

Notice explicative

**CARTE HYDROGÉOLOGIQUE
DE WALLONIE**

Echelle : 1/25 000



Photos couverture © SPW-DGARNE(DGO3)

Fontaine de l'ours à Andenne

Forage exploité

Argillère de Celles à Houyet

Puits et sonde de mesure de niveau piézométrique

Emergence (source)

Essai de traçage au Chantoir de Rostenne à Dinant

Galerie de Hesbaye

Extrait de la carte hydrogéologique de Bovigny - Beho



BOVIGNY - BEHO

56/5-6

Mohamed **BOUEZMARNI**, Vincent **DEBBAUT**

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



NOTICE EXPLICATIVE

2013

Première version : Août 2013
Actualisation partielle : -

Dépôt légal – **D/2013/12.796/8** - ISBN : **978-2-8056- 0130-9**

SERVICE PUBLIC DE WALLONIE

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

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

Table des matières

AVANT-PROPOS	7
I. INTRODUCTION	9
II. CADRE GEOGRAPHIQUE, GEOMORPHOLOGIQUE ET HYDROGRAPHIQUE	11
II.1. CADRE GEOGRAPHIQUE	11
II.2. CADRE GEOMORPHOLOGIQUE	12
II.3. CADRE HYDROGRAPHIQUE	13
II.3.1. Bassin de l'Amblève	13
II.3.2. Bassin de l'Ourthe	15
II.3.1. Bassin de la Moselle	15
III. CADRE GEOLOGIQUE ET STRUCTURAL	17
III.1. CADRE GEOLOGIQUE REGIONAL.....	17
III.2. CADRE GEOLOGIQUE DE LA CARTE BOVIGNY – BEHO.....	21
III.2.1. Cadre litho-stratigraphique	21
III.2.2. Paléozoïque	22
III.2.2.2. Dévonien inférieur	23
III.2.2.2.1 Gedinnien (G).....	23
III.2.2.2.1 Siegenien : Siegenien inférieur (S1).....	23
III.2.3. Cénozoïque	25
III.2.3.1. Alluvions modernes (AMO).....	25
III.3. CADRE STRUCTURAL.....	26
IV. CADRE HYDROGEOLOGIQUE	30
IV.1. HYDROGEOLOGIE REGIONALE	30
IV.1.3. Remarque générale	33
IV.2. HYDROGEOLOGIE LOCALE.....	33
IV.2.1. Etude des linéaments	34
IV.2.2. Description des unités hydrogéologiques	35
IV.2.2.1. Aquiclude du socle cambro-silurien.....	37
IV.2.2.2. Aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur	37
IV.2.2.3. Aquiclude à niveaux aquifères de Villé.....	38
IV.2.2.4. Aquiclude du Dévonien inférieur	40
IV.2.2.4.1 Piézomètre Pz1.....	41
IV.2.2.4.2 Piézomètre Pz2.....	42
IV.2.2.4.3 Piézomètre Pz3.....	42
IV.2.2.5. Aquifère alluvial.....	43
IV.2.3. Piézométrie	43
IV.2.3.1. Aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur	44
IV.2.3.1. Aquiclude à niveaux aquifères de Villé.....	45
IV.2.3.2. Aquiclude du Dévonien inférieur	46
IV.2.4. Coupe hydrogéologique.....	48
V. HYDROCHIMIE	50
V.1. CARACTERISATION HYDROCHIMIQUE DES EAUX	50
V.1.1. Paramètres physicochimiques	50
V.1.2. Caractéristiques minérales	52
V.1.3. Nitrates.....	53
V.1.4. Caractéristiques bactériologiques.....	53
VI. EXPLOITATION DES AQUIFERES	55

VII. CARACTERISATION DE LA COUVERTURE ET PARAMETRES HYDRAULIQUES DES NAPPES	59
VII.1. CARACTERISATION DE LA COUVERTURE DES NAPPES.....	59
VII.2. PARAMETRES D'ECOULEMENT ET DE TRANSPORT DANS LES AQUIFERES.....	60
VIII. ZONES DE PROTECTION	61
VIII.1. CADRE LEGAL.....	61
VIII.2. MESURES DE PROTECTION.....	62
VIII.3. ZONE DE PREVENTION REPRISE SUR LA CARTE.....	63
IX. METHODOLOGIE DE L'ELABORATION DE LA CARTE HYDROGEOLOGIQUE	68
IX.1. COLLECTE DE DONNEES.....	69
IX.1.1. Données géologiques.....	70
IX.1.2. Données hydrogéologiques.....	70
IX.1.2.1. Localisation des ouvrages et sources.....	70
IX.1.2.2. Données piézométriques.....	70
IX.1.3. Données hydrochimiques.....	70
IX.2. <i>CAMPAGNE SUR LE TERRAIN</i>	71
IX.3. <i>METHODOLOGIE DE CONSTRUCTION DE LA CARTE</i>	71
IX.3.1. Encodage dans une banque de données.....	71
IX.3.2. Construction de la carte hydrogéologique.....	72
X. BIBLIOGRAPHIE	75
XI. ANNEXES	77
XI.1. GLOSSAIRE DES ABREVIATIONS.....	77
XI.2. LISTE DES FIGURES.....	78
XI.3. LISTE DES TABLEAUX.....	79
XI.4. COORDONNEES GEOGRAPHIQUES DES OUVRAGES.....	80

Avant-propos

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

Le projet a été supervisé au Département des Sciences et Gestion de l'Environnement par V. Debbaut. La carte a été réalisée par M. Bouezmarni. Par ailleurs, la conception de la *BDHYDRO* (base de données hydrogéologiques de Wallonie en rapport avec le projet) connaît une perpétuelle amélioration pour aboutir à une seule base de données centralisée régulièrement mise à jour (Gogu, 2000 ; Gogu et *al.*, 2001 ; Wojda et *al.*, 2006).

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

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

La carte hydrogéologique de Bovigny – Beho sera éditée gratuitement sur Internet : en version papier (fichiers PDF téléchargeable), mais aussi sous forme interactive via une application WebGIS (<http://environnement.wallonie.be/cartosig/cartehydrogeo>).

L'ensemble des données utilisées pour la réalisation de la carte a été remis à la Région wallonne. Pour de plus amples informations, il faut s'adresser à la DGO3 du Service Public de Wallonie (S.P.W)¹, ou sur le site Internet de la carte hydrogéologique de Wallonie.

¹ Ministère de la Région wallonne. Avenue Prince de Liège, 15. 5100 NAMUR.

Remerciements

Merci à Monsieur Eric Goemaere du Service géologique de Belgique pour la mise à disposition de la carte géologique des Cantons de Malmédy & de St. Vith au 1/100 000 de Vandeven (1990).

Merci à Mesdames Nihant et Cajot pour leur accueil à la Direction des Eaux Souterraines (DGARNE) – Service extérieur de Liège et la mise à disposition d'une série de dossiers de captages d'eau souterraine. Ces données ont permis de compléter les informations reçues du SPW et de rédiger cette notice.

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

Merci à Monsieur Günther Schmitz, responsable du service communal de Burg Reuland pour l'accueil chaleureux et la collaboration parfaite en mettant à disposition de la carte hydrogéologique un dossier complet des données disponibles sur la commune et pour avoir effectué une campagne piézométrique des puits et des piézomètres dans la zone de captage de Braunlauf.

Merci à Madame Ingrid Ruthy et à Monsieur Alain Hanson pour la lecture de ce livret et de la carte et pour leurs pertinentes remarques et suggestions.

Merci enfin à tous ceux qui, de près ou de loin, ont participé à la réalisation de cette carte.

I. INTRODUCTION

La carte hydrogéologique de Bovigny – Beho 56/5-6 couvre une superficie de 160 km² partagée entre la Province de Liège et la Province de Luxembourg au sud-est de la Belgique (Figure I-1). Le territoire couvert par la planche se trouve entièrement en Ardenne non loin de la frontière avec le Grand-Duché de Luxembourg.

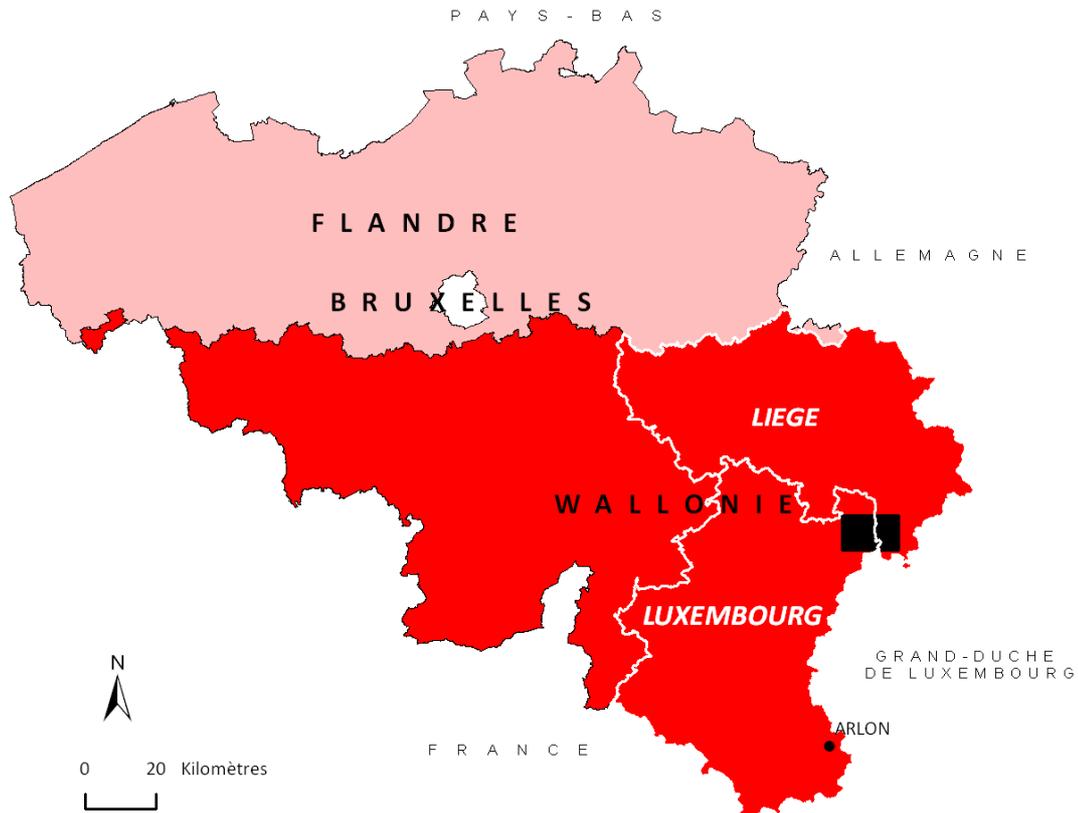


Figure I-1 . Localisation de la carte de Bovigny – Beho 56/5-6

La carte hydrogéologique est tracée d'après la carte géologique des Cantons de Malmédy & de St. Vith au 1/100 000 (Vandenvén, 1990). Le tracé des alluvions est extrait de la carte géologique de Bovigny - Beho au 1/40 000 (Lohest, 1902) pour la partie ouest de la carte. Pour la partie est, les limites d'affleurement des alluvions sont extraites de la carte des sols de Wallonie (CNSW, 2008).

A l'exception des alluvions qui tapissent le fond des vallées, tous les terrains rencontrés à l'affleurement sont d'âge Paléozoïque (Ordovicien inférieur et Dévonien inférieur). Ils se composent de roches de nature allumino-silicatée, constituées principalement de schistes, de phyllades et de quartzophyllades, avec des passages de grès, de quartzites et de poudingues. Les couches géologiques formées par ces roches sont plissées et faillées. La région se situe sur le flanc nord du Synclinorium de Neufchâteau – Eifel.

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

La notice commence par un bref aperçu géographique, géomorphologique et hydrographique. La partie géologique sera d'abord traitée dans le contexte régional de l'Ardenne (principalement du Dévonien inférieur). Ensuite, la description lithologique, la zone d'affleurement et l'épaisseur de chaque unité stratigraphique seront systématiquement présentées à l'échelle de la carte Bovigny – Beho, avant d'aborder l'aspect structural.

Comme pour la géologie, l'hydrogéologie sera d'abord développée dans son contexte régional avant d'analyser le schéma hydrogéologique local. Les unités hydrogéologiques seront définies essentiellement sur base des descriptions lithologiques de la carte géologique de Vandeven, (1990), appuyées par les descriptions plus détaillées de la carte « Eodévonien de l'Ardenne et des régions voisines » (Asselberghs, 1946).

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

La notice se clôture par l'exposé de la méthodologie suivie pour l'élaboration du projet ainsi qu'une série d'annexes comprenant un glossaire des abréviations citées dans le texte, une liste de figures, une liste de tableaux et les coordonnées des ouvrages situés sur la carte.

II. CADRE GÉOGRAPHIQUE, GÉOMORPHOLOGIQUE ET HYDROGRAPHIQUE

II.1. CADRE GÉOGRAPHIQUE

La planche Bovigny – Beho 56/5-6 couvre une superficie de 160 km² dans l'est de l'Ardenne. Ce territoire est partagé entre quatre communes (Figure II-1) : Vielsalm et Gouvy en Province de Luxembourg, dans la partie occidentale de la carte, Burg-Reuland et Saint-Vith en Province de Liège, dans sa partie orientale. Ces deux dernières appartiennent aux cantons germanophones de la Belgique. La population, peu dense, est installée dans des localités à caractère rural telle que Gouvy, la plus importante, ou encore Bovigny, Beho, Thommen et Crombach, plus petites.

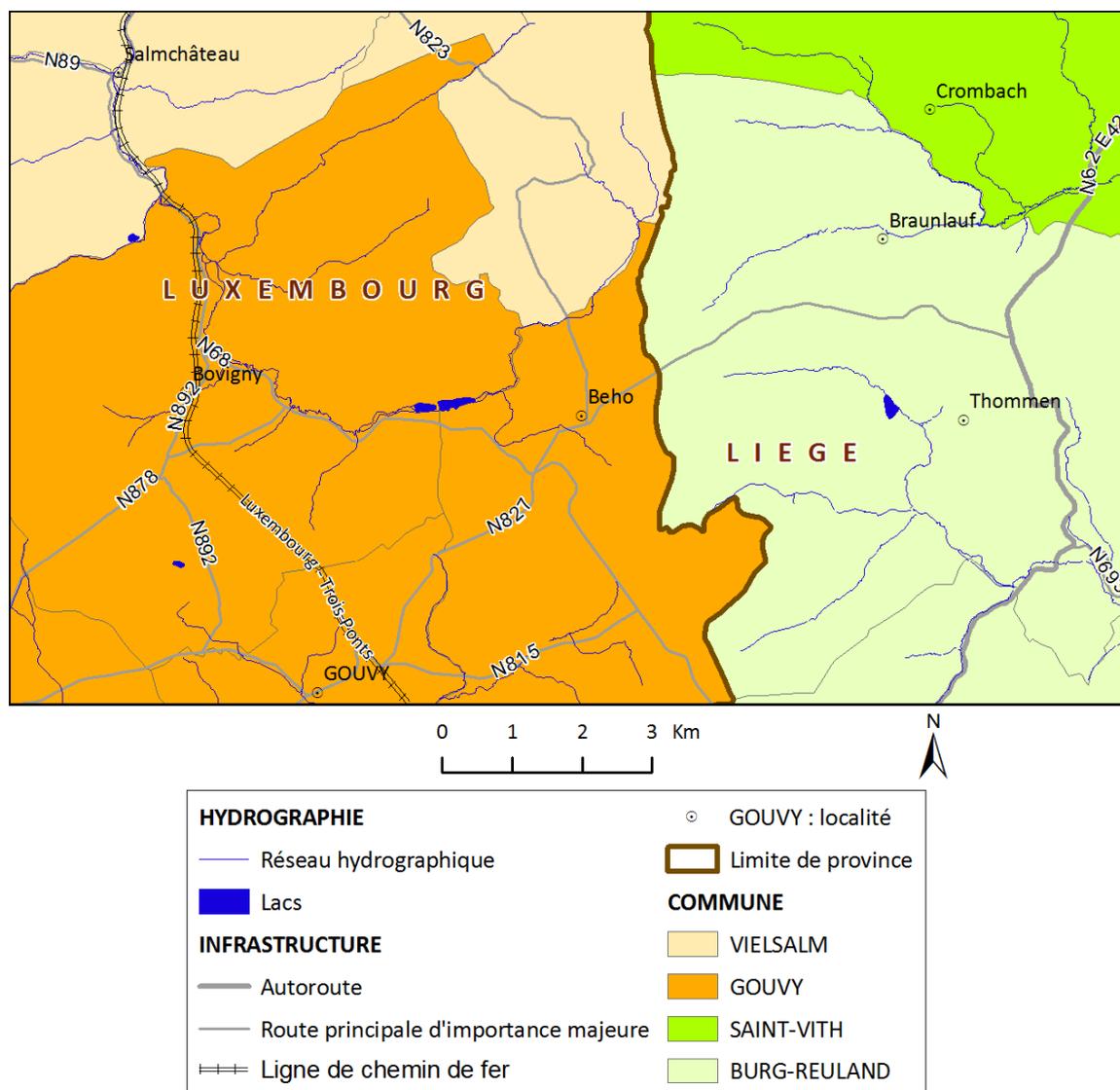


Figure II-1. Limites administratives des communes sur la carte Bovigny – Beho

Le réseau routier secondaire reliant les différentes agglomérations est connecté au réseau autoroutier par l'E42 qui passe à proximité de Thommen à l'est de la carte. Par ailleurs, la ligne de chemin de fer Luxembourg-Trois-Ponts traverse la carte du sud au nord en passant par Gouvy et Bovigny.

L'agriculture, la chasse, la sylviculture et l'exploitation du bois constituent les principales activités économiques dans cette région, la plus boisée de Wallonie.

II.2. CADRE GÉOMORPHOLOGIQUE

Le relief est caractérisé, dans son ensemble, par des hauts plateaux de 450 à 550 m d'altitude. Au méridien du village de Beho se dresse un long plateau d'orientation nord-sud marquant la crête de partage entre le bassin de la Meuse et le bassin du Rhin (Figure II-3). De part et d'autre de ce plateau partent deux autres lignes de crête d'orientation est-ouest. Une première à hauteur du village de Beho, le long de la nationale N827, marquant la ligne de partage des eaux de surface des bassins de l'Ulf et de Braunlauf. Une seconde, plus au sud, séparant les bassins de l'Ourthe et de l'Amblève. Par ailleurs, une autre ligne de crête, d'orientation NE-SO, se marque dans la partie septentrionale de la planchette de Bovigny entre le bassin du Glain et celui de la Salm en amont du plan d'eau de Vielsalm.

Les vallées sont constituées de larges dépressions peu profondes creusées par le réseau hydrographique dans des schistes, des phyllades ou des quartzophyllades altérés. Par contre, la vallée de la Salm, dans l'extrémité nord-ouest de la carte, est plus étroite et plus profonde ce qui traduit une lithologie plus résistante (Figure II-2).



Figure II-2. Photo de paysage près de Salmchâteau au nord-ouest de la carte. Source : Vol en montgolfière (Vielsalm et le lac des Doyards), Google Earth.

II.3. CADRE HYDROGRAPHIQUE

Le réseau hydrographique est relativement dense, témoignant d'un substrat peu perméable favorisant le ruissellement au détriment de l'infiltration et de la recharge des nappes. Les ruisseaux sont toutefois pérennes, soutenus par une alimentation très variable, mais continue, des nappes souterraines. Les plaines alluviales ne sont pas importantes.

Le réseau hydrographique appartient à trois bassins : l'Amblève et l'Ourthe (bassin de la Meuse) et la Moselle (bassin du Rhin). Ces trois bassins sont subdivisés en plusieurs sous-bassins principaux (Figure II-3).

II.3.1. Bassin de l'Amblève

Occupant environ 68 km² sur la partie nord-ouest de la planche, le bassin de l'Amblève est partagé principalement en deux sous-bassins : le Glain (51 km²) et la Salm en amont du plan d'eau de Vielsalm (17 km²) (Figure II-3). Ces deux sous-bassins sont drainés par la Salm², rivière qui prend sa source près du village de Bovigny et se jette dans l'Amblève à Trois-Ponts.

L'évolution pluriannuelle des débits journaliers enregistrés par la station « L6070 - Trois-Ponts – Salm » (située à Trois-Ponts, hors de la carte à 12 km au nord de Salmchâteau) est caractérisée par de faibles débits d'étiage pendant l'été et par des crues pendant les périodes hivernales. Une évolution type des débits est donnée à la Figure II-4. Cette tendance s'explique par l'évapotranspiration et la rétention des feuillages importantes au printemps et en été et la faible capacité de stockage du sous-sol formé principalement de schistes et de phyllades.

² Dans les usages locaux, l'amont du lac de Vielsalm est nommé Glain en lieu et place de Salm, Ce dernier nom est réservé à l'aval du Lac de Vielsalm

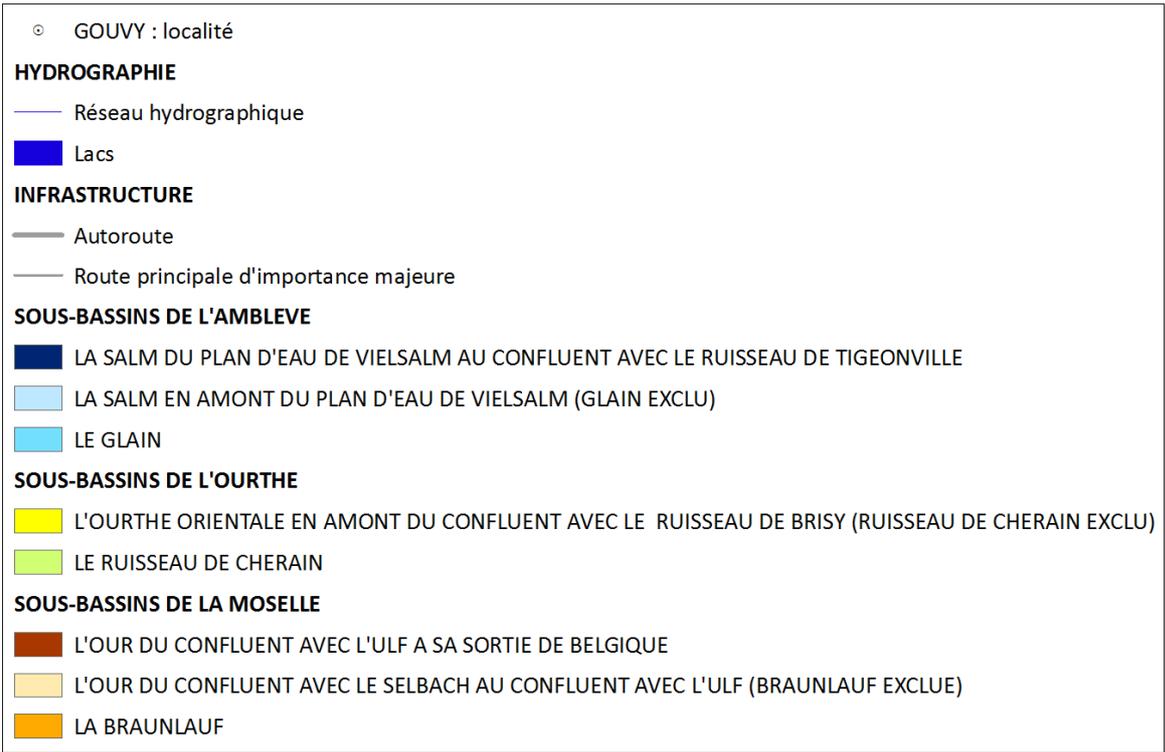
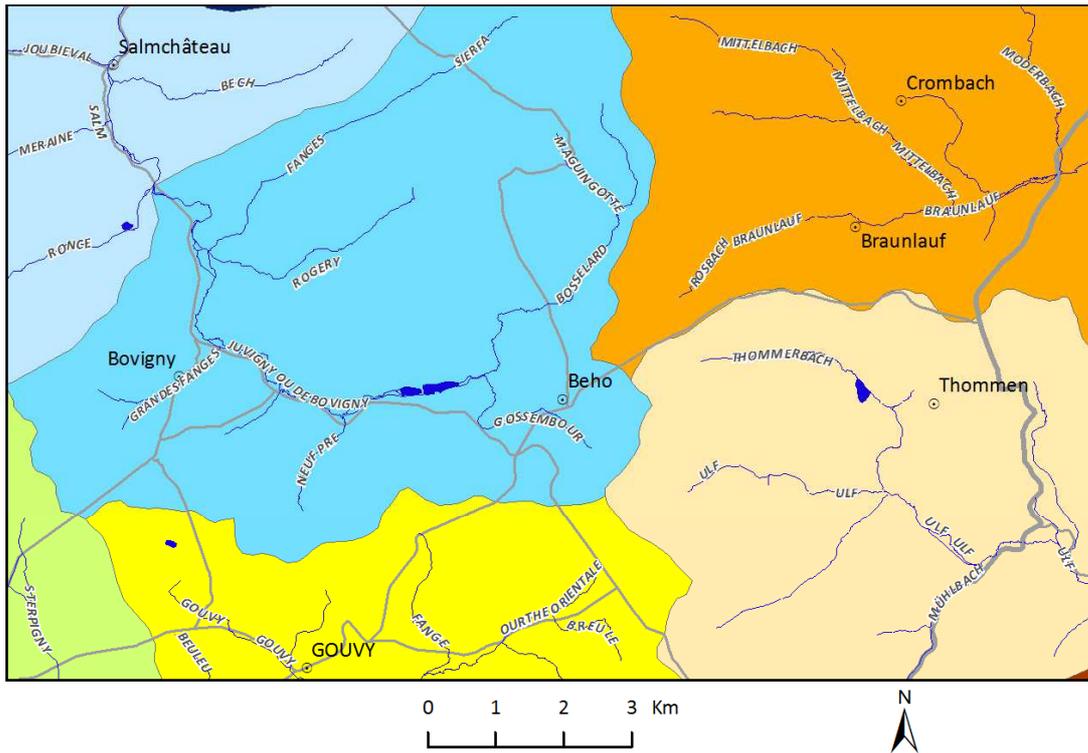


