

Notice explicative

CARTE HYDROGÉOLOGIQUE DE WALLONIE

Echelle : 1/25 000



Photos couverture © SPW-DGARNE(DGO 3)

Fontaine de l'ours à Andenne

Forage exploité

Argillère de Celles à Houyet

Puits et sonde de mesure de niveau piézométrique

Emergence (source)

Essai de traçage au Chantoir de Rostenne à Dinant

Galerie de Hesbaye

Extrait de la carte hydrogéologique Binche – Morlanwelz



BINCHE – MORLANWELZ

46/5-6

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

Université de Mons
Rue de Houdain, 9 - B-7000 Mons (Belgique)



NOTICE EXPLICATIVE

2017

Première version : Avril 2010
Actualisation partielle : Janvier 2017

Dépôt légal – D/2017/12.796/14- ISBN : 978-2-8056-0240-5

SERVICE PUBLIC DE WALLONIE

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

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

TABLE DES MATIÈRES

Table des matières	1
Avant-propos	4
I. Introduction	6
II. Cadre géographique, géomorphologique et hydrographique.....	7
III. Cadre géologique	9
III.1. Cadre géologique régional	9
III.2. Cadre géologique de la carte	13
III.2.1. Cadre litho-stratigraphique	13
III.2.2. Cadre structural.....	19
IV. Cadre hydrogéologique	21
IV.1. Description des unités hydrogéologiques	21
IV.1.1. Aquitard à niveaux aquifères du Dévonien inférieur	21
IV.1.2. Aquifère à niveaux aquicludes du Dévonien inférieur	23
IV.1.3. Aquifère des calcaires du Carbonifère.....	23
IV.1.4. Aquiclude à niveaux aquifères du Houiller.....	23
IV.1.5. Aquiclude de remplissage du Hainaut	23
IV.1.6. Aquiclude des marnes du Turonien	24
IV.1.7. Aquifère des craies du Crétacé	24
IV.1.8. Aquifère des sables du Paléocène	25
IV.1.9. Aquiclude – aquitard des argiles de l'Eocène	25
IV.1.10. Aquifère des sables de l'Eocène	26
IV.1.11. Aquitard limoneux	26
IV.1.12. Aquifère alluvial.....	26
IV.1.13. Nappe des remblais	26
IV.2. Description de l'hydrogéologie régionale	27
IV.2.1. Aquifère à niveaux aquicludes du Dévonien inférieur	27
IV.2.2. Aquifère des craies du Crétacé	28
IV.2.3. Aquifères des sables de l'Eocène et du Paléocène	34
IV.2.4. Aquiclude à niveaux aquifères du Houiller.....	37
IV.3. Coupes hydrogéologiques.....	38
IV.4. Caractere de la couverture des nappes.....	39
IV.5. Carrieres	40
V. Cadre hydrochimique.....	41
V.1. Caractéristiques hydrochimiques des eaux.....	41
V.1.1. Aquifère des craies du Crétacé	41
V.1.2. Aquifère des sables de l'Eocène	44
V.1.3. Aquitard à niveaux aquifères et Aquifère à niveaux aquicludes du Dévonien inférieur	46

V.2.	Problematique des nitrates	47
V.2.1.	Aquifère des craies du Crétacé	48
V.2.2.	Aquifère des sables de l'Eocène	50
V.2.3.	Aquitard à niveaux aquifères du Dévonien inférieur	52
V.3.	Qualité bactériologique	53
V.3.1.	Aquifère des craies du Crétacé	53
V.3.2.	Aquifère à niveaux aquicludes du Dévonien inférieur	53
V.4.	Autres paramètres	54
VI.	Exploitation des aquiferes	55
VI.1.	Aquifère des craies du Crétacé	56
VI.2.	Aquifère des sables de l'Eocène	57
VI.3.	Unités hydrogéologiques du Dévonien inférieur	59
VII.	Etudes géophysiques	61
VII.1.	Zone de prospection géophysique d'Estinnes-au-Val	61
VII.2.	Zone de prospection géophysique de Saint-Vaast – Joris	62
VII.3.	Zone de prospection géophysique de Strepv Mortier et diagraphies sur « Mortier P2 » 62	
VII.4.	Zone de prospection géophysique de La Guinguette.....	63
VII.5.	Zones de prospection géophysique de TRIVIERES	64
VII.6.	Diagraphie La Garenne – captage de Boussoit	64
VIII.	Parametres d'écoulement et de transport	65
VIII.1.	Aquifère des craies du Crétacé	67
VIII.2.	Aquifère des sables de l'Eocène	73
VIII.3.	Synthèse	74
IX.	Zones de protection.....	76
IX.1.	Cadre légal.....	76
IX.2.	Zones de prévention arrêtées autour des captages.....	78
IX.2.1.	Zone de prévention arrêtée d'Estinnes-au-Val P1	79
IX.2.2.	Zone de prévention arrêtée de Saint-Vaast-Joris	80
IX.2.3.	Zone de prévention arrêtée de La commanderie G1	81
IX.2.4.	Zone de prévention arrêtée de Lobbes G2	82
IX.2.5.	Zone de prévention arrêtée du site Les Fonds de Bray	83
IX.2.6.	Zone de prévention arrêtée de Berger.....	84
IX.2.7.	Zone de prévention arrêtée de Trichon G1, G2 et Source S5.....	85
IX.3.	Zones de Prévention a définir autour des captages.....	86
X.	Méthodologie de l'élaboration de la carte hydrogéologique.....	87
X.1.	Origine des données.....	87
X.1.1.	Données géologiques et connexes.....	87
X.1.2.	Données météorologiques et hydrologiques.....	87
X.1.3.	Données hydrogéologiques.....	88

X.2.	Methodologie de construction de la carte.....	90
X.2.1.	Base de données hydrogéologiques	90
X.2.2.	Construction de la carte hydrogéologique	90
X.3.	Présentation du poster A0	91
X.3.1.	Carte hydrogéologique principale	91
X.3.2.	Carte des informations complémentaires et du caractère de couvertures des nappes	92
X.3.3.	Carte des volumes prélevés	92
X.3.4.	Carte des isohypses.....	92
X.3.5.	Tableau de correspondance 'Géologie – Hydrogéologie'	93
X.3.6.	Coupes hydrogéologiques.....	93
XI.	Bibliographie	94
Annexe 1.	Glossaire des abréviations.....	99
Annexe 2.	Carte de localisation	100
Annexe 3.	Coordonnées géographiques des ouvrages cités dans la notice.....	101
Annexe 4.	Tables des illustrations	103
	Liste des figures.....	103
	Liste des tableaux.....	105

AVANT-PROPOS

La réalisation de la carte hydrogéologique de Binche – Morlanwelz 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 – DGO 3). Quatre équipes universitaires collaborent à ce projet : l'Université de Namur (UNamur), la Faculté Polytechnique de l'Université de Mons (UMons) et deux départements de l'Université de Liège (ArGEnCO-GEO³-Hydrogéologie & Géologie de l'Environnement, et Sciences et Gestion de l'Environnement, ULg-Campus d'Arlon).

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

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.

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, trois cartes thématiques au 1/50 000, une coupe hydrogéologique, 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.

La carte a été réalisée en 2010 par Ir. Sylvie Roland et Ir. Julie Bastien et révisée en 2014 par Ir. Sylvie Roland. Le projet a été supervisé à la FPMs – UMons par Ir. Alain Rorive (Professeur

chargé du cours d'hydrogéologie). La révision porte sur une actualisation partielle des données, notamment les volumes d'eau prélevés et les zones de prévention. De même, le tableau de correspondance géologie – hydrogéologie a été actualisé.

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

I. INTRODUCTION

La région couverte par la planche 46/5-6 Binche – Morlanwelz se situe dans la Province du Hainaut entre Mons et Charleroi (Figure I-1).

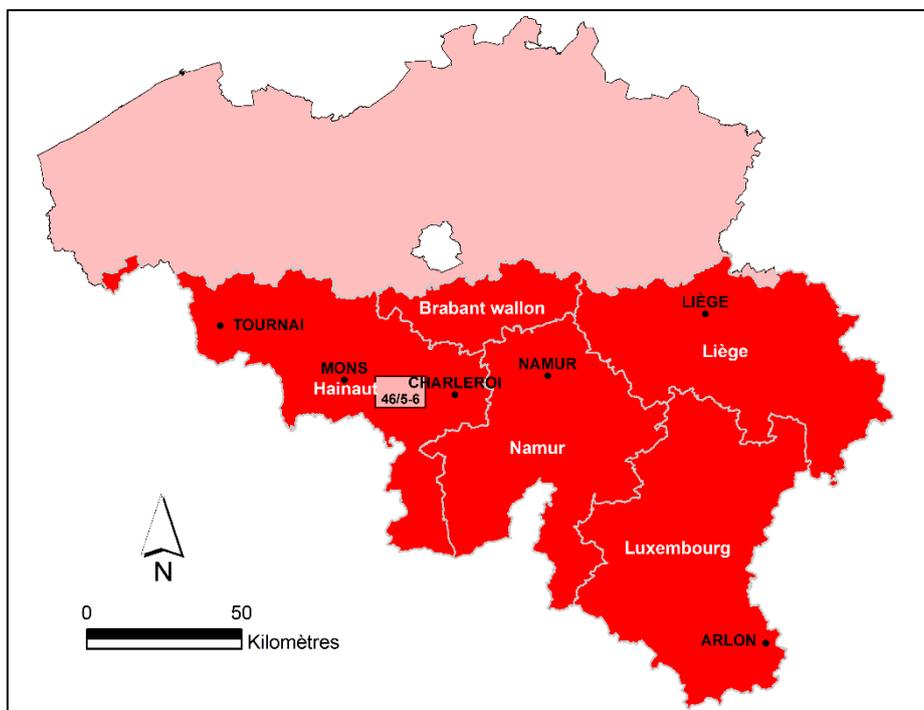


Figure I.1. Localisation de la carte 46/5-6 Binche-Morlanwelz

Le principal aquifère se loge dans les craies du Bassin de Mons. En moyenne, 50 millions de m³ d'eau sont extraits annuellement de cet aquifère, soit environ 14 % de la production globale en eau souterraine de la région wallonne.

La nappe des Craies du Bassin de Mons se situe dans la dépression du Bassin de la Haine, cuvette comblée localement par plus de 300 mètres de terrains crétacés et cénozoïques. L'aquifère est composé d'un ensemble de formations carbonatées plus ou moins perméables. C'est un aquifère majeur qui se prolonge à l'ouest au-delà de la frontière française dans le bassin géologique de Paris.

Le reste de la carte comprend :

- au nord et à l'est, l'aquiclude à niveaux aquifères du Houiller ;
- au sud, l'aquifère à niveaux aquicludes du Dévonien inférieur ;
- à l'est, en couverture des terrains paléozoïques et mésozoïques, l'aquifère des sables du Paléocène.

Enfin, la Haine et ses affluents ont déposé des alluvions souvent aquifères.

II. CADRE GEOGRAPHIQUE, GEOMORPHOLOGIQUE ET HYDROGRAPHIQUE

La région couverte par la carte Binche – Morlanwelz est située dans la Province de Hainaut, dans l'arrondissement de Soignies, Thuin et Charleroi. Les communes concernées sont celles de La Louvière, Estinnes, Binche, Morlanwelz, Anderlues, Lobbes, Fontaine-L'Evêque, Chapelle-lez-Herlaimont et Courcelles. Les agglomérations les plus importantes sont : Binche, Morlanwelz et Anderlues (Figure II-1).

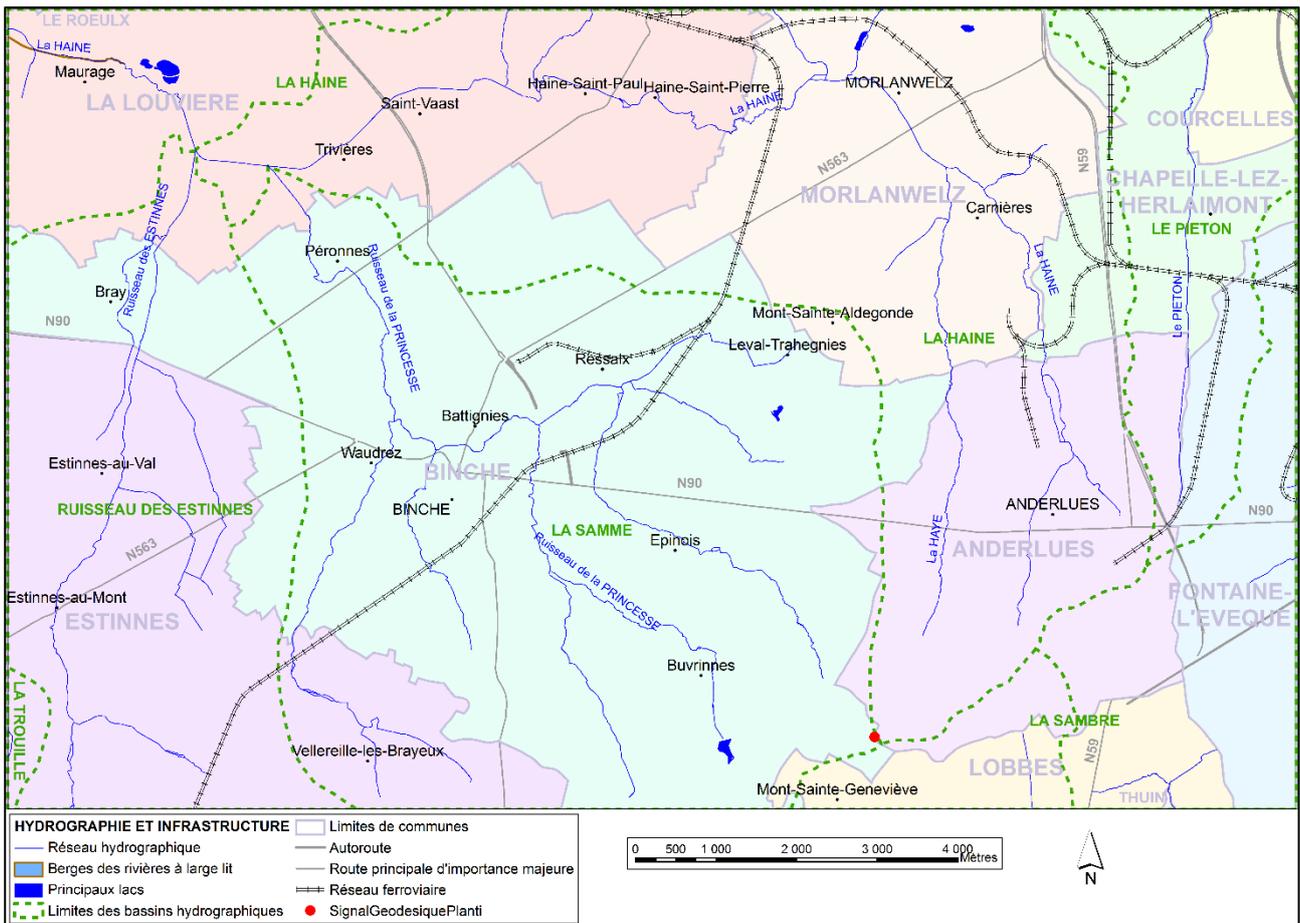


Figure II.1. Localisation des cours d'eau, lacs, limites des bassins hydrographiques, routes et limites des communes

Aux niveaux géographique et géomorphologique, la carte de Binche – Morlanwelz est relativement vallonnée. Les altitudes vont de 47 mètres dans la vallée de la Haine à 211 mètres au niveau du signal géodésique de Planti (Mont-Sainte Aldegonde), au sud de la carte. Inscrite dans l'ensemble paysager de la Haine et de la Sambre, la carte est marquée par des paysages agricoles et urbanisés, constituant une zone de transition entre les agglomérations industrielles de La Louvière et de Charleroi (Droeven *et al.*, 2004).

Deux bassins hydrographiques sont présents sur la carte, à savoir celui de la Haine, appartenant au bassin de l'Escaut et celui de la Sambre, appartenant au bassin de la Meuse. La

ligne de partage des eaux de ces deux bassins hydrographiques se situe dans la partie est de la carte. La carte comprend pour partie les sous-bassins de la Haine, du Ruisseau de la Princesse et du Piéton.

Environ 80 % du territoire de la carte appartient au sous-bassin hydrographique de la Haine avec pour affluents, d'ouest en est, le Ruisseau des Estinnes, le Ruisseau de la Princesse et le Ruisseau de la Haye. La source de la Haine se localise sur la commune d'Anderlues à la cote de 180 mètres, à la base des sables bruxelliens. Le bassin hydrographique de la Meuse (Sambre) est représenté par le Piéton qui s'écoule du sud au nord (la Haine coulant d'est en ouest).

La région est traversée du sud-ouest au nord-est par la chaussée Brunehaut (N563), qui correspond à l'ancienne chaussée romaine allant de Bavai à Tongres. La chaussée Mons – Charleroi (N90) traverse la région d'ouest en est. A l'est de la carte, la route reliant Nivelles à Thuin (N59) recoupe la carte du nord au sud. Une voie de chemin de fer importante parcourt la carte : Mons – Charleroi, en passant par Morlanwelz. Sur cette ligne se greffe un tronçon allant de Morlanwelz à Binche.

III. CADRE GEOLOGIQUE

Le cadre géologique aborde dans un premier point la géologie régionale et dans un second point la géologie détaillée de la carte 46/5-6 Binche – Morlanwez.

III.1. CADRE GÉOLOGIQUE RÉGIONAL

Un résumé de l'histoire géologique de la Wallonie peut aider à la compréhension de la suite. En simplifiant, les épisodes de l'histoire se succèdent comme suit :

- de 540 à 420 Ma : dépôt d'une série sédimentaire d'âge cambrien, ordovicien et silurien;
- de 420 à 380 Ma : plissement calédonien, puis érosion et pénéplanation ;
- de 420 à 290 Ma : dépôt sédimentaire d'âge dévonien à carbonifère sur le socle calédonien;
- de 360 à 290 Ma : plissement varisque (ou hercynien), puis érosion et pénéplanation;
- dépôt de sédiments meubles mésozoïques puis cénozoïques, en discordance sur la pénéplaine;
- depuis la fin du cénozoïque: soulèvement de la pénéplaine épivarisque* entraînant l'érosion partielle de la couverture méso-cénozoïque.

La carte de Binche – Morlanwez expose un socle paléozoïque plissé lors de l'orogénèse varisque. Celui-ci est constitué, au sud, de roches d'âge dévonien inférieur. Ces roches sont charriées sur le Carbonifère supérieur (ou Houiller) via la Faille du midi. L'ensemble de ces dépôts est recouvert de manière discontinue de terrains méso-cénozoïques, constitués de marnes et de craies appartenant principalement au Crétacé supérieur, d'argiles et de sables paléocènes et éocènes. Les plateaux et les versants sont recouverts de dépôts pléistocènes éoliens. Dans les vallées, se retrouvent des dépôts pléistocènes et holocènes, colluviaux et alluviaux.

Les terrains du Houiller appartiennent au Parautochtone du Brabançon, unité chevauchée au sud par les terrains du Dévonien inférieur de l'Allochtone ardennais. Ce chevauchement se fait par la Faille du Midi. Sous cette faille existent des écailles et massifs renversés de Haine – Sambre – Meuse (Belanger *et al.*, 2012) contenant du calcaire carbonifère (Viséen).

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

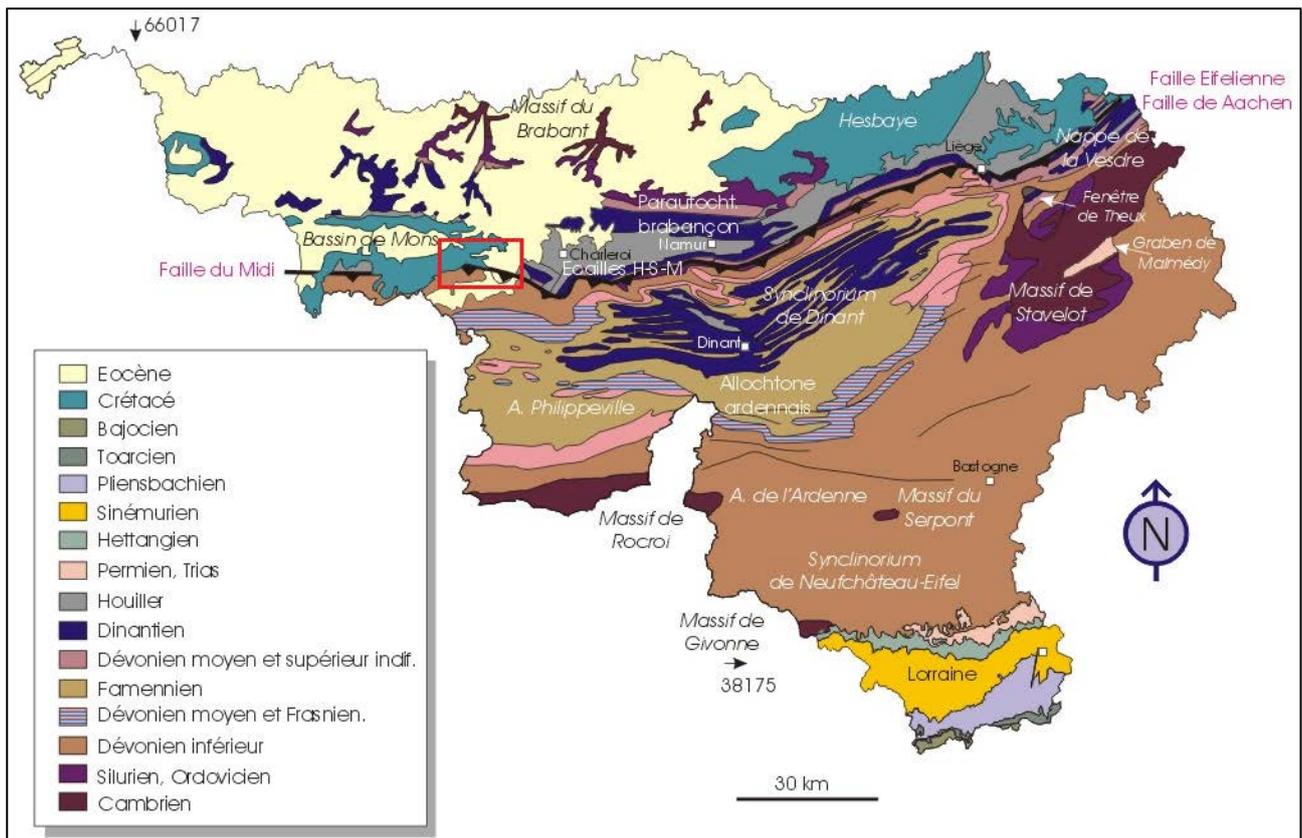


Figure III.1. Localisation de la planche 45/5-6 Binche – Morlanwelz sur la carte géologique de Wallonie (Boulvain & Pingot, 2011)

La couverture d'âge crétacé correspond à l'extrémité orientale du Bassin de Mons. Ce dernier forme une cuvette (à la surface supérieure du socle paléozoïque), dont le maximum de profondeur se situe au nord-ouest de la carte au droit de Boussoit – Maurage, son axe remontant en pente douce vers l'ESE. Le bassin est dissymétrique : son flanc nord est nettement plus en pente que le flanc sud. Le fond de la cuvette est irrégulier, présentant plusieurs creux assez prononcés. Le flanc nord du Bassin de Mons montre des dépôts du Crétacé inférieur, que ne montre pas le flanc sud (où les premiers sédiments sont d'âge crétacé supérieur).

