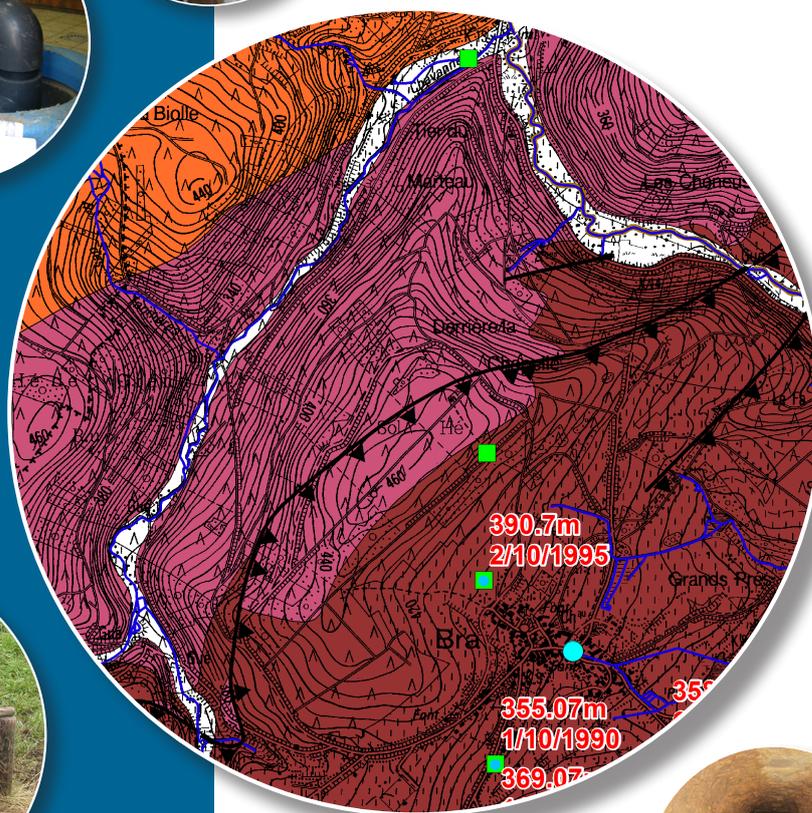


Notice explicative

**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 Bra - Lierneux



BRA - LIERNEUX

55/3-4

Ingrid **RUTHY**, Mohamed **BOUEZMARNI**, Alain **HANSON**, Vincent **DEBBAUT** et
Alain **DASSARGUES**

Université de Liège
Sart-Tilman – Bâtiment B52 - B-4000 Liège (Belgique)



NOTICE EXPLICATIVE

2018

Première version : Juillet 2006
Actualisation partielle : Septembre 2018

Dépôt légal - D/2018/12.796/10 - ISBN : 978-2-8056-0261-0

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

I. INTRODUCTION.....	4
II. CADRES GEOGRAPHIQUE, HYDROGRAPHIQUE, GEOMORPHOLOGIQUE ET PEDOLOGIQUE.....	5
III. CADRE GEOLOGIQUE.....	7
III.1. CADRE GEOLOGIQUE REGIONAL	7
III.2. CADRE GEOLOGIQUE DE LA CARTE	7
III.2.1. <i>Cadre litho-stratigraphique</i>	8
III.2.1.1. Paléozoïque.....	8
III.2.1.2. Cénozoïque	12
III.3. CADRE STRUCTURAL	12
IV. CADRE HYDROGEOLOGIQUE.....	15
IV.1. DESCRIPTION DES UNITES HYDROGEOLOGIQUES.....	15
IV.1.1. <i>Paléozoïque</i>	15
IV.1.1.1. Cambrien	15
IV.1.1.2. Ordovicien	16
IV.1.1.3. Dévonien.....	16
IV.1.1.4. Permien	17
IV.1.2. <i>Cénozoïque</i>	17
IV.1.2.1. Quaternaire.....	17
IV.2. DESCRIPTION DE L'HYDROGEOLOGIE DE LA CARTE.....	19
IV.2.1. <i>Massif de Stavelot</i>	19
IV.2.2. <i>Ardenne</i>	22
IV.2.3. <i>Graben de Malmédy</i>	24
IV.2.4. <i>Aquifères alluviaux</i>	24
IV.2.5. <i>Aquitard limoneux</i>	25
IV.2.6. <i>Carrières</i>	25
IV.2.7. <i>Coupe hydrogéologique</i>	25
IV.2.8. <i>Piézométrie</i>	25
IV.2.8.1. Aquitard à niveaux aquicludes du socle cambro-silurien	26
IV.2.8.2. Aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur	26
IV.2.8.3. Aquifère du Permien	28
IV.2.8.4. Aquifère à niveaux aquicludes du Dévonien inférieur	28
V. CADRE HYDROCHIMIQUE.....	29
V.1. CARACTERISTIQUES HYDROCHIMIQUES DES EAUX	30
V.1.1. <i>Le Massif de Stavelot</i>	30
V.1.2. <i>L'Ardenne</i>	30
V.1.3. <i>Le Graben de Malmédy</i>	30
V.2. PROBLEMATIQUE DES NITRATES	34
V.2.1. <i>Graben de Malmédy</i>	34
V.2.2. <i>Ardenne</i>	34
V.2.3. <i>Massif de Stavelot</i>	35
V.3. QUALITE BACTERIOLOGIQUE	37
V.4. PESTICIDES	37
V.5. AUTRES PARAMETRES	38
VI. EXPLOITATION DES AQUIFERES.....	39
VI.1. VOLUMES PRELEVES POUR LA DISTRIBUTION PUBLIQUE.....	40
VI.2. AUTRES VOLUMES CAPTES	41
VII. PARAMETRES D'ECOULEMENT ET DE TRANSPORT	44
VII.1. AQUICLUDE A NIVEAUX AQUIFERES DU DEVONIEN INFERIEUR (ARDENNE)	44
VIII. ZONES DE PREVENTION	45
VIII.1. CADRE LEGAL.....	45
VIII.1.1. <i>Zone de prise d'eau ou zone I</i>	45
VIII.1.2. <i>Zones de prévention rapprochée et éloignée ou zones IIa et IIb</i>	45
VIII.1.3. <i>Zone de surveillance ou zone III</i>	47
VIII.1.4. <i>Mesures de protection</i>	47
VIII.2. ZONES DE PREVENTION ARRETEES	47

VIII.2.1. Zones de prévention du captage de « En Pierreux.....	48
VIII.2.2. Zones de prévention du captage d'Eze Hesse	48
VIII.2.3. Zones de prévention du captage de « Biernifa ».....	49
VIII.3. ZONES DE PREVENTION A DEFINIR	50
VIII.4. ZONE DE SURVEILLANCE POUR LA PROTECTION DES EAUX CARBOGAZEUSES DE STOUMONT ET ENVIRONS	51
IX. METHODOLOGIE DE L'ELABORATION DE LA CARTE HYDROGEOLOGIQUE.....	53
IX.1. ORIGINE DES INFORMATIONS.....	53
IX.1.1. Données géologiques et connexes	53
IX.1.2. Données météorologiques et hydrologiques.....	53
IX.1.3. Données hydrogéologiques	54
IX.1.3.1. Localisation des ouvrages	54
IX.1.3.2. Données piézométriques	54
IX.1.3.3. Données hydrochimiques et tests sur les puits	54
IX.1.4. Autres données.....	54
IX.2. BASE DE DONNEES HYDROGEOLOGIQUES	55
IX.3. POSTER DE LA CARTE HYDROGEOLOGIQUE.....	55
IX.3.1. Carte hydrogéologique principale.....	56
IX.3.2. Carte des informations complémentaires et des caractères des nappes	56
IX.3.3. Carte des volumes d'eau prélevés.....	57
IX.3.4. Tableau de correspondance 'Géologie-Hydrogéologie'	57
IX.3.5. Coupe hydrogéologique	57
X. BIBLIOGRAPHIE.....	58
X.1. PUBLICATIONS	58
X.2. RAPPORTS TECHNIQUES	59
XI. ANNEXES	60
XI.1. LISTE DES ABREVIATIONS	60
XI.2. TABLE DES ILLUSTRATIONS	62
XI.2.1. Figures	62
XI.2.2. Tableaux.....	63
XI.3. COORDONNEES GEOGRAPHIQUES DES OUVRAGES REPERTORIES SUR LA CARTE	64

AVANT-PROPOS

La carte hydrogéologique 55/3-4 Bra - Lierneux a été commandée par le Ministère de la Région wallonne et a été réalisée par l'unité Hydrogéologie et Géologie de l'Environnement du secteur GEO³ du département ArGEnCo de l'Université de Liège. Le projet a été supervisé par le professeur A. Dassargues et la carte réalisée par I. Ruthy.

La mise à jour partielle de novembre 2017 a été réalisée au département Sciences et Gestion de l'Environnement de l'Université de Liège sous la supervision de V. Debbaut par m. Bouezmarni et A. Hanson.

Plusieurs universités collaborent au projet « Carte hydrogéologique de Wallonie » : l'Université de Mons (UMons), l'Université de Namur (UNamur) et l'Université de Liège (ULg) dont le site ULg-Arlon.

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

Les auteurs de la carte hydrogéologique remercient tous les bureaux d'études actifs dans le domaine de l'environnement qui nous ont fourni des données ainsi que la S.W.D.E. Nous remercions également les agents de la commune de Manhay et de la commune de Stoumont. Nous remercions aussi tous les particuliers et industries qui nous ont permis de visiter leur prise d'eau et d'y faire quelques mesures.

Depuis mai 2006, la carte hydrogéologique de Wallonie est consultable en ligne via le portail cartographique du Service public de Wallonie¹.

La méthodologie appliquée à la réalisation de cette carte est présentée au **Chapitre IX (p. 53)**.

¹ <http://environnement.wallonie.be/cartosig/cartehydrogeo/methodologie.htm>

I. INTRODUCTION

La carte de Bra - Lierneux est située à cheval entre les provinces de Liège et du Luxembourg (Figure I.1). Les ressources en eaux souterraines sont essentiellement localisées dans la nappe d'altération superficielle ou dans la nappe fissurée en profondeur.

Ces différentes nappes sont exploitées par de nombreux agriculteurs et particuliers ainsi que par quelques industries et carrières. D'importants volumes sont prélevés par la S.W.D.E. et les communes de Trois-Ponts, de Stoumont et de Manhay pour la distribution publique d'eau potable.

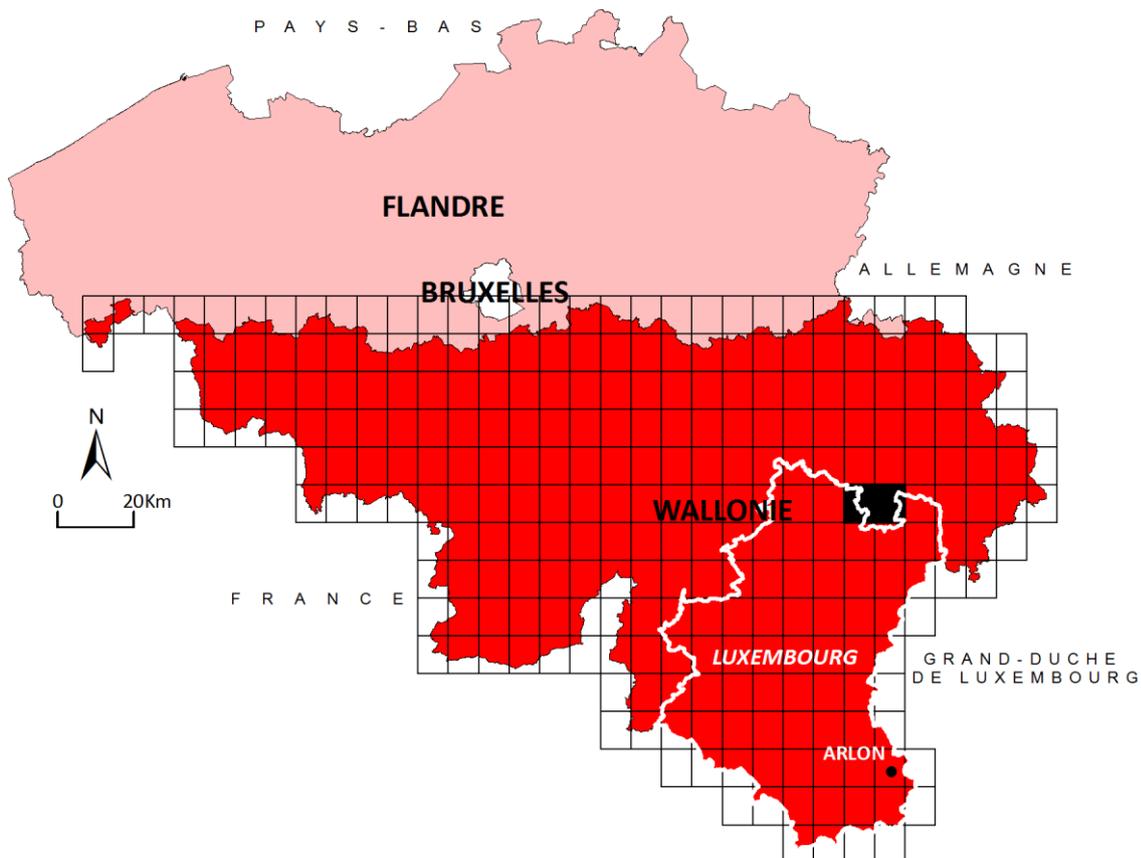


Figure I.1. : Localisation de la carte Bra – Lierneux (encadré noir).

II. CADRES GEOGRAPHIQUE, HYDROGRAPHIQUE, GEOMORPHOLOGIQUE ET PEDOLOGIQUE

La carte Bra - Lierneux se situe essentiellement en province de Liège avec les communes de Lierneux, Trois-Ponts et Stoumont (Figure II.1). La province de Luxembourg, représentée par les communes de Manhay et Vielsalm, recoupe la carte étudiée à l'est et à l'Ouest. Cette région à caractère rural est principalement occupée par des grands massifs forestiers (conifères). La carte appartient à l'Ardenne (voire la Haute-Ardenne) marquée par des sols pauvres liés à la nature des roches. Autrefois, on y cultivait des cultures dites pauvres comme le seigle, l'avoine et la pomme de terre. Aujourd'hui, les herbages ont remplacé les champs.

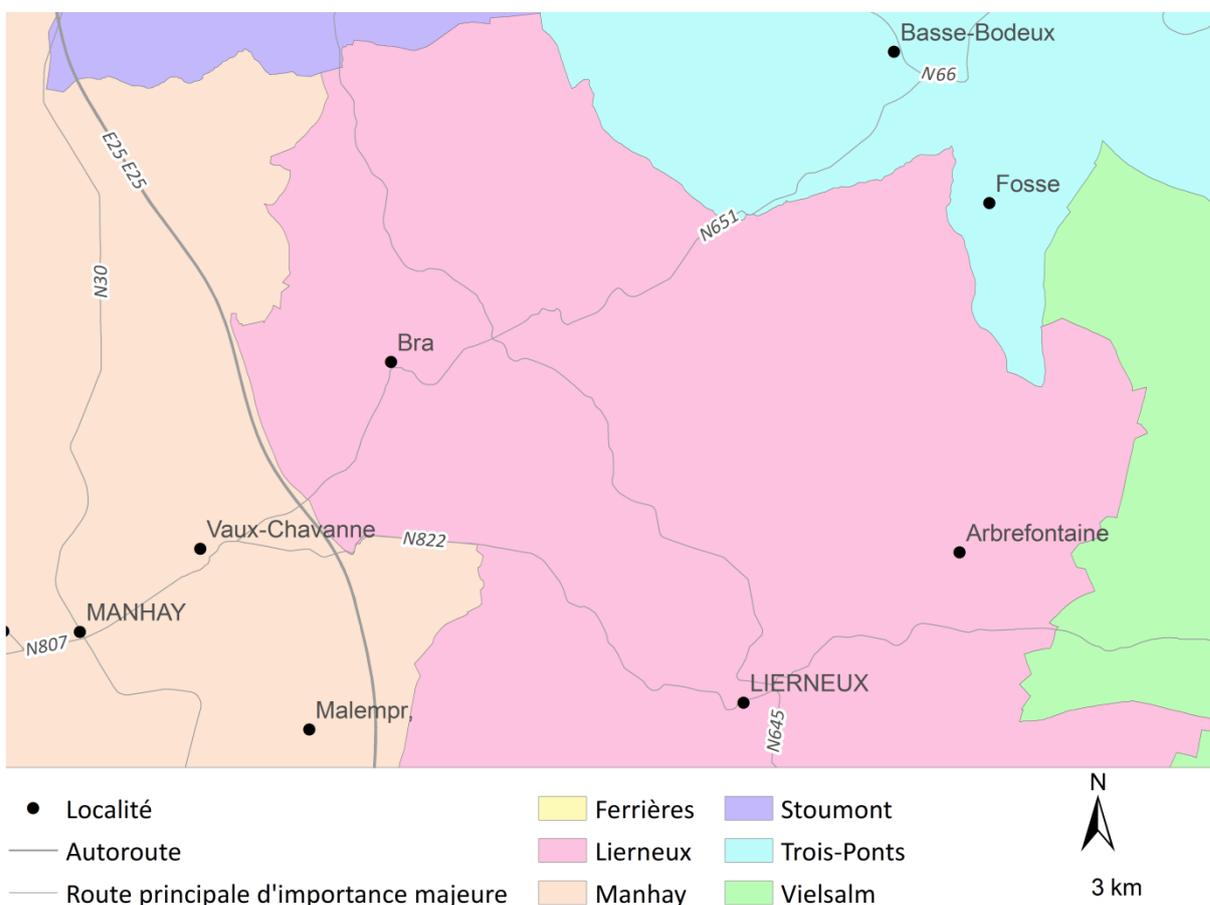


Figure II.1. : Localisation administrative de la carte Bra - Lierneux.

Les eaux de pluie ruisselant sur la zone couverte par la carte Bra - Lierneux se dirigent, *in fine*, vers la Meuse via l'Ourthe. Trois bassins hydrographiques principaux se répartissent sur la carte étudiée (Figure II.2). D'ouest en est, on distingue :

1. Le bassin de l'Aisne, affluent de l'Ourthe à Bomal d'une superficie de 9,7 km², soit 6% de la surface de la carte ;
2. Le bassin de la Lienne, affluent de l'Amblève en aval de Stoumont, d'une superficie de 99,5 km², soit 62% de la surface de la carte ;

3. Le bassin de la Salm ; affluent de l'Amblève à Trois-Ponts d'une superficie de 50,8 km², soit 32% de la surface de la carte.

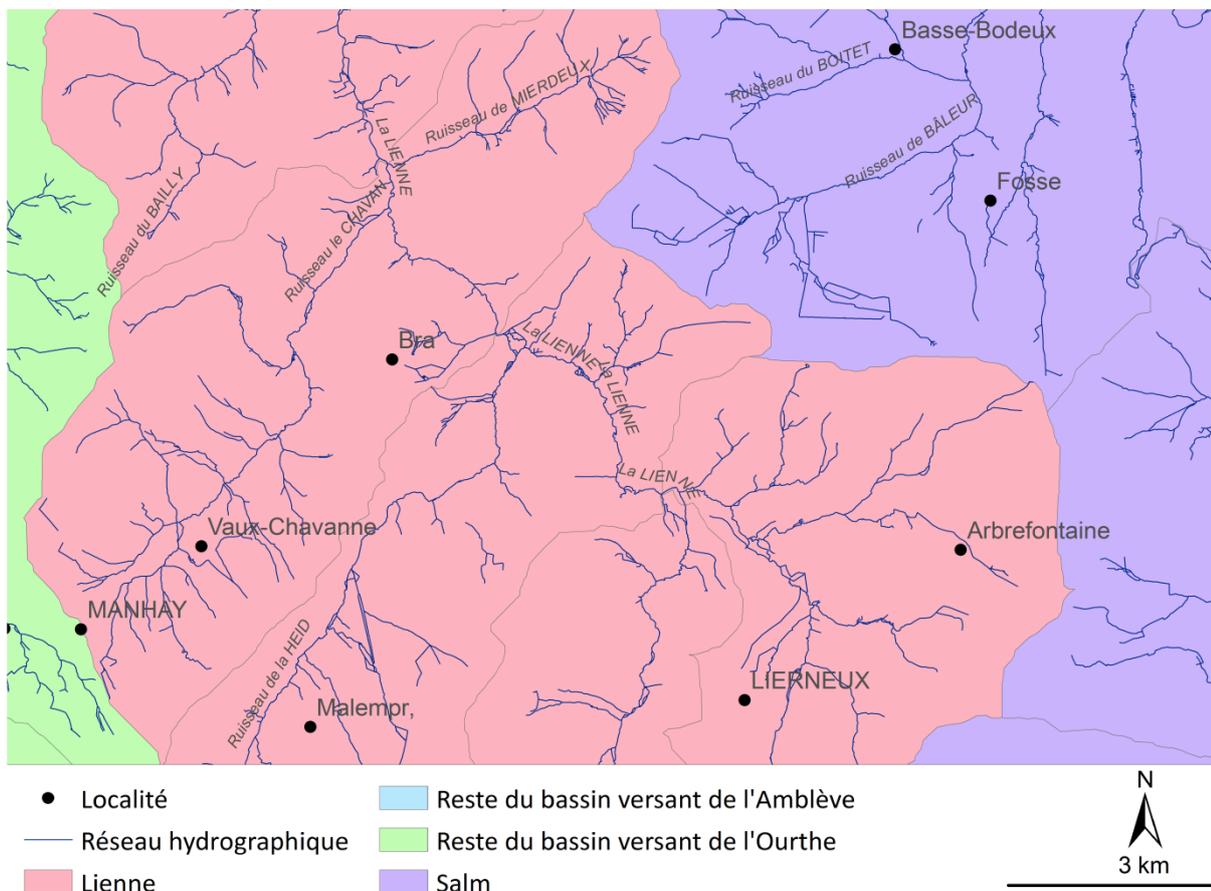


Figure II.2 : Cadre hydrologique de Bra – Lierneux.

Le réseau hydrographique est alimenté par de nombreuses sources. La Lienne s’écoule approximativement vers le nord-ouest, tandis que ses affluents ont une direction NE-SW.

Cette région au relief accidenté est également marquée par de grands plateaux dont quelques-uns sont situés à une altitude supérieure à 500 m. Les points hauts de la carte sont localisés sur le plateau entre Arbrefontaine et Fosse (590 m). Le point le plus bas de la région est situé dans la vallée de la Lienne à 270 m.

III. CADRE GÉOLOGIQUE

III.1. CADRE GÉOLOGIQUE RÉGIONAL

Trois structures géologiques sont observées sur la carte Bra - Lierneux : l'Anticlinorium de l'Ardenne, le Massif de Stavelot et le Graben de Malmédy (Figure III.1). L'Anticlinorium de l'Ardenne, essentiellement composé de terrains datant du Dévonien inférieur, repose en discordance sur le socle calédonien. Celui-ci affleure en Ardenne dans des boutonnières qui jalonnent sa zone axiale (Massifs de Givonne, Rocroi, Serpont et Stavelot). Au Permien (cycle alpin), un poudingue d'origine fluviatile s'est déposé dans le Graben de Malmédy, fossé d'effondrement dont l'ouverture serait liée à un mouvement de décrochement tardi-varisque (*Boulvain & Pingot, 2007*). Ce dépôt est en discordance sur les roches cambro-siluriennes du Massif de Stavelot. La structure tectonique de cette région est relativement complexe. Les terrains caractérisant le Massif de Stavelot ont subi deux orogénèses : calédonienne et varisque (ou hercynienne). Cette seconde manifestation a également affecté les roches du Dévonien. Ainsi de nombreuses failles sont observées dans la région.

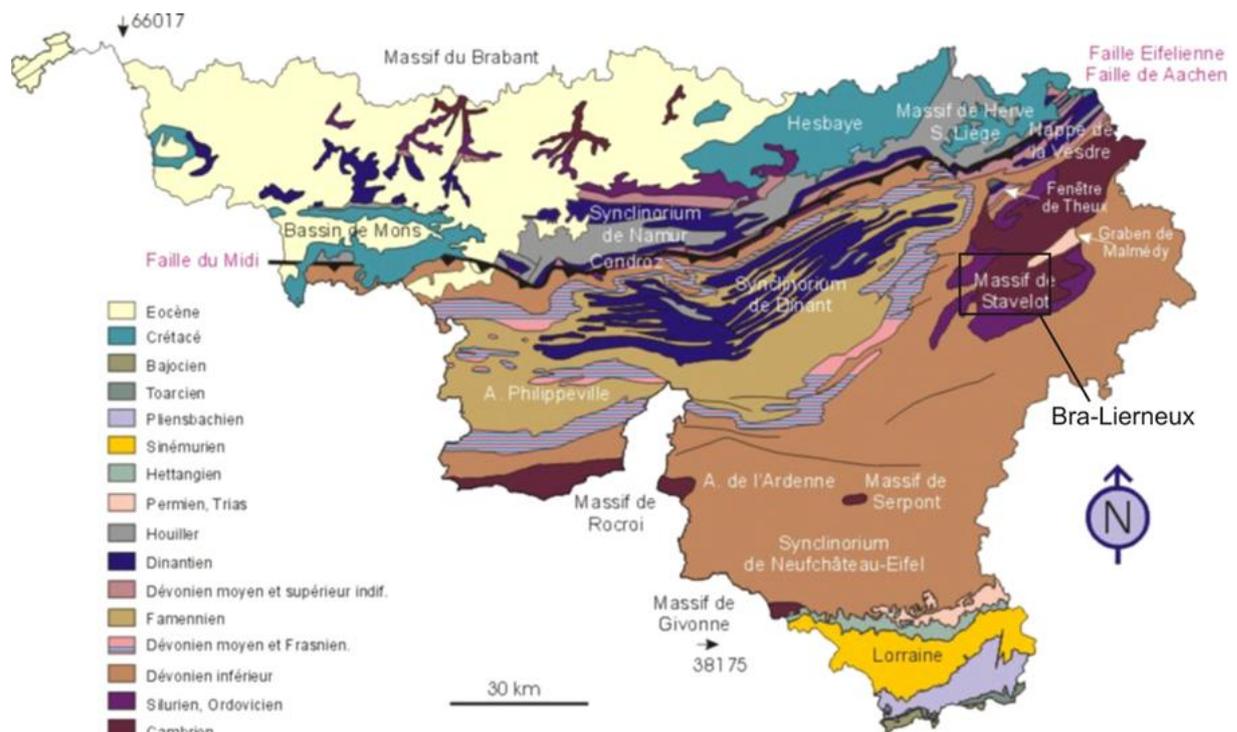


Figure III.1 : Carte géologique de la Wallonie (*Boulvain & Pingot, 2011 ; modifié*).

