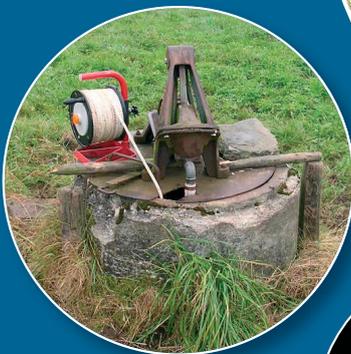
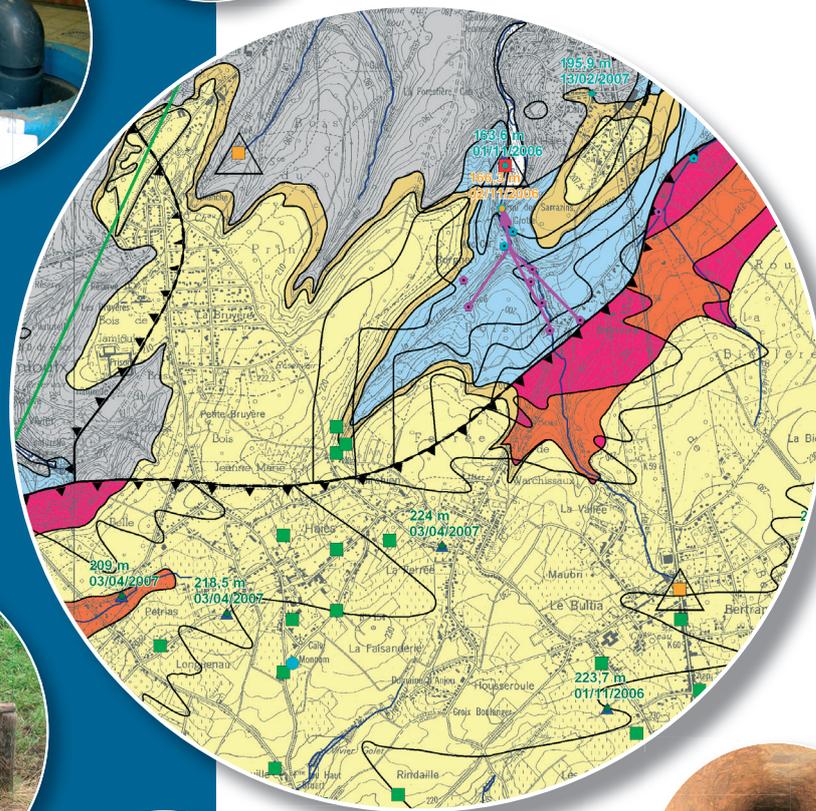


Notice explicative

CARTE HYDROGÉOLOGIQUE DE WALLONIE

Echelle : 1/25 000



Photos couverture © SPW-DGARNE(DGO3)

Fontaine de l'ours à Andenne

Forage exploité

Argillère de Celles à Houyet

Puits et sonde de mesure de niveau piézométrique

Emergence (source)

Essai de traçage au Chantoir de Rostenne à Dinant

Galerie de Hesbaye

Extrait de la carte hydrogéologique de Gozée - Nalines



GOZEE - NALINNES

52/3-4

Frédéric **HABILS**, Sylvie **ROLAND**, Alain **RORIVE**

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



NOTICE EXPLICATIVE

2011

Première édition : Juin 2007
Actualisation partielle : Novembre 2011

Dépôt légal – D/2011/12.796/5 - ISBN : 978-2-8056-0096-8

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. Cadre géographique, géomorphologique et hydrographique.....	6
III. Cadre géologique.....	8
III.1. Cadre géologique régional.....	8
III.2. Cadre géologique de la carte.....	11
III.2.1. Cadre litho-stratigraphique.....	11
III.2.2. Cadre structural.....	19
IV. Cadre hydrogéologique.....	21
IV.1. Description des unités hydrogéologiques.....	21
IV.1.1. L'aquiclude du socle cambro-silurien.....	21
IV.1.2. L'aquitard à niveau aquifères du Dévonien inférieur.....	21
IV.1.3. L'aquifère à niveaux aquicludes du Dévonien inférieur.....	23
IV.1.4. L'aquitard de l'Eifelien.....	23
IV.1.5. L'aquifère des calcaires du Givetien.....	23
IV.1.6. L'aquiclude du Frasnien.....	24
IV.1.7. L'aquifère des calcaires du Frasnien.....	24
IV.1.8. L'aquiclude du Famennien – Frasnien.....	24
IV.1.9. L'aquitard du Famennien.....	25
IV.1.10. L'aquifère des grès du Famennien.....	25
IV.1.11. L'aquifère – aquitard – aquiclude de l'Hastarien.....	25
IV.1.12. L'aquifère des calcaires du Carbonifère.....	26
IV.1.13. L'aquiclude à niveaux aquifères des schistes du Houiller.....	26
IV.1.14. L'aquifère des craies du Crétacé.....	26
IV.1.15. L'aquifère des sables du Paléocène et l'aquifère des sables de l'Eocène.....	26
IV.1.16. L'aquifère des sables de remplissage.....	27
IV.1.17. L'aquifère alluvial.....	27
IV.2. Description de l'hydrogéologie régionale.....	28
IV.2.1. Généralités.....	28
IV.2.2. Piézométrie de la carte 52/3-4 Gozée – Nalines.....	32
IV.2.3. Evolutions piézométriques.....	33
IV.3. phénomènes karstiques.....	38

IV.4.	Coupe géologique	38
IV.5.	Caractère de la couverture des nappes.....	39
IV.6.	Les carrières	39
V.	Cadre hydrochimique.....	40
V.1.	Caractéristiques hydrochimiques des eaux.....	40
V.1.1.	L'aquitard de l'Eifelien et l'aquitard à niveaux aquifères du Dévonien inférieur	40
V.1.2.	L'aquifère des calcaires du Givetien	42
V.1.3.	L'aquifère des calcaires du Frasnien.....	43
V.1.4.	L'aquiclude à niveaux aquifères du Houiller	45
V.1.5.	L'aquifère des sables de l'Eocène	46
V.2.	Problématique des nitrates	47
V.3.	Qualité bactériologique	51
V.4.	Autres paramètres	51
VI.	Exploitation des aquifères	53
VII.	Prospection géophysique	56
VIII.	Paramètres d'écoulement et de transport.....	57
IX.	Zones de protection.....	61
IX.1.	Cadre légal.....	61
IX.2.	Zones de prévention proposées, arrêtées ou à Définir autour des captages	63
IX.2.1.	Zones de prévention arrêtées de « Evrard P1, P3, Carrière Evrard (exhaure) et Hymiée P1 »	63
IX.2.2.	Zone de prévention en attente de définition	64
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	66
X.1.3.	Données hydrogéologiques	66
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	70

X.3.2.	Carte des informations complémentaires et du caractère de couverture des nappes...	71
X.3.3.	Cartes des volumes d'eau 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 Gozée – Nalinnes s'inscrit dans le cadre du programme de cartographie des ressources en eau souterraine wallonnes commandé et financé par le Service Public de Wallonie (SPW), Direction générale opérationnelle de l'Agriculture, des Ressources naturelles et de l'Environnement (DGARNE – DGO3). Quatre équipes universitaires collaborent à ce projet : les Facultés Universitaires de Namur (FUNDP), la Faculté Polytechnique de l'Université de Mons (UMons) et deux départements de l'Université de Liège (ArGEnCO-GEO³-Hydrogéologie & Géologie de l'Environnement, et ULg-Campus d'Arlon, ULg).

La carte a été réalisée en 2007 par Ir. Frédéric Habils et révisée en 2011 par Ir. Sylvie Roland. Le projet a été supervisé à la Faculté polytechnique de l'Université de Mons par le Professeur Ir. Alain Rorive (Professeur chargé du cours d'hydrogéologie). L'actualisation 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.

Les cartes hydrogéologiques sont basées de nombreuses données, géologiques, hydrogéologiques et hydrochimiques, recueillies dans la littérature et auprès de divers organismes. Elles ont pour objectif d'informer sur l'extension, la géométrie et les caractéristiques hydrogéologiques, hydrodynamiques et hydrochimiques des 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.

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, deux coupes hydrogéologiques, ainsi qu'un tableau lithostratigraphique 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., inédit).

La carte hydrogéologique Gozée – Nalinnes est destinée à être téléchargée gratuitement sur Internet (notice explicative et poster au format PDF) et consultable dynamiquement via une application WebGIS (<http://environnement.wallonie.be/cartosig/cartehydrogeo>).

I. INTRODUCTION

La région couverte par la carte 52/3-4 Gozée – Nalinnes est située, pour l'essentiel de son territoire, dans la province de Hainaut, avec la partie nord-est de la carte appartenant à la province de Namur. Elle se trouve à quelques kilomètres au sud de Charleroi (voir Figure I.1). L'eau exploitée par les sociétés de distribution, mais aussi par les particuliers et les industriels, vient principalement des calcaires du Givetien et du Frasnien. Ceux-ci se situent au sud et à l'est de la planche. Dans une moindre mesure, l'eau provient aussi des terrains méso-cénozoïques ou de la partie supérieure des terrains altérés du Dévonien inférieur.

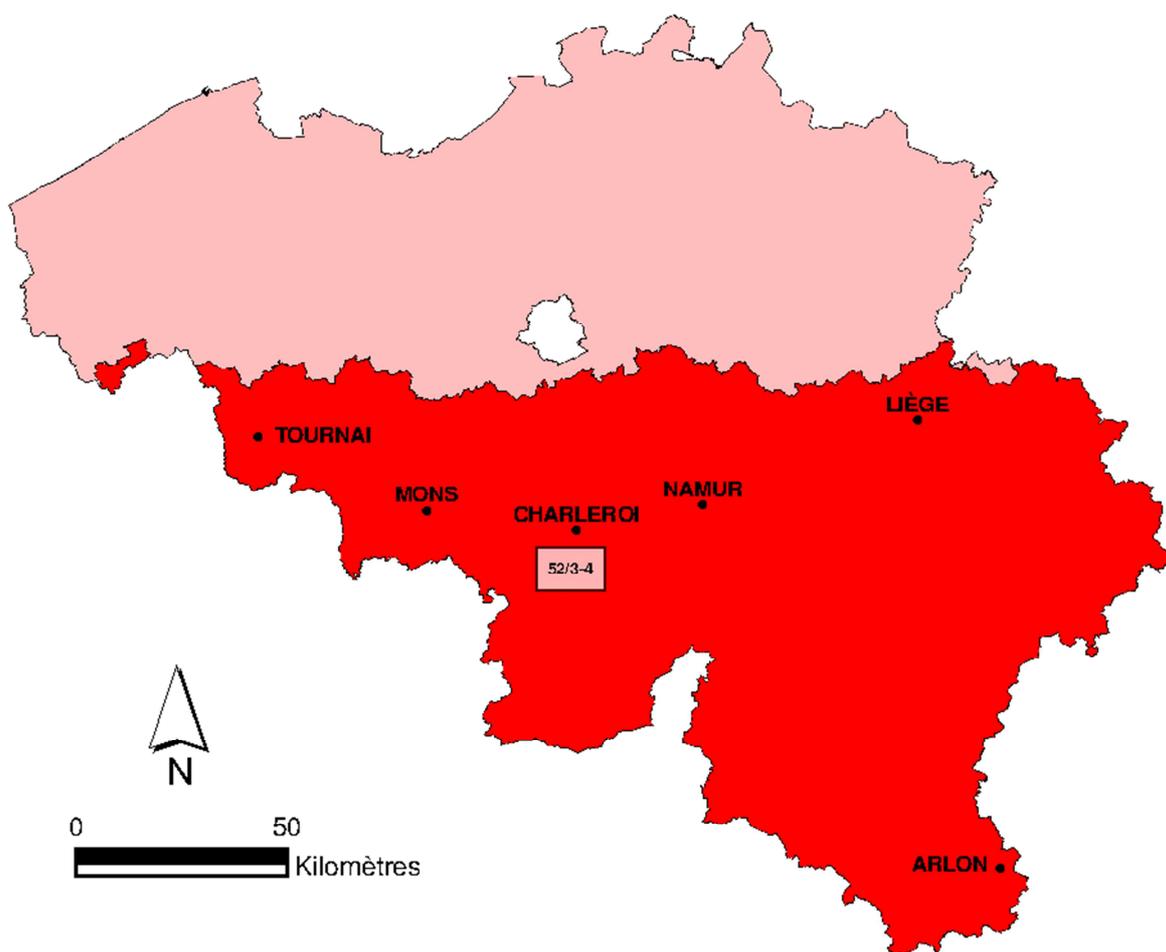


Figure I.1. Localisation de la carte 52/3-4 Gozée – Nalinnes

II. CADRE GÉOGRAPHIQUE, GÉOMORPHOLOGIQUE ET HYDROGRAPHIQUE

La région couverte par la planche Gozée – Nalinnes est située en partie dans la province de Hainaut et en partie dans la province de Namur. Les communes principales concernées sont celles de Ham-sur-Heure, Nalinnes, Gerpinnes, Thuin, Fontaine-l'Évêque, Montigny-le-Tilleul, Charleroi et Châtelet pour le Hainaut ; Walcourt et Florennes pour le Namurois (voir Figure II.1).

Aux niveaux géographique et géomorphologique, la carte couvre à la fois le bord sud du bassin houiller de Charleroi, en dépression et parcouru par la Sambre, et le plateau de l'Entre-Sambre-et-Meuse. Ce plateau, qui occupe la bordure orientale de la Thudinie, culmine jusqu'à plus de 270 mètres dans le coin sud-est de la planche. Il est toutefois fortement incisé par les vallées de l'Eau d'Heure et de la Biesme. Tous les terrains formant ce plateau sont recouverts d'un épais manteau limoneux qui fait de la Thudinie l'une des régions agricoles les plus fertiles de Belgique.

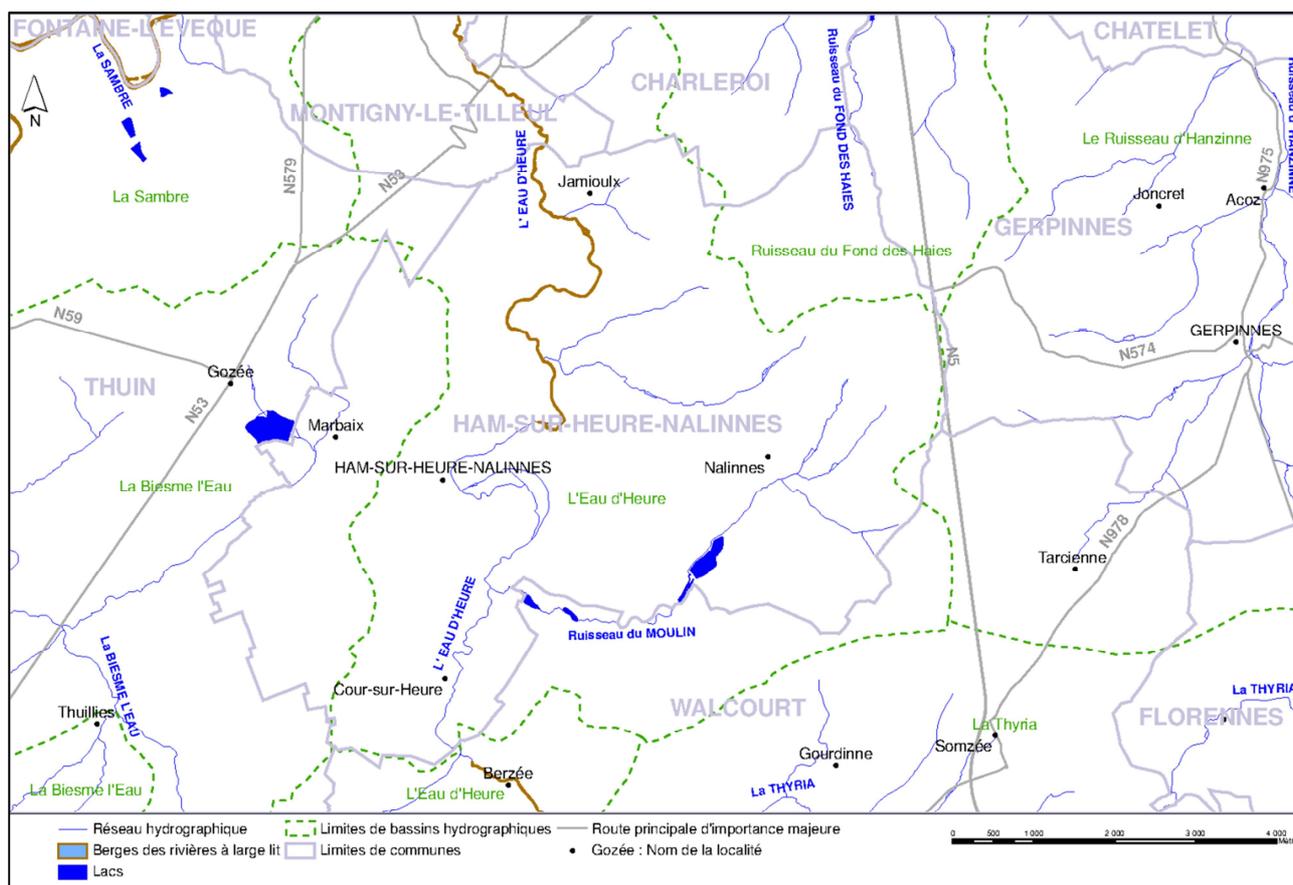


Figure II.1. Localisation des cours d'eau, lacs, limites des bassins hydrographiques, routes et limites des communes

La carte de Gozée – Nalinnes appartient au bassin hydrographique de la Sambre. Ses principaux affluents sont la Biesmelle, l'Eau d'Heure (grossie par le Thyria), le Ruisseau du Fond des Haies et le ruisseau d'Hanzinnes.

Les voies de communication principales sont les nationales N5 (Charleroi – Couvin), la N53 (Charleroi – Chimay) et la N59 (Fontaine l'Evêque – Gozée). Les voies ferrées Charleroi – Couvin et Thuin – Couvin traversent également la planche.

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 52/3-4 Gozée – Nalines.

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 : plissements calédoniens en plusieurs phases, érosion et pénéplanation ;
- de 400 à 290 Ma : dépôt sédimentaire d'âge dévonien à carbonifère sur le socle calédonien ;
- de 360 à 290 Ma : plissements varisques (ou hercyniens) en plusieurs phases, érosion et pénéplanation ;
- de 250 Ma à actuel : dépôt de sédiments meubles mésozoïques puis cénozoïques, en discordance sur la pénéplaine.

L'essentiel des dépôts paléozoïques visibles sur la carte de Gozée – Nalines fait partie de la grande transgression dévono-carbonifère (voir Figure III.1), dont la base se marque en Ardenne par la discordance majeure de ces terrains sur le socle calédonien. Cette grande transgression est en réalité une succession de phases transgressives (essentiellement carbonatées, ayant eu lieu au Dévonien et au Viséen – Tournaisien) et de phases régressives (au Famennien).

Disposés en une bande régulière à l'est d'Acoz (voir la carte 53/1-2 Biesme – Mettet, située à l'Est), les terrains du Dévonien inférieur et moyen s'élargissent en raison de leur répétition par un ensemble de plis. L'engorgement de ces couches est d'orientation sud-est à est.

Ces déformations sont dues à l'orogénèse varisque qui a entraîné également le charriage du bord nord du Synclinorium de Dinant (appartenant à l'allochtone ardennais) sur le flanc sud du « Synclinorium de Namur », récemment renommé « Unité parautochtone de Namur » ou encore « Parautochtone brabançon ». Ce charriage s'est fait par l'intermédiaire de la Faille du Midi, importante faille de chevauchement mettant le Dévonien inférieur en contact avec le Houiller, au centre de la bordure nord de la carte (voir Figure III.2).

Au nord de cette faille, se trouve le bassin houiller de Charleroi, dépression essentiellement comblée par des schistes. Entre ce bassin et la lèvre supérieure de la Faille du Midi s'intercalent des écaillés tectoniques, constituées des schistes houillers et de formations dévono-carbonifères.

Le socle paléozoïque est recouvert par une sédimentation discordante d'âge méso-cénozoïque, sous forme de lambeaux ou en plateau plus étendu, et d'un recouvrement par des lœss, produits de dépôts quaternaires éoliens.

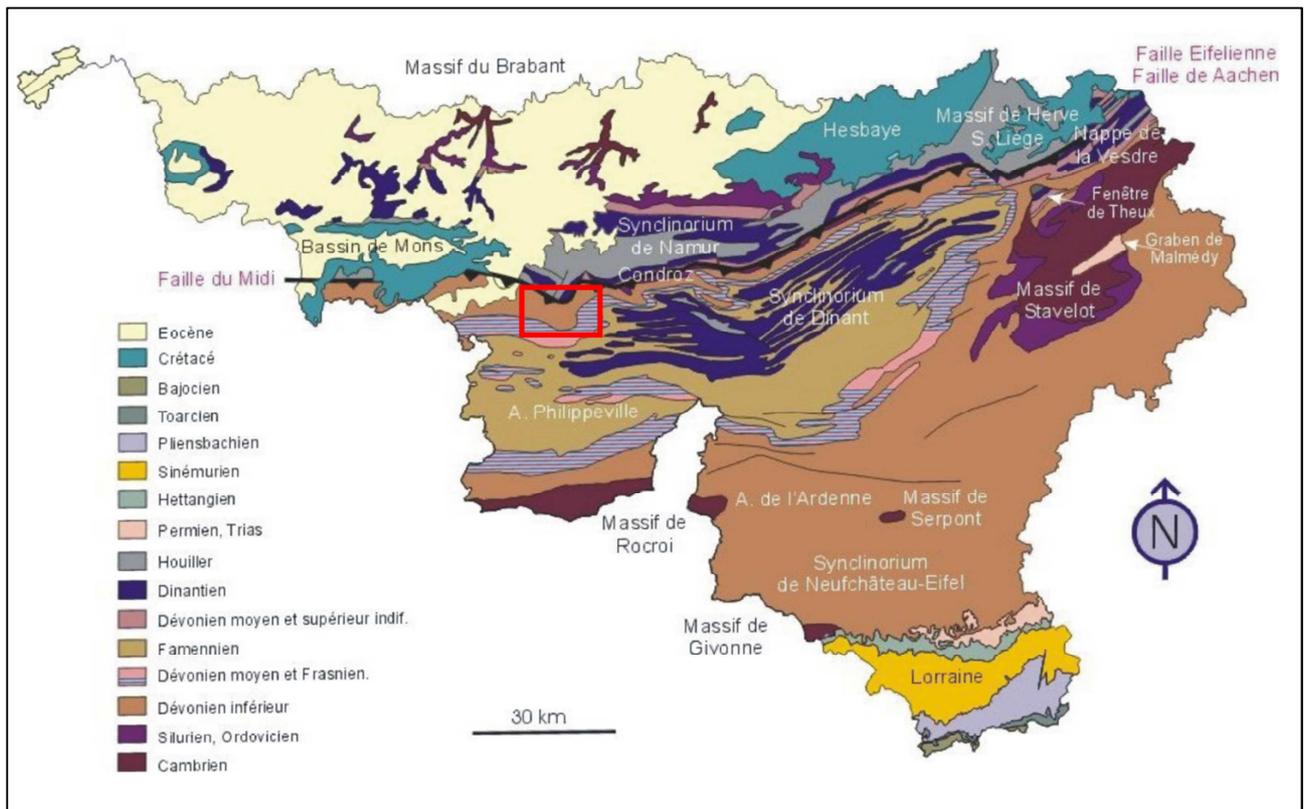


Figure III.1. Localisation de la planche 52/3-4 Gozée – Nalinnes sur la carte géologique de Wallonie (d'après F. Boulvain, 2008, modifié)

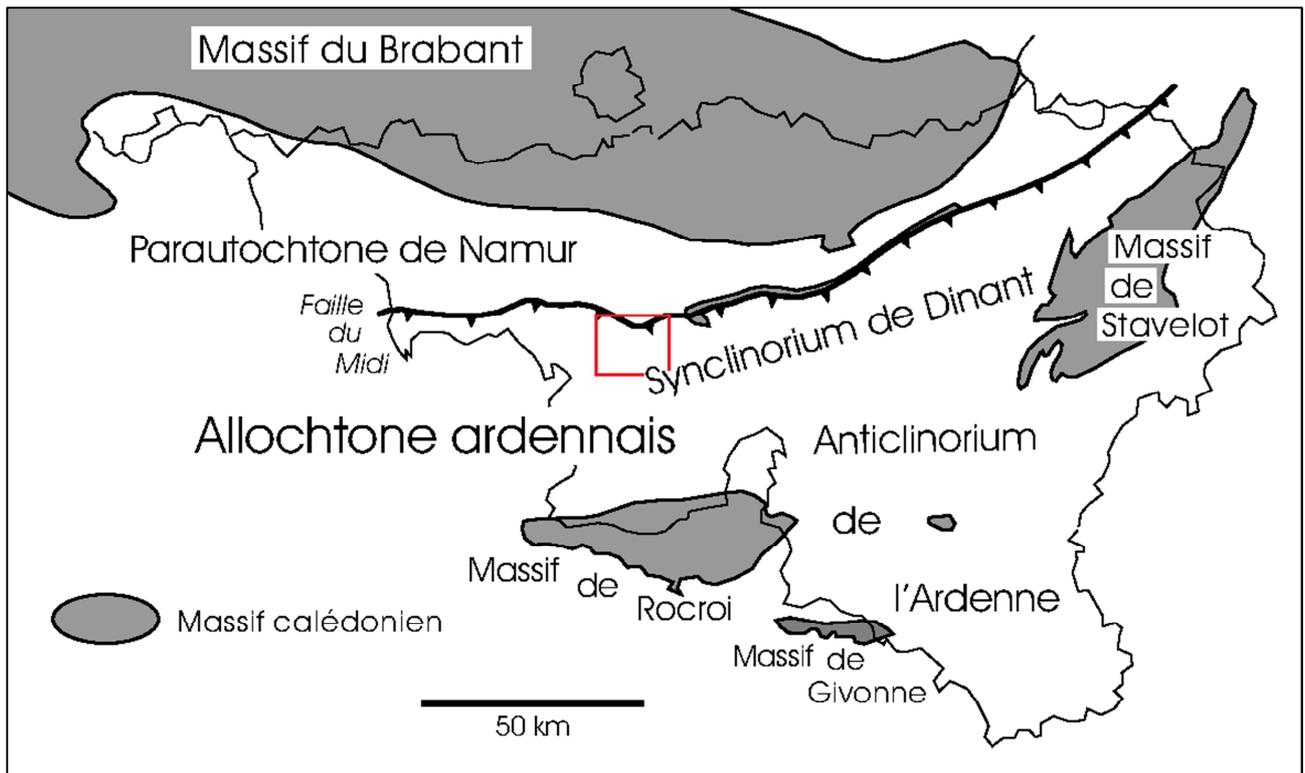


Figure III.2. Localisation de la planche 52/3-4 Gozée – Nalinnes sur carte géologique schématisée (M. Hennebert, 2008, modifiée)

Dans la région, trois grands ensembles lithostratigraphiques sont représentés (voir Tableau III.1). On retrouve du plus ancien au plus récent :

- le socle paléozoïque, constitué :
 - de siltites et de grès du Dévonien inférieur, de calcaires et de shales du Dévonien moyen et supérieur (Givetien – Frasnien), de shales et de grès du Dévonien supérieur (Famennien) appartenant au Synclinorium de Dinant ;
 - de calcaires et de schistes du Carbonifère appartenant au Parautochtone de Namur.
- la couverture mésozoïque composée de sables, de marnes et de craies du Crétacé
- les dépôts cénozoïques paléocènes et éocènes de sables et de grès ;
- les dépôts pléistocènes et holocènes : lœss, colluvions et alluvions.