Les dépôts d'âge paléocène et éocène sont développés sur la bordure nord, et surtout sur la moitié est de la carte. Même si certains d'entre eux sont quasi inexistantes au nord du Bassin de Mons, ces dépôts correspondent au prolongement du Bassin de la Mer du Nord.

Le « Bassin de Mons »* (Figure III-2), continuation géologique et géographique nord oriental du « Bassin de Paris »* comprend une succession de terrains crétacés et cénozoïques reposant en discordance sur un socle paléozoïque. Il a enregistré un mouvement continu mais irrégulier de subsidence, à l'origine de son allure en cuvette. Sur cette figure, il est possible de

* Le « Bassin de Mons » et le « Bassin de Paris » sont mis entre guillemets afin de souligner le fait qu'ils sont considérés comme des entités géologiques globales.

distinguer le Bassin de Mons proprement dit (45 km de long en territoire belge), son prolongement français (15 km) et son annexe méridionale reliée au bassin de Paris.

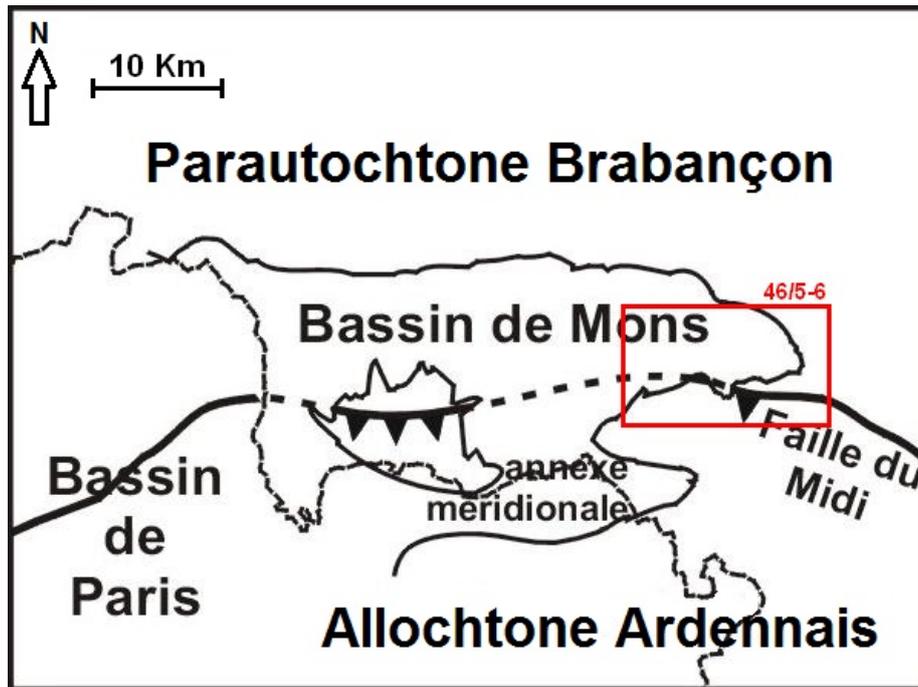


Figure III.2. Carte schématique présentant le Bassin de Mons par rapport au Bassin de Paris

Différentes entités géologiques affleurent dans le Bassin de Mons. Les formations les plus importantes, les « craies »** du Bassin de Mons, s'étendent d'Anderlues jusqu'au-delà de la frontière française où elles se confondent aux « craies » du bassin parisien.

La carte Binche – Morlanwelz se situe à l'extrémité est du Bassin de Mons (Figure III-3). Le Bassin de Mons est entièrement contenu dans le bassin versant de la Haine, affluent de l'Escaut. Celle-ci détermine l'axe est-ouest du bassin.

Les flancs du bassin ont des morphologies différentes au nord et au sud (Figure III-4). Ainsi, au nord, le relèvement de la base des « craies » est rapide et la limite du bassin est nette. Au contraire, au sud, à la suite d'une flexure du bassin, le pendage des couches est moins important, quasiment horizontal. Les « craies » ont alors une faible épaisseur et sont représentées par leur terme inférieur.

** Le terme « craies » regroupe aussi bien les craies que les tuffeaux, calcarénites, craies sableuses et craies marneuses.

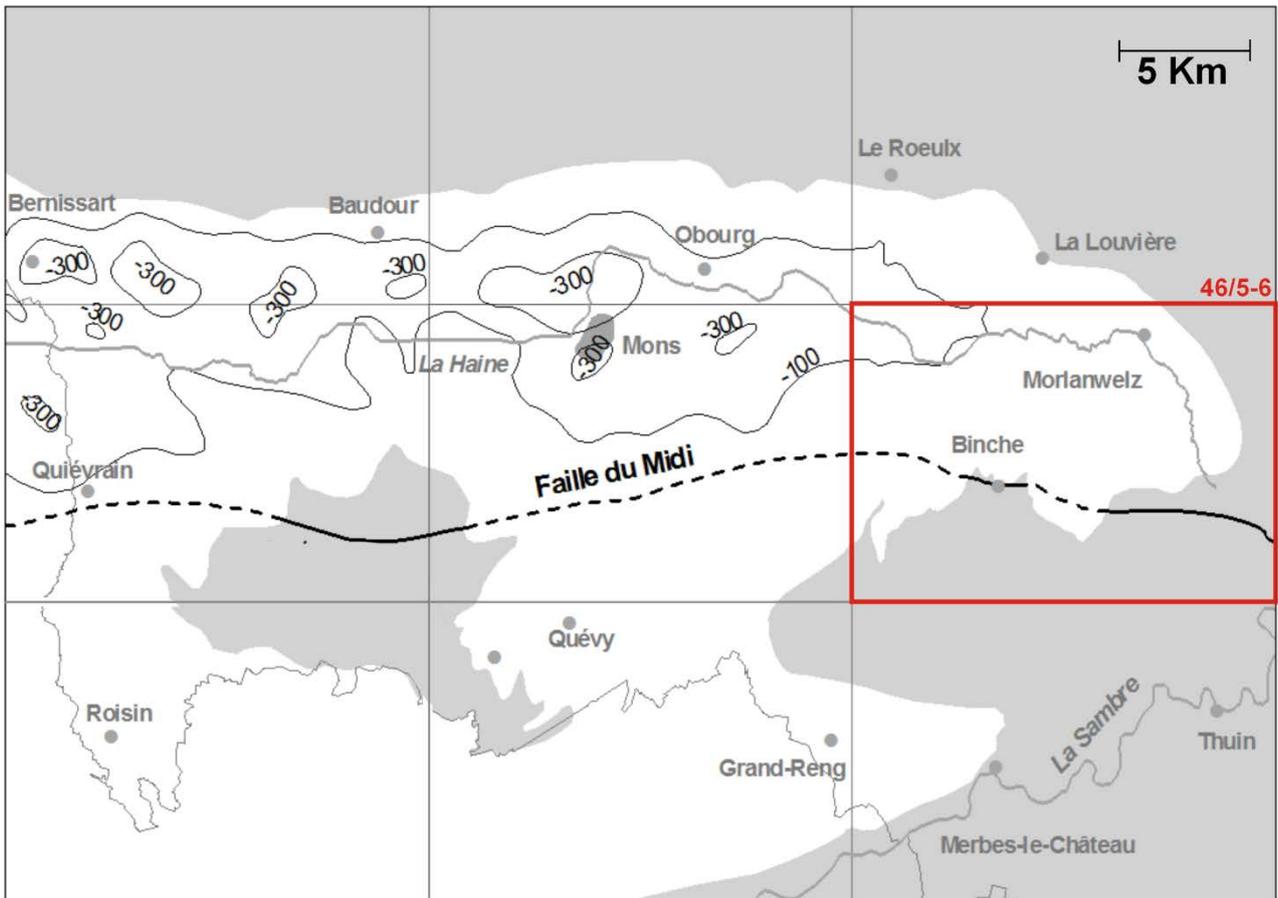


Figure III.3 : Localisation de la carte 46/5-6 Binche – Morlanwelz dans le Bassin de Mons (Hennebert & Delaby, 2017, modifié)

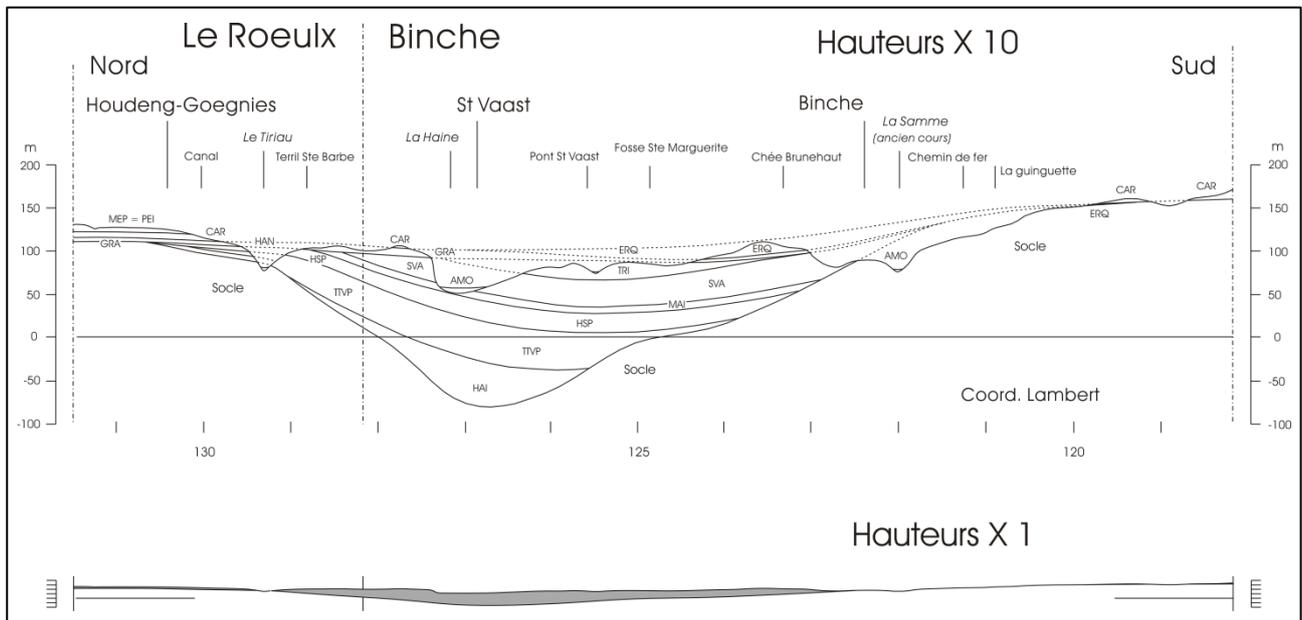


Figure III.4. Coupe nord – sud du Bassin de Mons, passant par Saint-Vaast et Binche (Hennebert & Delaby, 2017)

III.2. CADRE GÉOLOGIQUE DE LA CARTE

Cette partie décrit sommairement la lithologie et la stratigraphie des différentes formations rencontrées sur la carte. La description est issue du texte explicatif de la nouvelle carte géologique 46/5-6 Binche – Morlanwelz au 1/25 000 (Hennebert & Delaby; 2017) et dressée par Hennebert & Delaby, 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 sur la carte de Binche – Morlanwelz. Les différentes formations sont décrites de la plus ancienne à la plus récente.

III.2.1.1. Formations du Paléozoïque

Sur la planche de Binche – Morlanwelz, le Paléozoïque est constitué du Dévonien inférieur et du Carbonifère. Les étages concernés sont le Lochkovien, le Praguien et l'Emsien pour le Dévonien inférieur ; le Viséen, le Namurien et le Westphalien, pour le Carbonifère.

III.2.1.1.1. Dévonien inférieur

La Formation de Fooz (FOO – Lochkovien) est constituée d'une alternance de siltites micacées à nodules carbonatés avec des bancs lenticulaires de grès arkosiques. L'épaisseur de la formation fait au maximum 200 mètres. La base n'est pas connue car elle est tronquée par la Faille du Midi.

La Formation du Bois d'Ausse (BAU – Lochkovien et Praguien) présente, sur une épaisseur de 200 à 300 mètres, des grès quartzitiques en bancs parfois épais lenticulaires avec des intercalations de shales.

La Formation d'Acoz (ACO – Praguien et Emsien) est constituée de siltites et des shales. Dans la partie supérieure, des bancs de grès, fins et argileux, viennent s'incorporer. La formation a une puissance de 300 à 400 mètres.

La Formation de Wépion (WEP – Emsien) montre, sur 200 à 300 mètres d'épaisseur, des grès quartzitiques en petits bancs et des intercalations de siltites et de shales. Des grès graveleux peuvent s'observer au sommet.

La Formation de Burnot (BUR – Emsien) a une épaisseur de 250 à 350 mètres. Elle est constituée d'une alternance de siltites celluleuses (nodules carbonatés dissous), de grès (plus abondants vers la base), de poudingues (à galets de quartz et de grès) et de shales.

Tableau III-1. Tableau lithostratigraphique de la carte de Binche – Morlanwelz

Ere	Système	Série	Etage	Sous-étage	Groupe	Formation	Membre	Abréviation	Lithologie		
Cénozoïque	Quaternaire	Holocène				Remblais		X	Déblais de mines de charbon (terrils), décharges de déchets ménagers et de déchets inertes		
						Alluvions modernes		AMO	Graviers, sables, argiles		
		Pléistocène				Limons		LIM	Limons		
	Paléogène	Eocène	Lutétien				Bruxelles		BXL	Sables	
							Peissant		PEI	Sables	
			Yprésien				Carnières		CAR	Alternance d'argiles et de sables	
				Erquelinnes				Level	ERQ	LVL	Sables
								La Courte		LCO	
		Paléocène	Thanétien				Hannut	Grandglise	HAN	GRA	Sables argileux
	Mésozoïque	Crétacé	Supérieur	Campanien			Nouvelles		ON	NOU	Craie
						Obourg	OBG				
						Trivières		TRI	Craie marneuse		
						Saint-Vaast		SVA	Craie argileuse		
						Maisières		MAI	Craie ou calcarénite		
						Haine-Saint-Paul		HSP	Craie glauconifère		
Turonien			Ville-Pommeroeul					TTVP	VPO	Marnes	
							Thulin		THU		
							Thivencelles		THV		
Inférieur		Albien			Hainaut	Saint-Pierre		HAI	Sables - graviers - argile		
Paléozoïque	Carbonifère	Silésien	Westphalien	C	Houiller	Flénu	Maurage	HOU	Shales, grès et veines de houille		
				B		Charleroi	Eisden		Shales, grès et veines de houille		
				A			Quaregnon				
			Namurien	Yeadonien		Châtelet	Florifoux		Shales		
							Marsdenien			Ransart	
							Kinderscoutien			Andenne	Shales
		Alportien									
		Chokiérien	Chokier	Shales siliceux, phtanites							
						Arnsbergien	Gottignies		Phtanites		
						Pendleien					
	Dinantien	Viséen	Warnantien	Hoyoux	Warnant (couches de passage)	HOY	ANH	Calcaires fins à sherts			
					Anhée						
					Poivache		PVC	Calcaires stratifiés			
			Thon-Samson		TSS						
		Livien	Lives	Bouffioux	LIV	BOU	Calcaires				
				Grande Brèche		BRX					
				Calcaires de Lives		LIV					
Dévonien	Inférieur	Emsien		Burnot	BUR	BUR	Alternance de siltites, de grès, de poudingues et de shales				
							Wépion	WEP	Grès quartzitiques et intercalations de siltites et de shales		
		Praguien		ACO	Siltites et shales						
		Lochkovien		Bois d'Ausse	BAU	Grès quartzitiques					
				Fooz	FOO	Siltites et grès					

III.2.1.1.2. Carbonifère

La Formation de Lives (LIV – Viséen, Livien) regroupe trois membres : le Calcaire de Lives, la Grande Brèche et le Membre de Bouffioulx. Le Calcaire de Lives (LIV) est un membre stratifié rythmique. La Grande Brèche (BRX) contient des éléments prélevés des autres membres. Les traces d'évaporites (anhydrites) y sont fréquentes. Le Membre de Bouffioulx (BOU) est constitué de calcaire massif contenant des nodules calcitiques correspondant à des traces d'évaporites. L'épaisseur de la formation varie en fonction du développement plus ou moins important de la brèche, jusqu'à 150 mètres maximum.

Le **Groupe du Hoyoux** (HOY – Viséen, Warnantien) est divisé en quatre formations : Thon-Samson, Poilvache, Anhée et Warnant. La Formation de Thon-Samson (TSS), la Formation de Poilvache (PVC) et la Formation d'Anhée (ANH) sont toutes les trois constituées de calcaires stratifiés. La Formation de Warnant (appelée aussi « couches de passage ») contient des calcaires fins, à nombreux cherts. Le groupe a une puissance d'environ 100 mètres.

Le **Groupe houiller** (HOU) comprend sept formations : Blaton, Gottignies, Chokier, Andenne, Châtelet, Charleroi et Flénu. Au total, l'épaisseur de ce groupe peut dépasser 2000 mètres (dans le Massif de Masse*).

La Formation de Blaton (Viséen, Warnantien) est constituée de shales, parfois calcareux ou siliceux. Des bancs de calcaires, de calcschistes et des silicites noires (phtanites) se trouvent à divers niveaux. L'épaisseur est d'environ 12 mètres dans le Comble Nord*.

La Formation de Gottignies (Namurien, Pendléen) présente des silicites litées (phtanites), en bancs réguliers, minces (inférieurs à 10 centimètres) avec des interbancs schisteux. L'épaisseur est d'environ 20 mètres dans le Comble Nord.

La Formation de Chokier (Namurien, Amsbergien et Chokiérien) se compose de shales siliceux. Ils peuvent être silicifiés et donner des phtanites. L'épaisseur est d'environ 30 mètres dans le Comble Nord.

La Formation d'Andenne (Namurien, d'Alportien au Yeadonien) a une épaisseur de 330 mètres dans le Comble Nord et au moins 380 mètres dans le Massif de Masse. Elle est constituée de shales, souvent silteux, et des grès, souvent micacés. Ces derniers deviennent de plus en plus abondants vers le haut, formant des barres de grès grossiers. Ces couches renferment des intercalations calcaires. C'est dans cette unité qu'apparaissent les premières couches de houille.

* Massif de Masse, Comble Nord : voir III.2.2 Cadre structural

La Formation de Châtelet (Westphalien, A), essentiellement composée de shales, contient encore quelques niveaux de grès. Les premières veines de houille exploitées industriellement au Comble Nord du bassin houiller se trouvent dans la partie inférieure de cette formation. Elle se divise en deux membres : le Membre de Ransart de celui de Floriffoux. La puissance de la formation est d'environ 100 à 120 mètres.

La Formation de Charleroi (Westphalien, A et B) est très épaisse : 560 mètres reconnus dans le Comble Nord et plus de 1250 mètres dans le massif de Masse. Elle est formée de shales, de grès et de veines de houille, plus abondantes que dans les unités inférieures. L'épaisseur des couches de charbon dépasse exceptionnellement le mètre. Elles ont été intensivement exploitées par le passé. Cette formation comprend trois membres : le Membre de Mons, celui de Quaregnon et celui d'Eisden.

La Formation de Flénu (Westphalien, C) est constituée de shales, de veines de houille abondantes et relativement épaisses (quelques mètres) et de quelques niveaux de grès. Dans le bassin houiller du Couchant de Mons (Massif de Masse), la formation se divise en plusieurs membres, mais sur la carte Binche – Morlanwelz ne se trouve que le Membre de Maurage, dans le Massif de Masse, épais de 350 mètres environ.