III.2. CADRE GÉOLOGIQUE DE LA CARTE

La carte Bra - Lierneux expose les formations datant du Cambrien au Dévonien inférieur, cependant marquées par une lacune stratigraphique au Silurien. Après la pénéplation qui suivit le plissement hercynien, on entre dans le cycle alpin avec les dépôts

du Permien. Les dépôts cénozoïques sont présents sous forme de produits d'altération, d'éboulis de pentes, de colluvions ou d'alluvions modernes dans les fonds de vallées.

La description lithologique des formations fait référence à la nouvelle carte géologique dressée par Geukens (2008) ainsi qu'à la synthèse sur l'échelle lithostratigraphique de la Belgique (Bultynck & Dejonghe, 2001). Les travaux de Geukens sur le Massif de Stavelot ont également été consultés (1986, 1999). La carte géologique levée par Geukens (2008) sert de fond à la carte hydrogéologique. Seules les informations intéressantes d'un point de vue hydrogéologique sont reprises ici (lithologie, failles, plis, épaisseur des bancs, présence de minéraux particuliers, etc.). Pour plus de détails, il est conseillé de consulter la notice explicative de la carte géologique de Wallonie de Bra - Lierneux (Geukens, 2008).

III.2.1. CADRE LITHO-STRATIGRAPHIQUE

III.2.1.1. Paléozoïque

Le Paléozoïque est représenté par les systèmes du Cambrien, de l'Ordovicien, du Dévonien et du Permien.

III.2.1.1.1. Cambrien

Les groupes du Cambrien, de Deville et de Revin, sont tous les deux présents sur cette carte. Le Groupe de Deville est représenté par les formations de Hour (HUR) et de Bellevaux (BEL). Ces dernières ont été levées en une seule unité sur la carte Bra – Lierneux, sous l'appellation DEV. Le Groupe de Revin est représenté par les formations de Wanne-Pont (WAN), de La Venne-Coo (VEN) et de La Gleize (GLE). Le contact entre les groupes de Deville et de Revin se fait généralement par failles.

La **Formation de Hour** (anciennement Dva) est constituée de bancs épais de quartzites et de schistes. Localement, les quartzites sont altérés en grès rubéfiés. L'épaisseur de cette formation dépasse 150 à 200 m.

La **Formation de Bellevaux** (anciennement Dvb) est également constituée de schistes et de grès mais se distingue par la présence de bancs de schiste phylladeux alternant avec des schistes. L'épaisseur de cette formation est estimée à 150-250 m.

La **Formation de Wanne-Pont** (anciennement Rv1-2), dont l'épaisseur est estimée à 200 à 300 m, est composée de deux parties :

1. la partie inférieure (Rv2) est constituée de quartzophyllades, de phyllades et de quartzites finement stratifiés et souvent pyriteux ;
2. la partie supérieure (Rv1) est constituée de phyllades fins et de quartzites alternant avec des quartzites phylladeux. Des bancs conglomératiques à

éléments schisteux s'y retrouvent également et, plus rarement, un banc de conglomérat phosphaté.

La **Formation de La Venne-Coo** (anciennement Rv3-4), dont l'épaisseur est estimée à 500 m, est une unité assez hétérogène qui peut être divisée en trois parties :

1. la partie inférieure est composée d'une alternance de grès grossiers, de grès fins, de siltites et de phyllades. Elle se différencie de la partie supérieure (Rv4) par l'abondance de niveaux de schistes quartzitiques micacés dont les bancs, bien stratifiés, sont moins épais que les quartzites du Rv4 ;
2. la partie moyenne est caractérisée par des bancs très épais de quartzite et de niveaux graveleux ;
3. la partie supérieure (Rv4) est caractérisée par une alternance de phyllades et de quartzites en bancs épais.

La **Formation de La Gleize** (anciennement Rv5) est caractérisée par des phyllades et des quartzophyllades. Ces derniers sont constitués d'une alternance de grès et de phyllades en lits millimétriques. De nombreuses coulées de laves et des dykes sont observés au sommet de la formation. L'épaisseur de cette dernière, très variable, est supérieure à 300 m.

III.2.1.1.2. *Ordovicien*

L'Ordovicien est composé du Groupe de la Salm (SL M) représenté ici par les formations de Jalhay (JAL), d'Otré (OTT) et de Bihain (BIH). Il est intéressant de noter que dans le Massif de Stavelot, les sédiments ordoviciens sont anormalement riches en manganèse.

La **Formation de Jalhay** (anciennement Sm1) se compose essentiellement de schistes, de grès et de quartzophyllades. Elle se subdivise en trois membres :

1. le **Membre de Solwaster** (SLW, ancien Sm1a) est constitué de quartzophyllades, de quartzites, de phyllades et de schistes. Ce membre débute localement par un conglomérat grossier contenant des fragments de schistes. Des couches gréseuses s'y développent également. L'épaisseur de ce membre est estimée à 200-250 m ;
2. le **Membre de Spa** (SPA, ancien Sm1b) est formé de quartzophyllades alternant avec des bancs de grès quartzitiques. L'épaisseur de ce membre est estimée à environ 200 m ;
3. le **Membre de Lierneux** (LIE, ancien Sm1c) est composé de quartzophyllades et de schistes, de niveaux de schistes à magnétite et d'un

niveau de grès de quelques mètres d'épaisseur, altéré en sable blanc. L'épaisseur de ce membre est estimée à environ 100 m.

La **Formation d'Otré** (anciennement Sm2) se distingue de la Formation de Jalhay par ses teintes rougeâtres ou violacées. Trois membres y sont distingués :

1. le **Membre de Meuville** (MEU, ancien Sm2a) est constitué essentiellement de quartzophyllades et moins fréquemment de schistes. Ces derniers contiennent localement des nodules renfermant du fer, du manganèse et des noyaux carbonatés. Au sud de la faille de Lierneux, la base du membre est formée d'un banc schisto-gréseux à gros cristaux de chloritoïde² manganésifère. L'épaisseur de ce membre est estimée à 150 m ;
2. le **Membre des Plattes** (PLA, ancien Sm2b), appelé également couche à coticule³, est formé de schistes renfermant de minces couches de coticule, de 4 à 10 cm, auxquels sont associés de petits nodules contenant du fer et du manganèse. Ce membre n'existe que sur la planchette de Lierneux. L'épaisseur de ce membre est estimée à 40-50 m ;
3. le **Membre de Colanhan** (COL, ancien Sm2c) est composé essentiellement des schistes à chloritoïde dont l'épaisseur est estimée à environ 100 m.

La **Formation de Bihain** (anciennement Sm3) se différencie de la précédente par des roches de teinte verte et noire. Son épaisseur peut atteindre 200 à 300 m. Elle est représentée par deux membres, cartographiés ensemble sur la carte Bra – Lierneux :

1. le **Membre d'Oneu** est formé de schistes gréseux et de grès en bancs de 5 à 10 cm. L'épaisseur de ce membre est estimée à environ 30 m ;
2. le **Membre de Salm-Château** est constitué de schistes et de quartzophyllades très phylladeux à chloritoïde. L'épaisseur de ce membre est supérieure à 150 m.

III.2.1.1.3. *Dévonien*

Le Dévonien, dont seule la partie inférieure est représentée sur la carte Bra – Lierneux, est représenté par les formations de Marteau (MAR) et du Bois d'Ausse (BAU).

² Nésosilicate $(Fe,Mg)_2Al_4O_2[SiO_4]_2(OH)_4$, On le trouve en particulier dans certains schistes métamorphiques (schistes verts) avec chlorite, épidote, grenats.

³ Roches à grains extrêmement fins constituées de grenats spessartines (alumine-manganeux) dans une matrice de quartz et de séricite (terme désignant les très petits cristaux de mica blanc, en paillettes ou en aiguilles flexueuses, pouvant avoir diverses compositions chimiques). Cette roche sédimentaire métamorphisée est aussi appelée « Pierre à aiguiser ».

La **Formation de Marteau**, en discordance sur le socle calédonien, débute par un conglomérat d'épaisseur très variable (de 0 à 50 m mais souvent 2 à 3 m) à galets calédoniens. Ce conglomérat est surmonté de grès grossiers micacés. Viennent ensuite des siltites alternant avec des grès quartzitiques et des grès argileux micacés. De nombreux niveaux contiennent des nodules carbonatés qui, par dissolution donnent un aspect celluleux à la roche. L'épaisseur de cette formation est estimée à 150 m à l'ouest de la planchette de Bra et à 20 à 30 m à l'est de la Lienne.

La **Formation du Bois d'Ausse** est constituée par des quartzites et des bancs de grès plurimétriques intercalés de quelques bancs de siltites. La base de la formation peut être soulignée par un conglomérat à cailloux de quartz et ciment clair. Des niveaux de grès conglomératique à galets de shale, de 5 à 10 cm d'épaisseur, sont caractéristiques de cette formation. L'épaisseur de cette formation est estimée à plus de 100 m.

III.2.1.1.4. *Permien*

Le Permien de la carte est uniquement composé de la Formation de Malmédy (MAL), déposée dans un graben⁴ au dessus des formations paléozoïques.

La **Formation de Malmédy** est caractérisée par des grès et des conglomérats de couleur rouge divisés en trois unités non différenciées sur la carte :

1. l'unité inférieure est constituée d'un conglomérat à éléments de quartz et de quartzite à ciment argileux ;
2. l'unité moyenne est constituée de grès caractérisée par l'abondance de galets calcaires fossilifères à différents niveaux et par son ciment argilo-calcaire. Le pourcentage de galets calcaires diminue vers le SO : 60% à Malmédy, 37% à Basse-Bodeux et 26% à la terminaison occidentale du lambeau. L'épaisseur de cette unité diminue également vers le SO : de 150 m à Malmédy, elle passe à 35 m à Stavelot mais affiche 70 m à Basse-Bodeux où elle constitue l'essentiel du remplissage de la cuvette (*Ozer, 1979*) ;
3. l'unité supérieure est composée de plusieurs niveaux de grès et de schistes également à ciment argileux.

Ces trois unités n'ont pas toutes été reconnues sur la carte Bra - Lierneux. L'épaisseur de cette formation est assez variable. Elle est estimée dans la région étudiée à environ 100 m en surface et à 164 m en sondage à Malmédy.

Il est à noter que des phénomènes karstiques ont été reconnus dans la Formation de Malmédy, uniquement dans l'unité moyenne, pour la première fois par Ozer (*1967, 1971*).

⁴ Graben de Malmedy.

Cette unité moyenne se comporte exactement comme une roche calcaire et les actions de la dissolution y sont relativement fréquentes, particulièrement à proximité de Bévercé-Malmédy (Ozer, 1979).

III.2.1.2. Cénozoïque

III.2.1.2.1. Quaternaire

Des dépôts de type « **limons, altérites, éboulis, colluvions, dépôts de versant et coulées de solifluxion** » couvrent de très grandes surfaces sur les plateaux et les versants en pente douce et forment un manteau relativement continu recouvrant les roches paléozoïques. Ils sont formés d'un mélange de roches paléozoïques désagrégées (altérites) et de limons éoliens, eux-mêmes formés d'argiles, de limons et de sables. Leur épaisseur ne peut être évaluée avec précision mais peut atteindre plusieurs mètres. Ces dépôts n'ont pas été représentés sur la carte géologique et, *de facto*, sur la carte hydrogéologique non plus.

Sur la carte géologique de Bra - Lierneux les coulées de solifluxions sont symbolisées par une surcharge. Cette symbolique est spécifique à la carte de Bra - Lierneux et ne se retrouve pas sur les cartes voisines. Ces dépôts n'ont pas été pris en compte dans la carte hydrogéologique, mais localement il se peut qu'ils soient mentionnés, notamment dans la synthèse des études de zones de prévention.

Des **alluvions modernes** (AMO), présentes dans les fonds des vallées, sont constituées de graviers, de sables, d'argile et de tourbe. Leur épaisseur est très variable⁵ et seule une valeur de 3 m est connue par prospection sismique, dans le nord de la vallée de la Lienne.

III.3. CADRE STRUCTURAL

Le cadre structural de la région de Bra - Lierneux est relativement complexe. En effet, rappelons que trois mouvements tectoniques majeurs ont affectés cette zone : l'orogénèse calédonienne, l'orogénèse varisque (ou hercynienne) et la formation du Graben de Malmédy. Il en résulte de très nombreuses failles dont beaucoup sont subverticales (Figure III.2).

⁵ Lors de l'étude d'orientation du site de l'ancienne gare vicinale de Manhay (SPAQuE, 2003), les essais de sondage (tarière manuelle motorisée) ont montré la quasi absence de terrains meubles au droit du site, le socle rocheux étant subaffleurant.

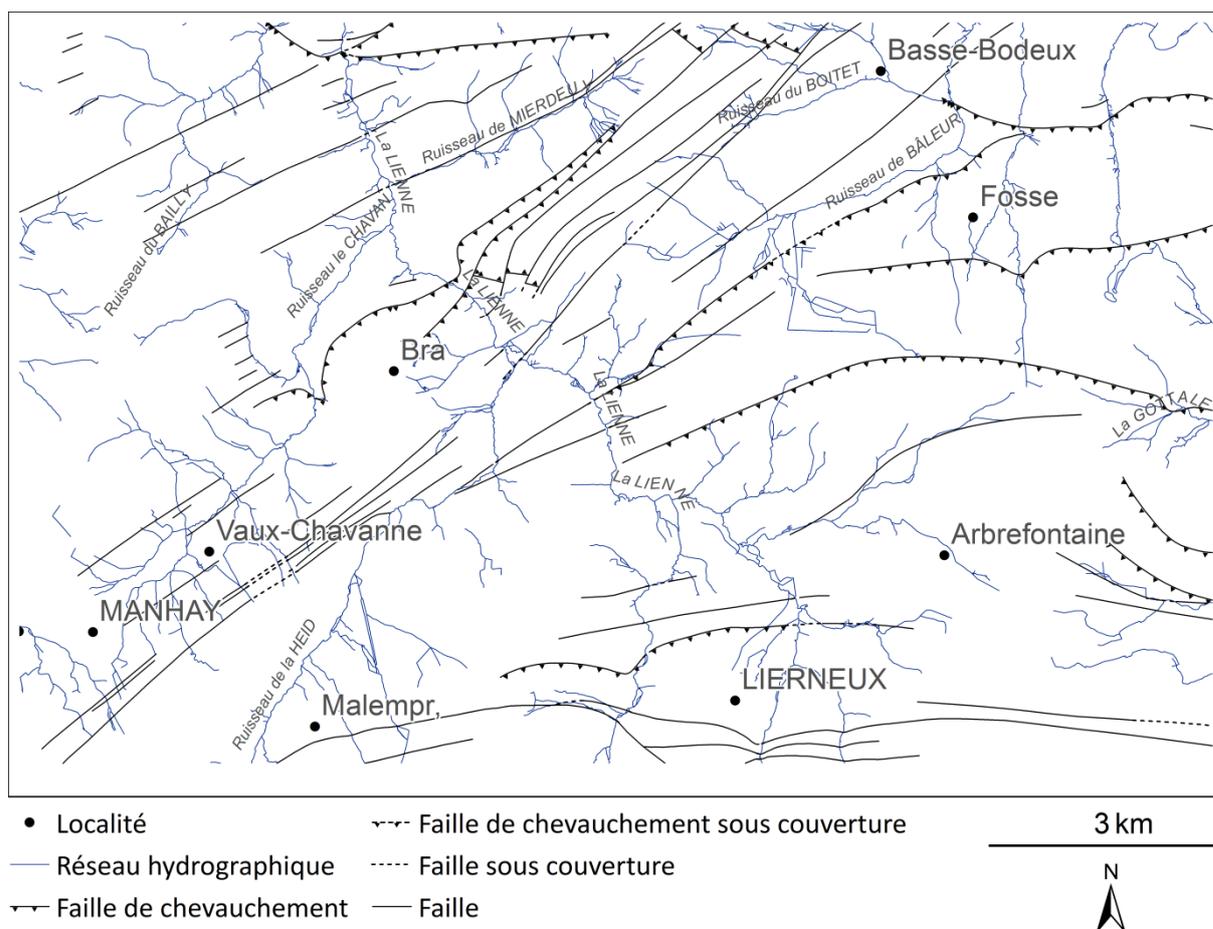


Figure III.2. : Cadre tectonique de la carte Bra - Lierneux : les failles

On peut observer des failles de charriage et des failles normales. Beaucoup de failles déplacent la couverture varisque. Néanmoins, on peut plutôt supposer que l'âge de la majorité des failles est calédonien avec un rejeu varisque. En plusieurs endroits, les failles sont indiquées par des filons de quartz, parfois de plus d'un mètre d'épaisseur. C'est notamment le cas dans la région de Basse-Bodeux. La faille de Bra, reconnue de part et d'autre de la vallée de la Lienne, a charrié le Salmien inférieur sur le Lochkovien. Ces terrains sont affectés de nombreux plis en chaise, formés par la présence d'une structure en plis déversés dans le socle cambro-ordovicien sous-jacent (*Geukens, 1975*).

La formation de Malmédy du Graben de Malmédy (qui s'étire sur une vingtaine de kilomètres entre Basse-Bodeux et Xhoffraix (WSW-ENE) n'a, semble-t-il, pas seulement affecté les failles qui limitent ce fossé d'effondrement. Un certain nombre de cassures du socle semblent être, elles aussi, en relation avec cette manifestation tectonique. Par exemple, la faille d'Oster⁶, faille normale reconnue sur la carte Hotton-Dochamps (au sud-ouest) se situe exactement dans le prolongement de la faille bordière méridionale du Graben de Malmédy.

⁶ Les pendages très différents de part et d'autre de la faille d'Oster font qu'il n'est pas évident de définir son comportement. En effet, à l'Ouest du Massif de Stavelot, elle est définie comme une faille inverse (*Dejonghe & Hance, 2008*).

L'allure des couches dévoniennes est tabulaire subhorizontale. Dans la partie centrale de la planchette de Bra, la couverture semble avoir été tectonisée (influence de la zone faillée de Bra et de la formation du Graben ?). Les couches cambro-ordoviciennes présentent des plis partout très serrés et affectés d'un déversement très marqué vers le nord. De part et d'autre du Graben de Malmédy, la direction des couches du Massif de Stavelot est différente. Au nord-ouest, les plis et les failles ont une direction SW-NE, alors que dans la partie méridionale, on observe une direction W-E.

IV. CADRE HYDROGEOLOGIQUE

Les formations géologiques sont regroupées en unités hydrogéologiques 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** : couche ou massif de roches saturées de très faible conductivité hydraulique et dans lequel on ne peut extraire économiquement des quantités d'eau appréciables.

Ces définitions assez subjectives sont à manipuler avec précautions. Elles sont utilisées ici afin de renseigner, à une échelle régionale, le caractère globalement perméable, semi-perméable ou très peu perméable d'un ensemble de couches géologiques. Elles donnent une idée du potentiel économique que représentent les différentes unités hydrogéologiques en termes d'exploitation. Elles se basent sur la description lithologique de ces unités (formations ou ensembles de formations). Certaines formations géologiques voient leur faciès changer latéralement, il est donc possible qu'une même formation soit définie en terme d'aquifère sur une carte et en terme d'aquitard sur une autre carte (raisonnement par carte).

IV.1. DESCRIPTION DES UNITÉS HYDROGÉOLOGIQUES

Les unités hydrogéologiques définies pour la carte Bra - Lierneux sont décrites ci-dessous dans l'ordre stratigraphique, des plus vieilles au plus jeunes. Elles sont reprises de manière synthétique dans le [Tableau IV.1](#).

IV.1.1. PALÉOZOÏQUE

Les unités hydrogéologiques cambro-ordoviciennes de la carte Bra - Lierneux appartiennent toutes au Massif de Stavelot, occupant la majorité de l'aire de la carte.

IV.1.1.1. Cambrien

IV.1.1.1.1. *Aquiclude à niveaux aquifères du socle cambro-silurien*

Les formations des Groupes de Deville et de Revin sont caractérisées par une alternance de bancs de schistes et de schiste phylladeux et de bancs de quartzites et de grès. Ces terrains ayant été fortement plissés et fracturés, de l'eau récupérable est logée dans les fissures ouvertes des bancs de grès et de quartzites. Dans les schistes, les fractures sont généralement colmatées par un remplissage argileux.

IV.1.1.1.2. *Aquiclude du socle cambro-silurien*

Cette unité hydrogéologique correspond à la Formation de La Gleize, composée principalement de roches phylladeuses dont la conductivité hydraulique est très faible.

IV.1.1.2. Ordovicien

IV.1.1.2.1. *Aquitard à niveaux aquicludes du socle cambro-silurien*

L'Aquitard à niveaux aquicludes du socle cambro-silurien est composé, sur la carte, de la Formation de Jalhay. Composée de schistes, de phyllades et de quartzophyllades ainsi que de quartzites, des grès et grès quartzitiques, cette unité hydrogéologique est caractérisée comme aquitard avec des horizons moins perméables. Les niveaux plus fracturés peuvent constituer localement des zones plus aquifères, mais cela dépend également de la nature du remplissage des fissures (ici de nature plutôt argileuse).

IV.1.1.2.2. *Aquiclude à niveaux aquitards du socle cambro-silurien*

Cette unité hydrogéologique correspond à la Formation d'Otré, caractérisée principalement par des schistes et quartzophyllades de nature aquiclude, et par quelques niveaux plus durs tectonisés, caractérisés comme aquitards.

IV.1.1.2.3. *Aquitard du socle cambro-silurien*

La Formation de Bihain est définie en tant qu'aquitard. Sa composition est dominée par des schistes et des quartzophyllades dans lesquels s'intercalent quelques niveaux schisto-gréseux et gréseux.

IV.1.1.3. Dévonien

IV.1.1.3.1. *Aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur*

L'Aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur correspond à la Formation de Marteau. Composée essentiellement de shales et siltites cette unité hydrogéologique est globalement caractérisée comme aquiclude. Les niveaux lenticulaires de grès et de grès argileux observés peuvent constituer des horizons aquifères localement exploitables. Les horizons conglomératiques renferment également des nappes exploitables. Dans les terrains schisteux, le remplissage des failles, généralement argileux, leur confère un rôle d'écran peu perméable dit de seuil hydrogéologique, réduisant la circulation des eaux souterraines.

IV.1.1.3.2. *Aquifère à niveaux aquicludes du Dévonien inférieur*

Cette unité hydrogéologique est représentée, sur la carte, par la Formation du Bois d'Ausse, à dominante nettement grés-quartzitique. Ces barres gréseuses, pouvant atteindre plusieurs mètres d'épaisseur, renferment localement de minces intercalations de shales et sont parfois interrompues par des niveaux de grès argileux ou de siltites. Cette lithologie, marquée par les grès, justifie l'appellation de l'unité en tant qu'aquifère à niveaux aquicludes.

IV.1.1.4. Permien

IV.1.1.4.1. Aquifère du Permien

L'Aquifère du Permien est constitué de la Formation de Malmédy, composée d'un conglomérat rougeâtre à matrice argilo-sableuse et marquée par un niveau intermédiaire riche en galets calcaires et ciment argilo-calcaire et ensuite par plusieurs horizons de grès et de schistes.

IV.1.2. CÉNOZOÏQUE

IV.1.2.1. Quaternaire

IV.1.2.1.1. Aquitard limoneux

L'Aquitard limoneux est constitué par les dépôts des formations dites superficielles (cfr. III.2.1.2.1 Quaternaire, p. 12), composé d'un mélange d'argiles, de limons, de sables et d'éléments plus grossiers d'altérites dont la conductivité hydraulique doit être supérieure à celle d'un aquiclude. Rappelons que ces dépôts n'ont pas cartographiés. Dans les cas d'études hydrogéologiques locales, ces dépôts sont susceptibles d'influencer l'écoulement des eaux souterraines et méritent donc une attention particulière.

IV.1.2.1.2. Aquifère alluvial

Les alluvions modernes sont composées principalement de graviers et de sables offrant des potentialités aquifères intéressantes, si leur extension le permet. L'alimentation directe par les eaux météoriques est faible en raison de la surface négligeable de la plaine alluviale. Ainsi, la majeure partie de l'alimentation de ces nappes vient de l'apport des versants, soit par écoulement hypodermique, soit par le suintement de la nappe du bed-rock lorsque celui-ci est aquifère. On peut supposer également des interactions entre la nappe et la rivière, celle-ci n'étant pas (ou peu) canalisée.

Tableau IV.1 : Tableau de correspondance Géologie – Hydrogéologie de la carte 55/3-4.

