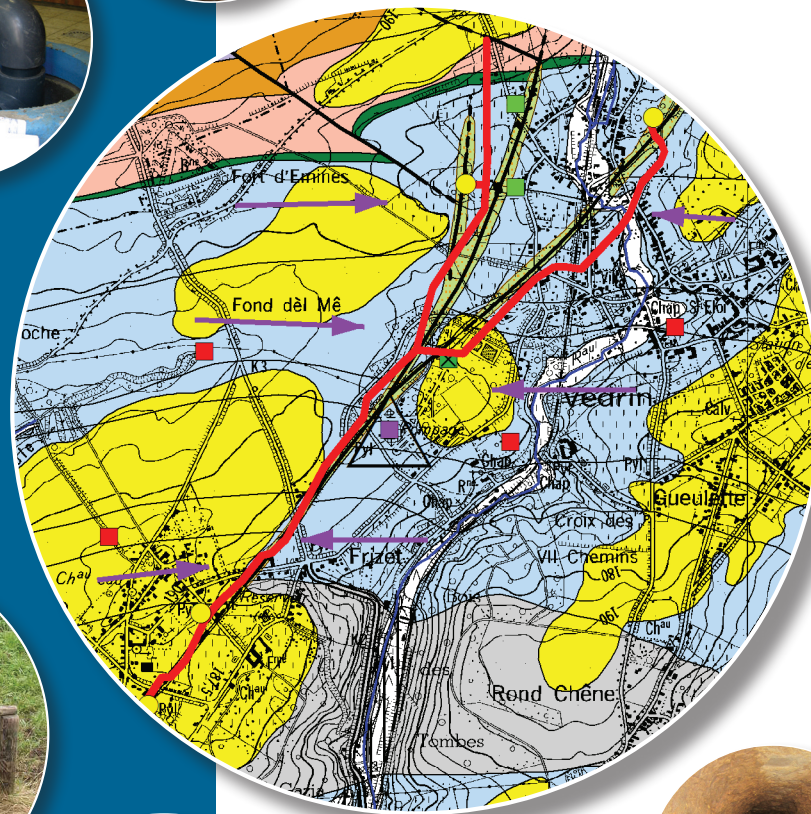


Notice explicative

CARTE HYDROGÉOLOGIQUE DE WALLONIE

Echelle : 1/25 000



Photos couverture © SPW-DGARNE (DGO 3)

Fontaine de l'ours à Andenne

Forage exploité

Argillère de Celles à Houyet

Puits et sonde de mesure de niveau piézométrique

Emergence (source)

Essai de traçage au Chantoir de Rostenne à Dinant

Galerie de Hesbaye

Extrait de la carte hydrogéologique Namur – Champion



NAMUR - CHAMPION

47/3-4

Ingrid **RUTHY**, Samantha **REKK**, Vincent **HALLET**, Alain **DASSARGUES**

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



NOTICE EXPLICATIVE

2018

Première version : Mai 2001
Actualisation partielle : Octobre 2016

Dépôt légal - D/2018/12.796/2 - ISBN : 978-2-8056-0248-1

SERVICE PUBLIC DE WALLONIE

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

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

AVANT-PROPOS	3
I. INTRODUCTION	5
II. CADRES GÉOGRAPHIQUE, GÉOMORPHOLOGIQUE ET HYDROGRAPHIQUE	8
III. CADRE GÉOLOGIQUE	11
III.1. CADRE GÉOLOGIQUE GÉNÉRAL.....	11
III.2. CADRE GÉOLOGIQUE RÉGIONAL.....	13
III.2.1. Cadre lithostratigraphique.....	13
III.2.1.1. Paléozoïque.....	14
III.2.1.2. Mésozoïque.....	22
III.2.1.3. Cénozoïque.....	22
III.2.1.4. Quaternaire.....	23
III.2.2. Cadre structural.....	26
IV. CADRE HYDROGÉOLOGIQUE	29
IV.1. DESCRIPTION DES UNITÉS HYDROGÉOLOGIQUES.....	29
IV.1.1. Paléozoïque.....	32
IV.1.1.1. Généralités.....	32
IV.1.1.2. Socle cambro-silurien.....	35
IV.1.1.3. Dévonien.....	37
IV.1.1.4. Carbonifère.....	44
IV.1.2. Mésozoïque.....	48
IV.1.2.1. Aquitard du Santonien.....	48
IV.1.3. Cénozoïque.....	49
IV.1.3.1. Aquifère des sables de l'Eocène.....	49
IV.1.3.2. Aquifère des terrasses fluviales.....	50
IV.1.3.3. Aquitard limoneux.....	51
IV.1.3.4. Aquifère alluvial.....	51
IV.1.3.5. Nappe de remblais (X).....	52
IV.2. DESCRIPTION DE L'HYDROGÉOLOGIE RÉGIONALE.....	54
IV.2.1. Cadre général.....	54
IV.2.2. Recharge des aquifères : le bilan hydrogéologique.....	55
IV.3. EVOLUTION PIÉZOMÉTRIQUE ET SENS D'ÉCOULEMENT.....	56
IV.3.1.1. Aquiclude-Aquitard-Aquifère du socle cambro-silurien.....	57
IV.3.1.2. Aquifères du Dévonien.....	60
IV.3.1.3. Aquifère des calcaires du Carbonifère.....	64
IV.3.1.4. Aquiclude à niveaux aquifères du Houiller.....	71
IV.3.1.5. Aquifères des sables de l'Eocène.....	72
IV.3.1.6. Aquifère alluvial de la Meuse.....	72
IV.3.1.7. Aquitard limoneux.....	74
IV.4. COUPE HYDROGÉOLOGIQUE.....	74
IV.5. CARACTÈRE LIBRE, SEMI-CAPTIF, CAPTIF DES NAPPES.....	77
V. CADRE HYDROCHIMIQUE	79
V.1. CARACTÉRISTIQUES HYDROCHIMIQUES DES EAUX.....	79
V.1.1. Aquifère des calcaires du Frasnien.....	80
V.1.2. Aquitard à niveaux aquifères du Givetien.....	81
V.1.3. Aquifère des grès du Famennien.....	82
V.1.4. Aquifère des calcaires du Carbonifère.....	82
V.1.5. Aquifère des sables de l'Eocène.....	85
V.1.6. Aquifère alluvial.....	86
V.1.7. Commentaires.....	86
V.2. PROBLÉMATIQUE DES NITRATES.....	88
V.3. PROBLÉMATIQUE DES MICROPOLLUANTS.....	93

V.3.1. Pesticides	93
V.3.2. Métaux.....	96
V.4. QUALITÉ BACTÉRIOLOGIQUE.....	98
V.5. ETAT DES MASSES D'EAU SOUTERRAINE	100
VI. EXPLOITATION DES AQUIFÈRES.....	103
VI.1. VOLUMES PRÉLEVÉS POUR LA DISTRIBUTION PUBLIQUE.....	105
VI.2. VOLUMES PRÉLEVÉS PAR LES PARTICULIERS	109
VII. PARAMÈTRES D'ÉCOULEMENT ET DE TRANSPORT	111
VII.1. PARAMÈTRES D'ÉCOULEMENT	111
VII.1.1. Aquifère des calcaires du Carbonifère	113
VII.1.2. Aquifère des sables de l'Eocène.....	114
VII.1.3. Aquifère alluvial de la Meuse.....	115
VII.1.4. « Complexe aquifère »	116
VII.2. PARAMÈTRES DE TRANSPORT	117
VII.2.1. Aquifère alluvial.....	118
VIII. ZONES DE PROTECTION	120
VIII.1. CADRE LÉGAL.....	120
VIII.1.1. Zone de prise d'eau ou zone I	120
VIII.1.2. Zones de prévention rapprochée et éloignée ou zones IIa et IIb.....	121
VIII.1.3. Zone de surveillance ou zone III	121
VIII.1.4. Mesures de protection.....	122
VIII.2. ZONES DE PRÉVENTION AUTOUR DES CAPTAGES	122
VIII.2.1. Zones de prévention arrêtées.....	123
VIII.2.2. Zones de prévention à l'enquête publique.....	123
VIII.2.3. Zones de prévention à définir	123
IX. METHODOLOGIE D'ELABORATION DE LA CARTE HYDROGEOLOGIQUE	125
IX.1. INTRODUCTION	125
IX.2. SOURCE DE DONNÉES	125
IX.2.1. Données géologiques.....	125
IX.2.2. Données météorologiques et hydrologiques	126
IX.2.3. Données hydrogéologiques.....	126
IX.2.3.1. Localisation des ouvrages et sources	126
IX.2.3.2. Données piézométriques	126
IX.2.3.3. Données hydrochimiques.....	127
IX.3. ENCODAGE DANS UNE BASE DE DONNÉES	127
IX.3.1. Construction de la carte hydrogéologique.....	128
IX.4. PRESENTATION DU POSTER A0.....	128
X. BIBLIOGRAPHIE	130
XI. ANNEXES	133
XI.1. LISTE DES ABRÉVIATIONS.....	133
XI.2. TABLE DES ILLUSTRATIONS.....	134
XI.3. TABLE DES OUVRAGES CITÉS DANS LA NOTICE	137

AVANT-PROPOS

La carte hydrogéologique Namur - Champion (47/3-4) 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 (UNamur), l'Université de Mons (Faculté Polytechnique, UMons) et l'Université de Liège (ArGEnCO-GEO³-Hydrogéologie & Sciences et Gestion de l'Environnement, ULg-Campus d'Arlon, ULg).

Les cartes hydrogéologiques sont basées sur un maximum de données, géologiques, hydrogéologiques et hydrochimiques, recueillies 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, toute personne, société ou institution concernée par la gestion, tant quantitative que qualitative, des ressources en eaux.

La base de données hydrogéologiques de Wallonie (BD Hydro), principale source de données servant à l'élaboration des cartes hydrogéologiques, est en perpétuelle amélioration afin d'aboutir à une unique base de données centralisée, régulièrement mise à jour ([Gogu, 2000](#) ; [Gogu & al., 2001](#) ; [Wojda & al., 2005](#)).

La carte de Namur - Champion a été réalisée en 2001 par I. Ruthy (licenciée en Sciences) et le projet supervisé par les Prof. A. Monjoie et A. Dassargues du Laboratoire ArGEnCO-GEO³-Hydrogéologie & Sciences et Gestion de l'Environnement (Université de Liège). La carte a été revue et mise à jour partiellement en 2016 par S. Rekk (Dr. en Sciences) en collaboration avec I. Ruthy et le projet supervisé par le Prof. V. Hallet du Département de Géologie de l'UNamur.

Les auteurs de la carte hydrogéologique remercient Ingrid Ruthy pour sa relecture attentive de la carte. Nous remercions également la Société Wallonne des Eaux (S.W.D.E.) et VIVAQUA pour nous avoir fourni nombre de données et nous avoir permis l'accès à leurs ouvrages souterrains (captages, piézomètres). Il en va de même pour tous les bureaux d'études actifs dans le domaine de l'environnement qui nous ont fourni des données, ainsi que tous les titulaires privés (généralement du monde agricole) de puits pour nous avoir laissé accéder aux ouvrages lors de nos investigations sur le terrain et également les propriétaires des carrières présentes sur la carte.

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

Les données utilisées pour la réalisation de la carte ont été encodées dans une base de données (GeoDataBase) qui a été remise à la Direction des Eaux Souterraines (Département de l'Environnement et de l'Eau, DGO3 DGARNE, SPW).

Depuis mai 2006, la carte hydrogéologique de Wallonie est consultable en ligne via le portail cartographique du Service public de Wallonie. Cette application WebGIS est disponible à l'adresse <http://environnement.wallonie.be/cartosig/cartehydrogeo>.

I. INTRODUCTION

La carte Namur - Champion est située dans la province de Namur et plus précisément dans la région de la Hesbaye namuroise, la (Figure I.1).

Le sud de la carte est plutôt marqué par les territoires artificialisés de la ville de Namur et des ses faubourgs, Belgrade, Saint-Servais, Bouge, Beez, Lives-sur-Meuse, Champion, Vedrin, Saint-Marc tandis que le reste de la carte est clairement marqué par les terrains agricoles et quelques zones de forêts et milieux naturels, plus particulièrement dans la région de Marche-les-Dames, entre Suarlée et Saint-Marc et au NE de Champion Gelbressée (Figure I.3).

En rive nord de la Meuse, deux grandes carrières marquent également le paysage ; au nord de Beez, la carrière de Beez et à l'est de Marche-les-Dames, la carrière de Marche-les-Dames (Figure I.2).

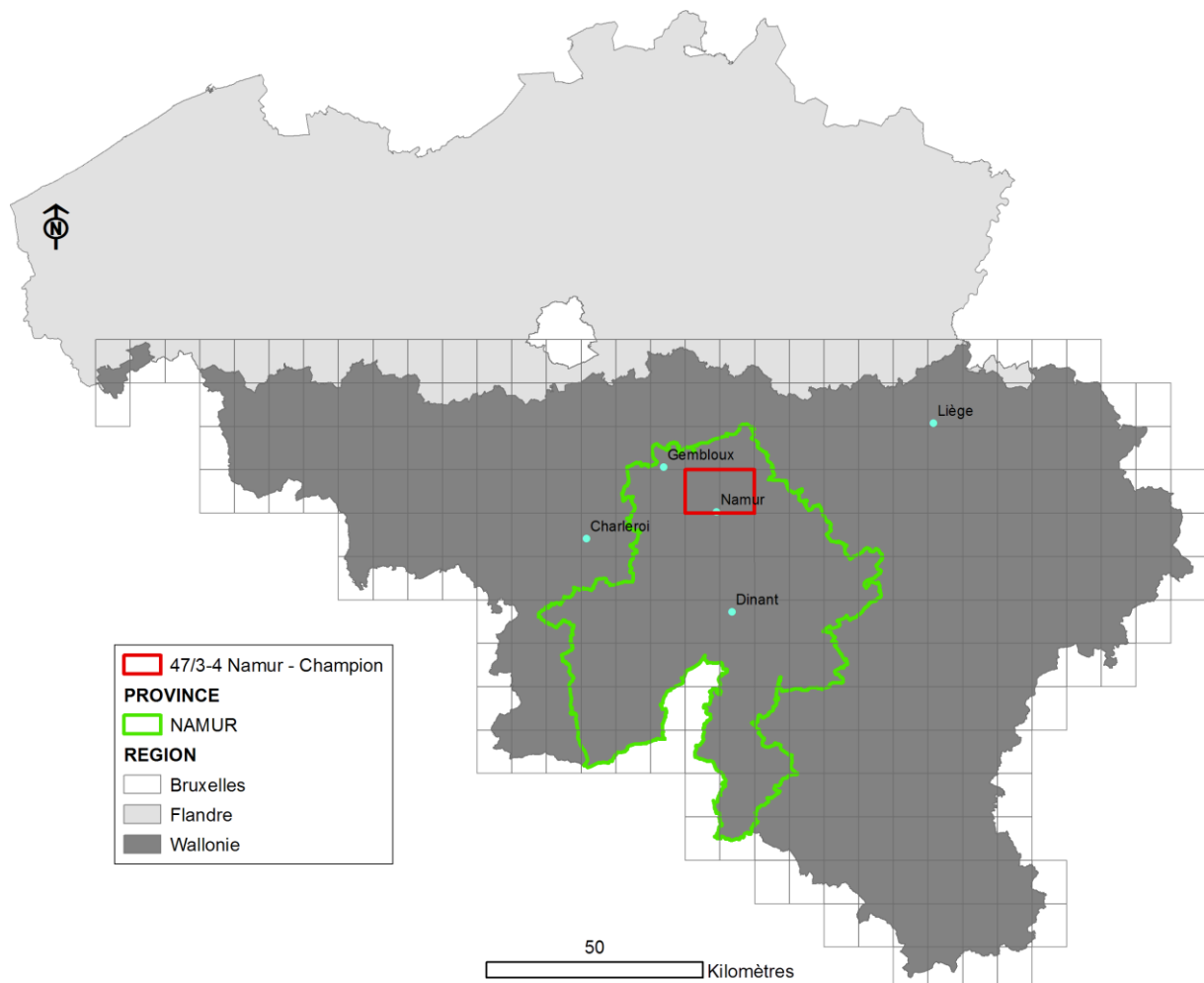


Figure I.1 : Localisation de la carte Namur - Champion.

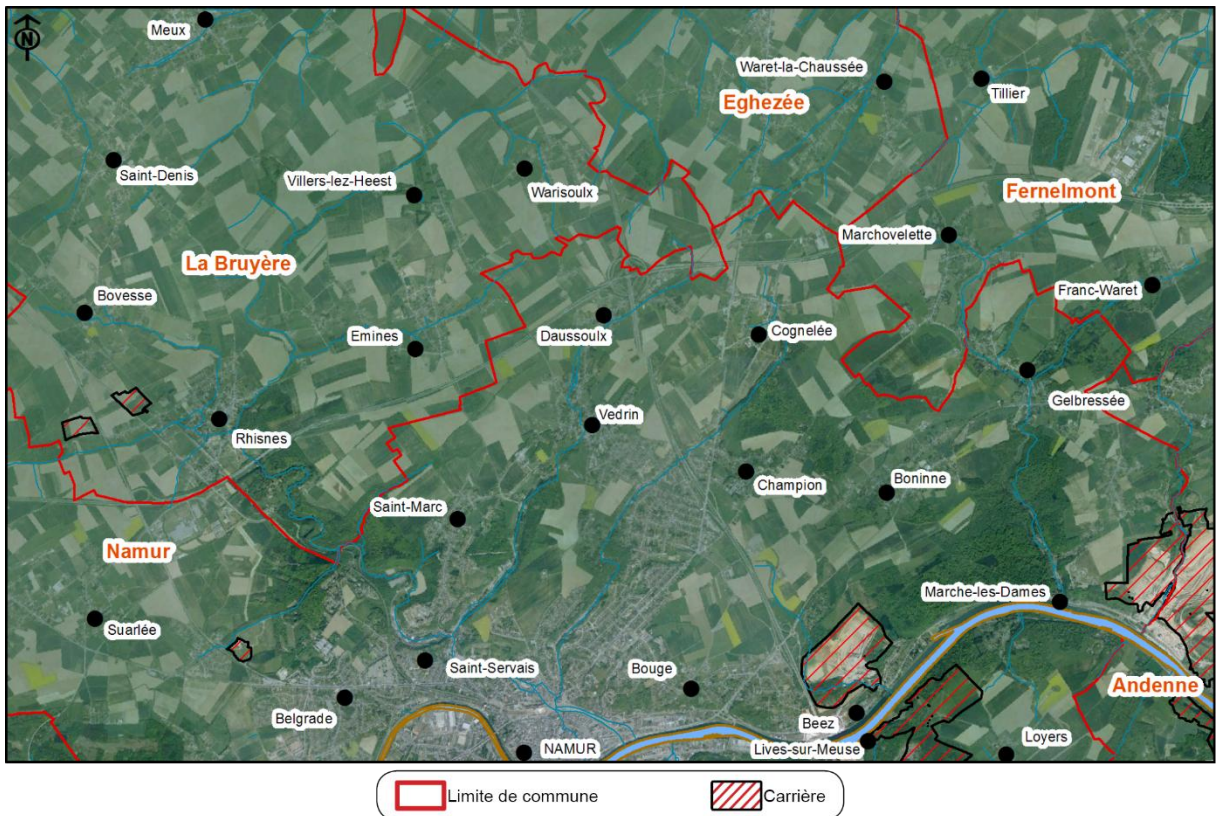


Figure I.2 : Vue satellite de la carte Namur – Champion avec localisation des carrières.

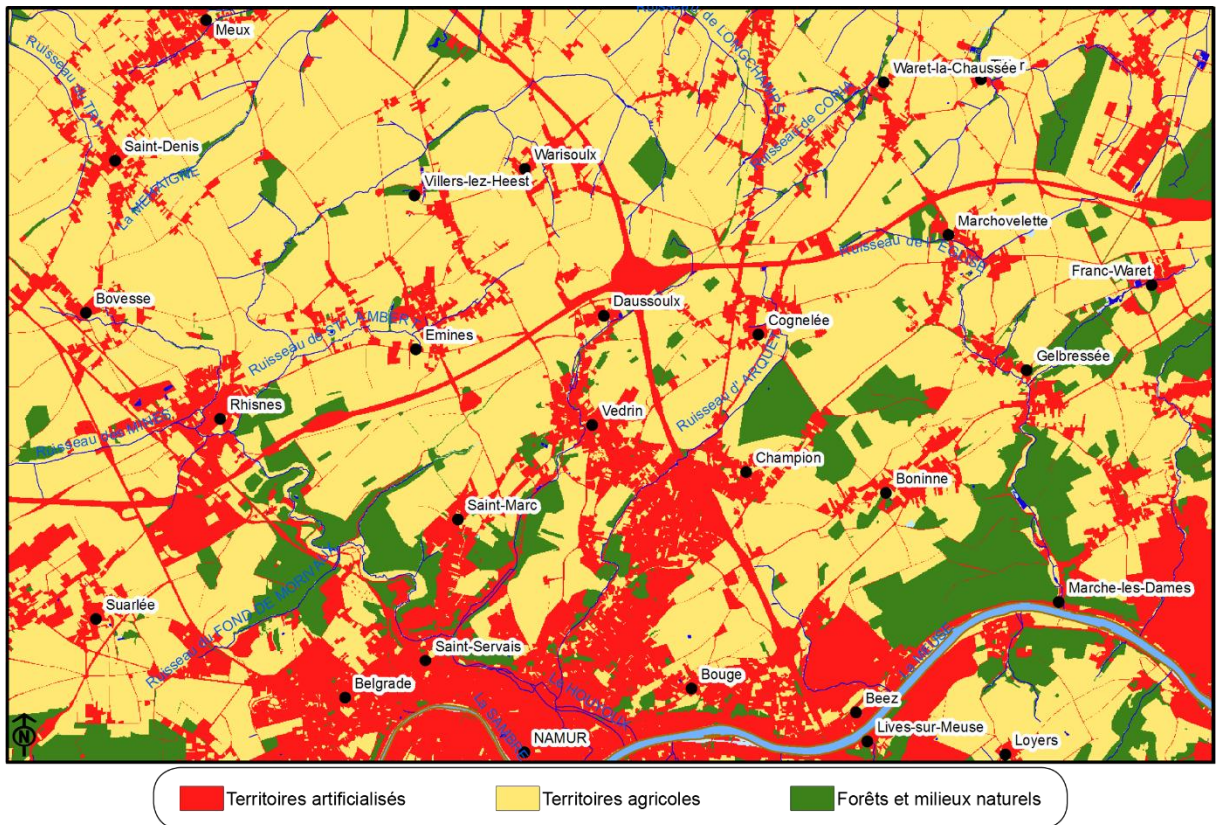


Figure I.3 : Occupation du sol de la carte Namur - Champion.

L'aquifère principal de la région de Namur - Champion est logé au sein des calcaires carbonifères. Cette nappe est sollicitée par la SWDE et par VIVAQUA et alimente, à raison d'environ 45 000 m³/j, non seulement les communes avoisinantes mais également la région

bruxelloise. La nappe logée dans les alluvions de la Meuse est aussi exploitée par les compagnies d'eau et par quelques privés (carrières, ..). D'autres aquifères de moindre importance sont exploités notamment par des particuliers (activités agricoles, carrières, ...).

II. CADRES GÉOGRAPHIQUE, GÉOMORPHOLOGIQUE ET HYDROGRAPHIQUE

D'une superficie de 160 km² (équivalent à une planche topographique au 1/25 000), la carte 47/3-4 Namur - Champion s'étale principalement sur les communes de Namur et La Bruyère, dans une moindre mesure sur les communes d'Eghezée, de Fernelmont, d'Andenne, de Floreffe et de Gembloux (Figure II.1). Cette carte se situe à la limite du plateau brabançon et du bassin houiller de la Basse-Sambre et est traversée dans sa partie sud par la Meuse, qui s'écoule de l'ouest vers l'est.

La majeure partie de la carte appartient à la région agro-géographique de la Hesbaye, en effet, en dehors des vallées importantes, le plateau brabançon est couvert d'une épaisse couche limoneuse masquant les roches sous-jacentes et permettant le développement d'une agriculture florissante. Les altitudes maximales sont d'environ 200 m, au niveau de la ligne de crête qui sépare les bassins de la Meuse, de la Gelbressée et du Ruisseau de Ville en Waret. La plaine alluviale de la Meuse est à une altitude d'environ 80 m. Les vallées sont encaissées et présentent souvent des versants à fortes pentes.

Le réseau hydrographique, orienté grossièrement NE-SO, est relativement dense (Figure II.1). La totalité des cours d'eau de la carte Namur - Champion appartiennent au bassin versant majeur de la Meuse. Sur la carte, les principaux bassins versants sont ceux de :

- la **Meuse** amont, s'écoulant de l'ouest vers l'est, dans le quadrant SE de la carte. Son bassin versant de 117,2 km² occupe 73 % de la superficie de la carte ;
- de la **Mehaigne** dans les quadrants NE et NO. Son bassin versant de 30,7 km² occupe 19,3 % de la superficie de la carte ;
- de la **Sambre** dans le quadrant SO. Elle décrit un ample méandre avant sa confluence avec la Meuse à Namur, située sur la carte au sud (Malonne – Naninne 47/7-8). Son bassin versant de 8,2 km² occupe 5 % de la superficie de la carte ;
- l'**Orneau** dans le coin NO de la carte. Son bassin versant de ~4 km² occupe 2,6 % de la superficie de la carte.

Les cours d'eau principaux sont :

- La Meuse. Sa largeur moyenne est d'une centaine de mètres. Elle constitue le niveau de base régional pour les nappes des calcaires du Carbonifère ;
- La Sambre, affluent direct de la Meuse en rive gauche ;

- Le Houyoux, affluent direct de la Meuse. Avec ses affluents (ruisseau d'Arquet, Le Frizet, ruisseau de St Lambert, ruisseau du Bois de l'Infagne, ruisseau d'Argent, ruisseau des Mines et le ruisseau du Fond de Morivaux) ;
- Le ruisseau de Gelbressée, affluent direct de la Meuse en rive gauche, à hauteur de Marche-les-Dames ;
- Le ruisseau de Ville en Waret, affluent direct de la Meuse en rive gauche. Ce ruisseau se jette dans la Meuse, en aval de Marche-les-Dames ;
- Au nord, la Mehaigne et ses affluents, Faux Ri, ruisseau de Longchamps, et ses sous-affluents, ruisseau du Saule des Henriaux et le ruisseau de Noville-les-Bois. La Mehaigne est-elle-même un affluent direct de la Meuse dans laquelle elle se jette à Wanze, en amont de Huy.

Deux stations climatiques sont localisées au SO de Vedrin (**Vedrin**) et en face de Bouge, sur la rive droite de la Meuse (**Grand-Malade**). Trois stations limnimétriques se trouvent sur la carte (**Figure II.1**) : deux sur la Meuse en amont et en aval du bief des Grands-Malades (**Grands-Malades Bief amont** et **Grands-Malades Bief aval**) en amont de Lives-sur-Meuse et une sur le Houyoux en amont de Saint-Servais (**Rhisnes-Houyoux**).

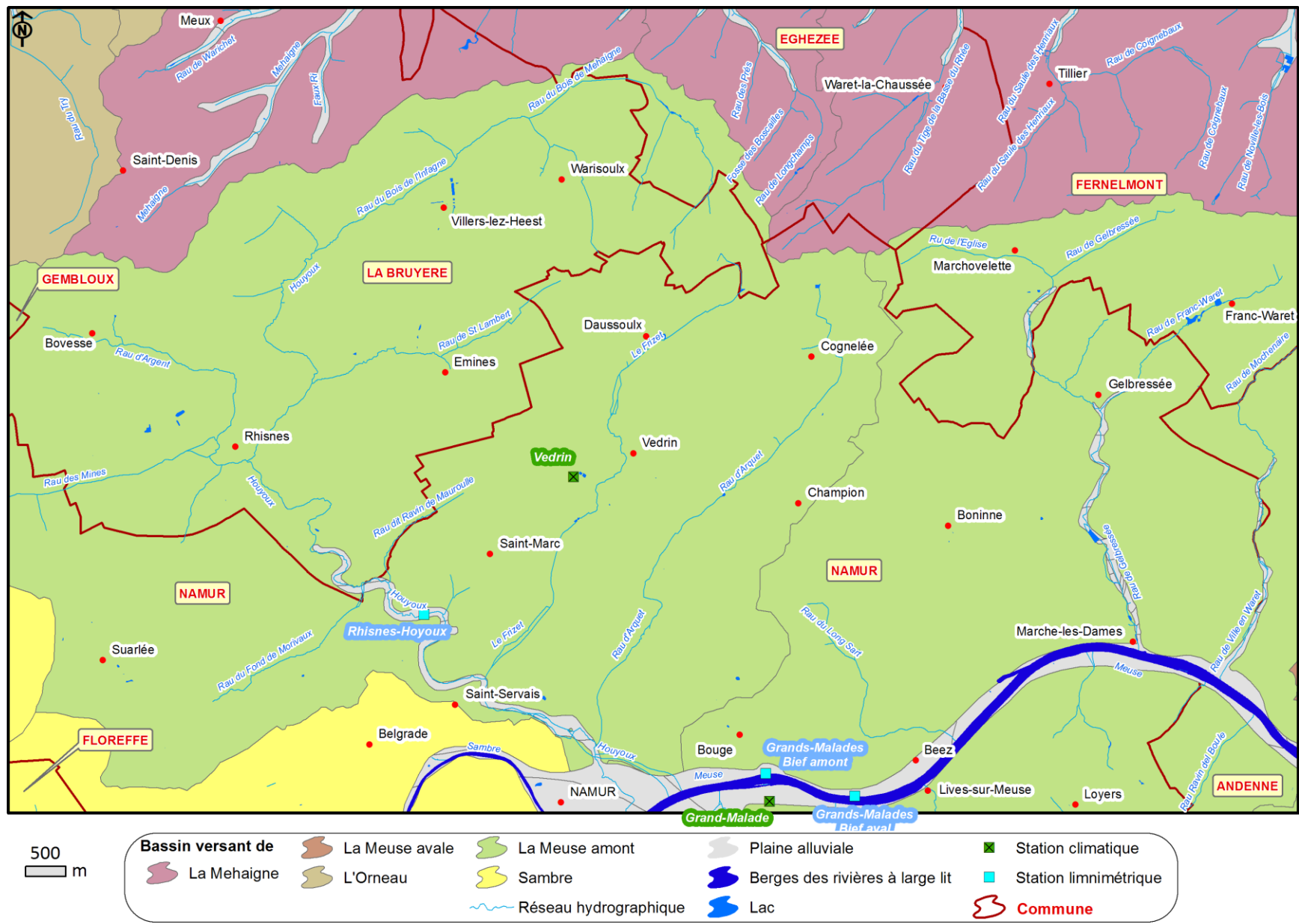


Figure II.1 : Réseau hydrographique et bassins versants de la carte Namur - Champion.

III. CADRE GÉOLOGIQUE

III.1. CADRE GÉOLOGIQUE GÉNÉRAL

La planche Namur - Champion (47/3-4) se situe à cheval sur deux entités structurales. La partie nord de la carte, composée de terrains d'âge paléozoïque inférieur, appartient au Massif de Brabant (Figure III.1) tandis que la partie sud de la carte, composée de terrains d'âges dévonien et carbonifère, fait partie du « Parautochtone brabançon », ensemble structural situé au nord des « Ecailles et massifs renversés de Haine-Sambre-Meuse » (Figure III.2).

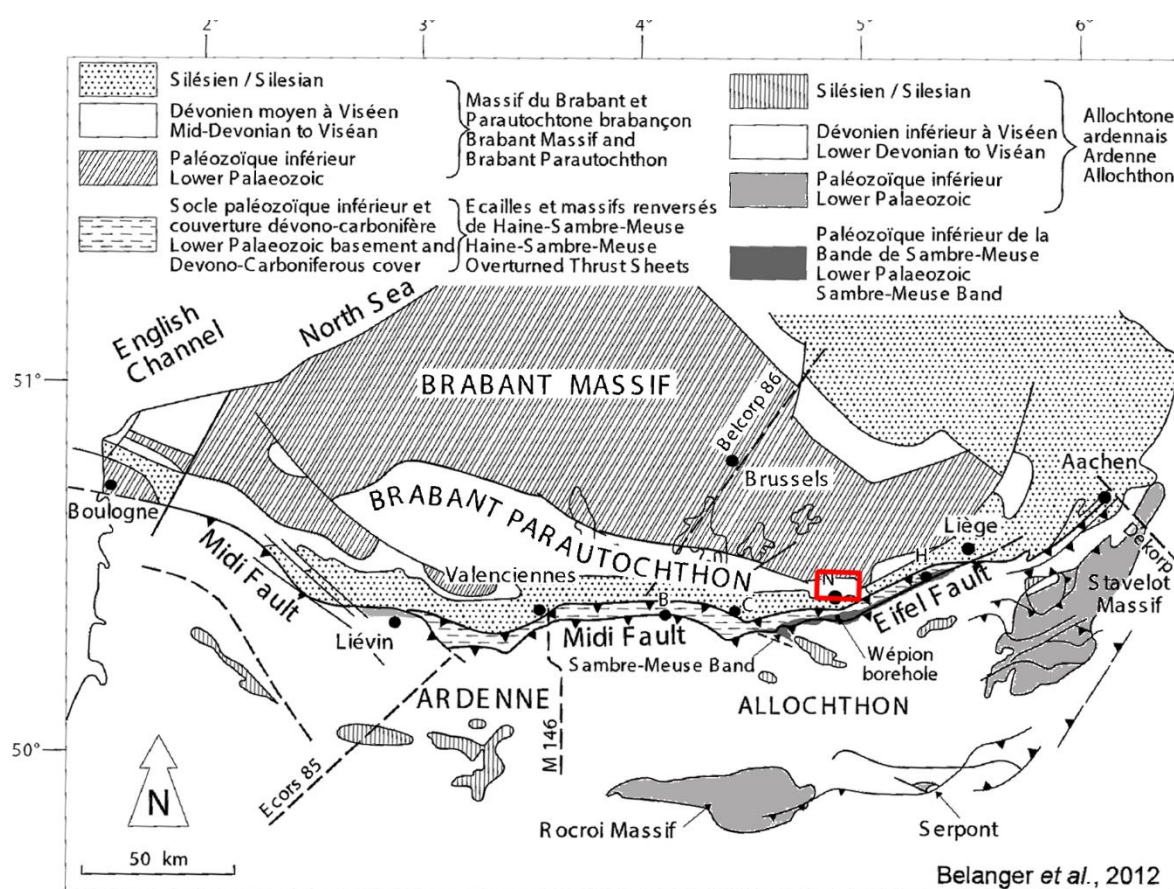


Figure III.1 : Localisation (cadre rouge) de la carte Namur - Champion dans le cadre structural belge étendu (Belanger et al., 2012).

Le Massif du Brabant est constitué de roches d'âge cambrien à silurien (Figure III.1), plissées et fracturées lors de l'orogénèse calédonienne, entre 540 et 400 millions d'années (Ma), pour ensuite être à nouveau reprises par l'orogénèse varisque, entre 385 et 245 Ma. Sur ce massif érodé pendant environ 200 Ma se sont déposées, via une lacune sédimentaire et en discordance, les roches du Parautochtone brabançon, lui-même fracturé et plissé lors de l'orogénèse varisque.

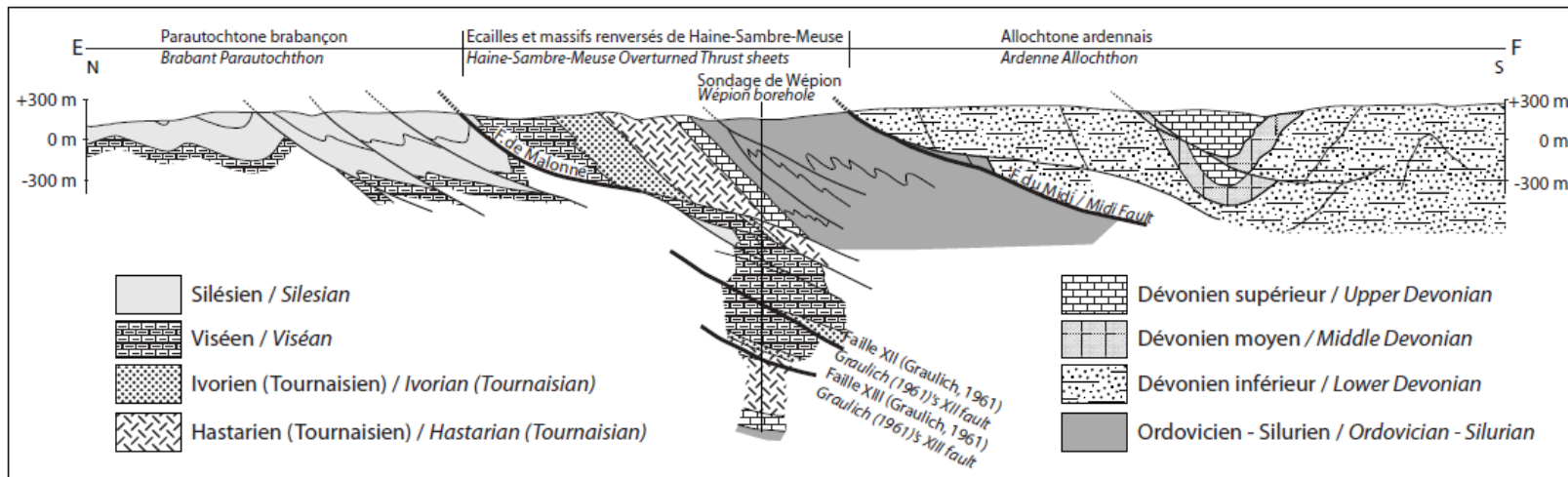
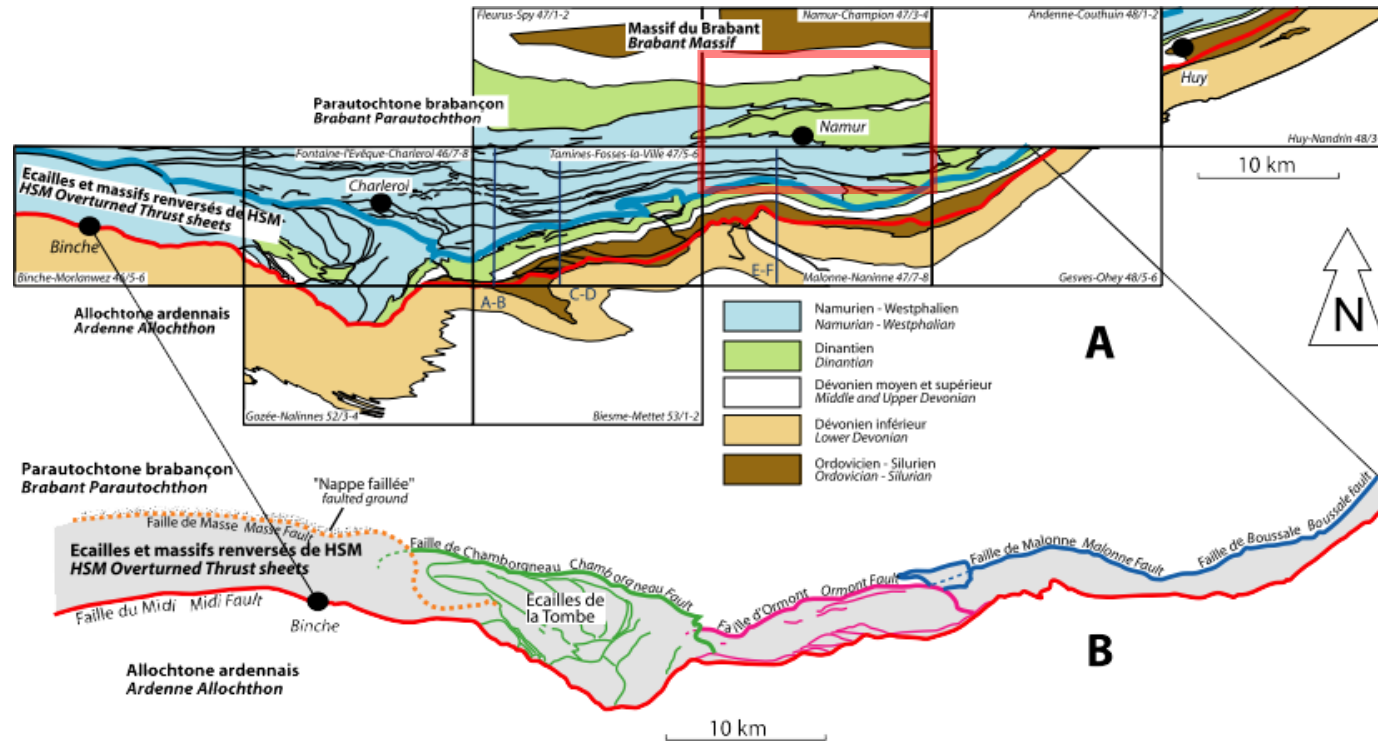


Figure III.2 : En haut : nouvelles cartes géologiques attenantes au front varisque, levées jusqu'à la région de Huy avec détail des Ecailles de Haine-Sambre-Meuse. En dessous : coupe EF nord-sud de la carte 47/7-8 Malonne – Naninne, située au sud de la carte Namur - Champion (Belanger et al., 2012).

Sur ces roches pénéplanées, les transgressions cénozoïques ont déposé divers sédiments. Ces derniers, ni déformés ni plissés et meubles, sont en position tabulaire et sont surmontés par les limons quaternaires mis en place lors des dernières glaciations (dépôts éoliens).

III.2. CADRE GÉOLOGIQUE RÉGIONAL

La description qui suit se base sur la nouvelle carte géologique 47/3-4 Namur – Champion, levée par Bernard Delcambre et Jean-Louis Pingot (2015).

Les terrains de la carte Namur - Champion appartiennent à trois grands ensembles séparés par deux surfaces de discordance :

1. dans le tiers nord de la carte, les formations siluriennes du **Massif de Brabant** déformées une première fois lors de l'orogénèse calédonienne à la fin du Silurien et une deuxième fois lors de l'orogénèse varisque au Carbonifère ;
2. au sud du Massif de Brabant, la pile sédimentaire dévono-carbonifère du **Parautochtone brabançon** repose en discordance sur la bordure sud du Massif de Brabant. Ces roches ont été plissées et faillées lors de l'orogénèse varisque à la fin du Westphalien ;
3. ces terrains paléozoïques sont recouverts par une **couverture cénozoïque** tabulaire de sables bruxelliens essentiellement, présente surtout dans le quadrant NW et dans une moindre mesure dans le quadrant NE. Un grand lambeau occupe le sommet du lieu-dit « Les Tombales », au SW de Suarlée et un autre plus petit au nord de Suarlée. Sur les plateaux bordant la Meuse de très grands lambeaux d'alluvions anciennes se retrouvent jusqu'au nord de Cognelée et Franc-Waret et jusqu'à l'est de Saint-Servais.

Les formations paléozoïques présentent une orientation structurale majeure d'axe E-W, soulignée par les axes de plis.

III.2.1. Cadre lithostratigraphique

Le cadre lithostratigraphique décrit ici se base sur les nouvelles cartes géologiques 47/3-4 Namur – Champion (Delcambre et Pingot, 2015), 41/5-6 Wasseiges – Braives (Delcambre et Pingot, 2014) et 47/1-2 Fleurus – Spy (Delcambre et Pingot, 2008). Le **Tableau III.1** constitue une synthèse de la lithostratigraphie de la carte Namur – Champion. Les unités géologiques sont décrites de la plus ancienne à la plus jeune, de manière non exhaustive car seules sont précisées les informations nécessaires à l'hydrogéologie. Pour de plus amples informations, il convient de se reporter aux divers documents repris dans la **Bibliographie (p. 130)** en fin de notice.

III.2.1.1. Paléozoïque

Le Paléozoïque est représenté par les terrains du Massif du Brabant, d'âge silurien supérieur et par ceux du Dévonien et du Carbonifère constituant le Parautochtone brabançon.

III.2.1.1.1. Silurien

Les roches du Silurien, cachées sous les limons quaternaires et la couverture cénozoïque, ne sont pas visibles sur la carte Namur - Champion, c'est pourquoi elles ont été cartographiées en une seule unité (SIL). Ce silurien indifférencié comprend normalement les formations de Fallais (FLL), de Corroy (COY), des Vallées (LVA), de Vissoul (VSS), de Fumal (FUM), de Vichenet (VCH) et de Ronquières (RON).

La plupart des formations décrites ci-dessous se base sur le modèle des séquences turbiditiques :

« Une turbidite est une couche de sédiments détritiques déposée en une seule fois par un courant de turbidité (courant de densité) (Foucault et Raoult, 2000) »

Sous sa forme la plus complète, une turbidite peut être décrite par une séquence du type de Bouma (Figure III.3). Ce sont donc des dépôts assez répétitifs avec des granulométries variables allant de dépôts sableux (type A) à argileux (type E). Les séquences peuvent être incomplètes.

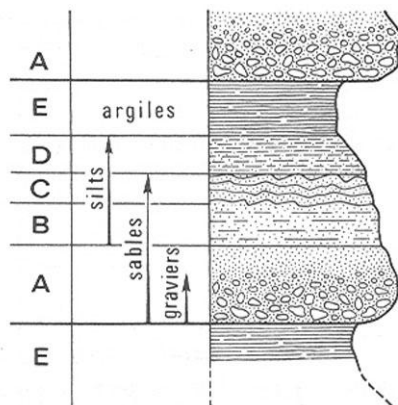


Figure III.3 : Turbidite ; séquence type de Bouma – séquence complète de type Tabcde.

A : Grossier et granoclassé ;

B : gréseux, fin et laminaire ;

C : fin, convoluto ou ondulé ;

D : silteux, fin et laminaire ;

E : argileux

(D'après Foucault et Raoult, 2000).

III.2.1.1.1.1. Formation de Fallais (FLL)

La Formation de Fallais est constituée de schistes, de siltites et de rares bancs de grès le plus souvent en minces séquences turbiditiques de type Tde, inférieures à la dizaine de centimètres. Deux membres (B et D) se distinguent du faciès commun (Tde) par l'abondance de séquences de types Tcde et Tbcde. La partie supérieure de la formation comprend l'horizon cinéritique de Pitet (Membre de Pitet), de près de 4 m. Ce membre est constitué d'une roche grossière et massive à sa base, devenant vers le haut plus grenue et tuffacée pour finir très fine à délit ardoisier (phyllade du Bois Cornet). C'est une roche peu cohérente, formée par l'accumulation de fines cendres volcaniques transformées

partiellement en argile. L'épaisseur de cette formation atteindrait 625 m dans la vallée de la Mehaigne.

III.2.1.1.1.2. Formation de Corroy (COY)

La Formation de Corroy est constituée d'une répétition séquentielle de bancs décimétriques à pluricentimétriques de grès, de siltites et de schistes de type turbiditiques, le plus souvent Tbcde ou Tcde. Le sommet de cette formation est moins riche en bancs de grès mais ces derniers peuvent être épais d'1 m au maximum. Son épaisseur est d'environ 114 m dans la vallée de la Burdinale et atteindrait 200 m dans celle de l'Orneau.

III.2.1.1.1.3. Formation des Vallées (LVA)

La Formation des Vallées est surtout constituée de schistes, de siltites et de grès en grosses séquences turbiditiques, de type Tde. L'épaisseur des bancs de grès, dans la partie supérieure de la formation, peut parfois dépasser les 10 cm dans la vallée de l'Orneau. L'épaisseur de la formation est de plus de 225 m.

III.2.1.1.1.4. Formation de Vissoul (VSS)

La Formation de Vissoul est surtout constituée de schistes et de siltites en minces séquences turbiditiques de type Tcde et Tbcde. L'épaisseur de cette formation est d'environ 30 à 50 m dans la vallée de la Mehaigne et atteindrait 100 m dans la vallée de l'Orneau.

III.2.1.1.1.5. Formation de Fumal (FUM)

La Formation de Fumal est constituée de schistes, de siltites et de grès régulièrement stratifiés. L'empilement le plus fréquent est constitué d'épaisses séquences turbiditiques Tde intercalées de rares Tcde. Le second empilement reste caractérisé par les Tde, épaisses de 30 à 70 cm, mais intercalées cette fois-ci de Tcde de manière beaucoup plus fréquente. L'épaisseur de cette formation est de 330 m environ le long de la Mehaigne.

III.2.1.1.1.6. Formation de Vichenet (VCH)

La Formation de Vichenet est composée de schistes, de siltites et de minces et rares bancs de grès. Elle se distingue de la Formation de Fumal par son caractère nettement plus massif, l'abondance de la fraction silteuse et par de très grosses séquences turbiditiques Tde où le terme d ne dépasse que très rarement le centimètre. Les séquences Tcde y sont rares. Ces couches contiennent des intercalations carbonatées. L'épaisseur de cette formation atteint au moins 200 m dans la vallée de la Mehaigne.

III.2.1.1.1.7. Formation de Ronquières (RON)

La Formation de Ronquières est composée de schistes et de siltites divisées en séquences turbiditiques de type Tde dont l'épaisseur importante du terme d, supérieure à

10 cm, est caractéristique. L'épaisseur de cette formation est inconnue sur le territoire de la carte.

III.2.1.1.2. Dévonien

Le Dévonien est représenté par les étages du Givetien, du Frasnien et du Famennien.

III.2.1.1.2.1. Givetien

Le Givetien est composé de la Formation du Bois de Bordeaux (BOR).

III.2.1.1.2.1.1. Formation du Bois de Bordeaux (BOR)

La Formation du Bois de Bordeaux est composée de trois membres dont la lithologie est très contrastée. Du plus ancien au plus jeune se rencontrent le Membre des Mautiennes (MTN), le Membre d'Alvaux (ALV) et le Membre de Mazy (MAZ). Sur la carte, cette formation se caractérise par une réduction, d'ouest en est, de son épaisseur et plus particulièrement de sa tranche carbonatée.

Le **Membre des Mautiennes (MTN)** est composé de grès, de siltites, de schistes et de quelques bancs de grès à fragments calcaires. A la base du membre se trouve un conglomérat ou un grès conglomératique. L'épaisseur de ce membre, dans la vallée de l'Orneau, est de 17 m.

Le **Membre d'Alvaux (ALV)** est formé de calcaires stratifiés, souvent fins, parfois noduleux, à intercalations calcschisteuses. Les calcaires de la base de ce membre sont moins purs et contiennent une charge gréseuse. Au sommet, se trouvent plusieurs mètres de schistes à nodules calcaires. L'épaisseur de ce membre est variable, 67 m à Alvaux, 45 m à Sart-Dames-Avelines et probablement moins sur la carte Namur – Champion.

Le **Membre de Mazy (MAZ)** est constitué de conglomérats, de grès, de schistes silteux et de couches de calcaires gréseux ou de grès carbonatés souvent dolomitiques. L'épaisseur de ce membre, dans la vallée de l'Orneau, est de 45 m.

L'épaisseur de la Formation du Bois de Bordeaux serait de 130 m dans la vallée de l'Orneau tout comme à Cognelée. Toutefois, le Membre d'Alvaux se réduirait à 30 m au profit du Membre des Mautiennes. L'épaisseur totale de cette formation s'amenuise vers l'est de la carte où elle ne dépasserait guère plus de 100 m.

III.2.1.1.2.2. Frasnien

Le Frasnien est composé des formations de Bovesse (BOV), de Rhisnes (RHI), d'Aisemont (AIS) et de Franc-Waret (FRW). La Formation d'Aisemont n'existe pas à l'ouest de la carte, elle n'apparaît qu'à l'est d'Emines.

III.2.1.1.2.2.1. Formation de Bovesse (BOV)

La Formation de Bovesse regroupe des schistes et des lentilles carbonatées récifales profondément dolomitisées. Elle est composée des membres de Bossière (BOS), de Combreuil (CBR) et du Champ du Fau (CHF).

Le **Membre de Bossière (BOS)** débute par un lit de micropoudingue, à galets de quartz et de grès, dont l'épaisseur peut atteindre 60 cm et surmonté par des grès assez grossiers. Les schistes à oolithes d'hématite, constituant ce membre sur la carte à l'ouest (Fleurus – Spy 47/1-2), font défaut ici et passent latéralement au micropoudingue et aux grès. L'épaisseur de ce membre est faible, 10 m au maximum.

Le **Membre de Combreuil (CBR)** désigne les édifices récifaux de calcaire dolomitisé intercalés dans les schistes du Membre du Champ du Fau. Il s'agit de lentilles de dolomie massive, souvent pulvérulente, dense ou caverneuse dont l'épaisseur varie de 0 à 20 m.

Le **Membre du Champ du Fau (CHF)** est formé des schistes entourant les lentilles dolomitiques du Membre de Combreuil. Ces schistes s'enrichissent nettement en nodules calcaires à proximité des lentilles récifales. Localement, se sont quelques bancs de calcaire argileux ou de dolomie terreuse qui apparaissent.

Vers l'est de la carte, la Formation de Bovesse devient plus carbonatée comme en témoignent les grosses masses de dolomies et les couches de calcaires argileux présents dans la vallée de la Mehaigne. L'épaisseur de la Formation de Bovesse est d'environ 80 m.

III.2.1.1.2.2.2. Formation de Rhisnes (RHI)

La Formation de Rhisnes est composée des membres de Watiamont (WAT), de Golzennes (GOL) et de Falnuée (FLN).

Le **Membre de Watiamont (WAT)** est constitué de calcaires argileux et noduleux souvent très fossilifères et parfois partiellement dolomitisés. L'épaisseur de ce membre est de 30 à 45 m.

Le **Membre de Golzenne (GOL)** correspond à une veine marbrière constituée de calcaires noirs, très fins et stratifiés en bancs submétriques séparés par de grosses intercalations de calcaire dolomitique à aspect bréchique, de schistes et de calcschistes. A Rhisnes, ce membre serait encore épais d'une dizaine de mètres.

Le **Membre de Falnuée (FLN)** est composé de calcaires noduleux en gros bancs intercalés de gros intermédiaires de calcaires forts argileux, parfois en partie dolomitiques. L'épaisseur de ce membre est comprise entre 60 et 70 m.

A Wartet (nord de Marche-les-Dames), au sud de la Faille de Marche-les-Dames (Figure III.4), la partie supérieure de la Formation de Rhisnes renferme des bancs de calcaires grossiers inconnus plus à l'ouest. Au nord de la Faille de Marche-les-Dames, la formation s'enrichit en couches de calcaires compacts, de bancs plaquetés stratifiés et de

gros bancs en partie dolomitisés. Ces changements s'opèrent au détriment des calcaires noduleux et s'intensifient vers l'est (carte Andenne – Couthuin 48/1-2) où cette formation passe à la Formation de Huccorgne dans laquelle les calcaires compacts stratifiés dominent les bancs noduleux.

III.2.1.1.2.2.3. Formation d'Aisemont (AIS)

La Formation d'Aisemont est constituée, à sa base, de schistes à lits de nodules calcaires et de lumachelles de brachiopodes. Le sommet est formé de 3 à 4 m de dolomie assez massive. L'épaisseur de cette formation est de 10 à 15 m, dont 3 à 5 m de dolomie.

Observée dans la vallée de la Mehaigne, cette formation peut s'étendre, vers l'ouest, au moins jusqu'au méridien de Marchovelette. Plus à l'ouest, aucun affleurement ne permet d'attester sa présence.

III.2.1.1.2.2.4. Formation de Franc-Waret (FRW)

La Formation de Franc-Waret fait la jonction entre le Frasnien et le Famennien. Elle est constituée de schistes. Ces schistes renferment quelques horizons coquillés carbonatés et, vers le haut, des intercalations de grès et de siltites de plus en plus épaisses et abondantes.

Vers l'ouest, cette formation repose directement sur les calcaires de la Formation de Rhisnes tandis qu'à l'est d'Emines, la Formation d'Aisemont s'intercale entre la Formation de Rhisnes et la Formation de Franc-Waret. La base des schistes de la Formation de Franc-Waret pourrait passer latéralement à ceux de la base de la Formation d'Aisemont.

Cette formation renferme un horizon d'oolithe hématitique, intensément exploité sur la carte, se présentant comme un schiste gréseux, voire un grès, dans lequel s'accumulent les oolithes d'hématite.

L'épaisseur de cette formation est de l'ordre de 20 à 40 m. L'oolithe se placerait entre 8 et 20 m au-dessus de la base de la formation.

III.2.1.1.2.3. Famennien

L'étage Famennien est composé de la Formation du Bois de la Rocq (BDR).