Figure II-3. Carte hydrographique de Bovigny – Beho

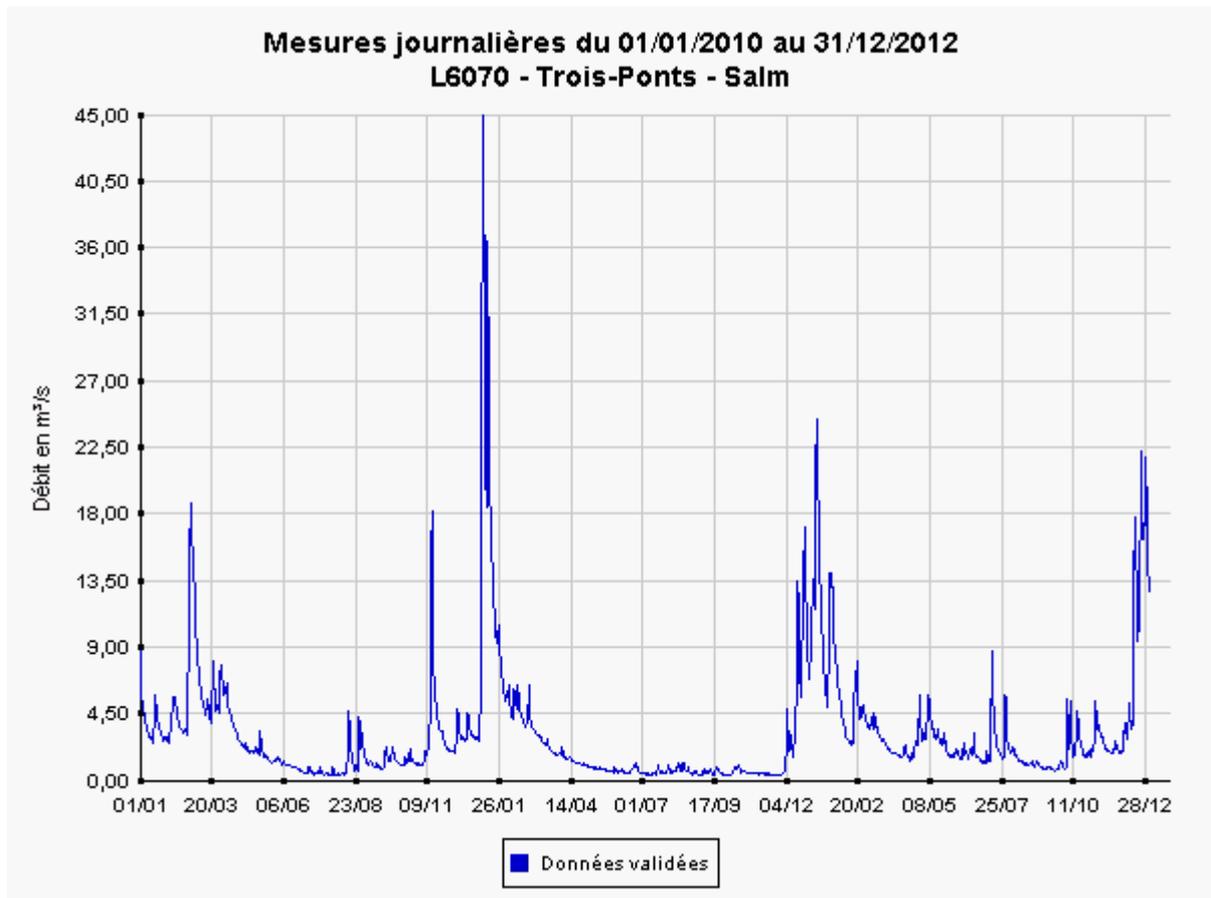


Figure II-4. Evolution pluriannuelle des débits journaliers observés entre janvier 2010 et décembre 2012 à la station limnimétrique « L6070 - Trois-Ponts – Salm » du Service Public de Wallonie (SPW) – Direction des cours d'eau non navigables. Source :
<http://aqualim.environnement.wallonie.be>

II.3.2. Bassin de l'Ourthe

L'Ourthe (Ourthe orientale) prend sa source à 500 m d'altitude au nord du village du même nom. Son bassin hydrographique, qui occupe environ 24 km² sur la planche, est subdivisé en deux sous-bassins : Cherain et Ourthe orientale en amont de la confluence avec le ruisseau de Brizy (hors de la carte). Ces deux sous-bassins ne sont représentés sur la carte que par les têtes de vallées de quelques ruisseaux secondaires, dont les principaux sont le ruisseau de Sterpigny et le ruisseau de Gouvy, tous les deux affluents de l'Ourthe.

II.3.1. Bassin de la Moselle

Le bassin de la Moselle occupe 67 km² de superficie sur la planchette de Beho. Il y est représenté principalement par les sous-bassins de :

- l'Our, du confluent avec le Selbach au confluent avec l'Ulf (Braunlauf exclue) (36 km²). L'Ulf, son principal affluent, prend naissance à environ 2 km au sud-est de Beho, dans une zone boisée située à 470 m d'altitude. Malgré la prédominance des terrains agricoles, la qualité de l'eau du réseau hydrographique est bonne.

- la Braunlauf (31 km²). Le ruisseau de la Braunlauf prend naissance à 470 m d'altitude, 2 km au nord-est de Beho. Au sud et au sud-est du village de Braunlauf, les têtes des vallées sont parsemées de sources (*Quelle en allemand*).

III. CADRE GÉOLOGIQUE ET STRUCTURAL

III.1. CADRE GÉOLOGIQUE RÉGIONAL

Le cadre géologique sera développé dans un premier temps à l'échelle régionale, restreinte à la Haute Ardenne, avant d'étudier, plus en détails, la géologie de la zone couverte par la planche Bovigny – Beho.

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

- dépôt d'une série sédimentaire du Cambrien, de l'Ordovicien et du Silurien ;
- plissement calédonien et érosion de la chaîne calédonienne (pénéplanation) ;
- dépôt en discordance sur le socle calédonien d'une série sédimentaire dévono-carbonifère ;
- plissement hercynien suivi d'une pénéplanation ;
- dépôts discontinus de séries sédimentaires méso-cénozoïques discordantes sur les socles calédonien et hercynien.

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

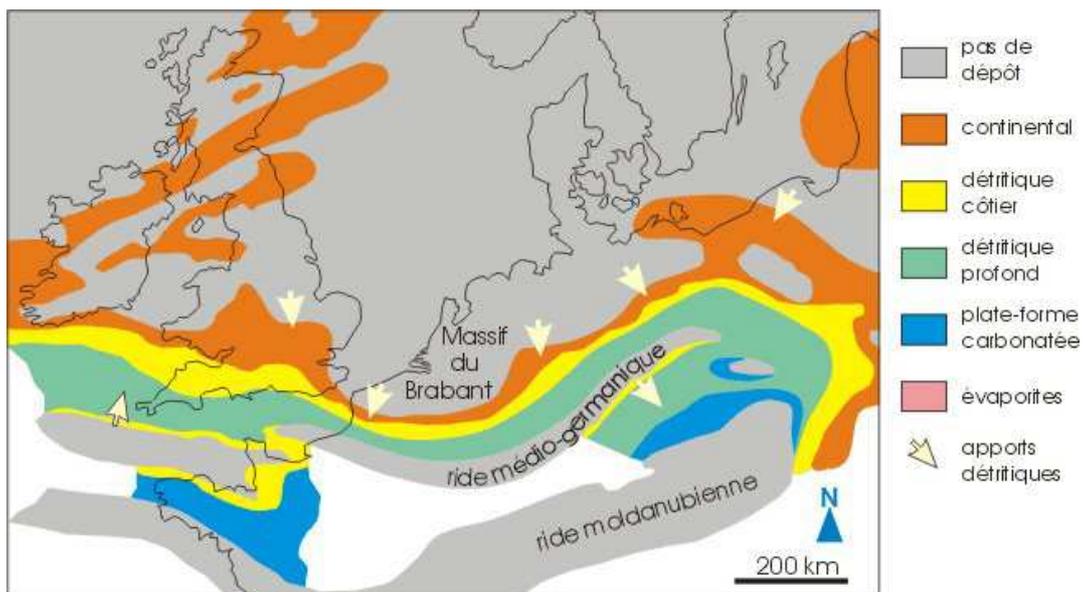


Figure III-1. Schéma paléogéographique du nord-ouest de l'Europe au Dévonien inférieur.

Source : Université de Liège – Département de Géologie,
<http://www2.ulg.ac.be/geolsed/geolwal/geolwal.htm>

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

La stratigraphie du Dévonien inférieur a été revue et mise à jour par la commission nationale de stratigraphie du Dévonien (Godefroid *et al.*, 1994) dont la terminologie se limite au bord sud du Synclinorium de Dinant, hors contexte de la carte qui nous concerne. La carte hydrogéologique Bovigny – Beho est basée sur la carte géologique du Synclinorium de l'Eifel (Vandenvén, 1990), publication dans laquelle la description lithologique est très succincte. C'est la raison pour laquelle, dans un souci de clarté et de cohérence, la terminologie stratigraphique utilisée est celle établie par Asselberghs (1946) adaptée à sa carte géologique de l'Eodévonien de l'Ardenne et des régions voisines.

Le synoptique présenté au Tableau III-1 permet de corréler les nomenclatures stratigraphiques ancienne et nouvelle. La Figure III-2 donne une vision synthétique plus large des formations qui composent le bassin sédimentaire éodévonien et leur corrélation entre les deux Synclinoria de Dinant et de Neufchâteau. Ces formations terrigènes sont arénacées, voire conglomératiques dans la partie septentrionale du Synclinorium de Dinant, alors que plus au sud, les faciès péliques dominent et les épaisseurs augmentent (Boulvain et Pingot, 2013).

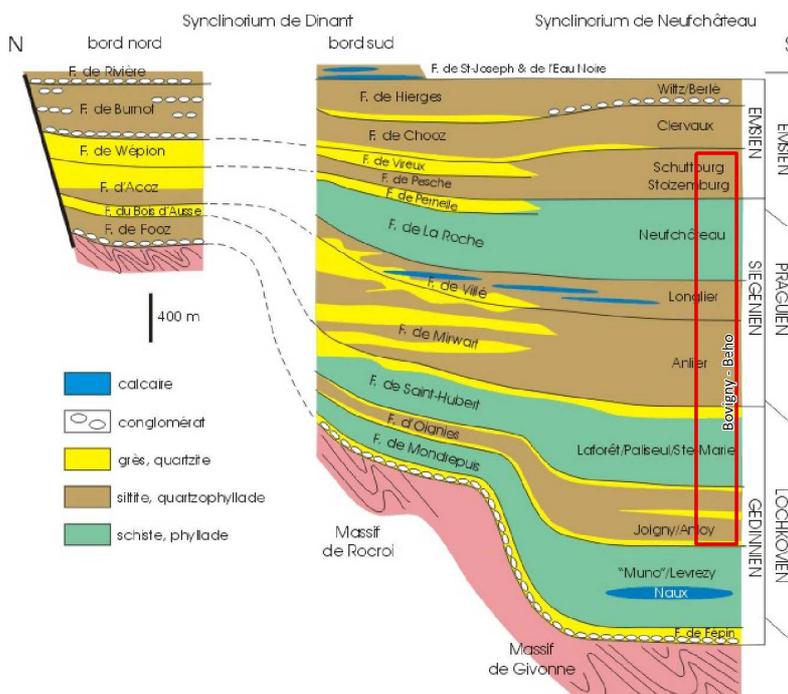


Figure III-2. Transect nord-sud dans les Synclinoria de Dinant et de Neufchâteau, durant le dépôt du Dévonien inférieur (modifié d'après Boulvain et Pingot, 2013). Le contexte de la carte Bovigny – Beho est encadré

La Haute Ardenne se définit comme un plateau vallonné compris entre la bande mésodévonienne de la Calestienne au nord et les séries monoclinales du Mésozoïque au sud. Ce plateau est composé d'un socle « calédonien » et de sa couverture essentiellement éodévonienne (Figure III-3).

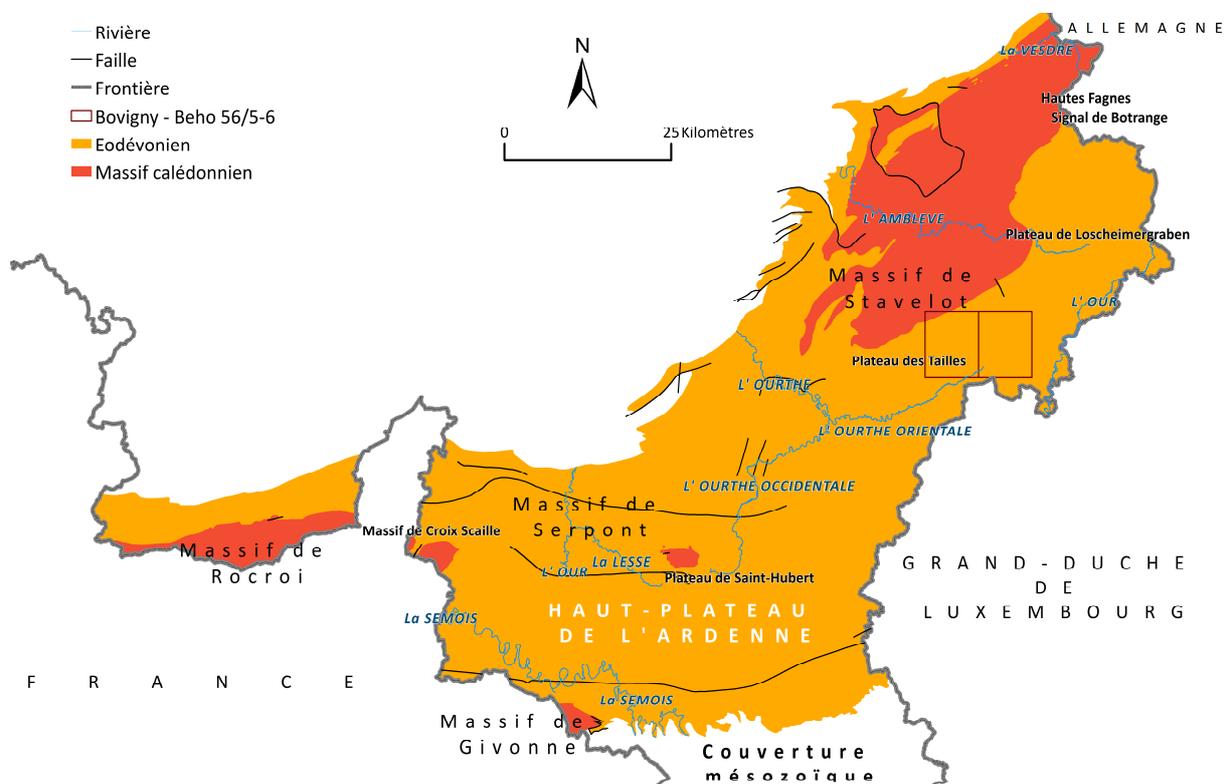


Figure III-3. Cadre géologique simplifié de l'Eodévonien de l'Ardenne avec localisation de la carte Bovigny - Beho

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

La couverture éodévonienne expose une série sédimentaire discordante sur le socle calédonien. La sédimentation couvre le Pridoli, le Gedinnien, le Siegenien et l'Emsien. Les matériaux sont constitués par un conglomérat de base (Fépin) surmonté par des faciès schisto-gréseux où dominent les roches schisteuses incompetentes. Ils sont déformés en un train de plis serrés et affectés par une schistosité, tous deux issus de l'orogénèse

hercynienne. Cette couverture éodévonienne se structure autour des grands anticlinoria de l'Ardenne et de Givonne. L'anticlinal de Givonne est séparé du Synclinorium de Neufchâteau-Eifel par la faille de charriage d'Herbeumont.

III.2. CADRE GÉOLOGIQUE DE LA CARTE BOVIGNY – BEHO

III.2.1. Cadre litho-stratigraphique

La description de la géologie locale s'appuie principalement sur les travaux d'Asselberghs (1946) bien que la carte hydrogéologique Bovigny – Beho soit basée principalement sur le travail de Vandenvén (1990). Le choix est motivé par une meilleure description lithologique du premier auteur et par un meilleur tracé des affleurements et une meilleure description de la tectonique pour le second. Pour plus de détails, il est conseillé de consulter directement ces deux études. D'autres informations proviennent des archives du Service géologique de Belgique (SGB) et de quelques études hydrogéologiques réalisées dans la région.

La région présentée sur la carte est située dans la transition entre le Synclinorium de Neufchâteau-Eifel et le Massif de Stavelot. Des formations d'âge Ordovicien inférieur (Salmien) sont observées à l'affleurement dans le coin extrême nord-ouest de la carte. Il s'agit principalement de roches silicatées, constituées essentiellement de quartzophyllades métamorphiques dépourvus de carbonates. Les terrains rencontrés à l'affleurement sur la quasi-totalité de la carte appartiennent au Dévonien inférieur (Gedinnien, Siegenien et Emsien). Il faut souligner qu'au sein de celui-ci, les transitions entre les formations lithologiques sont progressives empêchant souvent de fixer des limites stratigraphiques tranchées (Vandenvén, 1990). Enfin, des dépôts cénozoïques formés notamment des alluvions tapissent les fonds de vallées.

La lithologie et l'épaisseur de chaque unité stratigraphique seront systématiquement présentées, en mettant l'accent sur les localisations des roches arénacées. L'affleurement des différentes formations est représenté par un extrait de la carte géologique des Cantons de Malmédy & de St. Vith au 1/100 000 (Vandenvén, 1990) (Figure III-4).

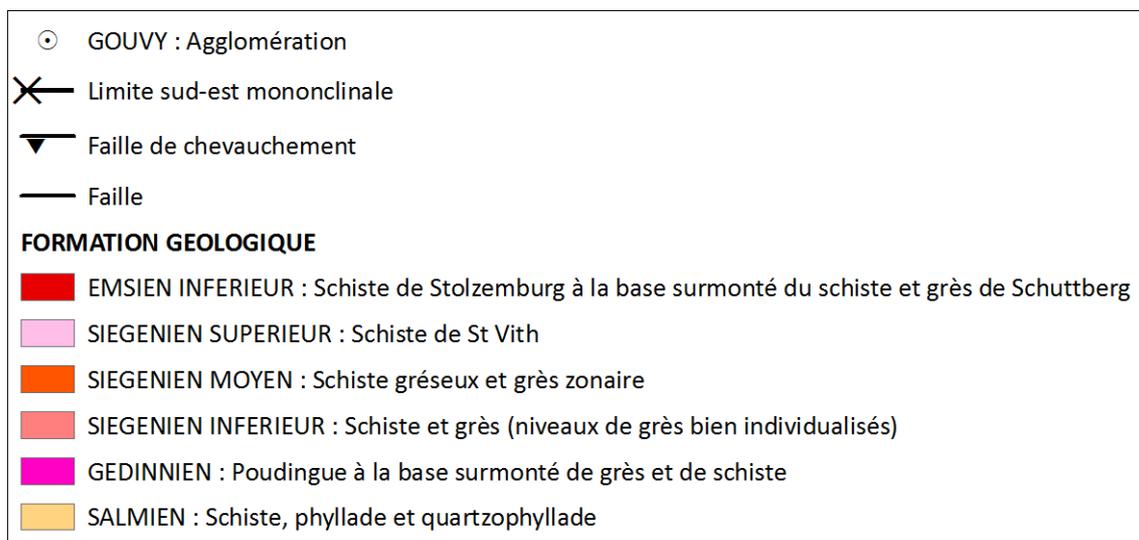
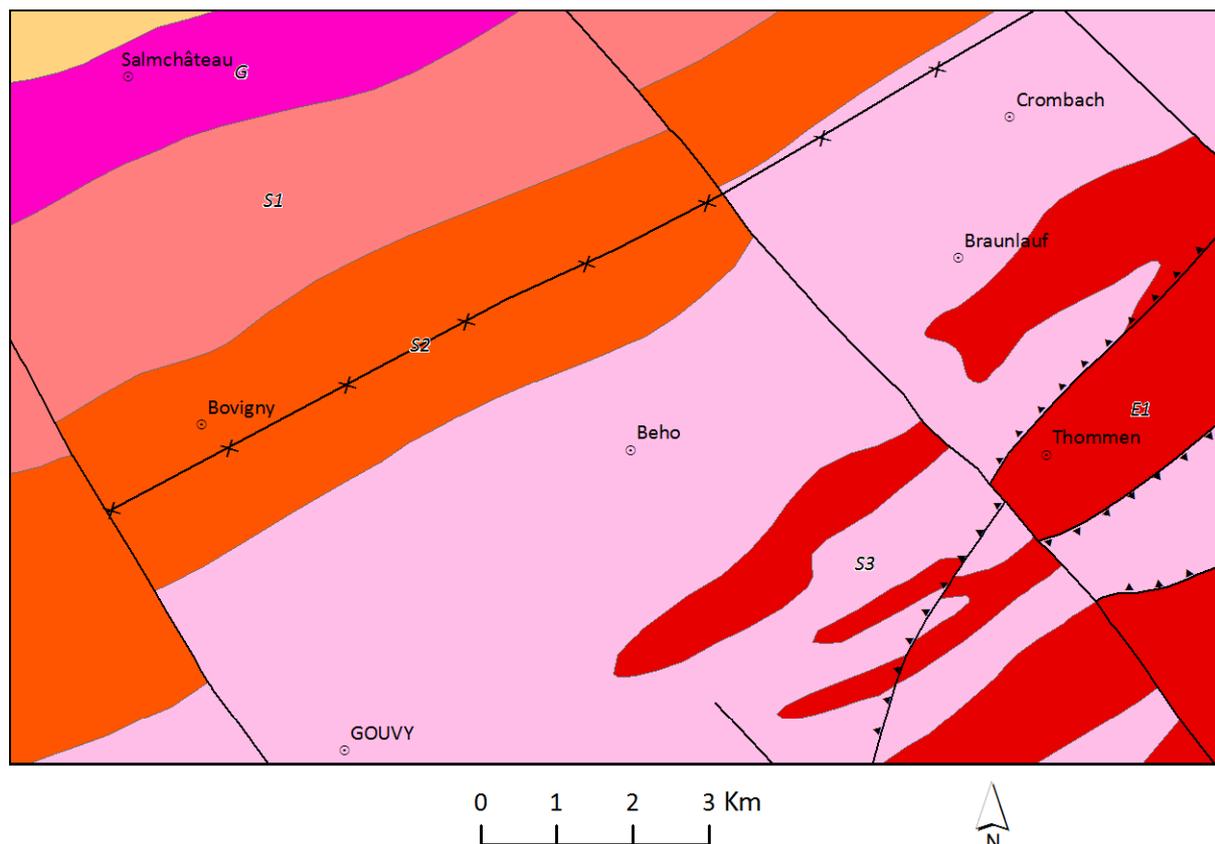


Figure III-4. Extrait de la carte géologique des Cantons de Malmédy & de St. Vith au 1/100 000 (Vandenvén, 1990 modifié) correspondant à la planche topographique 56/5-6.

III.2.2. Paléozoïque

III.2.2.1. Ordovicien inférieur

L'Ordovicien n'affleure que sur une faible superficie (environ 1 km²) au nord-ouest du village de Salmchâteau. Il y est représenté par le Salmien inférieur (*Sm1a* et *Sm1b*) et par le Salmien moyen (*Sm2*), couverts par les terrains du Gedinnien. C'est un prolongement méridional du Massif de Stavelot situé au nord-ouest de la planche (Figure III-3).

III.2.2.1.1 Salmien inférieur (Sm1)

Le Salmien inférieur, tel que identifié par Legrand (1965) sur la carte géologique voisine, St Vith – Schoenberg 56/3-4, est constitué principalement de schistes, de phyllades et de quartzophyllades. Du point de vue stratigraphique, le *Sm1* doit probablement correspondre à la *Formation de Jalhay (JAL)* de Geukens (1999), qui peut dépasser 400 m d'épaisseur sur la bordure méridionale du Massif de Stavelot.

III.2.2.1.2 Salmien moyen (Sm2)

Le Salmien moyen, caractérisé par la présence de « coticule », correspondrait à la Formation d'Ottré (OTT). Celle-ci est composée de schistes phylladeux et de quartzophyllades. Son épaisseur est estimée à environ 150 m.

III.2.2.2. Dévonien inférieur

III.2.2.2.1 Gedinnien (G)

Le Gedinnien, représenté sur la carte par sa partie supérieure, correspondrait au Lochkovien dans la nouvelle nomenclature du Dévonien inférieur (

Tableau III-1). Legrand (1965) y distingue, à la base, du poudingue et du grès grossier souvent altéré en kaolin, et au sommet, du schiste phylladeux, gris violacé, veiné ou tacheté de vert, avec du grès vert souvent grossier et micacé. C'est l'équivalent de la Formation de Waimes, constituée de lentilles de poudingue notées entre autre dans les affleurements de Salmchâteau (Vandenvén, 1990). Cet alignement de poudingue est surmonté par d'épaisses couches de grès grenu souvent straticulé de lits de gravillons de quartz et de roches arrachés au socle calédonien. Ces roches sont appelées commercialement « Arkoses », mais du point de vue pétrographique, le terme ne convient pas à ce grès dont la teneur en éléments feldspathiques n'atteint pas 25 %. Le grès forme une série de bancs de 0,50 m d'épaisseur séparés par de minces strates de schistes. Au poudingue et aux grès succèdent des matériaux argilo-sableux.

Le Gedinnien affleure sur une bande NE-SO d'environ 1,5 km de large passant par le village de Salmchâteau (Figure III-4). Son épaisseur moyenne est estimée sur la coupe à 700 m d'après Vandenvén (1990).

III.2.2.2.1 Siegenien : Siegenien inférieur (S1)

Le Siegenien inférieur (*S1*) correspond dans la nomenclature actuelle à la Formation de Mirwart (MIR) du Lochkovien supérieur et du Praguien d'après les subdivisions du Dévonien inférieur (Godefroid *et al.*, 1994) et à la Formation d'Amel d'après Vandenvén (1990) (

Tableau III-1).

Legrand (1965) décrit l'assise comme « *Grès de Cierreux* » : un grès gris-bleu, en masse puissante, se modifiant climatiquement en grès bigarré rouge et bleu, ou aussi en quartzite blanchâtre, exploitées dans plusieurs carrières au sud de Salmchâteau. D'après Vandenvén (1990), la limite entre les formations de Waimés et d'Amel est difficile à préciser, tellement les transitions lithologiques sont progressives. Les couches de grès semblent plus abondantes, plus individualisées et mieux développées au sommet de la formation.

Le S1 affleure au nord-ouest de la planche sur une bande de direction SO-NE, entrecoupée par des failles de décrochement (Figure III-4). Son épaisseur est estimée sur la coupe à 1000 m.

III.2.2.2 Siegenien : Siegenien moyen (S2)

Le Siegenien moyen (S2) est l'équivalent de la Formation de Villé (VIL) du Praguien dans la nouvelle subdivision du Dévonien inférieur d'après Godefroid *et al.*, (1994). Il correspond à la Formation de Longlier de Vandenvén (1990) (

Tableau III-1).