ERE	SYSTEME	SERIE	ETAGE	GROUPE	FORMATION	MEMBRE	ABREV.	LITHOLOGIES (GEUKENS, F., 2008)	EPAISSEUR (m)	UNITE HYDROGEOLOGIQUE		
CÉNOZOÏQUE	QUATERNAIRE	HOLOCÈNE			Alluvions modernes		AMO	Graviers, sables, argile et tourbe	Inconnue	Aquifère alluvial		
					Limons, altérites, éboulis, colluvions, dépôts de versant et coulées de solifluxion		X	Mélange d'argiles, de limons, de sables et d'éléments grossiers d'altérites	Jusqu'à plusieurs mètres	Aquitard limoneux (non cartographié)		
PALEOZOÏQUE	PERMIEN				MALMEDY		MAL	Unité supérieure : alternance de niveaux de grès et de schistes. Unité moyenne : grès à galets calcaires. Unité inférieure : conglomérat à éléments de quartz et de quartzite.	~100 à 164	Aquifère du Permien		
	DÉVONIEN	INFÉRIEUR	PRAGUIEN		BOIS D'AUSSE		BAU	Quartzites et grès avec quelques intercalations de siltites. Parfois conglomérat à la base à cailloux de quartz. Niveaux de grès conglomératiques à galets de shale.	>100	Aquifère à niveaux aquicludes du Dévonien inférieur		
			LOCHKOVIEN					MARTEAU	MAR	Siltites alternant avec des grès quartzitiques et des grès argileux. Nombre de ces niveaux présentent des nodules carbonatés parfois dissous. Conglomérat (0 à 50 m) et/ou grès grossiers.	20 à 150	Aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur
	ORDOVICIEN	LLANVIRN	DARRIWILLIEN			BIHAIN	<i>Salm-Château</i>	BIH	Schistes et quartzophyllades très phylladeux à chloritoïde.	170 à 270	Aquitard du socle cambro-silurien	
							<i>Oneu</i>		Schistes gréseux et grès en bancs de 5 à 10 cm.	~30		
		ARENIG	VOLKHOVIEN			OTTRE	<i>Colonhan</i>	OTT	COL	Schistes à chloritoïde	~100	Aquiclude à niveaux aquitards du socle cambro-silurien
							<i>Les Plattes</i>		PLA	Schistes à minces couches de coticule de 4 à 10 cm.	40 à 50	
		LATROPIEN OU BILLINGENIEN	<i>Meuville</i>	MEU	Essentiellement des quartzophyllades. Schistes à nodules Fe-Mn et noyaux carbonatés. Base : parfois bancs de schiste, parfois bancs schisto-gréseux.	150						
		TREMADOC	TREMADOCIEN			JALHAY	<i>Liermeux</i>	JAL	LIE	Quartzophyllades et schistes. Un niveau de grès de quelques mètres dans la partie supérieure.	~100	Aquitard à niveaux aquicludes du socle cambro-silurien
	<i>Spa</i>						SPA		Alternance de quartzophyllades et de grès quartzitiques.	~200		
	<i>Solwaster</i>						SLW		Quartzites, quartzophyllades, phyllades et schistes. Localement, niveau conglomératique grossier à la base.	200 à 250		
	CAMBRIEN	SUPÉRIEUR				LA GLEIZE		GLE	Phyllades et quartzophyllades. Partie supérieure : coulées de laves et dykes.	300 et variable	Aquiclude du socle cambro-silurien	
		MOYEN				LA VENNE-COO		VEN	Partie supérieure : alternance de phyllades et quartzites en bancs épais. Partie moyenne : quartzites en bancs très épais et niveaux graveleux. Partie inférieure : alternance de grès grossiers, de grès fins, de siltites et de phyllades et abondants niveaux de schistes quartzitiques.	>500	Aquiclude à niveaux aquifères du socle cambro-silurien	
						WANNE-PONT		WAN	Partie supérieure : phyllades et quartzites alternant avec des quartzites phylladeux. Banc de conglomérat à éléments schisteux et rarement un banc conglomératique phosphaté. Partie inférieure : quartzophyllades, phyllades et quartzites souvent pyriteux.	200 à 300		
		INFÉRIEUR			DEVILLE (DEV)	BELLEVAUX		BEL	Schistes, schistes phylladeux et grès.	150 à 250 (?)		
						HOUR		HUR	Quartzites et schistes en bancs épais.	150 à 200		

IV.2. DESCRIPTION DE L'HYDROGÉOLOGIE DE LA CARTE

Basées sur le cadre litho-structural de la région et afin de rendre la description de l'hydrogéologie régionale plus aisée, quatre entités hydrogéologiques ont été distinguées sur la carte (Figure IV.1) :

1. le **Massif de Stavelot**, avec ses terrains cambro-ordoviciens ;
2. l'**Ardenne**, au sens géologique du terme, définie par les terrains dévoniens ;
3. le **Graben de Malmédy**, représenté par les terrains du Permien ;
4. les **alluvions** de la Lienne et de la Salm ainsi que celles de leurs affluents. Ces dernières, sur la carte Bra – Liernoux, n'ont qu'un intérêt local. Aucune donnée hydrogéologique n'est disponible pour caractériser ces aquifères alluviaux, c'est pourquoi ils ne seront pas développés ici.

En absence de données hydrogéologiques précises, les principales informations relatives à l'hydrogéologie régionale sont déduites d'observations de terrain et cartographiques, tant géologiques, pédologiques que géomorphologiques.

Un tableau en annexe (voir XI.3, p. 64), reprend l'ensemble des sources, des puits et autres ouvrages répertoriés sur la carte, avec leurs coordonnées géographiques.

IV.2.1. MASSIF DE STAVELOT

On distingue deux types de nappes dans le socle cambro-ordovicien :

1. la nappe du manteau d'altération du Paléozoïque inférieur, sous la pénéplaine anté-dévonienne. L'importance de cet aquifère est liée aux types de roche (grès, les quartzites, siltites et schistes) et à l'intensité de leur altération. Les grès et les quartzites s'altèrent en sable, de bonne conductivité hydraulique, tandis que les schistes, qui s'altèrent en argile, sont pratiquement imperméables et l'eau qu'ils contiennent est quasi immobile. Les réserves de ces nappes superficielles sont variables et soumises aux variations climatiques ;
2. la nappe de fissures sous-jacente. Cette dernière est directement proportionnelle à l'intensité de la fracturation. Les cycles orogéniques calédonien et hercynien ont intensément fracturé les roches du Massif de Stavelot. Ces fractures (failles et diaclases) peuvent drainer des volumes d'eau importants si leur remplissage est perméable, ce qui est le cas des fractures affectant les roches grésos-quartzitiques à l'inverse des fractures des roches schisteuses dont le remplissage est argileux, ce qui leur confère alors un rôle d'écran ou de seuil hydrogéologique.

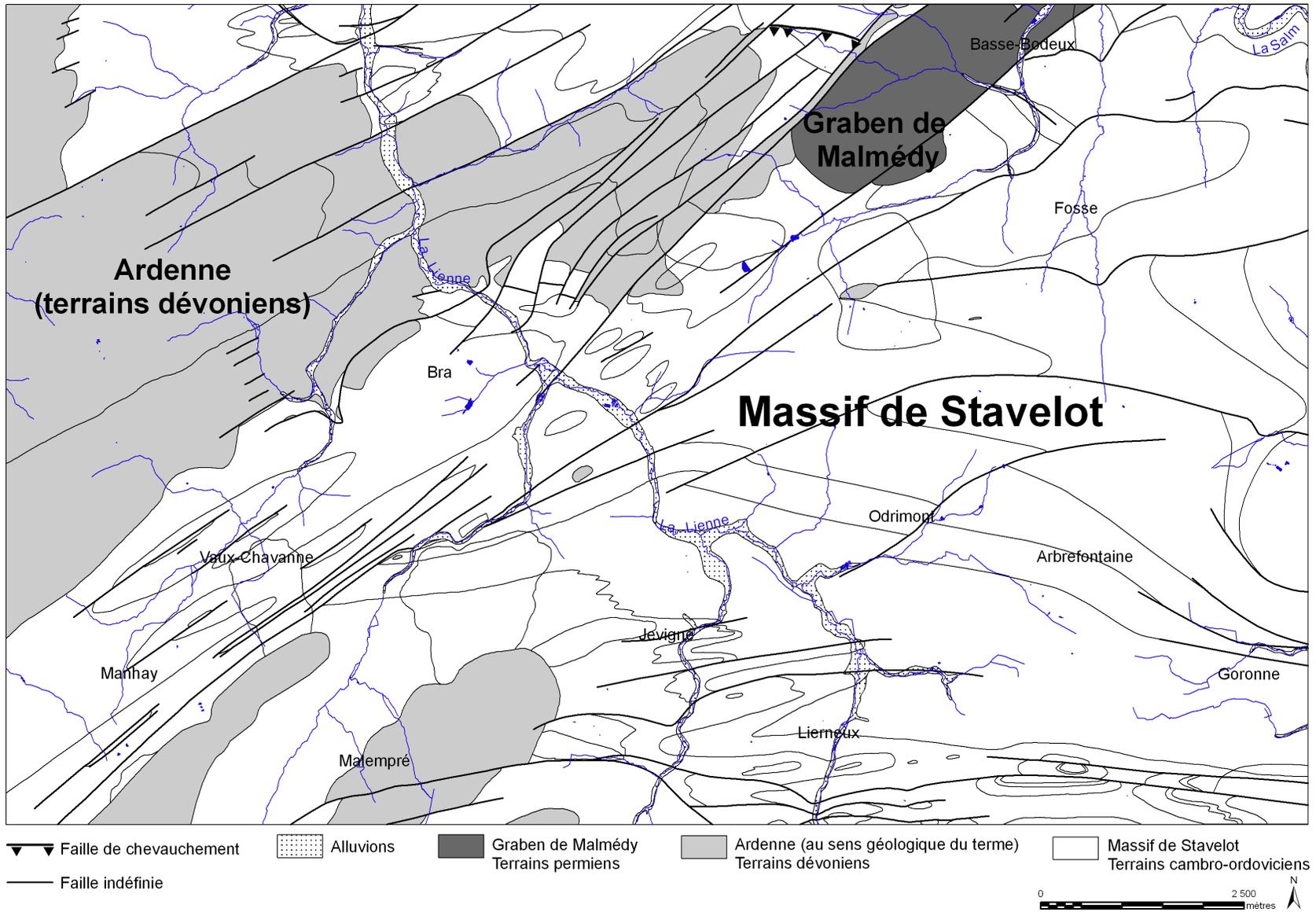


Figure IV.1. Entités hydrogéologiques de la carte Bra - Lierneux

Les terrains cambro-ordoviciens constituent des réservoirs naturels pour l'alimentation du réseau hydrographique ainsi que des localités avoisinantes. Certes, il ne s'agit pas d'une ressource en eau souterraine d'importance régionale mais son intérêt pour la distribution locale est certain.

Le Massif de Stavelot occupe la majorité de la surface de la carte Bra - Lierneux. Les unités hydrogéologiques le composant sont :

- l'Aquiclude à niveaux aquifères du socle cambro-silurien ;
- l'Aquiclude du socle cambro-silurien ;
- l'Aquitard à niveaux aquicludes du socle cambro-silurien ;
- l'Aquiclude à niveaux aquitards du socle cambro-silurien ;
- l'Aquitard du socle cambro-silurien.

Une dizaine de mesures piézométriques, concernant principalement l'Aquitard à niveaux aquicludes du socle cambro-silurien, sont disponibles pour ces unités hydrogéologiques du fait du peu d'ouvrages recensés et/ou du manque d'accessibilité.

Le Massif de Stavelot, sur la carte Bra - Lierneux, est drainé dans sa partie orientale par la Salm et ses affluents (le Bâleur, le ruisseau de Mé, la Venne, la Gottale...) ainsi que par les ruisseaux du bassin de la Lienne ; la Lienne amont le traversant de part en part du sud-est vers le nord-ouest, et par l'Aisne via le ruisseau de l'Amante, dans le sud-ouest de la carte. Le réseau de vallées et de dépressions agit comme un collecteur de drainage. Dans la plupart des fonds de vallées, des zones marécageuses peuvent être observés.

La distribution des séries de sols est parallèle aux faciès lithologiques ; sur les massifs reviniens, se retrouvent des sols à charge schisto-gréseuses, tandis que sur les terrains du Groupe de la Salm, se retrouvent les sols à charge schisteuse et schisto-phylladeuse (*Pahaut, 1968, 1972*). Les zones de sources, parfois assorties de marécages, se localisent préférentiellement sur les sols à charge schisto-phylladeuses.

Sur la cinquantaine d'ouvrages de prise d'eau implantés dans le Massif de Stavelot, une vingtaine sont des drains ou des sources dont certains se tarissent en période estivale indiquant l'importance locale de la nappe du manteau d'altération ; sur le site du « captage de Goronne », drain exploité par la S.W.D.E., une étude géophysique (*rapport ULg-Arlon, 2004*) a montré que l'épaisseur de la zone altérée variait entre 5 et 30 m à l'ouest du captage tandis qu'elle était nettement moins développée vers l'est. Les nappes du manteau d'altération sont plus vulnérables aux pollutions accidentelles.

Quelques ouvrages sollicitent l'Aquiclude à niveaux aquifères du socle cambro-silurien qui affleure principalement dans la partie orientale de la carte. Il s'agit essentiellement de captages par drains (Hodinfosse, Fosse Fagne), ainsi que d'un puits foré

(puits de Dairomont) présentant une eau relativement ferrugineuse. Bien qu'il s'agisse d'un d'aquiclude, il existe dans cette unité hydrogéologique des horizons fissurés et fracturés quartzitiques, quartzophylladeux et conglomératiques présentant des potentialités aquifères plus intéressante. C'est également le cas de la frange altérée pouvant être, par endroits, relativement épaisse. On peut également noter l'importance du rôle des failles :

- Le captage de Biernifa, émergence captée via des drains, est situé le long de la faille d'Oster, jouant probablement un rôle de drain naturel (*rapport FUL, 1997*). La zone d'alimentation de cette prise d'eau n'est donc probablement pas seulement limitée à la zone altérée. Il y a vraisemblablement des apports d'eau profonde. De plus, il est probable que ce captage soit également alimenté en partie par les eaux de l'Aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur (situé au sud et topographiquement plus haut) avec un déversement latéral par débordement au contact avec les schistes peu perméables.
- Le captage de Dairomont « Sur les Fanges » est constitué de plusieurs drains d'une longueur totale de 125 m. Il sollicite les eaux logées dans la nappe superficielle contenue dans le manteau d'altération. D'un point de vue qualité de l'eau, elle présente les caractéristiques typiques des eaux ardennaises, pH acide et peu minéralisée (*rapport FUL, 2004*). Cette prise d'eau se trouvant aussi à proximité d'une importante faille, il est probable que cette dernière joue un rôle au niveau de l'aire d'alimentation du captage.
- La prise d'eau de Mont-Trou du Loup (drain) est également située sur une faille, mettant en contact l'aquiclude et l'aquitard à niveaux aquifères du socle (respectivement avec les formations de Wanne et de La Venne-Coo).

IV.2.2. ARDENNE

Sur la carte, les formations géologiques constituant l'Ardenne, au sens structural du terme, appartiennent aux étages allant du Lochkovien au Praguien. Les unités hydrogéologiques concernées sont :

- l'Aquifère à niveaux aquicludes du Dévonien inférieur formé des quartzites et de grès interrompus par des niveaux de siltites ;
- l'Aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur composé essentiellement de siltites avec des niveaux de grès quartzitiques, de grès argileux micacés et de grès conglomératiques.

Deux types de nappes peuvent se rencontrer dans ces terrains :

1. une **nappe superficielle** libre développée dans le manteau d'altération. Cet aquifère perché est généralement de faible capacité et temporaire ; il est rechargé par les importantes précipitations automnales et hivernales. Durant les périodes sèches, il se vide via les sources et le réseau hydrographique et peut finir par se tarir (en fonction de sa capacité et des précipitations antérieures). Ce type d'aquifère est très vulnérable aux activités développées en surface ;
2. une **nappe profonde** dans les niveaux fracturés et fissurés. La quantité d'eau qui peut être stockée dans ces fractures et la facilité avec laquelle celle-ci peut s'y déplacer dépendra essentiellement de la nature de la roche. Ce type d'aquifère est généralement mieux protégé des activités anthropiques. Les couches moins perméables (shales, schistes) peuvent rendre localement la nappe sous-jacente captive.

Cette entité hydrogéologique est drainée principalement par la Lienne et son affluent La Chavanne. La partie occidentale est drainée par la vallée de l'Aisne, tandis que le bord nord-est appartient au bassin de la Salm.

L'Aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur, comme la plupart des unités présentes sur la carte Bra - Lierneux, est répartie en plusieurs zones (lié au cadre géologique complexe). Des ouvrages sont recensés dans toutes ces zones mais peu d'études ont été réalisées. Dans le coin nord-ouest de la carte, le **puits de Harre** (108 m) a fait l'objet d'un essai de pompage en avril 1998 (*rapport FUL, 1998*). Après un premier palier de 2 heures à 3.6 m³/h, un essai de longue durée (44 h) a été entrepris avec un débit de 3.3 m³/h suivi d'une remontée de 53 heures. Une lente stabilisation du rabattement en pompage a été observée (rabattement : 18 m ; rabattement résiduel : 0.12 m). Ce rabattement final semble montrer que la réalimentation de la nappe se fait sans problème. La transmissivité (en descente) est de l'ordre de 2×10^{-4} m²/s. Le débit maximal envisageable se situe aux alentours de 5 m³/h. Le site de **captage d'En Pierreux** est composé d'un puits foré (17 m) et d'un système de drains (dimensions inconnues). En 1995 et 2002, des essais de pompage ont été menés sur le puits, qui présente la caractéristique d'être artésien jaillissant (*rapport ULg-Arlon, 2005*). Le premier essai (9.48 m³/h pendant 5 jours) montre que le niveau se stabilise rapidement durant le pompage, avec un rabattement de 1.39 m. La remontée du niveau d'eau en fin de pompage a été très rapide, le jaillissement artésien en tête de puits réapparaissant moins de deux minutes après l'arrêt de la pompe. La transmissivité en descente est de 5.3×10^{-3} m²/s. Le second essai du pompage (avril 2002) a duré plus de deux mois : les 15 premiers jours, avec un débit de 5.4 m³/h, ensuite un palier de 15 jours à 10 m³/h, puis 8 m³/h jusqu'à la fin du test. Les précipitations ont également été relevées au droit du site. L'analyse de la courbe de rabattement montre une influence nette

et rapide des précipitations. Le délai d'influence des précipitations sur le niveau de la nappe dans l'ouvrage est de l'ordre de 48 heures. La zone autour du puits, généralement humide, s'est asséchée dans les minutes qui suivirent la mise en marche de la pompe. Nous sommes en présence d'une nappe localement captive. Les transmissivités calculés diminuent au cours du pompage ($T_1 : 1.1 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$; $T_2 : 3 \times 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$; $T_3 : 1.3 \times 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$). Cela peut indiquer un dénoyage en condition d'étiage d'une nappe superficielle. Celle-ci est probablement responsable de la zone humide observée en hiver autour du puits.

IV.2.3. GRABEN DE MALMÉDY

Cette entité hydrogéologique, sur la carte Bra - Lierneux, se confond avec l'unité hydrogéologique qu'est l'Aquifère du Permien (conglomérat à éléments de calcaires, grès et quartzites).

L'Aquifère du Permien affleure peu sur la carte étudiée. Seulement deux ouvrages y sont recensés dont la galerie drainante de Bouillon du Curé de la commune de Trois-Ponts, d'une longueur de 10 m.

Une particularité est à noter dans ce Poudingue de Malmédy, qui s'étend de Basse-Bodeux à Xhoffraix, et concerne plus particulièrement l'unité moyenne (conglomérat de galets calcaires à ciment argilo-calcaireux). En effet, il a été observé que son comportement hydrogéologique s'assimile celui d'un véritable calcaire (*Ozer, 1967 ; Ozer, 1971 ; Ozer, 1979*). Ce poudingue est traversé par un réseau important de diaclases verticales qui s'élargissent sous l'action de la dissolution. Plusieurs phénomènes karstiques ont été observés dans la région où affleure le poudingue de Malmédy (karst couvert fossile, pertes et résurgences...). Sur la carte, au nord de Basse-Bodeux et en rive gauche du ruisseau, on peut apercevoir de petites grottes (n°554-001 ; *AKWA, 1996*). D'après Ozer, elles sont issues d'un élargissement des fissures sous l'action corrosive de l'eau, avec possibilité d'un cours d'eau souterrain affluent au Ru du Bodeux.

IV.2.4. AQUIFÈRES ALLUVIAUX

D'après les données disponibles, quelques ouvrages seulement solliciteraient les nappes alluviales des fonds de vallée. Les potentialités aquifères de ces nappes, sur la carte, sont très réduites. En effet, on ne compte pas de rivières importantes ayant développé une plaine alluviale étendue. Les puits implantés dans cette unité hydrogéologique n'ont qu'un intérêt local pour de petites consommations.

IV.2.5. AQUITARD LIMONEUX

Les dépôts « limoneux⁷ » (cfr. III.2.1.2.1, p. 12), épais de quelques décimètres à quelques mètres, jouent un rôle protecteur lors de l'infiltration des eaux météoriques : infiltration retardée dans le temps et effet de filtration. Cette couverture « limoneuse », bien que relativement continue, n'est pas uniforme sur l'ensemble de la carte.

Les coulées de solifluxion, dans les cas d'études hydrogéologiques locales, sont susceptibles d'influencer l'écoulement des eaux souterraines et méritent donc une attention particulière.

IV.2.6. CARRIÈRES

D'après les données de la DGATLP, une vingtaine de carrières (coticule, phyllades, quartzites...), dont quelques-unes sont encore en activité, sont recensées sur la carte Bra - Lierneux. La majorité est située dans le Massif de Stavelot. Des minerais ont été localement exploités (fer, manganèse) dans la vallée de la Lienne. Les quelques carrières encore en activité exploitent essentiellement la coticule ou pierre à aiguiser.

Beaucoup de ces carrières ont été abandonnées et se sont reboisées, quelques-unes ont été remblayées avec des déchets et matériaux divers (décharges). Toutes ses carrières sont des points d'infiltration privilégiés vers les eaux souterraines et, dans le cas où elles constituent d'anciennes décharges, peuvent être source de pollution.

IV.2.7. COUPE HYDROGÉOLOGIQUE

Une coupe a été reprise de la carte géologique de Geukens (2008) pour donner un aperçu en 3D de la géologie et de l'hydrogéologie de la région (coupes illustratives). Elle est orientée nord-sud et recoupe la plupart des formations géologiques rencontrées sur la carte dont le Poudingue de Malmédy. Aucune donnée piézométrique n'a cependant pu être reportée sur cette coupe, faute de données piézométriques proches de celle-ci.

IV.2.8. PIÉZOMÉTRIE

Les données piézométriques disponibles sont peu nombreuses pour les unités hydrogéologiques de la carte Bra - Lierneux. Elles ne concernent que 23 ouvrages. Le contexte hydrogéologique relativement complexe de la région ajoute à la difficulté de tracer des isopièzes. Ainsi, des cotes ponctuelles, avec la date de prise de la mesure, sont reportées sur la carte principale.

A défaut d'une couverture piézométrique complète permettant de détailler le sens de l'écoulement souterrain, le niveau de la nappe ou encore le gradient piézométrique, seules

⁷ Non cartographiés sur la carte.

des considérations générales peuvent être émises. Le réseau hydrographique pérenne constitue, en général, l'exutoire des nappes aquifères (drainage), indiquant ainsi le sens global de l'écoulement des eaux souterraines. A l'est, les affluents de la Salm constitue le niveau de base des aquifères que ces rivières recoupent. Au centre, la Lienne et ses affluents définissent ce niveau de base. A l'extrême ouest, c'est l'Aisne qui remplit ce rôle.

Dans les aquifères moins perméables, la surface piézométrique est souvent proche de la surface topographique et est davantage influencée par la topographie. Dans les unités hydrogéologiques de nature gréseuse, schisto-gréseuse, quartzitique ou quartzo-phylladeuse, on rencontre généralement deux types de nappes : nappe superficielle et nappe profonde. Ce schéma se retrouve dans les mesures piézométriques. Des niveaux d'eau peu profonds sont relevés, entre environ 0,1 et 10 m par rapport à la surface topographique, indiquant une nappe subaffleurante. Des profondeurs d'eau plus importantes sont aussi observées, entre environ 10 et 30 m par rapport au sol. Ces niveaux d'eau caractérisent la nappe logée dans les terrains plus fracturés et gréseux du bed-rock. Ces horizons aquifères peuvent localement être semi-captifs à captifs.

IV.2.8.1. Aquitard à niveaux aquicludes du socle cambro-silurien

Les quelques niveaux piézométriques disponibles pour l'Aquitard à niveaux aquicludes du socle cambro-silurien indiquent une profondeur d'eau de quelques mètres à une vingtaine de mètres ([Tableau V.2](#)). Tous les puits testés sont des puits forés d'une profondeur comprise entre 26 et 124 m. Ces niveaux d'eau sont tous situés plus haut que les premières venues d'eau rencontrées lors du forage. Ces ouvrages sollicitent des horizons grésos-quartzitiques, perméable, coincés entre des horizons moins perméables schisto-phylladeux. Dès lors, l'eau de ces niveaux grésos-quartzitiques profonds est généralement sous pression.

IV.2.8.2. Aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur

Vingt-deux ouvrages sollicitent cette unité mais peu d'études ont été réalisées. Très peu de données piézométriques existent. Le site de **captage « En Pierreux »** est composé d'un puits foré (17 m) et d'un système de drains (dimensions inconnues). En 1995 et 2002, des essais de pompage ont été menés sur le puits, qui présente la caractéristique d'être artésien jaillissant ([rapport ULg-Arlon, 2005](#)).

Tableau IV.2. Niveaux piézométriques et venues d'eau de puits sollicitant l'Aquitard à niveaux aquicludes du socle cambro-silurien du Massif de Stavelot (données fournies par le foreur).

