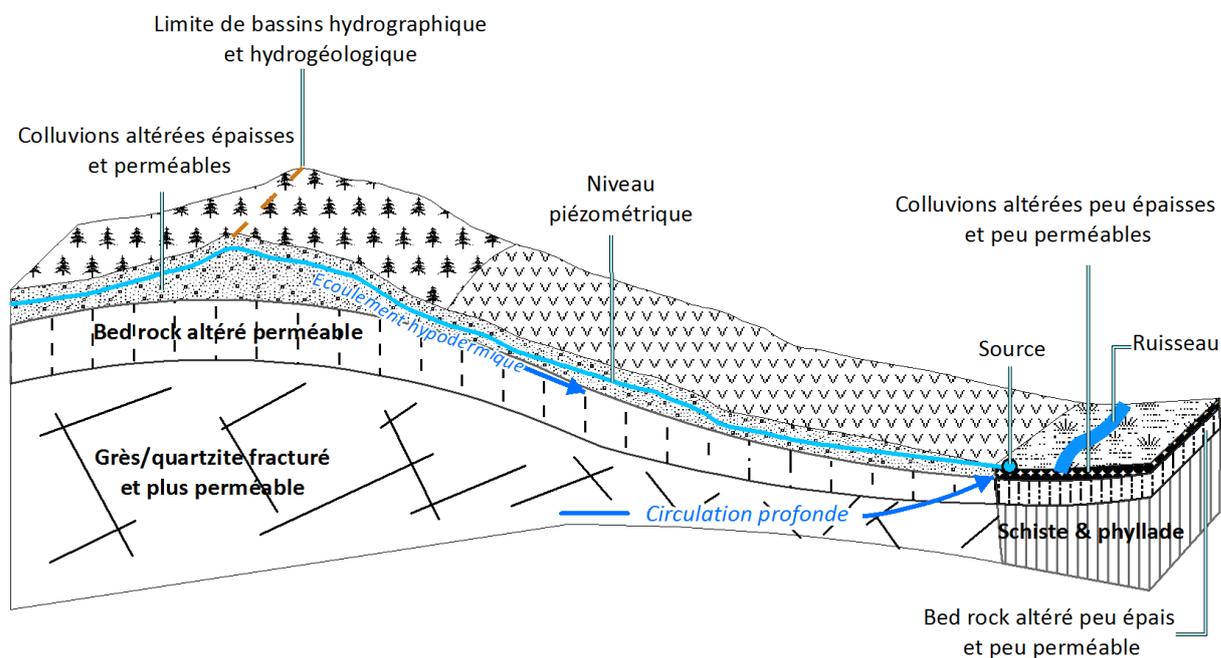


Figure IV.2 : Schéma hydrogéologique simplifié des nappes superficielles et profondes de l'Eodévonian de l'Ardenne.

IV.1.1.1. 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 mixte³ dont l'épaisseur peut en certains endroits dépasser les vingt mètres. Le bassin hydrogéologique de telles nappes est souvent calqué sur le bassin hydrographique indépendamment des formations géologiques (Figure IV.2).

La nappe est peu productive et sa capacité de stockage d'eau pluviale est faible comparée aux nappes profondes. Elle est 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 des 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 de nombreux sites de production. Par conséquent, ceci implique une multiplication des zones de prévention des captages avec toutes les contraintes que cela peut engendrer.

IV.1.1.2. Aquifère profond

A plus grande profondeur, les nappes peuvent être contenues dans les passages gréseux et quartzitiques fissurés et dans les zones de fractures (Figure IV.2). 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 cloisonnés par des failles selon la nature des matériaux de remplissage (sable, argiles,...). Dans ces horizons fissurés, l'eau 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 nitrates peuvent être décelées dans certains puits sollicitant ces niveaux profonds. Ces derniers sont alors souvent bien oxygénés, preuve que ces nappes sont libres. Les nappes sont captées généralement par des puits profonds pouvant atteindre 100 m. Le rendement de ces aquifères est plus important et sensiblement constant durant toute l'année.

³ 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.

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 grés-sableux de Wallonie. 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 et en habitations isolées dont l'accès au réseau de distribution est souvent difficile 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.1.1.3. 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 ces 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.1.2. Zone lorraine

Le sous-sol de la Lorraine belge est caractérisé par une superposition d'aquifères et d'aquicludes. Les premiers sont contenus dans les conglomérats, les sables, les grès et les calcaires, les seconds dans les niveaux argileux et marneux (Figure IV.3).

Dans la partie centrale de la Lorraine belge, la Formation de Luxembourg, formée de grès et de sables, est entrecoupée par les marnes de la Formation d'Arlon. Ainsi, plusieurs niveaux aquifères peuvent être distingués. A l'est de la faille d'Arlon-Wolkrange et dans les parties occidentale (cas de la carte Bouillon – Dohan & Muno) et méridionale de la Gaume, la Formation de Luxembourg forme un seul aquifère (Figure IV.4).

La Formation de Luxembourg, présente à l'extrême sud de la carte Bouillon – Dohan & Muno, contient l'aquifère le plus important de la région. L'appellation Aquifère de Florenville est donnée pour le membre correspondant lorsque celui-ci est bien individualisé par les interdigitations marneuses qui l'encadrent (Membres du Tritte et de Strassen) et pour l'ensemble de la formation lorsqu'il n'y a pas d'intercalation marneuse (Bouezmarni & Debbaut, 2006 ; Bouezmarni & Debbaut, 2007 ; Bouezmarni & Debbaut, 2009 et Bouezmarni *et al.*, 2007, 2009).

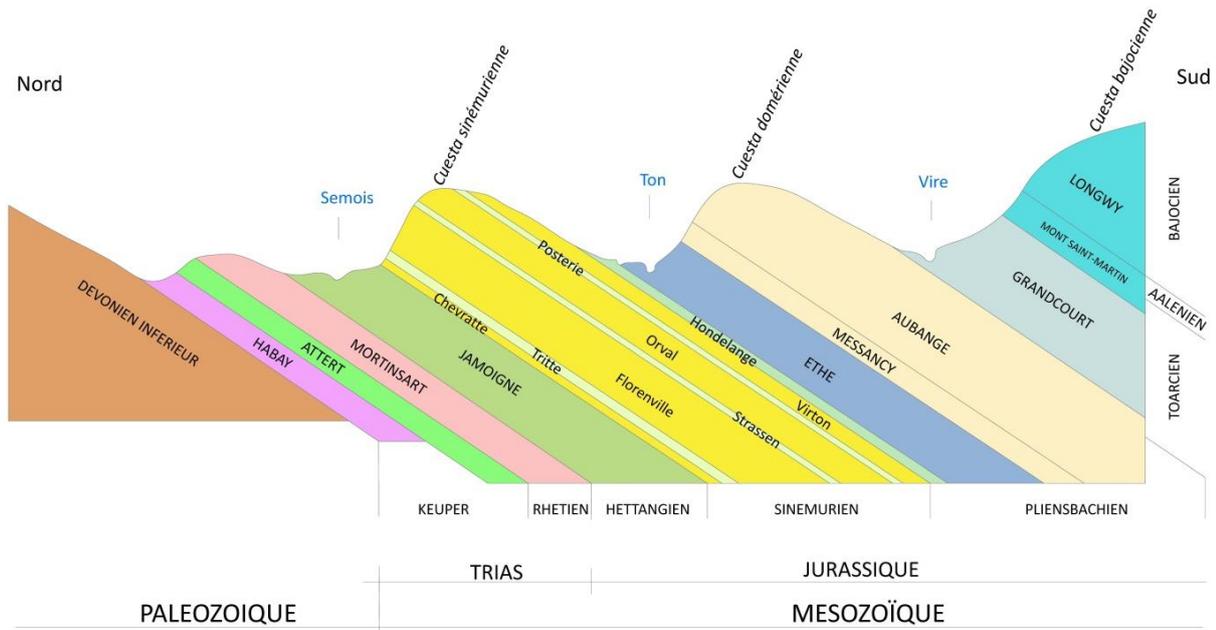


Figure IV.3 : Coupe schématique N-S de la Lorraine belge : les vallées sont creusées dans les formations aquicludes (marnes et argiles), la position des cuestas correspond aux formations aquifères (grès et calcaire) avec quelques minces intercalations aquicludes (marnes).

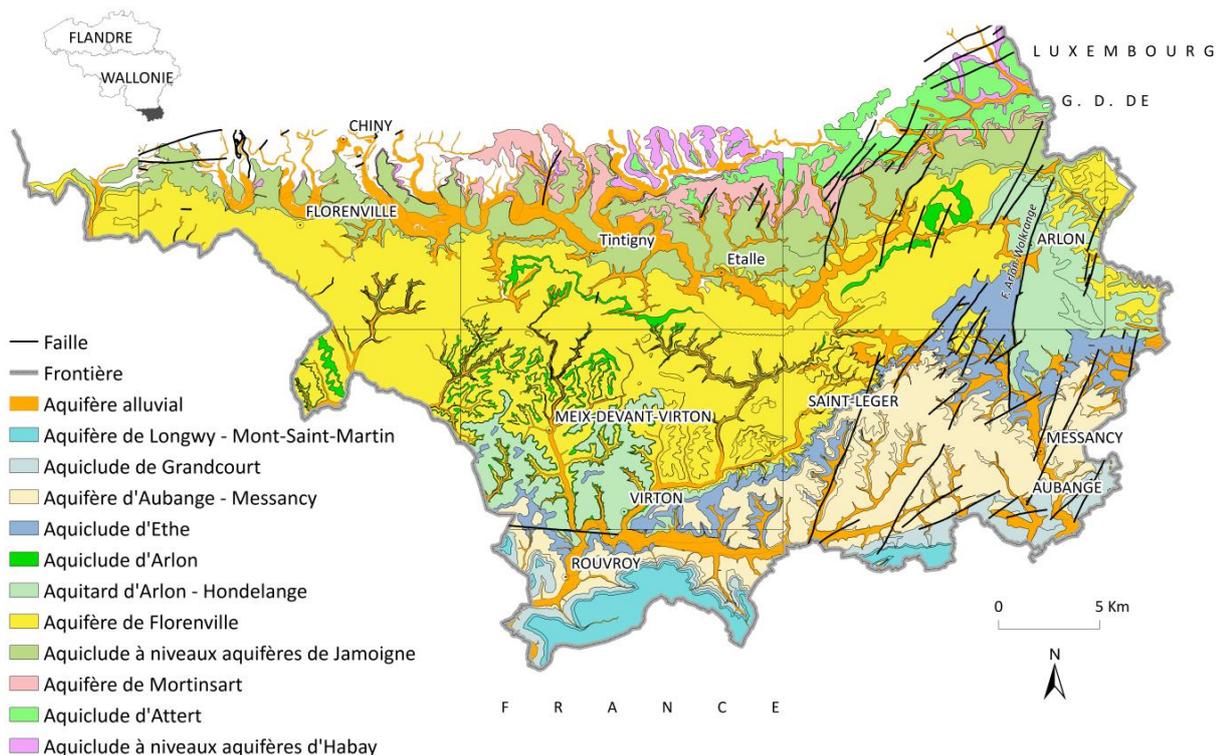


Figure IV.4 : Carte hydrogéologique de la Lorraine belge (Bouezmarni & Debbaut, 2006, 2007, 2009, 2011, 2013 ; Bouezmarni et al., 2007, 2009 ; Ruthy & Monjoie, 2004 ; interprétation hydrogéologique de la carte géologique n°219 au 1/40 000^{ème} de Dewalque et Dormal, 1902).

IV.2. HYDROGÉOLOGIE LOCALE

Il est utile de rappeler que la carte couvre une région géologique très contrastée : le socle paléozoïque de l'Ardenne au nord et la couverture mésozoïque de la Lorraine au sud. Le premier, qui occupe la majeure surface de la carte, est composé principalement de

schistes et de phyllades avec des passages gréseux et quartzitiques. La Lorraine est formée par la superposition de la Formation marneuse de Jamoigne et de la Formation sablo-gréseuse de Luxembourg.

La rareté des études hydrogéologiques dans la région et la complexité des systèmes aquifères du socle ardennais rend cette partie de la notice très délicate. A l'exception de la Formation de Luxembourg, aucune autre formation présente sur la carte de Bouillon – Dohan & Muno ne peut constituer un véritable aquifère. Le socle ardennais renferme une nappe superficielle continue au niveau du manteau d'altération et des nappes localisées dans les passages gréseux et quartzitiques fissurés plus profonds. 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. A l'exception de la nappe superficielle, il est très difficile de localiser et de cartographier les potentiels aquifères que le socle peut offrir. Plusieurs facteurs interviennent. En effet, dans la même formation géologique, la perméabilité varie entre les niveaux schisto-phylladeux et les niveaux grésos-quartzitiques. La perméabilité dépend également du degré de fissuration des roches. En plus, toutes les fissurations et les zones de fractures telles que les failles ne sont pas potentiellement aquifères. Ceci dépend de la nature des produits de colmatage qui sont 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. Cependant, en tenant compte de la fréquence et de l'épaisseur des bancs gréseux et quartzitiques, on peut distinguer des potentialités aquifères variables entre les formations paléozoïques.

La correspondance entre les formations géologiques et les unités hydrogéologiques a été déterminée sur base de la nature lithologique des roches ([Tableau IV.1](#)).

Tableau IV.1 : Tableau de correspondance Géologie – Hydrogéologie.

ERE	SYSTEME	SERIE	ETAGE	GROUPE/FORMATION <i>Membre</i>	ABREV.	LITHOLOGIE (Belanger et Ghyzel, 2017)	Epaisseur	UNITE HYDROGEOLOGIQUE	
CENOZOÏQUE	QUATERNAIRE	SUPERIEUR		Tourbe	TRB	Tourbe		Aquifère des tourbes	
				Alluvions modernes	AMO	Argiles, silts, sables et graviers	plusieurs mètres	Aquifère alluvial	
				Alluvions anciennes	ALA	Argiles, limons, sables et graviers	non précisée	Aquifère des terrasses fluviales	
MESOZOÏQUE	JURASSIQUE	LIAS	SINEMURIEN	LUXEMBOURG	LUX	Alternance de bancs pluridécimétriques à métriques de grès calcaires, de sables quartzeux et de calcaires parfois interrompus par des bancs de calcaires tendres bioclastiques	70 m minimum	Aquifère de Florenville	
			HETTANGIEN	JAMOIGNE	JAM	Semelle de lumachelle puis alternance de bancs pluridécimétriques à plurimétriques d'argiles calcaires et de calcaires argileux et gréseux fossilifères décimétriques. Sur les derniers mètres de la formation, enrichissement en sable fin (Membre de Warcq).	Jusqu'à 25 m	Aquiclude à niveaux aquifères de Jamoigne	
PALEOZOÏQUE	DEVONIEN	INFERIEUR	PRAGUIEN	VILLE	VIL	Alternance de bancs de quartzites, de grès argileux, de siltites, de pélites et de calcaires argileux crinoïdiques. Vers l'est, évolution vers un faciès plus argileux.	600 m minimum	Aquiclude à niveaux aquifères de Villé	
				MIRWART	MIR	Séries plurimétriques de siltites et de pélites entrecoupées de barres plurimétriques de quartzites. Présence sporadique de lentilles carbonatées vers l'est où la formation débute par des bancs de quartzites métriques.	650 m (à 1000 m ?)	Aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur	
			LOCHKOVIEN	SAINT HUBERT	STH	Séries plurimétriques de siltites assez tendres pouvant contenir des lits de nodules carbonatés souvent cellulux et des barres épaisses de grès et de quartzite.	1600 m	Aquiclude du Dévonien inférieur	
				OIGNIES	OIG	Pélites et siltites intercalées de bancs de grès décimétriques. Faciès cellulux vers le sommet	Inconnue ici (sur la carte 67/7-8 près de 800 m)		
				MONDREPUITS	MON	Pélites et siltites principalement, intercalées de bancs de quartzite et de grès argileux.	300 à 700 m		
	SILURIEN	SILURIEN SUPERIEUR		FEPIN	Roche à l'Appel	FEP	Alternance de bancs pluridécimétriques de quartzites, de siltites et de pélites. Conglomérat de galets de quartzite avec ou sans matrice argileuse.	0 à 80 m 30 à 100 m	Aquifère de Fépin
	CAMBRIEN		REVINIEN	REVIN	REV	Séries turbiditiques granodécroissantes de quartzites, de siltites et principalement de phyllades. Quatre bancs repères : deux bancs de quartzites de 10m d'épaisseur et deux bancs de siltites à grès fins de quelques décimètres.	1000 m minimum	Aquiclude à niveaux aquifères du socle cambro-silurien	

IV.2.1. Description des unités hydrogéologiques

IV.2.1.1. Aquitard à niveaux aquifères du socle cambro-silurien⁴

L'unité est composée principalement de phyllades et de quartzophyllades avec des bancs arénacés plus ou moins importants. Ce sont des niveaux géologiques, du Revinien, peu perméables à l'exception des bancs quartzitiques fissurés et des zones de fractures. Par conséquent, l'aquitard du socle cambro-ordovicien a une tendance aquiclude dans le massif de Givonne contrairement aux massifs septentrionaux de l'Ardenne.

Des ressources intéressantes peuvent être notamment recherchées le long des accidents qui affectent le socle cambro-ordovicien et qui ont joué au Mésozoïque. Il s'agit par exemple de la faille du Grand Hé et des failles qui lui sont associées le long desquelles des pertes de petits cours d'eau sont observées. C'est probablement le cas pour la perte observée au nord-est de la ferme de Grand Hé au niveau d'une faille mettant en contact la couverture mésozoïque et le socle paléozoïque. Par ailleurs, des bancs quartzitiques observés pendant le levé géologique peuvent expliquer l'apparition de certaines sources du versant nord du ruisseau de Saint-Rémy. Il existe aussi de manière générale des réserves d'eau souterraine dans le manteau d'altération, qui alimentent significativement le réseau hydrographique de la Chiers sur la carte.

La plupart des puits implantés dans le socle cambro-ordovicien sont situés sur le bord nord immédiat de la faille du Grand Hé au lieu-dit de même nom. L'implantation de ces puits est dictée par les besoins locaux plutôt que par les caractéristiques hydrogéologiques du site. Sachant que la faille est de pendage sud, le potentiel aquifère serait plus important sur le bord sud immédiat de la ligne d'accident, au contact entre le socle paléozoïque et la couverture mésozoïque.

La nappe développée dans le manteau d'altération est une nappe superficielle largement étendue, mais très influencée par les précipitations. Elle est donc susceptible de tarissements saisonniers, particulièrement en été, même si sa recharge est assurée sur toute l'étendue du massif de Givonne.

IV.2.1.2. Aquifère de Fépin

La nature lithologique des couches concernées (grès, quartzites et conglomérats) laisse supposer des propriétés hydrogéologiques intéressantes si la fissuration est bonne. Il faut souligner que la Formation de Fépin est située dans une zone fortement faillée. Son extension est restreinte sur la carte, et aucun ouvrage ne la sollicite.

⁴ Le terme générique 'Cambro-Silurien' est utilisé même si, dans le cas de cette carte, les formations du Silurien sont absentes.

IV.2.1.3. Aquiclude du Dévonien inférieur

L'aquiclude du Dévonien inférieur regroupe les Formations de Mondrepuis et d'Oignies principalement schisteuses et de faibles perméabilités sauf dans quelques rares bancs gréseux et quartzitiques. Il existe en revanche des réserves aquifères intéressantes dans le manteau d'altération, qui alimentent de nombreuses sources dans la région. L'aquifère est exploité presque exclusivement par quelques-unes de ces sources à l'émergence situées en tête de vallée, comme le captage "Bois Rémy ou Befaumont" sur la commune de Florenville, au nord-est de Muno ou encore le captage "Pré Hoc" au sud-est de Bouillon. L'aquifère du manteau d'altération a une faible capacité de stockage et est donc sujet à des tarissements saisonniers, surtout en été. Cette nappe superficielle est vulnérable à la pollution. Un autre potentiel aquifère limité peut également être recherché localement au niveau des zones fissurées. Les eaux de l'aquiclude du Dévonien inférieur sont douces et parfois fortement ferrugineuse.

IV.2.1.4. Aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur

L'Aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur regroupe sur la carte les Formations de Saint-Hubert et de Mirwart.

IV.2.1.4.1. Formation de Saint-Hubert

Les bancs gréseux et quartzitiques sont nettement plus présents dans cette formation que dans les précédentes. Par conséquent, les ressources en eau souterraine doivent en principe être plus importantes pour les forages profonds. Or, la quasi-totalité des ouvrages implantés dans cette formation sollicite la nappe superficielle du manteau d'altération, d'accès plus facile. Ces ouvrages sont des puits privés peu profonds, plus fréquemment des sources à l'émergence ou encore des drains communaux. La capacité d'emménagement de ce type de nappe est certes faible mais les ressources sont suffisantes pour répondre aux besoins des petites consommations privées. Par contre, il serait sans doute intéressant, pour assurer la distribution publique d'eau potable, d'investiguer les zones de fractures, particulièrement où se superposent des cours d'eau avec des zones faillées, comme au lieu-dit "Trou l'Inglet" à l'ouest de Bouillon et sur le ruisseau de Parfond à l'est de la carte. Du point de vue vulnérabilité, le risque peut provenir, entre autres, de la pollution accidentelle, en particulier sur les routes nationales N83 et N89 qui relient les villes de Bouillon, Arlon et Sedan.

IV.2.1.4.2. Formation de Mirwart

La Formation de Mirwart est composée majoritairement de schistes et de phyllades sur la carte. Par contre, vers le sommet de la formation, les bancs métriques de grès quartzitiques offrent des potentiels aquifères nettement plus intéressants selon le degré de fissuration qui est plus important à proximité des failles. Ces ressources sont sollicitées par

de nombreux puits crépinés dans la Formation de Mirwart, en particulier au nord de la carte. Ce sont tous des puits privés, destinés en grande majorité à des consommations domestiques, exception faite pour le puits "Claimont A", exploité par la commune de Bouillon, situé à quelques kilomètres au sud de la ville. Par contre, la plupart des prises d'eau pour la distribution publique d'eau potable s'opère par des drains placés en tête de vallées. Ces drains captent l'eau de la nappe superficielle contenue dans le manteau d'altération. Celle-ci est sujette aux fluctuations pluviométriques et de faible capacité d'emmagasinement. La nappe est vulnérable à la pollution de surface, notamment organique, qui peut provenir des petites agglomérations telles que Sensenruth, Noirefontaine et Auby-sur-Semois, toutes situées au nord sur la Formation de Mirwart. Par contre au sud, le risque de pollution est plus faible puisque la zone d'affleurement de la formation est largement recouverte par la forêt de Bouillon. Cependant, la vulnérabilité des nappes de surface peut s'accroître en été suite à l'activité touristique dans la région.

IV.2.1.5. Aquiclude à niveaux aquifères de Villé

La Formation de Villé se distingue par ses teneurs en éléments carbonatés. Ceci se reflète sur la qualité chimique de ses eaux dont la dureté et le pH sont plus élevés. Son potentiel aquifère est réparti entre les nappes superficielles du manteau d'altération et les nappes plus profondes contenues dans les bancs gréseux et quartzitiques fissurés et dans les zones de failles. De nombreuses prises d'eau communales sollicitant la Formation de Villé sur la carte s'opèrent principalement par des drains mais aussi par des puits forés profonds. Les drains sont souvent placés en tête de vallée pour capter la nappe superficielle. Les puits captent, par contre, les nappes plus profondes contenues dans les passages gréseux et quartzitiques fissurés mais ne sont pas toujours particulièrement implantés à proximité des zones de failles. L'Aquiclude à niveaux aquifères de Villé est par ailleurs fortement drainé par le réseau des cours d'eau qui alimentent la Semois.

