

## 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 de Grandrieu - Beaumont



# GRANDRIEU - BEAUMONT

## 52/5-6

Sylvie **ROLAND**, Julie **BASTIEN**, Alain **RORIVE**

Université de Mons  
Rue de Houdain, 91 - B-7000 Mons (Belgique)



### NOTICE EXPLICATIVE

2014

Première version : Avril 2010  
Actualisation partielle : Août 2014

Dépôt légal – **D/2014/12.796/11** - ISBN : **978-2-8056- 0164-4**

**SERVICE PUBLIC DE WALLONIE**

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

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



## TABLE DES MATIÈRES

Avant-propos .....	4
I. Introduction.....	5
II. Cadres géographique, géomorphologique et hydrographique.....	6
III. Cadre géologique .....	8
III.1. Cadre géologique régional.....	8
III.2. Cadre géologique de la carte.....	10
III.2.1. Cadre lithostratigraphique.....	10
III.2.1.1. Les formations du Paléozoïque.....	10
III.2.1.2. Les formations du Mésozoïque.....	13
III.2.1.3. Les formations du Cénozoïque.....	13
III.2.2. Cadre structural.....	15
IV. Cadre hydrogéologique .....	17
IV.1. Description des unités hydrogéologiques.....	17
IV.1.1. L'aquifère des calcaires du Givetien.....	18
IV.1.2. L'aquiclude du Frasnien.....	19
IV.1.3. L'aquifère des calcaires du Frasnien.....	19
IV.1.4. L'aquiclude du Famennien – Frasnien.....	20
IV.1.5. L'aquitard du Famennien.....	20
IV.1.6. L'aquifère des grès du Famennien.....	21
IV.1.7. L'aquifère des calcaires du Carbonifère.....	21
IV.1.8. L'aquifère des craies du Crétacé.....	21
IV.1.9. L'aquifère des sables de remplissage.....	22
IV.1.10. L'aquifère alluvial.....	22
IV.2. Description de l'hydrogéologie régionale.....	23
IV.2.1. Généralités.....	23
IV.2.2. Piézométrie de la planche 52/5-6 Grandrieu – Beaumont.....	26
IV.2.2.1. Structures anticlinales.....	26
IV.2.2.2. Structures synclinales.....	31
IV.3. Phénomènes karstiques.....	35
IV.3.1. Système karstique de Lohéré.....	36
IV.3.2. Système karstique de Leugnies.....	37
IV.3.3. Systèmes karstiques Le Tomboi et Pont-Crotte.....	38

---

IV.3.4.	Système karstique du Vieux Moulin .....	39
IV.3.5.	Système karstique de Saint Joseph .....	40
IV.4.	Coupes hydrogéologiques .....	41
IV.5.	Caractère des nappes .....	42
IV.6.	Les carrières .....	42
V.	Cadre hydrochimique .....	43
V.1.	Caractéristiques hydrochimiques des eaux .....	43
V.1.1.	L'aquifère des calcaires du Frasnien et l'aquifère des calcaires du Givetien .....	43
V.1.2.	L'aquitard du Famennien .....	46
V.1.3.	L'aquifère des grès du Famennien .....	48
V.1.4.	L'aquifère des sables de remplissage .....	49
V.2.	Problématiques des nitrates .....	50
V.3.	Qualité bactériologique .....	52
V.4.	Autres paramètres .....	53
VI.	Exploitation des aquifères .....	54
VI.1.	Volumes prélevés pour la distribution publique d'eau potable .....	55
VI.2.	Volumes prélevés par les puits à usage privé .....	58
VII.	Etudes géophysiques .....	58
VII.1.	Zone de prospection géophysique de Montignies-Saint-Christophe .....	58
VIII.	Paramètres d'écoulement et de transport .....	60
VIII.1.	Paramètres hydrodynamiques .....	60
VIII.2.	Paramètres de transport .....	61
IX.	Zones de protection .....	63
IX.1.	Cadre légal .....	63
IX.2.	Zones de prévention autour des captages .....	65
X.	Méthodologie de l'élaboration de la carte hydrogéologique .....	66
X.1.	Origine des données .....	66
X.1.1.	Données géologiques .....	66
X.1.2.	Données météorologiques et hydrologiques .....	67
X.1.3.	Données hydrogéologiques .....	67
X.1.3.1.	Localisation des ouvrages et des sources .....	67
X.1.3.2.	Données piézométriques .....	67
X.1.3.3.	Données hydrochimiques .....	68

X.1.3.4.	Données hydrodynamiques .....	68
X.1.3.5.	Autres données .....	68
X.2.	Méthodologie de construction de la carte.....	68
X.2.1.	Banque de données hydrogéologiques.....	68
X.2.2.	Construction de la carte hydrogéologique.....	69
X.3.	Présentation du poster A0 .....	69
X.3.1.	Carte hydrogéologique principale .....	69
X.3.2.	Carte des informations complémentaires et du caractère des nappes .....	71
X.3.3.	Carte des volumes prélevés .....	71
X.3.4.	Tableau de correspondance 'Géologie – Hydrogéologie' .....	71
X.3.5.	Coupes hydrogéologiques .....	72
X.3.6.	Avertissement.....	72
XI.	Références bibliographiques .....	73
Annexe 1.	Glossaire des abréviations.....	76
Annexe 2.	Carte de localisation .....	77
Annexe 3.	Coordonnées géographiques des ouvrages cités dans la notice.....	78

## AVANT-PROPOS

La réalisation de la carte hydrogéologique de Grandrieu – Beaumont 52/5-6 s'inscrit dans le cadre du programme de cartographie des ressources wallonnes en eau souterraine commandé et financé par le Service Public de Wallonie (SPW), Direction générale opérationnelle de l'Agriculture, des Ressources naturelles et de l'Environnement (DGO3). Quatre équipes universitaires collaborent à ce projet : l'Université de Namur (UNamur), la Faculté Polytechnique de l'Université de Mons (UMons) et deux départements de l'Université de Liège (ArGEnCo-GEO<sup>3</sup>-Hydrogéologie & Sciences et Géologie de l'Environnement, et ULg-Campus d'Arlon, ULg).

La carte a été réalisée en 2010 par Ir. Sylvie Roland et Ir. Julie Bastien et révisée en 2014. Le projet a été supervisé à la Faculté Polytechnique de l'Université de Mons (UMons) par le professeur Ir. Alain Rorive. La révision porte sur une actualisation partielle des données et notamment sur l'inventaire des ouvrages existants, les volumes d'eau prélevés et les zones de prévention. De même, le tableau de correspondance 'Géologie – Hydrogéologie' a été actualisé. Le tout a été adapté pour être consultable via une application WebGIS.

Les cartes hydrogéologiques sont basées sur de nombreuses données géologiques, hydrogéologiques et hydrochimiques, recueillies par bibliographie et auprès de divers organismes. Elles ont pour objectif d'informer sur l'extension, la géométrie et les caractéristiques hydrogéologiques, hydrodynamiques et hydrochimiques des nappes aquifères, ainsi que sur leur exploitation. Elles s'adressent plus particulièrement à toute personne, société ou institution concernées par la problématique et la gestion, tant quantitative que qualitative, des ressources en eau. Elles reflètent l'état des connaissances au moment de leur publication.

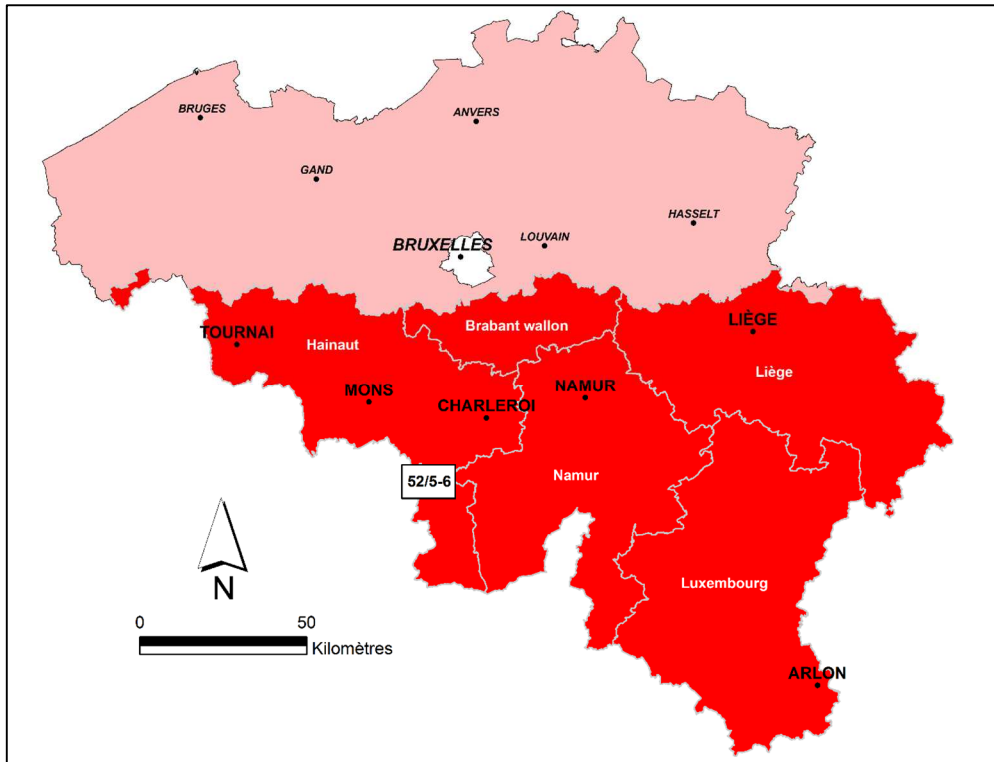
La carte principale du poster A0 joint à cette notice a été réalisée à l'échelle 1/25 000. Par un choix délibéré, la carte veut éviter toute superposition outrancière d'informations conduisant à réduire sa lisibilité. Dans ce but, outre la carte principale, deux cartes thématiques au 1/50 000 et deux coupes hydrogéologiques, ainsi qu'un tableau de correspondance 'Géologie – Hydrogéologie' sont présentés.

La base de données hydrogéologiques de Wallonie (BD Hydro) est la principale source des données servant à l'élaboration des cartes hydrogéologiques. Elle est en perpétuelle amélioration afin d'aboutir à une base de données centralisée, régulièrement mise à jour (Gogu, 2000 ; Gogu *et al.*, 2001 ; Wojda *et al.*, 2006).

La carte hydrogéologique Grandrieu – Beaumont est téléchargeable gratuitement (notice explicative et poster au format PDF) ou consultable dynamiquement via une application WebGIS sur le portail cartographique du Service Public de Wallonie. Cette application est disponible à l'adresse : <http://environnement.wallonie.be/cartosig/cartehydrogeo>.

## I. INTRODUCTION

La région couverte par la planche 52/5-6 Grandrieu – Beaumont se situe dans la partie sud de la province du Hainaut, dans la région de l'Entre-Sambre-et-Meuse (voir Figure I.1).



**Figure I.1. Localisation de la carte 52/5-6 Grandrieu – Beaumont**

Les principaux aquifères présents dans cette région se logent dans les grès du Famennien et les calcaires du Givetien et du Frasnien. Ailleurs, ce sont des unités aux caractéristiques hydrogéologiques moyennes à faibles, qualifiées d'aquitards et d'aquicludes.

## II. CADRES GÉOGRAPHIQUE, GÉOMORPHOLOGIQUE ET HYDROGRAPHIQUE

La région couverte par la feuille 52/5-6 Grandrieu – Beaumont est située dans la « botte » du Hainaut, dans l'arrondissement de Thuin et une petite partie dans celui de Walcourt. Elle est contiguë à la France par l'ouest. Les communes concernées sont celles de Sivry – Rance, Froidchapelle, Beaumont, Walcourt, Erquelinnes, Merbes-le-Château et Thuin (voir Figure II.1).

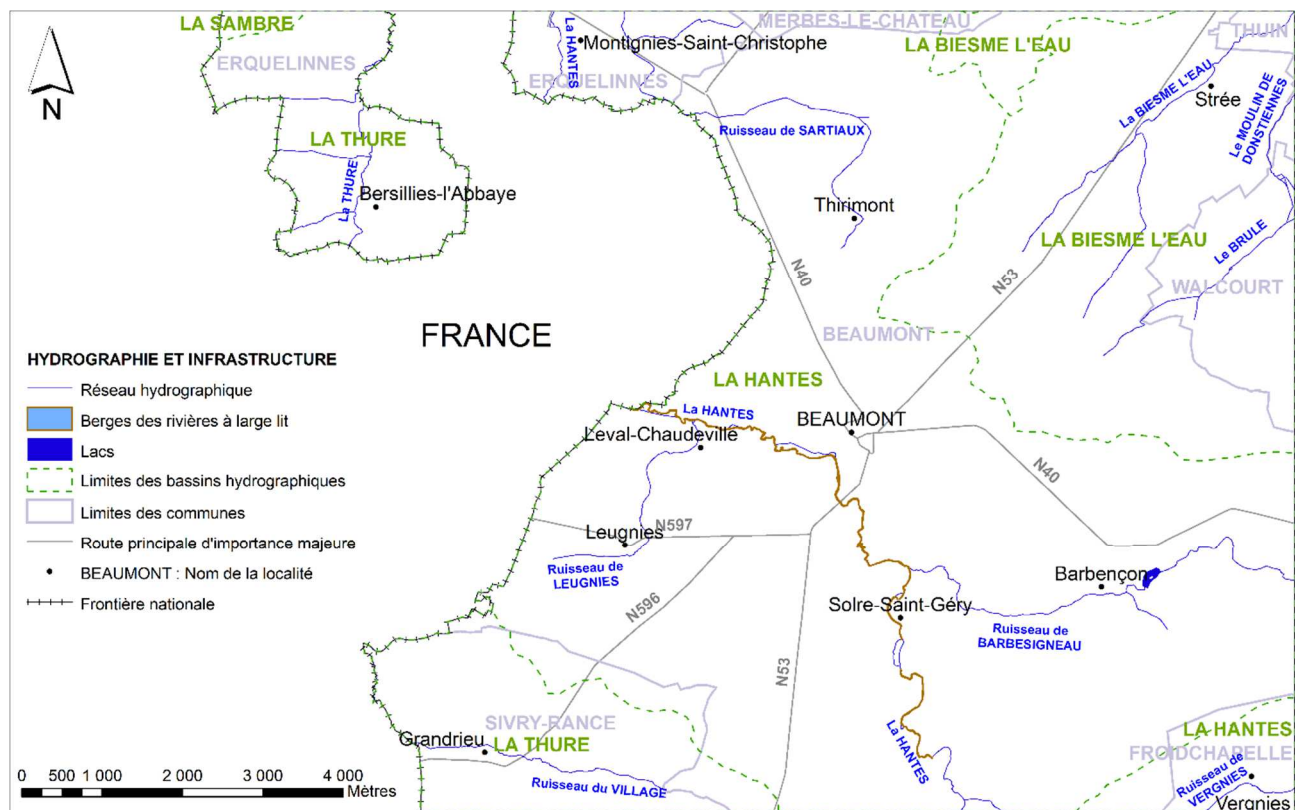


Figure II.1. Localisation des cours d'eau, lacs, limites des bassins hydrographiques, routes et limites des communes

La région est parcourue par deux cours d'eau principaux, à savoir la Hantes et la Thure. Ils sont tous deux affluents de la Sambre. Ils s'écoulent du sud au nord et traversent toute la carte.

Aux niveaux géographique et géomorphologique, la carte Grandrieu – Beaumont appartient à la région de l'Entre-Sambre-et-Meuse occidental. L'extrémité nord de la carte appartient à la Thudinie du sud qui est la continuité vers l'ouest du plateau condruzien (Denis, 1992). Le Condroz est caractérisé par des plateaux ondulés alternant crêtes topographiques (ou tiges), associées à un substratum schisto-gréseux famennien, et dépressions (ou chavées) correspondant aux synclinaux calcaires carbonifères. Toutefois, la morphologie du relief ne présente plus ici les crêtes caractéristiques du Condroz. Le relief est caractérisé de moyens plateaux, pénéplaines entaillées par les vallées de la Thure et de la Hantes. L'extrémité sud de la carte marque le passage avec la



Fagne. Cette dernière se présente sous forme d'une large dépression au relief parfois contrasté lorsqu'elle se situe sur des terrains datés du Famennien.

Au niveau hydrographique, la carte s'étend sur trois sous-bassins principaux :

- au nord et au sud : le bassin de la Thure ;
- au centre : le bassin de la Hantes, alimenté par la Hantes et ses affluents, les deux principaux étant le ruisseau de Leugnies et le ruisseau de Barbesigneau ;
- à l'est : le bassin de la Biesme l'eau, alimenté par la Biesme l'Eau et ses affluents.

Les sous-bassins de la Thure, de la Hantes et de la Biesme l'Eau appartiennent au bassin de la Sambre.

Les sous-bassins de la Thure et de la Hantes sont séparés par une crête de partage, située entre Grandrieu et Solre-Saint-Géry et culminant à 250 mètres. Une seconde ligne de partage sépare les sous-bassins de la Hantes et de la Biesme l'Eau entre Barbençon et Strée avec une altitude culminant à 247,5 mètres à Jette Feuille. Le point bas dans la vallée de la Hantes se situe à 140 mètres à Montignies-Saint-Christophe.

La région de Grandrieu - Beaumont compte une ville principale : Beaumont. Les principaux villages (zone d'habitat à caractère rural) sont Grandrieu, Vergnies, Solre-Saint-Géry, Barbençon, Leugnies, Leval-Chaudeville, Thirimont, Bersillies-l'Abbaye, Strée et Montignies-Saint-Christophe. Les principales liaisons routières qui traversent la région sont la N53 Charleroi – Chimay et la N40 Arlon – Mons. Elles se croisent à Beaumont. Le paysage est semi bocager avec des prairies, des cultures et des espaces forestiers.

### III. CADRE GÉOLOGIQUE

Le cadre géologique aborde dans un premier point la géologie régionale et dans un second point la géologie détaillée de la carte 52/5-6 Grandrieu – Beaumont.

#### III.1. CADRE GÉOLOGIQUE RÉGIONAL

Un résumé très succinct de l'histoire géologique de la Wallonie peut aider à la compréhension de la suite :

- de 530 à 400 Ma : dépôt d'une série sédimentaire d'âge Cambrien, Ordovicien et Silurien ;
- de 420 à 380 Ma : plissement calédonien en plusieurs phases, émergence, érosion et pénéplanation de ce qui va devenir le socle calédonien ;
- de 400 à 290 Ma : dépôt sédimentaire d'âge Dévonien à Carbonifère en discordance sur le socle calédonien ;
- de 360 à 130 Ma : plissement varisque (ou hercynien) en plusieurs phases, émergence, érosion et pénéplanation ;
- de 130 Ma à actuel : dépôt de sédiments meubles mésozoïques puis cénozoïques, en discordance sur la pénéplaine ;
- depuis le début du Quaternaire : soulèvement de la pénéplaine épivarisque\* entraînant l'érosion quasi complète de la couverture méso-cénozoïque.

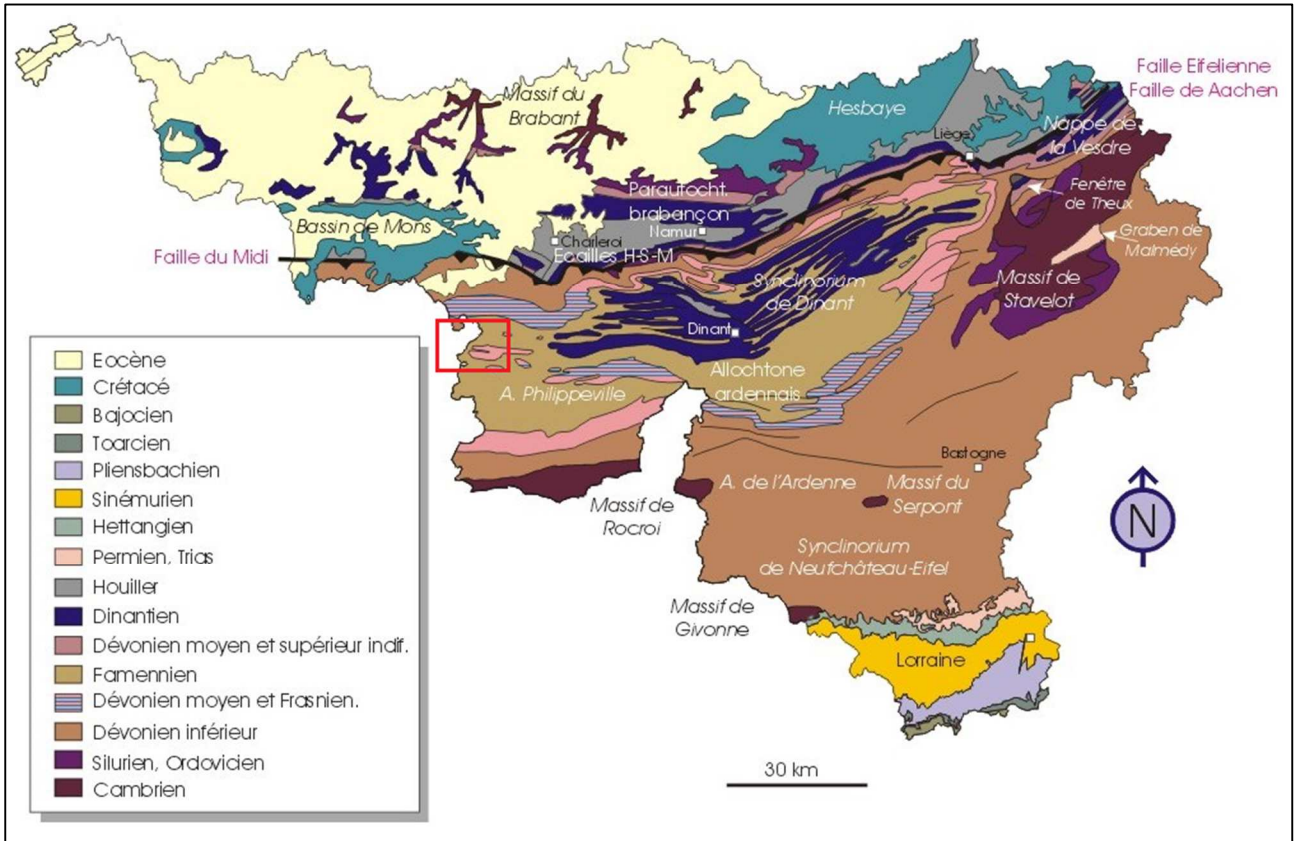
Les formations rencontrées dans la région de Grandrieu – Beaumont appartiennent essentiellement au Famennien, au Frasnien et au Givetien. La carte est située à la bordure septentrionale du Synclinorium de Dinant (voir Figure III.1). Ce dernier appartient à l'allochtone ardennais, qui par le jeu de la Faille du Midi, a été charrié sur l'unité parautochtone du Brabant (Belanger *et al.*, 2012). Plus globalement, la zone étudiée appartient au domaine rhéno-hercynien (zone externe nord) de l'orogène varisque en Europe occidentale.

Plus particulièrement, la région de Grandrieu – Beaumont montre des dépôts d'âge dévonien moyen (Givetien) à Carbonifère (Ivorien). Ces séries représentent différents épisodes sédimentologiques de la grande transgression dévono-dinantienne discordante, sur un socle calédonien érodé (non visible sur la planche 52/5-6).

---

\* Epivarisque : ensemble constitué par les terrains dévono-carbonifères plissés, érodés et pénéplanés, et par les sédiments méso-cénozoïques

Cette pile sédimentaire a ensuite subi l'orogénèse varisque. Cela s'est traduit par un raccourcissement selon la direction générale SSE-NNO avec le plissement en une série de synclinoria et d'anticlinoria successifs, découpés par des failles longitudinales de chevauchement, des failles de décrochement et des failles transversales.



**Figure III.1. Localisation de la planche 52/5-6 Grandrieu – Beaumont sur la carte géologique de Wallonie (Boulvain & Pingot, 2013, modifié)**

Par ailleurs, la région est traversée par une zone de cisaillement orientée NO-SE formée d'une série de failles décrochantes en relais à composante de déplacement essentiellement dextre. Ce socle a ensuite été érodé et pénéplané.

Par après, les sédiments méso-cénozoïques se sont déposés en discordance sur le socle pénéplané mais ont été ensuite érodés pendant le soulèvement au Quaternaire. Subsistent encore des dépôts argilo-crayeux mésozoïques (Crétacé), argilo-sableux cénozoïques (Paléogène) et limono-graveleux quaternaires.

## **III.2. CADRE GÉOLOGIQUE DE LA CARTE**

Cette partie présente une description lithologique et stratigraphique sommaire des différentes formations rencontrées dans le cadre de cette carte. Cette description est issue du texte explicatif de la nouvelle carte géologique 52/5-6 Grandrieu – Beaumont au 1/25 000, éditée en 2001 et dressée par V. Dumoulin, auquel est renvoyé le lecteur pour une description plus précise. Cette carte géologique sert de fond à la carte hydrogéologique.

### **III.2.1. Cadre lithostratigraphique**

Le Tableau III-1 reprend toutes les subdivisions géologiques utilisées dans la région de Grandrieu – Beaumont. Ci-dessous, les différentes formations sont décrites, de la plus ancienne à la plus récente.

#### ***III.2.1.1. Les formations du Paléozoïque***

Sur la planche de Grandrieu-Beaumont, le Paléozoïque est constitué de roche d'âge dévonien (moyen et supérieur) et carbonifère.

Les étages concernés sont de la plus ancienne à la plus récente : le Givetien (Dévonien moyen), le Frasnien et le Famennien (Dévonien supérieur), l'Ivorien et l'Hastarien (Tournaisien).

##### *III.2.1.1.1. Le Dévonien moyen*

La Formation du Mont d'Hairs (MHR – Givetien) se caractérise par une alternance de calcaires fins en bancs massifs et de calcaires biostromaux riches en faune. L'épaisseur est d'environ 130 mètres (Dumoulin & Marion, 1997 ; Habils *et al.*, 2012).

La Formation de Fromelennes (FRO – Givetien) est épaisse d'environ 75 à 80 mètres. Deux niveaux sont distingués : la base, d'une quinzaine de mètres d'épaisseur, est formée de calcaires argileux interrompus par plusieurs passées schisteuses ; ensuite, se trouvent des calcaires en bancs décimétriques et des calcaires fins. Les processus de dolomitisation affectent parfois ces calcaires.

##### *III.2.1.1.1. Le Dévonien supérieur*

La Formation de Nismes (NIS – Frasnien) est composée de schistes avec de rares nodules calcaires épars ou alignés. Cette formation a une épaisseur d'environ 25 mètres.