Les Villettes Profondeur : 50 m		La Coulée Profondeur : 59 m		Ferme Martin Profondeur : 115.5 m		La Croquette Profondeur : 124 m		Sur les Pierres Profondeur : 93 m	
Venues d'eau	Profondeur de l'eau	Venues d'eau	Profondeur de l'eau	Venues d'eau	Profondeur de l'eau	Venues d'eau	Profondeur de l'eau	Venues d'eau	Profondeur de l'eau
11 m - 0.05 m³/h	3.3 m (11/10/2006)	28 m - 1.8 m³/h	13 m (02/10/1995)	35 m - 0.6 m³/h	11 m (11/10/2006)	Pas d'info	14.35 m (16/11/2006)	Pas d'info	18.6 m (09/11/2006)
22 m - 2.5 m³/h		40 m - 3 m³/h		50 m	25 m (01/10/1990)				
30 m - 3.5 m³/h		50 m - 4.5 m³/h		76 m					
38 m - 4 m³/h				87 m - 1.2 m³/h					
45 m - 5 m³/h				102 m - 1.6 m³/h					

IV.2.8.3. Aquifère du Permien

L'Aquifère du Permien affleure peu sur la carte étudiée. Seulement deux ouvrages y sont recensés. Le niveau d'eau mesuré en octobre 2006 dans le **Forage du Chéra** était de 32.35 m, soit une cote piézométrique située à 348.7 m.

Sur le site de Baneu (drains) au sud-ouest de Lierneux, deux forages de reconnaissances ont été implantés par la S.W.D.E. dans lesquels quelques niveaux d'eau y ont été relevés ([Tableau IV.3](#)).

Tableau IV.3. Niveaux d'eau sur PR1 et PR2-Baneu.

	Date	Profondeur de l'eau (m)	Cote piézométrique (m)
PR1-Baneu Profondeur : 26 m	27/07/2000	1.1	538.9
	21/08/2000	2.0	538.0
	22/08/2000	2.0	538.0
PR2-Baneu Profondeur : 26 m	01/08/2000	1.7	560.3
	07/08/2000	4.6	557.4
	08/08/2000	3.8	558.2

IV.2.8.4. Aquifère à niveaux aquicludes du Dévonien inférieur

On dispose de très peu d'informations pour caractériser cette unité hydrogéologique au droit de la carte Bra - Lierneux. Quelques ouvrages l'exploitent dont le forage de Chêne Al Pierre (43 m) de la commune de Manhay. Le niveau dynamique mesuré en mai 2007 était à une profondeur de 18.8 m, soit une cote piézométrique de 471.8 m. A l'est, en rive droite de la Lienne, au lieu-dit « Derrière les Thiers », l'eau du forage « Trou de Bra-PF » (18 m) était, en octobre 2006, à 15 m soit une cote piézométrique d'environ 350 m. Nous ne disposons pas de logs géologiques.

V. CADRE HYDROCHIMIQUE

Le but de ce chapitre est de dresser un aperçu de l'hydrochimie des eaux des nappes rencontrées sur la carte Bra - Lierneux. Les analyses reprises ici ont été effectuées sur les eaux brutes, à la sortie directe du captage. L'aspect hydrochimique de toutes les unités hydrogéologiques de la région étudiée ne sera pas abordé, par manque de données.

Depuis l'entrée en vigueur du Code de l'Eau (3 mars 2005), toute la législation relative à l'eau a intégré les anciens textes réglementaires (décrets et articles). L'arrêté relatif aux valeurs paramétriques applicables aux eaux destinées à la consommation humaine (AGW 15 janvier 2004) se retrouve dans les articles R.252 à R.261 de la partie réglementaire du Code (Livre II). Les annexes décrivant, entre autres, les valeurs fixées pour les paramètres retenus sont reprises sous les numéros XXXI à XXXIV.

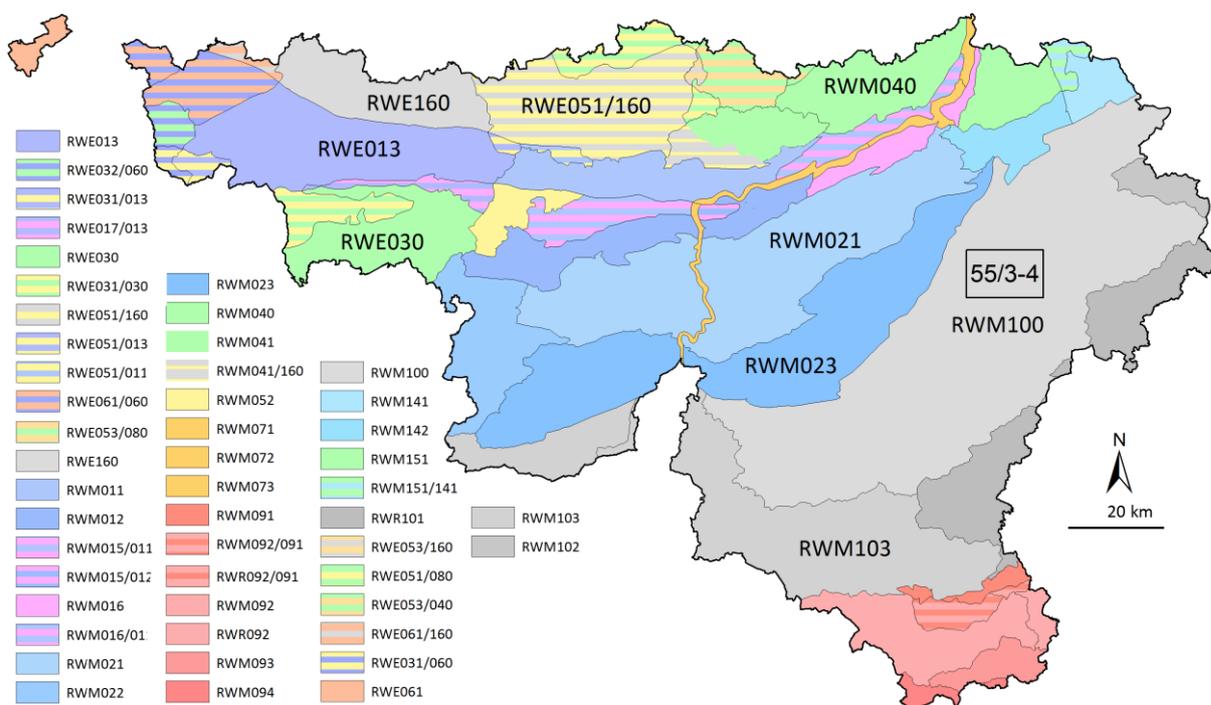


Figure V.1. Masses d'eau souterraines Directive 2000/60/CE (2015).

Un inventaire de ces données est disponible auprès des autorités régionales (DGRNE et DGATLP). La SPAQuE a inventorié les sites potentiellement contaminés en Wallonie. Ils sont répertoriés dans une banque de données, WALSOLS, consultable sur internet⁸.

Le district de la Meuse occupant la majorité de la superficie de la carte est représenté par la masse d'eau **RWM 100, masse d'eau des grès et schistes du massif ardennais : Lesse, Ourthe, Amblève** (Figure V.1). Cette masse d'eau souterraine, d'une superficie totale de l'ordre de 3 300 km², est composée de roches datant principalement du Dévonien

⁸ <http://www.walsols.be/>

inférieur. L'analyse qualitative de cette masse d'eau n'est réalisée que pour les teneurs en nitrate et elle est jugée en bon état. En ce qui concerne l'état quantitatif, l'équilibre entre les prélèvements et la recharge en eau souterraine est jugé comme bon (*DGARNE-DESO et Protectis-Cellule DCE, 2010*).

V.1. CARACTÉRISTIQUES HYDROCHIMIQUES DES EAUX

Les caractéristiques hydrochimiques des eaux souterraines de la carte Bra – Lierneux sont décrites en fonction des unités hydrogéologiques régionales, soit le Massif de Stavelot, l'Ardenne et le Graben de Malmédy (cfr. *IV.2 Description de l'hydrogéologie de la carte, p. 19*).

V.1.1. LE MASSIF DE STAVELOT

D'une manière générale, les eaux du Massif de Stavelot ont un pH acide ou légèrement basique (*Tableau V.1 à Tableau V.2*), et une minéralisation faible à très faible. Il s'agit d'eau douce à très douce, faiblement alcaline. On observe parfois des teneurs en fer importantes. Certaines prises d'eau présentent des concentrations en nitrates élevées.

V.1.2. L'ARDENNE

Les eaux de l'Ardenne sont typiquement peu minéralisées (faible conductivité), avec un pH acide ou légèrement basique, d'une dureté et d'une alcalinité faible à très faible (*Tableau V.3*). Localement, les normes de potabilité en manganèse sont dépassées. Il convient aussi de surveiller les teneurs en fer et en nitrates.

V.1.3. LE GRABEN DE MALMÉDY

Les eaux du Graben de Malmédy sont plus minéralisées que les eaux des autres aquifères de la carte, du fait de la nature carbonatée de l'unité moyenne de l'Aquifère du Permien. Cette eau se rapproche des eaux typiques des terrains calcaires, c'est-à-dire bicarbonatée calcique. On observe, ici, une conductivité de l'ordre de 300 - 400 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (*Tableau V.3*), des teneurs en calcium, magnésium et bicarbonates plus élevées que précédemment. Les concentrations en nitrates, bien qu'inférieures aux normes, sont à surveiller.

Tableau V.1. Analyses hydrochimiques de l'Aquiclude à niveaux aquifères du socle cambro-silurien.

Elément	Unité	Niveau-guide RW Code de l'Eau : Annexe XXXI	Hodinfosse –DR	Dairomont - PF	Dairomont,sur les Fanges–DR	Reharmont – PF	Jevigne - PF
Unité hydrogéologique			Aquiclude à niveaux aquifères du socle cambro-silurien				
			17/01/2006	02/05/2006	06/12/2004	26/10/2006	11/10/2006
pH	unités pH	6.5 à 9.5	-	6.4	5.4	6.1	7.16
Conductivité	µS/cm-20°C	2100	36	36	36	40.6	100.1
Dureté totale	° français	67.5	-	1.6	0.9	2.6	4.4
Alcalinité totale	° français	-	<0.5	-	1.1	0.5	2.5
Calcium	mg/l	270*	-	1.49 (08/11/2004)	1.7	5.1	9.3
Magnésium	mg/l	50*	-	0.96 (08/11/2004)	1.2	3.3	5.1
Sodium	mg/l	150	-	3.37 (08/11/2004)	3.2	3.4	3.3
Potassium	mg/l	12	-	0.31 (08/11/2004)	0.2	<0.05	0.52
Fer total dissous	µg/l	200*	-	-	18.1	<5	6
Manganèse	µg/l	50*	-	10	<5	<5	22
Bicarbonates	mg/l	-	-	-	-	6.16	30.4
Sulfates	mg/l	250*	2.3	<2	2	18.3	9.8
Chlorures	mg/l	200	5.3	3.6 (08/11/2004)	4.8	4.9	11.4
Nitrates	mg/l	50*	3.7	4.5	5.4	<0.3	14.8
Nitrites	mg/l	0.1	<0.2	<0.1	<0.04	<0.2	<0.2
Ammonium	mg/l	0.5*	<0.02	<0.06	<0.1	<0.1	0.4
Silice	mg/l SiO ₂	-	-	-	5.8	<0.5	5.6

* norme de potabilité à défaut de valeur-guide

** selon la Directive européenne

Tableau V.2. Analyses hydrochimiques de l'Aquitard à niveaux aquicludes du socle cambro-silurien et de l'Aquiclude à niveaux aquitards du socle cambro-silurien.

Élément	Unité	Niveau-guide RW Code de l'Eau : Annexe XXXI	Dessous Batteye – PF	Ferme Martin - PF	Goronne - Aux Goffes DR	Biernifa – DR
Unité hydrogéologique			Aquitard à niveaux aquicludes du socle cambro-silurien			Aquiclude à niveaux aquitards du socle cambro-silurien
			25/10/2006	11/10/2006	17/01/2006	14/05/2007
pH	unités pH	6.5 à 9.5	7.29	7.27	6.6	7.24
Conductivité	µS/cm-20°C	2100	175.9	267.4	114	133.5
Dureté totale	° français	67.5	8	9.7	3.6	5.9
Alcalinité totale	° français	-	4.9	5	<0.5	4.2
Calcium	mg/l	270*	19.2	22.2	7.8	13
Magnésium	mg/l	50*	7.8	10	4.1	6.6
Sodium	mg/l	150	6.3	19.4	5.1	4.1
Potassium	mg/l	12	0.5	0.8	0.9	0.3
Fer total dissous	µg/l	200*	374	13	26	60
Manganèse	µg/l	50*	10	4	1.2	<5
Bicarbonates	mg/l	-	59.6	60.8	-	51.1
Sulfates	mg/l	250*	24.8	14.2	3.6 (03/05/04)	2.97
Chlorures	mg/l	200	14.4	45.2	9.6 (03/05/04)	13.8
Nitrates	mg/l	50*	<0.3	12.8	41.2	14
Nitrites	mg/l	0.1	<0.2	<0.2	<0.005	<0.04
Ammonium	mg/l	0.5*	0.4	0.91	0.02	<0.01
Silice	mg/l SiO ₂	-	13.2	14.9	3.7	3.5

* norme de potabilité à défaut de valeur-guide

** selon la Directive européenne

Tableau V.3. Analyses hydrochimiques de l'Aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur, de l'Aquifère à niveaux aquicludes du Dévonien inférieur et de l'Aquifère du Permien.

Elément	Unité	Niveau-guide RW Code de l'Eau : Annexe XXXI	Pré Massin - PF	Harre – PF	En Pierreux – PR	En Pierreux - DR	Chêne Al Pierre – DR	Trou de Bra – PF	F-Chera - PF	Bouillon du Curé - GAL
Unité hydrogéologique			Aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur				Aquifère à niveaux aquicludes du Dévonien inférieur		Aquifère du Permien	
			11/10/2006	14/05/2007	14/05/2007	14/05/2007	14/05/2007	11/10/2006	27/10/2006	02/05/2006
pH	unités pH	6.5 à 9.5	7.06	7.27	7.7	5.7	6.91	7.42	7.78	7.7
Conductivité	µS/cm- 20°C	2100	113.3	145.7	128.9	50.7	103.9	143.8	313.9	374
Dureté totale	° français	67.5	5.1	7.7	6.3	1.6	3.7	7.2	17.8	15.8
Alcalinité totale	° français	-	1.2	6.8	4.6	<0.5	1.8	4.6	14.1	-
Calcium	mg/l	270*	9.2	16.3	14.5	3.7	9.9	16	46.1	67 (08/11/2004)
Magnésium	mg/l	50*	6.7	8.8	6.5	1.5	3.01	7.8	15.2	6.44 (08/11/2004)
Sodium	mg/l	150	3.2	15.2	3.3	3.7	6.1	2.3	4.2	5.25 (08/11/2004)
Potassium	mg/l	12	0.36	0.3	0.3	0.5	0.6	0.6	0.92	1.39 (08/11/2004)
Fer total dissous	µg/l	200*	<5	80	80	30	70	38	17	-
Manganèse	µg/l	50*	5	<5	<5	310	<5	9	2	<8
Bicarbonates	mg/l	-	14.6	82.7	55.8	<0.01	21.04	55.9	170.7	-
Sulfates	mg/l	250*	13.25	1.9	4.4	13.1	2.05	7.3	12.62	13.6
Chlorures	mg/l	200	12.96	14.6	10.5	5.8	19.3	10.7	7.26	8.75
Nitrates	mg/l	50*	30.4	16.4	7.3	6.5	12.05	13.1	26.14	23.1
Nitrites	mg/l	0.1	<0.2	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.2	0.2	<0.1
Ammonium	mg/l	0.5*	0.41	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.43	0.58	<0.06
Silice	mg/l SiO ₂	-	4.7	4.86	3.6	4.2	5.7	6.9	8.36	-

* norme de potabilité à défaut de valeur-guide

** selon la Directive européenne

V.2. PROBLÉMATIQUE DES NITRATES

Depuis plusieurs années, les teneurs des composés azotés, plus particulièrement les nitrates, font l'objet d'un suivi régulier de la part des compagnies d'eau et de l'administration de la Région Wallonne (*DGRNE-ESO*).

Sur la carte 55/3-4, les ouvrages destinés à la distribution publique d'eau potable, présentent généralement des teneurs en nitrates inférieures à la norme de potabilité de 50 mg/l. Certaines prises d'eau présentent néanmoins des concentrations moyennes qui ne sont pas négligeables. Au droit de puits privés, des concentrations en nitrates allant jusqu'à 100 mg NO₃/l ont parfois été constatées.

V.2.1. GRABEN DE MALMÉDY

L'évolution des teneurs en nitrates dans l'Aquifère du Permien (*Figure V.2*) semble avoir été à la baisse entre juillet 1993 et janvier 2002 puis à la hausse jusque juillet 2006. Ces teneurs ont malgré tout varié entre 11 et 32 mg/l durant cette période.

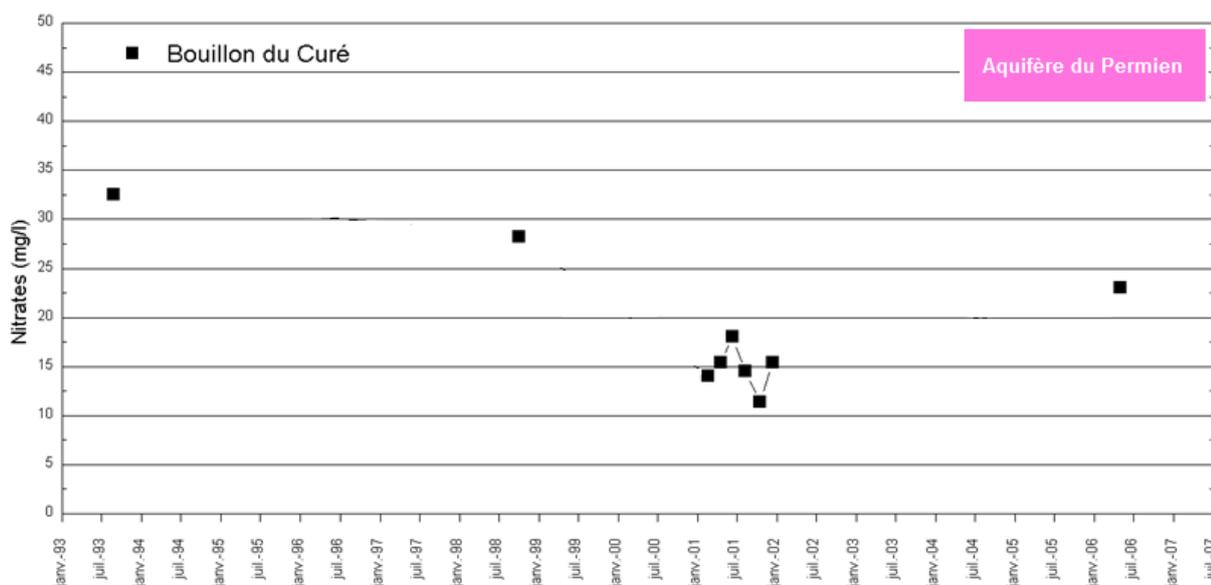


Figure V.2. Evolution des teneurs en nitrates des eaux souterraines de la carte Bra – Lierneux, dans l'Aquifère du Permien (Graben de Malmédy) entre 1993 et 2006.

V.2.2. ARDENNE

En Ardenne, dans l'Aquiclude à niveaux aquifères et dans l'Aquifère à niveaux aquicludes du Dévonien inférieur, les teneurs en nitrates (*Figure V.3*) semblent globalement plus basses, entre 1993 et 2007, que dans l'Aquifère du Permien, sous la barre des 10 mg/l pour le premier et sous 15 mg/l pour le second. Seul un pic de 22 mg/l est observé en janvier 2005 pour l'Aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur.

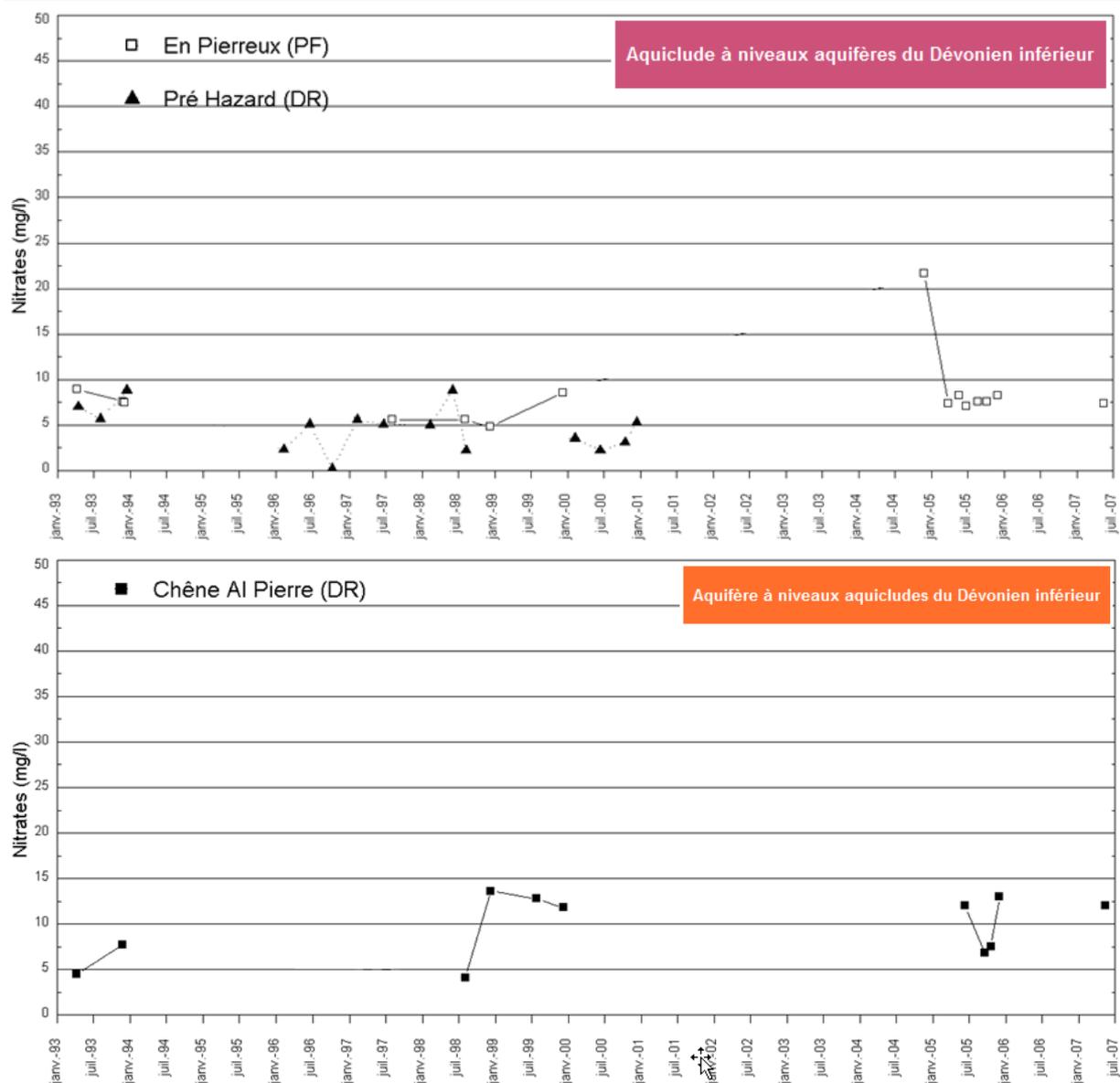


Figure V.3. Evolution des teneurs en nitrates des eaux souterraines de la carte Bra – Lierneux, en Ardenne entre 1993 et 2007.

V.2.3. MASSIF DE STAVELOT

Entre 1993 et 2007, dans l’**Aquiclude à niveaux aquifères du socle cambro-silurien**, les teneurs en nitrates des ouvrages « Dairomont (PF) » (Figure V.5), « Dairomont sur les Fanges » (Figure V.4), « Trou du Loup » (Figure V.4) et « Hodinfosse » (Figure V.5) sont en dessous des 10 mg/l.

Celles du drain « Biernifa », sollicitant l’**Aquiclude à niveaux aquitard du socle cambro-silurien**, sont assez constantes dans le temps et sont comprises entre 10 et 15 mg/l (Figure V.4).

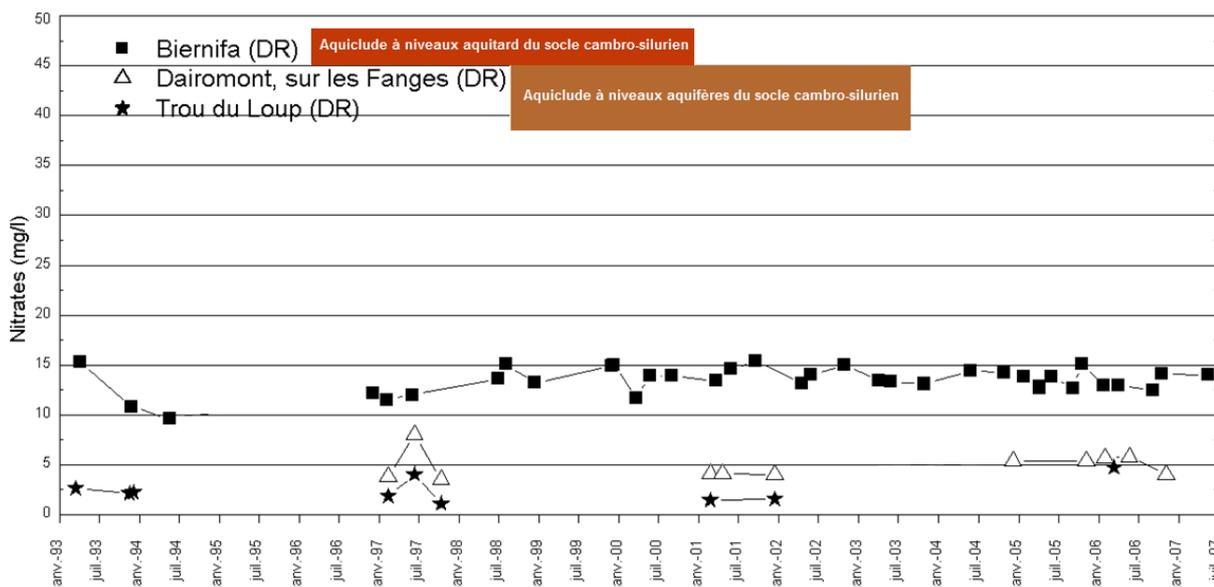


Figure V.4. Evolution des teneurs en nitrates dans les ouvrages « Biernifa », « Dairomont – sur les Fanges » et « Trou du Loup », dans le Massif de Stavelot entre 1993 et 2007.