IV.2.1.6. Aquiclude à niveaux aquifères de Jamoigne

L'Aquiclude à niveaux aquifères de Jamoigne est représenté par la Formation de Jamoigne, essentiellement marneuse. Les seules ressources en eau exploitables sont à trouver dans quelques rares passages calcaires au sein des marnes. Cet aquiclude constitue surtout une semelle pour l'aquifère de Florenville au contact duquel émergent quelques sources, en particulier à Lambermont.

IV.2.1.7. Aquifère des grès calcaires de Florenville

L'aquifère des grès calcaires de Florenville correspond aux faciès sableux et grésocalcaires de la Formation de Luxembourg. Sur la carte, le contexte hydrogéologique de l'aquifère sinémurien est relativement simple par rapport au centre de la Gaume où de nombreuses intercalations marneuses séparent l'aquifère en plusieurs nappes superposées.

Dans la partie ouest de la Lorraine belge, les différentes nappes de la Formation de Luxembourg ne forment qu'un seul aquifère. En termes hydrogéologiques, le choix de la nomenclature pour les aquifères contenus dans la Formation de Luxembourg a été basé sur ses membres. Dans le cas de la Formation de Luxembourg indifférenciée, l'aquifère prend le nom du membre avec lequel il forme un équilibre piézométrique et une continuité géométrique. De manière générale, quand les passages mameux de la Formation d'Arlon disparaissent, la Formation de Luxembourg indifférenciée forme une continuité avec le Membre de Florenville. Ainsi sur la carte de Bouillon – Dohan & Muno, les faciès grésocalcaires constituent le prolongement du Membre de Florenville situé sur la carte voisine de Florenville - Izel 67/7-8 (*Bouezmarni et al., 2007*).

L'aquifère de Florenville est une nappe de fissures dans les bancs grésocalcaires et de pores dans les sables. Il a, par conséquent, une capacité d'emménagement généralement importante et une bonne perméabilité (10^{-4} à 10^{-3} m/s). Cependant, le caractère plus massif dans la région située à l'ouest du méridien de Florenville se traduit généralement par des perméabilités plus faibles et par une amplitude de fluctuations piézométriques saisonnières plus importantes que dans le reste de la Lorraine belge (*Debbaut et Bouezmarni, 2014*).

Le captage le plus important sollicitant l'aquifère de Florenville sur la carte est la "Galerie Lambermont (village)" sur la commune de Florenville.

IV.2.1.8. Aquifère des terrasses fluviales

L'aquifère des terrasses fluviales est formé par les alluvions des anciennes terrasses fluviales, composées essentiellement de graviers et de sables offrant des potentialités aquifères intéressantes si leur extension le permet. Les niveaux limoneux et argileux peuvent induire localement de petites nappes perchées temporaires. Les nappes des terrasses sont alimentées par les eaux de précipitation et l'apport des nappes des versants. Ce dernier est ici réduit car les terrasses occupent majoritairement des positions hautes.

IV.2.1.9. 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 pente 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 appréciables. Les plaines alluviales les plus développées sur la carte se trouvent le long de la Semois en zone ardennaise et le long du ruisseau du Tremble à l'extrême sud de la carte en zone lorraine. Les nappes sont en communication avec les cours d'eau, tantôt en les alimentant tantôt en les drainant. L'aquifère alluvial est alimenté aussi par les nappes logées

dans les terrains voisins. Son niveau piézométrique constitue souvent le niveau de base des nappes en question.

IV.2.1.10. Aquifère des tourbes

Les aquifères des tourbes sont anecdotiques sur la carte. Ils sont rencontrés dans certaines vallées, telles que celles des ruisseaux du Tremble et de Saint-Remy mais aussi dans quelques anciens bras de cours d'eau laissés sur le Massif de Givonne au nord-ouest de Muno.

Wastiaux (2008) nuance le rôle hydrogéologique des tourbes : « La masse principale de la tourbière (le catotélme), composée de tourbe relativement humifiée, se comporte comme un aquitard. Malgré une porosité totale très élevée qui lui permet de contenir un important stock d'eau sa capacité à transmettre cette eau est grandement limitée par une conductivité hydraulique très faible. Les échanges d'eau ont essentiellement lieu dans la partie supérieure (l'acrotélme), composée de tourbe peu humifiée, au sein de laquelle seule une très mince couche superficielle participe effectivement à l'écoulement. Dans ces milieux toujours proches de la saturation, une part importante des précipitations est rapidement évacuée sous forme d'écoulement rapide de crue. Les tourbières n'assurent ni un effet tampon sur les crues ni un soutien d'étiage qui soit significatif ».

L'aquifère des tourbes joue toutefois un rôle important dans la préservation des zones humides et de la biodiversité.

IV.2.2. Phénomènes karstiques

Les seuls phénomènes karstiques observés sur la carte sont attribués aux terrains calcaires de la Formation de Jamoigne. Ainsi un champ de dolines inactives situé au pied de la ferme Grand Hé Bas et de quelques pertes en tête d'un vallon sec situé au nord de Grand Hé Haut à l'ouest de Muno ont été observés (Figure IV.5). Ces pertes semblent être favorisées sur la ligne de faille de Grand Hé et de certaines failles secondaires ainsi qu'au niveau de la discordance avec le socle cambrien. Il faut signaler l'existence d'une source située sur la faille de Grand Hé, juste à l'aval des pertes en question. Il serait donc intéressant de tracer ce phénomène pour mettre en évidence l'importance de cette faille pour la circulation préférentielle des eaux souterraines à cet endroit.

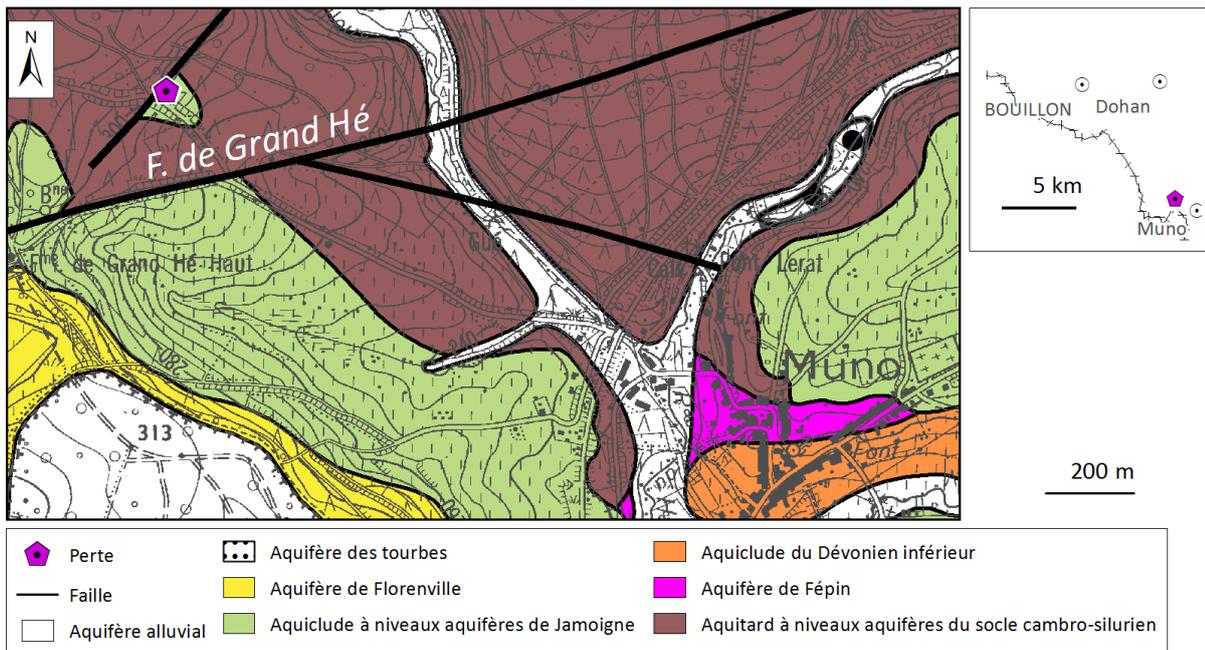


Figure IV.5 : Localisation de la perte « Grand-Hé ».

La perte et la résurgence observées au sud-est du village de Corbion ne semblent pas être liées à un phénomène karstique, les eaux de la résurgence étant faiblement minéralisées, et n'ont donc probablement pas circulé au contact de roches riches en calcaire. Il s'agit probablement d'une situation liée à des éléments structuraux (failles, diaclases, fractures, etc.) (Figure IV.6).

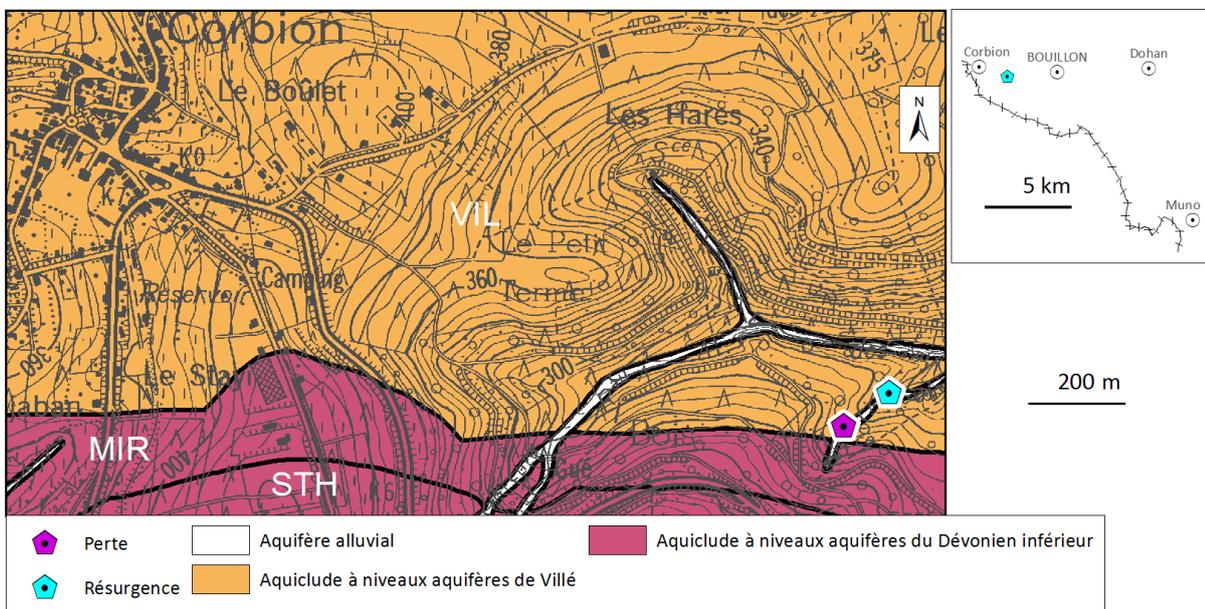


Figure IV.6 : Perte et résurgence non karstiques.

IV.2.3. Piézométrie

Il est très difficile de tracer une carte piézométrique pour les aquifères contenus dans les formations paléozoïques de l'Ardenne. Ce type de nappe est réparti entre des passages gréseux et quartzitiques fissurés difficile à suivre à cause de la structure très plissée et faillée

du socle ardennais. Ces niveaux de nappes sont souvent indépendants, séparés par d'épaisses couches schisteuses ou phylladeuses et/ou cloisonnés par des failles. Les cotes piézométriques du 13 novembre 2003 de deux puits, espacés de 60 m à peine, montrent bien cette compartimentation des nappes dans le massif de Givonne (Figure IV.7). Si cette différence est due à un rabattement par pompage, cela signifie tout de même que ce pompage n'a pas eu d'influence sur le puits à côté confirmant ainsi un tel compartimentage.

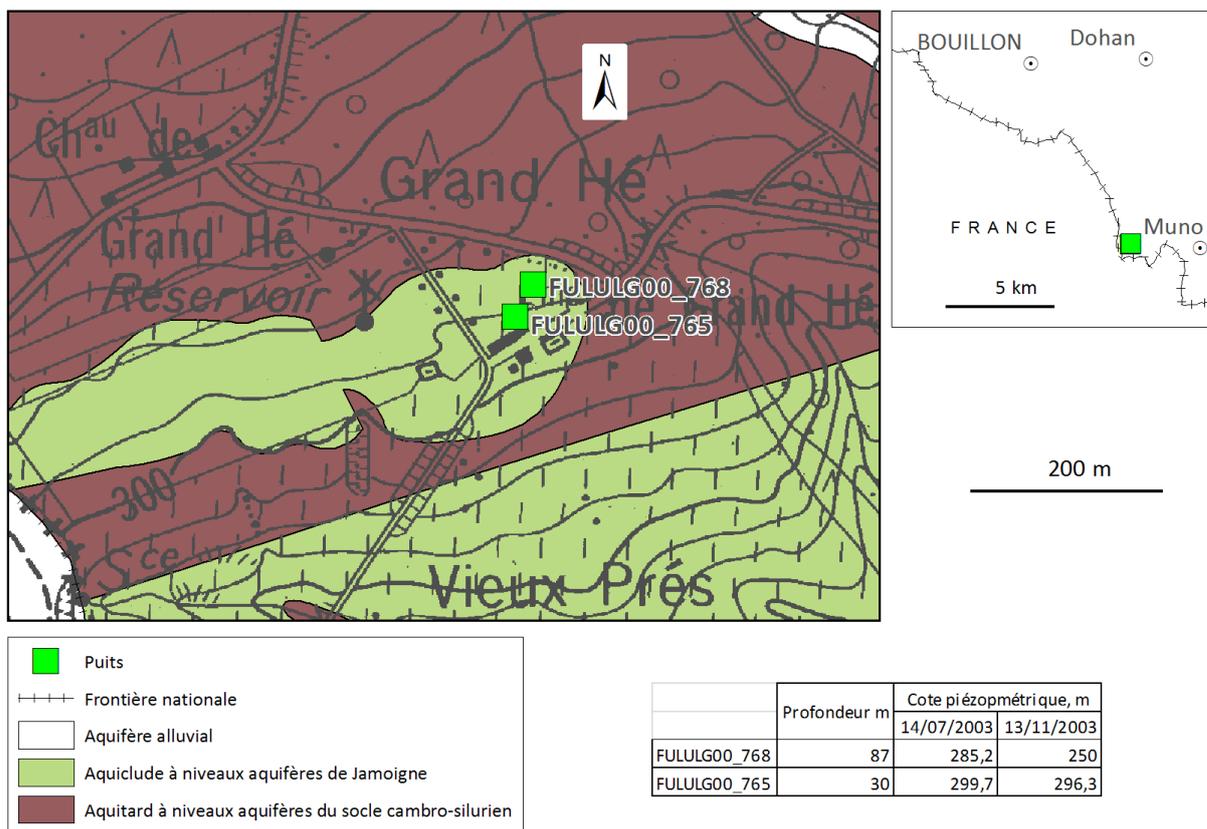


Figure IV.7 : Discontinuité piézométrique des nappes profondes dans le massif de Givonne.

Le tracé piézométrique de la nappe de surface (manteau d'altération) de l'aquitard cambro-ordovicien, qui lui par contre est continu, est possible en tenant compte de l'altitude des sources drainant le massif de Givonne, des niveaux de certains cours d'eau et des mesures piézométriques effectuées en novembre 2003.

La carte piézométrique est symbolisée par les courbes isopièzes (en rouge), avec indication de la cote par rapport au niveau de la mer et du sens probable de l'écoulement de la nappe (Figure IV.8). De manière générale, l'écoulement se fait du nord vers le sud pour alimenter le réseau hydrographique du bassin de la Chiers.

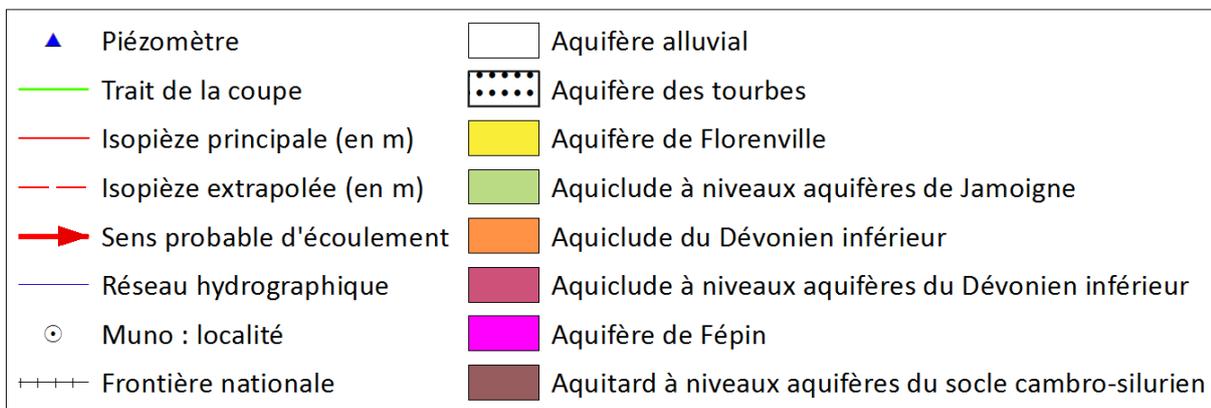
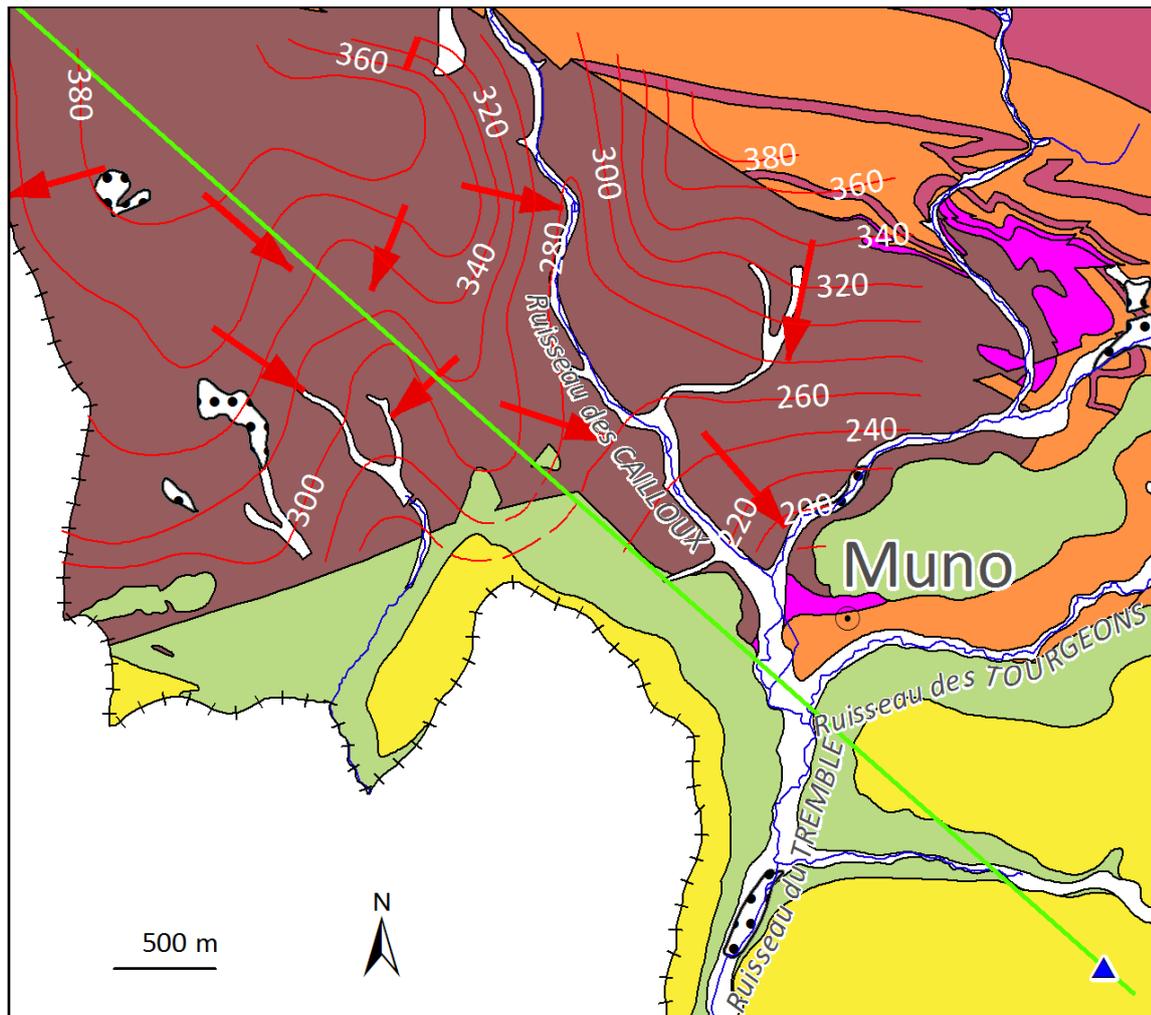


Figure IV.8 : Tendence piézométrique générale déterminée sur base des cotes altimétriques des sources : nappe supérieure de l'Aquitard à niveaux aquifères du socle cambro-silurien.

Du fait de la topographie très marquée, de la faible perméabilité d'ensemble des unités hydrogéologiques en présence et de l'action de drainage du réseau hydrographique local, en particulier les ruisseaux des Cailloux et de la Goutelle, les lignes isopièzes sont profondément déformées et suivent d'assez près le relief de cette partie de la carte. Cette

déformation est illustrée par la coupe hydrogéologique NO-SE (Figure IV.9) dont le tracé est représenté à titre d'exemple sur la carte (Figure IV.8). Le même schéma piézométrique⁵ doit se reproduire à proximité des cours d'eau pour les autres nappes de surface contenues dans le manteau d'altération des formations dévoniennes. Cette déformation montre l'importance de ce type de nappes pour l'alimentation du réseau hydrographique mais aussi la vidange rapide de tels aquifères. La faible capacité d'emménagement caractérisant ces derniers peut provoquer des tarissements saisonniers de certaines sources, particulièrement en été. Cependant, il faut signaler que grâce à une bonne alimentation fournie par les nappes de fissures plus profondes, moins sujettes aux variations pluviométriques, la plupart des grands ruisseaux se trouvant sur la carte sont pérennes.

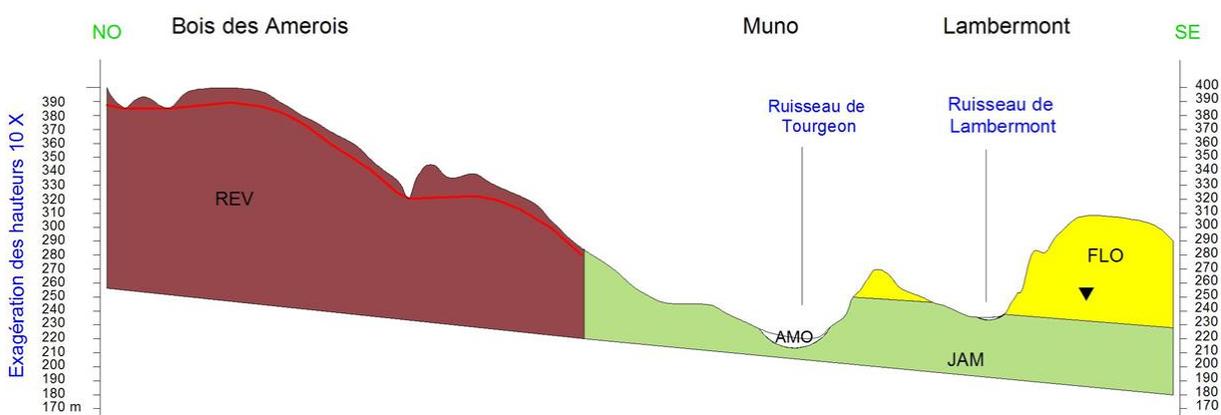


Figure IV.9 : Coupe hydrogéologique montrant la tendance piézométrique générale de la nappe supérieure de l'Aquitard à niveaux aquifères du socle cambro-silurien et une cote piézométrique ponctuelle de la nappe de Florenville (Novembre 2005).