Une importante variation latérale affecte la formation avec une dominance de quartzophyllades sur la carte, observée notamment à Bovigny. Des schistes quartzophylladeux et des grès zonaires sont également notés. Pour la Formation de Longlier, Vandenvén (1990) constate l'absence des horizons épais de grès caractéristiques de la Formation d'Amel sous-jacente. Par contre, les roches fossilifères carbonatées y sont fréquentes avec des brachiopodes, des lamellibranches et des polypiers fortement altérés.

La formation affleure sur une bande de direction SO-NE d'environ 2 km de large, décalée par des failles à décrochement sénestre (Figure III-4). Son épaisseur est estimée à 1000 m dans la région de Saint-Vith.

III.2.2.3 Siegenien : Siegenien supérieur (S3)

Le Siegenien supérieur (S3) est actuellement appelé Formation de La Roche (LAR) du Praguien dans la nouvelle subdivision du Dévonien inférieur. L'assise correspond à la Formation de Saint-Vith de Vandenvén (1990) (

Tableau III-1).

D'après Legrand (1965), l'assise du S3 est formée essentiellement de schiste phylladeux bleu foncé, souvent homogène, parfois zonal, s'exfoliant par altération en fines paillettes décolorées, de teinte isabelle, décoloration rongée assez caractéristique. Sur la carte, le faciès de Saint-Vith est exclusivement formé de schiste phylladeux compact gris sombre, ou

noir (Vandenvén, 1990). Quelques gîtes fossilifères ont été notés par cet auteur à Gouvy et Beho entre autres.

La Formation de Saint-Vith affleure sur la moitié sud-est de la planche, couverte par quelques bandes de l'Emsien inférieur (Figure III-4). Son épaisseur est estimée à 2500 m dans la région de Bovigny où elle semble être complète.

III.2.2.2.4 Emsien : Emsien inférieur (E1)

L'Emsien inférieur (E1) correspond à la Formation de Pesche (*PES*) et à la Formation de Vireux (*VIR*) dans la nouvelle subdivision du Dévonien inférieur. Pour Vandenvén (1990), l'Emsien inférieur est représenté dans la région par la Formation de Breitfeld-Steinebrückal. Les levés géologiques et les descriptions des sondages n'auraient pas permis à l'auteur une subdivision en deux niveaux (tableau III.1).

Il s'agit principalement de schistes généralement finement stratifiés avec quelques couches de grès contenant des nodules de grès sombres, pyriteux, souvent altérés.

La Formation de Breitfeld-Steinebrück affleure en bandes discontinues, tronquées par des failles au sud-est de la planchette de Beho.

III.2.3. Cénozoïque

III.2.3.1. Alluvions modernes (AMO)

Les alluvions modernes sont des dépôts récents qui couvrent les fonds de vallées des cours d'eau permanents ou intermittents. Les dépôts plus importants sont observés dans la vallée de la Salm. Les alluvions sont constituées de produits d'altération des phyllades et des quartzites essentiellement. On y trouve des mélanges de limon argileux, de silt, de sable et de gravier.

Le tracé des alluvions est extrait de la carte géologique de Bovigny - Beho au 1/40 000 (Lohest, 1902) pour la partie ouest de la carte. Pour la partie est, les limites des alluvions sont extraites de la carte des sols de Wallonie. Les dépôts sont de faible épaisseur, ne dépassant pas le mètre.

III.3. CADRE STRUCTURAL

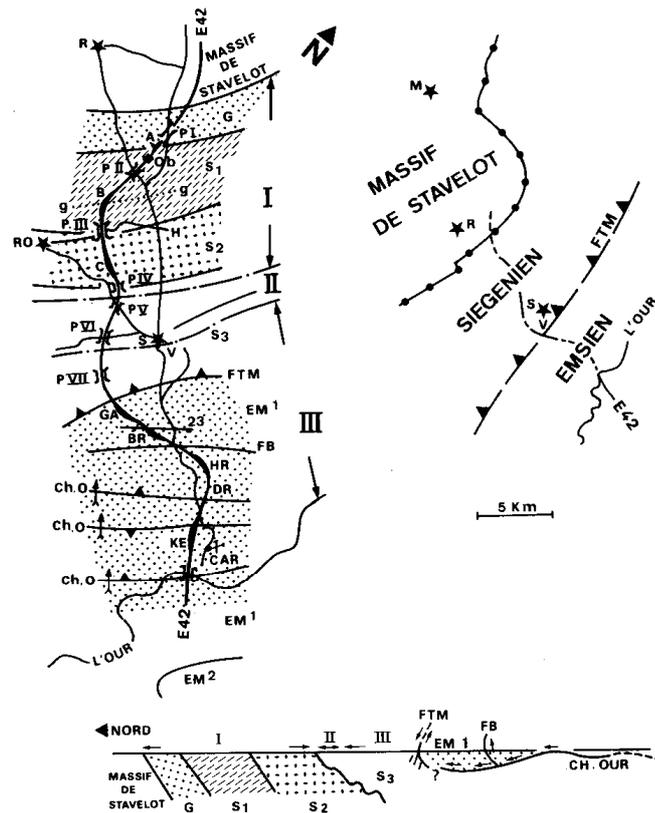
Le cadre structural de la région est basé principalement sur les observations géologiques de Vandenvén (1990) durant les travaux de l'autoroute E42 entre Born et la vallée de l'Our en passant par Saint-Vith.

Du point de vue structural, la région est située sur le flanc nord du Synclinorium Eifel – Neufchâteau. Trois principaux domaines structuraux (I, II, et III) ont été distingués par Vandenvén (1990) (Figure III-5) :

- Domaine des plateaux de Niederemmels ou domaine monoclinale ;
- Zone de transition de Crombach, ou plis et plis faillés ;
- Domaine plissé et faillé situé entre Saint-Vith et la vallée de l'Our et le « charriage de l'Our » ou domaine des « nappes ».

La Faille de Troisvierges – Malsbenden FTM (Figure III-5) n'a pas été directement observée mais son passage a été déduit par les nombreux kink bands¹ qui affectent les schistes de la Formation de Saint-Vith près du pont autoroutier de Maillust (route Saint-Vith – Luxembourg). C'est un élément structural majeur chevauchant la partie sud sur la partie nord. Au sud, les terrains sont formés de couches emsiennes très plissées et faillées. Au nord, les terrains ont un aspect monoclinale calme, formés de couches du Gedinnien et du Siegenien inférieur et moyen.

¹ « Petits plis angulaires (“knicks” ou “kink-bands”) souvent localisé à des zones schisteuses étroites au contact de puissantes séries quartzitiques compétentes et parfois au voisinage de failles normales ». (Matte, 1969)



* Agglomération de :

R : Recht

RO : Rodt

H : Hünningen

SV : Sankt-Vith

M : Malmédy

E 42 autoroute (ex A27)

PI à VII : ponts au nord de St-Vith

Affleurements (du nord au sud) à l'autoroute :

A : tranchée A, de Oberselbach.

Ob : aire de repos de Oberselbach.

B : tranchée B, de Emmelserheide.

g.....g : ligne des exploitations de grès «Rodb-Venchen-Amel».

C : tranchée C, de Hünningerheide.

GA : tranchée de Galhausen.

BR : tranchée de Breitfeld.

HR : tranchée de Herrenheide.

DR : aire de repos de Dreihütten.

KE : tranchée et accès de Kimmel.

Failles :

Ch. O. les trois affleurements du charriage de l'Our.

F.B. faille de Breitfeld (sensu R. Legrand).

FTM. faille de Troisvierges-Malsbenden.

Domaines structuraux :

I : Plateaux de Niederemmels.

II : Transition de Crombach-gemeinde.

III : Domaine plissé et faillé «St-Vith - Our».

Figure III-5. Situation structurale régionale (Vandenvén, 1990)

III.3.1. Domaine des plateaux de Niederremmels ;

La Formation de Waimes est en discordance sur le Massif de Stavelot avec des grès à pendage sud-est à la base (Figure III-6).

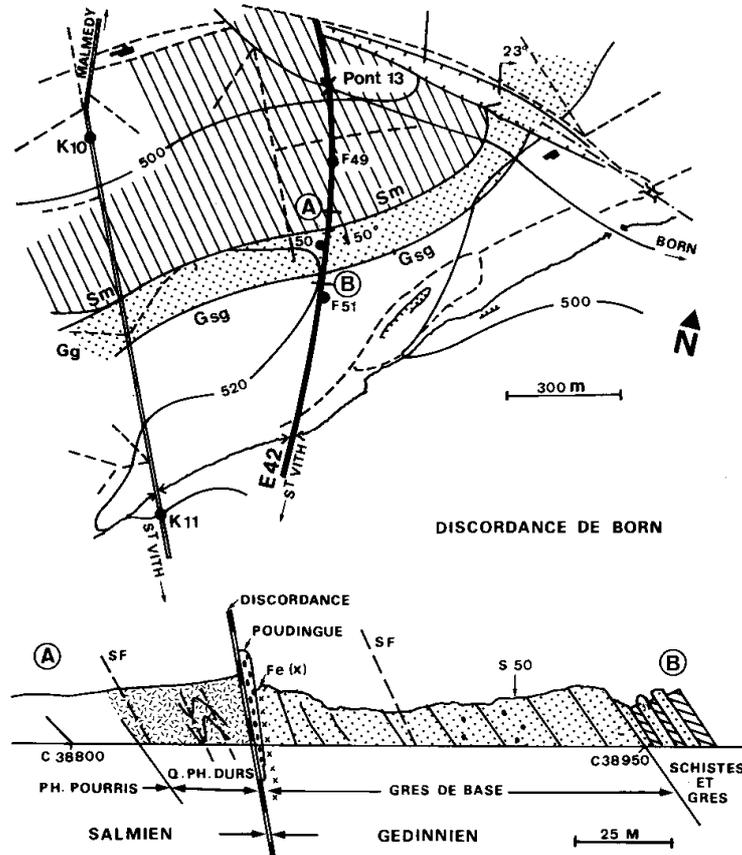


Figure III-6. Discordance de Born; contact entre le Dévonien inférieur et le Massif de Stavelot, Q.PH. = quartzophyllades (Vandeven, 1990)

La Formation de Waimes, la Formation de Amel et une grande partie de la Formation de Longlier forment une structure monoclinale à pendage régulier de 40° à 50° vers le sud-est (Figure III-7). Le clivage des schistes est un clivage de fracture à 65°SE. Cet aspect monoclinale s'atténue vers l'est et disparaît au méridien d'Amel. Il se poursuit par contre vers l'ouest d'après la coupe géologique de Salmchâteau à Kautenbach par Gouvy (Figure III-8) réalisée par Asselberghs, (1946).

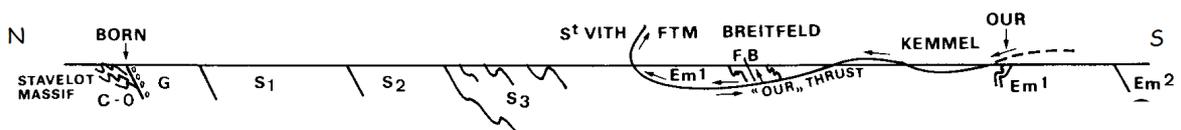


Figure III-7. Une coupe géologique générale Born - Vallée de l'Our (Vandeven, 1990)

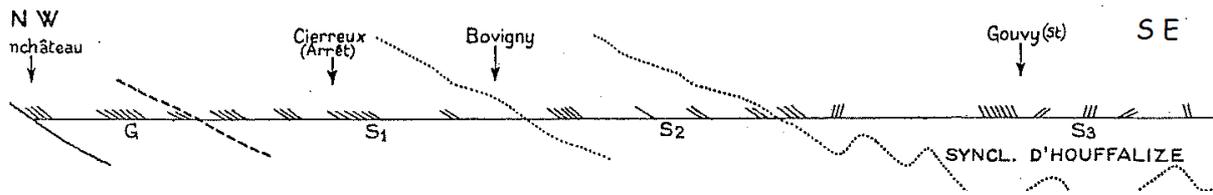


Figure III-8. Extrait de la coupe géologique de Salmchâteau à Kautenbach par Gouvy (Asselberghs, 1946)

III.3.2. Zone de transition de Crombach

C'est une zone étroite caractérisée par quelques rares plis en chaise et un redressement du clivage à 70° - 80° SE.

III.3.3. Domaine plissé et faillé de « Saint-Vith – Our »

Ce domaine est caractérisé par des couches du Siegenien supérieur et de l'Emsien intensément plissées et faillées au sud de la faille de Troisvierges-Malsbenden (FTM). Les plis sont ouverts, droits ou légèrement déversés avec un clivage de fracture en éventail. La région est caractérisée par des failles inverses très faiblement inclinées qualifiées de charriage par Legrand (1965). Les affleurements, rendus possibles par les travaux de l'autoroute, ont permis à Vandenven (1990) de confirmer la présence d'une faille de chevauchement à allure ondulante qu'il qualifia de « charriage de l'Our ». Le compartiment supérieur est déplacé vers le nord sans pouvoir estimer l'ampleur de ce chevauchement.

IV. CADRE HYDROGÉOLOGIQUE

Avant de développer la partie hydrogéologique de la notice, il est utile de rappeler la définition des termes aquifère, aquiclude et aquitard :

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

Remarque : ces notions sont relatives et doivent s'adapter au contexte hydrogéologique tel que les terrains du Dévonien inférieur de l'Ardenne. A une échelle régionale, on peut considérer que les terrains ardennais sont plus ou moins aquicludes, comparés aux principaux aquifères de Wallonie (calcaire et craie notamment). Par contre, à l'échelle locale de la carte Bovigny – Beho (1/25 000), il est important de distinguer les potentiels hydrogéologiques des différentes formations géologiques.

IV.1. HYDROGÉOLOGIE RÉGIONALE

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

La partie occidentale de la carte hydrogéologique Bovigny - Beho s'inscrit dans la masse d'eau RWM100 « Grès et schistes du massif ardennais : Lesse, Ourthe, Amblève et Vesdre ». Sa partie orientale appartient principalement à la masse d'eau RWR101 « Grès et schistes du massif ardennais : bassin de la Moselle » (Figure IV-1).

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



Figure IV-1. Masses d'eau souterraine en Wallonie

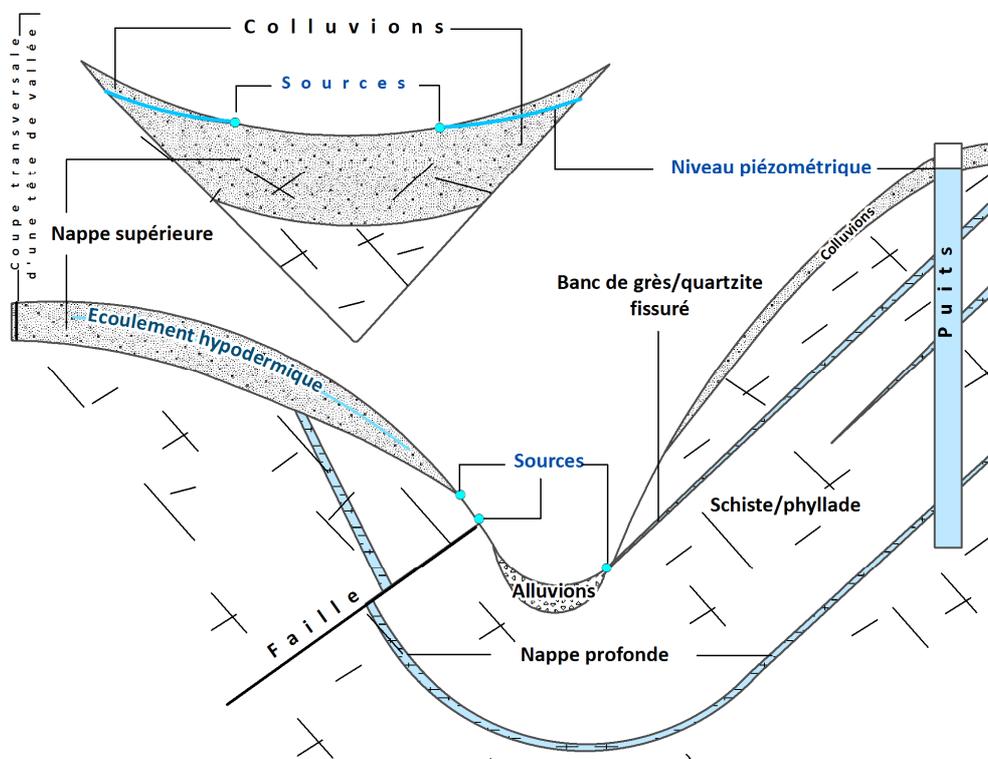


Figure IV-2. Schéma hydrogéologique simplifié de l'Eodévonien de l'Ardenne

IV.1.1. Aquifère du manteau d'altération

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

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

IV.1.2. Aquifère profond

A plus grande profondeur, les nappes peuvent être contenues dans les passages gréseux et quartzitiques fissurés et dans les zones de fractures. Ces niveaux forment généralement des entités individualisées indépendantes et d'extensions variables mais relativement limitées (Derycke *et al.*, 1982). Ils peuvent toutefois être localement mis en contact par des failles ou cloisonnés par celles-ci selon les cas. Ces niveaux sont de type fissuré et l'eau qu'ils contiennent est généralement sous pression. Etant profondes et de caractère captif, les nappes sont moins soumises aux pollutions de surface. Il faut souligner néanmoins que des teneurs relativement élevées en nitrates peuvent être décelées dans certains puits sollicitant ces niveaux captifs. Les nappes sont captées généralement par des puits dépassant souvent une centaine de mètres de profondeur. Le rendement de ces aquifères est plus important et sensiblement constant durant toute l'année.

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

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

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

IV.1.3. Remarque générale

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

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

IV.2. HYDROGEOLOGIE LOCALE

Les fortes variations tant verticales que latérales des formations géologiques qui constituent les réservoirs aquifères, ajoutées à la rareté des études dans la région, rendent l'analyse hydrogéologique locale complexe, et au pronostic pour le moins incertain.

Par conséquent, il est difficile de localiser et de cartographier les aquifères potentiels du sous-sol. Dans une même formation géologique, la perméabilité varie entre les niveaux schisto-phylladeux et les niveaux grés-quartzitiques. Dans ces derniers, qui sont malheureusement difficilement cartographiables en détails, la perméabilité dépend du degré de fissuration. De plus, toutes les fissures et les zones de failles ne sont pas potentiellement aquifères : la nature des produits de colmatage issus de l'altération des roches influe sur cette potentialité. Les failles peuvent aussi jouer un rôle de compartimentage des nappes limitant le rendement des captages. C'est le cas où le produit de colmatage est fait d'argiles issues de l'altération des schistes et/ou des phyllades, ou dans le cas de mise en contact d'un niveau aquifère avec un horizon aquiclude. En revanche, les failles remplies de sable ou de galets issus de l'altération des grès et/ou de quartzites, peuvent favoriser les écoulements préférentiels, mettre en communication plusieurs niveaux aquifères et augmenter ainsi le rendement des ouvrages de prise d'eau.

Compte tenu de la nature lithologique du sous-sol (cf. chapitre III.2) et de la structure des couches géologiques (cf. chapitre III.3), il y a lieu de distinguer deux contextes hydrogéologiques sur la carte Bovigny – Beho. Le premier correspond au domaine monoclinale et le second au domaine plissé et faillé y compris dans la zone de transition de Crombach. L'aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur et l'aquiclude à niveaux aquifères de Villé font partie du premier domaine. L'aquiclude du Dévonien inférieur se trouve dans le second.

IV.2.1. Etude des linéaments

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

L'étude des linéaments¹ peut donner une idée sur les axes préférentiels d'écoulement compte tenu de la résistance des roches. Les vallées sont creusées préférentiellement dans les terrains altérés et fracturés alors que les sommets sont formés de roches plus résistantes telles que les grès et les quartzites compacts. Les linéaments recherchés, d'intérêt hydrogéologique, sont les dépressions puisque l'écoulement des eaux est favorisé dans les terrains fissurés et altérés. L'examen de ces structures sur la carte topographique, en suivant les talwegs, montre trois directions principales ; NE-SO, NO-SE et est-ouest. Du point de vue structural, les failles sont orientées NE-SO et NO-SE. L'écoulement doit se faire préférentiellement dans ces directions. Ainsi, les meilleurs sites d'implantation de captages se situent à l'intersection de plusieurs linéaments. Une prospection géophysique pourra affiner ce choix si des zones de fracturation importantes sont décelées. Un exemple de linéaments tracés sur base de la carte topographique dans la région du village de Beho est représenté sur la Figure IV-3. L'écoulement préférentiel des eaux souterraines le long des linéaments de talwegs peut être reflété par la naissance d'une série de sources sur certains de ces linéaments comme indiqués sur la figure.

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

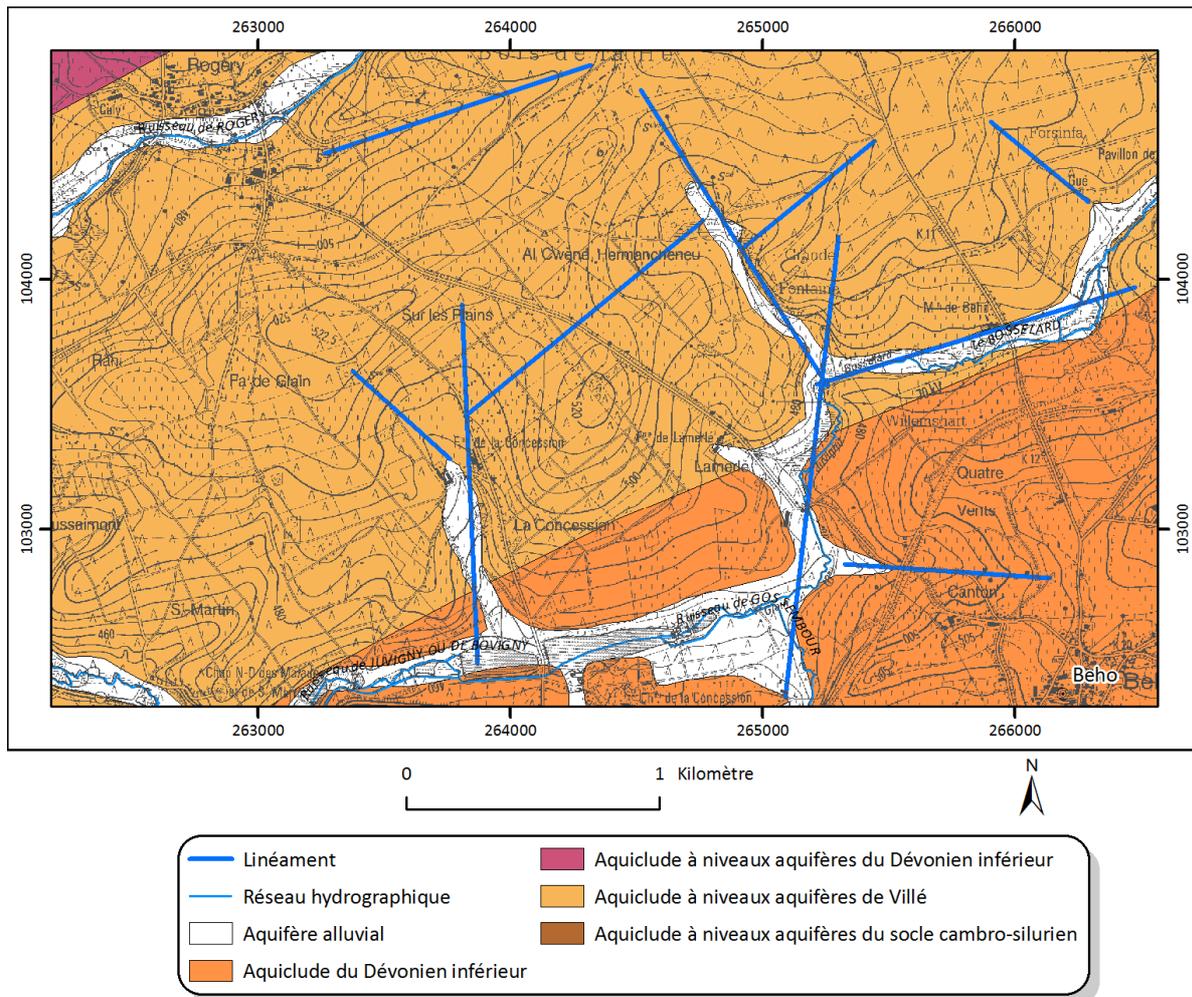


Figure IV-3. Exemple non exhaustif de linéaments tracés sur base de la carte topographique dans la région du village de Beho

IV.2.2. Description des unités hydrogéologiques

Sur base de la fréquence et de l'épaisseur des bancs gréseux et quartzitiques, les formations géologiques seront groupées en aquicludes ou en aquicludes à niveaux aquifères. Le tableau IV.1 donne la correspondance entre les formations géologiques et les unités hydrogéologiques.

Tableau IV-1. Tableau de correspondance géologie – hydrogéologie de la carte Bovigny – Beho

ERE	SYSTEME	SERIE	ETAGE	FORMATION*	ABREVIATION	LITHOLOGIE	UNITES HYDROGEOLOGIQUES
CENOZOÏQUE	QUATERNAIRE	SUPERIEUR			alm	Tourbe, éboulis de pente et alluvions modernes des vallées.	Aquifère alluvial
PALEOZOÏQUE	DEVONNIEN	INFERIEUR	EMSIEN	Breitfeld-Steinbrück	E1	Schistes généralement finement stratifiés avec quelques couches de grès contenant des nodules de grès sombres, pyriteux, souvent altérés	Aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur
			SEIGENIEN	Saint Vith	S3	Schistes phylladeux compacts	Aquiclude du Dévonien inférieur
				Longlier	S2	Schistes quartzophylladeux et grès zonaires ; schiste gréseux en dalles, grès souvent phylliteux avec roches fossilifères carbonatées	Aquiclude à niveaux aquifères de Villé
				Amel	S1	« Grès de Cierreux » ; Grès quartzitiques, quartzites, phyllades, grès massifs en bancs métriques et quartzophyllades.	Aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur
			GEDINIEN	Waimes	G	Poudingues et grès grossiers à la base. Grès souvent grossiers et micacés avec minces strates intercalaires de schistes. Matériaux argilo-sableux au sommet	Aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur
	ORDOVICIEN	INFERIEUR	SALMIEN	Moyen	Sm2	Schistes phylladeux et quartzophyllades à coticules	Aquiclude du socle cambro-silurien
				Inférieur	Sm1	Schistes, phyllades et quartzophyllades. Phyllades noirs pyritifères d'aspect revinien	

* Formation : selon Vandenven (1990) pour le Dévonien inférieur et Legrand (1965) pour le Salmien

IV.2.2.1. Aquiclude du socle cambro-silurien

L'aquiclude du socle cambro-silurien regroupe les assises du Salmien inférieur (*Sm1*) et moyen (*Sm2*). Les deux assises sont composées principalement de schistes et de phyllades mais elles peuvent renfermer quelques ressources aquifères locales et limitées au niveau des quartzophyllades fissurés.