**Tableau III-1. Tableau lithostratigraphique de la région de Grandrieu – Beaumont**

Ere	Système	Série	Etage	Groupe	Formation	Membre	Abréviation	Lithologie		
<b>Cénozoïque</b>	Quaternaire	Holocène			Alluvions modernes		AMO	Graviers, sables, argiles, limons		
		Pléistocène			Limons		LIM	Silts et argiles		
	Paléogène	Eocène	Lutétien		Dépôts argilo-sableux indifférenciés			SBL	A la base : sables avec argiles, argiles sableuses, blocs de grès ou de quartzites ; au sommet : sables quartzeux	
		Paléocène	Thanétien							
<b>Mésozoïque</b>	Crétacé	Supérieur	Campanien ? Santonien ? Coniacien ? Turonien ?	Marbaix			MBX	Argiles compactes à la base, craies blanches au sommet		
<b>Paléozoïque</b>	Carbonifère	Tournaisien	Ivorien	Marbaix	Leffe			LEF	Calcaires, dolomies, cherts	
					Waulsort			WAW	Calcaires massifs, dolomies	
					Bayard			BAY	Calcaires crinoïdiques à cherts	
					Maurenne			MAU	Calcaires argileux	
			Landelies				LAN	Calcaires en bancs		
			Pont d'Arcole				PDA	Schistes		
			Hastièrre				HAS	Calcaires crinoïdiques et calcaires argileux		
			Dévonien		Supérieur	Famennien	Etroungt			
	Ciney								CE CIN	Grès micacés, grès argileux et siltites gréseuses. Moins présents : schistes calcaireux, schistes à nodules calcaires et calcaires gréseux.
	Souverain-Pré							SVP	Schistes et grès calcaireux, micacés à nodules calcaires à la base, et calcaires argileux et noduleux	
	Esneux							ESN WAT	Grès fins micacés en bancs, interstratifiés de siltites et de schistes	
		Watissart								
	Aye							FA AYE	Siltites argileuses micacées	
	La Famenne							FAM	Schistes et schistes silteux finement micacés	
	Valisettes							NV VAL	Schistes avec de rares nodules calcaires, monticules micritiques rouges (MM)	
		Neuville						NEU	Calcaires argileux et noduleux et schistes à nodules calcaires	
	Philippeville							PHV	Calcaires fins massifs biostromaux, fortement diaclasés et dolomités, et calcaires stratifiés	
	Pont de la Folle	Machenées						MAC	Schistes ou calcaires argileux	
		Fontaine Samart						FOL FSA	Calcaires et calcaires argileux. Calcaires massifs à la base	
		Brayelles						BRA	Dolomies	
	Nismes							NIS	Schistes	
	Fromelennes							FRO	Calcaires fins et calcaires en bancs décimétriques, calcaires argileux à la base	
	Mont d'Hours				MHR	Alternances de calcaires fins en bancs massifs et de calcaires biostromaux				
	Moyen	Givetien								

La Formation du Pont de la Folle (FOL – Frasnien) regroupe trois membres épais de 110 à 150 mètres au total : le Membre de la Fontaine Samart, le Membre de Brayelles et le Membre de Machénées. Le Membre de la Fontaine Samart est le membre inférieur calcaire. Il présente à la base un niveau calcaire massif bioconstruit (biostrome appelé communément « Marbre Sainte Anne ») pouvant être fortement diaclasé et au sommet des calcaires et calcaires argileux à noduleux crinoïdiques. Le Membre de Brayelles est un niveau dolomitique qui se développe latéralement au biostrome inférieur (Membre de la Fontaine Samart). Enfin, le Membre des Machénées est constitué, soit de schistes avec quelques nodules calcaires épars, soit de calcaires très argileux. Les différents membres de la Formation du Pont de la Folle ne sont pas individualisés sur cette carte.

La Formation de Philippeville (PHV – Frasnien) a une épaisseur de 70 à 95 mètres. La partie inférieure (10-20 mètres), dénommée « Marbre de Cousolre » est composée de calcaires massifs, généralement fortement diaclasés et fréquemment veinés de calcite. Des poches de dolomie sont présentes dans ce calcaire bioconstruit, deuxième biostrome des formations frasniennes. Le reste de la formation est constitué de calcaires stratifiés.

La Formation de Neuville et la Formation des Valisettes (NV – Frasnien) ont été cartographiées ensemble vu la faible épaisseur de la première formation (10 mètres). Celle-ci est formée de calcaires argileux noduleux en bancs pluridécimétriques et de schistes à nodules calcaires. La Formation des Valisettes se compose de schistes avec parfois de rares nodules calcaires. Elle est épaisse d'une quarantaine de mètres. Localement en association avec le développement de « récifs de marbre rouge », la formation présente des calcaires noduleux et des schistes à nodules calcaires. Les « récifs de marbre rouge » sont des lentilles relativement aplaties (biohermes) de calcaires massifs rouges et gris.

La Formation de la Famenne et la Formation d'Aye (FA – Famennien) ont été regroupées en raison du manque d'affleurements. La Formation de la Famenne présente des schistes et des schistes silteux finement micacés. Son épaisseur varie de 50 à 100 mètres. La Formation d'Aye est essentiellement formée de siltites argileuses micacées fréquemment affectées d'une schistosité. Des schistes silteux y sont également interstratifiés ainsi que des grès micacés. Elle est épaisse de 100 à 150 mètres environ.

La Formation d'Esneux (ESN – Famennien) est constituée, essentiellement, de grès fins micacés en bancs pluricentimétriques à décimétriques. Ces grès sont interstratifiés de siltites et de schistes en niveaux centimétriques à pluricentimétriques. Cette formation peut présenter d'importantes variations latérales de faciès dans la direction NS. Localement, au nord de la carte, la formation montre des niveaux de grès quartzitiques massifs en bancs pluridécimétriques à métriques (Membre de Wattisart). La puissance de cette formation varie entre 85 et 115 mètres

La Formation de Souverain-Pré (SVP – Famennien) a une épaisseur de 35 à 75 mètres. La partie inférieure est composée de bancs décimétriques à pluridécimétriques de schistes et de grès calcaireux micacés à nodules calcaires. Le reste de la formation est constitué de calcaires argileux noduleux.

La Formation de Ciney et la Formation d'Etrœungt (CE – Famennien) ont été regroupées vu la faible épaisseur de la deuxième formation (20 mètres). La Formation de Ciney est caractérisée par des lithologies à prédominance gréseuse : grès riches en micas en bancs décimétriques à pluridécimétriques, grès argileux et siltites gréseuses. Néanmoins, des schistes calcaireux ou schistes à nodules calcaires, voire des calcaires gréseux sont également présents au sein de cette formation, épaisse d'environ 250 mètres. La Formation d'Etrœungt est une



alternance de schistes et de grès argileux micacés dans lesquels s'intercalent progressivement des schistes calcaireux, des grès à ciment calcaire et des calcaires crinoïdiques. Ces derniers sont prépondérants au sommet de la formation.

#### *III.2.1.1.2. Le Carbonifère - Tournaisien*

En raison de la faible représentativité, sur cette carte, des unités lithologiques tournaisiennes, qu'elles soient situées sous le complexe des « récifs » waulsortiens (formations d'Hastière, du Pont d'Arcole, de Landelies et de Maurenne) ou associées à ceux-ci (formations de Bayard et de Leffe), elles ne sont pas détaillées ici. Dans un souci de synthèse, l'ensemble de ces formations sont regroupées sur cette carte sous le symbole HL (association des initiales de la Formation d'Hastière et de la Formation de Leffe). Toutefois, leurs caractéristiques lithologiques sont reprises dans les cartes géologiques voisines Silenrieux – Walcourt 52/7-8 (Dumoulin & Marion, 1997) et Philippeville – Rosée 53/5-6 (Boulvain & Marion, 1994) et brièvement dans le Tableau III-1 lithostratigraphique. En dehors de Pont d'Arcole (schistes), ces formations sont calcaires.

#### **III.2.1.2. Les formations du Mésozoïque**

Le **Groupe de Marbaix** (MBX – Crétacé, Coniacien) rassemble les terrains du Crétacé, peu affleurants, disposés en plaquages peu épais, sur le socle paléozoïque. Il contient aussi les produits d'altération de dépôts initiaux. Sur la carte Grandrieu – Beaumont, ce groupe comprend deux unités lithologiques principales, de la base au sommet : de l'argile compacte très riche en glauconie et légèrement calcaireuse, et la craie blanche ponctuée de glauconie dans la partie inférieure et à silex dans la partie supérieure. Au vu des cartes contiguës (Merbes-le-Château – Thuin 52/1-2, Gozée – Nalinnes 52/3-4 et Silenrieux – Walcourt 52/7-8), il semblerait que ce groupe soit plus étendu que ce qui ne figure sur la carte, dans la partie nord-est.

#### **III.2.1.3. Les formations du Cénozoïque**

##### *III.2.1.3.1. Le Paléogène*

Etant donné le manque de précision sur la nature et l'âge des dépôts tertiaires présents en placages sur le substrat primaire ou secondaire de cette carte, ils ont été regroupés en une seule unité lithologique : les dépôts argilo-sableux indifférenciés (SBL – Paléocène supérieur, Thanétien et Eocène moyen, Lutétien). Deux faciès sont à distinguer : l'un, inférieur, constitué de sables avec des argiles riches en lignite, des argiles sableuses, et des blocs de grès ou de quartzites ; l'autre, supérieur, formé de sables quartzeux légèrement glauconieux renfermant des concrétions gréseuses de forme allongée. Les formations correspondantes pourraient être celles d'Erquelines pour le faciès inférieur et de Bruxelles pour le faciès supérieur.

### *III.2.1.3.2. Le Quaternaire*

Les limons (LIM – Pléistocène) sont un mélange de silt et d'argile. Ils peuvent contenir localement des particules sableuses ou des fragments caillouteux. Ces limons se retrouvent en placages étendus, ils ne sont toutefois pas représentés sur la carte par souci de lisibilité.

Les alluvions modernes (AMO – Holocène et actuel) sont formées de galets, de graviers, de sables, d'argiles et de limons, résultant de l'érosion du substrat local et régional.

### III.2.2. Cadre structural

Le raccourcissement des terrains paléozoïques constitués d'une succession de niveaux compétents et incompétents, s'exprime par des déformations plicatives et cassantes à diverses échelles de grandeur et d'importance.

D'une manière générale, au cours de l'orogénèse varisque, la pile sédimentaire répond aux contraintes mises en jeu, en formant des plis (anticlinaux et synclinaux) d'allure et de longueur d'onde variables. Ce plissement s'accompagne d'un éventail de structures tectoniques secondaires, généralement identifiables à l'échelle humaine : plis d'entraînement, failles de chevauchement, failles transversales, ...

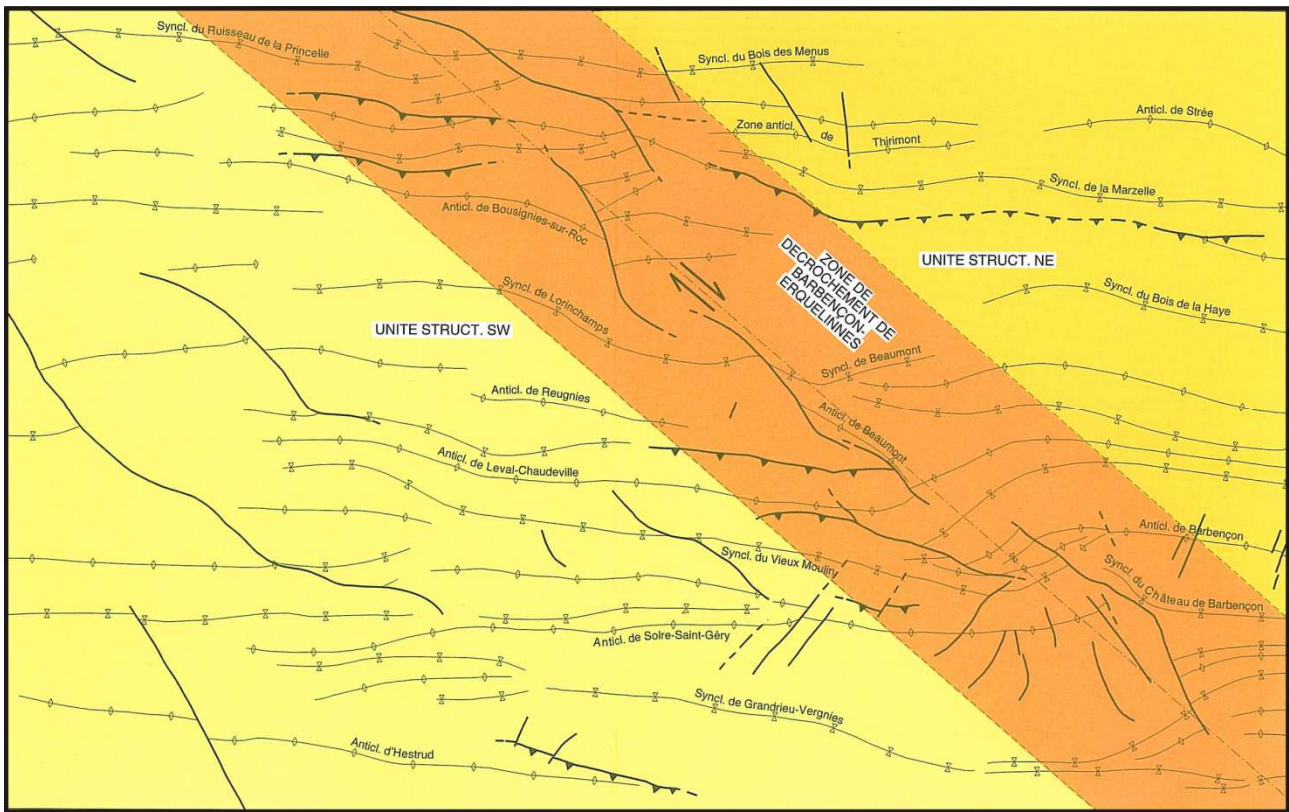
L'ensemble de ces structures, communes dans l'allochtone ardennais, a été reconnu sur la carte Grandrieu – Beaumont. L'essentiel des sédiments affleurant est d'âge dévonien moyen et supérieur. La région cartographiée appartient à une zone anticlinoriale transversale d'orientation NO-SE, qui sépare deux domaines ; l'un à l'ouest situé dans l'Avesnois et l'autre à l'est dans le Condroz (Beugnies, 1965 ; Fourmarier, 1954).

Située au bord nord du Synclinorium de Dinant, la carte de Grandrieu – Beaumont présente une orientation structurale majeure de direction est-ouest, soulignée par la direction des axes de plis.

L'ordre supérieur de plissement avec une longueur d'onde plurikilométrique est à peine perceptible sur les coupes : il existe deux zones anticlinoriales givéto-frasniennes, séparées par une zone synclinoriale famenno-carbonifère. Ce plissement enveloppe des structures d'ordre inférieur. Les plis du deuxième ordre ont une longueur d'onde kilométrique. Le troisième ordre de plis présente une longueur d'onde pluridécamétrique à hectométrique. Il permet de reconnaître en carrière (à Barbençon) des plis semblables et asymétriques. Les plis d'ordre inférieur sont des plis d'entraînement sur les flancs ou des plis d'amortissement au cœur des structures d'ordre supérieur. Ces plis témoignent de l'accommodation de la structure entre ses lithologies compétentes (calcaires et grès) et incompétentes (schistes).

Sur la carte de Grandrieu – Beaumont, trois zones peuvent se distinguer (voir Figure III.2) :

- Unité structurale au sud-ouest ;
- Zone de décrochement de Barbençon – Erquelines ;
- Unité structurale au nord-est.



**Figure III.2. Cadre structural de la région de Grandrieu – Beaumont (d’après V. Dumoulin, carte géologique de Wallonie, 2001 ; modifié)**

Bien qu’une orientation structurale régionale est-ouest soit reconnue, des perturbations de cette direction sont remarquées dans une large zone orientée NO-SE passant par la ville de Beaumont. Cette zone, située entre les localités de Barbençon et de Montignies-Saint-Christophe, est appelée « Zone de décrochement de Barbençon – Erquelines » (Beugnies, 1965). Dans ce « couloir » d’environ trois kilomètres de large sont observées de nombreuses variations de la direction des axes de plis.

Sur le schéma structural ci-dessus (voir Figure III.2) sont reprises les directions des axes des plis. Il permet de visualiser l’évolution de leurs variations. A l’approche de la zone de décrochement de Barbençon – Erquelines, les axes deviennent soit tangentiels, soit perpendiculaires à cette orientation. Régulièrement sont constatées des oppositions de directions des axes de plis dans cette zone. Ces observations indiqueraient que le « couloir de perturbations » est une zone de failles majeures de directions NO-SE. Le sens du déplacement dans cette zone cisailée serait principalement dextre et les failles décrochantes seraient disposées soit en relais « à gauche », soit en relais « à droite ». De plus, ces failles se rejoindraient en profondeur pour ne former qu’un accident majeur (Dumoulin, 2001).

## **IV. CADRE HYDROGEOLOGIQUE**

### **IV.1. DESCRIPTION DES UNITÉS HYDROGÉOLOGIQUES**

Les unités hydrogéologiques définies pour la carte 52/5-6 Grandrieu – Beaumont sont décrites ci-dessous dans l'ordre stratigraphique, de la plus ancienne à la plus récente. Elles sont reprises dans le Tableau IV-1 synthétique ainsi que dans le tableau de correspondance 'Géologie – Hydrogéologie' du poster A0 joint à la notice.

Les formations géologiques sont regroupées en fonction de leurs caractéristiques hydrodynamiques. Trois termes sont utilisés pour décrire les unités hydrogéologiques, selon le caractère plus ou moins perméable des formations (Pfannkuch, 1990 ; UNESCO-OMM, 1992) :

- Aquifère : formation perméable contenant de l'eau en quantité exploitable ;
- Aquitard : formation géologique de nature plutôt peu perméable et semi-perméable dans laquelle l'écoulement se fait à une vitesse beaucoup plus réduite que dans un aquifère. Son exploitation est possible mais de capacité limitée ;
- Aquiclude : formation à caractère peu perméable, très faiblement conductrice d'eau souterraine, dont il n'est pas possible d'extraire économiquement des quantités d'eau appréciables.

Ces définitions assez subjectives sont à utiliser avec précaution. Elles sont reprises ici afin de renseigner, à une échelle régionale, le caractère globalement perméable, semi-perméable ou imperméable d'un ensemble de couches géologiques. Elles donnent une idée du potentiel économique que représentent les différentes unités hydrogéologiques en termes d'exploitation. Elles se basent sur la description lithologique de ces unités (formations ou ensembles de formations).

Certaines formations géologiques voient leur faciès changer latéralement, il est donc possible qu'une même formation soit définie en terme d'aquifère sur une carte et en terme d'aquitard sur une autre carte.

**Tableau IV-1. Tableau de correspondance ‘Géologie – Hydrogéologie’ de Grandrieu – Beaumont**

Ere	Système	Série	Etage	Groupe	Formation	Membre	Abréviation	Lithologie	Hydrogéologie		
Cénozoïque	Quaternaire	Holocène		Marbaix	Alluvions modernes		AMO	Graviers, sables, argiles, limons	Aquifère alluvial		
		Pléistocène			Limons		LIM	Silts et argiles	Aquitard limoneux (non cartographié)		
	Paléogène	Eocène	Lutétien		Dépôts argilo-sableux indifférenciés		SBL	A la base : sables avec argiles, argiles sableuses, blocs de grès ou de quartzites ; au sommet : sables quartzeux	Aquifère des sables de remplissage		
Paléocène		Thanétien			MBX	Argiles compactes à la base, craies blanches au sommet	Aquifère des craies du Crétacé				
Mésozoïque	Crétacé	Supérieur	Campanien ? Santonien ? Cenomanien ? Turonien ?								
Paléozoïque	Carbonifère	Tournaisien	Ivorien	Lefe		LEF	Calcaires, dolomies, cherts	Aquifère des calcaires du Carbonifère			
				Waulsort		WAU	Calcaires massifs, dolomies				
				Bayard		BAY	Calcaires crinoïdiques à cherts				
				Maurrene		MAU	Calcaires argileux				
				Landelles		LAN	Calcaires en bancs				
			Hastarien	Pont d'Arcole		PDA	Schistes				
				Hastière		HAS	Calcaires crinoïdiques et calcaires argileux				
				Etroungt		ETR	Alternances de schistes et de grès argileux micacés, au sommet, calcaires crinoïdiques		Aquifère des grès du Famennien		
					Ciney		CIN			Grès micacés, grès argileux et siltites gréseuses. Moins présents : schistes calcaireux, schistes à nodules calcaires et calcaires gréseux.	
				Dévonien	Supérieur	Famennien	Souverain-Pré			SVP	Schistes et grès calcaireux, micacés à nodules calcaires à la base, et calcaires argileux et noduleux
	Esneux		ESN				Grès fins micacés en bancs, interstratifiés de siltites et de schistes				
	Aye		FA				AYE	Siltites argileuses micacées	Aquifère des grès du Famennien		
		La Famenne					FAM	Schistes et schistes silteux finement micacés			
	Frasnien	Valisettes					VAL	Schistes avec de rares nodules calcaires, monticules micritiques rouges (MM)	Aquifère des grès du Famennien		
		Neuville				NEU	Calcaires argileux et noduleux et schistes à nodules calcaires				
		Philippeville				PHV	Calcaires fins massifs biostromaux, fortement diacrasés et dolomités, et calcaires stratifiés				
	Moyen	Givetien	Machenées			Fontaine Samart		FOL	FSA	Calcaires et calcaires argileux. Calcaires massifs à la base	Aquifère des calcaires du Givetien
						Brayelles		BRA	Dolomies		
						Nismes		NIS	Schistes		
			Fromelennes		FRO	Calcaires fins et calcaires en bancs décimétriques, calcaires argileux à la base					
Mont d'Haus				MHR	Alternances de calcaires fins en bancs massifs et de calcaires biostromaux						

### IV.1.1. L'aquifère des calcaires du Givetien

L'aquifère des calcaires du Givetien reprend la Formation de Mont d'Haus et la Formation de Fromelennes. Ces formations sont constituées de calcaires fins en bancs massif, avec, à la base de la Formation de Fromelennes, des calcaires argileux interrompus par plusieurs passées schisteuses. Cette zone, d'une quinzaine de mètres, peut donc être un peu moins perméable que le reste de l'aquifère. Les processus de dolomitisation affectent parfois ces calcaires. Grâce à une porosité interstitielle résultant de ces processus, les capacités hydrogéologiques sont alors augmentées.

La fissuration et l'éventuelle karstification de ces calcaires confèrent de très bonnes qualités à cet aquifère. Ceux-ci sont caractérisés par des conductivités hydrauliques souvent élevées.

La Formation de Fromelennes affleure au centre et au sud de la carte, aux environs de Beaumont, Solre-Saint-Géry et Barbençon. La Formation de Mont d'Haus n'affleure pas sur cette carte, mais est visible sur les coupes hydrogéologiques.



### **IV.1.2. L'aquiclude du Frasnien**

L'aquiclude du Frasnien correspond à la Formation de Nismes. Elle est principalement représentée par des schistes qui lui confèrent un caractère imperméable. Les quelques bancs et nodules de calcaires présents dans ces aquicludes constituent des niveaux aquifères négligeables parmi les schistes. Les moindres vides et fissures existants dans ces niveaux sont colmatés par la composante argileuse, réduisant fortement les circulations d'eau souterraine.

Cette formation apparaît peu sur la carte. Elle affleure sous forme d'une mince bande autour des calcaires du Givetien, aux environs de Beaumont, Solre-Saint-Géry et Barbençon. Cette bande imperméable compartimente les aquifères des calcaires du Givetien et des calcaires du Frasnien.

### **IV.1.3. L'aquifère des calcaires du Frasnien**

L'aquifère des calcaires du Frasnien rassemble les formations de Pont de la Folle et de Philippeville. Ces formations ont une dominante calcaire importante. Ces calcaires se présentent en bancs massifs ou stratifiés et localement dolomités. Ils peuvent être le lieu de phénomènes karstiques plus ou moins importants et contenir d'importantes réserves en eau souterraine, aisément mobilisables grâce à une fissuration et une karstification plus ou moins importantes.

Sont inclus dans cette unité hydrogéologique, des édifices récifaux et leurs équivalents latéraux calcaires, à savoir le Membre de la Fontaine Samart (Formation du Pont de la Folle), la Formation de Philippeville et les monticules micritiques de la Formations des Valisettes. Une nuance doit cependant être apportée en ce qui concerne les potentialités aquifères des monticules récifaux et plus particulièrement ceux des formations de Neuville et des Valisettes. En effet, ces édifices calcaires d'épaisseur pluridécamétrique et de diamètre hectométrique sont généralement complètement enchâssés dans une matrice argileuse (schistes – shales) peu perméable qui limite fortement leur réalimentation. De plus, et c'est notamment ce qui a permis leur exploitation comme pierres ornementales, les calcaires qui les constituent sont typiquement caractérisés par leur aspect très massif et une faible densité de fissuration de la roche. Pour ces deux raisons, les monticules micritiques constituent a priori de médiocres réservoirs ne permettant qu'une exploitation locale et à faible débit des réserves en eau souterraine qu'ils contiennent.

Les formations de l'aquifère des calcaires du Frasnien constituent le cœur des différents anticlinaux sur la carte. Elles affleurent au centre et au nord de la carte, aux environs de Beaumont, Solre-Saint-Géry, Barbençon, et Montignies-Saint-Christophe.

#### **IV.1.4. L'aquiclude du Famennien – Frasnien**

L'aquiclude du Famennien – Frasnien reprend les formations du Frasnien supérieur (de Neuville et des Valisettes) et du Famennien inférieur (formations de la Famenne et d'Aye – à l'exception du bord sud de la carte\*) au comportement hydrogéologique semblable. Elles sont constituées essentiellement de schistes, de schistes silteux finement micacés et de siltites argileuses micacées. Des bancs lenticulaires centimétriques à pluricentimétriques de grès fins sont présents dans cette formation. Cette unité est donc particulièrement imperméable, et les rares intercalations de grès sont insuffisantes pour conférer une tendance perméable à l'aquiclude.

Au sein de la Formation des Valisettes, se trouvent des monticules micritiques rouges, calcaires, qui peuvent constituer de petits aquifères localisés.

Cet aquiclude affleure sur une grande partie de la carte.

#### **IV.1.5. L'aquitard du Famennien**

L'aquitard du Famennien inclut les formations d'Esneux et de Souverain-Pré, ainsi que la Formation d'Aye uniquement sur le bord sud de la carte de Grandrieu – Beaumont. Globalement, les roches qui constituent ces formations sont des argilo-siltites, des schistes, des grès argileux, des grès calcaireux, des calcaires argileux et noduleux, et des lentilles calcaires. Toutes ces roches sont en alternance avec des prédominances selon les formations. Ainsi, les niveaux aquifères, formés par les grès et les calcaires sont entrecoupés par des niveaux imperméables de schistes et d'argilo-siltites. Dès lors, l'unité hydrogéologique résultante possède des caractéristiques moyennes la qualifiant d'aquitard.

La Formation de Souverain-Pré possède une tendance plus importante calcaireuse, ce qui améliore les caractéristiques hydrogéologiques. Elle peut être aquifère pour une exploitation locale.

Cet aquitard affleure sur une grande partie de la carte.

---

\* Sur la carte de Grandrieu – Beaumont, en raison du manque d'affleurement, la Formation d'Aye est parfois regroupée avec la Formation de la Famenne (FA), notamment au nord-est et sur le bord est de la carte. Ce regroupement est interprété comme aquiclude du Famennien – Frasnien. Sur le bord sud de la carte, la formation est, par contre, bien différenciée. Cependant, sur la carte de Sivry – Rance (Marion & Barchy, 2004) au sud, la formation d'Aye est regroupée avec celle d'Esneux (par manque d'éléments pour les distinguer sur le terrain et de plus, les transitions de l'une vers l'autre sont fréquentes). Ces deux formations sont, quant à elles, interprétées comme aquitard du Famennien (Roland & Rorive, 2014). Pour permettre la continuité des unités hydrogéologiques, il a été choisi de considérer la formation d'Aye du bord sud de la carte de Grandrieu – Beaumont comme faisant partie de l'aquitard du Famennien, ce qui peut être vérifié en considérant la composante gréseuse qui s'accroît vers le sud et qui empêche la différenciation avec la Formation d'Esneux.