III.2.1.2. Formations du Mésozoïque

III.2.1.2.1. Crétacé

Le **Groupe du Hainaut** (HAI – Crétacé inférieur, Albien et Turonien) contient des sédiments de nature variable : des sables à stratification entrecroisée, avec des graviers roulés ou non (cherts, quartzites, quartz filoniens,...) de la Formation de Saint-Pierre ou des argiles plastiques, parfois silteuses ou sableuses, avec ou sans lignites, pyrites ou fossiles. Ces dépôts se localisent en profondeur sur le bord nord de la carte (Haine-Saint-Paul). L'épaisseur de ce groupe est de 50 mètres maximum.

La Formation de Thivencelles (THV – Crétacé supérieur, Turonien) se compose de marnes plastiques, pouvant être sableuses et contenir de la glauconie et des concrétions siliceuses au sommet. La base contient un niveau conglomératique (« Conglomérat de Mons » ou « Faux Tourtia »).

La Formation de Thulin (THU – Crétacé supérieur, Turonien) est constituée de marnes crayeuses comportant des niveaux plus carbonatés. Le « Tourtia de Maubeuge », niveau plus grossier et glauconitique contenant des petits galets noirs, est parfois présent à la base de la formation.

La Formation de Ville-Pommeroeul (VPO – Crétacé supérieur, Turonien), également dénommée « Verts à têtes de chats » ou « Glauconitite de Thieu », est une formation

glaucconieuse et peut comprendre des concrétions siliceuses, le plus souvent dans une matrice marneuse. Son épaisseur est de 15 à 30 mètres.

Sur la nouvelle carte géologique 46/5-6 Binche – Morlanwelz (Hennebert & Delaby, 2017), les Formations de Thivencelles et de Thulin (dont les limites sont souvent difficiles à positionner) ont été regroupées avec Ville-Pommeroeul, qui est la principale formation affleurante (TTVP). L'épaisseur globale varie de 10 à 30 mètres.

La Formation de Haine-Saint-Paul (HSP – Crétacé supérieur, Turonien) est une craie grossière, glauconifère, avec de nombreux silex, en rognons ou en bancs. Par sa nature, cette formation est un marqueur cartographique facilement reconnaissable sur le terrain et en sondage. Elle est épaisse de 10 à 20 mètres. Autrefois appelée « Rabots » ou « Formation des silex d'Hautrage », elle a été exploitée à Haine-Saint-Paul.

La Formation de Maisières (MAI – Crétacé supérieur, Coniacien) est soit une craie grossière, soit une calcarénite granuleuse, très glauconieuse, à galets phosphatés. Elle est épaisse de 5 à 10 mètres environ.

La Formation de Saint-Vaast (SVA – Crétacé supérieur, Coniacien et Santonien) est une craie comportant des niveaux de silex. Elle peut être argileuse. La partie supérieure est dépourvue de silex, mais contient des nodules de pyrite, et le sommet peut être marqué par un hard-ground. L'épaisseur varie de 30 à 45 mètres.

La Formation de Trivières (TRI – Crétacé supérieur, Campanien) est constituée d'une craie marneuse, sans silex, très fissurée mais ne présentant pas de stratification nette. La base est marquée par un conglomérat (hard-ground, nodules de craie phosphatée,...) et le sommet est composé de hard-ground, dénommé « durillon » par les carriers. Elle est épaisse d'une cinquantaine de mètres.

La Formation d'Obourg (OBG – Crétacé supérieur, Campanien) est représentée par une craie fine, à rares silex noirs en petits rognons.

La Formation de Nouvelles (NOU – Crétacé supérieur, Campanien) est une craie pure, massive, tendre, à grain très fin. Elle ne contient pas de silex.

Ces deux formations ont été regroupées (ON) dans la nouvelle carte géologique car leur distinction est difficile. L'épaisseur globale varie de 30 à 35 mètres.

III.2.1.3. Formations du Cénozoïque

III.2.1.3.1. Paléogène

La Formation de Hannut (HAN – Paléocène supérieur, Thanétien), représentée uniquement par le Membre de Grandglise, est composée de sables fins, argileux ou glauconieux, sur une épaisseur de 15 à 20 mètres.

La Formation d'Erquelines (ERQ – Eocène inférieur, Yprésien) est une formation sableuse, parfois graveleuse, assez hétérogène. Elle est épaisse de 10 à 30 mètres et comprend deux membres : le Membre de la Courte et le Membre de Leval.

La Formation de Carnières (CAR – Eocène inférieur, Yprésien) se compose d'alternances d'argiles et de sables riches en gros grains de glauconie, en mica et en pyrite. Son épaisseur est d'une quinzaine de mètres.

La Formation de Peissant (PEI – Eocène inférieur, Yprésien) est constituée de sables fins, un peu argileux, micacés et finement glauconifères. La formation se termine par quelques mètres d'argile. Elle est épaisse d'une vingtaine de mètres maximum.

La Formation de Bruxelles (BXL – Eocène moyen, Lutétien) est formée de sables, graveleux à la base (silex roulés). Ils sont parfois légèrement calcaireux ou un peu glauconifères et renferment des horizons de grès quartzeux, disposés tantôt en bancs compacts, tantôt en éléments isolés. Son épaisseur varie de 20 à 30 mètres sur le territoire de la carte. C'est l'unité cénozoïque la plus présente dans la carte. Absente à l'ouest, elle affleure sur la moitié est du territoire de la planche 46/5-6.

III.2.1.3.2. Quaternaire

Les Limons (LIM) éoliens ou lœss, sont des accumulations homogènes de poussières siliceuses, argileuses et calcaires, de granulométrie très fine. Ils sont présents localement, comme dans la plupart des régions du Hainaut, et leur épaisseur, conditionnée par le relief, est très variable, pouvant dépasser 10 mètres.

Les Alluvions modernes (AMO) sont des dépôts fluviatiles argilo-sableux de fond de vallée. Elles se composent le plus souvent d'une argile parfois tourbeuse, plastique, compacte, très variable d'aspect et de composition. Leur épaisseur est de maximum 5 mètres.

Les Remblais (X) sont essentiellement des terrils constitués par les déblais des mines de charbon (shales et grès), et dans une moindre mesure, par les « morts terrains » et les rebus d'exploitation des carrières (sables, argiles, blocs de roches diverses). On retrouve aussi des décharges de déchets ménagers et de déchets inertes (Cronfestu, Fonds de Morveau).

III.2.2. Cadre structural

Le cadre structural régional est décrit plus précisément dans le livret explicatif de la carte géologique de Wallonie (Hennebert & Delaby, 2017). Les éléments principaux sont résumés ci-dessous.

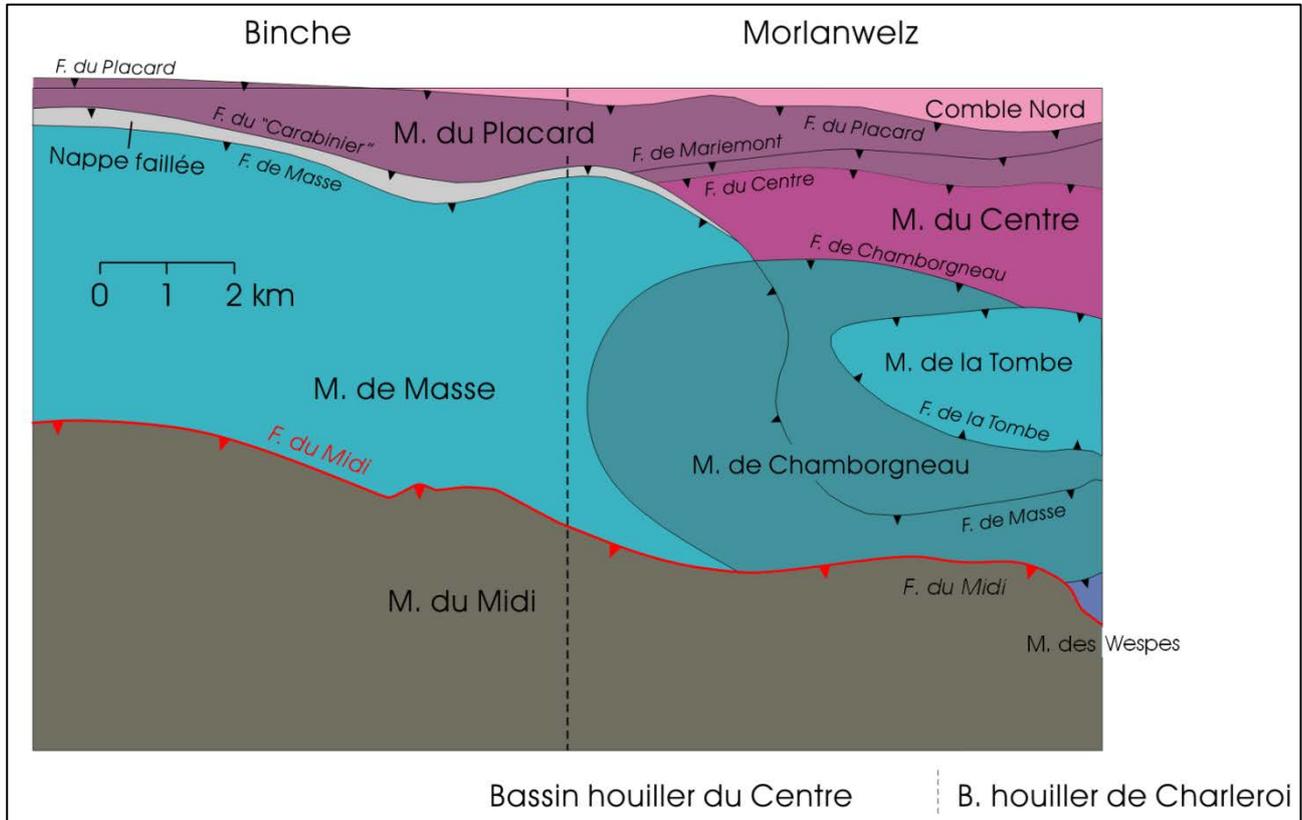


Figure III.5. Cadre structural de la carte de Binche – Morlanwelz (les massifs au Parautochone Brabançon sont en rose et rouge, les écaillés et massifs renversés de HSM sont en turquoise et l'Allochtone Ardennais avec le Massif du Midi est en gris) (Hennebert & Delaby, 2017, modifié)

Pour rappel, le socle paléozoïque est constitué du Houiller appartenant à l'unité du « Parautochtone Brabançon », chevauché au sud par le Dévonien inférieur de l'Allochtone Ardennais (Massif de Midi). Ce chevauchement se fait par la Faille du Midi (en rouge sur la Figure III-5). Sous cette faille et au nord de celle-ci, existent les écaillés et massifs renversés de Haine – Sambre – Meuse (HSM), contenant du calcaire carbonifère (Viséen).

Le « terrain houiller » plissé est découpé par des failles en un certain nombre d'unités structurales désignées le plus souvent sous le terme de « massifs »* dans la littérature. Trois grands ensembles structuraux se dégagent (Figure III-5). Ce sont, du nord au sud : le

* L'emploi du terme « massif » peut paraître aujourd'hui discutable. Il est utilisé ici dans le sens qu'en donne Renier (1919, p. 883) : « (...) massifs ou ensembles de couches constituant une unité tectonique, ils sont désignés d'après leur position géographique ou mieux d'après la faille qui les limite inférieurement. ».

Parautochtone Brabançon, les écaillés et massifs renversés de Haine – Sambre – Meuse (HSM) et l'Allochtone Ardennais.

Le Parautochtone Brabançon est présent au nord de la carte (représenté en rose et rouge) et comporte trois massifs sur la carte : le Comble Nord, le Massif du Placard et le Massif du Centre.

Les écaillés et massifs renversés de HSM (représentés en turquoise) montrent quatre massifs sur la carte : le Massif de Chamborgneau, le Massif de Masse, le Massif des Wespes, et le Massif de la Tombe.

L'Allochtone Ardennais (en gris) représenté sur la carte par le Massif du Midi est présent dans la partie sud de la carte, au sud du tracé de la Faille du Midi à l'affleurement (représentée en rouge). La structure interne du Massif du Midi est assez difficile à établir. Sur son bord nord, juste au sud de la Faille du Midi, les couches pendent normalement au sud. La succession – Faille du Midi, Fooz, Bois d'Ausse, Acoz – est de règle. Plus au sud, le passage à Wépion et Burnot est plus difficile à cartographier (notamment par manque d'affleurements). La zone située au sud de Binche est relativement riche en affleurements (et en données d'archives) : elle révèle une structure complexe, avec l'intervention de failles transversales à rejet normal (ou inverse) et décrochant.

En ce qui concerne la **couverture mésozoïque**, la carte montre la terminaison orientale du Bassin de Mons. Cette structure en cuvette s'élève progressivement en direction de l'ESE, pour disparaître au méridien du Piéton. Le fond n'est pas régulier mais marqué par plusieurs cuvettes, au droit de Saint-Vaast, Haine-Saint-Pierre, Mont-Sainte-Aldegonde et Anderlues.

La Figure III-4 montre une coupe nord – sud typique dans les formations méso-cénozoïques de l'est du Bassin de Mons. On constate que le remplissage crétacé du bassin est asymétrique: les formations les plus anciennes se rencontrent uniquement sur le bord nord, les formations les plus jeunes sont successivement transgressives sur le bord sud.

Des failles ont été mises en évidence et observées dans les grandes carrières établies en bordure du bassin. Il s'agit de failles radiales, souvent antithétiques*, compliquées éventuellement par de faibles décrochements horizontaux. Les failles observées semblent limitées aux terrains crétacés et n'affectent donc pas le Cénozoïque. Par ailleurs, ni l'analyse de la piézométrie, ni les observations dans les zones d'affleurement ou en carrière ne permettent d'attribuer aux failles du crétacé un rôle hydrogéologique particulier.

* Faille antithétique : faille dont le jeu s'oppose à un mouvement de soulèvement ou d'abaissement général – mouvement tectonique qui se produit en sens opposé à un autre, plus important, pris comme référence (Foucault & Raoult, 2005).

IV. CADRE HYDROGÉOLOGIQUE

IV.1. DESCRIPTION DES UNITÉS HYDROGÉOLOGIQUES

Les unités hydrogéologiques définies pour la carte 46/5-6 Binche – Morlanwelz sont décrites ci-dessous dans l'ordre stratigraphique, de la plus ancienne à la plus récente. Elles sont reprises dans le Tableau IV-1 synthétique ainsi que dans le tableau de correspondance du poster A0 joint à la notice.

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

- Aquifère : formation perméable contenant de l'eau en quantité exploitable ;
- Aquitard : formation géologique de nature plutôt peu perméable ou 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 peu perméable, très faiblement conductrice d'eau souterraine, dont il n'est pas possible d'extraire économiquement des quantités d'eau appréciables.

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

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

IV.1.1. Aquitard à niveaux aquifères du Dévonien inférieur

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

Cette unité hydrogéologique affleure dans la partie sud de la carte Binche – Morlanwelz, au sud de la Faille du Midi. Il y représente une dizaine de km².

Tableau IV-1. Tableau de correspondance ‘Géologie – Hydrogéologie’ de la carte de Binche – Morlanwelz

Ere	Système	Série	Etage	Sous-étage	Groupe	Formation	Membre	Abréviation	Lithologie	Hydrogéologie	
Cénozoïque	Quaternaire	Holocène				Remblais		X	Déblais de mines de charbon (terrils), décharges de déchets ménagers et de déchets inertes	Remblais	
						Alluvions modernes		AMO	Graviers, sables, argiles	Aquifère alluvial	
		Pléistocène			Limons		LIM	Limons	Aquitard limoneux (non cartographié)		
	Paléogène	Eocène	Lutétien			Bruxelles		BXL	Sables	Aquifère des sables de l'Eocène	
			Yprésien			Peissant		PEI	Sables	Aquitard - Aquitard des argiles de l'Eocène	
						Carnières		CAR	Alternance d'argiles et de sables		
			Erquelines	Leval			ERQ	LVL	Sables	Aquifère des sables du Paléocène	
		La Courte				LCO					
		Paléocène	Thanétien			Hannut	Grandglise	HAN	GRA	Sables argileux	
	Mésozoïque	Crétacé	Supérieur	Campanien			Nouvelles		ON	NOU	Aquifère des craies du Crétacé
						Obourg		OBG	Craie		
						Trivières		TRI	Craie marneuse		
						Saint-Vaast		SVA	Craie argileuse		
						Maisières		MAI	Craie ou calcarénite		
						Haine-Saint-Paul		HSP	Craie glauconifère		
Turonien			Ville-Pommeroeul			VPO	Marnes	Aquitard des marnes du Turonien			
			Thulin			TTVP			THU		
		Thivencelles			THV						
		Inférieur	Albien		Hainaut	Saint-Pierre		HAI	Sables - graviers - argile	Aquitard de remplissage du Hainaut	
Paléozoïque	Carbonifère	Silésien	Westphalien	C	Houiller	Flénu	Maurage	HOU	Shales, grès et veines de houille	Aquiclude à niveaux aquifères du Houiller	
				B		Charleroi	Eisden				Shales, grès et veines de houille
				A		Châtelet	Quaregnon Mons				
			Namurien	Andenne		Floriffoux Ransart	Shales				
				Yeadonien		Shales siliceux, phtanites					
				Marsdenien							
		Kinderscoutien									
		Alportien									
		Dinantien	Viséen	Wamantien	Hoyoux		Wamant (couches de passage)	HOY	ANH		Calcaires fins à sherts
						Anhée	Calcaires stratifiés				
						Poilvache					
		Livien	Hoyoux	Lives	LIV	Thon-Samson	BOU	BRX	Calcaires		
	Bouffloux										
	Dévonien	Inférieur	Emsien		Burnot	BUR	BUR	Alternance de siltites, de grès, de poudingues et de shales	Aquitard à niveaux aquifères du Dévonien inférieur		
								Wépion	WEP	Grès quartzitiques et intercalations de siltites et de shales	Aquifère à niveaux aquicludes du Dévonien inférieur
								Acoz	ACO	Siltites et shales	Aquitard à niveaux aquifères du Dévonien inférieur
			Praguien		Bois d'Ausse	BAU	BAU	BAU	Grès quartzitiques	Aquifère à niveaux aquicludes du Dévonien inférieur	
									Lochkovien	Fooz	FOO

IV.1.2. 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 des masses gréseuses beaucoup plus importante par rapport aux schistes, forment l'aquifère à niveaux aquicludes du Dévonien inférieur. De plus, la fissuration importante de ces grès durs, suite au plissement varisque, a également contribué à améliorer la perméabilité de ces niveaux. 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 localisés soit dans le manteau d'altération sableux avec une extension assez limitée, soit 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.1.3. Aquifère des calcaires du Carbonifère

Cette unité hydrogéologique est formée de la Formation de Lives et du Groupe du Hoyoux. Elle est formée de calcaires stratifiés, de calcaire massif contenant des nodules calcaires et de calcaires fins, à nombreux cherts. Des traces d'évaporites (anhydrites) peuvent exister.

L'épaisseur de cet aquifère varie en fonction du développement plus ou moins important de la brèche, jusqu'à 250 mètres maximum au total. Cet aquifère est peu représenté sur la carte Binche – Morlanwelz et affleure sur un peu plus de 0,1 km² à l'extrémité est de la carte.

IV.1.4. Aquiclude à niveaux aquifères du Houiller

L'aquiclude à niveaux aquifères du Houiller, qui comprend sept formations a, au total, une épaisseur excédant 2000 mètres dans le Massif de Masse. Les schistes, siltites et grès du Houiller sont globalement peu perméables mais renferment localement un aquifère de fissures localisé dans les horizons plus gréseux.

Cette unité hydrogéologique est peu représentée à l'affleurement sur la carte Binche – Morlanwelz. Elle n'affleure qu'aux environs de Morlanwelz et au nord de Binche sur environ 2 km².

IV.1.5. Aquiclude de remplissage du Hainaut

L'aquiclude de remplissage du Hainaut contient des sédiments de nature argileuse lui conférant un comportement aquiclude. Ces dépôts se localisent en profondeur sur le bord nord de la carte (Haine-Saint-Paul). Son épaisseur est d'au maximum 50 mètres. Il est clairement visible sur la coupe X5 du poster A0 joint à cette notice.

IV.1.6. Aquiclude des marnes du Turonien

Cet aquiclude reprend les Formations de Thivencelles, de Thulin et de Ville-Pommeroeul (TTVP). Il est composé principalement de marnes, sur une épaisseur variant de 25 à 60 mètres. Il n'affleure que sur un km². Son importance réside dans son rôle de base très peu perméable à l'aquifère des craies qui le surmonte. On remarque sur la coupe A1 – A2 que ces marnes sont absentes dans la zone sud des craies.

IV.1.7. Aquifère des craies du Crétacé

Cet aquifère, composé des Formations crayeuses de Haine-Saint-Paul, Maisières, St-Vaast, Trivières, de Nouvelle et d'Obourg, s'observe à l'ouest et au centre de la carte.

L'aquifère des « craies » du Bassin de Mons regroupe un ensemble de formations perméables superposées. Le terme « craies » reprend les assises crayeuses proprement dites mais aussi les formations carbonatées perméables contiguës, c'est-à-dire des tuffeaux, des calcarénites (au sommet) et des craies plus ou moins sableuses, décalcifiées en surface et à silex (à la base). Les épaisseurs des différentes assises, et par suite de l'aquifère, sont très variables. A certains endroits, la puissance totale peut atteindre 300 à 350 mètres.