Cet aquiclude n'est sollicité par aucun ouvrage connu sur la carte, mais il peut alimenter par drainance l'aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur sus-jacent suffisamment si la fracturation des bancs quartzophylladeux est développée. La discordance entre le Salmien et le Dévonien inférieur peut renfermer justement des ressources intéressantes en eau.

IV.2.2.2. Aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur

L'aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur regroupe les Formations de Waimes (G) et d'Amel (S1) d'une part, et la Formation Breifeld-Steinbrück d'autre part. Les niveaux les plus productifs se trouvent à la base du Gedinnien (G), composée de poudingue et de grès grossier, et dans les bancs gréseux du Siegenien inférieur (S1). L'alimentation de ces niveaux aquifères est assurée à la surface d'affleurement de ces assises (sur et en dehors de la carte). Le poudingue de base du Gedinnien est probablement alimenté en plus par drainance via le socle calédonien sous-jacent et au niveau de la surface de discordance.

Le manteau d'altération, constitué par des matériaux argilo-sableux, est caractérisé par une porosité d'interstices. Les bassins hydrogéologiques des nappes supérieures, contenues dans ce manteau, correspondent assez bien aux bassins hydrographiques presque indépendamment des assises géologiques. Ce sont des nappes libres dont le sens d'écoulement est dirigé vers les cours d'eau. La surface piézométrique est sensiblement parallèle à la surface topographique. Elles sont, rappelons-le, de faible capacité d'emmagasinement mais conviennent bien comme puits de prairies à pompage mécanique.

Par ailleurs, plusieurs captages de surfaces tels que des sources et des drains sont exploités notamment par les distributeurs publics d'eau potable. Ces prises d'eau sont souvent alimentées par la nappe supérieure du manteau d'altération. C'est le cas de la source « Bèche⁶ » par exemple (Pierlot, 1995) et le drain « Luxibout⁷ » qui est situé sur un linéament favorable à un bon écoulement dans le manteau d'altération. Sur ce même linéament se trouve, en aval, le plus important captage recensé sur la carte en termes de

⁶ C'est un captage réalisé en 1947 dont les caractéristiques sont inconnues.

⁷ L'ouvrage consiste en un captage de sources à l'aide de drains disposés en T à 2,5 m de profondeur, totalisant 40 m de longueur.

volume annuel produit. Il s'agit de la source « Salm Vevie » exploitée par la commune de Gouvy (Figure IV-6).

Les drains et les sources ne sont pas forcément alimentés uniquement par les nappes superficielles ; dans certains cas, une alimentation profonde est également observée. C'est le cas par exemple de la galerie « Lierminay⁸ » exploitée sur le versant ouest de la Salm par le service communal de Vielsalm (Pierlot, 1995). Le débit de cet ouvrage est relativement constant durant l'année (Jodocy et Lejeune, 2002).

Les privés, par contre, privilégient les puits forés, pour des raisons de proximité de leurs exploitations (entreprises, fermiers, ménages, etc). C'est le cas du puits dénommé « Coquilles d'Ardenne⁹ » qui a été foré à 41 m de profondeur dans la Formation de Waimes. Le niveau productif est situé entre 14 et 41 m de profondeur avec 2 m³/h de débit. La coupe technique du puits montre des terrains meubles sableux et argileux sur 14 m d'épaisseur, avec débris de roches issues de l'altération du bed-rock, suivis de grès jusqu'à la base du forage à 41 m. Du point de vue hydrogéologique, cette coupe reflète exactement le cadre général des ressources hydriques des terrains de l'Eodévonien de l'Ardenne ; une nappe supérieure logée dans le manteau d'altération, et des nappes plus profondes dans les grès et les quartzites fissurés.

IV.2.2.3. Aquiclude à niveaux aquifères de Villé

Le Siegenien moyen se distingue des formations voisines par ses teneurs carbonatées plus importantes. Cette fraction carbonatée lui assure un potentiel aquifère plus grand ainsi qu'une minéralisation et un pH plus élevés. Cependant, la Formation de Villé est caractérisée par une variation latérale de faciès schisteux à gréseux, ainsi que par une modification de la proportion d'éléments carbonatés (plus carbonatés vers le sud) et/ou arénacés. A l'échelle de la Wallonie, trois unités hydrogéologiques ont été ainsi définies afin de caractériser au mieux cette variation spatiale de faciès. En fonction de la lithologie dominante et de la fraction carbonatée, un choix est fait entre "*Aquitard à niveaux aquifères de Villé*" ou "*Aquiclude à niveaux aquifères de Villé*". Si les informations disponibles ne permettent pas de trancher, c'est l'appellation "*Aquiclude-Aquitard à niveaux aquifères de Villé*" qui est employée. Cette dernière unité permet également d'assurer une transition graduelle entre deux cartes aux faciès différents. L'aquitard à niveaux aquifères correspond mieux aux faciès de Bouillon et d'Amonines qui sont plus carbonatés. Sur la carte Bovigny – Beho, le faciès de Longlier (Formation de Longlier de Vandeven (1990), moins carbonaté, est défini comme aquiclude à niveaux aquifères de Villé.

⁸ Le captage, réalisé en 1935, consiste en une galerie de 20 m de long à 3,5 m de profondeur.

Les nappes supérieures logées dans le colluvium se calquent sur les limites des bassins hydrographiques et s'écoulent vers les dépressions. Le rendement des captages dépend fortement de la superficie de la zone d'alimentation située en amont. Les zones les plus productives se trouvent généralement aux croisements de plusieurs linéaments (Figure IV-4). Les failles, souvent accompagnées de diaclases, représentent des endroits potentiellement aquifères.

De nombreuses sources jaillissent des nappes supérieures dont plusieurs sont captées par drains. C'est le cas des deux drains exploités par la commune de Gouvy au nord de Bovigny (Figure IV-4).

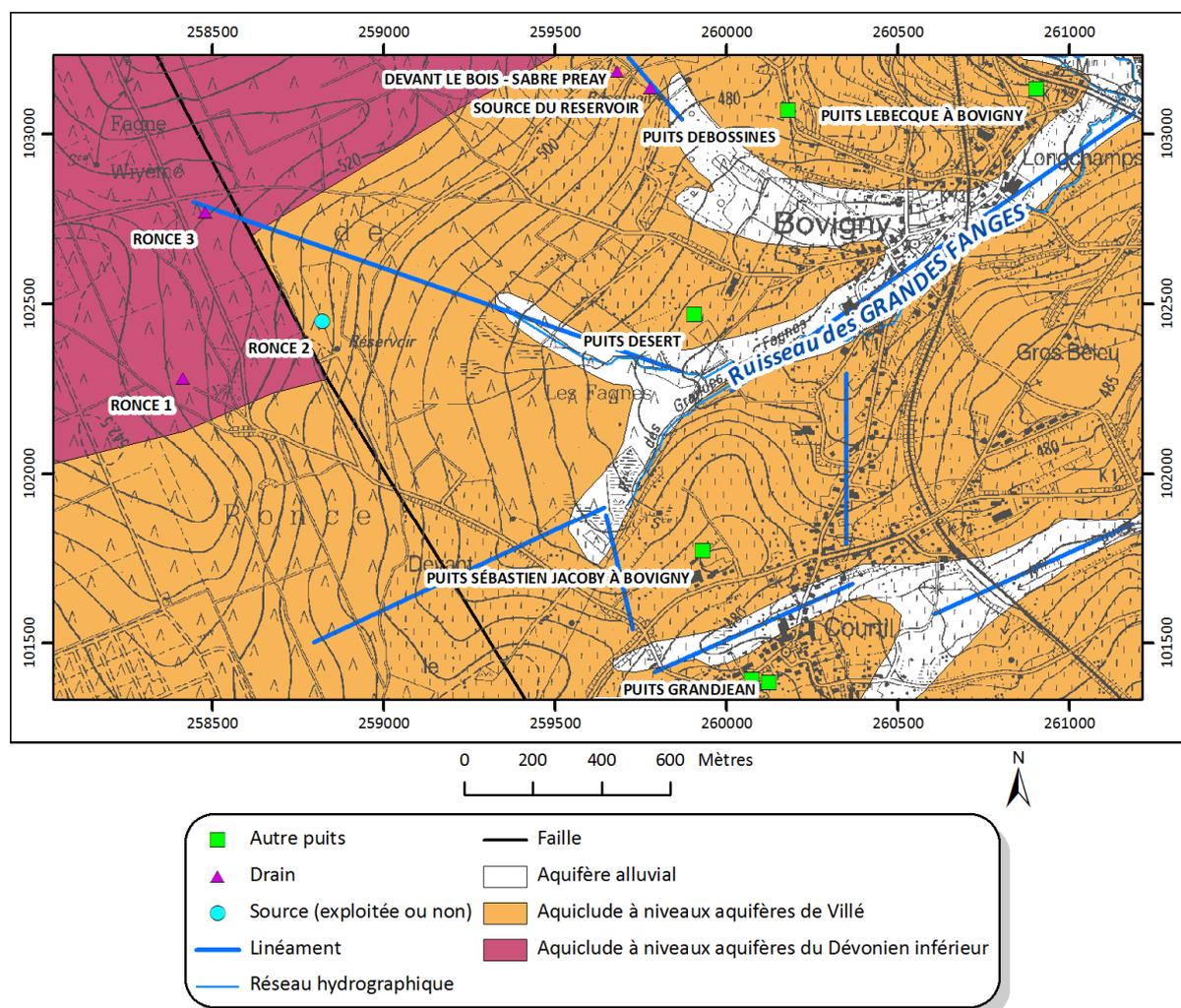


Figure IV-4. Localisation des captages et certains linéaments dans l'aquiclude à niveaux aquifères de Villé dans la région de Bovigny

Plusieurs captages par puits profonds sont implantés dans les nappes profondes (bedrock fissuré) de l'aquiclude à niveaux aquifères de Villé. C'est le cas par exemple des puits dénommés « Puits Debossines » et « Grandjean » avec respectivement 84 m et 70 m de profondeur. Le choix de l'implantation des puits profonds de particuliers répond souvent à

d'autres contraintes (propriété des terrains, proximité de l'exploitation, accès, etc.) qu'à des considérations purement hydrogéologiques.

IV.2.2.4. Aquiclude du Dévonien inférieur

La Formation de Saint Vith (S3) de Vandenvén (1990) est composée, rappelons-le, de schiste phylladeux compact. Elle forme « l'aquiclude du Dévonien inférieur ».

Du point de vue structural, il faut souligner que cet aquiclude se trouve dans les domaines plissés et faillés au sud-est du domaine monoclin (cf. chapitre III.3). Les plis, de direction NE-SW, sont ouverts, droits ou légèrement déversés avec un clivage de fracture en éventail.

La région est caractérisée par deux types de failles :

- des failles inverses très faiblement inclinées plus ou moins parallèles à la direction des bancs, qualifiées de charriage. La plus importante est la faille de Trois-Vierges – Malsbenden (FTM).
- des failles transversales de direction NW-SE à NS.

Grâce à ces failles et aux quelques rares bancs gréseux et/ou quartzitiques, l'aquiclude peut contenir de faibles ressources hydriques. La désignation « aquiclude à niveaux aquifères » conviendrait donc mieux pour cette unité, mais le terme aquiclude sera maintenu pour garder une continuité géographique régionale de l'ensemble de l'unité.

Les nombreuses sources qui sourdent le long de certains linéaments de dépression confirment un écoulement préférentiel des nappes vers ces structures formées par des terrains fissurés et altérés. Ce sont les zones les plus productives à rechercher, particulièrement quand elles sont associées à des failles. C'est le cas par exemple au sud du village de Braunlauf où une série de sources (Quelle en allemand) sont alignées le long d'un linéament correspondant à une zone faillée (Figure IV-5).

La commune de Burg Reuland a installé dans cette zone des captages par puits dont les descriptions lithologiques des terrains rencontrés sont rapportées par Cajot et Monjoie (2000). Du colluvium sur 7 m d'épaisseur et une succession de bancs gréseux très fissurés ont été observés au niveau du puits dénommé « Braunlauf B1 ». Le grès a été noté dans les horizons suivants : 12 m – 17 m, 30 m – 49 m et 85 m – 86 m. Du quartz associé aux passages gréseux témoignerait de la présence de failles ou de grandes fissures.

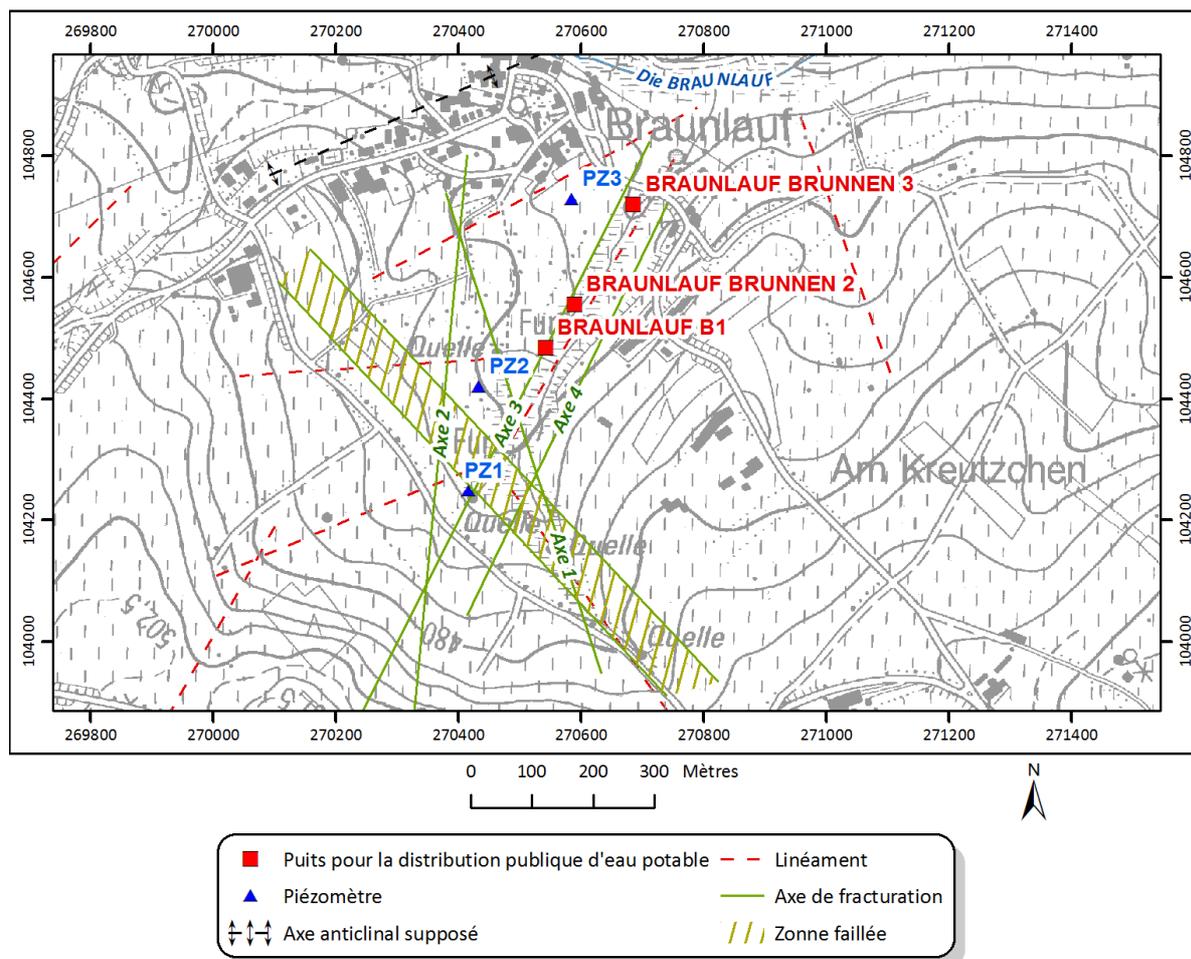


Figure IV-5. Zone de captage de Braunlauf de la commune de Burg-Reuland. Axes de fracturations, zone faillée et axe anticlinal sont extraits de SGS (2010) sur base de Cajot et Monjoie (2000)

Pour le puits « Braunlauf Brunnen 2 », 4 m de colluvium et un seul horizon grésoschisteux entre 63 m et 78 m ont été observés. L'hétérogénéité du sous-sol est remarquable sachant que moins de 100 m séparent les deux puits. Enfin, au niveau du puits « Braunlauf Brunnen 3 », 7 m de colluvium couvrent des terrains principalement schisteux (entre 7 et 86 m de profondeur) avec quelques rares passages plus gréseux.

Par ailleurs, trois piézomètres (Pz1, Pz2 et Pz3) ont été forés dans les environs des captages (Figure IV-5) en tenant compte des résultats préliminaires de Cajot et Montjoie (2000).

IV.2.2.4.1 Piézomètre Pz1

Le Pz1 a été réalisé en octobre 2009 avec une profondeur de 102 m dans la Formation de St-Vith. Les terrains recoupés présentent une couche d'altération de 0 à 6 m et des schistes et schistes gréseux de 6 à 102 m (SGS, 2010). Les niveaux les plus gréseux sont notés

entre 40 et 42 m et de 50 à 63 m. Des veines de quartz et des niveaux riches en pyrite sont traversés localement.

Plusieurs venues d'eau se sont succédées à différentes profondeurs. Les plus importantes sont localisées entre 24 et 30 m et entre 50 et 100 m. A partir de 60 m de profondeur, le débit dépasse 30 m³/h. Ce débit s'explique par le taux de fissuration élevé, au croisement des linéaments et des axes de fracturation, dans une zone faillée, un ensemble d'éléments qui favorise un bon écoulement des nappes.

IV.2.2.4.2 Piézomètre Pz2

Le Pz2 a été foré en octobre 2009 jusqu'à 90 m de profondeur dans la Formation de St-Vith. La lithologie rencontrée, rapportée par SGS (2010), commence par un limon d'altération caillouteux entre 0 et 12 m, suivi de schistes et schistes gréseux généralement peu fracturés. Les passages gréseux ont été notés entre 36 et 42 m puis entre 88 et 90 m. Une zone fracturée se trouve vers 65 m de profondeur. Des veines de quartz et des bancs de quartz phylladeux sont présents localement.

Plusieurs venues d'eau ont été repérées au fur et à mesure de l'avancement du forage, avec augmentation régulière du débit jusqu'à 72 m, ensuite de manière plus importante jusqu'au fond du forage. A 90 m, un débit d'environ 10 m³/h a été mesuré. Le décalage du Pz2 par rapport à la zone faillée expliquerait là un débit plus faible qu'au Pz1.

IV.2.2.4.3 Piézomètre Pz3

Comme les piézomètres précédents, les travaux d'exécution du Pz3 se sont déroulés en octobre 2009. L'ouvrage, implanté dans la Formation de St-Vith, fait 90 m de profondeur ; des limons caillouteux entre 0 et 8 m et des schistes et schistes gréseux entre 8 et 90 m. Des veines locales de quartz ont été ici aussi rencontrées.

Les principales venues d'eau ont été notées entre 42 et 62 m. Le débit total enregistré à la fin du forage est de 12 m³/h au total, comparable à celui du Pz2 mais nettement inférieur à celui du Pz1.

Un compartimentage hydrogéologique a été proposé par SGS (2010). Un premier compartiment comprenant le Pz1, le Pz2, le puits « Braunlauf B1 » et le puits « Braunlauf Brunnen B2 ». Il est caractérisé par une forte fracturation favorisant l'écoulement et la capacité d'emmagasinement des nappes. Le second compartiment renferme le Pz3 et le puits « Braulauf Brunnen 3 », plus finement fracturé réduisant l'écoulement et la capacité d'emmagasinement des nappes. Les deux compartiments semblent être assez bien isolés avec éventuellement quelques faibles interconnexions.

IV.2.2.5. Aquifère alluvial

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

IV.2.3. Piézométrie

Sur l'ensemble de la planche on dénombre près de 1600 mesures piézométriques effectuées entre août 1977 et juillet 2012, se rapportant à 15 ouvrages (11 piézomètres et 4 puits exploités). A l'exception d'un puits privé, toutes les mesures sont concentrées sur la planchette de Beho, pour des raisons d'accessibilité sur le terrain d'une part, et du fait de la disponibilité des données piézométriques de l'administration communale de Burg-Reuland d'autre part.

Les cotes ponctuelles de piézométrie représentées sur la carte principale du poster A0 doivent être considérées avec prudence pour plusieurs raisons :

- Dans la plupart des puits forés, le niveau piézométrique observé est une résultante de deux ou plusieurs nappes superposées. Vu que les potentiels aquifères en Ardenne sont souvent limités, les puits sont crépinés dans plusieurs horizons pour atteindre le débit recherché ;
- Certains niveaux de nappes ont été mesurés dans des puits généralement exploités dont le rabattement peut fausser la mesure, d'autant plus que les rabattements provoqués dans les puits ardennais sont souvent élevés ;
- Les nappes plus profondes sont généralement sous pression, et le niveau piézométrique s'équilibre près de la surface du sol. Donc le niveau piézométrique représenté ne signifie pas que l'on va rencontrer la nappe à cette profondeur. De plus la structure plissée et faillée ne permet pas d'extrapoler les niveaux des venues d'eau même dans un rayon proche comme observé dans la zone de captage de Braunlauf.

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

IV.2.3.1. Aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur

Hormis les niveaux altimétriques des sources, exploitées ou non, il y a 530 mesures piézométriques de l'aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur sur la carte. Ces mesures se rapportent à 3 piézomètres et 1 puits.

Le niveau des nappes du manteau d'altération, proches de la surface du sol, suit généralement la topographie avec un écoulement préférentiel vers les dépressions et certains linéaments. C'est le cas par exemple à l'aval du captage communal de Gouvy, dénommé « Luxibout ». L'écoulement se fait probablement en direction des ruisseaux de Cierfa et des Fanges (Figure IV-6). Ce qui explique le bon rendement de la source « Salm Védie » située en aval sur le même linéament, avec une zone alimentation intéressante et régulière favorisée par la présence des tourbes à proximité ainsi que des dépôts alluvionnaires.

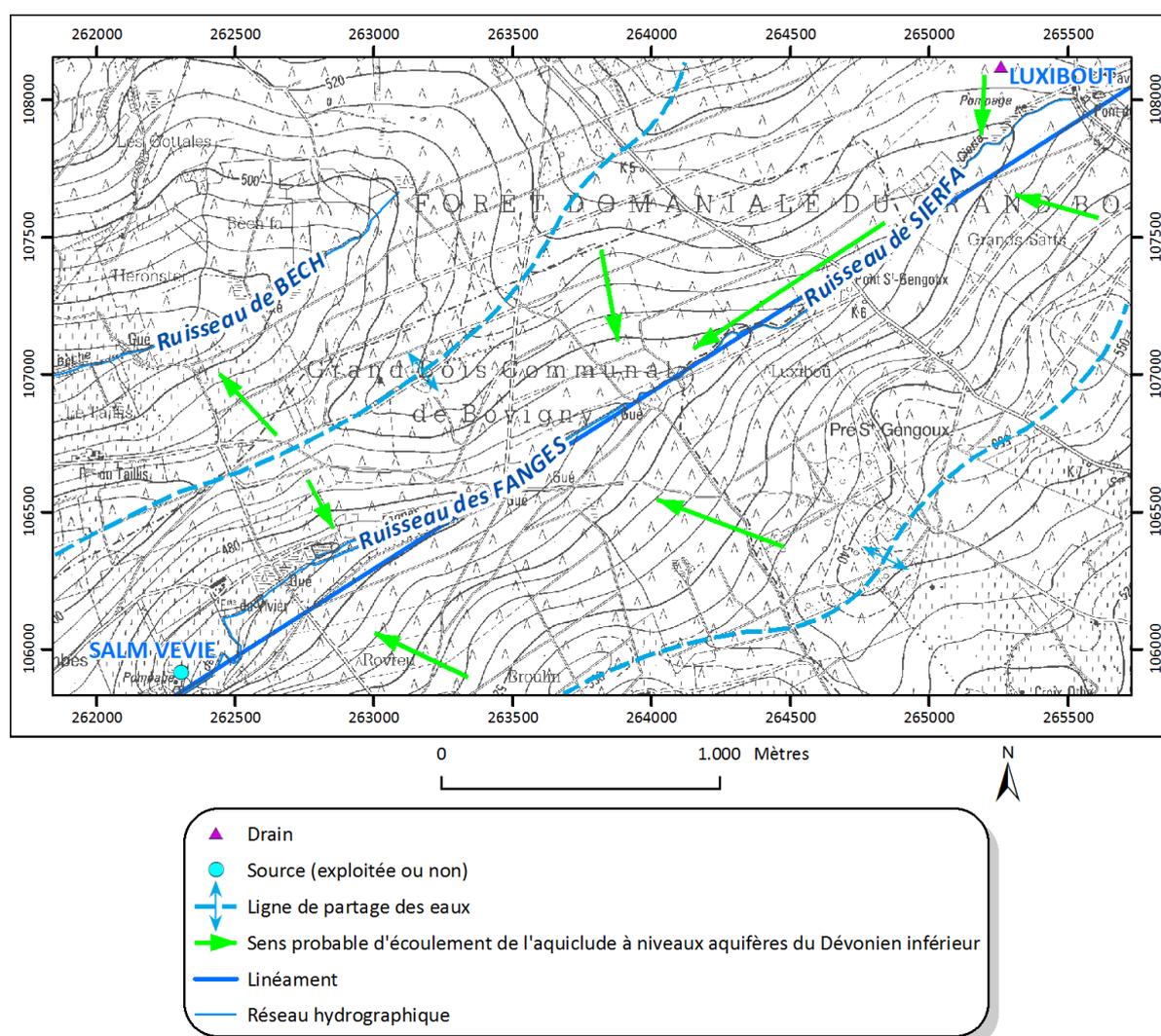


Figure IV-6. Localisation des captages « Luxibout » et « Salm Védie » sur un linéament et le sens probable d'écoulement local dans l'aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur

Par ailleurs, les captages « Coquilles d’Ardennes » et « Lierminay » sollicitent vraisemblablement des nappes plus profondes. Le sens d’écoulement dans le puits est NNE en direction du ruisseau de Meraine (Jodocy et Lejeune, 2002). Au niveau de la source, le sens d’écoulement probable est d’est vers l’ouest en direction de la Salm (Figure IV-8).