#### **IV.1.6. L'aquifère des grès du Famennien**

L'aquifère des grès du Famennien est constitué de la Formation de Ciney et de la Formation d'Etrœungt. La composante nettement gréseuse qui caractérise les lithologies de ces formations permet de définir celle-ci comme aquifère. Les sables d'altération présents au sommet des niveaux gréseux (nappe du manteau d'altération) procurent à cette unité hydrogéologique une bonne capacité de filtration et une importante porosité de pores. La combinaison de cette dernière avec une porosité de fissure plus ou moins bien développée (fracturation des niveaux gréseux sains) confère à l'aquifère des grès du Famennien une perméabilité généralement assez bonne. De plus, le caractère filtrant de la couche d'altération préserve l'aquifère davantage des sources de pollution à partir du sol. Néanmoins, la capacité d'emménagement de cet aquifère est moins importante que dans les calcaires.

La base du Famennien forme, avec le sommet du Frasnien, un horizon peu perméable au contact duquel la nappe des grès famenniens (souvent situés sur les hauteurs) alimente de manière diffuse ou via des sources temporaires ou pérennes les calcaires du Frasnien (souvent situés en vallée).

Cet aquifère affleure au nord de la carte, aux environs de Solre-Sur-Sambre, au centre de la carte, au nord de Beaumont et, au sud de la carte, aux alentours de Vergnies.

#### **IV.1.7. L'aquifère des calcaires du Carbonifère**

Cette unité est faiblement représentée sur cette carte, ce qui explique qu'elle soit si peu détaillée dans cette notice. Elle est située soit sous le complexe des « récifs » waulsortiens (Formations d'Hastière, du Pont d'Arcole, de Landelies et de Maurenne) ou associée à ceux-ci (Formation de Bayard et de Leffe).

Ces formations sont principalement composées de calcaires, ce qui leur confère leur caractère aquifère. Associées à des phénomènes de karstification, ses caractéristiques hydrogéologiques peuvent être améliorées. Se trouvant au cœur du Synclinal du Bois de la Haye constitué par l'aquifère des grès du Famennien, cet aquifère des calcaires du Carbonifère est en continuité hydrogéologique avec son encaissant, l'aquifère des grès du Famennien.

Cet aquifère n'affleure qu'au centre-est de la carte, au nord-est de Beaumont.

#### **IV.1.8. L'aquifère des craies du Crétacé**

Le groupe de Marbaix comprend deux unités lithologiques principales : de la base au sommet, de l'argile compacte légèrement calcarifère (imperméable) et la craie blanche (aquifère). Il est figuré au nord-est de la planche à proximité de Strée. En continuité par rapport aux cartes voisines, ce groupe a été qualifié d'aquifère des craies du Crétacé. Sur la carte, ce groupe est très

peu cartographié, mais il est possible que son extension soit plus importante. Etant donné sa très faible extension sur cette carte, cette unité ne sera pas plus détaillée.

#### **IV.1.9. L'aquifère des sables de remplissage**

Les dépôts tertiaires argilo-sableux sont présents en placages sur le substrat primaire ou secondaire de cette carte. Deux faciès sont à distinguer : l'un, inférieur, constitué de sables avec des argiles riches en lignite, des argiles sableuses, et des blocs de grès ou de quartzites ; l'autre, supérieur, formé de sables quartzeux légèrement glauconieux renfermant des concrétions gréseuses de forme allongée. La nature de ces terrains leur confère un caractère aquifère. Leur conductivité hydraulique est fonction de la granulométrie, les zones sablo-graveleuses étant plus perméables que les zones argileuses. Il semble que les niveaux sableux et les niveaux argileux soient suffisamment bien distincts pour obtenir des niveaux aquifères de faible importance, localisés, isolés par des couches imperméables.

Cet aquifère affleure au centre et au nord de la carte, en poches, situées sur l'aquitard ou l'aquiclude du Famennien.

#### **IV.1.10. L'aquifère alluvial**

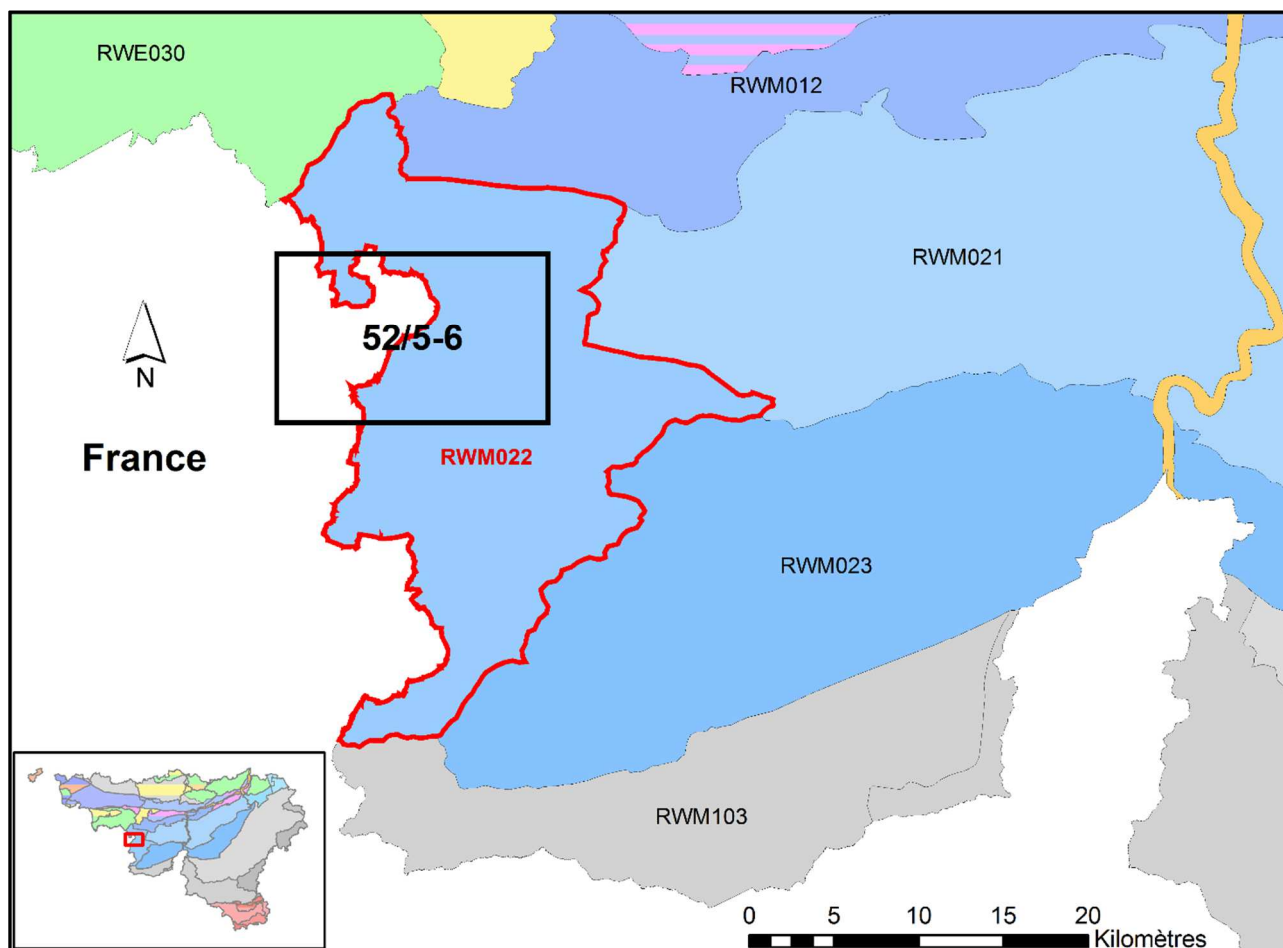
Les alluvions modernes, formées par des limons argileux, des silts, des sables et des graviers, constituent les premières nappes dans les vallées. Elles offrent des potentialités aquifères intéressantes si l'extension des dépôts le permet. Leur conductivité hydraulique est fonction de leur granulométrie. Les zones sablo-graveleuses conduiront mieux l'eau que les zones limono-argileuses. Ces sédiments peuvent donc former des aquifères locaux superficiels, qui demeurent toutefois sensibles aux pollutions diverses.

L'extension de ces dépôts meubles est réduite dans la région.

## IV.2. DESCRIPTION DE L'HYDROGÉOLOGIE RÉGIONALE

### IV.2.1. Généralités

Les unités hydrogéologiques de la carte de Grandrieu – Beaumont font partie de la masse d'eau souterraine\* des calcaires et grès dévoniens du bassin de la Sambre (RWM022) (voir Figure IV.1).



**Figure IV.1. Localisation de la carte 52/5-6 Grandrieu – Beaumont dans la masse d'eau souterraine RWM022 (SPW-DGO3, 2014)**

Sur la planche, toutes les structures ont la même géométrie. Il est plus simple d'envisager l'hydrogéologie des groupes d'anticlinaux d'une part et celle des groupes de synclinaux d'autre part. En effet, les anticlinaux sont à cœur calcaire givéto-frasnien et les synclinaux sont à cœur gréseux famennien. Ils sont majoritairement d'axe est-ouest, excepté l'Anticlinal transverse de Beaumont, d'axe NO-SE.

\* La notion de masse d'eau souterraine a été définie dans la directive cadre sur l'eau (2000/60/CE). Il s'agit d'une unité élémentaire adaptée à la gestion des eaux à l'intérieur des bassins hydrographiques à large échelle (districts hydrographiques). Une masse d'eau peut dès lors être définie comme un volume distinct d'eau souterraine à l'intérieur d'un ou de plusieurs aquifères. La délimitation précise des masses d'eau souterraine est toujours susceptible d'évoluer en fonction de l'amélioration de la connaissance de certains aquifères insuffisamment caractérisés jusqu'à présent.

Les anticlinaux sont constitués des formations du Givetien et du Frasnien : Fromelennes, Nismes, Pont de la Folle, Philippeville, Neuville et Valisettes. La Formation de Fromelennes forme l'aquifère des calcaires du Givetien et les formations du Pont de la Folle et de Philippeville constitue celui des calcaires du Frasnien. Ces deux unités sont isolées l'une de l'autre par les schistes de la Formation de Nismes qui forme l'aquiclude du Frasnien. Au toit de l'aquifère des calcaires du Frasnien se trouvent les schistes et calcaires argileux des formations de Neuville et des Valisettes. Ils jouent le rôle de barrière imperméable protégeant ainsi les aquifères sous-jacents. Au centre des anticlinaux, les calcaires sont cependant affleurant et plus exposés aux pollutions. C'est également à cet endroit que s'observent les phénomènes karstiques.

Les calcaires présentent les meilleures qualités d'aquifère liées à une perméabilité de fissures et associée avec des phénomènes de karstification (voir IV.3 Phénomènes karstiques), assurant ainsi une conductivité hydraulique importante. Outre cela, il faut rajouter des processus de dolomitisation qui augmentent la porosité du massif rocheux.

Les synclinaux sont constitués des formations du Famennien (Dévonien supérieur) : La Famenne, Aye, Esneux, Souverain-Pré, Ciney, Etrœungt), ainsi que des formations regroupées de l'Hastarien (Carbonifère), repris sous le nom 'HL' : Hastière, Pont d'Arcole, Landelies, Maurenne, Bayard, Waulsort et Leffe. Les formations de La Famenne et d'Aye constituent la partie supérieure de l'aquiclude du Famennien – Frasnien. Les formations d'Esneux et de Souverain-Pré forment l'aquitard du Famennien. Celles de Ciney et d'Etrœungt composent l'aquifère des grès du Famennien. Les formations du Tournaisien, peu représentées sur la carte de Grandrieu – Beaumont, ont été réunies dans l'aquifère des calcaires du Carbonifère.

L'aquiclude du Famennien – Frasnien forme une épaisse barrière entre l'aquifère des calcaires du Frasnien dans les anticlinaux, et les unités hydrogéologiques situées dans les synclinaux. De l'extérieur vers le cœur des synclinaux, les unités sont d'abord du type aquitard (grès et schistes) puis deviennent aquifères lorsque la composante gréseuse devient plus importante. Ces unités présentent une faible perméabilité et donc des écoulements souterrains relativement lents. Cela implique un ruissellement superficiel plus important vers un réseau hydrographique ramifié qui draine localement la nappe. Au cœur du synclinal du Bois de La Haye, se trouve l'aquifère des calcaires du Carbonifère, au contact avec l'aquifère des grès du Famennien.

Dans les synclinaux gréseux, les conductivités hydrauliques sont assez faibles et la nappe se trouve généralement à faible profondeur. Le niveau d'eau n'excède pas une dizaine de mètres de profondeur et sa surface suit celle de la topographie. Le sens d'écoulement de la nappe est guidé par le relief et est directement lié au réseau hydrographique. Par conséquent, les limites du

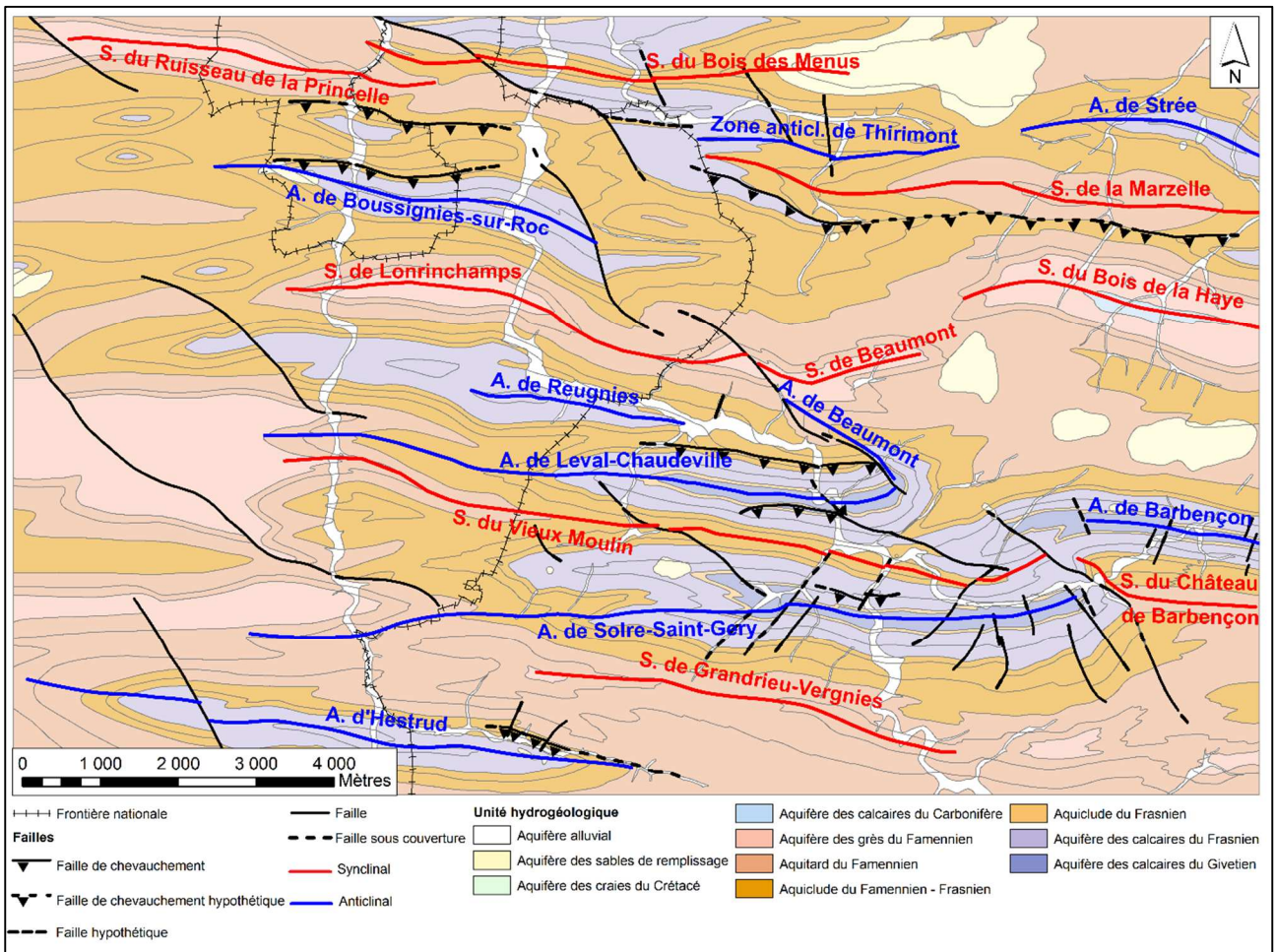


bassin hydrogéologique correspondent souvent à celles du bassin hydrologique (Brouyère *et al.*, 2009).

Au cœur de chaque structure, qu'elle soit synclinale ou anticlinale, il est possible de trouver une réserve d'eau plus ou moins importante, et compartimentée par une barrière imperméable lorsque l'on passe d'une structure à l'autre. Il est clair que les anticlinaux calcaires sont de meilleurs réservoirs que les synclinaux gréseux (et parfois calcaires).

Dans le manteau d'altération des formations calcaro-gréseuses, se développe en plus de la porosité de fractures, une porosité d'interstices. Cela peut former un aquifère secondaire.

Sur la carte structurale de Grandrieu – Beaumont, il est possible de voir bon nombre de failles. Des failles de chevauchement dans la direction générale E-O, ainsi que des failles dans la direction NO-SE. La majorité de ces dernières se trouvent dans la zone de décrochement de Barbençon – Erquelinnes. Lorsque ces failles sont en contact avec les formations calcaires (au niveau des anticlinaux), elles peuvent devenir des zones de circulations préférentielles pour l'eau. Elles peuvent également être associées avec les phénomènes de karstification. Ailleurs, lorsque les failles sont en contact avec des formations plus schisteuses, l'altération au niveau des failles donne principalement des argiles, les rendant improductives. Lorsque les failles sont au contact des formations gréseuses, l'altération génère parfois des sables.



**Figure IV.2. Ensemble des unités hydrogéologiques de la carte 52/5-6 et position des anticlinaux et synclinaux remarquables et des failles**

#### IV.2.2. Piézométrie de la planche 52/5-6 Grandrieu – Beaumont

Compte tenu de la structure générale, les entités décrites ci-après possèdent généralement un fonctionnement hydrogéologique qui leur est propre, sans trop de relation avec les entités voisines. Les différentes structures aquifères y sont présentées en reprenant les formations et les cours d'eau qui les parcourent. Quelques mesures piézométriques ponctuelles et évolutions piézométriques sont données pour chacune d'entre elles, lorsqu'elles sont disponibles.

##### IV.2.2.1. Structures anticlinales

Les principaux anticlinaux calcaires givéto-frasnien sont, du nord au sud :

- l'Anticlinal de Strée (nord-est) ;
- la zone anticlinale de Thirimont (nord-ouest) ;
- l'Anticlinal de Bousignies-sur-Roc (nord-ouest) ;
- l'Anticlinal de Reugnies (centre) ;

- l'Anticlinal de Beaumont (centre) ;
- l'Anticlinal de Leval-Chaudeville (centre) ;
- l'Anticlinal de Barbençon (sud-est) ;
- l'Anticlinal de Solre-Saint-Géry (centre sud) ;
- l'Anticlinal d'Hestrud (sud-ouest).

#### *IV.2.2.1.1. Anticlinal de Strée*

Situé au nord-est de la carte, cet anticlinal à cœur frasnien (formations du Pont de la Folle, de Philippeville et de Neuville-Valisettes) est traversé, du sud au nord, par deux cours d'eau : le Moulin de Donstiennes (ou Ruisseau du Bief du Moulin) et La Biesme l'Eau (ou la Biemelle). Deux mesures piézométriques ponctuelles sont disponibles pour cette structure (voir Tableau IV-2).

**Tableau IV-2. Mesures ponctuelles pour des ouvrages sollicitant l'anticlinal de Strée**

Ouvrages	<i>SA Le Bon Grain</i> X = 145 650 Y = 106 520	<i>Tri du Chêne</i> X = 143 988 Y = 107 074
Type	Puits traditionnel	Puits traditionnel
Profondeur (m)	8,3	5,25
Date de relevé	08/07/2009	08/07/2009
Cote piézométrique (m)	167,2	180,5
Profondeur du niveau piézométrique (m)	3,8	1,5
Unité hydrogéologique sollicitée	Aquifère des calcaires du Frasnien	Aquiclude du Famennien Frasnien

*IV.2.2.1.2. Zone anticlinale de Thirimont*

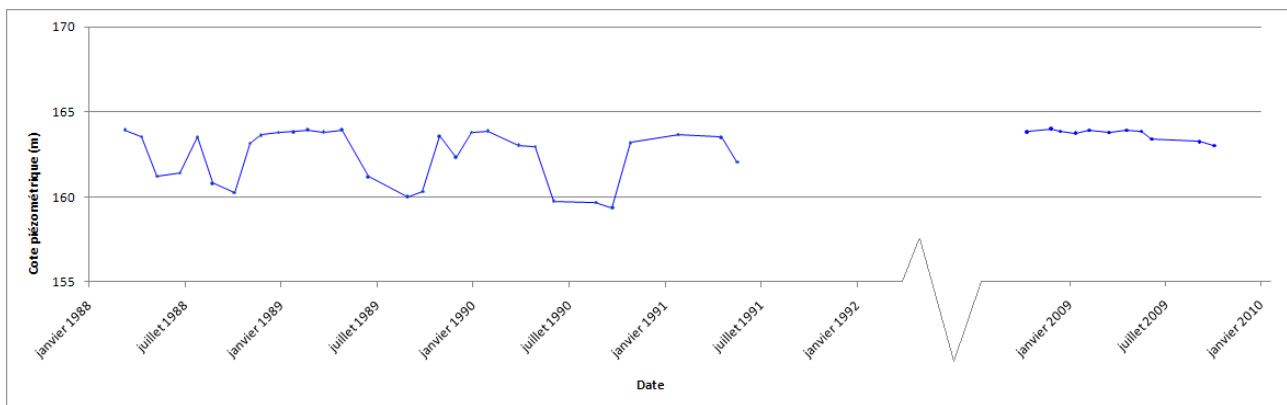
Cette zone est située au sud du Synclinal du Bois des Menus, au nord de la carte. Il s'agit d'un anticlinal à cœur frasnien (du centre vers l'extérieur, se retrouvent les formations de Pont de la Folle, de Philippeville et de Neuville-Valisettes). Elle est traversée d'est en ouest par le ruisseau du Sartiau et du sud au nord par son affluent le ruisseau des Claires Fontaines. Trois mesures piézométriques ponctuelles sont disponibles dans cette zone (voir Tableau IV-3).

**Tableau IV-3. Mesures ponctuelles pour des ouvrages sollicitant la zone anticlinale de Thirimont**

Ouvrages	<i>Ferme de Covie</i> X = 140 965 Y = 106 239	<i>Thirimont</i> X = 140 995 Y = 106 700	<i>Les Coutures</i> X = 140 995 Y = 106 500
Type	Puits foré	Puits traditionnel	Puits foré
Profondeur (m)	36	2,3	50
Date de relevé	16/11/2009	16/11/2009	07/07/2009
Cote piézométrique (m)	199,47	179,8	174,8
Profondeur du niveau piézométrique (m)	3,53	0,42	8,2
Unité hydrogéologique sollicitée	Aquiclude du Famennien Frasnien	Aquiclude du Famennien Frasnien	Aquiclude du Famennien Frasnien

*IV.2.2.1.3. Anticlinal de Bousignies-sur-Roc*

Une petite partie de cet anticlinal frasnien est située à l'ouest de la carte, non loin de Bersillies-l'Abbaye. La formation la plus ancienne, au cœur de cet anticlinal, est la Formation de Nismes. Viennent ensuite les formations du Pont de la Folle, de Philippeville, de Neuville et des Valisettes. Un remplissage sableux est présent sur l'extrémité ouest de cet anticlinal. Il est traversé, du sud au nord, par les deux principaux cours d'eau de cette carte, à savoir, la Hantes et la Thure.



**Figure IV.3. Evolution piézométrique dans l’aquifère des calcaires du Givetien de l’anticlinal de Bousignies-sur-Roc, mesuré dans l’ouvrage ‘Rue des Wattines, 17’**

L’ouvrage ‘Rue des Wattines, 17’ (voir Figure IV.3), de 8,8 mètres de profondeur, a été suivi de 1988 à 1991. Une campagne piézométrique a aussi été réalisée entre 2008 et 2009 pour la réalisation de la carte hydrogéologique. Le niveau piézométrique reste relativement constant entre 160 et 165 mètres. Dans la première partie du relevé, il est possible d’observer une cyclicité saisonnière (hautes eaux en hiver – printemps et basses eaux en été – automne).

**Tableau IV-4. Mesures ponctuelles pour des ouvrages sollicitant l’aquifère des calcaires du Frasnien de l’anticlinal de Bousignies-sur-Roc**

Ouvrages	<i>P1 Bersillies</i> X = 134 460 Y = 105 696	<i>Rue Des Wattines 17</i> X = 134 645 Y = 106 130
Type	Puits foré	Puits traditionnel
Profondeur (m)	15,84	8,8
Date de relevé	12/10/2009	05/10/2009
Cote piézométrique (m)	130,22	162,98
Profondeur du niveau piézométrique (m)	1,78	4,02
Unité hydrogéologique sollicitée	Aquifère des calcaires du Frasnien	Aquifère des calcaires du Frasnien

#### IV.2.2.1.4. Anticlinal de Reugnies

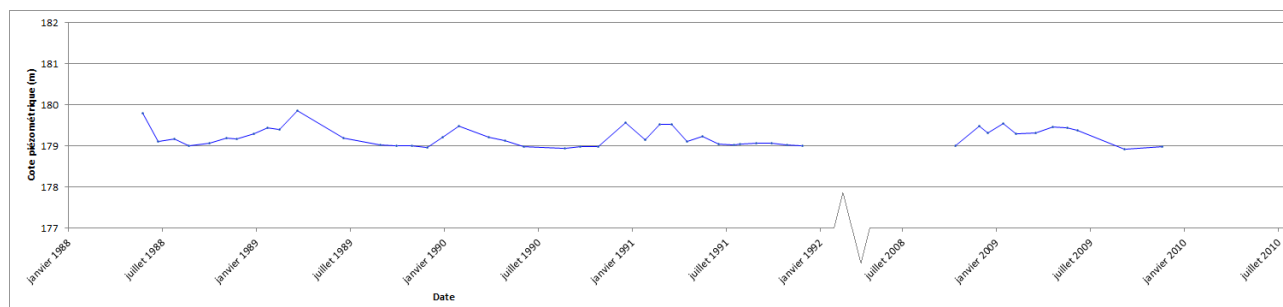
Au centre ouest de la carte se trouve la partie est de l’anticlinal calcaire frasnien de Reugnies. La formation la plus ancienne, au cœur de l’anticlinal est celle du Pont de la Folle, mais n’est pas représentée sur la carte, puisque située en France. Ensuite viennent les formations de Philippeville, de Neuville et des Valisettes. Il est traversé par les deux cours d’eau principaux de la carte, à savoir à l’est, la Hantes et à l’ouest la Thure.

#### IV.2.2.1.5. *Anticlinal de Beaumont*

Cet anticlinal se trouve au sud du Synclinal de Beaumont. Il est le seul à avoir un axe NO-SE. Il contient les formations de Fromelennes, de Nismes, du Pont de la Folle, de Philippeville et de Neuville-Valisettes.

#### IV.2.2.1.6. *Anticlinal de Leval-Chaudeville*

Il est situé au sud de Leval-Chaudeville, au centre de la carte. Il s'agit d'un anticlinal à cœur givéto-frasnien. Du centre vers l'extérieur, se retrouvent les formations de Fromelennes, de Nismes, du Pont de la Folle, de Philippeville et de Neuville-Valisettes. Il est traversé du sud au nord par la Hantes, un des deux principaux cours d'eau de la région, affluent de la Sambre, et par le ruisseau de Leugnies.