Il est possible de se faire une idée de l'épaisseur des « craies » en un point donné à partir de la « carte des isohypses du toit du socle paléozoïque »* (au 1/50 000). Au niveau du flanc sud du bassin, les « craies » reposent directement sur le socle. Tandis qu'au nord, il faut tenir compte d'une épaisseur de marnes turoniennes et de matériaux de remplissage (Formation du Hainaut). Cette épaisseur est à ajouter à la cote du socle pour avoir celle de la base l'aquifère des craies du Crétacé.

La base des « craies » correspond à la base des Rabots. Il faut néanmoins garder à l'esprit que la fissuration des craies se réduit avec la profondeur et que, par conséquent, l'aquifère n'est pas perméable sur toute sa hauteur. La base de l'aquifère des « craies » n'est pas nécessairement confondue avec la base des Rabots. La limite inférieure est donc mal définie, à l'instar du degré de fissuration.

* La « carte des isohypses » représente la structure des isohypses du toit du socle paléozoïque (Hennebert & Delaby, 2017 ; Kaufmann & Martin, 2008) constitué du Dévonien inférieur au sud de la Faille du Midi et du Carbonifère au nord de la faille.

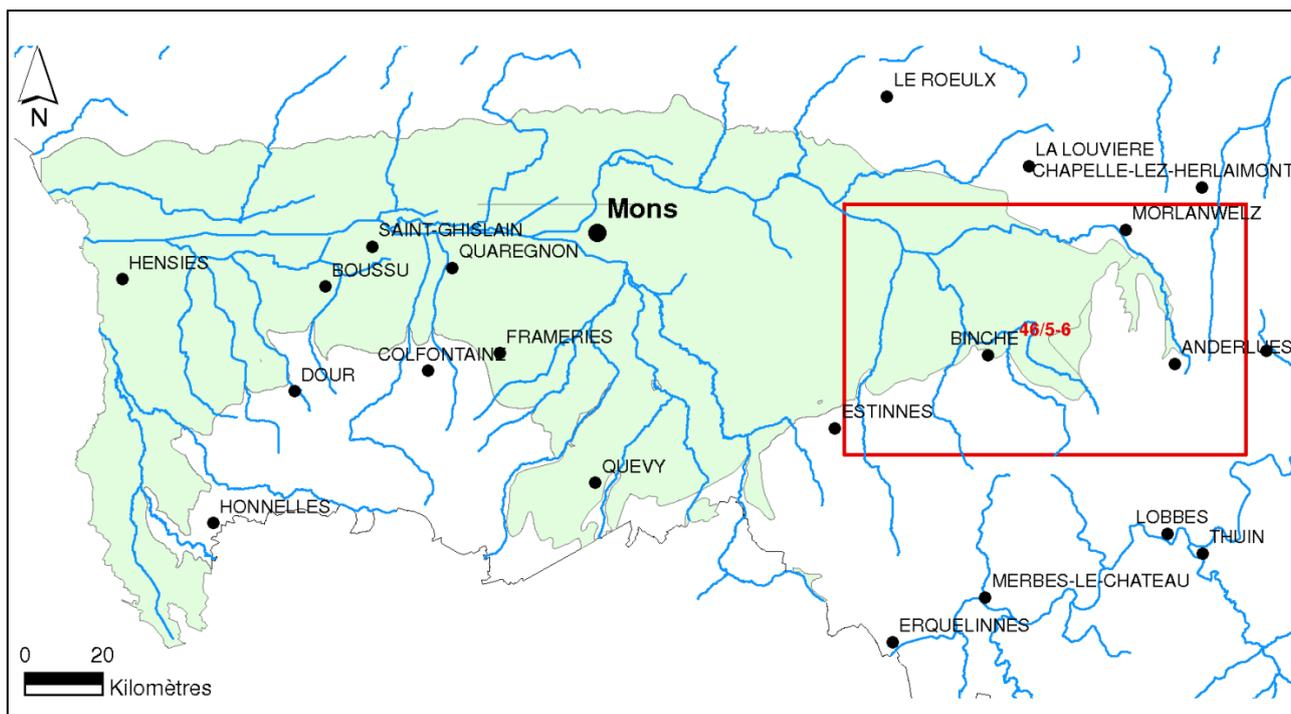


Figure IV.1. Extension belge et situation de l'aquifère des craies du Bassin de Mons

L'extension de l'aquifère des craies du Bassin de Mons est reprise à la Figure IV-1. En territoire belge, il s'étend sur 45 km de long. La carte Binche – Morlanwelz ne montre que la terminaison orientale de ce bassin.

Cet aquifère affleure dans la partie nord et centrale de la carte Binche – Morlanwelz.

IV.1.8. Aquifère des sables du Paléocène

Les sables thanétiens des Formations de Hannut et d'Erquelines occupent une grande partie de la carte. D'une vingtaine de mètres d'épaisseur maximale, cette nappe sableuse alimente principalement de nombreux puits domestiques. Le caractère grossier de ces sables donne à ces formations les caractéristiques d'un aquifère.

Quand l'aquifère des sables du Paléocène repose directement sur l'aquifère des craies du Crétacé, les deux nappes sont en continuité hydraulique.

IV.1.9. Aquiclude – aquitard des argiles de l'Eocène

Cet aquiclude se compose uniquement de la Formation de Carnières. Il s'agit d'une alternance d'argiles et de sables. Son épaisseur est d'une quinzaine de mètres. La nature de ces terrains lui confère un caractère tantôt aquitard, tantôt aquiclude. Cet ensemble affleure sur 16 km² de la carte Binche – Morlanwelz, essentiellement dans les parties sud et est de la carte.

IV.1.10. Aquifère des sables de l'Eocène

Les sables éocènes des Formations de Bruxelles et de Peissant forment l'aquifère des sables de l'Eocène. Celui-ci est séparé hydrauliquement de celui des sables thanétiens par l'épaisse couche argileuse de la Formation de Carnières.

Ces dépôts d'âge cénozoïque sont formés par des sables généralement grossiers. Leur conductivité hydraulique est fonction de la granulométrie qui peut être très variable.

Cet aquifère affleure dans la partie est de la carte Binche – Morlanwelz. Il représente une trentaine de pourcents de la carte, ce qui représente 45 km².

IV.1.11. Aquitard limoneux

Cet aquitard est formé par des limons argileux. Les limons, épais de quelques décimètres à quelques mètres, jouent un rôle protecteur lors de l'infiltration des eaux météoriques : infiltration retardée dans le temps et effet de filtration. Cependant, cette couverture limoneuse n'est pas uniforme sur l'ensemble de la carte. Ces dépôts n'ont pas été cartographiés sur la carte hydrogéologique mais sont repris dans le tableau synthétique 'Géologie-Hydrogéologie'.

IV.1.12. Aquifère alluvial

Les alluvions modernes, formées par des argiles, des silts, des sables et des graviers, constituent les premières nappes dans les vallées. Elles offrent des potentialités aquifères intéressantes si l'extension des dépôts le permet. Leur conductivité hydraulique est fonction de leur granulométrie. Les zones sablo-graveleuses conduiront bien mieux l'eau que les zones limono-argileuse. Ces sédiments peuvent donc former des aquifères locaux.

Ces nappes sont très vulnérables aux pollutions agricoles et industrielles. Cet ensemble affleure sur 10 % de la carte Binche – Morlanwelz, ce qui représente 15 km² et ne fait pas l'objet de captage actuellement. Au nord-est de la carte, un puits de l'IDEA, « La Garenne » à Boussoit exploitait cet aquifère. Il a été mis hors service suite à des concentrations importantes en nitrates et sulfates.

IV.1.13. Nappe des remblais

Par remblais, on entend des dépôts de matériaux "inertes" divers (argile, gravier, sable, matériaux de construction) mais aussi déchets. Dans ces dépôts anthropiques, de petites zones saturées, souvent temporaires, peuvent se créer. Ce type d'unité hydrogéologique est souvent lié à des sites pollués.

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

IV.2. DESCRIPTION DE L'HYDROGÉOLOGIE RÉGIONALE

En ce qui concerne l'hydrogéologie régionale de la carte de Binche – Morlanwelz, quatre unités hydrogéologiques se distinguent et sont détaillées dans cette partie :

- l'aquifère à niveaux aquicludes du Dévonien inférieur ;
- l'aquifère des craies du Crétacé ;
- les aquifères des sables de l'Eocène et du Paléocène ;
- l'aquiclude à niveaux aquifères du Houiller.

IV.2.1. Aquifère à niveaux aquicludes du Dévonien inférieur

IV.2.1.1. *Cadre général*

Au sud de la carte affleurent des siltites et des grès appartenant au Dévonien inférieur. En fonction de la proportion de bancs de grès par rapport aux bancs de siltites et de schistes, les formations du Dévonien inférieur sont successivement à comportement aquitard ou aquifère. En raison d'un caractère silteux nettement marqué, la Formation de Fooz à la base est une formation à comportement aquitard. Les Formations de Wépion et Bois d'Ausse sont franchement gréseuses tandis que les Formations de Burnot et d'Acoz sont mixtes et montrent une partie inférieure faite de siltites et une partie supérieure gréseuse.

Les Formations de Bois d'Ausse et de Wépion se démarquent des formations qui les encadrent par la proportion des masses gréseuses beaucoup plus importantes que les schistes. Elles forment l'aquifère à niveaux aquicludes du Dévonien inférieur. La fissuration importante de ces roches, suite au plissement varisque, a également contribué à en améliorer la productivité. Les niveaux aquicludes correspondent aux niveaux schisteux intercalés entre les masses gréseuses.

Ces couches de nature principalement silteuse et gréseuse sont globalement assez peu perméables. Ces potentialités sont généralement mises à profit pour le prélèvement de quantités réduites (usage local).

La perméabilité globale relativement faible induit des écoulements souterrains lents. Cela provoque un ruissellement superficiel plus important vers le réseau hydrographique.

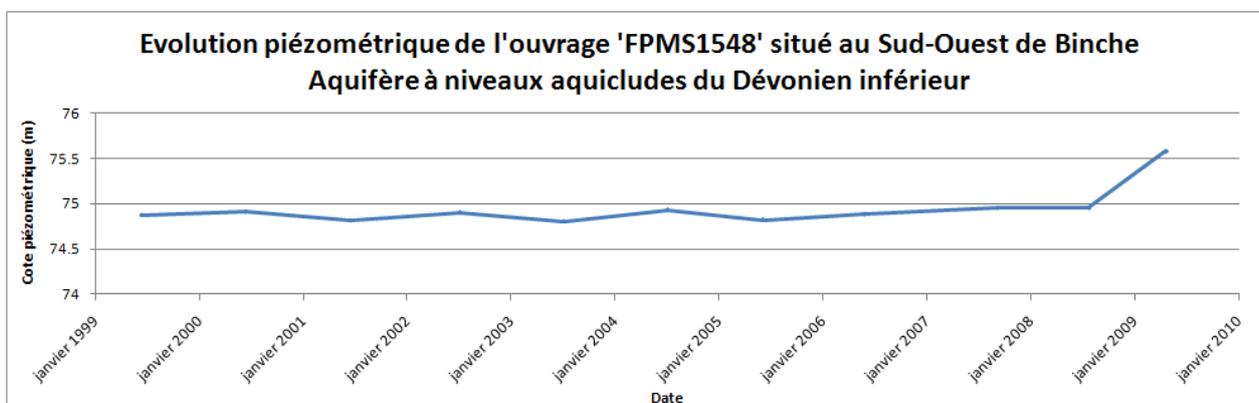
IV.2.1.2. *Piézométrie*

Le Tableau IV-2 donne, pour quelques puits sollicitant l'aquifère à niveaux aquicludes du Dévonien inférieur, les cotes piézométriques, la date du relevé, la localisation en coordonnées Lambert 1972 et la profondeur du puits. La localisation des différents ouvrages se trouve en Annexe 2.

Tableau IV-2. Mesures ponctuelles pour des ouvrages sollicitant l'aquifère à niveaux aquicludes du Dévonien inférieur

Ouvrages	CITERNAU G1 PZ2 SWDE X = 135 517,2 Y = 120 183,3	CITERNAU G1 PZ3 SWDE X = 136 642,2 Y = 120 178,1	FPMS13169 X = 145 933 Y = 119 038
Type	Puits foré	Puits foré	Puits foré
Profondeur (m)	35	10	12,24
Date de relevé	02/04/2009	02/04/2009	24/06/2009
Cote piézométrique (m)	140,97	149,78	168,52
Profondeur du niveau piézométrique (m)	11,26	3,42	10,84

Seul un ouvrage situé dans l'aquifère à niveaux aquicludes du Dévonien inférieur a été suivi : l'ouvrage « FPMS1548 ». La Figure IV-2 présente son évolution piézométrique. C'est un piézomètre d'une profondeur de 16,5 mètres. Il se situe au sud-ouest de Binche.

**Figure IV.2. Evolution piézométrique de l'ouvrage « FPMS1548 » implanté dans l'aquifère à niveaux aquicludes du Dévonien inférieur**

Cet ouvrage a été suivi de 1999 à 2009. Les cotes piézométriques varient très peu, un mètre au maximum.

IV.2.2. Aquifère des craies du Crétacé

IV.2.2.1. Cadre général

Une des principales ressources en eau du sous-sol de la carte de Binche – Morlanwelz est contenue dans les formations crayeuses du Bassin de Mons. La nappe des « Craies » du Bassin de Mons constitue un aquifère majeur (avec une production d'environ 50 millions de m³ d'eau par an soit environ 14 % de la production globale en eau souterraine de la région wallonne).

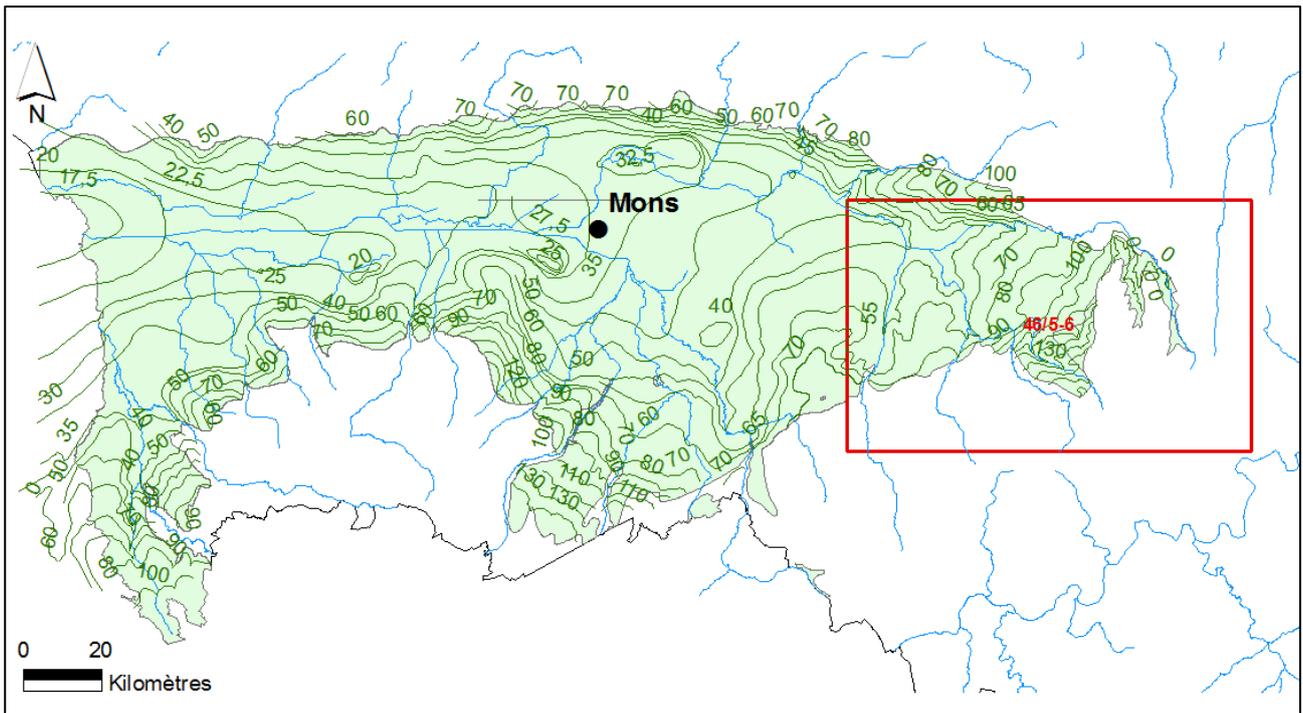


Figure IV.3. Carte piézométrique de mai 1989 de l'aquifère des craies du Bassin de Mons (FPMS, 2006; Rorive & Goderniaux, 2014)

L'aquifère des craies du Crétacé du Bassin de Mons, défini de façon précise par ses contours géologiques, appartient entièrement au bassin-versant de la Haine. Celui-ci recouvre également, et partiellement, d'autres aquifères contigus tant au nord (aquifère des calcaires dévono-carbonifères) qu'au sud (aquifères contenus dans les formations du Dévonien inférieur).

L'allure synclinale du bassin crétacique influence la direction de l'écoulement naturel de la Haine et de ses affluents (Figure IV-3). L'ensemble du bassin hydrographique (sauf les parties supérieures de certains de ses affluents) occupe une longue dépression formant une large vallée dont l'axe coïncide en position avec le bassin géologique de Mons.

L'aquifère des craies du Crétacé est un aquifère de porosité et de fissuration. En général, la circulation des eaux souterraines s'effectue par écoulement dans le milieu poreux ou au sein des zones crayeuses fissurées. La fissuration confère aux craies une perméabilité bonne à très bonne et permet d'assurer des débits très importants.

Pour rappel, l'aquifère des « craies » du Bassin de Mons regroupe un ensemble de formations perméables superposées constituées par les assises crayeuses proprement dites mais aussi par des formations carbonatées (tuffeaux, calcarénites et craies plus ou moins sableuses, décalcifiées en surface et à silex). Les épaisseurs des différentes assises sont très variables.

Les dépôts cénozoïques s'allongent dans l'axe du bassin crétacé sauf, pour les alluvions, dans le cours moyen de la Haine, de Nimy à Saint-Vaast. De la même façon que les assises crayeuses, les terrains paléogènes prennent, en coupe, des allures synformes marquées et repoussent parfois assez bas le sommet des « craies » aquifères.

Les cours d'eau présents à l'ouest, sur la carte, à savoir La Haine et ses affluents, le Ruisseau des Estinnes, la Samme et le Ruisseau de la Haye, drainent la nappe des craies. Les écoulements se font donc en direction du réseau hydrographique qui forme le niveau de base naturel de la nappe. L'exutoire naturel des eaux souterraines est finalement la Haine, affluent de l'Escaut.

Les isopièzes (Figure IV-3 et carte principale du poster A0 joint à cette notice) ont été réalisées en mai 1989 (FPMS, 2006 ; Rorive & Goderniaux, 2014). Puisque le réseau hydrographique forme le niveau de base, l'allure générale de ces courbes évoluent peu au fil des années et ont gardé la même allure en 2008 – 2009, période correspondant à une campagne de mesures piézométriques.

IV.2.2.2. Mesures piézométriques ponctuelles

Le Tableau IV-3 donne, pour quelques puits sollicitant l'aquifère des craies du Crétacé, les cotes piézométriques, la date du relevé, la localisation en coordonnées Lambert 1972 et la profondeur du puits. Une indication sur le type de l'aquifère (à l'affleurement ou sous couverture) est également donnée.

Tableau IV-3. Mesures piézométriques ponctuelles de sept ouvrages sollicitant l'aquifère des craies du Crétacé

Ouvrages	FPMS1476 X = 131 439 Y = 127 223	FPMS1471 X = 132 030 Y = 123 766e	FPMS1921 X = 135 123 Y = 124 754	Leval- Trahegnies X = 139 740 Y = 123 970	Rue de Bray X = 130 980 Y = 125 040	Rue Delcampe N°2 X = 131 300 Y = 124 700	Les Waricheres X = 131 800 Y = 125 290
Type	Puits foré	Puits traditionnel	Puits foré	Piézomètre	Piézomètre	Piézomètre	Piézomètre
Profondeur (m)	14,1	7,06	21,87	?	?	?	?
Date de relevé	24/09/2009	30/07/2009	20/10/2009	22/10/1987	22/10/1987	22/10/1987	22/07/1991
Cote piézométrique (m)	46,38	53,11	58,09	110,01	54,32	55,72	49,5
Profondeur du niveau piézométrique (m)	13,62	6,89	19,81	8,19	3,18	4,28	3,5
Type d'aquifère	Aquifère des craies à l'affleurement			Aquifère des craies sous couverture sableuse	Aquifère des craies sous les alluvions		

IV.2.2.3. Evolutions piézométriques

Plusieurs ouvrages dans l'aquifère des craies du Crétacé ont été suivis. Ils ont été séparés en fonction de leur situation et de leur contexte. Pour information, le Bassin de Mons fait, entre autres, l'objet de mesures piézométriques mensuelles réalisées par la Faculté Polytechnique de Mons depuis 1972.

La Figure IV-4 présente les évolutions piézométriques de l'aquifère des craies du Crétacé au droit de trois ouvrages à savoir « FPMS1921 », « FPMS1471 » et « FPMS1476 ». La Figure

IV-5 est un agrandissement sur les années 1999 à 2009. Les trois ouvrages sont situés au nord de la carte.