Une évolution piézométrique saisonnière des nappes profondes de l’aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur est donnée à titre indicatif à la Figure IV-7. Ces mesures ont été suivies au piézomètre « P.R.8 », qui fait 47 m de profondeur dans le sud-est de la carte. Le niveau de référence de la piézométrie est la cote altimétrique du sol qui est situé à 470 m. Les fortes fluctuations des niveaux d’eau seraient liées à un compartimentage des nappes et/ou à une faible perméabilité du sous-sol. D’autres explications peuvent encore être avancées : Le niveau maximum de la nappe, situé systématiquement à 467 m (3 m de profondeur par rapport au niveau du sol), serait lié à l’équilibre de la nappe avec le cours d’eau à proximité. Les niveaux d’eau les plus bas s’expliqueraient par les pompages au niveau du puits « Der Berg » situé à quelques mètres du piézomètre.

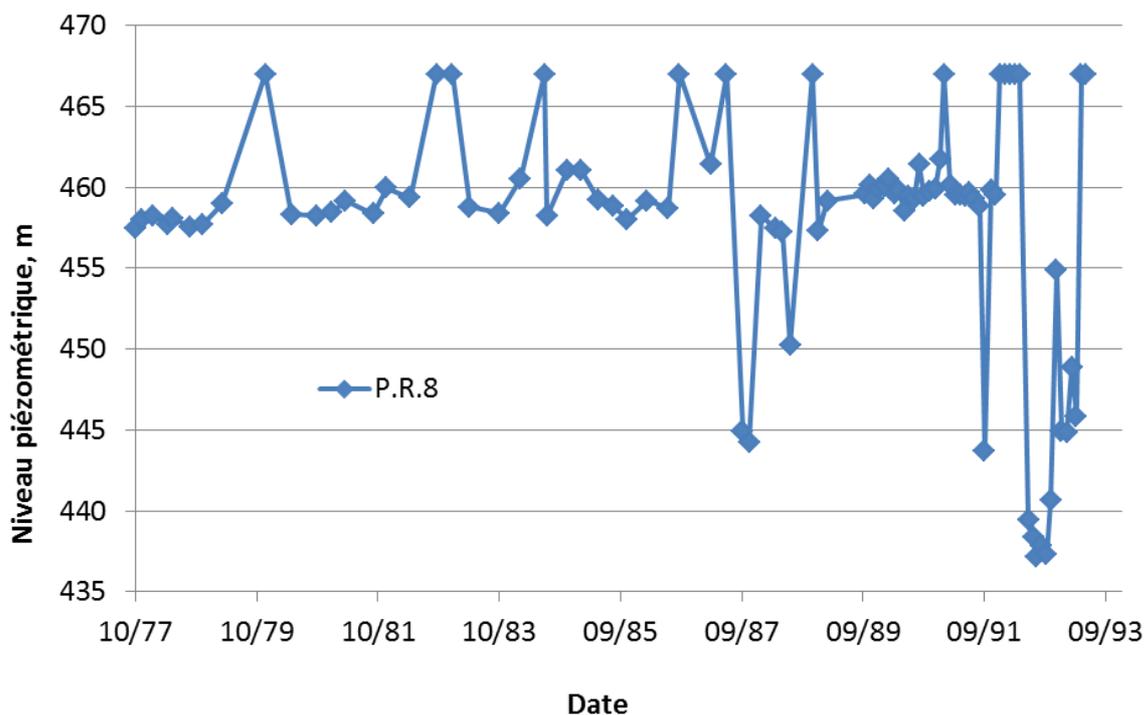


Figure IV-7. Evolution piézométrique des nappes profondes de l'aquiclude du Dévonien inférieur au niveau du piézomètre P.R.8

IV.2.3.1. Aquiclude à niveaux aquifères de Villé

La structure monoclinale des couches favoriserait un écoulement vers le sud en direction du pendage dans les nappes profondes. Par contre, au voisinage de certaines vallées, l’écoulement peut être influencé par la topographie et/ou par les cours d’eau tel qu’illustré dans la Figure IV-8 pour l’aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur.

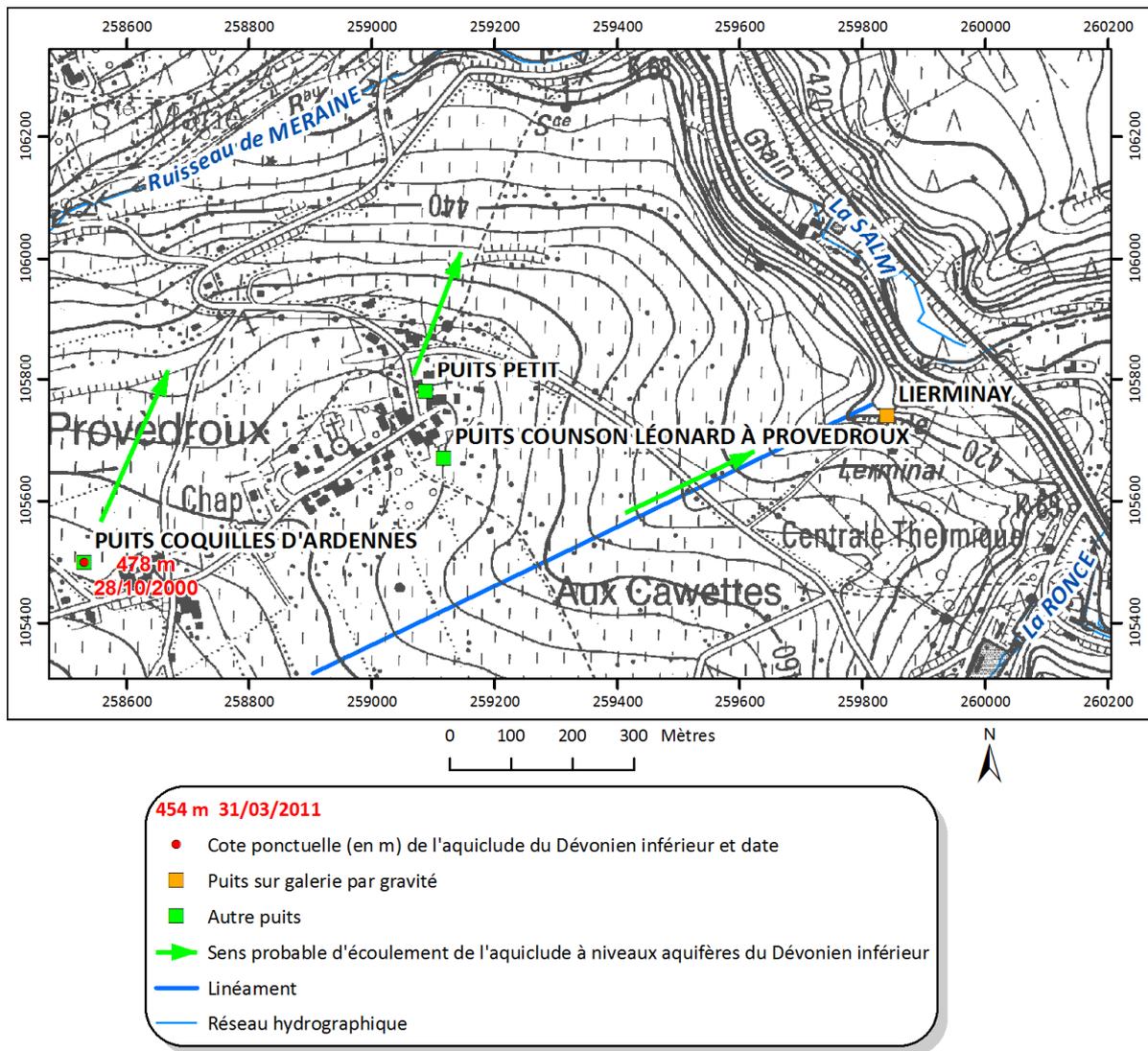


Figure IV-8. Sens probable d'écoulement de l'aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur à l'est de la Salm

IV.2.3.2. Aquiclude du Dévonien inférieur

Malgré une répartition spatiale relativement bonne des données piézométriques, les isopièzes ne peuvent pas être tracés sur l'ensemble de l'aquiclude du Dévonien inférieur. De nouveau cela s'explique par l'existence d'une multitude de nappes superposées, souvent non connectées, logées dans des niveaux gréseux et quartzitiques fissurés différents et intercalés dans une masse schisteuse et phylladeuse peu perméable. Par ailleurs, la structure plissée et faillée ne permet pas de suivre un niveau de nappe même sur de courtes distances. Le cas de la zone de captage de Braunlauf de la commune de Burg-Reuland synthétise assez bien ce contexte (succession de nappes profondes, terrains plissés et faillés, compartimentage des nappes, etc.). Le compartimentage évoqué précédemment, est reflété par le saut de piézométrie entre la partie amont et la partie aval de la zone de

captage (Figure IV-9). Une certaine interconnexions entre compartiments semble toutefois exister compte tenu du sens probable d'écoulement. Celui-ci se fait globalement du SSO au NNE. Il faut souligner toutefois que la piézométrie est fortement influencée dans ce secteur par les pompages.

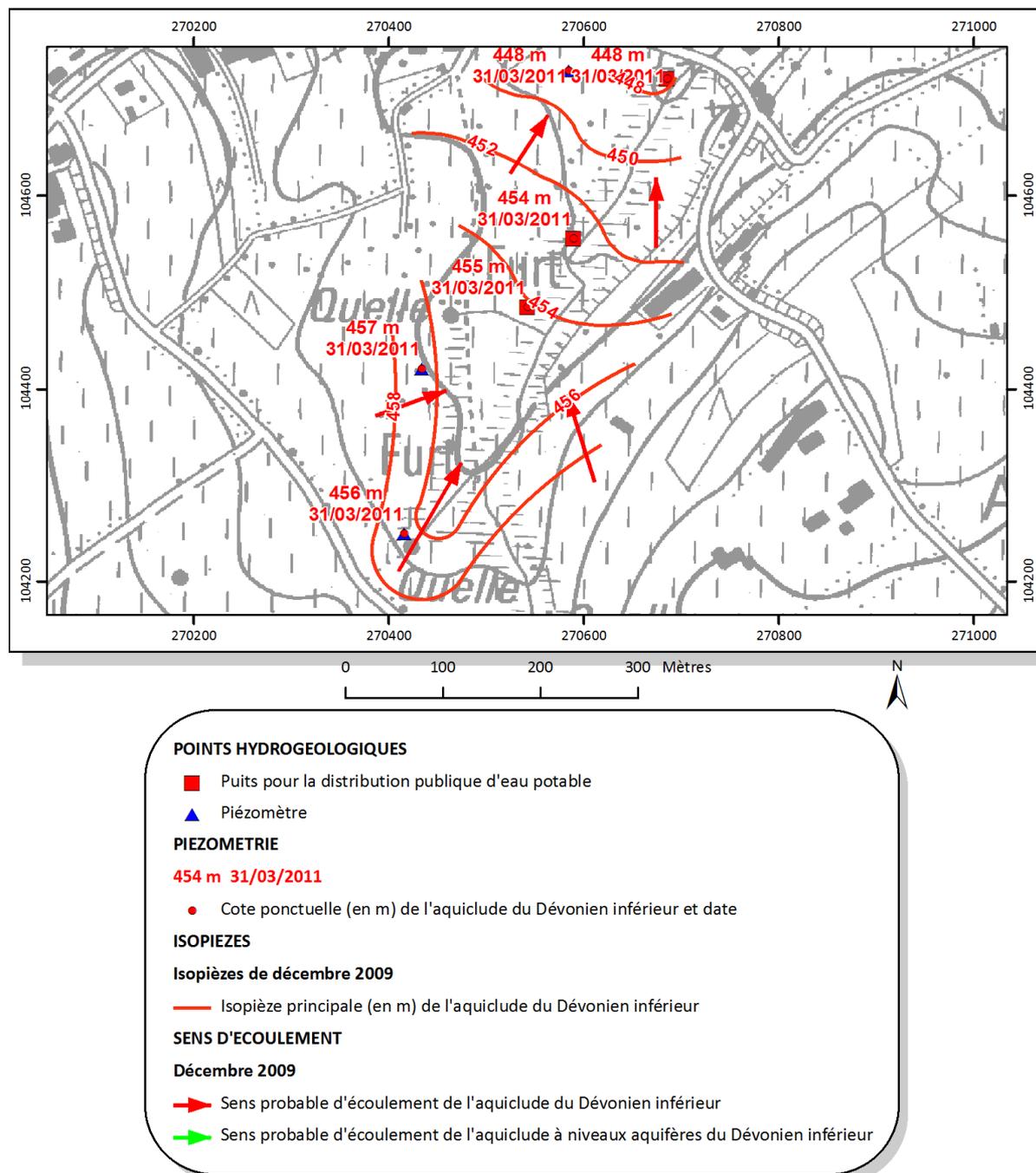


Figure IV-9. Piézométrie dans la zone de captage de Braunlauf (SGS, 2010 modifié)

Par ailleurs, une certaine continuité entre la nappe supérieure et les nappes profondes semble avoir lieu dans la partie aval. Dans la partie amont, par contre, un net décrochage piézométrique montre que les deux types de nappes sont indépendants. La cote altimétrique

de la source (*Quelle*) qui se trouve à proximité du Pz1 est d'environ 465 m, et reflète le niveau de la nappe supérieure. Le niveau piézométrique du Pz1 est de 457 m en octobre 2009 et de 456 m en mars 2011. Ce niveau stable des nappes profondes, situé nettement en dessous du niveau de la nappe supérieure quelles que soient les saisons, peut s'expliquer par la zone faillée favorable à une bonne conductivité hydraulique.

En revanche, des données historiques de plusieurs piézomètres montrent de grandes fluctuations dans l'aquiclude du Dévonien inférieur. Pour les ouvrages implantés principalement dans les nappes supérieures, ces fluctuations saisonnières sont liées à la faible capacité d'emmagasinement du manteau d'altération (Figure IV-10). Le piézomètre P.CR.6, situé à 800 m au nord-ouest du village de Crombach, fait 14 m de profondeur. Le niveau de référence de la piézométrie est le niveau altimétrique du sol qui est de 485 m. Le piézomètre P.T.2, situé dans le village de Maldingen, fait 11 m de profondeur. Le niveau piézométrique est mesuré par rapport à la cote altimétrique du sol qui est à 505 m environ.

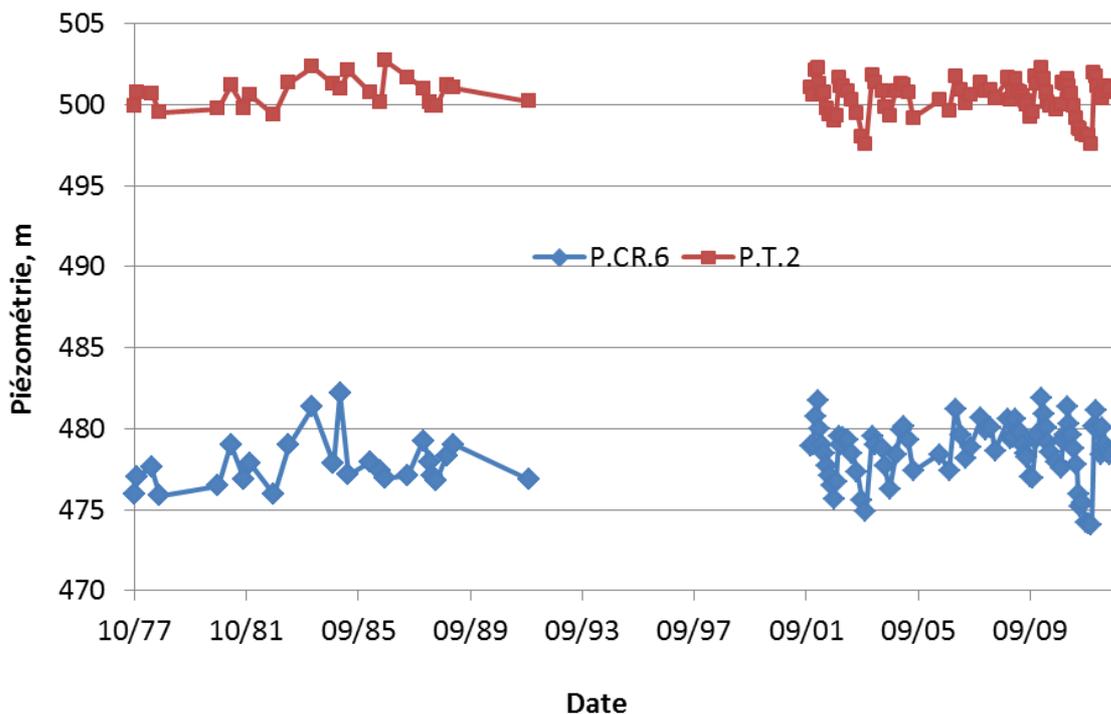


Figure IV-10. Evolution piézométrique des nappes supérieures de l'aquiclude du Dévonien inférieur au niveau des piézomètres P.CR.6 et P.T.2.

IV.2.4. Coupe hydrogéologique

La localisation NO-SE de la coupe hydrogéologique, pratiquement perpendiculaire à la direction des couches géologiques (cf. poster A0), a été choisie pour représenter la structure des différentes unités hydrogéologiques et des bassins hydrographiques.

Au nord-ouest de Beho, l'aquiclude à niveaux aquifères de Villé et l'aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur présentent une structure monoclinale reposant en discordance sur l'aquiclude du socle cambro-silurien. Quand cette structure est profondément entaillée par les cours d'eau, des sources peuvent jaillir de certains bancs gréseux fissurés profonds. C'est le cas par exemple dans la vallée de la Salm. De plus, des sources alimentées par les nappes supérieures du manteau d'altération sont assez fréquentes.

En revanche, la structure de l'aquiclude du Dévonien inférieur et de la partie sud-est de l'aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur est fortement plissée et faillée au sud-est de Beho, notamment au niveau de la faille de Trois-Vierges-Malsbenden. Malgré une lithologie essentiellement schisto-phylladeuse, cette forte fracturation favorise localement des potentiels aquifères non négligeables en présence de quelques bancs gréseux. Les failles peuvent toutefois compartimenter les nappes réduisant sensiblement le rendement des ouvrages de prise d'eau. Le niveau piézométrique du P.R.8, qui fait 47 m de profondeur, et dont la cote mesurée en juin 1993 est représentée sur la coupe, fluctue très fortement. Ce comportement de la nappe serait dû entre autre à son compartimentage réduisant sa zone d'alimentation.

La hauteur de la coupe est exagérée 5 fois pour marquer le relief et les lignes de partage des eaux. Soulignons que le bassin hydrogéologique des nappes supérieures, caractérisées par un écoulement hypodermique, correspond au bassin hydrographique, indépendamment des considérations stratigraphiques.

La coupe traverse, du nord-ouest vers le sud-est, les bassins hydrographiques de :

- la Salm en amont du plan d'eau de Vielsalm (Glain exclu) ;
- le Glain ;
- l'Our du confluent avec le Selbach au confluent avec l'Ulf (Braunlauf exclu).

V. HYDROCHIMIE

V.1. CARACTERISATION HYDROCHIMIQUE DES EAUX

En Région wallonne, 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 (décret et articles). L'arrêté relatif aux valeurs paramétriques applicables aux eaux destinées à la consommation humaine (AGW¹⁰ 15 janvier 2004) se retrouve dans les articles R.252 à R.261 de la partie réglementaire du Livre II du Code de l'Environnement. Les annexes décrivant, entre autres, les valeurs fixées pour les paramètres retenus sont reprises sous les numéros XXXI à XXXIV.

Les analyses chimiques présentées ici ont été réalisées sur les eaux brutes, non encore traitées en vue de leur consommation. En avril 2013, on comptait 22 ouvrages caractérisés par au moins une analyse chimique sur l'ensemble de la carte Bovigny – Beho. La localisation de ces ouvrages a été reportée sur la carte thématique au 1/50 000 « *Carte des informations complémentaires et des caractères de couverture des nappes*¹¹ ».

Les résultats des analyses ont été encodés dans la base de données (BDHYDRO) avec 1033 enregistrements. Les caractéristiques hydrochimiques sont présentées par catégorie puisqu'il n'y a pas de différence significative entre les nappes présentes sur la carte, y compris l'aquiclude à niveaux aquifères de Villé qui est censé être plus carbonaté. Ceci est dû vraisemblablement à la dissolution et au lessivage des éléments calcaires. Il faut toutefois souligner que ce ne sont que des valeurs indicatives difficiles à généraliser sur une unité hydrogéologique et encore moins sur l'ensemble de la carte compte tenu du contexte hydrogéologique.

V.1.1. Paramètres physicochimiques

Du point de vue général, les eaux souterraines du Dévonien inférieur de l'Ardenne sont faiblement minéralisées avec de faibles conductivités et légèrement acides avec de faibles valeurs de pH. Les eaux souterraines sur la carte Bovigny – Beho s'inscrivent dans ce modèle général ardennais (figure V 1).

¹⁰ AGW : Arrêté du Gouvernement Wallon

¹¹ « *Carte des informations complémentaires et des caractères de couverture des nappes* ». Elle représente les données spécifiques disponibles telles que le caractère de la couverture des nappes, des tests réalisés (essai de pompage, de traçage, etc.) ainsi que d'autres informations complémentaires comme l'existence de données hydrochimiques, de diagraphies (Echelle : 1/50 000).

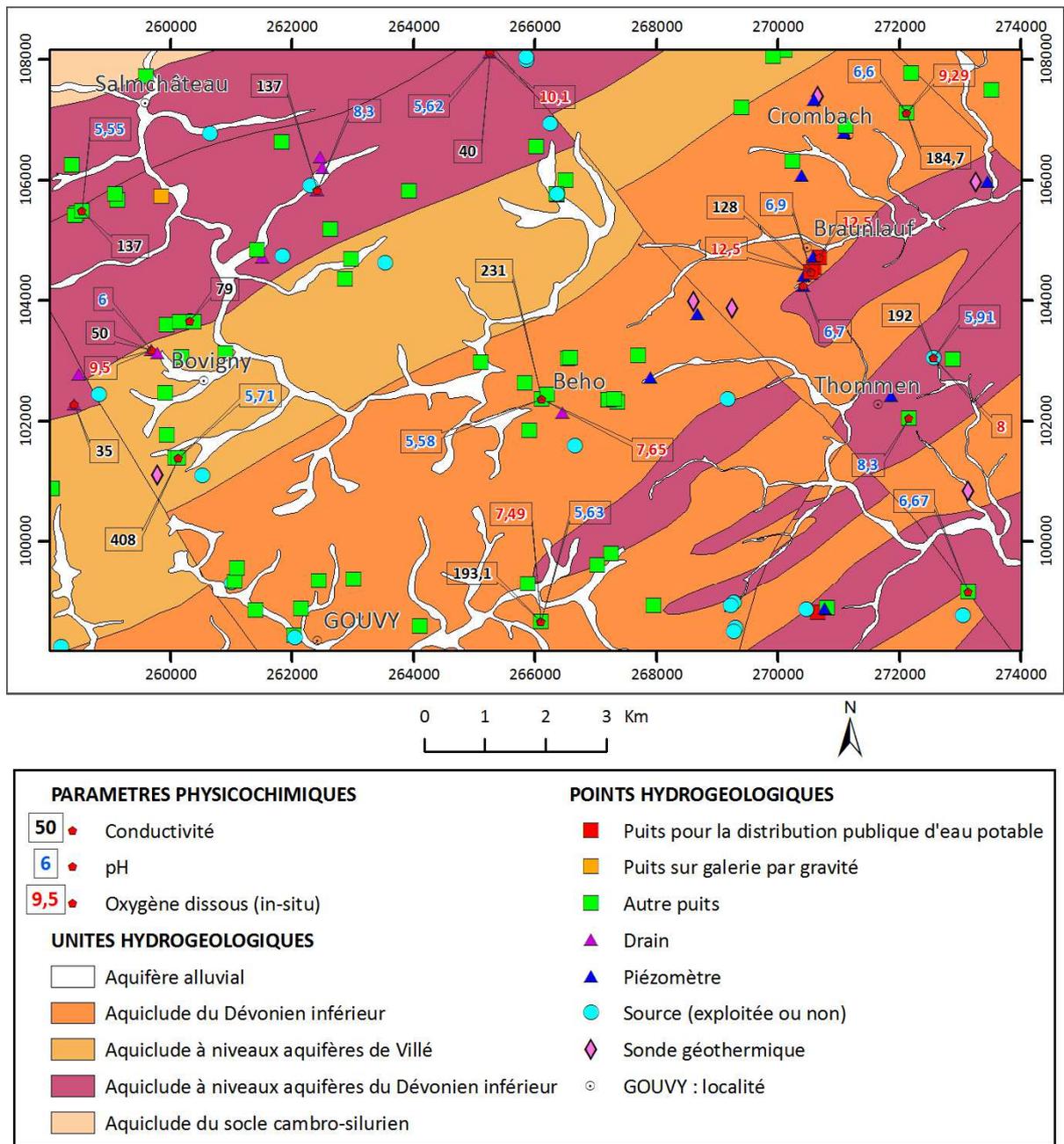


Figure V-1. Paramètres physicochimiques des eaux souterraines sur la planche Bovigny – Beho

Le pH acide caractéristique des nappes souterraines de l'Ardenne s'explique par la nature silicatée du sous-sol, conjuguée souvent avec une oxydation des sulfures (présence de la pyrite). Cette acidité pose souvent un problème pour la distribution publique d'eau potable. Ainsi, un traitement préalable est nécessaire pour réduire l'agressivité de l'eau vis-à-vis des canalisations métalliques mais aussi pour protéger les appareils électroménagers et les machines. L'aquiclude à niveaux aquifères de Villé présente alors un avantage certain par ses teneurs en carbonates (donc moins acide). Malheureusement, ces teneurs ne sont pas

suffisantes sur la carte pour illustrer clairement cet avantage hydrochimique de la nappe. Les valeurs de pH ne montrent pas une différence significative entre les différentes nappes rencontrées (Figure V-1). Rappelons que l'aquiclude à niveaux aquifères de Villé (S2) est formé par le faciès de Longlier qui est moins carbonaté que les autres faciès de cette formation.

Les concentrations en oxygène dissous sont généralement plus importantes dans les nappes supérieures captées par sources ou par drains que dans les nappes profondes captées par puits forés profonds. Sur la carte, les eaux souterraines sont relativement bien oxygénées aussi bien en surface qu'en profondeur.