**Figure IV.4. Evolution piézométrique dans l'aquifère des calcaires du Frasnien de l'anticlinal de Leval-Chaudeville, mesuré dans l'ouvrage 'Pont du Prince'**

Le piézomètre du 'Pont du Prince' (13,1 mètres de profondeur) a été suivi de 1988 à 1991 et de 2008 à 2009. Le niveau piézométrique reste assez constant. On peut noter des valeurs piézométriques plus élevées au mois de janvier, qui descendent ensuite d'à peine un mètre le reste de l'année.

#### IV.2.2.1.7. *Anticlinal de Barbençon*

Cet anticlinal est situé dans la partie sud-est de la carte, au nord-est de la commune de Barbençon. Il s'étend d'est en ouest et a un cœur givéto-frasnien (du centre vers l'extérieur, se retrouvent les formations de Fromelennes, de Nismes, du Pont de la Folle, de Philippeville et de Neuville-Valisettes). Un remplissage sableux est présent au centre de cet anticlinal. Il est traversé d'est en ouest par le ruisseau de Barbesigneau, affluent de la Hantes.

#### *IV.2.2.1.8. Anticlinal de Solre-Saint-Géry*

Cet anticlinal est situé dans la partie centrale – sud de la carte, avec en son centre, la commune de Solre-Saint-Géry. Il s'étend d'est en ouest et à un cœur givéto-frasnien (du centre vers l'extérieur, se retrouvent les formations de Fromelennes, de Nismes, du Pont de la Folle, de Philippeville et de Neuville-Valisettes). Un remplissage sableux est présent à l'ouest de cet anticlinal. Il est traversé du sud au nord par la Hantes, un des deux principaux cours d'eau de la région, affluent de la Sambre et par le ruisseau de Barbesigneau, affluent de la Hantes.

#### *IV.2.2.1.9. Anticlinal d'Hestrud*

Cet anticlinal est situé dans la partie sud-ouest de la carte, au sud de la commune de Grandrieu. Il s'étend d'est en ouest et a un cœur givéto-frasnien : du centre vers l'extérieur, se retrouvent les formations de Fromelennes, de Nismes, du Pont de la Folle, de Philippeville et de Neuville-Valisettes. Il est traversé d'est en ouest par le ruisseau du Village, affluent de la Thure. Ce ruisseau prend sa source dans la formation d'Aye, à l'extrême est de l'anticlinal.

### **IV.2.2.2. Structures synclinales**

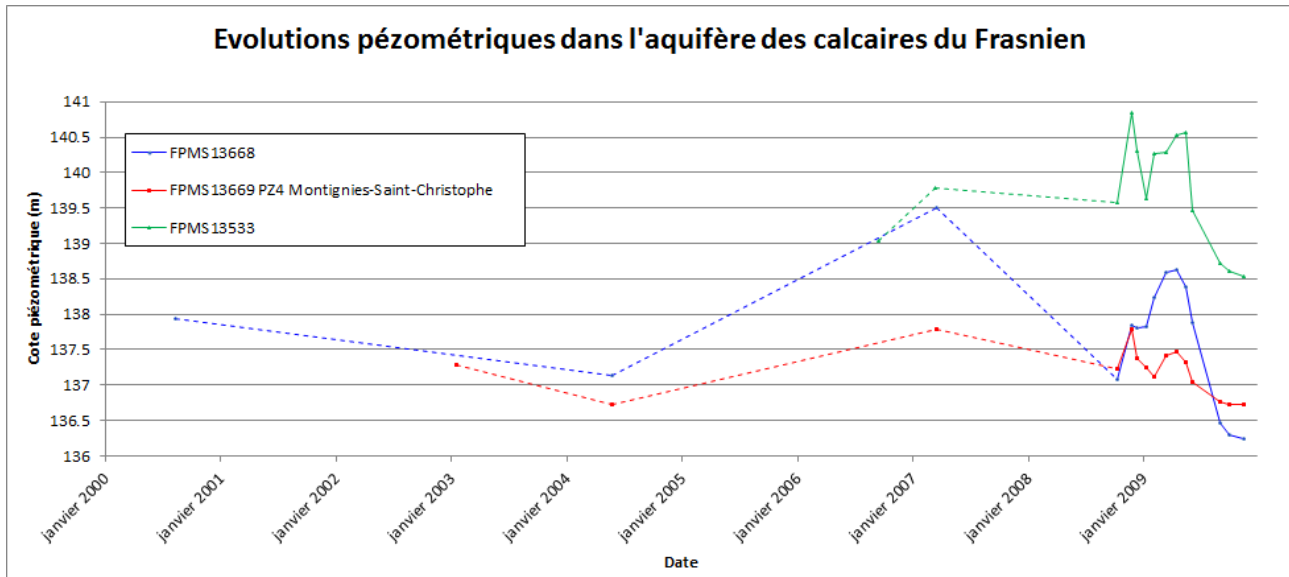
Les synclinaux à cœur gréseux famenniens sont, du nord au sud :

- le Synclinal du Bois des Menus (centre nord) ;
- le Synclinal du Ruisseau de la Princelle (nord-ouest) ;
- le Synclinal de la Marzelle (nord-est) ;
- le Synclinal du Bois de la Haye (centre est) ;
- le Synclinal de Lonrinchamps (centre ouest) ;
- le Synclinal de Beaumont (centre) ;
- le Synclinal du Vieux-Moulin (centre sud) ;
- le Synclinal du Château de Barbençon (sud-est) ;
- le Synclinal de Grandrieu-Vergnies (centre sud).

#### *IV.2.2.2.1. Synclinal du Bois des Menus*

Situé au nord de la carte, à l'est de Montignies-Saint-Christophe, ce synclinal à cœur gréseux famennien, est traversé du sud au nord par le ruisseau de Sartiaux et par la Hantes. Les flancs du synclinal sont constitués des calcaires du Frasnien, dans lesquels sont implantés des ouvrages de la SWDE.

La Figure IV.5 montre l'évolution de trois ouvrages de la SWDE : deux puits de reconnaissance 'Pont Romain PR1' de 40 m de profondeur et 'Pont Romain PR3' de 63 mètres de profondeur et le piézomètre 'PZ4 Montignies-Saint-Christophe' (SWDE) de 100 mètres de profondeur. Des relevés réguliers ont été effectués en 2008 et 2009 dans le cadre de la réalisation de cette carte. Le nombre des relevés antérieurs n'est pas suffisant pour tracer une évolution précise. L'amplitude ne dépasse pas 3,5 mètres. D'après les derniers relevés, on peut s'attendre à ce que le niveau piézométrique évolue de manière saisonnière.



**Figure IV.5. Evolutions piézométriques dans l'aquifère des calcaires du Frasnien, mesurés dans les puits de reconnaissance 'Pont Romain PR1', 'Pont Romain PR3' et le piézomètre 'Pont Romain PZ4'**

Les valeurs le plus basses sont mesurées vers la fin de l'année 2009 : entre 136 et 137 mètres pour le PR3 et le PZ4 ; 138,5 mètres pour le PR1. Les valeurs les plus hautes mesurées sont 141 mètres pour le PR1, 138,6 m pour le PR3 et 137,9 mètres pour le PZ4. Les valeurs et les amplitudes de variation du niveau piézométrique plus faibles du PZ4 peuvent s'expliquer par la position centrale de l'ouvrage au sein du synclinal du Bois des Menus. En effet, dans la coupe du piézomètre Pz4, les calcaires du Frasnien sont à 10 mètres de profondeur et surmontés de schistes du Famennien. Au contraire, pour les PR1 et PR3, implantés dans le flanc nord du synclinal, dans les calcaires directement affleurants, les niveaux piézométriques présentent une plus grande amplitude.

#### IV.2.2.2.2. Synclinal du Ruisseau de la Princelle

Ce synclinal constitue en quelque sorte le prolongement du Synclinal du Bois du Menus. Il est principalement situé en France, au nord-ouest de la carte. Il est traversé du nord au sud par la Thure. Son cœur appartient au Famennien gréseux.



#### IV.2.2.2.3. *Synclinal de la Marzelle*

Ce synclinal se situe au sud de l'Anticlinal de Strée, à l'est de la carte. Il est à cœur famennien, du centre vers l'extérieur, les formations de Souverain-Pré, d'Esneux, d'Aye et de la Famenne sont présentes. Il est traversé, du sud au nord, par la Biesme l'Eau et par son affluent, le ruisseau de la Marzelle.

**Tableau IV-5. Mesure ponctuelle dans l'aquitard du Famennien du Synclinal de la Marzelle**

<b>Ouvrages</b>	<i>FERME DE MARTINPRE</i> X = 142 107 Y = 105 962
<b>Type</b>	Puits foré
<b>Profondeur (m)</b>	30
<b>Date de relevé</b>	07/07/2009
<b>Cote piézométrique (m)</b>	177,88
<b>Profondeur du niveau piézométrique (m)</b>	25,12
<b>Unité hydrogéologique sollicitée</b>	Aquitard du Famennien

#### IV.2.2.2.4. *Synclinal du Bois de la Haye*

Ce synclinal se situe au sud du Synclinal de la Marzelle, à l'est de la carte. Il est à cœur carbonifère. Au centre, les formations calcaires du Tournaisien sont présentes. Il s'agit de l'unique zone carbonifère de la carte Grandrieu-Beaumont. Ensuite, les formations d'Etrœungt, de Ciney, de Souverain-Pré, d'Esneux, d'Aye et de la Famenne sont présentes. Il est traversé, du sud au nord, par le ruisseau du Brulé.

#### IV.2.2.2.5. *Synclinal de Lonrinchamps ;*

Ce synclinal, prolongement du Synclinal de Beaumont se situe au sud de l'Anticlinal de Bousignies-sur-Roc. Il est entièrement sur le territoire français. Il est traversé du nord au sud, par la Thure et par la Hantes. Il est à cœur famennien, du centre vers l'extérieur, les formations d'Etrœungt, Ciney, Souverain-Pré, d'Esneux, d'Aye et de la Famenne sont présentes.

#### IV.2.2.2.6. *Synclinal de Beaumont*

Au centre de la carte se situe le Synclinal famennien de Beaumont. Du centre vers l'extérieur, les formations d'Etrœungt, de Ciney, de Souverain-Pré, d'Esneux, d'Aye et de la Famenne sont présentes.

**Tableau IV-6. Mesure ponctuelle dans l'aquifère des grès du Famennien du Synclinal de Beaumont**

<b>Ouvrages</b>	<i>Ferme De Poter</i> X = 140 329 Y = 103 615
<b>Type</b>	Puits foré
<b>Profondeur (m)</b>	34
<b>Date de relevé</b>	19/11/2009
<b>Cote piézométrique (m)</b>	207,6
<b>Profondeur du niveau piézométrique (m)</b>	14,9
<b>Unité hydrogéologique sollicitée</b>	Aquifère des grès du Famennien

*IV.2.2.2.7. Synclinal du Vieux-Moulin*

Ce synclinal se situe entre les anticlinaux de Leval-Chaudeville et de Solre-Saint-Géry, au centre de la carte. Il est à cœur famennien ; du centre vers l'extérieur, il montre les formations de la Famenne et d'Aye (visibles du côté belge) et se poursuit vers l'ouest en France avec les formations d'Esneux, de Souverain-Pré, de Ciney et d'Etrœungt. Il est traversé, du sud au nord, par la Hantes, à l'est, et par un affluent de celle-ci, à l'ouest.

**Tableau IV-7. Mesures piézométriques ponctuelles dans l'aquiclude du Famennien – Frasnien du Synclinal du Vieux-Moulin**

<b>Ouvrages</b>	<i>Leugnies</i> X = 137 222 Y = 101 672	<i>Grand Pré</i> X = 137 799 Y = 101 568	<i>Leval Chaudeville</i> X = 139 943 Y = 101 427
<b>Type</b>	Puits traditionnel	Puits traditionnel	Puits traditionnel
<b>Profondeur (m)</b>	10	6,22	10
<b>Date de relevé</b>	30/11/2009	14/10/2009	09/11/2009
<b>Cote piézométrique (m)</b>	212,27	188,96	191,58
<b>Profondeur du niveau piézométrique (m)</b>	1,73	3,04	1,42
<b>Unité hydrogéologique sollicitée</b>	Aquiclude du Famennien – Frasnien	Aquiclude du Famennien – Frasnien	Aquiclude du Famennien – Frasnien

*IV.2.2.2.8. Synclinal du Château de Barbençon*

Ce synclinal est situé sous l'Anticlinal de Barbençon (au sud-est de la carte). Il possède un cœur gréseux d'âge famennien.

*IV.2.2.2.9. Synclinal de Grandrieu-Vergnies*

Situé sous l'Anticlinal de Solre-Saint-Géry (dans la partie centrale du sud de la carte), ce synclinal à cœur gréseux famennien, est traversé par la Hantes, affluent de la Sambre.

**Tableau IV-8. Mesures piézométriques ponctuelles dans l'aquitard du Famennien et l'aquiclude du Famennien – Frasnien du Synclinal de Grandrieu – Vergnies**

Ouvrages	<i>FERME DES 4 VENTS</i> X = 138 008 Y = 100 009	<i>LA MARMITE</i> X = 139 737 Y = 99 441	<i>JONQUIERE</i> X = 139 038 Y = 99 082
Type	Puits foré	Puits traditionnel	Puits foré
Profondeur (m)	32	5,92	60
Date de relevé	08/10/2009	09/11/2009	08/10/2009
Cote piézométrique (m)	219,94	195,7	229,6
Profondeur du niveau piézométrique (m)	7,15	1,32	10,4
Unité hydrogéologique sollicitée	Aquitard du Famennien	Aquitard du Famennien	Aquiclude du Famennien – Frasnien

### IV.3. PHÉNOMÈNES KARSTIQUES

La circulation de l'eau dans les fractures des roches permet la dissolution du calcaire et l'élargissement des fissures. Ainsi, se créent des réseaux karstiques, pertes, dolines et cavités souterraines. Les roches calcaires affectées par ces phénomènes sont généralement caractérisées par des porosités et des perméabilités de fissures élevées. Cela permet l'exploitation de grandes quantités d'eau souterraine. Il faut signaler également que l'eau souterraine des milieux karstifiés est très vulnérable aux pollutions, du fait des liaisons directes avec la surface (pertes, dolines) et de la circulation souterraine rapide sans filtration efficace.

Sur la carte de 52/5-6 de Grandrieu – Beaumont, quelques phénomènes karstiques sont localisés dans les anticlinaux calcaires frasnien.

Les différents phénomènes karstiques rencontrés sur la carte sont décrits ci-dessous. Cette description provient de l'atlas du karst de la CWEPS (De Broyer *et al.*, 2002).

Repérées dans la région, les entrées des grottes, provoquées par la dissolution de roches carbonatées, ont été observées dans les niveaux géologiques suivants :

- dans le Marbre Sainte-Anne (Formation du Pont de la Folle), à l'ouest de Solre-Saint-Géry ;
- dans le Marbre de Cousolre (base de la Formation de Philippeville) ;
- dans le Membre de la Fontaine-Samart (Formation du Pont de la Folle), dans un quartier résidentiel au nord-est de Barbençon ;
- dans la Formation du Pont de la Folle ou dans la Formation de Philippeville, sur la rive droite de la Thûre, à Bersillies-l'Abbaye, au lieu-dit Clos du Bosquet ;
- dans un monticule micritique rouge (Formation des Valisettes), au nord de Solre-Saint-Géry.

Des dépressions circulaires liées à des dissolutions superficielles des roches carbonatées ont été observées :

- à l'ONO de la localité de Solre-Saint-Géry, au lieu-dit Maniavau ;
- dans la localité de Leugnies.

### IV.3.1. Système karstique de Lohéré

Situé au nord de Bersillies-l'Abbaye, ce système karstique serait constitué d'une rivière souterraine entre l'adugeoir du Champ de Fontenelle et le Trou aux feuilles. Cette circulation souterraine d'environ 1 000 mètres est supposée. Cependant, elle est peu probable entre les terrains en partie imperméables qu'elle devrait traverser. Deux résurgences, quatre pertes, ainsi que d'autres phénomènes karstiques sont associés à cette rivière souterraine hypothétique (voir Figure IV.6).

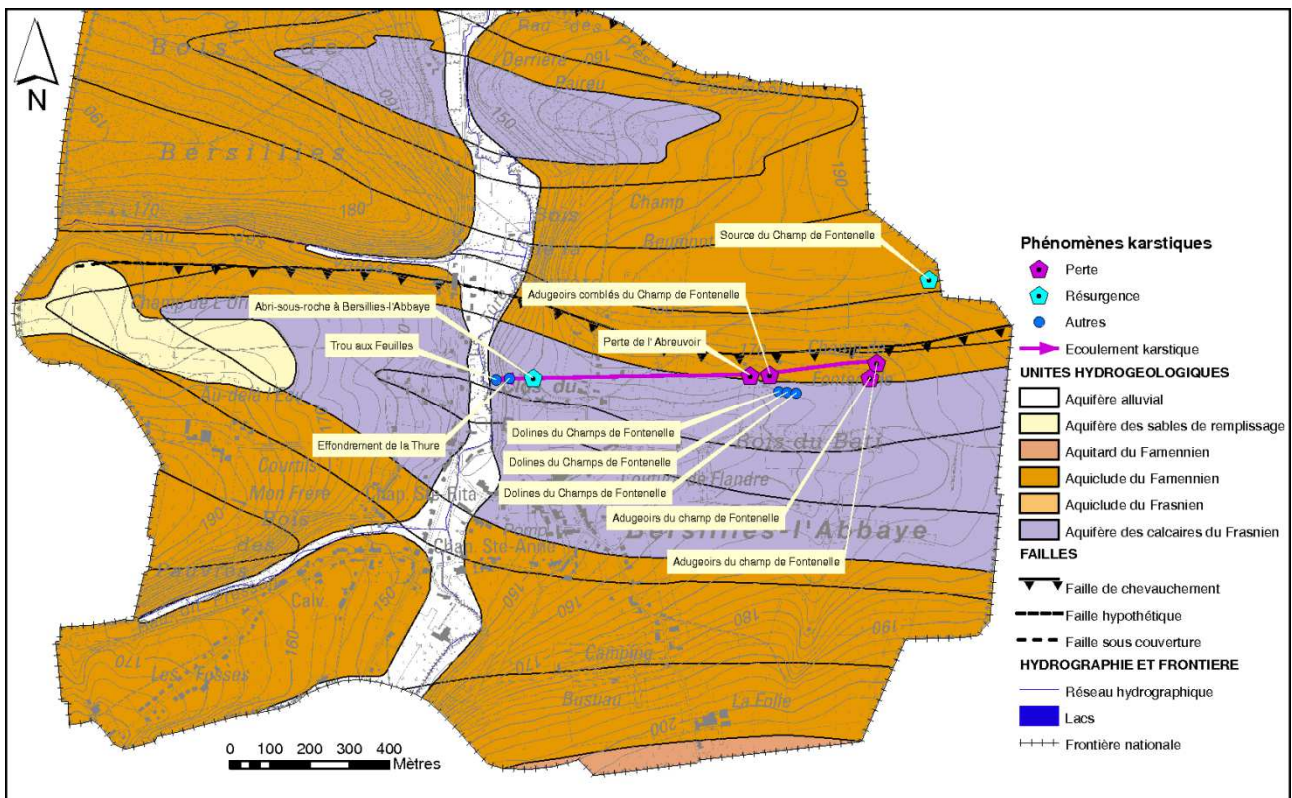


Figure IV.6. Système karstique de Lohéré (Anticlinal de Bousignies-sur-Roc)

### IV.3.2. Système karstique de Leugnies

Ce système karstique est supposé sur une distance de 700 mètres. L'écoulement se ferait entre le Chantoir de la Taille des Marchés, le Chantoir des Quatre Bras, la Résurgence de Leugnies et l'Émergence de Leugnies. La Figure IV.7 présente l'ensemble des phénomènes liés à ce système karstique.

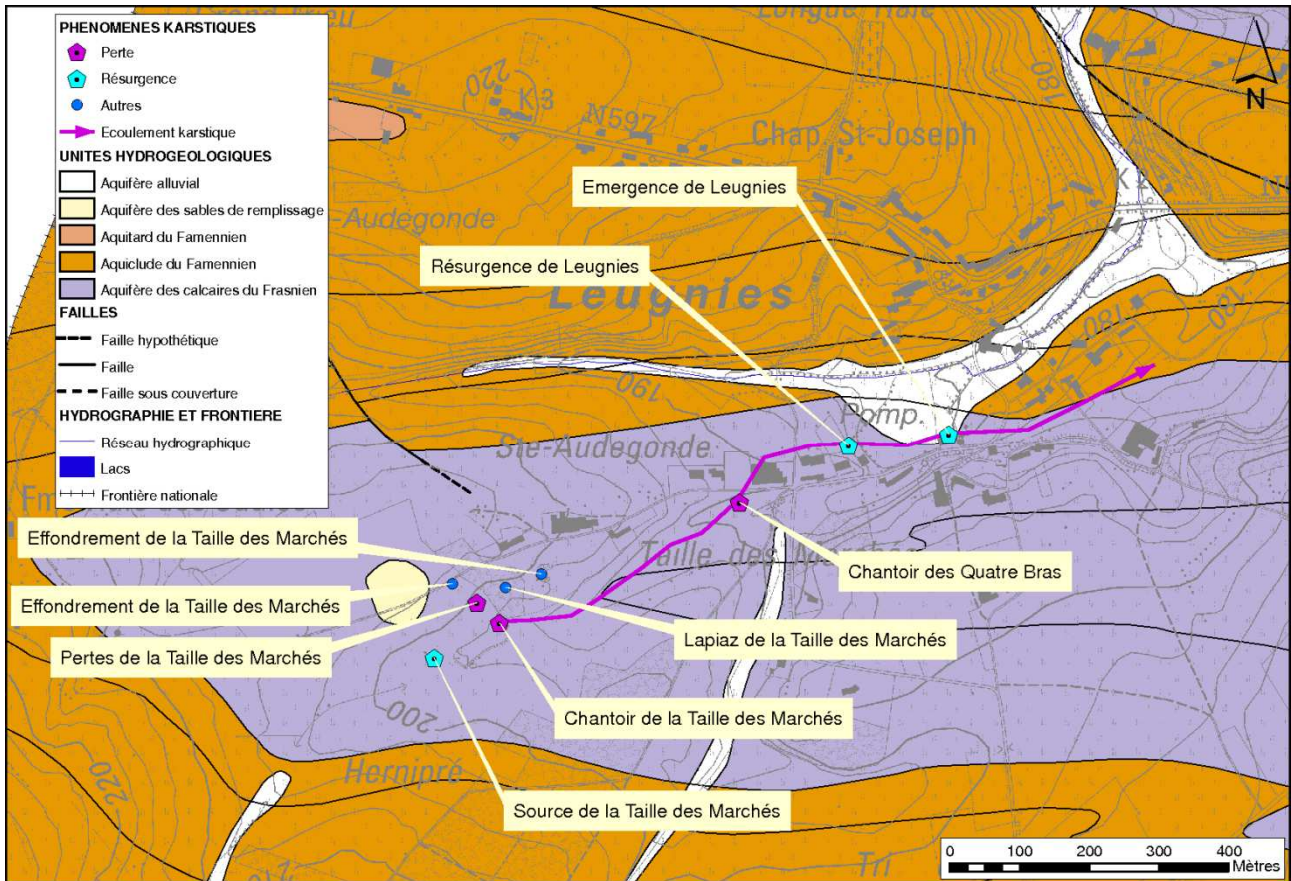


Figure IV.7. Système karstique de Leugnies (Anticlinal de Solre-Saint-Géry)



### IV.3.3. Systèmes karstiques Le Tomboi et Pont-Crotte

Au sud de Solre-Saint-Géry, le système karstique Le Tomboi est constitué de deux rivières souterraines reconnues par traçage. L'écoulement souterrain forme une diffulgence\* et se fait entre le Chantoir de Le Tomboi et les résurgences principale et temporaire de Le Tomboi (voir Figure IV.8). Le temps de passage a été mesuré et vaut environ 2 heures et 35 minutes.

Sur la Figure IV.8, d'autres phénomènes karstiques, principalement des dépressions, sont regroupés et plus ou moins alignés au nord-ouest de la carte. Les effondrements indiquent que la zone semble active et instable. Le chantoir de Pont-Crotte absorbe les eaux du ruisseau.

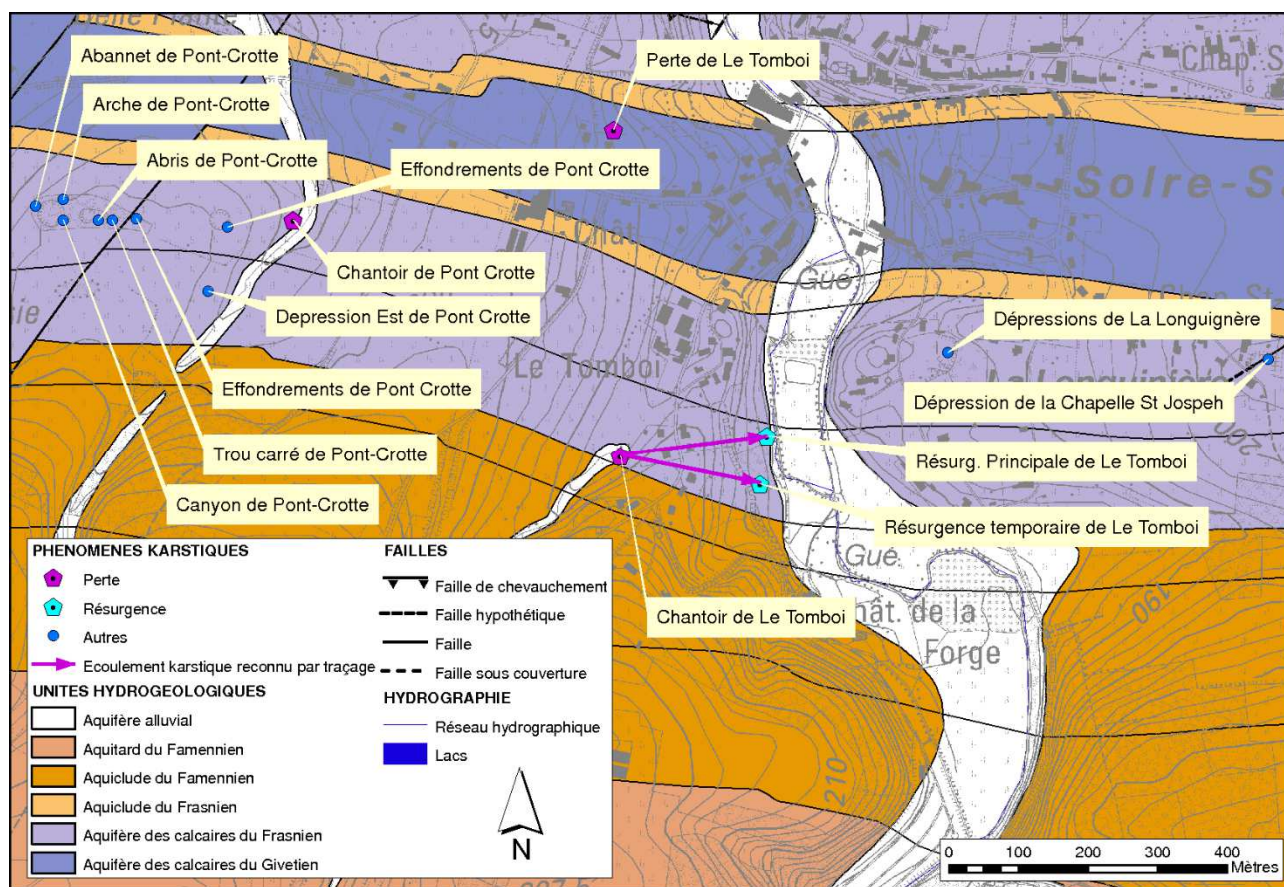


Figure IV.8. Systèmes karstiques Le Tomboi et Pont-Crotte (Anticlinal de Solre-Saint-Géry)

\* Diffulgence : pour un cours d'eau, division en deux ou plusieurs bras qui ne se rejoignent pas vers l'aval (Foucault & Raoult, 2005). Deux résurgences distinctes pour un même point de perte.