III.2. CADRE GÉOLOGIQUE DE LA CARTE

Cette partie décrit sommairement la lithologie et la stratigraphie des différentes formations rencontrées sur cette carte. Cette description est issue du texte explicatif de la nouvelle carte géologique 52/3-4 Gozée – Nalines au 1/25 000, éditée en 2000 et dressée par B. Delcambre et J.-L. Pingot, auquel est renvoyé le lecteur pour une description plus précise. Cette carte géologique sert de fond à la carte hydrogéologique.

III.2.1. Cadre litho-stratigraphique

Le Tableau III.1 reprend toutes les subdivisions géologiques utilisées dans la région de Gozée – Nalines. Les différentes formations sont ensuite décrites de la plus ancienne à la plus jeune.

III.2.1.1. Les formations du Paléozoïque

Sur la planche de Gozée – Nalines, le Paléozoïque est constitué :

- de terrains calédoniens (Ordovicien, Silurien) appartenant à la terminaison occidentale de la bande de Sambre-et-Meuse ;
- du Dévonien (inférieur, moyen et supérieur) du bord nord du Synclinorium de Dinant ;
- du Dévonien supérieur des massifs charriés sous la Faille du Midi ;
- du Carbonifère de la partie méridionale du bassin houiller.

III.2.1.1.1. Le socle Ordovicien – Silurien

Ces terrains, appartenant à la terminaison occidentale de la bande de Sambre-et-Meuse, affleurent à peine à l'extrême nord-est de la planche.

La Formation de Sart-Bernard (SBN – Ordovicien) renferme des schistes noirs, lustrés, surmontés en discordance par les terrains dévoniens. Ces schistes forment la lèvre supérieure de la Faille du Midi, au nord d'Acoz. L'épaisseur n'est pas connue.

La Formation de Moncheret (MCH – Silurien) expose des schistes silteux verdâtres, contenant des grès sous forme de lentilles ou de barres plus épaisses. Ils sont séparés de la Formation de Sart-Bernard par la Faille du Midi. De nouveau, l'épaisseur n'est pas connue.

Ere	Système	Série	Etage	Groupe	Formation	Membre	Abréviation	Lithologie						
CENOZOÏQUE	Quaternaire	Holocène					AMO	Alluvions modernes						
		Pléistocène					ALA	Alluvions anciennes						
	Paléogène		Eocène	Lutétien		Bruxelles		BXL	Sables, grès					
		Paléocène	Thanétien		Erquelines		ERQ	Sables						
MESO.	Crétacé			Marbaix			MBX	Craie, marnes, sables						
PALEOZOÏQUE	Carbonifère	Westphalien		Houiller			HOU	Schistes, grès, veines de charbon						
		Namurien												
		Viséen	Warnantien	Hoyoux	Anhée		HOY		Calcaires					
					Poilvache									
					Thon-Samson									
			Livien		Lives		LIV	Calcaires, brèches calcaires						
		Molinacien			Neffe		NEF	Gros bancs calcaires fortement diaclasés						
					Terwagne		TER	Calcaires stratifiés						
		Tournaisien	Ivorien			Namur		NMR	Calcaires, dolomies crinoïdiques stratifiées					
						Station de Gendron	Maurenne		SGD	MAU	Calcschistes			
			Landelies				LAN	Calcaires stratifiés grossiers bioclastiques						
			Hastarien	Anseremme		Pont d'Arcole		ANS	PDA	Schistes				
	Hastière							HAS	Calcaires bioclastiques crinoïdiques					
	Dévonien		Supérieur	Famennien		Ciney	Bois des Mouches *		CIN	BDM	Alternance de grès micacés et grès grossiers, avec intercalations de siltites	Grès micacés profondément altérés		
		Esneux							ESN				Alternances de siltites micacées et de grès	
		Frasnien		Famenne		Falisolle *		NEFA		FLS	Schistes, schistes calcaireux, nodules calcaires et intercalations de grès fins	Schistes		
						Aisemont *				AIS	Bancs de calcaires avec intermédiaires schisteux à la base			
				Philippeville		Lustin * **		PHV		LUS	Calcaires fins et calcaires construits, parfois dolomitiques	Calcaires construits dolomités, calcaires stratifiés, bancs de calcaires au sommet		
										Pont de la Folle	Hymiée	FOL	HYM	Calcaires massifs et calcaires stratifiés, shales et calcaires argileux
						Nismes		NIS	Schistes					
		Moyen		Givetien			Fromelennes	Roux **		FRO	ROU	Calcaires stratifiés et dolomies, avec schistes et calcschistes à la base		
							Mont d'Hairs	Névreumont **		MHR	NEV	Calcaires en bancs épais	Calcaires stratifiés argileux	
							Terre d'Hairs					THR		Calcaires argileux
							Trois-Fontaines					TRF		Calcaires stratifiés et fins
				Eifelien		Rivière		RIV	Siltites et schistes à la base, calcaires gréseux, grès et calcaires bioclastiques au sommet					
			Inférieur	Emsien			Burnot		BUR	Alternances de grès, siltites et poudingues				
		Wépion						WEP	Grès quartzitiques avec intercalations de siltites et de shales					
		Praguien				Acoz		ACO	Siltite à la base, grès quartzitiques au sommet					
						Bois d'Ausse		BAU	Grès avec intercalations silto-schisteuses					
		Lochkovien			Fooz		FOO	Alternances de siltites, de schistes et de grès						
		Silurien				Moncheret		MCH	Schistes, grès					
	Ordovicien				Sart-Bernard		SBN	Schistes						

* Massifs de la Tombe et de Chamborneau uniquement

** Faciès septentrionaux, au Nord de Gerpines

Tableau III.1. Tableau lithostratigraphique de la région de Gozée – Nalines

III.2.1.1.2. *Le Dévonien du bord nord du Synclinorium de Dinant*

La Formation de Fooz (FOO – Lochkovien) commence par un poudingue peu épais, surmonté de quelques mètres de grès arkosique. Ensuite, des siltites et des schistes forment l'essentiel de la formation. Des barres lenticulaires de grès et des schistes interrompent cette série. L'épaisseur est comprise entre 140 et 160 mètres.

La Formation du Bois d'Ausse (BAU – Lochkovien à Praguien) contient des grès, en bancs lenticulaires, avec quelques intercalations silto-schisteuses, surtout dans la partie inférieure de la formation. La formation a une puissance de 150 mètres.

La Formation d'Acoz (ACO – Praguien) se divise en deux parties distinctes : la partie inférieure est essentiellement schisteuse, avec de rares intercalations gréseuses en bancs lenticulaires. La partie supérieure s'enrichit fortement en barres gréseuses quartzitiques. L'épaisseur de la formation est de 300 mètres.

La Formation de Wépion (WEP – Emsien) est constituée de grès quartzitiques, en gros bancs, renfermant des intercalations de siltites. Vers le sommet, les grès prennent un caractère nettement graveleux. L'épaisseur fait environ 250 mètres ; elle diminue en allant vers l'ouest.

La Formation de Burnot (BUR – Emsien) débute par des grès conglomératiques et des poudingues, auxquels succèdent des siltites et des schistes contenant quelques intercalations de grès. La série se termine en reprenant un faciès de plus en plus arénacé, avec l'apparition de lentilles de grès graveleux et de poudingue. Cette formation est surmontée par une épaisse barre de poudingue à matrice argilo-silteuse. L'épaisseur de la formation ne dépasse pas les 200 à 250 mètres.

La Formation de Rivière (RIV – Eifelien) regroupe une série fort hétérogène de siltites et de schistes à la base, passant à des calcaires gréseux, des grès et des calcaires bioclastiques en remontant dans la formation. L'épaisseur de la formation n'excède pas 120 mètres.

La Formation de Trois-Fontaines (TRF – Givetien) montre, sur 75 mètres d'épaisseur, des calcaires foncés, bien stratifiés, légèrement argileux et souvent très fins.

La Formation de Terre d'Haus (THR – Givetien) se compose de calcaires argileux, parfois dolomitiques, avec affirmation du caractère argileux vers le sommet de la formation. Un niveau de schistes couronne cette formation. La puissance de la formation est de 33 mètres dans la vallée de l'Eau d'Heure.

La Formation de Mont d'Hours (MHR – Givetien) contient, à sa base, un horizon récifal lenticulaire qui passe à des calcaires en bancs épais pour terminer par une masse plus calcschisteuse au sommet. Son épaisseur est estimée à 140 mètres.

La Formation de Névremont (NEV – Givetien) regroupe, au nord-est de la planche, les différentes formations divisant les calcaires givetiens plus au sud. Il s'agit de calcaires foncés, stratifiés et souvent argileux. Vu l'absence d'affleurement significatif, la transition entre la Formation de Névremont et les trois Formations distinctes de Trois Fontaines, Terre d'Hours et Mont d'Hours est peu évidente. L'épaisseur de la formation est de 200 mètres.

Les Formations de Fromelennes et du Roux (FRO-ROU – Givetien) débutent par des schistes surmontés ensuite de calcschistes, de dolomies et enfin de calcaires stratifiés. Le passage d'une formation à l'autre est progressif : du sud (Fromelennes) au nord (Roux), la charge détritique s'accroît et l'importance des calcaires tend à diminuer. La Formation de Fromelennes – Roux est épaisse de 50 mètres.

La Formation de Nismes (NIS – Frasnien) s'observe sous la forme de schistes bruns légèrement carbonatés, devenant fortement calcaires dans la partie supérieure. L'épaisseur est d'une vingtaine de mètres.

La Formation de Pont de la Folle (FOL – Frasnien) présente deux membres distincts : le Membre de la Fontaine Samart, inférieure et le Membre des Machénées. Le Membre de la Fontaine Samart (FSA) est plus important en épaisseur, à dominance calcaire parmi laquelle il faut signaler la présence de bancs métriques de calcaires massifs gris à efflorescence calcitique blanche, connu sous le nom de « Marbre Ste-Anne ». Le Membre des Machénées (MAC) est plus argileux dont la puissance diminue de moitié entre la partie nord et sud de la carte. La Formation de Pont de la Folle cède alors sa place latéralement au Membre d'Hymiée de la Formation de Lustin. La Formation de Pont de la Folle a une épaisseur d'environ 80 mètres.

La Formation de Philippeville (PHV – Frasnien) montre sur 100 mètres d'épaisseur, de bas en haut, des calcaires construits gris, parfois dolomitiques, des calcaires assez fins et des calcaires gris à stromatopores. La Formation de Philippeville passe latéralement vers le nord à la partie supérieure de celle de Lustin.

La Formation de Lustin (LUS – Frasnien) se reconnaît, au sud de Gerpennes, par le Membre d'Hymiée (HYM) constitué par un ensemble de calcaires construits sur une centaine de mètres d'épaisseur. Au nord, c'est la Formation de Lustin proprement dite qui est observée. Elle regroupe l'ensemble des calcaires frasniens en une seule unité. Elle débute par une masse construite dolomitisée et une seconde masse plus calcaire. Au-dessus, la série se stratifie, les calcaires prennent un caractère plus argileux, avant de repasser à deux nouveaux biostromes calcaires. Le sommet comprend des gros bancs de calcaires. La Formation de Lustin a une épaisseur de 160 mètres.

La Formation de Neuville (NEU) et la Formation de la Famenne (FAM) ont été regroupées (NEFA – Frasnien à Famennien) pour des raisons de géométrie (faible épaisseur de la Formation de Neuville et continuité avec les planches voisines). Ces formations sont essentiellement schisteuses. Quelques niveaux plus carbonatés, sous forme de schistes calcaireux ou de nodules calcaires, sont également présents. L'épaisseur du regroupement des deux formations n'excède pas les 110 mètres.

La Formation d'Esneux (ESN – Famennien) est caractérisée par une alternance de siltites micacées et de nombreux bancs gréseux d'épaisseur pluricentimétrique. Localement, la granulométrie de cette formation augmente vers le sommet et l'apparition de gros bancs de grès peut s'observer. L'épaisseur de la Formation d'Esneux est estimée à une centaine de mètres au moins ; elle augmente considérablement vers le sud sur la planche 52/7-8 de Silenrieux –Walcourt.

La Formation de Ciney (CIN – Famennien) se compose de grès fort micacés divisés en bancs décimétriques en alternance avec des barres de grès plus grossiers, avec intercalations de siltites brunes. Le sommet n'étant pas atteint sur la carte, l'épaisseur de la formation reste indéterminée.

III.2.1.1.3. Le Dévonien supérieur de l'extension méridionale des massifs de la Tombe, de Masse-Jamioulx et de Chamborgneau

Les massifs de la Tombe, de Masse-Jamioulx et de Chamborgneau sont des lambeaux de charriage, intercalés entre l'Unité Parautochtone de Namur et le Synclinorium de Dinant. Ils sont bordés au sud par la Faille du Midi.

La Formation d'Aisemont (AIS – Frasnien) est formée de bancs de calcaires, avec un petit intermède schisteux à la base. La présence de la formation est suspectée dans la terminaison méridionale de la bande frasnienne du Massif de Chamborgneau mais n'y affleure pas. Elle est par contre reconnue dans le Massif de la Tombe à Landelies. Son épaisseur est de 10 à 15 mètres.

La Formation de Falisolle (FLS – Frasnien à Famennien) est constituée de schistes, renfermant dans le sommet de très fines intercalations de grès et de lumachelles. L'épaisseur de la formation est de 80 à 90 mètres dans le Massif de la Tombe.

La Formation du Bois des Mouches (BDM – Famennien) montre des grès micacés ocres profondément altérés. Ces grès jalonnent le contact de la Faille de Midi à l'est de Loverval dans le Massif de Chamborgneau. La formation est épaisse de 135 mètres le long de la Sambre.

III.2.1.1.4. Le Carbonifère de la partie méridionale du Massif de Chamborgneau

Le **Groupe d'Anseremme** (ANS – Tournaisien, Hastarien) rassemble la Formation d'Hastière et la Formation de Pont d'Arcole, dont les faibles épaisseurs rendent la séparation malaisée. La distinction entre ces deux formations n'est pas faite cartographiquement sur la carte géologique de référence (B. Delcambre et J.-L. Pingot, 2000). La Formation d'Hastière (HAS) montre, sur maximum 10 mètres d'épaisseur, des calcaires bioclastiques, crinoïdiques, alternant avec des schistes carbonatés vers le sommet. La Formation de Pont d'Arcole (PDA) est constituée de schistes fins bruns et verts, sur une dizaine de mètres au plus.

Le **Groupe de la Station de Gendron** (SGD – Tournaisien, Hastarien) associe la Formation de Landelies (d'une vingtaine de mètres d'épaisseur) et la Formation de Maurenne (quelques mètres d'épaisseur), en raison de leurs épaisseurs réduites. La Formation de Landelies (LAN) est composée d'un calcaire stratifié, grossier et bioclastique. La Formation de Maurenne (MAU) est formée de calcschistes gris à intercalation bioclastique, de quelques mètres d'épaisseur.

La Formation de Namur (NMR – Tournaisien - Viséen, Ivorien - Molinacien) commence par des calcaires suivis par des dolomies crinoïdiques et stratifiées. Ces dolomies sont souvent très pulvérulentes lorsqu'elles sont altérées. La puissance de la formation est difficile à établir, mais ne dépasse pas les 135 mètres.

La Formation de Terwagne (TER – Viséen, Molinacien) est caractérisée par un calcaire stratifié, en bancs pluridécimétriques. La puissance de la formation est de 90 mètres sur la Sambre.

La Formation de Neffe (NEF – Viséen, Molinacien) est composée de gros bancs calcaires de plusieurs mètres d'épaisseur, fortement diaclasés. Le sommet est marqué par un conglomérat à matrice argileuse. L'épaisseur de la formation serait de 70 mètres au maximum.

La Formation de Lives (LIV – Viséen, Livien) est formée de trois membres : le calcaire de Lives, le Membre de la Brèche et le Membre de Bouffioulx. Le premier et le troisième membres sont constitués de calcaires encadrant le deuxième membre qui est bréchique ; c'est la « grande brèche viséenne » dont les éléments proviennent des bancs sous-jacents désagrégés et dont le ciment est soit rouge, soit gris. L'épaisseur est difficile à établir.

Le **Groupe du Hoyoux** (HOY – Viséen, Warnatien) reprend toute une série de formations à caractère franchement calcaire : la Formation de Thon-Samson, la Formation de Poilvache et la Formation d'Anhée. L'épaisseur du groupe est de 100 mètres environ.

Le **Groupe Houiller** (HOU – Namurien à Westphalien) rassemble les schistes et les grès surmontant les terrains viséens, sans oublier les nombreuses couches de charbon intensément exploitées par le passé. Le sommet du Groupe Houiller n'est pas atteint. Le groupe a une épaisseur dépassant les 900 mètres.

III.2.1.2. Les formations du Mésozoïque

Il n'existe aucun affleurement franc de terrain d'âge mésozoïque. Seuls quelques sondages, au sud-ouest de la carte, ont permis de fournir des informations plus précises permettant de définir leur extension. Des craies et marnes blanches, des craies glauconifères, des sables glauconieux et des faciès d'altération se retrouvent. Toutes ces lithologies sont de faible épaisseur, et forment des placages résiduels étendus, probablement en remplissage de poches karstiques. Tous ces terrains ont été regroupés sous le terme de **Groupe de Marbaix** (MBX)

III.2.1.3. Les formations du Cénozoïque

Le Cénozoïque se scinde ici en deux systèmes : le Paléogène et le Quaternaire. Les étages concernés par le Paléogène sont le Thanétien (Paléocène) et l'Yprésien (Eocène). Le Quaternaire reprend l'ensemble des alluvions et des limons.

III.2.1.3.1. Le Paléogène

La Formation d'Erquelines (ERQ – Paléocène, Thanétien) est constituée de sables assez fins, glauconieux à la base. Ils renferment des lentilles argileuses, des bancs de grès siliceux et parfois des couches de lignite. Cette formation est présente sous forme de lambeaux couvrant en discordance le socle paléozoïque et comble les dépressions creusées dans les craies mésozoïques au sud-ouest de la planche. L'épaisseur est variable et ne dépasse par une dizaine de mètres.

La Formation de Bruxelles (BXL – Eocène, Lutétien) se caractérise par des sables clairs, graveleux à la base, avec des horizons de grès quartzeux. L'épaisseur est variable. Le sommet de

la formation n'est pas atteint. Dans la région de Marbaix-la-Tour, la formation a au moins une dizaine de mètres d'épaisseur.

III.2.1.3.2. Le Quaternaire

Les limons (LIM – Pléistocène), constitués de loess, montrent une épaisseur pouvant atteindre huit mètres et masquent la plupart des terrains sur cette carte. Pour cette raison, ils n'ont pas été cartographiés.

Les alluvions anciennes (ALA – Pléistocène) couvrent une vallée sèche, ancien méandre de la Sambre, dans le coin nord-ouest de la carte, près de l'abbaye d'Aulne. Le fond de la vallée contient des sédiments graveleux et sableux, tandis que la butte est couverte de dépôts de terrasse avec des fragments de silex provenant vraisemblablement des craies crétacées.

Les alluvions modernes (AMO – Holocène) sont composées d'argiles, de sables, de limons et de graviers, comblent le fond des vallées de la Sambre, de l'Eau d'Heure et de la Biesme.

III.2.2. Cadre structural

Le cadre structural régional est décrit plus précisément dans le livret explicatif de la nouvelle carte géologique (B. Delcambre et J.-L. Pingot, 2000). Les éléments principaux sont résumés ci-dessous.

Les terrains paléozoïques observés sur cette carte sont scindés en deux ensembles principaux séparés par la Faille du Midi qui a transporté les terrains allochtones du Synclinorium de Dinant sur l'Unité Parautochtone de Namur, lors de l'orogénèse hercynienne.