V.1.2. Caractéristiques minérales

Les eaux souterraines sur la carte Bovigny – Beho sont faiblement minéralisées reflétant ainsi la nature silicatée du sous-sol. Il existe généralement en Ardenne une différence minérale souvent assez nette entre les nappes profondes et les nappes supérieures. Une comparaison, à titre indicatif sur la carte, de la composition minérale des nappes supérieures, captées par drains, et des nappes profondes, captées par puits, est représentée dans le Tableau V-1. Ces résultats montrent un léger enrichissement relatif de la minéralisation dans les puits.

En revanche, le fer et le manganèse posent souvent un problème dans les eaux souterraines, notamment dans les nappes profondes de l'Ardenne. Sur la carte Bovigny – Beho, ce problème est rencontré dans le piézomètre « PZ1 » et dans le puits « BRAUNLAUF B1 » (Tableau V-2). En profondeur, le fer et le manganèse sont sous forme dissoutes en absence d'oxygène. En surface, les deux éléments s'oxydent au contact de l'air, se déposent dans les canalisations et posent des problèmes de coloration de l'eau.

Tableau V-1. Composition minérale indicative des eaux souterraines sur la planche Bovigny – Beho

PARAMETRE	UNITE	NORME	Aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur		Aquiclude à niveaux aquifères de Villé	Aquiclude du Dévonien inférieur
			PUITS COQUILLES D'ARDENNES Profondeur = 41 m	DRAIN LUXIBOUT	DRAIN DEVANT LE BOIS - SABRE PREAY	PUITS SCHEUREN Profondeur = 40 m
DATE ECHANTILLONNAGE			8/04/2011	7/06/2004	19/07/2001	4/05/2011
Calcium	mg/l	270	7	2,3	1,74	12,7
Magnésium	mg/l	50	3,9	1,8	1,54	8,2
Sodium	mg/l	200	5,2	2,8	3,2	10,4
Potassium	mg/l	12	8	11,9	0,5	6,1

Tableau V-2. Teneurs du fer et du manganèse dans les nappes profondes de l'aquiclude du Dévonien inférieur aux niveaux du « PZ1 » et du captage « BRAUNLAUF B1 »

PARAMETRE	UNITE	NORME	Aquiclude du Dévonien inférieur	
			PZ1	BRAUNLAUF B1
PROFONDEUR, m			117	102
DATE ECHANTILLONNAGE			4/11/2009	11/11/1991
Fer	µg/l	200	4430	1400
Manganèse	µg/l	50	1660	930

V.1.3. Nitrates

Les teneurs en nitrates des eaux souterraines sur la planche Bovigny – Beho sont représentées sur la Figure V-2. Les concentrations sont variables mais toujours inférieures à la norme de 50 mg/l exigée par la SPW pour les eaux souterraines, sauf dans deux puits privés. Il faut toutefois surveiller certains ouvrages sollicitant l'aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur qui affichent des valeurs relativement importantes, se rapprochant de la valeur maximale autorisée. L'activité agricole et la forte fracturation de la zone concernée sont deux éléments qui expliquent ces teneurs élevées dans certains puits crépinés dans les nappes profondes.

L'évolution des teneurs en nitrates est donnée à titre d'exemple pour la « SOURCE DE GRUFFINGEN » où sont constatées des valeurs assez élevées sans dépasser pour autant la norme autorisée (Figure V-3). Une diminution des concentrations en NO_3^- est observée entre 1998 et 2001, peut-être liée à la forte pluviosité du début des années 2000, mais les analyses effectuées en 2006-2007 ont révélé un retour à des teneurs plus élevées.

V.1.4. Caractéristiques bactériologiques

Compte tenu des analyses disponibles sur la carte, la qualité bactériologique des eaux souterraines est bonne. Il n'y a pas d'Escherichia Coli ni de coliformes, mais bien quelques traces de Germes totaux à 22°C au niveau de deux sources. Il faut toutefois souligner que la qualité bactériologique ne peut ni être généralisée sur une unité hydrogéologique ni dans le temps. Elle se rapporte à un point d'eau et à un temps donnée.

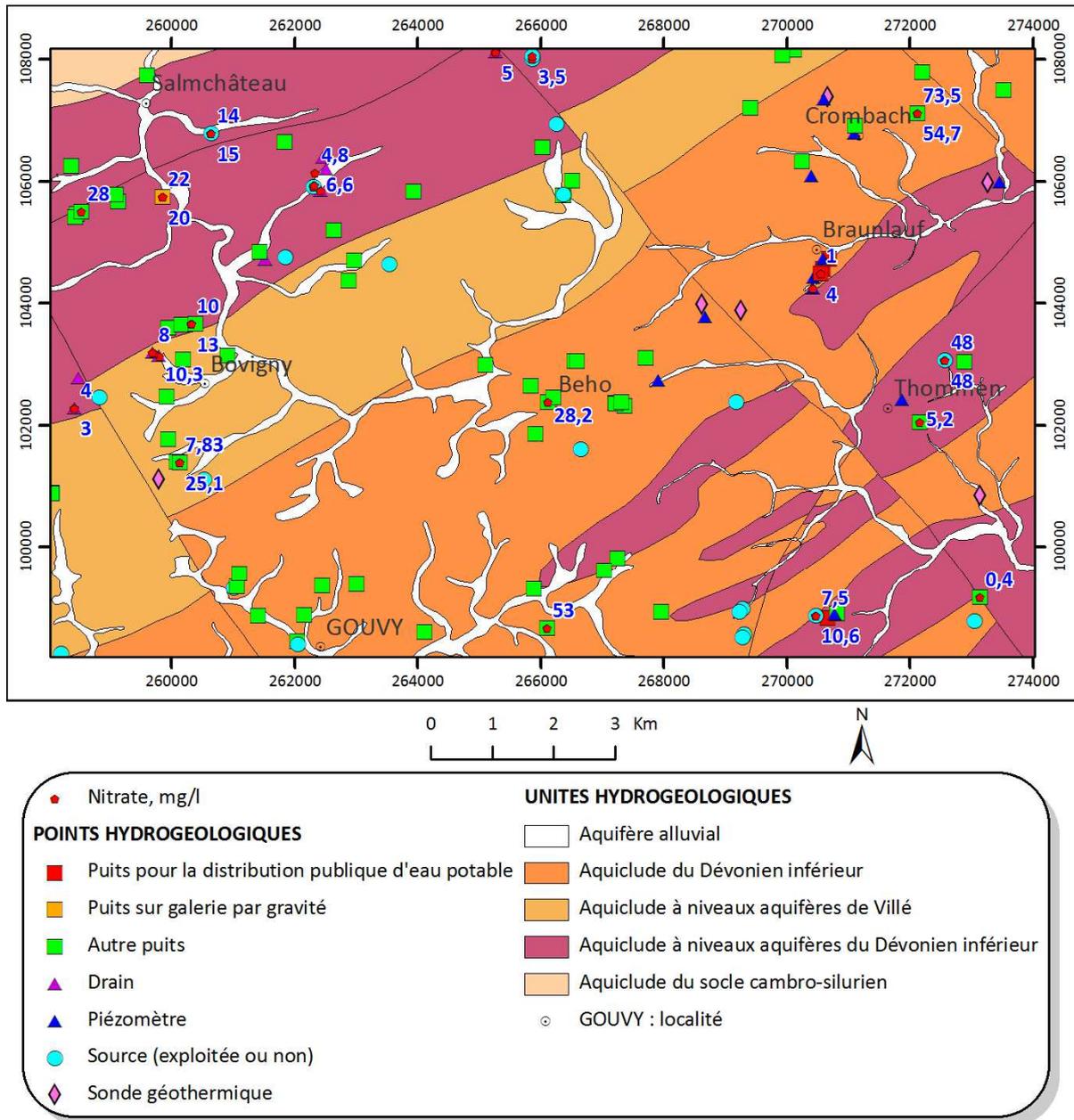


Figure V-2. Teneurs en nitrates des eaux souterraines, carte Bovigny – Beho

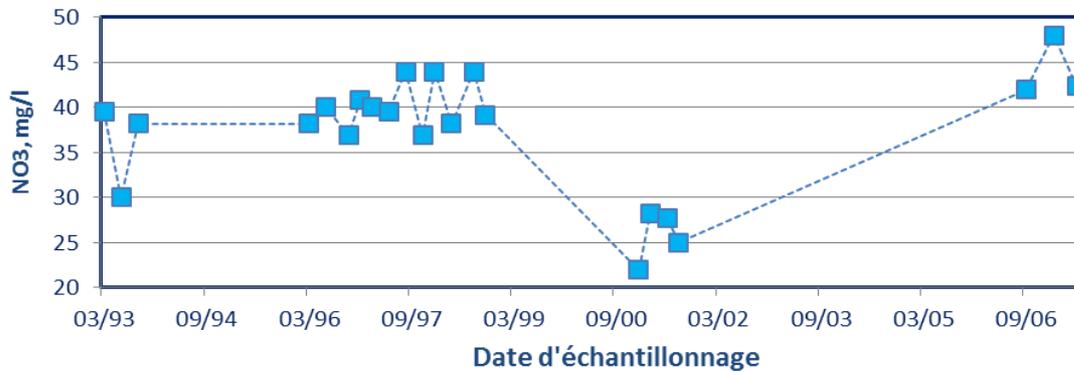


Figure V-3. Evolution des teneurs en nitrates à la « SOURCE DE GRUFFINGEN », alimentée par l'aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur

VI. EXPLOITATION DES AQUIFÈRES

Tous les ouvrages recensés et existant en 2013, sans distinction de nature (puits, piézomètres, sources...), ont été reportés sur la carte thématique « *Carte des volumes prélevés*¹² » (1/50 000) de Bovigny – Beho. Ils sont distingués selon l'unité hydrogéologique sollicitée. L'intérêt de cette présentation est de pouvoir rapporter toute information ponctuelle (chimie, piézométrie, test, volume, etc.) à la nappe correspondante. Dans le cas de l'Ardenne, les ouvrages sont généralement reliés à l'aquifère qui se trouve à l'affleurement parce que les épaisseurs des formations géologiques du Dévonien inférieur sont généralement importantes. Si par contre le log stratigraphique du forage indique que c'est l'unité hydrogéologique sous-jacente qui alimente un puits, c'est cette nappe qui est mentionnée.

L'exploitation des eaux souterraines sur la carte Bovigny – Beho est présentée sur la Figure VI-1. Pratiquement tous les ouvrages représentés sur cette figure sont en activité, mais les volumes trop modestes ne sont pas comptabilisés. Par ailleurs, le faible rendement des captages contraint les distributeurs publics d'eau potable à multiplier le nombre d'ouvrages. Ceci pose plusieurs problèmes tels que l'augmentation de la charge de travail requise pour la délimitation des zones de prévention et des coûts d'installation et d'entretien des infrastructures, des analyses de contrôle de potabilité à justifier pour des débits modestes. Ces difficultés ainsi que le faible rendement et la vétusté des infrastructures contraignent les producteurs d'eau à abandonner certains ouvrages.

¹² Cette carte représente l'ensemble des ouvrages recensés et existant en 2012 en discernant :

1. Les ouvrages (puits, piézomètres, sources, etc.) différenciés selon l'unité hydrogéologique qu'ils atteignent. La couleur des symboles utilisés est identique à la couleur de la nappe concernée. Quand il s'agit d'un puits sollicitant plusieurs aquifères, le symbole prend la couleur de la nappe principale.
2. Les volumes prélevés par les sociétés de distribution d'eau exprimés en m³/an pour l'année 2010 (année entièrement encodée la plus récente). Ils sont symbolisés par des pastilles rouges dont le diamètre est proportionnel aux débits pompés. Les autres volumes, pompés par des industries, des particuliers ..., sont également exprimés en m³/an pour l'année 2010, mais sont représentés par des pastilles vertes avec un diamètre proportionnel au débit annuel.
3. Pour rendre compte de l'importance des différents sites d'exploitation, des volumes moyens ont été calculés sur les cinq dernières années encodées. Ces volumes correspondent à une moyenne d'exploitation annuelle entre 2006 et 2010. Il faut souligner que certains captages peuvent n'avoir fonctionné qu'une seule année pendant cet intervalle. C'est le cas par exemple des captages d'appoint. Les volumes moyens doivent être pris avec prudence. Ils ne reflètent que des valeurs indicatives de l'exploitation.

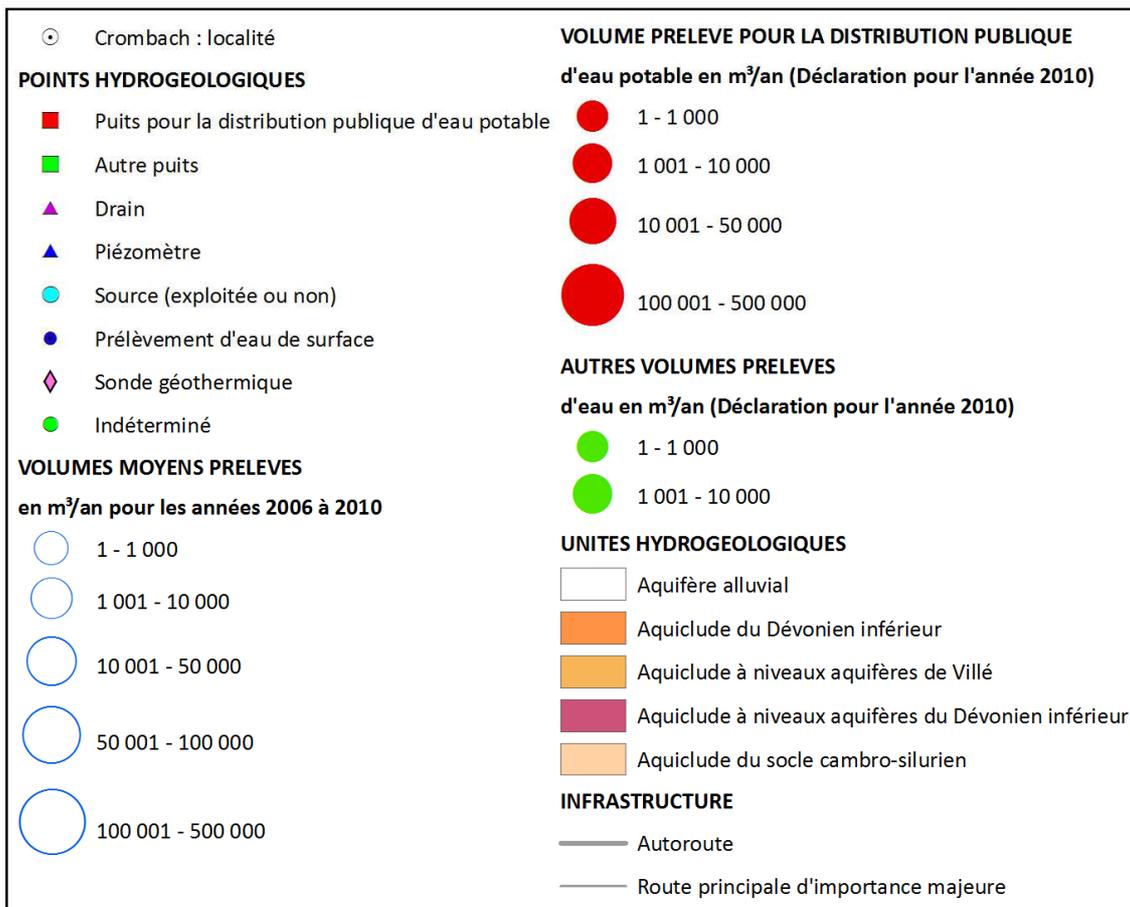
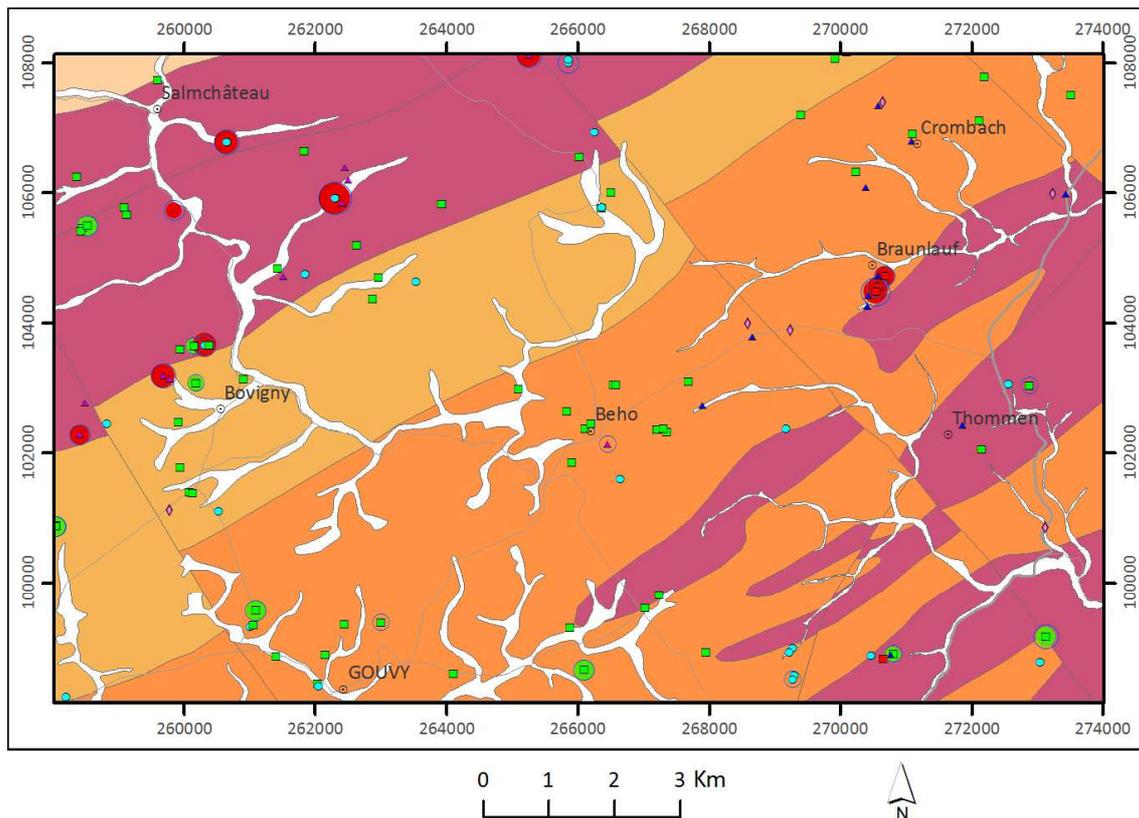


Figure VI-1. Exploitation des eaux souterraines sur la carte Bovigny – Beho

En termes de volumes d'eau souterraine prélevés connus (les petits volumes ne sont pas comptabilisés), c'est l'aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur qui est largement en tête, grâce principalement au captage « Salm Vevi » exploité par la commune de Gouvy. L'évolution de l'exploitation annuelle des différentes unités hydrogéologiques sur la carte Bovigny – Beho est représentée sur la Figure VI-2. L'aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur a connu une production assez importante au début des années nonante et, entre 1998 et 2005 avec un volume annuel supérieur à 500 000 m³/an. Depuis 2006, ce volume est réduit de moitié. La production des autres unités hydrogéologiques est assez modeste avec toutefois une fluctuation interannuelle assez significative.

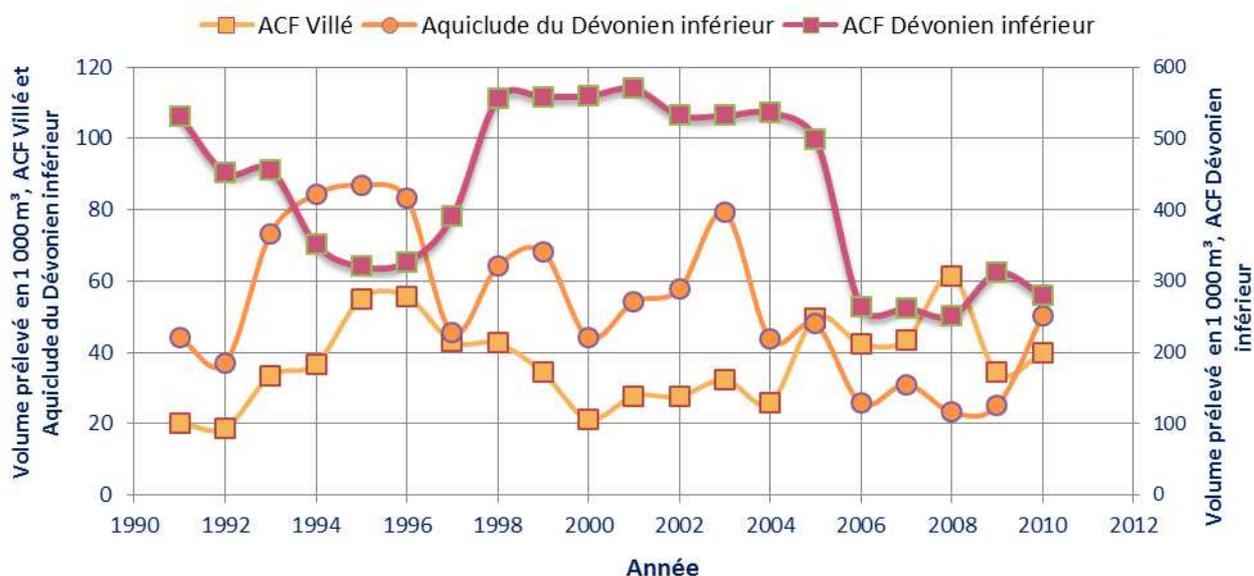


Figure VI-2. Evolution des volumes annuels d'eau souterraine prélevés entre 1990 et 2010 sur la carte Bovigny – Beho. ACF = Aquiclude à niveaux aquifères

Malgré la chute de production d'eau potable enregistrée ces dernières années au niveau de l'Aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur, celui-ci fourni tout de même trois quart des volumes prélevés sur la carte en 2010 (Figure VI-3).

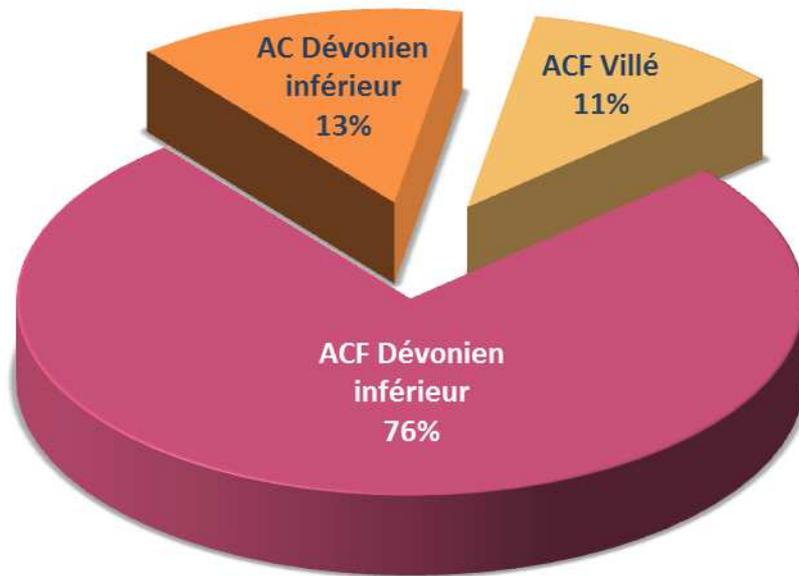


Figure VI-3. Distribution de la production d'eau souterraine par unité hydrogéologique sur la carte Bovigny - Beho. AC = Aquiclude, ACF = Aquiclude à niveaux aquifères

VII. CARACTÉRISATION DE LA COUVERTURE ET PARAMÈTRES HYDRAULIQUES DES NAPPES

Le caractère de la couverture des nappes est représenté sur la carte thématique « *carte des informations complémentaires et des caractères de couverture des nappes* ». Il est défini en terme de perméabilité : perméable, semi-perméable, imperméable si l'aquifère n'est pas à l'affleurement, sur base de la nature lithologique des terrains.

Par ailleurs, vu le contexte hydrogéologique local (cf. hydrogéologie), la conductivité hydraulique d'une même unité hydrogéologique peut changer très fortement selon qu'on est en présence de schistes et phyllades ou dans des bancs gréseux et quartzitiques fissurés. Par conséquent, les données des essais de pompage, ne peuvent pas être généralisées, et ne sont donc que des valeurs indicatives. Soulignons néanmoins que dans les zones schisteuses et dans les zones peu fracturées des valeurs de conductivité hydraulique extrêmes de l'ordre de 10^{-7} m/s ont pu être observées dans les terrains du Dévonien inférieur (SGS, 2010).

VII.1. CARACTÉRISATION DE LA COUVERTURE DES NAPPES

Il est bon de rappeler le contexte hydrogéologique qui se caractérise par deux types de nappes ; la nappe superficielle contenue dans le manteau d'altération et la nappe profonde qui est située dans les bancs fissurés de grès et de quartzites.

La première nappe peut être considérée comme étant à l'affleurement, d'où sa vulnérabilité sur l'ensemble du territoire couvert par la planche. Pour les nappes profondes, on peut admettre qu'elles sont relativement mieux protégées étant couvertes par une masse phylladeuse et/ou schisteuse.

Sur base lithologique, les nappes de l'aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur et de l'aquiclude à niveaux aquifères de Villé sont considérées comme étant protégées par une couverture semi-perméable. En revanche, la couverture des nappes contenues dans l'aquiclude du Dévonien inférieur est considérée comme imperméable. Il n'empêche que les nombreuses failles affectant cette unité peuvent constituer des zones vulnérables aux polluants de surface. Il suffit par exemple de remarquer les taux de nitrate dans certains puits profonds implantés dans ces nappes (Figure V-2). Enfin, les nappes alluviales sont à l'affleurement.

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

Une synthèse des données de pompage d'essai disponibles sur la carte Bovigny – Beho est représentée dans le Tableau VII-1 (SGS, 2010). Elle concerne 3 piézomètres et 3 puits, tous implantés dans l'aquiclude du Dévonien inférieur dans la zone de captage de Braunlauf. Lors de chaque essai, des mesures piézométriques sont prises régulièrement sur l'ouvrage testé, mais aussi sur les autres ouvrages (Pz1, Pz2, Pz3, B1, B2 et B3). Les essais ont eu lieu en décembre 2009. Les résultats détaillés sont rapportés dans le rapport SGS (2010) disponible à l'administration communale de Burg Reuland.