### IV.3.4. Système karstique du Vieux Moulin

Le système karstique du Vieux Moulin est situé au sud de Beaumont. L'écoulement souterrain y est supposé. Les eaux du ruisseau disparaissent dans la perte du Vieux Moulin et réapparaissent 350 mètres en aval. D'autres phénomènes karstiques isolés sont également visibles sur la Figure IV.9.

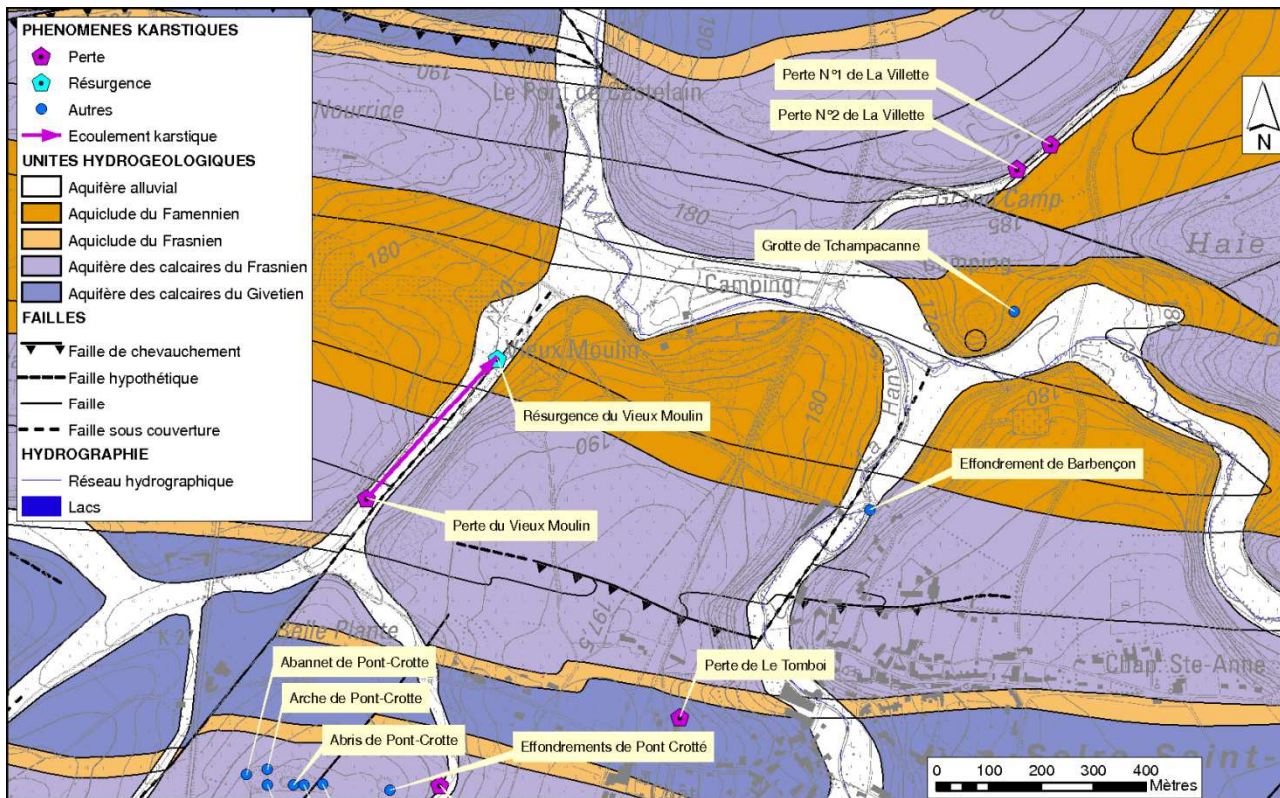


Figure IV.9. Système karstique du Vieux Moulin et autres phénomènes karstiques voisins (Anticlinal de Solre-Saint-Géry et Synclinal Vieux-Moulin)-



### IV.3.5. Système karstique de Saint Joseph

Au sud de Barbençon, le système karstique est constitué du Chantoir Sud de Saint Joseph et de la Résurgence du même nom. L'écoulement des eaux souterraines est supposé sur environ 200 mètres.

D'autres phénomènes karstiques isolés sont également visibles sur la Figure IV.10.

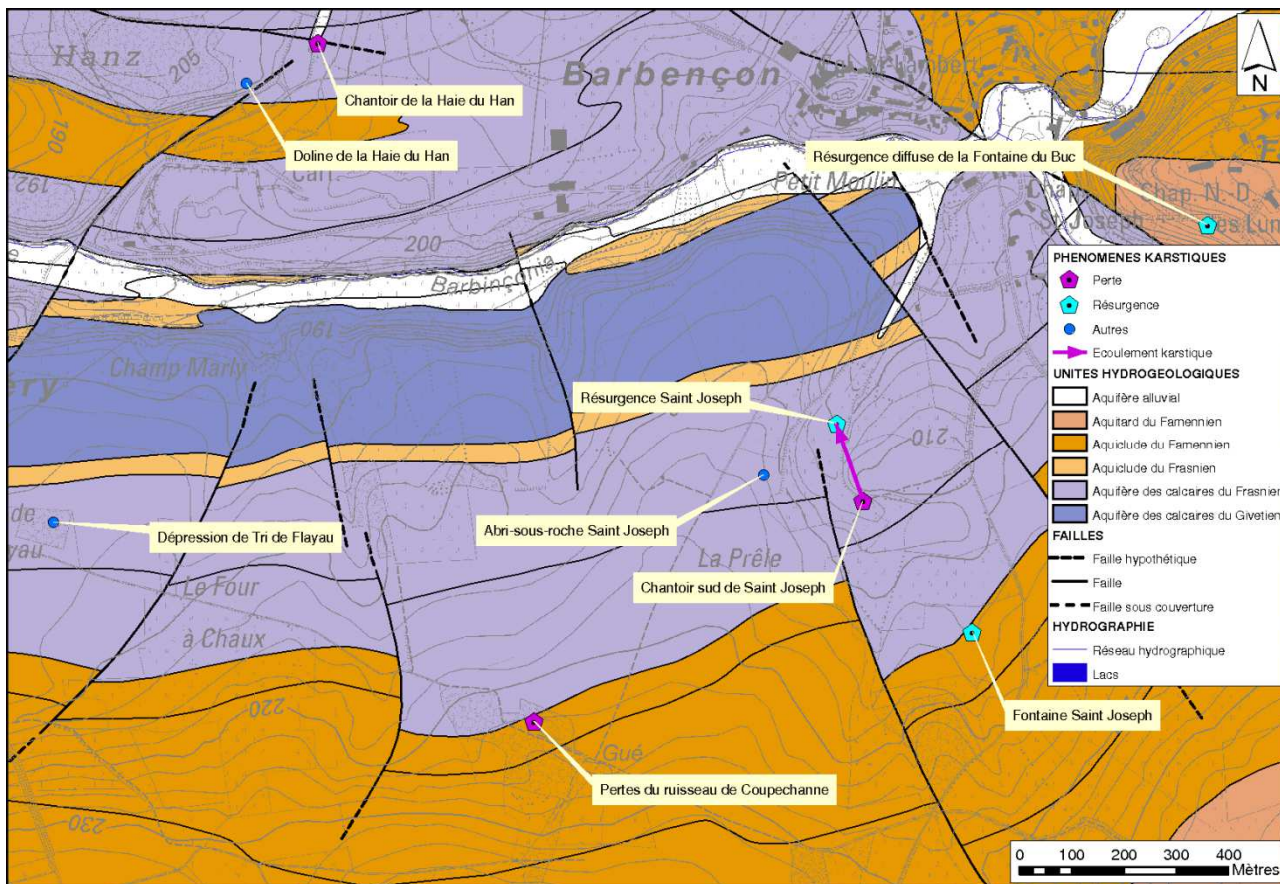


Figure IV.10. Système karstique de Saint Joseph et autres phénomènes karstiques voisins (Anticlinal de Solre-Saint-Géry)



#### IV.4. COUPES HYDROGÉOLOGIQUES

Afin de mieux visualiser et de mieux comprendre la structure géologique et le comportement hydrogéologique des différentes unités présentes dans la région de Grandrieu – Beaumont, deux coupes hydrogéologiques ont été insérées dans le poster A0 joint à la notice explicative. L'une à l'échelle verticale 1/25 000 et l'autre à l'échelle verticale 1/5 000. Cette exagération des hauteurs d'un facteur 5 met en évidence les structures influençant l'hydrogéologie locale. Le trait A – A', orienté N-S, se situe dans la partie sud-est de la carte. Le tracé A – A' commence au nord-est de Beaumont, passe à l'ouest de Solre-Saint-Géry et se termine au lieu-dit Les Monceaux entre Grandrieu et Vergnies. Cette coupe est calée sur la coupe géologique (intitulée « d – d' ») tracée sur la carte géologique de V. Dumoulin (2001). Elle reprend la géologie (structure et lithologie) et l'hydrogéologie (unités hydrogéologiques) de la zone cartographiée.

Globalement, la coupe montre les unités hydrogéologiques en série plissée et faillée. Il est possible d'observer deux anticlinaux calcaires et trois synclinaux schisto-gréseux. Les anticlinaux, situés à hauteur de Solre-Saint-Géry (Anticlinal de Solre-Saint-Géry) et au sud de Beaumont (Anticlinal de Leval-Chaudeville), sont constitués de l'aquifère des calcaires du Givetien (au cœur) et de l'aquifère des calcaires du Frasnien. Ces deux aquifères sont séparés hydrauliquement par l'aquiclude du Frasnien. A hauteur de Beaumont, il est possible de repérer un troisième anticlinal coupé par une faille. Il s'agit de l'Anticlinal de Beaumont. Deux autres failles viennent entailler les anticlinaux calcaires de Leval-Chaudeville et de Solre-Saint-Géry. Associées à des phénomènes de karstification, ces failles pourraient servir de zones d'écoulement préférentiel, mettant en relation les aquifères des calcaires du Givetien et du Frasnien mais aucune étude précise n'a été faite à ce sujet. Les synclinaux, qui encadrent les anticlinaux cités sont composés de l'aquiclude du Famennien – Frasnien et de l'aquitard du Famennien (au cœur de la structure).

## **IV.5. CARACTÈRE DES NAPPES**

Les nappes contenues dans les formations de la planche 52/5-6 Grandrieu – Beaumont sont considérées, de manière générale, comme libres (voir la « carte des informations complémentaires et des caractères des nappes »\* au 1/50 000 sur le poster A0 joint à cette notice) Elles se trouvent soit à l’affleurement, soit sous couverture perméable à semi-perméable (sous les sables de remplissage et les alluvions). Cela peut entraîner une plus grande sensibilité aux pollutions (agricoles, industrielles, domestiques, etc.).

Au niveau des anticlinaux, bien qu’affleurant, le cœur calcaire (Givetien, Frasnien) est relativement protégé par les flancs schisteux imperméables. Le cœur de chaque synclinal, constitué par l’aquifère des grès du Famennien et parfois par l’aquifère des calcaires du Carbonifère, est complètement exposé en surface et est, quant à lui, vulnérable.

## **IV.6. LES CARRIÈRES**

Sur la carte 52/5-6 de Grandrieu – Beaumont, il n’existe plus de carrière en activité. Les deux dernière carrières sont la carrière de Neutremont (ou carrière Dhordain ou encore carrière de la Thure) et la carrière de Barbençon (ou carrière de Heuglemont). Concernant la carrière de Neutremont, il n’y a plus d’extraction sur le territoire belge, mais la carrière s’étend du côté français. Située entre Bersillies l’Abbaye et Solre-sur-Sambre, elle exploitait le Givetien. La carrière de Barbençon se situait entre Solre-Saint-Géry et Barbençon et exploitait les calcaires du Frasnien. Elle est maintenant sous eau.

---

\* La « carte des informations complémentaires et des caractères des nappes » présente le caractère des différentes nappes rencontrées dans la région de Grandrieu – Beaumont. La carte localise également les différents sites au droit desquels des données quantitatives ou qualitatives sont disponibles (analyses chimiques, essais de pompage, essais de traçage, diagraphie).

## V. CADRE HYDROCHIMIQUE

Aucune campagne particulière de prélèvement chimique n'a été organisée dans le cadre de la réalisation des cartes hydrogéologiques. Ce chapitre reprend les données existantes dans la base de données BD Hydro, alimentée par les résultats d'analyses fournis par le SPW (base de données physico-chimiques des captages d'eau souterraine CALYPSO), les sociétés publiques de distribution d'eau et/ou publiées à l'occasion d'études particulières (protection des captages...). Les sites pour lesquels des analyses chimiques sont disponibles ont été reportés sur la carte thématique au 1/50 000 « *Carte des informations complémentaires et des caractères des nappes* » du poster A0 accompagnant cette notice. Les unités hydrogéologiques caractérisées au point de vue hydrochimique sont : l'aquifère des calcaires du Frasnien, l'aquifère des calcaires du Givetien, l'aquitard du Famennien, l'aquifère des grès du Famennien et l'aquifère des sables de remplissage.

En Région Wallonne et depuis son entrée en vigueur, le Code de l'Eau (le 3 mars 2005) a intégré les anciens textes réglementaires (décrets et articles). L'arrêté relatif aux valeurs paramétriques applicables aux eaux destinées à la consommation humaine (Arrêté du Gouvernement Wallon du 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

#### V.1.1. L'aquifère des calcaires du Frasnien et l'aquifère des calcaires du Givetien

Les analyses présentées dans le Tableau V-1 concernent trois ouvrages de la SWDE et un ouvrage à usage domestique : 'P1 Bersillies' (puits foré de 16,25 mètres de profondeur, situé à Bersillies l'Abbaye et implanté dans l'Anticlinal de Bousignies-sur-Roc), 'Pont Romain P3', 'Pont Romain PR3' (puits forés de 20 et 64,75 mètres respectivement, situés à Montignies-Saint-Christophe et implanté dans les flancs du Synclinal du Bois des Menus) et 'Fauvaux' (puits foré à usage privé de 36 mètres de profondeur, au sud de Grandrieu et implanté dans l'Anticlinal d'Hestrud). Ces quatre ouvrages sollicitent l'aquifère des calcaires du Frasnien de la Formation de Philippeville.

Dans le Tableau V-2 se trouvent les analyses de la galerie 'Marbriers' et de la galerie 'Source Pierra'. Ces ouvrages sont implantés dans la Formation du Pont de la Folle de l'Anticlinal de Solre-Saint-Géry. La galerie 'Marbriers' se situe à Barbençon et celle de la 'Source Pierra' à Solre-Saint-Géry.

Le Tableau V-3 présente une analyse chimique de l'ouvrage 'Pont Castelain'. C'est un puits foré de 72 mètres de profondeur implanté dans la Formation de Fromelennes (aquifère des calcaires du Givetien). Cet ouvrage se situe dans l'Anticlinal de Leval-Chaudeville, au sud de Beaumont. C'est le seul ouvrage sollicitant l'aquifère des calcaires du Givetien et possédant une analyse chimique.

**Tableau V-1. Analyses chimiques des ouvrages 'P1 Bersillies', 'Pont Romain P3', 'Pont Romain PR3' et 'Fauvaux' (Formation de Philippeville) et valeurs seuil RW du Code de l'Eau**

Analyses, unités et Valeurs Seuil RW		Ouvrages				
		P1 Bersillies 24/01/2000	Pont Romain P3 10/01/2012	Pont Romain PR3 06/04/2000	Fauvaux 13/06/2006	
<b>pH</b>	unités pH	6,5 à 9,45	7,31	7,32	7,4	7,01
<b>Conductivité</b>	µS/cm à 20°C	2500	597	599	766	562
<b>Turbidité</b>	NTU	4	-	0,9	2	< 1,5
<b>Dureté totale</b>	° français	67,5	31,6	36,1	40,9	-
<b>Oxygène dissous (in-situ)</b>	mg/l O <sub>2</sub>		-	- (6,1 le 16/10/03)	5,2	5,11
<b>Alcalinité totale (TAC)</b>	° français		25,8	- (26,9 le 01/12/08)	30,9	-
<b>Aluminium</b>	µg/l Al	200	LQ <sup>(2)</sup>	64	54	-
<b>Calcium</b>	mg/l Ca	270	111,1	124,5	132,8	-
<b>Magnésium</b>	mg/l Mg	50	9,3	12,3	18,8	-
<b>Ammonium</b>	mg/l NH <sub>4</sub>	0,5	LQ	LQ	LQ	-
<b>Manganèse</b>	µg/l Mn	50	LQ	0,7	1	-
<b>Sodium</b>	mg/l Na	200	8,8	12,4	13,9	-
<b>Potassium</b>	mg/l K		4	3	1,2	-
<b>Fer (sur filtré 0,4µ)</b>	µg/l Fe	200	LQ	56	36	-
<b>Sulfates</b>	mg/l SO <sub>4</sub>	250	37,4	41,8	51,1	-
<b>Chlorures</b>	mg/l Cl	250	21,1	30,8	42,8	-
<b>Nitrates</b>	mg/l NO <sub>3</sub>	50 <sup>(1)</sup>	42,4	39	38,5	36
<b>Nitrites</b>	mg/l NO <sub>2</sub>	0,5	LQ	0,01	LQ	0,052
<b>Silice</b>	mg/l SiO <sub>2</sub>		8,6	- (5,2 le 01/12/08)	6,4	-
<b>Oxydabilité (KMnO<sub>4</sub>)</b>	mg/l O <sub>2</sub>	5	0,56	- (0,47 le 16/10/03)	0,58	-

Sauf (1) : Norme de qualité européenne - (2) LQ signifie Limite de Quantification, - est noté en l'absence de résultat

Les ouvrages sollicitant l'aquifère des calcaires du Frasnien présentent une eau moyennement à fortement minéralisée : la conductivité est comprise entre 560 et 760 µS/cm à 20°C avec une teneur en calcium entre 110 et 135 mg/l et en magnésium entre 9 et 22 mg/l. L'eau est dure (dureté supérieur à 30°F). C'est l'ouvrage 'Pont Romain PR3' qui présente la plus forte minéralisation. Entre les eaux de l'aquifère des calcaires du Frasnien (formations de Philippeville et du Pont de la Folle) et celles de l'aquifère du Givetien (Formation de Fromelennes), les analyses ne montrent aucune différence notable. Les paramètres de minéralisation restent dans le même ordre de grandeur. Le pH est légèrement alcalin pour tous les ouvrages.

**Tableau V-2. Analyses chimiques de la galerie 'Marbriers' et de la galerie 'Source Pierra' (Formation du Pont de la Folle) et valeurs seuil RW du Code de l'Eau**

Ouvrages			Marbriers 26/03/2013 (03/10/2012)	Source Pierra 12/08/1998
Analyses, unités et Valeurs Seuil RW				
<b>pH</b>	unités pH	6,5 à 9,45	7,14 (7,17)	7,38
<b>Conductivité</b>	µS/cm à 20°C	2500	652 (667)	577
<b>Turbidité</b>	NTU	4	< 1 (2,02)	0,2
<b>Dureté totale</b>	° français	67,5	- (36,4)	31,9
<b>Oxygène dissous (in-situ)</b>	mg/l O <sub>2</sub>		2,35 (4,14)	3,3
<b>Alcalinité totale (TAC)</b>	° français		29,9	- (26,9 le 06/10/1997)
<b>Aluminium</b>	µg/l Al	200	- (28,7)	12
<b>Calcium</b>	mg/l Ca	270	- (111)	110,8
<b>Magnésium</b>	mg/l Mg	50	- (21)	10,2
<b>Ammonium</b>	mg/l NH <sub>4</sub>	0,5	LQ <sup>(2)</sup> (LQ)	0,01
<b>Manganèse</b>	µg/l Mn	50	- (12,5)	0
<b>Sodium</b>	mg/l Na	200	- (11,2)	8
<b>Potassium</b>	mg/l K		3,9 (4,2)	1
<b>Fer (total) dissous</b>	µg/l Fe	200	- (-)	LQ
<b>Sulfates</b>	mg/l SO <sub>4</sub>	250	- (45)	30,4
<b>Chlorures</b>	mg/l Cl	250	- (25)	23,1
<b>Nitrates</b>	mg/l NO <sub>3</sub>	50 <sup>(1)</sup>	29 (28)	26
<b>Nitrites</b>	mg/l NO <sub>2</sub>	0,5	LQ (LQ)	0
<b>Silice</b>	mg/l SiO <sub>2</sub>		- (8)	7,3
<b>Oxydabilité (KMnO<sub>4</sub>)</b>	mg/l O <sub>2</sub>	5	< 0,9 (3)	0,36

Sauf (1) : Norme de qualité européenne - (2) LQ signifie Limite de Quantification, - est noté en l'absence de résultat

L'oxydabilité au permanganate de potassium est un paramètre qui met en évidence la demande chimique en oxygène. C'est une image de la présence d'ions et de matières organiques pouvant être oxydées. Parmi les résultats disponibles présentés ici, cette demande chimique est faible (bien inférieure à 1). La turbidité, représentant les particules (argiles, limons, matières organiques, colloïdes) en suspension est faible. La valeur la plus élevée a été mesurée dans l'ouvrage 'Pont Romain PR3' avec 2 NTU (la moitié de la norme de potabilité).

Le fer, l'aluminium et le manganèse sont présents naturellement dans les sols, ils proviennent en grande partie de l'altération des roches et peuvent se retrouver dissous dans les eaux souterraines à des concentrations très variables. Les valeurs disponibles en ces éléments restent très faibles.

Les teneurs en nitrates sont moyennes à élevées (> 30 mg/l) mais restent cependant en dessous de la norme de potabilité de 50 mg/l. Les concentrations comprises entre 26 et 43 mg/l, montrent la vulnérabilité de ces aquifères et captages.

**Tableau V-3. Analyse chimique du puits 'Pont Castelain' implanté dans la Formation de Fromelennes (aquifère des calcaires du Givetien) et valeurs seuil RW du Code de l'Eau**

Analyses, unités et Valeurs Seuil RW		Ouvrage	
		Pont Castelain 14/02/2012	
<b>pH</b>	unités pH	6,5 à 9,45	7,24
<b>Conductivité</b>	µS/cm à 20°C	2500	635
<b>Turbidité</b>	NTU	4	0,6
<b>Dureté totale</b>	° français	67,5	38,6
<b>Oxygène dissous (in-situ)</b>	mg/l O <sub>2</sub>		- (4,2 le12/06/06)
<b>Alcalinité totale (TAC)</b>	° français		- (27,8 le04/08/08)
<b>Aluminium</b>	µg/l Al	200	LQ <sup>(2)</sup>
<b>Calcium</b>	mg/l Ca	270	119,3
<b>Magnésium</b>	mg/l Mg	50	21,3
<b>Ammonium</b>	mg/l NH <sub>4</sub>	0,5	LQ
<b>Manganèse</b>	µg/l Mn	50	LQ
<b>Sodium</b>	mg/l Na	200	8,9
<b>Potassium</b>	mg/l K		0,9
<b>Fer (sur filtré 0,4µ)</b>	µg/l Fe	200	9
<b>Sulfates</b>	mg/l SO <sub>4</sub>	250	39
<b>Chlorures</b>	mg/l Cl	250	23,8
<b>Nitrates</b>	mg/l NO <sub>3</sub>	50 <sup>(1)</sup>	34,2
<b>Nitrites</b>	mg/l NO <sub>2</sub>	0,5	LQ
<b>Silice</b>	mg/l SiO <sub>2</sub>		- (4,2 le04/08/08)
<b>Oxydabilité (KMnO<sub>4</sub>)</b>	mg/l O <sub>2</sub>	5	- (0,1 le24/06/03)

Sauf (1) : Norme de qualité européenne - (2) LQ signifie Limite de Quantification, - est noté en l'absence de résultat

### V.1.2. L'aquitard du Famennien

Le Tableau V-4 montre les analyses chimiques des ouvrages implantés dans l'aquitard du Famennien (Formation d'Esneux). Elles concernent trois puits forés et une source :

- 'Long Marché' (17 mètres de profondeur), situé au nord-est de Beaumont, dans le Synclinal du Bois de la Haye ;
- 'Ferme des 4 Vents' (32 mètres de profondeur), situé au nord-est de Grandrieu, dans le Synclinal de Grandrieu – Vergnies ;
- 'Ferme de Grand Peine' (20 mètres de profondeur), situé au nord-est de Strée ;
- 'Source Houbais', située au lieu-dit 'La croix de la Bataille' au sud-ouest de Solre-Saint-Géry, dans le Synclinal de Grandrieu – Vergnies.

**Tableau V-4. Analyses chimiques des ouvrages 'Long Marché', 'Ferme des 4 Vents', 'Ferme de Grand Peine' et 'Source Houbais' implantés dans la Formation d'Esneux (Aquitard du Famennien) et valeurs seuil RW du Code de l'Eau**

Analyses, unités et Valeurs Seuil RW		Ouvrages				
		Long Marché 03/09/2012	Ferme des 4 Vents 03/09/2012	Ferme de Grand Peine 12/06/2006	Source Houbais 12/08/1998	
<b>pH</b>	unités pH	6,5 à 9,45	7,31	7,07	6,54	7,11
<b>Conductivité</b>	µS/cm à 20°C	2500	523	228	655	450
<b>Turbidité</b>	NTU	4	< 1	< 1	< 1,5	0,2
<b>Dureté totale</b>	° français	67,5	28,1	9,8	-	22,3
<b>Oxygène dissous (in-situ)</b>	mg/l O <sub>2</sub>		1,25	2,27	4,6	3,9
<b>Alcalinité totale (TAC)</b>	°français		23,1	9,6	-	-
<b>Aluminium</b>	µg/l Al	200	< 20	< 20	-	62
<b>Calcium</b>	mg/l Ca	270	102	26	-	78,2
<b>Magnésium</b>	mg/l Mg	50	6,6	8	-	6,7
<b>Ammonium</b>	mg/l NH <sub>4</sub>	0,5	LQ <sup>(2)</sup>	0,06	0,065	0,01
<b>Manganèse</b>	µg/l Mn	50	<b>54</b>	<b>125</b>	-	6
<b>Sodium</b>	mg/l Na	200	10,6	13,9	-	8,1
<b>Potassium</b>	mg/l K		0,5	1	-	0,8
<b>Fer (extractible)</b>	µg/l Fe	200	172	< 5	-	18
<b>Sulfates</b>	mg/l SO <sub>4</sub>	250	45	9	-	21,6
<b>Chlorures</b>	mg/l Cl	250	27	15	-	20
<b>Nitrates</b>	mg/l NO <sub>3</sub>	50 <sup>(1)</sup>	< 0,1	6	8,7	26,5
<b>Nitrites</b>	mg/l NO <sub>2</sub>	0,5	LQ	LQ	0,018	0
<b>Silice</b>	mg/l SiO <sub>2</sub>		18	22	-	13,7
<b>Oxydabilité (KMnO<sub>4</sub>)</b>	mg/l O <sub>2</sub>	5	< 0,9	< 0,9	-	0,33

Sauf (1) : Norme de qualité européenne - (2) LQ signifie Limite de Quantification, - est noté en l'absence de résultat

Dans les ouvrages sollicitant l'aquitard du Famennien, la minéralisation est assez variable. L'ouvrage 'Ferme des 4 Vents' présente les plus faibles valeurs en conductivité, dureté totale et concentration en calcium. L'ouvrage 'Ferme de Grand Peine' a une conductivité assez élevée. Pour le puits 'Long marché' et la 'Source Houbais', les valeurs de ce paramètre sont intermédiaires. En comparant avec les aquifères des calcaires cités précédemment, ces valeurs restent inférieures. Les mesures de pH indiquent que les eaux de 'Ferme des 4 Vents' et 'Ferme de Grand Peine' sont légèrement acides et proches de la norme inférieure. Dans 'Long Marché' et 'Source Houbais', le pH est légèrement supérieur à 7.