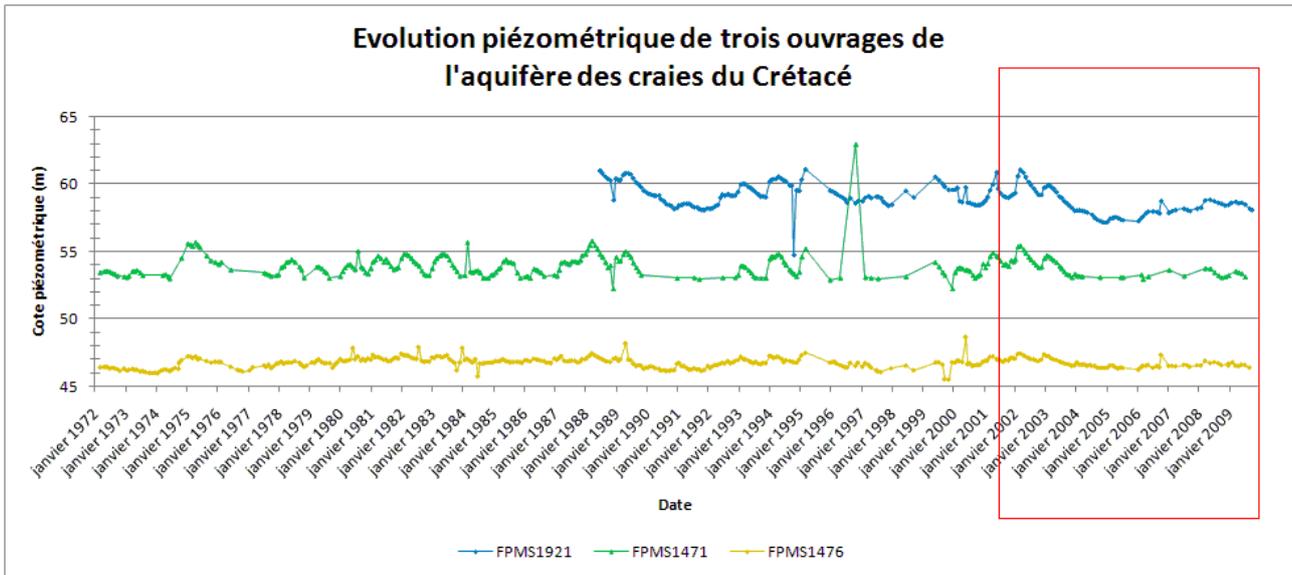


Figure IV.4. Evolutions piézométriques des ouvrages « FPMS1921 », « FPMS1471 » et « FPMS1476 » implantés dans l’aquifère des craies

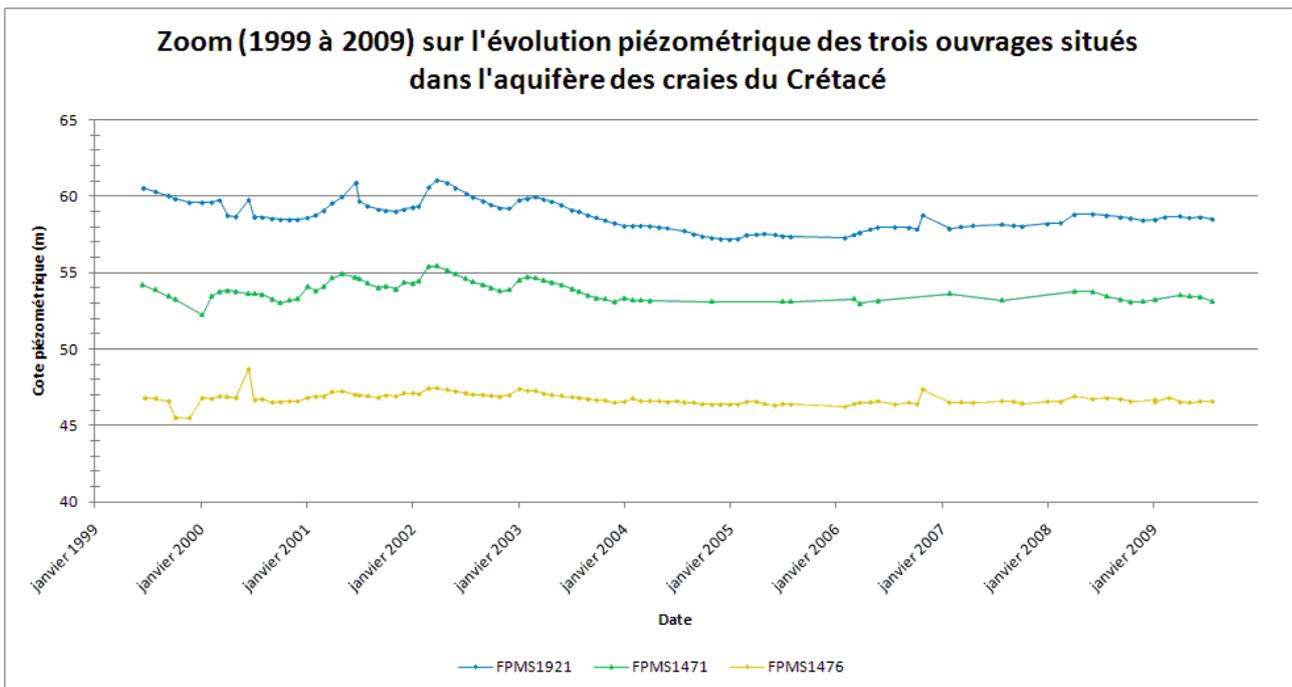


Figure IV.5. Zoom sur l’évolution piézométrique des ouvrages « FPMS1921 », « FPMS1471 » et « FPMS1476 » implantés dans l’aquifère des craies

Ces ouvrages affichent la même allure piézométrique. Un cycle interannuel semble se dessiner. Les années de « hautes eaux » pendant lesquelles la réalimentation a été abondante (1975 – 1982 – 1988 – 1995 – 2002) sont observables sur ces graphiques, malgré l’irrégularité des mesures. Les ouvrages montrent des variations maximales des niveaux piézométriques de l’ordre de 4 mètres.

Sur la période 1999-2009 (Figure IV-5), les variations annuelles sont bien visibles les premières années, c'est-à-dire jusque 2003. Par contre, les dernières années affichent des niveaux bas stabilisés. Il y a dès lors peu de variations saisonnières.

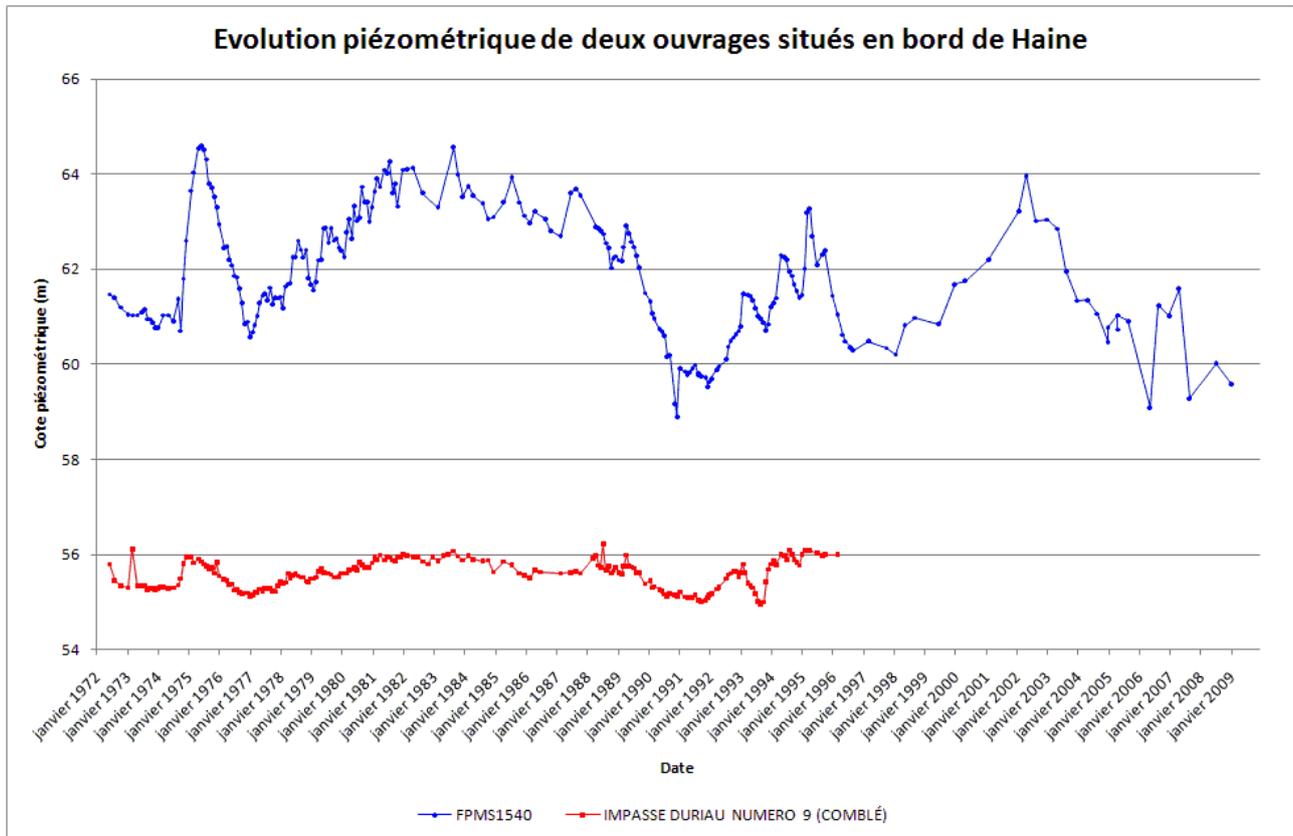


Figure IV.6. Evolutions piézométriques des ouvrages « FPMS1540 » et « Impasse Duriau Numéro 9 », implantés dans l'aquifère des craies du Crétacé

Les deux ouvrages nommés « FPMS1540 » et « Impasse Duriau Numéro 9 » sont situés en bord de Haine, à l'est de Saint-Vaast. Ils permettent de visualiser l'historique du niveau d'eau entre 1972 et 2009. Ces deux ouvrages montrent une évolution synchrone. Il est possible d'observer, malgré les mesures irrégulières, les périodes où les pluies sont abondantes (les années 1975 – 1982 – 1989 – 1996 – 2002) et de basses eaux. Le puits « FPMS1540 » présente des variations du niveau piézométrique de cinq mètres tandis que le puits « Impasse Duriau Numéro 9 » montre des variations de maximum un mètre. L'ouvrage « Impasse Duriau Numéro 9 » a été comblé en 1996 et n'apparaît donc pas sur la carte hydrogéologique.

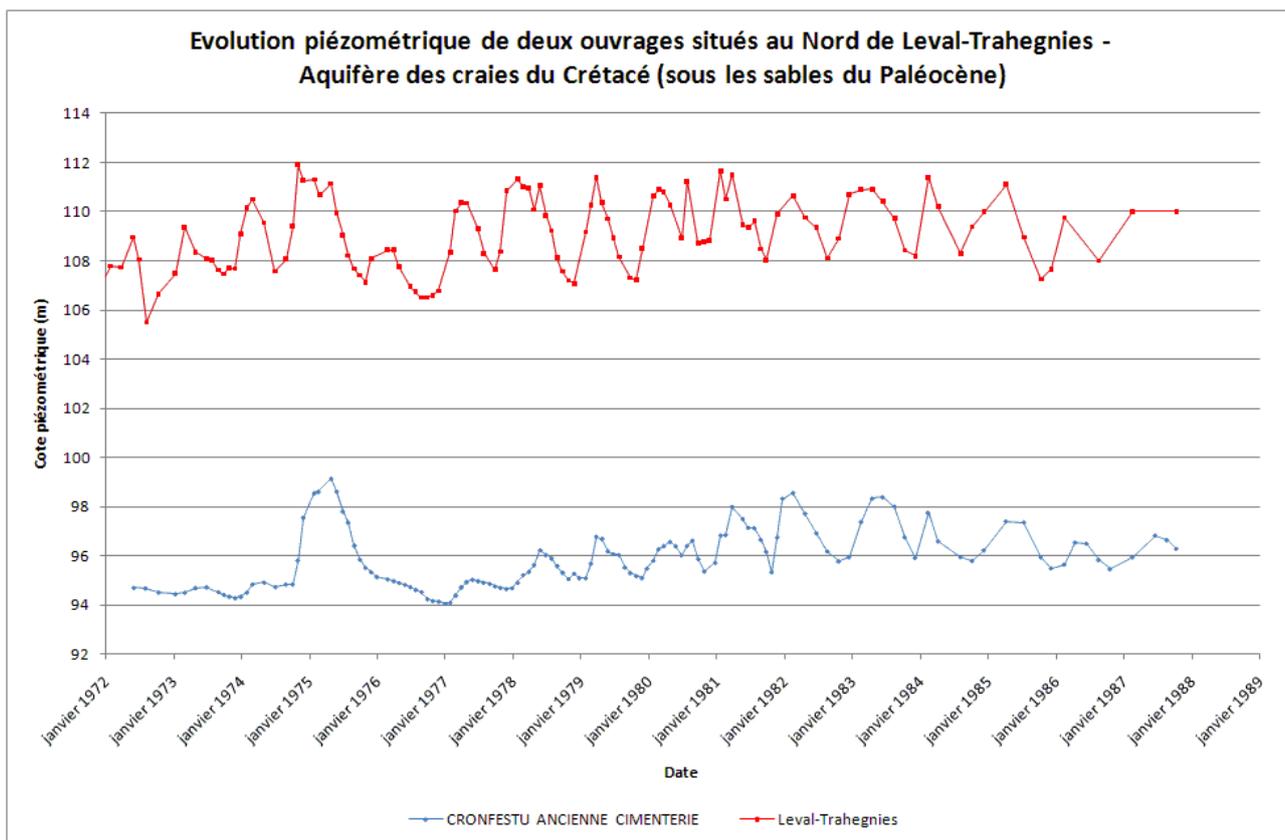


Figure IV.7. Evolution piézométrique des ouvrages « Cronfestu ancienne cimenterie » et « Leval-Trahegnies », implantés dans l’aquifère des craies du Crétacé (sous les sables du Paléocène)

Le niveau d’eau dans les puits « Cronfestu ancienne cimenterie » et « Leval-Trahegnies » ont été régulièrement suivis entre 1972 et 1988. Ils se situent au nord de Leval-Trahegnies, dans l’aquifère des craies du Crétacé. Dans cette zone, cet aquifère est recouvert par les sables du Paléocène. Sur la Figure IV-7, les variations piézométriques peuvent atteindre 5 mètres. Il est possible d’observer les périodes de hautes eaux (en fin d’hiver) et de basses eaux (en automne).

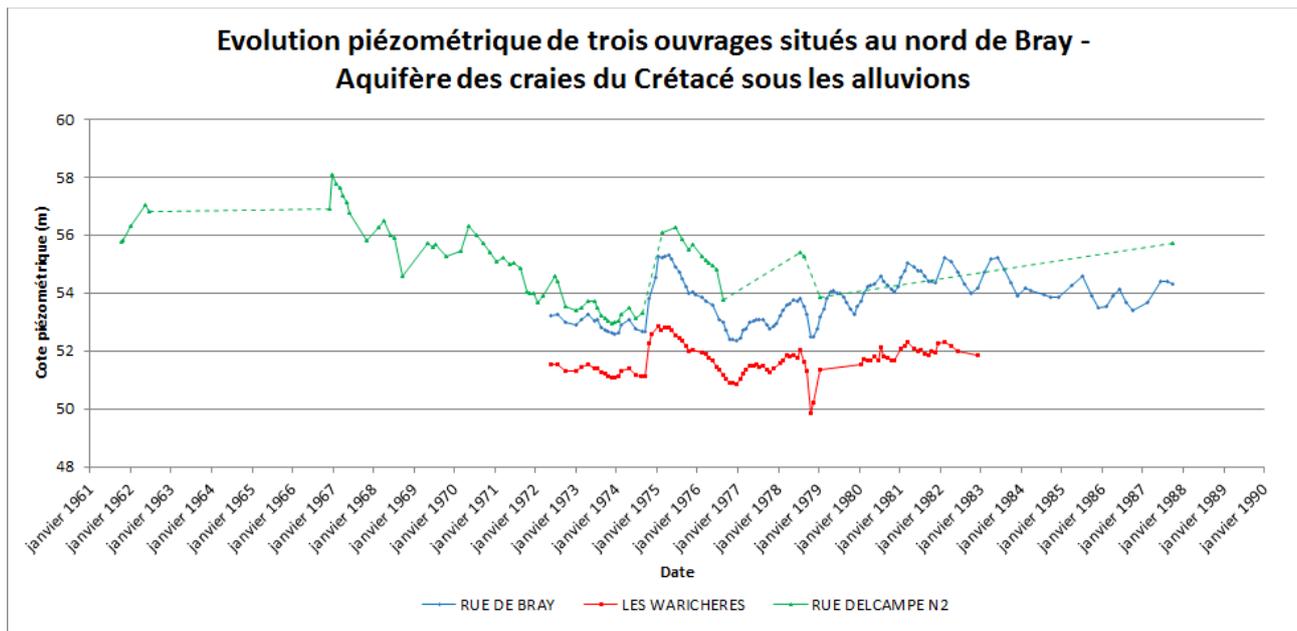


Figure IV.8. Evolution piézométrique des ouvrages « Rue de Bray », « Les Warichères » et « Rue Delcampe N°2 », implantés dans l'aquifère des craies du Crétacé (sous les alluvions)

L'ouvrage « Rue Delcampe N°2 » a été suivi de 1962 à 1988, l'ouvrage « Les Warichères » entre 1972 et 1983 et l'ouvrage « Rue de Bray » de 1972 à 1988 (Figure IV-8). Le niveau piézométrique varie très peu, à peine deux mètres. Entre 1972 et 1983, les trois ouvrages présentent la même allure. Il est possible d'observer les variations annuelles.

IV.2.3. Aquifères des sables de l'Eocène et du Paléocène

IV.2.3.1. Cadre général

Sur la carte étudiée, le Thanétien (Formation de Hannut), principalement sableux, constitue l'aquifère des sables du Paléocène. Il est situé dans la région de Maurage et de Bray. Cet aquifère est drainé soit vers l'aquifère crayeux sous-jacent, soit en direction des vallées de la Haine.

L'aquifère des sables de l'Eocène occupe la vaste crête de Mont-Ste-Aldegonde, comme l'attestent les nombreuses sorties d'eau qui sourdent à proximité du contact entre les Formations de Peissant et de Bruxelles. Les Formations de Peissant et de Carnières sont des alternances de sables fins, de sables argileux et d'argiles. Elles sont par conséquent moins perméables et transmissives que les sables légèrement plus grossiers du « Bruxellien ». La Formation de Bruxelles occupe à l'affleurement environ 24% de la surface de la carte.

IV.2.3.2. Mesures piézométriques ponctuelles

Le Tableau IV-4 donne les cotes piézométriques, la date du relevé, la localisation en coordonnées Lambert 1972 et la profondeur du puits pour quelques puits sollicitant d'une part l'aquifère des sables de l'Eocène et d'autre part l'aquifère des sables du Paléocène.

Tableau IV-4. Mesures piézométriques ponctuelles de quatre ouvrages implantés dans l'aquifère des sables de l'Eocène et d'un ouvrage implanté dans l'aquifère des sables du Paléocène

Ouvrages	FPMS1537 X = 142 119 Y = 126 945	Moulin à Eau X = 144 663 Y = 128 126	FPMS13263 X = 145 625 Y = 127 798	FPMS13836 X = 141 166 Y = 122 542	FPMS13269 X = 142 192 Y = 119 839
Type	Puits traditionnel	Puits traditionnel	Puits traditionnel	Puits traditionnel	Puits traditionnel
Profondeur (m)	11,2	4,3	6,5	4,3	7
Date de relevé	22/06/2009	23/06/2009	23/06/2009	24/06/2009	24/06/2009
Cote piézométrique (m)	132,02	135,8	157,2	166,7	192,3
Profondeur du niveau piézométrique (m)	8,92	0,62	4,8	3,28	5,72
Type d'aquifère	Sables paléocènes	Sables éocènes			

IV.2.3.3. Evolutions piézométriques

Quelques puits sollicitant les aquifères des sables de l'Eocène et du Paléocène ont été suivis. En voici cinq qui présentent des évolutions intéressantes (Figure IV-9 et Figure IV-10). Les trois ouvrages correspondants sont localisés en Annexe 2.