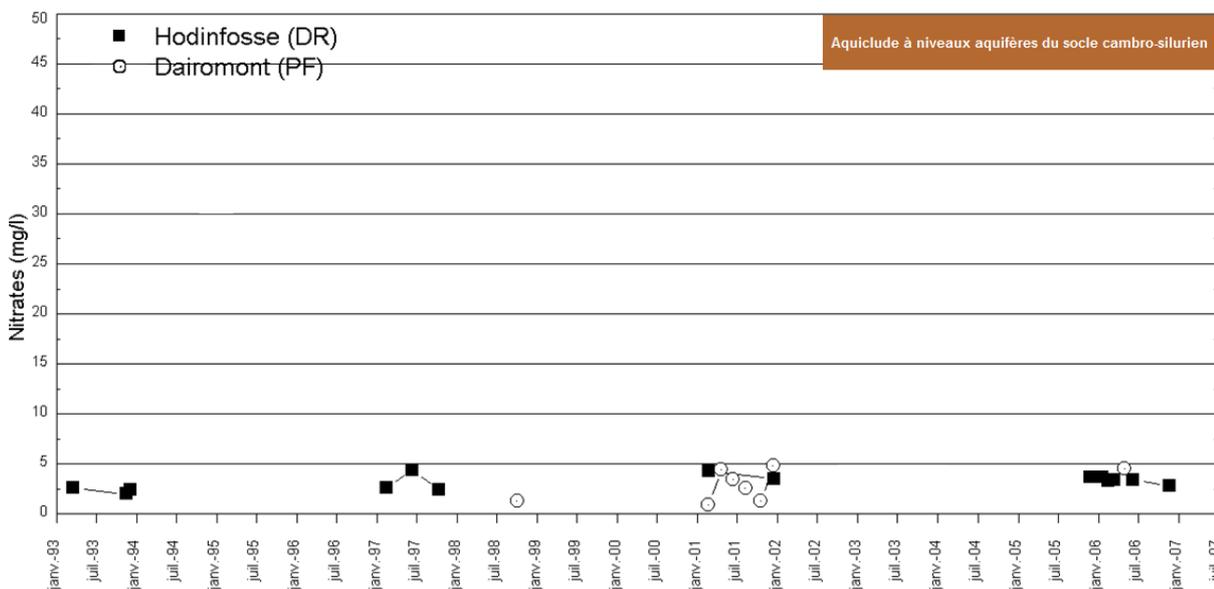


Figure V.5. Evolution des teneurs en nitrates dans les ouvrages « Hodinfosse » et « Dairomont (PF) », dans le Massif de Stavelot entre 1993 et 2007.

« Baneu Bas », sollicitant l’Aquitard du socle cambro-silurien, présentait des valeurs proches de 20 mg/l fin des années 90, réduites graduellement à moins de 5 mg/l en 2007. « Baneu Haut », sollicitant le même aquifère, présentait entre 2005 et 2007, en moyenne, des teneurs inférieures à 10 mg/l (Figure V.6).

Les données nitrates de l’Aquitard à niveaux aquicludes du socle cambro-silurien (« Grand Sart » et « Goronne - aux Goffes ») sont assez différentes l’une de l’autre ; celles de « Grand Sart » sont comprises entre 7 et 16 mg/l (1193-1198) tandis que celles de « Goronne - aux Goffes » sont comprises entre 25 et 32 mg/l en 1993 et vont en augmentant jusque 2007 pour atteindre 35/40 mg/l (Figure V.6).

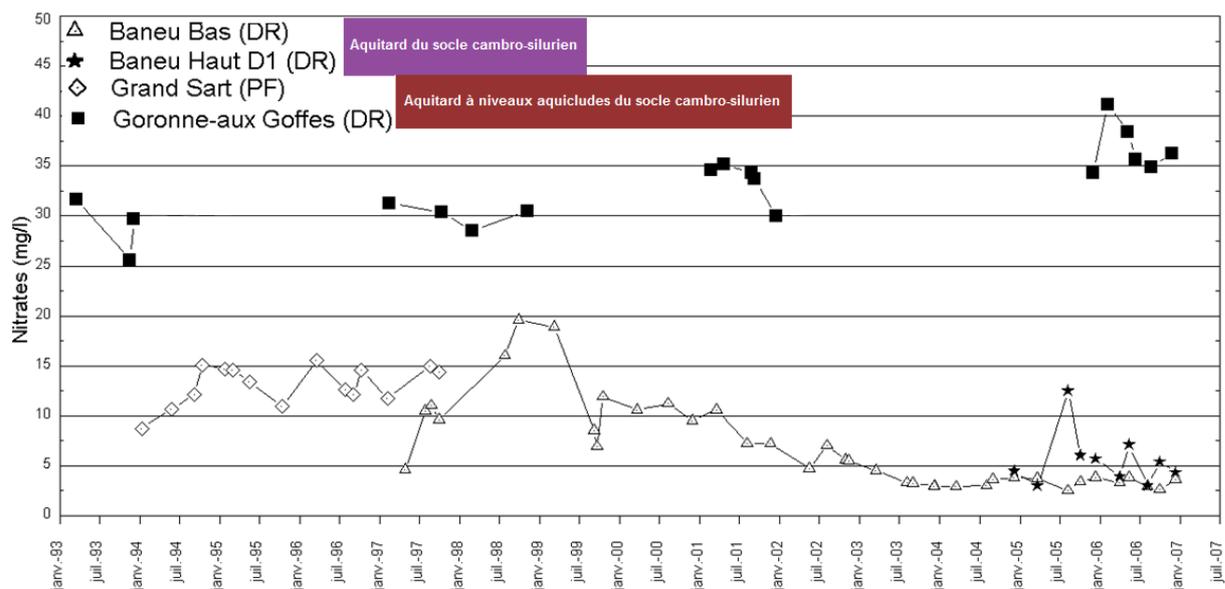


Figure V.6. Evolution des teneurs en nitrates dans les ouvrages « Baneu Bas », « Baneu Haut », « Grand Sart » et « Goronne – aux Goffes », dans le Massif de Stavelot entre 1993 et 2007.

V.3. QUALITÉ BACTÉRIOLOGIQUE

En 2006, la qualité des eaux souterraines de la carte Bra - Lierneux ne présentait pas d'anomalie au niveau bactériologique. Occasionnellement, la présence de coliformes a été constatée (Tableau V.4). D'une manière générale, les eaux issues des aquifères de la région ne nécessitent aucun traitement à l'exception d'une légère chloration ou traitement ultraviolet afin de se garantir contre la présence de germes dans le réseau de distribution.

Tableau V.4 : Analyses microbiologiques de quelques captages de la carte Bra – Lierneux.

Ouvrage	Bouillon du Curé	Haut-Bodeux	Captage de Mont Trou du Loup	FARNIERES Hodinfosse D1	Baneu Haut
Date analyse	02/05/2006	02/05/2006	13/03/2006	17/01/2006	07/08/2006
Unité hydrogéologique régionale	Graben de Malmédy	Ardenne	Massif de Stavelot		
Unité hydrogéologique	Aquifère du Permien	Aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur	Aquiclude à niveaux aquifères du socle cambro-silurien		Aquitard du socle cambro-silurien
germes totaux à 22°C (colonies/ml)	16	3	3	0	5
germes totaux à 37°C (colonie/ml)	1	1	0	0	0
Coliformes totaux (colonie/100 ml)	0	0	/	/	0
Escherichia Coli (colonie/100 ml)	0	0	0	0	0
Entérocoques (colonie/100 ml)	0	0	0	0	0

V.4. PESTICIDES

De façon générale, la présence de pesticides dans les eaux potabilisables est devenue, au même titre que les nitrates, relativement préoccupante. Depuis plusieurs

années, une centaine de pesticides sont recherchés dans les eaux souterraines destinées à la consommation humaine. Les herbicides font partie des micropolluants les plus problématiques, qu'ils soient d'usage agricole ou non agricole, dans le sens où ils impliquent des traitements de potabilisation spécifiques et parfois très coûteux (*DGARNE-DESO & DEE, 2010 ; TBE, 2010*). En Région wallonne, neuf pesticides (famille des herbicides) ont été épinglés comme les plus problématiques.

Actuellement, la pollution des aquifères de la carte Bra - Lierneux par les pesticides n'est, à ce jour, pas inquiétante. Les concentrations, par produit ou pour l'ensemble des pesticides, restent largement sous la norme de potabilité fixée à 100 ng/l.

V.5. AUTRES PARAMÈTRES

Concernant les métaux, beaucoup de captages (publics ou privés) présentent des concentrations en fer et en manganèse importantes, parfois très élevées par rapport aux normes de potabilité. Un traitement adéquat est dès lors requis. Localement, on constate aussi des teneurs en zinc, plomb ou cuivre non négligeables.

Des teneurs en nickel et en plomb plus élevées que celles observées généralement sont observées localement.

VI. EXPLOITATION DES AQUIFERES

La planche Bra - Lierneux compte 105 ouvrages. La majorité du volume extrait des eaux souterraines est destinée à la distribution publique d'eau potable. Les autres captages sont principalement exploités pour un usage agricole, domestique ou encore par certaines collectivités (campings). La **Figure VI.1** résume la répartition des ouvrages entre les différentes unités hydrogéologiques.

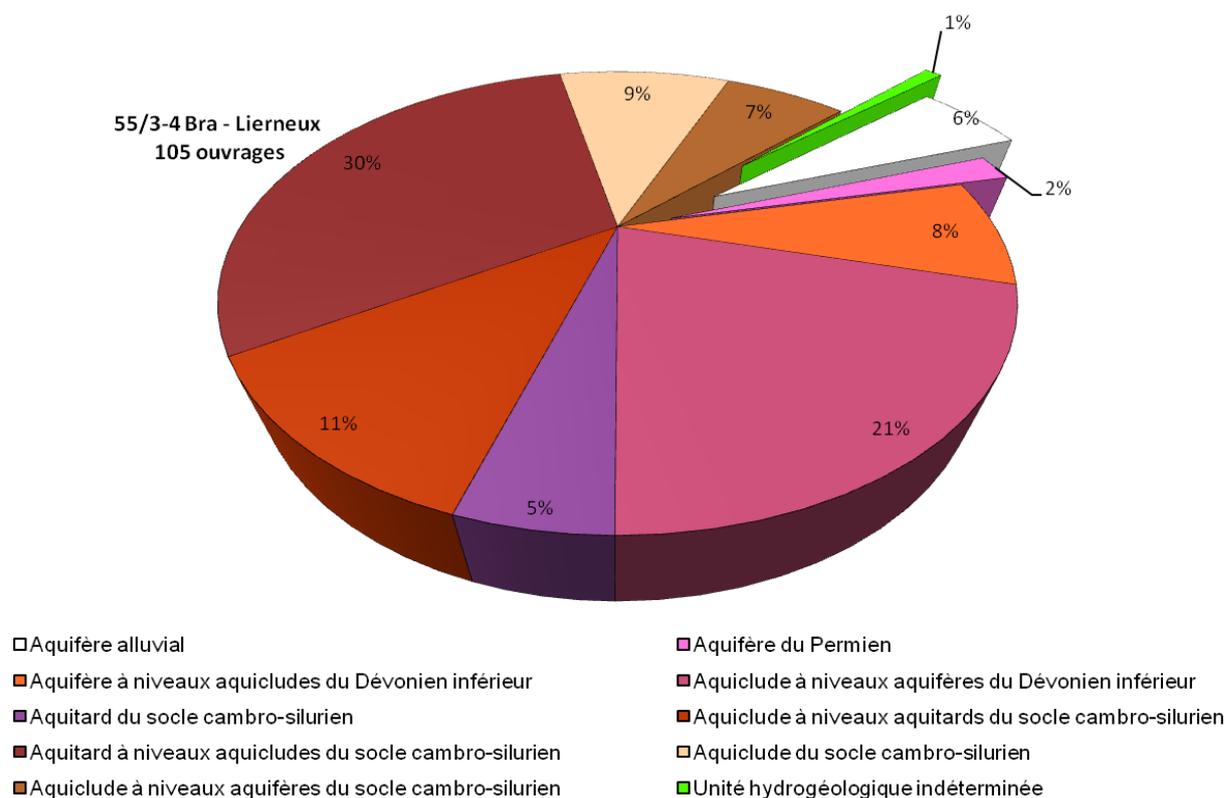


Figure VI.1 : Répartition des ouvrages entre les différentes unités hydrogéologiques de la carte Bra - Lierneux

Le document cartographique joint à cette notice contient une carte thématique des volumes qui reprend les volumes prélevés en 2016 ainsi que la moyenne par an entre 2012 et 2016.

L'exploitation d'une prise d'eau souterraine est soumise à de nombreux aléas et donc peut être variable. Les contraintes techniques de l'ouvrage, l'activité économique liée à ce captage, l'évolution des conditions hydrogéologiques de la nappe sollicitée et les éventuelles pollutions, peuvent limiter la production. La Carte des volumes présente, entre autres, les volumes moyens prélevés entre 2012 et 2016 basés sur les déclarations des titulaires de prise d'eau. Ils illustrent de manière plus réaliste l'exploitation des eaux souterraines sur la carte étudiée. Ces valeurs moyennes ne sont pas représentatives du potentiel d'exploitation ni de l'exploitation réelle des nappes mais reflètent l'importance d'un site d'exploitation pendant les cinq années considérées. Parmi ces dernières, il se peut que certaines d'entre elles soient des années sans prélèvement.

En 2016, 169 836 m³ ont été prélevés sur l'ensemble des aquifères de la carte 55/3-4, dont 21 437 m³ pour le privé et 148 399 m³ pour la distribution (Figure VI.2). L'essentiel des volumes prélevés l'est donc pour la distribution publique d'eau potable. A l'échelle de la Wallonie, ces volumes sont insignifiants.

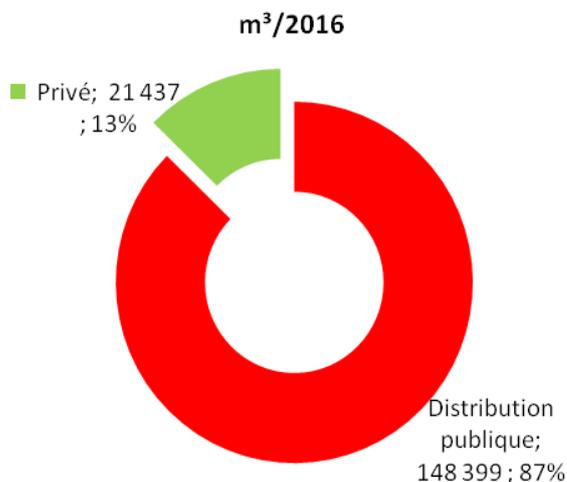


Figure VI.2 : volumes prélevés en 2016 sur la carte 55/3-4 pour la distribution et pour le privé, tous aquifères confondus.

VI.1. VOLUMES PRÉLEVÉS POUR LA DISTRIBUTION PUBLIQUE

En 2016, 10 captages ont déclarés des volumes prélevés pour la distribution publique d'eau potable sur le territoire de la carte Bra – Lierneux. Cette distribution est assurée par la S.W.D.E. et les communes de Trois-Ponts, de Manhay et de Stoumont. Le Tableau VI.1 et la Figure VI.3 présentent les aquifères sollicités par ordre d'importance.

Soixante-huit pourcents du volume d'eau souterraine sont prélevés dans l'Aquifère du Permien (36 %) et dans l'Aquiclude à niveaux aquifères du socle cambro-silurien (32 %). Les volumes extraits entre 2012 et 2016 restent faibles, à l'échelle de la Wallonie, avec en moyenne 216 852 m³/an pour l'ensemble de ces cinq captages (Figure VI.4).

Tableau VI.1 : Volumes prélevés pour la distribution publique en 2016 en fonction des aquifères et par ordre d'importance, sur la carte 55/3-4.

UH	Volume 2016 (m ³)	%
Aquifère du Permien	52 962	36
Aquiclude à niveaux aquifères du socle cambro-silurien	48 225	32
Aquitard à niveaux aquicludes du socle cambro-silurien	26 910	18
Aquitard du socle cambro-silurien	12 261	8
Aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur	8 041	5
Total des volumes pour la distribution publique	148 399	100

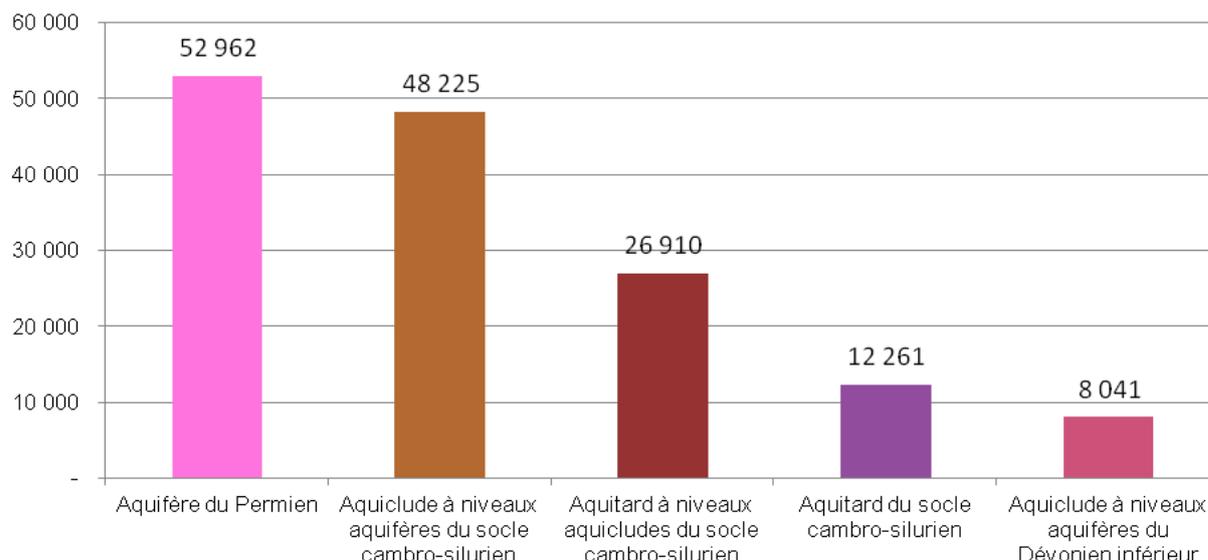
VOLUME 2016 (m³)

Figure VI.3 : Volumes prélevés en 2016 pour la distribution publique d'eau potable en fonction des aquifères sollicités, et par ordre d'importance, sur la carte 55/3-4.

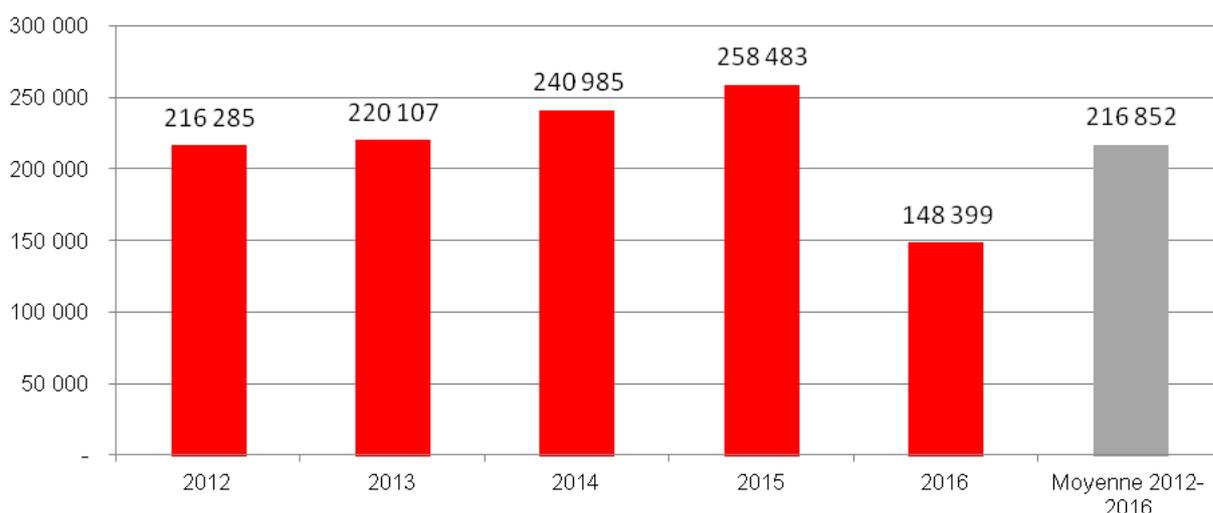
Volumes (m³/an)

Figure VI.4 : Volumes prélevés pour la distribution publique d'eau potable de 2012 à 2016, sur la carte 55/3-4, tous aquifères confondus et moyenne sur les années 2012-2016.

VI.2. AUTRES VOLUMES CAPTES

Outre la distribution publique, les nappes aquifères sont exploitées pour un usage agricoles ou/et domestiques (habitations, jardins...). Les communes de Trois-Ponts et de Manhay ont également mis quelques points d'eau à la disposition des agriculteurs. En 2016, 21 437 m³ ont été prélevés par les privés, essentiellement dans l'Aquiclude à niveaux aquitards du socle cambro-silurien (Figure VI.5). Entre 2012 et 2016, ce volume s'établit en moyenne à 13 588 m³/an (Figure VI.6).

Volumes prélevés par les privés en 2016
21 437 m³

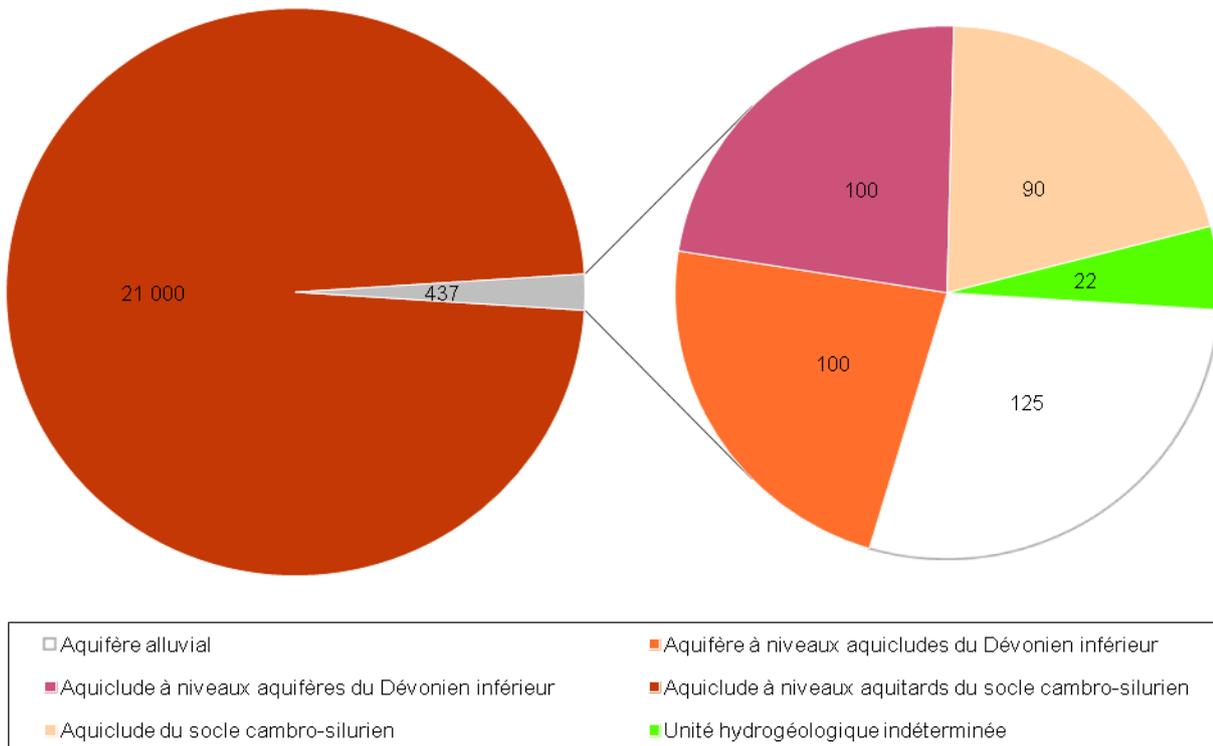


Figure VI.5 : Volumes prélevés en 2016 sur la carte 55/3-4, en fonction des aquifères, pour un usage privé (domestique, camping, agricole, etc.).