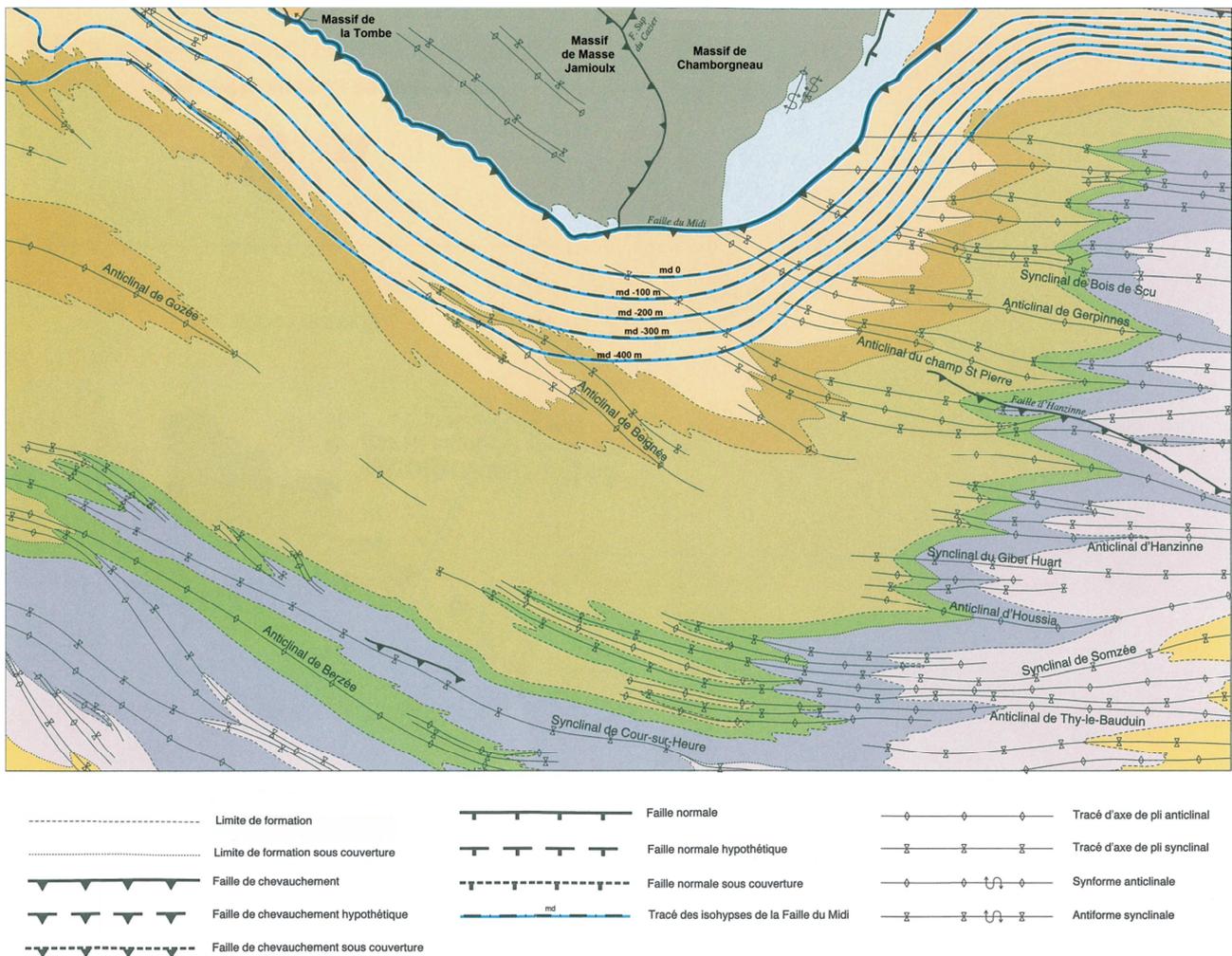


Figure III.3. Schéma structural de la carte de Gozée – Nalinnes

La Faille du Midi montre une inclinaison faible (de l'ordre de 15°) à l'ouest de la carte, mais cette valeur s'accroît jusque 40° à l'est. La tectonique des couches situées dans les environs de

cette faille est très complexe ; plusieurs unités tectoniques (appelées « Massif » par les mineurs) s'y rencontrent :

- Le Massif de la Tombe, dont on n'aperçoit que l'extrémité sud, place des terrains dévoniens sous le Faille du Midi ;
- Le Massif de Masse – Jamioulx, gisant sous le massif précédent, montre des terrains allant du Viséen au Houiller, disposés en dressant verticaux ou renversés. Ce renversement s'amenuise toutefois quand on s'éloigne des couches viséennes. L'ennoyage des plis est dirigé vers le nord-ouest. Ce massif est bien délimité par la Faille de Masse – Jamioulx ;
- Le Massif de Chamborgneau est composé de formations datant du Frasnien au Houiller, qui dessinent des dressants renversés et des plateures. L'ennoyage des plis y est dirigé vers la NNE, voire vers le nord.

La structure du Synclinorium de Dinant est moins complexe. Les couches forment des plis à plans axiaux verticaux ou légèrement déversés (généralement vers le nord). L'ennoyage des plis se modifie un peu en allant de l'ouest à l'est de la carte, passant d'une direction sud-est à est. L'élargissement de la bande éodévoniennne, visible dans la vallée de l'Eau d'Heure, est dû à la succession des nombreux plis d'amplitude pluridécamétrique reproduisant plusieurs fois la même séquence.

La structure des terrains houillers, fortement plissés et faillés, est très compliquée et n'est connue qu'aux alentours des anciennes exploitations de charbon. De ce fait, elle n'a pas été représentée de manière détaillée ni sur la carte, ni sur les coupes.

IV. CADRE HYDROGÉOLOGIQUE

IV.1. DESCRIPTION DES UNITÉS HYDROGÉOLOGIQUES

Les unités hydrogéologiques définies pour la carte 52/3-4 Gozée – Nalines sont décrites ci-dessous dans l'ordre stratigraphique, de la plus ancienne à la plus jeune. Elles sont synthétisées dans le Tableau IV.1 ainsi que dans le tableau de correspondance du poster A0 joint à la notice. Selon les caractéristiques hydrodynamiques, les unités hydrogéologiques sont définies en termes de :

- 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 productivité limitée ;
- Aquiclude : formation à caractère imperméable, très faiblement conducteur d'eau souterraine, dont il n'est pas possible d'extraire économiquement des quantités d'eau appréciables.

IV.1.1. L'aquiclude du socle cambro-silurien

L'aquiclude du socle cambro-silurien est constitué des formations peu perméables de Moncheret et de Sart-Bernard : ce sont des schistes, schistes silteux et quelques grès. Ces terrains, appartenant à la terminaison occidentale de la bande de Sambre-et-Meuse, sont peu présents dans la zone étudiée, coincés entre le bassin houiller et le Synclinorium de Dinant, par la Faille du Midi.

IV.1.2. L'aquitard à niveau aquifères du Dévonien inférieur

Les formations de Fooz, d'Acoz et de Burnot forment l'aquitard à niveaux aquifères du Dévonien inférieur. Les niveaux silteux expliquent la qualification d'aquitard, tandis que les horizons gréseux constituent les niveaux aquifères. Le niveau de fissuration et d'altération, pouvant varier localement, influence la qualité de cet aquitard.

Ere	Système	Série	Etage	Groupe	Formation	Membre	Abréviation	Lithologie	Hydrogéologie		
CENOZOÏQUE	Quaternaire	Holocène					AMO	Alluvions modernes	Aquifère alluvial		
		Pléistocène					ALA	Alluvions anciennes			
	Paléogène	Eocène	Lutétien		Bruxelles		BXL	Sables, grès	Aquifère des sables de l'Eocène		
		Paléocène	Thanétien		Erquelines		ERQ	Sables	Aquifère des sables du Paléocène		
									Aquifère des sables de remplissage		
MESO.	Crétacé			Marbaix			MBX	Craie, marnes, sables	Aquifère des craies du Crétacé		
PALEOZOÏQUE	Carbonifère	Westphalien			Houiller		HOU	Schistes, grès, veines de charbon	Aquiclude à niveaux aquifères du Houiller		
		Namurien									
		Viséen	Warnantien	Hoyoux		Anhé		HOY	Calcaires	Aquifère des calcaires du Carbonifère	
						Polvache					
						Thon-Samson					
			Livien			Lives		LIV	Calcaires, brèches calcaires		
			Molincien			Neffe		NEF	Gros bancs calcaires fortement diaclasés		
		Tournaisien				Terwagne		TER	Calcaires stratifiés	Aquifère - Aquitard - Aquiclude de l'Horstien	
						Namur		NMR	Calcaires, dolomies crinoïdiques stratifiées		
			Ivorien								
	Hastarien		Station de Gendron		Maurene		SGD	MAU	Calcschistes		
			Anseremme		Landelles			LAN	Calcaires stratifiés grossiers bioclastiques		
				Pont d'Arcole			PDA	Schistes			
				Hastière			HAS	Calcaires bioclastiques crinoïdiques			
	Dévonien	Supérieur	Famennien		Ciney	Bois des Mouches *		CIN	Alternance de grès micacés et grès grossiers, avec intercalations de siltites	Grès micacés profondément altérés	
					Esneux			ESN	Alternances de siltites micacées et de grès		
					Famenne	Falisolle *		FLS	Schistes, schistes calcaires, nodules calcaires et intercalations de grès fins		
			Frasnien		Neuville	Aisemont *		NEFA	AIS	Schistes	Bancs de calcaires avec intermèdes schisteux à la base
					Philippeville	Lustin **		PHV	LUS	Calcaires fins et calcaires construits, parfois dolomitiques	
					Pont de la Folle		Hymiée	FOL	HYM	Calcaires massifs et calcaires stratifiés, shales et calcaires argileux	
					Nismes			NIS	Schistes	Aquiclude du Frasnien	
		Moyen	Givetien		Fromelennes	Roux **		FRO	ROU	Calcaires stratifiés et dolomies, avec schistes et calcschistes à la base	Aquifère des calcaires du Givetien
					Mont d'Hairs	Nèvreumont **		MHR	NEV	Calcaires en bancs épais	
					Terre d'Hairs			THR		Calcaires argileux	
					Trois-Fontaines			TRF		Calcaires stratifiés et fins	
				Eifelien		Rivière			RIV	Siltites et schistes à la base, calcaires gréseux, grès et calcaires bioclastiques au sommet	
		Inférieur	Emsien		Burnot			BUR		Alternances de grès, siltites et poudingues	Aquifère à niveaux aquifères du Dévonien inférieur
					Wépion			WEP		Grès quartzitiques avec intercalations de siltites et de shales	
			Praguien		Acoz			ACO		Siltite à la base, grès quartzitiques au sommet	Aquifère à niveaux aquifères du Dévonien inférieur
					Bois d'Ausse			BAU		Grès avec intercalations silto-schisteuses	
			Lochkovien		Fooz			FOO	Alternances de siltites, de schistes et de grès	Aquifère à niveaux aquifères du Dévonien inférieur	
		Silurien			Moncheret			MCH	Schistes, grès	Aquiclude du socle cambro-silurien	
Ordovicien			Sart-Bernard			SBN	Schistes				

* Massifs de la Tombe et de Chamborneau uniquement
 ** Faciès septentrionaux, au Nord de Gerpinnes

Tableau IV.1. Tableau de correspondance 'Géologie – Hydrogéologie' de la région de la région de Gozée – Nalinnes

IV.1.3. L'aquifère à niveaux aquicludes du Dévonien inférieur

Les formations de Bois d'Ausse et de Wépion, qui se démarquent des formations qui les encadrent par la proportion de niveaux gréseux beaucoup plus importants que les schistes, forment l'aquifère à niveaux aquicludes du Dévonien inférieur. De plus, la fissuration importante de ces roches, suite au plissement varisque, a également contribué à en améliorer la capacité de stockage et d'écoulement. Elles ont donc été regroupées dans la même unité hydrogéologique. Les niveaux aquicludes correspondent aux niveaux schisteux intercalés entre les masses gréseuses.

Ces grès peuvent former des aquifères exploitables. Ces nappes sont localisées dans le manteau d'altération sableux, qui a une extension assez limitée, et dans les grès fissurés en profondeur.

Les sables d'altération procurent au réservoir une importante porosité de pores qui, couplée à une porosité de fissures due à la fracturation des grès sous-jacents, engendre une bonne perméabilité générale. La capacité de filtration de ces sables garantit également une qualité d'eau convenable.

IV.1.4. L'aquitard de l'Eifelien

L'aquitard de l'Eifelien correspond à la Formation de Rivière. La lithologie très variable (calcaires, calcshistes, shales carbonatés, poudingue, schistes, siltites et grès) permet de qualifier cette formation d'aquitard par rapport aux unités hydrogéologiques franchement calcaires et aquifères du Dévonien moyen. La composante argileuse peut colmater les pores et fissures de la roche réduisant les circulations d'eau souterraine dans cette unité. Cet aquitard isole relativement bien l'aquifère des calcaires du Givetien sus-jacent.

IV.1.5. L'aquifère des calcaires du Givetien

L'aquifère des calcaires du Givetien est composé des Formations de Trois-Fontaines, Terres d'Hairs, Mont d'Hairs et Fromelennes au sud de Gerpennes, et par les formations de Névremont et de Le Roux au nord de cette même ville. Ces formations sont constituées de calcaires massifs, construits ou stratifiés en bancs décimétriques à métriques, avec quelques passées plus argileuses pour certaines d'entre elles.

Les joints de toutes natures, fractures, diaclases, stratifications, failles confèrent aux calcaires givéto-frasnien une bonne perméabilité. Souvent, la circulation d'eau, associée aux processus chimiques, a élargi les fissures en véritables conduits (karstification), qui deviennent souvent des zones à circulation préférentielle.

Cette nappe est intensément exploitée dans cette région, notamment pour répondre aux besoins d'eau de plus en plus croissants de la ville de Charleroi.

IV.1.6. L'aquiclude du Frasnien

L'aquiclude du Frasnien est constitué ici uniquement de la Formation de Nismes. Cette formation est représentée par des shales et possède donc un caractère très peu perméable. L'aquiclude constitue une barrière hydrogéologique d'un peu moins de 20 mètres d'épaisseur qui sépare l'aquifère des calcaires du Givetien de l'aquifère des calcaires du Frasnien. Toutefois, les nombreuses fractures et failles peuvent parfois mettre les aquifères en communication directe.

IV.1.7. L'aquifère des calcaires du Frasnien

L'aquifère des calcaires du Frasnien comprend les Formations de Pont de la Folle et Philippeville qui se regroupent en une seule formation : la Formation de Lustin au nord de la carte. Ces deux formations ont une dominante calcaire importante. Ces calcaires se présentent en bancs massifs ou stratifiés. Ils peuvent ainsi, et grâce à des phénomènes de karstification plus ou moins importants, constituer d'importantes réserves exploitables en eau souterraine. Les deux formations présentent des phénomènes de dolomitisation poussées, ce qui favorise les caractéristiques aquifères. L'unité supérieure de la Formation du Pont de la Folle se caractérise par une composante argileuse un peu plus importante ce qui diminue la perméabilité globale des calcaires.

Cette unité hydrogéologique se retrouve principalement dans la série plissée bien visible à l'est. C'est dans cette région qu'elle est le plus intensément exploitée, notamment pour répondre aux besoins d'eau de plus en plus croissants de la ville de Charleroi et sa grande banlieue. Elle se trouve aussi à l'est dans le Massif de Chamborgneau, mais avec une moindre importance.

IV.1.8. L'aquiclude du Famennien – Frasnien

L'aquiclude du Famennien – Frasnien est constitué des formations de Neuville et de la Famenne dans le Synclinorium de Dinant et des formations d'Aisement et de Falisolle dans les massifs de la Tombe et de Chamborgneau dans la partie nord de la carte (au nord de la faille du Midi). Cette unité est située au toit de l'aquifère des calcaires du Frasnien. Les formations sont essentiellement composées de schistes et de siltites, avec de rares intercalations gréseuses. Cette unité est donc peu perméable, et les rares intercalations de grès sont insuffisantes pour conférer une tendance perméable à l'aquiclude.

IV.1.9. L'aquitard du Famennien

L'aquitard du Famennien est constituée de la Formation d'Esneux. Globalement, les roches qui constituent cette formation sont des siltites et des grès en alternance. Les niveaux aquifères, formés par les grès 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.

IV.1.10. L'aquifère des grès du Famennien

Les grès, fissurés et/ou altérés des formations de Ciney (au sud-est de la carte) et de Bois des Mouches (au nord) peuvent former des aquifères exploitables. Généralement libres, ces nappes sont localisées dans le manteau d'altération sableux qui surmonte des grès fortement fissurés en profondeur. La présence plus fréquente d'intercalations de siltites rend la Formation d'Esneux plutôt aquitarde.

Les sables d'altération procurent au réservoir une importante porosité de pores qui, couplée à une porosité de fissures due à la fracturation des grès sous-jacents, engendre une perméabilité générale moyenne. La capacité de filtration de ces sables garantit également une qualité d'eau convenable.

Ces nappes sont souvent perchées, car les grès constituent des crêtes topographiques dans le paysage. Les eaux qu'elles contiennent se déversent vers les dépressions calcaires ou sont drainées par les cours d'eau.

IV.1.11. L'aquifère – aquitard – aquiclude de l'Hastarien

Cette unité regroupe les formations du Tournaisien : Hastière et Pont d'Arcole (du Groupe d'Anseremme), Landelies et Maurenne (du Groupe de la Station de Gendron). Le Tournaisien présente des calcaires pouvant être plus dolomitiques ou plus argileux. A sa base, la formation de Pont d'Arcole est nettement plus schisteuse et imperméable.

Vu l'hétérogénéité des caractères hydrogéologiques de ces formations et compte tenu de leurs faibles épaisseurs, elles sont regroupée sous une même unité nommée « Aquifère – Aquitard – Aquiclude de l'Hastarien ». Pour les différentes formations qui constituent cette unité, son intérêt au niveau de la productivité est nettement moins important, comparativement à l'aquifère des calcaires du Carbonifère.

IV.1.12. L'aquifère des calcaires du Carbonifère

L'aquifère des calcaires carbonifères est constitué par les formations du Viséen : de la plus ancienne à la plus récente, celles de Namur, Terwagne, Neffe et Lives, ainsi que celle de Thon-Samson, Poilvache et Anhée (appartenant au Groupe du Hoyoux).

L'extension de cet aquifère est limitée sur cette carte aux différents massifs du bassin houiller de Charleroi. Les schistes du Houiller entourent la totalité de cette zone aquifère et en constituent donc une base imperméable. La Faille du Midi compartimente également fortement les couches calcaires. La réalimentation en eau se fait donc essentiellement au droit même de cette bande calcaire. Son exploitabilité est très limitée.

IV.1.13. L'aquiclude à niveaux aquifères des schistes du Houiller

L'aquiclude à niveaux aquifères du Houiller comprend des schistes, siltites et grès peu perméables. Localement, les terrains houillers peuvent renfermer une nappe de fissures localisée dans les horizons plus gréseux.

Cet aquiclude encadre la totalité de l'aquifère des calcaires du Carbonifère et constitue un encaissant imperméable.

IV.1.14. L'aquifère des craies du Crétacé

L'aquifère des craies du Crétacé est constitué par un ensemble hétérogène de terrains crayeux, argileux et sableux appartenant au groupe de Marbaix. Les caractéristiques hydrogéologiques sont alors très variables, pouvant être aquifères mais aussi aquitards. La capacité aquifère des terrains est très locale. L'extension des craies est relativement faible : ce sont des lambeaux perchés dont les limites sont mal connues. Entre Thuillies et Donstiennes, c'est un piégeage dans des cavités karstiques des calcaires dévoniens qui préserve ces terrains.

IV.1.15. L'aquifère des sables du Paléocène et l'aquifère des sables de l'Eocène

Ces aquifères sont constitués par les formations sableuses d'Erquelines et de Bruxelles et sont en continuité hydraulique. En discordance horizontale sur le socle paléozoïque, cette nappe occupe une superficie importante au centre de la carte avec une épaisseur d'une vingtaine de mètres tout au plus. Elle est exploitée par les sociétés de distribution d'eau, ainsi que par les particuliers.

Ces sables forment une nappe perchée qui, en raison du caractère moins perméable des terrains sous-jacents, se déverse vers les vallées par l'intermédiaire de nombreuses sources, temporaires ou pérennes.

IV.1.16. L'aquifère des sables de remplissage

Dans le coin sud-ouest de la carte, la Formation d'Erquelines passe progressivement à des dépôts argilo-sableux indifférenciés (SBL) en placage sur les cartes 52/5-6 Grandrieu – Beaumont et 52/7-8 Silenrieux – Walcourt situées au sud – sud-ouest. Pour cette raison et afin de garder la continuité entre les deux cartes, la Formation d'Erquelines est considérée comme un aquifère des sables de remplissage dans cette zone.

IV.1.17. L'aquifère alluvial

Les premières nappes rencontrées dans les vallées, toujours superficielles, sont celles des alluvions des cours d'eau. Ces nappes sont en général de qualité médiocre et polluées. Sur cette planche, ces alluvions, très hétérogènes, sont peu étendues et n'excèdent pas la dizaine de mètres d'épaisseur sauf pour l'Eau d'Heure et la Sambre. Les plaines alluviales de ces deux dernières rivières ont parfois une largeur de plusieurs centaines de mètres avec une épaisseur d'alluvions importante (10 à 20 mètres, voir plus).

IV.2. DESCRIPTION DE L'HYDROGÉOLOGIE RÉGIONALE

IV.2.1. Généralités

Au niveau de l'hydrogéologie régionale de la carte de Gozée – Nalinnes, trois ensembles intéressants peuvent être distingués :

- les terrains du Dévonien inférieur et du Carbonifère, appartenant à la masse d'eau RWM012 des calcaires du bassin de la Meuse bord sud, auxquels se rajoutent les sables de l'Eocène et du Paléocène ;
- les terrains du Dévonien moyen et supérieur appartenant à la masse d'eau RWM022 des calcaires et grès dévoniens du bassin de la Sambre ;
- les terrains du Dévonien moyen et supérieur appartenant à la masse d'eau RWM021 des calcaires et grès du Condroz.

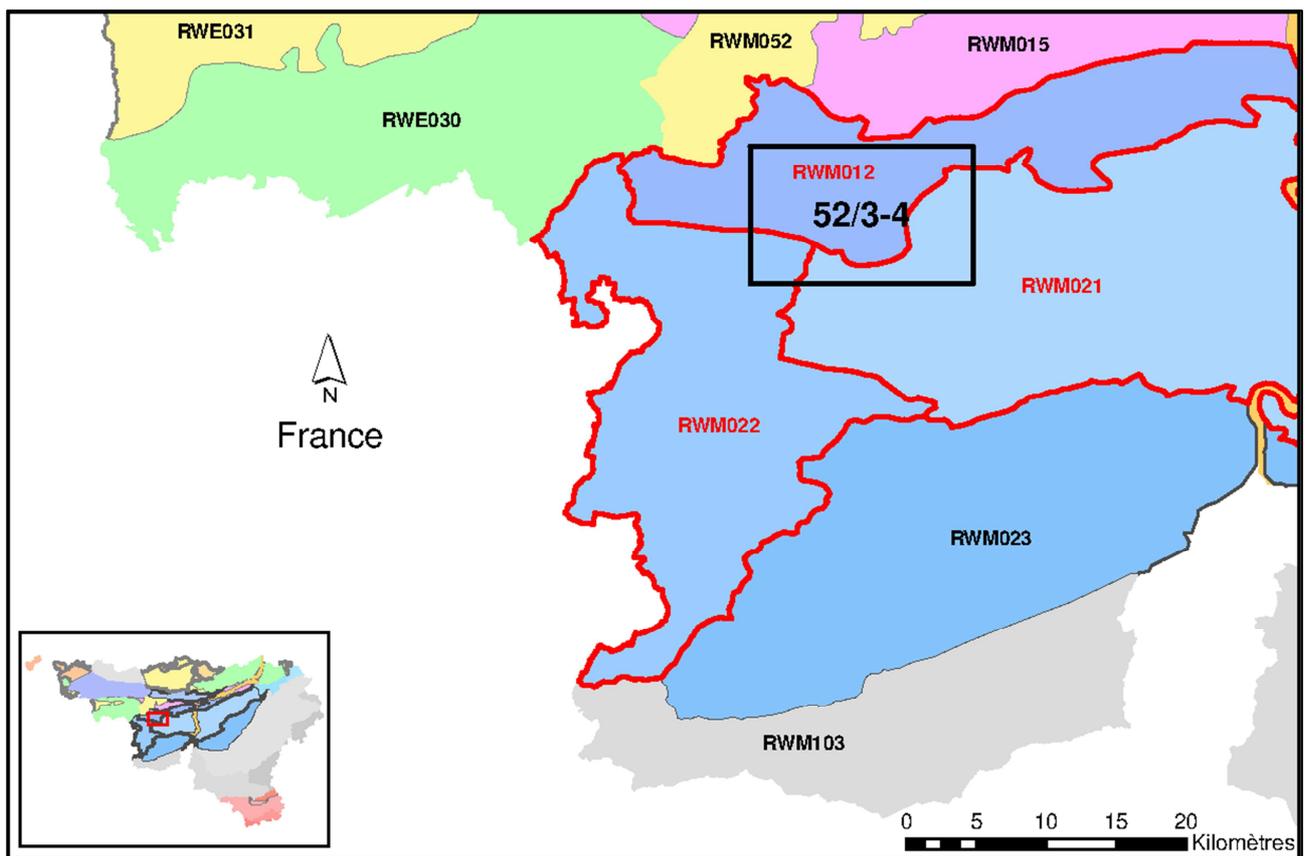


Figure IV.1. Localisation de la carte 52/3-4 Gozée – Nalinnes par rapport aux masses d'eau RWM012, RWM021 et RWM022

Les masses d'eau* sont décrites succinctement ci-dessous.

IV.2.1.1. La masse d'eau RWM012 des calcaires du bassin de la Meuse bord sud

La carte de Gozée – Nalines recoupe la partie sud-ouest de la masse d'eau RWM012, constituée en majorité par des terrains du Dévonien inférieur. Les formations sont globalement de nature silteuse et gréseuse et donc perméables. Ces formations silto-gréseuses peuvent cependant présenter des potentialités aquifères locales dans les niveaux gréseux. Ces potentialités servent généralement à usage local, pour des prélèvements de quantités réduites. Il faut relever la présence de calcaires carbonifères aquifères sur le bord intérieur sud et est de la Faille du Midi. Ces calcaires sont toutefois peu étendus.

Etant donné la faible perméabilité de ces terrains silto-gréseux et du drainage des nappes perchées, les eaux pénètrent difficilement dans le sous-sol et le réseau hydrographique se développe sous forme d'un « chevelu » de petits ruisseaux. Ces cours d'eau drainent et servent d'exutoire aux eaux ruisselant sur ces terrains moins perméables.