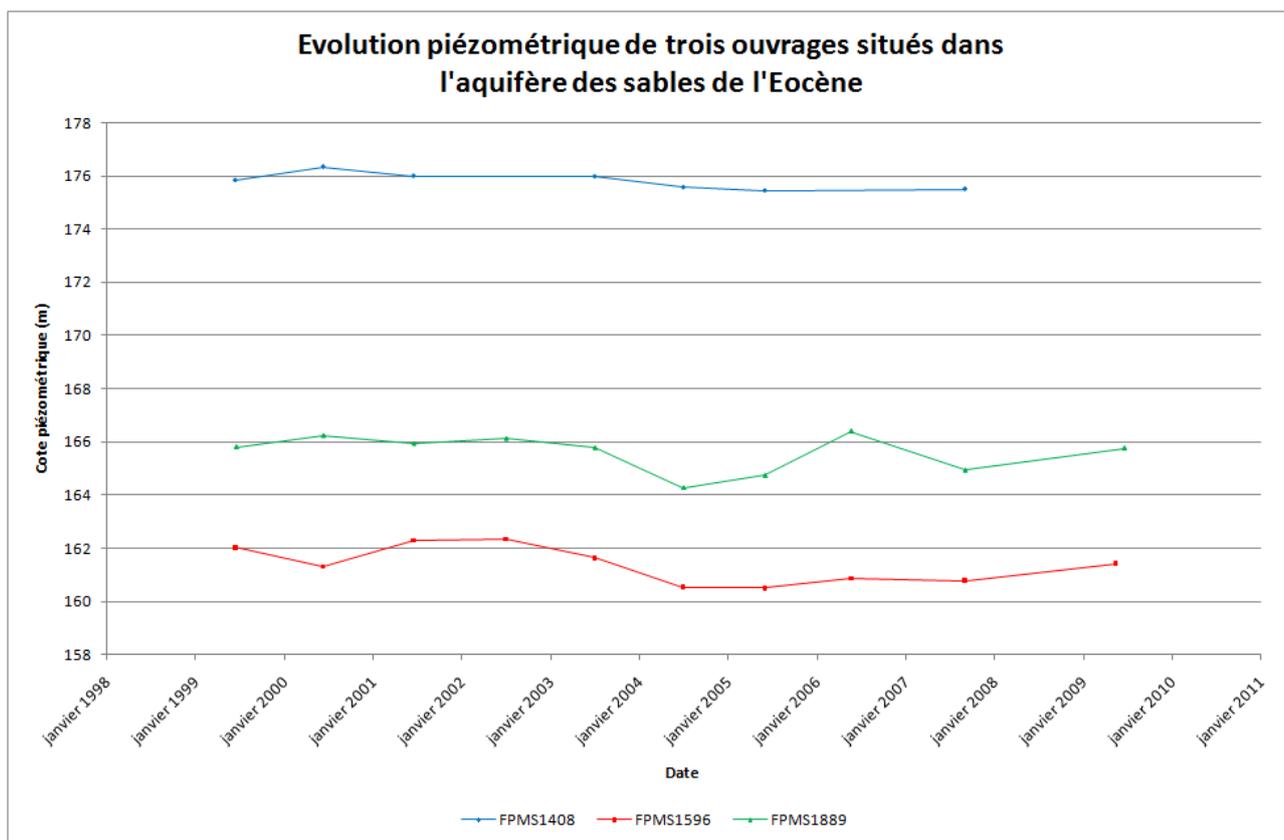


Figure IV.9. Evolution piézométrique des ouvrages « FPMS1408 », « FPMS1596 » et « FPMS1889 », implantés dans l'aquifère des sables de l'Eocène

Les puits traditionnels « FMS1596 » et « FPMS1889 » ont été suivi de 1999 à 2009. Ils présentent des évolutions piézométriques similaires. D'après les données disponibles (relevés annuels), le niveau d'eau varie peu, amplitude piézométrique maximum de 2 m. Le suivi du puits

« FPMS1408 » s’est arrêté en 2008. Le niveau d’eau évolue peu (moins d’un mètre). Seule une mesure par an est réalisée, ce qui ne permet pas de mettre en évidence d’éventuelles variations saisonnières.

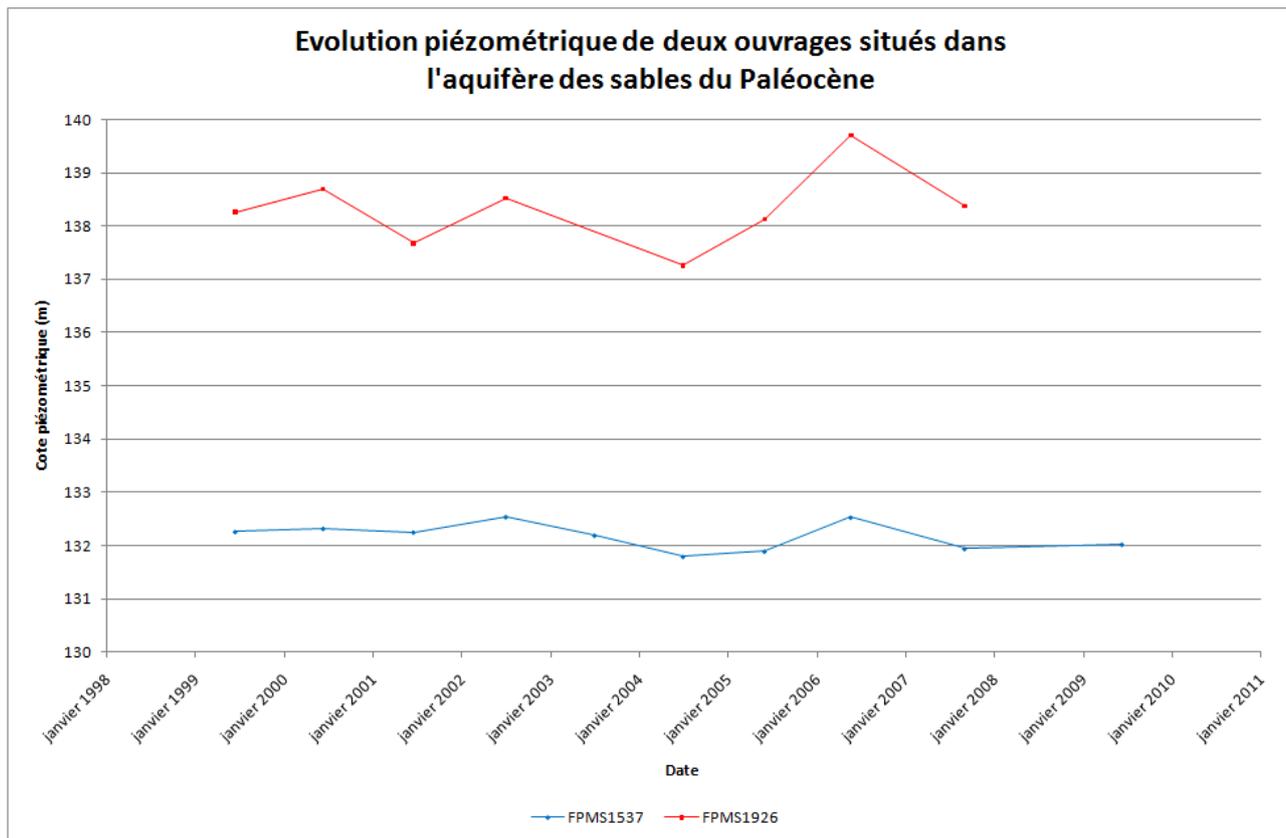


Figure IV.10. Evolution piézométrique des ouvrages FPMS1537 et FPMS1926, implanté dans l’aquifère des sables du Paléocène

L’ouvrage nommé « FPMS1537 » a été suivi de 1999 à 2009 tandis que l’ouvrage nommé « FPMS1926 » a été suivi seulement jusqu’en 2008. Bien que les amplitudes ne soient pas les mêmes, ils montrent des évolutions synchrones : hautes eaux en 2000, 2002 et 2006 ; basses eaux en 2001 et 2004. Le second ouvrage montre des cotes piézométriques qui varient sur plus de 2 mètres de hauteur. De nouveau, seule une mesure par an est réalisée, ce qui ne permet pas de mettre en évidence d’éventuelles variations saisonnières.

IV.2.4. Aquiclude à niveaux aquifères du Houiller

Le Houiller est riche en shales et siltites, ce qui lui confère un caractère principalement aquiclude. Lorsque les niveaux de grès sont plus abondants ou épais, il est possible de trouver localement de l'eau dans les couches plus gréseuses.

IV.2.4.1. Mesures piézométriques ponctuelles

Le Tableau IV-5 donne, pour deux puits sollicitant l'aquiclude à niveaux aquifères du Houiller, les cotes piézométriques, la date du relevé, la localisation en coordonnées Lambert 1972 et la profondeur du puits.

Tableau IV-5. Mesures piézométriques ponctuelles de deux ouvrages implantés dans l'aquiclude à niveaux aquifères du Houiller

Ouvrages	<i>R Delbeque</i> X = 141 462 Y = 126 905	<i>Chemin de fer 'Les Hayettes'</i> X = 139 606 Y = 127 284
Type	Puits traditionnel	Puits foré
Profondeur (m)	8,9	7
Date de relevé	22/06/2009	02/06/2009
Cote piézométrique (m)	119,07	100,78
Profondeur du niveau piézométrique (m)	4,2	1,28

IV.2.4.2. Cas particulier du site de stockage souterrain de gaz de Péronnes

La société Fluxys a stocké du gaz naturel dans les anciens sites miniers de la région. Les puits d'extraction et d'aérage minier ont été adaptés en puits d'injection et de déstockage du gaz naturel (« Puits Saint Albert II » et « Puits Sainte Marguerite II »).

Pour garder le réservoir souterrain de gaz à sec, la société Fluxys a maintenu des pompages jusqu'en décembre 2002. L'eau de la partie supérieure du gisement houiller était exhaurée (environ 40 m³/h) par une pompe immergée dans le « Puits Saint Albert I », à la cote de -417 m (de 1970 à 1982) puis à -222 m (de 1982 à 1998). Depuis l'arrêt du pompage en 1998, la vitesse de remontée d'eau dans l'ouvrage est passée de 8 mètres par mois (en 1998) à 1,7 m par mois (en 2000). Un autre pompage de moindre importance était réalisé dans le « Puits Sainte Marguerite » entre 1969 et 1982 à raison de 2 à 3 m³/jour. A l'arrêt du pompage, le niveau a rapidement remonté jusqu'en 1984. Depuis, la remontée est plus lente et semble stabilisée à une vitesse de 7,6 par an. En 2009, le niveau d'eau relevé dans le « Puits Sainte Marguerite » à Péronnes était à la cote d'environ 11 m.

En 2015, l'ISSEP* étudiait et surveillait l'évolution du niveau d'eau dans le cadre de l'étude des mesures de post-gestion à appliquer aux sites d'Anderlues et de Péronnes-lez-Binche.

Plus au sud, dans la région de Binche (voir coupe A1 – A2 du poster), un sondage indique que, entre 1989 et 2003, les niveaux piézométriques dans la base de l'aquifère des craies du Crétacé d'une part et celui l'aquiclude à niveaux aquifères du Houiller d'autre part étaient identiques, indiquant que les deux nappes étaient à l'équilibre. A proximité de ce sondage et en l'absence de marnes peu perméables à la base, il est vraisemblable que la nappe des craies soit en relation directe avec le Houiller. Ailleurs, et dans la même zone, si le niveau piézométrique de la nappe des craies est supérieur à celui de la nappe du Houiller, alors la nappe des craies peut alimenter celle-ci par drainance per descensum (Bossut, 2002).

IV.3. COUPES HYDROGÉOLOGIQUES

Afin de mieux visualiser et de mieux comprendre la structure géologique et le comportement hydrogéologique des différentes unités présentes sur la carte de Binche – Morlanwelz, deux coupes hydrogéologiques (échelle verticale 1/25 000 et échelle verticale 1/5 000, l'exagération des hauteurs d'un facteur 5 met en évidence les structures influençant l'hydrogéologie locale) ont été insérées dans le poster A0 joint à cette notice. Le trait A1 – A2, orienté N-S, se situe dans la partie ouest de la carte. Le tracé A1 – A2 commence au nord de Saint-Vaast, passe par le Pont Saint-Vaast, Binche, La Guinguette et se termine à l'est de Vellereille-les-Brayeux. Ces coupes sont calées sur les coupes géologiques tracées par M. Hennebert et S. Delaby 2017). Elles montrent la géologie (structure et lithologie) et l'hydrogéologie (unités hydrogéologiques et tracé de la surface piézométrique) de la zone cartographiée.

Globalement, la coupe montre d'une part le socle paléozoïque constitué par les terrains du Dévonien inférieur, au sud, charriés sur le Carbonifère supérieur (Houiller), au nord, et limités par la Faille du Midi, et d'autre part le Bassin de Mons, constitué d'une couverture mésozoïque, dans la partie nord. Le Houiller forme un bloc faillé qui délimite différents massifs. Le Dévonien inférieur est formé par les Formations de Fooz, de Bois d'Ausse, d'Acoz, de Wépion et de Burnot, en séries plissées. Les différentes formations constituant le Bassin de Mons sont bien détaillées sur la coupe avec exagération des hauteurs : l'aquiclude de remplissage du Hainaut, l'aquiclude des marnes du Turonien, au fond du bassin, et l'aquifère des craies du Crétacé avec les Formations de Haine-Saint-Paul, de Maisières, de Saint-Vaast, de Trivières et de Nouvelles – Obourg. Le bassin est dissymétrique : son flanc nord est nettement plus incliné que son flanc sud. Le fond de la cuvette est irrégulier, présentant plusieurs creux assez prononcés bien visibles sur la carte des isohypses.

* ISSEP : Institut Scientifique de Service Public

Le flanc nord du Bassin de Mons montre des dépôts du Crétacé inférieur, que ne montre pas le flanc sud (où les premiers sédiments sont d'âge crétacé supérieur).

La piézométrie de l'aquifère des craies du Crétacé de mai 1989 est représentée par un trait rouge. La Haine et ses affluents sont drainants vis-à-vis de la nappe d'eau de l'aquifère des « Craies ».

IV.4. CARACTERE 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, figure le caractère perméable, peu perméable et semi-perméable de la couverture des nappes. Ces nappes sont d'une part celles contenues dans le socle paléozoïque et d'autre part, la nappe beaucoup plus importante contenue dans l'aquifère des craies du Crétacé. L'extension de cette dernière est représentée en hachuré oblique sur la carte.

Le socle paléozoïque contient les nappes :

- du Dévonien inférieur (au sud de la Faille du Midi) ;
- de l'aquifère des calcaires du Carbonifère (dans les massifs de Wespes et de la Tombe, situés à l'extrémité est de la carte, voir Figure III-5) ;
- dans les niveaux aquifères de l'aquiclude du Houiller (au nord de la Faille de Midi).

Le socle apparaît à l'affleurement sur une bande située au sud de Binche, d'Estinnes-au-Mont et au nord de Vellereille-les-Brayeux. Il apparaît aussi au sud-est de la carte.

Au nord de cette bande d'affleurement, le socle est recouvert par la couverture mésozoïque et notamment par les craies de la terminaison orientale du Bassin de Mons. Ces craies forment une couverture perméable.

Il faut remarquer que, juste au nord de la Faille du Midi, au niveau du flanc sud du Bassin de Mons, les craies sont en contact direct du socle paléozoïque. En remontant vers le nord du bassin, au niveau de son flanc nord, l'aquiclude de remplissage du Hainaut et l'aquiclude des marnes du Turonien isolent hydrauliquement l'aquifère des craies du Crétacé du socle paléozoïque.

Vers l'est de la carte, la couverture mésozoïque se réduit en épaisseur et disparaît. Par contre, le socle est recouvert par les sables du Paléocène (Formation de Hannut) et de l'Eocène (Formations d'Erquelines, de Peissant et de Bruxelles). Ces formations sont perméables. Les

* 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, diagraphie) ainsi que d'autres informations complémentaires, entre autre, les zones de prospection géophysiques.

alluvions des cours d'eau sont également perméables. Entre les Formations de Peissant et d'Erquelinnes, se trouve la Formation de Carnières constituant une barrière très peu perméable à travers l'aquifère de l'Eocène. Des nappes perchées peuvent alors se former dans les Formations de Peissant et de Bruxelles.

En ce qui concerne l'aquifère des craies du Crétacé (extension en hachuré), étant donné son importance au niveau de ses caractéristiques hydrauliques et de son exploitation, la nappe qu'il contient est considérée comme une nappe à l'affleurement (en bleu sur la « carte des informations complémentaires et des caractères de couverture des nappes »).

La couverture perméable de la nappe des craies est constituée par les alluvions modernes dans les vallées de la Haine, de la Samme et du Ruisseau des Estinnes ainsi que, localement, par les Formations sableuses de Hannut et d'Erquelinnes.

IV.5. CARRIERES

Sur la carte 46/5-6 de Binche – Morlanwelz, il n'existe aucune carrière encore en activité à l'heure actuelle. Entre 1850 et 1962, la carrière de Cronfestu exploitait les craies de Saint-Vaast pour la fabrication de ciment. De 1962 à 1994, une fois abandonnée, elle a servi de lieu de dépôts d'immondices. Elle a fait l'objet de plusieurs études et une réhabilitation jusqu'en fin 2001*. La pollution des eaux à proximité du dépôt fait l'objet d'un suivi de post-gestion par l'intercommunale IDEA.

Quelques sablières sur la carte de Binche – Morlanwelz étaient également exploitées. A noter également le passé minier dans le socle houiller qui se manifeste par la présence de nombreux puits de mines (Hennebert & Delaby, 2017).

* Voir le site internet : http://environnement.wallonie.be/data/dechets/cet/05cro/05_1dt.htm

V. CADRE HYDROCHIMIQUE

Aucune campagne particulière de prélèvement chimique n'a été organisée dans le cadre de la réalisation de cette carte hydrogéologique. Ce chapitre reprend les données existantes dans la base de données de la BD Hydro, alimentée par les résultats fournis par les sociétés publiques de distribution d'eau et/ou publiées à l'occasion d'études particulières (protection des captages,...). Les sites pour lesquels des analyses chimiques sont disponibles ont été reportés sur la carte thématique au 1/50 000 « *Carte des informations complémentaires et des caractères de couverture des nappes* » du poster A0 accompagnant cette notice. A partir de ces données disponibles, il a été possible de caractériser l'hydrochimie de quatre unités hydrogéologiques : l'aquifère des craies du Crétacé, l'aquifère des sables de l'Eocène, l'aquitard à niveaux aquifères du Dévonien inférieur et l'aquifère à niveaux aquicludes du Dévonien inférieur.

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

Sont reprises, à titre indicatif, les informations sur la géochimie des aquifères de "l'Etat des nappes d'eau souterraine de la Wallonie" (SPW-DGO3, 2015). Ces résultats sont à considérer globalement. Ils sont représentatifs d'une masse d'eau souterraine dans son ensemble, et pas forcément pour la zone de cette masse d'eau présente sur la carte étudiée.

Plusieurs excavations ont été réalisées. Quelques carrières et sablières sont toujours en activité. Ces anciens sites d'extraction abandonnés et parfois remblayés avec des déchets et matériaux divers sont des points d'infiltration privilégiés vers les eaux souterraines, tout comme le sont les dolines, chantoirs et autres phénomènes karstiques. Ces sources potentielles de pollution sont donc des lieux à surveiller.

V.1. CARACTÉRISTIQUES HYDROCHIMIQUES DES EAUX

V.1.1. Aquifère des craies du Crétacé

Les eaux de plusieurs ouvrages (neuf au total, dont une galerie) sollicitant l'aquifère des craies du Crétacé sont analysées et suivies régulièrement.

Ces prises d'eau sont presque réparties de manière uniforme sur toute la surface de l'aquifère des craies du Crétacé visible sur la carte. La localisation de ces ouvrages se trouve en Annexe 2. Les résultats d'analyses hydrochimiques sont présentés dans le Tableau V-1. Les dates de prélèvement sont également indiquées.

Tableau V-1. Analyses chimiques des ouvrages nommés « Ferme », « Fossé Sainte Marguerite, sucrerie », « Estinnes-au-Val P1 », « Les Fonds de Bray », « Trivières P21 », « Puits Mortier ou Martin P1 », « Strepy P1 », « Puits Joris P2 » et « Cronfestu Pz4 » et valeurs seuil RW du Code de l'Eau

Analyses, Unités et Valeurs Seuil RW	Ouvrages		Ferme 07/03/2006	Fossé Ste Marguerite, sucrerie 28/01/2005	Estinnes- au-Val P1 27/01/2004	Les Fonds de Bray 14/01/2004	Trivières P2 19/02/2004	Puits Mortier ou Martin P1 02/02/2004	Strepy P1 31/01/2000	Puits Joris P2 12/02/2004	Cronfestu Pz4 09/03/1995	Craies du bassin de Mons Aq03 1994-2000
	6,5 à 9,45	Unité pH										
pH	6,5 à 9,45	Unité pH	7	7	7,15	6,98	6,78	7,33	7,07	7,23	7,0	7,1
Conductivité	2500	µS/cm à 20°C	1682	920	835	653	968	875	999	839	1495	822
Turbidité	4	NTU	< 2	-	0,28	0,2	0,89	0,32	-	0,65	-	-
Dureté totale	67,5	*français	80	-	46,18	36,5	44,5	44,15	49	40	-	42,2
Oxygène dissous (in situ)		mg/l O ₂	8	LQ	5,07	5,4	6,3	4,51	-	4,7	-	4,9
Alcalinité totale (TAC)		*français	35	32	32,98	32,5	37,82	34,44	30,9	32,17	-	-
Aluminium	200	µg/l Al	12	23	8,56	LQ	1,26	0,30	3	LQ	12	11
Calcium	270	mg/l Ca	239	178	157,8	132,6	161,9	163,9	172,5	146,2	170	149,4
Magnésium	50	mg/l Mg	55	12	16,48	8,2	9,93	7,88	14,3	8,54	12,7	10,5
Ammonium	0,5	mg/l NH ₄	LQ ⁽²⁾	LQ	LQ	LQ	LQ	LQ	LQ	LQ	24,8	,08
Manganèse	50	µg/l Mn	< 5	LQ	LQ	LQ	0,49	LQ	1	1,03	89	5
Sodium	200	mg/l Na	154	-	18,89	13,7	25,62	17,56	61,2	16,55	43	27,3
Potassium		mg/l K	4	3	11,59	0,7	3,54	3,77	4,3	2,84	33	4,61
Fer (total) dissous	200	µg/l Fe	< 2	-	-	8	-	-	2	LQ	1424	33
Sulfates	250	mg/l SO ₄	571	-	56,71	33	101,71	104,99	235,6	119,07	118,2	121
Chlorures	250	mg/l Cl	76	53	43,85	26	70,39	48,35	30,2	41,54	140,4	44,8
Nitrates	50 ⁽¹⁾	mg/l NO ₃	72	33	67,57	25,6	18,27	19,59	26,6	25,89	0,5	24,4
Nitrites	0,5	mg/l NO ₂	LQ	LQ	LQ	LQ	LQ	LQ	LQ	0,01	< 0,01	<0,02
Silice		mg/l SiO ₂	29	25	13,2	5,8	22,7	24,3	18,4	23,5	-	18,2
Oxydabilité (KMnO₄)	5	mg/l O ₂	1	LQ	0,31	0,35	0,31	0,46	0,23	0,67	-	-

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

Les eaux analysées pour les différents ouvrages sollicitant l'aquifère des craies ont à peu près les mêmes caractéristiques : dures et fortement minéralisées. La conductivité varie autour de 870 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (à 20°C) mais montre aussi deux valeurs très élevées : 1495 et 1682 $\mu\text{S}/\text{cm}$ pour « Cronfestu Pz4 » (influence nette de l'ancienne décharge en amont) et « Ferme » (puits vraisemblablement pollué), respectivement. La teneur varie entre 130 et 240 mg/l pour le calcium et entre 7,88 et 55 mg/l pour le magnésium. La dureté totale est comprise entre 36,5 et 80°français. C'est l'eau de l'ouvrage « Ferme » qui est la plus chargée : 239 mg/l de calcium, 55 mg/l de magnésium, 1682 $\mu\text{S}/\text{cm}$ pour la conductivité et 80°français pour la dureté totale. Le pH varie autour de 7 sur l'ensemble des ouvrages.