Volumes (m³/an)

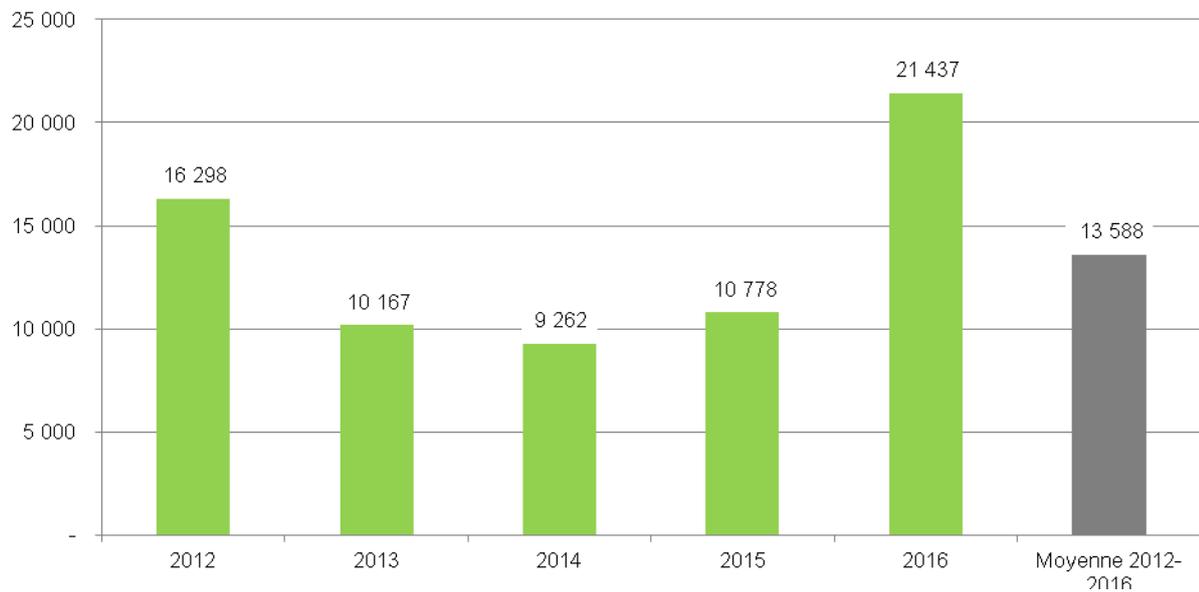
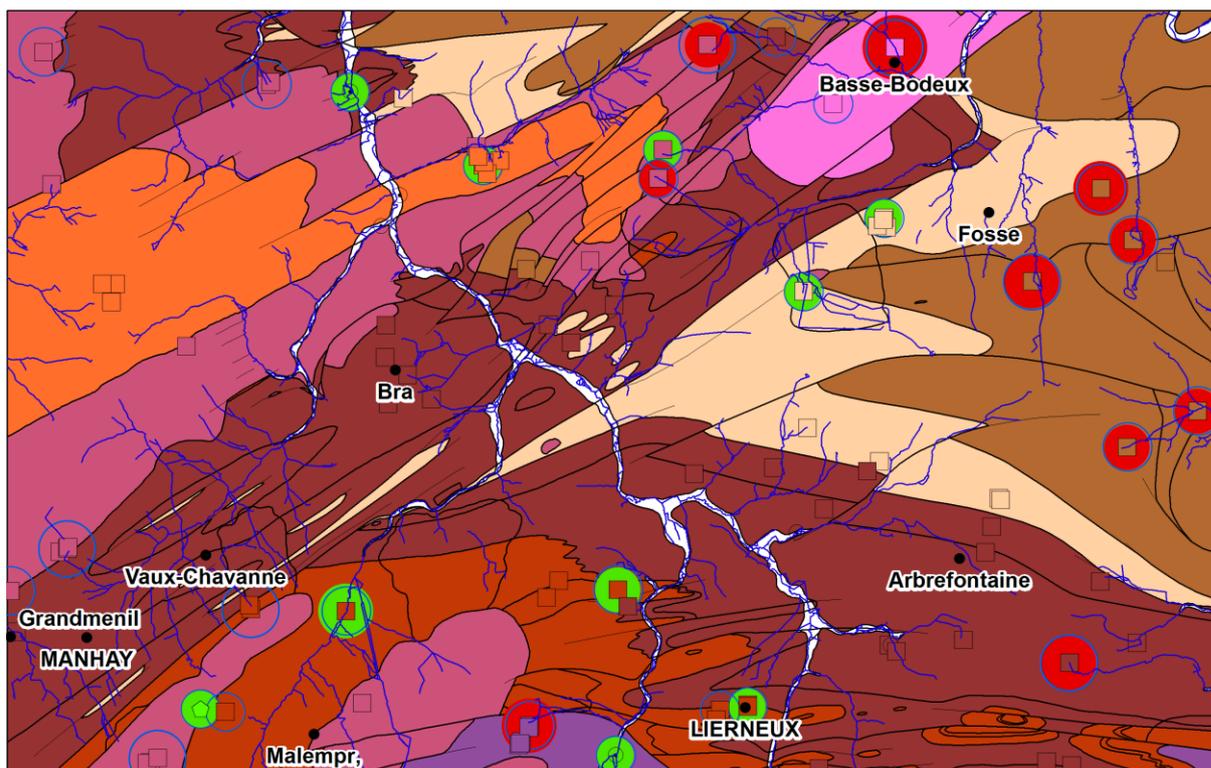


Figure VI.6 : Volumes prélevés sur la carte 55/3-4 pour un usage privé (domestique, camping, agriculteurs, etc.) de 2012 à 2016, tous aquifères confondus, et moyenne sur les années 2012-2016.

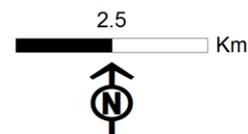


Volumes moyens prélevés en m³/an pour les années 2012 à 2016

- 1 - 1 000 (13)
- 1 001 - 10 000 (10)
- 10 001 - 50 000 (7)

Autres volumes prélevés en m³/an Déclaration 2016

- 1 - 1 000 (8)
- 1 001 - 10 000 (1)
- 10 001 - 50 000 (1)



Volumes prélevés en m³/an pour la distribution publique d'eau potable

Déclaration 2016

- 1 - 1 000 (1)
- 1 001 - 10 000 (4)
- 10 001 - 50 000 (4)
- 50 001 - 100 000 (1)

Unité hydrogéologique

- Aquifère alluvial
- Aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur
- Aquiclude du socle cambro-silurien
- Aquitard à niveaux aquicludes du socle cambro-silurien
- Aquifère à niveaux aquicludes du Dévonien inférieur
- Aquifère du Permien
- Aquiclude à niveaux aquifères du socle cambro-silurien
- Aquitard du socle cambro-silurien
- Aquiclude à niveaux aquitards du socle cambro-silurien

Nappe sollicitée par l'ouvrage :

- Aquifère alluvial
- Aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur
- Aquiclude du socle cambro-silurien
- Aquitard à niveaux aquicludes du socle cambro-silurien
- Aquifère à niveaux aquicludes du Dévonien inférieur
- Aquifère du Permien
- Aquiclude à niveaux aquifères du socle cambro-silurien
- Aquitard du socle cambro-silurien
- Aquiclude à niveaux aquitards du socle cambro-silurien
- ◆ Unité hydrogéologique indéterminée

Figure VI.7 : Volumes prélevés, sur la carte 55/3-4, en 2016, moyennes des volumes prélevés entre 2012 et 2016 et nappe sollicitée.

VII. PARAMETRES D'ÉCOULEMENT ET DE TRANSPORT

L'essentiel des prises d'eau de la carte Bra - Lierneux étant des sources et des drains, très peu d'essais de pompage ont été réalisés. Les seules données disponibles sont les résultats de tests menés sur le puits « En Pierreux » et le puits de Harre, tous deux sollicitant l'Aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur (Ardenne).

Concernant les autres unités hydrogéologiques figurant sur la carte de Bra - Lierneux, on ne dispose d'aucune donnée, ni sur les paramètres d'écoulement, ni sur les paramètres de transport (aucun essai de traçage n'a été réalisé dans la région).

VII.1. AQUICLUDE À NIVEAUX AQUIFÈRES DU DÉVONIEN INFÉRIEUR (ARDENNE)

Deux essais de pompage ont été réalisés sur le puits foré « En Pierreux » (*rapport ULg-Arlon, 2005*). Il s'agit d'un puits artésien jaillissant d'une profondeur de 17 m dont on ne dispose d'aucune autre caractéristique (log géologique, équipement...). Les tests ont montré que cet ouvrage était sensible aux précipitations (réponse rapide du niveau d'eau aux pluies). La transmissivité moyenne, représentative de l'ouvrage, déterminée sur base de la courbe de descente, est de l'ordre de 3×10^{-4} m²/s (pas d'information sur la hauteur crépinée).

Un pompage d'essai de longue durée a été mené sur le forage « Harre » (*rapport FUL, 1998*). Excepté sa profondeur (108 m), on ne dispose pas d'une coupe technique décrivant le puits. La transmissivité, calculée sur base de la courbe de descente, est de l'ordre de 2×10^{-4} m²/s (pas d'information sur la hauteur crépinée).

VIII. ZONES DE PREVENTION

VIII.1. CADRE LÉGAL

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

Afin de limiter les risques de contamination des captages, des périmètres de prévention doivent être mis en place. La législation wallonne⁹ définit 4 niveaux de protection à mesure que l'on s'éloigne du captage : zones de prise d'eau (Zone I), de prévention (Zones IIa et IIb) et de surveillance (Zone III).

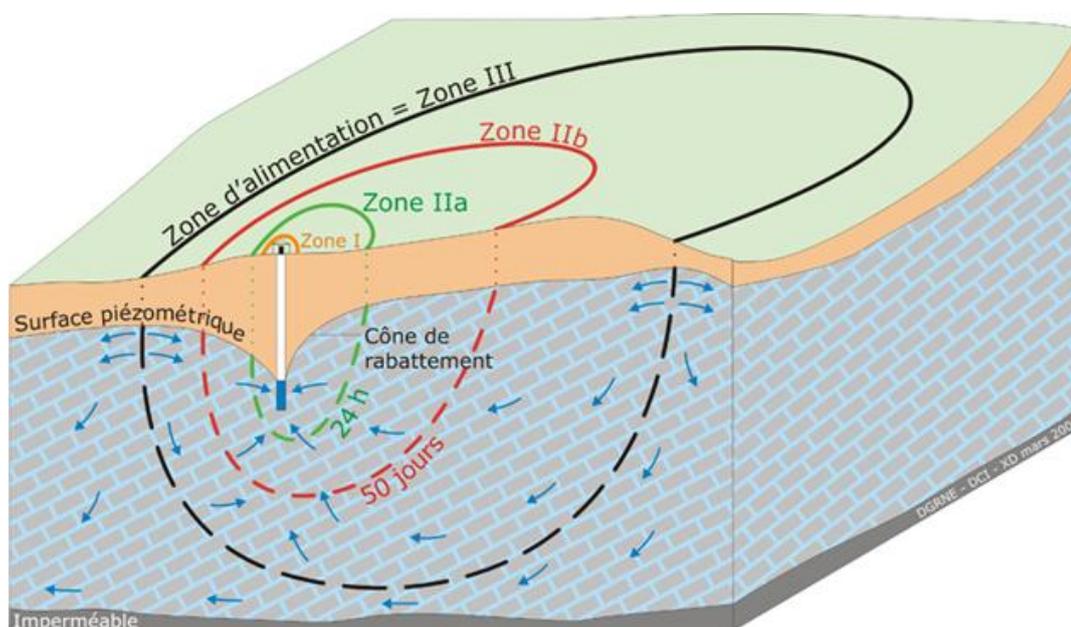


Figure VIII.1 : Zones de protection en Région Wallonne¹⁰.

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 tolérées.

VIII.1.2. ZONES DE PRÉVENTION RAPPROCHÉE ET ÉLOIGNÉE OU ZONES IIa ET IIb

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

⁹ Arrêté de l'Exécutif régional wallon du 14 novembre 1991 relatif aux prises d'eau souterraines, aux zones de prise d'eau, de prévention et de surveillance et à la recharge artificielle des nappes d'eau souterraine, abrogé par l'arrêté du GW du 3 mars 2005 relatif au livre II du code de l'Environnement, contenant le Code de (M.B. du 12/04/2005, p. 15068).

¹⁰ <http://environnement.wallonie.be/de/eso/atlas/index.htm>

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 :

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

A défaut de données suffisantes permettant de définir la zone IIa selon le critère des temps de transfert, la législation suggère de délimiter la zone IIa par une ligne située à une distance horizontale minimale de 35 m à partir des installations de surface, dans le cas d'un puits, et par deux lignes situées à 25 m 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 de pénétration (doline et pertes) dont la liaison avec le captage est établie sont classés en zone IIa.

2. La **zone de prévention éloignée ou zone IIb** : zone comprise entre le périmètre extérieur de la zone IIa 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'au captage 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 m pour les formations aquifères sableuses ;
- 500 m pour les formations aquifères graveleuses ;
- 1 000 m pour les formations aquifères fissurés ou karstiques.

Remarquons que la détermination de zones forfaitaires par la méthode des distances fixes ne tient pas compte de l'existence :

- d'un gradient régional qui limite les risques de pollution des captages à partir de l'aval et augmentent ces mêmes risques vers l'amont ;
- d'hétérogénéité des formations ;
- d'axes d'écoulement préférentiel et de phénomènes karstiques.

VIII.1.3. ZONE DE SURVEILLANCE OU ZONE III

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

Les limites de ces zones (I, II, III) peuvent coïncider avec des repères ou des limites topographiques, naturels ou artificiels, rendant leur identification 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 perdus, les nouveaux cimetières, les parkings, ... Elles visent à réduire au maximum les risques de contamination de la nappe. Toutes ces mesures sont décrites aux articles R.162 à R.170 de l'Arrêté du Gouvernement Wallon du 12 février 2009¹¹.

La Société publique de Gestion de l'Eau¹² 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 est prélevée sur chaque m³ fourni par les sociétés de distribution d'eau.

La DGARNE 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 wallonne¹³.

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 publique¹⁴.

VIII.2. ZONES DE PRÉVENTION ARRÊTÉES

A la date d'édition de cette notice trois zones de prévention arrêtées existent sur la carte Bra - Lierneux. Elles concernent toutes des captages de la commune de Manhay et ont été arrêtées par le Gouvernement Wallon en date du 15 mai 2007.

¹¹ 12 février 2009: AGW modifiant le Livre II du Code de l'Environnement constituant les 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).

¹² SPGE, instituée par le décret du 15 avril 1999

¹³ <http://environnement.wallonie.be/de/eso/atlas>)

¹⁴ http://environnement.wallonie.be/zones_prevention/

VIII.2.1. ZONES DE PRÉVENTION DU CAPTAGE DE « EN PIERREUX.

Le site de captage « En Pierreux » comporte un drain et un puits foré (Figure VIII.2). La détermination des zones de prévention a été faite en tenant compte du bassin versant du captage, des informations de la carte pédologique, des études géophysiques et du pompage d'essai (Rapport ULG-Arlon, 2005). Les limites ont ensuite été localement déplacées pour correspondre avec des limites matérialisables sur le terrain.

Arrêté ministériel relatif à l'établissement des zones de prévention rapprochée et éloignée des ouvrages de prise d'eau souterraine de catégorie B dénommés « En Pierreux (puits) » et « En Pierreux (drain) », sis sur le territoire de la commune de Manhay (Mention au M.B. 26/06/2007, p. 34916).

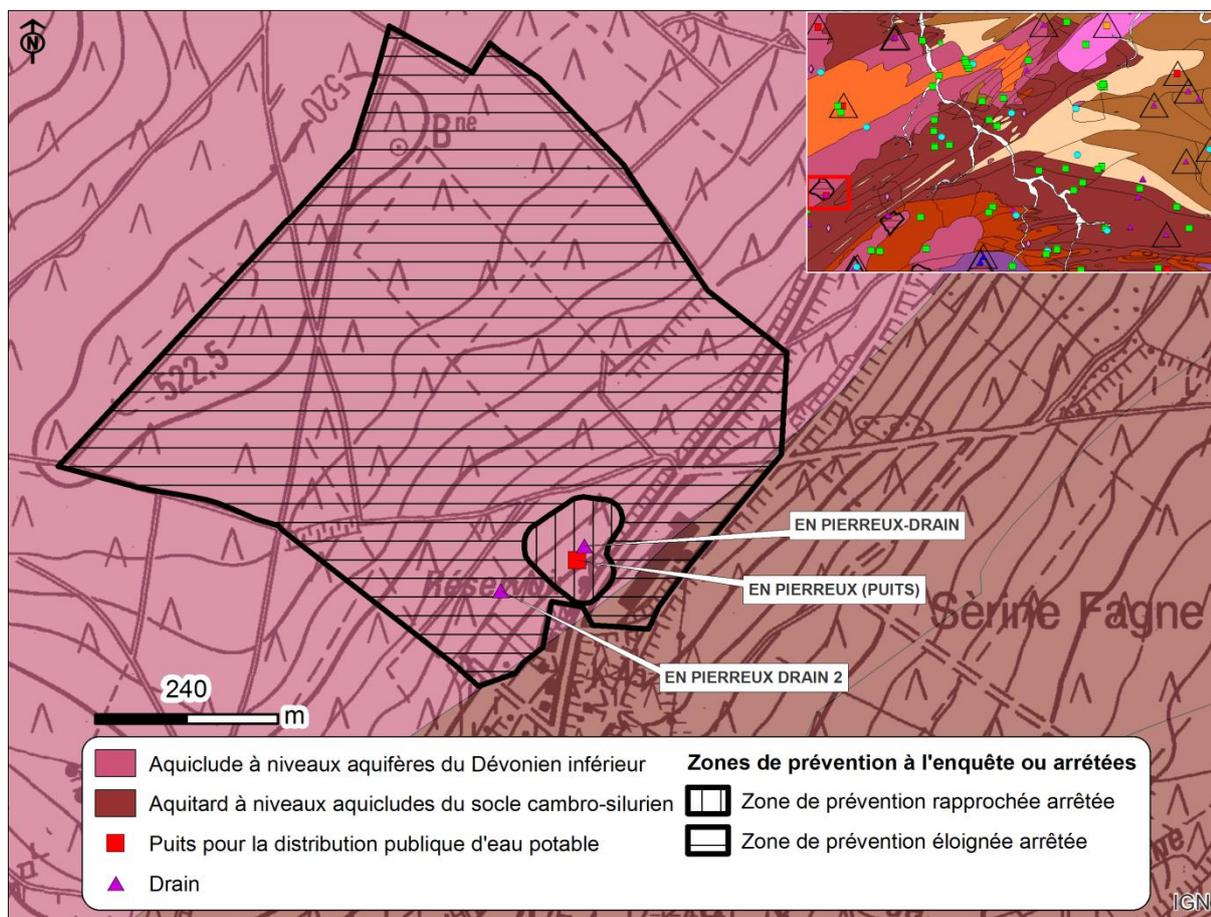


Figure VIII.2. Zones de prévention du captage de « En Pierreux. ».

VIII.2.2. ZONES DE PRÉVENTION DU CAPTAGE D'EZE HESSE

Le site de captage de « Eze Hesse » est composé d'un puits foré situé au sud-est du village de Malempré, sur la carte Odeigne-Bihain 55/7-8, située au sud de la carte Bra-Lierneux. La zone de prévention est à cheval sur ces deux cartes. Seule l'extrémité nord de cette zone de prévention se situe sur la carte Bra – Lierneux (Figure VIII.3). Les zones de prévention ont été déterminées selon la même méthodologie que les zones de prévention « En Pierreux » (rapport ULg-Arlon, 2005).

Arrêté ministériel relatif à l'établissement des zones de prévention rapprochée et éloignée de l'ouvrage de prise d'eau souterraine de catégorie B dénommé « Eze Hesse » sis sur le territoire de la commune de Manhay (Mention au M.B. 26/06/2007, p. 34920).

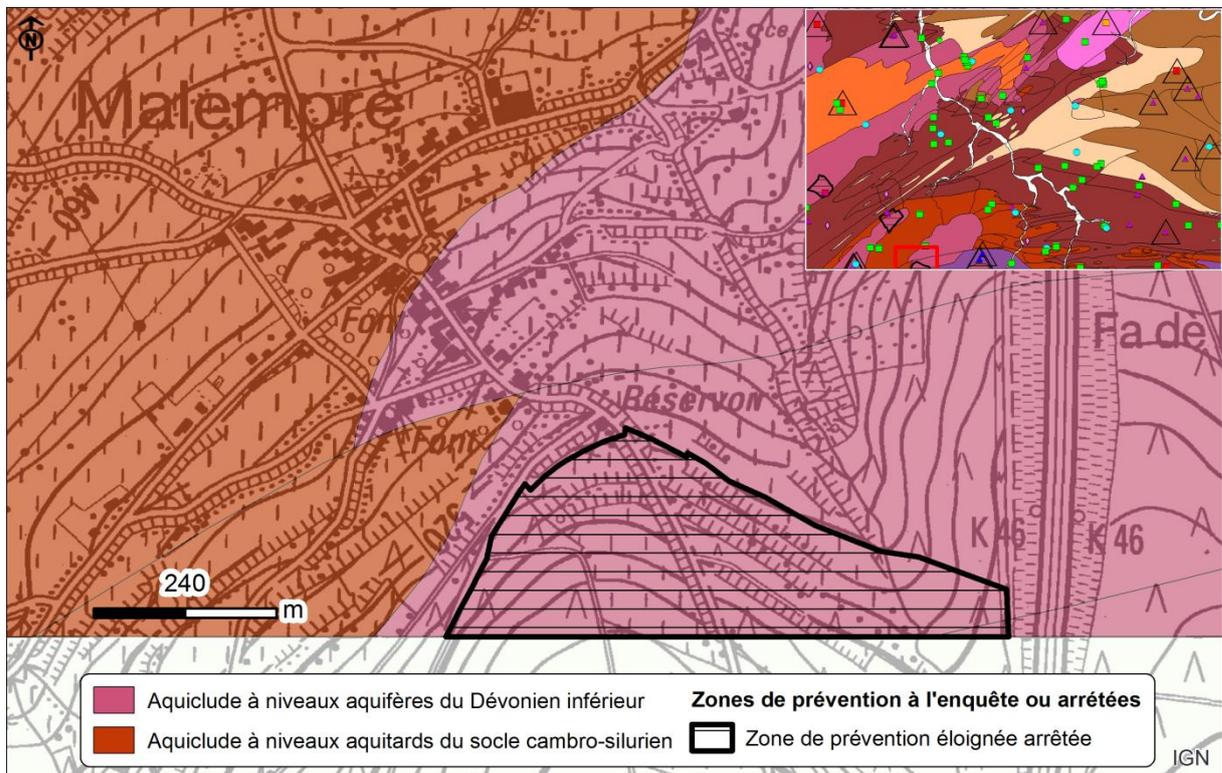


Figure VIII.3. Zones de prévention du captage d'Eze Hesse

VIII.2.3. ZONES DE PRÉVENTION DU CAPTAGE DE « BIERNIFA »

Le site de « Biernifa » (Figure VIII.4) est composé d'un drain en milieu forestier. Les zones de prévention ont été déterminées selon la même méthodologie que les zones de prévention 'En Pierreux' (rapport ULg-Arlon, 2005).

Arrêté ministériel relatif à l'établissement des zones de prévention rapprochée et éloignée de l'ouvrage de prise d'eau souterraine dénommé « Biernifa » sis sur le territoire de la commune de Manhay (M.B. 21.01.2013).

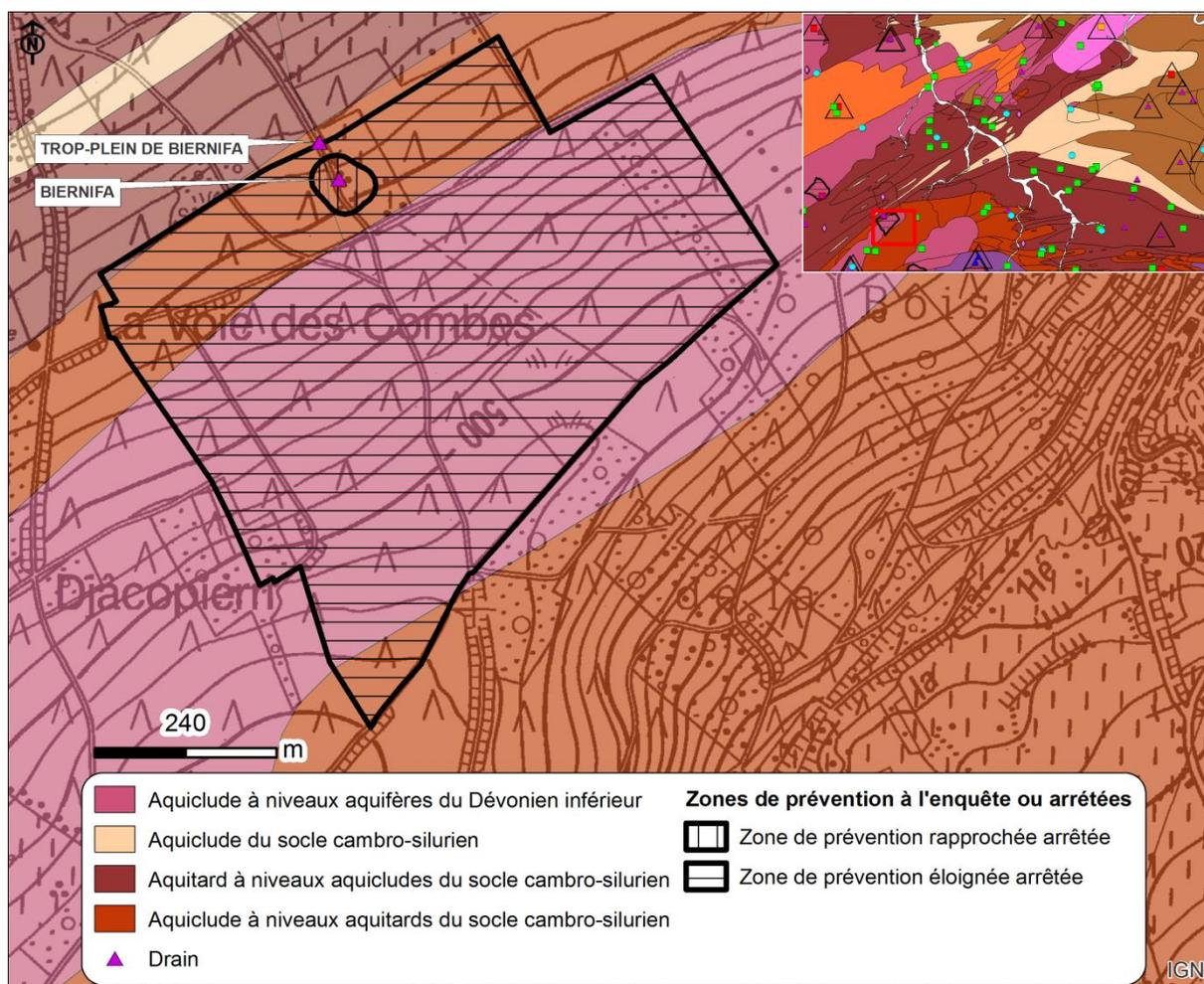


Figure VIII.4. Zones de prévention du captage de Biernifa

VIII.3. ZONES DE PRÉVENTION À DÉFINIR

Les zones à définir sont symbolisées sur la carte hydrogéologique par un triangle vide, tracé autour des captages toujours exploités pour la distribution d'eau potable. Les prises d'eau pour lesquelles la compagnie d'eau a mentionné un arrêt définitif, ne sont pas reprises. Les captages concernés, localisés à la [Figure VIII.5](#), sont :

- Captages de la S.W.D.E. :
 - sur la commune de Lierneux, Baneu Bas et Baneu Haut (drains) ;
 - sur la commune de Vielsalm, « Sur les Fanges » (drain), « Mont-Trou du Loup » (drain), « Hodinfosse » (drain), « Goronne » (ou Aux Goffes, drain) ;
- Captage de la commune de Trois-Ponts :
 - « Haut-Bodeux » (drain), « Bouillon du Curé » (galerie), « Dairomont » (puits), « Fosse Fagne » (drain) ;
- Captage de la commune de Manhay :
 - le puits de « Harre », « Chêne Al Pierre » (puits), « Bahou » (drain) ;

- Captage de la commune de Stoumont :
 - captage de « Pre Hazard » à Pichaux, au nord-ouest de la carte.