La demande chimique en oxygène et la turbidité restent assez faibles dans les quatre ouvrages.

Les concentrations en aluminium, fer et manganèse sont différentes d'un ouvrage à l'autre. Un traitement classique de déferrisation et démanganisation permet d'éliminer ces éléments. La norme de potabilité pour le manganèse est dépassée dans l'ouvrage 'Ferme des 4 Vents'.

La teneur en nitrates est faible et inférieure à la norme de potabilité.

### V.1.3. L'aquifère des grès du Famennien

Le Tableau V-5 montre l'analyse d'un puits foré 'Abattoir' dans l'aquifère des grès du Famennien (formations de Ciney et d'Etrœungt regroupées). Cet ouvrage de 125 mètres de profondeur est situé au nord de Beaumont, dans le Synclinal de Beaumont.

**Tableau V-5. Analyse chimique du puits 'Abattoir' (Aquifère des grès du Famennien) et valeurs seuil RW du Code de l'Eau**

Ouvrage			Abattoir 12/08/1998
<i>Analyses, unités et Valeurs Seuil RW</i>			
<b>pH</b>	unités pH	6,5 à 9,45	<b>6,29</b>
<b>Conductivité</b>	µS/cm à 20°C	2500	219
<b>Turbidité</b>	NTU	4	0,4
<b>Dureté totale</b>	° français	67,5	8,4
<b>Oxygène dissous (in-situ)</b>	mg/l O <sub>2</sub>		3,3
<b>Alcalinité totale (TAC)</b>	°français		- (6,6 le06/10/1997)
<b>Aluminium</b>	µg/l Al	200	14
<b>Calcium</b>	mg/l Ca	270	23,4
<b>Magnésium</b>	mg/l Mg	50	6,3
<b>Ammonium</b>	mg/l NH <sub>4</sub>	0,5	0,02
<b>Manganèse</b>	µg/l Mn	50	1
<b>Sodium</b>	mg/l Na	200	10,6
<b>Potassium</b>	mg/l K		0,9
<b>Fer (sur filtré 0,4µ)</b>	µg/l Fe	200	8
<b>Sulfates</b>	mg/l SO <sub>4</sub>	250	9,4
<b>Chlorures</b>	mg/l Cl	250	17,8
<b>Nitrates</b>	mg/l NO <sub>3</sub>	50 <sup>(1)</sup>	18,5
<b>Nitrites</b>	mg/l NO <sub>2</sub>	0,5	LQ <sup>(2)</sup>
<b>Silice</b>	mg/l SiO <sub>2</sub>		18,6
<b>Oxydabilité (KMnO<sub>4</sub>)</b>	mg/l O <sub>2</sub>	5	0,39

Sauf (1) : Norme de qualité européenne - (2) LQ signifie Limite de Quantification, - est noté en l'absence de résultat

D'après cette analyse, l'eau présente dans l'ouvrage 'Abattoir' est légèrement acide (en-deçà de la norme de potabilité) et douce (dureté inférieure à 15°F). La conductivité, les concentrations en calcium et magnésium sont d'ailleurs très faibles.

L'aluminium, le fer et le manganèse sont aussi en très faible quantité. La concentration en nitrates est inférieure à la norme de potabilité.



### V.1.4. L'aquifère des sables de remplissage

L'analyse chimique dans le Tableau V-6 concerne un puits foré dans l'aquifère des sables de remplissage. Il a une profondeur de 24 mètres et est situé à côté du Bois des Menus au nord de Thirimont.

**Tableau V-6. Analyse chimique de l'ouvrage 'Les Menus' implanté dans l'aquifère des sables de remplissage et valeurs seuil RW du Code de l'Eau**

Ouvrage			Les Menus 27/08/2012
<i>Analyses, unités et Valeurs Seuil RW</i>			
<b>pH</b>	unités pH	6,5 à 9,45	<b>5,68</b>
<b>Conductivité</b>	µS/cm à 20°C	2500	168
<b>Turbidité</b>	NTU	4	< 1
<b>Dureté totale</b>	° français	67,5	5
<b>Oxygène dissous (in-situ)</b>	mg/l O <sub>2</sub>		3,16
<b>Alcalinité totale (TAC)</b>	°français		3,6
<b>Aluminium</b>	µg/l Al	200	< 20
<b>Calcium</b>	mg/l Ca	270	16
<b>Magnésium</b>	mg/l Mg	50	2,6
<b>Ammonium</b>	mg/l NH <sub>4</sub>	0,5	LQ
<b>Manganèse</b>	µg/l Mn	50	4,9
<b>Sodium</b>	mg/l Na	200	12,6
<b>Potassium</b>	mg/l K		1,1
<b>Fer (extractible)</b>	µg/l Fe	200	183
<b>Sulfates</b>	mg/l SO <sub>4</sub>	250	8
<b>Chlorures</b>	mg/l Cl	250	28
<b>Nitrates</b>	mg/l NO <sub>3</sub>	50 <sup>(1)</sup>	6,5
<b>Nitrites</b>	mg/l NO <sub>2</sub>	0,5	LQ <sup>(2)</sup>
<b>Silice</b>	mg/l SiO <sub>2</sub>		26
<b>Oxydabilité (KMnO<sub>4</sub>)</b>	mg/l O <sub>2</sub>	5	< 0,9

Sauf (1) : Norme de qualité européenne - (2) LQ signifie Limite de Quantification

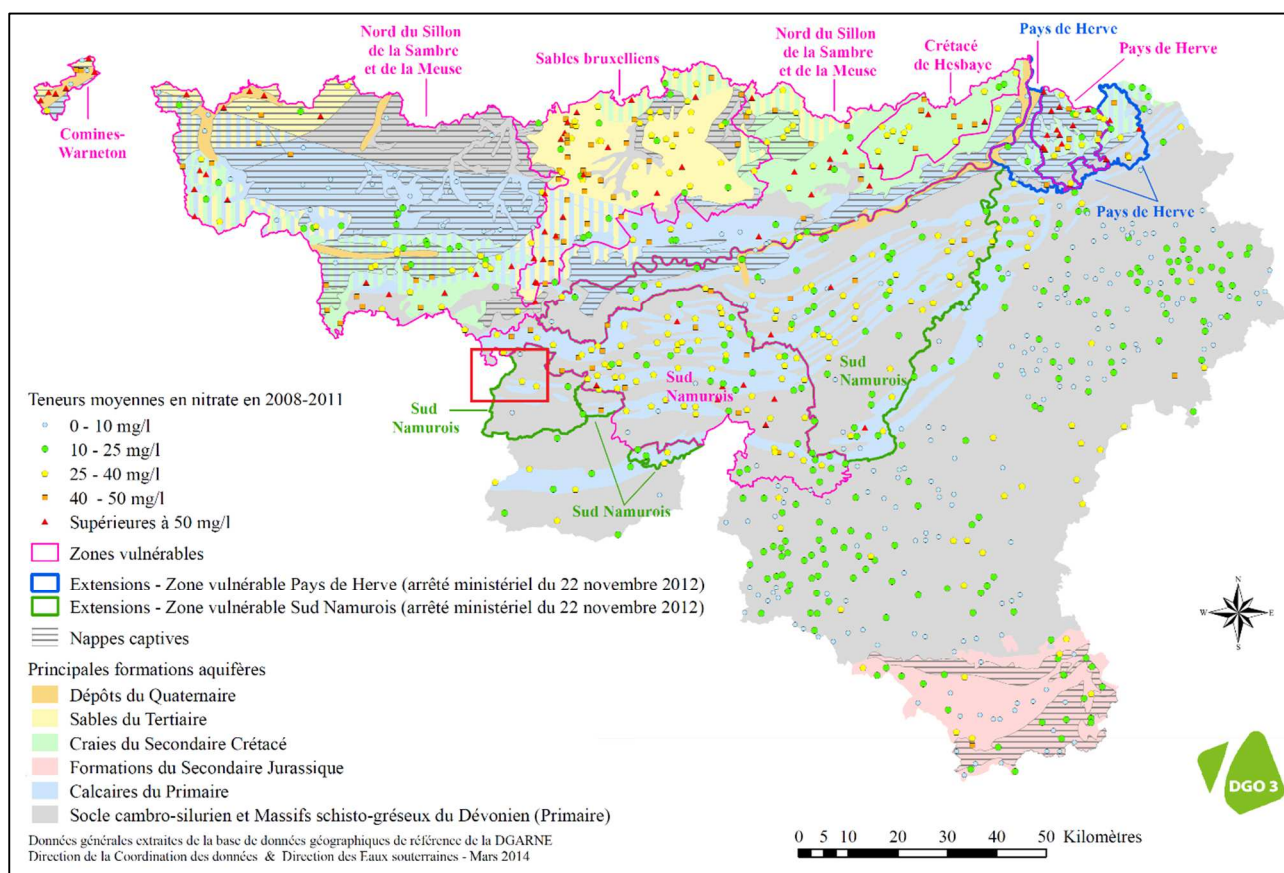
L'eau contenue dans l'ouvrage 'Les Menus' présente un pH acide (bien inférieur à la norme). Elle est aussi faiblement minéralisée (ce qui est logique dans des sables). L'oxydabilité et la turbidité sont faibles.

Les concentrations en aluminium et manganèse sont assez faibles. Celle en fer est plus élevée mais reste acceptable. Les nitrates sont également en faible quantité.

Hormis le pH acide, typique d'une eau superficielle (contenue dans la couverture cénozoïque), la qualité de l'eau est correcte.

## V.2. PROBLÉMATIQUES DES NITRATES

Les nitrates font, depuis plusieurs années, l'objet de contrôles réguliers de la part des sociétés de distribution d'eau. La norme européenne est de 50 mg de nitrates (NO<sub>3</sub>) par litre d'eau au maximum. Pour protéger les eaux de surface et souterraines de la pollution par les nitrates, six « zones vulnérables » ont été désignées par arrêtés ministériels (voir Figure V.1). Depuis novembre 2012, certaines zones ont été revues et étendues (Pays de Herve et Sud Namurois). La carte 52/5-6 Grandrieu – Beaumont est située dans la zone étendue (A.M. du 22 novembre 2012) du Sud Namurois. Cette désignation implique l'application d'un programme d'action précis dont les mesures ont été arrêtées dans le Programme de Gestion Durable de l'Azote en agriculture (PGDA)\*. Un réseau de surveillance mis en place par le SPW permet de suivre les teneurs en nitrates et d'évaluer de manière cohérente et complète l'état des ressources en eau souterraines (SPW-DGO3, 2014).

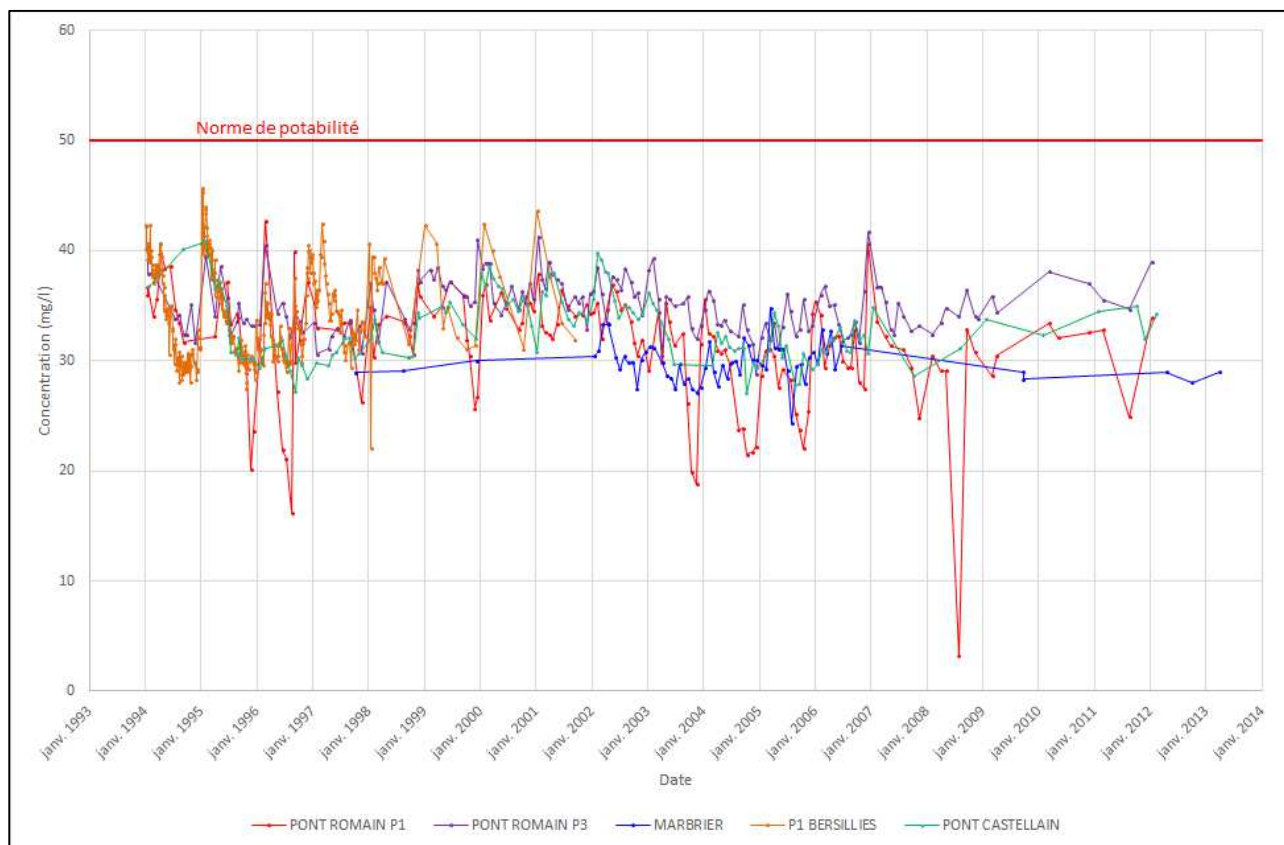


**Figure V.1. Zones vulnérables aux nitrates arrêtées en Wallonie (SPW-DGO3, 2014) et localisation de la carte 52/5-6 Grandrieu – Beaumont**

\* Livre II du Code de l'Environnement contenant le Code de l'Eau, Version Coordonnée, arrêté par le Gouvernement Wallon – articles R188 à R232.

<http://environnement.wallonie.be/legis/Codeenvironnement/codeeaucoordonne.htm>

Le site [www.nitrawal.be](http://www.nitrawal.be) peut également être consulté.



**Figure V.2. Evolutions de la teneur en nitrates dans les ouvrages 'Pont Romain P1', 'Pont Romain P3', 'P1 Bersillies', 'Marbriers' et 'Pont Castelain'**

La Figure V.2 montre l'évolution de la teneur en nitrates dans différents ouvrages de la SWDE qui sont régulièrement suivis. La première remarque importante à faire est que la norme de 50 mg/l n'a jamais été dépassée depuis 1994. La concentration en nitrates dans l'eau de la galerie 'Marbriers' évolue autour de 30mg/l, depuis des analyse en 1998. Les puits 'Pont Romain P1' et 'Pont Romain P3' présentent des valeurs généralement comprises entre 30 et 40 mg/l, parfois inférieures à cet intervalle et rarement supérieures. L'ouvrage 'P1 Bersillies' a été suivi jusque 2001. Les teneurs en nitrates sont comprises entre 27 et 46 mg/l. Il est possible d'observer une cyclicité : une augmentation, parfois forte, de la concentration en début d'année, suivie d'une diminution plus douce. Cela laisse supposer une grande sensibilité à l'utilisation d'engrais (agriculture). Les concentrations en nitrates dans l'ouvrage 'Pont Castelain' restent comprises entre 27 et 41 mg/l.

### V.3. QUALITÉ BACTÉRIOLOGIQUE

Voici à titre indicatif, quelques analyses bactériologiques. Celle de 'PR1 Montignies-Saint-Christophe' date de 2000, cet ouvrage, profond de 40 mètres, est situé dans le voisinage de 'Pont Romain P1' et 'Pont Romain P3'. L'analyse de 'P1 Bersillies' date de 1997. Celles de 'Source Pierra', 'Les Menus' et 'Long Marché' datent de 2007.

**Tableau V-7. Analyses bactériologiques des ouvrages 'PR1 Montignies-Saint-Christophe', 'P1 Bersillies', 'Source Pierra', 'Les Menus' et 'Long Marché'**

Ouvrages		Normes	Pont Romain PR1 20/04/2000	P1 Bersillies 03/02/1997	Source Pierra 06/10/1997	Les Menus 27/08/2012	Long Marché 03/09/2012
<b>Germes totaux à 22°C</b>	Nbre/ml		80	1	30	-	-
<b>Germes totaux à 37°C</b>	Nbre/ml		14	2	20	0	31
<b>Coliformes totaux</b>	Nbre/100 ml	0	<b>20</b>	0	<b>13</b>	1	0
<b>Coliformes fécaux</b>	Nbre/100 ml	0	<b>3</b>	0	<b>12</b>	-	-
<b>Streptocoques fécaux</b>	Nbre/100ml	0	<b>1</b>	0	<b>10</b>	-	-
<b>Clostridia-sulfito-réducteurs</b>	Nbre/20 ml	0	0	0	0	-	-
<b>Entérocoques</b>	Nbre/100 ml	0	-	-	-	0	0
<b>Escherichia Coli</b>	Nbre/100 ml	0	-	-	-	1	0

Les germes totaux à 22°C et 37°C sont des indicateurs qui révèlent la présence possible d'une contamination bactériologique. Ils n'ont pas d'effets directs sur la santé mais peuvent devenir problématiques sous certaines conditions. Les coliformes totaux sont un indicateur de la qualité microbienne de l'eau. La plupart de ces bactéries sont naturellement présentes dans le sol et la végétation, mais peuvent provenir aussi de contamination fécale (streptocoques et coliformes). Les bactéries *Escherichia coli* sont considérées comme le meilleur indicateur de contamination fécale et sont, de plus, pathogènes.

Dans le Tableau V-7, le puits 'P1 Bersillies' est le moins pollué au niveau bactériologique (en 1997, pas d'analyse récente dans les bases de données), ainsi que le puits 'Les Menus' (en 2012). L'ouvrage 'Long Marché' ne présente que des germes après incubation à 37°C. Les analyses indiquent une contamination fécale légère pour le puits de reconnaissance 'Pont Romain PR1' et importante pour la galerie 'Source Pierra'.

Un simple traitement des eaux par chloration permet de leur rendre une qualité appréciable.

#### **V.4. AUTRES PARAMÈTRES**

Les pesticides sont régulièrement contrôlés au niveau des captages de distribution publique et des exploitations agricoles. Plusieurs directives européennes ont été mises en place pour protéger le consommateur. Les directives 91/414/CEE et 98/8/CEE, relatives à la mise sur le marché, respectivement, des pesticides à usage agricole et des biocides, ont été transposées en droit belge par les arrêtés royaux des 28 février 1994 et 22 mai 2003. D'autres substances sont également contrôlées, tels des hydrocarbures.

Pour tous les ouvrages sur lesquels ont été effectuées des analyses chimiques, et bien que certaines substances ne soient plus autorisées, des valeurs faibles mais non nulles en ces pesticides ont été constatées : l'atrazine (et ses métabolites, notamment le déséthyl atrazine) D'autres substances (Bentazone, Diuron, Simazine, HAP, ...) ont également été ponctuellement analysées. Le Bentazone et le Diuron se retrouvent parfois dans certains ouvrages à des concentrations variables (généralement faibles), mais toujours acceptables par rapport aux normes de potabilité.

## VI. EXPLOITATION DES AQUIFÈRES

Sur la carte thématique de Grandrieu – Beaumont « Carte des volumes prélevés » au 1/50 000, tous les ouvrages recensés et existants en novembre 2013, sans distinction de nature, ont été reportés (puits, piézomètres, puits sur galerie par gravité, sources, ...). Un symbolisme différent est attribué selon la nappe dans laquelle est établi l'ouvrage. Sa couleur correspond à celle de l'aquifère atteint.

Pour les ouvrages de prise d'eau dont le débit est connu, des pastilles rouges (pour les sociétés de distribution d'eau) ou vertes (pour les industriels ou particuliers) de diamètre proportionnel au débit prélevé ont été utilisées comme indicateur. Les données représentées par des pastilles pleines sont les dernières disponibles et datent de l'année 2011.

Les données sont extraites de la base de données de la Région Wallonne (BD Hydro). L'encodage des volumes d'eau prélevés n'est cependant pas complet. Ceci concerne principalement les petits exploitants et donc les petits volumes (inférieur à 3 000 m<sup>3</sup>/an). En effet, les puits des particuliers ou des agriculteurs ne sont pas encore tous pourvus d'un compteur.

L'exploitation d'une prise d'eau souterraine est soumise à de nombreux aléas et donc, peut être variable. Les contraintes techniques de l'ouvrage, l'activité économique, liée à ce captage, et l'évolution des conditions hydrogéologiques de la nappe sollicitée, peuvent perturber les capacités de production. La présentation sur la « Carte des volumes prélevés », des volumes moyens prélevés, correspond à la moyenne des cinq dernières années (2007-2011) (basés sur les déclarations des titulaires de prise d'eau). Ces volumes moyens prélevés sont symbolisés par des cercles de couleur bleue (diamètre proportionnel au débit prélevé). Ils illustrent de manière plus réaliste l'exploitation moyenne des eaux souterraines sur la carte étudiée. Ces valeurs moyennes ne sont pas représentatives du potentiel d'exploitation, ni de l'exploitation réelle des nappes. Elles reflètent simplement l'importance d'un site d'exploitation pendant les cinq années considérées. Parmi ces dernières, il se peut que certaines d'entre elles soient des années sans prélèvement.

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

La Figure VI.1 montre la localisation des différents ouvrages de la SWDE et de l'administration communale de Beaumont. A part 'Les Gouttes', 'Sources Houbais' et 'Abattoir', les ouvrages sont implantés dans les aquifères des calcaires du Frasnien et du Givetien. Dans les graphiques (voir Figure VI.2 à Figure VI.5), les ouvrages de la SWDE sont les plus actifs, avec en tête les 'Pont Romain P1' et 'Pont Romain P3'. Entre 2007 et 2011, le puits 'Pont Romain P3' a capté un peu moins de 1 005 000 m<sup>3</sup>/an en moyenne. Les ouvrages 'P1 Bersillies' et 'Marbriers' sont hors service depuis 2003 et 2007 respectivement.

Le dernier ouvrage encore actif en 2011 du Service communal de Beaumont est le 'Pont Castellain' (avec un peu moins de 140 000 m<sup>3</sup>/an en moyenne entre 2007 et 2011).

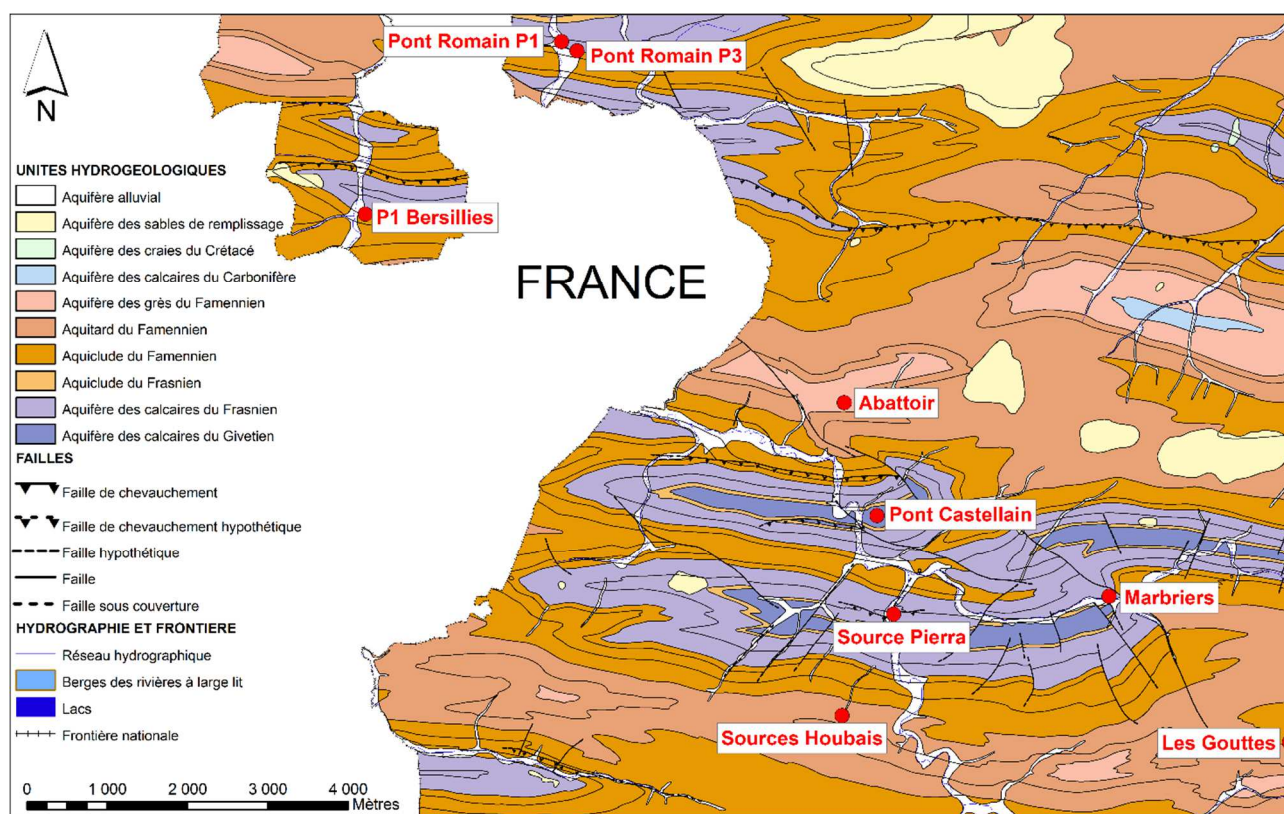


Figure VI.1. Localisation des ouvrages de la SWDE et de l'administration communale de Beaumont