Pour l'aquifère de Florenville, les points de mesures du niveau de la nappe ne sont pas suffisants pour réaliser une carte des isopièzes. En revanche, une cote piézométrique ponctuelle est représentée sur la coupe hydrogéologique (Figure IV.9).

Concernant l'historique des mesures piézométriques, seules les données des niveaux de la nappe de l'aquifère de Florenville sont disponibles en suffisance pour permettre de tracer l'évolution annuelle et saisonnière. Ces fluctuations ont été suivies depuis 1986 au niveau du piézomètre dénommé « NOTRE DAME DU FOYER » (Figure IV.10).

La grande amplitude (8 m) de fluctuation du niveau de la nappe des grès calcaires de Florenville dans ce piézomètre est bien cohérente avec la moyenne (8 m) observée dans six piézomètres sur huit forages situés dans la partie ouest de la Lorraine belge (Debbaut et Vander Borcht, 1988 ; Masson et al., 1993 ; Debbaut et Bouezmarni 2014). Ces fortes

⁵ Inutile de représenter une carte piézométrique pratiquement calquée sur la carte topographique pour toutes les unités hydrogéologiques présentes sur la carte

fluctuations reflètent une faible capacité d’emménagement de la nappe dans cette région, qui est également caractérisée par des valeurs de conductivité hydraulique et de transmissivité dix fois plus faibles que dans la partie est de la Lorraine. Il faut souligner le caractère plus massif, moins fracturé, des grès de la Formation de Luxembourg comparé aux régions situées à l’est du méridien de Florenville. Il faudra souligner également que la période des basses eaux correspond à la saison d’automne-hiver et la période des hautes eaux tombent en printemps-été.

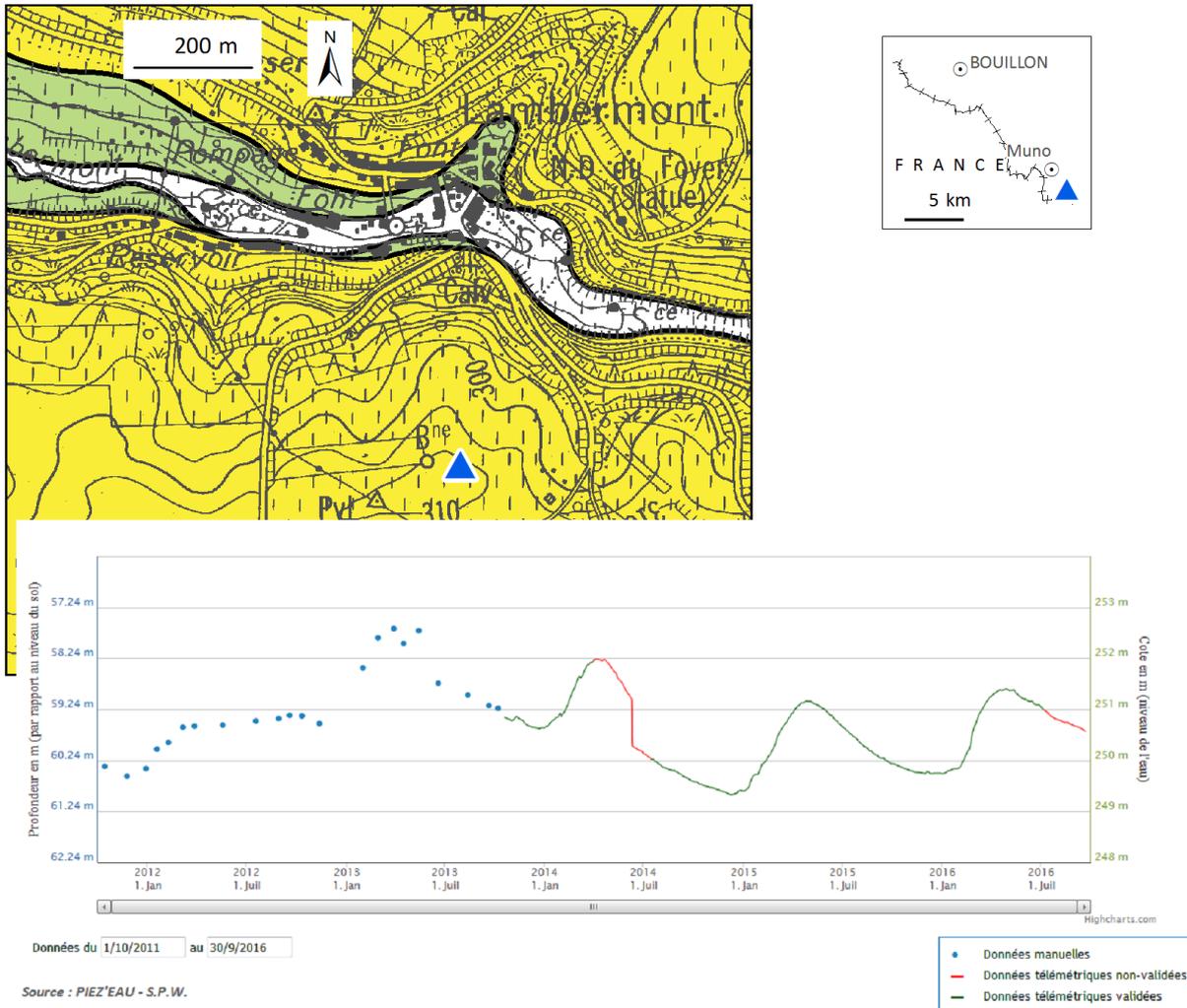


Figure IV.10 : Evolution piézométrique de l’aquifère de Florenville au niveau du piézomètre « NOTRE DAME DU FOYER », triangle bleu.

IV.2.4. Caractère des nappes

Les caractéristiques de la couverture des nappes sont représentées sur la carte thématique « Carte des informations complémentaires et des caractères de couverture des nappes ». Elles sont définies en termes de perméabilité : perméable, semi-perméable, imperméable si l’aquifère n’est pas à l’affleurement. Il faut rappeler toutefois que les nappes du socle ardennais sont discontinues, locales et limitées aux bancs gréseux et quartzitiques ainsi que dans certaines zones de failles. Par conséquent, il est très difficile de leur attribuer un type de couverture bien précis.

Il est bon de rappeler qu'en zone ardennaise, le contexte hydrogéologique se caractérise par deux types de nappes : la nappe supérieure contenue dans le manteau d'altération et les nappes plus profondes au niveau des diaclases et des cassures des grès et des quartzites.

Pour le premier niveau, proche de la surface et relativement perméable, la nappe peut être considérée comme étant à l'affleurement. Ce sont des nappes libres de type mixte (porosité d'interstices et de fissures). Ces nappes, dont le niveau piézométrique est proche de la surface du sol, s'alimentent directement sur l'ensemble du bassin par infiltration des eaux de pluie. Elles peuvent donc être rapidement impactées en cas de pollution, aussi bien accidentelle (hydrocarbures, produits toxiques, ...) que diffuse (nitrates, pesticides, ...). La préservation et la surveillance qualitative régulière de ces nappes est d'une grande importance, sachant qu'elles contribuent à une bonne partie de la distribution publique d'eau potable.

Par contre, les nappes plus profondes logées dans des bancs gréseux et/ou quartzitiques fissurés, sont enveloppées dans une masse schisto-phylladeuse peu perméable. Ce sont des nappes semi-captives ou parfois confinées (captives), sous pression souvent confinées. Il ne faut pas pour autant exclure les possibles communications avec la surface via des axes préférentiels d'écoulement. Ces derniers sont déterminés par les lignes de failles et les bancs gréseux et quartzitiques fissurés. Ces conditions ont amené à considérer la couverture de ce type de nappes comme généralement semi-perméable quel que soit les niveaux aquifères sur la carte.

Enfin, les rares nappes de l'Aquiclude du Dévonien inférieur peuvent être considérées sous couverture imperméable vu la dominance des schistes et des phyllades. Les communications avec la surface via des zones de failles ou de fissures sont peu probables à cause des colmatages argileux, produit d'altération des schistes.

En zone lorraine, par contre, l'Aquifère de Florenville se trouve à l'affleurement. L'Aquifère alluvial est à l'affleurement sur l'ensemble du territoire couvert par la carte.

IV.2.5. Coupes hydrogéologiques

La localisation et la direction nord-sud de la coupe hydrogéologique (cf. poster A0) sont choisies pour représenter la structure des différentes unités hydrogéologiques.

Au nord de la faille de charriage d'Herbeumont se trouve la **sous-unité de Bouillon**, dont le cœur est occupé par l'Aquiclude à niveaux aquifères de Villé entouré de l'Aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur. Les charnières des plis secondaires sont serrées favorisant une fracturation très intense des bancs gréseux et/ou quartzitiques et des potentiels aquifères intéressants dans les deux unités (Figure IV.11). Les failles peuvent

jouer un rôle de drains favorables à la circulation des eaux souterraines et la communication entre les deux unités hydrogéologiques. Ce rôle est probable puisque les bancs gréseux et quartzitiques sont assez fréquents et leur produit d'altération est probablement constitué de sable de remplissage au niveau des failles.

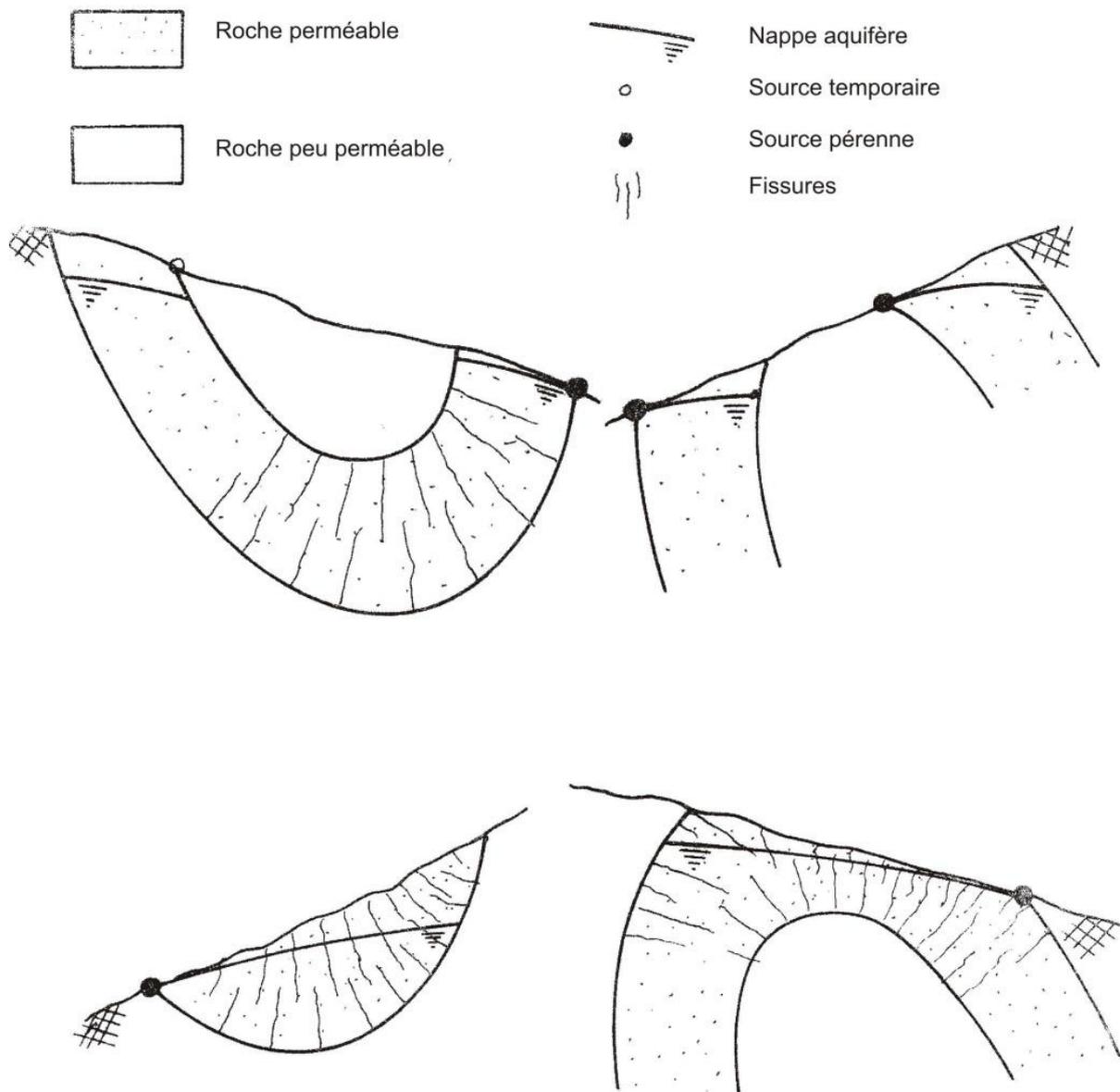


Figure IV.11 : Potentialités aquifères dans les zones axiales des plis (Halleux, 1979).

Dans la partie centrale de la coupe se trouve la **sous-unité de Muno**, bordée au nord par la faille de charriage d'Herbeumont et au sud par la faille des Amerois. Cette dernière est une faille de décrochement importante, de direction NO-SE, qui va de Muno à Bouillon. La sous-unité de Muno est occupée par l'Aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur comportant d'importants bancs gréseux. Ses potentiels aquifères sont intéressants.

Le **Massif calédonien de Givonne** se dresse entre la faille des Amerois au nord et la faille de Grand Hé au sud. Sa géométrie et sa piézométrie sont illustrées par la Figure IV.9.

Sur la coupe hydrogéologique, la **couverture jurassique** n'est représentée en territoire belge que par l'Aquiclude à niveaux aquifères de Jamoigne. Pour montrer la structure tabulaire des formations jurassiques et représenter l'aquifère de Florenville (principale ressources d'eau souterraine dans la région), la coupe a été prolongée en territoire français.

La même coupe hydrogéologique a été représentée avec un facteur d'exagération des hauteurs (X5). Elle permet une meilleure visibilité du niveau piézométrique reporté sur cette coupe, du relief et donc des limites de bassins hydrographiques.

La seule cote piézométrique représentée sur la coupe est mesurée dans le « PUIITS CASSIMAN », foré à 96 m de profondeur (nappe profonde). Cette cote, située à 251 m le 18/07/2005, correspond à 45 m de profondeur par rapport au niveau du sol. Cette situation contraste bien avec les nappes du manteau d'altération dont le niveau piézométrique est proche de la surface. La Semois représente l'exutoire pour les nappes dans cette région.

Pour rappel, les bassins hydrogéologiques des nappes supérieures logées dans le manteau d'altération correspondent généralement aux bassins hydrographiques. La coupe traverse du nord au sud, le ruisseau des Gorges, la Semois et le ruisseau de la Forêt sur le bassin de la Semois. Elle traverse le ruisseau de Nivi et le ruisseau de la Goutelle sur le bassin de la Chiers. La ligne de partage entre les deux bassins se trouve légèrement au sud de la N83 à hauteur du village de Dohan.

V. HYDROCHIMIE

En mars 2016, 29 ouvrages caractérisés par au moins une analyse chimique sont répertoriés sur l'ensemble de la carte Bouillon – Dohan & Muno. Au total, 6276 analyses sont disponibles, qui proviennent principalement de la base de données « Calypso » du SPW. Les données sont aussi issues de rapports d'études hydrogéologiques, de 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 fournies 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 ».

V.1. PARAMÈTRES PHYSICO-CHIMIQUES

V.1.1. Conductivité

La conductivité électrique des eaux souterraines en zone ardennaise est relativement basse, reflétant la nature alumino-silicatée du sous-sol, contrairement aux eaux souterraines issues de la Lorraine (Figure V.1).

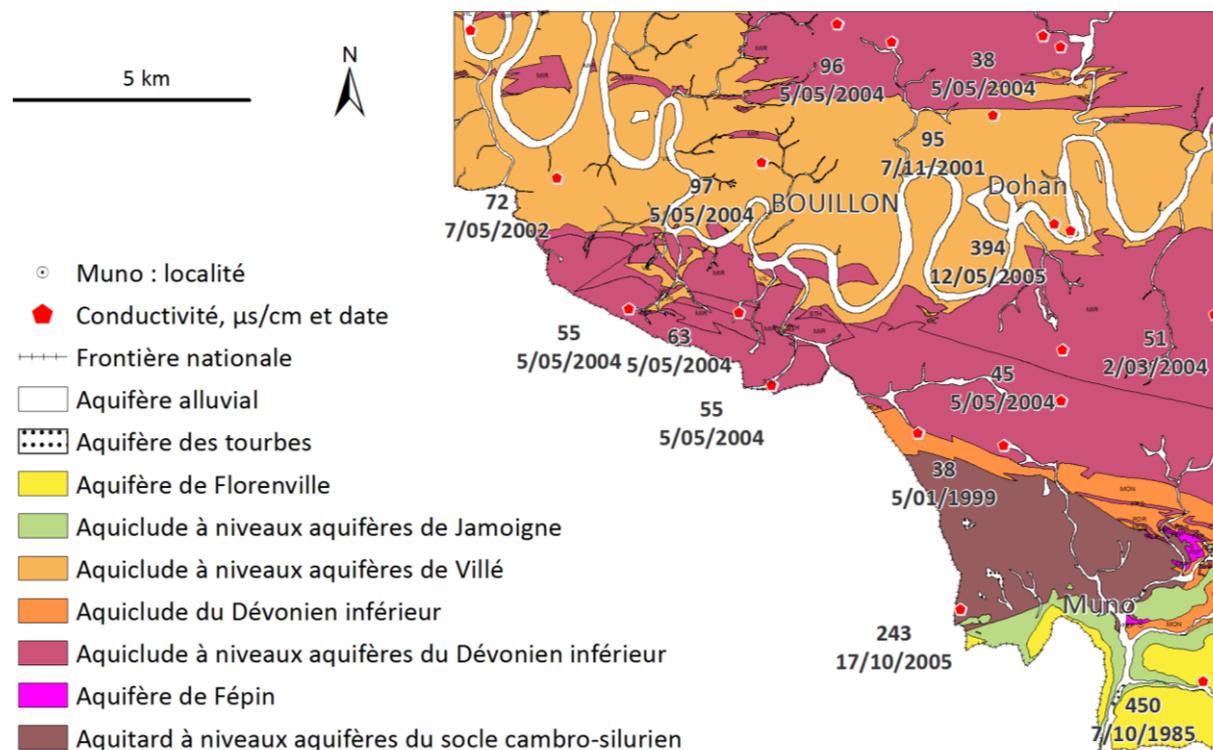


Figure V.1 : Conductivité des eaux souterraines sur la carte Bouillon - Dohan & Muno.

L'Aquiclude à niveaux aquifères de Villé affiche des valeurs relativement semblables à celles des autres formations paléozoïques malgré ces teneurs plus élevées en éléments carbonatés. Ces teneurs ne sont probablement pas suffisantes pour influencer l'hydrochimie, ou un lessivage important a dépourvu la zone saturée de ses carbonates. A l'est du village

de Dohan par contre, la conductivité semble refléter cette lithologie plus carbonatée de la Formation de Villé.

Les eaux de l'Aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur sont très douces comme dans l'ensemble du socle ardennais. La conductivité moyenne observée sur les différents ouvrages concernés est d'environ 60 $\mu\text{s}/\text{cm}$ à 20°C.

Par ailleurs, la nappe de Florenville est moyennement minéralisée grâce au ciment calcaire des grès de la Formation de Luxembourg.

V.1.2. pH

En zone ardennaise, le pH des eaux souterraines est compris entre 6 et 8, moins acide que par ailleurs dans les formations paléozoïques de la Haute Ardenne. L'influence des carbonates de la Formation de Villé se marque par des pH supérieurs à 7, plus conformes pour la distribution d'eau potable. Au niveau de l'Aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur, le pH des eaux est variable selon les captages (Figure V.2).

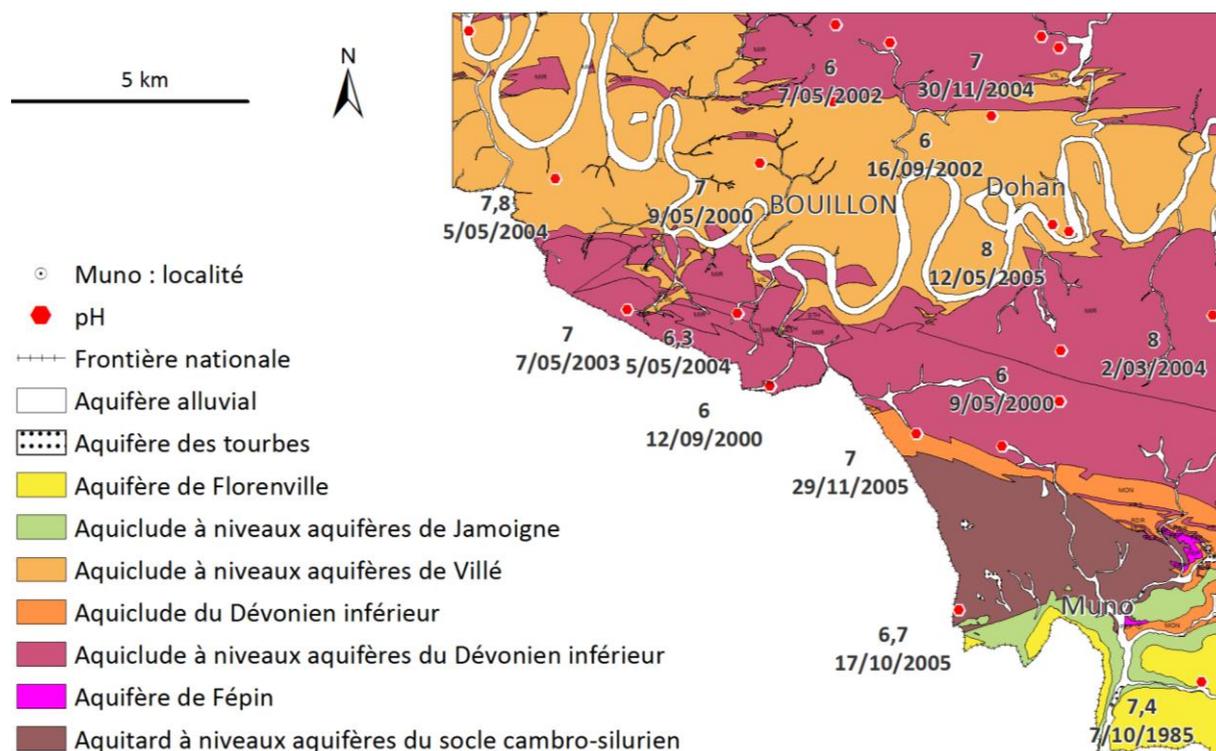


Figure V.2 : pH des eaux souterraines sur la carte Bouillon - Dohan & Muno.