L'oxydabilité au permanganate de potassium (KMnO_3) est un paramètre qui met en évidence la demande chimique en oxygène. C'est une image de la présence d'ions et de matière organique pouvant être oxydés. Dans les ouvrages présentés, cette demande chimique est faible (inférieur à 1 mg/l d' O_2). La turbidité, représentant les particules (argiles, limons, matières organiques, colloïdes) en suspension, est inférieure à 2 NTU.

Le fer et le manganèse sont présents naturellement dans les sols. Ils proviennent en grande partie de l'altération des roches et peuvent se retrouver dissous dans les eaux souterraines à des concentrations variables. Dans les craies présentes sur cette carte, seul le piézomètre lié à la décharge contrôlée de Cronfestu montre des valeurs très élevées en ces éléments. Ceci peut être expliqué par l'ancienne activité de ce site (décharge de déchets ménagers).

Un diagramme de Piper (Figure V-1) a été réalisé à partir du Tableau V-1. La plupart des ouvrages présentent des eaux bicarbonatées calciques sauf les deux ouvrages « Ferme » et « Cronfestu Pz4 » dont la tendance est de type chloruré et sulfaté calcique.

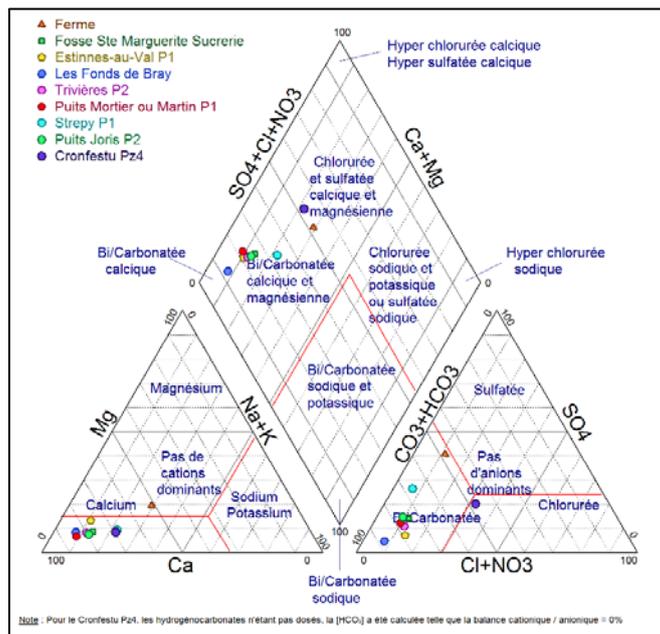


Figure V.1. Diagramme de Piper pour l'aquifère des craies du Crétacé (carte 46/5-6)

En particulier, la carrière de Cronfestu a été remblayée avec des déchets ménagers avant d'être réhabilitée par mise en place d'une capping étanche. Le site a fait l'objet d'études (Rorive & al, 1997) qui ont montré qu'en aval, la nappe des craies est polluée sur une distance plus ou moins grande. Ainsi, la pollution par des métaux lourds n'a été repérée que sur quelques dizaines de m ; les chlorures, sulfates, azote et sodium sont perceptibles jusqu'à 500 m en aval ; les hydrocarbures aliphatiques chlorés (provenant de la carrière voisine) sont perceptibles au-delà du km. Une ségrégation de la propagation des polluants dans les craies est à prendre en compte du fait de différents processus de précipitation et d'adsorption.

V.1.2. Aquifère des sables de l'Eocène

L'aquifère des sables de l'Eocène est principalement exploité par des galeries servant ainsi d'émergences artificielles de la nappe. Les eaux de ces ouvrages ont été analysées. Les résultats se trouvent dans le Tableau V-2. La localisation des différents ouvrages est donnée en Annexe 2.

Les valeurs des paramètres mesurés dans les ouvrages sollicitant l'aquifère des sables de l'Eocène sont plus ou moins identiques. La conductivité varie entre 523 et 884 $\mu\text{S}/\text{cm}$. La teneur en calcium est comprise entre 60 et 175 mg/l et celle en magnésium entre 4 et 15,86 mg/l. La dureté totale varie entre 18 et 47,3°français. Le pH est légèrement acide. En comparant ces résultats à ceux de l'aquifère des craies du Crétacé, toutes ces valeurs sont inférieures.

La concentration en oxygène dissous et l'oxydabilité au permanganate de potassium sont des paramètres qui n'ont pas été systématiquement examinés pour l'aquifère des sables de l'Eocène. Les valeurs disponibles n'indiquent aucun problème particulier. En ce qui concerne la turbidité, les valeurs sont parfois très élevées et dépassent la norme (« Cote du Berger » et « Belle Fontaine »).

Les teneurs en manganèse restent assez faibles quel que soit l'ouvrage. Les concentrations en fer dissous sont par contre assez variables. Dans la galerie « Belle Fontaine », la norme est dépassée. Dans ce même ouvrage, l'aluminium se trouve également en concentration plus importante comparativement aux autres ouvrages.

Une remarque importante concerne les teneurs en nitrates : elles sont très élevées et dépassent généralement la norme de potabilité. Ce point est repris plus en détail dans le chapitre V.2. Problématique des nitrates.

Tableau V-2. Analyses chimiques des ouvrages nommés « La Commanderie G1 », « Trichon G1 », « Trichon G2 », « Berger », « Cotes de Berger » et « Belle Fontaine » et valeurs seuil RW du Code de l'Eau Ruelles G1 », « Les Ruelles G2 », « Les Ruelles G1 », « La Commanderie G1 », « Trichon G1 », « Trichon G2 », « Saint-Médard E1 », « Les Ruelles G1 », « Les Ruelles G2 », « Berger », « Cotes de Berger » et « Belle Fontaine » et valeurs seuil RW du Code de l'Eau

	Ouvrages		La Commanderie G1 07/07/2000	Trichon G1 20/09/2000	Trichon G2 15/11/2005	Saint-Médard E1 08/11/2005	Les Ruelles G1 26/02/2004	Les Ruelles G2 26/02/2004	Berger 01/04/2003	Cotes du Berger 27/09/2001	Belle Fontaine 06/08/2003	Sables bruxellois et landanais du Brabant (Aq05) 1994-2000
	Unité	Seuil RW										
pH	6,5 à 9,45		7	7,06	8	6,73	6,49	6,48	6,95	6,95	7,32	7
Conductivité	µS/cm à 20°C		706	870	833	636	652	529	578	859	883,3	722
Turbidité	NTU	4	-	-	LQ	0,23	1,4	0,71	2,6	5,9	11,7	-
Dureté totale	°français	67,5	37	47,3	39	30,59	26,22	21,82	18	35	32,3	38,1
Oxygène dissous (in situ)	mg/l O ₂		-	-	9	-	7,37	-	-	-	-	6,1
Alcalinité totale (TAC)	°français		24	31,2	32	17,6	12,7	10,41	10,8	26,2	27	-
Aluminium	µg/l Al	200	6	13	2	0,09	15,86	LQ	36	64	147	20
Calcium	mg/l Ca	270	140	173,4	144	108,5	93,53	75,69	59,2	124,2	113,7	131,4
Magnésium	mg/l Mg	50	4	9,5	8	8,52	15,86	7,09	7,7	9,7	9,4	10,5
Ammonium	mg/l NH ₄	0,5	LQ ⁽²⁾	LQ	LQ	LQ	0,01	LQ	LQ	0,01	LQ	0,01
Manganèse	µg/l Mn	50	1	2	LQ	LQ	0,88	LQ	3	3	5	3
Sodium	mg/l Na	200	9	37,2	28	24,66	27,94	18,2	53,8	69,1	97,5	14,9
Potassium	mg/l K		1	4,1	3	2,28	1,98	1,72	1,6	2	1,7	1,94
Fer (total) dissous	µg/l Fe	200	28	2	LQ	LQ	-	-	102	54	231	10
Sulfates	mg/l SO ₄	250	77	80,5	68	106	76,7	66,08	64,5	116,5	111,2	77,5
Chlorures	mg/l Cl	250	36	63,9	49	-	80,71	48,13	61,3	58,8	58,5	47,2
Nitrates	mg/l NO ₃	50 ⁽¹⁾	53	50	48	58,5	64,72	69	57,5	53,6	52,4	40,6
Nitrites	mg/l NO ₂	0,5	LQ	LQ	LQ	LQ	LQ	LQ	LQ	0,02	LQ	<0,02
Silice	mg/l SiO ₂		27	34,8	13	14,22	28,6	30,9	33,6	34	17,6	26
Oxydabilité (KMnO₄)	mg/l O ₂	5	LQ	0,79	-	-	1,04	-	0,24	0,35	-	-

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

V.1.3. Aquitard à niveaux aquifères et Aquifère à niveaux aquicludes du Dévonien inférieur

Une galerie de la SWDE, « La Guinguette », sollicite l'aquitard à niveaux aquifères du Dévonien inférieur. Cette galerie a été suivie régulièrement pour le contenu en nitrates, nitrites et ammonium. Une analyse plus complète a été réalisée en mars 2004. Le puits foré « Estinnes au Mont Grands Trieux P2 », profond de 60 mètres, a été analysé en mars 2006. Cet ouvrage est implanté dans l'aquifère à niveaux aquicludes du Dévonien inférieur. Les deux analyses sont présentées dans le Tableau V-3 :

Tableau V-3. Analyses chimiques des ouvrages nommés « La Guinguette » et « Estinnes au Mont Grands Trieux P2 » et valeurs seuil RW du Code de l'Eau

Ouvrages			La Guinguette 24/03/2004	Estinnes au Mont Grands Trieux P2 07/03/2006
Analyses, Unités et Valeurs Seuil RW				
pH	unités pH	6,5 à 9,45	7	7
Conductivité	µS/cm à 20°C	2500	724	418
Turbidité	NTU	4	LQ ⁽²⁾	<2
Dureté totale	° français	67,5	40	28
Oxygène dissous (in-situ)	mg/l O ₂		-	5
Alcalinité totale (TAC)	° français		28	23
Aluminium	µg/l Al	200	2	<10
Calcium	mg/l Ca	270	129	76
Magnésium	mg/l Mg	50	18	14
Ammonium	mg/l NH ₄	0,5	LQ	LQ
Manganèse	µg/l Mn	50	52	283
Sodium	mg/l Na	200	14	5
Potassium	mg/l K		1	3
Fer (total) dissous	µg/l Fe	200	-	639
Sulfates	mg/l SO ₄	250	77	14
Chlorures	mg/l Cl	250	31	7
Nitrates	mg/l NO ₃	50 ⁽¹⁾	20	0
Nitrites	mg/l NO ₂	0,5	LQ	LQ
Silice	mg/l SiO ₂		13	8
Oxydabilité (KMnO₄)	mg/l O ₂	5	-	1

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

Les analyses des eaux issues de ces deux ouvrages présentent des valeurs assez différentes. Ceci peut s'expliquer par la variabilité de lithologie des terrains dans le Dévonien inférieur (alternance de shales, de grès, de niveaux lenticulaires plus ou moins carbonatés). Ainsi, au vu de la conductivité, de la dureté, des teneurs en calcium et magnésium, un niveau plus carbonaté est probablement sollicité dans la galerie « La Guinguette ». Les concentrations en fer et en manganèse sont très élevées notamment dans le puits « Estinnes au Mont Grands Trieux P2 ».

V.2. PROBLEMATIQUE DES NITRATES

Les nitrates font, depuis plusieurs années, l'objet de contrôles réguliers de la part des sociétés de distribution d'eau. La norme européenne est de 50 mg de nitrates (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 (Figure V-2). Cette désignation induit l'application d'un programme d'action précis dont les mesures ont été arrêtées dans le Programme de Gestion Durable de l'Azote en agriculture (PGDA)* Un réseau de surveillance mis en place par le SPW permet de suivre les teneurs en nitrates et d'évaluer de manière cohérente et complète l'état des ressources en eau souterraines (SPW-DGO 3, 2014).

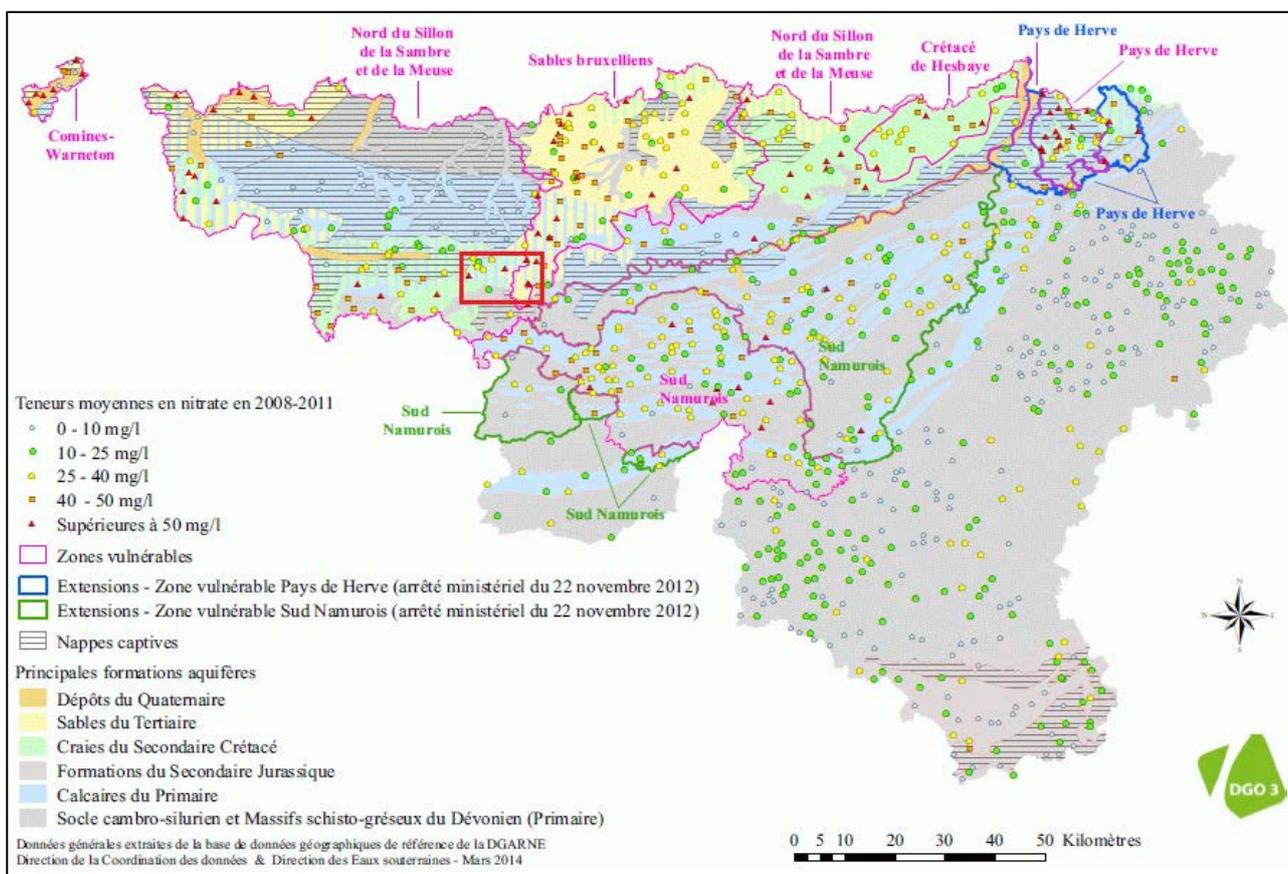


Figure V.2. Zones vulnérables aux nitrates arrêtées en Wallonie (SPW-DGO 3, 2014) et localisation de la carte 46/5-6 Binche-Morlanwelz

Les Tableau V-1, Tableau V-2 et Tableau V-3 présentent des teneurs en nitrates non négligeables. Principalement dans l'aquifère des sables éocènes, la norme est très souvent dépassée. De plus, l'affleurement de l'aquifère des craies du Crétacé et le caractère perméable des couvertures sableuses justifient le classement de la carte de Binche – Morlanwelz dans les

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

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

Le site www.nitrawal.be peut également être consulté.

zones vulnérables aux nitrates des sables Bruxelliens et du nord du Sillon de la Sambre et de la Meuse.

Dans ce qui suit, les évolutions des teneurs en nitrates sont analysées pour l'aquifère des craies du Crétacé, l'aquifère des sables de l'Eocène et l'aquitard à niveaux aquifères du Dévonien inférieur.

V.2.1. Aquifère des craies du Crétacé

La Figure V-3 illustre l'évolution de la teneur en nitrates de huit ouvrages de l'aquifère des craies du Crétacé. L'enregistrement de la plupart de ces séries de données commence en 1994.

L'ouvrage « Estinnes au Val P1 » montre des teneurs en nitrates quasiment toujours supérieures à la norme de potabilité de 50 mg/l. Les autres ouvrages présentent aussi des concentrations en nitrates importantes (entre 10 et 40 mg/l).

On remarque qu'en général les concentrations en nitrates sont stables sauf pour le puits « Fosse Sainte Marguerite – Sucrierie » qui montre une faible tendance à l'augmentation.

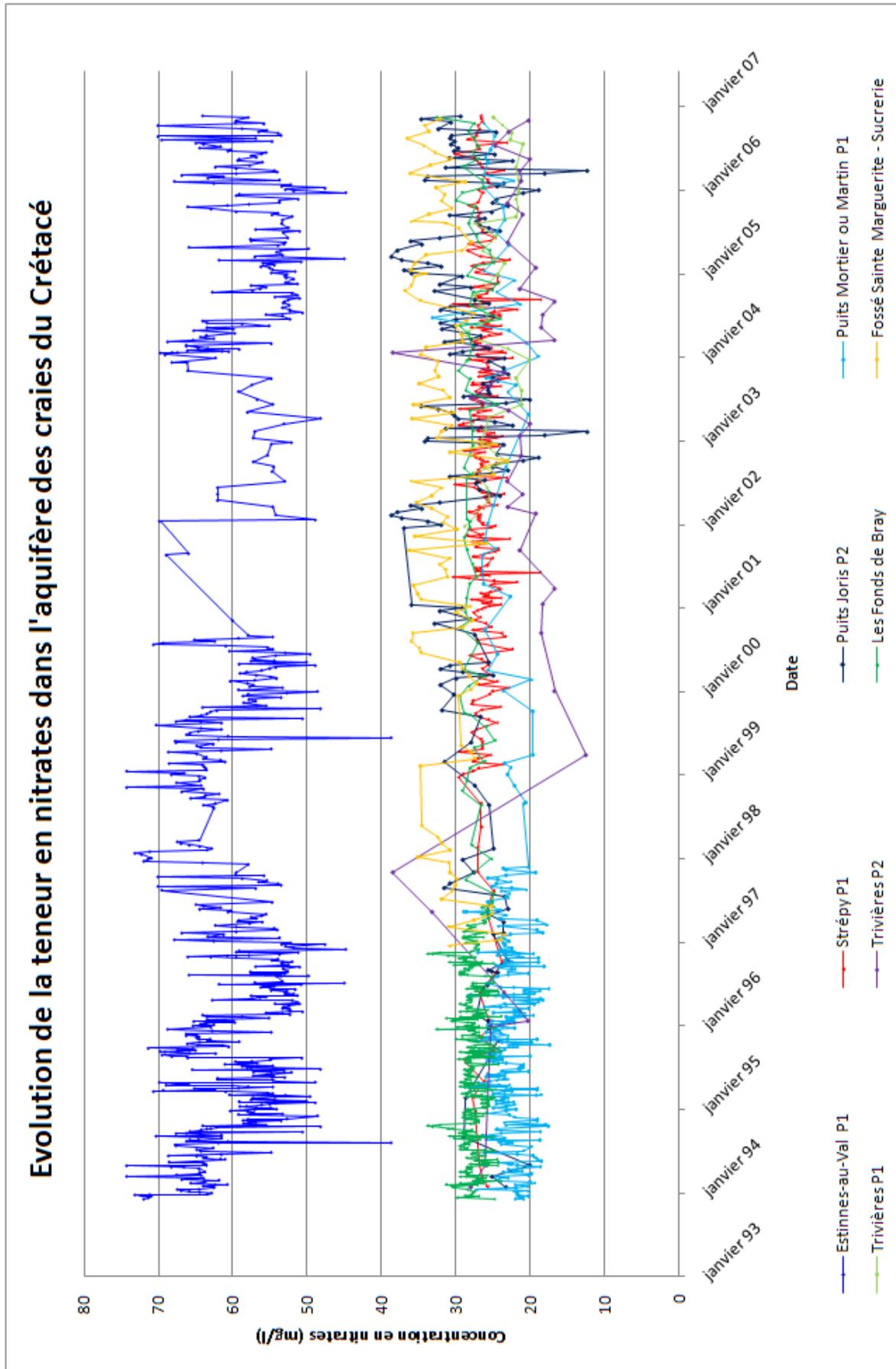


Figure V.3. Evolution de la teneur en nitrates dans des ouvrages sollicitant l'aquifère des craies du Crétacé

V.2.2. Aquifère des sables de l'Eocène

La Figure V-5 illustre l'évolution de la teneur en nitrates de dix ouvrages de l'aquifère des sables de l'Eocène. L'enregistrement des teneurs commence en 1994 pour la plupart de ces ouvrages. La majorité des ouvrages montre des teneurs en nitrates quasiment toujours supérieures à la norme de potabilité de 50 mg/l. La concentration dans les ouvrages « Trichon G1 », « Les Ruelles G1 » et « Les Ruelles G2 » tourne autour de 60 à 65 mg/l. Les autres ouvrages présentent des valeurs comprises entre 45 et 55 mg/l.