Tableau VII-1 . Les données de pompage d'essai disponibles sur la carte Bovigny – Beho

Nom d'ouvrage	T, m ² /s	K, m/s	S
Pz1	5,6E-04 à 2,2E-03	6,1E-06 à 2,3E-05	/
Pz1/Pz2	1,00E-03	1,80E-06	3,80E-02
Pz2	1,3E-05 à 8,3E-05	1,6E-07 à 9,7E-07	/
PZ3	2,7E-05 à 7,1E-05	3,7E-07 à 8,4E-07	/
B1	1,2E-04 à 2,0E-04	1,1E-06 à 1,6E-06	/
B1/B2	3,80E-04	3,20E-06	1,70E-04
B1/Pz1	2,20E-03	1,90E-05	7,40E-04
B1/Pz2	3,40E-04	2,90E-06	2,30E-04
B2		2,3E-06 à 5,6E-06	/
B3	3,3E-04 à 7,2E-04	4E-06 à 8,6E-06	/
B3/Pz3	7,70E-04	9,10E-06	7,60E-04

Sur l'ensemble des ouvrages testés, la conductivité hydraulique est assez variable, comprise entre $2 \cdot 10^{-7}$ et $2 \cdot 10^{-5}$ m/s, reflétant des valeurs faibles à bonnes pour un aquifère schisto-gréseux. La perméabilité est nettement plus élevée dans l'axe Pz1, Pz2 et B1. Elle témoigne d'une zone de fracturation, notamment la zone faillée, l'axe de fracturation nord-sud « Axe 2 » et le croisement de plusieurs linéaments de dépression reflétant une zone altérée (Figure IV-5).

Par ailleurs, une autre zone de fracturation semble être présente dans l'axe B3 vers Pz3 avec des perméabilités relativement bonnes de l'ordre du 10^{-5} m/s. Par contre, les puits B1 et B2 sont implantés dans des terrains peu fissurés expliquant les faibles valeurs de perméabilité dans cette zone.

Les valeurs des coefficients d'emménagement sont relativement faibles de l'ordre de 0,02 à 0,08 % reflétant un milieu finement fissuré. Elles sont, par contre, nettement plus élevées (3,8%) entre les piézomètres Pz1 et Pz2, valeurs classiques pour une nappe libre dans une zone particulièrement fissurée avec de grandes capacités d'emménagement.

VIII. ZONES DE PROTECTION

VIII.1. CADRE LEGAL

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

Afin de limiter les risques de contamination des captages, des périmètres de prévention doivent être mis en place. La législation wallonne¹³ 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).

Zone de prise d'eau ou zone I

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

Zones de prévention rapprochée et éloignée ou zones IIa et IIb

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

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

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

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

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

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

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.

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

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

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

Zone de surveillance ou zone III

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

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

VIII.2. MESURES DE PROTECTION

Diverses mesures de protection ont été définies par les autorités compétentes pour les différentes zones. Ces mesures concernent notamment l'utilisation et le stockage de produits dangereux, d'engrais ou de pesticides, les puits perdus, les nouveaux cimetières, les parkings,... Elles visent à réduire au maximum les risques de contamination de la nappe. Toutes ces mesures sont décrites aux articles R.162 à R.170 de l'Arrêté du Gouvernement Wallon du 12 février 2009¹⁴.

La Société publique de Gestion de l'Eau¹⁵ assure la gestion financière des dossiers concernant la protection des eaux potabilisables distribuées par réseaux, par le biais de

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

¹⁵ SPGE, instituée par le décret du 15 avril 1999

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

La 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 wallonne (<http://environnement.wallonie.be/de/eso/atlas>).

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

VIII.3. ZONE DE PRÉVENTION REPRISE SUR LA CARTE

Les ouvrages pour lesquels des zones de prévention sont approuvées par arrêtés ministériels sont repris dans le Tableau VIII-1. Ils sont tous exploités par l'administration communale de Gouvy (Hanson, 2003a ; Hanson 2003b ; Hanson 2003c). Les plans des zones de prévention arrêtées sont consultables au SPW.

Tableau VIII-1. Captages communaux de Gouvy protégés par des zones de prévention arrêtées sur la carte Bovigny – Beho

Nom	CODEPROT	Type	X, m	Y, m	Unité hydrogéologique
SALM VEVIE	AC_GOUVY05	Source	262302	105914	Aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur
DESSOUS – LE VIVIER	AC_GOUVY05	Drain	262409	105844	
RONCE 3	AC_GOUVY08		258480	102770	
RONCE 1	AC_GOUVY08		258415	102280	
DEVANT LE BOIS - SABRE PREAY	AC_GOUVY07		259682	103184	Aquiclude à niveaux aquifères de Villé
RONCE 2	AC_GOUVY08	Source	258820	102450	

Les zones de prévention IIa et la zone de prévention IIb (code SPW : AC_GOUVY05) des captages « Salm Vevi » et « Dessous le Vivier » (Figure VIII-1) ont été arrêtées le 22/12/2005 et publiées au moniteur le 08/02/2006.

La zone de prévention IIa et la zone de prévention IIb (code SPW : AC_GOUVY07) des captages « Devant les Bois » et « Source du Réservoir » (Figure VIII-2) ont été arrêtées le 22/12/2005 et publiées au moniteur le 08/02/2006.

Les zones de prévention IIa et la zone de prévention IIb (code SPW : AC_GOUVY08) des captages « Ronce 1 », « Ronce 2 » et « Ronce 3 » (Figure VIII-3) ont été arrêtées le 22/12/2005 et publiées au moniteur le 08/02/2006.

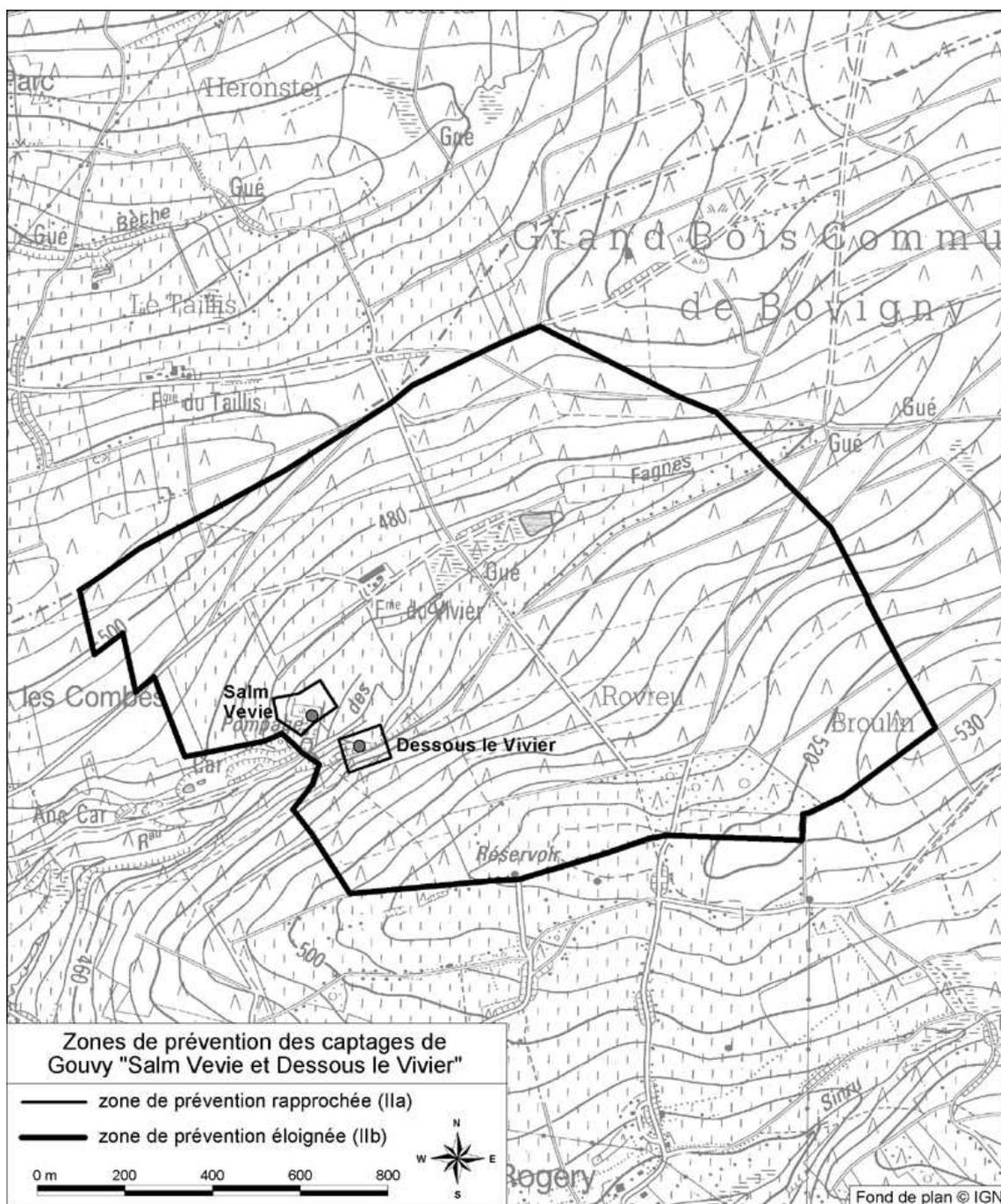


Figure VIII-1. Zones de préventions arrêtées autour des captages "Salm Vevie" et "Dessous le Vivier" Source : SPW – DGO3, http://environnement.wallonie.be/zones_prevention/

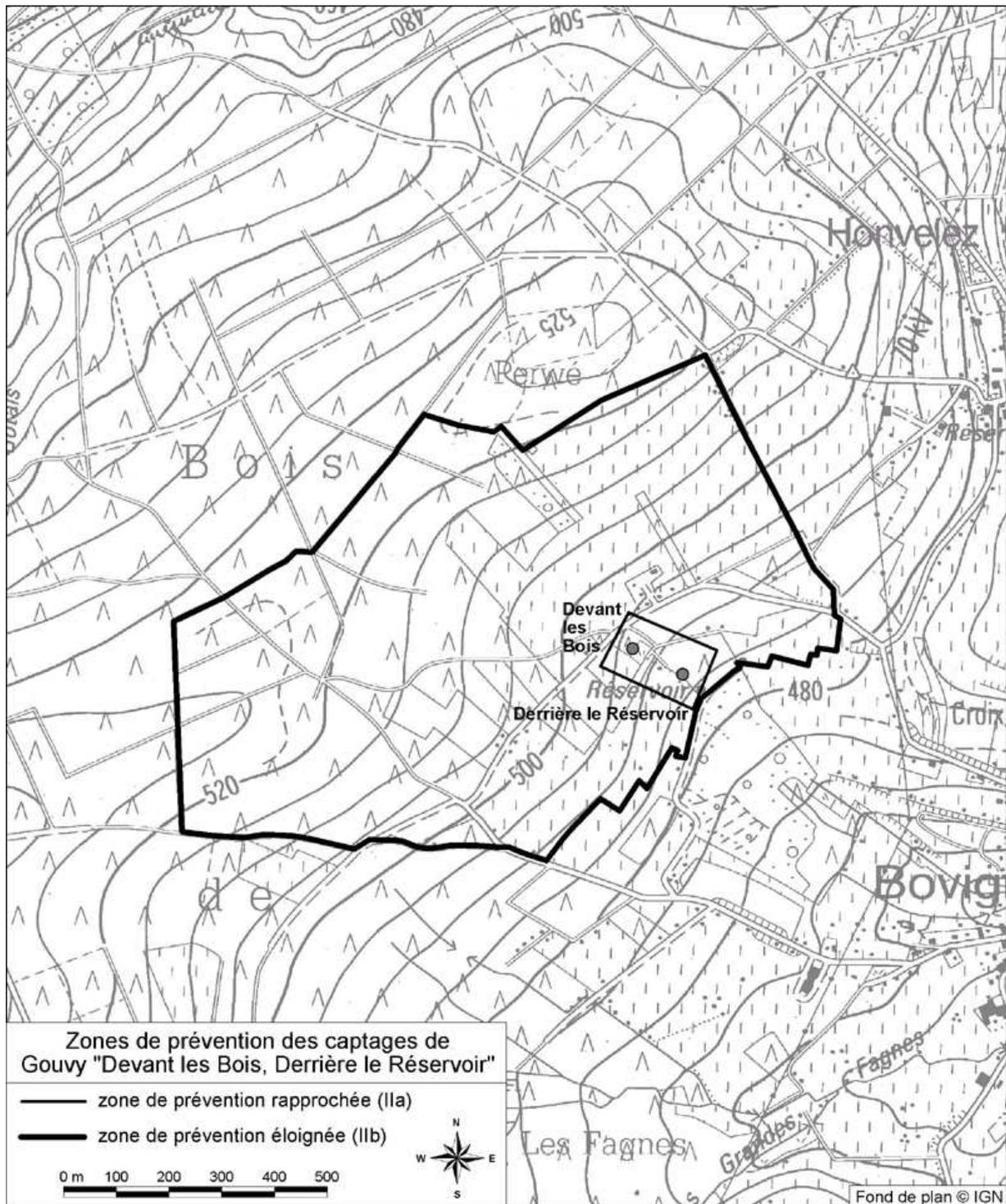


Figure VIII-2. Zones de préventions arrêtées autour des captages « Devant les Bois » et « Source du Réservoir ou Derrière le Réservoir ». Source : SPW – DGO3, http://environnement.wallonie.be/zones_prevention/

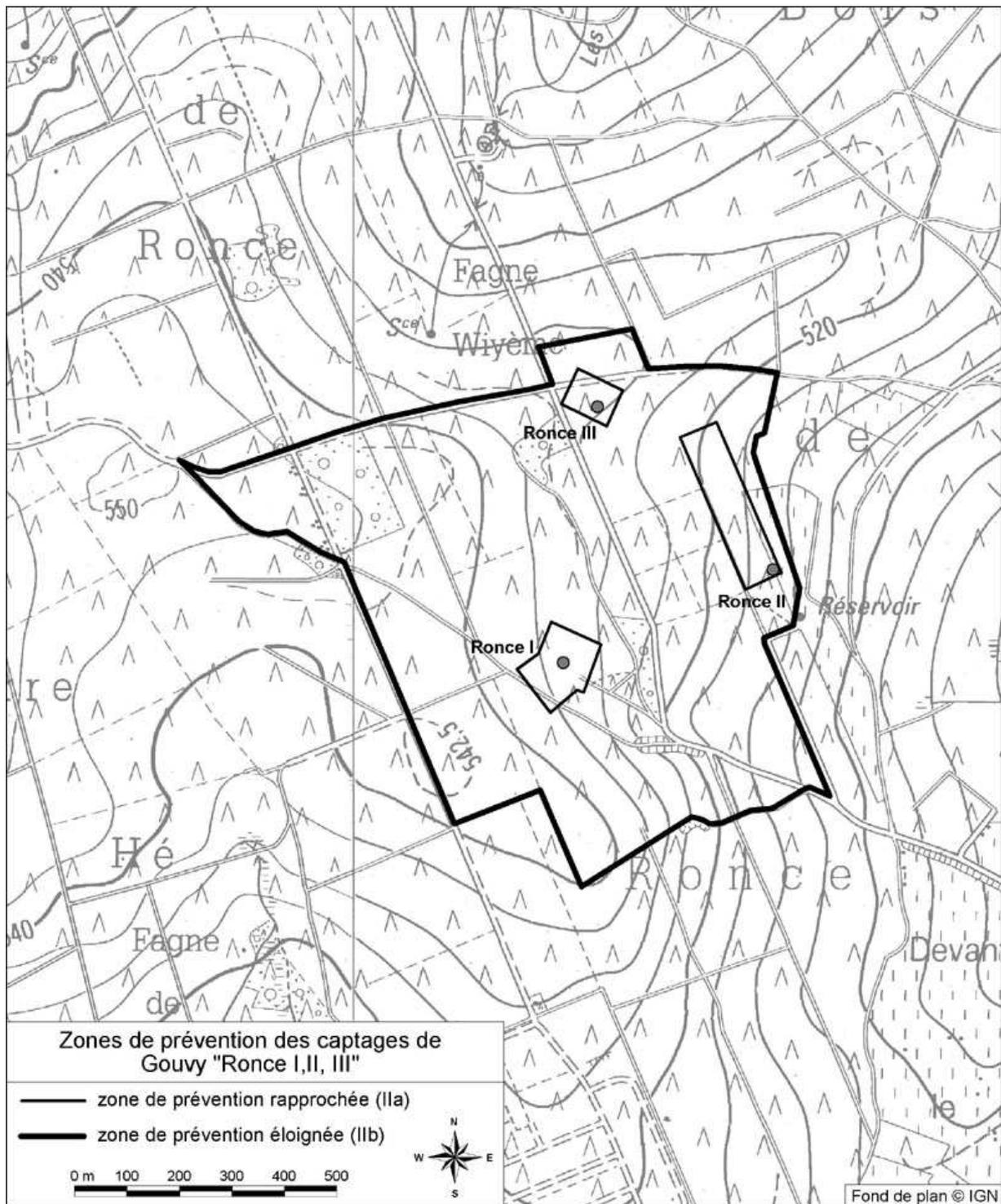


Figure VIII-3. Zones de préventions arrêtées autour des captages « Ronce 1 », « Ronce 2 » et « Ronce 3 ». Source : SPW – DGO3, http://environnement.wallonie.be/zones_prevention/

Les captages pour lesquels des zones de prévention restent à définir sur la carte Bovigny – Beho sont présentés dans le Tableau VIII-2.

Tableau VIII-2. Captages publics d'eau potable pour lesquels des zones de prévention sont à définir sur la carte Bovigny - Beho

NOM	IDRW	CODERW	EXPLOITANT	X	Y
ESPELER (SOURCE S1)	4349	5668008	ADMINISTRATION COMMUNALE DE BURG-REULAND	269273	98500
ESPELER (SOURCE S2)	2130	5668002		269299	98555
FORAGE DE DURLER(DORF)	8310	5668001		270660	98815
SOURCE DURLER(OBEN)	4306	5668003		270470	98860
ESPELER (SOURCE S3)	275	5668005		269220	98920
ESPELER (SOURCE S4)	6461	5668004		269270	98975
SOURCE DE GRUFFINGEN	418	5666001		272570	103060
BRAUNLAUF	4835	5665001		270542	104485
BRAUNLAUF BRUNNEN 2	36094	5665007		270589	104556
BRAUNLAUF BRUNNEN 3	36095	5665008		270685	104721
SOURCES DE LA PISCICULTURE	4446	5653005	ADMIN. COM. GOUVY (+ADMIN. COM. REULAND)	265860	108055
LUXIBOUT	4125	5653001		265260	108120
HONVELEZ - SUR LE THIER	1811	5654002	ADMINISTRATION COMMUNALE DE GOUVY	260310	103660
SOURCES DES COMTES	2265	5653004		265860	108000
LIERMINAY	4601	5651001	SWDE	259840	105740
BECHE	554	5651003		260640	106780

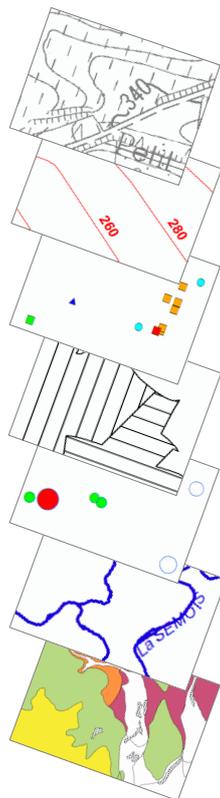
IX. MÉTHODOLOGIE DE L'ÉLABORATION DE LA CARTE HYDROGÉOLOGIQUE

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

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

Type d'information

Ouvrages
Localisation
Type
Équipement ...
Exploitation
Autorisation
Exploitants
Usage
Volumes
Piézométrie
Hydrochimie
Tests
Diagraphie
Pompage
Traçage
Zones de prévention
Géologie
Géophysique
Hydrographie
Stations
Limnimétrie
Climatique
Phénomènes karstiques
Topographie
Pédologie
Autres



Sources d'information

SPW
Service Géologique de Belgique
Sociétés de distribution publique d'eau
Services communaux
Associations intercommunales
Institut Géographique National
Institut Royal de Météorologie
Universités
Bureaux d'études en environnement
Sociétés de forage
Sociétés d'embouteillage d'eau
Carriers
Industries
Particuliers
Campagnes de terrains
Autres

Figure IX-1. Liste non exhaustive des différents types d'information et des sources de données utilisées dans la réalisation de la carte hydrogéologique

IX.1. COLLECTE DE DONNÉES

La première étape de la réalisation de la carte hydrogéologique est la collecte de données auprès de diverses sources. Les principales sources d'informations qui ont servi à la réalisation de la carte hydrogéologique de Bovigny – Beho sont :

- la base de données Dix-sous des captages d'eau souterraine, du SPW – DGO3 qui fournit des informations, telles que les localisations géographiques, les types d'ouvrages, les propriétaires, les exploitants, les volumes captés, les mesures piézométriques, etc., sur les ouvrages répertoriés à la Division Eau ;
- la base de données Calypso des résultats d'analyses physico-chimiques des eaux des captages d'eau souterraine, du SPW – DGO3 qui renseigne sur l'aspect qualitatif des eaux ;
- la Division Eau du SPW - Service extérieur de Marche-en-Famenne, où sont regroupées bon nombre d'informations relatives aux prises d'eau recensées en province de Luxembourg. Sur la carte c'est notamment les données de la commune de Gouvy qui ont été collectées ;
- la Division Eau du SPW - Service extérieur de Liège, où sont regroupées bon nombre d'informations relatives aux prises d'eau recensées en province de Liège. Sur la carte ce sont surtout les données sur la commune de Burg Reuland qui ont été collectées ;
- l'administration communale de Burg Reuland, notamment les données concernant le site de captage de Braunlauf ;
- les archives géologiques et hydrogéologiques du Service géologique de Belgique (S.G.B.), entre autres les descriptions de sondages de l'autoroute, des forages de reconnaissance et des essais de pompage ;
- la D.G.A.R.N.E. qui a fourni la couche des zones de prévention approuvées par arrêté ministériel et la couche des zones de prévention à définir, les données de la trame commune (réseau hydrographique, limites des bassins hydrographiques ORI, agglomérations, les routes, limites des communes, limites des anciennes communes et lacs.) ;
- les fonds IGN au 1/10 000 (ancien découpage) de l'Institut Géographique National (IGN) fournis sous licence SPW ;
- le Département des Sciences et Gestion de l'Environnement de l'Université de Liège (Ex FUL) qui dispose de données hydrogéologiques dans la région, notamment des études pour des demandes d'autorisation de captage ou pour la délimitation de zones de prévention,
- bureaux d'études (Geologica et SGS) et autres (particuliers entre autres).

IX.1.1. Données géologiques

La carte hydrogéologique tracée d'après la carte géologique des Cantons de Malmédy & de St. Vith au 1/100 000 (Vandenvén, 1990). Le tracé des alluvions est extrait de la carte géologique de Bovigny - Beho au 1/40 000 (Lohest, 1902) pour la partie ouest de la carte. Pour la partie est, les alluvions sont extraites de la carte numérique des sols de Wallonie (CNSW, 2008).

D'autres informations géologiques proviennent des minutes de la carte géologique et de données de sondages disponibles au Service géologique de Belgique. Ces renseignements ont été complétés par des données de forage disponibles dans des rapports d'études techniques issus des services extérieurs de la Division Eau du SPW, de l'administration communale de Burg Reuland ou encore des études réalisées au sein du Département des sciences et gestion de l'environnement de l'Université de Liège (campus d'Arlon).

IX.1.2. Données hydrogéologiques

IX.1.2.1. Localisation des ouvrages et sources

Dans les bases de données cartographiques ESRI - ArcGIS, 122 ouvrages recensés en 2013 ont été encodés et reportés sur la carte principale au 1/25 000 (dont 71 puits : 4 pour la distribution publique d'eau potable et 67 puits privés dont la majorité sont des puits de prairie, 10 drains, 23 sources, 1 puits sur galerie par gravité, 11 piézomètres et le reste (6) sont des sondes géothermiques). La localisation respective de tous ces ouvrages a été vérifiée sur le terrain et reportée sur la carte principale, en distinguant le type de chaque ouvrage.

Les données proviennent essentiellement de la base de données Dix-sous du SPW, des distributeurs publics d'eau potable, notamment les communes de Gouvy et de Burg Reuland.

IX.1.2.2. Données piézométriques

Le nombre de mesures piézométriques sur l'ensemble de la planche s'élève à environ 1600. Ces mesures concernent 11 piézomètres et 4 puits exploités. Huit de ces piézomètres sont relevés régulièrement par la SPW.

IX.1.3. Données hydrochimiques

La plupart des données hydrochimiques proviennent de la base de données Calypso du SPW. Le reste provient des rapports d'études hydrogéologiques ou des rapports techniques réalisés au sein du Département des sciences et gestion de l'environnement de l'Université

de Liège (Campus d'Arlon) ou ont tout simplement été fournies par les particuliers lors des campagnes sur le terrain.

En janvier 2013, on comptait 22 ouvrages caractérisés par 1033 analyses chimiques au total sur l'ensemble de la carte Bovigny – Beho.

- 6 ouvrages caractérisent l'aquiclude du Dévonien inférieur avec 183 valeurs mesurées ;
- 14 ouvrages caractérisent l'aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur, avec 707 valeurs mesurées ;
- 2 ouvrages caractérisent l'aquiclude à niveaux aquifères de Villé avec 143 valeurs mesurées.

IX.2. CAMPAGNE SUR LE TERRAIN

Un travail important a été mené sur le terrain en mars 2011 afin de vérifier, compléter et parfois corriger les données collectées. En effet, les données reçues des administrations sont généralement d'ordre réglementaire (numéro d'exploitation, code du titulaire), avec peu d'informations techniques. Ceci s'applique principalement aux puits des particuliers.

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

IX.3. MÉTHODOLOGIE DE CONSTRUCTION DE LA CARTE

IX.3.1. Encodage dans une banque de données

Les données collectées ou produites sur le terrain peuvent être complexes et plus ou moins abondantes. L'exploitation de telles données nécessite une organisation structurée de manière à optimiser leur stockage, leur gestion et leur mise à jour. Ainsi une banque de données hydrogéologiques géorelationnelles a été développée sous Access (Microsoft) (Gogu, 2000 et Gogu *et al.*, 2001). Cette première version de la banque de données *BDHYDRO* a été améliorée pour mieux répondre aux besoins de la carte hydrogéologique (Wojda *et al.*, 2006).

Dans un souci d'homogénéité entre les équipes et d'autres institutions (dont l'administration wallonne, D.G.A.R.N.E.), la banque de données a été révisée. Le but est de créer un outil de travail commun et performant, répondant aux besoins des spécialistes impliqués dans la gestion des eaux souterraines. Les données hydrogéologiques dispersées

géographiquement sont actuellement disponibles dans une seule base de données centralisée sous Oracle.