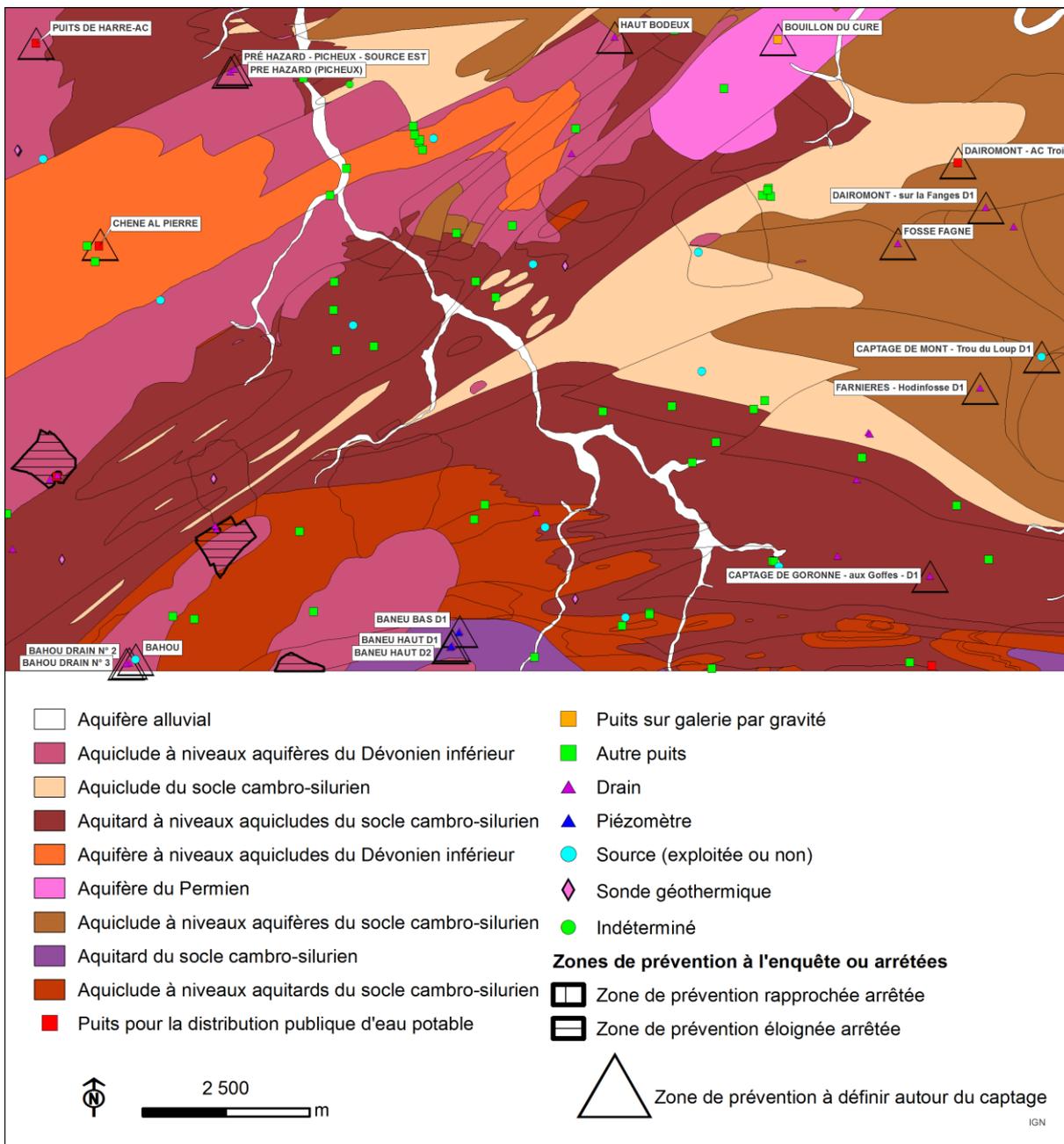


Figure VIII.5. Zones de prévention à définir sur la carte Bra – Lierneux à la date d'édition de cette notice.

VIII.4. ZONE DE SURVEILLANCE POUR LA PROTECTION DES EAUX CARBOGAZEUSES DE STOUMONT ET ENVIRONS

Actuellement, il existe en Wallonie quatre zones de surveillance dont celle du gisement d'eaux carbogazeuses de « Stoumont et environs » arrêtée par le Gouvernement Wallon, en date du 26 mai 1994.

Les captages des eaux carbogazeuses de Stoumont sont situés au nord de la carte Bra – Lierneux. La zone de surveillance de ces captages (Zone III), elle, s'étend sur le nord de cette dernière (Figure VIII.6). Les limites ont été localement déplacées pour correspondre avec des limites matérialisables sur le terrain.

Arrêté du Gouvernement wallon relatif à l'établissement d'une zone de surveillance pour la protection des eaux carbo-gazeuses de Stoumont et environs (Mention au M.B. 14/09/1994, p. 23299) et Arrêté ministériel relatif à l'agrandissement de la zone de surveillance pour la protection des eaux carbogazeuses de Stoumont et environs (M.B. 25.07.2012).

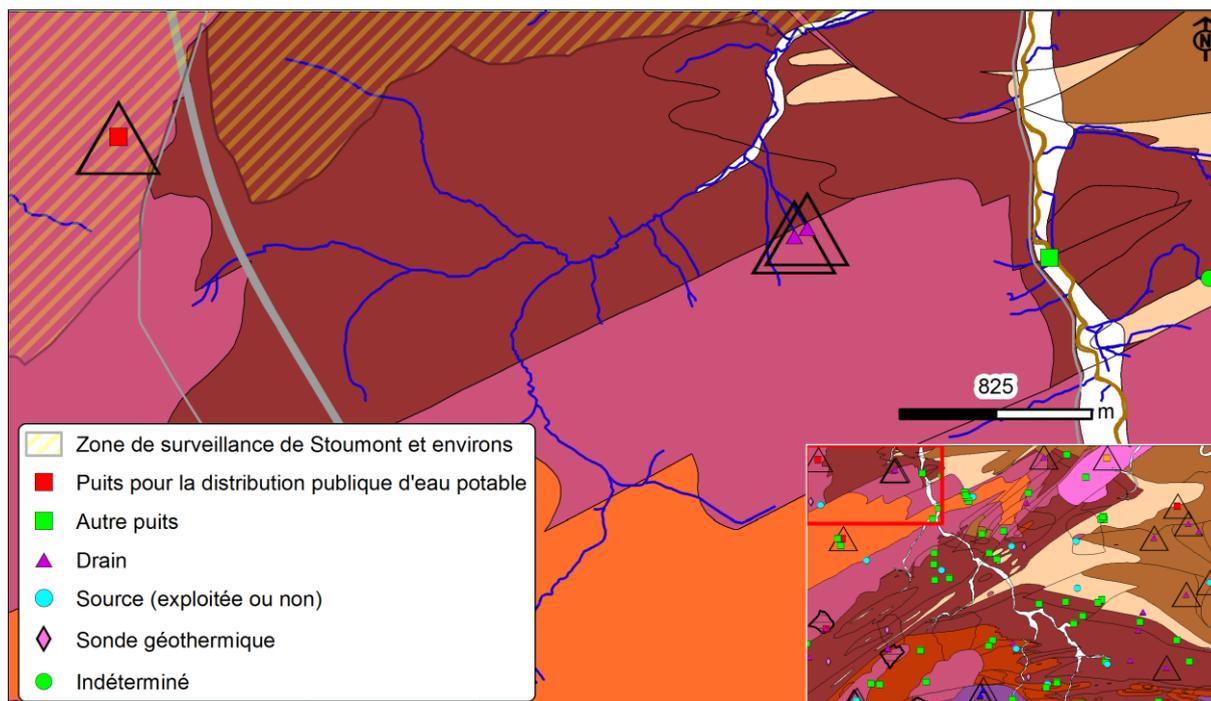


Figure VIII.6. Extension de la zone de surveillance des eaux carbogazeuses de « Stoumont et environs » sur la carte Bra – Lierneux.

A l'intérieur de cette zone de surveillance, il ne peut être entrepris, sans autorisation préalable du Ministre, aucun travail qui peut avoir pour résultat de réduire le débit des sources ou d'altérer la qualité des eaux qu'elles fournissent, notamment les drainages, forages, creusements de puits, travaux souterrains, fouilles dont la profondeur excéderait trois mètres, modifications au régime des ruisseaux, à l'écoulement des eaux de surface et à la situation actuelle des mofettes d'acide carbonique (Article 3 de l'A.R. du 3 mai 2012¹⁵).

¹⁵ Arrêté ministériel relatif à l'agrandissement de la zone de surveillance pour la protection des eaux carbogazeuses de Stoumont et environs (M.B. 25.07.2012) <http://environnement.wallonie.be/legis/eau/easou233.html>

IX. METHODOLOGIE DE L'ELABORATION DE LA CARTE HYDROGEOLOGIQUE

Ce chapitre décrit brièvement les données géologiques, hydrologiques et hydrogéologiques utilisées pour construire la carte hydrogéologique de Bra - Lierneux. Il aborde les principales sources d'informations disponibles pour la région étudiée. Les données collectées sont encodées dans une base de données structurée et mises en cartes. La structure du poster, au format A0, est également présentée dans ce chapitre.

IX.1. ORIGINE DES INFORMATIONS

IX.1.1. DONNÉES GÉOLOGIQUES ET CONNEXES

Les données géologiques proviennent des descriptions de forages, disponibles principalement auprès du Service Géologique de Belgique, des sociétés de distribution d'eau, des foreurs et d'études géologiques et hydrogéologiques diverses (voir bibliographie)

La carte géologique Bra - Lierneux dressée par Geukens (2008) nous a été transmise par la Région wallonne, directement sous format digital. Les formations géologiques ont ensuite été regroupées en unités hydrogéologiques.

Plusieurs sites de la région étudiée ont fait l'objet d'investigations géophysiques. Ces zones de prospections géophysiques ont été simplement localisées sur la carte hydrogéologique. Le type de prospection géophysique menée et les références bibliographiques sont mentionnées. Ces investigations ont permis de préciser le contexte géologique de la zone prospectée (lithologie et structural) dans le but de déterminer au mieux l'emplacement pour des forages ou encore de définir la nature et l'épaisseur des terrains meubles.

Il s'agit de :

- Site de Vaux-Chavanne (Manhay) : 9 sondages électriques (*rapport ULg-Arlon, 2005*) ;
- Site de Malempré (Manhay) : 5 sondages électriques (*rapport ULg-Arlon, 2005*) ;
- Site de Goronne (Commune de Vielsalm - S.W.D.E.) : 16 sondages électriques (*rapport ULg-Arlon, 2004*).
- Site de Harre – Chêne al Pierre (*rapports ULg-Arlon, 2011 & 2012*)

IX.1.2. DONNÉES MÉTÉOROLOGIQUES ET HYDROLOGIQUES

Sur la carte Bra - Lierneux, il y a une seule station limnimétrique. Elle est située sur la Salm à Trois-Ponts. Elle fait partie du réseau du SETHY-MET (code : 6832).

Aucune station météorologique n'est présente sur la carte Bra - Lierneux, d'après les informations reçues.

IX.1.3. DONNÉES HYDROGÉOLOGIQUES

IX.1.3.1. Localisation des ouvrages

Dans la base de données BDHYDRO, 105 ouvrages sont répertoriés dont 56 puits (puits forés et puits traditionnels), 1 puits sur galerie par gravité, 24 drains, 12 sources exploitées ou non, 2 piézomètres, 9 sondes géothermiques et 1 ouvrages dont le type n'est pas déterminé. Ils sont répertoriés comme prise d'eau ou point d'accès à la nappe. Seuls les ouvrages qui existent toujours (non rebouchés) sont repris sur la carte hydrogéologique.

Ces données proviennent des sociétés de distribution d'eau (S.W.D.E.), des communes, de divers rapports techniques (voir liste bibliographique), d'agriculteurs, de particuliers, de la base de données de la Région wallonne et de campagnes de terrain.

IX.1.3.2. Données piézométriques

On dispose de très peu de données piézométriques pour les ouvrages de la carte Bra - Lierneux (lié au faible nombre d'ouvrages sur cette carte). Les ouvrages de prise d'eau des sociétés de distribution publique d'eau sont essentiellement des drains. De plus, la plupart des puits privés se sont avérés difficilement accessibles.

Les données fournies dans les rapports techniques des distributeurs d'eau et celles collectées sur le terrain dans le cadre de la carte hydrogéologique par l'équipe Hydrogéologie (GEO³-ArGEnCo) en 2006-2007 ont toutes été encodées dans la base de données BD-Hydro. On dénombre, à peine, 17 mesures sur une douzaine de puits.

IX.1.3.3. Données hydrochimiques et tests sur les puits

Les données hydrochimiques ont été fournies par le service des eaux souterraines (DGRNE) de la Région wallonne, par les sociétés de distribution d'eau, par les communes, par quelques particuliers et par divers rapports. Une campagne d'échantillonnage a été réalisée, dans le cadre de la carte hydrogéologique par l'équipe d'Hydrogéologie (GEO³-ArGEnCo-ULg) en 2006-2007.

Environ 3 782 valeurs de paramètres chimiques sont encodées dans la banque de données au droit de 45 ouvrages (puits, drains et sources).

IX.1.4. AUTRES DONNÉES

La carte hydrogéologique de Wallonie est composée aussi d'informations relatives aux zones de prévention autour des captages, aux zones vulnérables aux nitrates, etc. En fonction de la région étudiée, ces couches d'informations ne se sont pas toujours présentes.

Sur la carte Bra - Lierneux, il y a plusieurs zones de prévention autour de captages dont l'eau est destinée à la consommation alimentaire. Ces zones (IIa & IIb, III) ont différents statuts. Ainsi, pour quelques captages, ces zones sont encore à définir. Pour d'autres, les tracés sont déposés à l'administration mais non encore approuvés par le gouvernement wallon. Enfin, certaines zones ont été validées par arrêté ministériel. Toutes ces zones figurent sur la carte principale au 1/25 000. Elle est détaillée dans le [chapitre VIII](#).

IX.2. 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-sous¹⁶ », « calypso¹⁷ » et « piez'eau¹⁸ » 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 SPW¹⁹.

IX.3. POSTER DE LA CARTE HYDROGÉOLOGIQUE

Le poster de la carte hydrogéologique est composé de plusieurs éléments :

- une carte hydrogéologique principale au 1/25 000 ;
- deux cartes thématiques au 1/50 000 :
 - la carte des informations complémentaires et du caractère des nappes ;
 - la carte des volumes d'eau prélevés ;
- une coupe hydrogéologique ;
- un tableau de correspondance « Géologie-Hydrogéologie' ».

¹⁶ <http://carto1.wallonie.be/10SousInt>

¹⁷ Les données hydrochimiques de calypso sont accessibles via 10-sous par « requête géocentrique »

¹⁸ <http://piezo.environnement.wallonie.be>

¹⁹ Direction des eaux souterraines (DESO).

IX.3.1. CARTE HYDROGÉOLOGIQUE PRINCIPALE

- La carte principale au 1/25 000 comprend plusieurs couches d'informations :
 - le fond topographique ;
 - le réseau hydrographique ;
 - les unités hydrogéologiques d'après la carte géologique de Geukens (2008) ;
 - les failles d'après la carte géologique de Geukens (2008) ;
 - les ouvrages en connexion avec les eaux souterraines (puits des sociétés de distribution d'eau, puits privés, piézomètres, drains, les sources exploitées et/ou où des données chimiques sont disponibles ;
 - les stations limnimétriques et climatiques ;
 - des cotes piézométriques avec la date de la mesure ;
 - les zones de prévention arrêtées par le Gouvernement wallon ;
 - les zones de prévention à définir ;
 - la localisation du tracé de la coupe hydrogéologique.

IX.3.2. CARTE DES INFORMATIONS COMPLÉMENTAIRES ET DES CARACTÈRES DES NAPPES

Cette carte localise les différents sites où des données quantitatives ou qualitatives sont disponibles (analyses chimiques, diagraphies, essais de pompages, essais de traçage). Des informations sur l'état hydrochimique des unités hydrogéologiques de la carte étudiée sont détaillées dans le [chapitre V](#). Plusieurs essais de pompage ont été réalisés dans cette région. Les paramètres hydrodynamiques mesurés et calculés sont présentés dans le [chapitre VII](#).

Le caractère des nappes rencontrées est spécifié : nappe libre, nappe semi-captive (semi-libre) ou nappe captive. Il est à noter que c'est la première nappe rencontrée (nappe à l'affleurement, sous la couverture limoneuse) qui est caractérisée. Sur la carte Bra - Lierneux, toutes les nappes sont considérées comme des nappes libres. Il faut cependant nuancer cette caractéristique. Dans les formations du Dévonien et du Cambro-silurien, les niveaux plus schisteux peuvent également rendre localement captives les nappes logées dans les terrains fracturés gréseux/quartzitiques.

Les zones de prospections géophysiques sont également localisées. Le but de ces investigations géophysiques est de mieux connaître le sous-sol, ses caractéristiques géométriques, la nature des terrains en vue, entre autres, d'optimiser l'implantation des futurs puits et piézomètres. La carte hydrogéologique n'ayant pas pour objectif de présenter en détails les méthodes employées et les résultats obtenus, une simple liste des sites étudiés est dressée. Pour plus d'informations sur les campagnes de prospection géophysique, le lecteur est invité à consulter les dossiers mentionnés au [paragraphe IX.1.1](#).

IX.3.3. CARTE DES VOLUMES D'EAU PRÉLEVÉS

Sur cette carte thématique, sont reportés l'ensemble des points hydrogéologiques (forages, drains, sources) classés selon l'unité hydrogéologique sollicitée.

Cette carte, au 1/50 000, reprend également les volumes d'eau prélevés annuellement, informations extraites de la base de données de la Région Wallonne « dix-sous » (DGARNE). Les volumes représentés sont les volumes déclarés par les titulaires à la Région wallonne. Deux catégories de volumes sont répertoriées sur la carte Bra - Lierneux : Les volumes destinés à la distribution publique d'eau potable et les autres volumes (particuliers, agriculteurs, industries...). Les données présentées sur cette carte sont les volumes de 2016.

L'exploitation d'une prise d'eau souterraine est soumise à de nombreux aléas et donc peut être variable. Les contraintes techniques de l'ouvrage, l'activité économique, liée à ce captage, et l'évolution des conditions hydrogéologiques de la nappe sollicitée, peuvent perturber les capacités de production. La présentation, sur la « Carte des volumes », des volumes moyens prélevés, correspond à la moyenne des cinq dernières années (2012-2016), basés sur les déclarations des titulaires de prise d'eau). Ils illustrent de manière plus réaliste l'exploitation des eaux souterraines sur la carte étudiée. Ces valeurs moyennes ne sont pas représentatives du potentiel d'exploitation ni de l'exploitation réelle des nappes. Elles reflètent simplement l'importance d'un site d'exploitation pendant les cinq/six années considérées. Parmi ces dernières, il se peut que certaines d'entre elles soient des années sans prélèvement. Le [chapitre VI](#) consacré à l'exploitation des aquifères reprend l'historique des principaux captages de la carte.

IX.3.4. TABLEAU DE CORRESPONDANCE 'GÉOLOGIE-HYDROGÉOLOGIE'

Le tableau lithostratigraphique reprend la liste des différentes formations géologiques susceptibles d'être rencontrées sur la carte Bra - Lierneux, traduites en termes d'unités hydrogéologiques. La définition de ces unités est présentée en détails dans le [chapitre IV](#).

IX.3.5. COUPE HYDROGÉOLOGIQUE

Parmi les éléments présentés sur le poster de la carte hydrogéologique Bra - Lierneux, figure une coupe hydrogéologique au 1/25 000. Elle permet de comprendre dans son ensemble le contexte géologique de la région. Elle est issue de la carte géologique de Wallonie 55/3-4 Bra – Lierneux de Geukens (2008).

X. BIBLIOGRAPHIE

X.1. PUBLICATIONS

AKWA, 1996

Atlas du Karst Wallon. *Inventaire cartographique et descriptif des sites karstiques et rivières souterraines de Wallonie*. DGRNE (Direction Générale des Ressources Naturelles et de l'Environnement) – CWPSS (Commission Wallonne d'Etude et de Protection des Sites Souterrains asbl).

Boulvain, F. & Pingot, J.-L., 2007

Une introduction à la géologie de la Wallonie. Cours en ligne, Université de Liège, Liège.

Bultynck, P. & Dejonghe, L., 2001

Lithostratigraphic scale of Belgium, *Geologica Belgica*, Brussels, 4/1-2, 168 p.

Dejonghe, L. & Hance, L., 2008

Carte géologique de Wallonie de Hotton-Dochamps 55/5-6 (carte et livret explicative). Ministère de la Région Wallonne, DGRNE, Namur.

Geukens, F., 1975

La Faille de Bra et le Graben de Malmédy, *Ann. Soc. Géol. Belg.*, 98 : 331-339.

Geukens, F., 1986

Commentaires à la carte géologique du Massif de Stavelot, *Aardkundige Mededelingen*, 3 : 15-29.

Geukens, F., 1999

Notes accompagnant une révision de la carte structurale du Massif de Stavelot, *Aardkundige Mededelingen*, 9 : 183-190.

Geukens, F., 2008

Carte géologique de Wallonie de Bra - Lierneux, 55/3-4 (carte et livret explicatif). Ministère de la Région Wallonne, DGRNE, Namur.

Pahaut, P., 1968

Cartes des sols de la Belgique, Texte explicatif de la planchette de Lierneux 170E, Institut Géographique Militaire, Bruxelles, Centre de Cartographie des Sols.

Pahaut, P., 1972

Cartes des sols de la Belgique, Texte explicatif de la planchette de Bra 170W, Institut Géographique Militaire, Bruxelles, Centre de Cartographie des Sols.

Pfannkuch, H-O., 1990

Elsevier's Dictionary of Environmental Hydrogeology, *Elsevier*.

Ozer, A., 1967

Contribution à l'étude géomorphologie des régions où affleure « le Poudingue de Malmédy ». Travail de fin d'études, Sciences, Université de Liège, non publié.

Ozer, A., 1971

Les phénomènes karstiques développés dans le Poudingue de Malmédy, *Ann. Spéléologie*, 25(2) : 407-422.

Ozer, A., 1979

Les phénomènes karstiques dans le Poudingue de Malmédy, *Ann. Soc. Géol. Belg.*, 102 : 141-144.

UNESCO-OMM, 1992

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

X.2. RAPPORTS TECHNIQUES

Convention RW-ULg-Hydrogéologie, 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, Wojda, P., Dachy, m., Popescu, C., Ruthy, I., Gardin, N, Brouyère, S., Dassargues, A., Ministère de la Région Wallonne, Direction Générale des Ressources Naturelles et de l'Environnement.

Rapport FUL, ULg & Aquiground Consult, 1997

Captage Vaux-Chavane Biernifa- Demande d'autorisation de prise d'eau – Rapport Technique, Hanson, A. & Debbaut, V., inédit.

Rapport FUL, ULg, 1998

Captage de Harre (puits) – Demande d'autorisation de prise d'eau – Rapport technique – Commune de Manhay, Hanson, A. & Debbaut, V., inédit.

Rapport FUL, ULg, mars 2004

Détermination des zones de prévention de la prise d'eau "Dairomont" (drain), Commune de Vielsalm-AIVE, Hanson, A., Debbaut, V. & Denne, P., inédit.

Rapport ULg-Arlon, décembre 2004

Détermination des zones de prévention du captage de Goronne, Commune de Vielsalm-AIVE, Denne, P. & Hanson, A., inédit.

Rapport ULg-Arlon, décembre 2005

Captage de Manhay "En Pierreux puits et drain" – Etablissement des zones de prévention – Rapport Technique – Commune de Manhay-AIVE, Denne, P., Hanson, A., inédit.

Rapport ULg-Arlon, décembre 2005

Captage de Malempré "Puits de Eze Hesse" – Etablissement des zones de prévention – Rapport Technique – Commune de Manhay-AIVE, Denne, P. & Hanson, A., inédit.

Rapport ULg-Arlon, décembre 2011

Etude géologique et géophysique dans le cadre du renforcement de la distribution communale de la zone Harre/Chêne al Pierre, parties 1 et 2 – *Rapport Technique – Commune de Manhay-AIVE*, Hanson, A., inédit.