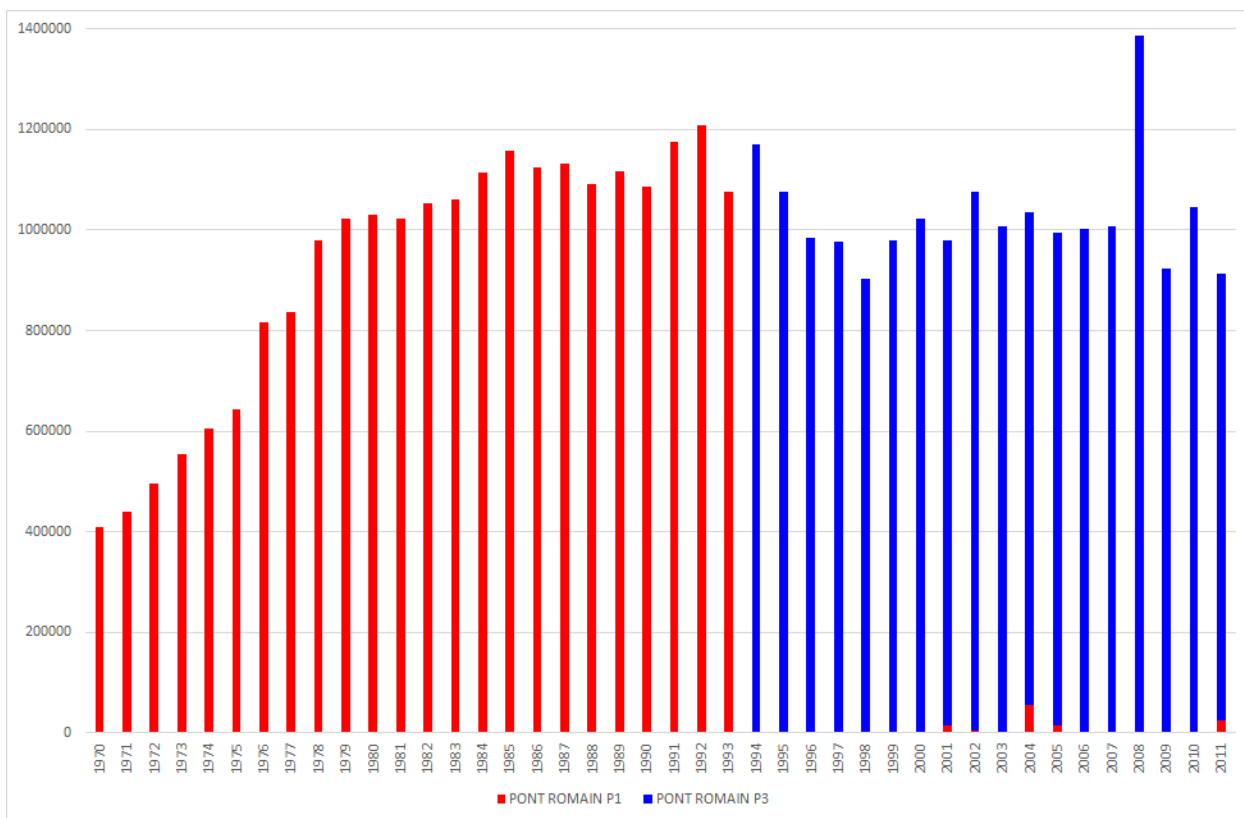


Figure VI.2. Volumes d'eau prélevés depuis 1970 par les ouvrages de la SWDE 'Pont Romain P1' et 'Pont Romain P3'

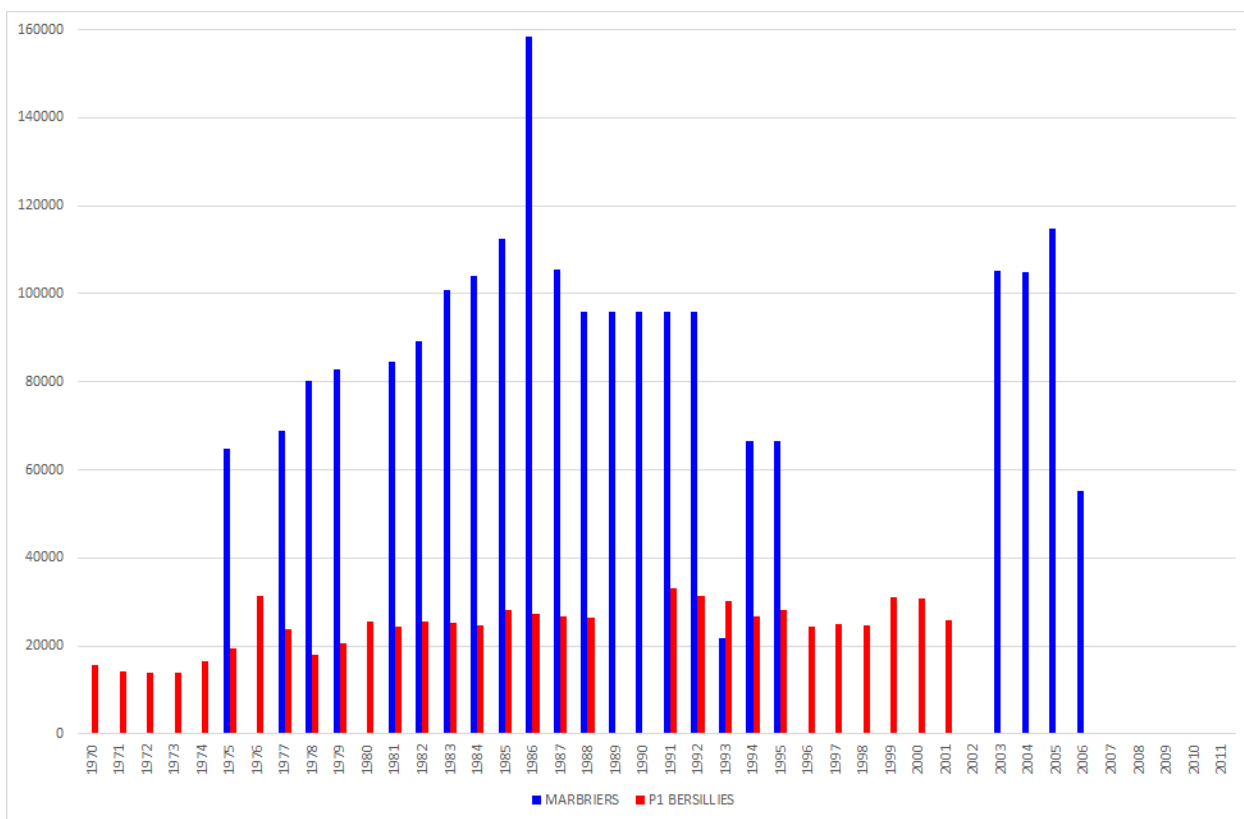


Figure VI.3. Volumes d'eau prélevés depuis 1970 par les ouvrages de la SWDE 'Marbriers' (hors service depuis 2007) et 'P1 Bersillies' (hors service depuis 2002)



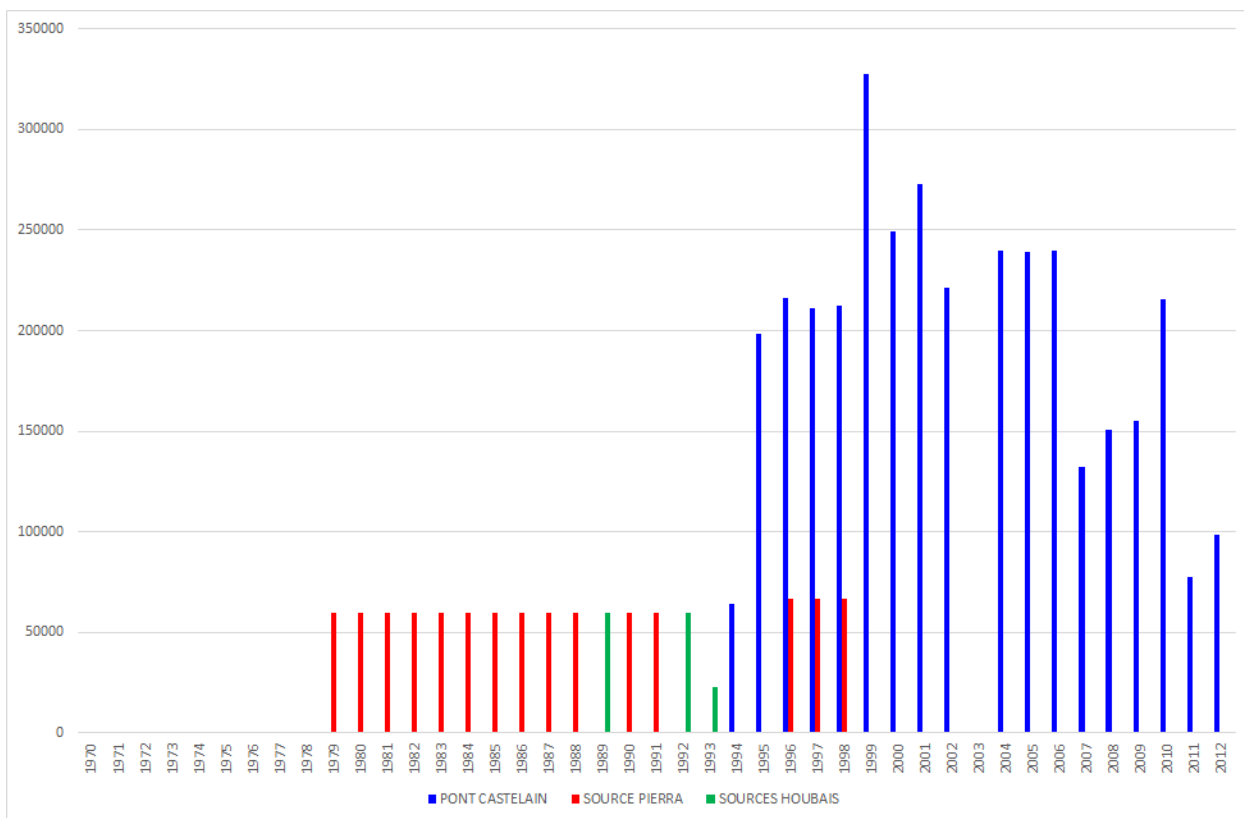


Figure VI.4. Volumes d'eau prélevés depuis 1970 par les ouvrages de l'administration communale de Beaumont 'Pont Castelain' (puits), 'Source Pierra' et 'Sources Houbais'

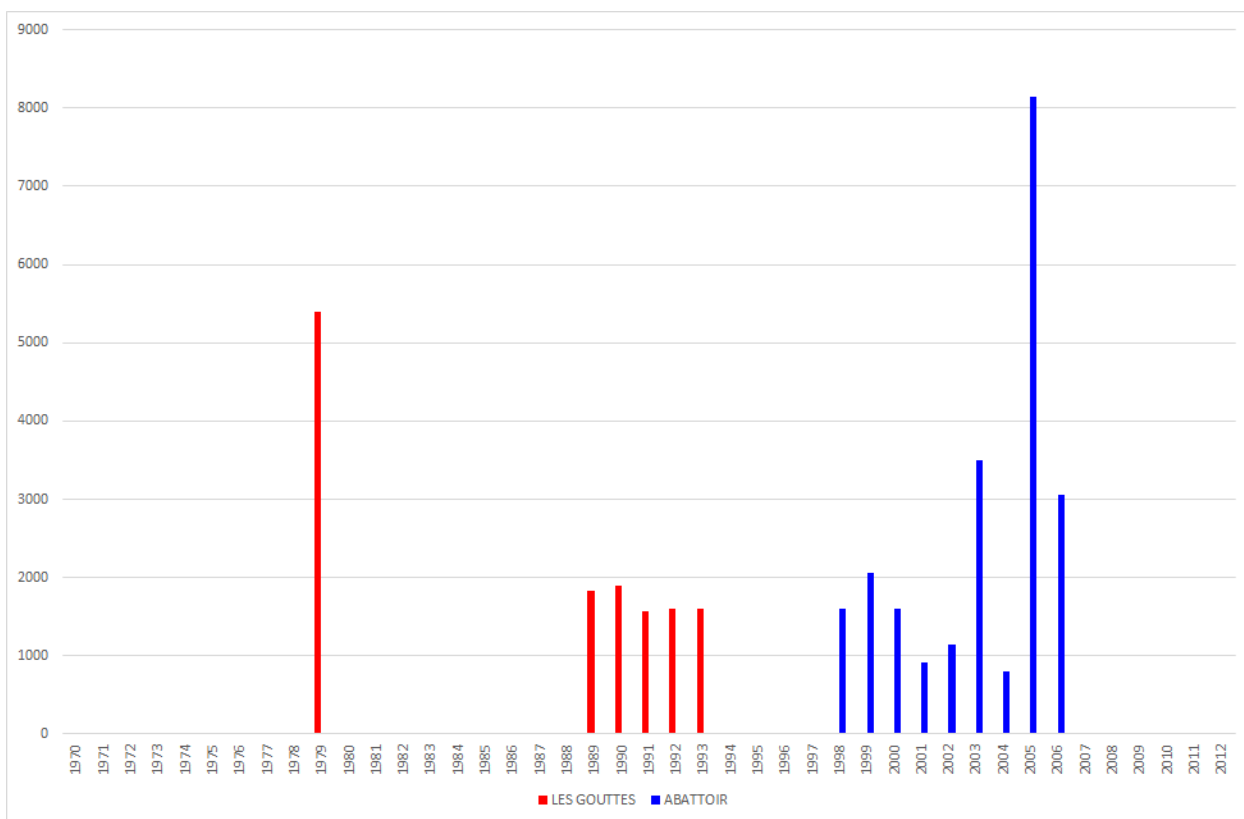


Figure VI.5. Volumes d'eau prélevés depuis 1970 par les ouvrages de l'administration communale de Beaumont 'Les Gouttes' et 'Abattoir'

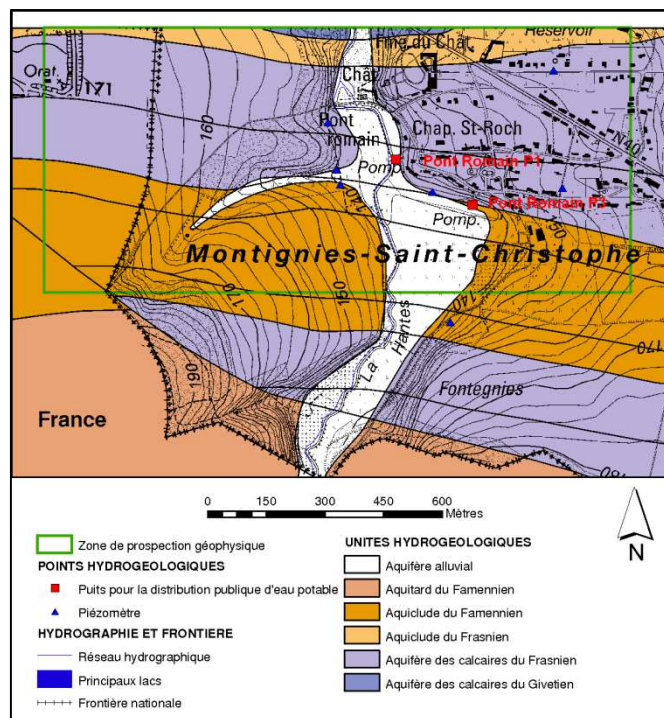
## VI.2. VOLUMES PRÉLEVÉS PAR LES PUIITS À USAGE PRIVÉ

Les puits à usage privés sont répartis plus ou moins uniformément sur l'ensemble de la carte. Ils appartiennent principalement aux exploitations agricoles. Les volumes prélevés sont faibles et les volumes moyens prélevés ne dépassent jamais les 5 000 m<sup>3</sup>/an.

## VII. ETUDES GÉOPHYSIQUES

### VII.1. ZONE DE PROSPECTION GÉOPHYSIQUE DE MONTIGNIES-SAINT-CHRISTOPHE

Dans le cadre de la détermination des zones de prévention autour des prises d'eau 'Pont Romain P1' et 'Pont Romain P3', une étude géophysique a été réalisée par le Bureau Conseil en Géologie pour la SWDE (André, 1998). Elle a permis de déterminer les caractéristiques hydrauliques du sous-sol, de mettre en évidence la fracturation régionale et de trouver des emplacements adéquats pour le forage de quatre piézomètres et de trois puits de reconnaissance. Ce qui suit présente les étapes et conclusions intéressantes issues de cette étude.



**Figure VII.1. Zone de prospection géophysique de Montignies-Saint-Christophe ('Pont Romain P1' et 'Pont Romain P3')**

Lors de cette étude, quatre kilomètres de traînés électriques, quatre sondages électriques et quatre sondages sismiques ont été réalisés dans la zone de prospection géophysique (voir Figure VII.1). Les conclusions sont les suivantes :

- la fracturation régionale est orientée suivant une direction est-ouest (les accidents de résistivité sont bien corrélés avec les linéaments, matérialisés par des vallons abrupts orientés également est-ouest) ;
- les argiles, limons de surface et la couche d'altération des calcaires peuvent avoir une épaisseur importante (jusqu'à 15 mètres) ;
- les calcaires sous-jacents sont relativement altérés, fracturés et plus ou moins déconsolidés, jusqu'à une profondeur pouvant atteindre localement environ 30 mètres ;
- au-delà, les calcaires restent sains et compacts ;
- les calcaires sont marqués par des phénomènes d'altération karstiques. Leur surface supérieure est très irrégulière et des poches de remplissage sont présentes par endroit.

## VIII. PARAMÈTRES D'ÉCOULEMENT ET DE TRANSPORT

### VIII.1. PARAMÈTRES HYDRODYNAMIQUES

Les essais de pompage sont des tests fréquemment réalisés sur les forages et puits de captage dans divers types d'études (zones de prévention, études de risques ou d'incidence, nouveaux captages,...). Ils visent à quantifier les paramètres qui régissent la circulation des eaux souterraines dans le sous-sol. Pour les principaux, il s'agit de la conductivité, de la transmissivité et du coefficient d'emmagasinement.

La conductivité hydraulique  $K$ , exprimée en [m/s] : est la propriété d'un corps, d'un milieu solide – notamment un sol, une roche – à se laisser traverser par un fluide, notamment l'eau, sous l'effet d'un gradient de potentiel.

La transmissivité  $T$ , exprimée en [m<sup>2</sup>/s] : est la propriété d'un aquifère à être traversé par l'eau sur toute sa hauteur. Elle exprime le débit d'eau qui s'écoule, par unité de largeur  $L$  et sur toute l'épaisseur  $e$  d'un aquifère, sous l'effet d'une unité de gradient hydraulique  $i$ . Par simplification, la transmissivité est souvent exprimée comme étant égale au produit de la conductivité hydraulique  $K$  par l'épaisseur  $e$  de l'aquifère (Castany, 1998).

Le coefficient d'emmagasinement  $S$  [sans dimension] exprime le rapport du volume d'eau libéré ou emmagasiné, par unité de surface de l'aquifère, à la variation de charge hydraulique correspondante (Castany, 1998). Dans le cas d'une nappe libre, sa valeur se rapproche de celle de la porosité efficace.

Des essais de pompage ont été réalisés sur le site de Montignies-Saint-Christophe appartenant à la SWDE. Ils ont été opérés sur les puits de reconnaissance PR1, PR2 et PR3 en mars – avril 2000 et sur le piézomètre PZ4 en janvier 2003 (la localisation de ces ouvrages est donnée en Annexe 2). Ces ouvrages sont implantés dans l'aquifère des calcaires du Frasnien (SWDE, 2007, 2003, 2000). Voici la synthèse des résultats :

- Puits de reconnaissance PR1 :
  - Transmissivité  $T$  :  $0,81 \cdot 10^{-4}$  à  $9,22 \cdot 10^{-4}$  m<sup>2</sup>/s ;
  - Perméabilité  $K$  :  $0,26 \cdot 10^{-5}$  à  $2,88 \cdot 10^{-5}$  m/s ;
  - Débit spécifique  $Q_s$  : 1,57 à 3,07 m<sup>3</sup>/h.m ;

- Puits de reconnaissance PR2 :
  - Transmissivité T :  $0,27 \cdot 10^{-4}$  à  $4,41 \cdot 10^{-4}$  m<sup>2</sup>/s ;
  - Perméabilité K :  $0,08 \cdot 10^{-5}$  à  $1,3 \cdot 10^{-5}$  m/s ;
  - Débit spécifique Q<sub>s</sub> : 0,4 à 0,69 m<sup>3</sup>/h.m ;
- Puits de reconnaissance PR3 :
  - Transmissivité T :  $0,97 \cdot 10^{-4}$  à  $48,8 \cdot 10^{-4}$  m<sup>2</sup>/s ;
  - Perméabilité K :  $0,49 \cdot 10^{-5}$  à  $24,9 \cdot 10^{-5}$  m/s ;
  - Débit spécifique Q<sub>s</sub> : 0,64 à 2,11 m<sup>3</sup>/h.m ;
- Piézomètre PZ4 :
  - Transmissivité T :  $0,71 \cdot 10^{-3}$  à  $2,3 \cdot 10^{-3}$  m<sup>2</sup>/s ;
  - Perméabilité K :  $0,78 \cdot 10^{-5}$  à  $2,5 \cdot 10^{-5}$  m/s ;
  - Débit spécifique Q<sub>s</sub> : 7,46 à 9,43 m<sup>3</sup>/h.m.

Pour une exploitation d'eau, ces caractéristiques correspondent à une qualité moyenne à bonne.

## VIII.2. PARAMÈTRES DE TRANSPORT

Les paramètres de transport renseignent notamment sur la vitesse à laquelle une substance (polluant ou traceur) se déplace dans le sous-sol à la faveur des circulations d'eau souterraine. Ces paramètres sont généralement déterminés à partir des essais de traçage qui consistent à injecter un traceur dans la nappe via un piézomètre ou une perte et à observer sa restitution en un autre point de la nappe (résurgences, sources ou captages). Les essais de traçage estiment les temps de transport d'une substance miscible dans la nappe dans les conditions expérimentales. Ils permettent de calculer les paramètres de transport (porosité, dispersivités,...).

La porosité cinématique [sans dimension] : équivaut au rapport du volume des vides réellement parcouru par l'eau mobile au volume total du milieu (saturé ou non). Ce concept est proche de la porosité efficace (Castany, 1998).

La porosité efficace  $n_e$  [sans dimension] est le rapport du volume d'eau gravitaire (c'est-à-dire qui peut être libérée sous l'effet d'un égouttage complet)  $V_e$  que le réservoir peut contenir à l'état saturé au volume total  $V_t$  (Castany, 1998).

Les dispersivités longitudinale et transversale, exprimé en [m], sont des valeurs qui caractérisent la dispersion de substances contenues dans l'eau circulant dans les pores et les fissures.

Des essais de traçage ont été réalisés sur le site de Montignies-Saint-Christophe de mai à juillet 2004 (Tractebel Development Engineering sa, 2005, 2003). Ils ont consisté en l'injection de cinq substances traçantes aux piézomètres Pz1, Pz2, Pz3, Pz4 et PR3, avec récupération aux puits de captage 'Pont Romain P1' et 'Pont Romain P3' (la localisation de ces ouvrages est donnée en Annexe 2). Deux des traceurs ont permis une interprétation analytique. Les résultats obtenus pour l'aquifère des calcaires du Frasnien (entre le Pz2, le Pz3 et le 'Pont Romain P3') sont :

- porosité efficace  $n_{\text{eff}}$  : 1 à 2 % ;
- dispersivité longitudinale  $a_l$  : 45 à 100 mètres.

Un modèle mathématique des écoulements et du transport des particules a été réalisé. Les résultats utilisés par ce modèle sont :

- pour les alluvions :
  - porosité efficace  $n_{\text{eff}}$  : 1,5 % ;
  - dispersivité longitudinale  $a_L$  : 40 à 100 mètres ;
- pour les calcaires :
  - porosité efficace  $n_{\text{eff}}$  : 0,3 à 2 % ;
  - dispersivité longitudinale  $a_L$  : 40 à 100 mètres ;
- pour les schistes et les siltites :
  - porosité efficace  $n_{\text{eff}}$  : 4 % ;
  - dispersivité longitudinale  $a_L$  : 40 à 100 mètres.

## **IX. ZONES DE PROTECTION**

### **IX.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 wallonne\* définit quatre niveaux de protection à mesure que l'on s'éloigne du captage : zones de prise d'eau (zone I), de prévention (zones IIa et IIb) et de surveillance (zone III). Ces zones sont délimitées par des aires géographiques déterminées notamment en fonction de la vulnérabilité de la nappe aquifère.

#### Zone I ou zone de prise d'eau

La zone de prise d'eau est délimitée par la ligne située à une distance de 10 m des limites extérieures des ouvrages de surface de 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.

#### Zone IIa et IIb ou zone de prévention rapprochée et éloignée

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 ».

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

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

A défaut de données suffisantes permettant de définir la zone IIa suivant le principe défini ci-dessus, cette zone est délimitée par une ligne située à une distance horizontale de 35 mètres à partir des installations de surface, dans le cas de puits, et par deux lignes situées à 25 mètres de part et d'autre de la projection en surface de l'axe longitudinal dans le cas de galeries et de drains.

---

\* Livre II du Code de l'Environnement contenant le Code de l'Eau, Version Coordonnée, arrêté par le Gouvernement Wallon – articles R154 à R158. <http://environnement.wallonie.be/legis/Codeenvironnement/codeeaucoordonne.htm>

- 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'à l'ouvrage 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-dessus, le périmètre de cette zone est distant du périmètre extérieur de la zone IIa de :

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

La zone IIb ne dépasse toutefois pas le périmètre extérieur de la zone d'alimentation.

Lorsqu'il existe des axes d'écoulement préférentiel de circulation des eaux souterraines alimentant l'ouvrage de prise d'eau, la zone IIb est étendue le long de ces axes sur une distance maximale de 1 000 mètres et sur une largeur au moins égale à celle de la zone IIa.

### Zone III ou zone de surveillance

La 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.

### 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 2009\*.

La Société publique de Gestion de l'Eau\* 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

---

\* 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).

\* SPGE, instituée par le décret du 15 avril 1999



doivent être mis en conformité avec la législation, une redevance est prélevée sur chaque m<sup>3</sup> fourni par les sociétés de distribution d'eau.

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

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

## **IX.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, faire l'objet d'une étude de délimitation des zones de prévention rapprochée et éloignée. Cette étude sera proposée à la Direction 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

Actuellement, il n'existe aucune zone de prévention arrêtée ou à l'enquête publique sur la carte. Certains sites de captage sont en attente de définition de zone de prévention. Il s'agit de :

- 'Pont Romain P1' et 'Pont Romain P3' à Montignies-Saint-Christophe (SWDE, 2007, 2003, 2000) ;
- 'Abattoir' (Administration communale de Beaumont) ;
- 'Pont Castelain' au sud de Beaumont (Administration communale de Beaumont).

Seul, le premier site a déjà fait l'objet d'études et d'un modèle mathématique en vue de la délimitation des zones de prévention. Les autres n'ont pas encore été étudiés.

## **X. MÉTHODOLOGIE DE L'ÉLABORATION DE LA CARTE HYDROGÉOLOGIQUE**

Le présent chapitre donne les principales sources d'informations géologiques, hydrologiques et hydrogéologiques utilisées. Elle décrit également l'utilisation de ces données et l'interprétation qui a été faite, permettant la réalisation de la carte hydrogéologique de Wallonie 52/5-6 Grandrieu – Beaumont et de sa notice explicative.

### **X.1. ORIGINE DES DONNÉES**

#### **X.1.1. Données géologiques**

La carte géologique servant de base à la carte hydrogéologique est celle établie en 2001 par Dumoulin et publiée par le Service Public de Wallonie. Grâce à la description des lithologies des différentes formations géologiques, il est possible de caractériser les différentes unités hydrogéologiques en y apportant diverses nuances.

Des discontinuités entre les limites géologiques et/ou hydrogéologiques peuvent apparaître entre cartes voisines :

- au nord de la carte de Grandrieu – Beaumont (52/5-6) : les formations de Neuvilles, des Valisettes (NV) et de la Famenne (FAM) sont distinguées alors qu'elles sont regroupées (NEFA) sur la carte Merbes-le-Château – Thuin (52/1-2) ;
- dans le coin nord-est de la carte, l'aquifère des sables de remplissage et l'aquifère des craies du Crétacé ne sont pas cartographiés de manière continue entre Grandrieu – Beaumont et Merbes-le-Château – Thuin (52/1-2).
- au sud de la carte, en continuité avec Sivry – Rance (57/1-2) (Marion & Barchy, 2004), les formations d'Aye et d'Esneux, distinguées sur Grandrieu – Beaumont, sont regroupées sur Sivry – Rance.