III.2.1.1.2.3.1. Formation du Bois de la Rocq (BDR)

La Formation de Franc-Waret passe progressivement à la Formation du Bois de la Rocq par augmentation progressive d'intermèdes gréseux. La base de la formation est composée de plaquettes arénacées auxquelles succèdent des bancs de grès toujours plus épais (jusqu'à 2 m). Ces grès sont séparés par des intermèdes de siltite et de schiste. Dans sa partie supérieure, cette formation renferme des bancs de grès carbonaté, de calcaire

impur noduleux et dolomitique et des couches de conglomérat à blocs de calcaire et à matrice argilo-silteuse. L'épaisseur de cette formation est de l'ordre de 40 à 60 m.

III.2.1.1.3. Carbonifère

Le Carbonifère est composé des étages Tournaisien, Viséen et du Houiller inférieur.

III.2.1.1.3.1. Tournaisien

Le Tournaisien est composé des formations de Pont d'Arcole (PDA), de Landelies (LAN), de Lalaing (LAL), des Ecaussinnes (ECA) et de Namur (NMR).

Sur la carte Namur – Champion, les formations de Lalaing et des Ecaussinnes sont complètement dolomitisées et font dès lors partie intégrante de la Formation de Namur (voir ci-dessous).

III.2.1.1.3.1.1. Formation de Pont d'Arcole (PDA)

La Formation de Pont d'Arcole est composée de schistes fins à silteux et contenant quelques intermèdes plus gréseux, dont l'épaisseur n'excéderait pas 8 m.

III.2.1.1.3.1.2. Formation de Landelies (LAN)

La Formation de Landelies est composée de calcaire crinoïdique partiellement dolomitisé, en bancs peu réguliers. Cette formation n'est présente qu'à l'ouest du Houyoux. Vers l'est, ces calcaires ne disparaissent pas mais sont probablement complètement dolomitisés et sont dès lors inclus dans la Formation de Namur (voir ci-dessous). L'épaisseur de cette formation est de l'ordre d'une dizaine de mètres.

III.2.1.1.3.1.3. Formation de Namur (NMR)

La Formation de Namur rassemble tous les calcaires complètement dolomitisés du Tournaisien supérieur et du Viséen inférieur. La limite inférieure de la Formation de Namur est diachronique puisque la base de cette formation correspond au front inférieur de dolomitisation, ce dernier affectant des couches toujours plus vieilles d'ouest en est.

Cette formation est constituée de dolomies très crinoïdiques et stratifiées dans lesquels peuvent encore se trouver des bancs de calcaire non dolomitisé de la formation d'origine. La partie médiane de la formation contient deux horizons à cherts qui peuvent servir de repères. Le sommet de la formation a été fixé à la barre oolithique massive de dolomie, épaisse de 3 à 5 m, correspondant à l'Oolithe des Avins (AVN). L'épaisseur de cette formation est de 90 à 140 m.

III.2.1.1.3.2. Viséen

Le Viséen est composé des formations d'Onoz (ONO), de Terwagne (TER), de Neffe (NEF), de Lives (LIV), des Grands Malades (GMA) et du Groupe du Houyoux (HOY).

III.2.1.1.3.2.1. Formation de Terwagne (TER)

La Formation de Terwagne est composée d'une alternance de calcaires fins et de calcaires grenus, parfois partiellement dolomitisés. Cette formation contient également des calcaires plaquetés, dont le faciès s'approche de celui de la Formation d'Onoz dans la vallée de l'Orneau, ainsi que des horizons de brèche calcaire. La partie supérieure de la formation contient un horizon conglomératique à matrice argileuse.

Le front supérieur de dolomitisation qui envahit les calcaires dinantiens envahit parfois en partie ou en tout la Formation de Terwagne.

Dans l'ouest de la carte, la Formation de Terwagne passe latéralement à la Formation d'Onoz. La zone de transition n'est pas connue faute d'affleurement significatif entre le Houyoux et l'Orneau.

L'épaisseur de la Formation de Terwagne est comprise entre 60 et 80 m.

III.2.1.1.3.2.2. Formation d'Onoz (ONO)

La Formation d'Onoz est caractérisée par des calcaires fins et nettement stratifiés divisés en deux membres dont l'épaisseur totale est comprise entre 120 et 150 m :

1. **Membre de la Carrière du Parc** : Ce membre débute par quelques mètres de calcaires argileux dolomitiques, suivi par des couches de dolomie intercalées à des bancs métriques de calcaire ;
2. **Membre de la Carrière Leurquin** : Ce membre est composé de calcaires stratifiés souvent fort fins incorporant des bancs de calcaires oolithiques, des plaquettes de calcaires argileux et quelques intercalations de calcaires bréchifiés. Quelques cherts sont présents, surtout dans la partie supérieure du membre.

III.2.1.1.3.2.3. Formation de Neffe (NEF)

Sur la carte Namur – Champion, la Formation de Neffe est constituée à sa base par des dolomies massives, parfois assez grenues et géodiques (Facies de Porson). Au sommet se trouvent des calcaires bioclastiques plus communs à la Formation de Neffe *sensu stricto*. L'altération des dolomies est parfois poussée au point de produire un sable dolomitique (carrière de Beez). Le sommet de la formation est composé d'un horizon conglomératique à galets calcaires et matrice argileuse surmontant un dernier banc de calcaire grossier.

L'épaisseur de la Formation de Neffe est variable, 0 à 60 m, puisque les premières couches attribuables à cette formation font leur apparition au niveau de Rhisnes, le long du Houyoux.

III.2.1.1.3.2.4. Formation de Lives (LIV)

La Formation de Lives est constituée d'une alternance de séquences faites d'une base de calcaires grenus bioclastiques surmontés de calcaires fins, souvent algaires, en bancs plus minces et pouvant présenter un caractère bréchique. En fonction du type de séquences, trois membres ont été individualisés :

1. **Membre de Haut-le-Wastia** : ce membre est constitué d'une quinzaine de séquences, la plupart inframétriques, caractérisées par une base bioclastique mince, exceptée la dernière séquence composée d'une base de 4 à 5 m ;
2. **Membre de Corphalie** : ce membre est constitué d'une seule séquence d'une vingtaine de mètres comportant un horizon de 10-15 cm d'argile (cinérite) dans la moitié supérieure. Dans le chapeau algaire de ce membre se trouvent des nodules évaporitiques silicifiés d'anhydrite (CaSO₄) ;
3. **Membre des Awirs** : ce membre est constitué de séquences à bases bioclastiques le plus souvent épaisses. C'est dans les séquences supérieures de ce membre qu'apparaissent d'importantes silicifications.

L'épaisseur de la Formation de Lives est de l'ordre de 80 à 90 m.

III.2.1.1.3.2.5. Formation des Grands Malades (GMA)

La Formation des Grands Malades est constituée dans sa partie inférieure de calcaires souvent très fins renfermant des grosses intercalations de brèches. La partie supérieure est, quant à elle, constituée uniquement de brèches. L'épaisseur de cette formation atteint 40 à 50 m.

III.2.1.1.3.2.6. Groupe du Houyoux (HOY)

Le Groupe du Houyoux est constitué de calcaires à cherts, stratifiés en petits bancs réguliers et alternant avec des bancs de calcaires argileux et de calcschistes. Quelques bancs de charbon terreux (terroules) sont présents dans la partie supérieure du groupe dont l'épaisseur serait de 30 à 80 m au maximum ; l'épaisseur diminue d'ouest en est.

III.2.1.1.4. Houiller

Le Houiller est composé du Groupe houiller (HOU) uniquement.

III.2.1.1.4.1. Groupe houiller (HOU)

Le Groupe houiller rassemble les schistes et les grès du Carbonifère supérieur.

A Maizeret, la base de ce groupe est formée par la *Formation de Tramaka (TRA)*, composée de quelques mètres de calcaire argileux en bancs minces et à intercalations de schiste et surmontés par des couches de schiste siliceux, parfois pyriteux, intercalés de bancs submétriques de phtanite.

Dans la vallée de la Sambre, la base du Groupe houiller comprend surtout un épais épisode de schistes siliceux très fins (*Formation de Chokier, CHO*).

Les terrains de base du Houiller sont surmontés par des siltites, des schistes et de puissantes barres de grès parfois grossier (base de la *Formation d'Andenne, AND*).

L'épaisseur totale de ces terrains est estimée entre 800 et 900 m dont seule une centaine serait présente sur la carte.

III.2.1.2. Mésozoïque

Quelques résidus de roches d'âge crétacé, intercalés entre le socle paléozoïque et les terrains meubles du Cénozoïque, sont présents et appartiennent à la Formation de Lonzée (LON).

III.2.1.2.1. Crétacé

III.2.1.2.1.1. Formation de Lonzée (LON)

La Formation de Lonzée est composée de sable et d'argile sableuse riches en glauconie, renfermant des fragments de craie et des éclats de silex. Certaines diaclases des calcaires paléozoïques sont remplies de ce sable. L'épaisseur de cette formation ne dépasse pas 2 m.

III.2.1.3. Cénozoïque

Le Cénozoïque est composé de l'Eocène et de l'Oligocène.

III.2.1.3.1. Eocène

L'Eocène est constitué par la Formation de Bruxelles (BXL).

III.2.1.3.1.1. Formation de Bruxelles (BXL)

La Formation de Bruxelles est un ensemble hétérogène de sables souvent grossiers, parfois fins, glauconieux et carbonatés avec des intercalations de grès calcaireux, siliceux ou ferrugineux, stratifiés ou fistuleux.

L'épaisseur de ces sables est très variable mais ne devrait pas excéder 10 m, sur cette carte.

III.2.1.3.2. Oligocène

Stainier *et al.* (1901) renseigne des dépôts attribués à l'Oligocène (Ona, Onx et Om). Il s'agit de sables fins et micacés renfermant des couches argileuses, le plus souvent piégés dans des poches karstiques du calcaire dinantien. Dans l'un de ces gisements, au sud-est de Gelbressée, de la glauconie est signalée. Ils n'affleurent plus qu'à l'état de résidus mêlés aux sols. Sur la nouvelle carte géologique (Delcambre, 2015) ils sont cartographiés avec les dépôts alluviaux anciens (ALA+, voir ci-dessous). L'épaisseur de ces dépôts peut atteindre 5 m et plus dans les poches karstiques des calcaires dinantiens.

III.2.1.4. Quaternaire

Le Quaternaire est composé des alluvions anciennes (ALA+) et modernes (AMO) et de la couverture limoneuse (LIM).

III.2.1.4.1. Alluvions anciennes (ALA+)

Les alluvions anciennes ont été associées, sur la carte 47/3-4, aux sables oligocènes (voir ci-dessus), d'où leur dénomination de « ALA+ ».

Ces alluvions, situées sur les plateaux dominant la vallée de la Meuse, sont composées de traînées de galets bien arrondis, le plus souvent centimétriques, constitués de quartz blanc, de quartzite et de grès paléozoïques. Ces graviers contiennent des éléments d'oolithes silicifiées.

L'épaisseur de ces alluvions anciennes associées aux sables oligocènes peut atteindre 5 m.

III.2.1.4.2. Alluvions modernes (AMO)

Les alluvions modernes de la Meuse sont localement composées de dépôts grossiers : blocs rocheux, galets, sable mais peuvent être plus argileuses. Les alluvions des cours d'eau moins importants sont surtout composées de sable et de limon. L'épaisseur des alluvions de la Meuse est estimée à une douzaine de mètres.

III.2.1.4.3. Limons quaternaires (LIM)

Les dépôts limoneux recouvrent les plateaux. Des épaisseurs de plus de 10 m sont souvent rencontrées sur les plateaux dominant, au nord, la vallée de la Meuse. Ces limons ne sont pas figurés sur la carte.

III.2.1.4.4. Remblais (X)

Par **remblais** on entend des dépôts de matériaux « inertes » divers ; argile, gravier, sable, matériaux de construction mais aussi déchets, ménagers ou autres.

Tableau III.1 : Tableau lithostratigraphique de la carte 47/3-4 Namur – Champion (Delcambre et Pingot, 2015) (1/2).

ERE	SYST.	ETAGE	GROUPE/FORMATION		MEMBRE	SIGLE	LITHOLOGIES (d'après Delcambre et Pingot, 2008 ; Delcambre et Pingot, 2014 et Delcambre et Pingot, 2015)	EPAISSEUR (m)		
Quaternaire	Holocène		Remblais			X	Remblais d'origine anthropique	non précisé		
			Alluvions récentes			MOA	Dépôts grossiers (blocs rocheux, galets, sable) Sable, limon, argile.	non précisé		
			Limon			IM L	Limon	Jusqu'à 10		
Cénozoïque	Oligocène		Alluvions anciennes et dépôts non dissociés			ALA*	Galets de quartz ou quartzite, sable, limon, gravier, sable fin glauconieux	0 à 5		
	Eocène	Lutétien	Bruxelles			XL B	Sables souvent grossiers, parfois fins, glauconieux et carbonaté avec des intercalations de grès calcareux, siliceux ou ferrugineux	10 max		
Mésozoïque	Crétacé	Santonien/Coniacien?	Lonzée			LON	Sable argileux glauconieux avec éclats de cherts et de craie	1 à 2		
Carbonifère	Alportien	Groupe Houiller	Andenne			HOU	AND	Siltites, schistes et grosses barres de grès (Grès de Ronet)	800 à 900	Quelques m
			Chokier				CHO	Schistes siliceux, parfois pyriteux, intercalés de phanite		
			Tramaka				TRA	Calcaires argileux à intercalations schisteuses		
	Warnantien	Groupe du Houyoux			HOY	Calcaires à cherts, stratifiés en petits bancs réguliers, alternant avec des bancs de calcaire argileux et de calcschiste. Quelques veinettes de charbon terreux sont présentes.	30 à 80			
	Livien	Grand Malades			GMA	Brèches Calcaires souvent très fins renfermant des grosses intercalations de brèches	40-50			
		Lives			LIV	Alternance de séquences faite d'une base de calcaires grenus bioclastiques surmontés de calcaires fins en bancs plus minces pouvant présenter un caractère bréchique.	80-90			
	Molinacien	Neffe			NEF	Horizon conglomératique à galets calcaires et matrice argileuse Calcaires Dolomies	0 à 60			
		Terwagne (Ouest)	Onoz (Est)	Carrière Leurquin Carrière du Parc	ONO TER	TER	Alternance de calcaires fin et de calcaires grenus, parfois partiellement dolomitisés Contient des horizons de brèche calcaire	Calcaires stratifiés souvent fort fins incorporant des bancs de calcaires oolithiques, des plaquettes de calcaires argileux et quelques intercalations de calcaire bréchifié. Présence de quelques cherts surtout dans la partie supérieure Alternance de couches de dolomie et de bancs métriques de calcaire Calcaires argileux dolomitiques	60 à 80	120 à 150

Tableau lithostratigraphique de la carte 47/3-4 Namur – Champion (Delcambre et Pingot, 2015) (2/2).

Paléozoïque	Ivorien	Namur		NMR		Oolithe dolomitisée Dolomie Dolomie à cherts	90 à 140			
		Hastarien	Landelies		LAN	Calcaires crinoïdiques partiellement dolomitisés (LAN)	10 max			
	Pont d'Arcole			DAP			Schistes	5-8		
	Dévonien	Famennien	Bois de la Rocq		BDR		Grès, grès carbonatés, dolomies et calcaires.	45		
			Franc-Waret		FRW		Schistes à intercalations de grès et de siltites Schistes	20 à 40		
		Frasnien	Aisemont		AIS	Dolomie massive	Schistes avec lits de nodules calcaires	3 à 5 10-15		
			Rhisnes	Falnuée			RHI	FLN	Calcaires en gros bancs avec grosses intercalations de calcaires argileux parfois dolomitisés	60 à 70
				Golzinne				GOL	Calcaires très fins, stratifiés en bancs métriques et séparés par de grosses intercalations de calcaires argileux ou de calcschistes.	+/- 10
				Watiamont				WAT	Calcaires noduleux, calcaires grossiers à intercalations de calcschistes, calcaires argileux. Dolomitisation partielle	30 à 45
			Bovesse	Champ du Fau			BOV	CHF	Schistes s'enrichissant nettement en nodules calcaires à proximité des lentilles récifales Localement, quelques bancs de calcaire argileux ou de dolomie terreuse	70 à 90
				Combreuil				CBR	Calcaire dolomitisé (CBR)	0 à 20
		Bossière		BOS	Schistes fins Lit de micropoudingue	10 dont 60 cm pour le micropoudingue				
		Givetien	Bois de Bordeaux	Mazy	BOR	MAZ	Conglomérats, grès, siltites avec intercalations de dolomies ou de calcaire gréseux	5		
	Alvaux			ALV		Schistes à nodules calcaires (qlq mètres) Calcaires stratifiés, souvent fins, parfois noduleux, à intercalations calcschisteuses Calcaires à charge gréseuse	+/- 40			
	Mautiennes			MTN		Grès, schistes intercalés de quelques bancs de grès à fragments calcaires. Conglomérat ou grès conglomératique	17			
	Silurien	Ronquières		SIL	RON	Schistes et siltites	Inconnue rd			
					VCH	Gras bancs de siltites et de siltites gréseuses avec intercalations carbonatées	>200			
					FUM	Schistes et siltites avec quelques petits bancs de grès fin	330			
					VSS	Schistes et siltites avec quelques minces bancs de grès	30-50 rd			
					LVA	Schistes et siltites avec rares bancs de grès entre 2 et 3 décimètres	200-300			
COY					Répétition séquentielle de bancs pluricentimétriques à décimétriques de grès, de siltites et de schistes	+/- 200				
Fallais					Pitet (PTT)	FLL	PTT	Roche grossière et massive passant à de fines couches grenues et tuffacées, puis au sommet, à une roche très fine à délit ardoisier (Phyllade du Bois Cornet)	625 (dont 4 m max pour le Mb de Pitet)	
		A, B, C, D		A, B, C, D	Répétition séquentielle de schistes et de rares couches de siltites ou de grès					

III.2.2. Cadre structural

Les terrains de la carte Namur - Champion se répartissent en trois ensembles structuraux séparés par deux phases de déformation (*Delcambre et Pingot, 2015*) :

- **Le Massif de Brabant** (*Figure III.4, 1*) : celui-ci rassemble les roches du Silurien, déformées lors de l'Orogenèse calédonienne. Nonobstant le peu d'affleurements disponibles, Delcambre et Pingot (*2015*) y décrivent des plis assez ouverts ;
- Le **Parautochtone brabançon** (*Figure III.4, 2*) : ce dernier rassemble les roches du Dévonien et du Carbonifère, déformées lors de l'Orogenèse hercynienne à la fin du Carbonifère. Ces roches reposent en discordance sur le Massif de Brabant. Dans l'est de la carte, du fait des premiers soubresauts de la déformation hercynienne, une légère discordance angulaire existe aussi entre les roches du Houiller et les calcaires du Viséen (lacune du Pendleien) ;
- la **couverture cénozoïque** monoclinale : cette couverture regroupe les terrains du Mésozoïque et du Cénozoïque. Ces roches reposent en position tabulaire et discordante sur le Massif du Brabant et sur le Parautochtone brabançon. Elle peut être déformée lorsqu'elle est piégée dans les effondrements karstiques des calcaires dévono-carbonifères.

Deux familles de **failles transversales** affectent les roches du Paléozoïque (*Figure III.4, 4 et 5*) :

- la première rassemble des failles de direction NO-SE dont le rejet vertical n'excède pas les 20 m. Ces failles ne sont pas ou très peu minéralisées ;
- la seconde rassemble des failles de direction NE-SO à NNE-SSO et sont fortement minéralisées (ex : mine de Vedrin). Ces failles seraient postérieures à celles de direction NO-SE. Peu d'informations existent pour caractériser ces failles dont le rejet ne semble pas important ; 25 m pour la Faille de Vedrin.

Une **faille longitudinale** importante (*Figure III.4, 3*), de direction E-O, découpe les terrains paléozoïques dans le sud de la carte (Faille de Marche-les-Dames). D'après Delcambre et Pingot (*2015*), elle serait de type chevauchante et pourrait être la continuation d'une des failles de chevauchement connues dans le bassin houiller, plus à l'ouest, sur les cartes de Fleurus – Spy (47/1-2) et de Tamines – Fosse-la-Ville (47/5-6).

Au nord de la Faille de Marche-les-Dames, peu de plis sont présents dans le Dévonien. Les couches présentent un pendage régulier vers le sud de 5 à 15°. Les deux structures plissées majeures de la carte Namur – Champion sont :

- le Synclinal de Spy – Vedrin (Figure III.4, 6) situé juste au nord de la Faille de Marche-les-Dames aussi appelé Synclinal de Suarlée. Ce pli se déverse vers le nord. Son flanc nord est peu incliné tandis que son flanc sud est redressé, voire même renversé ;
- l'Anticlinal de Suarlée – Temploux (Figure III.4, 7) situé juste au sud de la Faille de Marche-les-Dames. Ce pli est ouvert, s'ennoie vers l'ouest et est faiblement déversé vers le nord.

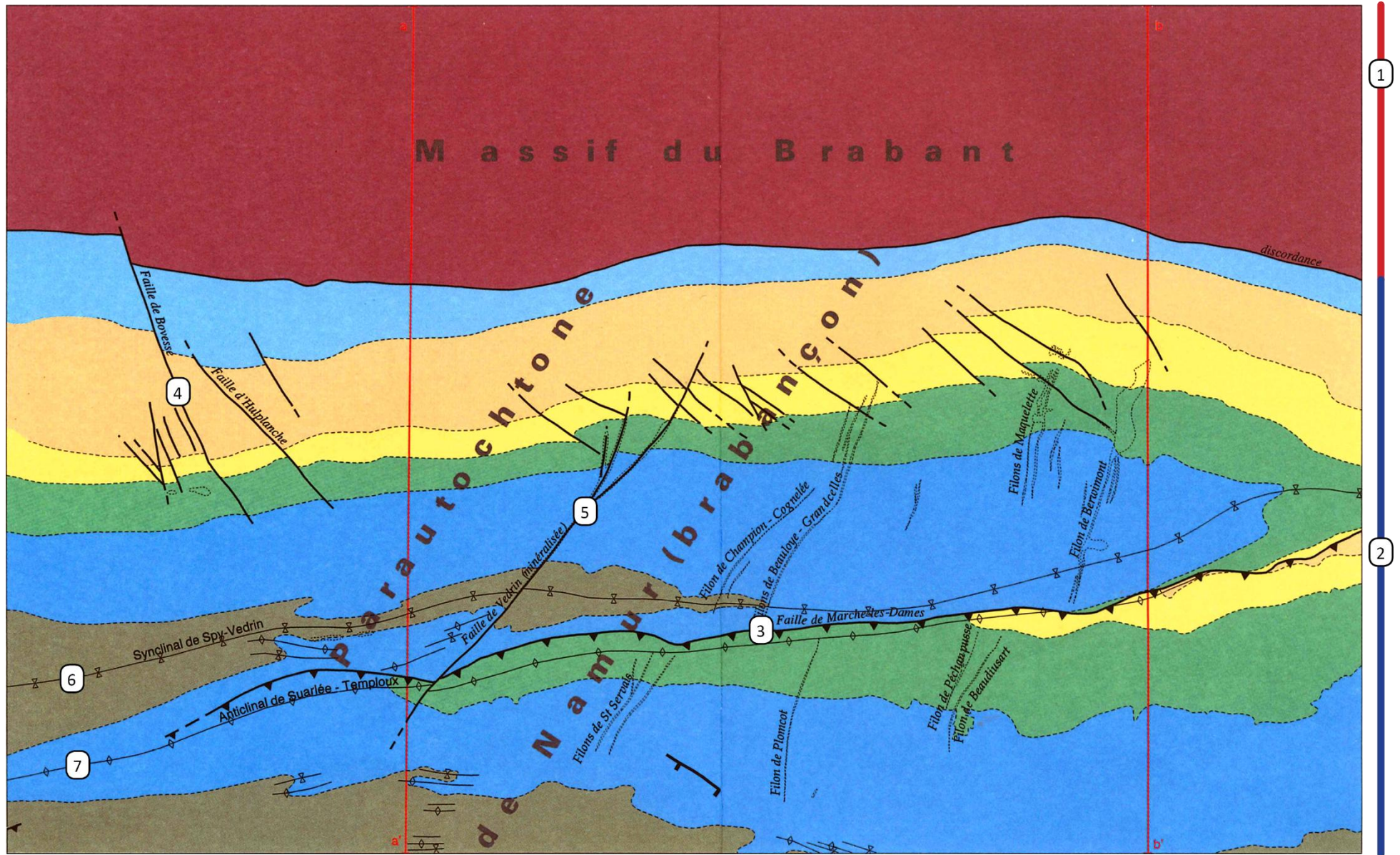


Figure III.4 : Schéma structural de la carte Namur - Champion (Delcambre et Pingot, 2015).

(1) Massif de Brabant, (2) Parautochtone brabançon, (3) Faille longitudinale, (4 & 5) Failles transversales, (6) Synclinal de Spy – Vedrin, (7) Anticlinal de Suarlée – Temploux.

IV. CADRE HYDROGÉOLOGIQUE

IV.1. DESCRIPTION DES UNITÉS HYDROGÉOLOGIQUES

Les différentes unités géologiques de la carte Namur - Champion peuvent toutes être considérées comme des aquifères puisque de l'eau souterraine est présente dans chacune.

De manière générale et sur la base de la classification établie par le Service Public de Wallonie (Figure IV.1), la carte de Namur - Champion se situe à cheval sur trois unités aquifères principales :

- le « Socle cambro-silurien et Massifs schisto-gréseux du Dévonien (Paléozoïque) » ;
- les « Calcaires du Paléozoïque » ;
- les « Dépôts du Quaternaire ».

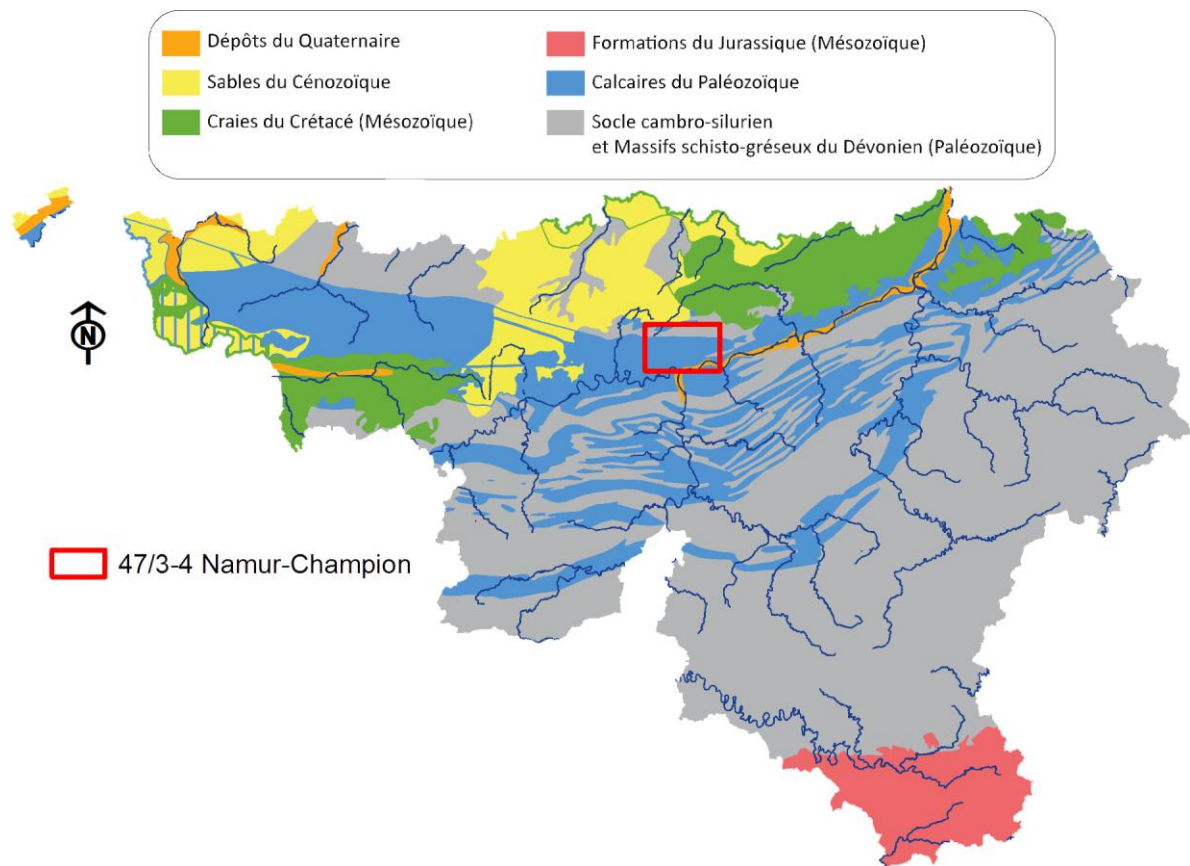


Figure IV.1 : Les principales formations aquifères de Wallonie et localisation de la carte Namur - Champion (SPW-DGO3, 2015, modifié).

L'unité dite du « **Socle cambro-silurien et Massifs schisto-gréseux du Dévonien (Paléozoïque)** » est constituée, sur la carte Namur - Champion, par les roches détritiques du Silurien occupant tout le tiers Nord de la carte ainsi que celles du Dévonien. Il s'agit essentiellement de schistes, de phyllades, de siltites plus ou moins gréseuses et, de manière

nettement moins marquée, de grès. Il s'agit donc d'un ensemble de roches dont la perméabilité est plutôt faible. C'est en général là où les roches ont subi une altération naturelle ancienne que l'aquifère sera le plus « productif ».

L'unité dite des « **Calcaires du Paléozoïque** » est constituée par les roches calcaires du Dévonien et surtout du Carbonifère, dont la perméabilité est généralement excellente pour peu qu'elles aient subi une fracturation et une karstification, ce qui est le cas. On y retrouve également les schistes, les siltites, les grès et les phanites du Houiller constituant le cœur des synclinaux. L'ensemble de ces roches occupe les deux tiers sud de la carte Namur – Champion.

L'unité dite des « **Dépôts du Quaternaire** » est constituée par les alluvions (argile, limon, sable et gravier) des thalwegs de la Meuse et de la Sambre qui s'écoulent à la limite sud de la carte Namur - Champion. La conductivité hydraulique de ces alluvions est en général excellente.

Le comportement et la productivité des aquifères sont fortement conditionnés par la nature et la structure de la roche dans laquelle l'eau est stockée. C'est pourquoi les unités géologiques sont, si nécessaire, regroupées en unités hydrogéologiques, chacune étant caractérisée par un comportement hydrodynamique qui lui est propre.

Trois termes sont utilisés pour qualifier le caractère plus ou moins perméable des formations rocheuses en hydrogéologie (*UNESCO-OMM, 1992 ; Pfannkuch, 1990*) :

- **Aquifère** : formation perméable permettant d'exploiter de grandes quantités d'eaux souterraines ;
- **Aquitard** : formation semi-perméable dans laquelle l'écoulement se fait à une vitesse plus réduite que dans un aquifère. Son exploitation est possible mais de capacité limitée ;
- **Aquiclude** : formation à caractère peu perméable dans laquelle on ne peut économiquement extraire des quantités d'eau appréciables.

Ces définitions assez subjectives sont à manipuler avec précaution. Elles sont utilisées ici afin de renseigner, à une échelle régionale, sur le caractère globalement perméable, semi-perméable ou peu perméable d'un ensemble de couches géologiques. Elles donnent une idée du potentiel économique que représentent les différentes unités hydrogéologiques en termes d'exploitation. Elles se basent principalement sur la description lithologique de ces unités. Certaines unités géologiques voient leur faciès changer latéralement, c'est pourquoi une même unité géologique peut être qualifiée d'aquifère sur une carte et d'aquitard ou d'aquiclude sur une autre.

De manière générale, c'est la porosité efficace (la capacité pour une roche saturée de libérer un fluide par drainage gravitaire) et la perméabilité, proportionnelle à la granulométrie

des grains, qui vont déterminer le caractère plus ou moins aquifère d'une roche (**Tableau IV.1**). Les roches cohérentes sont, en principe, peu perméables. Néanmoins, la fissuration, l'altération ou la dissolution peuvent modifier leur perméabilité (**Figure IV.2**) :

- La fracturation crée un réseau de fractures au sein duquel l'eau peut circuler ;
- L'altération des roches induit des comportements différents selon leur lithologie. Trois comportements principaux se présentent :
 1. La roche est un carbonate : l'altération entraîne une dissolution de la roche et un agrandissement du réseau de fractures existant. La perméabilité est donc augmentée ;
 2. La roche est un grès : l'altération donne du sable, ce dernier présente une plus grande porosité efficace et une bonne perméabilité ;
 3. La roche est un shale/schiste : l'altération donne une argile qui colmate le réseau de fractures. La perméabilité est diminuée.

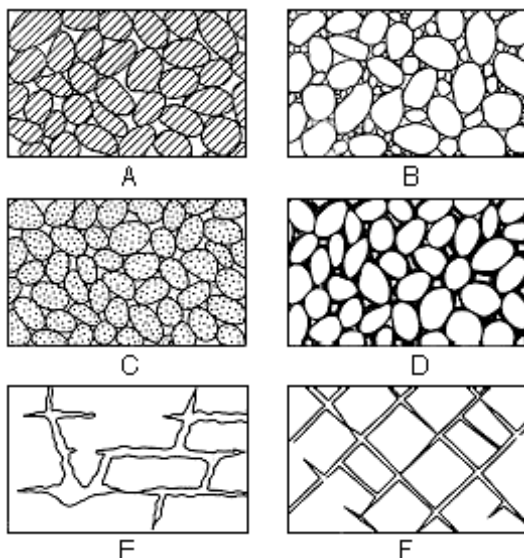


Figure IV.2 : Différents types de porosité dans les roches meubles et cohérentes.

A, Roche sédimentaire de granulométrie triée, porosité élevée ; B, roche sédimentaire de granulométrie mal triée, porosité faible ; C, roche sédimentaire de granulométrie triée et constituée de grains poreux, porosité très élevée ; D, roche sédimentaire de granulométrie triée mais dont la porosité est diminuée par une précipitation minérale dans les interstices ; E, roches cohérentes rendues poreuses par dissolution ; F, roches cohérentes rendues poreuses par fracturation (Meinzer, 1923).

Tableau IV.1 : Exemple de porosité totale, porosité efficace et perméabilité des principaux types de roches.

Roche	Porosité totale (%)	Porosité efficace (%)	Perméabilité K (m/s)
Argile	45 à 55	0 à 5	10^{-12} à 10^{-9}
Sable moyen	30 à 40	25 à 35	10^{-5} à 10^{-2}
Gravier	25 à 35	20 à 30	10^{-3} à 10
Grès	0 à 10	0 à 5	10^{-10} à 10^{-8}
Calcaire	5 à 15	0 à 10	10^{-9} à 10^{-6}
Basalte massif	0 à 5	0 à 5	10^{-11} à 10^{-6}
Schiste	0 à 20	0 à 5	10^{-13} à 10^{-9}

De manière plus détaillée, les unités hydrogéologiques définies pour la carte Namur - Champion sont décrites ci-dessous dans l'ordre stratigraphique, de la plus ancienne à la plus jeune. Elles sont reprises de manière synthétique dans le [Tableau IV.2](#).

IV.1.1. Paléozoïque

IV.1.1.1. Généralités

Les roches plissées et fracturées du socle paléozoïque constituent des aquifères de porosité de fissures discontinus. Généralement, la perméabilité sera proportionnelle à l'intensité de la fracturation. La fracturation (failles et diaclases) peut fortement augmenter la conductivité hydraulique d'une roche cohérente. En plus de créer des vides, la fracturation provoque une accélération de l'altération physico-chimique de ces zones. Si l'altération des grès donnera des sables permettant, non seulement l'augmentation de la perméabilité mais aussi un degré d'épuration de l'eau plus important, celle des schistes entraînera la formation d'argile qui viendra colmater les vides.

Les schistes possèdent une conductivité hydraulique très faible et constituent généralement des aquicludes. Les grès, bien que présentant une meilleure conductivité hydraulique que les schistes, ont une perméabilité qui reste assez faible et ne constituent que des aquifères médiocres comparativement aux aquifères des calcaires karstifiés, des craies ou des sables. Cependant, dans des régions comme l'Ardenne, pauvres en calcaires ou dépôts meubles sableux, ils constituent les réserves essentielles en eau souterraine.

Tableau IV.2 : Tableau de correspondance géologie – hydrogéologie de la carte Namur – Champion d'après Delcambre et Pingot (2008, 2014 et 2015) (1/2).

ERE	SYST.	ETAGE	GROUPE/FORMATION		MEMBRE	SIGLE	LITHOLOGIES (d'après Delcambre et Pingot, 2008 ; Delcambre et Pingot, 2014 et Delcambre et Pingot, 2015)	EPAISSEUR (m)		HYDROSTRATIGRAPHIE	
Quaternaire	Holocène		Remblais			X	Remblais d'origine anthropique	non précisé		Nappe des remblais	
			Alluvions récentes			MCA	Dépôts grossiers (blocs rocheux, galets, sable) Sable, limon, argile.	non précisé		Aquifère alluvial	
			Limon			IM L	Limon	Jusqu'à 10		Aquitard limoneux (non cartographié)	
Cénozoïque	Oligocène		Alluvions anciennes et dépôts non dissociés			ALA*	Galets de quartz ou quartzite, sable, limon, gravier, sable fin glauconieux	0 à 5		Aquifère des terrasses fluviales	
	Eocène	Lutétien	Bruxelles			XL B	Sables souvent grossiers, parfois fins, glauconieux et carbonaté avec des intercalations de grès calcaireux, siliceux ou ferrugineux	10 max		Aquifère des sables de l'Eocène	
Mésozoïque	Crétacé	Santonien/Coniacien?	Lonzée			LON	Sable argileux glauconieux avec éclats de cherts et de craie	1 à 2		Aquitard du Santonien	
Carbonifère	Alportien	Groupe Houiller	Andenne			HOU	AND	Siltites, schistes et grosses barres de grès (Grès de Ronet)	800 à 900	Quelques m	Aquiclude à niveaux aquifères du Houiller
			Chokier				CHO	Schistes siliceux, parfois pyriteux, intercalés de phanite			
			Tramaka				TRA	Calcaires argileux à intercalations schisteuses			
	Warnantien	Groupe du Houyoux			HOY	Calcaires à cherts, stratifiés en petits bancs réguliers, alternant avec des bancs de calcaire argileux et de calcschiste. Quelques veinettes de charbon terreux sont présentes.	30 à 80		Aquifère des calcaires du Carbonifère		
	Livien	Grand Malades			GMA	Brèches Calcaires souvent très fins renfermant des grosses intercalations de brèches	40-50				
		Lives			LIV	Alternance de séquences faite d'une base de calcaires grenus bioclastiques surmontés de calcaires fins en bancs plus minces pouvant présenter un caractère bréchique.	80-90				
	Molinacien	Neffe		Carrière Leurquin Carrière du Parc	ONO TER	NEF	Horizon conglomératique à galets calcaires et matrice argileuse Calcaires Dolomies	0 à 60			
		Terwagne (Ouest)	Onoz (Est)			TER	Alternance de calcaires fin et de calcaires grenus, parfois partiellement dolomités Contient des horizons de brèche calcaire	Calcaires stratifiés souvent fort fins incorporant des bancs de calcaires oolithiques, des plaquettes de calcaires argileux et quelques intercalations de calcaire bréchifié. Présence de quelques cherts surtout dans la partie supérieure Alternance de couches de dolomie et de bancs métriques de calcaire Calcaires argileux dolomitiques		60 à 80	120 à 150
	Ivorien	Namur				NMR	Oolithe dolomitisée Dolomie Dolomie à cherts	90 à 140			
	Hastarien	Landelies				LAN	Calcaires crinoïdiques partiellement dolomités (LAN)	10 max			
Pont d'Arcole				DAP	Schistes	5-8		Aquiclude des schistes du Carbonifère			

Tableau de correspondance géologie – hydrogéologie de la carte Namur – Champion d'après Delcambre et Pingot (2008, 2014 et 2015) (2/2).

Paléozoïque	Dévonien	Ivorien	Namur	NMR	Oolithe dolomitisée Dolomie Dolomie à cherts		90 à 140		
		Hastarien	Landelies		LAN	Calcaires crinoïdiques partiellement dolomitisés (LAN)			10 max
		Famennien	Pont d'Arcole	BDR	Schistes		5-8	Aquiclude des schistes du Carbonifère	
	Bois de la Rocq		Grès, grès carbonatés, dolomies et calcaires.		45	Aquifères des grès du Famennien			
	Franc-Waret		FRW	Schistes à intercalations de grès et de siltites		20 à 40	Aquiclude du Frasien Famennien		
				Schistes		3 à 5	Aquifère du Frasien		
	Aisemont		AIS	Dolomie massive		10-15	Aquitard du Frasien		
	Schistes avec lits de nodules calcaires								
	Frasien		Rhisnes	Falnuée	FLN	Calcaires en gros bancs avec grosses intercalations de calcaires argileux parfois dolomitisés		60 à 70	Aquifère des calcaires du Frasien
		Galzinne		RHI	GOL	Calcaires très fins, stratifiés en bancs métriques et séparés par de grosses intercalations de calcaires argileux ou de calcschistes.		+/-10	
		Watiarnont		WAT	Calcaires noduleux, calcaires grossiers à intercalations de calcschistes, calcaires argileux. Dolomitisation partielle		30 à 45		
		Bovesse	BOV	Champ du Fau	CHF	Schistes s'enrichissant nettement en nodules calcaires à proximité des lentilles récifales Localement, quelques bancs de calcaire argileux ou de dolomie terreuse		70 à 90	Aquif. des calcaires du Frasien
				Combreuil	CBR	Calcaire dolomitisé (CBR)		0 à 20	
	Bossière	BOS	Schistes fins Lit de micropoudingue		10 dont 60 cm pour le micropoudingue				
	Givetien	Bois de Bordeaux	Mazy	MAZ	Conglomérats, grès, siltites avec intercalations de dolomies ou de calcaire gréseux		5	Aquifère des calcaires du Givetien	
			Alvaux	BOR	ALV	Schistes à nodules calcaires (qlq mètres) Calcaires stratifiés, souvent fins, parfois noduleux, à intercalations calcschisteuses Calcaires à charge gréseuse			+/- 40
			Mautiennes	MTN	Grès, schistes intercalés de quelques bancs de grès à fragments calcaires. Conglomérat ou grès conglomératique		17		
	Silurien	Ronquières	SIL	RON	Schistes et siltites		Inconnue rd	Aquifère des calcaires du Givetien	
VCH				Gros bancs de siltites et de siltites gréseuses avec intercalations carbonatées		>200			
FUM				Schistes et siltites avec quelques petits bancs de grès fin		330			
VSS				Schistes et siltites avec quelques minces bancs de grès		30-50 rd			
Vallées				LVA	Schistes et siltites avec rares bancs de grès entre 2 et 3 décimètres		200-300		
Corroy				COY	Répétition séquentielle de bancs pluricentimétriques à décimétriques de grès, de siltites et de schistes		+/- 200		
Fallais		Pitet (PTT)	FLL	PTT	Roche grossière et massive passant à de fines couches grenues et tuffacées, puis au sommet, à une roche très fine à délit ardoisier (Phyllade du Bois Cornet)		625	Aquifère des calcaires du Givetien	
				A, B, C, D	Répétition séquentielle de schistes et de rares couches de siltites ou de grès		(dont 4 m max pour le Mb de Pitet)		



La partie superficielle de ces roches, en contact avec l'atmosphère à une époque donnée, est l'objet d'une altération physico-chimique, donnant naissance, selon la lithologie de la roche mère, à des sables (grès), des silts (siltites) ou encore des argiles (schistes). Ces roches redevenues meubles constituent le « manteau d'altération » ; un aquifère de porosité de pores continu.

Les calcaires, quant à eux, du fait de la fracturation et de la karstification, sont d'excellents aquifères, dont la conductivité hydraulique est généralement très bonne.

IV.1.1.2. Socle cambro-silurien

IV.1.1.2.1. Aquiclude-Aquitard-Aquifère du socle cambro-silurien

L'Aquiclude-aquitard-aquifère du socle cambro-silurien est formé de toutes les formations siluriennes : de Fallais, de Corroy, des Vallées, de Vissoul, de Fumal, de Vichenet et de Ronquières, puisque ces dernières sont indifférenciées sur la carte géologique Namur - Champion du fait du manque d'affleurements caractéristiques. Cette unité hydrogéologique occupe tout le tiers nord de la carte Namur – Champion (Figure IV.3).

La base du Silurien, constituée de la Formation de Fallais de nature essentiellement schisteuse, présente une perméabilité très faible et est de ce fait qualifiée d'aquiclude (Aquiclude du socle cambro-silurien).

La partie médiane du Silurien, constituée des formations de Corroy, des Vallées, de Vissoul et de Fumal, présente une perméabilité légèrement meilleure. Ces formations, surtout schisteuses, présentent une proportion nettement plus importante de siltites et de grès permettant de les rassembler sous le terme d'aquitard au sein duquel les bancs de grès plus nombreux de la Formation de Corroy, ainsi que ceux de la base de la Formation de Vissoul constitueront des niveaux aquifères (Aquitard à niveaux aquifères du socle cambro-silurien).

Le sommet du Silurien, composé des formations de Vichenet et de Ronquières, peut être qualifié d'aquitard (Aquitard du socle cambro-silurien). Ces formations, surtout Vichenet, présentent une composante silteuse majoritaire et comportent en plus des intercalations carbonatées qui, en se dissolvant, doivent augmenter la perméabilité de l'ensemble.

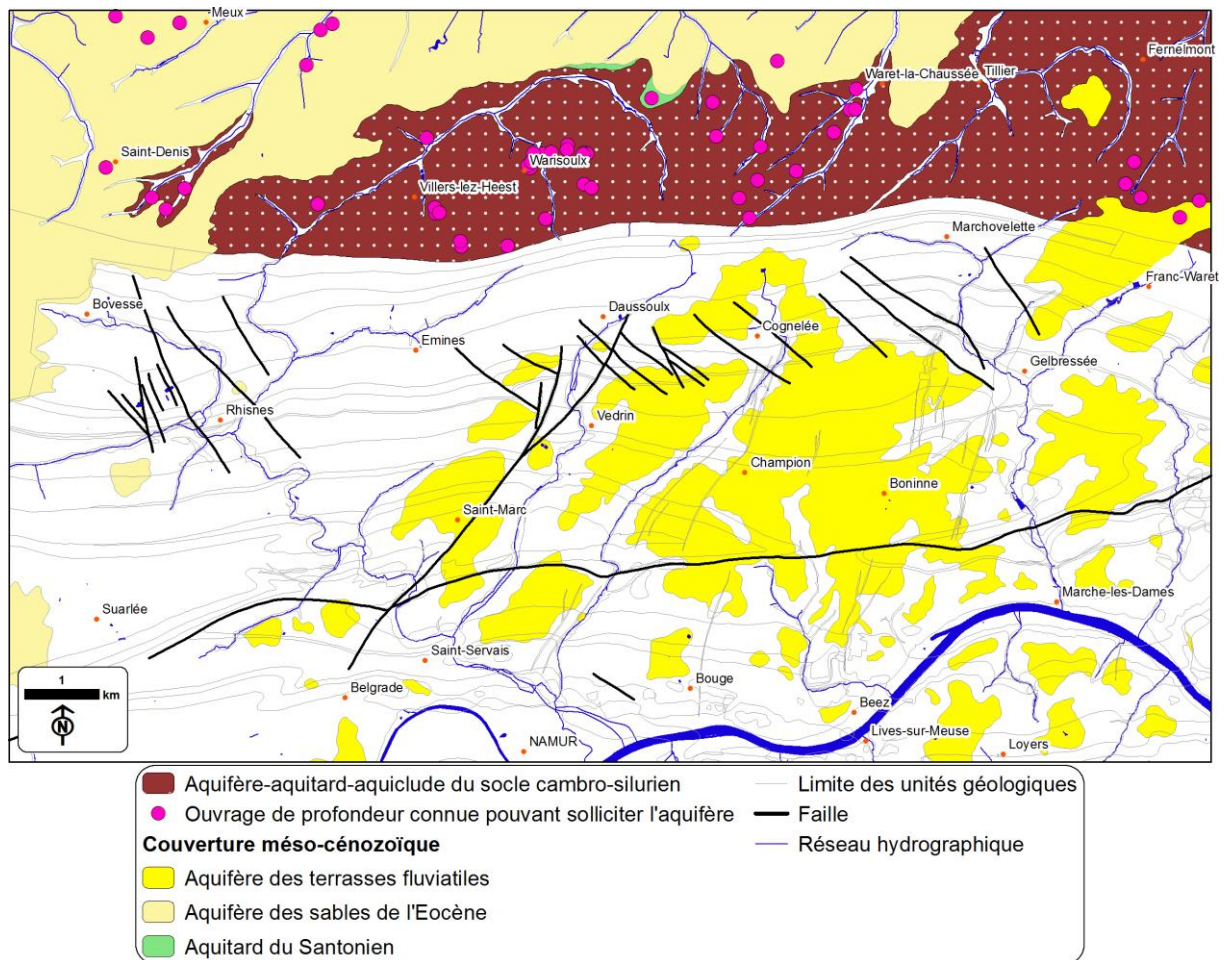
Cette unité hydrogéologique est surmontée par une couverture méso-cénozoïque (sables santoniens et éocènes et limons quaternaires). Les sables argileux santoniens (Aquitard du Santonien, p. 48) forment une couche de 1 à 2 m, dont l'étendue est inconnue et probablement discontinue. Les sables éocènes (Aquifère des sables de l'Eocène, p. 49), dont l'épaisseur ne dépasse pas 10 m, surmontent les sables argileux santoniens (si présents) surtout au nord et au nord-ouest (Figure IV.3). La couverture limoneuse (Aquitard

limoneux, p. 51), bien qu'épaisse de 10 m à certains endroits, est probablement discontinue elle aussi.

Comme il n'existe pas de barrière hydraulique liée à des dépôts très peu perméables, il y a très probablement une continuité hydraulique entre les nappes des roches siluriennes et celles de la couverture cénozoïque. Si cette dernière peut jouer le rôle de filtre et de retardateur de pollution, elle peut également en être la source par drainance.

Cette unité hydrogéologique est principalement drainée vers le nord par la Mehaigne et ses affluents en rive droite et vers le sud-ouest par les affluents amonts du Houyoux (ruisseaux du Bois de Mehaigne et de l'Infagne).

Les eaux souterraines de cette unité hydrogéologique ne sont pas exploitées par des sociétés de distribution d'eau mais par de nombreux particuliers¹ (Figure IV.3).



¹ Sur les figures représentant les ouvrages sollicitant les aquifères, seuls ceux de profondeur connue ont été représentés ; 65 ouvrages de profondeur inconnue existent et n'ont pu être rattachés à un aquifère.

IV.1.1.3. Dévonien

Le Givetien, le Frasnien et le Famennien de la carte Namur – Champion forment un ensemble aquifère de bonne à très bonne conductivité hydraulique (calcaire et grès), compartimenté par des aquicludes schisteux. Ces derniers, bien que cloisonnant en partie les aquifères calcaires ou gréseux, ne sont pas complètement imperméables, du fait des nombreuses failles transversales à la direction des couches et mettant en contact les aquifères gréseux et calcaires dans certains cas (Figure IV.4).

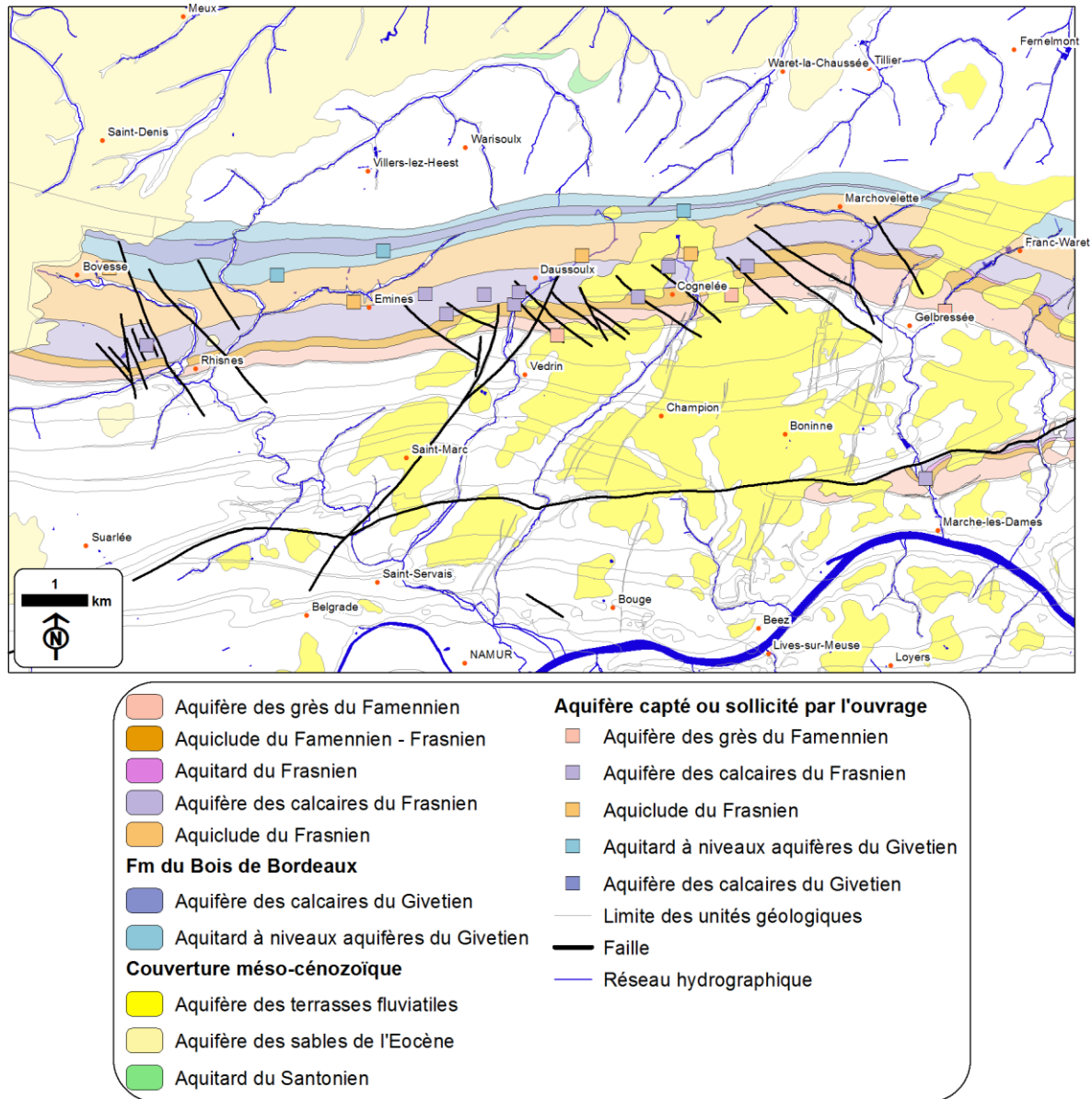


Figure IV.4: Localisation, sous l'Aquitard limoneux (non représenté) et sous la couverture méso-cénozoïque, des aquifères du Givetien, du Frasnien et du Famennien.

IV.1.1.3.1. Aquitard à niveaux aquifères du Givetien et Aquifère des calcaires du Givetien

L'Aquitard à niveaux aquifères du Givetien est formé par la Formation du Bois de Bordeaux, globalement caractérisée par des siltites, des schistes carbonatés et des schistes

(aquitard) au sein desquels s'intercalent des niveaux aquifères : bancs de grès et de calcaires dont les conductivités hydrauliques sont meilleures.

Cette formation diminue d'épaisseur d'ouest en est (Figure IV.5) et est caractérisée par la disparition, un peu à l'ouest de Franc-Waret, du Membre d'Alvaux. Lorsque les différents membres de la Formation du Bois de Bordeaux sont individualisés, le Membre d'Alvaux, formé principalement de calcaires, constitue alors l'Aquifère des calcaires du Givetien.