Les calcaires carbonifères de la carte Gozée – Nalines sont localisés et coincés dans des écailles sur le bord de la faille de Midi. Les calcaires ont alors une extension assez faible. Plus au nord, sur la carte de Fontaine-l'Evêque – Charleroi, ces mêmes calcaires sont situés en dehors des zones de broyage de la Faille du Midi ; ils ont une extension plus importante et peuvent alors constituer des réserves en eau souterraine exploitable plus importantes.

Les sables de l'Eocène et du Paléocène forment au-dessus des terrains peu perméables du socle, une entité hydrogéologique étendue, bien délimitée et fermée. Elle constitue d'ailleurs un aquifère perché sableux important qui se déverse dans les vallées par l'intermédiaire de sources.

* 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.

IV.2.1.2. La masse d'eau RWM021 des calcaires et grès du Condroz

La masse d'eau RWM021 correspond à une succession de synclinaux calcaires du Carbonifère et d'anticlinaux gréseux du Famennien orientés est-ouest à NE-SO. La carte recoupe juste le coin nord-ouest de la masse d'eau RWM021 ; les synclinaux calcaires du Carbonifère, qui forment l'aquifère principal de cette masse d'eau, ne sont pas visibles sur la carte. Sur le bord occidental de la masse d'eau se retrouvent les calcaires du Frasnien et du Givetien. Ceux-ci contiennent une nappe de fissures au caractère fortement karstique. Concernant les formations schisto-gréseuses et gréseuses famenniennes et frasnienne, lorsque le degré d'altération et de fissuration le permet, elles présentent des potentialités hydrogéologiques intéressantes, restant toutefois très localisées.

Au niveau du fonctionnement hydrodynamique global de la masse d'eau RWM021, les synclinaux calcaires carbonifères sont alimentés par l'infiltration des eaux météoriques à travers la couverture limoneuse, par le déversement diffus ou concentré des nappes gréseuses voisines vers les dépressions calcaires ainsi que par le ruissellement des précipitations sur les terrains schisto-gréseux famenniens. Les synclinaux calcaires sont drainés à leur tour par des cours d'eau qui les recourent. Des cours d'eau de débit moindre s'écoulent parallèlement à l'axe des synclinaux. Au sein des anticlinaux calcaires, les directions d'écoulement sont influencées par l'orientation des couches géologiques, des directions préférentielles de diaclases et autres fracturations. Les anticlinaux gréseux du Famennien contiennent des nappes qui se déversent vers les dépressions calcaires soit par écoulements souterrains diffus au droit de failles, soit par débordement de sources localisées au contact entre les grès et les formations schisteuses peu perméables. Les écoulements souterrains au sein des grès sont globalement liés à la topographie. (Caractérisation hydrogéologique de la masse d'eau RWM021, livrable D.2.21).

IV.2.1.3. La masse d'eau RWM022 des calcaires et grès dévoniens du bassin de la Sambre

La zone sud-est de la carte reprend la partie nord-est de la masse d'eau RWM022 (appelée Condroz de l'Entre-Sambre-et-Meuse occidental) qui est constituée d'une part de calcaires et dolomies du Givetien et du Frasnien (aquifère) et d'autre part de terrains silto-gréseux à argileux (aquitard et aquiclude). Ils sont organisés en une alternance d'unités argilo-carbonatées sous forme de succession d'anticlinaux et de synclinaux au sein desquels les niveaux aquifères sont séparés les uns des autres par des niveaux aquicludes. Cela induit un écoulement préférentiel des nappes d'eau souterraine parallèle à la direction des couches géologiques. La mise en communication hydraulique entre les niveaux aquifères distincts à l'affleurement peut se faire à la faveur d'ennoyages longitudinaux des structures plissées et/ou de failles transversales ou longitudinales. Lorsque les failles affectent les calcaires et dolomies, elles constituent des axes d'écoulement préférentiels.

La porosité de fissures, associée à des phénomènes de karstification plus ou moins importants, confèrent aux niveaux carbonatés aquifères des perméabilités globalement élevées et un potentiel hydrogéologique important. De plus, la dolomitisation des calcaires ajoute une porosité interstitielle qui augmente localement ce potentiel.

Les réserves en eau souterraine des calcaires sont drainées par le réseau hydrographique, moins développé et moins dense que dans les zones schisto-gréseuses. En effet, les perméabilités plus importantes des calcaires et leur karstification favorisent les écoulements souterrains des eaux météoriques et des eaux de surface.

Les nappes d'eau souterraine des zones silto-gréseuses à argileuses représentent des réserves potentiellement intéressantes grâce à la combinaison d'une porosité de pores parfois élevé (manteau d'altération) et d'une porosité de fissures du socle sain. Ces nappes sont alimentées principalement par l'infiltration des précipitations et sont drainées soit ponctuellement, au niveau des sources, soit par écoulement diffus (déversement de la nappe) par le réseau hydrographique. Le gradient hydraulique est souvent élevé et le sens d'écoulement suit relativement bien la topographie et s'équilibre avec le réseau hydrographique. Localement, la perméabilité et le sens d'écoulement peuvent être modifiés par la structure et les différences de lithologies (shales et grès).

Les différences de perméabilité et de type de drainage entre les niveaux aquifères calcaro-dolomitiques et les niveaux aquicludes argileux engendrent une piézométrie discontinue. La nappe sera subaffleurante dans les niveaux argileux et rabattu dans les niveaux calcaires (jusqu'à une trentaine de mètres sous la surface du sol sur les hauteurs topographiques).

IV.2.2. Piézométrie de la carte 52/3-4 Gozée – Nalinnes

Tous les points mesurés sur la carte n'ont pas permis le tracé d'une piézométrie générale, quelque soit l'unité hydrogéologique considérée. Au niveau des calcaires du Dévonien, quelques cotes ponctuelles sont disponibles, principalement près du site de la SWDE à Gerpennes (bord oriental de la carte). Les valeurs mesurées permettent toutefois d'estimer un sens d'écoulement des eaux souterraines, orienté SE-NO. Cette direction préférentielle montre l'influence des puits de captage Evrard P1 et P3, ainsi que celle du Ruisseau d'Hanzinnes, qui pourrait être drainant sur et en aval du site. Les niveaux relevés permettent aussi de constater une certaine continuité piézométrique entre les calcaires frasniens supérieurs et les calcaires givetiens inférieurs, malgré la présence entre les deux de la Formation schisteuse de Nismes, moins perméable.

Concernant les autres valeurs observées, la cote piézométrique pour les ouvrages situés à proximité des cours d'eau montre que le niveau de la nappe est proche du niveau de base des ruisseaux ; la profondeur de la nappe y est alors comprise entre un et cinq mètres. Par contre, pour les ouvrages plus éloignés des cours d'eau, la cote piézométrique montre des niveaux supérieurs d'une dizaine de mètres à la cote de base des ruisseaux, et une profondeur de nappe de cinq à quinze mètres. Ces informations semblent indiquer le caractère drainant du réseau hydrographique par rapport à la nappe des calcaires dévoniens.

Des cotes ponctuelles sont également disponibles pour les aquifères des sables de l'Eocène et du Paléocène. On peut cependant remarquer que les valeurs mesurées sont plus basses près des limites de l'extension de l'aquifère qu'au centre de celui-ci. Cela confirme bien le caractère perché de cette nappe des sables de l'Eocène et du Paléocène.

IV.2.3. Evolutions piézométriques

Il existe plusieurs historiques piézométriques concernant les différentes unités hydrogéologiques. Les plus représentatives ont été sélectionnées ci-dessous pour l'aquifère des calcaires du Frasnien, l'aquifère des calcaires du Givetien, l'aquifère des sables de l'Eocène et l'aquitard à niveaux aquifères du Dévonien inférieur. Les ouvrages suivis sont localisés sur la carte de la Figure IV.2.

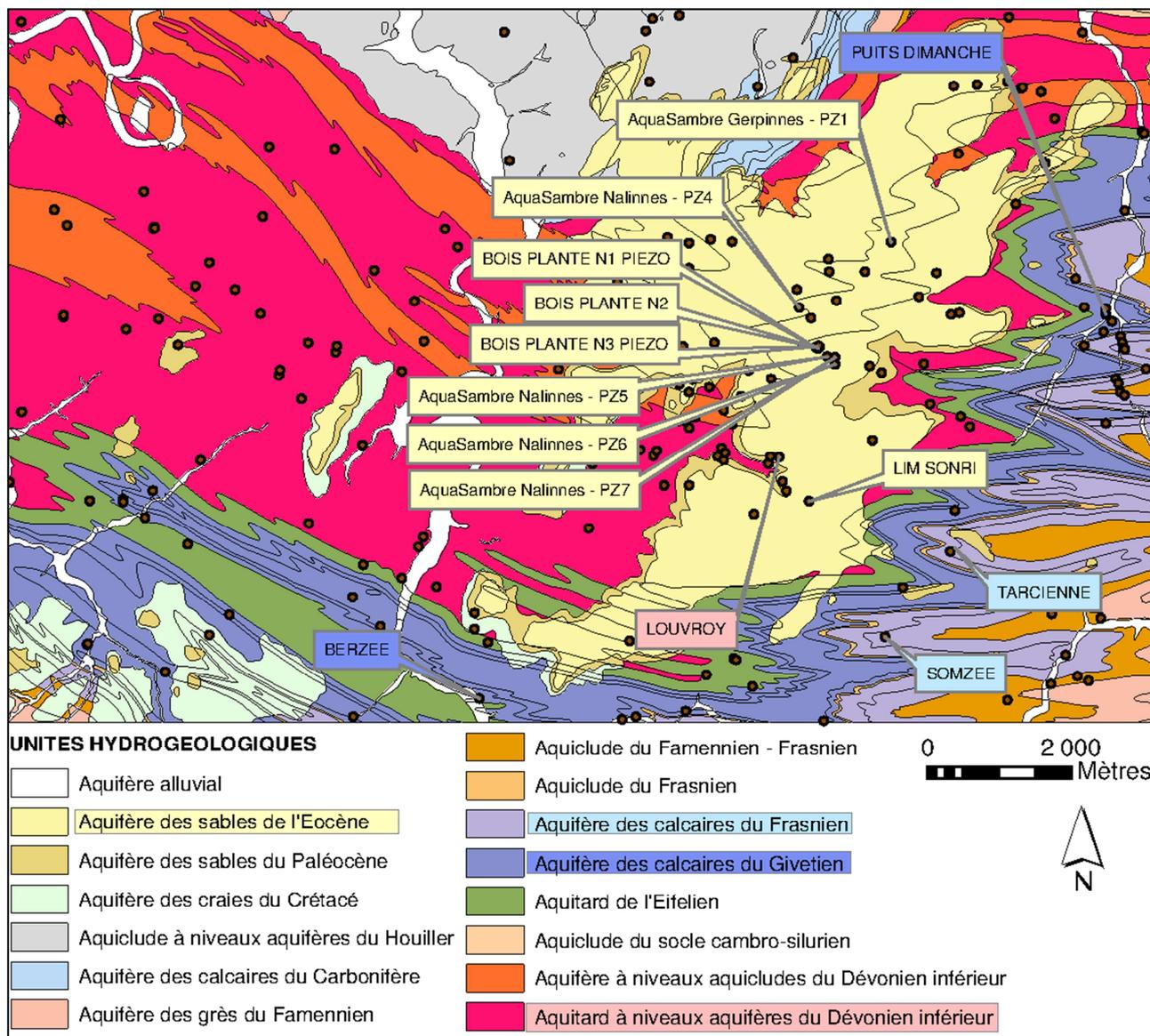


Figure IV.2. Localisation des différents ouvrages suivis au niveau de la piézométrie

IV.2.3.1. Aquifère des calcaires du Givetien

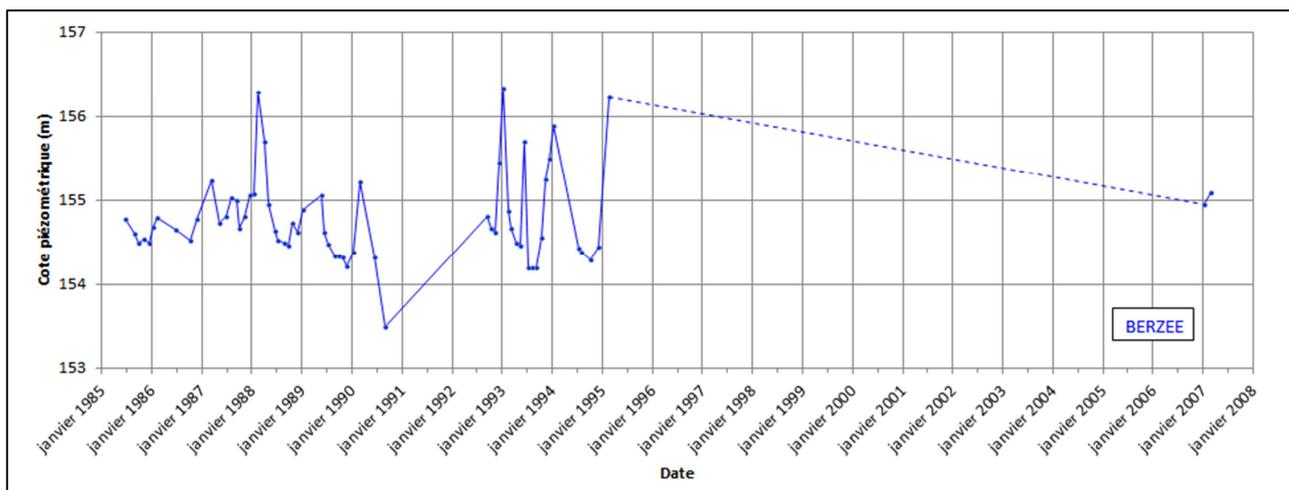


Figure IV.3. Evolution piézométrique du puits « Berzée » implanté dans l'aquifère des calcaires du Givetien

Le puits « Berzée » est un puits foré de 6 mètres de profondeur, situé au sud de la carte, le long de l'Eau d'Heure.

Le niveau d'eau varie entre 156 mètres (hautes eaux) et 153,5 mètres (basses eaux). Des fluctuations saisonnières de moindre importance sont visibles avec une amplitude allant de 0,5 à 1,5 mètres. Les dernières mesures de 2007 indiqueraient une hausse du niveau de la nappe mais aucune mesure ultérieure ne permet de confirmer cette tendance.

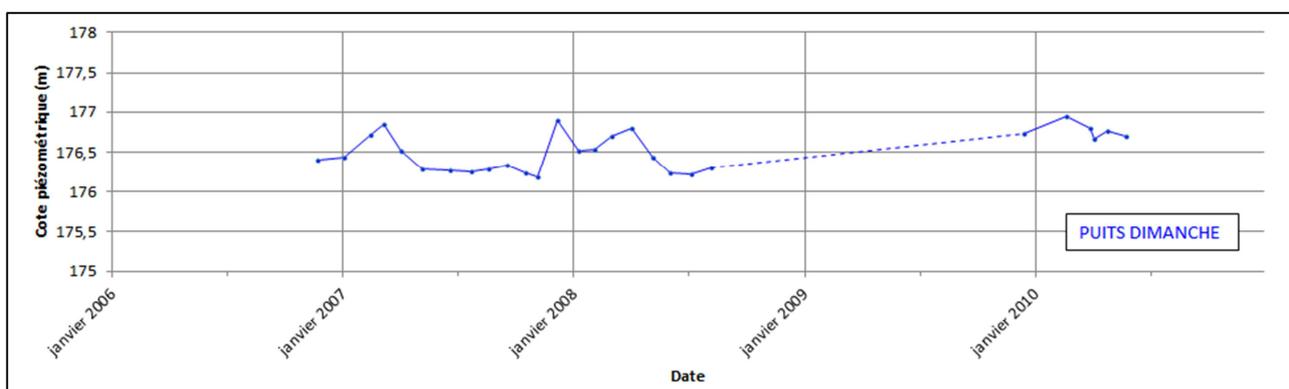


Figure IV.4. Evolution piézométrique du puits « Puits Dimanche » implanté dans l'aquifère des calcaires du Givetien

Le puits « Puits Dimanche » est un puits foré de 30 mètres de profondeur, situé dans l'anticlinal de Gerpennes à l'est de la carte.

Le niveau d'eau dans cet ouvrage reste stable entre 176 mètres (basses eaux) et 177 mètres (hautes eaux). Les fluctuations saisonnières sont un peu plus visibles quand dans le puits « Berzée » mais l'amplitude ne dépasse pas le mètre.

IV.2.3.2. Aquifère des calcaires du Frasnien

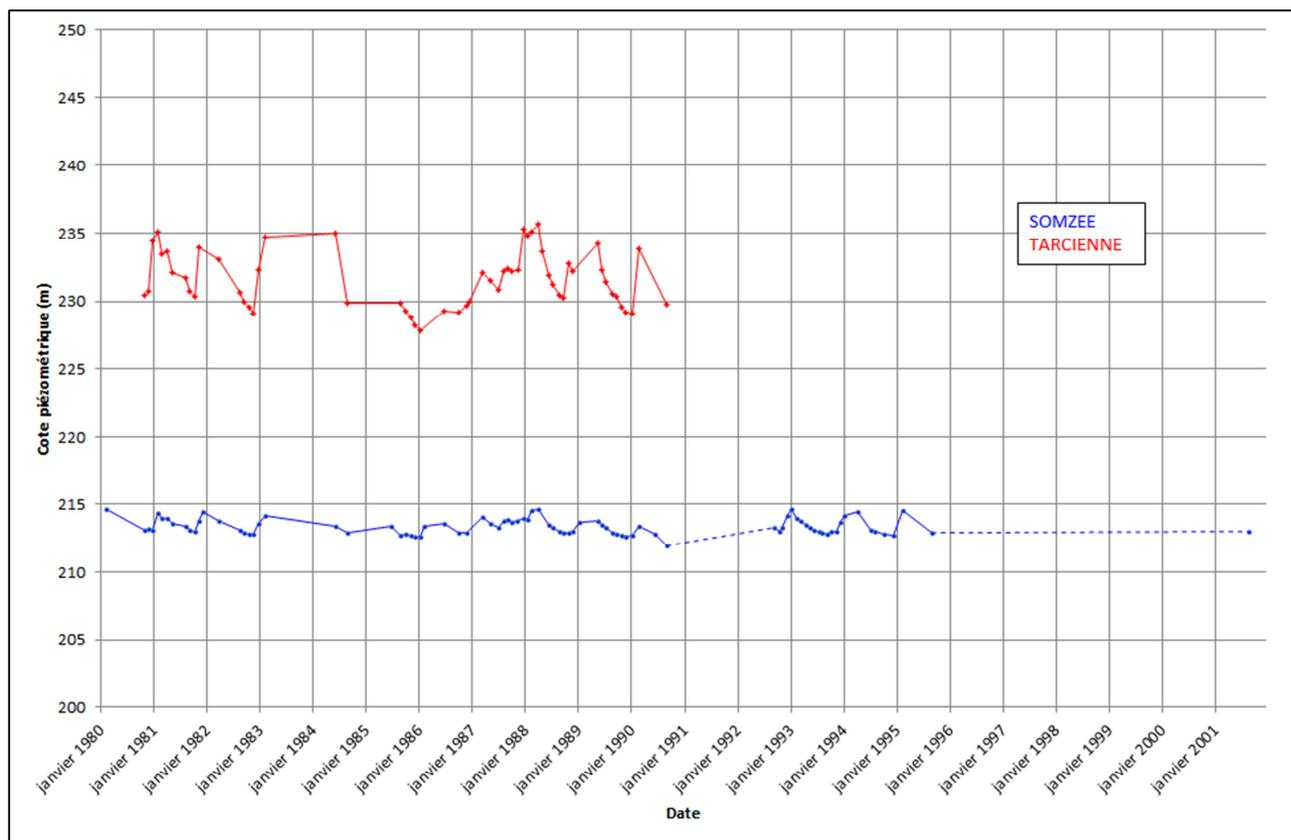


Figure IV.5. Evolution piézométrique dans les ouvrages « Somzée » et « Tarcienne » implantés dans l'aquifère des calcaires du Frasnien

Le puits « Somzée » est un puits traditionnel de 9,45 mètres de profondeur situé dans le synclinal de Somzée, dans le coin sud-est de la carte. Le puits « Tarcienne » est un puits foré de profondeur inconnue qui aurait été rebouché après un remaniement de terrain dans lequel se trouvait l'ouvrage. Il est situé dans le synclinal situé juste au nord du précédent (Synclinal du Gibet Huart).

Les niveaux d'eau dans les deux synclinaux ont une différence de 15 à 20 mètres. Les fluctuations saisonnières (annuelles) sont bien visibles et bien synchronisées dans les deux cas : les périodes de hautes eaux ont lieu au début du printemps, les périodes de basses eaux à la fin de l'automne. Il n'y a pas de fluctuation pluriannuelle et les niveaux restent toujours stables. Ils oscillent entre 230 et 235 mètres avec une amplitude d'environ 5 mètres pour « Tarcienne » et entre 212 et 215 mètres avec une amplitude de 3 mètres pour « Somzée ».

IV.2.3.3. Aquifère des sables de l'Eocène

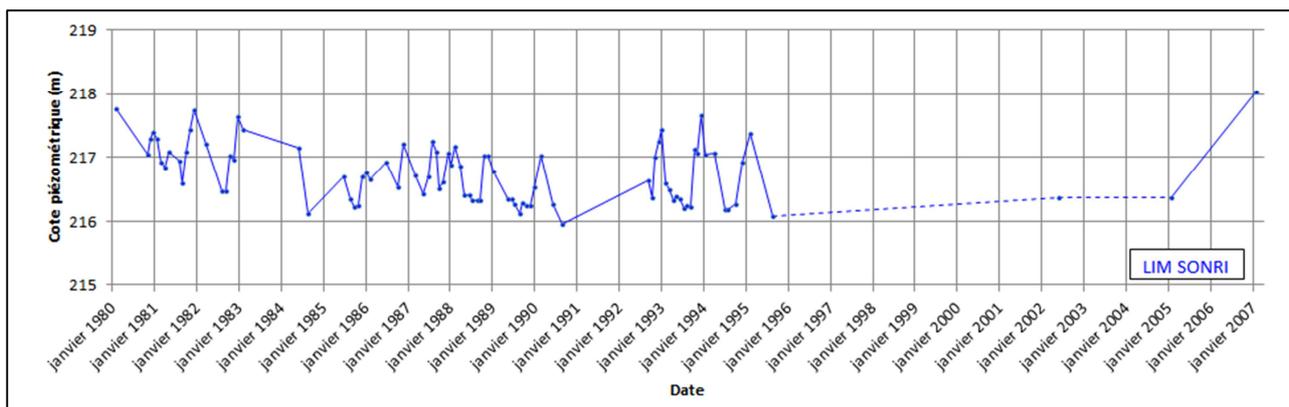


Figure IV.6. Evolution piézométrique de « Lim Sonri » implanté dans l'aquifère des sables de l'Eocène

L'ouvrage « Lim Sonri » est un puits foré de 2,68 mètres de profondeur. Ce puits a été suivi depuis 1980 jusqu'en 2007.

Les fluctuations saisonnières sont bien visibles : la période de hautes eaux au début du printemps et de basses eaux à la fin de l'automne. L'amplitude de ces fluctuations est comprise entre 1 et 2 mètres.

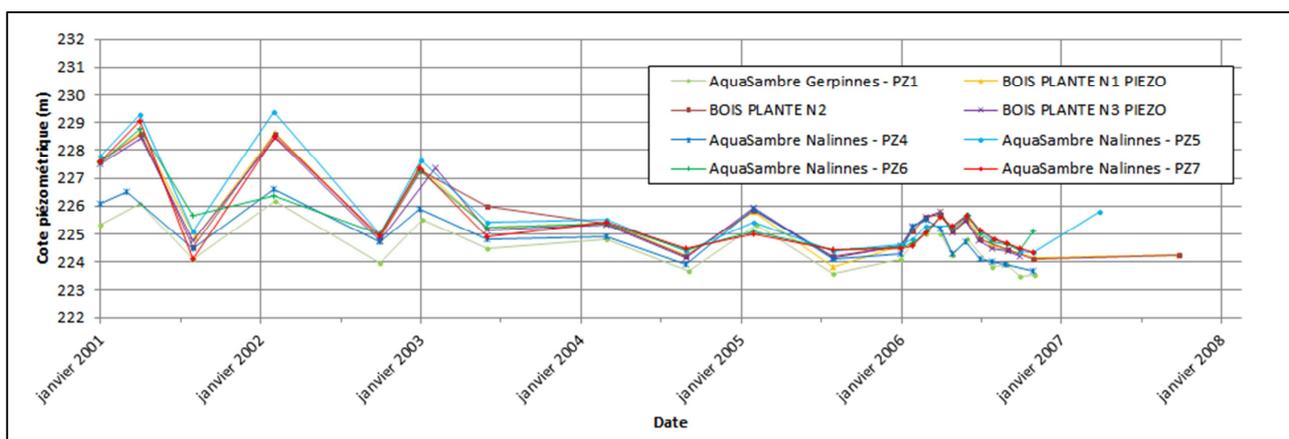


Figure IV.7. Evolutions piézométriques de différents ouvrages implantés dans l'aquifère des sables de l'Eocène

La Figure IV.7 présente les évolutions piézométriques d'une série de piézomètres implantés dans l'aquifère des sables de l'Eocène. Ces ouvrages sont des piézomètres de 20 à 30 mètres de profondeur appartenant à la SWDE (anciennement à Aqua Sambre). Ils ont été suivis de 2001 à 2007-2008.