V.1.3. Caractéristiques minérales

Les concentrations des principaux éléments minéraux des eaux souterraines sur la planche Bouillon - Dohan & Muno sont représentées dans le [Tableau V.1](#) et dans le [Tableau V.2](#). Pour la plupart des ouvrages, ce sont des concentrations moyennes calculées sur base des données disponibles.

Tableau V.1 : Composition minérale indicative des eaux souterraines de l'Aquitard à niveaux aquifères (ATF) cambro-silurien et l'Aquiclude à niveaux aquifères (ACF) du Dévonien inférieur sur la carte Bouillon - Dohan & Muno.

Paramètre	Unité	Norme (Code de l'Eau)	ATF cambro-silurien	ACF Dévonien inférieur						
			PUITS GRAND'HEZ 11	HALLIRU	CLAIMONT B	BEAUBRU	LA CHAUDELLE 1-THIODELLE	LES BADATS	PUITS DUYSENS A LA CORNETTE A BELLEVAUX	LES TROIS FONTAINES (SOURCE 2)
Calcium	mg/l	270	4,02	2,4	5,6	2,2	19	2,4	6,8	2
Chlorures	mg/l	250	4,2	4,4	8	16	9,8	15	3	24
Fer (sur filtré 0,4µ)	µg/l	200	28	87	79	50	6,3	87	10	287
Magnésium	mg/l	50	3,3	1,9	3,3	2,2	2,8	1,1	1,7	1,7
Potassium	mg/l	12	0,01	0,21	0,36	0,34	0,69	0,16	0,35	0,37
Sodium	mg/l	200	2,7	2,7	3,3	6,7	4,1	10,7	3	16
Sulfates	mg/l	250	8,4	3,6	3,4	2,1	8,2	1,7		5,2

Tableau V.2 : Composition minérale indicative des eaux souterraines de l'Aquiclude à niveaux aquifères (ACF) de Villé, de l'Aquiclude (AC) du Dévonien inférieur et de l'Aquifère de Florenville sur la carte Bouillon - Dohan & Muno.

Paramètre	Unité	Norme (Code de l'Eau)	ACF Villé		AC Dévonien inférieur	Aquifère de Florenville
			BELLE ETOILE	CHAMPS DE SERMONON	PRE HOC	GALERIE LAMBERMONT(VILLAGE)
Calcium	mg/l	270	8,9	9,3	2,6	95,2
Chlorures	mg/l	250	5,1	14	3,3	7,7
Fer (sur filtré 0,4µ)	µg/l	200	84	84	90	20
Magnésium	mg/l	50	3,5	4,3	1,6	2,4
Potassium	mg/l	12	1,2	1,6	0,28	0,2
Sodium	mg/l	200	2,8	6,3	2,4	2,6
Sulfates	mg/l	250	8,2	7,9	2,4	22,6

De manière générale, les eaux sont très peu minéralisées, reflétant parfaitement la nature alumino-silicatée du sous-sol. Les faibles concentrations en calcium démontrent bien que les terrains sont pauvres en carbonates. Les concentrations en calcium des eaux de l'Aquiclude à niveaux aquifères de Villé sont généralement légèrement plus élevées en zone ardennaise mais ce n'est, cependant, pas le cas sur cette carte.

Les concentrations en fer et en manganèse sont relativement faibles avec des valeurs généralement inférieures à 100 µg/l et 20 µg/l respectivement. L'eau prélevée au droit du puits "LES MINIERES" à Noirefontaine contient une concentration exceptionnellement élevée de g/l de fer ! Ces teneurs très élevées en fer dissous dans les puits profonds ardennais sont assez fréquentes. Elles s'expliquent par le caractère confiné des nappes profondes. Sous forme réduite, le fer se dissout dans l'eau (dépourvue d'oxygène). Une fois en surface dans les captages d'eau, le fer s'oxyde, précipite et se dépose dans les canalisations avec une coloration rougeâtre des eaux. Un traitement de déferrisation est donc souvent nécessaire comme pour le "PUITS GRAND HE 11". Les résultats présentés correspondent à une eau préalablement filtrée pour éliminer le fer !

Les eaux de l'Aquifère de Florenville se distinguent par leur composition nettement plus minéralisée grâce notamment au ciment calcaire des grès.

V.1.4. Nitrates

La carte Bouillon - Dohan & Muno n'est pas située dans une zone vulnérable aux nitrates telle que celles délimitées par arrêtés ministériels wallons. Les concentrations en nitrates sont variables mais toujours inférieures à 50 mg/l (Figure V.3), norme de potabilité exigée par la Région wallonne pour les eaux souterraines (Code de l'Eau).

L'Aquifère de Florenville présente des teneurs relativement élevées en nitrates dues aux activités agricoles sur le plateau situé en amont du captage « Galerie Lambermont (Village) ». Des activités qui doivent être surveillées d'autant plus que l'évolution des concentrations en nitrates augmentent significativement et risquent de dépasser la norme de potabilité au niveau du captage (Figure V.4).

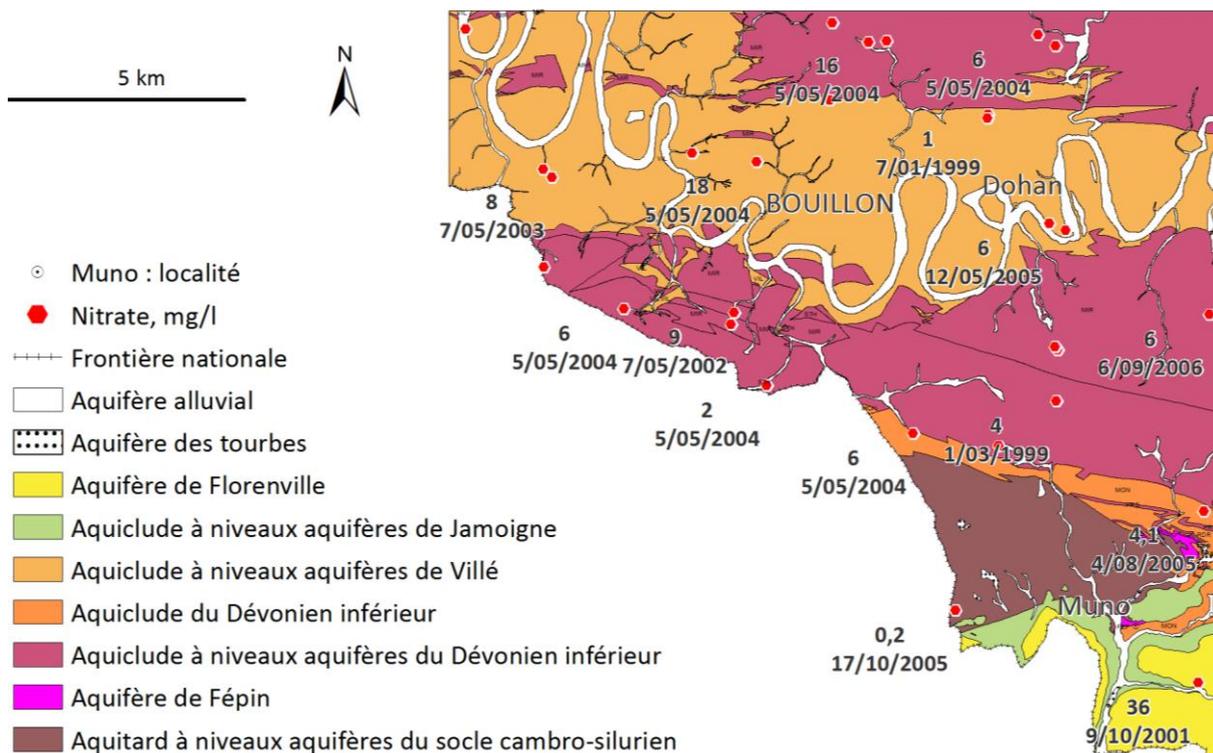


Figure V.3 : Teneurs en nitrates dans les eaux souterraines sur la carte Bouillon – Dohan & Muno.

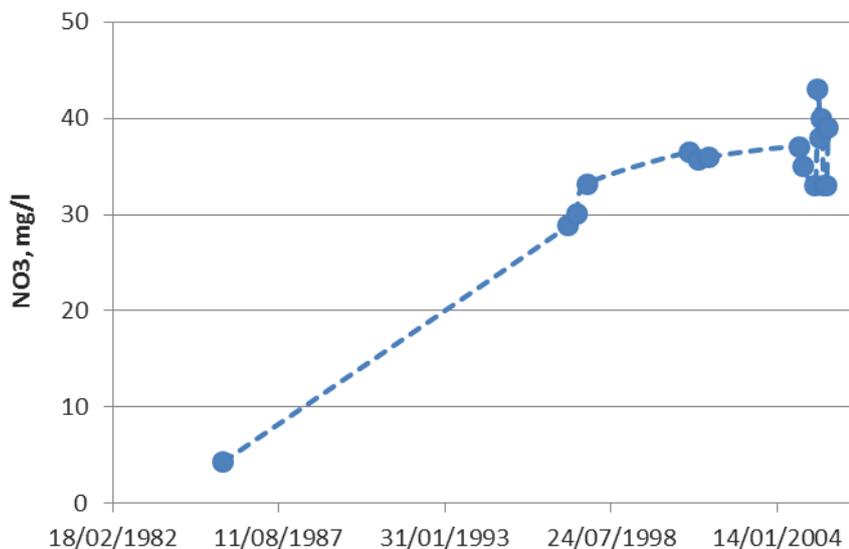


Figure V.4 : Evolution des concentrations en nitrates au niveau du captage « Galerie Lambermont (Village) ».

V.1.5. Caractéristiques bactériologiques

Compte tenu des analyses disponibles, la qualité bactériologique des eaux souterraines semble très variable entre captages et variable dans le temps pour un même captage. Les ouvrages dont la qualité bactériologique mérite une surveillance sont présentés sur la Figure V.5. A titre indicatif, certains ouvrages affichent des teneurs inquiétantes en germes totaux allant jusqu'à 3 000 nb/ml.

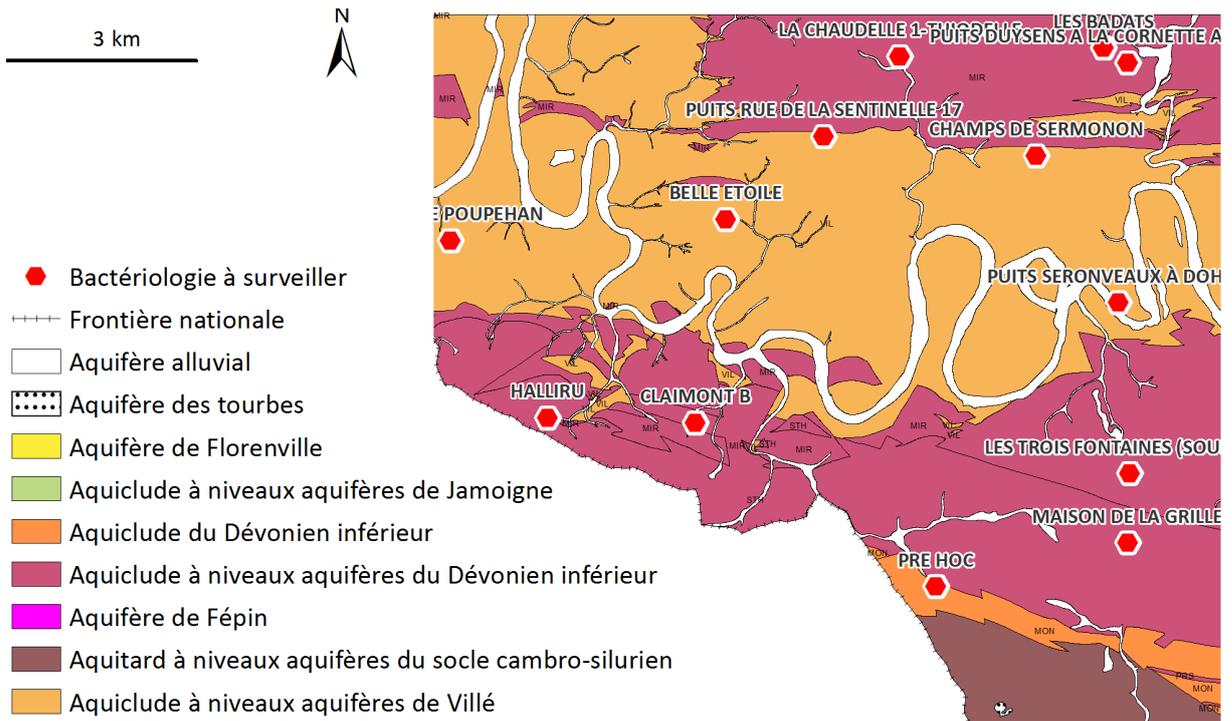


Figure V.5 : Ouvrages à surveiller pour la qualité bactériologique.

VI. EXPLOITATION DES AQUIFERES

Tous les ouvrages recensés en 2016, 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 des nappes d'eau souterraine en distinguant les prélèvements publics pour la distribution d'eau potable et les prélèvements privés, ainsi que l'exploitation moyenne des ouvrages.

Les ouvrages sont différenciés selon l'aquifère qu'ils sollicitent. La couleur des symboles utilisés est identique à la couleur de l'unité hydrogéologique atteinte. L'intérêt de cette donnée est de pouvoir rapporter toute information ponctuelle (chimie, piézométrie, test, etc.) à l'unité hydrogéologique correspondante. Dans le cas de l'Ardenne, les ouvrages sont généralement reliés à l'aquifère à l'affleurement parce que les épaisseurs des formations géologiques du Dévonien inférieur sont importantes. 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.

Les volumes prélevés pour la distribution publique d'eau potable sont exprimés en m³/an (déclaration 2016 qui correspond à l'année la plus récente entièrement encodée au SPW). Ils sont symbolisés par des pastilles rouges dont le diamètre est proportionnel aux volumes pompés. Sur la carte, le service communal de Bouillon est le seul producteur/distributeur public d'eau potable en zone ardennaise, la S.W.D.E. exploitant la galerie « Lambermont (Village) » en zone lorraine (aquifère de Florenville).

Les autres volumes, exploités à des fins privées (activité agricole et consommation domestique principalement), sont également exprimés en m³/an (déclaration 2016). Ils sont représentés par des pastilles vertes avec un diamètre proportionnel au volume annuel déclaré.

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 2012 et 2016. Il faut souligner que certains captages peuvent avoir peu fonctionné pendant cet intervalle. C'est le cas par exemple des captages d'appoint. Les volumes moyens doivent être interprétés avec prudence. Ils ne reflètent que des valeurs indicatives de l'exploitation.

L'exploitation des eaux souterraines sur la carte Bouillon - Dohan & Muno est illustrée sur la **Figure VI.1**. Pratiquement tous les ouvrages représentés sur cette figure sont en activité, mais les prélèvements les plus modestes, insignifiants en termes de pression quantitative sur la ressource en eau souterraine locale, ne sont pas comptabilisés.

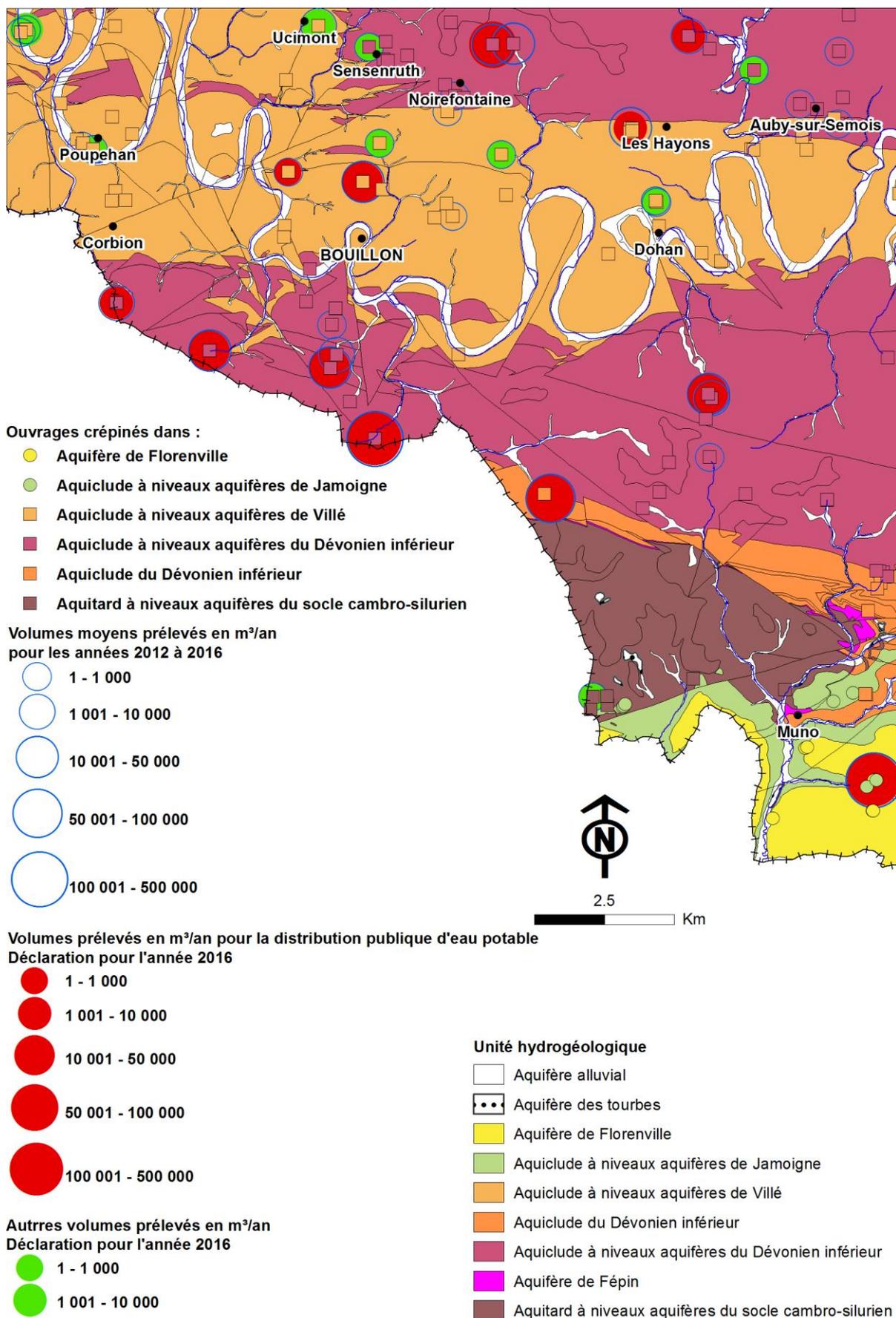


Figure VI.1 : Exploitation des eaux souterraines sur la carte Bouillon - Dohan - Muno.

Par ailleurs, le faible rendement des captages contraint le service communal de Bouillon à multiplier le nombre d’ouvrages pour la production d’eau potable. Ceci pose un problème de délimitation des zones de prévention mais aussi de canalisation et de maintenance. La plupart des ouvrages communaux sont des drains en tête de vallée facilitant une distribution gravitaire de l’eau potable. Les quelques puits forés se sont avérés peu productifs ou compliqués à exploiter en raison du colmatage des crépines par la précipitation de calcaire, comme pour le puits « Gauche Croix de Poupehan » foré à 90 m de profondeur au nord du village de Corbion.

L’exploitation annuelle pour la période 2016 montre que le volume total prélevé sur l’ensemble du territoire couvert par la carte Bouillon - Dohan & Muno est de 511 779 m³, dont 506 060 m³ pour la distribution publique d’eau potable (Figure VI.2).

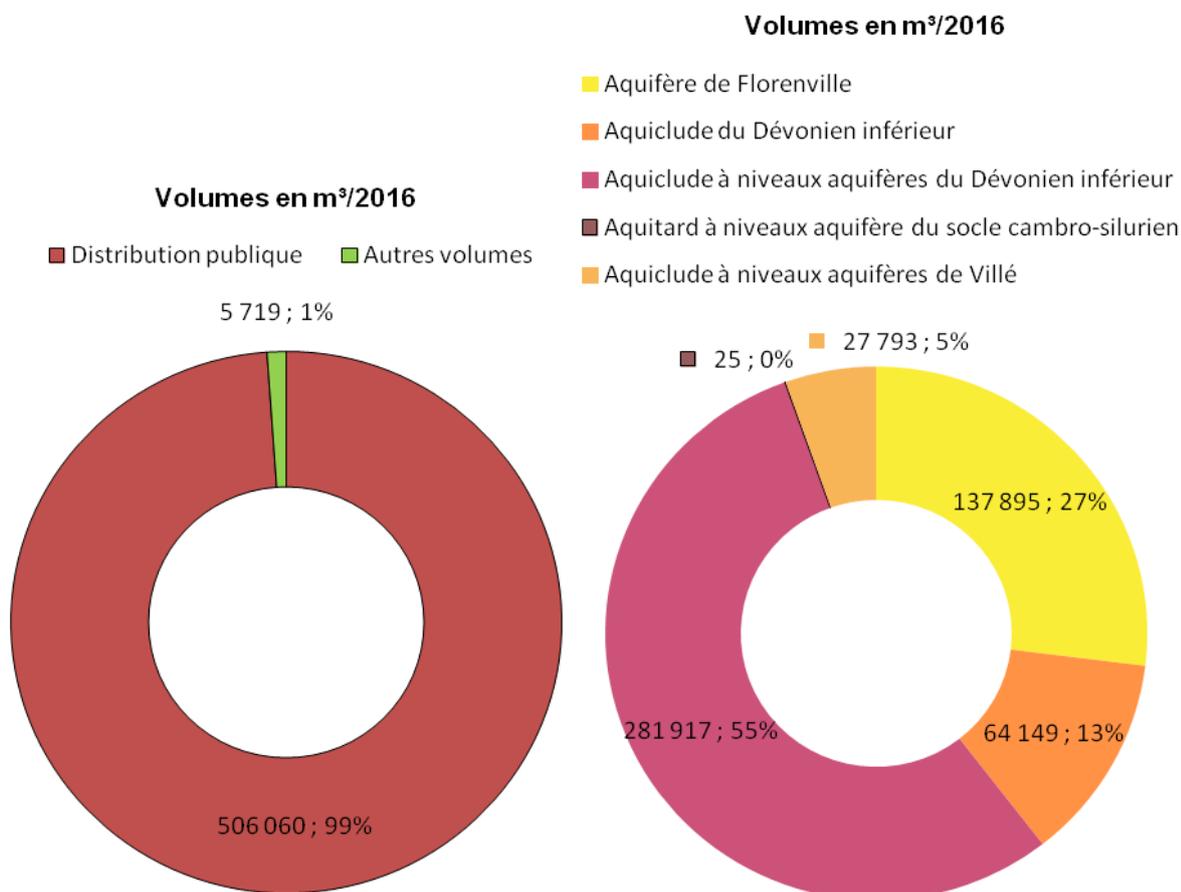


Figure VI.2 : Répartition des volumes d’eau prélevés en 2016, entre les captages de la distribution publique d’eau potable et les autres (particulier, agriculteurs, industriels) sur la carte Bouillon – Dohan – Muno. Distribution des volumes prélevés en 2016 en fonction des aquifères sollicités.