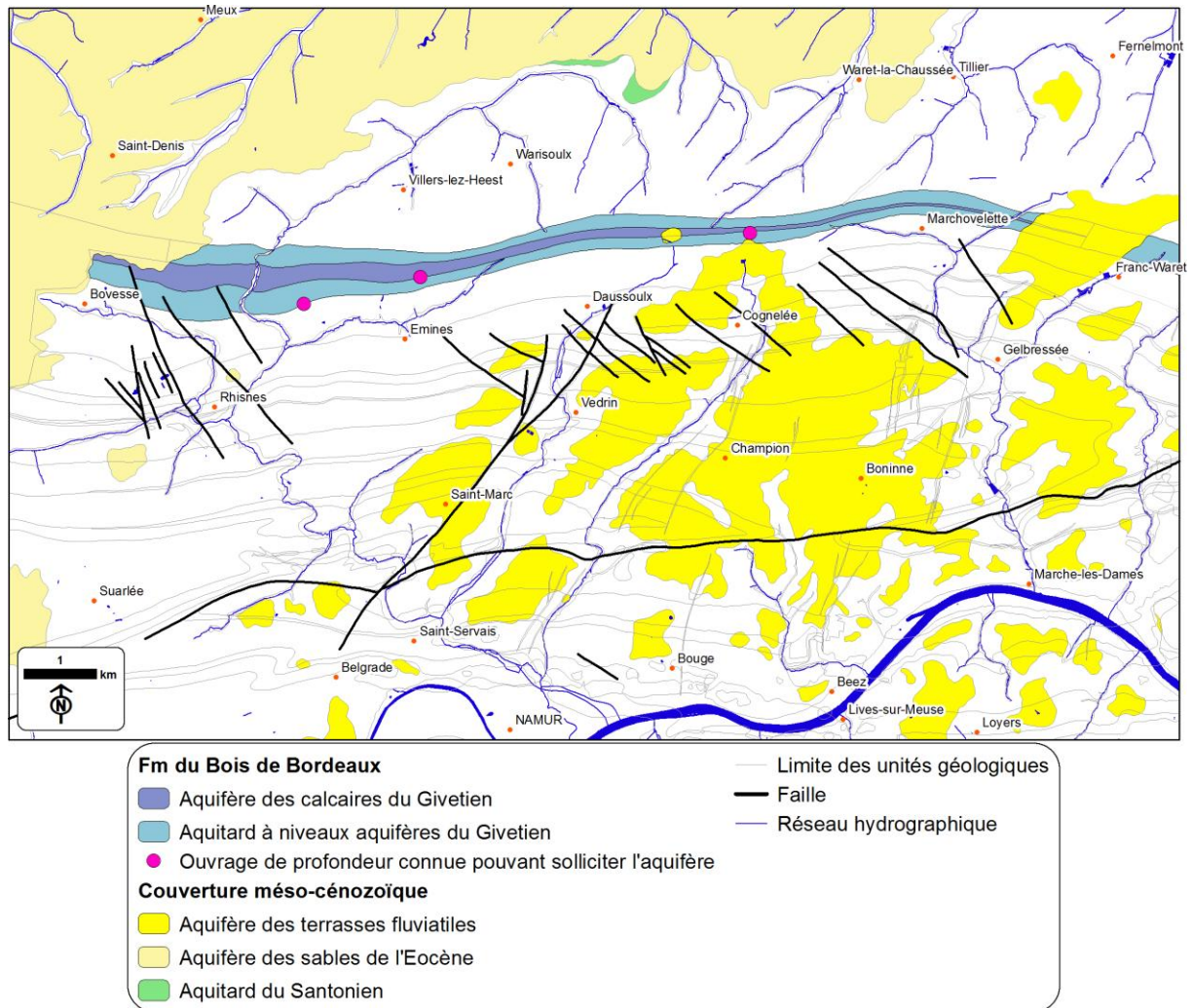


Figure IV.5: Localisation, sous l'Aquitard limoneux (non représenté) et sous la couverture méso-cénozoïque, de l'Aquitard à niveaux aquifères du Givetien et de l'Aquifère des calcaires du Givetien et des ouvrages pouvant les solliciter.

Le Houyoux (ouest) et le ruisseau de Gelbressée (est) drainent ces aquifères du nord vers le sud (voir Figure IV.24, p. 59). Ces aquifères ne sont pas exploités par les sociétés de distribution d'eau et sont assez peu exploités par les particuliers. Ils sont limités au sud par l'Aquiclude du Frasnien (Figure IV.4, p. 37).

IV.1.1.3.2. Aquiclude du Frasnien

L'Aquiclude du Frasnien (Figure IV.6) est constitué par les schistes frasniens de la Formation de Bovesse (membres de Bovesse et du Champ du Fau), de conductivité hydraulique très faible. Cet aquiclude constitue une barrière hydraulique entre l'Aquitard à niveaux aquifères du Givetien (au nord) et l'Aquifère des calcaires du Frasnien (au sud) (Figure IV.4, p. 37).

Bien que de très faible conductivité, quelques ouvrages de particuliers sollicitent cette unité hydrogéologique (Figure IV.6).

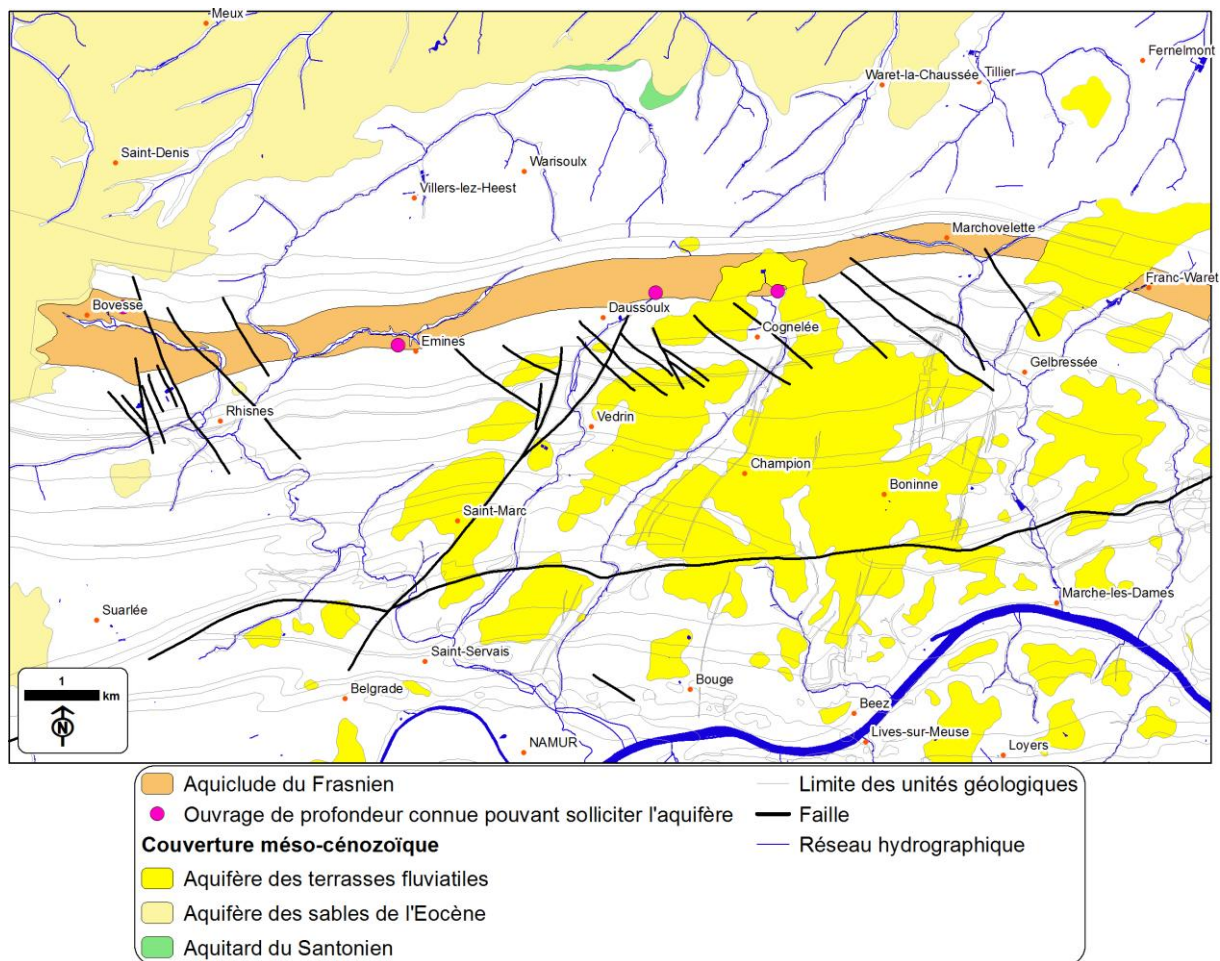


Figure IV.6: Localisation, sous l'Aquitard limoneux (non représenté) et sous la couverture méso-cénozoïque, de l'Aquiclude du Frasnien et des ouvrages pouvant le solliciter.

IV.1.1.3.3. Aquifère du Frasnien

L'Aquifère du Frasnien (Figure IV.7) est constitué par les calcaires de la Formation de Bovesse (Membre de Combreuil) et par ceux de la Formation de Rhisnes. Les calcaires présentent généralement une très bonne conductivité hydraulique du fait de la fracturation et de la karstification.

Cet aquifère est principalement drainé à l'ouest par le Houyoux et ses affluents, les ruisseaux d'Argent et de St Lambert, au centre par le Frizet et à l'est par la Gelbressée, le ruisseau de Franc-Waret et le Mochenaire (voir Figure IV.24, p. 59).

Cet aquifère est limité au nord par l'Aquiclude du Frasnien et au sud par l'Aquiclude du Famennien (Figure IV.4, p. 37). Cette configuration doit favoriser des écoulements préférentiels suivant la direction des bancs. Les nombreuses failles qui le traversent du NW vers le SE constituent autant d'axes de drainage.

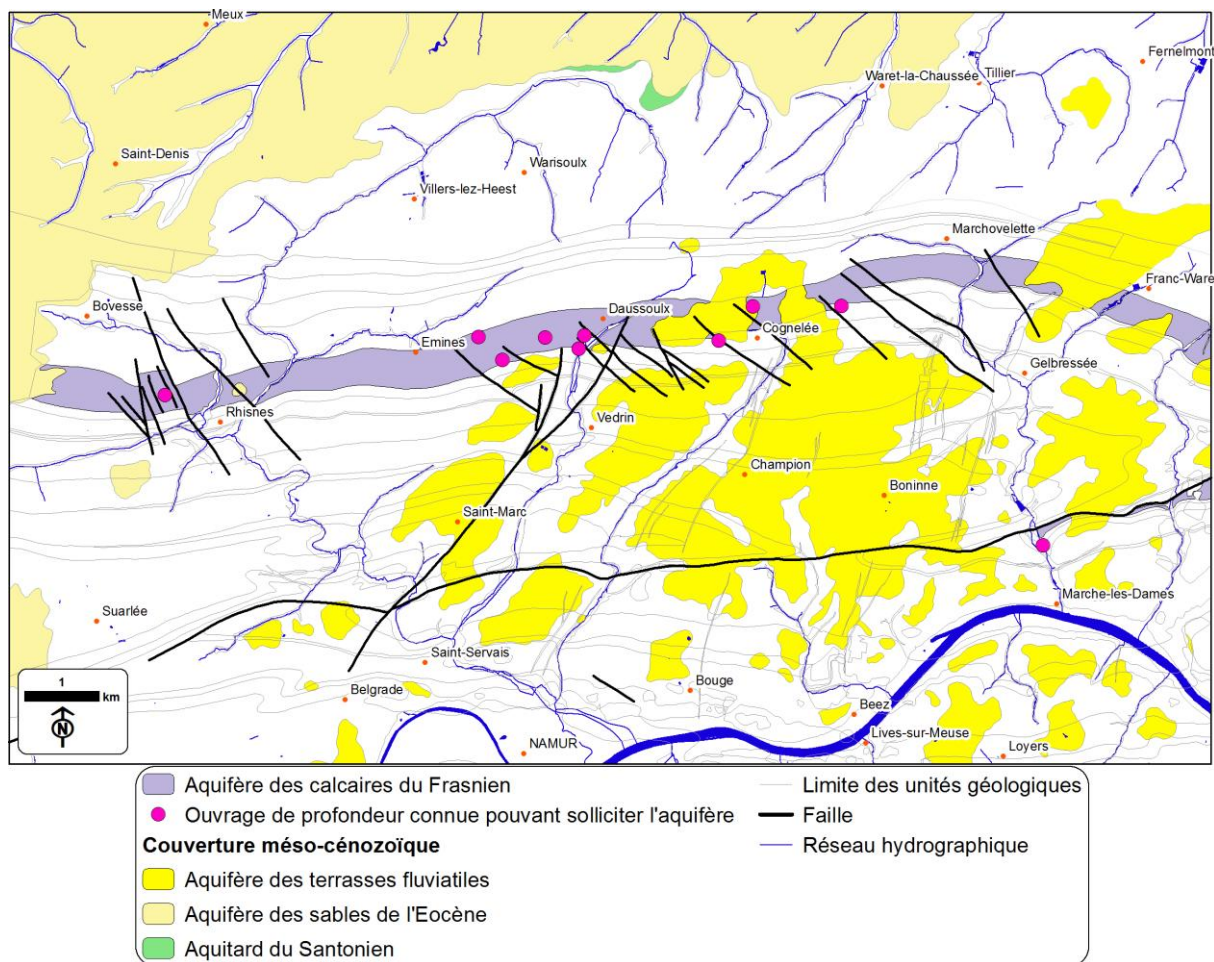


Figure IV.7: Localisation, sous l'Aquitard limoneux (non représenté) et sous la couverture méso-cénozoïque, de l'Aquifère du Frasnien et des ouvrages pouvant le solliciter.

La nappe des calcaires frasniens est peu sollicitée par les particuliers mais VIVAQUA, par contre, possède trois captages (VIVAQUA PT1, PT2 et PT10) qui y sont implantés (Figure IV.8). Le captage VIVAQUA PT10 (profond de 111 m) est implanté dans l'Aquiclude du Famennien mais atteint les calcaires du Frasnien.

VIVAQUA sollicite aussi occasionnellement l'Aquifère des calcaires du Frasnien via son captage P1 VEDRIN (Figure IV.8). Au nord de la « galerie du Pecquet » se situe la « galerie du Frasnien », appartenant au réseau de galeries des anciennes mines de pyrite de Vedrin. Cette galerie, qui traverse le Famennien et atteint les calcaires du Frasnien, est

isolée de celles creusées dans les calcaires carbonifères par le « serrement » dit « du Frasnien » et est contrôlée par deux vannes.

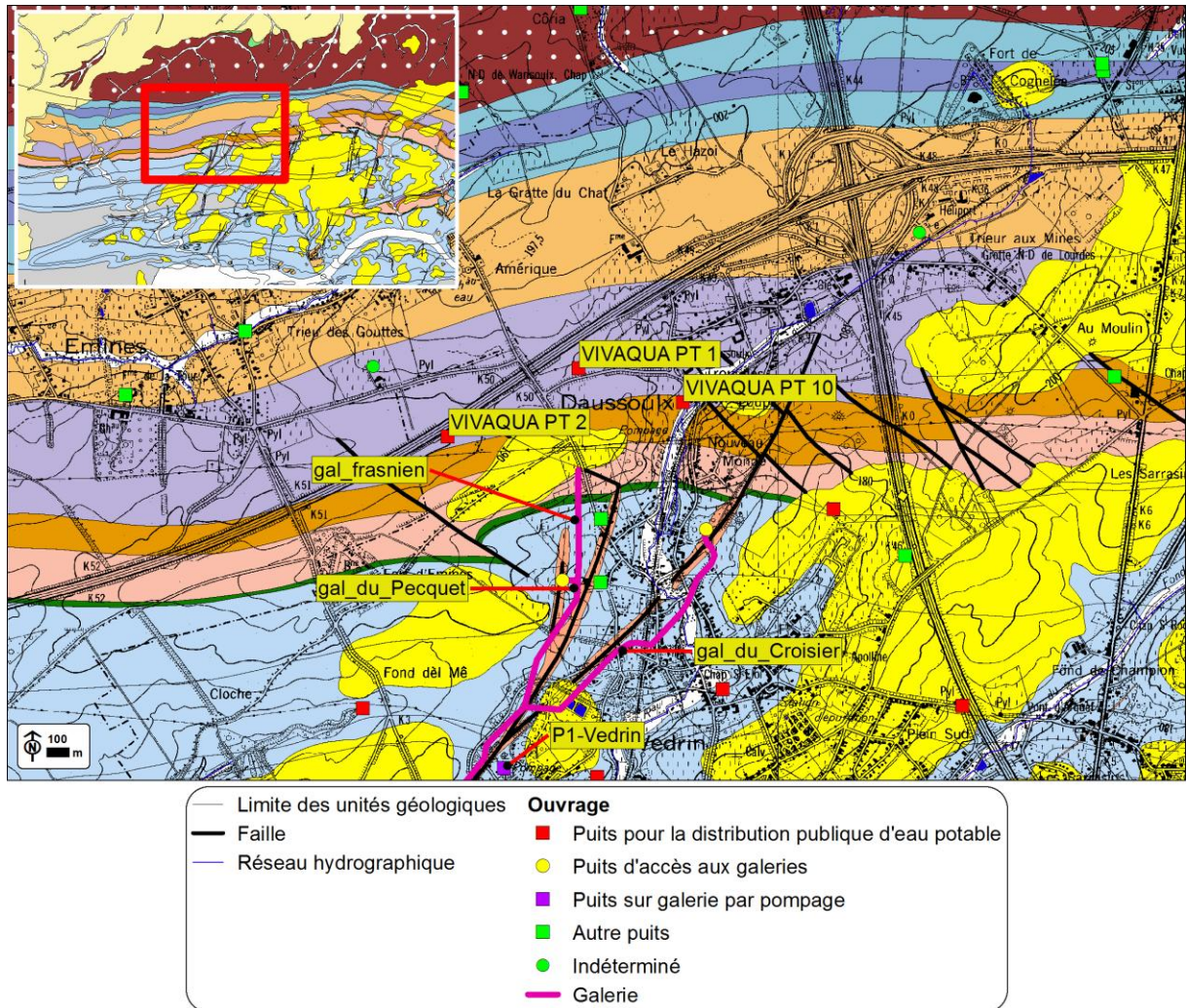


Figure IV.8: Localisation des ouvrages VIVAQUA PT1, PT2, PT10 et de la « galerie du Frasnien » (gal_frasnien) sollicitant la nappe des calcaires du Frasnien.

IV.1.1.3.4. Aquitard du Frasnien

L'Aquitard du Frasnien (Figure IV.9) est constitué par la Formation d'Aisemont de nature essentiellement schisteuse et donc de faible conductivité hydraulique. Cette dernière se voit cependant améliorée par la présence de nodules calcaires dans les schistes et par 3 à 5 m de dolomie au sommet de la formation. Cet aquitard, qui ne dépasse pas les 15 m, va en s'amenuisant vers l'ouest où il finit par disparaître, entre Marchovelette et Cognelée. Cet aquitard ne semble sollicité par aucun captage.

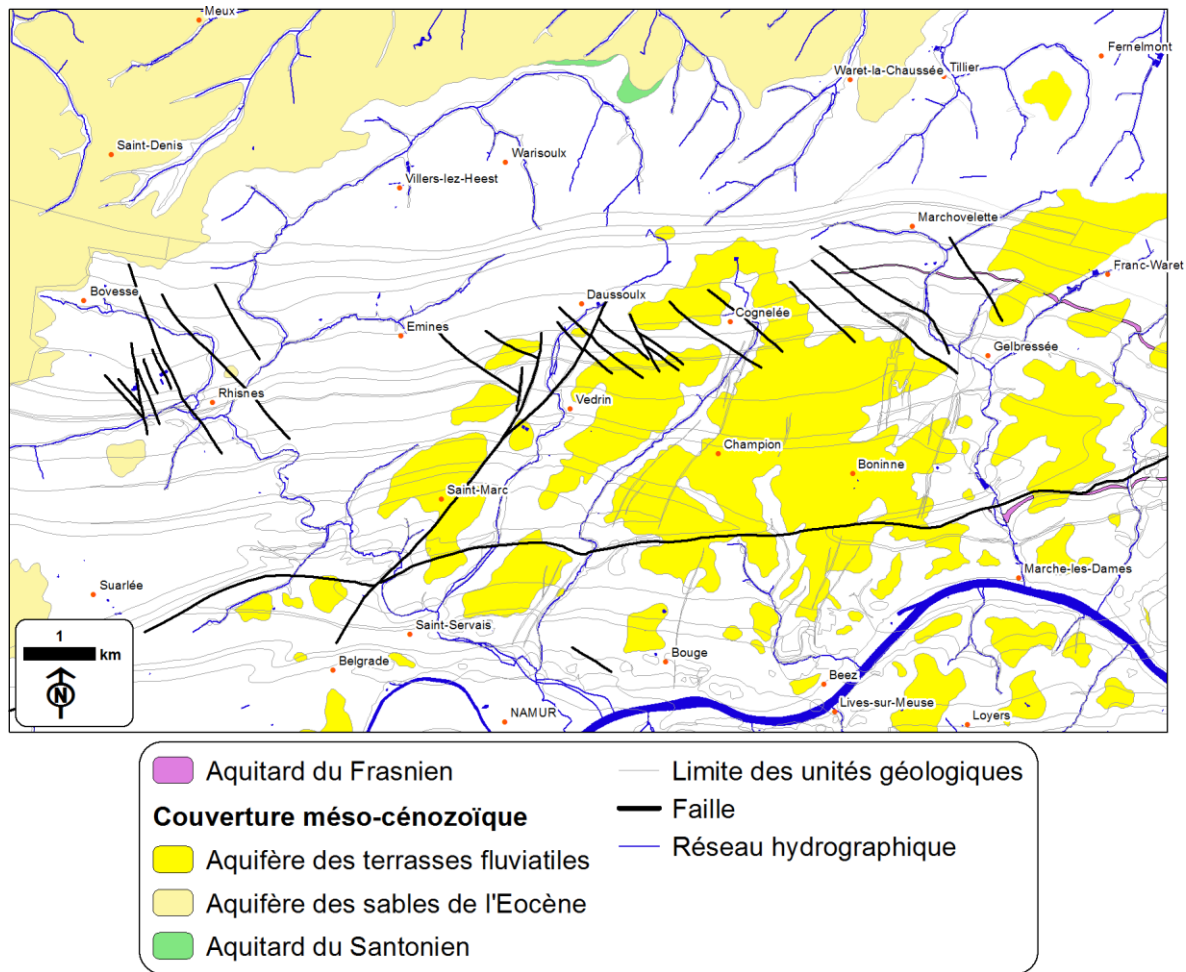


Figure IV.9: Localisation, sous l’Aquitard limoneux (non représenté) et sous la couverture méso-cénozoïque, de l’Aquitard du Frasnien.

IV.1.1.3.5. Aquiclude du Frasnien-Famennien

L’Aquiclude du Frasnien-Famennien (Figure IV.10) est constitué par les schistes, de très faible conductivité hydraulique, de la Formation de Franc-Waret, à cheval sur le Frasnien et le Famennien.

Bien que cet aquiclude joue normalement le rôle de barrière hydrogéologique, les nombreuses failles d’orientation NW-SE pourraient, suite à leur rejet, mettre en contact l’Aquifère des grès du Famennien, situé au sud de l’aquiclude, avec l’Aquifère des calcaires du Frasnien, situé au nord de l’aquiclude, notamment à l’ouest de Rhisnes et à l’est de Cognelée. D’après les données disponibles, cet aquiclude n’est sollicité par aucun ouvrage.

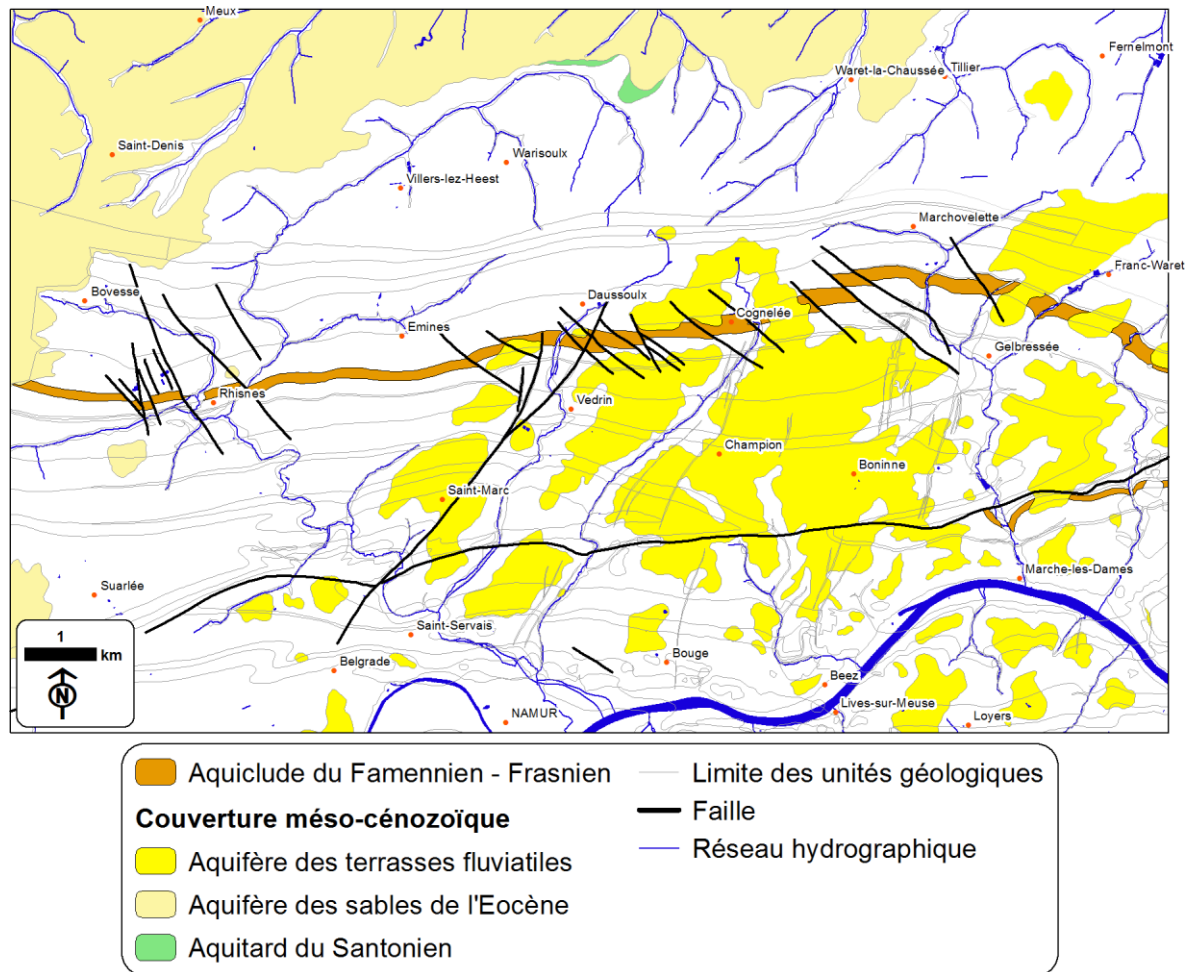


Figure IV.10: Localisation, sous l'Aquitard limoneux (non représenté) et sous la couverture méso-cénozoïque, de l'Aquiclude du Famennien-Frasnien.

IV.1.1.3.6. Aquifère des grès du Famennien

L'Aquifère des grès du Famennien (Figure IV.11) est constitué par la Formation du Bois de la Rocq, de nature essentiellement gréseuse mais contenant aussi des dolomies et des calcaires, le tout formant un aquifère de relativement bonne conductivité hydraulique dans la mesure où la fracturation est importante, ce qui est le cas. L'altération en sable des grès, dans la frange sous-jacente à la pénéplaine paléozoïque, génère une porosité de pores, ce qui augmente la conductivité hydraulique de l'ensemble, et permet une filtration des eaux lors de leur passage.

La présence de l'Aquiclude des schistes du Carbonifère, au sud (Figure IV.4, p. 37), ne suffit pas à isoler les grès famenniens des calcaires carbonifères du fait des nombreuses failles qui, en plus de jouer le rôle de drains, mettent en contact la nappe des grès avec celle des calcaires carbonifères.

Cet aquifère est très peu exploité sur la carte Namur – Champion.

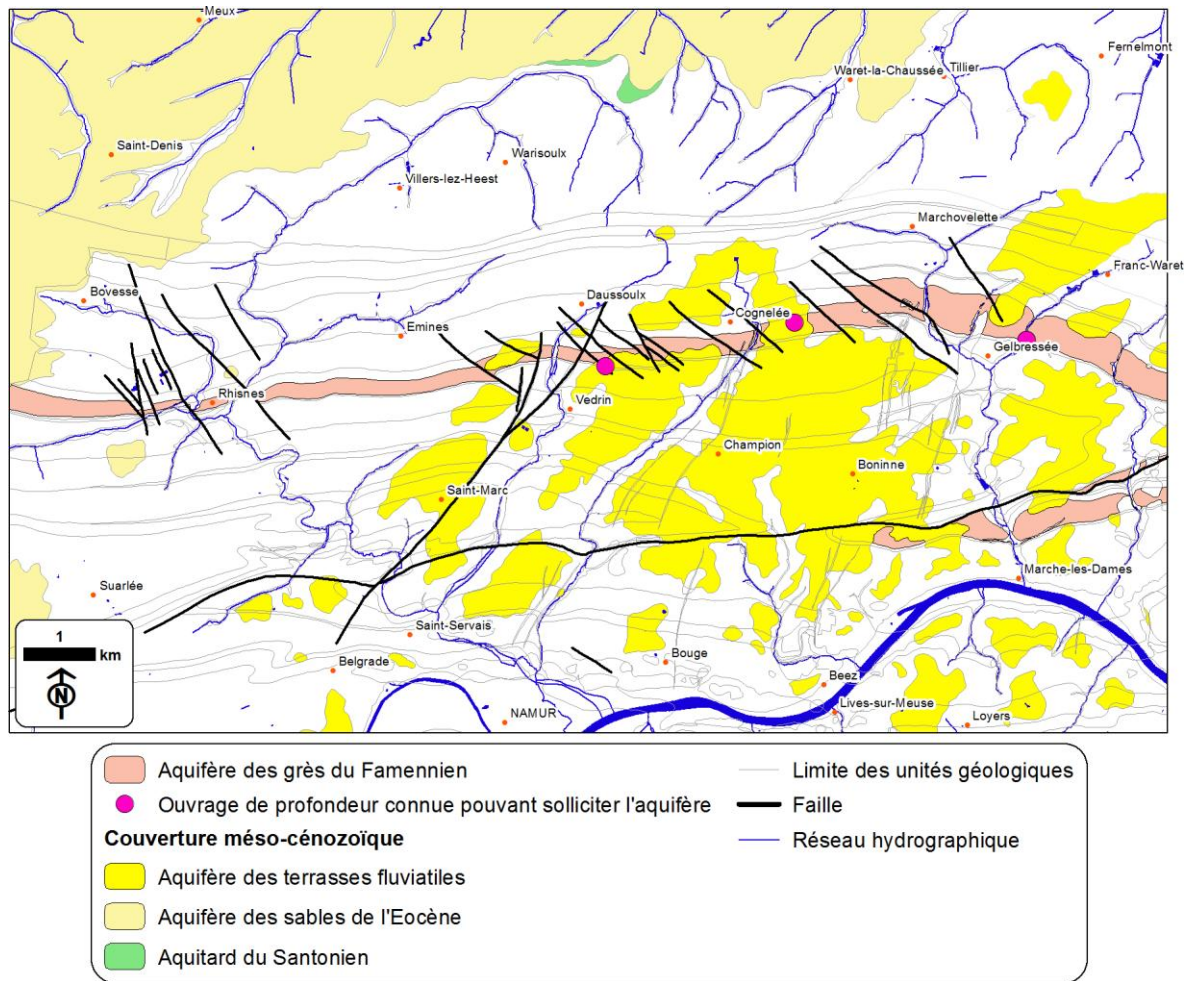


Figure IV.11: Localisation, sous l'Aquitard limoneux (non représenté) et sous la couverture méso-cénozoïque, de l'Aquifère des grès du Famennien et des ouvrages pouvant le solliciter.

IV.1.1.4. Carbonifère

IV.1.1.4.1. Aquiclude des schistes du Carbonifère

L'Aquiclude des schistes du Carbonifère (Figure IV.12) est constitué par la Formation de Pont d'Arcole de nature schisteuse et donc de très faible conductivité hydraulique.

Cet aquiclude, bien que peu épais, constitue une barrière très peu perméable isolant la nappe des calcaires carbonifères de celle des grès famenniens. Ceci n'est vrai cependant que si aucune faille transversale à la direction des couches ne n'est présente, ce qui n'est pas le cas sur cette carte puisqu'une connexion au moins existe entre les aquifères à Rhisnes.

Aucun ouvrage ne sollicite cette aquiclude.

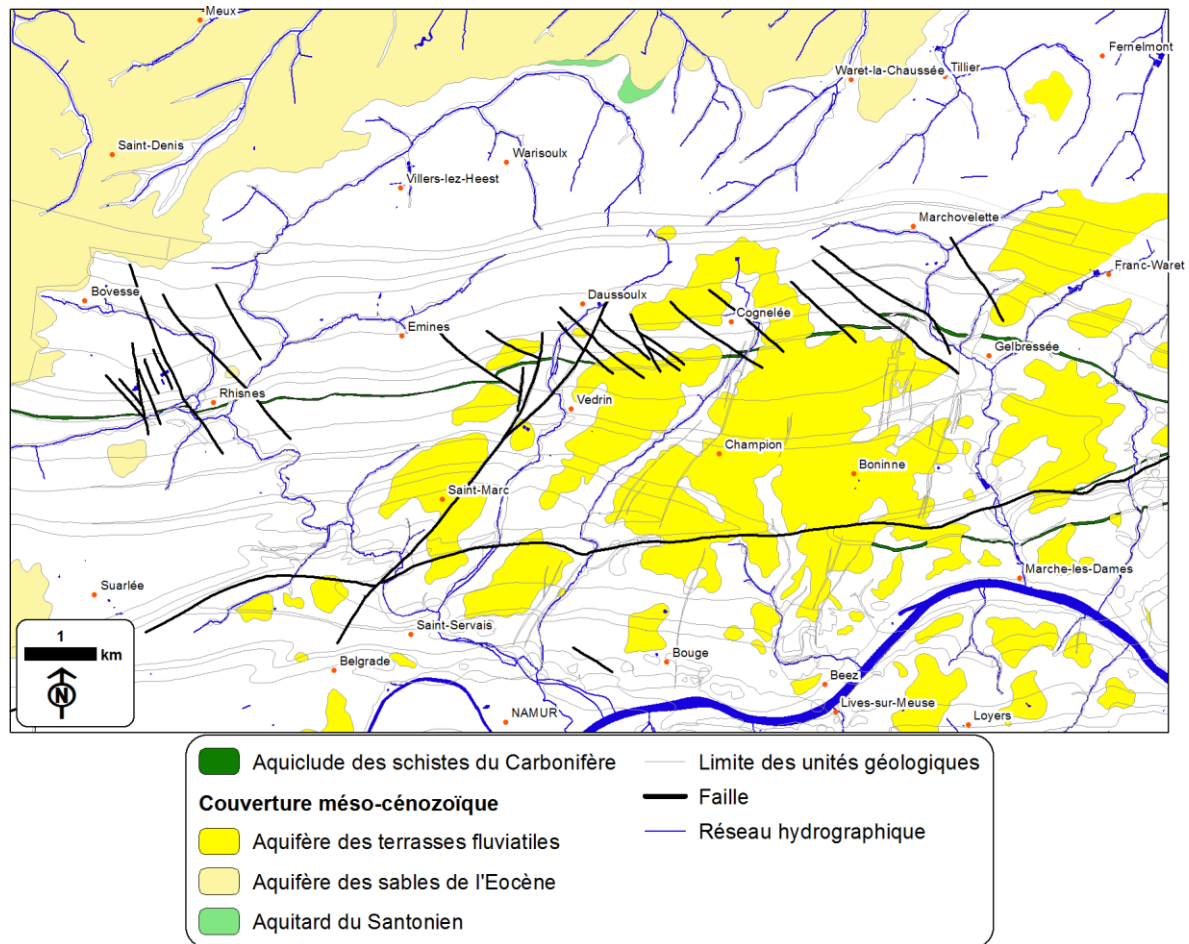


Figure IV.12: Localisation, sous l'Aquitard limoneux (non représenté) et sous la couverture méso-cénozoïque, de l'Aquiclude des schistes du Carbonifère.

IV.1.1.4.2. Aquifères des calcaires du Carbonifère

L'Aquifère des calcaires du Carbonifère (Figure IV.13) est constitué de toutes les formations à caractère carbonaté du Carbonifère. Cet aquifère est le plus important de la carte Namur – Champion. Ces calcaires forment un ensemble cohérent au comportement hydrodynamique assez semblable. Notons toutefois la présence de niveaux plus argileux (formations d'Onoz et de Neffe, Groupe du Houyoux) au caractère aquitard pouvant, localement et temporairement, être à l'origine de sources. La fracturation et la karstification sont les garants d'une excellente conductivité hydraulique. Cette dernière permet de les recharger assez aisément mais les rend aussi très vulnérables aux éventuelles pollutions, ceci d'autant plus que la couverture méso-cénozoïque n'est pas continue.

La nappe des calcaires carbonifère est généralement libre sauf sous l'Aquiclude à niveaux aquifères du Houiller (Figure IV.13) où elle est captive (voir *Caractère libre, semi-captif, captif des nappes*, p. 77).

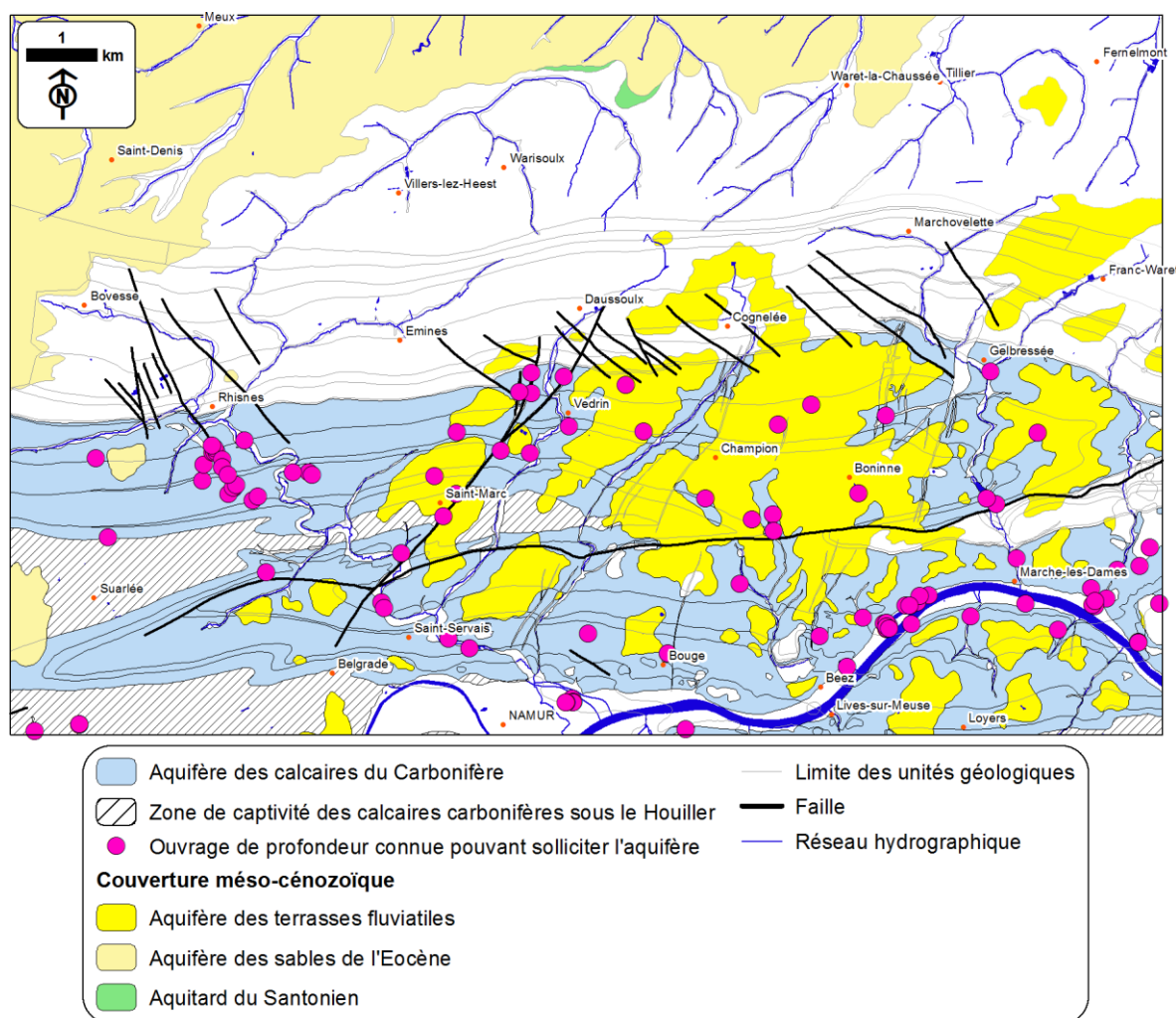


Figure IV.13: Localisation, sous l'Aquitard limoneux (non représenté) et sous la couverture méso-cénozoïque, de l'Aquifère des calcaires du Carbonifère et des ouvrages pouvant le solliciter.

La Meuse, située au sud de la carte, draine fortement cet aquifère et en rabat de manière importante le niveau piézométrique vers la cote 80 m, à son approche (voir [Evolution piézométrique et sens d'écoulement](#), p. 64). Du fait de cet important rabattement, les autres cours d'eau traversant les calcaires sont tous potentiellement infiltrants (voir [Figure IV.24](#), p. 59).

Des essais de pompages réalisés en 1980 ([SWDE, 1980](#)) confirment le caractère captif de la nappe des calcaires carbonifères sous le Houiller ([Figure IV.13](#)). Près des axes anticlinaux l'aquifère est traversé par de nombreuses failles, transversales et verticales, qui en augmentent la conductivité hydraulique ([SWDE, 1980 et 1997](#)).

Cet aquifère est sollicité par de nombreux particuliers mais surtout par les sociétés de distribution d'eau qui y prélèvent plus de 15 000 000 m³/an (voir [Exploitation des aquifères](#), p. 103).

VIVAQUA y exploite les anciennes galeries de pyrite de Vedrin (9 178 462 m³ en 2014), d'une longueur totale cumulée de ± 3,5 km et se situant à une profondeur de 130 m.

A l'étage -80 m, une « areine »² a été creusée jadis, parallèlement à la galerie de puisage, qui permet d'évacuer les eaux vers le Houyoux (exutoire de « l'areine »). Actuellement cette « areine » sert de conduite de décharge lorsque les pompes sont en panne. L'exploitation de cet aquifère par ces galeries rabat la nappe au niveau des galeries à un niveau piézométrique dynamique d'environ 46,5 m d'altitude. Les eaux captées dans ces galeries contiennent en moyenne 3 mg/l de fer (voir [Cadre hydrochimique, p. 79](#)) et doivent être traitées.

La SWDE sollicite également la nappe des calcaires carbonifères à Rhisnes, à Flawinne-Floreffe, à Beez et à Marche-les-Dames (voir [Exploitation des aquifères, p. 103](#)).

A noter aussi deux sites d'exhaure très importants, celui des carrières de Marche-les-Dames et celui de Beez, dont l'activité rabat le niveau de la surface piézométrique, au niveau des carrières, à une altitude d'environ 35 m, avec pour conséquence directe une inversion des flux ([Passagez, 2012](#)). Dans les zones proches des carrières, le cône de rabattement généré par l'exhaure s'étend jusqu'à la Meuse. En conséquence, la Meuse devient infiltrante et alimente alors la nappe alluviale ; cette dernière alimentant alors la nappe des calcaires du Carbonifère (voir [Evolution piézométrique et sens d'écoulement, p. 64](#)).

IV.1.1.4.3. Aquiclude à niveaux aquifères du Houiller

L'Aquiclude à niveaux aquifères du Houiller ([Figure IV.14](#)) est constitué par les formations du Groupe houiller composées de schistes et de siltites, de faible conductivité hydraulique, dans lesquels s'intercalent des niveaux de grès dont la conductivité hydraulique est nettement meilleure.

La nappe du Houiller présente souvent une minéralisation élevée en fer et en sulfates ainsi qu'un pH acide, liés à l'altération des sulfures de fer (pyrites), souvent abondants dans ces formations.

Cette unité hydrogéologique est responsable de la captivité de la nappe des calcaires du Carbonifère au niveau des anticlinaux situés au SO de la carte, (voir [Figure IV.13, p. 46](#)).

Cet aquiclude est très peu sollicité.

² Terme local désignant une galerie destinée à évacuer l'eau par gravité (galerie d'exhaure).

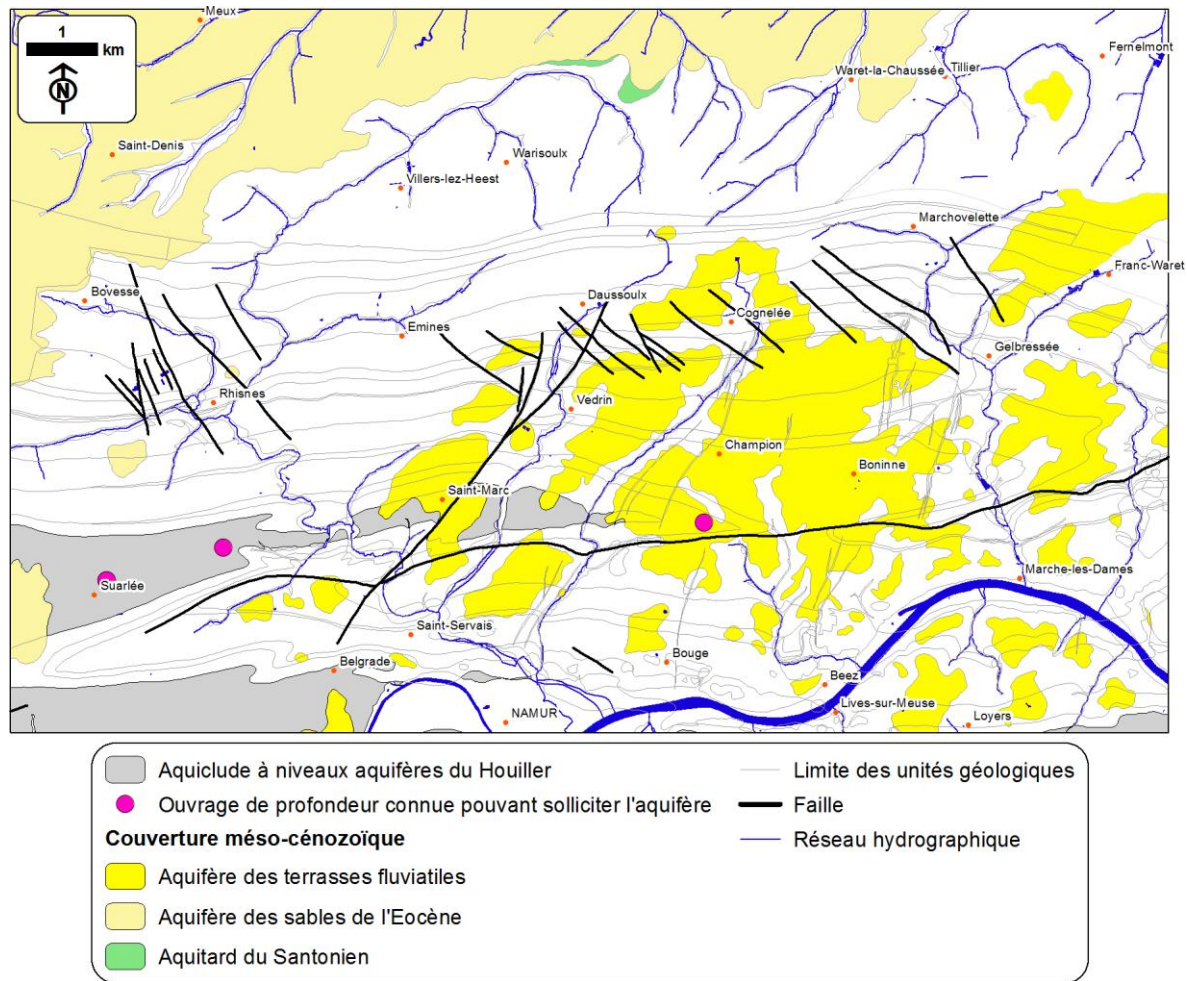


Figure IV.14: Localisation, sous l'Aquitard limoneux (non représenté) et sous la couverture méso-cénozoïque, de l'Aquiclude à niveaux aquifères du Houiller et des ouvrages pouvant le solliciter.

IV.1.2. Mésozoïque

IV.1.2.1. Aquitard du Santonien

L'Aquitard du Santonien est constitué par la Formation de Loncée, caractérisée par des sables argileux de faible conductivité hydraulique.

Cet aquitard est discontinu et de très faible épaisseur, 1 à 2 m au maximum. Il ne constitue pas un aquifère exploitable mais peut, s'il est présent, constituer une zone tampon de ralentissement des eaux en provenance de l'Aquifère des sables de l'Eocène, lors de flux, notamment verticaux.

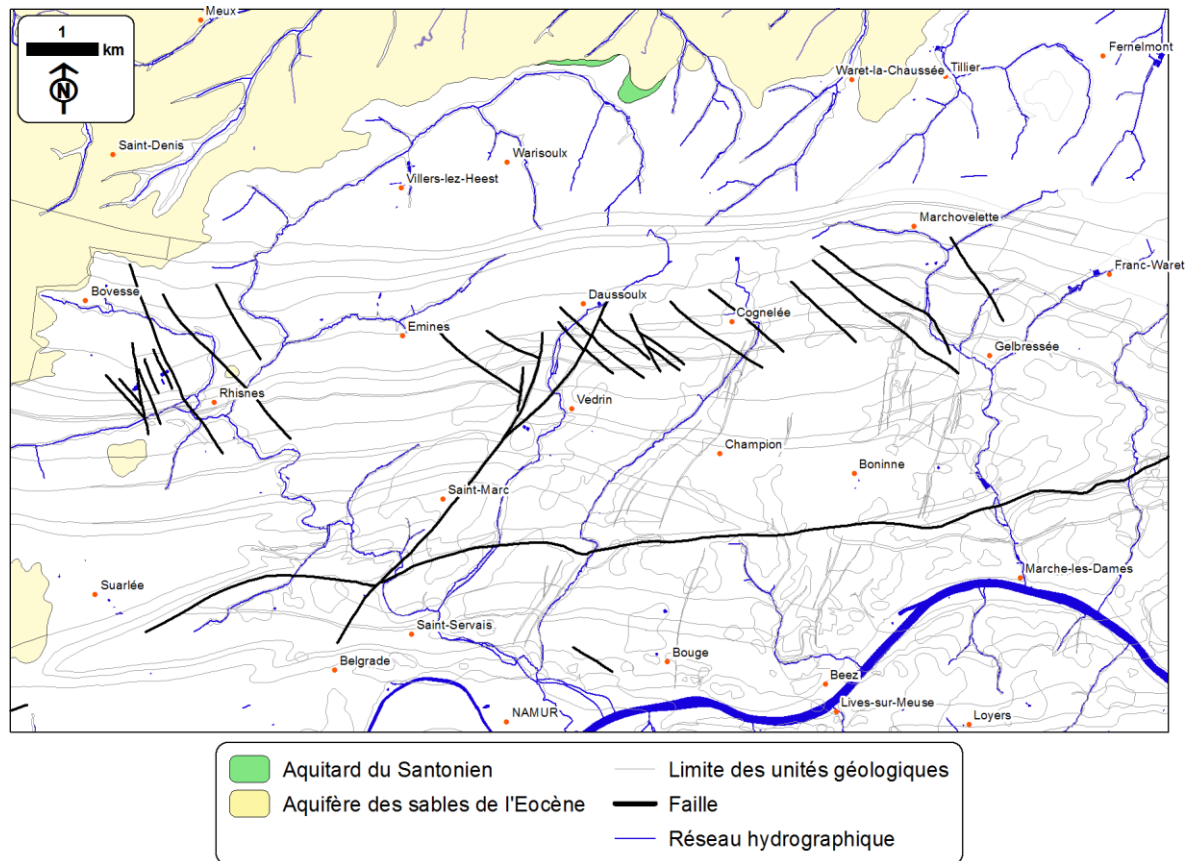


Figure IV.15: Localisation, sous l'Aquitard limoneux (non représenté) et sous l'Aquifère des sables de l'Eocène, de l'Aquitard du Santonien.

IV.1.3. Cénozoïque

Les dépôts meubles du Cénozoïque constituent des aquifères de porosité de pores. Sur la carte Namur - Champion, ces aquifères de pores sont représentés par les sables de l'Eocène (Formation de Bruxelles), les limons quaternaires et les alluvions anciennes et modernes.

IV.1.3.1. Aquifère des sables de l'Eocène

L'Aquifère des sables de l'Eocène (Figure IV.16) est constitué par la Formation de Bruxelles principalement composée de sables dont la granulométrie va des sables fins à grossiers. On observe également des bancs de grès et quelques rares passées de marne à la base. Les conductivités hydrauliques de ces sables (Ruthy et al., 2016) peuvent être qualifiées de bonnes (voir Paramètres d'écoulement et de transport, p. 111) mais varient cependant car elles sont fonction de la granulométrie mais aussi du taux de décalcification des sables. Les sables bruxelliens présentent généralement un bon potentiel aquifère mais limité ici par la faible épaisseur de l'aquifère (~10 m).

Cet aquifère est drainé vers le nord par la Meuse, le Try et le Warichet à l'ouest, par le Longchamps et le Tige de la Basse de Rhée à l'est (voir Figure IV.24, p. 59). Il est alimenté par drainance au travers de l'Aquitard limoneux ou directement là où cette

couverture est absente. Tout comme l'Aquitard limoneux, il peut jouer le rôle de filtre et de retardateur sur les eaux qui s'infiltrent vers les nappes du Paléozoïque. Cet aquifère est sollicité par quelques ouvrages de particuliers.

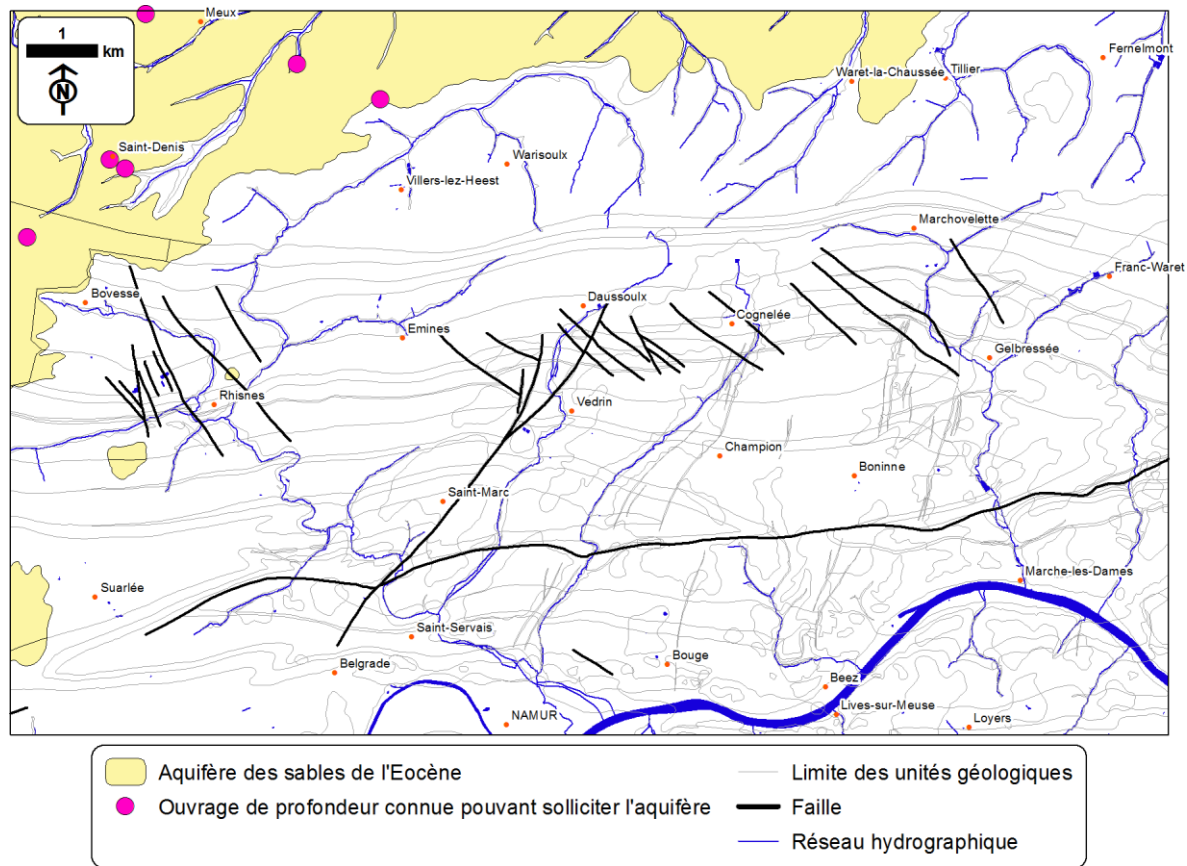


Figure IV.16: Localisation, sous l'Aquitard limoneux (non représenté), de l'Aquifère des sables de l'Eocène et des ouvrages pouvant le solliciter.