Les fluctuations saisonnières sont visibles et peuvent aller jusqu'à 5 mètres. Cette amplitude diminue avec le temps (2 mètres en 2006). Contrairement aux calcaires du Dévonien, la tendance en 2007 est à une période de basse eau.

IV.2.3.4. Aquitard à niveaux aquifères du Dévonien inférieur

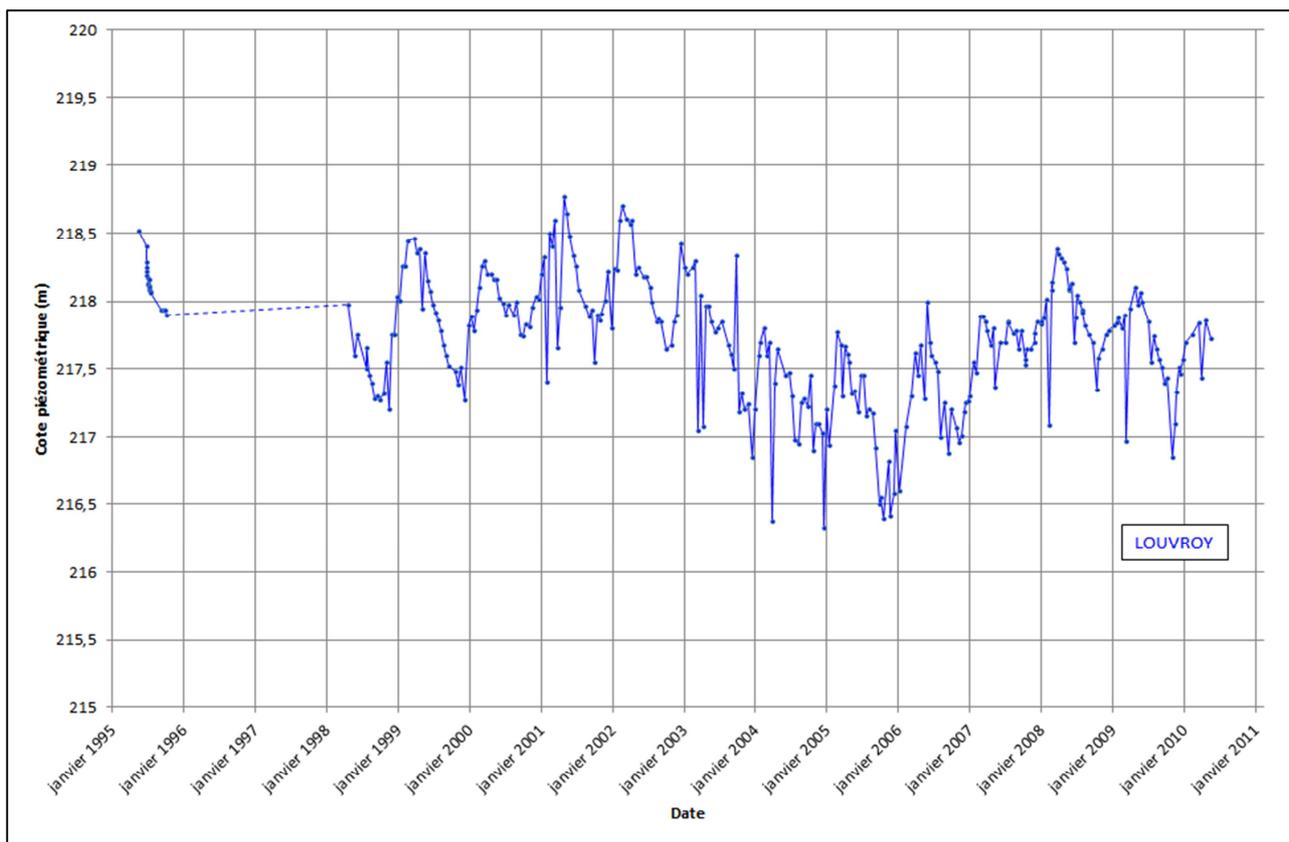


Figure IV.8. Evolution piézométrique de « Louvroy » implanté dans l'aquitard à niveaux aquifères du Dévonien inférieur

Le puits foré « Louvroy » a une profondeur de 39,25 mètres et est implanté dans l'aquitard à niveaux aquifères du Dévonien inférieur. Cet ouvrage a été suivi de 1995 à 2010. Les fluctuations saisonnières (début du printemps pour la période de hautes eaux, fin de l'automne pour celle de basses eaux) sont bien visibles et l'amplitude est comprise entre 1 et 1,5 mètre. De même, les fluctuations pluriannuelles sont aussi bien visibles. La période 2003 à 2007 est une période de basses eaux, les périodes 1998 à 2003 ainsi que 2007 à 2010 sont des périodes de hautes eaux.

IV.3. PHÉNOMÈNES KARSTIQUES

Outre un important potentiel en eau souterraine, les calcaires carbonifères du Massif de Chamborgneau présentent une grande densité de phénomènes karstiques. En plus d'un réseau karstique de pertes, conduits et résurgences, il est possible de remarquer la présence de nombreuses dolines visibles en surface. Les ruisseaux de la Ferrée et du Fond des Haies s'engouffrent littéralement en sous-sol dès leur arrivée sur les calcaires (pertes reprises dans l'Atlas Wallon du Karst : codes 52/4-1, 5 et 6), mêlent leurs eaux dans le karst avant de ressortir en aval de leur confluent, quasiment au contact des schistes houillers (52/4-10). Une autre relation perte – résurgence, non prouvée par traçage, peut être observée au ruisseau de la Berlière (54/4-14 et 54/4-31).

Les calcaires frasniens et givetiens sont quant à eux le siège de phénomènes karstiques plus anciens. Ces phénomènes seraient en partie responsables de la préservation des lambeaux de craies et de sables dans la région de Thuillies (au sud-ouest de la carte).

IV.4. COUPE GÉOLOGIQUE

Afin de mieux visualiser et de mieux comprendre la structure géologique et le comportement hydrogéologique des différentes unités présentes dans la région de Gozée – Nalines, deux coupes hydrogéologiques sans exagération des hauteurs (échelle verticale au 1/25 000) et ces mêmes coupes avec exagération des hauteurs d'un facteur 5 (échelle verticale au 1/5 000) ont été insérées dans le poster A0 joint à cette notice. L'exagération des hauteurs met en évidence les structures influençant l'hydrogéologie locale).

Le trait A – A', orienté NNE-SSW, se situe dans la partie centrale de la carte et le trait B – B', tracée selon un axe nord-sud se trouve sur la bordure orientale de la carte. Le tracé A – A' commence au nord-est de Jamioulx, passe par cette même ville, puis par Ham-sur-Heure, Cour-sur-Heure (en longeant l'Eau d'Heure) et se termine à l'ouest de Berzée. Le tracé B – B' commence au nord d'Acoz, traverse Gerpennes et se termine à Thy-le-Bauduin.

Globalement, la coupe A – A' commence dans le Bassin houiller de Charleroi. Elle montre les lambeaux de charriage intercalés entre l'Unité Parautochtone de Namur et l'Allochtone Ardenais et enfin les terrains de cet allochtone. La coupe B – B' montre la répétition, par un système de plis, des terrains aquifères calcaires du Givéto-Frasnien. Ces coupes sont calées sur les coupes géologiques a-a' et c-c' tracées par B. Delcambre et J.-L. Pingot (2000). Elle montre la géologie (structure et lithologie) et l'hydrogéologie (unités hydrogéologiques et coupe de la surface piézométrique) de la zone cartographiée.

Les cotes piézométriques ponctuelles mesurées ont été projetées sur le tracé de la coupe et sont représentées par des triangles inversés colorés suivant la nappe sollicitée

IV.5. CARACTÈRE DE LA COUVERTURE DES NAPPES

Sur la « carte des informations complémentaires et des caractères de couverture des nappes »* au 1/50 000 sur le poster A0 joint à cette notice, figurent les caractères perméable, imperméable et/ou semi perméable de la couverture des nappes. Les nappes en question sont celles contenues dans le socle paléozoïque. Elles sont alors classifiées de la manière suivante :

- à l’affleurement (sous couverture de limons) ;
- sous couverture perméable lorsqu’ils sont recouverts par les craies crétacées, les sables paléocènes ou les alluvions.

Ces nappes sont considérées comme libres lorsqu’elles sont sous couverture perméable (sous les limons et les sables). Cette caractéristique entraîne d’ailleurs une grande sensibilité de la nappe aux différentes pollutions de surface, notamment par les nitrates. Ce point est développé dans la partie V.2. Problématique des nitrates.

IV.6. LES CARRIÈRES

Sur la carte de Gozée – Nalinnes, il n’existe actuellement aucune carrière en cours d’exploitation. Néanmoins, dans le passé, de nombreuses carrières étaient actives. On compte une dizaine de carrières exploitant les grès et schistes du Dévonien inférieur, une dizaine exploitant les calcaires frasniens et givetiens, trois carrières dans les calcaires du Carbonifère, deux dans les grès houillers et une trentaine de sablières. La plupart de ces anciennes exploitations ont été soit remblayée, soit réaménagée (reboisement).

* La « carte des informations complémentaires et des caractères de couverture des nappes » présente le caractère de la couverture des principaux aquifères et localise les différents sites au droit desquels des données quantitatives ou qualitatives sont disponibles (analyses chimiques, essais de pompage, essais de traçage, digraphie) ainsi que d’autres informations complémentaires, entre autre, les zones de prospection géophysiques.

V. CADRE HYDROCHIMIQUE

Aucune campagne particulière de prélèvement chimique n'a été organisée dans le cadre de la réalisation des cartes hydrogéologiques. Ce point reprend les données existantes dans la base de données BD Hydro. Les points où sont disponibles les analyses chimiques ont été reportés sur la carte thématique au 1/50 000 « *Carte des informations complémentaires et des caractères de couverture des nappes* » du poster A0 accompagnant cette notice. A partir des données disponibles, il a été possible de caractériser du point de vue hydrochimique les principales unités hydrogéologiques de la carte.

En Région Wallonne, depuis l'entrée en vigueur du Code de l'Eau (3 mars 2005), toute la législation relative à l'eau a intégré les anciens textes réglementaires (décrets et articles). L'arrêté relatif aux valeurs paramétriques applicables des 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

Cette partie présente les caractéristiques hydrochimiques de l'aquitard de l'Eifelien, de l'aquitard à niveaux aquifères du Dévonien inférieur, de l'aquifère des calcaires du Givetien, de l'aquifère des calcaires du Frasnien, de l'aquiclude à niveaux aquifères du Houiller et enfin de l'aquifère des sables de l'Eocène.

V.1.1. L'aquitard de l'Eifelien et l'aquitard à niveaux aquifères du Dévonien inférieur

Le puits « Les Vaux », situé au sud de Ham-sur-Heure-Nalinnes exploite l'aquitard de l'Eifelien. Le puits « Thuillies », situé à l'ouest de Gozée, exploite l'aquitard à niveaux aquifères du Dévonien inférieur. Les analyses présentées ont été réalisées en 2006 (voir Tableau V.1).

Les eaux prélevées dans les deux ouvrages sont du type bicarbonaté calcique (voir Figure V.1). Les minéralisations sont moyennes à importantes (supérieur à 666 $\mu\text{S}/\text{cm}$ à 20°C). Les teneurs en calcium sont moyennes à faibles (entre 90 et 110 mg/l) et celles en magnésium sont faibles (entre 12 et 22 mg/l). L'eau est généralement dure (entre 25 et 42°français). Le fer et le manganèse sont présent mais en faible quantité. Les deux types d'eaux sont assez similaires mais avec quelques légères différences.

Analyses, Unités et Normes RW		Ouvrage	Les Vaux Prof : 50 m 28/11/2006	Thuillies Prof : 4,3 m 22/05/2006
pH	unités pH	6,5 à 9,45	7,54	6,74
Conductivité	μS/cm à 20°C	2500	570	679
Turbidité	NTU	4	< 1,5	3,64
Dureté totale	° français	67,5	34,85	37,3
Oxygène dissous (in-situ)	mg/l O ₂		9,6	7,7
Alcalinité totale (TAC)	°français		26,7	19,1
Aluminium	μg/l Al	200	< 10	131
Calcium	mg/l Ca	270	93,3	110,7
Magnésium	mg/l Mg	50	21,8	12,4
Ammonium	mg/l NH ₄	0,5	LQ	LQ
Manganèse	μg/l Mn	50	28,7	19,4
Sodium	mg/l Na	200	15,4	27,4
Potassium	mg/l K		1,17	4,1
Fer (sur filtré 0,4 μ)	μg/l Fe	200	< 2	34,2
Sulfates	mg/l SO ₄	250	25,9	68,3
Chlorures	mg/l Cl	250	19,8	59,9
Nitrates	mg/l NO ₃	50	26,3	38,6
Nitrites	mg/l NO ₂	0,5	LQ	0,024
Silice	mg/l SiO ₂		6,8	13,4
Oxydabilité (KMnO ₄)	mg/l O ₂	5	< 0,9	3,3

Tableau V.1. Analyse chimique des ouvrages « Les Vaux » et « Thuillies » et normes wallonnes de potabilité des eaux de distribution

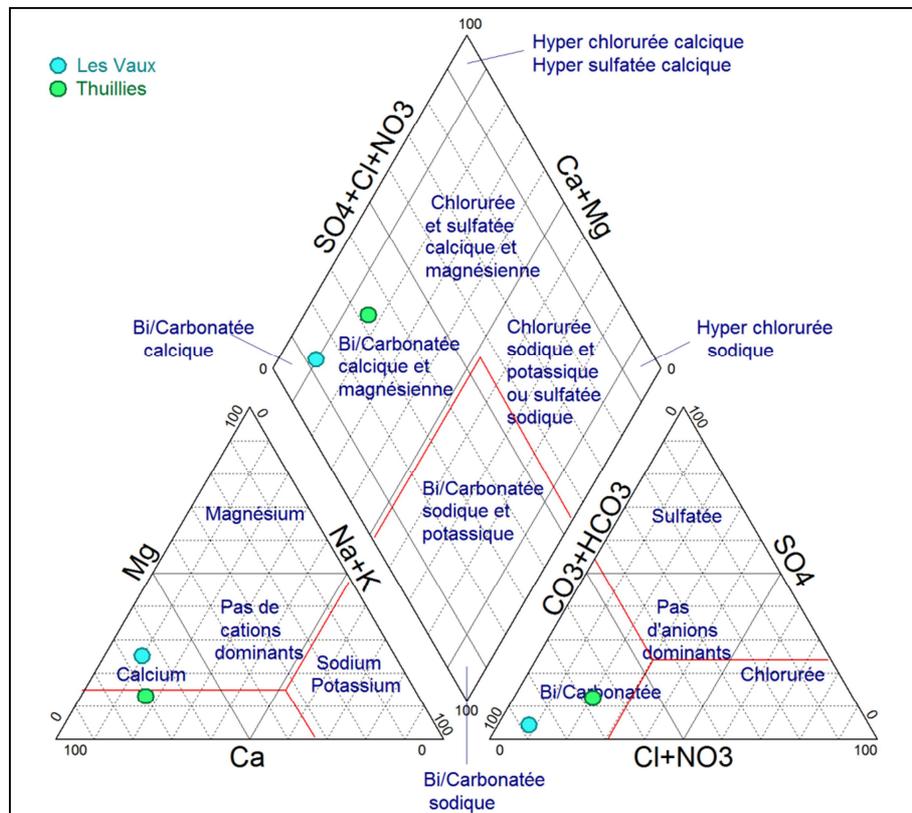


Figure V.1. Diagramme de Piper pour les ouvrages de l'aquifère de l'Eifelien et l'aquifère à niveaux aquifères du Dévonien inférieur

V.1.2. L'aquifère des calcaires du Givetien

La galerie « Saint-Pierre » de l'INASEP et le puits « Berzée » se situent au sud de la carte ; la source « Fontaine de Thuillies » au sud-ouest. Ils exploitent la nappe des calcaires du Givetien. Les analyses présentées ont été réalisées en 1996, 1998, 2000 et 2007 (voir Tableau V.2)

L'eau prélevée dans les calcaires frasniens est du type bicarbonaté calcique (voir Figure V.2). La minéralisation est importante (supérieur à 666 $\mu\text{S}/\text{cm}$ à 20°C). Les teneurs en calcium sont moyennes (entre 115 et 140 mg/l) et celles en magnésium sont faibles (entre 13 et 15 mg/l). L'eau est généralement dure à très dure (supérieur à 25°français). Le pH est neutre à acide (entre 7,23 à 5,2, soit inférieure à la norme). La concentration en sulfates semble un peu plus importante dans cet aquifère que dans celui des calcaires frasniens. Le fer et le manganèse sont en très faible quantité.

Analyses, Unités et Normes RW		Ouvrage			
			<i>Saint Pierre Galerie 16/12/1998 (24/06/1996)</i>	<i>Berzée Prof : 5,9 m 05/10/2000</i>	<i>Fontaine de Thuillies Source 30/01/2007</i>
pH	unités pH	6,5 à 9,5	(7,23)	6,8	5,2
Conductivité	$\mu\text{S}/\text{cm}$ à 20°C	2500	(707)	883	687
Turbidité	NTU		(0,76)	0,7	< 1,5
Dureté totale	° français		(33,8)	25	45,6
Oxygène dissous (in-situ)	mg/l O ₂		6,5	-	7,03
Alcalinité totale (TAC)	°français		29,25	-	29,6
Aluminium	$\mu\text{g}/\text{l}$ Al	200	(LQ)	-	< 10
Calcium	mg/l Ca	270	116,4	-	139
Magnésium	mg/l Mg	50	13,5	-	14,8
Ammonium	mg/l NH ₄	0,5	(LQ)	0,04	LQ
Manganèse	$\mu\text{g}/\text{l}$ Mn	50	(0,2)	-	< 5
Sodium	mg/l Na	200	19,8	-	14,5
Potassium	mg/l K		3	-	1,4
Fer (sur filtré 0,4 μ)	$\mu\text{g}/\text{l}$ Fe	200	(22)	LQ	< 2
Sulfates	mg/l SO ₄	250	118	-	70,8
Chlorures	mg/l Cl	250	(40)	-	32,5
Nitrates	mg/l NO ₃	50	(31,5)	18,9	33,1
Nitrites	mg/l NO ₂	0,5	(LQ)	0,17	LQ
Silice	mg/l SiO ₂		3	-	10,6
Oxydabilité (KMnO₄)	mg/l O ₂	5	-	1,35	1,2

Tableau V.2. Analyse chimique des ouvrages « Saint Pierre », « Berzée » et « Fontaine de Thuillies » et normes wallonnes de potabilité des eaux de distribution

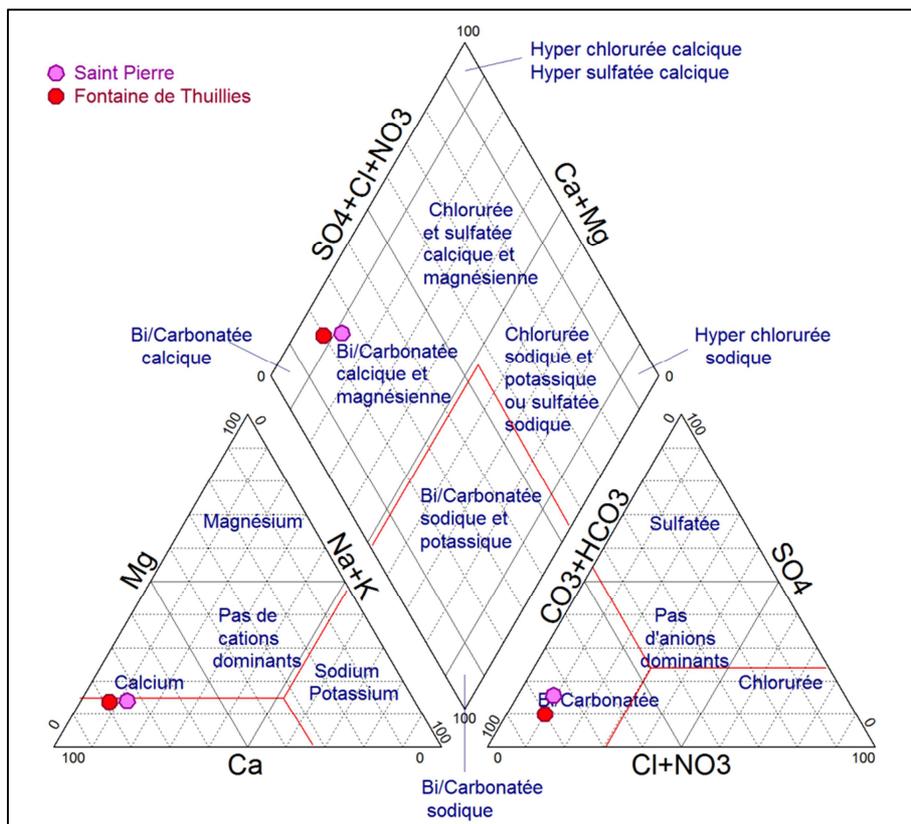


Figure V.2. Diagramme de Piper pour les ouvrages de l'aquifère des calcaires du Givetien

V.1.3. L'aquifère des calcaires du Frasnien

Les puits de captage « Evrard P1 », « Evrard P3 » et « Hymiée P1 » de la SWDE se situent au sud de Gerpennes et exploitent la nappe des calcaires du Frasnien située dans les structures synclinales à l'est de la carte. Les analyses présentées ont été réalisées en 2004 pour les trois ouvrages. Une analyse chimique en 2000 a été rajoutée pour compléter les données de « Hymiée P1 » (voir Tableau V.3).

L'eau prélevée dans les calcaires frasniens est du type bicarbonaté calcique (voir Figure V.3). La minéralisation est moyenne à importante (entre 560 et 720 $\mu\text{S}/\text{cm}$ à 20°C). Les teneurs en calcium sont moyennes (entre 100 à 120 mg/l) et celles en magnésium sont faibles (entre 15 et à 25 mg/l). L'eau est généralement dure à très dure (supérieur à 25°français). Le pH est neutre à très légèrement basique (entre 7,18 à 7,35).

Le fer et le manganèse sont en très faible quantité. Ces deux éléments sont présents naturellement dans les sols. Ils proviennent de l'altération des roches et peuvent se retrouver dissous dans les eaux souterraines à des concentrations très variables.