Bien que l’Aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur et l’Aquiclude du Dévonien inférieur ne présentent pas de conductivités hydrauliques importantes, ces deux aquifères contribuent à hauteur de 55 % et 13 % respectivement au volume total capté sur la

carte. Le deuxième aquifère le plus sollicité est l'Aquifère de Florenville, avec une contribution de 27 % sur les volumes prélevés en 2016. Sa conductivité est nettement plus importante mais il n'est présent que dans l'extrême sud de la carte.

VI.1. VOLUMES PRÉLEVÉS POUR LA DISTRIBUTION PUBLIQUE D'EAU POTABLE

Au total, en 2016, 506 060 m³ ont été prélevés, principalement via des drains ou des sources à l'émergence, par la S.W.D.E. et le Service communal de Bouillon. Ces derniers sollicitent essentiellement l'Aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur (281 792 m³) et l'Aquifère de Florenville (137 895 m³) et, dans une moindre mesure, l'Aquiclude du Dévonien inférieur (64 149 m³) (Figure VI.3). Enfin, moins de 25 000 m³ ont été prélevés dans l'Aquiclude à niveaux aquifères de Villé. Ces volumes représentent une pression quantitative très faible sur la ressource en eau souterraine exploitable de manière durable sur le territoire de cette carte. Le nombre important de captages ne signifie donc forcément une surexploitation des ressources en eau souterraine.

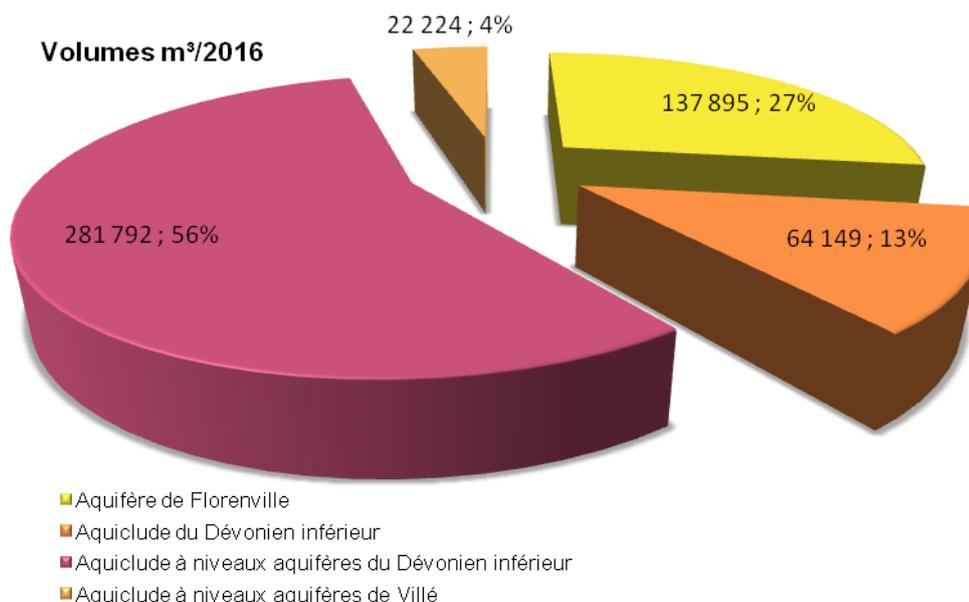


Figure VI.3 : Volumes prélevés pour la distribution publique d'eau potable sur la carte de Bouillon – Dohan - Muno en 2016 en fonction des unités hydrogéologiques.

Les deux plus gros captages de la carte pour la distribution publique d'eau potable sont « Baubru » et « Lambermont I », viennent ensuite les captages « La Chaudelle 2 » et de « Pré Hoc » :

- « Lambermont I » est une galerie de la S.W.D.E. sollicitant la nappe de l'Aquifère de Florenville et située au SE de Muno. En 2016, 137 895 m³ ont été prélevés dans cette nappe. Entre 2012 et 2016, les volumes prélevés par ce captage ont varié entre 114 623 m³/an (2015) et 161 000 m³/an (2012), avec une moyenne de 139 020 m³/an ;

- « Baubru » est un drain de l'administration de Bouillon sollicitant l'Aquiclude à niveau aquifère du Dévonien inférieur et situé dans une zone de failles au sud de la ville de Bouillon. Entre 2012 et 2016 les volumes qui y ont été prélevés variaient entre 101 971 m³/an (2015) et 135 851 m³/an (2012), avec une moyenne de 119 120 m³/an ;
- « La Chaudelle 2 » est un drain de l'administration communale de Bouillon sollicitant la nappe de l'Aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur. En 2016, 68 804 m³ ont été prélevés dans cette nappe. Entre 2012 et 2016, les volumes prélevés par ce captage ont varié entre 31 116 m³/an (2012) et 68 804 m³/an (2016), avec une moyenne de 47 294 m³/an ;
- « Pré Hoc » est une source à l'émergence de l'administration communale de Bouillon sollicitant la nappe de l'Aquiclude du Dévonien inférieur. En 2016, 64 149 m³ ont été prélevés dans cette nappe. Entre 2012 et 2016, les volumes prélevés par ce captage ont varié entre 64 149 m³/an (2016) et 94 585 m³/an (2012), avec une moyenne de 78 981 m³/an.

VI.2. AUTRES VOLUMES PRÉLEVÉS

Pour les volumes prélevés par des particuliers, des agriculteurs ou des industriels, via des puits forés majoritairement, c'est la nappe de l'Aquiclude à niveaux aquifères de Villé qui est la plus sollicitée avec 5 569 m³ en 2016 (Figure VI.4). Les nappes de l'Aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur et de l'Aquitard à niveaux aquifères du socle cambro-ordovicien sont sollicitées de façon anecdotique en 2016 avec moins de 200 m³.

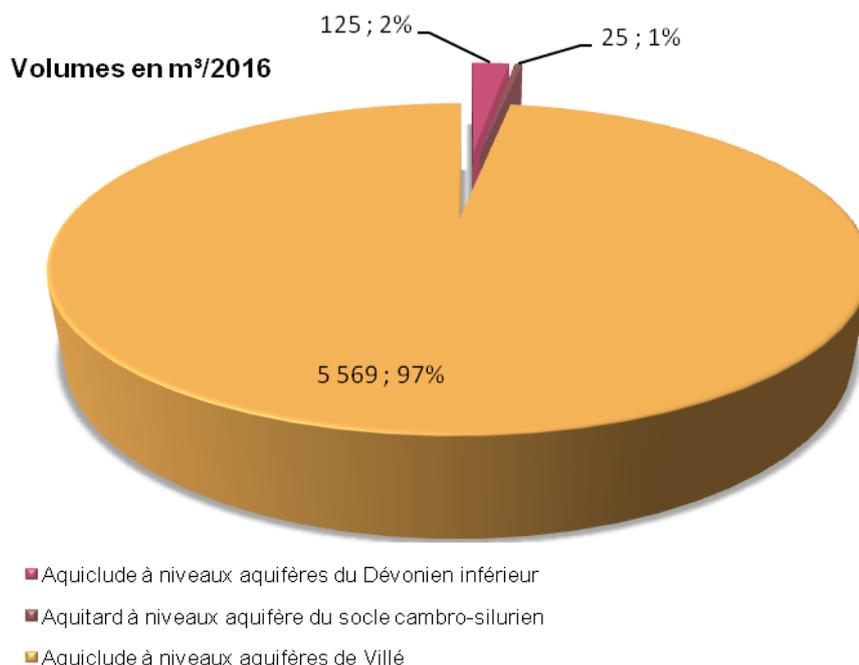


Figure VI.4 : Volumes prélevés par les particuliers et industriels sur la carte de Bouillon – Dohan - Muno en 2016 en fonction des unités hydrogéologiques.

VII. PARAMETRES D'ÉCOULEMENT ET DE TRANSPORT

L'objectif des tests sur le terrain (essais de pompage, tests d'injection, traçages...) est de définir les caractéristiques hydrauliques de l'unité hydrogéologique testée à l'aide de méthodes d'interprétation basées sur des solutions analytiques simplifiées ou sur la calibration de modèles numériques. Les principaux paramètres caractérisant l'écoulement de l'eau souterraine et le transport de solutés sont respectivement, la conductivité hydraulique (K), le coefficient d'emmagasinement spécifique (S_s), la porosité effective de drainage, la porosité effective de transport et la dispersivité longitudinale.

D'autres paramètres sont souvent cités dans les études consultées et parfois repris dans les notices des cartes :

- La transmissivité (T) exprime le débit d'eau qui s'écoule, pour une largeur unitaire, sur toute l'épaisseur d'un aquifère (de Marsily, 2004). Elle est l'intégration de la conductivité hydraulique (K) sur une épaisseur saturée donnée pour ramener le plus souvent l'écoulement à un processus 2D. Cette épaisseur est habituellement l'épaisseur totale de l'aquifère s'il s'agit d'un aquifère captif, et la hauteur d'eau saturée (très variable) s'il s'agit d'un aquifère libre.
- Le coefficient d'emmagasinement est également une grandeur 2D intégrant le coefficient d'emmagasinement spécifique sur l'épaisseur de l'aquifère pour les nappes captives. Pour les nappes libres, le coefficient d'emmagasinement peut être approximé par la porosité effective (ou efficace) de drainage (n_e).

Vu la multitude et la complexité des méthodes et concepts utilisés pour leur définition et leur détermination, la description détaillée de ces notions sort du cadre de cette notice. Nous invitons le lecteur à consulter le site Internet de la Carte Hydrogéologique de Wallonie⁶.

Les concepts majeurs de l'hydrogéologie y sont abordés de manière simplifiée et quelques références bibliographiques y sont renseignées.

A titre indicatif, le **Tableau VII.1** et le **Tableau VII.2** présentent quelques valeurs de conductivité hydraulique selon le type de terrain (roche meuble ou indurée, lithologie, degré de fissuration...). Il faut remarquer que la valeur de ce paramètre varie fortement en fonction de l'échelle d'investigation. Ainsi, on parle de conductivité hydraulique soit à l'échelle 'macroscopique' pour des mesures effectuées en laboratoires sur des échantillons, soit à

⁶ <http://environnement.wallonie.be/cartosig/cartehydrogeo/concepts.htm>

l'échelle 'mégascopique' pour les valeurs relatives à la zone réellement investiguée par des essais menés sur le terrain.

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

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								

Tableau VII.2 : Intervalles de valeurs indicatives pour la conductivité hydraulique de différentes lithologies (échelles macroscopique & mégascopique) (Dassargues, 2010).

Lithologie		K (m/s)
Granites et Gneiss	avec fissures	$1 \times 10^{-7} - 1 \times 10^{-4}$
	sans fissure	$1 \times 10^{-14} - 1 \times 10^{-10}$
Basaltes	avec fissures	$1 \times 10^{-7} - 1 \times 10^{-3}$
	sans fissure	$1 \times 10^{-12} - 1 \times 10^{-9}$
Quartzites	avec fissures	$1 \times 10^{-7} - 1 \times 10^{-4}$
	sans fissure	$1 \times 10^{-12} - 1 \times 10^{-9}$
Shales (argilites)		$1 \times 10^{-13} - 1 \times 10^{-9}$
Schistes (argilites schistosées)		$1 \times 10^{-9} - 1 \times 10^{-5}$
Calcaires	karstifiés	$1 \times 10^{-5} - 1 \times 10^{-1}$
	avec fissures	$1 \times 10^{-9} - 1 \times 10^{-3}$
	sans fissure	$1 \times 10^{-12} - 1 \times 10^{-9}$
Grès	avec fissures	$1 \times 10^{-5} - 1 \times 10^{-3}$
	sans fissure	$1 \times 10^{-9} - 1 \times 10^{-5}$
Craies		$1 \times 10^{-6} - 1 \times 10^{-3}$
Tufs volcaniques		$1 \times 10^{-7} - 1 \times 10^{-3}$
Graviers		$1 \times 10^{-4} - 1 \times 10^{-1}$
Sables		$1 \times 10^{-6} - 1 \times 10^{-2}$
Silts, limons		$1 \times 10^{-9} - 1 \times 10^{-4}$
Argiles et limons		$1 \times 10^{-13} - 1 \times 10^{-7}$

Tableau VII.3 : Intervalles de valeurs indicatives pour la porosité (n) et la porosité effective de drainage (n_e) de différentes lithologies (échelles macroscopique & mégascopique) (Dassargues, 2010).

Lithologie	n (%)	n _e (%)
Granites et Gneiss	0,02 - 2	0,1 - 2*
Quartzites	0,5 - 2	0 - 2*
Shales (argilites)	0,1 - 7,5	0,1 - 1*
Schistes (argilites schistosées)	0,1 - 7,5	0,1 - 2*
Calcaires et Dolomies primaires	0,5 - 15	0,1 - 14*
Dolomies secondaires	10 - 30	5 - 15*
Craies	0,5 - 45	0,5 - 15*
Grès, Psammites	3 - 38	3 - 25
Tufs volcaniques	30 - 40	5 - 15
Graviers	15 - 25	5 - 25
Sables	15 - 35	5 - 25
Silts	30 - 45	5 - 15
Argiles et limons	40 - 70	0,1 - 3

*dépendante de la fissuration

Le sous-sol, constitué de terrains meubles ou de roches consolidées, peut aussi être caractérisé par ses porosités. Pour l'écoulement des eaux souterraines, seule la porosité effective (ou efficace) de drainage est considérée car sa valeur tient lieu de coefficient d'emmagasinement en nappe libre. A titre indicatif, le **Tableau VII.3** reprend quelques intervalles de valeurs de porosité totale et porosité effective de drainage en fonction du type de roches. Comme pour la conductivité hydraulique, ce paramètre est dépendant de l'échelle d'investigation (laboratoire – terrain).

Très peu de données hydrodynamiques existent pour caractériser les unités hydrogéologiques réparties sur la carte Bouillon-Dohan & Muno. Les principaux captages sont des prises d'eau gravitaire. Les puits privés font rarement l'objet d'essais de pompage ou de traçages.

Dans le contexte ardennais, où les nappes sont très compartimentées, les données des essais de pompage ne peuvent en aucun cas être généralisées sur l'ensemble de l'unité hydrogéologique concernée.

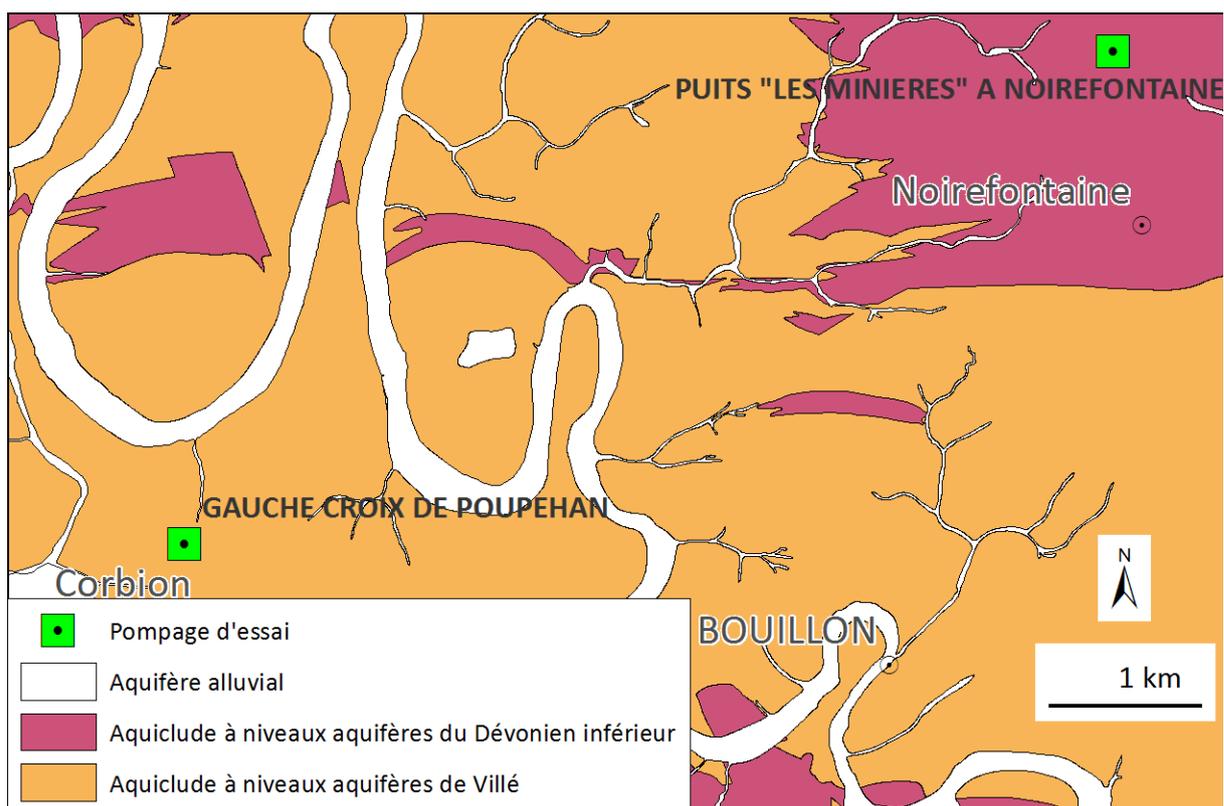


Figure VII.1 : Localisation des pompes d'essai.

Les données d'essais de pompage disponibles sur la carte se rapportent donc seulement à deux puits : « Les Minières à Noirefontaine » et « Gauche Croix de Poupehan » (**Figure VII.1**). Le premier est situé dans l'ancienne commune de Noirefontaine au nord de la planche. Dans cette région, ce puits sollicite l'Aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien

inférieur. Le deuxième, situé à Corbion, est crépiné dans l'Aquiclude à niveaux aquifères de Villé.

Dans le puits « Les Minières » à Noirefontaine », des essais de pompage se sont déroulés entre le 04/07/1990 et le 27/07/1990. Les résultats montrent des valeurs de transmissivité, calculées par la méthode de Jacob, allant de $0,26 \times 10^{-4}$ m²/s à $0,8 \times 10^{-4}$ m²/s (Derycke, 1990a).

Dans le puits « Gauche Croix de Poupehan », les essais de pompage ont été réalisés le 17/07/1990 et les résultats de ces essais montrent une transmissivité de $0,26 \times 10^{-4}$ m²/s, calculée par la méthode de Jacob (Derycke, 1990b).

Vu le contexte hydrogéologique en zone ardennaise, la conductivité hydraulique d'une même unité hydrogéologique peut changer très fortement selon la présence de schistes et phyllades et l'importance des bancs gréseux et quartzitiques fissurés. Par conséquent, les données des essais de pompage ne peuvent être généralisées. Il s'agit de valeurs indicatives à l'échelle locale. D'après les données consignées par l'entreprise de forages Arnould de Framont, les débits indicatifs notés à la fin des forages de certains puits montrent une grande variation. Le "Puits Collard-Gaillard – Athisse" qui est situé au nord d'Auby-sur-Semois est crépiné dans l'Aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur. Le puits fait 6 m de profondeur avec des venues d'eau principales notées entre 44 et 48 m dans un niveau de quartzites schisto-gréseux. Le débit observé à la fin du forage est de 4,5 m³/h. Par contre, toujours dans la même unité hydrogéologique, le "Puits Francis Simon à Auby-Sur-Semois", situé à moins d'un kilomètre et demi au sud du puits précédent, le débit ne dépasse pas 1 m³/h à la fin du forage. Celui-ci fait pourtant 80 m de profondeur mais n'a rencontré que des terrains exclusivement schisteux. D'après ces descriptions de foreur, les premières venues d'eau intéressantes sont souvent observées au contact entre le manteau d'altération et le socle sain. Cependant, les venues d'eau les plus productives sont notées généralement dans les passages gréseux et quartzitiques plus profonds.

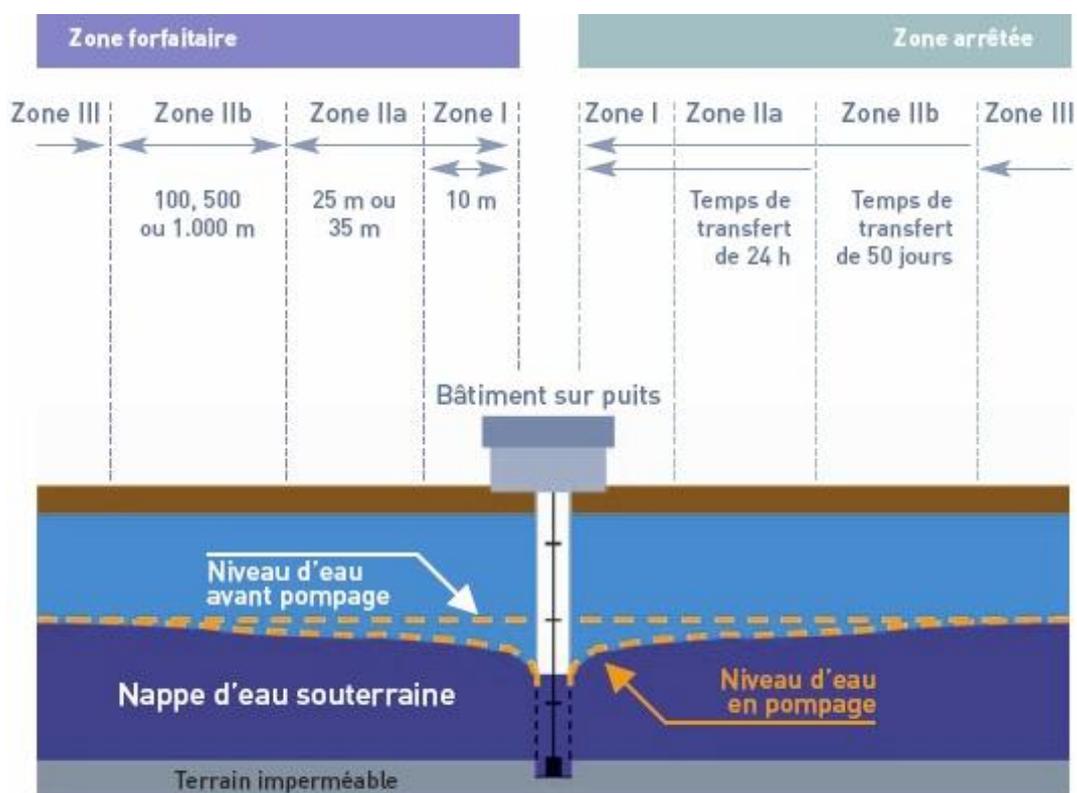
Pour l'Aquifère de Florenville, la nappe est libre mais aucune donnée d'essai de pompage n'est disponible sur la carte. Il faut noter que les valeurs de transmissivité obtenues dans la partie ouest de la Lorraine belge sont un ordre de grandeur plus faible qu'ailleurs (Debbaut et Vander Borgh, 1988 ; Masson et al., 1993, Debbaut et Bouezmarni 2014). L'ordre de grandeur de la transmissivité dans la région de Florenville est de 10^{-5} m²/s (Bouezmarni et al., 2007).

VIII. ZONES DE PREVENTION

VIII.1. CADRE LÉGAL

Suite au développement économique, les ressources en eau souterraine 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 protection doivent être mis en place. La législation wallonne⁷ définit quatre niveaux de protection à mesure que l'on s'éloigne du captage (Figure VIII.1) : zones de prise d'eau (Zone I), de prévention (Zones IIa et IIb) et de surveillance (Zone III).



Source: d'après le site Internet de la CILE - <http://www.cile.be>

Figure VIII.1 : Schéma des différentes zones de protection en Wallonie.