Rapport ULg-Arlon, juin 2012

Etude géologique et géophysique dans le cadre du renforcement de la distribution communale de la zone Harre/Chêne al Pierre, partie 3 – *Rapport Technique – Commune de Manhay-AIVE*, Hanson, A., inédit.

Rapport ULg-Arlon, août 2012

Etude géologique et géophysique dans le cadre du renforcement de la distribution communale de la zone Harre/Chêne al Pierre, partie 4 – *Rapport Technique – Commune de Manhay-AIVE*, Hanson, A., inédit.

Rapport SPAQuE, 2002

Rapport d'étude d'orientation sur la contamination éventuelle au droit du site "Ateliers de réparation SNCV" de Lierneux, code inventaire SLg4503-01s, avec la collaboration de l'ISSeP.

Rapport SPAQuE, 2003

Rapport d'étude d'orientation sur les contaminations (potentielles) au droit du site "Gare vicinale" de Manhay, code inventaire SLx2406-01S, avec la collaboration de Tractebel Development Engineering.

XI. ANNEXES

XI.1. LISTE DES ABRÉVIATIONS

AIVE : Association Intercommunale pour Valorisation de l'EAU

Cellule DCE : Directive Cadre sur l'Eau

DGARNE – Service Public de Wallonie

Direction générale opérationnelle Agriculture, Ressources naturelles et Environnements (**DGO 3**). Département de l'Environnement et de l'Eau. Direction de l'Etat Environnemental (**DEE**), Direction des Eaux souterraines (**DESO**) & Direction des Eaux de Surface (dont la Direction des Cours d'Eau non navigables, **DCENN**)
Avenue Prince de Liège, 15 à 5100 Jambes.

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

*Depuis le 1^{er} août 2008, Ministère wallon de l'Équipement et des Transports et le Service public de Wallonie ont fusionné pour donner naissance au **Service public de Wallonie**. Ainsi la DGRNE est reprise dans la Direction générale opérationnelle 3 (DGO3) dont les domaines de compétences sont l'Agriculture, les Ressources naturelles et l'Environnement. La Direction des Eaux Souterraines est incluse dans le Département de l'Environnement et de l'Eau.*

DGATLPE : Direction générale opérationnelle Aménagement du territoire, Logement, Patrimoine et Energie (DGO4)

DGO2 : Direction générale opérationnelle de la Mobilité et des Voies hydrauliques – SETHY

<http://voies-hydrauliques.wallonie.be/opencms/fr/hydro/crue/>

FPMs : Faculté Polytechnique de Mons, Département de Géologie, Cellule d'Hydrogéologie
Rue de Houdain, 9 à 7000 MONS

UNamur : Université de Namur, Département de Géologie

Rue de Bruxelles, 61 à 5000 NAMUR

HGE-GEO³ : Hydrogéologie & Géologie de l'Environnement – GEO³ - ArGEnCo – Ulg

Bâtiment B52, niveau -1, Sart-Tilman à 4000 Liège

<http://www.argenco.ulg.ac.be/geo3>

IRM : Institut Royal Météorologique, Section Climatologie.

Avenue Circulaire, 3 à 1180 Bruxelles

<http://www.meteo.oma.be/IRM-KMI/>

ISSeP : Institut Scientifique de Service Public

Rue du Chéra, 200 à 4000 Liège

<http://www.issep.be>

LGIH : Laboratoires de Géologie de l'Ingénieur, d'Hydrogéologie et de Prospection Géophysique, Université de Liège

Suite à la succession du Professeur A. Monjoie, les activités sont poursuivies au sein d'ArGEnCo – GEO³.

MET : Ministère wallon de l'Équipement et des Transport

Direction des voies hydrauliques (D.G.2) – Division des Etudes et des Programmes –
Direction des Etudes hydrologiques et des Statistiques + services d'études
hydrologiques (SETHY) (D.212).

Boulevard du nord, 8 à 5000 Namur

*Depuis le 1^{er} août 2008, ce service fait partie de la Direction Générale Opérationnelle
Mobilité et Voies Hydrauliques (DGO2), Département des études et de l'appui à la gestion.*

<http://voies-hydrauliques.wallonie.be>

SGB : Service Géologique de Belgique

Département VII de l'institut royal des Sciences Naturelles de Belgique

Rue Jenner, 13 à 1000 Bruxelles

<http://sciencesnaturelles.be/geology>

SPAQuE : Boulevard d'Avroy 38/6 à 4000 Liège

<http://www.spaque.be> et <http://www.walsols.be/>

S.W.D.E. : Société Wallonne des Eaux

Rue de la Concorde, 41 à 4800 VERVIERS

<http://www.S.W.D.E.be>

ULg-Campus d'Arlon (ex-FUL) : Département de gestion et des sciences de
l'environnement.

Avenue de Longwy, 185 à 6700 ARLON

XI.2. TABLE DES ILLUSTRATIONS

XI.2.1. FIGURES

<i>Figure I.1. : Localisation de la carte Bra – Lierneux (encadré noir).....</i>	<i>4</i>
<i>Figure II.1. : Localisation administrative de la carte Bra - Lierneux.....</i>	<i>5</i>
<i>Figure II.2 : Cadre hydrologique de Bra – Lierneux.....</i>	<i>6</i>
<i>Figure III.1 : Carte géologique de la Wallonie (Boulvain & Pingot, 2011 ; modifié).....</i>	<i>7</i>
<i>Figure III.2. : Cadre tectonique de la carte Bra - Lierneux : les failles</i>	<i>13</i>
<i>Figure IV.1. Entités hydrogéologiques de la carte Bra - Lierneux</i>	<i>20</i>
<i>Figure V.1. Masses d'eau souterraines Directive 2000/60/CE (2015).....</i>	<i>29</i>
<i>Figure V.2. Evolution des teneurs en nitrates des eaux souterraines de la carte Bra – Lierneux, dans l’Aquifère du Permien (Graben de Malmédy) entre 1993 et 2006.</i>	<i>34</i>
<i>Figure V.3. Evolution des teneurs en nitrates des eaux souterraines de la carte Bra – Lierneux, en Ardenne entre 1993 et 2007.....</i>	<i>35</i>
<i>Figure V.4. Evolution des teneurs en nitrates dans les ouvrages « Biernifa », « Dairomont – sur les Fanges » et « Trou du Loup », dans le Massif de Stavelot entre 1993 et 2007.....</i>	<i>36</i>
<i>Figure V.5. Evolution des teneurs en nitrates dans les ouvrages « Hodinfosse » et « Dairomont (PF) », dans le Massif de Stavelot entre 1993 et 2007.</i>	<i>36</i>
<i>Figure V.6. Evolution des teneurs en nitrates dans les ouvrages « Baneu Bas », « Baneu Haut », « Grand Sart » et « Goronne – aux Goffes », dans le Massif de Stavelot entre 1993 et 2007.....</i>	<i>37</i>
<i>Figure VI.1 : Répartition des ouvrages entre les différentes unités hydrogéologiques de la carte Bra - Lierneux.</i>	<i>39</i>
<i>Figure VI.2 : volumes prélevés en 2016 sur la carte 55/3-4 pour la distribution et pour le privé, tous aquifères confondus.</i>	<i>40</i>
<i>Figure VI.3 : Volumes prélevés en 2016 pour la distribution publique d’eau potable en fonction des aquifères sollicités, et par ordre d’importance, sur la carte 55/3-4.....</i>	<i>41</i>
<i>Figure VI.4 : Volumes prélevés pour la distribution publique d’eau potable de 2012 à 2016, sur la carte 55/3-4, tous aquifères confondus et moyenne sur les années 2012-2016.....</i>	<i>41</i>
<i>Figure VI.5 : Volumes prélevés en 2016 sur la carte 55/3-4, en fonction des aquifères, pour un usage privé (domestique, camping, agricole, etc.)</i>	<i>42</i>
<i>Figure VI.6 : Volumes prélevés sur la carte 55/3-4 pour un usage privé (domestique, camping, agriculteurs, etc.) de 2012 à 2016, tous aquifères confondus, et moyenne sur les années 2012-2016.....</i>	<i>42</i>
<i>Figure VI.7 : Volumes prélevés, sur la carte 55/3-4, en 2016, moyennes des volumes prélevés entre 2012 et 2016 et nappe sollicitée.</i>	<i>43</i>
<i>Figure VIII.1 : Zones de protection en Région Wallonne.</i>	<i>45</i>
<i>Figure VIII.2. Zones de prévention du captage de « En Pierreux. ».....</i>	<i>48</i>
<i>Figure VIII.3. Zones de prévention du captage d’Eze Hesse</i>	<i>49</i>
<i>Figure VIII.4. Zones de prévention du captage de Biernifa.....</i>	<i>50</i>
<i>Figure VIII.5. Zones de prévention à définir sur la carte Bra – Lierneux à la date d’édition de cette notice.....</i>	<i>51</i>
<i>Figure VIII.6. Extension de la zone de surveillance des eaux carbogazeuses de « Stoumont et environs » sur la carte Bra – Lierneux.....</i>	<i>52</i>

XI.2.2. TABLEAUX

<i>Tableau IV.1 : Tableau de correspondance Géologie – Hydrogéologie de la carte 55/3-4.....</i>	<i>18</i>
<i>Tableau IV.2. Niveaux piézométriques et venues d'eau de puits sollicitant l'Aquitard à niveaux aquicludes du socle cambro-silurien du Massif de Stavelot (données fournies par le foreur).</i>	<i>27</i>
<i>Tableau IV.3. Niveaux d'eau sur PR1 et PR2-Baneu.....</i>	<i>28</i>
<i>Tableau V.1. Analyses hydrochimiques de l'Aquiclude à niveaux aquifères du socle cambro-silurien.....</i>	<i>31</i>
<i>Tableau V.2. Analyses hydrochimiques de l'Aquitard à niveaux aquicludes du socle cambro-silurien et de l'Aquiclude à niveaux aquitards du socle cambro-silurien.</i>	<i>32</i>
<i>Tableau V.3. Analyses hydrochimiques de l'Aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur, de l'Aquifère à niveaux aquicludes du Dévonien inférieur et de l'Aquifère du Permien.</i>	<i>33</i>
<i>Tableau V.4 : Analyses microbiologiques de quelques captages de la carte Bra – Lierneux.</i>	<i>37</i>
<i>Tableau VI.1 : Volumes prélevés pour la distribution publique en 2016 en fonction des aquifères et par ordre d'importance, sur la carte 55/3-4.....</i>	<i>40</i>

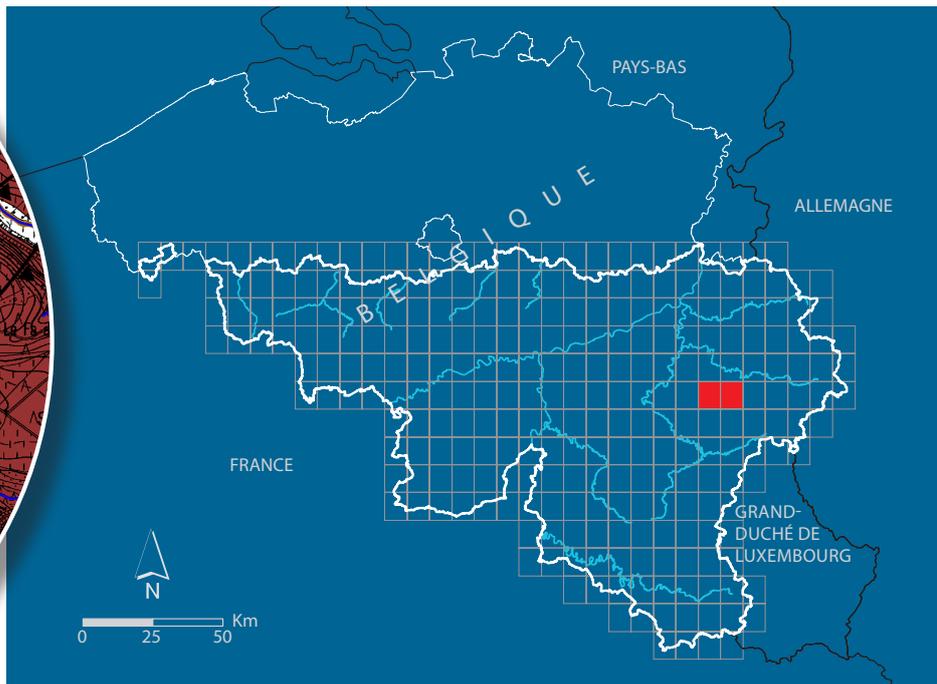
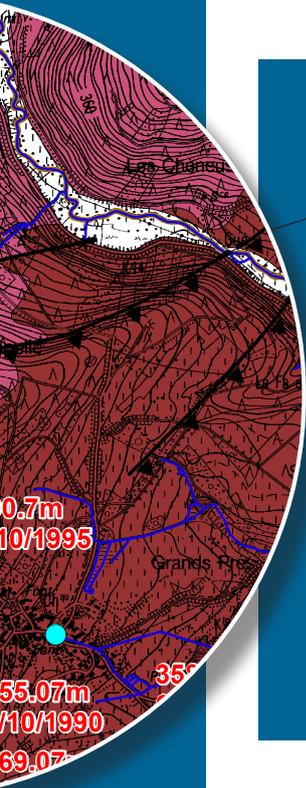
XI.3. COORDONNÉES GÉOGRAPHIQUES DES OUVRAGES RÉPERTORIÉS SUR LA CARTE

NUMERO	IDRW	CODERW	NOM	TYPE	X	Y	PROF
DIXSOU00_174203	44361	5533007	23 DERRIERE LES THIERS	Autre puits	248320	116100	
DIXSOU00_26374	3828	5544001	AM/COMONT-SURVEY NITRATES	Source	252450	112690	
DIXSOU00_28029	8244	5536002	AUX FOURIRS	Autre puits	251670	109025	46
DIXSOU00_25021	23023	5547028	AUX FOURIRS	Autre puits	251670	109025	
DIXSOU00_22188	12526	5547027	AUX FOURIRS/VILLETES	Autre puits	251670	109025	
DIXSOU00_23806	0	5537001	BAHOU	Source	243890	108332	
ULGGEO02_31828	1724	5537001	BAHOU dr	Drain	243890	108332	
DIXSOU00_174075	42373	5537006	BAHOU DRAIN N° 2	Drain	243883	108294	
DIXSOU00_174076	42374	5537007	BAHOU DRAIN N° 3	Drain	243837	108280	
DIXSOU00_27054	5643	5539003	BANEU BAS D1	Drain	248828	108771	
DIXSOU00_22407	1307	5539001	BANEU HAUT D1	Drain	248717	108560	
DIXSOU00_27858	7782	5539004	BANEU HAUT D2	Drain	248683	108523	
DIXSOU00_173659	37431	5536006	BIDA	Autre puits	247543	113064	
DIXSOU00_27882	7856	5538002	BIERNIFA	Drain	245193	110308	
DIXSOU00_26108	3158	5531001	BOIS VIEUX JEAN	Source	242595	115890	
DIXSOU00_26578	4379	5542001	BOUILLON DU CURE	PGG_	253225	117850	
DIXSOU00_27855	7777	5545001	CAMPING DE LIERNEUX-PUITS P1	Autre puits	253230	112120	
DIXSOU00_23453	1610	5545002	CAMPING DE LIERNEUX-PUITS P2	Autre puits	253390	112250	
DIXSOU00_27530	6925	5549001	CAPTAGE DE GORONNE - aux Goffes - D1	Drain	255865	109602	
DIXSOU00_26203	0	5546001	CAPTAGE DE MONT	Source	257534	112910	
ULGGEO02_31830	3383	5546001	CAPTAGE DE MONT - Trou du Loup D1	Drain	257534	112910	
DIXSOU00_27400	6564	5534001	CHENE AL PIERRE	Puits pour la distribution publique d'eau potable	243432	114581	43
DIXSOU00_24839	2118	5543002	DAIROMONT - AC Trois-Ponts	Puits pour la distribution publique d'eau potable	256292	115835	
DIXSOU00_28051	8294	5543001	DAIROMONT - sur la Fanges D1	Drain	256706	115075	
DIXSOU00_21880	11803	5547013	DANS LES ENLOS	Autre puits	252310	111317	
DIXSOU00_25494	2681	5533001	DERRIERE LE TIER-SURVEY N.	Source	248440	116200	
DIXSOU00_21691	11339	5547003	DERRIERE LES THIERS	Autre puits	251670	109050	22
DIXSOU00_21815	11679	5547009	DESSOUS BATTEYE	Autre puits	250972	112086	98

DIXSOU00_21874	11789	5547012	DESSUS LA FONTAINE	Source	251308	108980	
DIXSOU00_26867	5144	5548002	DESSUS LE MONT - P1	Autre puits	254850	111390	
DIXSOU00_26389	3866	5537002	EN PIERREUX (PUITS)	Puits pour la distribution publique d'eau potable	242803	111082	17
DIXSOU00_24554	1992	5537005	EN PIERREUX DRAIN 2	Drain	242700	111060	
DIXSOU00_28007	8172	5537004	EN PIERREUX-DRAIN	Drain	242810	111119	
DIXSOU00_27202	6026	5537003	EXPLOITATION FORESTIERE	Drain	242140	110010	
DIXSOU00_27025	5564	5545004	FANGE COLAS D1	Drain	254968	111741	
DIXSOU00_26350	3749	5545003	FANGE COLAS D2	Drain	254946	111763	
DIXSOU00_27826	7701	5546003	FARNIERES - Hodinfosse D1	Drain	256616	112433	
DIXSOU00_25721	28271	5535002	FERME MARTIN	Autre puits	246979	113006	116
DIXSOU00_24868	2150	5535001	FONTAINE DE BRA-S.N.	Source	247235	113380	
DIXSOU00_26158	3262	5548005	FONTAINE DE BRU-S.N.	Source	253605	109750	
DIXSOU00_27681	7324	5547001	FONTAINE DE LANZIVAL-S.N.	Source	250110	110340	
DIXSOU00_25991	29893	5542006	FORAGE DU CHERA	Autre puits	252798	116935	79
DIXSOU00_175839	56053	5538006	FORAGE GEOTHERMIQUE 1 PETITJEAN JOSEPH	Sonde géothermique	245151	111072	
DIXSOU00_175840	56054	5538007	FORAGE GEOTHERMIQUE 2 PETITJEAN JOSEPH	Sonde géothermique	245145	111074	
DIXSOU00_174915	47033	5537009	FORAGE GEOTHERMIQUE DOSTER OLIVIER A MANHAY	Sonde géothermique	242881	109855	
DIXSOU00_23200	1531	5546004	FOSSÉ FAGNE	Drain	255382	114615	
DIXSOU00_27734	747	5549002	GRAND SART P1	Puits pour la distribution publique d'eau potable	255895	108254	
DIXSOU00_26548	4292	5543003	GRAND-HALLEUX - LES QUARTIERS	Drain	257119	114866	
DIXSOU00_176724	0	0	GRAND-HEID, 4A	Indéterminé	247180	117019	
DIXSOU00_22104	12326	5549006	GRAND-SART 33	Autre puits	255568	108302	52
DIXSOU00_26728	4789	5541003	HAUT BODEUX	Drain	251147	117724	
DIXSOU00_21946	11941	5539006	JEVIGNE 78	Autre puits	249206	110681	5
DIXSOU00_22124	12380	5535003	LA COULEE	Autre puits	246942	113614	59
DIXSOU00_25971	29773	5536005	LA CROQUETTE	Autre puits	249370	113805	124
DIXSOU00_22130	12394	5539007	LA FONDROULLE	Autre puits	249950	108385	2
DIXSOU00_21943	11931	5533004	LES SEURAILLES	Autre puits	249616	114883	47
DIXSOU00_22062	12237	5536004	LES VILLETES/BEGENFAT	Autre puits	249070	114045	5
DIXSOU00_27233	6105	5536001	LES VILLETES-S.N.	Source	249925	114300	
DIXSOU00_27665	7288	5548003	MENIL D1	Drain	254480	109900	

DIXSOU00_21645	11251	5544003	NOIRE FONTAINE	Source	252407	114408	
DIXSOU00_173580	0	0	P1-P2-P3	Indéterminé	252609	110251	
DIXSOU00_21582	1108	5548004	PETIT BOIS D1	Drain	254770	111050	
DIXSOU00_176777	60756	5532006	PRE HAZARD - PICHEUX - SOURCE EST	Drain	245450	117235	
ULGGEO03_65727	0	0	PR1-Baneu	PZ_	248815	108750	26
ULGGEO03_65728	0	0	PR2-Baneu	PZ_	248700	108540	26
DIXSOU00_27588	7093	5532001	PRE HAZARD (PICHEUX)	Drain	245456	117242	
DIXSOU00_26599	443	5541001	PRE MASSIN	Drain	250565	116347	
DIXSOU00_21741	11487	5541004	PRE MASSIN	Autre puits	250565	116347	
DIXSOU00_25548	27232	5541005	PRISE D'EAU DU SEVREUX	Autre puits	252043	117830	85
DIXSOU00_174083	42573	5537008	PUITS ANDRE NICOLAS A GRANDMENIL	Autre puits	242056	110545	
DIXSOU00_26936	5330	5531002	PUITS DE HARRE-AC	Puits pour la distribution publique d'eau potable	242463	117605	18
DIXSOU00_25830	2900	5549003	PUITS DECKERS	Autre puits	257994	109865	4
DIXSOU00_26839	5078	5549004	PUITS DEMARTEAU	Autre puits	256267	110670	7
DIXSOU04_100984	0	5538004	PUITS DERENNE DOMINIQUE A MALEMPRE	Autre puits	244859	108956	
ULGGEO03_65752	35472	5538004	PUITS DERENNE DOMINIQUE A MALEMPRE	Autre puits	244859	108956	
DIXSOU02_65524	34455	5534004	PUITS DETRY DE CHENE-AL-PIERRE	Autre puits	243255	114580	
DIXSOU00_25506	26912	5533002	PUITS FORE - DERRIERE LES THIERS	Autre puits	248276	116030	
DIXSOU00_173689	37675	5533005	PUITS FORE DERRIERE LES TIERS	Autre puits	248130	116386	
DIXSOU00_176395	58794	5544005	PUITS FORE FEIDLER	Autre puits	252003	112166	
DIXSOU00_176396	58795	5544006	PUITS FORE FEIDLER	Autre puits	252003	112166	
DIXSOU00_173930	40994	5532003	PUITS FORE MINNOYE	Autre puits	247134	115750	
DIXSOU00_176538	59613	5547032	PUITS FORE PAQUAY	Autre puits	252600	108215	
DIXSOU00_174084	42593	5533006	PUITS FORE PIEK	Autre puits	248233	116178	
DIXSOU00_175979	56774	5533008	PUITS FORE VAN DE VOORDE	Autre puits	248155	116258	
DIXSOU00_174357	46955	5532004	PUITS FORE VERMEIRE	Autre puits	246492	117108	
ULGGEO03_65753	35372	5539008	PUITS FORE LESPAGNARD_DEHARD	Autre puits	249047	110458	
DIXSOU04_100985	0	5539008	PUITS FORE LESPAGNARD-DEHARD	Autre puits	249047	110458	
DIXSOU00_26413	393	5534002	PUITS JANSSEN	Autre puits	243373	114341	
DIXSOU00_24627	20158	5548006	PUITS LALLEMANT	Autre puits	253536	109830	1
ULGGEO03_65754	35452	5547029	PUITS LE MONT	Autre puits	251258	108855	5

DIXSOU04_100986	0	5547029	PUITS LE MONT	Autre puits	251258	108855	
DIXSOU00_173914	40552	5538005	PUITS MOULIN DE MALEMPRE	Autre puits	246435	110281	
DIXSOU00_174664	42955	5531003	PUITS P1 ARITS-DAMANET A MANHAY	Autre puits	242235	116011	
DIXSOU00_174665	42956	5531004	PUITS P2 ARITS-DAMANET A MANHAY	Autre puits	242227	116009	
DIXSOU00_174666	42957	5531005	PUITS P3 ARITS-DAMANET A MANHAY	Autre puits	242221	116015	
DIXSOU00_174667	42958	5531006	PUITS P4 ARITS-DAMANET A MANHAY	Autre puits	242214	116023	
DIXSOU00_25048	23242	5549005	PUITS S.C. VASEDEL A GORONNE (VIELSAL M)	Autre puits	256746	109858	5
DIXSOU00_22040	12165	5542005	REHARMONT 6	Autre puits	253359	115339	
DIXSOU00_22004	12087	5542004	REHARMONT 8	Autre puits	253481	115325	2
DIXSOU00_22013	12104	5542003	REHARMONT 9	Autre puits	253449	115448	3
DIXSOU00_25121	23948	5542002	REHARMONT PUIITS BALHAN	Autre puits	253436	115418	25
DIXSOU00_21740	11486	5548007	RUE BRUX 1	Autre puits	253513	109831	3
DIXSOU00_28084	8476	5536003	RUE VILLETES 15, MONTEUX	Autre puits	246952	114035	58
DIXSOU00_21850	11750	5539005	SANZALLE	Drain	249950	110556	
DIXSOU00_27079	5713	5538001	SO LES MANHAYES	Autre puits	246640	109070	7
DIXSOU00_175245	52654	5544004	SONDE GEOTHERMIQUE BONJEAN	Sonde géothermique	250406	114281	
DIXSOU00_176051	57254	5547031	SONDES GEOTHERMIQUES MINET	Sonde géothermique	250560	109265	
DIXSOU00_25307	2543	5534003	SOURCE ADAM	Source	244352	113762	
DIXSOU00_22105	12327	5544002	SUR LES PIERRES	Autre puits	252667	111622	93
DIXSOU00_28121	8613	5538003	TROP-PLEIN DE BIERNIFA	Autre puits	245167	110357	
DIXSOU00_21751	11500	5533003	TROU DE BRA - PF	Autre puits	248216	116133	18
DIXSOU00_21809	11664	5532002	TROU DE BRA - PT	Autre puits	246890	115340	2



SPW | Éditions, CARTES

Dépôt légal : D/2018/12.796/10 – ISBN : 978-2-8056-0261-0

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