Ces discontinuités sont le résultat de points de vue différents des géologues, de conditions de levés différentes (quantité d'affleurements), de variation latérale de faciès, entraînant des limites ou des formations géologiques différentes.

Des données concernant les phénomènes karstiques sont disponibles dans l'atlas du karst wallon et fournies par la Commission Wallonne d'Etude et de Protection des Sites Souterrains (CWEPS). Ces données sont importées dans la carte, en les distinguant entre puits naturels, pertes, sources ou crons. Ces différents phénomènes sont brièvement décrits dans la notice.

## **X.1.2. Données météorologiques et hydrologiques**

Sur la carte 52/5-6 Grandrieu – Beaumont, il existe une station climatique appartenant à l'IRM (Thirimont) et deux stations limnimétriques appartenant à la DCENN (L6880 Beaumont Hantes) et l'autre au SETHY (Sethy Bersillies l'Abbaye 7978).

Ces trois stations sont figurées sur la carte.

## **X.1.3. Données hydrogéologiques**

### ***X.1.3.1. Localisation des ouvrages et des sources***

Dans la banque de données hydrogéologiques de la Région Wallonne, 273 ouvrages déclarés ont été encodés. La plupart de ces ouvrages ont été visités sur le terrain. Ainsi, leur position géographique a pu être corrigée, leur type et profondeur ont pu être déterminés et une mesure de niveau d'eau a été réalisée sur certains d'entre eux. La principale difficulté rencontrée sur le terrain est la localisation de certains ouvrages. Beaucoup sont mal situés, voire pas situés. Reste ensuite le travail d'enquête auprès des habitants de la région qui permet d'obtenir les renseignements utiles concernant les ouvrages et l'accord pour une mesure du niveau piézométrique.

Au final, 256 ouvrages ont été recensés en 2014 et reportés sur la carte hydrogéologique 52/5-6 Grandrieu – Beaumont. Cet ensemble est constitué par deux puits sur galerie par gravité, 15 sources, 115 piézomètres, 120 puits possédant une autorisation d'exploitation et 4 puits destinés à la distribution publique d'eau potable.

### ***X.1.3.2. Données piézométriques***

Toutes les mesures réalisées sur le terrain ont été encodées dans la base de données hydrogéologiques. Un tri est ensuite réalisé. Il se base sur la qualité de l'ouvrage, sa localisation, sa profondeur, ainsi que la nappe sollicitée par le puits. Au total, 174 mesures ont été réalisées sur le terrain. Certains ouvrages ont été suivis mensuellement de septembre 2008 à avril 2010. Sur la carte principale du poster A0, 53 mesures sont reportées : 10 concernent l'aquifère des calcaires du Frasnien, 22 l'aquiclude du Famennien – Frasnien, 15 l'aquitard du Famennien, 2 l'aquifère des grès du Famennien, 2 l'aquifère des calcaires du Givetien et 2 l'aquifère des sables de remplissage. Celles-ci ont été réparties plus ou moins uniformément sur la carte et les données redondantes n'ont pas été gardées.

Etant donné la structure géologique de la région et le caractère hydrodynamique peu favorable de certaines unités concernées, le tracé des isopièzes n'a pu être réalisé.

### **X.1.3.3. Données hydrochimiques**

Les données hydrochimiques proviennent, pour la plupart, de la banque de données physico-chimiques des captages d'eau souterraine CALYPSO (Qualité des Eaux Potabilisables et Souterraines) du Service Public de Wallonie, elle-même alimentée par des informations en provenance des sociétés de distribution d'eau du SPW, des bureaux d'études.

### **X.1.3.4. Données hydrodynamiques**

Quelques données et considérations hydrodynamiques ont été reprises de la première version de cette notice. Elles proviennent du rapport de caractérisation géologique et hydrogéologique des masses d'eau souterraine RWM022 et RWM023 du Projet Synclin'EAU (Brouyère *et al.*, 2009) et du rapport d'étude des zones de prévention des prises d'eau « Montignies P1 » et « Montignies P3 » (André, 1998).

### **X.1.3.5. Autres données**

La carte hydrogéologique de Wallonie est également composée d'informations relatives aux zones vulnérables aux nitrates et aux zones de prévention à définir autour des captages.

## **X.2. MÉTHODOLOGIE DE CONSTRUCTION DE LA CARTE**

### **X.2.1. Banque de données hydrogéologiques**

De telles données, aussi complexes et plus ou moins abondantes, nécessitent 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 qui réalisent les cartes hydrogéologiques 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 géologie telles que les descriptions de log de forage et d'autres données administratives ou autres sont stockées dans la BD Hydro sous l'autorité de 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 physico-chimique 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.

### **X.2.2. Construction de la carte hydrogéologique**

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

## **X.3. PRESENTATION DU POSTER A0**

La carte hydrogéologique se compose de plusieurs éléments :

- la carte hydrogéologique principale au 1/25 000 ;
- les cartes thématiques au 1/50 000 :
  - carte des informations complémentaires et des caractères de couverture des nappes ;
  - carte des volumes d'eau prélevés ;
- les coupes hydrogéologiques ;
- le tableau de correspondance entre la géologie et l'hydrogéologie ;
- la carte de Belgique (au 1/5 000 000) où est localisée la carte étudiée.

### **X.3.1. Carte hydrogéologique principale**

La carte principale comprend plusieurs couches d'information :

---

\* Direction générale opérationnelle de l'Agriculture, des Ressources naturelles et de l'Environnement (DGO 3).  
Département de l'Etude du Milieu naturel et agricole - Direction de la Coordination des données. Avenue Prince de Liège  
15 - B-5100 Jambes, Belgique

- le fond topographique de la carte IGN au 1/10 000, sous licence SPW-DGO 3) ;
- le réseau hydrographique ;
- les unités hydrogéologiques ;
- les failles ;
- la localisation des points d'eau constitués par :
  - des puits des sociétés de distribution d'eau ;
  - des puits de sociétés industrielles ;
  - des puits privés exploités et déclarés au Service Public de Wallonie ;
  - des puits non exploités, mais équipés d'une pompe ;
  - des sources exploitées ou non ;
  - des piézomètres, ces derniers étant considérés comme tout point d'accès à la nappe, non exploité (forages de petit diamètre, puits non équipés) ;
  - les sondes géothermiques;
- les stations limnimétriques et climatiques ;
- les carrières en activité ;
- les cotes piézométriques ponctuelles pour les différentes unités hydrogéologiques rencontrées, avec la date de la mesure ;
- les traits localisant le tracé des coupes hydrogéologiques ;
- les zones de prévention IIa et IIb arrêtées par le Gouvernement Wallon ;
- les points de captage en attente de la définition de leur zone de prévention.

### **X.3.2. Carte des informations complémentaires et du caractère des nappes**

Cette carte localise différents sites pour lesquels des données quantitatives ou qualitatives existent (analyses chimiques, essais de pompage, essais de traçages, diagraphie). Elle reprend l'extension de la zone vulnérable aux nitrates des « Sables bruxelliens » et du « Nord du sillon de la Sambre et de la Meuse ». Le caractère des différentes couvertures des nappes rencontrées est également figuré.

### **X.3.3. Carte des volumes prélevés**

Cette carte situe l'ensemble des ouvrages recensés et existants en 2013 sur l'étendue de la carte, en discernant :

- les ouvrages (puits, piézomètres, sources) différenciés selon l'aquifère qu'ils sollicitent. Les couleurs des symboles utilisés sont en relation avec la couleur de la nappe sollicitée ;
- les volumes déclarés pour l'année 2011 par les captages des sociétés de distribution d'eau, représentés par des pastilles rouges de diamètre proportionnel aux débits captés ;
- les volumes déclarés pour l'année 2011 par les puits privés exploités par des particuliers ou des industries, représentés par des pastilles vertes de diamètre proportionnel aux débits captés ;
- les volumes moyens prélevés, correspondant à la moyenne des cinq dernières années (2007-2011) (basés sur les déclarations des titulaires des prises d'eau). Ils reflètent simplement l'importance d'un site d'exploitation pendant les cinq années considérées.

### **X.3.4. Tableau de correspondance 'Géologie – Hydrogéologie'**

Le tableau lithostratigraphique reprend la liste des différentes formations géologiques et unités hydrogéologiques susceptibles d'être rencontrées sur l'étendue de la carte. La description lithologique des formations géologiques fait référence à la carte géologique de Wallonie Grandrieu – Beaumont 52/5-6 de V. Dumoulin, dressée en 2001.

### **X.3.5. Coupes hydrogéologiques**

Parmi les éléments présentés sur le poster de la carte hydrogéologiques figurent les coupes hydrogéologiques. Elles permettent de comprendre le contexte géologique et hydrogéologique de la région. Les coupes sont issues de la Carte Géologique de Wallonie Grandrieu - Beaumont de V. Dumoulin, sur lesquelles ont été ajoutées des informations sur les niveaux d'eau souterraine.

### **X.3.6. Avertissement**

Les cartes hydrogéologiques ont pour objectif de répondre aux besoins de toute personne, société ou institution concernée par la problématique et la gestion des ressources en eau tant au niveau quantitatif que qualitatif et de mettre à disposition une documentation synthétique et aisément accessible relative à l'hydrogéologie d'une région.

Le poster et la notice fournis ne prétendent pas à une précision absolue en raison de la non-exhaustivité des données, de l'évolution de celles-ci et des interprétations nécessaires à leur établissement. Ils n'ont pour but que d'aider les hydrogéologues à prévoir le contexte général qu'ils peuvent rencontrer et l'ampleur des études nécessaires. La carte et la notice constituent un instrument de synthèse et d'orientation et ne dispensent en aucune façon de recherches complémentaires en fonction de sites particuliers et de projets définis.



## XI. RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- André, B.** (1998) : Etude géophysique. Site des prises d'eau d'Erquelines (Montignies-Saint-Christophe). Bureau Conseil en Géologie. 25 9 + 1ann.
- Belanger, I., Delaby, S., Delcambre, B., Ghysel, P., Hennebert, M., Laloux, M., Marion, J.-M., Mottequin, B., Pingot, J.-L.** (2012) : Redéfinition 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
- Beugnies, A.** (1965) : Le décrochement de Barbençon - Erquelines. *Ann. Soc. géol. Nord*, 85 pp. 265–272
- Boulvain, F., Marion, J.-M.** (1994) : Carte géologique de Wallonie au 1/25 000ème (avec notice explicative), Planche Philippeville - Rosée n° 53/5-6. Edition : Ministère de la Région Wallonne, Direction Générale des Ressources Naturelles et de l'Environnement
- Boulvain, F., Pingot, J.-L.** (2013) : Une Introduction à la géologie de la Wallonie. Cours en ligne, Université de Liège. (<http://www2.ulg.ac.be/geolsed/geolwal/geolwal.htm>)
- Brouyère, S., Gesels, J., Jamin, P., Robert, T., Thomas, L., Dassargues, A., Bastien, J., Van Wittenberge, F., Rorive, A., Dossin, F., Lacour, J.L., Le Madec, D., Nogarède, P., Hallet, V.** (2009) : Caractérisation hydrogéologique et support à la mise en œuvre de la Directive Européenne 2000/60 sur les masses d'eau souterraine en Région Wallonne (Projet Synclin'EAU)), délivrable D.5.11 – Partie MESO RWM022 et RWM023, Convention RW et SPGE-Aquapôle
- Castany, G.** (1998) : Hydrogéologie. Principes et méthode. Edition : Dunod, Paris - ISBN 2 10 004171 1
- De Broyer, C., Thys, G., Fairon, J., Michel, G.** (2002) : Atlas du karst wallon, Inventaire cartographique des sites karstiques et des rivières souterraines de Wallonie. DGRNE (Direction Générale des Ressources Naturelles et de l'Environnement) – CWE PSS (Commission Wallonne d'Etude et de Protection des Sites Sou
- Denis, J.** (1992) : Géographie de la Belgique. Edition : Crédit Communal
- Dumoulin, V.** (2001) : Carte géologique de Wallonie au 1/25 000ème (avec notice explicative), Planche Grandrieu - Beaumont n° 52/5-6. Edition : Ministère de la Région Wallonne, Direction

Générale des Ressources Naturelles et de l'Environnement. Dépôt légal D/2001/5322/48.  
ISSN D/2001/5322/48

**Dumoulin, V., Marion, J.-M.** (1997) : Carte géologique de Wallonie au 1/25 000ème (avec notice explicative), Planche Silenrieux - Walcourt n° 52/7-8. Edition : Ministère de la Région Wallonne, Direction Générale des Ressources Naturelles et de l'Environnement

**Foucault, A., Raoult, J.-F.** (2005) : Dictionnaire de Géologie, 6e édition. Edition : Dunod - ISBN 2 10 049071 0

**Fourmarier, P.** (1954) : La Tectonique. In : P. Fourmarier (Ed.): Prodrôme d'une description géologique de la Belgique. Société Géologique de Belgique, pp. 609–744

**Gogu, R.-C.** (2000) : Advances in groundwater protection strategy using vulnerability mapping and hydrogeological GIS databases. Thèse de doctorat. Université de Liège

**Gogu, R.-C., Carabin, G., Hallet, V., Peters, V., Dassargues, A.** (2001) : GIS-based hydrogeological databases and groundwater modelling. Hydrogeology Journal, 9/6, pp. 555–569

**Habils, F., Roland, S., Rorive, A.** (2012) : Carte hydrogéologique de Wallonie, Planchettes Silenrieux - Walcourt n° 52/7-8. Edition : Service public de Wallonie, DGO3 (DGARNE), Belgique. Dépôt légal D/2012/12.796/3 - ISBN 978- 2-8056-0104-0

**Marion, J.-M., Barchy, L.** (2004) : Carte géologique de Wallonie au 1/25 000ème (avec notice explicative), Planche Sivry - Rance n° 57/1-2. Edition : Ministère de la Région Wallonne, Direction Générale des Ressources Naturelles et de l'Environnement. Dépôt légal D/2004/5322/54. ISSN D/2004/5322/54

**Pfannkuch, H.-O.** (1990) : Elseviers Dictionary of Environmental Hydrogeology. Elsevier Science Publishers, xii+332 pp.

**Roland, S., Rorive, A.** (2014) : Carte hydrogéologique de Wallonie, Planchettes Sivry - Rance n° 57/1-2 (à paraître). Edition : Service public de Wallonie, DGO3 (DGARNE), Belgique. Dépôt légal D/2014/12.796/6 - ISBN 978-2-8056-0152-1

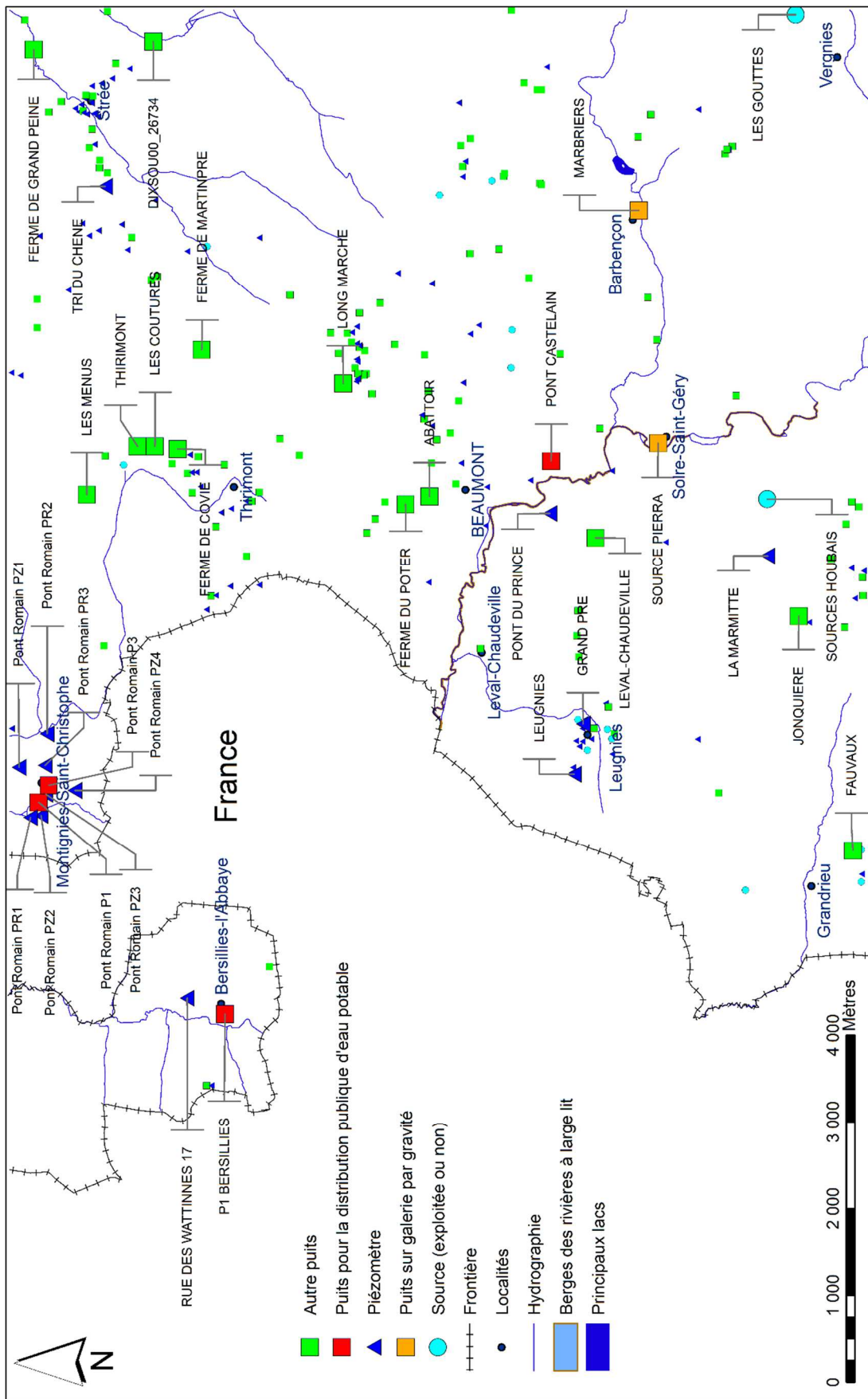
**SPW-DGO3** (2014) : Etat des nappes d'eau souterraine de la Wallonie. Edition : Service public de Wallonie, DGO3 (DGARNE), Belgique, Dépôt légal D/2014/11802/11 - ISBN : 978-2-8056-0142-2. (<http://environnement.wallonie.be/de/eso/atlas/>)

- SWDE** (2000) : Réalisation de trois piézomètres (Pz1 à Pz3) et trois puits de reconnaissance (PR1 à PR3) à Erquelines (Montignies-Saint-Christophe) dans le cadre de l'étude des zones de prévention des prises d'eau "Montignies P1" et "Montignies P3". Rapport techniq 15 p.+ 6 ann.
- SWDE** (2003) : Réalisation d'un piézomètre (Pz4) à Erquelines (Montignies-Saint-Christophe) dans le cadre de l'étude des zones de prévention des prises d'eau "Montignies P1" et "Montignies P3". Rapport technique. 14 p.
- SWDE** (2007) : Zones de prévention. Synthèse de l'étude géologique et hydrogéologique. Erquelines (Montignies-Saint-Christophe). "Montignies P1" et "Montignies P3". 15 p.
- Tractebel Development Engineering sa** (2003) : Erquelines (Montignies-Saint-Christophe) – "Montignies P1" et "Montignies P3". Rapport de synthèse. 12 p.
- Tractebel Development Engineering sa** (2005) : Erquelines (Montignies-Saint-Christophe) – "Montignies P1" et "Montignies P3". Essais de traçage et modélisation mathématique dans le cadre de l'étude des zones de prévention 24 p.
- UNESCO-OMM** (1992) : Glossaire International d'Hydrologie. Seconde édition révisée. 413 p.
- Wojda, P., Dachy, M., Popescu, C., Ruthy, I., Gardin, N.** (2006) : Manuel d'utilisation de la banque de données hydrogéologiques de la Région Wallonne 44 p.
- Wojda, P., Dachy, M., Popescu, C., Ruthy, I., Gardin, N., Brouyère, S., Dassargues, A.** (2005) : Appui à la conception de la structure, à l'interfaçage et à l'enrichissement de la base de données hydrogéologiques de la Région wallonne. Convention subsidiée par le Service Public de Wallonie, DGARNE - Université de Liège.

## **ANNEXE 1. GLOSSAIRE DES ABRÉVIATIONS**

- AGW : Arrêté du Gouvernement Wallon
- CWEPS : Commission Wallonne d'Etudes et de Protection des Sites Souterrains
- DCENN : Direction des Cours d'Eau Non Navigables
- DGO3 ou DGARNE : Direction Générale Opérationnelle de l'Agriculture, des Ressources Naturelles et de l'Environnement, Avenue Prince de Liège, 15. B-5100 Jambes (Namur). Belgique
- DGRNE : ancien nom de la Direction Générale des Ressources Naturelles et de l'Environnement
- FPMs : Faculté Polytechnique de Mons
- IGN : Institut Géographique National
- IRM : Institut Royal Météorologique
- Ma : Millions d'années
- SETHY : Service d'Etudes Hydrologiques du Service Public de Wallonie
- SPGE : Société Publique de la Gestion de l'Eau, Avenue Stassart 14-16. B-500 Namur
- SPW : Service publique Wallonie
- SWDE : Société Wallonne des Eaux
- ULg : Université de Liège
- UMons : Université de Mons
- UNamur : Université de Namur

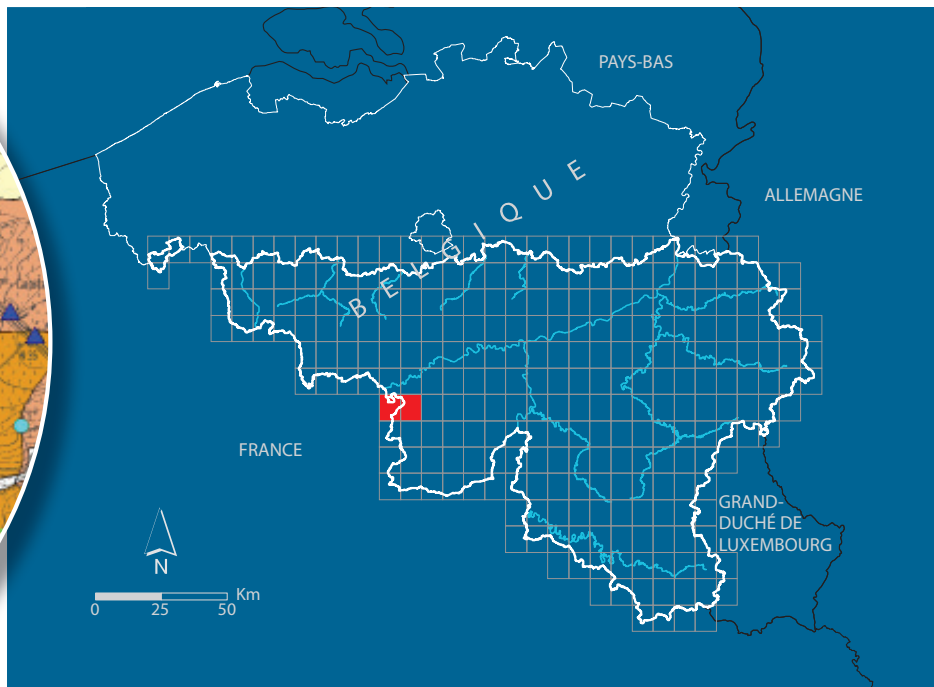
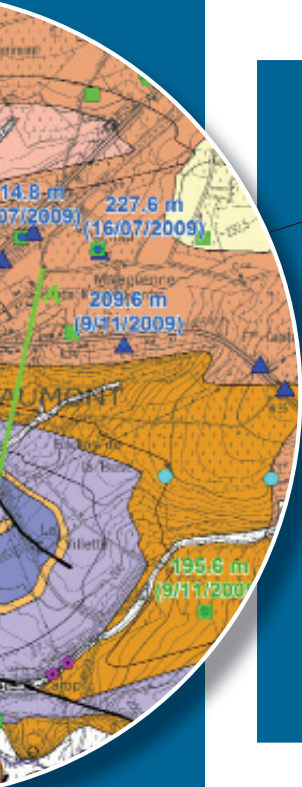
## ANNEXE 2. CARTE DE LOCALISATION



## ANNEXE 3. COORDONNÉES GÉOGRAPHIQUES DES OUVRAGES CITÉS DANS LA NOTICE

Nom de l'ouvrage	X (m)	Y (m)	Zsol (m)	Type d'ouvrage	Profondeur (m)
ABATTOIR	140 420	130 340	212,5	Puits foré	-
DIXSOU00_26734	145 650	106 520	170	Puits traditionnel	8,3
TRI DU CHENE	143 988	107 074	182	Puits traditionnel	5,25
FERME DE COVIE	140 965	106 239	202,25	Puits Foré	36
FERME DE GRAND PEINE	145 560	107 897	162	Puits foré	20
THIRIMONT	140 995	106 700	182	Puits traditionnel	2,3
LES COUTURES	140 995	106 500	183	Puits foré	55
LES MENUS	140 442	107 286	212	Puits foré	24
RUE DES WATTINES, 17	134 645	106 130	166	Puits traditionnel	8,8
P1 BERSILLIES	134 460	105 696	132	Puits foré	15,84
PONT DU PRINCE	140 225	101950	192	Puits traditionnel	13,1
FPMS13533	136757	107 776	143	Puits foré	37,2
FERME DE MARTINPRE	142 107	105 962	203	Puits foré	30
FERME DE POTER	140 329	103 615	223	Puits foré	34
LES GOUTTES	145 960	99 120	255,5	Source	-
LEUGNIES	137 222	101 672	213	Puits traditionnel	10
GRAND PRE	137 799	101 568	192	Puits traditionnel	6,22
LEVAL-CHAUDEVILLE	139 943	101 427	194	Puits traditionnel	10
FERME DES 4 VENTS	138 008	100 009	227	Puits foré	32
LA MARMITTE	139 737	99 441	225	Puits traditionnel	5,92
JONQUIERE	139 038	99 082	240	Puits foré	60
PONT ROMAIN P1	136 899	107 840	145	Puits foré	-
PONT ROMAIN P3	137 094	107 724	147	Puits foré	20
PONT ROMAIN PR1	136 725	107 934	140	Puits de reconnaissance	40
PONT ROMAIN PR2	137 687	107 744	145,82	Puits de reconnaissance	48,47
PONT ROMAIN PR3	137 324	107 766	156,43	Puits de reconnaissance	64,75
PONT ROMAIN PZ1	137 302	108 066	159,6	Piézomètre	60,46
PONT ROMAIN PZ2	136 748	107 814	140,5	Piézomètre	40
PONT ROMAIN PZ3	136 993	107 758	137,18	Piézomètre	36,70
PONT ROMAIN PZ4	137 037	107 425	143,41	Piézomètre	96,22
FAUVAUX	136 340	98 462	202,5	Puits foré	-
MARBRIERS	143 714	100 926	190	Ouvrage sur galerie	-
SOURCE HOUBAIS	140 390	99 449	207,5	Source	-
SOURCE PIERRA	141 034	100704	175,5	Ouvrage sur galerie	-
PONT CASTELLAIN	140 827	101 937	187,5	Puits foré	-
LONG MARCHE	141 719	104 332	227	Puits foré	21





SPW | Éditions, CARTES

Dépôt légal : D/2014/12.796/11 – ISBN : 978-2-8056-0164-4

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

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