VIII.1.1. 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 autorisées.

⁷ 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.

VIII.1.2. Zones de prévention rapprochée et éloignée ou zones IIa et IIb

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 impose une délimitation de 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 galerie. En milieu karstique, tous les points préférentiels d'infiltration vers le sous-sol d'écoulements superficiels (dolines et pertes) dont la liaison avec le captage est établie sont classés en zone IIa⁸.

- la zone de prévention éloignée (zone IIb) : zone comprise entre le périmètre extérieur de la zone IIa et le périmètre extérieur de la zone IIb. Le périmètre extérieur 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 ;
- 1 000 mètres pour les formations aquifères fissurées ou karstiques.

⁸ Uniquement si la liaison en question est démontrée et en moins de 24 h. Une telle règle n'est pas reprise dans la réglementation et n'est appliquée qu'au cas par cas à l'appréciation de l'auteur de l'étude et de l'Administration.

VIII.1.3. Zone de surveillance ou zone III

Une zone de surveillance peut être déterminée pour toute prise d'eau. Elle représente l'aire géographique qui comprend le bassin ou partie de bassin d'alimentation et le bassin ou partie de bassin hydrogéologique qui sont susceptibles d'alimenter une zone de prise d'eau existante ou éventuelle (Code de l'Eau Art.D.2, 95°).

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

VIII.1.4. 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 perdants, 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 2009⁹.

La Société publique de Gestion de l'Eau¹⁰ 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 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 wallonne¹¹.

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 publique¹².

⁹ 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).

¹⁰ SPGE, instituée par le décret du 15 avril 1999.

¹¹ <http://environnement.wallonie.be/de/eso/atlas/#4.1a>

¹² http://environnement.wallonie.be/zones_prevention/

VIII.2. ZONES DE PRÉVENTION REPRISES SUR LA CARTE

Quelques zones de prévention ont été approuvées et établies par arrêtés ministériels, d'autres sont à l'enquête publique et le reste des zones de prévention sont encore à définir. Toutes ces catégories sont reportées sur la carte principale du poster A0 joint à cette notice.

VIII.2.1. Zones de prévention arrêtées

A la date de septembre 2018, les captages « Clairmont B », « Clairmont A », « Belle Etoile », « Pré Hoc », « La Chaudelle 1-Thiodelle » et « La Chaudelle 2-Pré Cochette », exploités par le service communal de Bouillon pour la distribution publique d'eau potable, faisaient l'objet d'une zone de prévention approuvée et établie par arrêtés ministériels. Les détails administratifs sont renseignés au **Tableau VIII.1**. Ces zones de prévention sont localisées sur les **Figure VIII.2** à **Figure VIII.5**.

Tableau VIII.1 : Détails administratifs de la zone de prévention de Jandrain-Jandrenouille

Code de la zone	Nom des captages	Date de l'arrêté	Publication au moniteur belge	Url arrêté ministériel
AC_BOUILLON10(AIVE)	La Chaudelle 1-Thiodelle, La Chaudelle 2-Pré Cochette	10/09/18	/	/
AC_BOUILLON11(AIVE)	Pré Hoc	10/09/18	/	/
AC_BOUILLON04(AIVE)	Clairmont A et B	24/04/08	23/05/08	http://environnement.wallonie.be/legis/EAU/easou154.htm
AC_BOUILLON02(AIVE)	Belle Etoile	24/04/08	23/05/08	http://environnement.wallonie.be/legis/EAU/easou155.htm

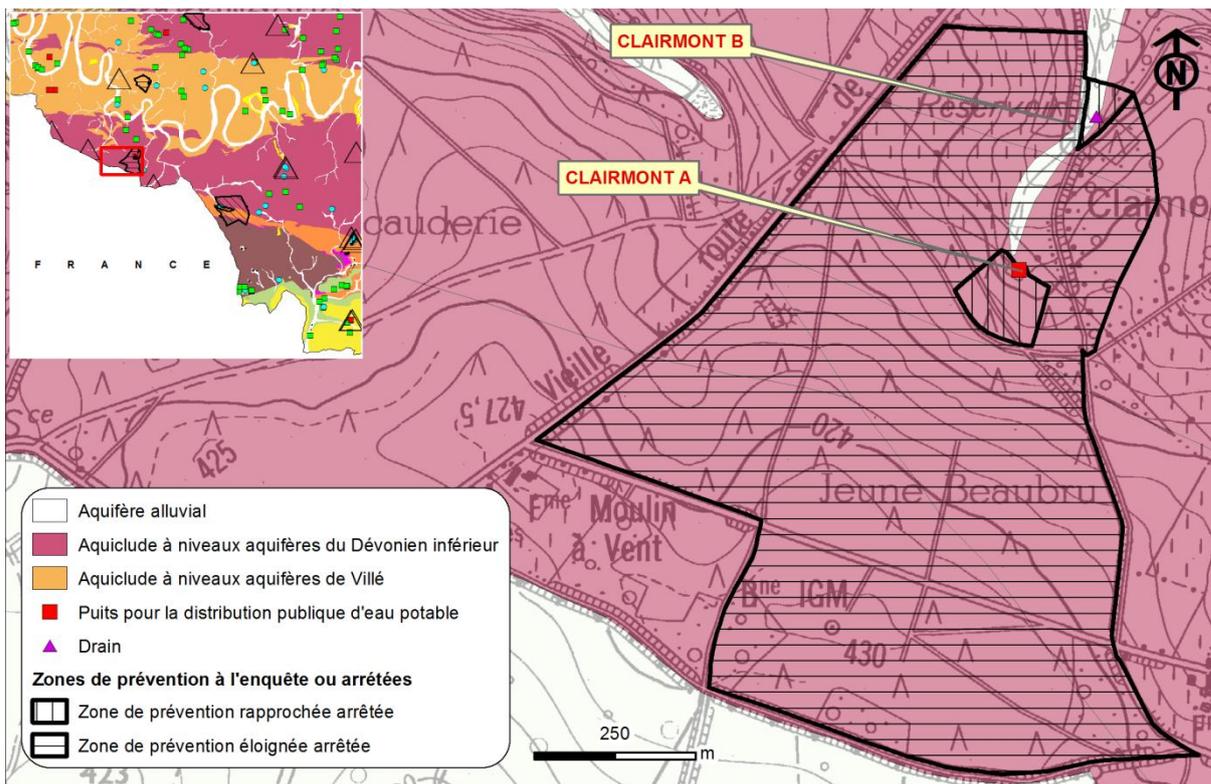


Figure VIII.2 : Localisation des zones de prévention arrêtées autour des captages « Clairmont B » et « Clairmont A ». AC_BOUILLON04 (AIVE)

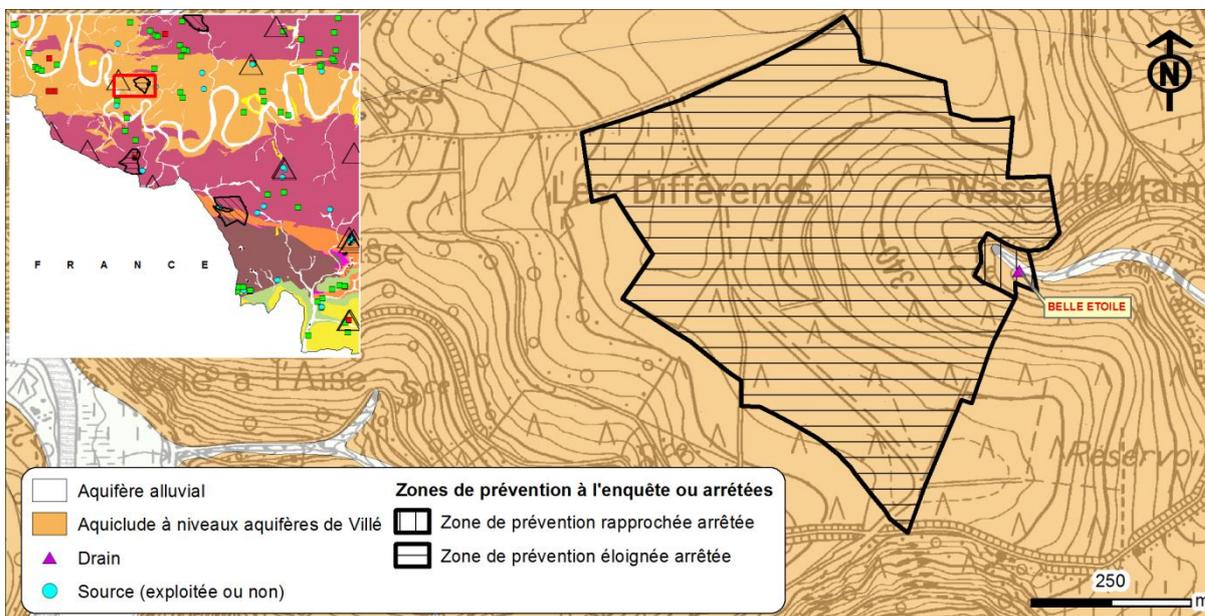


Figure VIII.3 : Localisation des zones de prévention arrêtées autour du captage « Belle Etoile » (AC_BOUILLON02(AIVE)).

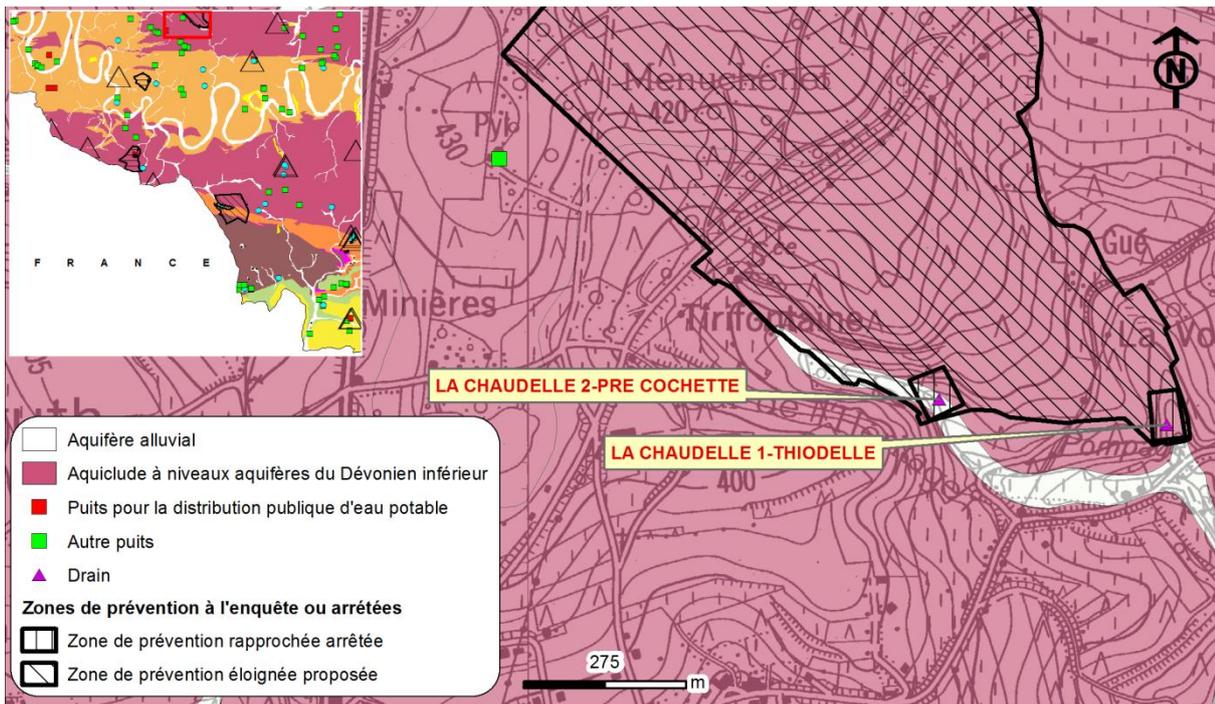


Figure VIII.4 : Localisation des zones de prévention arrêtées autour du captage « La Chaudelle » (AC_BOUILLON10(AIVE)).

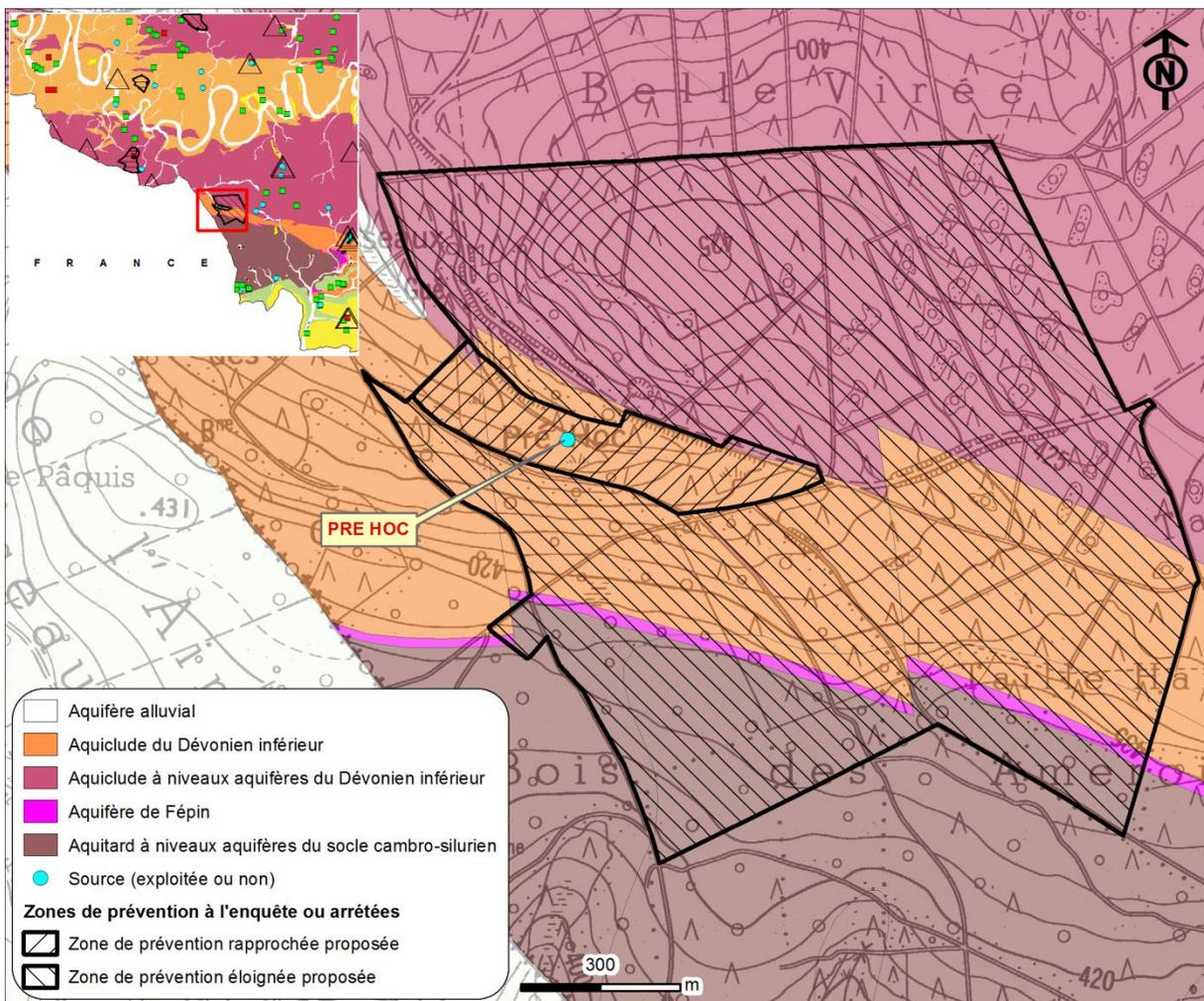


Figure VIII.5 : Localisation des zones de prévention arrêtées autour du captage « PRE HOC » (AC_BOUILLON11(AIVE)).

VIII.2.2. Zones de prévention à définir

A la date de septembre 2018, 14 captages faisaient l'objet d'une zone de prévention à définir sur la carte Bouillon - Dohan - Muno (Figure VIII.6). Elles sont symbolisées sur la carte principale par un grand triangle vide.

Les captages dénommés « BOIS REMY OU BEFAUMONT », « GALERIE LAMBERMONT (VILLAGE) » et « CAPTAGE A.C.FLORENVILLE » sont exploités par la S.W.D.E., les autres captages sont exploités par le service communal de Bouillon.

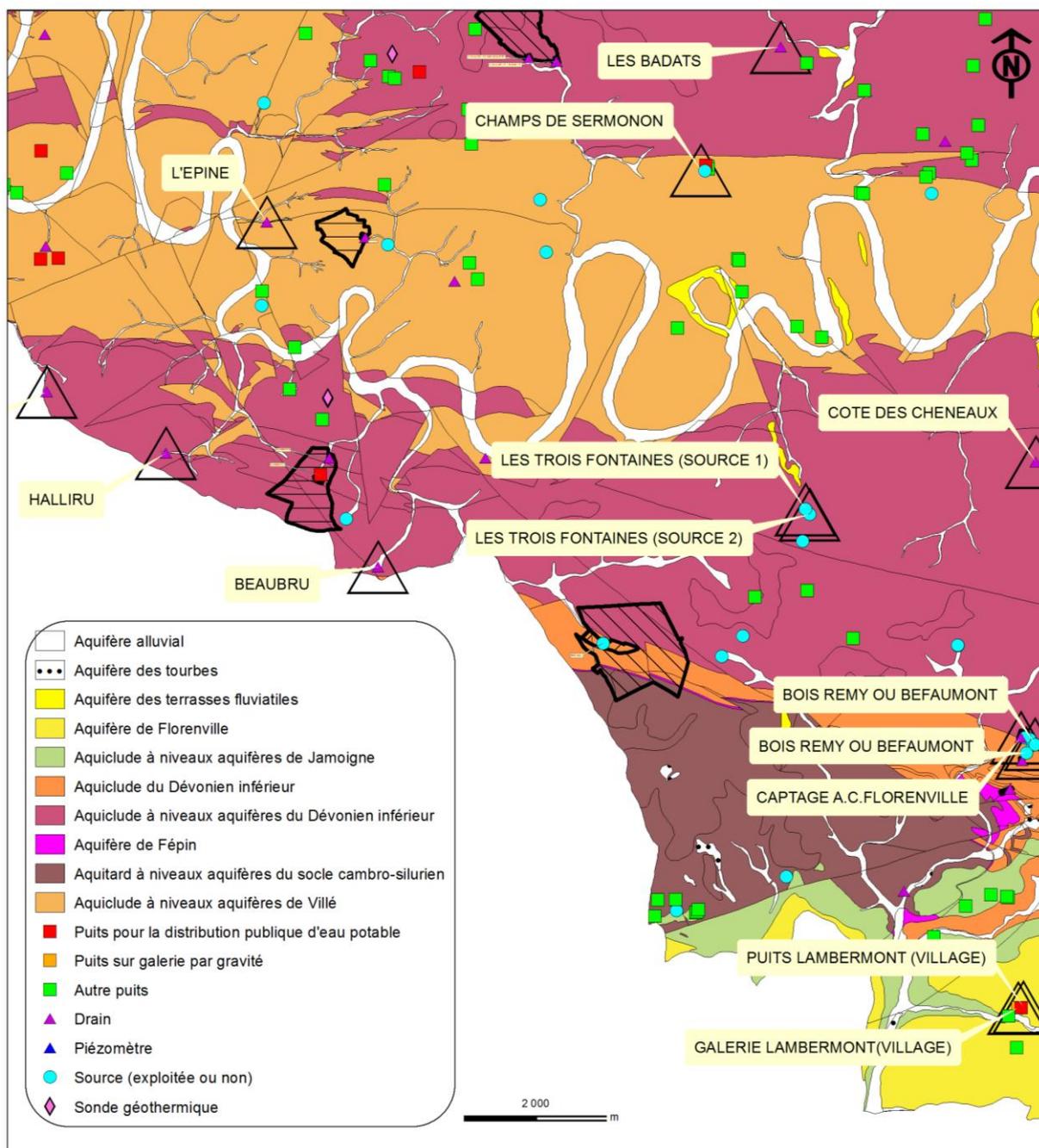


Figure VIII.6 : Les zones de prévention à définir sur la carte Bouillon – Dohan & Muno.

IX. METHODOLOGIE D'ELABORATION DE LA CARTE HYDROGEOLOGIQUE

La réalisation de la carte hydrogéologique de la Wallonie est résumée à 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 base de données géorelationnelle "BDHYDRO" qui servira pour la réalisation de la carte hydrogéologique mais aussi pour d'autres utilités.

Dans le projet cartographique, développé sous ArcGIS-ESRI, toutes les données sont structurées dans une "Geodatabase" propre à la carte hydrogéologique. Les couches d'informations 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 de la présente notice explicative. Le poster représente une carte principale et trois cartes thématiques, un tableau de correspondance entre les unités hydrogéologiques et les formations géologiques et deux coupes hydrogéologiques.

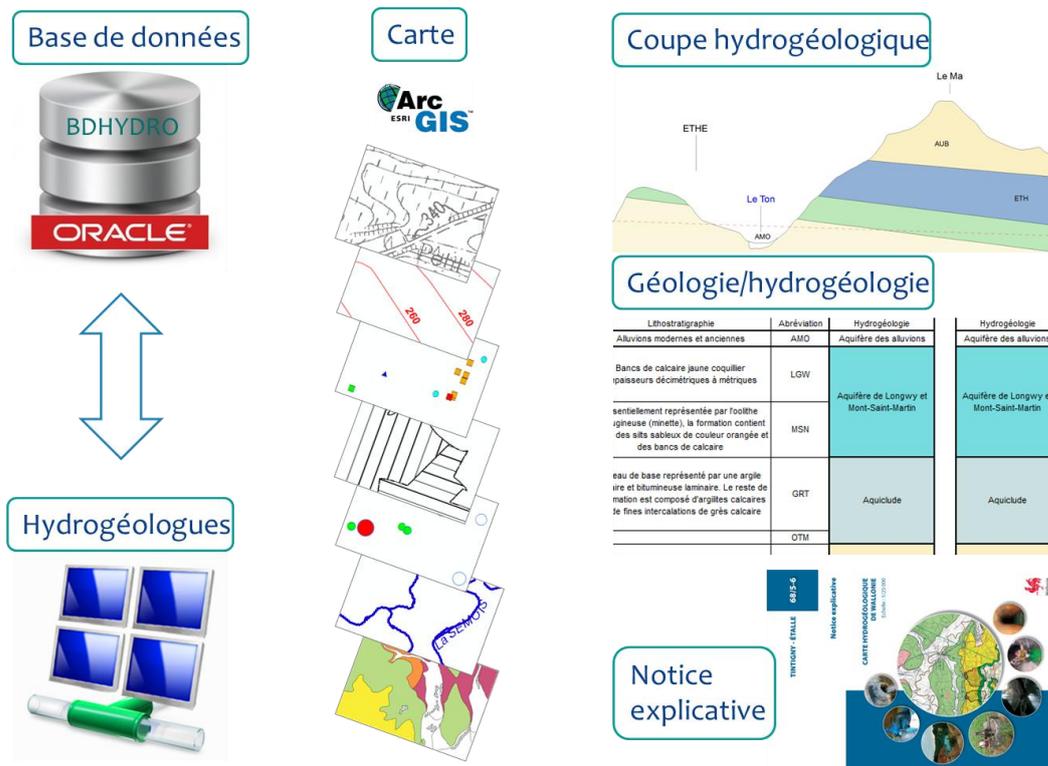


Figure IX.1 . Synthèse du projet de la Carte Hydrogéologique de Wallonie.