IV.1.3.2. Aquifère des terrasses fluviales

L'Aquifère des terrasses fluviales (Figure IV.17) est constitué de traînées de galets (alluvions anciennes) et de sables fins renfermant des couches argileuses (sables oligocènes), le plus souvent piégés dans des poches karstiques. L'épaisseur de cet aquifère peut atteindre 5 m et plus lorsqu'il s'agit de poches karstiques. La conductivité hydraulique des sables est tempérée par celle, moins bonne, des argiles. La faible épaisseur de cet aquifère limite fortement son intérêt ; il peut contenir de petites nappes si le bed-rock paléozoïque est très peu perméable ou si les poches karstiques sont tapissées par des argiles de décalcification peu perméables. Aucun ouvrage recensé ne sollicite cet aquifère.

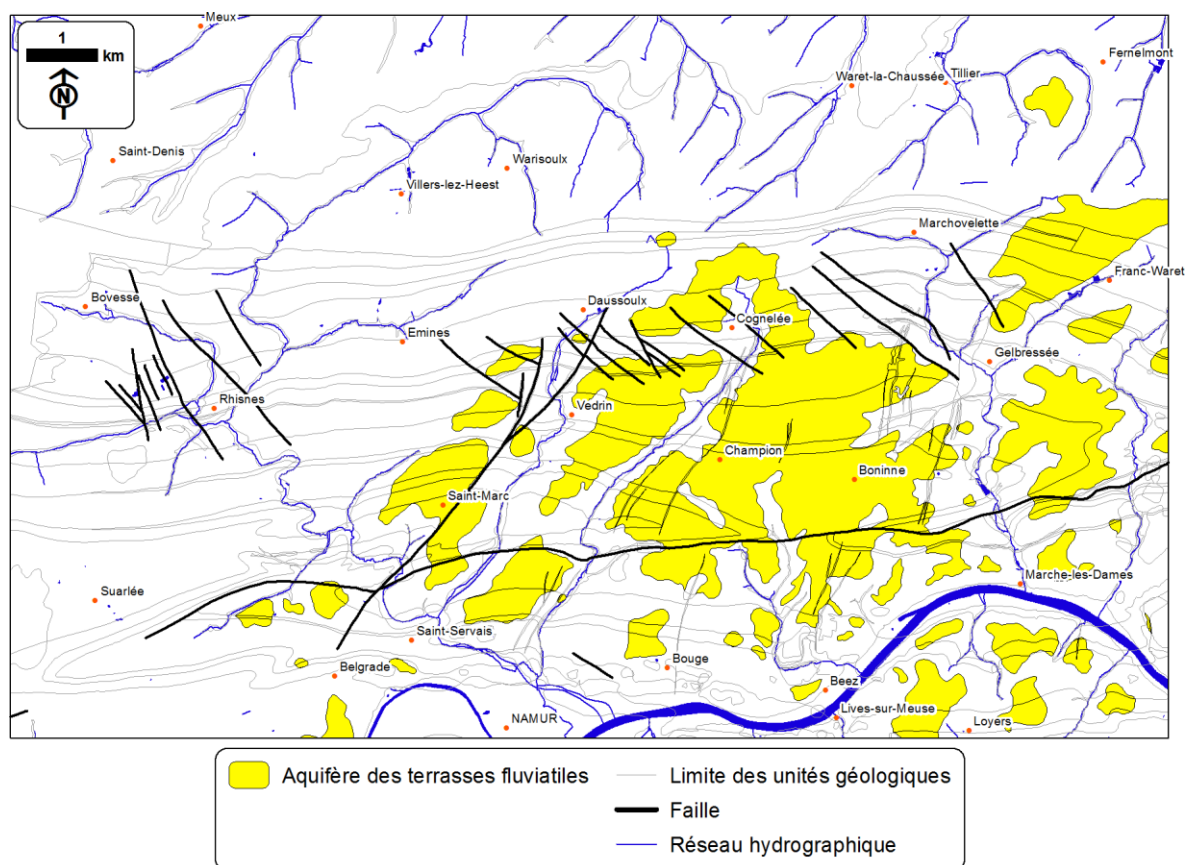


Figure IV.17: Localisation, sous l'Aquitard limoneux (non représenté), de l'Aquifère des terrasses fluviales

IV.1.3.3. Aquitard limoneux

L'Aquitard limoneux est formé par les limons (silt argilo-calcaire) de faible perméabilité du fait de leur fine granulométrie. Cet aquitard forme une couche épaisse d'une dizaine de mètres recouvrant les autres unités hydrogéologiques. Sur le poster, il n'est pas représenté afin de pouvoir visualiser l'hydrogéologie sous-jacente.

Les limons constituent une couverture qui retarde et filtre partiellement les eaux météoriques qui percolent à travers eux. Il est important de noter que cette couverture n'est pas complète, naturellement ou du fait de l'activité industrielle ; pour l'exploitation des calcaires par exemple, cette couche de limon est décapée, ce qui laisse les nappes sous-jacentes dépourvues de cette maigre protection.

IV.1.3.4. Aquifère alluvial

L'Aquifère alluvial (Figure IV.18) est composé des alluvions modernes (AMO). Ces alluvions, composées principalement de sables et de graviers roulés, offrent des potentialités aquifères intéressantes si leur extension le permet. Leur conductivité hydraulique est fonction de leur granulométrie. Les zones sablo-graveleuses conduiront bien mieux l'eau que les zones limono-argileuses. Sur la carte Namur - Champion, les alluvions de la Meuse et de la Sambre contiennent une nappe dont les potentialités aquifères sont intéressantes. La

plaine alluviale de la Meuse a une largeur moyenne de 300 m, à l'exception de la confluence avec la Sambre où elle atteint 1200 m.

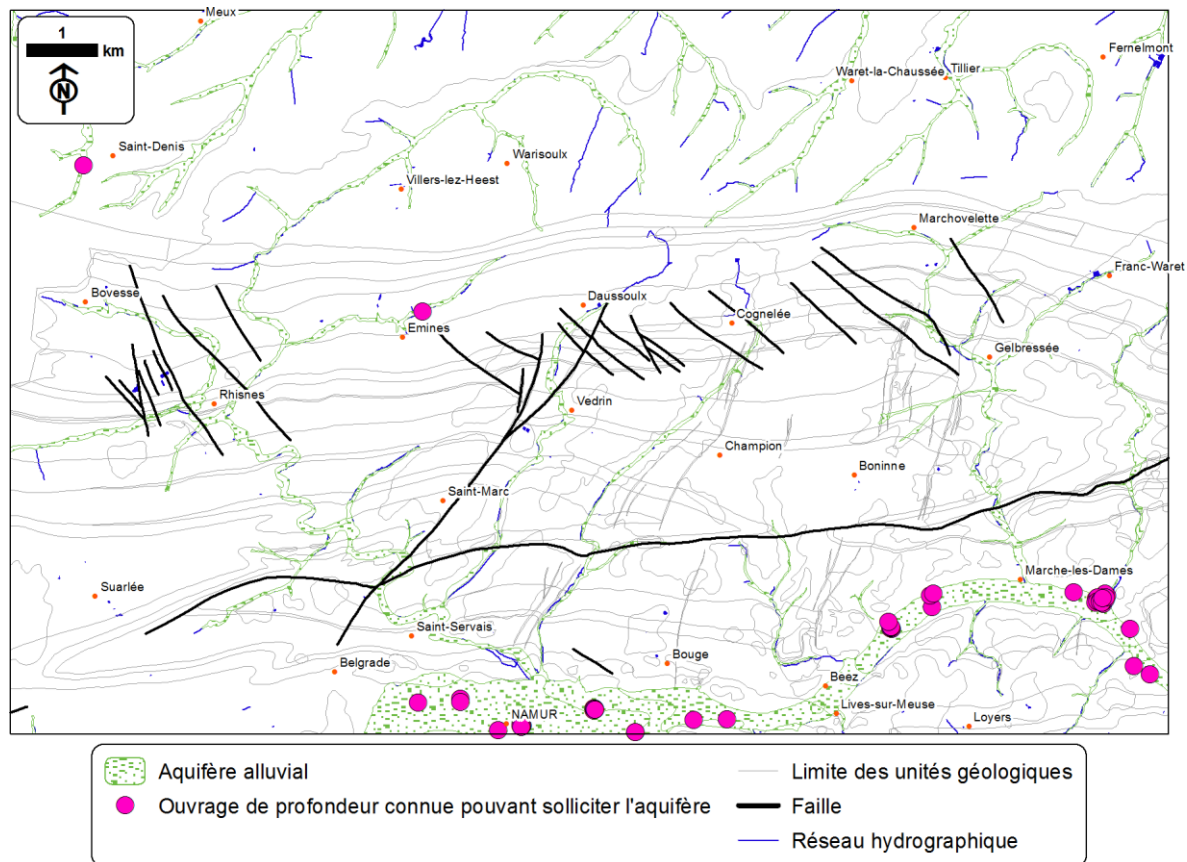


Figure IV.18: Localisation, sous l'Aquitard limoneux (non représenté), de l'Aquifère alluvial et des ouvrages pouvant le solliciter.

Sur la carte Namur – Champion, la nappe de l'Aquifère alluvial de la Meuse est la deuxième ressource la plus sollicitée mais il est difficile d'estimer les volumes extraits puisque cet aquifère est exploité simultanément avec celui des calcaires du Carbonifère (voir [Exploitation des aquifères, p. 103](#)). Cependant, au moins 1 000 000 m³ doivent être prélevés chaque année. Si l'alimentation directe par les eaux météoriques est faible en raison de la surface négligeable de la plaine alluviale, la majeure partie de son alimentation vient de l'apport des versants par écoulement hypodermique et par le déversement de la nappe du bed-rock ([Ruthy et al., 2001](#)). Il existe également un flux entre la nappe et le cours d'eau. L'Aquifère alluvial de la Meuse repose principalement sur l'Aquifère des calcaires du Carbonifère. Les nappes de ces deux aquifères sont libres et en étroite relation l'une avec l'autre ainsi qu'avec la Meuse. Tout changement du niveau de l'eau dans le fleuve induit une modification du niveau piézométriques dans l'Aquifère alluvial (voir [Carbonifère, p. 44](#)).

IV.1.3.5. Nappe de remblais (X)

Par remblais ([Figure IV.19](#)), on entend des dépôts de matériaux "inertes" divers (argile, gravier, sable, matériaux de construction) mais aussi déchets. Dans ces dépôts

anthropiques, de petites zones saturées, souvent temporaires, peuvent se créer. Ce type d'unité hydrogéologique est souvent lié à des sites pollués.

Lorsque ces remblais sont saturés, le terme 'nappe' est utilisé pour bien faire la distinction entre les aquifères, aquitards, aquicludes 'naturels'. Cette nappe des remblais est, en effet, issue d'un remaniement de terrain.

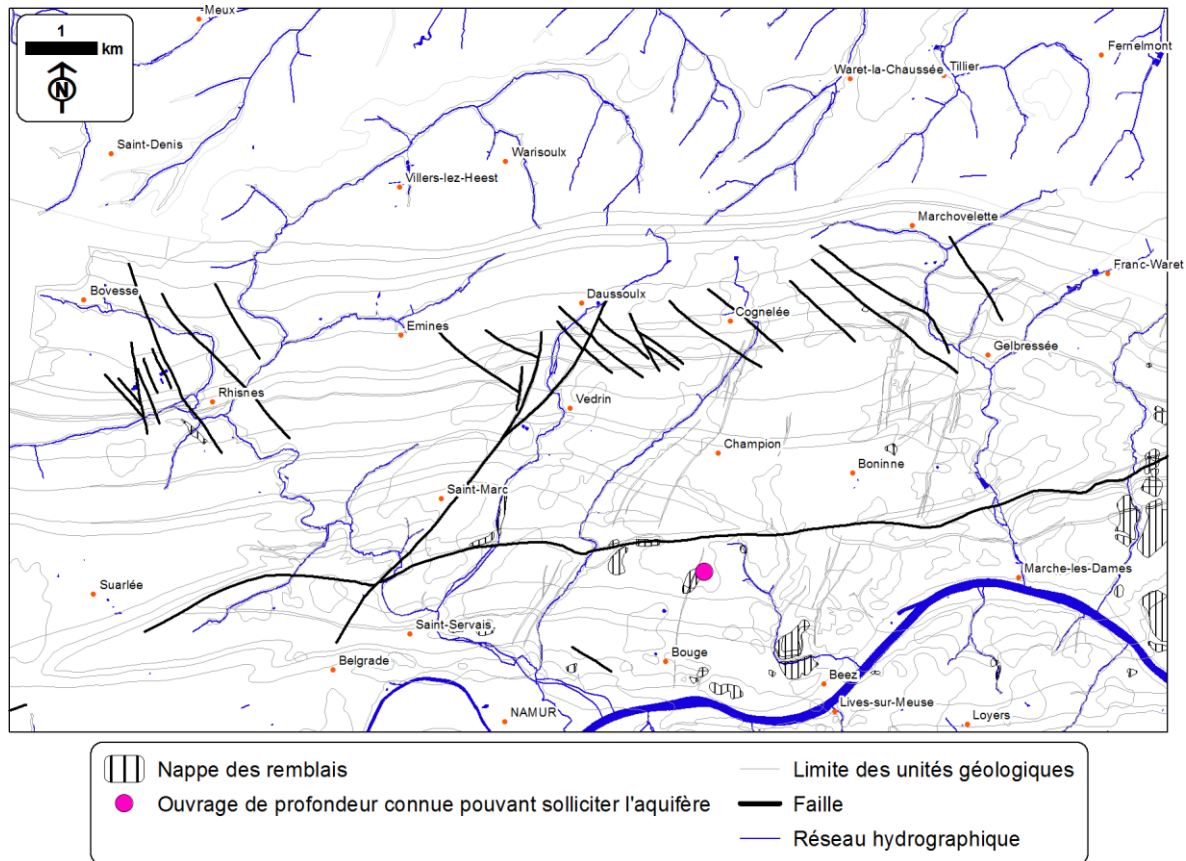


Figure IV.19: Localisation des nappes de remblais et des ouvrages pouvant les solliciter.

Cette nappe doit donc plutôt être isolée des autres aquifères afin de ne pas constituer une source de pollution par drainance. Un ouvrage de 4 m de profondeur est implanté dans un de ces remblais au nord de Bouge (Figure IV.19).

IV.2. DESCRIPTION DE L'HYDROGÉOLOGIE RÉGIONALE

IV.2.1. Cadre général

Les nappes d'eau souterraine de la carte Namur – Champion appartiennent à 5 masses d'eau³ (Figure IV.20) :

- la RWE160 « Socle du Brabant » occupe la partie Nord de la carte ;
- la RWM011 « Calcaires du bassin de la Meuse bord Nord » occupe la très grande majorité de la carte ;
- la RWM012 « Calcaires du bassin de la Meuse bord Sud » occupe le coin SE de la carte, au sud de la Meuse ;
- la RWM041 « Sables et Craies du bassin de la Mehaigne » se superpose à la masse d'eau RWE160 ;
- la RWM072 « Alluvions et graviers de la Meuse (Namur – Lanaye) » se situe dans le SE de la carte.

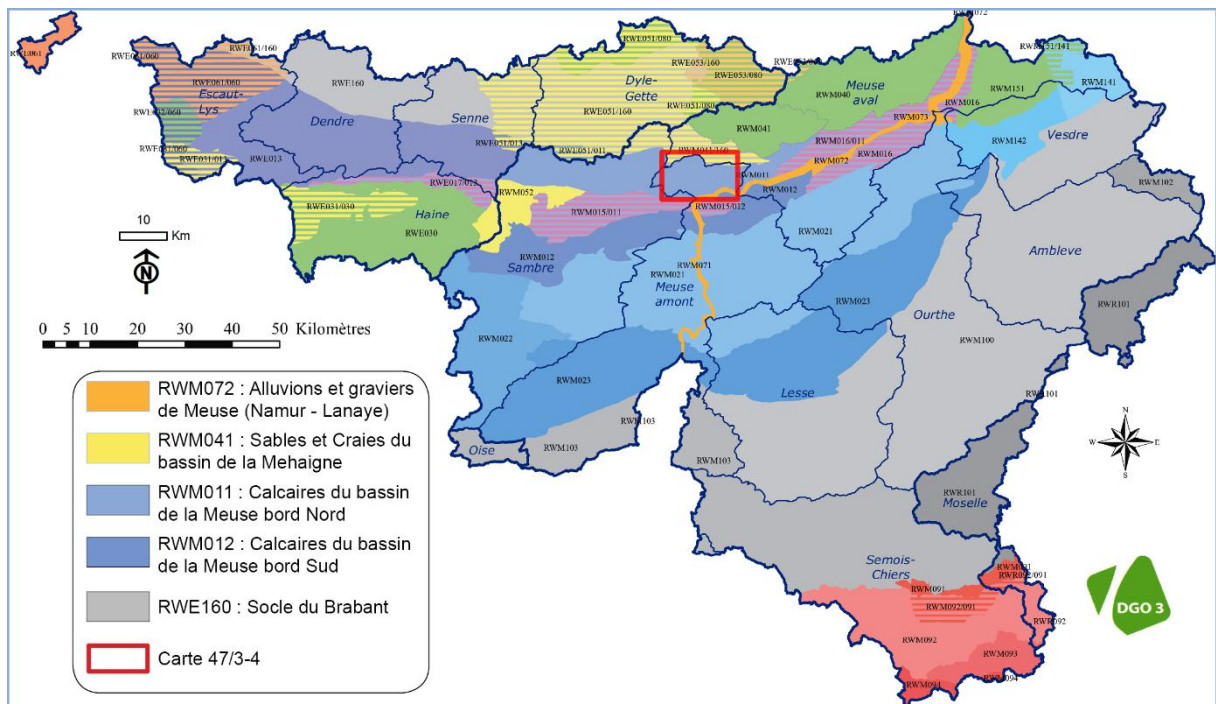


Figure IV.20 : Les masses d'eau concernées par la carte 47/3-4 (SPW-DGO 3, 2015, modifié).

³ Une masse d'eau souterraine est un volume distinct d'eau souterraine à l'intérieur d'un ou de plusieurs aquifères.

IV.2.2. Recharge des aquifères : le bilan hydrogéologique

Si le calcul de l'eau utile renseigne sur les potentialités de recharge (pour autant que le ruissellement ait été estimé), la bonne gestion d'une nappe passe par le calcul d'un bilan réalisé soit à l'échelle du bassin hydrographique soit à l'échelle du bassin hydrogéologique.

L'estimation des quantités d'eau passant par chacune des étapes du cycle hydrologique peut se faire à l'aide d'une équation de bilan appelée "bilan hydrologique" et qui représente le bilan des quantités d'eau entrant et sortant d'un système défini dans l'espace et dans le temps, à savoir l'année hydrologique (période très souvent différente de l'année civile).

Le calcul du bilan hydrogéologique nécessite la connaissance de nombreux paramètres météorologiques tels que les précipitations, les températures, les vitesses du vent, le degré d'humidité de l'air, le débit des rivières, ...

Pour l'hydrogéologue, les potentialités en eau d'une région sont estimées à partir du calcul des précipitations efficaces (PE). Elles représentent la quantité des précipitations qui, soit ruisselle et va alimenter les cours d'eau, soit s'infiltrer et va recharger le « stock d'humidité du sol » (RFU) puis les nappes aquifères. La RFU est la réserve en eau facilement utilisable par les plantes.

$$PE = P - ETR$$

Où *PE* : précipitation efficace

P : précipitation

ETR : évapotranspiration

L'ETR est estimée en comparant les quantités de précipitation (P) par rapport à l'évapotranspiration potentielle (ETP) et en tenant compte de la RFU.

L'ETP est un des paramètres importants dans le calcul du bilan. C'est la quantité maximale d'eau qui peut être évapotranspirée par une surface d'eau ou par la végétation lorsque les précipitations excèdent l'ETP.

Dans les régions chaudes ou en été dans nos régions, les précipitations sont souvent trop faibles par rapport à l'ETP. L'ETR est alors plus faible que l'ETP car la RFU ne parvient pas à compenser le déficit en eau.

Dans nos régions, entre les mois de mai et d'octobre, l'eau utile (EU) est faible sinon nulle. L'EU est la partie des PE qui atteint la nappe, par infiltration, et les cours d'eau, par ruissellement, elle ne tient donc pas compte de la recharge de la RFU puisque celle-ci est à sa capacité maximale. En conséquence, la recharge des nappes aquifères se fait en général uniquement en automne et en hiver. C'est pourquoi, dans notre pays, ce sont les conditions météorologiques hivernales qui conditionnent la recharge des nappes et donc les ressources en eau souterraine.

Afin de mieux comprendre les fluctuations des niveaux piézométriques, il est donc nécessaire de calculer la quantité d'EU. La méthode de Thornthwaite (*Thornthwaite et Matter, 1955*) permet de calculer la quantité d'EU pour une région définie, à partir de paramètres météorologiques comme les précipitations et la température.

Les données moyennes mensuelles de précipitations et de températures de l'IRM et les valeurs d'eau utile calculées pour l'année 2006, pour la station météorologique de Malonne, située sur la carte au sud de celle de Namur - Champion, ont été reprises sur la **Figure IV.21**.

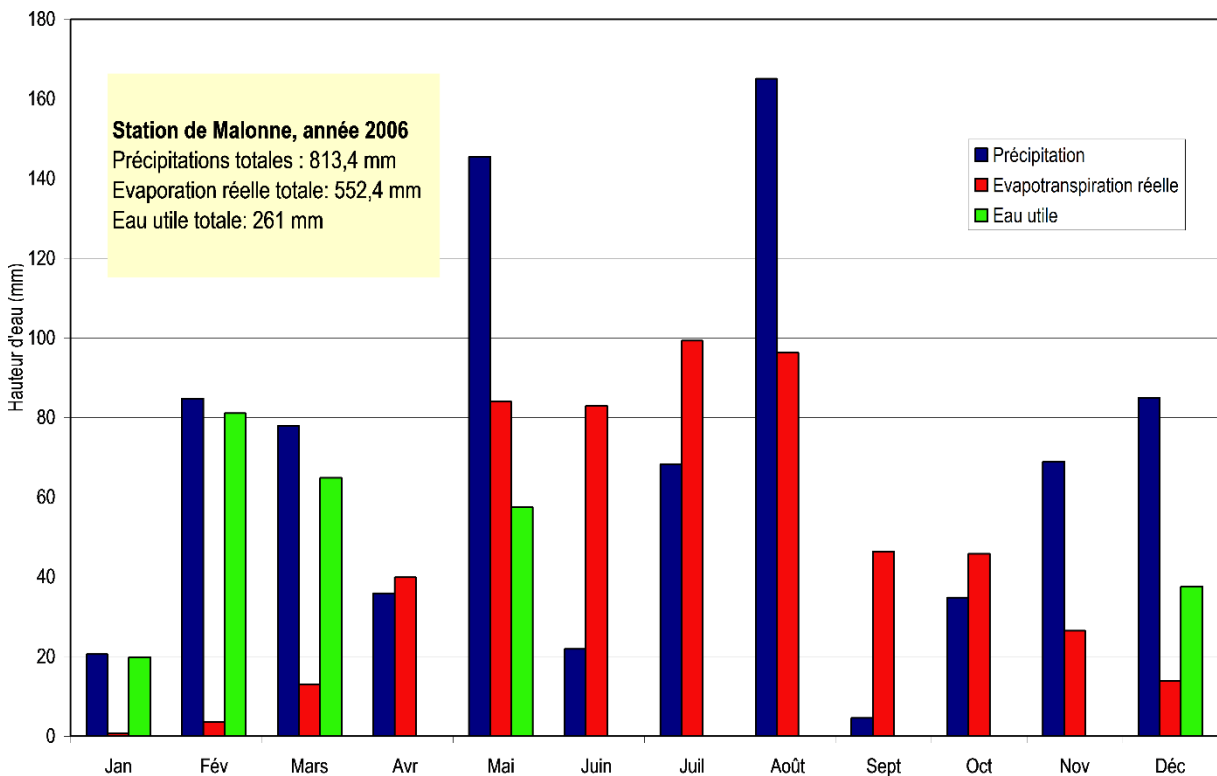


Figure IV.21 Calcul de l'eau utile pour l'année 2006, station météorologique Malonne.

L'année 2006 fut une année présentant un printemps et un automne secs ; un faible volume de précipitations fut disponible pour la recharge des nappes. Sur l'année, 261 mm seulement d'eau utile, soit 32,1 % des précipitations totales, ont pu partiellement recharger les nappes de janvier à mars ainsi qu'en mai et décembre. Remarquons que les fortes pluies du mois d'août n'ont pas suffi à recharger la réserve utile du sol, fortement épuisée par les mois de juin et de juillet relativement secs.

IV.3. EVOLUTION PIÉZOMÉTRIQUE ET SENS D'ÉCOULEMENT

Les données piézométriques pour les différents aquifères de la carte Namur - Champion proviennent soit de mesures effectuées dans le cadre de la réalisation de cette carte ; au droit de puits de particuliers, de piézomètres ou de puits de distribution, soit

des sociétés de distribution publique d'eau, soit de la banque de données Dix-sous, soit du Réseau piézométrique de la Direction des Eaux souterraines (Piez'Eau).

IV.3.1.1. *Aquiclude-Aquitard-Aquifère du socle cambro-silurien*

L'Aquiclude-Aquitard-Aquifère du socle cambro-silurien occupe toute la partie nord de la carte Namur – Champion où il est recouvert par la couverture méso-cénozoïque (Aquitard limoneux, Aquitard du Santonien et Aquifère des sables de l'Eocène) (Figure IV.22). Comme cet aquifère n'affleure que très peu, son alimentation se fait principalement par drainance à travers les aquifères sus-jacents.

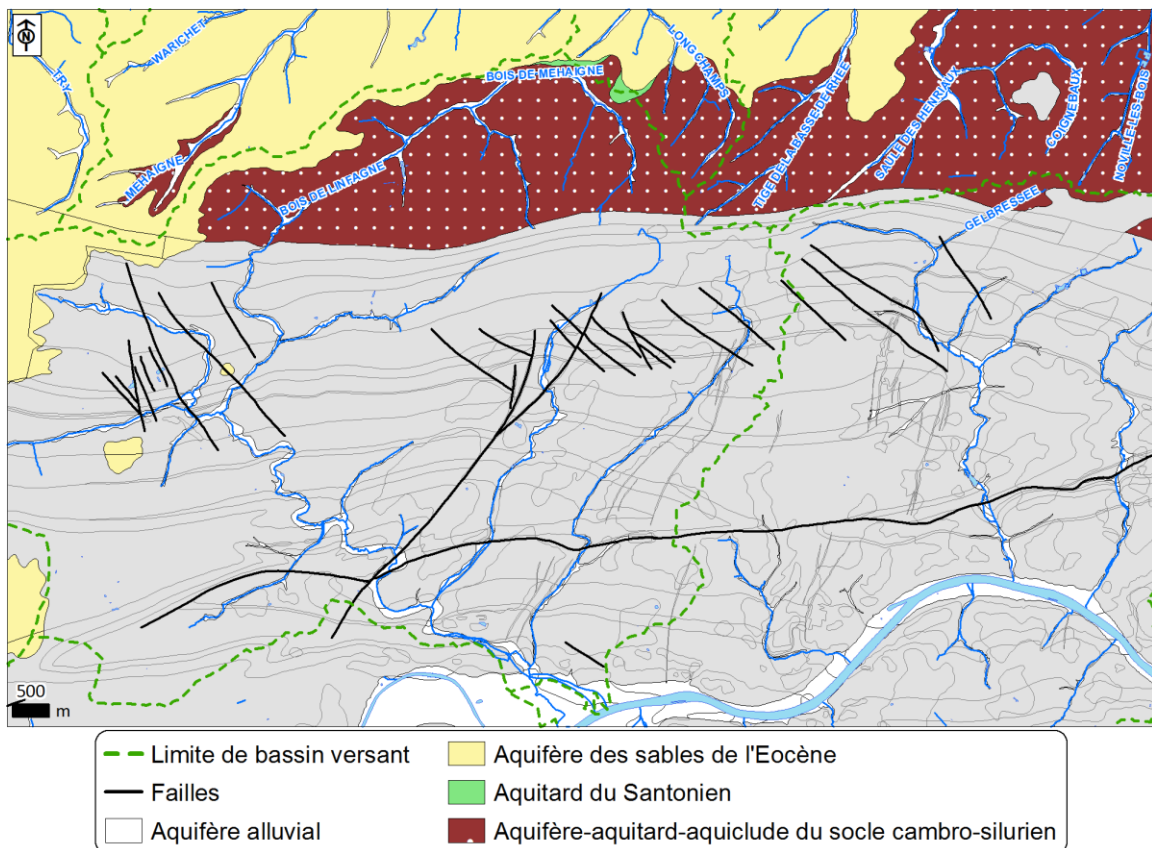


Figure IV.22 : Localisation de l'Aquifère-aquitard-aquiclude du socle cambro-silurien sous la couverture méso-cénozoïque.

Cet aquifère est principalement drainé par les cours d'eau (Figure IV.24) ; de manière plus précise vers le :

- sud par les ruisseaux du Bois de l'Infagne, du Bois de Mehaigne et la Gelbressée ;
- nord par la Mehaigne (partie amont), les ruisseaux de Longchamps, du Tige de la Basse de Rhée, du Saule des Henriaux, du Coigneaux et de Noville-les-Bois

Bien que de nombreux ouvrages sollicitent la nappe de l'Aquiclude-Aquitard-Aquifère du socle cambro-silurien, peu ont fait l'objet de relevés piézométriques. Le niveau de la

surface piézométrique y est vraisemblablement assez variable en raison des différentes lithologies du socle présentant des perméabilités fortement contrastées.

Un seul niveau piézométrique a été relevé sur l'ouvrage FORAGE RFC MEUX (42 m de profondeur) situé à Meux (Figure IV.23), au NW de la carte Namur - Champion. Le 26/03/2012 la surface piézométrique se situait à 170,5 m d'altitude, soit à une profondeur d'environ 5 m.

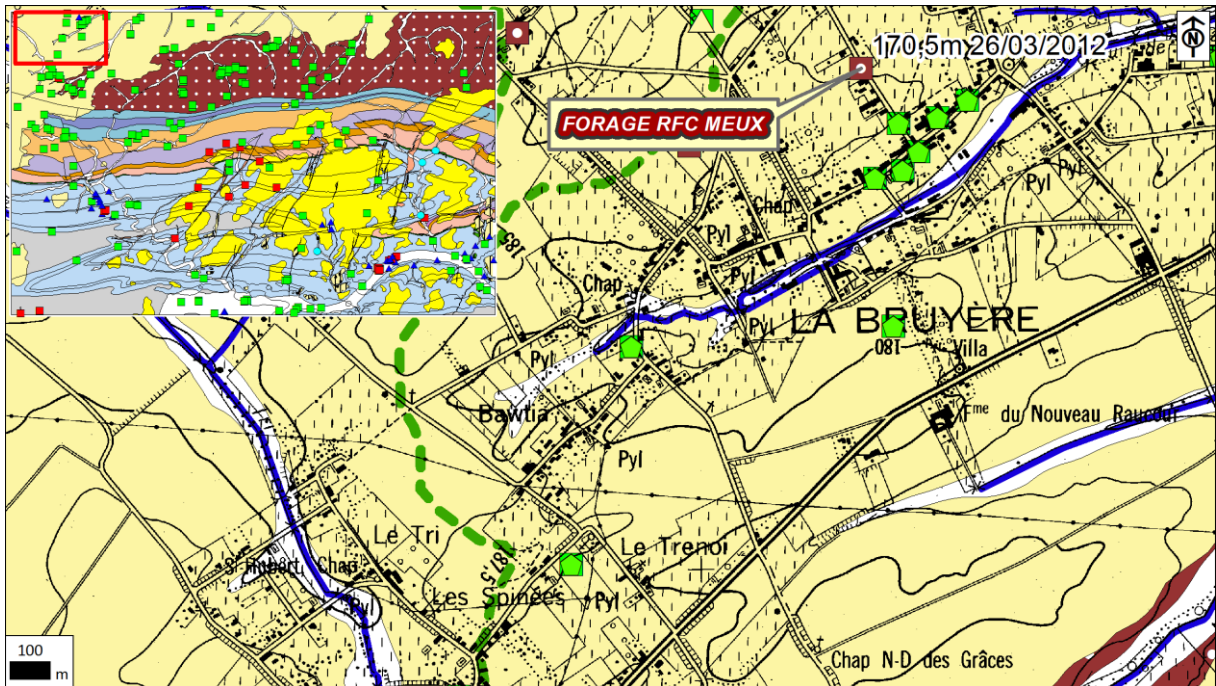
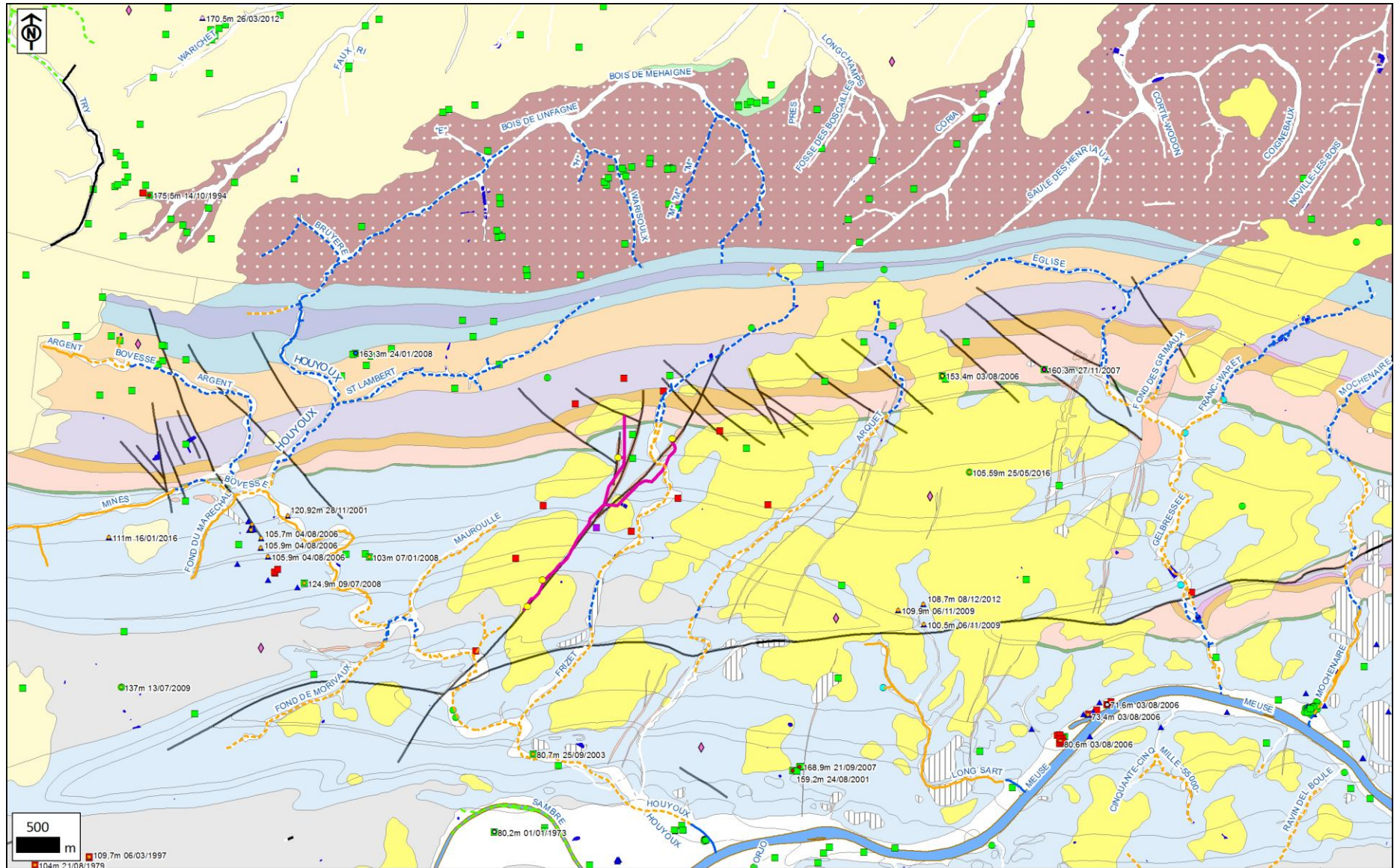


Figure IV.23 : Localisation de l'ouvrage FORAGE RFC MEUX sollicitant l'Aquifère-aquitard-aquiclude du socle cambro-silurien et cote piézométrique ponctuelle.



Caractère perdant/drainant		--- potentiellement drainant _ extrapolé	- - - potentiellement perdant _ extrapolé	- - - pseudo équilibre _ extrapolé
— indéterminé	— potentiellement drainant _ vérifié	— potentiellement perdant _ vérifié		

Figure IV.24 : Cotes piézométriques ponctuelles et caractère drainant/perdant des cours d'eau de la carte Namur – Champion (source Brouyère et al., 2009, modifié).

L'étude de la dynamique des échanges entre les eaux souterraines et les eaux de surface présente un intérêt tant d'un point de vue quantitatif que qualitatif, et particulièrement dans le cadre de la gestion intégrée d'un bassin hydrographique. Une typologie mettant en évidence quatre mécanismes d'échanges différents a été développée (Brouyère et al., 2009):

Système potentiellement drainant: l'aquifère alimente le cours d'eau et contribue à maintenir un "niveau de base". Les eaux souterraines assurent le débit d'étiage. Le débit de la rivière augmente de l'amont vers l'aval, tout au long de la section drainante. La qualité des eaux du cours d'eau est influencée, entre autres, par la qualité des eaux souterraines (par ex., les eaux souterraines stabilisent la température des eaux de surface);

Système potentiellement perdant: le cours d'eau alimente l'aquifère. Le débit de la rivière peut diminuer suite à l'infiltration d'eau de surface vers la nappe. En période d'étiage, ce débit peut être fortement amoindri, allant jusqu'à l'assèchement du cours d'eau si celui-ci n'est pas suffisamment alimenté par le ruissellement dans la partie amont du bassin. La qualité des eaux souterraines est influencée, entre autres, par la qualité des eaux de surface. Rappelons aussi que la quantité d'eau infiltrée dépend principalement de la conductivité hydraulique des sédiments tapissant le lit de la rivière;

Système en pseudo-équilibre: les fluctuations de la nappe (hautes eaux – basses eaux) et du ruisseau (crues ou étiages) font en sorte que le sens des échanges peut être variable, de l'aquifère vers le cours d'eau ($ESU^4 \rightarrow ESU^5$) ou du cours d'eau vers la nappe ($ESU \rightarrow ESO$);

Système Perte-Résurgence: dans les zones karstiques, un cours d'eau peut présenter des sections où l'essentiel des écoulements sont souterrains, et d'autres sections où ces écoulements ont lieu à la surface du sol. Les pertes correspondent aux points d'entrée des eaux de surface dans le milieu souterrain et les résurgences correspondent à leur réapparition en surface. Le débit du cours d'eau peut être affecté de manière brutale. Une grande partie ou la totalité du cours d'eau peut s'engouffrer dans ces conduits souterrains.

Pour chacun de ces systèmes, deux états ont été définis: vérifié et extrapolé. Le premier est employé pour les tronçons où des mesures expérimentales ont été réalisées, tels que des jaugeages, des relevés piézométriques, des essais de traçage. En l'absence de telles données, la typologie est basée sur la géologie et sur le contexte local de la dynamique ESO-ESU.

IV.3.1.2. Aquifères du Dévonien

Entre l'Aquiclude-Aquitard-Aquifère du socle cambro-silurien, situé au nord, et la masse de calcaires carbonifères, située au sud, s'intercale une succession de couches dévoniennes, orientées E-W, dont la particularité est l'alternance d'aquifères de bonne à très bonne conductivité hydraulique et d'aquifères de faible conductivité hydraulique constituant des barrières hydrogéologiques (Figure IV.25).

⁴ Eaux de surface.

⁵ Eaux souterraines

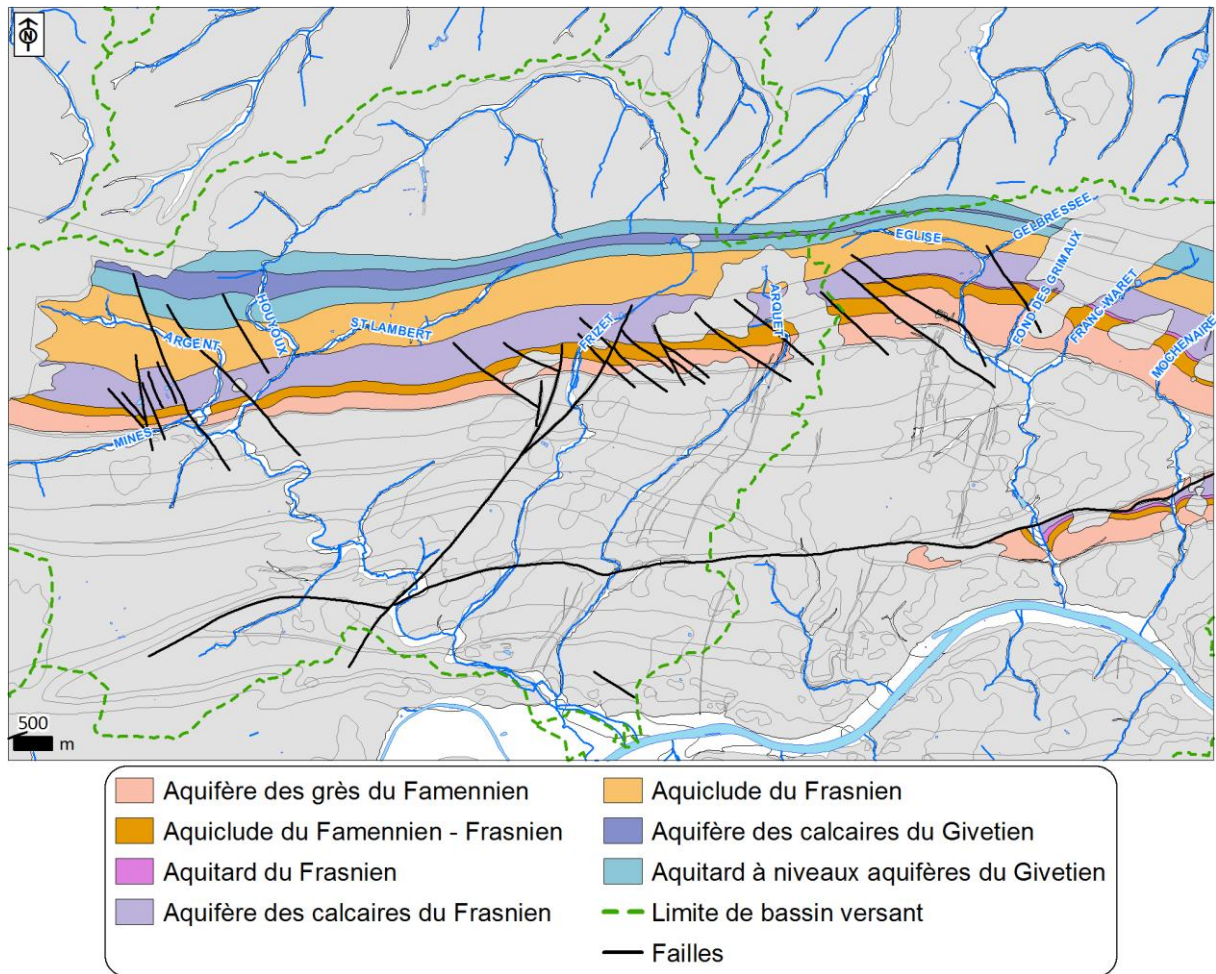


Figure IV.25 : Localisation de la « bande dévonienne » sur la carte Namur - Champion.

Le drainage de cette « bande dévonienne » par les cours d'eau se fait principalement du nord vers le sud (Figure IV.24 & Figure IV.25) :

- A l'ouest, par le Houyoux et ses affluents, le ruisseau d'Argent (rive droite) le ruisseau de Saint-Lambert (rive gauche) ;
- Au centre par le Frizet et le R^{au} du Fond d'Arquet ;
- A l'est par le R^{au} de Gelbressée et ses affluents, le ruisseau de l'Eglise (rive droite), le ruisseau du Fond des Grimaux, le ruisseau de Franc-Waret (en rive gauche) et le ruisseau de Mochenaire.

Les failles, bien présentes (Figure IV.25), sont autant d'axes de drainage lorsqu'elles traversent les aquifères calcaires. Dans les aquifères schisteux, ces failles sont le plus souvent colmatées par les argiles d'altération et constituent un seuil hydrogéologique.

Au sein des schistes du Frasnien et du Famennien, de très mauvaise conductivité hydraulique, les écoulements souterrains sont fortement conditionnés par le relief et les exutoires que sont les cours d'eau et les éventuelles sources. Ces dernières matérialisent une zone où le niveau piézométrique rejoint la topographie. Au sein de ces aquicludes, la

nappe est probablement subaffleurante et l'écoulement souterrain doit se faire approximativement dans le même sens que le ruissellement.

Au sein des aquifères des calcaires du Frasnien et du Givetien, de très bonne conductivité hydraulique, les écoulements souterrains doivent probablement se faire dans la direction des bancs. Ces derniers sont en effet « encadrés » au nord et au sud par des aquicludes, jouant le rôle de barrière hydrogéologique, favorisant un écoulement conforme à l'orientation des bancs, en direction des axes drainants (cours d'eau, failles). A noter que certains tronçons des cours d'eau pourraient être infiltrants lors de leur passage au droit de ces calcaires (Figure IV.24). Les données piézométriques disponibles ne permettent cependant pas de confirmer ni le caractère infiltrant ni les directions d'écoulement avec certitude.

D'après Dupont (1980), le temps de réponse entre d'intenses précipitations et une remontée sensible de la nappe de l'Aquifère des calcaires du Frasnien est estimé à deux mois et demi.

Pour l'Aquifère des grès du Famennien, dont la conductivité hydraulique est meilleures par rapport à celle des schistes, la nappe doit se situer à une profondeur intermédiaire entre celle des nappes des aquicludes schisteux et celle des aquifères calcaires. On peut supposer que l'écoulement souterrain se fait plus ou moins dans le sens du ruissellement, excepté dans les zones faillées qui seront des zones d'écoulement préférentielles selon la direction des failles. De plus, comme l'Aquiclude des schistes du Carbonifère n'isole pas complètement l'Aquifère des grès du Famennien de l'Aquifère des calcaires du Carbonifère du fait de l'existence de failles transverses les mettant en contact direct, il se peut qu'il existe également un gradient vers le sud de la surface piézométrique, en direction des calcaires du Carbonifère dont le niveau piézométrique est fortement rabattu (voir p. 64).

Des mesures piézométriques, résumées au Tableau IV.3, ont été relevées dans trois ouvrages :

- Le puits AIDANT situé à l'ouest d'Emines (Figure IV.26), de 25 m de profondeur, sollicitant l'Aquitard à niveaux aquifères du Givetien. La surface piézométrique se situe à une profondeur d'environ 8 m. Les relevés de 2006 indiquent qu'il y a eu une variation du niveau piézométrique de l'ordre de 1,5 m au cours de l'année hydrogéologique ;
- Le puits FERME DE BAULOI situé à Cognelée (Figure IV.27), de profondeur inconnue mais sollicitant l'Aquifère des calcaires du Frasnien d'après la banque de données DIXSOUS. La surface piézométrique se situe à une profondeur d'environ 40 m. Les relevés de fin 2006 début 2007 indiquent qu'il

y a eu une variation du niveau piézométrique de l'ordre de 5 m au cours de l'année hydrogéologique ;

- Le puits FERME DE COME situé à l'est de Cognelée (Figure IV.27), de profondeur inconnue, sollicitant très probablement l'Aquifère des grès du Famennien. La surface piézométrique se situe à une profondeur d'une dizaine de mètres. Les relevés de fin 2007 à 2008 indiquent qu'il y a eu une variation du niveau piézométrique de l'ordre de 3,5 m au cours de l'année hydrogéologique.

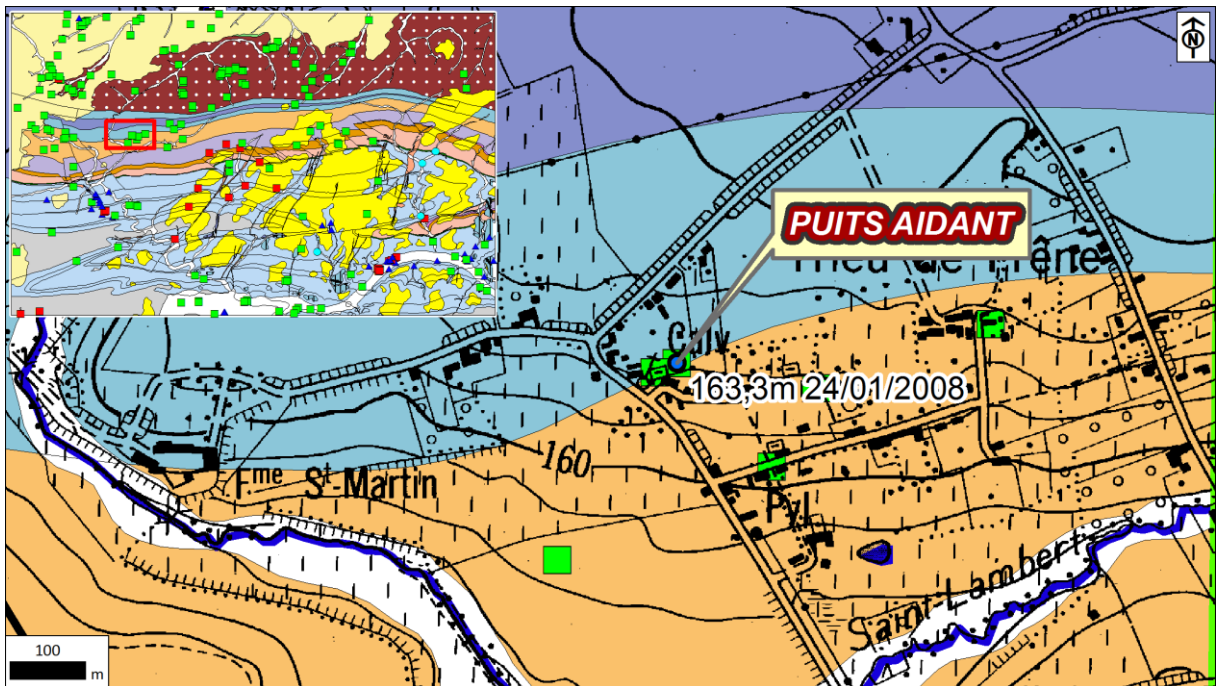


Figure IV.26 : Localisation du puits AIDANT, situé à l'ouest d'Emines et sollicitant l'Aquitard à niveaux aquifères du Givetien.

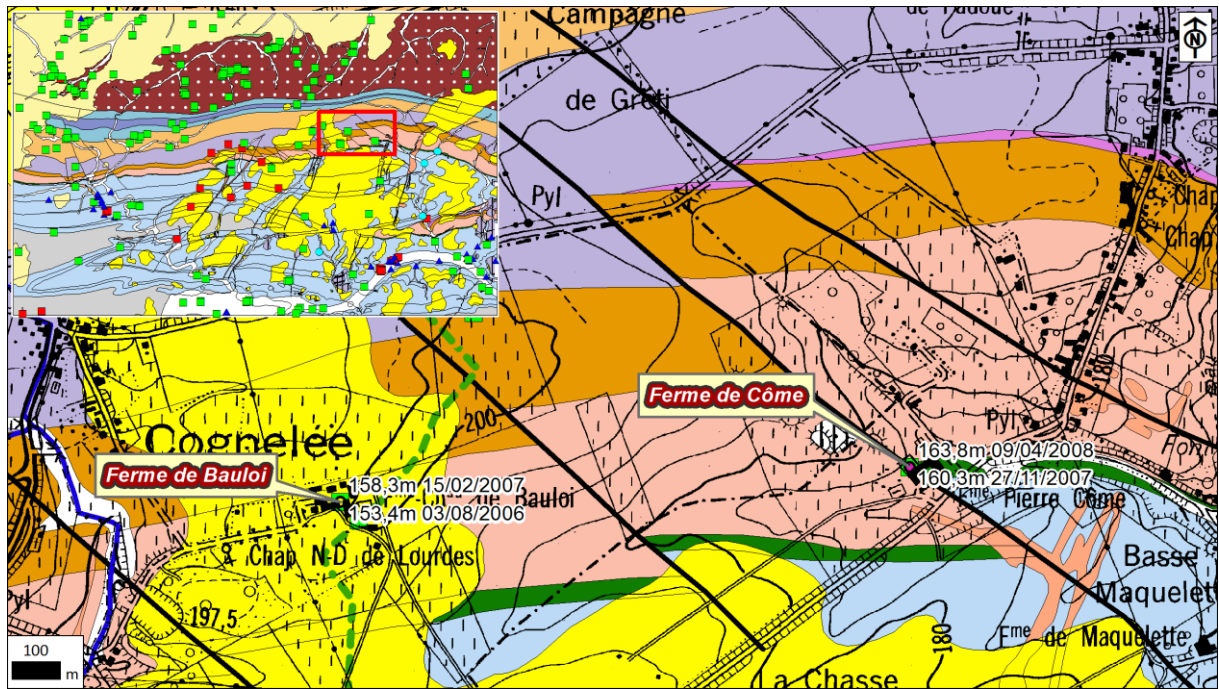


Figure IV.27 : Localisation du puits FERME DE BAULOI sollicitant probablement l'Aquifère des calcaires du Frasnien et du puits FERME DE COME sollicitant probablement l'Aquifère des grès du Famennien.

Tableau IV.3 : données piézométriques relevées dans les aquifères du Dévonien

Ouvrages	Cote nappe (m)	Date mesure	Prof de la nappe (m)	Aquifère sollicité
PUITS AIDANT	163,3	24/01/2008	7,6	Aquitard à niveaux aquifères du Givetien
FERME DE BAULOI	158,3	15/02/2007	40,8	Aquifère des calcaires du Frasnien
FERME DE COME	163,8	09/04/2008	11,2	Aquifère des grès du Famennien

IV.3.1.3. Aquifère des calcaires du Carbonifère

L'Aquifère des calcaires du Carbonifère représente toute la moitié sud de la carte Namur – Champion (Figure IV.28). Comme il a déjà été écrit plus haut, l'Aquiclude des schistes du Carbonifère ne constitue pas une barrière hydrogéologique efficace du fait de l'existence de nombreuses failles. La nappe de l'Aquifère des grès du Famennien alimente donc en partie également celle des calcaires du Carbonifère.

Outre l'infiltration due aux précipitations, ces calcaires sont probablement alimentés par les cours d'eau qui sont tous potentiellement infiltrants (Figure IV.24). Dans le cas où ces derniers seraient drainants, ils constituent alors des exutoires naturels de la nappe.