Analyses, Unités et Normes RW		Ouvrage	Evrard P1 Prof : 7,5 m 26/02/2004	Evrard P3 Prof : 61,2 m 31/03/2004	Hymiée P1 Prof : 11 m 24/03/2004 (21/06/2000)
pH	unités pH	6,5 à 9,5	7,18	7,35	7,25 (7,17)
Conductivité	μS/cm à 20°C	2500	719	564	671 (701)
Turbidité	NTU		0,1	0,29	0,7
Dureté totale	° français		38,9	33,13	(37,5)
Oxygène dissous (in-situ)	mg/l O ₂		3,5	-	-
Alcalinité totale (TAC)	° français		30,3	24,6	26,8 (27,4)
Aluminium	μg/l Al	200	LQ	0,5	(5)
Calcium	mg/l Ca	270	117,8	103,6	(119,6)
Magnésium	mg/l Mg	50	23,13	17,63	(18,4)
Ammonium	mg/l NH ₄	0,5	LQ	LQ	LQ (LQ)
Manganèse	μg/l Mn	50	LQ	0,26	LQ
Sodium	mg/l Na	200	12,95	10,08	(11,7)
Potassium	mg/l K		1,6	1,2	(1,5)
Fer (total) dissous	μg/l Fe	200	-	-	(40)
Sulfates	mg/l SO ₄	250	56,19	43,5	40,8 (47,5)
Chlorures	mg/l Cl	250	32,7	19,57	28,86 (38,2)
Nitrates	mg/l NO ₃	50	32,29	26,48	37,25 (46,2)
Nitrites	mg/l NO ₂	0,5	LQ	0,01	LQ (0,1)
Silice	mg/l SiO ₂		8,6	9,8	(7,8)
Oxydabilité (KMnO ₄)	mg/l O ₂	5	0,24	-	(0,33)

Tableau V.3. Analyse chimique des puits « Evrard P1 », « Evrard P3 » et « Hymiée P1 » de la SWDE et normes wallonnes de potabilité des eaux de distribution

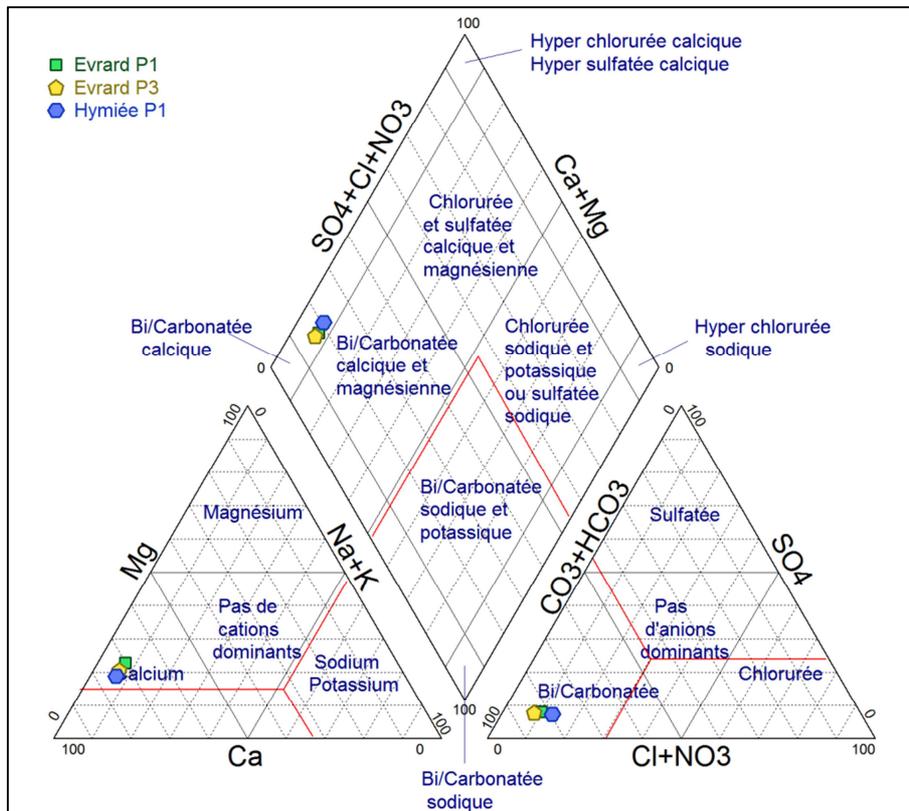


Figure V.3. Diagramme de Piper pour les ouvrages de l'aquifère des calcaires du Frasnien

V.1.4. L'aquiclude à niveaux aquifères du Houiller

La galerie « Claire Fontaine » est implantée dans l'aquiclude à niveaux aquifères du Houiller, situé à moins de 3 kilomètres au nord-est de Jamioux. L'analyse présentée a été réalisée en 2001 (voir Tableau V.4).

Analyses, Unités et Normes RW		Ouvrage	
		Claire Fontaine Galerie 27/09/2001	
pH	unités pH	6,5 à 9,5	5,9
Conductivité	μS/cm à 20°C	200	334
Turbidité	NTU		6,1
Dureté totale	° français		14,5
Oxygène dissous (in-situ)	mg/l O ₂		-
Alcalinité totale (TAC)	° français		3,5
Aluminium	μg/l Al	200	9
Calcium	mg/l Ca	270	41,4
Magnésium	mg/l Mg	50	10,1
Ammonium	mg/l NH ₄	0,5	(LQ en déc. 01)
Manganèse	μg/l Mn	50	102
Sodium	mg/l Na	200	14,7
Potassium	mg/l K		1,6
Fer (total) dissous	μg/l Fe	200	100
Sulfates	mg/l SO ₄	250	78,5
Chlorures	mg/l Cl	250	29,7
Nitrates	mg/l NO ₃	50	18
Nitrites	mg/l NO ₂	0,5	LQ
Silice	mg/l SiO ₂		24,5
Oxydabilité (KMnO₄)	mg/l O ₂	5	0,12

Tableau V.4. Analyse chimique de la galerie « Claire Fontaine » et normes wallonnes de potabilité des eaux de distribution

L'eau prélevée dans l'aquiclude à niveaux aquifères du Houiller est du type chloruré et sulfaté calcique (voir Figure V.4). La minéralisation est moyenne accentuée (334 μS/cm à 20°C). Les teneurs en calcium et en magnésium sont faibles (41,4 mg/l et 10,1 mg/l respectivement) L'eau est douce (dureté inférieure à 15° français) et le pH est acide (inférieur aux normes de potabilité). Les concentrations en nitrates sont acceptables, mais à surveiller).

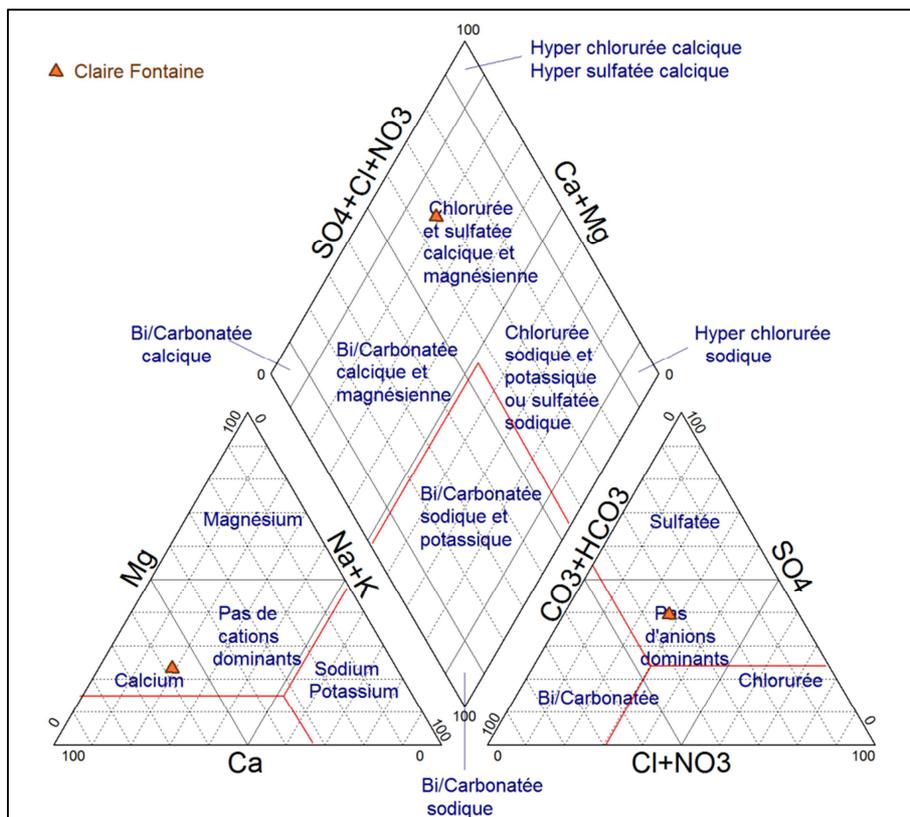


Figure V.4. Diagramme de Piper de l'aquiclude à niveaux aquifères du Houiller

V.1.5. L'aquifère des sables de l'Eocène

La galerie « Bultia Route de Philippeville » est implantée dans l'aquifère des sables de l'Eocène, situé à moins de 3 kilomètres au nord-est de Nalinnes. L'analyse présentée a été réalisée en 1997 (voir Tableau V.5).

Cette analyse n'est pas complète, et ne permet donc pas de caractériser correctement l'aquifère des sables de l'Eocène. La minéralisation est moyenne accentuée (conductivité à 635 $\mu\text{S}/\text{cm}$ à 20°C) et une concentration moyenne de 116,2 mg/l de calcium. Le pH est neutre à légèrement basique (7,45). La valeur de turbidité dépasse la norme de potabilité.

Analyses, Unités et Normes RW		Ouvrage	
		Bultia Route de Philippeville Galerie 17-18/11/1997	
pH	unités pH	6,5 à 9,5	7,45
Conductivité	µS/cm à 20°C	2500	635
Turbidité	NTU		4,33
Dureté totale	° français		-
Oxygène dissous (in-situ)	mg/l O ₂		-
Alcalinité totale (TAC)	° français		-
Aluminium	µg/l Al	200	-
Calcium	mg/l Ca	270	116,2
Magnésium	mg/l Mg	50	-
Ammonium	mg/l NH ₄	0,5	0,05
Manganèse	µg/l Mn	50	-
Sodium	mg/l Na	200	-
Potassium	mg/l K		-
Fer (total) dissous	µg/l Fe	200	-
Sulfates	mg/l SO ₄	250	-
Chlorures	mg/l Cl	250	-
Nitrates	mg/l NO ₃	50	17
Nitrites	mg/l NO ₂	0,5	0,02
Silice	mg/l SiO ₂		-
Oxydabilité (KMnO ₄)	mg/l O ₂	5	-

Tableau V.5. Analyse chimique de la galerie « Bultia Route de Philippeville » et normes wallonnes de potabilité des eaux de distribution

V.2. PROBLÉMATIQUE DES NITRATES

Les nitrates font, depuis plusieurs années, l'objet de contrôles réguliers de la part des sociétés de distribution d'eau. La norme de potabilité wallonne est de 50 mg de nitrates (NO₃) 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.5). Cette désignation implique l'application d'un programme d'action précis dont les mesures ont été arrêtées dans le code de « bonne pratique agricole ». Pour plus d'informations, le site www.nitrawal.be peut être consulté.

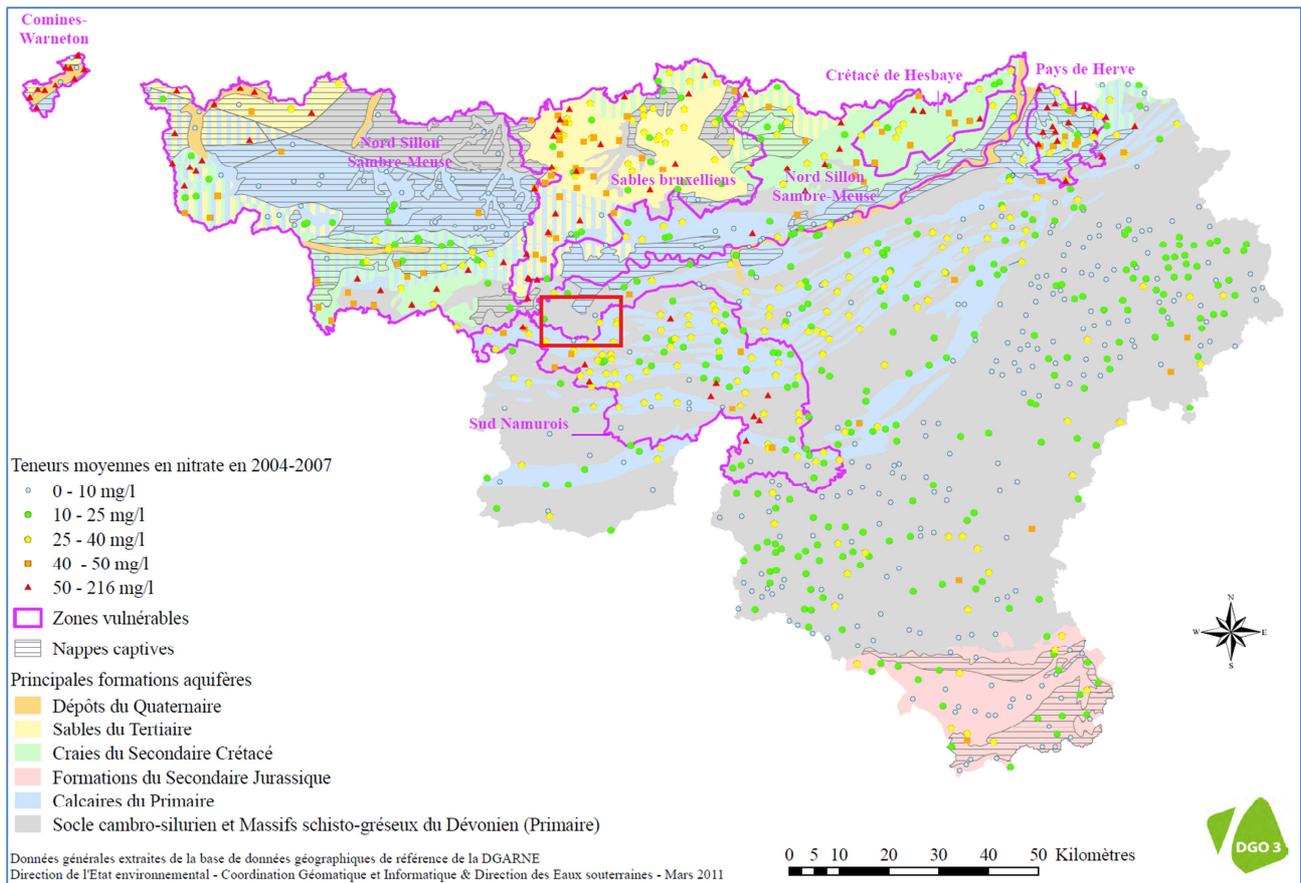


Figure V.5. Zones vulnérables aux nitrates arrêtées en Wallonie (source : Etat des nappes d'eau souterraine de la Wallonie <http://environnement.wallonie.be/de/eso/atlas/>) et localisation de la carte 52/3-4 Gozée – Nalinnes

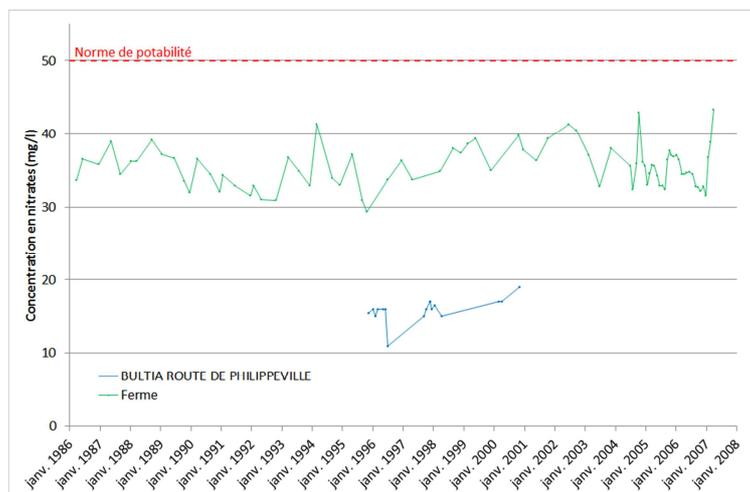


Figure V.6. Evolution de la teneur en nitrates dans deux ouvrages de l'aquifère des sables de l'Eocène



Figure V.7. Evolution de la teneur en nitrates dans un ouvrage de l'aquiclude à niveaux aquifères du Houiller

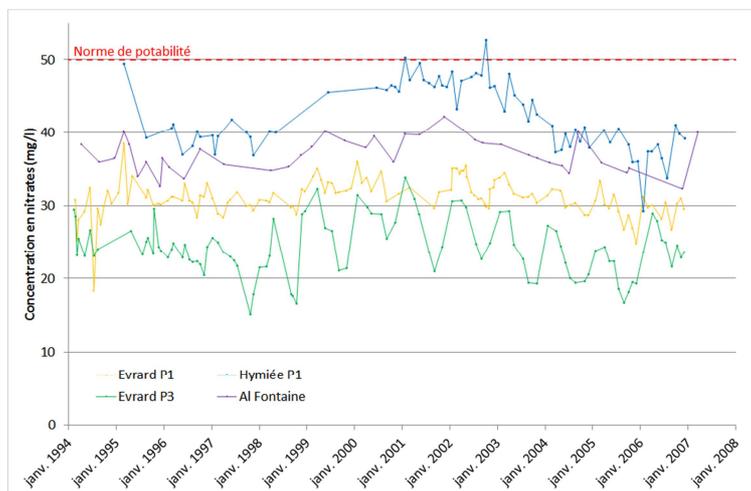


Figure V.8. Evolution de la teneur en nitrates dans quatre ouvrages de l'aquifère des calcaires du Fasnien

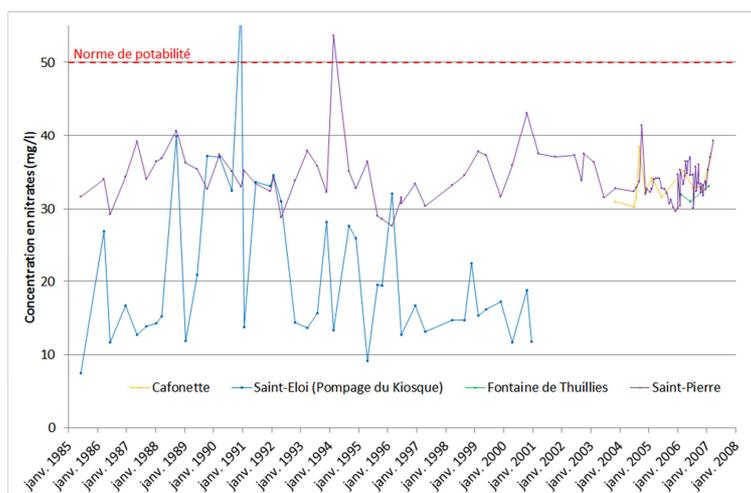


Figure V.9. Evolution de la teneur en nitrates dans quatre ouvrages de l'aquifère des calcaires du Givetien

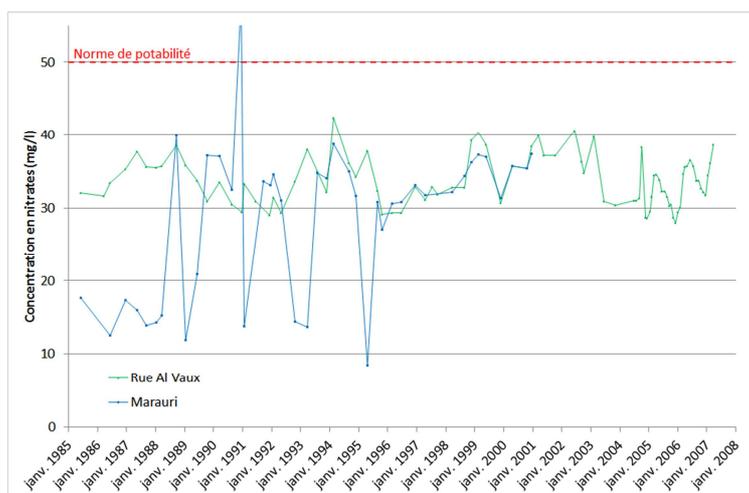


Figure V.10. Evolution de la teneur en nitrates dans deux ouvrages de l'aquifère de l'Eifelien

Dans les Tableaux V.1 à V.5, les teneurs en nitrates dans les différentes unités analysées sont comprises entre 17 et 46,2 mg/l. Ces valeurs sont inférieures aux normes de potabilité mais restent néanmoins non négligeables. Pour cette raison, les parties sud et sud-est de la planche sont répertoriées dans la zone vulnérable du « Sud Namurois » et la partie nord-ouest se situe dans la zone « Nord du Sillon de la Sambre et de la Meuse ». Les Figures V.6 à V.10 présentent les évolutions de la concentration en nitrates dans les eaux analysées. De manière générale, les concentrations restent inférieures à la norme de potabilité, quel que soit l'unité hydrogéologique. Dans les aquifères des calcaires du Frasnien et du Givetien, certains ouvrages présentent ponctuellement un dépassement de la norme. Une tendance à la diminution à partir de 2001 est remarquée uniquement dans l'aquifère des calcaires du Frasnien.

V.3. QUALITÉ BACTÉRIOLOGIQUE

Les ouvrages ci-dessous ont fait l'objet d'analyses bactériologiques. Les résultats disponibles sont présentés ci-dessous :

Ouvrages		Normes	Hymiée P1 14/03/1996	Evrard P1 14/03/1996	Evrard P3 03/04/1997	Berzée 05/10/2000	Claire Fontaine 22/06/1998	Les Vaux Prof : 8 m 28/11/2006	Thuillies 21/11/2006
Germes totaux à 22°C	Nbre/ml		3	0	20	300	240	86	20000
Germes totaux à 37°C	Nbre/ml		3	0	1	300	27	-	-
Coliformes totaux	Nbre/100 ml	0	0	0	0	300	0	0	21000
Coliformes fécaux	Nbre/100 ml	0	0	0	0	300	0	-	-
Streptocoques fécaux	Nbre/100ml		0	0	0	16	0	-	-
Entérocoques	Nbre/100ml	0	-	-	-	-	-	0	380
Escherichia Coli	Nbre/100ml	0	-	-	-	0	-	0	76
Clostridia-sulfito-réducteurs	Nbre/20 ml		0	0	0	0	0	-	-
			Aquifère des calcaires du Frasnien			Aquifère des calcaires du Givetien	Aquiclude à niv. aquifères Houiller	Aquitard de l'Eifelien	Aquitard à niv. aquifères du Dév. Inf.

Tableau V.6. Analyses bactériologiques des ouvrages prélevant dans l'aquifère des calcaires du Frasnien, l'aquifère des calcaires du Givetien, l'aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur et l'aquifère des sables de l'Eocène, et normes wallonnes de potabilité des eaux de distribution

Le Tableau V.6 présente les analyses bactériologiques dans les ouvrages implantés dans différentes unités hydrogéologiques. Seul l'aquifère des calcaires du Frasnien présente la meilleure qualité bactériologique. A contrario, l'ouvrage implanté dans l'aquitard à niveaux aquifères du Dévonien inférieur a une analyse bactériologique de mauvaise qualité, avec la présence de germes après incubation, d'entérocoques et d'Escherichia Coli.

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. La directive 98/8/CE, relative à la mise sur le marché des pesticides à usage agricole et des biocides, a été transposée en droit belge dans le Code de l'Eau, pour la RW (Décret 2004-187 du 26/02/04). D'autres substances sont également contrôlées, tels des hydrocarbures.

Sur cette carte, quelques ouvrages sont suivis par rapport à ces différents paramètres. Les substances les plus problématiques sont l'Atrazine et le Déséthyl Atrazine. L'évolution des concentrations en ces deux composés est reprise à la Figure V.11 pour trois de ces ouvrages. Dans « Hymiée P1 », la teneur en Déséthyl Atrazine dépassait de dix fois la norme en 2000. Depuis 2001, les teneurs tendent à diminuer et à passer sous la limite de potabilité (100 µg/l). L'atrazine a été interdite depuis septembre 2004.

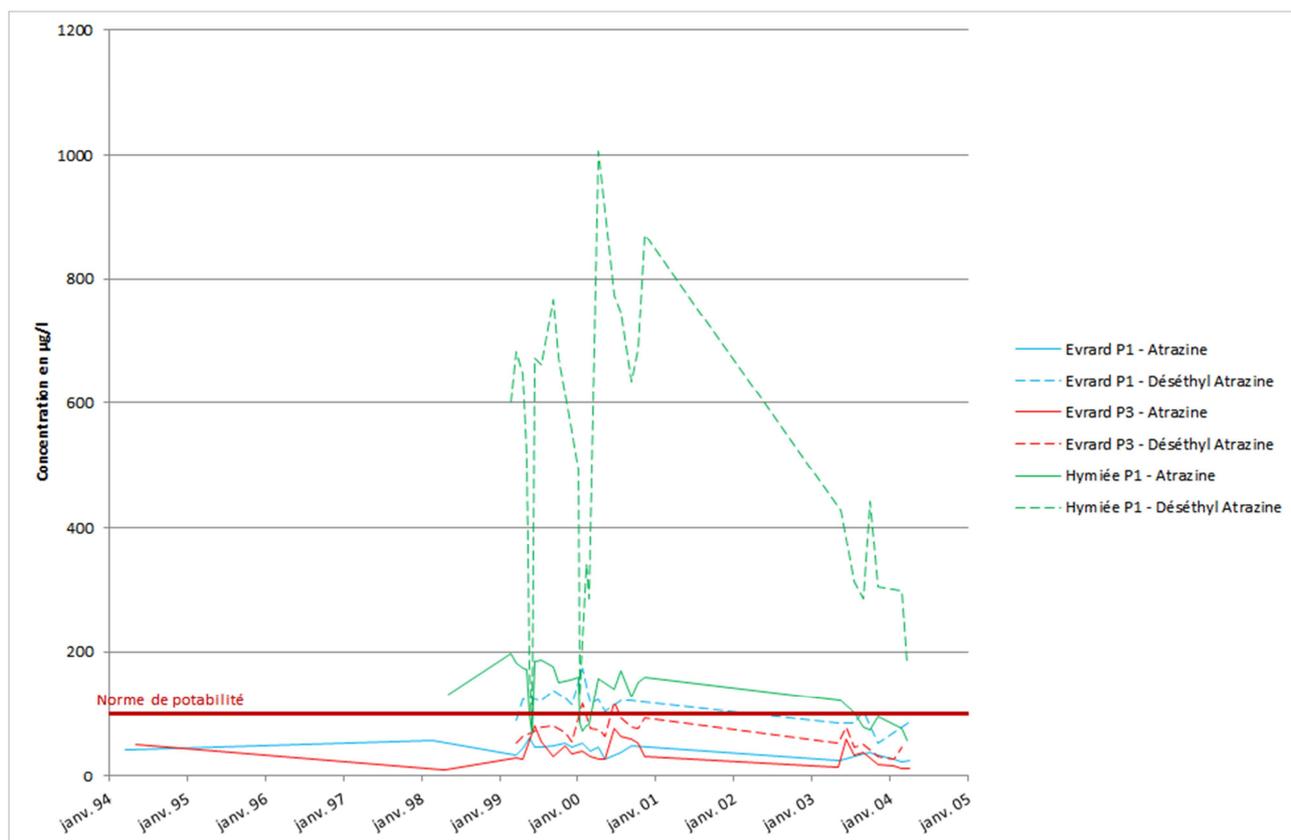


Figure V.11. Evolution des teneurs en Atrazine et en Déséthyl Atrazine dans les puits de captage « Evrard P1 », « Evrard P3 et « Hymiée P1 »

VI. EXPLOITATION DES AQUIFÈRES

Sur l'une des cartes thématiques de Gozée – Nalinnes « Carte des volumes prélevés » au 1/50 000, tous les ouvrages recensés et existants en novembre 2011, 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, désigné par sa couleur.