Ce chapitre décrit brièvement les données géologiques, hydrogéologiques utilisées pour construire la carte 67/1-2 & 69/5. Il aborde les principales sources d'informations disponibles pour la région étudiée.

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 Direction des Eaux souterraines de la DGO3 (SPW) a fourni la base de données des ouvrages d'eau souterraine, Dix-sous, qui contient 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 Direction des Eaux souterraines de la DGO3 (SPW) a fourni la base de données des analyses physico-chimiques et bactériologiques, Calypso, qui renseigne sur l'aspect qualitatif des eaux souterraines ;
- la Direction des Eaux souterraines de la DGO3 (SPW) - Service extérieur de Marche-en-Famenne, où sont regroupées bon nombre d'informations relatives aux prises d'eau recensées en province de Luxembourg ;
- la Société Wallonne des Eaux (SWDE) qui dispose de données hydrogéologiques et hydrochimiques relatives à ses captages ;
- les archives géologiques et hydrogéologiques du Service Géologique de Belgique (SGB) ;
- la DGO3 du SPW qui a fourni la couche des zones de prévention, les données de la trame commune (réseau hydrographique, limites des bassins versants, agglomérations etc.) ;
- la DGO3 du SPW a fourni les fonds topographiques sous licence SPW de l'Institut Géographique National (I.G.N.) ;
- l'AIVE qui dispose des de données hydrogéologiques et hydrochimiques sur les captages de la commune de Bouillon ;
- la société de forage Arnould de Framont, qui a fourni de précieuses données de forage telles que la lithologie rencontrée, les éléments d'équipement des puits, les niveaux des principales venues d'eau, les niveaux statiques à la fin des forages, etc ;
- le Département des Sciences et Gestion de l'Environnement de l'Université de Liège qui dispose de données hydrogéologiques dans la région. Les résultats d'analyses chimiques effectuées dans le cadre de la réalisation de la carte hydrogéologique afin de compléter les données qualitatives répertoriées qui étaient relativement rares ;
- les campagnes de terrain, qui ont porté essentiellement sur la vérification de la validité des données existantes et sur la récolte de données piézométriques

quand la situation le permettait. Des informations complémentaires ont été également collectées auprès des particuliers.

IX.1.1. Données géologiques

Descriptions lithologiques : La carte hydrogéologique de Bouillon – Dohan & Muno est établie sur base de la carte géologique de même nom dont le levé a été achevé en 2005 (*Belanger et Ghysel, 2017*).

Pour en savoir plus sur la géologie du Paléozoïque de la région : Beugnies (*1960, 1961, 1976, 1983, 1986, 1988*) et Beugnies et Chavepeyer (*1981*).

D'autres descriptions lithologiques proviennent du Service Géologique de Belgique et de la Direction des Eaux Souterraines – Service extérieur de Marche-en-Famenne. De nombreuses notes de forages de puits de l'entreprise Arnould de Framont sont également intégrées dans la banque de données.

Prospection géophysique : La seule zone de prospection géophysique qui a été relevée sur la planche se trouve au nord-est entre Noirefontaine et Auby-sur-Semois (*Gilsoul, 1990*). La zone est encodée dans la banque de données et reportée sur la carte des informations complémentaires au 1/50 000.

IX.1.2. Données hydrogéologiques

IX.1.2.1. Localisation des ouvrages et sources

Dans la base de données, 122 ouvrages recensés en 2016 ont été encodés et reportés sur la carte principale au 1/25 000 du poster A0. 71 puits (dont 7 pour la distribution publique d'eau potable), 1 puits sur galerie par gravité, 19 drains, 25 sources, 1 piézomètre et 5 sondes géothermiques¹³. 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, de la Direction des Eaux Souterraines – Service extérieur de Marche-en-Famenne et de l'AIVE

IX.1.2.2. Données piézométriques

Les données piézométriques sont relativement rares sur la carte Bouillon - Dohan & Muno. Les mesures ne sont disponibles au total que sur 26 ouvrages dont la majorité a été visitée durant les deux campagnes de terrain. La première campagne correspond à la

¹³ SG : Il s'agit de forages creusés uniquement pour descendre une sonde géothermique en profondeur. Ils sont ensuite rebouchés (cimentés) et c'est le liquide caloporteur qui circule. Il n'y a pas donc pas de prise d'eau proprement dite.

période des basses eaux en novembre et la seconde en période des hautes eaux en juillet. Le seul historique significatif correspond au puits non exploité « NOTRE DAME DU FOYER » qui est équipé d'un limnigraphe. Ce piézomètre fait partie du réseau officiel du SPW pour la surveillance quantitative de la masse d'eau souterraine RWM092. Il est équipé depuis octobre 2013 d'une sonde automatique télétransmise et les données piézométriques peuvent être consultées en temps réel sur le site PIEZ'EAU. Les mesures sur cet ouvrage couvrent une période allant de 1986 à aujourd'hui.

IX.1.3. Données hydrochimiques

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

En janvier 2016, au moins 29 ouvrages caractérisés par une analyse chimique minimum sont répertoriés sur l'ensemble de la carte Bouillon - Dohan & Muno avec, au total, 6 276 analyses :

- 13 analyses concernant 1 ouvrage implanté dans l'Aquitard à niveaux aquifères du socle cambro-silurien,
- 713 analyses concernant 2 ouvrages implantés dans l'Aquiclude du Dévonien inférieur,
- 3 812 analyses se rapportant à 15 ouvrages situés dans l'Aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur,
- 1 660 analyses des eaux de 10 ouvrages de l'Aquiclude à niveaux aquifères de Villé.
- 78 analyses concernant 1 ouvrage implanté dans l'Aquifère de Florenville.

IX.2. CAMPAGNE SUR LE TERRAIN

Deux campagnes ont été menées sur le terrain afin de vérifier, compléter et corriger les données collectées, la première durant la période des hautes eaux en juillet et la seconde pendant la période des basses eaux en novembre.

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. Dans le cadre de la réalisation de la carte hydrogéologique de Bouillon – Dohan & Muno, un échantillon d'eau a été prélevé au droit de certains ouvrages pour compléter l'information hydrochimique disponible sur la carte. 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. Base de données hydrogéologiques

Comme on l'a vu plus haut les données hydrogéologiques sont nombreuses et diversifiées : localisation des prises d'eau, caractéristiques géologiques et techniques, données piézométriques, analyses physico-chimiques, volumes prélevés, données provenant de diagraphies, d'essais de pompage et/ou de traçage, de prospections géophysiques, géologie, etc. Pour une meilleure gestion et utilisation, ces données sont stockées dans des banques de données.

Une partie de ces données proviennent du Service public de Wallonie via les banques de données « 10-sous¹⁴ », « calypso¹⁵ » et « piez'eau¹⁶ » et certaines d'entre elles sont accessibles gratuitement via le web. Une autre partie des données hydrogéologiques proviennent des bureaux d'étude, des sociétés de distribution, parfois des particuliers et/ou directement de campagnes sur le terrain lors de la réalisation des cartes. Toutes ces données ont été encodées dans BD HYDRO (*Wojda et al., 2005*) ; une base de données hydrogéologiques géorelationnelle (*Gogu, 2000 ; Gogu et al., 2001*). Cette dernière n'est accessible que sur demande via le SPW¹⁷.

IX.3.2. Construction de la carte hydrogéologique

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

Les zones de prévention et la trame commune sont ajoutées au projet sans modification. La trame commune comporte des données hydrographiques et d'infrastructures (réseau hydrographique, berges, bassins versants, réseau routier) et administratives

¹⁴ <http://carto1.wallonie.be/10SousInt>

¹⁵ Les données hydrochimiques de calypso sont accessibles via 10-sous par « requête géocentrique »

¹⁶ <http://piezo.environnement.wallonie.be>

¹⁷ Direction des eaux souterraines (DESO).

(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.

La carte géologique de Wallonie Bouillon - Dohan 67/1-2 & Muno 67/6 (*Belanger et Ghysel, 2017*) a servi de base pour la réalisation de la carte hydrogéologique, en particulier pour la délimitation et la caractérisation des unités hydrogéologiques, selon la nouvelle nomenclature du Dévonien inférieur (*Godefroid et al., 1994*) utilisée dans le cadre du renouvellement de la Carte Géologique de Wallonie. Les couches de la couverture des nappes et des limites géologiques sont dérivées de celle des unités hydrogéologiques.

La lithologie des formations géologiques présentes sur la carte ne permet pas d'identifier de véritables aquifères en zone ardennaise. 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 cartographique "Eaux souterraines", est inventorié dans un tableau récapitulatif avec le nom et la couleur respectifs de chaque unité.

Les discontinuités géologiques observées avec les cartes hydrogéologiques « Vivy - Paliseul 65/5-6 » au nord et « Herbeumont – Suxy 67/3-4 » à l'est sont dues à la différence de versions des fonds géologiques utilisés. La carte Bouillon - Dohan & Muno est basée sur le nouveau fond géologique (*Belanger et Ghysel, 2017*). Les cartes hydrogéologiques « Vivy - Paliseul 65/5-6 » et « Herbeumont – Suxy 67/3-4 » sont basées sur la carte géologique de l'Eodévonien de l'Ardenne et des régions voisines (*Asselberghs, 1946*). Leurs tracés des alluvions ont été extraits de la carte géologique de Dormal (*1897a*) et de Dormal (*1897b*) respectivement.

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 comme étant protégées par une couverture imperméable. Les nappes de l'Aquitard à niveaux aquifères du socle cambro-silurien, 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. L'Aquifère de Florenville, l'Aquifère alluvial et l'Aquifère des tourbes sont à l'affleurement.

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 (climatique et limnimétrique), les pertes et résurgence et les zones de prévention à définir.

D'autres couches d'informations géographiques n'ont pu être créées que très partiellement et ajoutées dans le projet cartographique :

Cas des isopièzes : Sur la carte Bouillon – Dohan & Muno, il y a lieu de distinguer plusieurs cas de figures : 1. En zone lorraine, le tracé des isopièzes aurait pu être possible, vu le contexte géologique (structure monoclinale) et le contexte hydrogéologique. Cependant, les points de mesures sont en nombre insuffisant. 2. Les eaux souterraines en zone ardennaise sont réparties dans plusieurs nappes superposées souvent indépendantes. Par conséquent, il est très difficile de faire des interpolations des points de mesure de niveaux piézométriques puisque les puits ne sont pas en liaison hydraulique en raison de la structure plissée et faillée du sous-sol. Dans beaucoup de cas, les failles cloisonnent les nappes, rendant la piézométrie discontinue. Dès lors, tracer des isopièzes est hasardeux. Ainsi seules des cotes ponctuelles sont présentées avec indication de la date de mesure. 3. Enfin, pour les nappes du manteau d'altération, le niveau piézométrique est relativement parallèle aux cotes altimétriques du sol et le bassin hydrogéologique peut souvent être considéré identique au bassin hydrographique. Une carte piézométrique a été réalisée à titre d'exemple pour l'Aquitard à niveaux aquifères du socle cambro-silurien en se basant essentiellement sur les côtes altimétriques des sources.

Cas des isohypses : Comme dans le cas des isopièzes, la structure plissée et faillée du bed-rock paléozoïque et les données insuffisantes (cote du toit / des unités hydrogéologiques) ne permettent pas de tracer des isohypses en zone ardennaise sur la carte Bouillon - Dohan & Muno. Par contre, la structure tabulaire de la zone lorraine permet plus facilement de tracer les isohypses par interpolation des cotes altimétriques des contacts entre la base de l'Aquifère de Florenville et le toit de l'Aquiclude à niveaux aquifères de Jamoigne.

X. BIBLIOGRAPHIE

Aqualim, 2014

Visité en septembre 2016, <http://aqualim.environnement.wallonie.be/>.

Asselberghs, E., 1921

Le noyau hunsruckien du synclinal de l'Eifel dans la région Cugnion-Herbeumont. *Mem. Ins.géol. Univ. Louvain*, II, 26-35.

Asselberghs, E., 1946

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

Avril, P., 1969

Carte des sols de la Belgique : texte explicatif de la planchette de Muno 216 E - 67/6. Institut pour l'encouragement de la Recherche Scientifique dans l'Industrie et l'Agriculture (IRSIA), Bruxelles. 127 pp.

Avril, P., 1989

Carte des sols de la Belgique : texte explicatif de la planchette de Bouillon 212 W - 67/1. Institut pour l'encouragement de la Recherche Scientifique dans l'Industrie et l'Agriculture (IRSIA), Bruxelles, 127 pp.

Belanger, I., Delaby, S., Delcambre, B., Ghysel, P., Hennebert, M., Laloux, M., Marion, J.-M., Mottequin, B. & Pingot, J.-L., 2012

Rédéfinition des unités structurales du front varisque utilisées dans le cadre de la nouvelle Carte géologique de Wallonie (Belgique). *Geologica Belgica*, 15/3, pp. 169-175.

Belanger, I. & Ghysel, P., 2017

Carte géologique Bouillon – Dohan 67/1-2 & Muno 67/6 à l'échelle de 1:25 000. Service public de Wallonie, Direction générale de l'Agriculture, des Ressources naturelles et de l'Environnement.

Beugnies, A., 1960

Le Massif cambrien de Givonne. *Ann. Soc. Géol. Belgique*. T. LXXXIII, Mémoires 1959-1960. pp. 1-39.

Beugnies, A., 1961

Etude du Massif de Givonne. Compte rendu de la session extraordinaire, septembre 1961. *Ann. Soc. Géol. Belgique*, T. LXXXIII, Mémoires 1959-1960. pp. 71-80.

Beugnies, A., 1976

Structure et métamorphisme du paléozoïque de la région de Muno, un secteur-clef du domaine hercynien de l'Ardenne. *Ann. Soc. Mines Belgique*, 6^{ème} livraison, pp. 481-509.

Beugnies, A. & Chavepeyer, G., 1981

Sur le métamorphisme de la partie méridionale du Massif cambrien de Rocroi. La zone à magnétite. *Mém. Inst. Géol. Univ. Louvain, Mons*, T. XXXI, pp. 135-149.

Beugnies, A., 1983

Structure de l'aire anticlinale de l'Ardenne à l'ouest du méridien de Libramont. *Ann. Soc. Géol. Nord, CII*, pp. 165-173.

Beugnies, A., 1986

Le métamorphisme de l'aire anticlinale de Givonne. *Rev. Hercynica, Univ. Rennes, II, 1*, pp. 17-33.

Beugnies, A., 1988

Le métamorphisme de l'aire anticlinale de Givonne. *Ann. Soc. Géol. Nord, CVII*, pp. 117-125.

Bouezmarni, M. & Debbaut, V., 2006

Carte hydrogéologique de Wallonie, Planchettes Tintigny – Etalle (68/5-6), Edition : Service public de Wallonie, DGO 3 (DGARNE), Belgique, Dépôt légal D/2006/12.796/2 - ISBN 978-2-8056-0052-4.

Bouezmarni, M. & Debbaut V., 2007

Carte hydrogéologique de Wallonie, Planchettes Saint-Léger – Messancy, Musson – Le Fays, Houwald (71/3-4, 71/7-8, 72/1), Edition : Service public de Wallonie, DGO 3 (DGARNE), Belgique, Dépôt légal D/2007/12.796/1 - ISBN 978-2-8056-0054-8.

Bouezmarni, M. & Debbaut, V., 2009

Carte hydrogéologique de Wallonie, Planchettes Meix-devant-Virton – Virton (71/1-2), Edition : Service public de Wallonie, DGO 3 (DGARNE), Belgique, Dépôt légal D/2009/12.796/2 - ISBN 978-2-8056-0064-7.

Bouezmarni, M. & Debbaut, V., 2011

Carte hydrogéologique de Wallonie, Planchettes Nobressart - Attert n° 68/3-4. Edition: Service public de Wallonie, DGO 3 (DGARNE), Belgique, Dépôt légal D/2011/12.796/2 - ISBN 978-2-8056-0080-7.

Bouezmarni, M. & Debbaut, V., 2013

Carte hydrogéologique de Wallonie, Planchettes Villers-devant-Orval 70/3-4. Edition: Service public de Wallonie, DGO 3 (DGARNE), Belgique, Dépôt légal D/2013/12.796/1 – ISBN 978-2-8056-0123-1.

Bouezmarni, M., Denne P. & Debbaut, V., 2007

Carte hydrogéologique de Wallonie, Planchettes Florenville – Izel n° 67/7-8. Edition: Service public de Wallonie, DGO 3 (DGARNE), Belgique, Dépôt légal D/2007/12.796/3 - ISBN 978 -2-8056-0056-2.

Bouezmarni, M., Denne, P. & Debbaut, V., 2009

Carte hydrogéologique de Wallonie, Planchettes Lamorteau – Ruelle (71/5-6), Edition : Service public de Wallonie, DGO 3 (DGARNE), Belgique, Dépôt légal D/2009/12.796/3 - ISBN 978-2-8056-0065-4.

Boulvain, F., Belanger, I., Delsate, D., Dosquet, D., Ghysel, P., Godefroit, P., Laloux, M., Monteyne, R. & Roche, M., 2001

Triassic and jurassic lithostratigraphic units (Belgian Lorraine). *Geologica Belgica*, 3 (1-2), pp. 3-33.

Boulvain, F. & Pingot, J-L., 2011

Genèse du sous-sol de la Wallonie. Classe des Sciences, Collection in-8, ISSN 0365-0936 ; 34. Académie royale de Belgique, 190 p.

Bultynck, P. & Dejonghe, L., 2001

Devonian lithostratigraphic units (Belgium) in Lithostratigraphic scale of Belgium. *Geologica Belgica*, 4 (1-2), pp. 39-69.

Calembert, L. & 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.

Dassargues, A., 2010

Hydrogéologie, Notes de cours, Université de Liège, non publié.

Debbaut, V. & Bouezmarni, M., 2014

Aquifères des formations du jurassique et du trias en Lorraine belge. In A., Dassargues & K., Walraevens (Eds.), Watervoerende lagen & grondwater in België - Aquifères & eaux souterraines (pp. 1 - Chapitre 1 – pp. 203-214). Gent, Belgium: Academia Press.

Debbaut, V. & Vander Borgh, P., 1988

Etude des ressources en eau souterraine du sud de la province de Luxembourg, contrat RW et FUL 8321735, Rapport final.

Derycke, F., Laga, P. G. & 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.

Derycke, F., 1990a

Pompage d'essai – Noirefontaine J1 = 12/7/90. Rapport SGB – 387 – Hydro- 90. Série brune 157 : Noirefontaine/Bouillon. Service géologique de Belgique 54 p.

Derycke, F., 1990b

Pompage d'essai – Corbion - Bouillon J1 = 17/7/90. Rapport SGB – 388 – Hydro- 90. Série brune 156 : Bouillon/Corbion. Service géologique de Belgique, 14 p.

Dewalque, M. G. & Dormal, M. V., 1902

Carte géologique de Belgique, Habay-la-Neuve – Arlon, N° 219 (planchettes 7-8 de la feuille LXVIII de la carte topographique), 1/40 000.

Dormal, M. V., 1897a

Carte géologique de Belgique, 1/40 000 Carte géologique de Belgique à l'échelle de 1/40 000. Vivy - Paliseul, n°207. Institut cartographique militaire, Service géologique de Belgique.

Dormal, V., 1897b

Carte géologique de la Belgique. Herbeumont - Chiny. N°213 (planchettes 1/10 000^{ème} 67/3 et 67/4 de la carte topographique) à l'échelle de 1/40 000.

Fourmarier, P., 1911

Compte rendu de la session extraordinaire de la Société belge de Géologie et de la Société géologique de Belgique tenue à Arlon et Florenville du 16 au 20 septembre 1911. *Bull. Soc. belge Géol.*, 25, 313-388.

Ghysel, P., Monteyne, R., Laloux, M., Boulvain, F. & Delsate, D., 2002

Carte géologique Tintigny - Etalle 68/5-6 à l'échelle de 1:25 000. Service public de Wallonie, Direction générale de l'Agriculture, des Ressources naturelles et de l'Environnement.

Gilsoul, L., 1990

Sondage électrique B.G.E. : Bouillon-Noirefontaine, étude hydrogéologique AIVE Archive hydrogéologique, série brune 90 : Bouillon-Noirefontaine, Service Géologique de Belgique.

Godefroid, J., Blicck, A., Bultynck, P., Dejonghe, L., Gerrienne, P., Hance, L., Meilliez, F., Stainier, P. & Steemans, P., 1994

Les formations du Dévonien inférieur du Massif de la Vesdre, de la fenêtre de Theux et du Synclinorium de Dinant (Belgique-France). *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.

Halleux, L., 1979

Géologie et hydrogéologie de la région de Ferrières. Travail de fin d'étude. Fac. Sc. Appliquées. Université de Liège.

Masson, B., Debbaut, V., Tomasi, B. & Van der borcht, P., 1993

Etude de l'aquifère sinémurien du Pays Lorrain, Fondation Universitaire Luxembourgeoise, Rapport pour la Région Wallonne.

Petit, F., Gob, F., Houbrechts, G. & Mols, J., 2002

Etude des impacts sédimentologiques et géomorphologiques liés aux travaux sur la Semois. Rapport final, Ministère de la Région wallonne, Laboratoire de Recherche hydrauliques-Université de Liège, Département de Géographie physique et Quaternaire, Laboratoire d'Hydrographie et de Géomorphologie fluviale, 132 p.

Pfannkuch, H-O., 1990

Elsevier's Dictionary of Environmental Hydrogeology, Elsevier.

Ruthy, I. & Monjoie, A., 2004

Carte hydrogéologique de Wallonie, Planchettes Habay-la-Neuve - Arlon (68/7-8), Edition : Service public de Wallonie, DGO 3 (DGARNE), Belgique, Première version.

SPW-DGO3, 2014

Etat des nappes d'eau souterrain de Wallonie. Edition: Service Public de Wallonie, DGO 3 (DGARNE), Belgique. Dépôt légal : D/2014/11802/11 – ISBN 978-2-8056-0142-2 – Mars 2014 – Treizième année

UNESCO – OMM, 1992

Glossaire International d'Hydrologie. Second édition, 413 p.

Verniers, J., Herbosch, A., Vanguetaine, M. & Geukens, F., 2001

Cambrian-Ordovician-Silurian lithostratigraphic units (Belgium) in Lithostratigraphic scale of Belgium. *Geologica Belgica*, 4 (1-2), pp. 39-69.

Wastiaux, C., 2008

Les tourbières sont-elles des éponges régularisant l'écoulement ? *Bull.Soc. Géogra. Liège*, 50, pp. 57-66. www.bsglg.be

Wojda, P., Dachy, M., Popescu, I.C., Ruthy, I. Gardin, N., Brouyère, S & 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. ANNEXE 1 : LISTE DES PRINCIPALES ABRÉVIATIONS

AIVE : Association Intercommunale pour la protection et la Valorisation de l'Environnement en province de Luxembourg du Groupe IDELUX-AIVE. 98, Drève de l'Arc-en-Ciel, 6700 Arlon – Belgique.

ArGEnCO HGE : Université de Liège, Département ArGEnCO (Architecture, Géologie, Environnement et Construction), GEO³ - Hydrogéologie et Géologie de l'Environnement. 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.