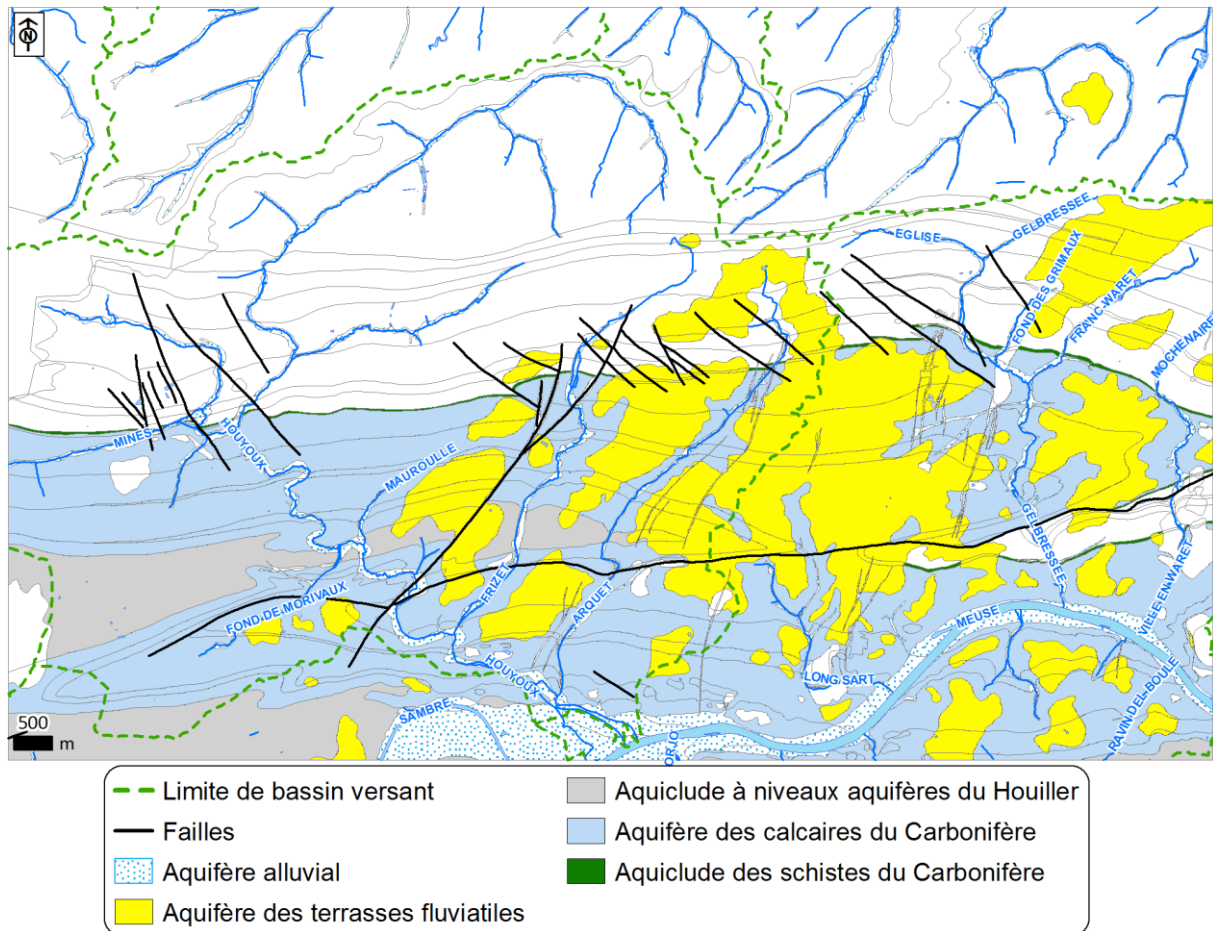


Figure IV.28 : Localisation, sur la carte Namur - Champion, de l'Aquifère des calcaires du Carbonifère et de l'Aquiclude à niveaux aquifères du Houiller sous la couverture limoneuse (non représentée) et les terrasses fluviales.

Les écoulements souterrains sont soumis aux contingences structurales, les écoulements préférentiels E-O suivant la direction des bancs et suivant les failles (NE-SO pour la Faille de Vedrin et E-O pour la Faille de Marche-les-Dames) mais également à l'influence de la Meuse qui constitue le niveau de base régional. La présence de cette dernière induit un gradient vers le sud de la surface piézométrique avec un rabattement vers l'altitude 80 m environ, cote du thalweg de la Meuse (voir coupe, Figure IV.40, p. 76).

Trois autres phénomènes au moins modifient artificiellement le niveau piézométrique dans les calcaires carbonifères mais de façon plus localisée :

- A Vedrin, au centre de la carte Namur – Champion, l'exploitation de la nappe par les galeries de l'ancienne mine de Vedrin située à 130 m de profondeur ; ces galeries sont maintenues dénoyées en permanence pour la gestion du captage, ce qui génère un niveau dynamique de la surface piézométrique à la cote 46,5 m dans les environs du captage. Ces galeries s'étendent du NNE au SSW sur une longueur de 3 500 m (Figure IV.29). La zone d'influence du rabattement n'est pas connue ;

- A Marche-les-Dames (Figure IV.31), l'exploitation des carrières par la S.A. Dolomies de Marche-les-Dames, sur le site de Wartet, nécessite le rabattement de la nappe des calcaires via de l'exhaure. Le plancher de la carrière se situe à une altitude de plus ou moins 37 m. La nappe est rabattue à une cote d'environ 35 m avec pour conséquence une alimentation de la nappe des calcaires carbonifères par la Meuse, par infiltration et écoulement souterrain en direction du puits d'exhaure (Passagez, 2012).

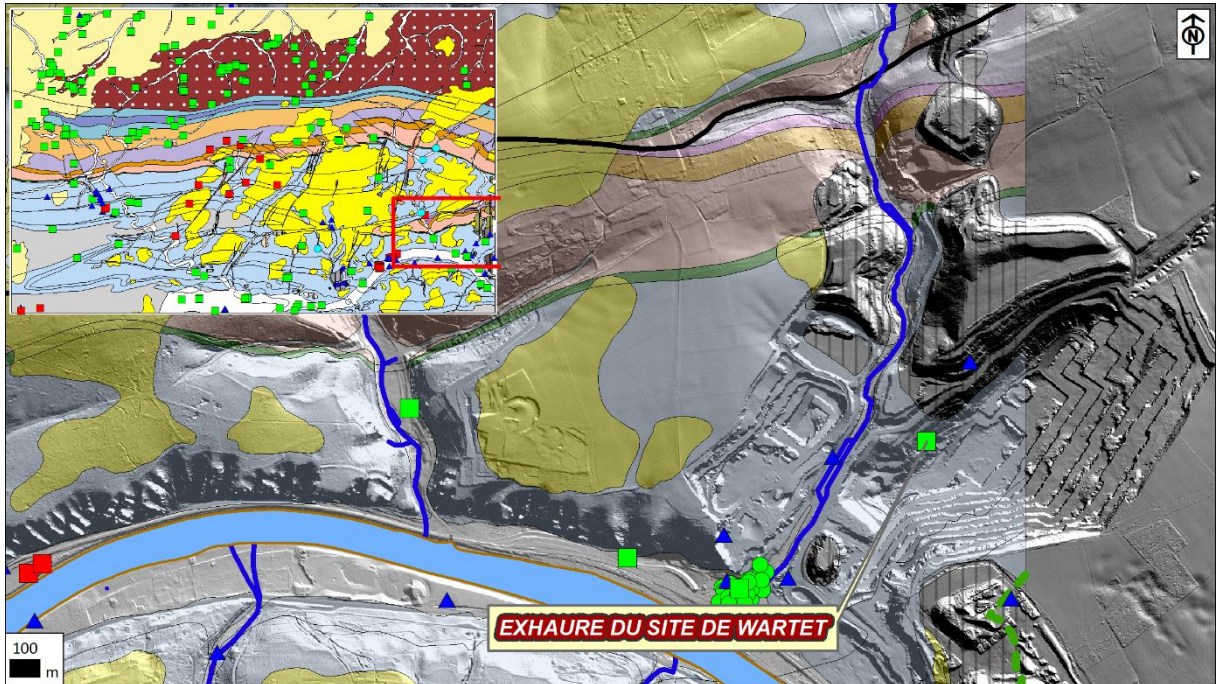


Figure IV.31 : localisation du puits d'exhaure du site de Wartet (source du MNT : SPW - geoportail.wallonie.be").

Plusieurs chroniques piézométriques sont disponibles (Figure IV.35) pour les ouvrages :

- RHISNES Pz2, situé à l'est de Rhisnes à une altitude de 161 m (Figure IV.32), de 2009 à 2016 ;
- PR1 CHAMPION, situé au sud de Champion à une altitude de 174 m (Figure IV.33), de 2007 à 2016 ;
- FORAGE GELBRESSEE 1, situé au NE de Champion à une altitude de 210 m (Figure IV.33), de 2009 à 2016 ;
- FERME D'ARTET, situé au sud de Rhisnes à une altitude de 161 m (Figure IV.32), de 2009 à 2016.

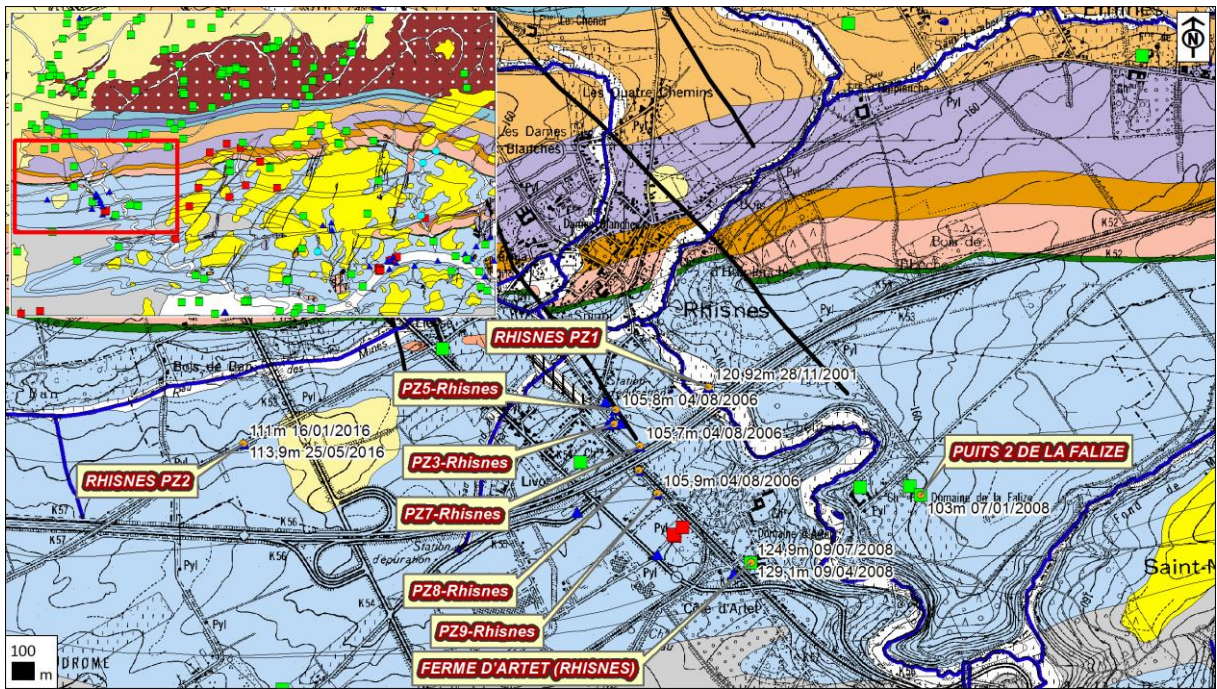


Figure IV.32 : localisation du site du captage de Rhisnes et de ses environs.

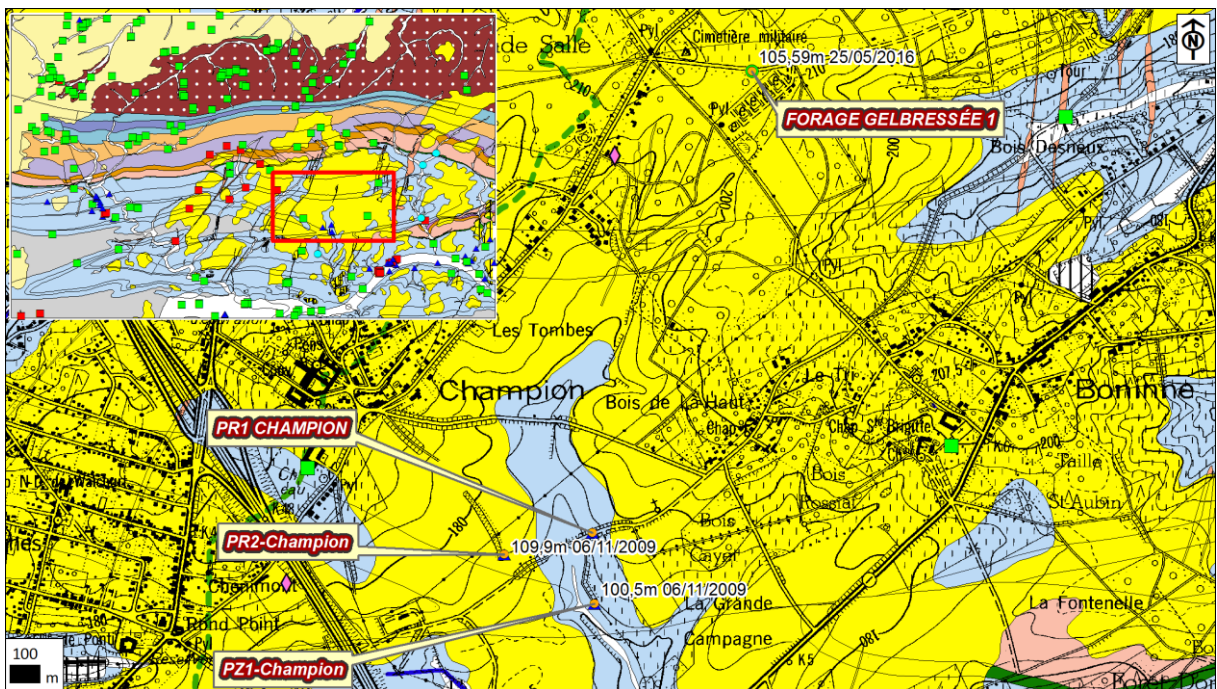


Figure IV.33 : localisation du puits FORAGE GELBRESSEE 1 et du piézomètre PR1 CHAMPION.

Ces relevés piézométriques indiquent qu'il existe un décrochement conséquent entre les surfaces piézométriques des nappes de la « bande dévonienne » et celles des calcaires carbonifères (voir coupe, Figure IV.40, p. 76), à mettre en relation avec les conductivités hydrauliques importantes des calcaires, le drainage par la Meuse et probablement l'exploitation du captage de la mine de Vedrin.

Ce rabattement important se marque notamment au niveau :

- de la région de Rhisnes : des mesures de niveau d'eau ont été effectuées, en 2006, dans une dizaine de piézomètres. Quelques-unes de ces mesures sont représentées sur la **Figure IV.32**. A cette époque, la nappe se situait à une profondeur comprise entre 50 et 60 m, soit à une cote piézométrique de plus ou moins 105 m. Une cote de 111 m du 16/01/2016, relevée dans le piézomètre RHISNES Pz2 confirme qu'actuellement la surface piézométrique se situe toujours à environ 50 m de profondeur ;
- dans la région de Champion (**Figure IV.33**) :
 - au NE de Champion, au droit du puits FORAGE GELBRESSEE 1, un relevé piézométrique du 25/05/16 indiquait la surface piézométrique à 105 m d'altitude, soit à 105 m de profondeur ;
 - au sud de Champion, au droit du piézomètre PR1 CHAMPION, un relevé piézométrique du 25/05/2016 indiquait la surface piézométrique à 117 m d'altitude, soit à 56 m de profondeur.

Trois autres mesures piézométriques relevées au SW de la carte sur les ouvrages P2-FLAWINNE, P1-FLOREFFE, P3-FLAWINNE indiquent que la nappe se situe à une altitude d'environ 105 - 110 m. Les chroniques piézométriques de la **Figure IV.35** montrent une cyclicité hautes eaux/basses eaux bien marquée de la nappe des calcaires du Carbonifère. Une tendance à la baisse du niveau moyen de la nappe est constatée entre 2006 et 2013 et au contraire une hausse du niveau piézométrique moyen depuis 2013.

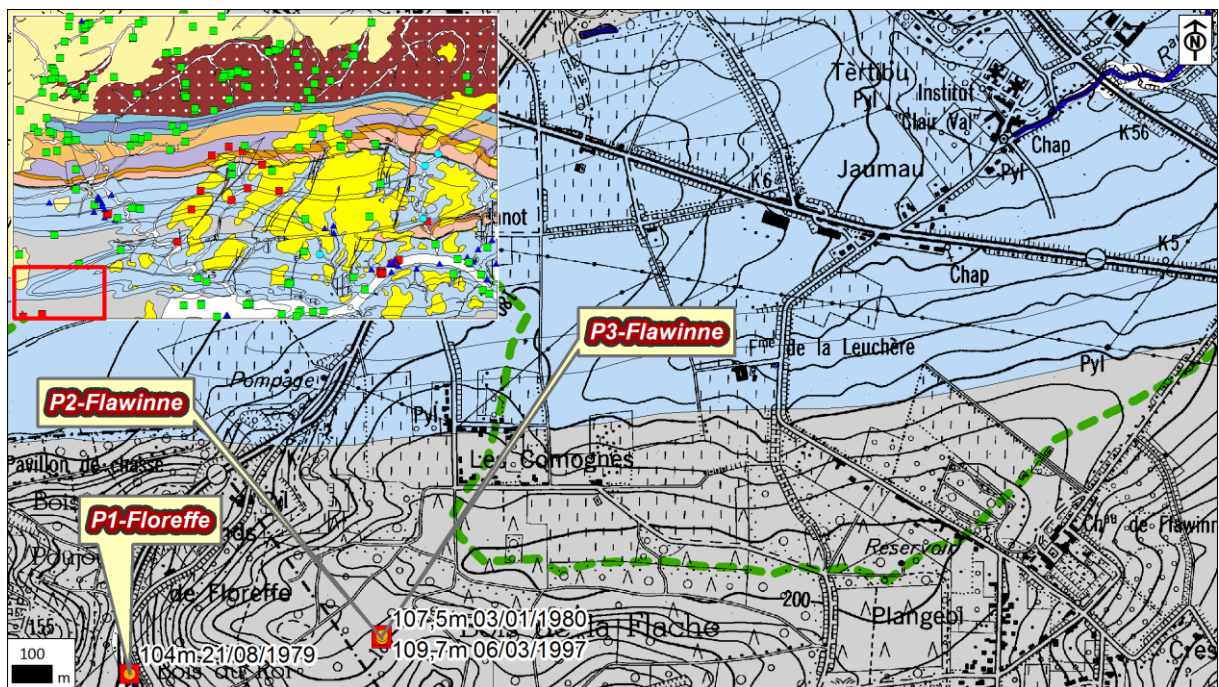


Figure IV.34 : Localisation des puits P1-FLOREFFE, P2- et P3-FLAWINNE sollicitant la nappe des calcaires du Carbonifère, captive sous le Houiller.

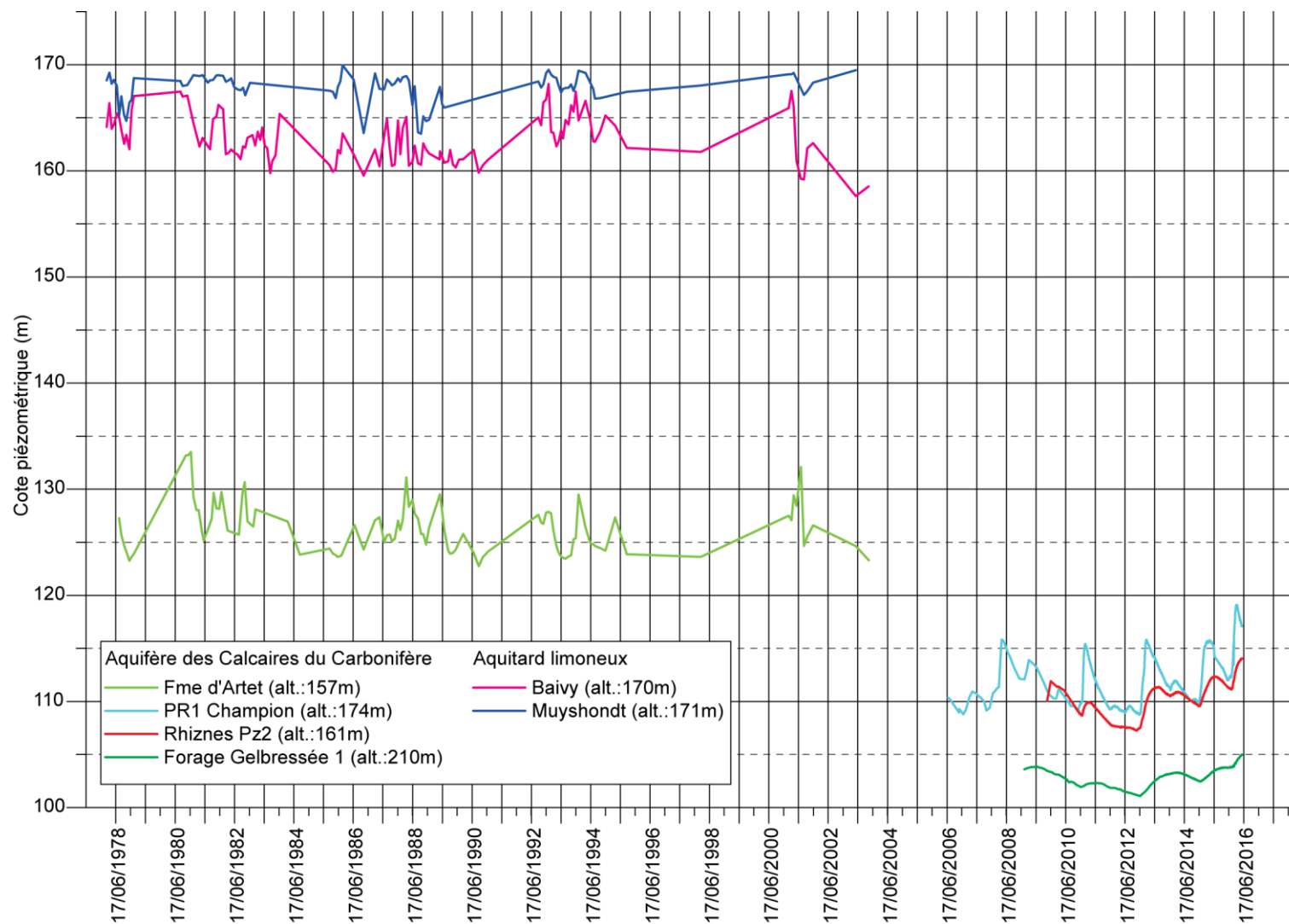


Figure IV.35 : Fluctuations piézométriques de la nappe des calcaires carbonifères et de l'Aquitard limoneux sur la carte Namur - Champion.

IV.3.1.4. Aquiclude à niveaux aquifères du Houiller

L'Aquiclude à niveaux aquifères du Houiller occupe principalement le SO de la carte Namur - Champion. A l'ouest, cet aquifère serait drainé principalement par la Sambre. A l'est, le niveau piézométrique s'équilibre probablement sur celui de la nappe de l'Aquifère des calcaires du Carbonifère.

Le puits FORAGE BEGUIN 1 situé à Suarlée (Figure IV.36), profond de 78 m, a fait l'objet d'un relevé piézométrique indiquant la surface piézométrique à une altitude d'environ 138 m, soit à une profondeur d'environ 40 m, en 2010 et en 2009. Cette profondeur importante, au vu de la lithologie peu perméable, est à mettre en relation avec le rabattement important induit par la Meuse (au sud) et probablement par le captage des galeries de VEDRIN (au nord-est).

A noter que le Houiller du synclinal de Spy-Vedrin ne constitue qu'une bande de faible largeur ; maximum 1,5 km à l'ouest de la carte et quelques centaines de mètres à l'est.

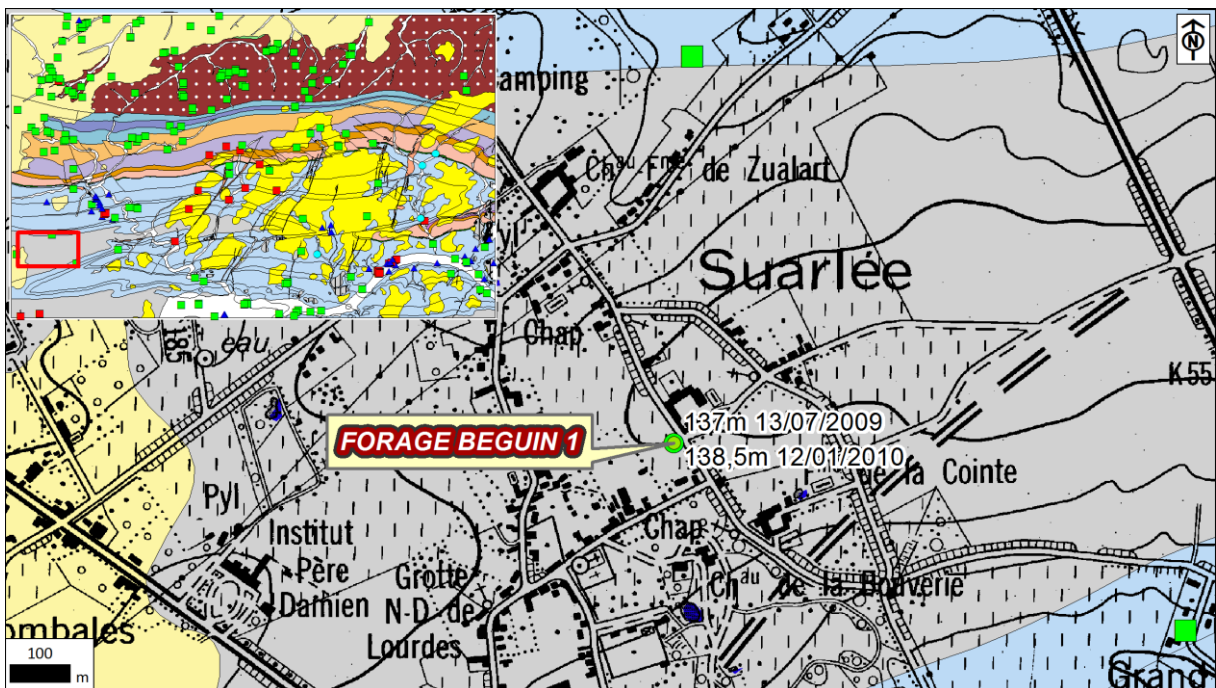


Figure IV.36 : Localisation de l'ouvrage FORAGE BEGUIN 1 situé à Suarlée et sollicitant l'Aquiclude à niveaux aquifères du Houiller

IV.3.1.5. Aquifères des sables de l'Eocène

L'Aquifère des sables de l'Eocène occupe essentiellement le nord et le nord-ouest de la carte Namur – Champion. D'une manière générale, comme les cours d'eau sont drainants dans cette zone (Figure IV.24), se sont eux, avec la topographie, qui régissent les écoulements souterrains locaux. Dans une première approximation, la déduction du sens d'écoulement des nappes superficielles à un endroit donné est analogue à la démarche suivie pour déduire le ruissellement en surface. Cependant, seules des mesures piézométriques permettent de dresser des cartes piézométriques précises et de définir avec certitude le sens d'écoulement des nappes. La nappe des sables de l'Eocène, bien que surmontée par l'Aquitard limoneux, est libre. L'écoulement régional de cette nappe se fait globalement en direction du NNO mais aussi en direction des cours d'eau qui interfèrent sur l'écoulement régional.

IV.3.1.6. Aquifère alluvial de la Meuse

Sur la carte de Namur-Champion, la plaine alluviale de la Meuse, où se loge une nappe de graviers, a une largeur moyenne de 300 m, à l'exception de la confluence avec la Sambre où elle atteint 1 200 m. Elle repose principalement sur un bed-rock calcaire (Carbonifère), renfermant une nappe de fissures. Ces deux nappes libres superposées sont en étroite relation l'une avec l'autre. C'est pourquoi, bien que la nappe alluviale de la Meuse soit généralement en équilibre avec le thalweg de la Meuse, à Beez et à Marche-les-Dames, l'exhaure réalisée dans les carrières afin de rabattre le niveau de la nappe des calcaires, à une altitude d'environ 43 m pour Beez et 35 m pour Marche-les-Dames, conduit également au rabattement de la nappe alluviale et surtout à l'infiltration de la Meuse vers les calcaires carbonifères, via la nappe alluviale.

Les relations hydrogéologiques entre la Meuse et la nappe alluviale se marquent, notamment, lors des périodes de crues ou de chômage⁶ (Figure IV.37) de la Meuse. Durant ces dernières, les niveaux piézométriques dans les puits proches de la Meuse s'équilibrent sur le niveau de cette dernière (Passagez, 2012) (Figure IV.38).

⁶ On dit que la Meuse est en chômage lorsque celle-ci est ramenée à son cours naturel.



Figure IV.37 : La Meuse en chômage à Godinne en 2012 (photographie : Ludovic Capette)

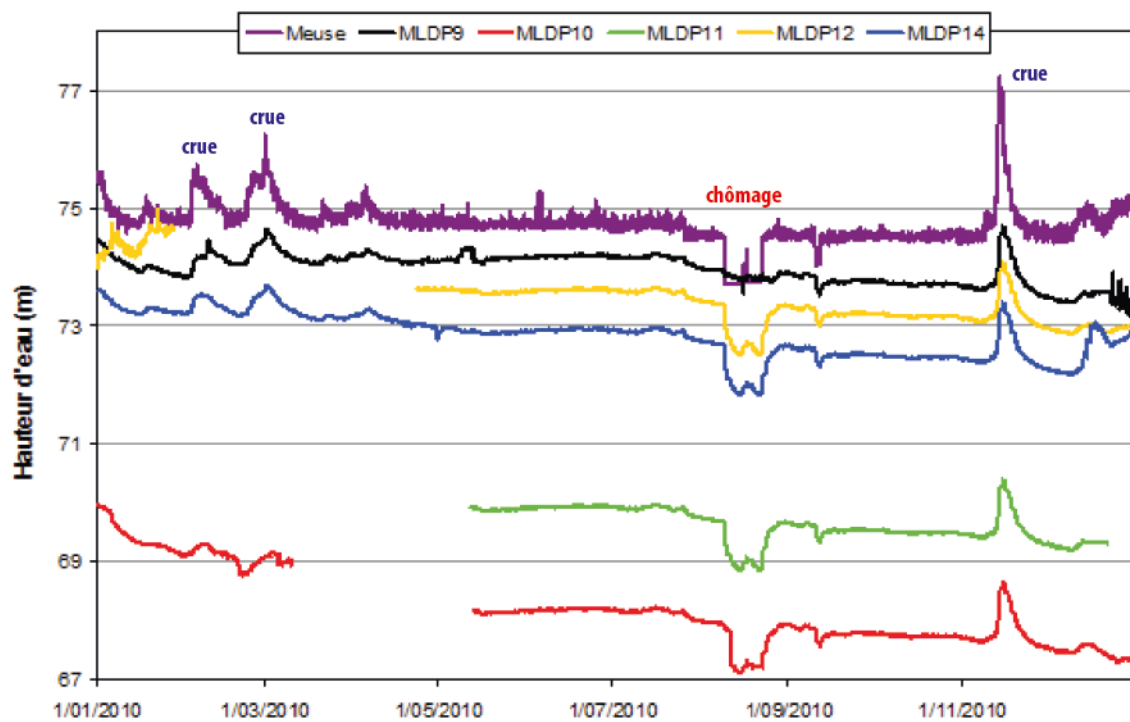


Figure IV.38 : Evolution de la cote de la Meuse au droit de la station limnimétrique des Grands-Malades Aval et fluctuations piézométriques des piézomètres MLD9, 10, 11, 12 et 14 de la carrière de Marches-les-Dames. MLD9 représente la nappe alluviale tandis que les autres piézomètres représentent la nappe des calcaires carbonifères (Passagez, 2012).

IV.3.1.7. Aquitard limoneux

Les **limons quaternaires**, dont l'épaisseur peut atteindre une dizaine de mètres, constituent une couverture qui retarde et filtre partiellement les eaux météoriques qui percolent à travers eux. Il est important de noter que cette couverture n'est pas complète, naturellement ou du fait de l'activité industrielle ; pour l'exploitation des sables cénozoïques et des calcaires par exemple, cette couche de limon est décapée.

Deux ouvrages, le puits MUYSHONDT et le puits BAIVY, situés à Bouge à l'est de Namur, ont fait l'objet d'un relevé piézométrique « relativement » régulier entre 1978 et 2003 (Figure IV.35). Ces deux ouvrages, au vu de leur faible profondeur et de l'épaisseur de la couche limoneuse, sollicitent l'Aquitard limoneux et pas l'Aquifère des calcaires du Carbonifère. Ceci se marque d'ailleurs par les cotes piézométriques proches de la surface (Tableau IV.4). Vu le rabattement important dans les calcaires carbonifères, la nappe de cet aquitard est perchée et déconnectée hydrauliquement de la nappe des calcaires.

Tableau IV.4 : Données piézométriques pour les puits MUYSHONDT et BAIVY sollicitant l'Aquitard limoneux.

Ouvrages	Cote piézo (m)	Date mesure	Prof de la nappe (m)
MUYSHONDT	169,5	22/05/03	1,5
BAIVY	158,5	28/10/03	11,5

IV.4. COUPE HYDROGÉOLOGIQUE.

Afin de mieux visualiser et de mieux comprendre la structure géologique et le comportement des nappes de la région de Namur - Champion, une coupe hydrogéologique a été réalisée (Figure IV.40). Le trait de coupe, orienté N-S, passe à l'ouest de Villers-les-Heest, d'Emines, de Saint-Marc et de Saint-Servais et par Belgrade tout à fait au sud (Figure IV.39). La position de la coupe a été choisie pour illustrer au mieux la géologie (structures et lithologies) et l'hydrogéologie (unités hydrogéologiques, cours d'eau, etc.) de la zone cartographiée.

Au nord, la coupe traverse les sables cénozoïques (sables bruxelliens) reposant en discordance sur le socle cambro-silurien. Elle traverse ensuite tous les terrains dévono-carbonifères.

Le décrochage de la surface piézométrique entre les nappes de la bande dévonienne et celle des calcaires du Carbonifère est très net. Ceci est lié à la fois à l'orientation E-O des couches argileuses qui jouent le rôle de seuils hydrogéologiques limitant les écoulements souterrains en direction du sud, et aussi à la lithologie : les terrains calcaires étant plus perméables que les terrains schisto-gréseux.

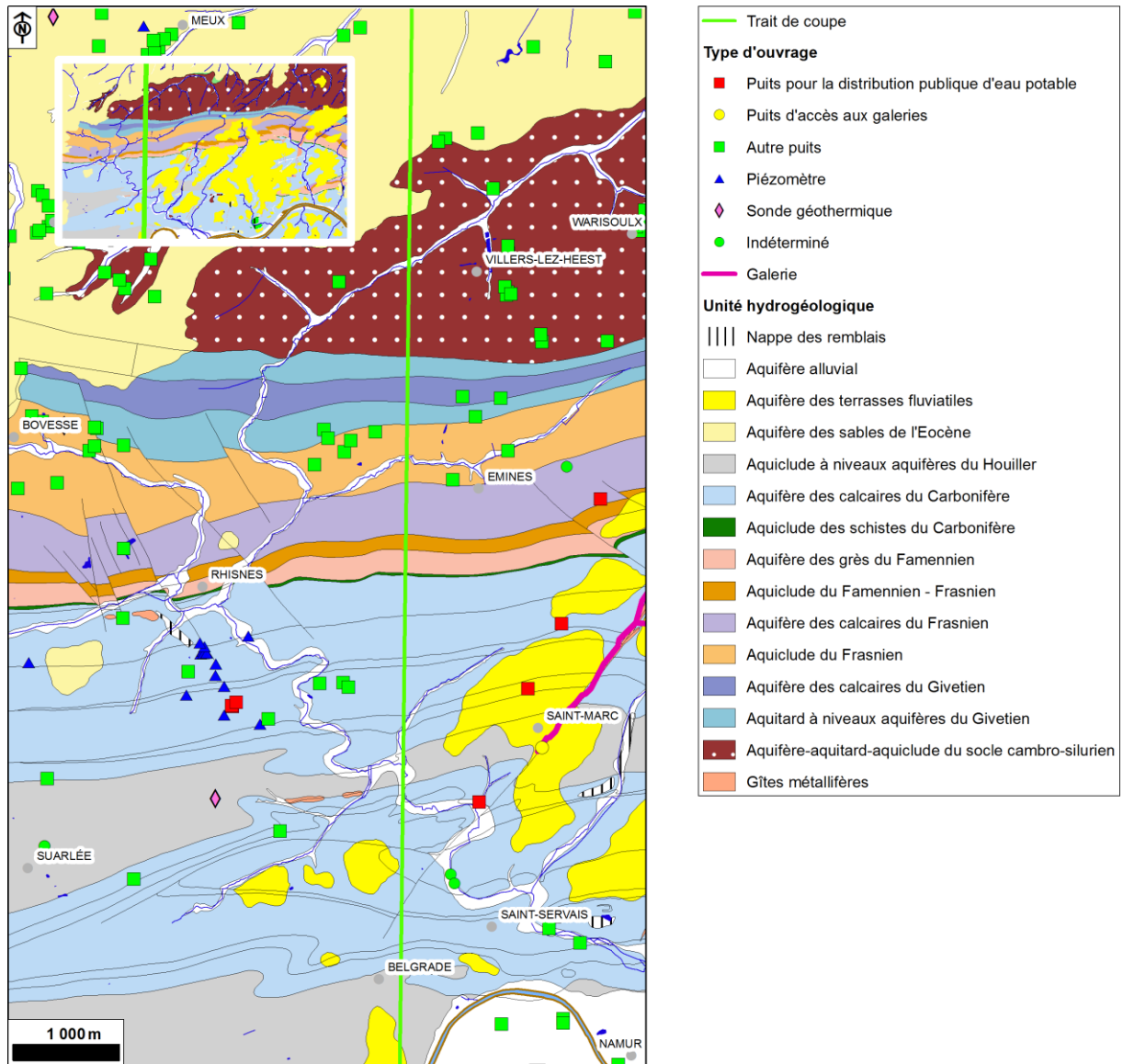


Figure IV.39 : Localisation du trait de coupe sur la carte Namur - Champion.

IV.5. CARACTÈRE LIBRE, SEMI-CAPTIF, CAPTIF DES NAPPES

Les différents types de nappes peuvent être définis comme suit (*Poehls & Smith, 2009*) :

- Nappe libre : nappe n'étant pas mise sous pression par des roches imperméables sus-jacentes et étant en contact direct avec l'atmosphère du fait de la perméabilité du sol surmontant l'aquifère. Le niveau piézométrique est la limite supérieure de la zone de saturation où la pression absolue égale la pression atmosphérique et où la pression de l'eau est égale à zéro. Dans ces conditions, le niveau piézométrique peut fluctuer librement. La nappe peut se recharger lors des précipitations ou par écoulement latéral d'une nappe captive ou bien encore par infiltration au travers d'aquifères sus-jacents ;
- Nappe semi-captive : nappe où le toit ou le substratum (ou les deux) de l'aquifère sont souvent constitués par une formation hydrogéologique semi-perméable. Dans certaines conditions hydrodynamiques favorables, il y a des différences de charge qui favorisent des échanges d'eau (ou de pression) avec l'aquifère superposé ou sous-jacent, appelé drainance. La formation est alors incorporée à un aquifère multicouche ;
- Nappe captive : nappe sans surface libre, donc soumise en tous points à une pression supérieure à la pression atmosphérique et dont la surface piézométrique est supérieure au toit de l'aquifère. Ces propriétés peuvent, dans certains cas, donner lieu à des puits artésiens ou jaillissants.

Dans le cas de la carte 47/3-4, toutes les nappes à l'affleurement sont considérées comme étant libres. A plus grande profondeur, du fait du pendage des couches, les nappes libres des aquifères peuvent se transformer en nappe captive par la présence des aquicludes les confinant. Sur la carte Namur – Champion, ce cas peut se présenter dans la bande dévonienne. Ailleurs, le cas de captivité le plus important sur la carte Namur – Champion est bien sûr constitué par celui de la nappe des calcaires du Carbonifère sous le Houiller.

Ces différents caractères (libre, semi-captif, captif) sont présentés pour les aquifères situés sous les limons, sur la "**Carte des informations complémentaires et du caractère des nappes**" sur le document cartographique joint à cette notice.

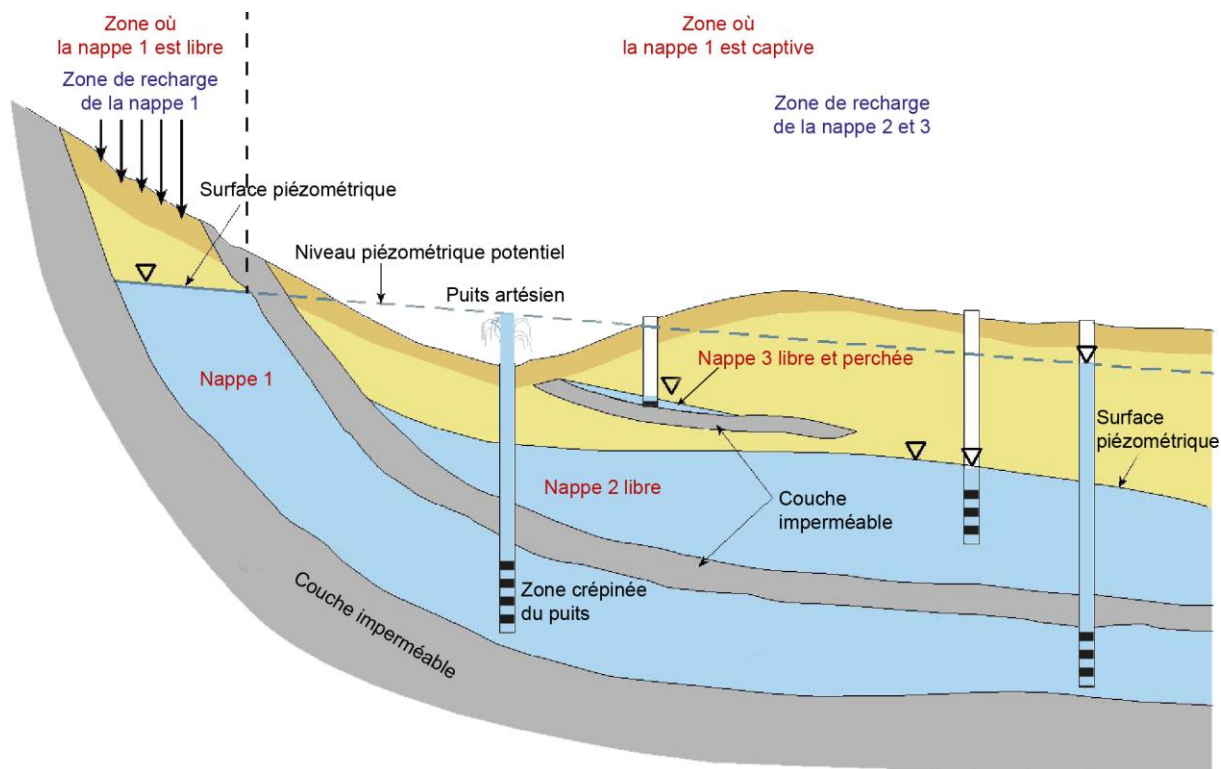


Figure IV.41 : Représentation schématique des différents types de nappes⁷.

⁷ <http://coloradogeologicalsurvey.org/wp-content/uploads/wateratlas/chapter2page2.html>

V. CADRE HYDROCHIMIQUE

Ce chapitre dresse un aperçu de la composition chimique des eaux souterraines dans la région de Namur – Champion ainsi que les principales problématiques liées à leur qualité. Les analyses proviennent essentiellement des banques de données BD Hydro et CALYPSO.

Les analyses chimiques présentées dans les paragraphes suivants ont été réalisées sur des eaux brutes, non encore traitées en vue de leur consommation. Nous ne disposons pas de données suffisantes pour offrir le même degré de détails sur l'hydrochimie de toutes les unités hydrogéologiques de la carte.

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 (décrets et articles). L'arrêté relatif aux valeurs paramétriques applicables aux eaux destinées à la consommation humaine (AGW 15 janvier 2004) se retrouve dans les articles R.252 à R.261 de la partie réglementaire du 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.

V.1. CARACTÉRISTIQUES HYDROCHIMIQUES DES EAUX

Avant tout chose, il est important de définir la notion de fond hydrogéochimique naturel. L'hydrochimie d'un aquifère est le résultat de cinq paramètres, dont les quatre premiers sont à l'origine du fond hydrogéochimique naturel :

1. apports atmosphériques naturels ;
2. influence des sols (filtre, acidification) ;
3. lithologie du réservoir ;
4. temps de séjour de l'eau dans le réservoir ;
5. apports anthropiques.

Dans les données hydrochimiques qui suivent, certains paramètres restent représentatifs d'une situation naturelle mais il est réaliste de considérer que le fond hydrogéochimique des nappes n'est plus observable pour certains éléments tels que les nitrates et dans une moindre mesure pour les chlorures, les sulfates, etc.

Les ouvrages pour lesquels des données chimiques sont disponibles sont localisés par un pentagone rouge sur la « **Carte des informations complémentaires et du caractère des nappes** » sur le poster joint à cette notice.

V.1.1. Aquifère des calcaires du Frasnien

Seules les eaux de la galerie du Frasnien du captage de Vedrin, sollicitant la nappe des calcaires du Frasnien, ont fait l'objet d'analyses chimiques (Tableau V.4) suffisamment complètes.

L'eau de la galerie contient une part non négligeable de fer (68 µg/l), de magnésium (26,5 mg/l) et de manganèse (13,8 µg/l). Le pH est proche de la neutralité (7,3) malgré une teneur en calcium relativement importante de 156 mg/l. Les nitrates sont peu présents (1,8 mg/l). La conductivité est moyenne (894 µS/cm).

Tableau V.1 : Analyse chimique de l'Aquifère des calcaires du Frasnien.

Paramètres	Unités	Norme	CAPTAGE DE VEDRIN VEINE FRASNIEN
Profondeur (m)			130
Date de prélèvement			08/06/05
pH	unité pH	6,5 à 9,2	7,3
Conductivité électrique	µS/cm	2100	894
Dureté totale	°F		/
Aluminium	µg/l Al	200	/
Calcium	mg/l Ca	270	156
Sodium	mg/l Na	200	24,4
Potassium	mg/l K		2,4
Magnésium	mg/l Mg	50	26,5
Fer (total dissous)	µg/l Fe ²⁺	200	68
Manganèse	µg/l Mn	50	13,8
Nitrates	mg/l NO ₃	50	1,8
Nitrites	mg/l NO ₂	0,5	0
Ammonium	mg/l NH ₄	0,5	0
Chlorures	mg/l Cl	250	61,3
Sulfates	mg/l SO ₄	250	122
TAC (Alcalinité totale)	°F		32,7
Bicarbonates (HCO ₃ ⁻)	mg/l HCO ₃		/

V.1.2. Aquitard à niveaux aquifères du Givetien

Seul le puits AIDANT, sollicitant la nappe de l'Aquitard à niveaux aquifères du Givetien, a fait l'objet d'analyses chimiques ([Tableau V.4](#)) suffisamment complètes.

L'eau du puits AIDANT est pauvre en fer (28 µg/l), en magnésium (14,3 mg/l) et en manganèse (30 µg/l). Le pH est basique (8,4) avec une teneur en calcium de 162,5 mg/l. Il s'agit d'une eau qualifiée de très dure (46,5 °F). Les nitrates sont bien présents (50,3 mg/l). La conductivité est plutôt moyenne (873 µS/cm). Les sulfates sont bien présents (81,9 mg/l)

Tableau V.2 : Analyse chimique de l'Aquitard à niveaux aquifères du Givetien.

Paramètre	Unité	Norme	Puits Aidant
Profondeur (m)			25
Date de prélèvement			28/11/07
pH	unité pH	6,5 à 9,2	8,4
Conductivité électrique	µS/cm	2100	873
Dureté totale	°F		46,5
Aluminium	µg/l Al	200	/
Calcium	mg/l Ca	270	162,5
Sodium	mg/l Na	200	17,0
Potassium	mg/l K		0
Magnésium	mg/l Mg	50	14,3
Fer (total dissous)	µg/l Fe ²⁺	200	28
Manganèse	µg/l Mn	50	3
Nitrates	mg/l NO ₃	50	50,3
Nitrites	mg/l NO ₂	0,5	0
Ammonium	mg/l NH ₄	0,5	0
Chlorures	mg/l Cl	250	43,9
Sulfates	mg/l SO ₄	250	81,9
TAC (Alcalinité totale)	°F		30
Bicarbonates (HCO ₃ ⁻)	mg/l HCO ₃		356,3

V.1.3. Aquifère des grès du Famennien

Bien que la profondeur du puits FERME DE CÔME ne soit pas connue, il est fort probable qu'il sollicite l'Aquifère des grès du Famennien, c'est pourquoi il a été repris comme exemple pour cet aquifère sur la carte Namur – Champion.

L'eau du puits FERME DE CÔME (Tableau V.4) est riche en fer (153 µg/l), en magnésium (18,6 mg/l) et en manganèse (46 µg/l). Le pH est légèrement basique (8,1) malgré une teneur en calcium peu importante de 78,3 mg/l. Il s'agit d'une eau dure (27,2 °F). Les nitrates sont bien présents (19,2 mg/l). La conductivité est plutôt faible (543 µS/cm).

Tableau V.3 : Analyse chimique de l'Aquifère à niveaux aquifères du Givetien.

Paramètre	Unité	Norme	FERME DE CÔME
Profondeur (m)			Inconnue
Date de prélèvement			19/07/07
pH	unité pH	6,5 à 9,2	8,1
Conductivité électrique	µS/cm	2100	543
Dureté totale	°F		27,2
Aluminium	µg/l Al	200	/
Calcium	mg/l Ca	270	78,3
Sodium	mg/l Na	200	10,4
Potassium	mg/l K		1,7
Magnésium	mg/l Mg	50	18,6
Fer (total dissous)	µg/l Fe ²⁺	200	153
Manganèse	µg/l Mn	50	46
Nitrates	mg/l NO ₃	50	19,2
Nitrites	mg/l NO ₂	0,5	<0,2
Ammonium	mg/l NH ₄	0,5	<0,1
Chlorures	mg/l Cl	250	19,4
Sulfates	mg/l SO ₄	250	64,4
TAC (Alcalinité totale)	°F		17,8
Bicarbonates (HCO ₃ ⁻)	mg/l HCO ₃		213,9

V.1.4. Aquifère des calcaires du Carbonifère

Un nombre important de données chimiques sont disponibles pour l'Aquifère des calcaires du Carbonifère. Quelques-unes seulement (Tableau V.4) ont été reprises ici pour illustrer l'hydrochimie de la nappe de cet aquifère. Elles concernent les ouvrages FME D'ARTET, PUIIS 2 DE LA FALIZE, EXHAURE WARTET, PR1 CHAMPION, PUIIS BOIS DE NEVERLEE, P1-RHISNES, RHISNES PZ2, P1-FLOREFFE, P2-FLAWINNE.

Le pH est variable (6,9 à 8,4). Il s'agit d'une eau qualifiée de dure à très dure (25,7 à 49,5 °F). La conductivité est relativement élevée (805 à 1 045 µS/cm), excepté pour les puits P1-Floreffe et P2-Flawinne où elle est inférieure à 500 µS/cm et qui est à mettre en relation avec sa minéralisation moyenne.

La teneur en calcium est généralement supérieure à 115 mg/l excepté pour les deux puits sollicitant la nappe captive des calcaires du Carbonifère sous le Houiller, P1-Floreffe et P2-Flawinne, où cette teneur est inférieure à 100 mg/l. D'une manière générale, l'eau de ces derniers est moins minéralisée ; moins de calcium, de sodium, de magnésium, de chlorures et de sulfates que l'eau des autres puits. Par contre, leurs teneurs en fer (plus de 2 000 µg/l) et en manganèse (plus de 350 µg/l) sont très largement supérieures aux normes de potabilité (200 et 50 µg/l respectivement) et à celles des autres puits qui oscillent entre moins de 10 µg/l et 162 µg/l pour le fer et entre 0,8 µg/l et 17 µg/l pour le manganèse.

Le magnésium est malgré tout bien présent dans les autres puits, 19,9 mg/l à 38,2 mg/l, sans pour autant dépasser la norme de potabilité (50 mg/l). Il en va de même pour les chlorures (49,7 mg/l à 68 mg/l) et les sulfates (58 mg/l à 133,7 mg/l) dont les normes se situent à 250 mg/l. La teneur en potassium est très variable, 0,8 mg/l à 24,54 mg/l.

Les nitrates sont bien présents, surtout dans les puits moins profonds (13,9 à 68 mg/l). Pour les puits dont la profondeur tourne autour de 200 m et plus cette teneur diminue (0 à 4,4 mg/l).

Tableau V.4 : Analyses chimiques de l'Aquifère des calcaires du Carbonifère.

Paramètres	Unités	Norme	FME D'ARTET	PUITS 2 DE LA FALIZE	EXHAURE WARTET	PR1 CHAMPION	PUITS BOIS DE NEVERLEE	P1-RHISNES	RHISNES PZ2	P1-FLOREFFE	P2-FLAWINNE
Profondeur (m)			37,5	144	Pompe fond de carrière	110	109	200	205	195	250
Date de prélèvement			26/07/07	27/11/07	31/03/10	15/02/16	15/05/08	09/02/00	15/09/15	18/05/15	03/03/99
pH	unité pH	6,5 à 9,2	8,1	8,4	7,5	6,9	/	7,4	7,3	7,1	7,3
Conductivité électrique	µS/cm	2100	1 045	960	828	962	805	856	855	481	470
Dureté totale	°F		48,4	48,4	37,4	55,4	39,2	45,9	49,5	29,4	25,7
Aluminium	µg/l Al	200	/	/	54	/	23	5	2	4	9
Calcium	mg/l Ca	270	165,9	147,9	150	191	119,7	127,8	135,2	91,1	83,3
Sodium	mg/l Na	200	50,8	22,5	23,8	16	8,2	14,2	18	6,1	5,4
Potassium	mg/l K		24,4	7,0	4,3	1,3	0,8	1,2	1,4	2,1	1,45
Magnésium	mg/l Mg	50	16,9	27,9	26,8	19	22,5	34	38,2	16,2	11,9
Fer (total dissous)	µg/l Fe ²⁺	200	43	12	<10	¹⁶² (10/03/15)	23	53	11	2 175	2 296
Manganèse	µg/l Mn	50	17	2	21	/	0,8	3	4,1	605,5	375
Nitrates	mg/l NO ₃	50	<u>42,4</u>	51,9	30,6	68	13,9	2,5	4,4	<l.d.	0,6
Nitrites	mg/l NO ₂	0,5	0,75	<l.d.	0,02	<l.d.	<l.d.	<l.d.	<l.d.	<l.d.	<l.d.
Ammonium	mg/l NH ₄	0,5	<0,1	<l.d.	0,6	<l.d.	/	<l.d.	<l.d.	0,06	0,04
Chlorures	mg/l Cl	250	49,7	50,9	68	66	34	56,4	66,2	17	12,4
Sulfates	mg/l SO ₄	250	67,2	73,4	74	58	64,6	133,7	121,4	36,4	34,6
TAC (Alcalinité totale)	°F		42,9	33,5	26,1	36,45	28,9	29,5	/	/	22,3
Bicarbonates (HCO ₃ ⁻)	mg/l HCO ₃		515,4	397,9		/	/	/	/	/	/

V.1.5. Aquifère des sables de l'Eocène

Deux puits (BATI DE SUARGEON et HALLET-B) sollicitant la nappe des sables de l'Eocène ont fait l'objet d'analyses chimiques suffisamment complètes pour être présentées ici. Le **Tableau V.5** reprend les résultats d'analyses les plus récents disponibles pour ces ouvrages.

Tableau V.5 : Analyses chimiques de l'Aquifère des sables de l'Eocène.