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 2009.

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. Ce déficit concerne principalement les petits exploitants et donc les petits volumes (inférieur à 3 000 m³/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 des volumes moyens prélevés sur la « Carte des volumes prélevés » correspond à la moyenne des cinq dernières années (2005-2009) (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 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 restées sans prélèvement pendant plusieurs années.

Sur la carte de Gozée – Nalinnes, l'aquifère le plus exploité est celui des calcaires du Frasnien. Sur la période 2005 à 2009, cet aquifère a fourni 87,5% (soit 1 389 632 m³/an) de la quantité d'eau moyenne annuelle prélevée sur la carte (voir Tableau VI.1). Les ouvrages qui exploitent cet aquifère sont « Evrard P1 », « Evrard P3 », « Hymiée P1 », situés à Gerpennes, de la SWDE, « Al Fontaine » de l'INASEP, et un puits industriel. Le Tableau VI.2 présente la répartition de prélèvement des différents ouvrages dans l'aquifère des calcaires du Frasnien.

Aquifère	<i>Volume prélevé(m³/an)</i>	<i>Pourcentage</i>
Aquifère des calcaires du Frasnien	1 389 632	87,55%
Aquifère des calcaires du Givetien	149 897	9,44%
Aquifère des sables de l'Eocène	23 731	1,50%
Aquitard de l'Eifelien	13 189	0,83%
Aquitard à niveaux aquifères du Dévonien inférieur	9 771	0,62%
Aquifère à niveaux aquicludes du Dévonien inférieur	577	0,04%
Aquifère des sables du Paléocène	343	0,02%
Unité indéterminée	63	0,00%
Aquiclude à niveaux aquifères du Houiller)	11	0,00%
TOTAL	1 587 184	100%

Tableau VI.1. Répartition des volumes prélevés sur la carte par aquifère (volume moyen prélevé sur la période 2005 à 2009)

Ouvrages	<i>Volume prélevé(m³/an)</i>	<i>Pourcentage</i>
Evrard P1 (SWDE)	776 440	55,87%
Evrard P3 (SWDE)	256 366	18,45%
Hymiée P1 (SWDE)	327 396	23,56%
Al Fontaine (INASEP)	26 670	1,92%
Hymiée (FPMS13660) (industriel)	2760	0,20%
TOTAL	1 389 632	100%

Tableau VI.2. Répartition de prélèvement d'eau des différents ouvrages sollicitant l'aquifère des calcaires du Frasnien (volume moyen prélevé sur la période 2005 à 2009)

D'après le Tableau VI.1, l'aquifère des calcaires du Givetien a fourni moins de 10% de la quantité d'eau moyenne annuelle prélevé sur la carte (période 2005 à 2009). Dans cet aquifère, le site de captage à Thy-le-Château de l'INASEP, constituée d'une source et d'une galerie, a prélevé en moyenne entre 2005 et 2009, 93 453 m³/an d'eau. Le reste est capté par des puits industriels et/ou privés.

L'aquifère des sables de l'Eocène est exploité essentiellement par un ouvrage de l'INASEP : un volume moyen de 23 662 m³/an d'eau a été prélevé entre 2005 et 2009. Cependant, une galerie de la SWDE exploitait cette unité jusqu'en 1999. Cet ouvrage prélevait environ 350 000 m³ en moyenne par an.

L'aquitard de l'Eifélien compte quatre puits privés et une source appartenant à l'INASEP. Cette dernière a prélevé 11 548 m³/an de volume moyen annuel dans cette unité entre 2005 et 2009. Un autre puits de l'INASEP prélevait environ 12 000 m³ par an en moyenne.

La plupart des puits de particuliers sont essentiellement localisés dans les terrains du Dévonien inférieur et du cénozoïque, qui occupent la majorité de la carte. Ces puits ne fournissent toutefois pas plus de 3 100 m³ par an, pour un total prélevé de 10 350 m³ pour la période de 2005 à 2009.

L'aquiclude à niveaux aquifères du Houiller n'est exploité que par un seul ouvrage de manière négligeable, sur la période 2005-2009. Cependant, une galerie appartenant à la SWDE exploitait jusqu'en 2002 cette unité hydrogéologique à raison d'environ 200 000 m³/an.

VII. PROSPECTION GÉOPHYSIQUE

Seule une zone de prospection géophysique a été réalisée dans les limites de la carte de Gozée – Nalinnes (voir Figure VII.1). Elle est située juste au sud de Gerpennes et est décrite succinctement ci-après.

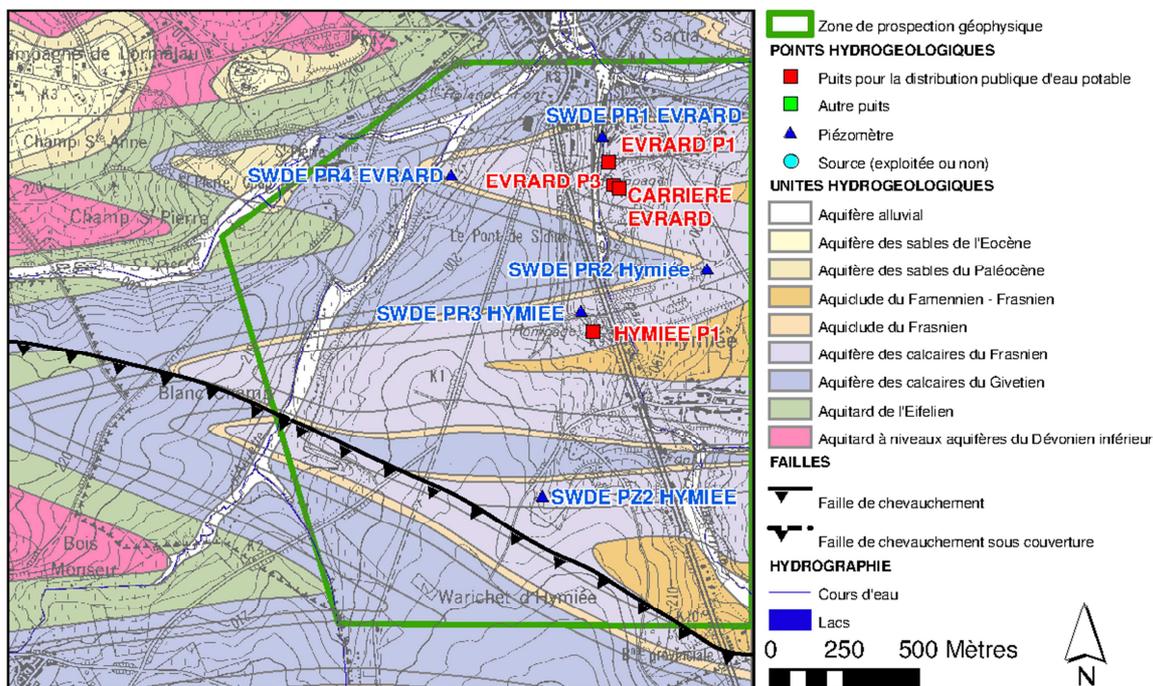


Figure VII.1. Localisation de la zone de prospection géophysique autour du site de « Evrard P1 », « Evrard P3 » et « Hymiée P1 »

Dans le cadre de la détermination des zones de prévention de la prise d'eau « Evrard P1 », « Evrard P3 » et « Hymiée P1 » le Bureau Conseil en Géologie a réalisé pour la SWDE, en 1998, une étude géophysique. Elle a permis de mettre en évidence la fracturation régionale et de trouver des emplacements adéquats pour le forage de sept puits de reconnaissance.

Lors de cette étude, 10 sondages électriques, 12 kilomètres de trainés électriques et 10 sondages sismiques ont été réalisés dans la zone de prospection géophysique. Ils ont permis de préciser la géologie dans cette zone et de mettre en évidence la fracturation régionale (orientation préférentielle : WNW-ESE et conjuguée : OSO-ENE)

VIII. PARAMÈTRES D'ÉCOULEMENT ET DE TRANSPORT

Les essais de pompage sont des tests fréquemment réalisés sur les puits dans divers types d'études (zones de prévention, études de risques ou d'incidence, nouveaux captages,...). Ils visent à quantifier l'efficacité de la circulation des eaux souterraines dans le sous-sol et permettent d'estimer précisément le débit que peut fournir un ouvrage. Les principaux paramètres calculés à partir des essais de pompage sont la conductivité hydraulique et la porosité efficace pour les nappes libres.

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,...).

Il existe quelques ouvrages pour lesquels sont disponibles des données hydrogéologiques précises concernant ces différents paramètres. Deux études*, effectuées par la SWDE sur son site de Gerpinnes – Carrière Evrard (voir Figure VII.1) fournissent les valeurs suivantes :

- Pour le P2, un seul essai a été entrepris et permet d'obtenir une transmissivité comprise entre $8,2 \cdot 10^{-5}$ et $1,2 \cdot 10^{-3}$ m²/s, ce qui, en considérant une épaisseur aquifère de 24 mètres, donne une perméabilité allant de $0,3 \cdot 10^{-5}$ à $5,8 \cdot 10^{-5}$ m/s. Le puits P2 devait avoir un débit tel que l'arrivée d'eau dans la carrière soit stoppé. Cet objectif n'ayant pas été atteint, le puits P3 a été foré.
- Pour le P3, trois essais par paliers (variation de la durée et du débit) ont été menés. Les valeurs de transmissivité varient entre $0,4 \cdot 10^{-3}$ à $3,8 \cdot 10^{-3}$ m²/s, et celles de perméabilité (épaisseur aquifère considérée : 38 mètres) entre $1 \cdot 10^{-5}$ et $1 \cdot 10^{-4}$ m/s.
- Pour les puits de reconnaissance, les perméabilités sont comprises entre $6,2 \cdot 10^{-5}$ et $9,1 \cdot 10^{-5}$ m/s.

* SWDE – Service des captages et des adductions de la Direction Régionale de Charleroi (1986) : Exécution d'un puits de reconnaissance P2 et d'un puits d'exploitation P3 à Gerpinnes.

SWDE – Service Protection des ressources et Captage (2003) : Réalisation de deux piézomètres (Pz1 et Pz2) à Gerpinnes dans le cadre de l'étude des zones de prévention des prises d'eau « Evrard P1 », « Evrard P3 » et « Hymiée P1 ». Rapport technique n°154.

- Pour les piézomètres, les perméabilités sont plus élevées et sont de l'ordre de $2 \cdot 10^{-4}$ m/s ; ces valeurs sont plus représentatives car, les piézomètres étant plus éloignés, ils permettent d'intégrer une plus grande surface aquifère.
- Les coefficients d'emmagasinement sont faibles pour une nappe libre (en moyenne : $3 \cdot 10^{-3}$).

Deux campagnes de traçage ont également été menées*. La première consistait en l'injection de traceurs au droit des quatre puits de reconnaissance et échantillonnage aux puits Evrard P1 et P3. Aucune arrivée de produit n'a été décelée ni au P1, ni au P3. Cette non-restitution peut s'expliquer soit par une migration vers les prises d'eau de manière trop diluée en raison des grandes distances en jeu (500 mètres), soit par une migration dans une direction différente.

La deuxième s'est limitée à l'injection de traceurs au PR1 et au PR3, et prise d'échantillons aux puits de production « Evrard P1 » et « Hymiée P1 ». Aucun résultat interprétable n'a pu être mesuré sur le puits « Hymiée P1 ». Toutefois, la restitution au puits « Evrard P1 » permet de tirer les conclusions suivantes :

- Les vitesses de transfert très faibles montrent l'influence de la Formation schisteuse de Nismes, rencontrée par le PR1, qui limite l'échange entre les aquifères calcaires givetiens et frasniens. Il faut préciser que l'injection s'est faite dans l'aquifère inférieur (Givetien) et la mesure dans l'aquifère supérieur (Frasnien).
- Les valeurs des paramètres de transport obtenues par calibration de la courbe de restitution sont une porosité efficace de 0,3% et une dispersivité longitudinale de 25 mètres pour les calcaires et de 50 mètres pour la Formation schisteuse de Nismes.

D'autres rapports ont porté sur les sites de la SWDE, appartenant auparavant à AquaSambre.

* SGS (2005) : Essai de traçage et modélisation mathématique dans le cadre de l'établissement des zones de prévention des prises d'eau de Gerpennes : « Evrard P1 », « Evrard P3 », « Evrard Exhaure » et « Hymiée P1 ». Rapport E571.

Le premier^{**}, situé au Bois Planté de Nalennes (centre de la planche), concerne les sables bruxelliens et la détermination des débits exploitables dans ces terrains. Les essais exécutés sur trois puits sont lacunaires et ne concluent que sur la possibilité de pomper un débit de 7 m³/an sur le meilleur d'entre eux.

Le deuxième rapport^{***} s'intéresse aux terrains du Massif de Chamborgneau (voir Figure VIII.1) et à l'interaction entre les schistes houillers et les calcaires carbonifères. Les essais de pompage et traçage sur le site se sont déroulés avec le Pz2 (Houiller) comme puits de pompage et le Pz1 (calcaire) comme piézomètre/point d'injection.

L'essai de pompage, à différents paliers de débit, montre que plus le débit augmente, plus la transmissivité décroît. Les valeurs passent effectivement de $T = 9,6 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$ (à un débit de 10 m³/h) à $T = 2,22 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$ (à un débit de 40 m³/h). Cela s'explique par le fait que l'augmentation de débit entraîne une augmentation du rayon d'influence du pompage, et donc une transmissivité de plus en plus influencée par les terrains houillers, beaucoup moins perméables que les calcaires. Toutefois, il n'existe pas de barrière hydrogéologique nette entre les deux nappes.

L'essai de traçage, avec injection d'une saumure, a été fortement perturbé par la pluie. On peut cependant observer que le traceur est parvenu rapidement au puits de pompage (environ 2 heures) et que les fortes précipitations ont une grande influence sur la nappe et, comme on se trouve dans un milieu intensément karstifié, sur le débit du ruisseau du Fonds des Haies.

^{**} ULB – Faculté des Sciences Appliquées – Service d'hydrogéologie (1998) : Rapport technique sur les puits N4, N5 et N6 de Nalennes (Bois Planté).

^{***} ULB – Faculté des Sciences Appliquées – Service d'hydrogéologie (2000) : Essais de pompage et traçage sur le puits F2 du Bois du Prince à Gerpinnes.

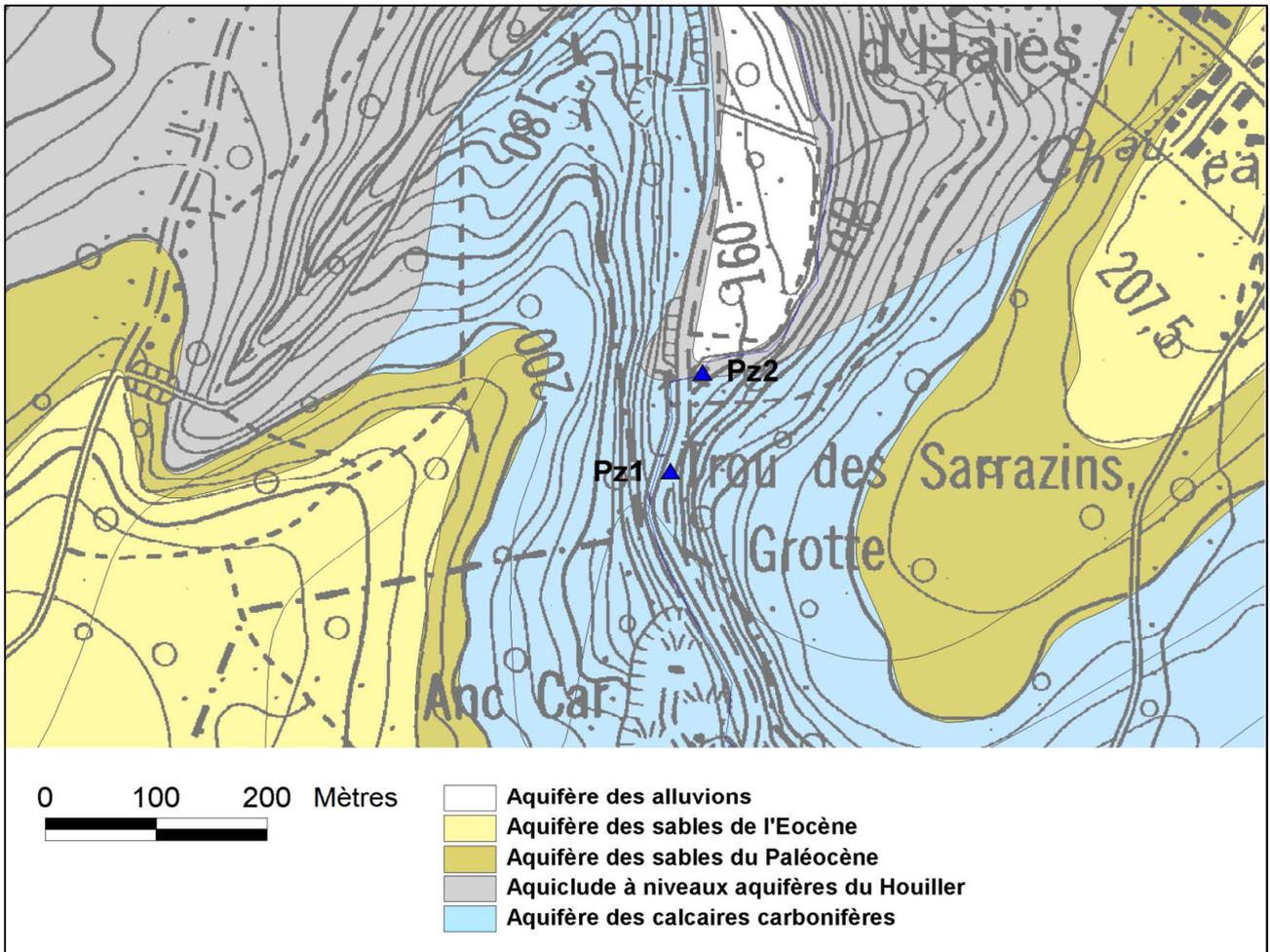


Figure VIII.1. Localisation de la zone d'étude du Massif de Chamborneau

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 l'aire géographique délimitée par la ligne située à 10 mètres 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 selon le critère des temps de transfert, la législation suggère de délimiter la zone IIa par une ligne située à une distance horizontale minimale de 35 mètres à partir des installations de surface,

* Livre II du Code de l'Environnement en Région Wallonne : Code de l'Eau – Partie réglementaire – Articles R154 à R169 voir le site web : <http://environnement.wallonie.be/legis/Codeenvironnement/codeeaucoordonne.htm>

dans le cas d'un puits, et par deux lignes situées à 25 mètres au minimum de part et d'autre de la projection en surface de l'axe longitudinal dans le cas d'une galerie.

- la zone de prévention éloignée (zone IIb) :

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

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

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

Zone III : 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'Arrête du Gouvernement Wallon du 12 février 2009*.

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

La Société Publique de Gestion de l'Eau (SPGE)* assure la gestion financière des dossiers concernant la protection des eaux potabilisables distribuées par réseaux, par le biais de contrats de service passés avec les producteurs d'eau. Pour financer les recherches relatives à la délimitation des zones de prévention et indemniser tout particulier ou toute société dont les biens doivent être mis en conformité avec la législation, une redevance de 0,107 € est prélevée sur chaque m³ fourni par les sociétés de distribution d'eau.

La 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/).

IX.2. ZONES DE PRÉVENTION PROPOSÉES, ARRÊTÉES OU À DÉFINIR AUTOUR DES CAPTAGES

A ce jour, il existe une zone de prévention arrêtée de manière officielle et onze sites en attente de définition de zone de prévention. Ces derniers sont signalés par un triangle noir sur la carte principale au 1/25 000 du poster A0 joint à cette notice.

IX.2.1. Zones de prévention arrêtées de « Evrard P1, P3, Carrière Evrard (exhaure) et Hymiée P1 »

Cette zone (voir Figure IX.1), située à l'est de la carte et sur la carte voisine 53/1-2 Biesme - Mettet, comprend trois captages qui exploitent l'aquifère des calcaires du Frasnien : « Evrard P1 », « Evrard P3 » et « Hymiée P1 ». L'ouvrage « Carrière Evrard (exhaure) » n'est plus en activité et la carrière est aujourd'hui noyée. La zone a été délimitée sur base du critère du temps de transfert, suite à l'élaboration d'un modèle mathématique ainsi que sur base des limites cadastrales. L'arrêté ministériel a été acté le 08 avril 2010 et publié au Moniteur le 04 mai de la même année. Il est consultable à l'adresse :

<http://environnement.wallonie.be/legis/EAU/easou192.htm>.

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

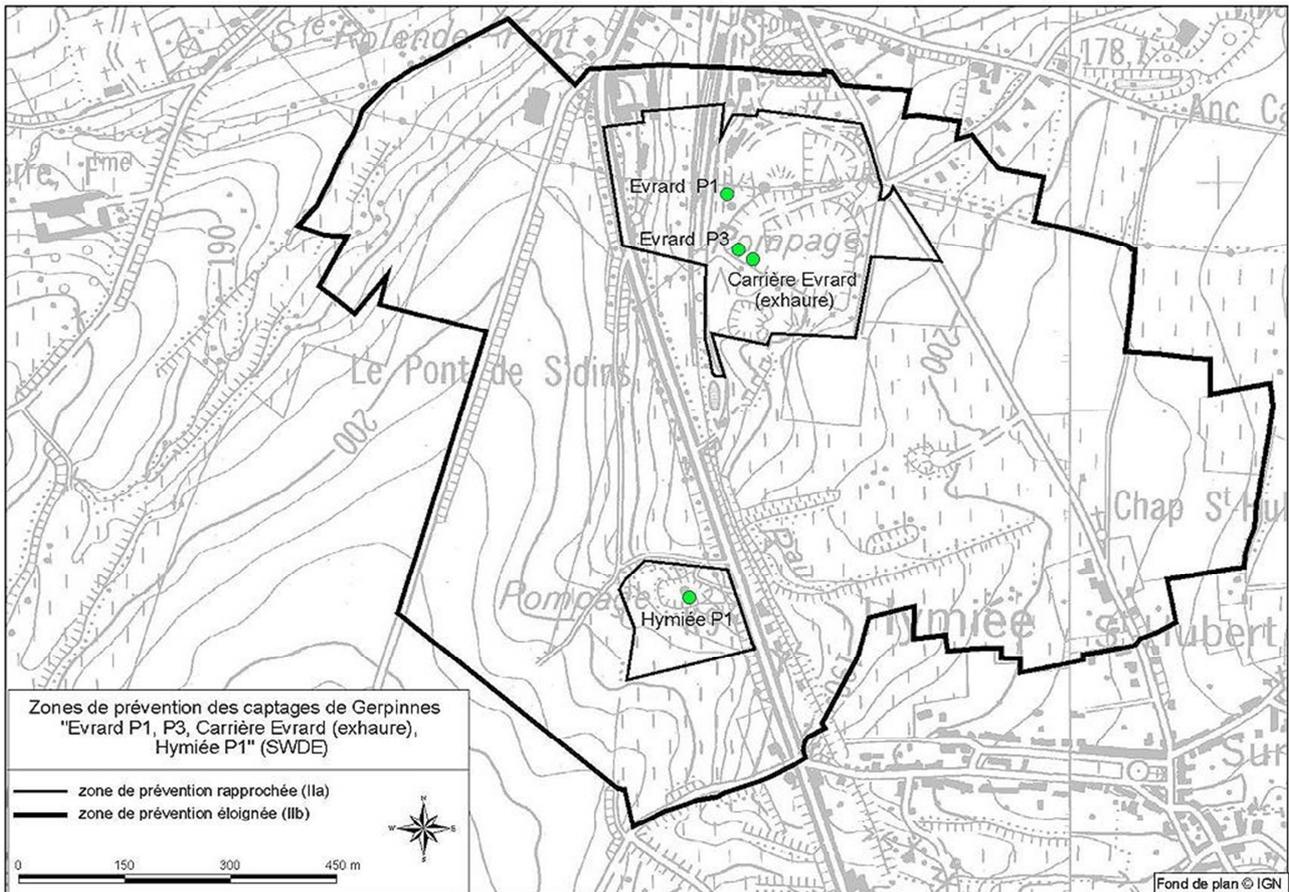


Figure IX.1. Zone de prévention arrêtée de « Evrard P1, P3, Carrière Evrard (exhaure) et Hymiée P1 »

IX.2.2. Zone de prévention en attente de définition

Les sites de captage de la SWDE en attente de définition de zone de prévention sont :

- le puits BOIS PLANTE N2 ;
- la galerie BULTIA ROUTE DE PHILIPPEVILLE ;
- le puits BOIS HAIE MONSIEUR ;
- la galerie CLAIRE FONTAINE.