Par ailleurs, le travail cartographique proprement dit a été précédé par le développement d'une « GeoDataBase » dans Arc-GIS-ESRI (GDB). Cette base de données a été structurée pour répondre au schéma de la version papier du poster sous format A0. Ainsi l'ensemble des couches d'informations qui composent le projet de la carte hydrogéologique est stocké selon un modèle unique.

IX.3.2. Construction de la carte hydrogéologique

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

1. Les données récoltées sous forme de couches numérisées (fichier vecteur) sont extraites pour chaque carte, ensuite stockées dans la PGDB et enfin projetées sur la carte. C'est le cas des zones de prévention et de la trame commune. Celle-ci comporte des données hydrographiques (réseau hydrographique, berges, bassins versants et lacs) et administratives (réseau routier et autoroutier, localisation des agglomérations, etc.).
2. Les informations reçues sous forme d'image sont soit des documents papier, soit des images raster non géo-référencées soit des images raster géo-référencées. Les premières seront scannées puis géo-référencées et les secondes seront géo-référencées.

Jusqu'à présent, les *fonds IGN* sont reçus sous forme d'images raster géo-référencées qui sont simplement importées dans le projet cartographique et représentées sur la carte principale 1 : 25 000. Pour des raisons de lisibilité, c'est l'ancien fond topographique qui est utilisé pour la carte Bovigny – Beho.

D'autres images géo-référencées sont digitalisées pour produire des couches numérisées qui sont directement stockées dans la *PGDB*. Dans cette catégorie se trouvent des couches d'informations comme la couche des *failles* qui se trouve sur la carte principale.

La carte des sols et les fonds géologiques (Lohest, 1902, Vandenvin, 1990) ont été vectorisés pour servir de base à la réalisation de la couche des *unités hydrogéologiques* et de la couche de la *couverture des nappes*.

- La lithologie des formations géologiques présentes sur la carte ne permet pas d'identifier de véritables aquifères. Les unités hydrogéologiques ont été définies en

tenant compte principalement de la fréquence et de l'épaisseur des bancs gréseux et quartzitiques, sur base des descriptions lithostratigraphiques ;

- Sur la carte des unités hydrogéologiques figurent les unités à l'affleurement. Une bonne compréhension de cette carte doit tenir compte de la coupe hydrogéologique ainsi que du tableau de correspondance entre les formations géologiques et les unités hydrogéologiques. L'ensemble des unités hydrogéologiques, définies en Wallonie dans le cadre du projet carte des eaux souterraines, est inventorié dans un tableau récapitulatif avec le nom et la couleur de chaque unité. Les discontinuités, à l'ouest, avec la carte hydrogéologique Odeigne – Bihain 55/7-8 s'expliquent par l'utilisation de fonds géologiques de générations différentes. Les cartes hydrogéologiques sont toujours réalisées avec le fond géologique le plus récent et disponible à la publication. Dans le cas de la carte Bovigny – Beho c'est la carte géologique de Vandeven (1990) qui est utilisée alors que pour la carte Odeigne – Bihain, c'est la carte d'Asselberghs (1946). En revanche, les discontinuités au nord-ouest avec la carte hydrogéologique Vielsalm – Houvegné 56/1-2 s'explique par l'utilisation pour cette dernière du fond géologique de Geukens (1999) ;
 - Le type de couverture d'une nappe est déterminé sur base de la lithologie des formations géologiques qui affleurent sur la carte géologique. Ainsi les nappes présentes dans l'aquiclude du Dévonien inférieur sont considérées être protégées par une couverture imperméable. Les nappes de l'aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur et de l'aquiclude à niveaux aquifères de Villé sont considérées être enveloppées dans une couverture semi-perméable.
3. Les données ponctuelles, encodées dans la BDHYDRO (base de données hydrogéologiques), sont structurées dans différentes requêtes. Celles-ci sont créées sur base du numéro de la carte et sur d'autres critères selon le type d'information. Chaque requête sera ensuite chargée dans la couche appropriée de la GDB et projetée sur la carte correspondante.

On retrouve dans cette catégorie, les points hydrogéologiques, les points nappes, les cotes piézométriques ponctuelles, les mesures (chimie, pompage, etc.), les volumes prélevés sur une année, les zones de prévention à définir, etc.

4. D'autres couches d'informations géographiques n'ont pas pu être créées et ajoutées dans le projet cartographique :
- **Cas des isopièzes :** Sur la carte hydrogéologique Bovigny - Beho, il y a une bonne répartition des points de mesure piézométrique sur la planchette de Beho, mais le problème des nappes d'eau souterraine en Ardenne c'est qu'une même unité

hydrogéologique, ici l'aquiclude du Dévonien inférieur, est composée de plusieurs nappes superposées souvent indépendantes. Par conséquent, il est très difficile de relier les puits entre eux vu la structure très plissée et faillée du sous-sol, notamment dans cette partie de la carte. Dans beaucoup de cas, ces failles cloisonnent les nappes, rendant la piézométrie discontinue. Alors, par prudence il est préférable de ne pas tracer d'isopièzes sur cette carte où seules des cotes ponctuelles sont présentées avec la mention de la date de mesure. Néanmoins, une carte piézométrique très localisée a été tracée dans la zone de captage de Braunlauf.

- **Cas des isohypses** : En raison de la structure plissée et faillée du sous-sol et du manque de données sur le toit et le substratum des unités hydrogéologiques, il n'est pas possible de tracer les isohypses sur la carte hydrogéologique Bovigny - Beho.

X. BIBLIOGRAPHIE

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

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

Cajot, O. et Monjoie, A., 2000. Commune de Burg Reuland, site de captage de Braunlauf. Laboratoire de Géologie de l'Ingénieur, d'Hydrogéologie et de prospection géophysique, Faculté des Sciences Appliquées, Université de Liège, 26 p et annexes.

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

CNSW, 2008. Carte Numérique des Sols de Wallonie, 1/20 000. SPW – DGARNE – Direction du Développement rural (sous la direction de A. Mokadem). Données vectorielles, Version 1.2, 04-2008.

Derycke, F., Laga, P.G. et Ney Bergh, H., 1982. Bilan des ressources en eau souterraine de la Belgique. Commission des Communautés Européennes. Service de l'Environnement et de la Protection des consommateurs, 260 p (inédit).

Geukens, F., (1999). Note accompagnant une révision de la carte structurale du Massif de Stavelot. *Aardkundige Mededelingen*, 9: 183-190.

Godefroid, J., Blicq, A., Bultynck, P., Dejonghe, L., Gerrienne, P., Hance, L., Meilliez, F., Stainier, P. et Steemans, P., 1994. Les formations du Dévonien inférieur du Massif de la Vesdre, de la fenêtre de Theux et du Synclinorium de Dinant (Belgique-France). Mem. Expli. Carte géolog. Minières Belgique, 38: 144 p. Bruxelles.

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

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

Hanson, A., 2003a. Captages de la commune de Gouvy, Réseau de Cierreux – Bovigny, captage de Cierreux « Salm Vevi et Dessous le Vivier », *Référence 56/5/2/001*. FUL, AIVE, SPGE, Gouvy. 8 p.

- Hanson, A.**, 2003b. Captages de la commune de Gouvy, Ancienne commune Bovigny, Réseau de Bovigny, Captage sources « Devant les Bois » et « Derrière le Réservoir ». Référence 56/5/4/001. FUL, AIVE, SPGE, Gouvy. 9 p.
- Hanson, A.**, 2003c. Captages de la commune de Gouvy, Ancienne commune Bovigny, Réseau de Courtil, Captage sources « Ronce I, II et III ». Référence 56/5/4/003, 56/5/4/004 et 56/5/4/006. FUL, AIVE, SPGE, Gouvy. 7 p.
- Jodocy, V. et Lejeune, V.**, 2002. Rapport E303, Coquilles d’Ardennes s. p. r. I. Etude hydrogéologique, Geologica. 10 p et annexes.
- Legrand, R.**, (1965) : Carte géologique de Belgique, planchette N° 233 “Sankt-Vith – Schoenberg”. Service géologique de Belgique, Bruxelles.
- Lohest, M. M.** 1902. Carte géologique de Belgique à l’échelle de 1/40 000. Bovigny Beho N° 180 (planchette 5-6 de la feuille LVI de la carte topographique). Institut cartographique militaire, Service géologique de Belgique.
- Matte Ph.** 1969. The kink-bands — example of late deformation in the Variscian of North-Western Spain. Laboratoire de Géologie Structurale, Faculté des Sciences, Montpellier France. Tectonophysics, volume 7, issue 4, pp 309-322.
- Pfannkuch, H-O.**, 1990. Elsevier’s Dictionary of Environmental Hydrogeology, Elsevier.
- Pierlot, A.**, 1995. Captages de Vielsalm, rapport technique. Division de l’Eau, Service des Eaux Souterraines, Centre de Marche. Service Public de Wallonie, Ministère de la Région wallonne. 10 p et annexes.
- SGS.**, 2010. Etude hydrogéologique dans le cadre de la délimitation des zones de prévention des prises d’eau communales situées à Braunlauf (Burg Reuland). Rapport intermédiaire-1 E1096, avril 2010. Administration communale de Burg Reuland. 132 p et annexes.
- UNESCO – OMM**, 1992. Glossaire International d’Hydrologie.
- Vandeven, G.**, (1990) : Explications de la carte géologique du Synclinorium de l’Eifel. (Région de Gouvy-Sankt-Vith-Elsenborn), *Annales de la Société Géologique de Belgique*, Tome 113 (fascicule 2), pp 103-113.
- Wojda, P., Dachy, M., Popescu, I.C., Ruthy, I. & Gardin, N., Brouyère, S & Dassargues, A.** 2005 : Appui à la conception de la structure, à l’interfaçage et à l’enrichissement de la base de données hydrogéologiques de la Région wallonne, Convention subsidiée par le Service public de Wallonie, DGARNE – Université de Liège.

XI. ANNEXES

XI.1. GLOSSAIRE DES ABRÉVIATIONS

ArGEnCO	Université de Liège, Département ArGEnCO, GEO-Hydrogeology, Bâtiment B52/3, niveau -1, Sart-Tilman, B-4000 Liège Belgique
DGARNE	Direction générale opérationnelle Agriculture, Ressources naturelles et Environnement (DGO3) : Direction des eaux souterraines et Direction de la Coordination des données Avenue Prince de Liège 15 - B-5100 Jambes, Belgique
DESO	Direction des Eaux souterraines DGARNE (DESO) Avenue Prince de Liège 15 - B-5100 Jambes, Belgique
F.U.L.	Fondation universitaire luxembourgeoise, actuellement « Département des sciences et gestion de l'environnement de l'Université de Liège (ULg) ». Av. de Longwy, 185 à 6700 Arlon.
I.G.N.	Institut Géographique National de Belgique Abbaye de la Cambre 13 à 1000 Bruxelles
L.G.I.H.	Laboratoire de Géologie de l'Ingénieur, d'hydrogéologie et de Prospection Géophysique, Université de Liège
S.G.B.	Service géologique de Belgique. Rue Jenner 13 à 1000 Bruxelles
SPGE	Société Publique de Gestion de l'Eau 41, Rue de la Concorde à 4800 Verviers
SPW	Service Public de Wallonie Avenue Prince de Liège 15 - B-5100 Jambes, Belgique
ULg	Université de Liège Place du 20-Août, 7 à 4000 Liège

XI.2. LISTE DES FIGURES

Figure I-1 . Localisation de la carte de Bovigny – Beho 56/5-6.....	9
Figure II-1. Limites administratives des communes sur la carte Bovigny – Beho	11
Figure II-2. Photo de paysage près de Salmchâteau au nord-ouest de la carte. Source : Vol en montgolfière (Vielsalm et le lac des Doyards), Google Earth.....	12
Figure II-3. Carte hydrographique de Bovigny – Beho.....	14
Figure II-4. Evolution pluriannuelle des débits journaliers observés entre janvier 2010 et décembre 2012 à la station limnimétrique « L6070 - Trois-Ponts – Salm » du Service Public de Wallonie (SPW) – Direction des cours d'eau non navigables. Source : http://aqualim.environnement.wallonie.be	15
Figure III-1. Schéma paléogéographique du nord-ouest de l'Europe au Dévonien inférieur. Source : Université de Liège – Département de Géologie, http://www2.ulg.ac.be/geosed/geolwal/geolwal.htm	17
Figure III-2. Transect nord-sud dans les Synclinoria de Dinant et de Neufchâteau, durant le dépôt du Dévonien inférieur (modifié d'après Boulvain et Pingot, 2013). Le contexte de la carte Bovigny – Beho est encadré	18
Figure III-3. Cadre géologique simplifié de l'Eodévonien de l'Ardenne avec localisation de la carte Bovigny - Beho.....	20
Figure III-4. Extrait de la carte géologique des Cantons de Malmédy & de St. Vith au 1/100 000 (Vandenvén, 1990 modifié) correspondant à la planche topographique 56/5-6.	22
Figure III-5. Situation structurale régionale (Vandenvén, 1990).....	27
Figure III-6. Discordance de Born; contact entre le Dévonien inférieur et le Massif de Stavelot, Q.PH. = quartzophyllades (Vandenvén, 1990).....	28
Figure III-7. Une coupe géologique générale Born - Vallée de l'Our (Vandenvén, 1990)	28
Figure III-8. Extrait de la coupe géologique de Salmchâteau à Kautenbach par Gouvy (Asselberghs, 1946).....	29
Figure IV-1. Masses d'eau souterraine en Wallonie.....	31
Figure IV-2. Schéma hydrogéologique simplifié de l'Eodévonien de l'Ardenne	31
Figure IV-3. Exemple non exhaustif de linéaments tracés sur base de la carte topographique dans la région du village de Beho.....	35
Figure IV-4. Localisation des captages et certains linéaments dans l'aquiclude à niveaux aquifères de Villé dans la région de Bovigny.....	39
Figure IV-5. Zone de captage de Braunlauf de la commune de Burg-Reuland. Axes de fracturations, zone faillée et axe anticlinal sont extraits de SGS (2010) sur base de Cajot et Monjoie (2000)	41
Figure IV-6. Localisation des captages « Luxibout » et « Salm Védie » sur un linéament et le sens probable d'écoulement local dans l'aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur.....	44
Figure IV-7. Evolution piézométrique des nappes profondes de l'aquiclude du Dévonien inférieur au niveau du piézomètre P.R.8	45
Figure IV-8. Sens probable d'écoulement de l'aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur à l'est de la Salm.....	46
Figure IV-9. Piézométrie dans la zone de captage de Braunlauf (SGS, 2010 modifié).....	47
Figure IV-10. Evolution piézométrique des nappes supérieures de l'aquiclude du Dévonien inférieur au niveau des piézomètres P.CR.6 et P.T.2.....	48
Figure V-1. Paramètres physicochimiques des eaux souterraines sur la planche Bovigny – Beho	51
Figure V-2. Teneurs en nitrates des eaux souterraines, carte Bovigny – Beho	54
Figure V-3. Evolution des teneurs en nitrates à la « SOURCE DE GRUFFINGEN », alimentée par l'aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur	54

Figure VI-1. Exploitation des eaux souterraines sur la carte Bovigny – Beho.....	56
Figure VI-2. Evolution des volumes annuels d'eau souterraine prélevés entre 1990 et 2010 sur la carte Bovigny – Beho. ACF = Aquiclude à niveaux aquifères	57
Figure VI-3. Distribution de la production d'eau souterraine par unité hydrogéologique sur la carte Bovigny - Beho. AC = Aquiclude, ACF = Aquiclude à niveaux aquifères	58
Figure VIII-1. Zones de préventions arrêtées autour des captages "Salm Vevi" et "Dessous le Vivier" Source : SPW – DGO3, http://environnement.wallonie.be/zones_prevention/	64
Figure VIII-2. Zones de préventions arrêtées autour des captages « Devant les Bois » et « Source du Réservoir ou Derrière le Réservoir ». Source : SPW – DGO3, http://environnement.wallonie.be/zones_prevention/	65
Figure VIII-3. Zones de préventions arrêtées autour des captages « Ronce 1 », « Ronce 2 » et « Ronce 3 » Source : SPW – DGO3, http://environnement.wallonie.be/zones_prevention/	66
Figure IX-1. Liste non exhaustive des différents types d'information et des sources de données utilisées dans la réalisation de la carte hydrogéologique.....	68

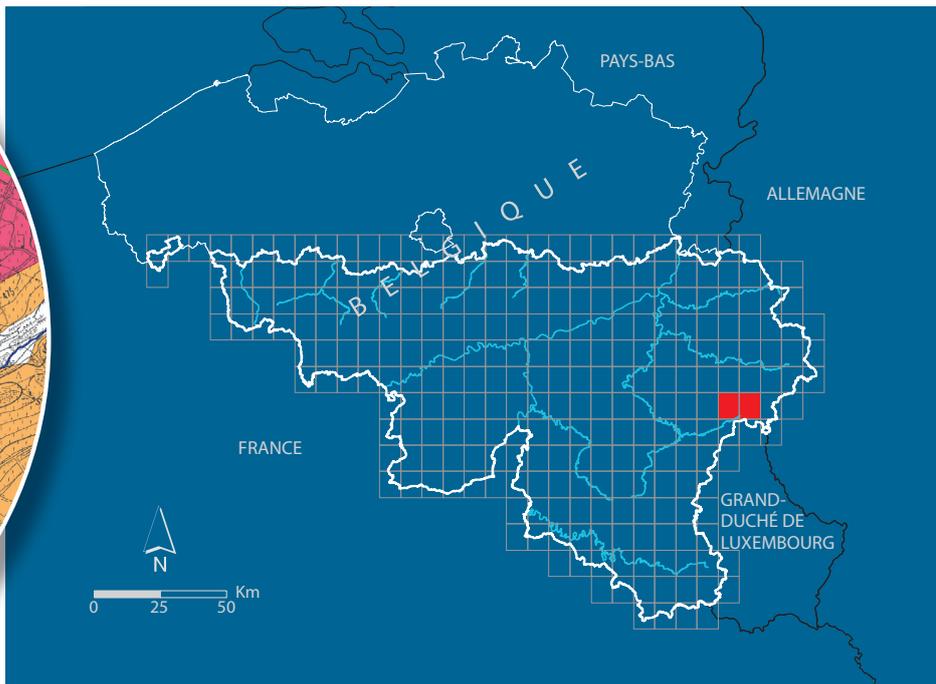
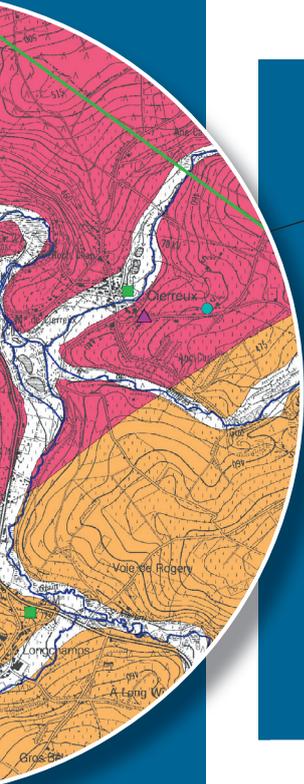
XI.3. LISTE DES TABLEAUX

Tableau III-1. Corrélations stratigraphiques des nomenclatures ancienne et nouvelle du Dévonien inférieur	19
Tableau IV-1. Tableau de correspondance géologie – hydrogéologie de la carte Bovigny – Beho	36
Tableau V-1. Composition minérale indicative des eaux souterraines sur la planche Bovigny – Beho	52
Tableau V-2. Teneurs du fer et du manganèse dans les nappes profondes de l'aquiclude du Dévonien inférieur aux niveaux du « PZ1 » et du captage « BRAUNLAUF B1 »	53
Tableau VII-1 . Les données de pompage d'essai disponibles sur la carte Bovigny – Beho	60
Tableau VIII-1. Captages communaux de Gouvy protégés par des zones de prévention arrêtées sur la carte Bovigny – Beho.....	63
Tableau VIII-2. Captages publics d'eau potable pour lesquels des zones de prévention sont à définir sur la carte Bovigny - Beho.....	67

XI.4. COORDONNÉES GÉOGRAPHIQUES DES OUVRAGES

NOM	X	Y	NOM	X	Y
AM HOLZERNEN KNEUZ-S.N.	272200	107785	PUITS DEBOSSINES	260180	103070
AN DER LIEG	273520	107502	PUITS DECKERS - JANSEN	259586	107737
BECHE	260640	106780	PUITS DERKENNE	260375	103658
BEHO - MAISON NEUVE PUIITS	267200	102360	PUITS DESERT	259905	102469
BESCHIED-SURVEY NITRATES	269175	102375	PUITS FICHAUX CLAUDE A GOUVY	261400	98853
BOHRBRUNNEN SCHWEYEN	270107	108163	PUITS FORE MARTINY	270241	106327
BOHRBRUNNEN STELLMANN	267693	103099	PUITS FORE SCHUTZ	269404	107209
BRAUNLAUF	270542	104485	PUITS GEOTHERMIQUE SCHMITZ ET GRANDJEAN A BOVIGNY	259782	101116
BRAUNLAUF BRUNNEN 2	270589	104556	PUITS GENNEN	272163	102051
BRAUNLAUF BRUNNEN 3	270685	104721	PUITS GENNEN JACQUES A BEHO	265828	102638
CASERNE FONCK (3KDR) DEP. DBW5	258040	100880	PUITS GRANDJEAN	260123	101385
CIERREUX - SOUS LES VEVIES	262409	105844	PUITS HURDEBISE	262633	105191
CROMBACH 77	271110	106910	PUITS JACQUET CHRISTIAN A VIELSALM	258365	106255
CROMBACHER BERG	272118	107119	PUITS JEN-PIERRE HEIDERCHEIDT A BEHO	267247	99808
D.B.W. GRAND CHENE P1	258040	100880	PUITS LEBECQUE A BOVIGNY	260904	103133
DBW - GRAND CHENE P2	258040	100880	PUITS LEJEUNE	259933	103596
DER BERG	270810	98890	PUITS LEJEUNE JULES A GOUVY	261090	99560
DEVANT LE BOIS - SABRE PREAY	259682	103184	PUITS LEMAIRE	261421	104842
DRAIN THOMAS	261506	104715	PUITS LEMASSON A VIELSALM	266509	106005
ESPELER(SOURCE S1)	269273	98500	PUITS LEONARD	262965	104700
ESPELER(SOURCE S2)	269299	98555	PUITS LESENFANTS JOSEE	266204	102449
ESPELER(SOURCE S3)	269220	98920	PUITS LIMERLE	263003	99371
ESPELER(SOURCE S4)	269270	98975	PUITS LUC MEYER A BEHO	266584	103051
EST-CIERREUX	261840	104750	PUITS MAISON NEUVE	267300	102370
FERME DU VIV IER DRAIN AMONT	262457	106391	PUITS MICHEL REMACLE A GOUVY	262874	104365
FERME DU VIVIER DRAIN AVAL	262500	106201	PUITS MOUTSCH A COMMANSTER	266020	106560
FONTAINE DE STERPIGNY	258195	98235	PUITS MOUTSCHEN	265879	99295
FONTAINE D'HALCONREUX	261000	99310	PUITS N°3 (NOUVEAU PUIITS) (P1)	258045	100885
FORAGE DE DURLER(DORF)	270660	98815	PUITS NELLES	269927	108065
FRONTIER LUX. LEINERES	267950	98920	PUITS NORBERT KAYLS A LIMERLE	262150	98874
GRÜFLINGEN PUIITS MARAITE	272882	103035	PUITS PARMENTIER 1 A VIELSALM	266362	105767
HONVELEZ - SUR LE THIER	260310	103660	PUITS PARMENTIER 2 A VIELSALM	266355	105769
LAMERLE - PUIITS	265100	102980	PUITS PETIT	259087	105780
LE TEILLIS - BECHE	261830	106640	PUITS PIERRET A LIMERLE	264106	98588
LIERMINAY	259840	105740	PUITS ROGERY	263920	105830
LUXIBOUT	265260	108120	PUITS RUE DU THIER, 9	262440	99350
MAISON NEUVE	267220	102355	PUITS SEBASTIEN JACOBY A BOVIGNY	259930	101771
MICHELBORN-SURVEY NITRATES	273050	98762	PUITS SCHEUREN	266095	98654
NORD-COMMANSTER	266250	106940	PUITS VAN DE VELDE-CONARD A PROVEDROUX	258424	105415
NOUVEAU PUIITS MEYER LUC A BEHO	266546	103047	PUITS WIESEN	265902	101852
NOUVEAU PUIITS NOLL	267360	102317	PZ1	270416	104250
OUDLER	273140	99160	PZ2	270433	104421
P.CR.6	270590	107340	PZ3	270584	104729
P.CR.7	271090	106790	RONCE 1	258415	102280
P.CR.8.	273450	105980	RONCE 2	258820	102450

P.R.8	270770	98880	RONCE 3	258480	102770
P.T.1	267900	102730	SALM VEVIE	262302	105914
P.T.2	268670	103780	SG-POTH	273259	105984
P.T.4	270390	106080	SONDE GEOTHERMIQUE EUROCAFE B	269253	103884
P.T.5	271870	102420	SONDE GEOTHERMIQUE HARTMANN	273136	100847
PUITS 2 GRANDJEAN	260075	101393	SONDE GEOTHERMIQUE LEYENS	268608	103993
PUITS ANDRE ET JEAN-MARIE LENZ A BEHO	266448	102137	SONDE GEOTHERMIQUE SCHWALL	270663	107398
PUITS BEAUPAIN	260150	103650	SOURCE DE GRUFFINGEN	272570	103060
PUITS BEHO	266115	102370	SOURCE DU RESERVOIR	259777	103135
PUITS BENOÎT MOURANT A PROVEDROUX	258449	105461	SOURCE DURLER(OBEN)	270470	98860
PUITS BOCK	267025	99609	SOURCE GUILLAUME	260522	101104
PUITS BOVY-LEONARD A BOVIGNY	261049	99334	SOURCE PARMENTIER A VIELSALM	266362	105777
PUITS BURNOTTE	262032	98434	SOURCES DE LA PISCICULTURE	265860	108055
PUITS BURNOTTE FRANCOIS	262046	98392	SOURCES DES COMTES	265860	108000
PUITS COQUILLES D'ARDENNES	258530	105500	SUD DE BETZEN	266650	101600
PUITS COUNSON LEONARD A PROVEDROUX	259117	105670	SUR LES PLAINS	263525	104635



SPW | Éditions, CARTES

Dépôt légal : D/2013/12.796/8 – ISBN : 978-2-8056-0130-9

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

N° Vert du SPW : 0800 11 901 - www.wallonie.be