Paramètres	Unités	Norme	BATI DE SUARGEON	HALLET-B
Profondeur (m)	m	/	20	32
Date de prélèvement	/	/	04/04/2002	16/09/13
pH	unité pH	6,5 à 9,2	7	7,14
Conductivité électrique (20°C)	µS/cm	2100	759	739
Dureté totale	°F		42,5	40,1
Aluminium	µg/l Al	200	/	<20
Calcium	mg/l Ca	270	/	147
Sodium	mg/l Na	200	/	16
Potassium	mg/l K		/	0,9
Magnésium	mg/l Mg	50	/	8,5
Fer (total dissous)	µg/l Fe	200	50	55
Manganèse	µg/l Mn	50	/	1,2
Nitrates	mg/l NO ₃	50	11,4	42
Nitrites	mg/l NO ₂	0,5	0	0
Ammonium	mg/l NH ₄	0,5	0	0
Chlorures	mg/l Cl	250	/	40
Sulfates	mg/l SO ₄	250	/	60
TAC (Alcalinité totale)	° F		/	29,8

L'eau des deux ouvrages présente un pH neutre à légèrement basique (7 à 7,14). La conductivité est en moyenne de 750 µS/cm. L'eau est très dure (40 à 42,5 °F) La teneur en calcium du puits HALLET-B est relativement élevée (147 mg/l) démontrant le caractère carbonaté de cet aquifère. Le magnésium est peu présent à raison de 8,5 mg/l. Ces eaux peuvent être qualifiées de très dures (40 à 42,5 °F). Les teneurs en fer sont faibles (50 à 55 µg/l). Les chlorures (40 mg/l) et les sulfates (60 mg/l) sont bien présents. Les teneurs en nitrates sont supérieures à 10 mg/l pour l'ouvrage BATI DE SUARGEON et proche des 50 mg/l pour le puits Hallet-B (42 mg/l).

V.1.6. Aquifère alluvial

Seul le puits P1-MARCHE-LES-DAMES, sollicitant l'Aquifère alluvial de la Meuse, dispose de données chimiques (Tableau V.5).

L'eau du puits P1-MARCHE-LES-DAMES présente un pH légèrement basique (7,5). La conductivité est en relativement peu élevée (587 $\mu\text{S/cm}$). L'eau est dure (25,9 °F). La teneur en calcium est faible (86,3 mg/l). Le magnésium est peu présent à raison de 10,7 mg/l. La teneur en sodium n'est pas très élevée (38,4 mg/l). Les teneurs en potassium (3,4 mg/l), en fer (16 $\mu\text{g/l}$) et en manganèse (6,3 $\mu\text{g/l}$) sont faibles. Les chlorures (59,7 mg/l) et les sulfates (49,4 mg/l) sont bien présents. La teneur en nitrates est inférieure à 10 mg/l.

Tableau V.6 : Analyse chimique de l'Aquifère alluvial.

Paramètres	Unités	Norme	P1-MARCHE-LES-DAMES
Profondeur (m)	m	/	14
Date de prélèvement	/	/	30/11/15
pH	unité pH	6,5 à 9,2	7,5
Conductivité électrique (20°C)	$\mu\text{S/cm}$	2100	587
Dureté totale	°F		25,9
Aluminium	$\mu\text{g/l Al}$	200	3
Calcium	mg/l Ca	270	86,3
Sodium	mg/l Na	200	38,4
Potassium	mg/l K		3,4
Magnésium	mg/l Mg	50	10,7
Fer (total dissous)	$\mu\text{g/l Fe}$	200	16
Manganèse	$\mu\text{g/l Mn}$	50	6,3
Nitrates	mg/l NO_3	50	5,3
Nitrites	mg/l NO_2	0,5	0
Ammonium	mg/l NH_4	0,5	0
Chlorures	mg/l Cl	250	59,7
Sulfates	mg/l SO_4	250	49,4
TAC (Alcalinité totale)	° F		/

V.1.7. Commentaires

Les analyses reprises ci-dessus donnent un premier aperçu des compositions chimiques des eaux souterraines susceptibles d'être rencontrées sur la carte Namur - Champion.

Dans le cadre de l'étude des masses d'eau souterraines (MESO) RWM011, RWM012 (Brouyère *et al.*, 2009), deux campagnes d'échantillonnages ont été réalisées en 2007, la première en juillet-août et la seconde en novembre, afin de :

- caractériser l'hydrochimie des masses d'eaux souterraines à travers les unités hydrogéologiques qui les composent ;

- identifier les variations saisonnières de la chimie des eaux souterraines ;
- identifier d'éventuelles pollutions dans les eaux souterraines.

Rappelons que les masses d'eau RWM011 et 012 occupent la quasi-totalité de la carte Namur – Champion (voir [Description de l'hydrogéologie régionale](#), p. 54).

Les résultats des analyses chimiques sont généralement traités avec un diagramme de PIPER (Figure V.1), dans lequel on ne considère que les concentrations relatives des cations et des anions supérieures à 10 %. Les deux diagrammes triangulaires permettent de visualiser les faciès anionique et cationique des échantillons d'eau tandis que le diagramme losangique propose un faciès global.

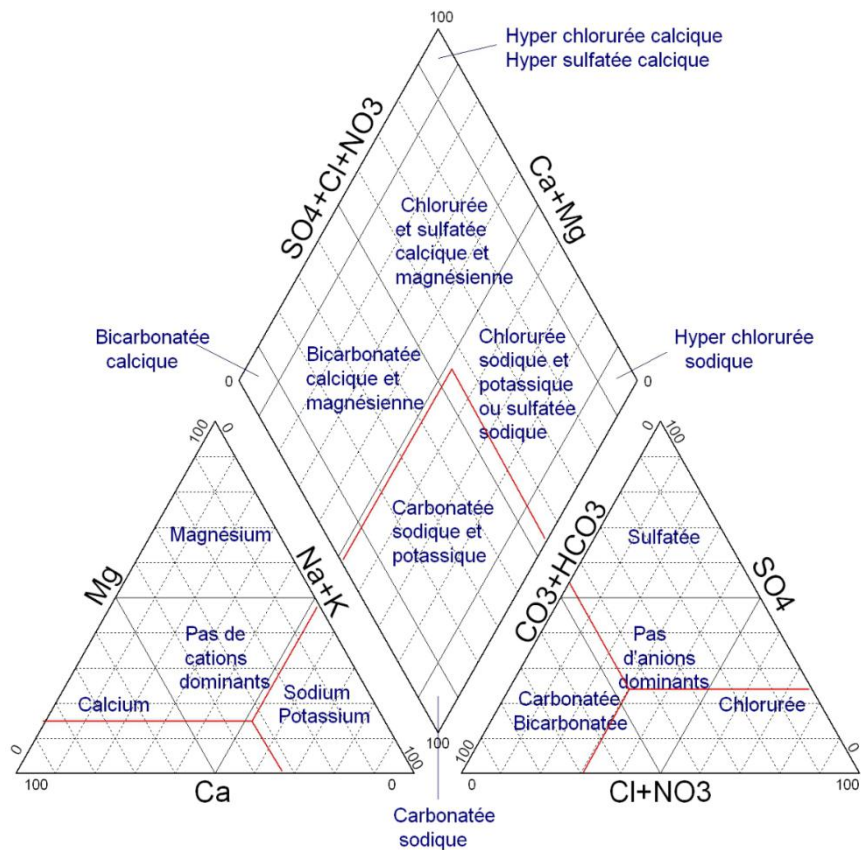


Figure V.1 : Classification hydrochimique des eaux souterraines (Fetter, 2001).

La projection des analyses de Brouyère *et al.* (2009) dans le diagramme de Piper est présentée à la Figure V.2. La plupart des eaux analysées sont du type « Bicarbonatée calcique et magnésienne », les autres étant du type « Chlorurée et sulfatée calcique et magnésienne ».

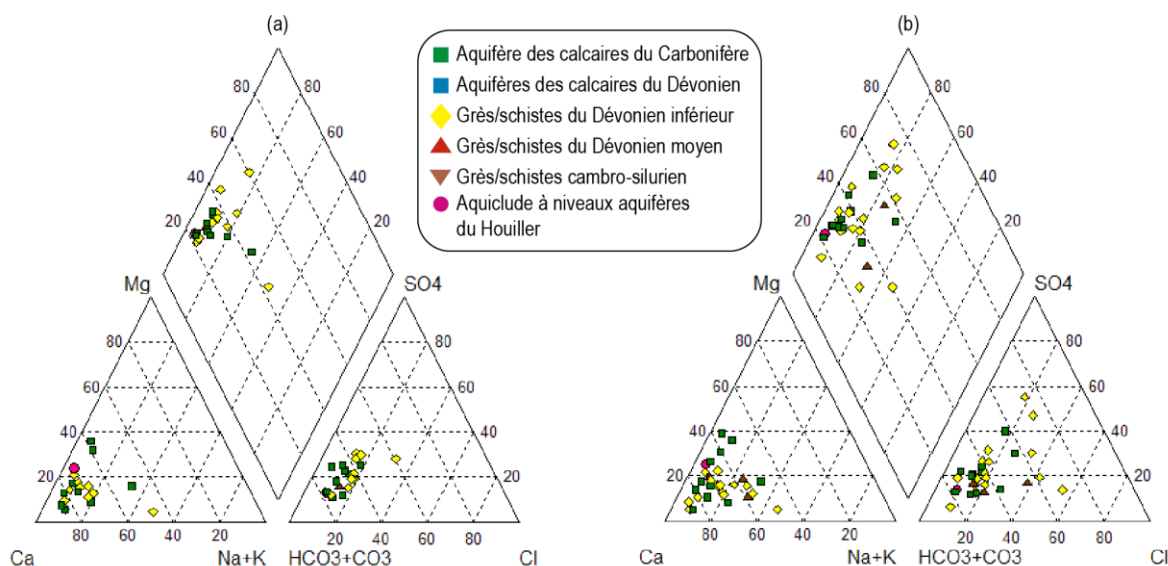


Figure V.2 : (a) Diagramme de Piper été RWM012 ; (b) Diagramme de Piper hiver RWM012 (Brouyère et al., 2009, modifié).

Brouyère et al. (2009) montrent que les eaux souterraines des masses d'eau RWM011 et RWM012 ne présentent pas de différences significatives au niveau de leur chimisme : « Une distinction peut cependant être faite entre les eaux originaires d'une part, des formations calcaires et gréseuses (Famennien) et d'autre part, des formations gréseuses du Dévonien et du socle Cambro-silurien du Massif de Brabant, ces dernières étant moins minéralisées. La différence principale entre ces deux groupes est la concentration en calcium logiquement plus importante pour les unités calcaires par rapport aux eaux des unités schisto-gréseuses. »

V.2. PROBLÉMATIQUE DES NITRATES

Le nitrate est certainement l'élément nutritif le plus problématique en termes de contamination des eaux souterraines potabilisables (dépassement des normes définies pour la protection de la santé humaine). Les concentrations "naturelles" en nitrate dans les eaux souterraines sont généralement inférieures à 10 mg NO₃/l. Des teneurs plus élevées résultent principalement de rejets dispersés (puits perdants, fuites dans les réseaux de collecte des eaux usées...) et de contaminations diffuses des sols, notamment lorsque les apports d'azote excèdent les besoins des végétaux (Cellule Etat de l'Environnement Wallon, 2007).

Afin de limiter les apports (essentiellement agricoles) en nitrates, des zones vulnérables ont été délimitées dans le cadre de la Directive Européenne Nitrates (91/976/CEE). Elles sont établies afin de protéger les eaux de surface et les eaux souterraines contre la pollution par les nitrates, surtout d'origine agricole. De nouvelles modifications ont été apportées à la délimitation initiale (arrêté du Gouvernement wallon du 15 février 2007) : la zone Nord du sillon Sambre et Meuse a été adoptée et l'extension de la zone Sud Namurois a été modifiée. L'ensemble des zones vulnérables aujourd'hui désignées (Sables bruxelliens, Crétacé de Hesbaye, Sud Namurois, Comines-Warneton, Pays de

Herve et Nord du sillon Sambre et Meuse, **Figure V.3**) permet de couvrir 7 073 km², soit 41,8 % du territoire wallon correspondant à 68,7 % des volumes prélevés en eaux souterraines pour la distribution publique. Ces zones reprennent la quasi-totalité (97 %) des captages échantillonnés dépassant la norme de potabilité (50 mg/l) et plus des deux tiers (67,8 %) des captages dont la teneur en nitrates est comprise entre 25 et 50 mg/l (<http://environnement.wallonie.be/>).

La surveillance systématique des teneurs en nitrates dans les nappes d'eau souterraine est organisée en Région wallonne depuis 1994. Un programme de surveillance, appelé « survey nitrate », a été mis en place en application de la directive 91/676/CEE relative à la protection des eaux contre la pollution par les nitrates d'origine agricole. Les résultats issus du « survey nitrate » permettent, d'une part, d'identifier les aquifères les plus affectés par ce type de pollution et, d'autre part, de contrôler l'efficacité à terme des mesures contenues dans le programme de gestion durable de l'azote en agriculture (PGDA). La majorité des analyses sont réalisées par les exploitants de prises d'eau potabilisable tandis que l'Institut Scientifique de Service Public (ISSeP) complète l'acquisition des données dans les nappes à risque et moins exploitées (Sables thanétiens, Crétacé du Pays de Herve...). L'ensemble constitue un réseau représentatif de 969 points répartis sur le territoire wallon. Le contrôle comprend au minimum trois analyses par an mais leur fréquence peut être augmentée en fonction de la population desservie (une analyse par mois pour les galeries de Hesbaye p. ex.). L'ensemble des données est transmis à la DGARNE (base de données CALYPSO) qui valide ensuite les informations reçues. La carte Namur - Champion se situe entièrement en zone vulnérable aux nitrates (**Figure V.3**) :

- le NW de la carte se situe dans la zone « Sables Bruxelliens » ;
- toute la partie centrale se situe dans la zone « Nord Sambre et Meuse » ;
- le SE se situe dans la zone « Sud Namurois ».

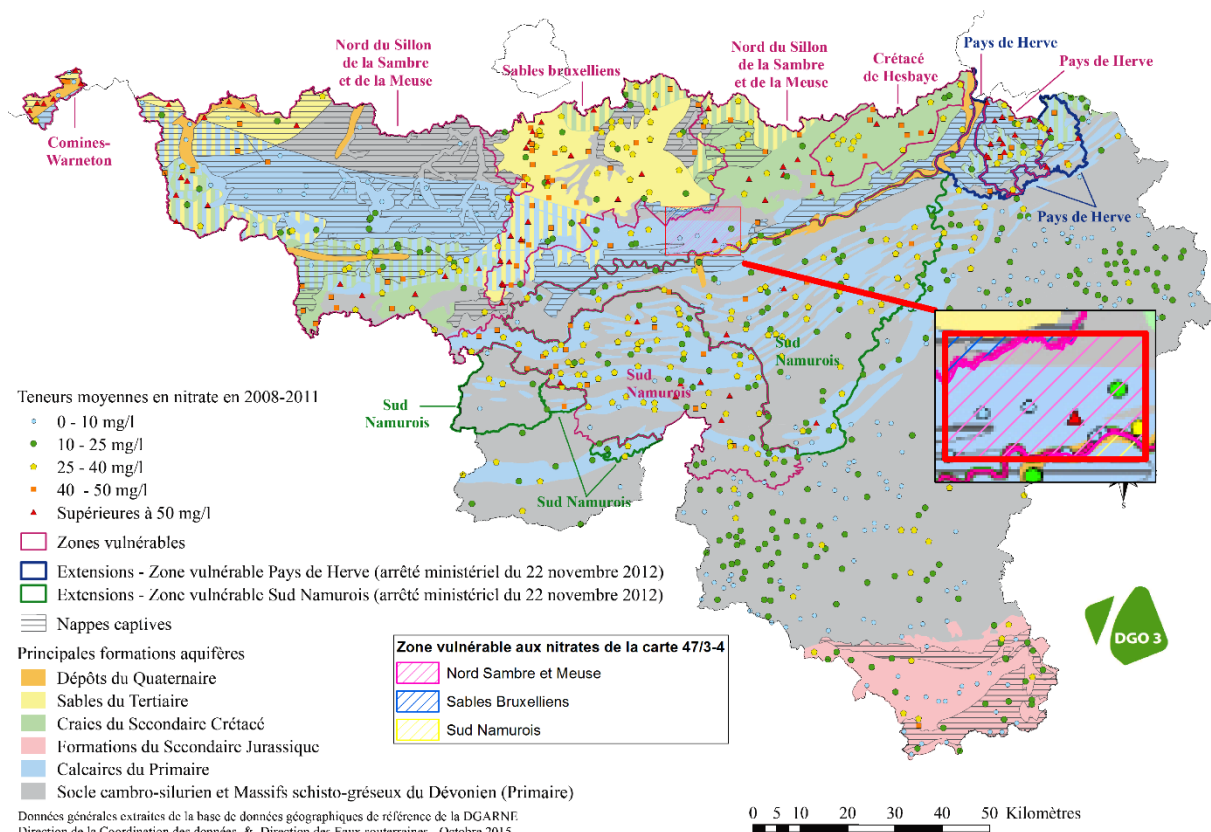


Figure V.3: Zones vulnérables aux nitrates arrêtées en Wallonie. Teneurs moyennes en nitrates entre 2008 et 2011. Localisation de la carte Namur – Champion (SPW-DGO3, 2015, modifié).

A l'état naturel, les eaux souterraines sont pauvres en nitrates ($\text{NO}_3 < 10 \text{ mg/l}$). On peut considérer qu'une teneur en nitrates supérieure à 10 mg/l traduit une influence anthropique significative. Les données relatives aux concentrations en nitrates relevées dans les puits de la carte Namur - Champion proviennent des banques de données BDHydro et CALYPSO. La Figure V.5 donne une idée des valeurs nitrates sur l'ensemble de la carte Namur - Champion. Sur la carte Namur – Champion, le réseau de surveillance de la Région wallonne montre qu'entre 2008 et 2011 (Figure V.3), (1) les teneurs en nitrates mesurées oscillent dans la majorité des cas entre 0 et 10 mg/l, (2) trois ouvrages du réseau de surveillance montrent une influence anthropique significative ($> 10 \text{ mg/l}$). Un ouvrage montre une teneur en nitrate comprise entre 10 et 25 mg/l, un autre entre 25 et 40 mg/l et le dernier présente des teneurs supérieures à 50 mg/l.

Les chroniques nitrates disponibles sont présentées à la Figure V.4. Il semble y avoir eu, pour les ouvrages PR1 CHAMPION et HALLET-B, une diminution des nitrates entre 2008 et 2013/2014. Depuis lors, pour ces ouvrages, les teneurs semblent à la hausse. Une nette cyclicité de l'évolution de la teneur en nitrate, qui pourrait être liée à la piézométrie, est à noter en ce qui concerne la nappe de l'Aquifère alluvial mais globalement les valeurs moyennes sont stables.

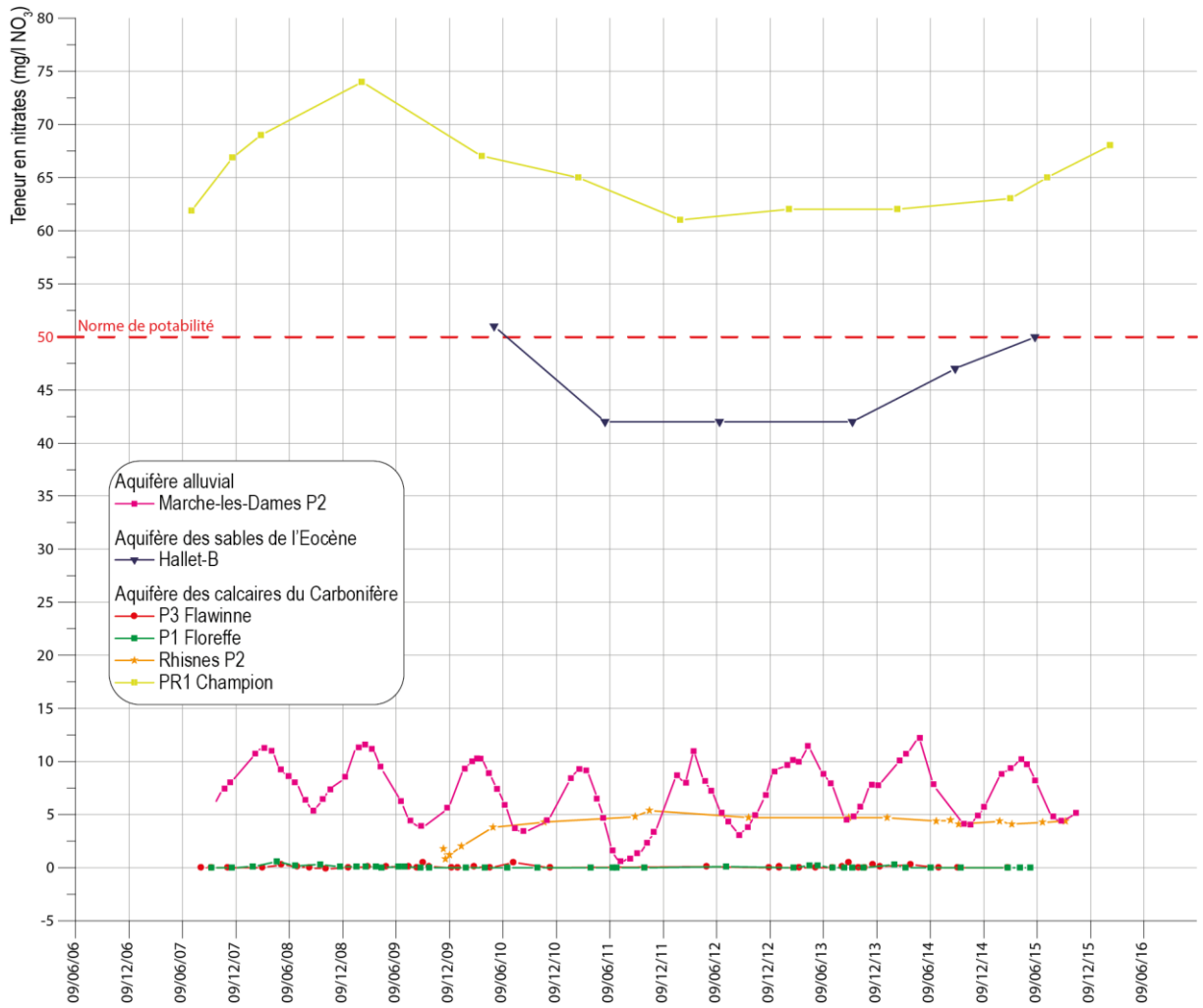


Figure V.4 : Fluctuation des teneur en nitrate de la nappe des calcaires du Carbonifère, des sables de l'Eocène et de la nappe alluviale de la Meuse entre 2007 et 2015.

V.3. PROBLÉMATIQUE DES MICROPOLLUANTS

Depuis quelques années, les micropolluants, dont font partie les pesticides et les métaux lourds, sont recherchés dans les eaux de distribution.

Les micropolluants présents dans l'eau comprennent une multitude de composés minéraux et organiques dont les effets sur les organismes vivants peuvent être toxiques à de très faibles concentrations (de l'ordre généralement du microgramme par litre) [...]. Les eaux souterraines sont, quant à elles, contaminées suite à l'infiltration des micropolluants dans le sol et le sous-sol. On distingue les apports ponctuels où les sources de pollution sont clairement identifiées (rejets industriels, pollution accidentelle, rejets des eaux usées domestiques), des sources diffuses liées principalement aux activités agricoles et aux retombées atmosphériques [...]. Plus de 400 substances font l'objet d'un suivi régulier dans les eaux wallonnes afin, notamment, de respecter les réglementations en vigueur. (Cellule Etat de l'Environnement Wallon, 2007).

V.3.1. Pesticides

Les sous-bassins hydrographiques où les apports en pesticides sont les plus importants (Escaut-Lys, Dyle-Gette, Dendre, Senne, Haine, Sambre et Meuse aval, [Figure V.6](#)) correspondent aux régions agricoles où les grandes cultures dominent (Campine hennuyère, Condroz et Régions limoneuses et sablo-limoneuses). Il est à remarquer que si plus de la moitié des pesticides est utilisée par les agriculteurs et les horticulteurs, un tiers l'est par les particuliers dans le cadre du jardinage.

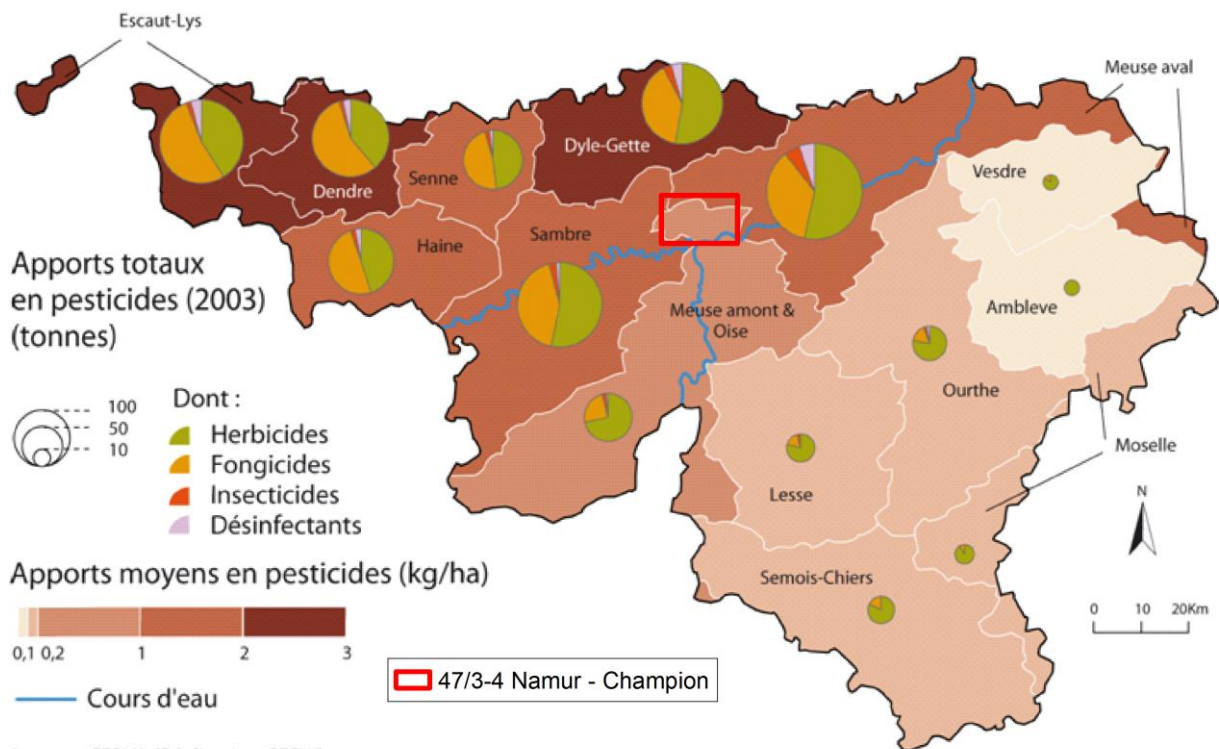


Figure V.6 : Apports totaux et moyens en pesticides, en tonnes pour l'année 2003, par sous-bassin hydrographique (CEEW, 2006-2007, SPW-DGO3-DEMNA-DEE, Carte Eau 4-1) et localisation de la carte de 47/3-4 Namur - Champion.

En 2003 (Figure V.6), la carte Namur – Champion présentait des apports moyens en pesticides essentiellement compris entre 0,2 et 1 kg/ha et minoritairement entre 1 et 2 kg/ha. La plus grande partie de ces pesticides sont des herbicides et des fongicides.

Il est à noter aussi que le taux total de pollution des eaux souterraines dépend des quantités de substances actives utilisées mais également des modes d'application et du devenir des molécules (produit de dégradation, rémanence). Lorsque les conditions d'utilisation sont respectées, 90 % des molécules non assimilées par la végétation peuvent être dégradées dans l'horizon superficiel du sol via des processus biologiques et physico-chimiques. Dans le cas d'utilisation sur des surfaces imperméables (asphalte, pavés, ...) ou semi-perméables (gravier, ballast, ...), 40 à 60 % des pesticides appliqués peuvent être entraînés par les eaux de ruissellement.

Parmi les herbicides, les plus problématiques sont l'**atrazine** et son principal métabolite (la déséthylatrazine), le **bentazone** et le **2,6-dichlorobenzamide**, produit de dégradation du **dichlobenyl**. L'atrazine, bien que définitivement interdite depuis septembre 2004, est le pesticide le plus communément détecté en concentrations élevées dans les eaux souterraines, en raison notamment de sa mobilité et de sa persistance dans les sols et les aquifères. Les distributeurs d'eau notent cependant une diminution progressive de la pollution à l'atrazine depuis 2002.

Le Tableau V.7 reprend, pour quelques ouvrages sollicitant l'Aquifère des calcaires du Carbonifère, l'Aquifère des calcaires du Frasnien, l'Aquifère des sables de l'Eocène et l'Aquifère alluvial de la Meuse, les pesticides les plus problématiques.

Ces analyses montrent peu de dépassements des normes de potabilité. Seul le puits PR1 CHAMPION, sollicitant la nappe des calcaires du Carbonifère, montre un fort dépassement de ces normes au niveau du Bentazone (587 ng/l) et du Chloridazon (302 ng/l) et une présence importante de Déséthylatrazine (60 ng/l). Les autres puits analysés sollicitant cette nappe ne montrent pas de problème lié aux pesticides. L'Aquifère alluvial semble par contre plus sensible à cette pollution sans pour autant dépasser les normes de potabilité.

Tableau V.7 : Teneurs en pesticides principaux (famille des herbicides) pour quelques captages et sources de la région de Namur - Champion.

<i>Paramètre</i>	<i>Unité</i>	<i>Norme</i>	<i>PR1 CHAMPION</i>	<i>PUITS BOIS DE NEVERLEE</i>	<i>P1- RHISNES</i>	<i>RHISNES PZ2</i>	<i>P2- FLAWINNE</i>	<i>CAPTAGE DE VEDRIN Gal_Frasnien</i>	<i>HALLET-B</i>	<i>P1- MARCHES- LES- DAMES</i>
Unité hydrogéologique			Aquifère des calcaires du Carbonifère					Aquifère des calcaires du Frasnien	Aquifère des sables de l'Eocène	Aquifère alluvial
Date			15/02/16	15/05/08	09/08/00	15/09/15	12/04/00	08/06/05	16/09/13	30/11/15
Atrazine	ng/l	100	16	<l.q.	<l.q.	1	<l.q.	<l.q.	<10	7
Simazine	ng/l	100	<10	<l.q.	<l.q.	<l.q.	<l.q.	<l.q.	<10	3
Déséthylatrazine	ng/l	100	60	<l.q.	<l.q.	1	<l.q.	<l.q.	<10	10
Déisopropylatrazine	ng/l	100	<10	<l.q.	<l.q.	<l.q.	<l.q.	<l.q.	<10	1
Chlortoluron	ng/l	100	<10	<l.q.	1	<l.q.	<l.q.	<l.q.	<10	4
Bentazone	ng/l	100	587	<l.q.	<l.q.	<l.q.	<l.q.	/	<10	4
Diuron	ng/l	100	<10	<l.q.	<l.q.	<l.q.	<l.q.	<l.q.	<10	12
Isoproturon	ng/l	100	<10	<l.q.	1	<l.q.	1	<l.q.	<10	7
Chloridazon	ng/l	100	302	<l.q.	<l.q.	<l.q.	<l.q.	<l.q.	<10	5
2,6 - dichlorobenzamide	ng/l	100	<10	<l.q.	/	<l.q.	/	/	<10	5
Bromacile	ng/l	100	<10	<l.q.	<l.q.	1	<l.q.	<l.q.	<10	1
Pesticides totaux	µg/l	0,5	/	/	/	0,004	/	/	/	0,082

V.3.2. Métaux

Les métaux représentent les micropolluants minéraux que l'on appelle aussi les éléments traces métalliques (ETM). Les principaux ETM que l'on trouve dans les eaux sont le cadmium (Cd), le plomb (Pb), le chrome (Cr), le mercure (Hg), l'arsenic (As), le cuivre (Cu), le zinc (Zn) et le nickel (Ni). Ces éléments sont présents naturellement dans les roches et les sols. Les concentrations actuelles résultent cependant pour la plupart de diverses activités humaines (sidérurgie, tannerie, transport routier, effluents agricoles...). Tous les hauts niveaux d'ETM ne sont pas le résultat d'une pollution mais peuvent résulter, dans certaines régions, du bruit de fond pédogéochimique (p. ex. : plomb dans la région de Plombières) ([CEEW, 2007](#)).

Les métaux lourds sont présents en quantités négligeables pour la plupart des captages. Les concentrations restent largement inférieures aux normes de potabilité, exception faite pour les puits exploitants la nappe captive des calcaires du Carbonifère (P1-Floreffe et P2-Flawinne) qui peuvent enregistrer des très forts dépassements en fer et manganèse (en rouge dans le [Tableau V.8](#)). Un traitement des eaux permet néanmoins d'éliminer facilement ces éléments indésirables.

Tableau V.8 : Teneurs en métaux lourds pour quelques ouvrages de la région de Namur – Champion.

			Aquifère des calcaires du Carbonifère							Aquifère des Calcaires du Frasnien	Aquifère des sables de l'Eocène	Aquifère alluvial
Paramètre	Unité	Norme	PUITS 2 DE LA FALIZE	PR1 CHAMPION	EXHAURE WARTET	PUITS BOIS DE NEVERLEE	RHISNES PZ2	P1-FLOREFFE	P2-FLAWINNE	CAPTAGE DE VEDRIN Gal_Frasnien	HALLET-B	P1-MARCHES-LES-DAMES
Date		AGW 15/01/04	27/11/07	10/03/15	31/03/10	15/05/08	15/09/15	18/05/15	03/03/99	08/06/05	16/09/13	30/11/15
Antimoine	µg/l	5	/	<1	<l.q.	0,8	0,1	<l.q.	0,2	/	<1	0,2
Arsenic	µg/l	10	/	<1	<l.q.	<l.q.	0,2	0,8	0,1	/	<1	0,9
Bore	µg/l	1000	/	<20	73	<6	9	17	10,7	24	<20	37
Cadmium	µg/l	5	/	0,16	<l.q.	<l.q.	0,1	<l.q.	<l.q.	<0,3	<0,03	<l.q.
Chrome (total)	µg/l	20	/	1,5	<l.q.	<l.q.	0,1	<l.q.	3,3	1,3	4,4	<l.q.
Cuivre	µg/l	100	/	<1	<l.q.	2,1	0,6	0,4	1,1	<1	5,5	1
Fer (total) dissous	µg/l	200	12	<u>162</u>	<10	23	11	2 175	2 296	68	55	16
Manganèse	µg/l	50	2	4,9	21	0,8	4,1	605,5	375	13,8	1,2	6,3
Mercure	µg/l	1	/	<0,05	<1	/	<l.q.	<l.q.	/	/	<0,05	<l.q.
Nickel	µg/l	20	/	2,7	<l.q.	<l.q.	1,5	<u>12,7</u>	<u>14,3</u>	<2	3,3	0,7
Plomb	µg/l	10	/	<1	5	<l.q.	0,2	<l.q.	<l.q.	0,53	<1	0,1
Sélénium	µg/l	10	/	1,14	<5	1,4	1,4	0,1	<l.q.	/	<1	0,2
Zinc	µg/l	200	/	27	20	32	69	8	1,9	15	19	10

V.4. QUALITÉ BACTÉRIOLOGIQUE

On trouve naturellement dans l'eau des microorganismes (bactéries, virus, protozoaires, ...), dont certains sont pathogènes pour l'homme. Dans les pays occidentaux, les problèmes liés à leur présence sont bien maîtrisés grâce aux contrôles de la qualité microbiologique de l'eau de distribution, et aux traitements de désinfection qui ont été systématisés dès le début du XXe siècle. La qualité microbiologique de l'eau est évaluée en mesurant la présence de bactéries indicatrices de contamination fécale (entérocoques, E. Coli, coliformes). Dans les eaux de surface, elles sont naturellement présentes en plus grand nombre que dans les eaux souterraines. Ainsi, seule la moitié des prélèvements d'eaux de surface présente avant traitement des teneurs en coliformes totaux correspondant à la meilleure classe de qualité SEQ Eau (maximum 50 unités par 100 ml), alors qu'ils sont plus de 98 % pour les eaux issues de puits forés. La législation actuelle impose l'absence (0 unités formant colonies/100 ml) de ces bactéries indicatrices dans l'eau de distribution, ce qui nécessite des traitements de désinfection (CEEW, 2007).

Sur la carte Namur - Champion, la plupart des ouvrages testés montrent la présence de germes et de bactéries à des niveaux très différents (Tableau V.9). Si pour la plupart des ouvrages il s'agit de faibles excès par rapport aux normes, il en va très différemment des puits EXHAURE WARTET et surtout du puits PR1 CHAMPION. Au vu des analyses disponibles, la nappe des calcaires du Carbonifère semble nettement plus sensible aux pollutions bactériologiques.

Les pollutions dans l'eau sont généralement liées aux traitements d'épandage de tous ordres, principalement dans l'agriculture et aux déversements d'industries de fabrication et de conditionnement mais également de particuliers. Les puits domestiques exploitant généralement des nappes peu profondes, sont moins bien protégés contre les infiltrations de surface.

Tableau V.9 : Analyses microbiologiques de quelques ouvrages de la région de Namur - Champion.

			BATI DE SUARGEON	HALLET- B	EXHAURE WARTET	PR1 CHAMPION	PUITS BOIS DE NEVERLEE	RHISNES PZ2	P1- FLOREFFE	P1-MARCHES-LES- DAMES
Paramètre	Unité	Norme	Aquifère des sables de l'Eocène		Aquifère des calcaires du Carbonifère					Aquifère alluvial
Date	/	/	04/04/02	16/09/13	31/03/10	10/03/15	15/05/08	15/09/15	18/05/15	30/11/2015
Coliformes totaux	Colonies/100 ml	0	0	0	15	1 181	0	0	0	0
Entérocoques	Colonies/100 ml	0	/	0	1	1 060	0	0	0	0
Escherichia Coli	Colonies/100 ml	0	/	0	0	1	0	0	0	0
Germes totaux à 22 °C	Colonies/100 ml	100	2	/	210	/	61	0	0	1
Germes totaux à 36 °C	Colonies/100 ml	0	1	4	2	2 000	6	1	/	1

V.5. ETAT DES MASSES D'EAU SOUTERRAINE

Le texte qui suit est un résumé non exhaustif du chapitre « Etat des lieux en 2008 des masses d'eau souterraine » du document « ETAT DES NAPPES D'EAU SOUTERRAINE DE LA WALLONIE⁸ » publié par la Direction de l'Etat environnemental et la Direction des eaux souterraines du Service Public de Wallonie.

La directive 2006/118/CE relative à la protection des eaux souterraines contre la pollution et la détérioration a été transposée aux articles R.43ter du Code de l'eau. Ce texte précise les objectifs environnementaux énoncés pour les eaux souterraines par la Directive cadre de l'eau (DCE).

En ce qui concerne le bon état chimique, la composition de l'eau souterraine, mesurée aux différents points du réseau principal de surveillance, doit être telle que les concentrations de polluants respectent les normes de qualité et les valeurs seuils inscrites à l'annexe XIV du Code de l'eau (Tableau V.10).

Tableau V.10 : Valeurs seuils des paramètres chimiques intervenant dans la dégradation des masses d'eau souterraine

(<http://environnement.wallonie.be/legis/Codeenvironnement/codeeaucoordonne.htm#AnnexeXIV>).

Polluant	Norme ou Valeur seuil
Nitrates	50 mg/l
Substances actives des pesticides, ainsi que les métabolites et produits de dégradation et de réaction pertinents	0,1 µg/l 0,5 µg/l (total)
Ammonium	0,5 mg NH ₄ /l
Antimoine	5 µg/l
Arsenic	10 µg/l
Cadmium	5 µg/l
Chlorures	150 mg/l
Chrome	50 µg/l
Cuivre	100 µg/l
2,6-dichlorobenzamide (BAM)	0,2 µg/l
Mercure	1 µg/l
Nickel	20 µg/l
Phosphore total	1,15 mg/l P ₂ O ₅
Plomb	10 µg/l
Sulfates	250 mg/l
Trichloréthylène	10 µg/l
Tétrachloréthylène	10 µg/l
Zinc	200 µg/l

Sur cette base, l'état global des 33 masses d'eau souterraine de la Région wallonne vient d'être évalué pour la première fois, à l'aide des résultats accumulés entre 2005 et 2008 sur le réseau de surveillance DCE. En matière de nitrates, les résultats du survey nitrate (950 sites) permettent de conforter le diagnostic. Les masses d'eau classées en mauvais état l'ont été pour cause de nitrates (7), combinaison pesticides et nitrates (3), autres polluants (2) ou de prélèvements excessifs (1). Les causes de la dégradation des eaux souterraines ont été regroupées comme suit :

⁸ <http://environnement.wallonie.be/de/eso/atlas/index.htm>

L'agriculture, dont les pressions peuvent être diffuses ou ponctuelles et qui provoquent des altérations en nitrates principalement, en pesticides secondairement ;

L'industrie (toutes catégories d'entreprises), dont les pressions sont considérées comme ponctuelles et qui provoquent des altérations en macro-polluants, des risques d'introduction de micropolluants (métaux, composés organiques) et des risques quantitatifs (industrie extractive) ;

La **force motrice dite collective** réunit les ménages et les services liés à la population au sens large (approvisionnement en eau, assainissement, transports, urbanisation, espaces verts, ...); l'approvisionnement en eau peut provoquer des risques quantitatifs ; les autres secteurs cités peuvent émettre des macro-polluants et des pesticides de manière considérée comme diffuse.

Enfin, les sites contaminés, anciennes décharges et autres sites à réhabiliter, sont réunis dans la **force motrice dite historique** ; il s'agit de sources de micropolluants vers les eaux souterraines, dont la propagation éventuelle est à contrôler.

L'impact chimique de l'agriculture demeure clairement la grande problématique pour les eaux souterraines en Wallonie. Toutefois, aucune force motrice n'est à négliger. La **Figure V.7** indique l'état des masses d'eau en fonction des causes de leur dégradation. En 2008, seulement 45 % des masses d'eau souterraine de Wallonie ont été jugées en bon état et sans risque de détérioration. Les plans de gestion de la Directive cadre de l'eau visent à amener cette proportion à 70% d'ici 2015.

Sur la carte Namur – Champion (**Figure V.7**) :

- La masse d'eau du « Socle du Brabant » (RWE160) est en « Bon état 2008 sans détérioration observée » ;
- La masse d'eau des « Calcaires du bassin de la Meuse bord Nord » (RWM011) est en « Bon état 2008 avec risques qualitatifs et quantitatifs ». Les causes des dégradations sont principalement dues à la collectivité et aux industries ;
- La masse d'eau des « Calcaires du bassin de la Meuse bord Sud » (RWM012) est en « Bon état 2008 avec risques qualitatifs » ;
- La masse d'eau des « Sables et Craies du bassin de la Meuse » (RWM041) est en « Mauvais état 2008 sur le plan chimique. Les causes des dégradations sont principalement dues à l'agriculture ;
- La masse d'eau des « Alluvions et graviers de Meuse » (RWM072) est en « Bon état 2008 avec risques quantitatifs ». Les causes des dégradations sont principalement dues aux industries.

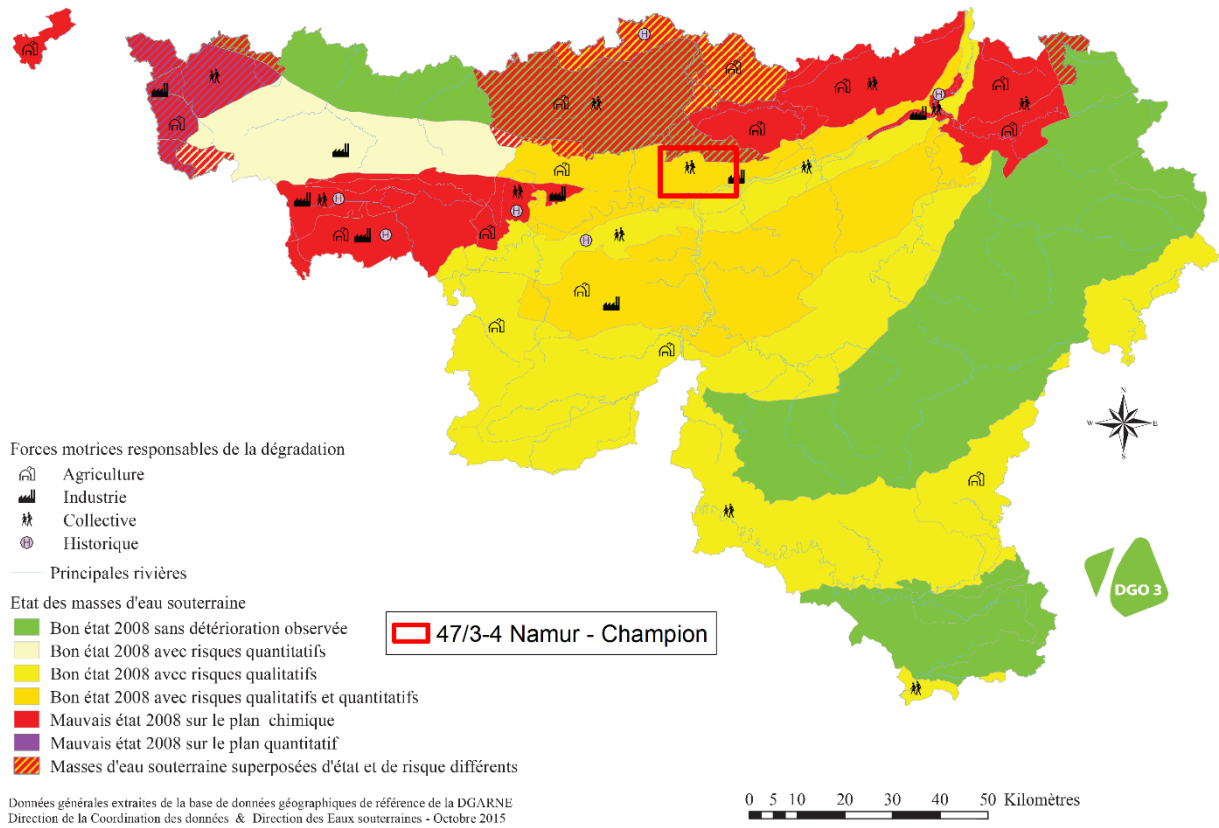


Figure V.7 : Localisation de la carte Namur – Champion sur la carte de « l'Etat des masses d'eau souterraine pour l'année 2008 et causes de leur dégradations » (Etat des nappes d'eau souterraine, 2015, http://environnement.wallonie.be/de/eso/atlas/figures/c5_5.gif).

VI. EXPLOITATION DES AQUIFÈRES

La planche Namur - Champion compte 328 ouvrages⁹ dont 14 sont destinés à la distribution publique d'eau potable. Le **Tableau VI.1** résume la répartition des ouvrages entre les différentes nappes. Au moins 4 ouvrages sollicitent simultanément deux unités hydrogéologiques, le plus souvent l'Aquifère des alluvions de la Meuse et l'Aquifère des calcaires du Carbonifère. Un nombre important d'ouvrages (64), dont la profondeur est indéterminée, n'a pu être rattaché à un aquifère. Il est à noter que l'attribution des ouvrages dont la profondeur est comprise entre 1 et 15 m n'est pas toujours sûre du fait de la présence d'une couche de limon discontinue d'une épaisseur atteignant régulièrement les 10 m et pouvant dépasser les 20 m à certains endroits.

Tableau VI.1 Distribution des ouvrages entre les différentes nappes de la carte Namur - Champion.

Aquifère	Nombre d'ouvrage
Aquifère des calcaires du Carbonifère	100
Aquifère indéterminé	64
Aquifère alluvial	64
Aquifère-Aquitard-Aquiclude du socle cambro-silurien	53
Aquitard limoneux	12
Aquifère des calcaires du Frasnien	10
Aquifère des sables de l'Eocène	6
Aquitard à niveaux aquifères du Givetien	3
Aquiclude à niveaux aquifères du Houiller	4
Aquifère des grès du Famennien	4
Aquiclude du Frasnien	4
Nappe de remblais	1

Les volumes présentés dans ce chapitre sont extraits de la base de données de la Région Wallonne. Malheureusement, l'encodage de ces volumes d'eau n'est pas complet. Ceci concerne principalement les petits exploitants et donc les petits volumes (< 3 000 m³/an) ; les puits des particuliers et des agriculteurs n'étant pas tous pourvus d'un compteur. Les volumes destinés à la distribution publique d'eau ainsi que ceux destinés aux industries, agriculteurs, particuliers (autres volumes) sont ceux de l'année 2016.

L'exploitation d'une prise d'eau souterraine est soumise à de nombreux aléas et peut donc être variable. Les contraintes techniques de l'ouvrage, l'activité économique liée à ce captage, l'évolution des conditions hydrogéologiques de la nappe sollicitée et les éventuelles pollutions peuvent influencer les capacités de production. La présentation des volumes moyens prélevés sur la *Carte des volumes*, correspond à la moyenne des cinq dernières années (2012-2016) encodées par l'administration sur base des déclarations des titulaires de

⁹ Dont 127 piézomètres.

prise d'eau. Ces volumes moyennés illustrent de manière plus réaliste l'exploitation des eaux souterraines sur la carte étudiée. Attention cependant que ces valeurs moyennes ne sont pas représentatives du potentiel d'exploitation ni de la sollicitation réelle des nappes mais reflètent l'importance d'un site d'exploitation pendant les cinq années considérées. Il se peut que certaines d'entre elles soient des années sans prélèvement.

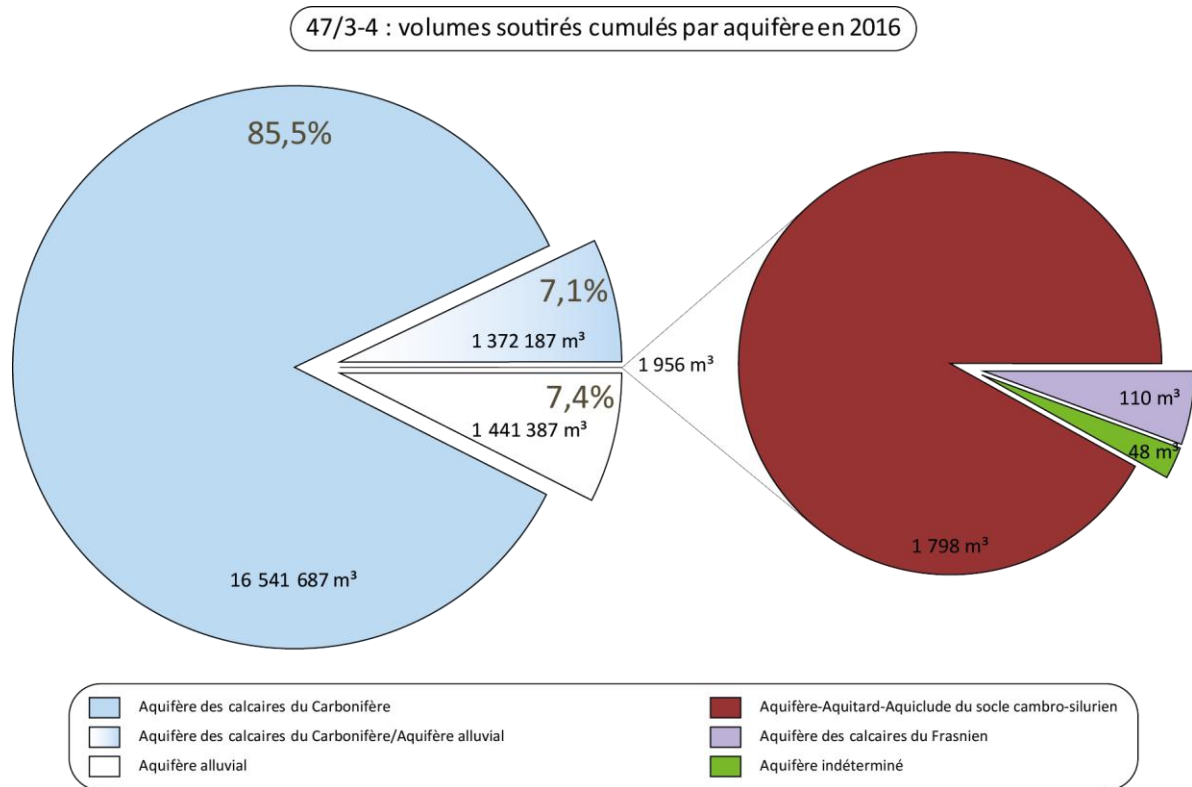


Figure VI.1 : Volumes extraits en 2016, tant par les sociétés de distribution publique d'eau potable que par les particuliers, dans les différentes nappes aquifères exploitées de la carte Namur – Champion.

En 2016, la principale nappe exploitée sur la carte de Namur - Champion est celle des calcaires du Carbonifère avec plus de 85,5 % des volumes extraits (Figure VI.1), soit 16 541 687 m³. La nappe des alluvions de la Meuse est la deuxième nappe la plus sollicitée mais il est difficile d'estimer précisément le volume extrait en 2016 puisque cet aquifère est exploité simultanément avec celui des calcaires du Carbonifère. Au moins 1 441 387 m³, soit 7,4 % du volume totale de la carte 47/3-4, ont été prélevés exclusivement dans l'Aquifère alluvial et 1 372 187 m³ ont été soutirés simultanément dans l'Aquifère alluvial et dans l'Aquifère des calcaires du Carbonifère, soit 7,1 % du volume total de la carte 47/3-4.

Les volumes extraits dans les autres nappes sont anecdotiques en comparaison de ceux extraits dans l'Aquifère des calcaires du Carbonifère et même dans l'Aquifère alluvial avec moins de 0,01 % des volumes totaux extraits sur la carte 47/3-4 (Figure VI.1).

Entre 2012 et 2016 les volumes moyens annuels prélevés sont représentatifs de ceux prélevés en 2016. La quasi-totalité des volumes extraits provient de l'Aquifère des calcaires du Carbonifère et de l'Aquifère alluvial de la Meuse. Le reste montre que d'autres aquifères

sont sollicités, notamment l'Aquifère des grès Famennien, l'Aquiclude à niveaux aquifères du Houiller, l'Aquifère des sables de l'Eocène ou l'Aquitard limoneux.

VI.1. VOLUMES PRÉLEVÉS POUR LA DISTRIBUTION PUBLIQUE

Les captages de la carte Namur – Champion appartiennent aux sociétés de distribution publique d'eau SWDE et VIVAQUA.

Le **Tableau VI.2** reprend la liste des captages qui font ou ont fait l'objet d'une exploitation sur la carte Namur - Champion. Ils sont localisés de façon synthétique sur la **Figure VIII.2** (voir **Zones de protection**, p. 124). Les volumes prélevés par les exploitants peuvent varier fortement d'une année à l'autre (allant d'un arrêt temporaire à une exploitation intense du captage).

Trois captages pour la distribution publique d'eau potable font partie des principales prises d'eau de la Région Wallonne (**Figure VI.2**) : la galerie de VEDRIN de VIVAQUA et les puits Marche-les-Dames P3 et P7-Beez de la SWDE.

La galerie de VEDRIN, qui sollicite l'Aquifère des calcaires du Carbonifère, a prélevé 9 807 737 m³ en 2016 (**Figure VI.3**). Les puits Marche-les-Dames P3 et P7-Beez n'ont, en 2016, pas dépassé le million de m³/an mais ont tout de même atteint respectivement 750 822 et 702 931 m³.