Les sites de captage de l'INASEP en attente de définition de zone de prévention sont :

- la source SAINT-ELOI (POMPAGE DU KIOSQUE) ;
- la galerie SAINT PIERRE ;
- le puits CAFONETTE ;
- la source RUE AL VAUX ;

- la source AL FONTAINE ;
- le puits MARAURI ;
- le puits FERME.

X. MÉTHODOLOGIE DE L'ÉLABORATION DE LA CARTE HYDROGÉOLOGIQUE

Le présent chapitre reprend les principales sources d'informations géologiques, hydrologiques et hydrogéologiques utilisées. Elle décrit également l'utilisation de ces données, l'encodage et l'interprétation qui a été faite, permettant la réalisation de la carte hydrogéologique de Wallonie 52/3-4 Gozée – Nalines et de sa notice explicative. La structure du poster, au format A0 est également présentée.

X.1. ORIGINE DES DONNEES

X.1.1. Données géologiques

La carte géologique servant de base à la carte hydrogéologique est celle établie par B. Delcambre et J.-L. Pingot (éditée en 2000 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.

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 (CWEPESS). Ces données sont importées dans la carte, en les distinguant entre puits naturels, pertes, sources ou crons.

X.1.2. Données météorologiques et hydrologiques

Sur la carte 52/3-4 Gozée – Nalines, il existe une station limnimétrique (L7711 Jamioulx) et une station climatique (Gerpennes) appartenant au SETHY.

Ces stations sont figurées sur la carte principale au 1/25 000 du poster A0.

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, 282 ouvrages ont été encodés. La plupart de ces ouvrages ont été visités sur le terrain. Pour la plupart, leur position géographique a pu être corrigée, leurs type et profondeur ont pu être déterminés et une mesure de niveau d'eau a été réalisée lorsque c'était possible (tête de puits accessible). Le travail d'enquête auprès des habitants de la région permet aussi d'obtenir d'autres renseignements concernant les ouvrages.

Au final, après mise à jour, 224 ouvrages ont été recensés en 2011 et reportés sur la carte hydrogéologique 52/3-4 Gozée – Nalinnes. Cet ensemble est constitué de 11 puits pour la distribution publique d'eau potable, 111 puits possédant une autorisation d'exploitation, 3 puits sur galerie par gravité, 86 points où des mesures piézométriques seraient praticables* (piézomètres ou puits) et 13 sources (exploitées ou non).

X.1.3.2. Données piézométriques

Au cours de la campagne de mesure en 2006 – 2007, 139 ouvrages ont été recensés sur le terrain, et 73 d'entre eux ont permis d'effectuer des relevés piézométriques et sont figurés sur la carte principale du poster A0. Toutes les mesures réalisées sur le terrain ont été encodées dans la base de données hydrogéologiques BD Hydro.

Sur la carte principale du poster A0, ces mesures ponctuelles sont reportées :

Unité hydrogéologique	<i>Nombre de mesures reportées</i>
Aquifère alluviale	3
Aquifère des sables de l'Eocène	11
Aquifère des sables du Paléocène	2
Aquiclude à niveaux aquifères du Houiller	4
Aquifère des calcaires du Carbonifère	1
Aquifère des grès du Famennien	2
Aquiclude du Famennien – Frasnien	2
Aquifère des calcaires du Frasnien	2
Aquifère des calcaires du Givetien	11
Aquitard de l'Eifelien	7
Aquifère à niveaux aquicludes du Dévonien inférieur	10
Aquitard à niveaux aquifères du Dévonien inférieur	17
Unité hydrogéologique indéterminée	1

Tableau X.1. Nombre de mesures reportées sur la carte principale du poster A0

* Il n'est pas toujours possible d'effectuer une mesure du niveau d'eau. Certains ouvrages existent sur la carte mais ils ne sont pas toujours visibles (enfoui dans le sol, propriétaire absent, ...). Le fait de ne pas trouver un ouvrage sur le terrain ne signifie pas qu'il n'existe pas.

X.1.3.3. Données hydrochimiques

Les données hydrochimiques proviennent, pour la plupart, directement par la SWDE et l'INaSeP, ou indirectement par la banque de données CALYPSO (Qualité des Eaux Potabilisables et Souterraines) de la Région Wallonne. Sont présentées les analyses les plus complètes et les plus récentes possibles. La qualité est ensuite discutée et comparée entre les différentes unités hydrogéologiques.

X.1.3.4. Données hydrodynamiques

Quelques données et considérations hydrodynamiques ont été reprises de la première version de cette notice. Elles proviennent des rapports techniques de la SWDE (site de Evrard P1, Evrard P3 et Hymieé P1 à Gerpinnes, site du Bois Planté à Nalinnes, site du Fond des Haies à Jamioulx).

X.1.3.5. Autres données

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

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 chargées de la réalisation des 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 la géologie telles que les descriptions de logs de forage et d'autres données administratives 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 GeoDataBase (GDB). 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.

* Direction générale opérationnelle Agriculture, Ressources naturelles et Environnement. Département de l'Etude du Milieu naturel et agricole - Direction de l'Etat environnemental. Coordination Géomatique et Informatique. Avenue Prince de Liège 15 - B-5100 Jambes, Belgique

X.3.1. Carte hydrogéologique principale

La carte principale comprend plusieurs couches d'information :

- le fond topographique de la carte IGN au 1/10 000 ;
- le réseau hydrographique ;
- les formations 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 à la Région Wallonne ;
 - 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 stations limnimétriques et climatiques ;
- les cotes piézométriques ponctuelles pour les différentes unités hydrogéologiques rencontrées, avec la date de la mesure ;
- les phénomènes karstiques ponctuelles : perte, puits naturel, résurgence ou cron ;
- les écoulements karstiques reconnus par traçage ;
- 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 de couverture des nappes

Cette carte localise différents sites pour lesquels des données quantitatives ou qualitatives existent (analyses chimiques, essais de pompage, essais de traçages, diagraphie). Les zones de prospection géophysique sont également représentées. Elle reprend l'extension des zones vulnérables aux nitrates du « Sud Namurois » et du « Nord du sillon de la Sambre et de la Meuse ». Le caractère de couverture des différentes nappes rencontrées est également figuré.

X.3.3. Cartes des volumes d'eau prélevés

Cette carte situe l'ensemble des ouvrages recensés et existants en 2011 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 2009 par les captages des sociétés de distribution d'eau représentées par des pastilles rouges de diamètre proportionnel aux débits captés ;
- les volumes déclarés pour l'année 2009 par les puits privés exploités par des particuliers ou des industries représentées par des pastilles vertes de diamètre proportionnel aux débits captés ;
- les volumes moyens prélevés, correspondant à la moyenne des cinq dernières années (2005-2009) (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 nouvelle carte Gozée – Nalinnes de B. Delcambre et J.-L. Pingot, dressée en 2000.

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 de B. Delcambre et J.-L. Pingot, sur laquelle 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) : Site des prises d'eau de Gerpinnes SWDE - Etude géophysique. Dossier 98037. 46 pages + annexes. Bureau Conseil en Géologie.
- **Boulvain, F. et Pingot, J.-L.** (2008) : Introduction à la géologie de la Wallonie, 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., VanWittenberge, 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 Synclineau), livrable D.5.11 – Partie MESO RWM022 et RWM023, Convention RW et SPGE-Aquapôle.
- **Brouyère, S., Gesels, J., Jamin, P., Robert, T., Thomas, L., Dassargues, A., Bastien, J., VanWittenberge, 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 Synclineau), livrable D.3.123 – Partie MESO RWM012, Convention RW et SPGE-Aquapôle.
- **Brouyère, S., Gesels, J., Jamin, P., Robert, T., Thomas, L., Dassargues, A., Bastien, J., VanWittenberge, 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 Synclineau), livrable D.2.21 – Partie MESO RWM021, Convention RW et SPGE-Aquapôle
- **De Broyer C., Thys G. et Fairon J.**, (1995) : Atlas du Karst Wallon - Inventaire cartographique des sites karstiques et des rivières souterraines, Province du Hainaut (partie orientale). DGRNE – CWPSS 487 p.
- **Delcambre B., Pingot J.-L.**, (2000) : Carte géologique et notice explicative de la carte 52/3-4 Gozée – Nalinnes. Ministère de la Région Wallonne.
- **Foucault A., Raoult J.-F.** (2005): Dictionnaire de Géologie, 6ème édition, Edition Dunod ;
- **Gogu, R.-C.** (2000) : Advances in Groundwater protection strategy using vulnerability mapping and hydrogeological GIS databases, Thèse de doctorat, Université de Liège.

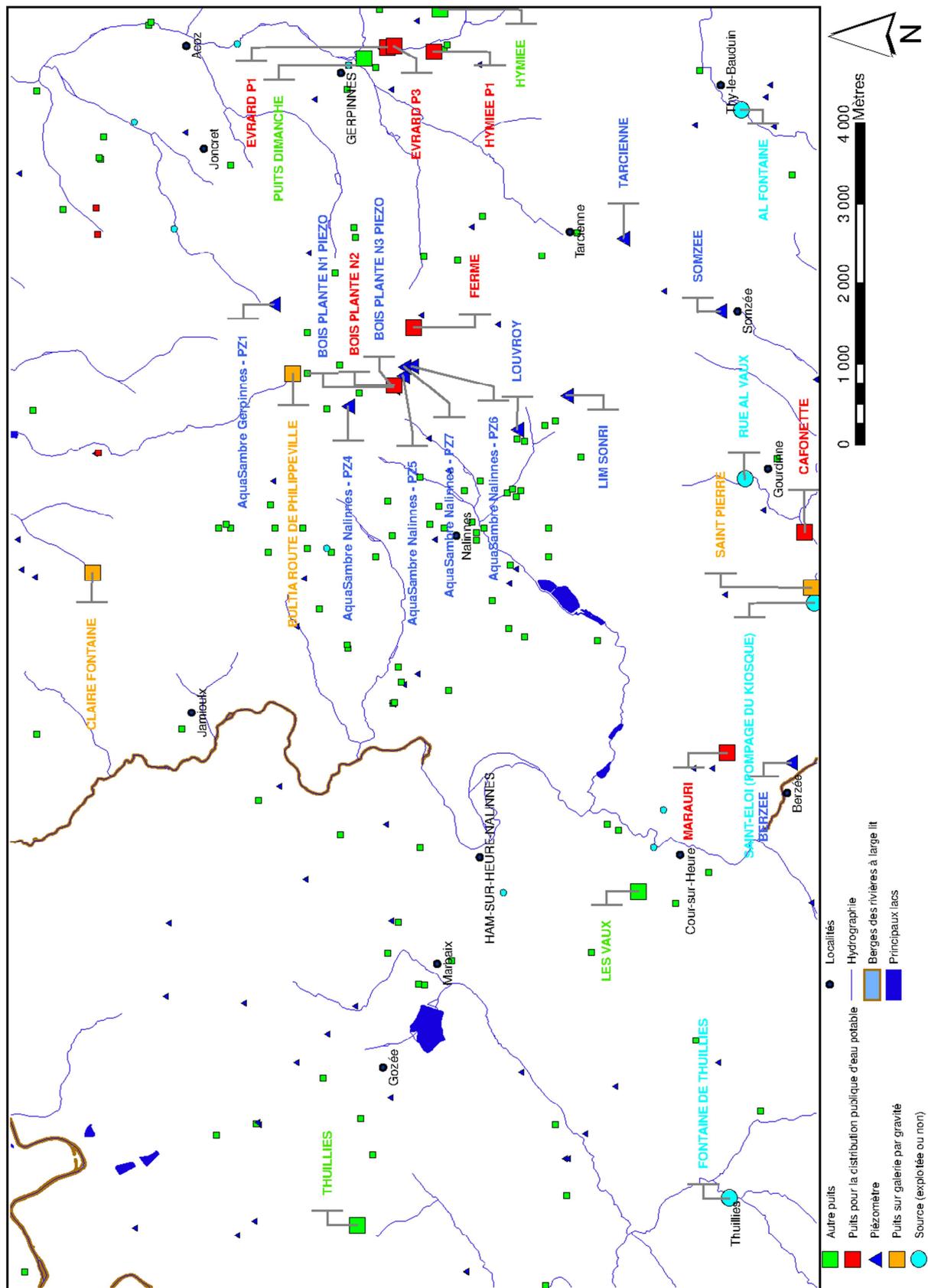
- **Gogu, R.-C. Carabin G., Hallet V., Peters V., Dassargue A.** (2001) : GIS-based hydrogeological databases and groundwater modelling, Hydrogeology Journal (2001) 9 : 555-569.
- **Habils, F.** (2007) : Carte hydrogéologique de Wallonie et notice explicative. Planche de Merbes-le-Château – Thuin (52/1-2) au 1/25 000. Faculté Polytechnique de Mons
- **Habils, F.** (2003) : Carte hydrogéologique de Wallonie et notice explicative. Planche de Gozée – Nalinnes (52/3-4) au 1/25 000. Faculté Polytechnique de Mons
- **Hennebert, M.** (2008) Carte géologique de Wallonie et notice explicative. Planche de Merbes-le-Château – Thuin (52/1-2) au 1/25 000, éditée par le Service Public de Wallonie, Direction générale opérationnelle Agriculture, Ressources naturelles et Environnement, Jambes ;
- **SPW – DGARNE Observatoire des eaux souterraines, Direction de la Coordination Informatique, Direction des eaux souterraines** (Mars 2012 : Etat des nappes d'eau souterraine de la Wallonie. Onzième année ;
- **Rodier, J. et al.** (2009) : L'analyse de l'eau. 9^{ème} édition. Dunod.
- **SGS** (2005) : Essai de traçage et modélisation mathématique dans le cadre de l'établissement des zones de prévention des prises d'eau de Gerpennes : « Evrard P1 », « Evrard P3 », « Evrard Exhaure » et « HymiéeP1 ». Rapport E571. 46 pages
- **SPW – Direction Générale « Agriculture, Ressource naturelle & Environnement** (2010). Etat des lieux de la masse d'eau souterraine RWM022 « Calcaires et grès du bassin de la Sambre » - District hydrographique international de la Meuse. Version 1.12. 25 p.
- **SWDE – Service des captages et des adductions de la Direction Régionale de Charleroi** (1986) : Exécution d'un puits de reconnaissance P2 et d'un puits d'exploitation P3 à Gerpennes. 11 pages + annexes.
- **SWDE – Service Protection des ressources et Captage** (2003) : Réalisation de deux piézomètres (Pz1 et Pz2) à Gerpennes dans le cadre de l'étude des zones de prévention des prises d'eau 3Evrard P1 », « Evrard P3 » et « Hymiée P1 ». Rapport technique n°154. 12 pages + annexes.
- **ULB – Faculté des Sciences Appliquées – Service d'hydrogéologie** (1997) : Rapport technique sur les puits de Nalinnes et de Fontaine l'Evêque. 3 pages + annexes.

- **ULB – Faculté des Sciences Appliquées – Service d’hydrogéologie** (1997) : Rapport de synthèse sur l’étude de l’aquifère calcaire de Jamioulx et de sa protection. 7 pages.
- **ULB – Faculté des Sciences Appliquées – Service d’hydrogéologie** (1998) : Rapport technique sur les puits de Gerpinnes (Bois du Prince). 3 pages + annexes.
- **ULB – Faculté des Sciences Appliquées – Service d’hydrogéologie** (1998) : Rapport technique sur les puits N4, N5 et N6 de Nalinnes (Bois Planté). 3 pages + annexes
- **ULB – Faculté des Sciences Appliquées – Service d’hydrogéologie** (2000) : Essais de pompage et traçage sur le puits F2 du Bois du Prince à Gerpinnes. 28 pages + annexes
- **Wojda P., Dachy M., Popescu C., Ruthy I. et Gardin N.** (2006) : Manuel d’utilisation de la banque de données hydrogéologiques de la Région Wallonne, inédit, 44 p.
- Portail environnement de Wallonie : <http://environnement.wallonie.be>.
- Nitrawal : <http://www.nitrawal.be>
- Etat des nappes d’eau souterraine de la Wallonie : <http://environnement.wallonie.be/de/eso/atlas/>
- Site des zones de prévention des captages de Wallonie approuvées par arrêté ministériel : http://environnement.wallonie.be/zones_prevention/

ANNEXE 1. GLOSSAIRE DES ABRÉVIATIONS

- AGW : Arrêté du Gouvernement Wallon
- ArGEnCO – GEO³ : Architecture, Géologie, Environnement et Constructions – Géotechnologies, Hydrogéologie, Prospection Géophysique
- DCENN : Direction des Cours d'Eau Non Navigables
- DGARNE : Direction Générale opérationnelle de l'Agriculture, des Ressources Naturelles et de l'Environnement
- FPMs. : Faculté Polytechnique de Mons
- FUNDP : Facultés Universitaires Notre-Dame de la Paix de Namur
- IGN : Institut Géographique National
- INaSeP : Intercommunale Namuroise de Services Publics
- IRM : Institut Royal Météorologique
- LQ : Limite de Quantification
- Ma : Millions d'années
- MB : Moniteur Belge
- PGDA : Programme de Gestion Durable de l'Azote
- SETHY : Service d'Etudes Hydrologiques (de la Direction générale opérationnelle de la Mobilité et des Voies hydrauliques)
- SGB : Service Géologique de Belgique
- SPGE : Société Publique de Gestion de l'Eau
- SPW : Service Public de Wallonie
- SWDE : Société Wallonne des Eaux
- ULg : Université de Liège
- UMons : Université de Mons

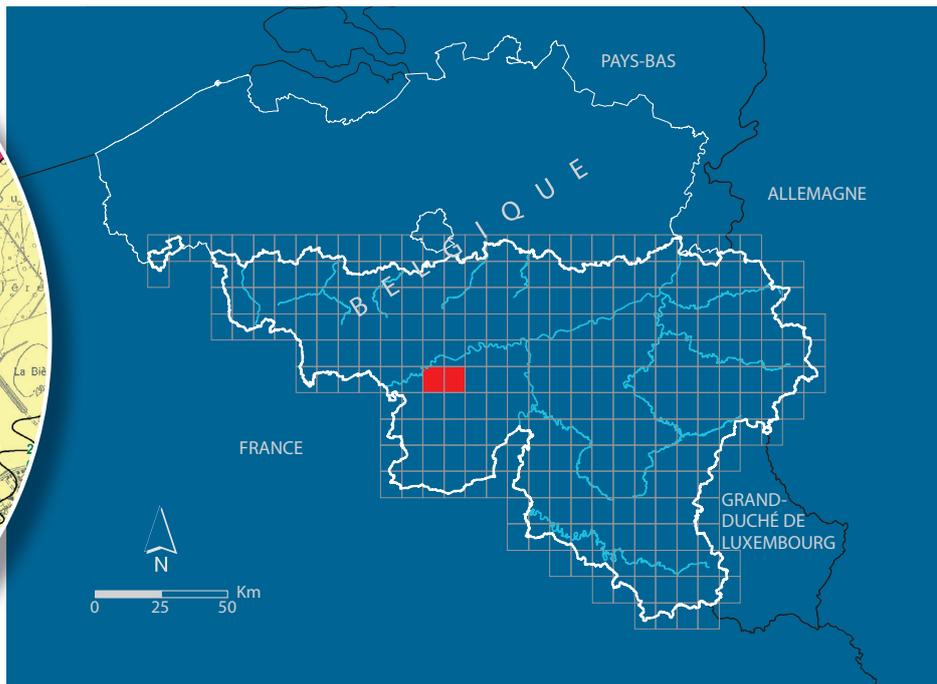
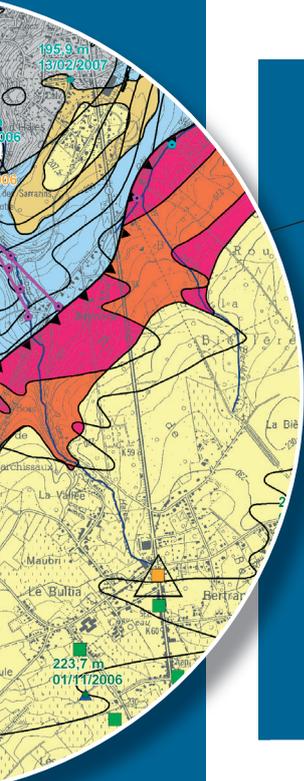
ANNEXE 2. CARTE DE LOCALISATION



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)
BERZEE	152580	108501	157,5	Puits foré	5,9
PUITS DIMANCHE	161388	113797	182,5	Puits foré	30
SOMZEE	158226	109372	220	Puits traditionnel	9,45
TARCIENNE (<i>rebouché</i>)	159135	110575	236	Puits foré	-
LIM SONRI	157170	111277	219	Puits foré	2,68
AQUASAMBRE PZ1 GERPINNES	158310	114915	227,81	Puits foré	26
BOIS PLANTE N1 PIEZO	157314	113441	230	Puits foré	20
BOIS PLANTE N2 PIEZO	157306	113456	230	Puits foré	28
BOIS PLANTE N3 PIEZO	157290	113448	230	Puits foré	20
AQUASAMBRE NALINNES PZ4	157032	113992	227,63	Puits foré	20
AQUASAMBRE NALINNES PZ5	157420	113307	231,15	Puits foré	29
AQUASAMBRE NALINNES PZ6	157334	113200	233,83	Puits foré	26,5
AQUASAMBRE NALINNES PZ7	157532	113297	233,05	Puits foré	26
LOUVROY	156750	111890	223,8	Puits foré	39,25
BULTIA ROUTE DE PHILIPPEVILLE	157442	114674	230	Galerie	-
CLAIRE FONTAINE	154945	117162	170	Galerie	-
EVARD P1	161529	113503	183,4	Puits traditionnel	7,5
EVARD P3	161545	113423	183,43	Puits foré	61,2
HYMIEE P1	161475	112925	187,1	Puits traditionnel	11
SAINT PIERRE	154759	108248	163	Galerie	-
FONTAINE DE THULLIES	147118	109262	145	Source	-
LES VAUX	150963	110387	195	Puits foré	50
THULLIES	146787	113873	195	Puits traditionnel	4,3
FERME	158015	113174	232	-	-
AL FONTAINE	150820	108245	157,5	Puits traditionnel	-
CAFONETTE	155453	108325	170	Puits foré	60
SAINT-ELOI (POMPAGE DU KIOSQUE)	154567	108210	205	Source	-
RUE AL VAUX	156120	109070	198	Source	-

Nom de l'ouvrage	<i>X (m)</i>	<i>Y (m)</i>	<i>Zsol (m)</i>	<i>Type d'ouvrage</i>	<i>Profondeur (m)</i>
MARAURI	152698	109294	202	Puits traditionnel	4
HYMIEE	161564	112759	192,5	Puits foré	-



SPW | Éditions, CARTES

Dépôt légal : D/2011/12.796/5 – ISBN : 978-2-8056-0096-8

Editeur responsable : Claude DELBEUCK, DGARNE,
15, Avenue Prince de Liège – 5100 Jambes (Namur) Belgique

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