SPW : Service Public de Wallonie

AGW : Arrêté Gouvernement Wallon

SPGE : Société Publique de Gestion de l'Eau

S.W.D.E. : Société Wallonne de Distribution de l'Eau

IGN : Institut Géographique National. Abbaye de la Cambre 13 à 1000 Bruxelles

IRM : Institut Royal Météorologique, Section Climatologie. Avenue Circulaire, 3 à 1180 Bruxelles

SGB : Service géologique de Belgique.

Rue Jenner 13 à 1000 Bruxelles

ULg-Campus d'Arlon : Université de Liège, Département des Sciences et Gestion de l'Environnement. 185, avenue de Longwy 6700 Arlon, Belgique.

XI.2. ANNEXE 2 : TABLE DES ILLUSTRATIONS

XI.2.1. Liste des figures

<i>Figure I.1 : Localisation de la carte Bouillon - Dohan 67/1-2 & Muno 67/6.....</i>	<i>5</i>
<i>Figure II.1 : Carte d'occupation du sol.....</i>	<i>8</i>
<i>Figure II.2 : Photo du paysage dominant sur la carte de Bouillon - Dohan & Muno, photo prise à proximité de Bouillon (photo D. Plun).....</i>	<i>8</i>
<i>Figure II.3 : Hydrographie de la carte Bouillon - Dohan & Muno.....</i>	<i>9</i>
<i>Figure II.4 : Débits journaliers observés en 2014 à la station limnimétrique L6990 sur le ruisseau des Aleines, à sa confluence avec la Semois. Service Public de Wallonie (SPW) –Direction des cours d'eau non navigables (Aqualim, 2014).....</i>	<i>10</i>
<i>Figure III.1 : Localisation de la carte Bouillon – Dohan - Muno (encadré) sur la marge nord du Golf du Luxembourg (Belanger et Ghysel, 2017).....</i>	<i>12</i>
<i>Figure III.2 : carte Bouillon-Dohan et Muno dans son cadre géologique et géographique général de Belgique Belanger et Ghysel (2017).....</i>	<i>13</i>
<i>Figure III.3 : Transect Nord-Sud dans les Synclinoria de Dinant et de Neufchâteau, durant l'Eodévien (Boulvain et Pingot, 2011). Le niveau de la carte Bouillon - Dohan & Muno est encadré.</i>	<i>14</i>
<i>Figure III.4 : Carte des failles et isohypses de la carte de Bouillon-Dohan 67/1-2 & Muno 67/6.....</i>	<i>23</i>
<i>Figure IV.1 : Masses d'eau souterraine en Wallonie. Localisation de la carte Bouillon - Dohan & Muno.</i>	<i>25</i>
<i>Figure IV.2 : Schéma hydrogéologique simplifié des nappes superficielles et profondes de l'Eodévien de l'Ardenne.</i>	<i>25</i>
<i>Figure IV.3 : Coupe schématique N-S de la Lorraine belge : les vallées sont creusées dans les formations aquicludes (marnes et argiles), la position des cuervas correspond aux formations aquifères (grès et calcaire) avec quelques minces intercalations aquicludes (marnes).....</i>	<i>28</i>
<i>Figure IV.4 : Carte hydrogéologique de la Lorraine belge (Bouezmarni & Debbaut, 2006, 2007, 2009, 2011, 2013 ; Bouezmarni et al., 2007, 2009 ; Ruthy & Monjoie, 2004 ; interprétation hydrogéologique de la carte géologique n°219 au 1/40 000^{ème} de Dewalque et Dormal, 1902).....</i>	<i>28</i>
<i>Figure IV.5 : Localisation de la perte « Grand-Hé ».</i>	<i>36</i>
<i>Figure IV.6 : Perte et résurgence non karstiques.</i>	<i>36</i>
<i>Figure IV.7 : Discontinuité piézométrique des nappes profondes dans le massif de Givonne.....</i>	<i>37</i>
<i>Figure IV.8 : Tendence piézométrique générale déterminée sur base des cotes altimétriques des sources : nappe supérieure de l'Aquitard à niveaux aquifères du socle cambro-silurien.....</i>	<i>38</i>
<i>Figure IV.9 : Coupe hydrogéologique montrant la tendance piézométrique générale de la nappe supérieure de l'Aquitard à niveaux aquifères du socle cambro-silurien et une cote piézométrique ponctuelle de la nappe de Florenville (Novembre 2005).....</i>	<i>39</i>
<i>Figure IV.10 : Evolution piézométrique de l'aquifère de Florenville au niveau du piézomètre « NOTRE DAME DU FOYER », triangle bleu.....</i>	<i>40</i>
<i>Figure IV.11 : Potentialités aquifères dans les zones axiales des plis (Halleux, 1979).....</i>	<i>42</i>
<i>Figure V.1 : Conductivité des eaux souterraines sur la carte Bouillon - Dohan & Muno.</i>	<i>44</i>
<i>Figure V.2 : pH des eaux souterraines sur la carte Bouillon - Dohan & Muno.</i>	<i>45</i>

<i>Figure V.3 : Teneurs en nitrates dans les eaux souterraines sur la carte Bouillon – Dohan & Muno</i>	48
<i>Figure V.4 : Evolution des concentrations en nitrates au niveau du captage « Galerie Lambermont (Village) »</i>	48
<i>Figure V.5 : Ouvrages à surveiller pour la qualité bactériologique</i>	49
<i>Figure VI.1 : Exploitation des eaux souterraines sur la carte Bouillon - Dohan - Muno</i>	51
<i>Figure VI.2 : Répartition des volumes d'eau prélevés en 2016, entre les captages de la distribution publique d'eau potable et les autres (particulier, agriculteurs, industriels) sur la carte Bouillon – Dohan – Muno. Distribution des volumes prélevés en 2016 en fonction des aquifères sollicités</i>	52
<i>Figure VI.3 : Volumes prélevés pour la distribution publique d'eau potable sur la carte de Bouillon – Dohan - Muno en 2016 en fonction des unités hydrogéologiques</i>	53
<i>Figure VI.4 : Volumes prélevés par les particuliers et industriels sur la carte de Bouillon – Dohan - Muno en 2016 en fonction des unités hydrogéologiques</i>	54
<i>Figure VII.1 : Localisation des pompages d'essai</i>	57
<i>Figure VIII.1 : Schéma des différentes zones de protection en Wallonie</i>	59
<i>Figure VIII.2 : Localisation des zones de prévention arrêtées autour des captages « Clairmont B » et « Clairmont A ». AC_BOUILLON04 (AIVE)</i>	63
<i>Figure VIII.3 : Localisation des zones de prévention arrêtées autour du captage « Belle Etoile » (AC_BOUILLON02(AIVE))</i>	63
<i>Figure VIII.4 : Localisation des zones de prévention arrêtées autour du captage « La Chaudelle » (AC_BOUILLON10(AIVE))</i>	64
<i>Figure VIII.5 : Localisation des zones de prévention arrêtées autour du captage « PRE HOC » (AC_BOUILLON11(AIVE))</i>	64
<i>Figure VIII.6 : Les zones de prévention à définir sur la carte Bouillon – Dohan & Muno</i>	65
<i>Figure IX.1 . Synthèse du projet de la Carte Hydrogéologique de Wallonie</i>	66

XI.2.2. Liste des tableaux

<i>Tableau IV.1 : Tableau de correspondance Géologie – Hydrogéologie</i>	30
<i>Tableau V.1 : Composition minérale indicative des eaux souterraines de l'Aquitard à niveaux aquifères (ATF) cambro-silurien et l'Aquiclude à niveaux aquifères (ACF) du Dévonien inférieur sur la carte Bouillon - Dohan & Muno</i>	46
<i>Tableau V.2 : Composition minérale indicative des eaux souterraines de l'Aquiclude à niveaux aquifères (ACF) de Villé, de l'Aquiclude (AC) du Dévonien inférieur et de l'Aquifère de Florenville sur la carte Bouillon - Dohan & Muno</i>	46
<i>Tableau VII.1 : Valeurs du coefficient de perméabilité en fonction de la granulométrie (Castany, 1998)</i>	56
<i>Tableau VII.2 : Intervalles de valeurs indicatives pour la conductivité hydraulique de différentes lithologies (échelles macroscopique & mégascopique) (Dassargues, 2010)</i>	56
<i>Tableau VII.3 : Intervalles de valeurs indicatives pour la porosité (n) et la porosité effective de drainage (n_e) de différentes lithologies (échelles macroscopique & mégascopique) (Dassargues, 2010)</i>	56
<i>Tableau VIII.1 : Détails administratifs de la zone de prévention de Jandrain-Jandrenouille</i>	62

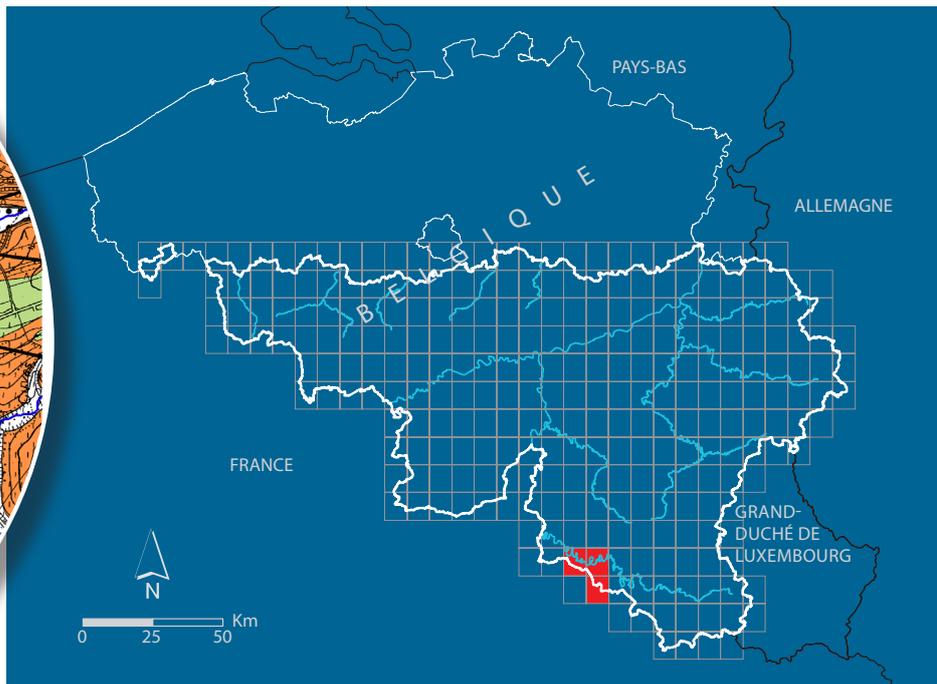
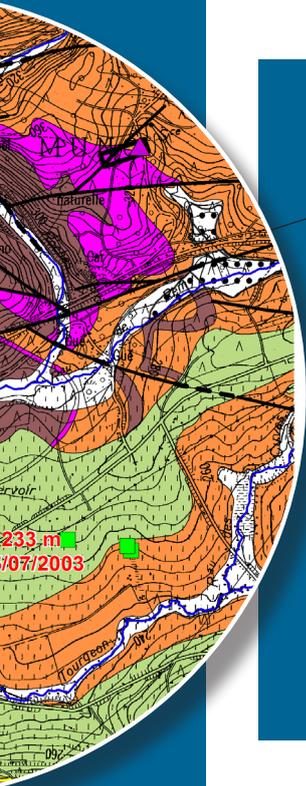
XI.3. ANNEXE 3 : COORDONNÉES GÉOGRAPHIQUES DES OUVRAGES

NOM	NUMERO	IDRW	CODERW	X	Y
ANCIEN PUIITS	DIXSOU00_174104	42893	6723013	207390	55602
CAMPING LE MAKA					
BEAUBRU	FULULG00_1871	5380	6719001	200610	50360
BELLE ETOILE	FULULG00_1848	590	6713002	200400	55020
BOIS REMY OU	FULULG00_769	518	6763001	209753	47857
BEFAUMONT					
BOIS REMY OU	FULULG00_770	2666	6763002	209710	47940
BEFAUMONT					
BOIS REMY OU	FULULG00_771	4862	6763003	209788	47865
BEFAUMONT					
BOIS REMY OU	FULULG00_772	6994	6763004	209642	47962
BEFAUMONT					
BOIS REMY OU	FULULG00_774	2972	6763006	209665	47746
BEFAUMONT					
BOIS REMY OU	FULULG00_775	5150	6763007	209788	47865
BEFAUMONT					
CAMPING LE MELLI	FULULG00_1839	7532	6711005	194271	57734
CAPTAGE	FULULG00_781	20876	6763014	209586	47964
A.C.FLORENVILLE					
CHAMPS DE	FULULG00_1877	4030	6722001	205190	55999
SERMONON					
CLAIMONT A	FULULG00_1866	6158	6716003	199870	51630
CLAIMONT B	FULULG00_1865	3996	6716002	199930	51882
COTE DES	FULULG00_1899	3036	6726001	209794	51833
CHENEAUX					
CRAPOTIERE	FULULG00_1835	7233	6711001	195970	54860
CROIX DE	FULULG00_1859	4467	6714002	196150	54690
POUPEHAN					
EST CHAPELLE N-D	FULULG00_1893	5678	6724002	202960	54780
DE WALCOURT.					
FONTAINE DE	FULULG00_1846	2834	6712001	199020	56870
BOTASSART					
FORAGE	DIXSOU00_175034	49054	6713012	200812	57561
GÉOTHERMIQUE					
CHANTAL BARBIER À					
BOUILLON					
FORET DE MUNO	FULULG00_1909	6572	6729001	208710	49250
BOIS DES AMEROIS					
FRANGELEUX	FULULG00_1892	3493	6724001	202110	51890
GALERIE	FULULG00_782	3911	6766001	209549	44169
LAMBERMONT					
(VILLAGE)					
GAUCHE CROIX DE	FULULG00_1860	6612	6714003	195900	54680
POUPEHAN					
NOM	NUMERO	IDRW	CODERW	X	Y
GRAND'HEZ - PUIITS 1	FULULG00_764	7065	6762002	205050	45500
GRAND'HEZ - PUIITS 2	FULULG00_765	877	6762003	205069	45514
GRAND'HEZ -	FULULG00_766	3047	6762004	204779	45533
SOURCE					
GRAND HE HAUT.	FULULG00_763	4928	6762001	206315	46010
HAIE A BICHE	FULULG00_1858	2277	6714001	195985	52820
HALLIRU	FULULG00_1861	6238	6715001	197650	51958
L'EPINE	FULULG00_1847	5014	6712002	199060	55200
LA CALIFORNIE	FULULG00_1910	406	6729002	208707	49260
LA CHAUDELLE	FULULG00_1873	82	6721001	203090	57530
1-THIODELLE					
LA CHAUDELLE	FULULG00_1874	2236	6721002	202720	57510
2-PRE COCHETTE					
LAVIOT A	FULULG00_1838	5378	6711004	194369	57784

NOM	NUMERO	IDRW	CODERW	X	Y
ROCHEHAUT					
LE MAKA À	FULULG00_1882	1799	6723002	208345	55600
AUBY-SUR-SEMOIS -					
SOURCE DE					
RENAUMONT					
LES BADATS	FULULG00_1878	6195	6722002	206232	57660
LES TROIS	FULULG00_1903	6955	6728003	206580	51170
FONTAINES (SOURCE					
1)					
LES TROIS	FULULG00_1902	4829	6728002	206640	51100
FONTAINES (SOURCE					
2)					
LES VANNES	FULULG00_1837	3203	6711003	195961	57840
LOUP DE SERMONON	FULULG00_1879	9	6722003	205177	55920
(SOURCE)					
MAISON DE LA	FULULG00_1907	7250	6728007	206605	50030
GRILLE					
MUNO - PUIITS	FULULG00_784	8216	6766003	208320	44755
MUNO 1 (CV1)	DIXSOU00_173591	36712	6763015	209441	47241
MUNO IIA (CV2)	DIXSOU00_173592	36713	6763016	209607	47641
NOTRE DAME DU	FULULG00_783	6073	6766002	209521	43616
FOYER					
NOUVEAU PUIITS	FULULG00_768	22440	6762006	205088	45548
FORÉ PIRSON					
PAV. DE CHASSE AUX	FULULG00_1901	2629	6728001	206540	50720
3 FONTAINES					
PONT LERAT	FULULG00_773	809	6763005	207960	45810
PRE BARRE	FULULG00_1864	1842	6716001	201680	54370
PRE HOC	FULULG00_1900	6986	6727001	203645	49360
PUIITS	FULULG00_1867	8303	6716004	202004	54400
PUIITS "LES	ULGARL01_31447	0	0	201970	57910
MINIERES" A					
NOIREFONTAINE					
PUIITS A DOHAN CLAIREFONTAINE	FULULG00_1895	1263	6725002	205696	54221
NOM					
NUMERO					
IDRW					
CODERW					
X					
Y					
PUIITS AMERICA	FULULG00_1856	6478	6713010	200844	57219
PUIITS AUHELIE	FULULG00_1842	5693	6711008	195366	55674
PUIITS BILLAUX	FULULG00_1854	5227	6713008	199599	57853
PUIITS BILLIAUX	FULULG00_1852	884	6713006	201871	56782
PUIITS BLOCRY	FULULG00_1887	6407	6723008	207402	57048
PUIITS CASSIMAN	FULULG00_1897	22301	6725004	205653	54657
PUIITS	FULULG00_1888	26350	6723009	208925	57393
COLLARD-GAILLARD					
- ATISSE					
PUIITS COLLARD ET	FULULG00_1889	26351	6723010	208218	56437
GAILLARD - CENTRE					
VILLAGE					
PUIITS COULON	FULULG00_1896	3424	6725003	204791	53717
PUIITS DEFAYS	FULULG00_1857	294	6713011	200701	55722
PUIITS DU CAMPING	FULULG00_1845	23380	6711011	195570	55615
DE LA GLYCINE À					
POUPEHAN					
PUIITS DUYSSENS A LA	FULULG00_1880	2163	6722004	206602	57433
CORNETTE A					
BELLEVAUX					
PUIITS FRANCIS	FULULG00_1890	28171	6723011	208903	56070
SIMON À					
AUBY-SUR-SEMOIS					
PUIITS FRANCIS	FULULG00_1891	28172	6723012	208835	56170
SIMON À					
AUBY-SUR-SEMOIS					

NOM	NUMERO	IDRW	CODERW	X	Y
PUITS FRÉDÉRIC	DIXSOU00_173868	39972	6763017	208375	45168
PONCELET À MUNO					
PUITS	DIXSOU00_174711	43200	6716010	199911	52734
GÉOTHERMIQUE 2					
GOBIN À BOUILLON					
PUITS	DIXSOU00_174710	43199	6716009	199910	52720
GÉOTHERMIQUE					
GOBIN À BOUILLON					
PUITS	DIXSOU00_174752	43306	6726002	209999	54811
GÉOTHERMIQUE					
MATTHYS PAUL À					
BERTRIX (1)					
PUITS	DIXSOU00_174753	43307	6726003	210004	54811
GÉOTHERMIQUE					
MATTHYS PAUL À					
BERTRIX (2)					
PUITS GRAND'HEZ 11	FULULG00_761	955	6761001	204520	45682
PUITS GRAND'HEZ, 18	FULULG00_762	3125	6761002	204480	45452
PUITS GUERARD	FULULG00_1868	2124	6716005	199380	52850
PUITS HEYLINGHEN	FULULG00_1840	1354	6711006	195274	55790
PUITS	FULULG00_1844	21850	6711010	194984	56444
HOULIFONTAINE					
PUITS HUGON DOHAN	FULULG00_1853	3059	6713007	200506	57465
PUITS JEAN GALLOY A MUNO	FULULG00_778	202	6763010	208817	45601
NOM	NUMERO	IDRW	CODERW	X	Y
PUITS LAGUERRE	FULULG00_1869	4299	6716006	199838	52431
PUITS LAMBERMONT	FULULG00_787	20848	6766007	209593	44172
(VILLAGE)					
PUITS LAMBINET	FULULG00_776	7296	6763008	209172	45755
PUITS LAMBINET	FULULG00_777	1115	6763009	209409	45714
PUITS LAMBINET	FULULG00_779	20873	6763012	209394	45731
PUITS LAMBINET	FULULG00_780	20874	6763013	209394	45731
PUITS LAMBINET 1	FULULG00_785	2049	6766004	209420	44050
PUITS LAMBINET 2	FULULG00_788	4212	6766008	209532	43611
PUITS LAMORT À	DIXSOU00_176645	60426	6763018	208143	45017
MUNO					
PUITS LARUELLE	DIXSOU04_101048	36511	6716008	201890	54630
VVE BELLEVAUX À					
SENSENRUTH					
PUITS LECLERC	FULULG00_1904	773	6728004	207249	49359
PUITS LEONARD	FULULG00_1875	4416	6721003	202045	56582
PUITS MASUY	FULULG00_1841	3508	6711007	196264	55889
PUITS MATHIEU	FULULG00_1855	7376	6713009	200762	57245
PUITS N° 2 DU	DIXSOU00_174103	42873	6722007	207350	55612
CAMPING LE MAKÀ					
PUITS N° 2 LUC	DIXSOU04_101049	35751	6721005	202198	56547
LÉONARD À					
NOIREFONTAINE					
PUITS P1	DIXSOU00_26020	30099	6722005	205219	55984
PUITS PARMENTIER	FULULG00_1884	6115	6723004	208993	56556
PUITS PAUL	FULULG00_1908	1073	6728008	205878	49937
PUITS PIERRE	FULULG00_1885	8258	6723005	208262	55833
PUITS PIRLOT	FULULG00_767	5220	6762005	204764	45692
PUITS PRES DES	FULULG00_1894	7448	6725001	206810	53585
KAIRIS					
PUITS RABET	DIXSOU00_26022	30100	6722006	205224	55947
PUITS RUE DE LA	FULULG00_1850	4931	6713004	201915	56300
SENTINELLE 17					
PUITS SARTENAER	FULULG00_1883	3952	6723003	208308	55889
PUITS SERONVEAUX	FULULG00_1898	26121	6725005	206464	53734
À DOHAN					

NOM	NUMERO	IDRW	CODERW	X	Y
PUITS SPRL HUBERT	DIXSOU00_176556	60122	6766009	207735	43476
FRERES					
PUITS STATION AIVE	FULULG00_1870	23440	6716007	199452	53440
À BOUILLON					
PUITS VROMANE	FULULG00_1843	7830	6711009	195387	55724
PUITS WALTRIGNY	FULULG00_1886	4253	6723007	209090	58051
SOURCE	FULULG00_1876	6569	6721004	202877	55518
SOURCE ABBAYE DE	FULULG00_1863	2199	6715003	198986	54025
CLAIREFONTAINE					
SOURCE DE LA	FULULG00_1872	7535	6719002	200167	51036
FERME DES MOUCHES					
NOM	NUMERO	IDRW	CODERW	X	Y
SOURCE GRANDES	FULULG00_1906	5108	6728006	205709	49391
GENETES					
SOURCE HANCHIR	FULULG00_1851	7068	6713005	200749	54883
SOURCE HAVENNE	FULULG00_786	6366	6766006	208349	44765
SOURCE NIVI	FULULG00_1905	2935	6728005	205411	49105
SOURD DU REUX	FULULG00_1836	1054	6711002	195905	56200
SOUS L'EGLISE	FULULG00_1881	7968	6723001	208530	56340
(LAVOIR PUBLIC)					
VILLAGE	FULULG00_1849	2744	6713003	201190	57310
MONMORADE					



SPW | Éditions, CARTES

Dépôt légal : D/2017/12.796/9 – ISBN : 978-2-8056-0233-7

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

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