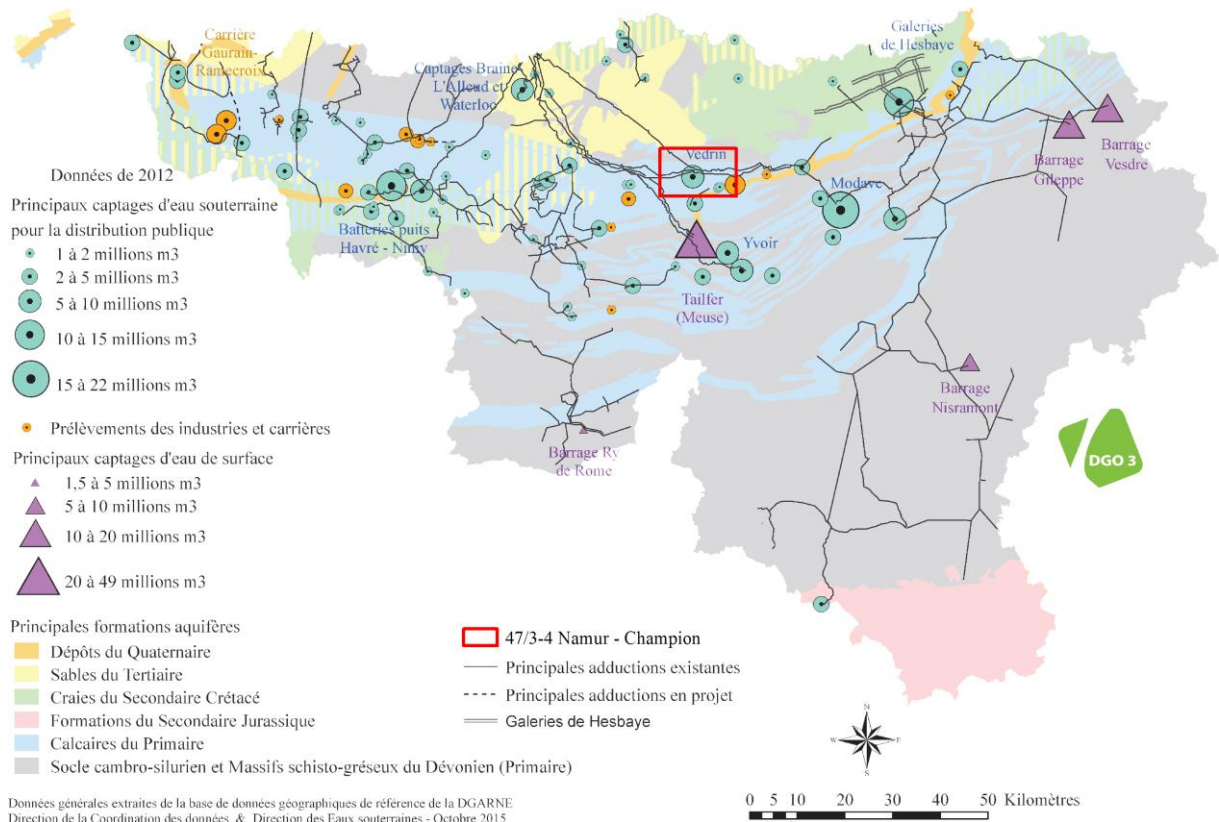


Figure VI.2 : Les principales prises d'eau en Wallonie et localisation de la carte Namur - Champion.

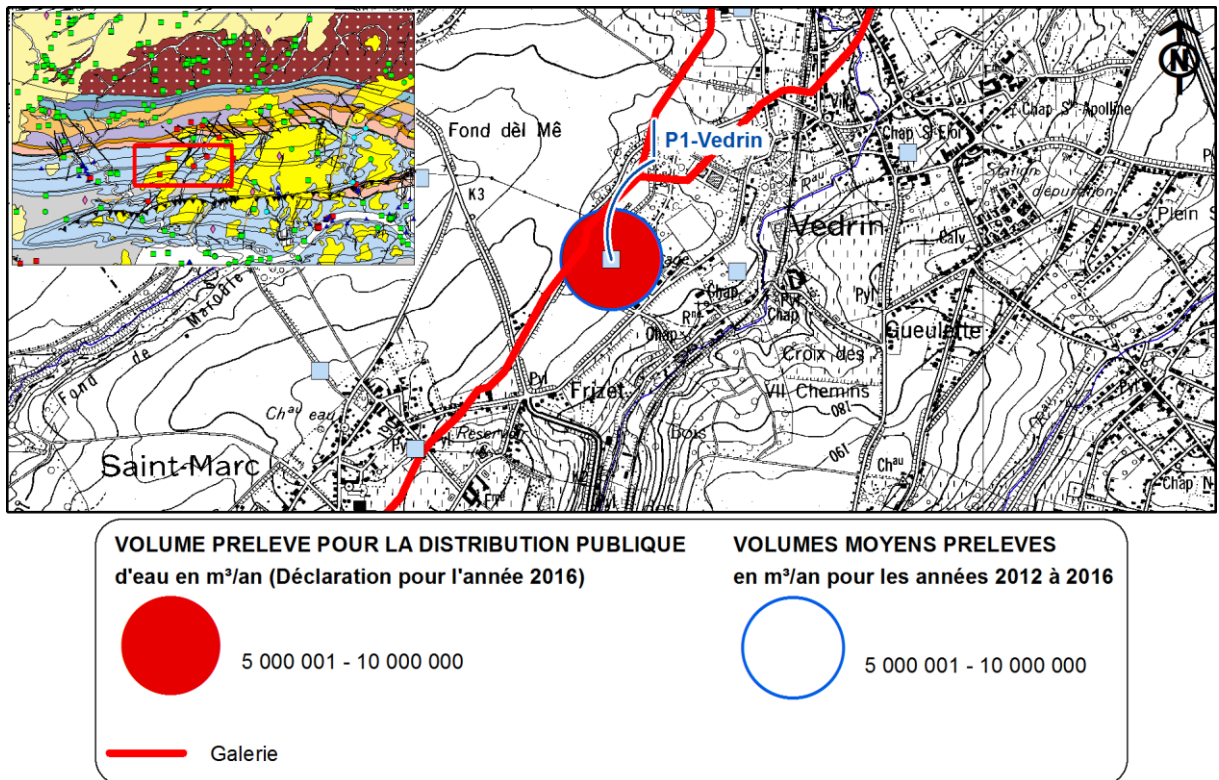


Figure VI.3 : Volumes 2016, volumes moyens de 2012 à 2016 et localisation du captage de Vedrin (Galerie).

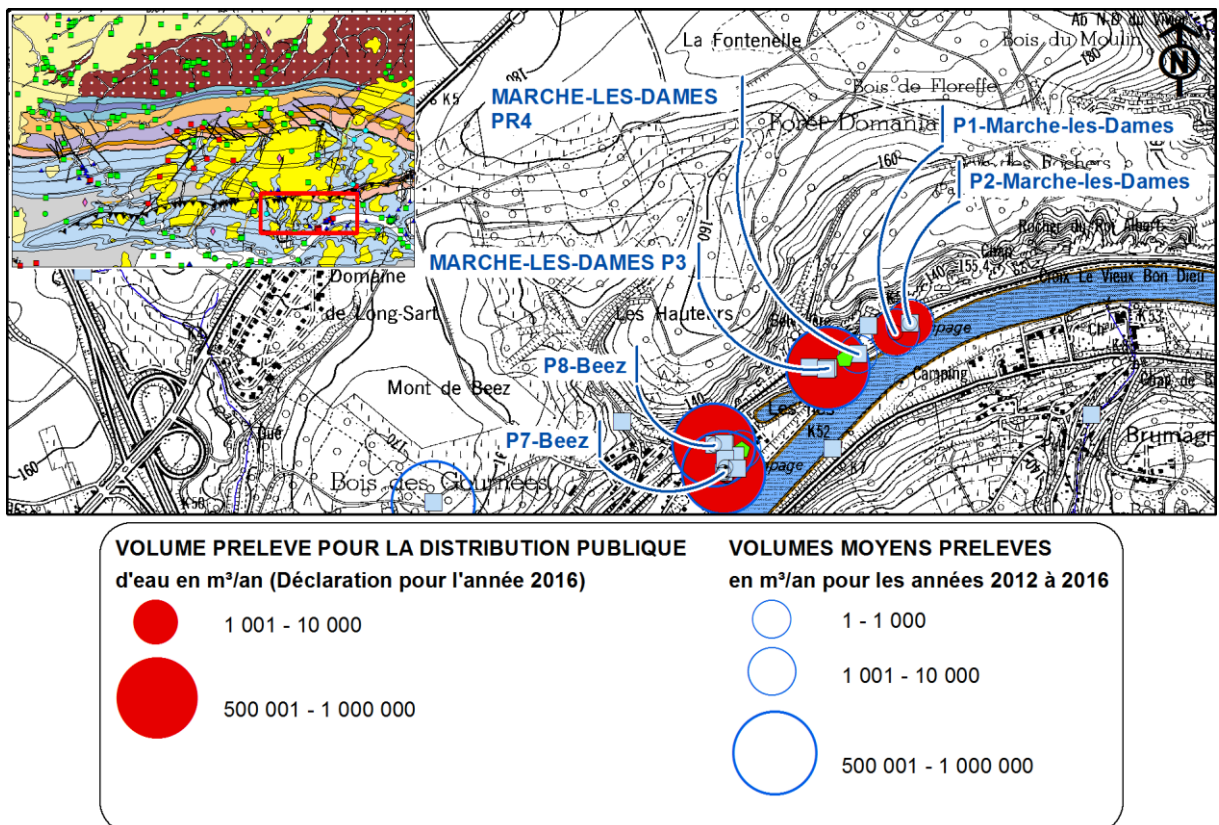


Figure VI.4 : Volumes 2016, volumes moyens de 2012 à 2016 et localisation des captages de Beez et de Marche-les-Dames.

La batterie d'ouvrages du captage de Marche-les-Dames (Figure VI.4) sollicite simultanément l'Aquifère alluvial et celui des calcaires du Carbonifère. La somme des volumes prélevés en 2016 par les ouvrages actifs de ce captage s'élève à 753 288 m³.

La batterie d'ouvrages du captage de Beez (Figure VI.4) sollicite simultanément l'Aquifère alluvial et celui des calcaires du Carbonifère. La somme des volumes prélevés en 2016 par les ouvrages actifs de ce captage s'élève à 1 370 813 m³.

Dans le détail pour 2016, les volumes inférieurs à 500 000 m³ se répartissent comme suit :

1. volumes compris entre 1 et 1 000 m³/an :
 - le puits FLAWINNE P2 (SWDE) (Figure VI.5) avec 2 m³ et sollicitant l'Aquifère des calcaires du Carbonifère ;
 - le puits P3-FLAWINNE (SWDE) (Figure VI.5) avec 118 m³ et sollicitant l'Aquifère des calcaires du Carbonifère ;
2. volumes compris entre 1 001 et 10 000 m³/an :
 - le puits P2-MARCHE-LES-DAMES (SWDE) (Figure VI.4) avec 1 374 m³ et sollicitant simultanément l'Aquifère alluvial de la Meuse et l'Aquifère des calcaires du Carbonifère ;
 - le puits P1-MARCHE-LES-DAMES (SWDE) (Figure VI.4) avec 1 092 m³ et sollicitant l'Aquifère alluvial de la Meuse.
3. volumes compris entre 100 001 et 500 001 m³/an :
 - le puits RHISNES P2 (SWDE) (Figure VI.6) avec 344 041 m³ et sollicitant l'Aquifère des calcaires du Carbonifère.

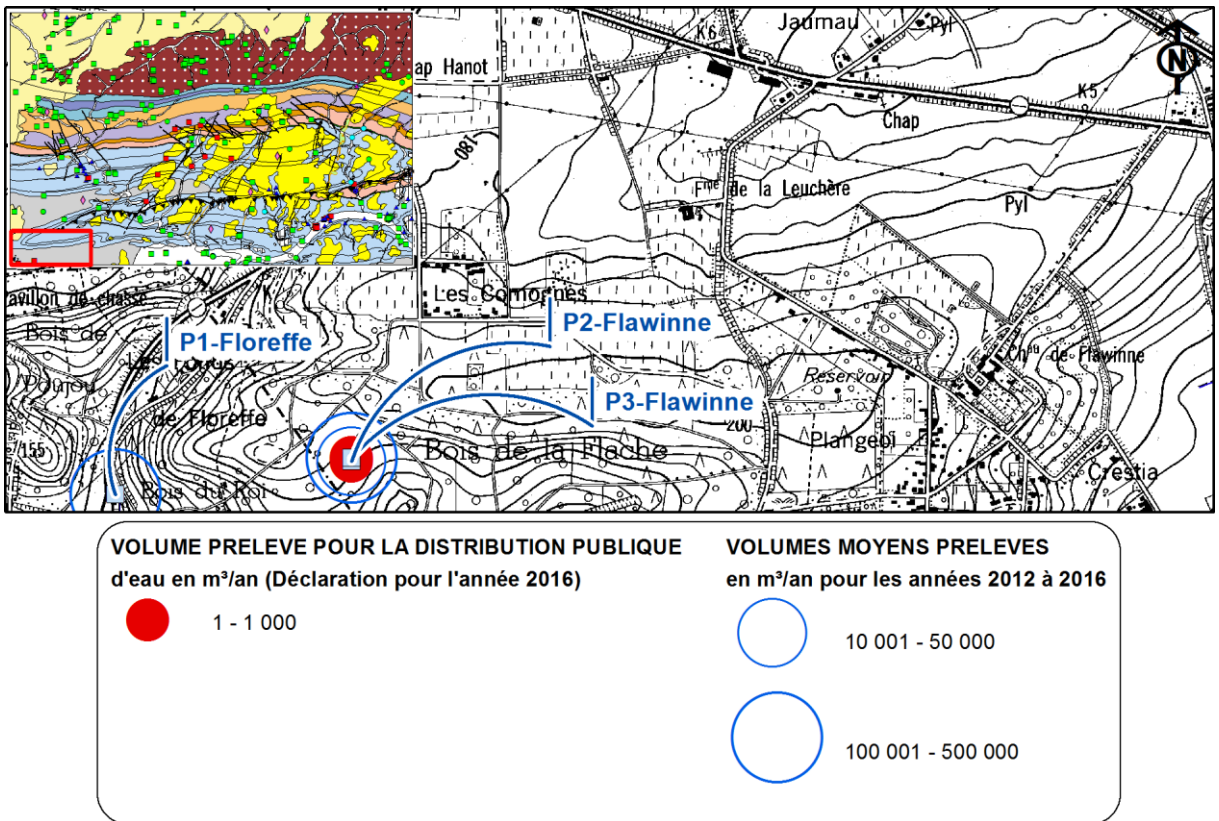


Figure VI.5 : Volumes 2016, volumes moyens de 2012 à 2016 et localisation des captages P2- et P3-Flawinne et P1-Floreffe.

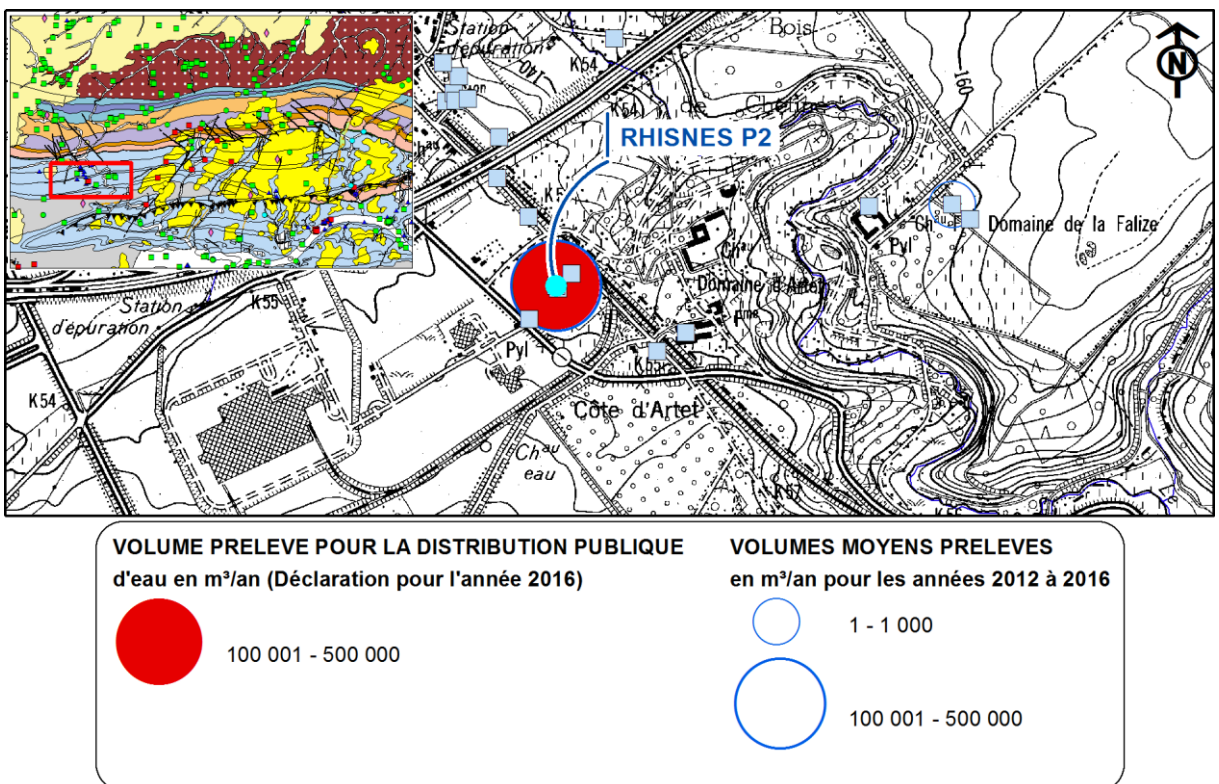


Figure VI.6 : Volumes 2016, volumes moyens de 2012 à 2016 et localisation du captage Rhisnes P2.

Tableau VI.2 : Liste des captages qui ont fait et/ou font encore l'objet d'une exploitation par un distributeur publique d'eau potable sur la carte Namur - Champion. Les volumes indiqués sont soit les plus importants extraits et/ou les plus récents connus.

NOM	TYPE	ANNEE	VOLUME	EXPLOITANT
HALLET-A	Puits	2010	169	HALLET J-L
		1992	2 980	
HALLET-B	Puits	2010	96	HALLET J-L
		2002	198	
MARCHE-LES-DAMES P3	Puits	2016	750 822	SWDE
		2013	1 142 419	
MARCHE-LES-DAMES PR4	Puits	2015	1 014	SWDE
		2010	134 147	
P1-FLOREFFE	Puits	2015	91 350	SWDE
		2004	585 615	
P1-MARCHE-LES-DAMES	Puits	2016	1 092	SWDE
		2000	672 160	
P1-RHISNES	Puits	2000	219 855	SWDE
		1991	703 826	
P1-VEDRIN	Puits sur galerie par pompage	2016	9 807 737	VIVAQUA
		2003	12 783 111	
P2-FLAWINNE	Puits	2016	2	SWDE
		1999	380 420	
P2-MARCHE-LES-DAMES	Puits	2016	1 374	SWDE
		1996	723 665	
P3-FLAWINNE	Puits	2016	118	SWDE
		2009	783 921	
P7-BEEZ	Puits	2016	702 931	SWDE
		1995	2 686 227	
P8-BEEZ	Puits	2016	667 882	SWDE
		2004	809 653	
RHISNES P2	Puits	2016	344 041	SWDE
		2011	745 768	

VI.2. VOLUMES PRÉLEVÉS PAR LES PARTICULIERS

Parmi les ouvrages privés ayant soutiré, en 2016, des volumes supérieurs à 3 000 m³/an (Figure VI.7) citons tout particulièrement les ouvrages suivants :

- Le puits EXHAURE DU SITE DE WARTET, de la SA Dolomies de Marche-les-Dames avec 5 284 734 m³ et sollicitant l'Aquifère des calcaires du Carbonifère ;
- Le puits EXHAURE CARRIERE DE BEEZ, de la S.A. CBR - AGGREGATES ACTIVITY avec 1 794 133 m³ et sollicitant l'Aquifère des calcaires du Carbonifère ;
- Le puits EN RIVER, appartenant également à la SA Dolomies de Marche-les-Dames, avec 69 482 m³ et sollicitant l'Aquifère alluvial de la Meuse.

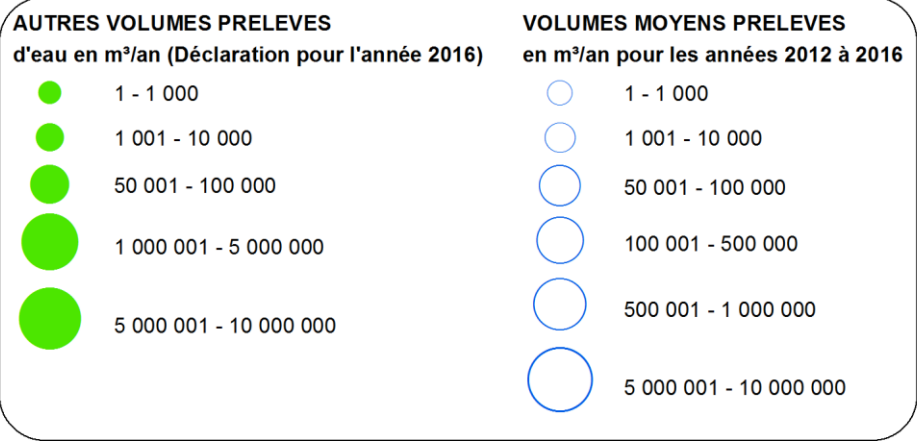
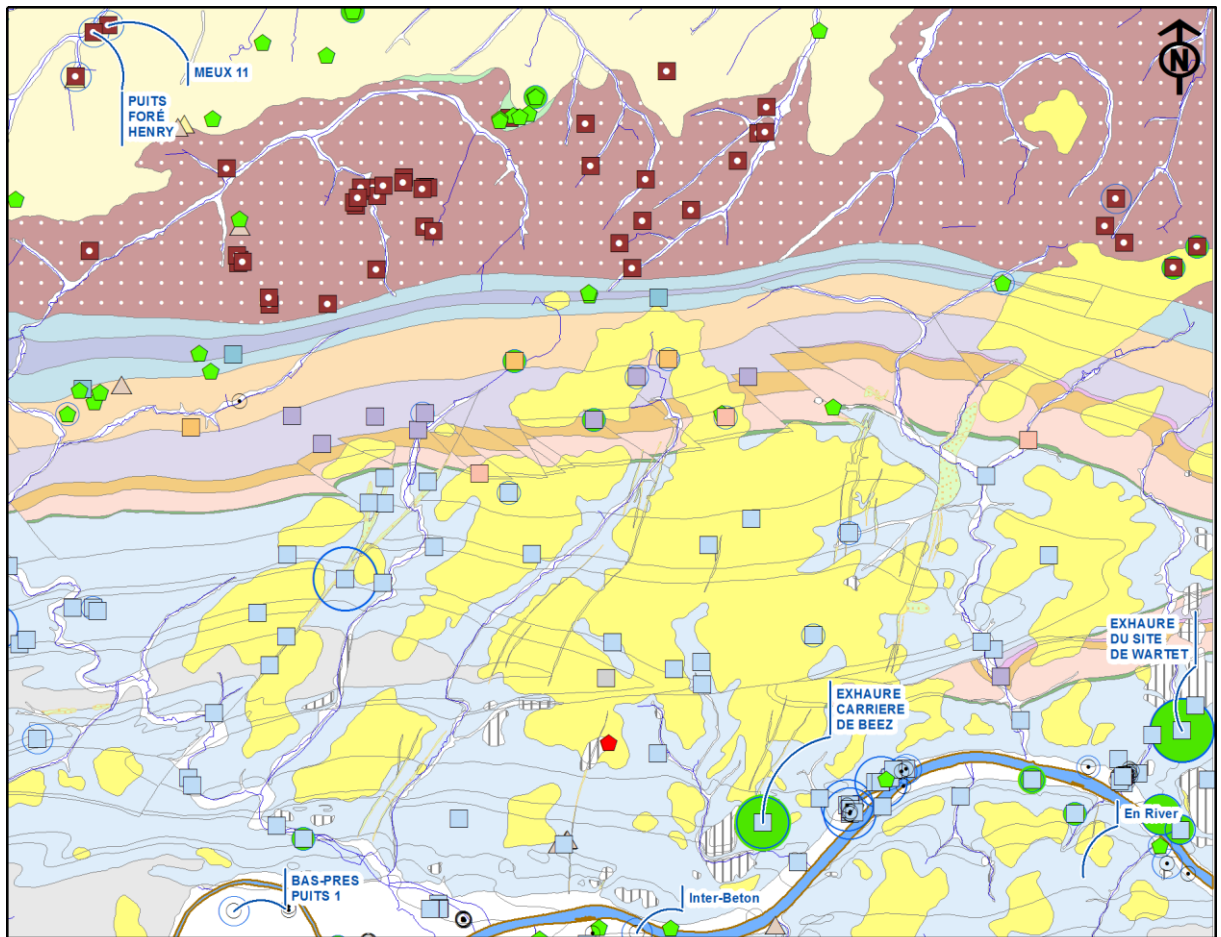


Figure VI.7 : Localisation des ouvrages privés soutirant des volumes supérieurs à 3 000 m³/an en 2016.

VII. PARAMÈTRES D'ÉCOULEMENT ET DE TRANSPORT

VII.1. PARAMÈTRES D'ÉCOULEMENT

L'objectif des tests sur le terrain (essais de pompage, tests d'injection, traçages...) est souvent de définir les caractéristiques hydrauliques de l'aquifère à l'aide de méthodes d'interprétation basées sur des solutions analytiques simplifiées ou sur la calibration de modèles numériques. Les principaux paramètres caractérisant l'écoulement d'eau souterraine et le transport de solutés sont respectivement, la conductivité hydraulique¹⁰ (K), le coefficient d'emmagasinement spécifique (S_s), la porosité effective (ou efficace) de drainage (n_e), la porosité effective de transport et la dispersivité longitudinale.

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

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

Les valeurs des paramètres peuvent varier suivant les échelles d'investigation. On parlera de valeurs à l'échelle macroscopique pour les essais réalisés sur échantillons en laboratoire, par comparaison aux valeurs à l'échelle mégascopique relatives aux zones investiguées lors d'essais menés sur le terrain.

Vu la multitude et la complexité des méthodes et concepts utilisés pour leur définition et leur détermination, la description détaillée de ces notions sort du cadre de cette notice. Nous invitons le lecteur à consulter le site internet de la carte hydrogéologique de Wallonie¹¹. Les concepts majeurs de l'hydrogéologie y sont abordés de manière simplifiée et quelques références bibliographiques y sont renseignées.

¹⁰ La conductivité hydraulique ou plus simplement la perméabilité d'un aquifère est son aptitude à se laisser traverser par un fluide (eau) sous l'effet d'un gradient hydraulique.

¹¹ <http://environnement.wallonie.be/cartosig/cartehydrogeo/concepts.htm>

A titre indicatif, les **Tableau VII.1** et **Tableau VII.2** présentent quelques valeurs de conductivité hydraulique selon le type de terrain (roche meuble ou indurée, lithologie, degré de fissuration...).

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

K en m/s	10	1	10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻³	10 ⁻⁴	10 ⁻⁵	10 ⁻⁶	10 ⁻⁷	10 ⁻⁸	10 ⁻⁹	10 ⁻¹⁰	10 ⁻¹¹
Granulométrie homogène	gravier pur				sable pur		sable très fin			limons		argile	
Granulométrie variée	gravier gros&moy		gravier et sable			sable et limons argileux							

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

Lithologie		K (m/s)
Granites et Gneiss	avec fissures	1×10 ⁻⁷ – 1×10 ⁻⁴
	sans fissure	1×10 ⁻¹⁴ – 1×10 ⁻¹⁰
Basaltes	avec fissures	1×10 ⁻⁷ – 1×10 ⁻³
	sans fissure	1×10 ⁻¹² – 1×10 ⁻⁹
Quartzites	avec fissures	1×10 ⁻⁷ – 1×10 ⁻⁴
	sans fissure	1×10 ⁻¹² – 1×10 ⁻⁹
Shales (argilites)		1×10 ⁻¹³ – 1×10 ⁻⁹
Schistes (argilites schistosées)		1×10 ⁻⁹ – 1×10 ⁻⁵
Calcaires	karstifiés	1×10 ⁻⁵ – 1×10 ⁻¹
	avec fissures	1×10 ⁻⁹ – 1×10 ⁻³
	sans fissure	1×10 ⁻¹² – 1×10 ⁻⁹
Grès	avec fissures	1×10 ⁻⁵ – 1×10 ⁻³
	sans fissure	1×10 ⁻⁹ – 1×10 ⁻⁵
Craies		1×10 ⁻⁶ – 1×10 ⁻³
Tufs volcaniques		1×10 ⁻⁷ – 1×10 ⁻³
Graviers		1×10 ⁻⁴ – 1×10 ⁻¹
Sables		1×10 ⁻⁶ – 1×10 ⁻²
Sils, limons		1×10 ⁻⁹ – 1×10 ⁻⁴
Argiles et limons		1×10 ⁻¹³ – 1×10 ⁻⁷

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

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

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

VII.1.1. Aquifère des calcaires du Carbonifère

Plusieurs ouvrages sur la carte Namur - Champion sollicitant la nappe des calcaires du Carbonifère ont fait l'objet d'essais de pompage : P2-Flawinne et P3-Flawinne.

En 1979-80, au NO de Flawinne dans le Bois du Roi et le Bois de la Flache, a été foré le puits P2-FLAWINNE (Figure VII.1), sur lequel des essais de pompage ont été réalisés (SWDE RT n°2, 1980). Ce puits sollicite une épaisseur de 62 m de l'Aquifère des calcaires du Carbonifère. Ces essais de pompage ont permis de :

- déterminer des valeurs de transmissivité (Tableau VII.4) pour les ouvrages considérés, soit $1,35 \times 10^{-3}$ à $1,50 \times 10^{-3}$ m²/s pour le P1-FLOREFFE et $3,9 \times 10^{-2}$ à $4,0 \times 10^{-2}$ m²/s pour le P2-FLAWINNE ;
- déduire des valeurs de conductivité hydraulique (Tableau VII.4), soit $1,9 \times 10^{-5}$ à $2,1 \times 10^{-5}$ m/s pour le P1-FLOREFFE et $6,3 \times 10^{-4}$ à $6,5 \times 10^{-4}$ m/s pour le P2-FLAWINNE.

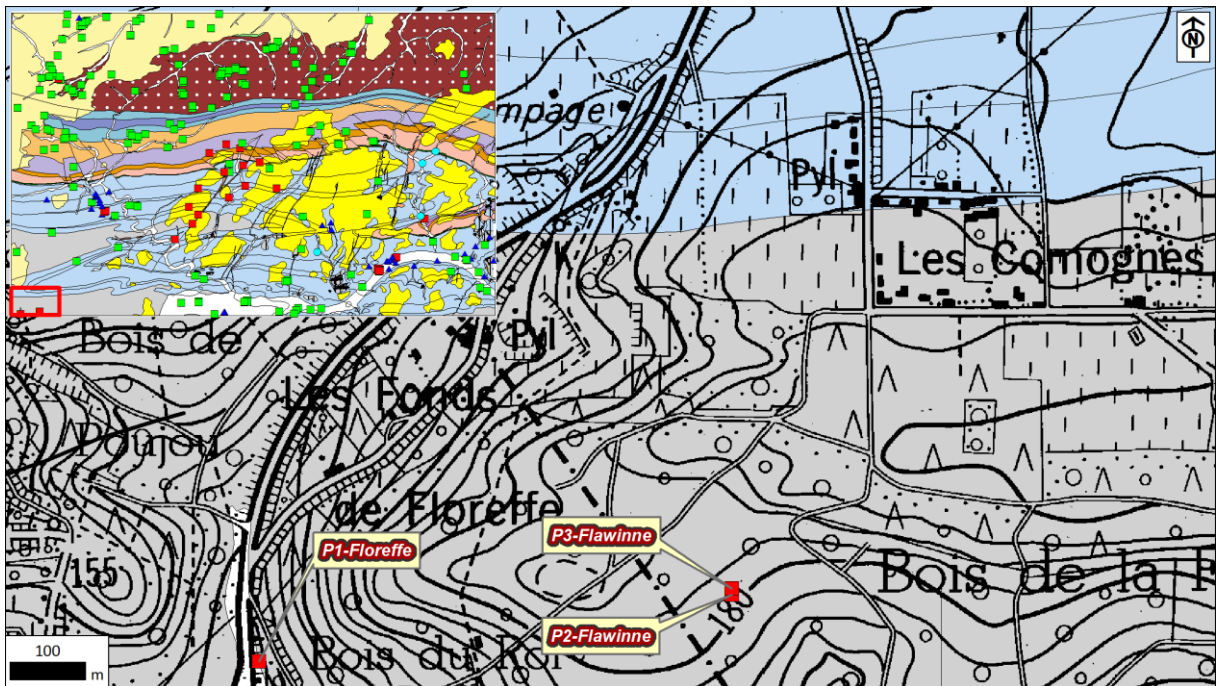


Figure VII.1 : Localisation des ouvrages P1-Floreffe, P2 et P3-Flawinne

En 1996, au NW de Flawinne dans le Bois de la Flache, a été foré le puits P3-FLAWINNE (Figure VII.1), sur lequel des essais de pompage ont été réalisés (SWDE RT n°71, 1997). Ce puits sollicite sur une épaisseur de 60 m l'Aquifère des calcaires du Carbonifère. Ces essais de pompage ont permis de :

- démontrer la captivité, à cet endroit, de la nappe des calcaires carbonifères sous les schistes houillers, dont le coefficient d'emmagasinement a été estimé à $7,3 \times 10^{-2}$;
- déterminer une valeur de transmissivité (Tableau VII.4) pour l'ouvrage considéré ; soit $2,4 \times 10^{-2} \text{ m}^2/\text{s}$;
- déduire une valeur de conductivité hydraulique (Tableau VII.4), soit $4,0 \times 10^{-4} \text{ m/s}$.

Tableau VII.4 : Perméabilité et transmissivité de l'Aquifère des calcaires du Carbonifère

Lieu	Ouvrage	K (m/s)	T (m ² /s)	Epaisseur considérée (m)	Référence
Bois de la Flache	P2-FLAWINNE	$6,3 \times 10^{-4}$ à $6,5 \times 10^{-4}$	$3,9 \times 10^{-2}$ à $4,0 \times 10^{-2}$	62	SWDE RT n°2, 1980
Bois de la Flache	P3-FLAWINNE	$4,0 \times 10^{-4}$	$2,4 \times 10^{-2}$	60	SWDE RT n°71, 1997

VII.1.2. Aquifère des sables de l'Eocène

L'Aquifère des sables bruxelliens a été étudié à l'échelle régionale dans le cadre d'une étude financée par la Région Wallonne sur les ressources en eaux du Brabant Wallon (IBW, 1987). Les résultats de cette étude sur l'ensemble du Brabant Wallon ont montré que les conductivités hydrauliques varieraient entre $1,4 \times 10^{-6} \text{ m/s}$ et $6 \times 10^{-3} \text{ m/s}$.

Des essais de pompage plus récents ont été réalisés ponctuellement sur plusieurs sites de la carte de Wavre - Chaumont-Gistoux (*Ruthy et al., 2016*), les résultats sont résumés dans le **Tableau VII.5**.

Tableau VII.5 : Conductivité hydraulique et transmissivité de l'Aquifère des sables de l'Eocène

Lieu	Ouvrage	K (m/s)	T (m ² /s)	Epaisseur considérée (m)	Référence
Hèze	PR2b	$3,8 \times 10^{-5}$ à $3,1 \times 10^{-4}$	$6,0 \times 10^{-4}$ à $5,0 \times 10^{-3}$	16	S.W.D.E., fév. 1998
Hèze	PR3b	$3,0 \times 10^{-4}$ à $9,7 \times 10^{-4}$	$4,7 \times 10^{-3}$ à $1,5 \times 10^{-2}$	15,5	S.W.D.E., fév. 1998
Hèze	PR4b	$1,1 \times 10^{-4}$ à $1,6 \times 10^{-3}$	$2,0 \times 10^{-3}$ à $3,0 \times 10^{-2}$	19	S.W.D.E., fév. 1998
Limal	Captage de Limal (Château d'eau)	$9,2 \times 10^{-4}$ à $3,7 \times 10^{-3}$	$5,5 \times 10^{-3}$ à $2,2 \times 10^{-2}$	6	BCG, juin 2009

VII.1.3. Aquifère alluvial de la Meuse

Un grand nombre d'ouvrages sur la carte Namur - Champion sollicitent l'Aquifère alluvial de la Meuse. Certains d'entre eux ont fait l'objet d'essais de pompage comme le puits P1-MARCHE-LES-DAMES¹². Ce dernier, foré à Marche-les-Dames en 1997, a fait l'objet d'une réhabilitation (*Figure VII.2, p. 117*) ayant donné lieu à des essais de pompages (*SWDE RT n°92, 1997*) dont les résultats sont résumés au **Tableau VII.6**. Ce puits sollicite sur une épaisseur de 7,08 m l'Aquifère alluvial de la Meuse, composé principalement de graviers. Les essais ont permis de :

- déterminer des valeurs de transmissivité au droit de cet ouvrage, soit $1,0 \times 10^{-2}$ à $2,0 \times 10^{-2}$ m²/s ;
- déduire des valeurs de conductivité hydraulique, soit $1,4 \times 10^{-4}$ à $2,8 \times 10^{-4}$ m/s.

En 1995, huit piézomètres (PZ8 à PZ15) ont été forés dans les alluvions de la Meuse à Jambes (*SWDE RT, jan. 1998*), situé au sud de la carte Namur - Champion sur la carte Malonne - Naninne 47/7-8 (*Figure VII.3, p. 118*) et ont fait l'objet d'essais de pompage (**Tableau VII.6**). Ces piézomètres recoupent l'entièreté des alluvions de la Meuse (environ 12 m), constituées de graviers additionnés d'argile, de limon ou de sable.

Tableau VII.6 : Conductivité hydraulique et transmissivité des ouvrages exploitant l'Aquifère alluvial de la Meuse et l'Aquifère des calcaires du Carbonifère

Lieu	Ouvrage	K (m/s)	T (m ² /s)	Epaisseur considérée (m)	Référence
Marche-les-Dames	P1-MARCHE-LES-DAMES	$1,4 \times 10^{-4}$ à $2,8 \times 10^{-4}$	$1,0 \times 10^{-2}$ à $2,0 \times 10^{-2}$	7,08	SWDE RT n°92, 1997
Jambes	PZ8 à PZ15	$3,9 \times 10^{-5}$ à $2,0 \times 10^{-2}$	$3,5 \times 10^{-4}$ à $1,8 \times 10^{-1}$	9	SWDE RT, jan. 1998

¹² Cet ouvrage était initialement foré à travers les alluvions de la Meuse et les calcaires carbonifères sur une profondeur de 22 m. Par après, ce forage de reconnaissance a été rebouché par cimentage à la profondeur de 13 m. Seuls les derniers 30 cm sont encore dans les calcaires du Carbonifère, c'est pourquoi il a été considéré que les résultats des essais de pompage ne concernaient que l'Aquifère alluvial.

VII.1.4. « Complexe aquifère »

Plusieurs ouvrages, sur la carte Namur – Champion, sollicitent deux unités hydrogéologiques simultanément. Certains d'entre eux ont fait l'objet d'essais de pompage. Deux cas se présentent :

- les ouvrages sollicitant à la fois l'Aquifère alluvial de la Meuse et l'Aquifère des calcaires du Carbonifère sous-jacent ; P2-MARCHE-LES-DAMES, P7-BEEZ, P8-BEEZ, PR4-BEEZ. Ces ouvrages sont localisés sur la [Figure VII.2](#) ;
- les ouvrages sollicitant à la fois l'Aquiclude à niveaux aquifères du Houiller et l'Aquifère des calcaires du Carbonifère sous-jacent ; P1-FLOREFFE. Cet ouvrage est localisé sur la [Figure VII.1](#).

A Marche-les-Dames, en 1997, la réhabilitation du puits P2-MARCHE-LES-DAMES ([Figure VII.2](#)) a donné lieu à des essais de pompages ([SWDE RT n°93, 1997](#)) dont les résultats sont résumés au [Tableau VII.6](#). Ces derniers ont permis de :

- déterminer des valeurs de transmissivité au droit de cet ouvrage, soit $3,9 \times 10^{-2}$ à $4,8 \times 10^{-2}$ m²/s ;
- déduire des valeurs de conductivité hydraulique, soit $3,5 \times 10^{-3}$ à $4,3 \times 10^{-3}$ m/s pour une hauteur crépinée de 11,2 m.

A Beez, de nouveaux puits furent forés dans la plaine alluviale de la Meuse ([Figure VII.2](#)) en 1983 (P7-BEEZ et PR4-BEEZ, [SWDE RT n°7, 1983](#)) et en 1992 (P8-BEEZ, [SWDE RT n°23, 1992](#)). Il est intéressant de noter que ces ouvrages sollicitent l'Aquifère alluvial de la Meuse par le biais d'une zone crépinée, de 3-4 m de hauteur, disposée non pas dans les alluvions mais dans la partie sommitale des calcaires carbonifères, entre 1 m et 3 m sous les alluvions. Ces ouvrages ont, de plus, une zone crépinée plus bas dans l'Aquifère des calcaires du Carbonifère, d'une hauteur de 30 m pour le P7-BEEZ et de 28 m pour le P8-BEEZ. Les essais de pompages réalisés ont permis de :

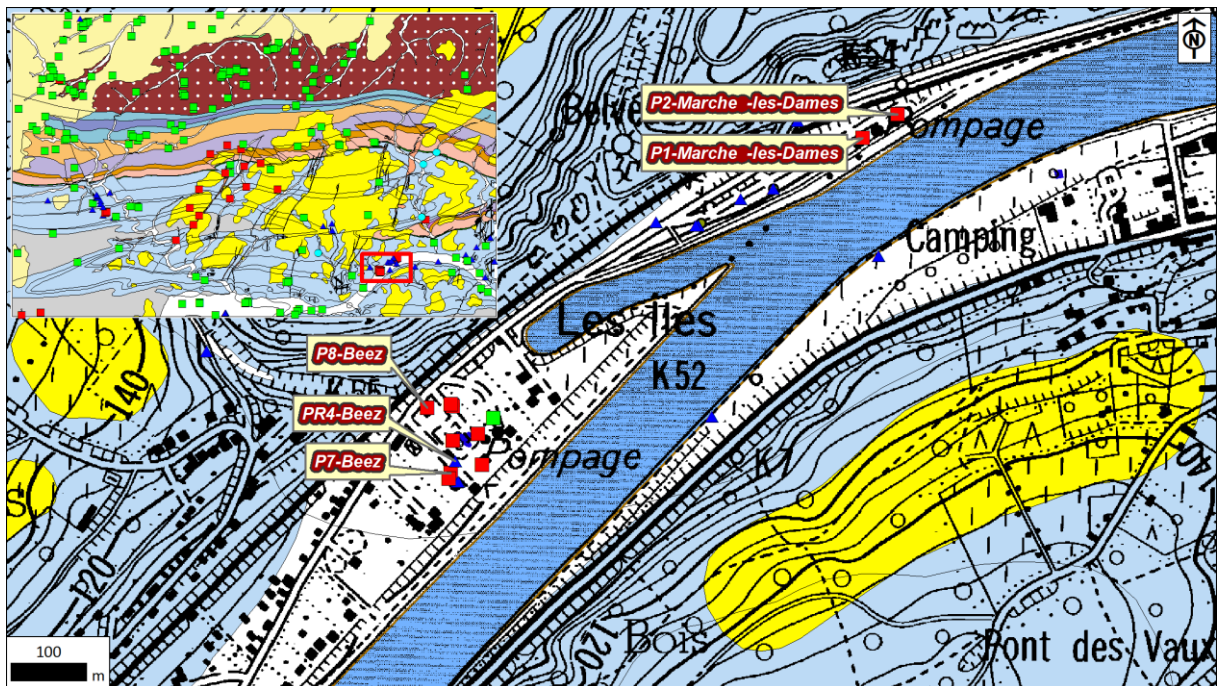
- déterminer une valeur de transmissivité au droit de ces ouvrages, soit une transmissivité moyenne de $3,41 \times 10^{-2}$ m²/s ;
- déduire une valeur de conductivité hydraulique, soit $1,07 \times 10^{-3}$ m/s.

En 1979-80, au NW de Flawinne dans le Bois du Roi et le Bois de la Flache, a été foré le puits P1-FLOREFFE, sur lequel des essais de pompage ont été réalisés ([SWDE RT n°2, 1980](#)). Ce puits sollicite sur épaisseur de 25 m l'Aquiclude à niveaux aquifère du Houiller et sur 45 m l'Aquifère des calcaires du Carbonifère. Ces essais de pompage ont permis de :

- déterminer des valeurs de transmissivité ([Tableau VII.6](#)) pour l'ouvrage considéré, soit $1,35 \times 10^{-3}$ à $1,50 \times 10^{-3}$ m²/s ;
- déduire des valeurs de conductivité hydraulique ([Tableau VII.6](#)), soit $1,9 \times 10^{-5}$ à $2,1 \times 10^{-5}$ m/s.

Tableau VII.7 : Conductivité hydraulique des ouvrages exploitant à la fois l'Aquifère alluvial de la Meuse et l'Aquifère des calcaires du Carbonifère

Lieu	Ouvrage	T (m ² /s)	K (m/s)	Epaisseur considérée (m)	Référence
Marche-les-Dames	P2-MARCHE-LES-DAMES	$3,9 \times 10^{-2}$ à $4,8 \times 10^{-2}$	$3,5 \times 10^{-3}$ à $4,3 \times 10^{-3}$	11,2	SWDE RT n°93, 1997
Beez	P7-BEEZ	$0,89 \times 10^{-2}$ à $2,52 \times 10^{-2}$	$2,7 \times 10^{-4}$ à $7,7 \times 10^{-4}$	32	SWDE RT n°7, 1983
Beez	P8-BEEZ	$3,41 \times 10^{-2}$	$1,07 \times 10^{-3}$	32	SWDE RT n°23, 1992
Beez	PR4-BEEZ	$0,7 \times 10^{-2}$ à $1,75 \times 10^{-2}$	$1,4 \times 10^{-4}$ à $3,4 \times 10^{-4}$	32	SWDE RT n°7, 1983
Bois du Roi	P1-FLOREFFE	$1,9 \times 10^{-5}$ à $2,1 \times 10^{-5}$	$1,35 \times 10^{-3}$ à $1,50 \times 10^{-3}$	70	SWDE RT n°2, 1980

**Figure VII.2 : localisation des puits P1-Marche-les-Dames, P2-Marche-les-Dames, P7-Beez, P8-Beez et PR4-Beez sollicitant simultanément l'Aquifère alluvial de la Meuse et l'Aquifère des calcaires du Carbonifère.**

VII.2. PARAMÈTRES DE TRANSPORT

Les paramètres de transport renseignent sur la vitesse à laquelle une substance (un éventuel polluant ou un traceur) va se déplacer dans le sous-sol à la faveur des circulations d'eaux souterraines. Ces paramètres sont généralement déterminés à partir d'essais de traçage qui consistent à injecter un traceur dans la nappe et à observer sa restitution en un autre point de la nappe (par exemple un captage). La courbe de restitution permet de connaître les temps de transfert du traceur et de calculer les principaux paramètres de transport : porosité efficace, effet de retard, dispersivités transversales et longitudinales. Ces deux dernières permettent notamment d'estimer la manière dont le nuage de polluant va évoluer dans la nappe au cours du temps.

Aucun traçage n'est connu sur la carte 47/3-4 mais plusieurs essais de traçage ont été réalisés sur des ouvrages sollicitant l'Aquifère alluvial à Jambes, sur la carte Malonne – Naninne 47/7-8, située au sud de la carte Namur – Champion (Figure VII.3). Les résultats sont résumés dans le Tableau VII.8.

VII.2.1. Aquifère alluvial

En 1995, des essais de traçage (SWDE RT n°95-3, 1995) ont été réalisés sur le site d'exploitation de Jambes, situé sur la carte 47/7-8 Malonne – Naninne, au sud de la carte Namur - Champion. Les puits de Jambes sollicitent la nappe des graviers de la Meuse. Quatre traceurs distincts ont été injectés dans les piézomètres Pz3, 4, 7, 8, 9 à 12 avec récupération des traceurs dans les puits P2, 3, 4, 5, 6 et 7. Les résultats les plus représentatifs ont été repris dans le Tableau VII.8. Tous ces traçages ont été positifs.

Les traçages à courtes distances, <35 m (Pz8, 9 et 10), ont donné des vitesses de première arrivée (V_{max}) importantes comprises entre 9,2 et 38 m/h ainsi que des vitesses modales (V_{mod}) supérieure à 1 m/h tandis que les traçages à plus longues distances (Pz11) ont donné des vitesses de première arrivée beaucoup plus faibles comprises entre 0,3 et 0,4 m/h et des vitesses modales comprises entre 0,2 et 0,3 m/h. Les dispersivités longitudinales déduites des modélisations (SWDE RT n°95-3, 1995) sont comprises entre 5 et 25 m et les dispersivités transversales entre 0,3 et 1 m.

Ces valeurs très variables de dispersivités longitudinales sont caractéristiques d'un milieu hétérogène, typique des alluvions (chenaux).

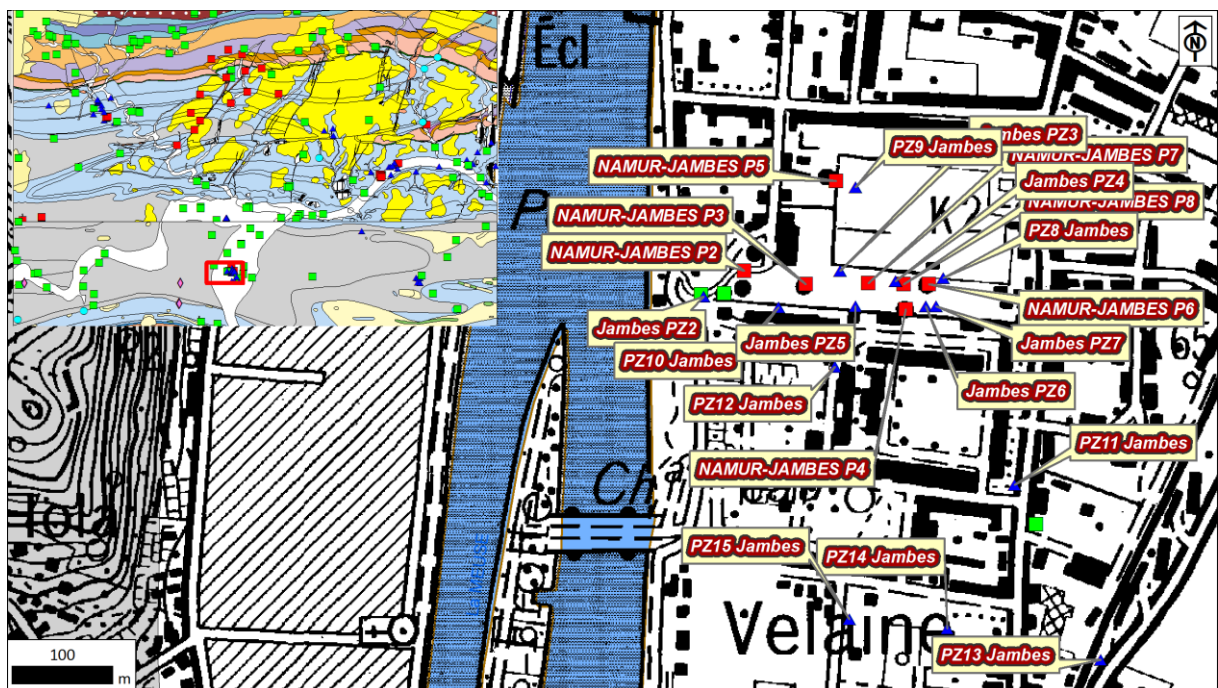


Figure VII.3 : Localisation des ouvrages du captage de Jambes sur la carte Malonne – Naninne 47/7-8.

Tableau VII.8 : Résumé des essais de traçage réalisés sur le site de captage de Jambes sollicitant l'Aquifère alluvial sur la carte Malonne – Naninne (47/7-8).

Injection	Récup.	Dist. (m)	Heure d'injection	Traceur	Masse du traceur (g)	Durée (mois)	Résultat	t _{mod} (minutes)	V _{max} (m/s)	V _{mod} (m/s)	Réf.
Pz8	P6	13	10h40	LiCl	7 000	1	Pos.	455	9,17	1,97	SWDE RT n°95-3, 1998
Pz9	P5	19	16h00	Uranine	150	1	Pos.	245	37,9	4,65	
Pz10	P3	35	15h15	LiCl	20 000	1	Pos.	220	21,0	9,54	
Pz11	P4	207	9h20	Uranine	2 500	3	Pos.	44 615	0,44	0,27	

VIII. ZONES DE PROTECTION

VIII.1. CADRE LÉGAL

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

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

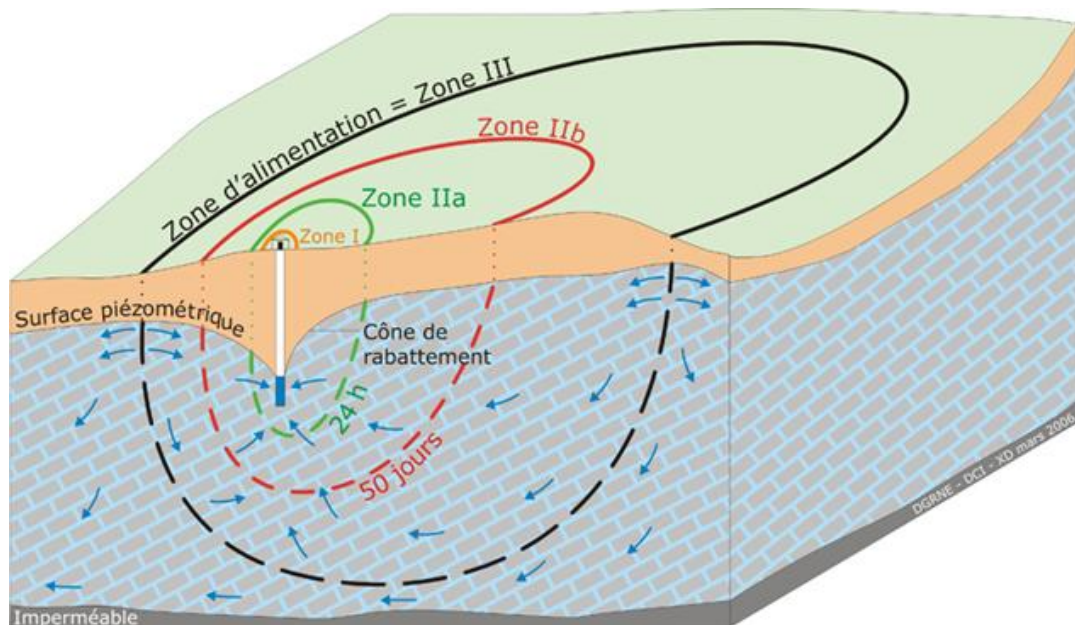


Figure VIII.1 : Zones de protection en Région Wallonne (source : <http://environnement.wallonie.be/de/eso/atlas/index.htm>).

VIII.1.1. Zone de prise d'eau ou zone I

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

¹³ Arrêté de l'Exécutif régional wallon du 14 novembre 1991 relatif aux prises d'eau souterraines, aux zones de prise d'eau, de prévention et de surveillance et à la recharge artificielle des nappes d'eau souterraine, abrogé par l'arrêté du GW du 3 mars 2005 relatif au livre II du code de l'Environnement, contenant le Code de (M.B. du 12/04/2005, p. 15068).

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

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

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

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

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

A défaut de données suffisantes permettant de définir la zone IIa selon le critère des temps de transfert, la législation suggère de délimiter la zone IIa par une ligne située à une distance horizontale minimale de 35 mètres à partir des installations de surface, dans le cas d'un puits, et par deux lignes situées à 25 mètres au minimum de part et d'autre de la projection en surface de l'axe longitudinal dans le cas d'une galerie. En milieu karstique, tous les points préférentiels de pénétration (doline et pertes) dont la liaison avec le captage est établie sont classés en zone IIa.

2. La zone de prévention éloignée (zone IIb) : zone comprise entre le périmètre extérieur de la zone IIa et une ligne située à une distance de l'ouvrage de prise d'eau correspondant à un temps de transfert de l'eau souterraine jusqu'au captage égal à 50 jours dans le sol saturé.

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

- 100 m pour les formations aquifères sableuses ;
- 500 m pour les formations aquifères graveleuses ;
- 1 000 m pour les formations aquifères fissurés ou karstiques.

VIII.1.3. Zone de surveillance ou zone III

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

Les limites de ces zones (I, II, III) peuvent coïncider avec des repères ou des limites topographiques naturels ou artificiels, rendant leur identification sur le terrain plus aisée.

VIII.1.4. Mesures de protection

Diverses mesures de protection ont été définies par les autorités compétentes pour les différentes zones. Ces mesures concernent notamment l'utilisation et le stockage de produits dangereux, d'engrais ou de pesticides, les puits perdus, les nouveaux cimetières, les parkings, ... Elles visent à réduire au maximum les risques de contamination de la nappe. Toutes ces mesures sont décrites aux articles R.162 à R.170 de l'Arrêté du Gouvernement Wallon du 12 février 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 contrats de service passés avec les producteurs d'eau. Pour financer les recherches relatives à la délimitation des zones de prévention et indemniser tout particulier ou toute société dont les biens doivent être mis en conformité avec la législation, une redevance est prélevée sur chaque m³ fourni par les sociétés de distribution d'eau.

La DGARNE met à la disposition du public un site Internet où sont exposées les différentes étapes nécessaires à la détermination des zones de prévention et de surveillance en Région wallonne¹⁶.

Un autre site a également été développé, permettant grâce à une recherche rapide par commune ou par producteur d'eau, de visualiser, soit la carte et le texte des zones officiellement désignées par arrêté ministériel, soit la carte de chaque zone actuellement soumise à l'enquête publique¹⁷.

VIII.2. ZONES DE PRÉVENTION AUTOUR DES CAPTAGES

L'ensemble des captages qui sont destinés à une distribution publique d'eau devront, dans un futur plus ou moins proche, avoir une délimitation des zones de prévention rapprochée et éloignée. Cette étude sera proposée au Service des Eaux Souterraines de la DGARNE et arrêtée, après éventuelle révision, par signature du ministre wallon en charge de l'environnement. Les zones de prévention qui doivent être définies sont symbolisées, sur la carte principale accompagnant cette notice, par un triangle vide centré sur les captages concernés (Figure VIII.2).

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

¹⁵ SPGE, instituée par le décret du 15 avril 1999

¹⁶ <http://environnement.wallonie.be/de/eso/atlas>

¹⁷ http://environnement.wallonie.be/zones_prevention/

VIII.2.1. Zones de prévention arrêtées

A la date du mois octobre 2016, aucune zone de prévention n'était arrêtée sur la carte de Namur - Champion.

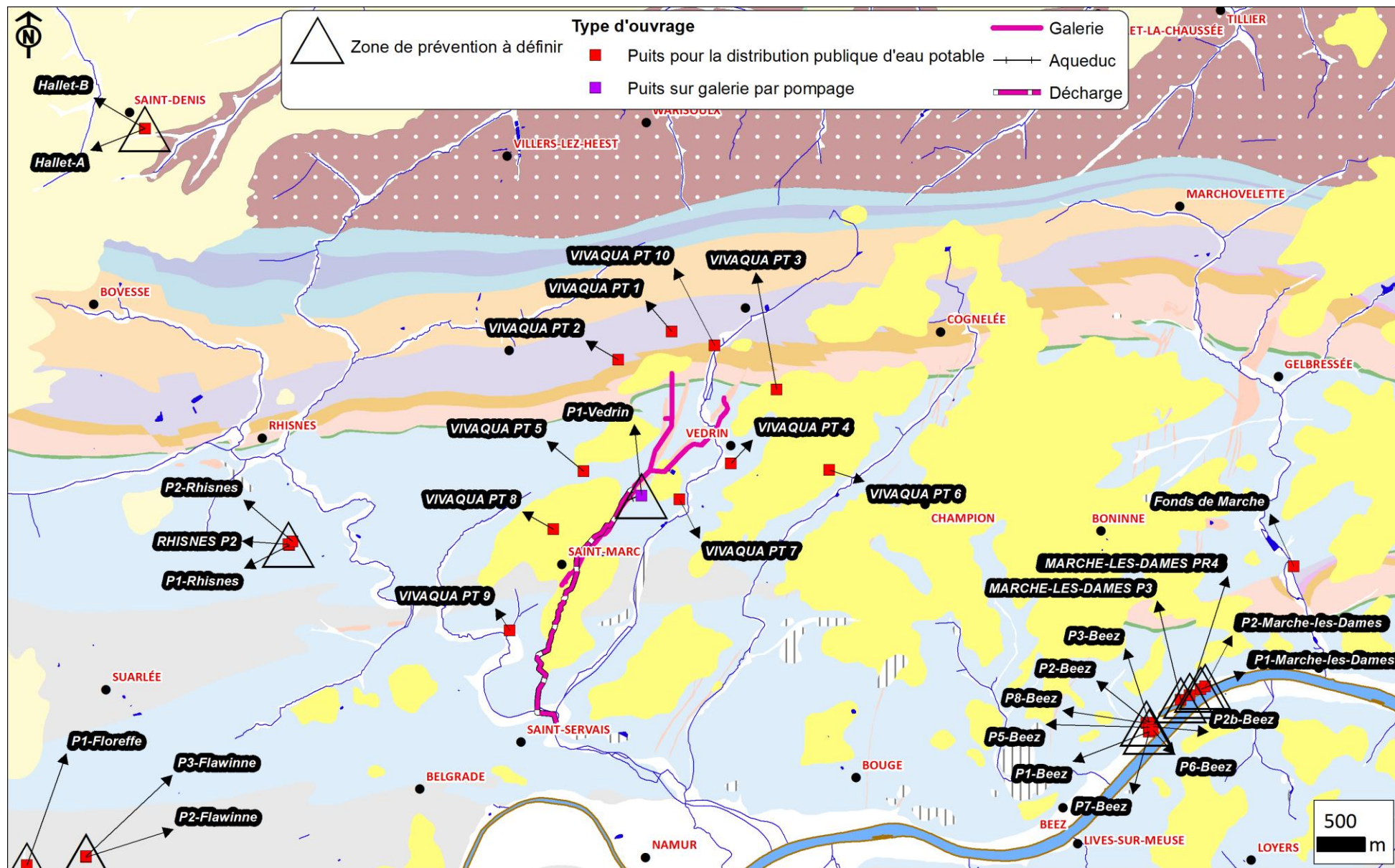
VIII.2.2. Zones de prévention à l'enquête publique

A la date du mois octobre 2016, aucune zone de prévention n'était à l'enquête publique sur la carte de Namur - Champion.

VIII.2.3. Zones de prévention à définir

A la date du mois octobre 2016, 12 captages de la carte Namur - Champion (Figure VIII.2) font l'objet d'une zone de prévention à définir, ils sont répartis en plusieurs sites :

- Captage des anciennes mines de Vedrin (P1-VEDRIN) sollicitant l'Aquifère des calcaires du Carbonifère ;
- Captage de HALLET-A et -B sollicitant la nappe des sables de l'Eocène au sud de Saint-Denis, au NW de la carte Namur - Champion ;
- Puits du captage de Rhisnes (P2-RHISNES, RHISNES-P1 et -P2) au sud de Rhisnes, sollicitant l'Aquifère des calcaires du Carbonifère ;
- Puits P1-FLOREFFE, P2- et P3-FLAWINNE, au SW de la carte Namur – Champion, sollicitant l'Aquifère des calcaires du Carbonifère ;
- Captage de Beez (BEEZ P7 et P8) sollicitant l'Aquifère des calcaires du Carbonifère ;
- Captage de Marche-les-Dames (MARCHE-LES-DAMES P1, P2 et P3) sollicitant l'Aquifère des calcaires du Carbonifère.



IX. METHODOLOGIE D'ELABORATION DE LA CARTE HYDROGEOLOGIQUE

IX.1. INTRODUCTION

La réalisation de la carte hydrogéologique Namur - Champion (47/3-4) est basée essentiellement sur un travail de synthèse des données existantes provenant de sources multiples et variées. Ces données sont en outre complétées par des campagnes de mesures et de recherches d'information sur le terrain. Les informations récoltées sont ensuite stockées dans une banque de données géorelationnelle nommée « BD Hydro ».

IX.2. SOURCE DE DONNÉES

IX.2.1. Données géologiques

Les limites des unités hydrogéologiques sont tracées d'après la carte géologique de Delcambre et Pingot (2015). Dans certains cas, plusieurs unités géologiques superposées sont groupées en une seule unité hydrogéologique en tant qu'aquifère, aquiclude ou aquitard, selon leurs caractéristiques hydrodynamiques.

Sur la carte principale, les unités hydrogéologiques représentées sont celles sous la couche de limon et à l'affleurement. Une bonne compréhension de cette carte doit tenir compte des coupes géologiques et hydrogéologiques ainsi que du tableau de correspondance entre les formations géologiques et les unités hydrogéologiques. L'ensemble des unités hydrogéologiques, définies en Wallonie dans le cadre du projet carte des eaux souterraines, est inventorié dans un tableau récapitulatif avec le nom et la couleur respectifs de chaque unité.

Des discontinuités, entre les limites géologiques et/ ou hydrogéologiques, apparaissent avec la carte :

- 47/1-2 Fleurus – Spy située à l'ouest. Les discontinuités sont ténues et concernent surtout des limites géologiques dans les calcaires du carbonifère et dans le Houiller, dans la partie sud de la limite de carte ;
- 48/1-2 Andenne – Couthuin située à l'est et 47/7-8 Malonne - Naninne située au sud. Les discontinuités concernent des limites géologiques et hydrogéologiques. Elles sont dues principalement au fait que ces deux cartes ont été réalisées à partir de vieux fonds géologiques alors que la carte Namur - Champion l'a été à partir d'un nouveau fond géologique.

La façon dont sont actuellement levées les nouvelles cartes géologiques ayant changé, des discontinuités entre les unités géologiques existent entre les différentes

générations. Les cartes hydrogéologiques sont toujours réalisées avec le fond géologique le plus récent et disponible à la publication. Dès lors il se peut que des cartes réalisées avec des nouveaux fonds côtoient des cartes faites avec des anciens fonds, ce qui justifie les discontinuités. Des conditions de lever différentes (quantité d'affleurements) et des variations latérales de faciès peuvent également entraîner des limites ou des formations géologiques différentes, avec pour conséquence des unités hydrogéologiques différentes.

IX.2.2. Données météorologiques et hydrologiques

Les données météorologiques et hydrologiques proviennent de l'IRM en ce qui concerne les stations météorologiques et de la DCENN pour les stations de jaugeage

Trois stations limnimétriques se trouvent sur la carte (**Figure II.1**). Elles appartiennent à la DGO3-DRCE-DCENN, il s'agit de :

- **Grands-Malades Bief amont** sur la Meuse, en amont du bief des Grands-Malades (Coordonnées Lambert X : 187 408 ; Y : 128 661) ;
- **Grands-Malades Bief aval** sur la Meuse en aval du bief des Grands-Malades (Coordonnées Lambert X : 188 515 ; Y : 128 379) ;
- **Rhisnes-Houyoux** (L5201) sur le Houyoux en amont de Saint-Servais (Coordonnées Lambert 183 172 ; Y : 130 635).

IX.2.3. Données hydrogéologiques

IX.2.3.1. Localisation des ouvrages et sources

Au total, 320 ouvrages ont été encodés dans la banque de données BD HYDRO. Ces ouvrages comprennent 32 puits de distribution, 4 puits d'accès aux galeries, 1 puits sur galerie par pompage, 1 drain, 174 puits de particuliers, 44 piézomètres, 4 sources, 1 prélèvement d'eau de surface et 7 sondages géothermiques et 52 ouvrages indéterminés. Ces données proviennent des communes, d'agriculteurs, de particuliers et de la banque de données de la Région Wallonne (DIXSOUS).

IX.2.3.2. Données piézométriques

Les données piézométriques proviennent d'études hydrogéologiques de sociétés de distribution et de bureaux d'études ainsi que de campagnes piézométriques effectuées dans le cadre de la réalisation de cette carte, en 2001, sur des piézomètres et sur des puits appartenant à des particuliers ou des agriculteurs.

Lorsque les cotes piézométriques ne sont pas suffisamment bien réparties sur la carte, ou si la nappe n'est pas continue, il est très difficile de tracer des isopièzes. Dans ce

cas, seuls des cotes ponctuelles sont présentées sur la carte avec la mention de la date de mesure.

IX.2.3.3. Données hydrochimiques

Les données hydrochimiques ont, pour la plupart, été fournies par la banque de données de la Région Wallonne (BD HYDRO et CALYPSO) et par les sociétés de distribution d'eau.

IX.3. ENCODAGE DANS UNE BASE DE DONNÉES

Les données utilisées pour la construction de la carte hydrogéologique sont complexes et plus ou moins abondantes. Elles nécessitent de ce fait une organisation structurée de manière à optimiser leur stockage, leur gestion et leur mise à jour. Ainsi une base de données hydrogéologiques géorelationnelle a été développée ([Gogu, 2000](#)), ([Gogu, et al., 2001](#)). Cette première version de la base de données BD HYDRO a été régulièrement améliorée. Dans un souci d'homogénéité entre les équipes et d'autres institutions (dont l'administration wallonne, DGARNE), la base 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 devaient être disponibles dans une seule base de données centralisée. Ainsi les données détaillées de l'hydrochimie, de la piézométrie, des volumes exploités, des paramètres d'écoulement et de transport, de la géologie, telles que les descriptions de log de forage et d'autres données administratives ou autres sont stockées dans la BD HYDRO qui se trouve à la DGARNE. Ces données peuvent être demandées à la Région qui décide de leur accessibilité au cas par cas. L'ensemble des données collectées est encodé dans la base de données géorelationnelle, BD HYDRO ([Wojda et al., 2005](#)). Elle regroupe toutes les informations disponibles en matière d'hydrogéologie en Région wallonne. Parmi les nombreuses et diverses données de la BD HYDRO on trouve des informations relatives à la localisation des prises d'eau (puits, sources, piézomètres...), leurs caractéristiques géologiques et techniques, ainsi que des données sur la piézométrie, la qualité physicochimique des eaux souterraines, les volumes prélevés... Les divers tests (diagraphies, essais de pompage, essais de traçage, prospection géophysique) sont également encodés dans la BD HYDRO. Elle est également enrichie avec les informations sur les études, rapports et autres documents hydrogéologiques écrits. Ces renseignements se présentent sous la forme de métadonnées.

IX.3.1. Construction de la carte hydrogéologique

Le projet cartographique est développé sous ESRI-ArcGIS. Toutes les données collectées sont structurées dans une GeoDataBase (GDB). Les couches d'informations qui composent cette base de données sont ensuite intégrées au projet cartographique.

IX.4. PRESENTATION DU POSTER A0

Par un choix délibéré, la version papier de la carte hydrogéologique veut éviter toute superposition outrancière d'informations conduisant à réduire sa lisibilité. Dans ce but, outre la carte principale, trois cartes thématiques, une coupe hydrogéologique et un tableau lithostratigraphique sont réalisés pour chaque planche.

Chaque carte hydrogéologique est composée d'une notice explicative avec complément d'information et d'un poster au format A0 qui contient :

- une carte principale (CP) au 1/25 000, reprenant la topographie, le réseau hydrographique, les unités hydrogéologiques en terme d'aquifère, d'aquiclude ou d'aquitard, les zones de prévention, les ouvrages selon leur type (puits, piézomètre, source, galerie etc.), la piézométrie à une date donnée (isopièzes ou, à défaut, cotes ponctuelles de la nappe), les phénomènes karstiques, etc. ;
- une ou plusieurs coupes hydrogéologiques montrant la structure des unités hydrogéologiques et le niveau piézométrique à une date donnée ;
- un tableau de correspondance entre les formations géologiques et les unités hydrogéologiques ;
- deux ou trois cartes thématiques au 1/50 000 complétant l'information donnée par la carte principale :
 - une carte des volumes (CV) où est repris l'ensemble des ouvrages (puits, piézomètres, sources,..) différenciés selon les principaux aquifères sollicités, ainsi que les volumes pompés et déclarés dans les différentes nappes en distinguant les volumes prélevés pour la distribution publique d'eau potable et des autres volumes prélevés (par les industries, les agriculteurs, les particuliers, etc.) ;
 - une carte des informations complémentaires, du caractère de la nappe et/ou de la couverture (CC) sur laquelle figurent les ouvrages pour lesquels des données hydrochimiques sont disponibles, les sites où divers tests (essais de pompage, traçages, diagraphies, ...) ont été réalisés, les zones investiguées par prospection géophysique, ou reconnues comme vulnérables aux nitrates. Le type de couverture d'une nappe est déterminé sur base de la lithologie des formations géologiques qui affleurent sur la carte géologique. Plusieurs possibilités sont alors envisagées : nappe à

l'affleurement, nappe sous couverture perméable, nappe sous couverture imperméable et nappe sous couverture semi-perméable. Dans le cas de la superposition de plusieurs nappes, c'est la couverture de la nappe principale qui est considérée et dans d'autres cas, c'est la couverture de la nappe supérieure qui est représentée. Dans le cas de cette carte, c'est en fonction des calcaires du Carbonifère qu'a été défini le type de couverture ;

- lorsque l'information existe, une carte des isohypses de la base et du toit de l'aquifère (CI), qui montre les aspects structuraux des aquifères principaux et leur épaisseur. Cette carte n'est pas toujours disponible, étant donné le contexte géologique (tectonique) et la disponibilité des données (log de forage).

X. BIBLIOGRAPHIE

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

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

Brouyere, S., Gesels, J., Jamin, P., Robert, T., Thomas, L., Dassargues, A., Bastien, J., Van Witteberge, F., Rorive, A., Dossin, F., Lacour, J.-L., Le Madec, D., Nogarède, P. & Hallet, V., 2009

Caractérisation hydraulique des aquifères et estimation des ressources en eaux souterraines, délivrable D.3.12 - partie RWM012. en Région Wallonne (Projet Synclin'EAU).

CALYPSO, SPW-DGO 3

Base de données des analyses physico-chimiques des captages d'eau souterraine de Wallonie.

Castany G., 1998

Hydrogéologie, principes et méthodes, Dunod, 236 p.

CWEPSS, 1996

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

Dassargues A., 2010

Hydrogéologie. Note de cours non publiées. Université de Liège.

Delcambre, B., Pingot, J.-L., 2008

Carte géologique de Wallonie. Planchette 47/1-2 Fleurus-Spy et sa notice explicative. *Ministère de la Région Wallonne, DGRNE*.

Delcambre, B., Pingot, J.-L., 2014

Carte géologique de Wallonie. Planchette 41/5-6 Wasseiges - Braives et sa notice explicative. *Ministère de la Région Wallonne, DGRNE*.

Delcambre, B., Pingot, J.-L., 2015

Carte géologique de Wallonie Planchette 47/3-4 Namur - Champion et sa notice explicative. *Ministère de la Région Wallonne, DGRNE*.

de Marsily, G., 2004

Cours d'hydrogéologie. Paris, Université Pierre et Marie Curie, 226 p.

Dupont, P., 1980

Contribution à l'étude hydrogéologique des aquifères frasnien-givetien et tournaisien-viséen de la région de Vedrin (Prov. de Namur), LGIH, Fac. Sciences Appliquées, Université de Liège.

Fetter C.W., 2001

Applied hydrogeology, fourth edition, prentice hall, 598 p.

Foucault, A. et Raoult, J.-F., 2000

Dictionnaire de géologie, 6^{ème} édition, Ed. Dunod, Paris.

Gogu R.C., 2000

Advances in groundwater protection strategy using vulnerability mapping and hydrogeological gis databases, thèse de doctorat non publiée, Lgih, fac. Sciences appliquées, université de Liège.

Gogu R.C., Carabin G., Hallet V., Peters V., Dassargues A., 2001

Gis-based hydrogeological database and groundwater modelling. *Hydrogeology journal*, 9, pp. 555-569.

Meinzer, O. E., 1923

Outline of ground-water hydrology, with definitions : U. S. Geol. Survey, Water-Supply Paper 494, pp. 1-71.

Passagez, A.-E., 2012

Carrière de dolomies de Marches-les-Dames : étude hydrogéologique et modélisation mathématique des conditions d'exhaure. Mémoire de fin d'étude, non publié, Université Libre de Bruxelles, 2011-2012.

Pfannkuch, 1990

Elsevier's dictionary of environmental hydrogeology, Elsevier.

Pingot J.-L. et Delcambre, B., 2006

Carte géologique de Wallonie. Planchette 40/7-8 Perwez - Eghezée et sa notice explicative. *Ministère de la Région Wallonne, DGRNE.*

Poehls, D.J., Smith, G.J., 2009

Encyclopedic dictionary of hydrogeology, Elsevier academic press.

Ruthy, I., Dassargues, A. et Monjoie, A., 2001

Carte hydrogéologique de Wallonie, Namur - Champion 47/3-4. 1:25 000. Namur, Service Public de Wallonie, Direction Générale opérationnelle Agriculture, Ressources Naturelles et Environnement, 1 notice explicative de 35 p.

Ruthy, I., Dassargues, A., Rekk, S., et Hallet, V. 2016

Carte hydrogéologique de Wallonie, Wavre – Chaumont-Gistoux 40/1-2. 1:25 000. Namur, Service Public de Wallonie, Direction Générale opérationnelle Agriculture, Ressources Naturelles et Environnement, 1 notice explicative de 125 p.

SPW - DGARNE – DGO3, Mars 2006

Fiches de caractérisation des masses d'eau souterraine. Caractérisation détaillée. Masse d'eau souterraine RWE051 : « Sables du Bruxellien ». Service Public de Wallonie. Direction générale opérationnelle Agriculture, Ressources naturelles et Environnement (DGO3).

SPW-DGO3, 2015

Etat des nappes d'eau souterraine de Wallonie. Edition : Service public de Wallonie, DGO 3 (DGARNE), Belgique. Dépôt légal D/2015/11802/64 - ISBN 978-2-8056-0190-3

Stainier, M. X., Murlon, M. et Malaise, M., 1901

Carte géologique n°144, Namur – Champion, au 1/40 000.

Thorntwaite, C. W., Matter, J. R., 1955

The water balance. Publication 8. Centeron N.J., Laboratory of Climatology, pp. 1-86.

UNESCO-OMM, 1992

Glossaire international d'hydrologie, seconde édition, 413 p.

Wojda, P., Dachy, M., Popescu, C., Ruthy, I., Gardin, N., Brouyère, S. et Dassargues, A., 2005

Appui à la conception de la structure, à l'interfaçage et à l'enrichissement de la base de données hydrogéologiques de la Région wallonne. SPW - DGARNE, convention SPW - ULg-Hydrogéologie.

RAPPORTS

BCG, juin 2009

Wavre – Limal. Puits de Limal. Etude des zones de prévention. Bureau conseil en Géologie sprl.

CEEW, 2006-2007

Rapport analytique sur l'état de l'environnement wallon 2006-2007. MRW – DGARNE, 736 p.

CPGF (C^{ie} de Prospection Géophysique Française), 1968

Reconnaissance des rives et du lit de la Meuse entre Tailfer et Huy – Etude géophysique (étude n°460), Ministère des Travaux Publics, Ponts et Chaussées, Service d'Etudes d'Ouvrages d'Art Hydrauliques. KUTKAN E. et LAKSHMANAN J.

G.C. LIEGE, 2/T/43124, 1987

Essais sismiques, à Rhisnes, chaussée de la Gare, Institut de Génie Civil, Université de Liège. BOLLE A., BONNECHERE F et DEHARD J.

IBW, 1987

« Etude des ressources en eau du Brabant Wallon ». Contrat Région wallonne - Intercommunale du Brabant Wallon.

LGIH BEEZ/701, 1970

Etude géophysique des carrières de Lives. MONJOIE A. et CALEMBERT L.

LGIH VLA/821, 1982

Vers l'Avenir – Terrains de Rhisnes – Prospection sismique et gravimétrique. JONGMANS D, SCHROEDER C. et MONJOIE A.

LGIH – Rhisnes – Accident de la rue de la gare, 1987-1990

LGIH BEP/891 et BEPN/902, 1989-1990

Carrière des Grands Malades – Projet de décharge à Lives-sur-Meuse – Etude géologique et hydrogéologique. LEJEUNE V. et MONJOIE A.

LGIH SWDE/942, 1995

Prospection géophysique à Champion. CAUDRON M., JANSSENS B., CAJOT O. et MONJOIE A.

LGIH EQU/982, 1998

Notice préalable des incidences sur l'environnement – Inscription au plan de secteur d'une zone d'activités économiques – Géologie et Hydrogéologie – Site de Suarlée. NZALI T., POLO-CHIAPOLINI Cl. et MONJOIE A.

SWDE RT n°2, 1980

Forage du P1 à Floriffoux et du P2 à Flawinne.

SWDE RT n°7, 1983

Exécution d'un forage de reconnaissance PR4 et d'un puits d'exploitation P7 à Namur (anc^t Beez).

SWDE RT n°23, 1992

Forage d'un puits d'exploitation P8 à Namur (anc^t Beez).

SWDE RT n°95-3, 1995

Prise d'eau de Jambes. Essai de traçage et modélisation dans le cadre de l'étude des zones de prévention. Première partie: Essai de traçage.

SWDE RT n°71, 1997

Réalisation d'un puits de production P3 à Namur (Flawinne).

SWDE RT n°92, 1997

Namur (Marche-les-Dames) MLD P1 - Régénération du puits par injection de CO₂.

SWDE RT n°93, 1997

Namur (Marche-les-Dames) MLD P2 - Régénération du puits par ultrason.

SWDE RT, jan. 1998

Forage de huit piézomètres à Namur (Jambes), dans le cadre de l'étude des zones de prévention des prises d'eau de Jambes.

XI. ANNEXES

XI.1. LISTE DES ABRÉVIATIONS

DGARNE

Direction générale opérationnelle Agriculture, Ressources naturelles et Environnement (DGO3). Service public de Wallonie. Avenue Prince de Liège, 15 à 5100 Namur (Belgique).

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

DCENN

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

IRM

Institut Royal Météorologique, Section Climatologie. Avenue Circulaire, 3 à 1180 BRUXELLES.

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

SGB

Service Géologique de Belgique. Département VII de l'Institut royal des Sciences Naturelles de Belgique. Rue Jenner, 13 à 1000 BRUXELLES.

<http://www.sciencesnaturelles.be/geology>

SPAQuE

Société Publique d'Aide à la Qualité de l'Environnement. Boulevard d'Avroy, 38/6 à 4000 LIEGE.

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

SPW

Service Public de Wallonie. Place Joséphine-Charlotte, 2 à 5100 Namur, Belgique.

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

SWDE

Société Wallonne des Eaux. Rue de la Concorde, 41 à 4800 VERVIERS.

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

TAC

Titre Alcalimétrique Complet. Le TAC est lié à la concentration en carbonates et en hydrogénocarbonates.

VIVAQUA

Compagnie Intercommunale Bruxelloise des Eaux, anciennement Compagnie intercommunale des Eaux de l'agglomération bruxelloise (CIBE).

<http://www.vivaqua.be/>

XI.2. TABLE DES ILLUSTRATIONS

Figure I.1 : Localisation de la carte Namur - Champion.....	5
Figure I.2 : Vue satellite de la carte Namur – Champion avec localisation des carrières.....	6
Figure I.3 : Occupation du sol de la carte Namur - Champion.....	6
Figure II.1 : Réseau hydrographique et bassins versants de la carte Namur - Champion.	10
Figure III.1 : Localisation (cadre rouge) de la carte Namur - Champion dans le cadre structurale belge étendu (Belanger et al., 2012).	11
Figure III.2 : En haut : nouvelles cartes géologiques attenantes au front varisque, levées jusqu'à la région de Huy avec détail des Ecailles de Haine-Sambre-Meuse. En dessous : coupe EF nord-sud de la carte 47/7-8 Malonne – Naninne, située au sud de la carte Namur - Champion (Belanger et al., 2012).	12
Figure III.3 : Turbidite ; séquence type de Bouma – séquence complète de type Tabcde. A : Grossier et granoclassé ;	14
Figure III.4 : Schéma structural de la carte Namur - Champion (Delcambre et Pingot, 2015). (1) Massif de Brabant, (2) Parautochtone brabançon, (3) Faille longitudinale, (4 & 5) Failles transversales, (6) Synclinal de Spy – Vedrin, (7) Anticlinal de Suarlée – Temploux.	28
Figure IV.1 : Les principales formations aquifères de Wallonie et localisation de la carte Namur - Champion (SPW-DGO3, 2015, modifié).....	29
Figure IV.2 : Différents types de porosité dans les roches meubles et cohérentes.	31
Figure IV.3: Localisation, sous l'Aquitard limoneux (non représenté) et sous la couverture méso-cénozoïque, de l'Aquiclude-Aquitard-Aquifère du socle cambro-silurien et des ouvrages pouvant le solliciter.	36
Figure IV.4: Localisation, sous l'Aquitard limoneux (non représenté) et sous la couverture méso-cénozoïque, des aquifères du Givetien, du Frasnien et du Famennien.	37
Figure IV.5: Localisation, sous l'Aquitard limoneux (non représenté) et sous la couverture méso-cénozoïque, de l'Aquitard à niveaux aquifères du Givetien et de l'Aquifère des calcaires du Givetien et des ouvrages pouvant les solliciter.....	38
Figure IV.6: Localisation, sous l'Aquitard limoneux (non représenté) et sous la couverture méso-cénozoïque, de l'Aquiclude du Frasnien et des ouvrages pouvant le solliciter.	39
Figure IV.7: Localisation, sous l'Aquitard limoneux (non représenté) et sous la couverture méso-cénozoïque, de l'Aquifère du Frasnien et des ouvrages pouvant le solliciter.....	40
Figure IV.8: Localisation des ouvrages VIVAQUA PT1, PT2, PT10 et de la « galerie du Frasnien » (gal_frasnien) sollicitant la nappe des calcaires du Frasnien.	41
Figure IV.9: Localisation, sous l'Aquitard limoneux (non représenté) et sous la couverture méso-cénozoïque, de l'Aquitard du Frasnien.	42
Figure IV.10: Localisation, sous l'Aquitard limoneux (non représenté) et sous la couverture méso-cénozoïque, de l'Aquiclude du Famennien-Frasnien.	43
Figure IV.11: Localisation, sous l'Aquitard limoneux (non représenté) et sous la couverture méso-cénozoïque, de l'Aquifère des grès du Famennien et des ouvrages pouvant le solliciter.	44
Figure IV.12: Localisation, sous l'Aquitard limoneux (non représenté) et sous la couverture méso-cénozoïque, de l'Aquiclude des schistes du Carbonifère.....	45
Figure IV.13: Localisation, sous l'Aquitard limoneux (non représenté) et sous la couverture méso-cénozoïque, de l'Aquifère des calcaires du Carbonifère et des ouvrages pouvant le solliciter.....	46
Figure IV.14: Localisation, sous l'Aquitard limoneux (non représenté) et sous la couverture méso-cénozoïque, de l'Aquiclude à niveaux aquifères du Houiller et des ouvrages pouvant le solliciter.	48
Figure IV.15: Localisation, sous l'Aquitard limoneux (non représenté) et sous l'Aquifère des sables de l'Eocène, de l'Aquitard du Santonien.....	49
Figure IV.16: Localisation, sous l'Aquitard limoneux (non représenté), de l'Aquifère des sables de l'Eocène et des ouvrages pouvant le solliciter.	50
Figure IV.17: Localisation, sous l'Aquitard limoneux (non représenté), de l'Aquifère des terrasses fluviales	51
Figure IV.18: Localisation, sous l'Aquitard limoneux (non représenté), de l'Aquifère alluvial et des ouvrages pouvant le solliciter.....	52
Figure IV.19: Localisation des nappes de remblais et des ouvrages pouvant les solliciter.	53
Figure IV.20 : Les masses d'eau concernées par la carte 47/3-4 (SPW-DGO 3, 2015, modifié).	54
Figure IV.21 Calcul de l'eau utile pour l'année 2006, station météorologique Malonne.....	56
Figure IV.22 : Localisation de l'Aquifère-aquitard-aquiclude du socle cambro-silurien sous la couverture méso-cénozoïque.....	57

Figure IV.23 : Localisation de l'ouvrage FORAGE RFC MEUX sollicitant l'Aquifère-aquitard-aquiclude du socle cambro-silurien et cote piézométrique ponctuelle.....	58
Figure IV.24 : Cotes piézométriques ponctuelles et caractère drainant/perdant des cours d'eau de la carte Namur – Champion (source Brouyère et al., 2009, modifié).....	59
Figure IV.25 : Localisation de la « bande dévonienne » sur la carte Namur - Champion.....	61
Figure IV.26 : Localisation du puits AIDANT, situé à l'ouest d'Emines et sollicitant l'Aquitard à niveaux aquifères du Givetien.....	63
Figure IV.27 : Localisation du puits FERME DE BAULOI sollicitant probablement l'Aquifère des calcaires du Frasnien et du puits FERME DE COME sollicitant probablement l'Aquifère des grès du Famennien.	64
Figure IV.28 : Localisation, sur la carte Namur - Champion, de l'Aquifère des calcaires du Carbonifère et de l'Aquiclude à niveaux aquifères du Houiller sous la couverture limoneuse (non représentée) et les terrasses fluviales.....	65
Figure IV.29 : Localisation des anciennes mines de Vedrin (galeries Sud, Nord, du Croisier et du Frasnien) reconverties en galeries captantes.	66
Figure IV.30 : Localisation du puits d'exhaure de la carrière de Beez (source du MNT : SPW - geoportail.wallonie.be").	66
Figure IV.31 : localisation du puits d'exhaure du site de Wartet (source du MNT : SPW - geoportail.wallonie.be").	67
Figure IV.32 : localisation du site du captage de Rhisnes et de ses environs.....	68
Figure IV.33 : localisation du puits FORAGE GELBRESSEE 1 et du piézomètre PR1 CHAMPION.....	68
Figure IV.34 : Localisation des puits P1-FLOREFFE, P2- et P3-FLAWINNE sollicitant la nappe des calcaires du Carbonifère, captive sous le Houiller.	69
Figure IV.35 : Fluctuations piézométriques de la nappe des calcaires carbonifères et de l'Aquitard limoneux sur la carte Namur - Champion.	70
Figure IV.36 : Localisation de l'ouvrage FORAGE BEGUIN 1 situé à Suarlée et sollicitant l'Aquiclude à niveaux aquifères du Houiller	71
Figure IV.37 : La Meuse en chômage à Godinne en 2012 (photographie : Ludovic Capette).....	73
Figure IV.38 : Evolution de la cote de la Meuse au droit de la station limnimétrique des Grands-Malades Aval et fluctuations piézométriques des piézomètres MLD9, 10, 11, 12 et 14 de la carrière de Marches-les-Dames. MLD9 représente la nappe alluviale tandis que les autres piézomètres représentent la nappe des calcaires carbonifères (Passagez, 2012).....	73
Figure IV.39 : Localisation du trait de coupe sur la carte Namur - Champion.	75
Figure IV.40 : Coupes hydrogéologiques nord-sud de la carte Namur – Champion (à l'échelle 1/1 en bas ; exagération des hauteurs X5 en haut).	76
Figure IV.41 : Représentation schématique des différents types de nappes.....	78
Figure V.1 : Classification hydrochimique des eaux souterraines (Fetter, 2001).	87
Figure V.2 : (a) Diagramme de Piper été RWM012 ; (b) Diagramme de Piper hiver RWM012 (Brouyère et al., 2009, modifié).	88
Figure V.3 : Zones vulnérables aux nitrates arrêtées en Wallonie. Teneurs moyennes en nitrates entre 2008 et 2011. Localisation de la carte Namur – Champion (SPW-DGO3, 2015, modifié).....	90
Figure V.4 : Fluctuation des teneur en nitrate de la nappe des calcaires du Carbonifère, des sables de l'Eocène et de la nappe alluviale de la Meuse entre 2007 et 2015.....	91
Figure V.5 : Valeurs les plus récentes connues (précisées en noir) en nitrates pour la carte Namur - Champion.	92
Figure V.6 : Apports totaux et moyens en pesticides, en tonnes pour l'année 2003, par sous-bassins hydrographique (CEEW, 2006-2007, SPW-DGO3-DEMNA-DEE, Carte Eau 4-1) et localisation de la carte de 47/3-4 Namur - Champion.	93
Figure V.7 : Localisation de la carte Namur – Champion sur la carte de « l'Etat des masses d'eau souterraine pour l'année 2008 et causes de leur dégradations » (Etat des nappes d'eau souterraine, 2015, http://environnement.wallonie.be/de/eso/atlas/figures/c5_5.gif).....	102
Figure VI.1 : Volumes extraits en 2016, tant par les sociétés de distribution publique d'eau potable que par les particuliers, dans les différentes nappes aquifères exploitées de la carte Namur – Champion.....	104
Figure VI.2 : Les principales prises d'eau en Wallonie et localisation de la carte Namur - Champion.	105
Figure VI.3 : Volumes 2016, volumes moyens de 2012 à 2016 et localisation du captage de Vedrin (Galerie).	106
Figure VI.4 : Volumes 2016, volumes moyens de 2012 à 2016 et localisation des captages de Beez et de Marche-les-Dames.	106
Figure VI.5 : Volumes 2016, volumes moyens de 2012 à 2016 et localisation des captages P2- et P3-Flawinne et P1-Floreffe.....	108

Figure VI.6 : Volumes 2016, volumes moyens de 2012 à 2016 et localisation du captage Rhisnes P2.	108
Figure VI.7 : Localisation des ouvrages privés soutirant des volumes supérieurs à 3 000 m ³ /an en 2016. ...	110
Figure VII.1 : Localisation des ouvrages P1-Floreffe, P2 et P3-Flawinne	114
Figure VII.2 : localisation des puits P1-Marche-les-Dames, P2-Marche-les-Dames, P7-Beez, P8-Beez et PR4-Beez sollicitant simultanément l'Aquifère alluvial de la Meuse et l'Aquifère des calcaires du Carbonifère..	117
Figure VII.3 : Localisation des ouvrages du captage de Jambes sur la carte Malonne – Naninne 47/7-8.	118
Figure VIII.1 : Zones de protection en Région Wallonne (source : http://environnement.wallonie.be/de/eso/atlas/index.htm).	120
Figure VIII.2 : Zones de prévention à définir et arrêtées, en 2014, sur la carte de Namur - Champion 47/3-4.	124
Figure XI.1 : Localisation des ouvrages cités dans cette notice.	140

Tableau III.1 : Tableau lithostratigraphique de la carte 47/3-4 Namur – Champion (Delcambre et Pingot, 2015) (1/2).	24
Tableau IV.1 : Exemple de porosité totale, porosité efficace et perméabilité des principaux types de roches.	32
Tableau IV.2 : Tableau de correspondance géologie – hydrogéologie de la carte Namur – Champion d'après Delcambre et Pingot (2008, 2014 et 2015) (1/2).	33
Tableau IV.3 : données piézométriques relevées dans les aquifères du Dévonien	64
Tableau IV.4 : Données piézométriques pour les puits MUYSHONDT et BAIVY sollicitant l'Aquitard limoneux.	74
Tableau V.1 : Analyse chimique de l'Aquifère des calcaires du Frasnien.	80
Tableau V.2 : Analyse chimique de l'Aquitard à niveaux aquifères du Givetien.	81
Tableau V.3 : Analyse chimique de l'Aquitard à niveaux aquifères du Givetien.	82
Tableau V.4 : Analyses chimiques de l'Aquifère des calcaires du Carbonifère.	84
Tableau V.5 : Analyses chimiques de l'Aquifère des sables de l'Eocène.	85
Tableau V.6 : Analyse chimique de l'Aquifère alluvial.	86
Tableau V.7 : Teneurs en pesticides principaux (famille des herbicides) pour quelques captages et sources de la région de Namur - Champion.	95
Tableau V.8 : Teneurs en métaux lourds pour quelques ouvrages de la région de Namur – Champion.	97
Tableau V.9 : Analyses microbiologiques de quelques ouvrages de la région de Namur - Champion.	99
Tableau V.10 : Valeurs seuils des paramètres chimiques intervenant dans la dégradation des masses d'eau souterraine.	100
Tableau VI.1 Distribution des ouvrages entre les différentes nappes de la carte Namur - Champion.	103
Tableau VI.2 : Liste des captages qui ont fait et/ou font encore l'objet d'une exploitation par un distributeur publique d'eau potable sur la carte Namur - Champion. Les volumes indiqués sont soit les plus importants extraits et/ou les plus récents connus.	109
Tableau VII.1 : Valeurs du coefficient de perméabilité en fonction de la granulométrie (Castany, 1998).	112
Tableau VII.2 : Intervalles de valeurs indicatives pour la conductivité hydraulique de différentes lithologies (échelles macroscopique & mégascopique) (Dassargues, 2010)	112
Tableau VII.3 : Intervalles de valeurs indicatives pour la porosité (n) et la porosité effective de drainage (n _e) de différentes lithologies (échelles macroscopique & mégascopique) (Dassargues, 2010)	113
Tableau VII.4 : Perméabilité et transmissivité de l'Aquifère des calcaires du Carbonifère	114
Tableau VII.5 : Conductivité hydraulique et transmissivité de l'Aquifère des sables de l'Eocène.	115
Tableau VII.6 : Conductivité hydraulique et transmissivité des ouvrages exploitant l'Aquifère alluvial de la Meuse et l'Aquifère des calcaires du Carbonifère.	115
Tableau VII.7 : Conductivité hydraulique des ouvrages exploitant à la fois l'Aquifère alluvial de la Meuse et l'Aquifère des calcaires du Carbonifère.	117
Tableau VII.8 : Résumé des essais de traçage réalisés sur le site de captage de Jambes sollicitant l'Aquifère alluvial sur la carte Malonne – Naninne (47/7-8).	119

XI.3. TABLE DES OUVRAGES CITÉS DANS LA NOTICE

IDRW	CODERW	NOM	TITULAIRE	EXPLOITANT	TYPE	X	Y	PROF
163	4731001	HALLET-A	HALLET JEAN-LOUIS	HALLET JEAN-LOUIS	Puits pour la distribution publique	179 597	135 978	15
4497	4731003	HALLET-B	HALLET JEAN-LOUIS	HALLET JEAN-LOUIS	Puits pour la distribution publique	179 600	135 980	32
18720	4731058	BATI DE SUARGEON	MR CORNET YVES	MR CORNET YVES	Autre ouvrage	178 246	135 034	20
19278	4732002	MEUX 11	HENRY OSCAR	HENRY OSCAR	Autre ouvrage	182 319	137 986	30
40432	4734016	RHISNES PZ2	SWDE	SWDE	Piézomètre	179 201	132 004	205
7520	4735001	P1-RHISNES	SWDE	SWDE	Puits pour la distribution publique	181 117	131 593	200
20296	4735005	PUITS AIDANT	AIDANT GEORGETTE	AIDANT GEORGETTE	Autre ouvrage	181 980	134 200	25
38471	4735008	RHISNES P2	SWDE	SWDE	Puits pour la distribution publique	181 111	131 600	146
3120	4736001	P1-VEDRIN	VIVAQUA	VIVAQUA	Puits sur galerie par pompage	184 828	132 114	130
54793	4736010	VIVAQUA PT 1	VIVAQUA	VIVAQUA	Puits pour la distribution publique	185 149	133 840	126
54794	4736011	VIVAQUA PT 2	VIVAQUA	VIVAQUA	Puits pour la distribution publique	184 584	133 545	84
54797	4736012	VIVAQUA PT 4	VIVAQUA	VIVAQUA	Puits pour la distribution publique	185 772	132 454	136
54799	4736013	VIVAQUA PT 5	VIVAQUA	VIVAQUA	Puits pour la distribution publique	184 217	132 372	150
54801	4736014	VIVAQUA PT 7	VIVAQUA	VIVAQUA	Puits pour la distribution publique	185 229	132 075	149
54802	4736015	VIVAQUA PT 8	VIVAQUA	VIVAQUA	Puits pour la distribution publique	183 900	131 760	206
54804	4736016	VIVAQUA PT 10	VIVAQUA	VIVAQUA	Puits pour la distribution publique	185 600	133 693	111
7058	4737001	P2-FLAWINNE	SWDE	SWDE	Puits pour la distribution publique	178 977	128 307	250
5218	4737004	P1-FLOREFFE	SWDE	SWDE	Puits pour la distribution publique	178 352	128 219	195
7360	4737005	P3-FLAWINNE	SWDE	SWDE	Puits pour la distribution publique	178 977	128 315	235
51053	4737008	FORAGE BEGUIN 1	BEGUIN - BODART ETIENNE	BEGUIN - BODART ETIENNE	Indéterminé	179 345	130 275	78
35911	4738004	PUITS BOIS DE NEVERLEE	NEVERLESTS S.A.	NEVERLESTS S.A.	Autre ouvrage	181 567	130 420	109
54803	4739065	VIVAQUA PT 9	VIVAQUA	VIVAQUA	Puits pour la distribution publique	183 439	130 693	32

IDRW	CODERW	NOM	TITULAIRE	EXPLOITANT	TYPE	X	Y	PROF
8621	4743002	PARKING E42 DE L Ó M	MET DG1 D 131.70	MET DG1 D 131.70	Indéterminé	193 856	135 641	53
54795	4744006	VIVAQUA PT 3	VIVAQUA	VIVAQUA	Puits pour la distribution publique	186 251	133 232	71
54800	4744007	VIVAQUA PT 6	VIVAQUA	VIVAQUA	Puits pour la distribution publique	186 807	132 382	123
4827	4745001	FERME DE BAULOI	INCONNU	INCONNU	Autre ouvrage	188 820	133 870	-
34193	4745006	FORAGE GELBRESSEE 1	SPW - DESO	SPW - DESO	Indéterminé	189 131	132 755	132
39572	4746003	FONTAINE DE GELBRESSUE DRAIN	INCONNU	INCONNU	Drain	192 063	133 590	-
4337	4747001	INTER-BETON	INTER-BETON CONCRETE ACTIVITY OF CBR S.A	INTER-BETON CONCRETE ACTIVITY OF CBR S.A	Autre ouvrage	187 915	128 369	-
2467	4747004	MUYSHONDT	MUYSHONDT	MUYSHONDT	Autre ouvrage	187 174	129 355	8
4654	4747005	BAIVY	BAIVY PHILIPPE	BAIVY PHILIPPE	Autre ouvrage	187 092	129 311	13
270	4748005	P7-BEEZ	SWDE	SWDE	Puits pour la distribution publique	190 177	129 632	78
6464	4748017	P1-MARCHE-LES-DAMES	SWDE	SWDE	Puits pour la distribution publique	190 721	130 075	14
277	4748018	P2-MARCHE-LES-DAMES	SWDE	SWDE	Puits pour la distribution publique	190 767	130 106	14
2434	4748019	P8-BEEZ	SWDE	SWDE	Puits pour la distribution publique	190 146	129 718	92
43154	4748023	MARCHE-LES-DAMES P3	SWDE	SWDE	Puits pour la distribution publique	190 508	129 962	70
46993	4748028	MARCHE-LES-DAMES PR4	SWDE	SWDE	Puits pour la distribution publique	190 603	130 008	80
66615	4748032	EXHAURE CARRIERE DE BEEZ	CBR S.A. CARRIERE DE BEEZ	CBR S.A. CARRIERE DE BEEZ	Autre ouvrage	189 253	129 535	-
3919	4749001	FONDS DE MARCHE	SWDE	SWDE	Puits pour la distribution publique	191 700	131 370	-
39912	4749012	DOLOMIES DE MARCHE LES DAMES S.A. MLDPZ9	DOLOMIES DE MARCHE LES DAMES S.A.	DOLOMIES DE MARCHE LES DAMES S.A.	Piézomètre	193 112	129 960	12
39913	4749013	LHOIST DUMONT-WAUTIER-MLDPZ10	DOLOMIES DE MARCHE LES DAMES S.A.	DOLOMIES DE MARCHE LES DAMES S.A.	Piézomètre	193 379	130 461	92
39914	4749014	PZ-DUMONT-WAUTIER-MLDP 11	DOLOMIES DE MARCHE LES DAMES S.A.	DOLOMIES DE MARCHE LES DAMES S.A.	Piézomètre	193 969	129 992	167
39915	4749015	LHOIST MAGASIN DOLOMEUSE MLDPZ12	DOLOMIES DE MARCHE LES DAMES S.A.	DOLOMIES DE MARCHE LES DAMES S.A.	Piézomètre	193 019	130 203	98
39917	4749017	LHOIST DUMONT-WAUTIER MLDPZ14	DOLOMIES DE MARCHE LES DAMES S.A.	DOLOMIES DE MARCHE LES DAMES S.A.	Piézomètre	193 231	130 060	86
52213	4731105	FORAGE RFC MEUX	RFC MEUX ASBL	RFC MEUX ASBL	Piézomètre	180 283	138 000	42

IDRW	CODERW	NOM	TITULAIRE	EXPLOITANT	TYPE	X	Y	PROF
56973	4735015	PUITS 2 DE LA FALIZE	LE DOMAINE DE LA FALIZE S.A. (DLF SA)	LE DOMAINE DE LA FALIZE S.A. (DLF SA)	Autre ouvrage	182 208	131 775	144
34192	4747007	PR1 CHAMPION	SWDE	SWDE	Piézomètre	188 604	131 233	110
190	4749007	EXHAURE DU SITE DE WARTET	DOLOMIES DE MARCHE-LES- DAMES S.A.	DOLOMIES DE MARCHE-LES- DAMES S.A.	Autre ouvrage	193 689	130 511	-
0	0	PZ N2 -BEEZ	SWDE	SWDE	Piézomètre	190 187	129 621	10
7020	4735006	FERME D'ARTET (RHISNES)	PICHON RAYMOND	PICHON RAYMOND	Autre ouvrage	181 455	131 475	38
8224	4749003	RIVER	DOLOMIES DE MARCHE-LES- DAMES S.A.	DOLOMIES DE MARCHE-LES- DAMES S.A.	Autre ouvrage	193 480	129 620	7
0	0	PR4-BEEZ	SWDE	SWDE	Puits pour la distribution publique	190 183	129 648	117
0	0	P1-BEEZ	SWDE	SWDE	Puits pour la distribution publique	190 174	129 625	-
0	0	P2-BEEZ	SWDE	SWDE	Puits pour la distribution publique	190 180	129 720	18
0	0	P2B-BEEZ	SWDE	SWDE	Puits pour la distribution publique	190 213	129 684	17
0	0	P3-BEEZ	SWDE	SWDE	Puits pour la distribution publique	190 177	129 723	17
0	0	P5-BEEZ	SWDE	SWDE	Puits pour la distribution publique	190 180	129 675	24
0	0	P6-BEEZ	SWDE	SWDE	Puits pour la distribution publique	190 218	129 643	22
18781	4745002	FERME DE COME	MAILLEUX PHILIPPE	MAILLEUX PHILIPPE	Autre ouvrage	189 995	133 943	-

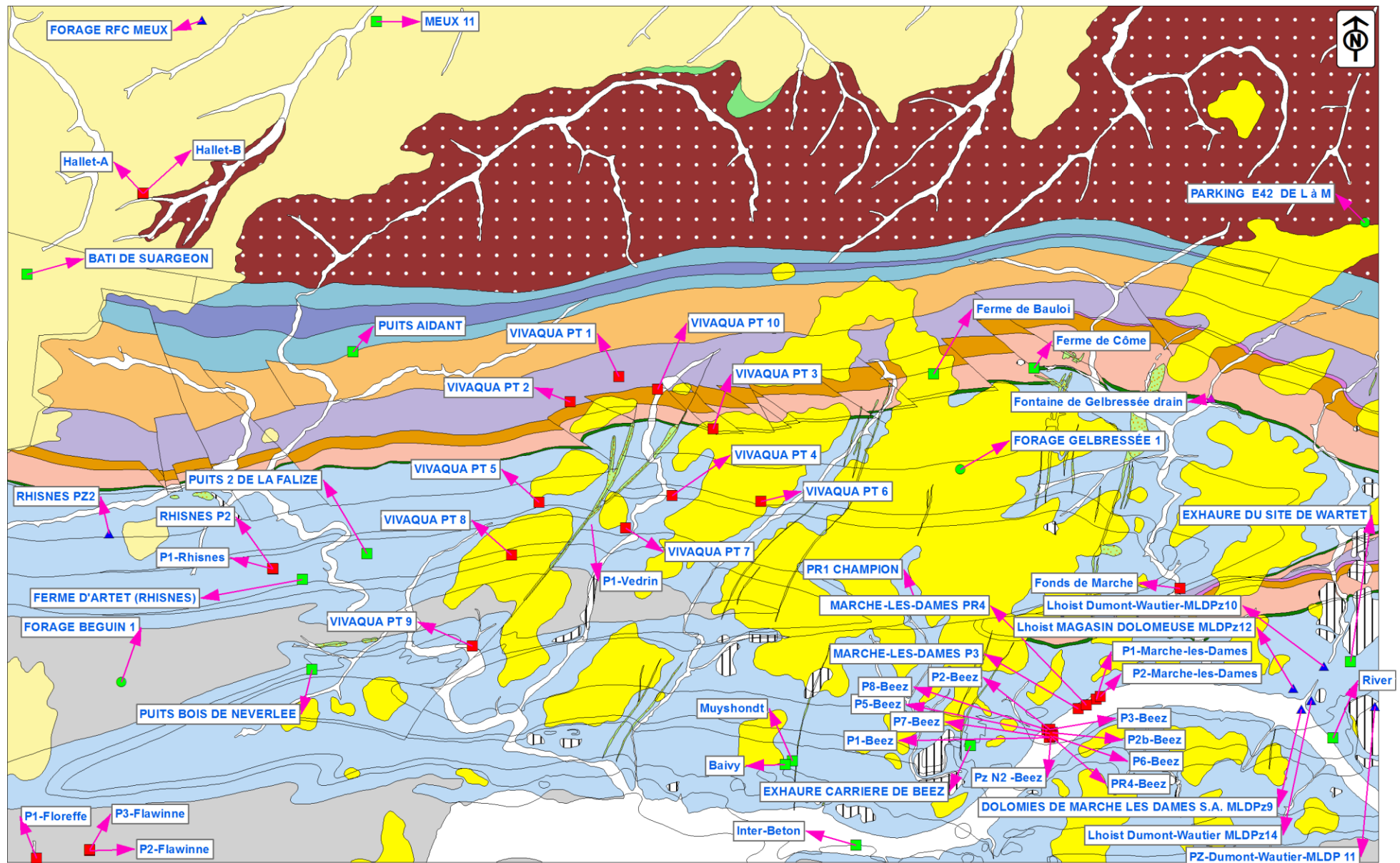
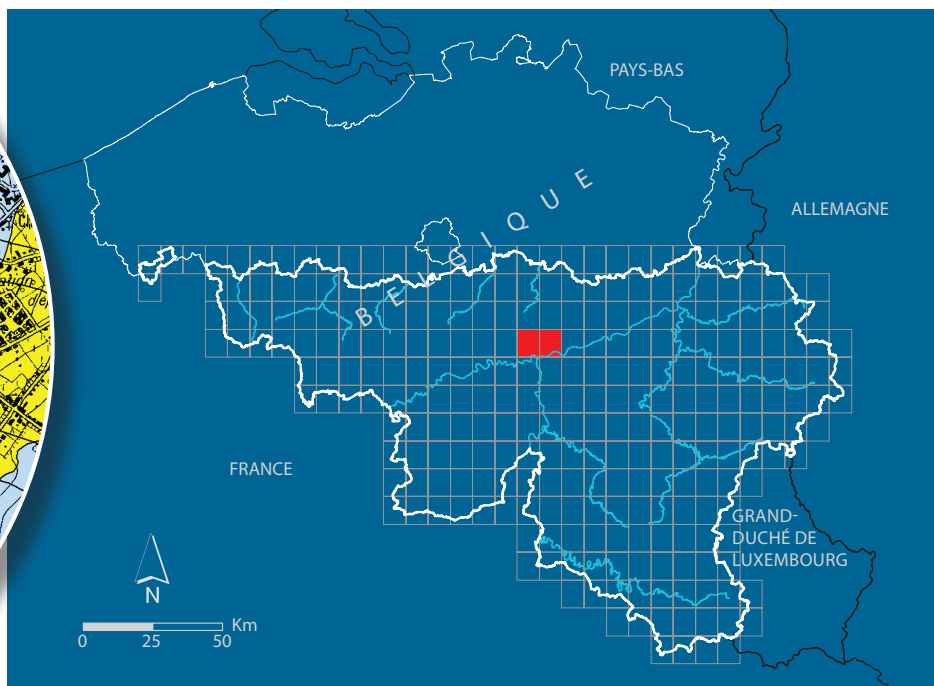
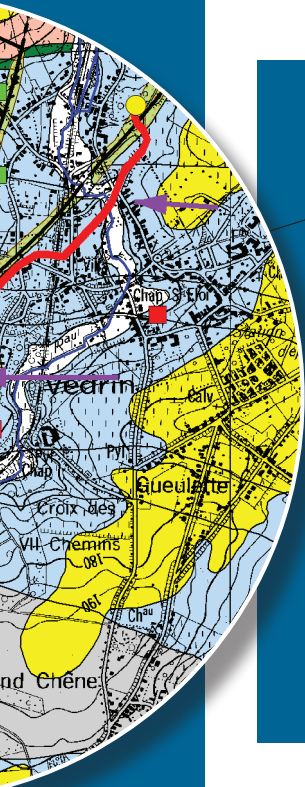


Figure XI.1 : Localisation des ouvrages cités dans cette notice.



SPW | Éditions, CARTES

Dépôt légal : D/2018/12.796/2 – ISBN : 978-2-8056-0248-1

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

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