Pour une meilleure compréhension, le graphique ci-dessous (Figure V-4) reprend l'évolution de la teneur en nitrate pour un seul ouvrage. Il s'agit de « La commanderie G1 », situé près d'Anderlues. Les teneurs varient de 45 à 58 mg/l. La moyenne se situe autour de 50 mg/l. Une moyenne mobile a été tracée en rouge sur le graphique. De 1995 à 1996 et de 2001 à 2003, les valeurs dépassent systématiquement la norme (trait bleu à 50 mg/l).

Par ailleurs, la prise d'eau « Trichon G1 » semble montrer une concentration en légère augmentation.

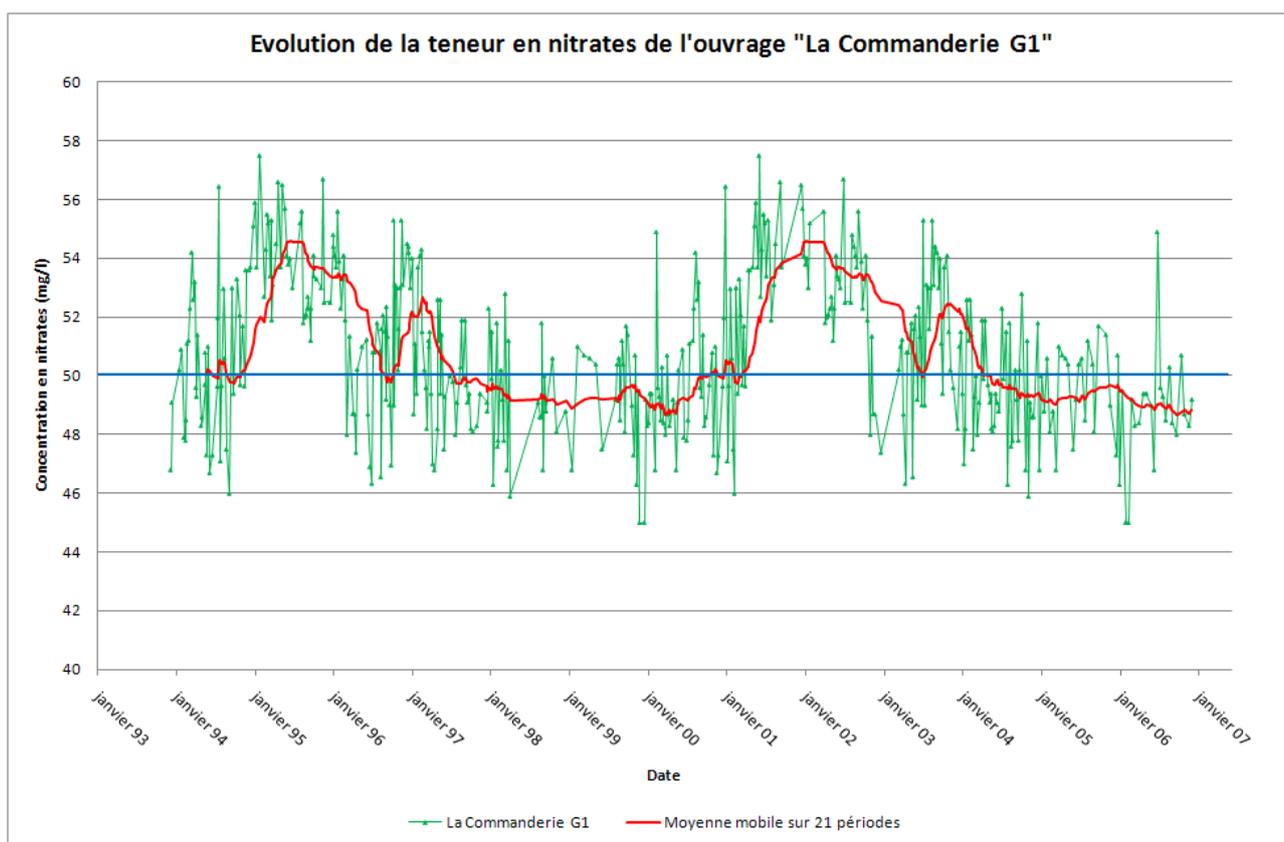


Figure V.4. Evolution de la teneur en nitrates de l'ouvrage « La Commanderie G1 »

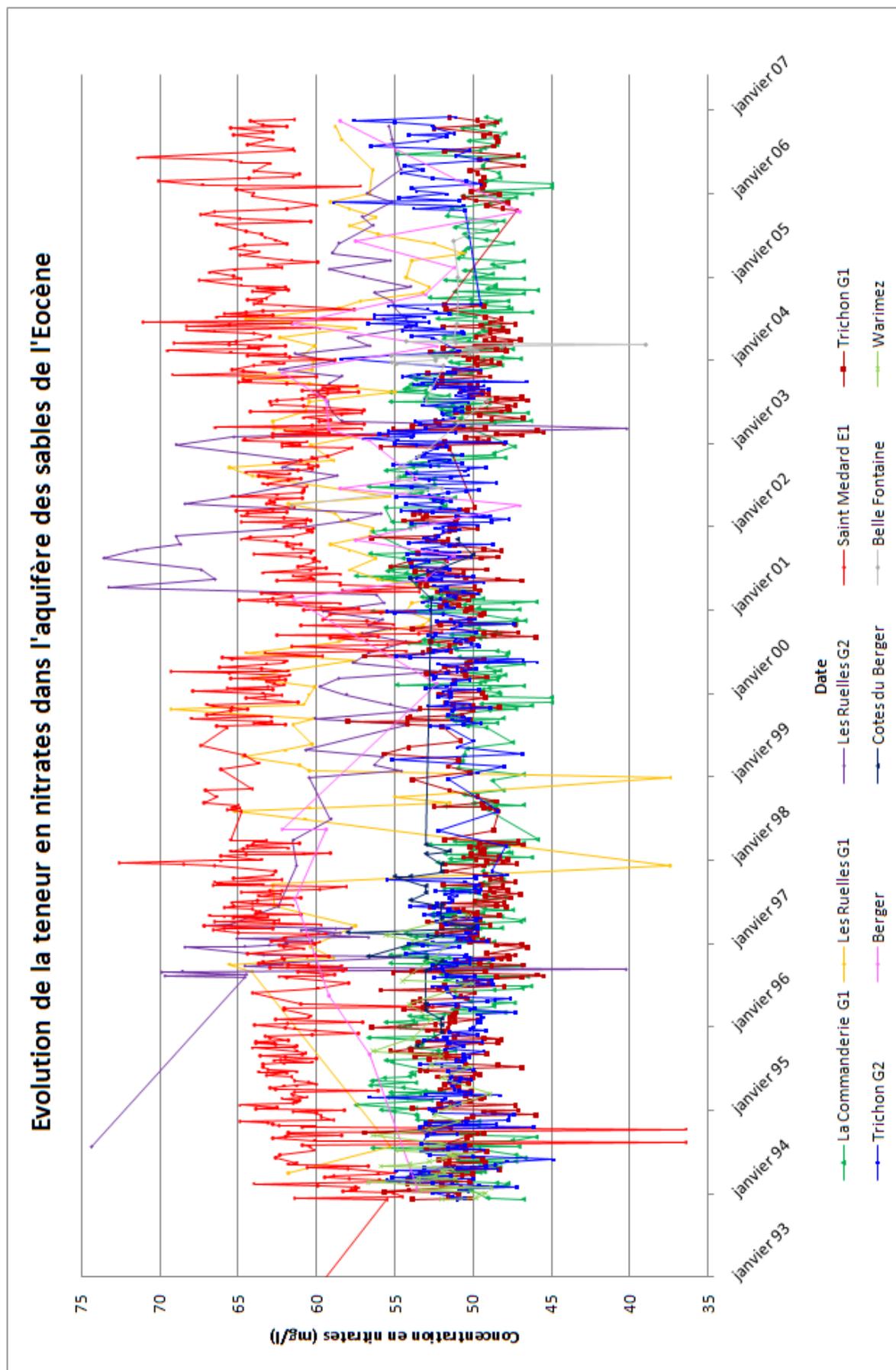


Figure V.5. Evolution de la teneur en nitrates dans des ouvrages sollicitant l'aquifère des sables de l'Eocène

V.2.3. Aquitard à niveaux aquifères du Dévonien inférieur

La concentration en nitrates dans la galerie « La Guinguette », sollicitant l’aquitard à niveaux aquifères du Dévonien inférieur, a été suivie pendant plus de dix ans (Figure V-6), de 1994 à juin 2007.

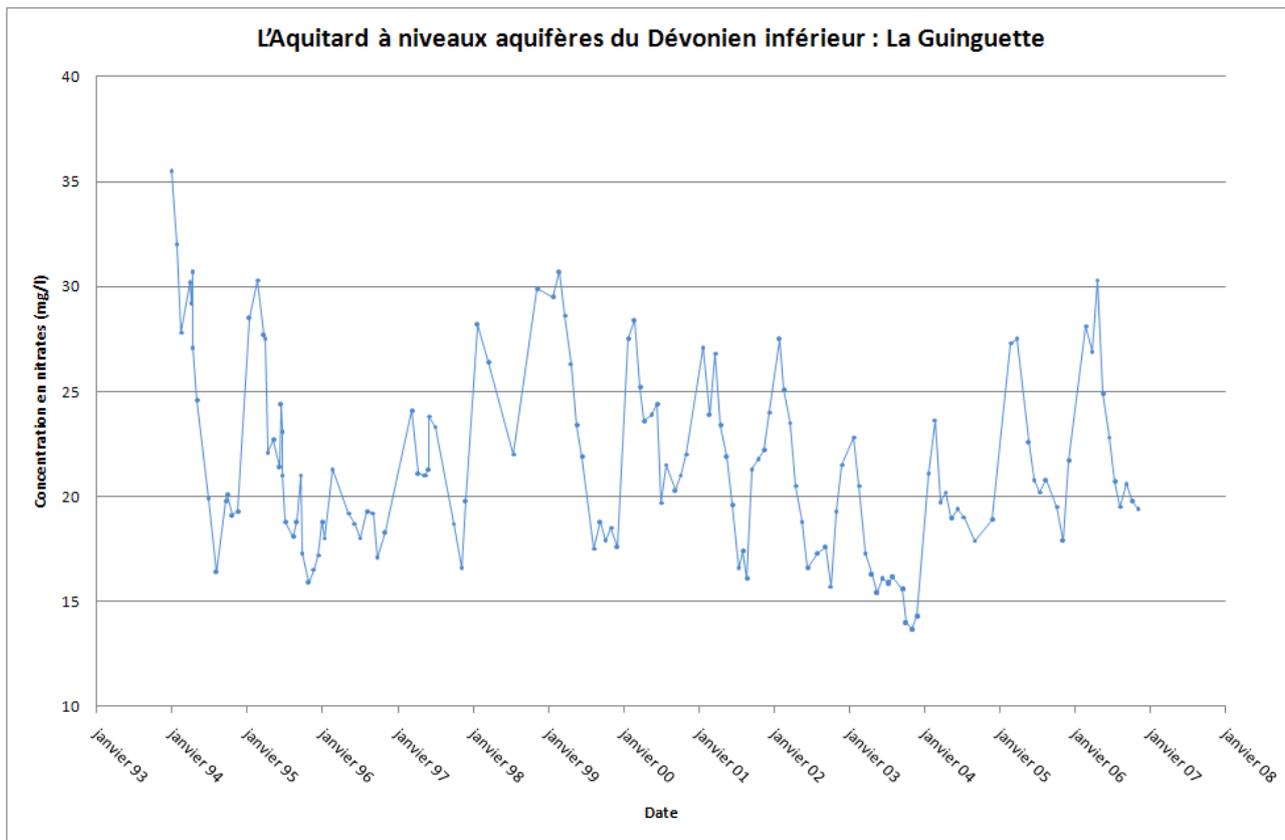


Figure V.6. Evolution de la teneur en nitrates à « La Guinguette » (Aquitard à niveaux aquifères du Dévonien inférieur)

Les valeurs restent inférieures à 30 mg/l. Sur cette période, la concentration n’a jamais dépassé la norme de potabilité. La moyenne se situe à 22 mg/l.

V.3. QUALITÉ BACTÉRIOLOGIQUE

Les ouvrages « Puits Joris P2 » et « Fossé Ste Marguerite, sucrerie » (pour l'aquifère des craies du Crétacé) et « Estinnes au Mont Grands Trieux P2 » (pour l'aquifère à niveaux aquicludes du Dévonien inférieur) sont caractérisés par rapport à la qualité bactériologique dans cette notice.

V.3.1. Aquifère des craies du Crétacé

Pour exemple, les analyses au niveau bactériologique de « Puits Joris P2 » en 1995 et « Fosse Ste Marguerite, Sucrerie » en 2005 sont données dans le Tableau V-4. Celles-ci se sont révélées bonnes.

Tableau V-4. Analyses bactériologiques des ouvrages « Puits Joris P2 » et « Fossé Ste Marguerite, sucrerie » et normes wallonnes actuelles de potabilité des eaux de distribution

Analyses, Unités et Normes		Ouvrages		Puits Joris P2 23/03/1995	Fossé Ste Marguerite, sucrerie 28/01/2005
Germes totaux à 22°C	Nbre/ml			0	-
Germes totaux à 37°C	Nbre/ml			0	-
Coliformes totaux	Nbre/100ml	0		0	0
Coliformes fécaux	Nbre/100ml	0		0	0
Streptocoques fécaux	Nbre/100ml	0		-	1
Clostridia-sulfito-réducteurs	Nbre/20ml	0		-	-
Clostridia Perfringens	Nbre/100ml	0		-	0

V.3.2. Aquifère à niveaux aquicludes du Dévonien inférieur

Seul l'ouvrage « Estinnes au Mont Grands Trieux P2 » a fait l'objet d'une analyse bactériologique en 2006 (Tableau V-5). Celle-ci s'est révélée relativement bonne malgré la présence de germes après incubation à 22°C et 37°C

La présence de germes non pathogènes nécessite généralement partout un simple traitement par chloration.

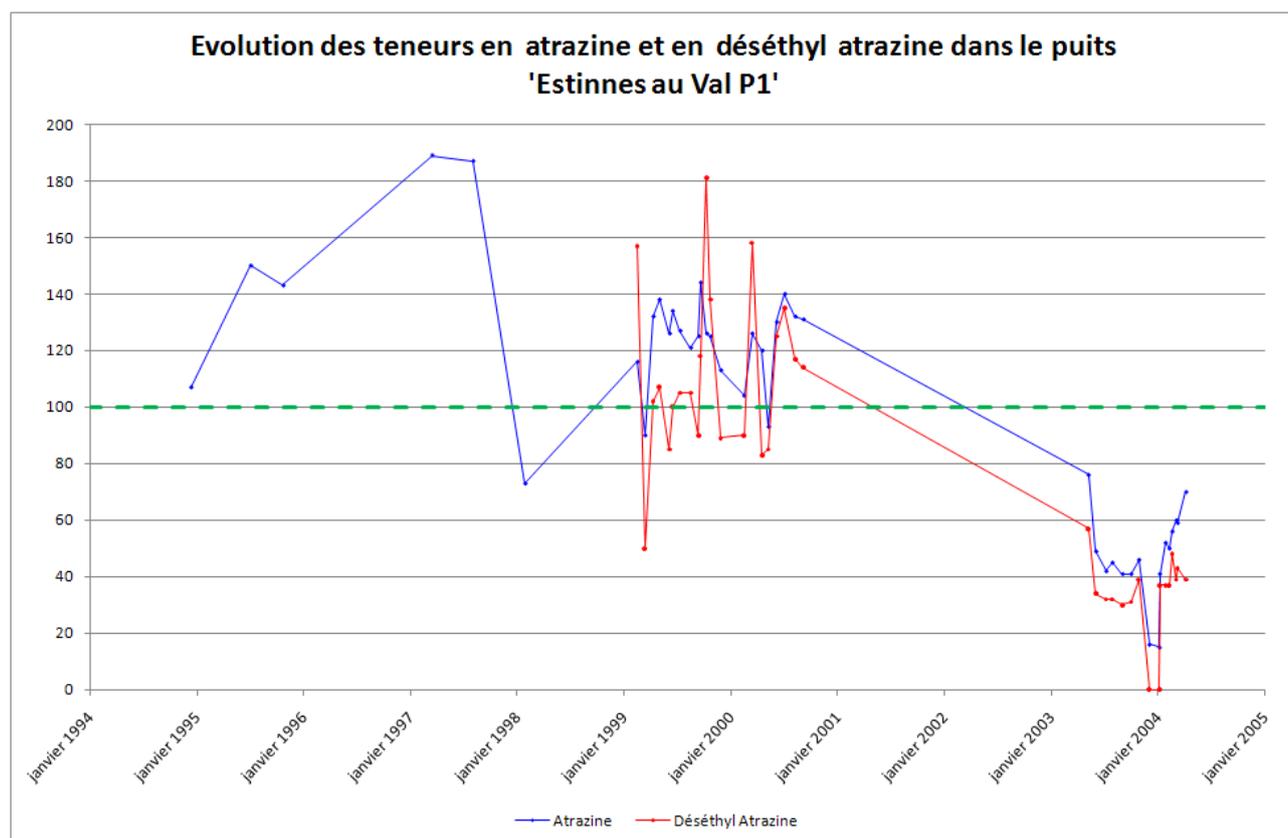
Tableau V-5. Analyses bactériologiques de l'ouvrage « Estinnes au mont Grands trieux P2 » et normes wallonnes actuelles de potabilité des eaux de distribution

Analyses, Unités et Normes		Ouvrage		Estinnes au Mont Grands Trieux P2 07/03/2006
Germes totaux à 22°C	Nbre/ml			41
Germes totaux à 37°C	Nbre/ml			2
Coliformes totaux	Nbre/100ml	0		0
Coliformes fécaux	Nbre/100ml	0		-
Streptocoques fécaux	Nbre/100ml	0		-
Entérocoques	Nbre/100ml	0		0
Clostridia-sulfito-réducteurs	Nbre/20ml	0		-
Clostridia Perfringens	Nbre/100ml	0		-

V.4. AUTRES PARAMÈTRES

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

L'ouvrage « Estinnes au Val P1 » montre des valeurs élevées en atrazine et déséthyl atrazine. La norme (pour l'atrazine) et la valeur guide (pour le déséthyl atrazine) sont souvent dépassées. Depuis 2001, cependant, les concentrations ont tendance à diminuer.



**Figure V.7. Evolution des teneurs en atrazine et en déséthyl atrazine dans le puits
« Estinnes-au-Val P1 »**

La Figure V-7 montre les évolutions des teneurs en atrazine et en déséthyl Atrazine dans l'ouvrage « Estinnes au Val P1 ».

VI. EXPLOITATION DES AQUIFÈRES

Sur la carte thématique de Binche – Morlanwelz « Carte des volumes prélevés » au 1/50 000, tous les ouvrages recensés et existants en septembre 2009 ont été reportés sans distinction de nature (puits, piézomètres, puits sur galerie par gravité, sources, ...). Un symbolisme différent est attribué à chaque ouvrage selon la nappe dans laquelle il est établi. Sa couleur correspond à celle de l'aquifère atteint.

Pour les ouvrages de prise d'eau dont le débit est connu, des pastilles rouges (pour les sociétés de distribution d'eau) ou vertes (pour les industriels ou particuliers) de diamètre proportionnel au débit prélevé ont été utilisées comme indicateur. Les données représentées par des pastilles pleines datent de l'année 2015.

Les données sont extraites de la base de données du Service Public de Wallonie (BD Hydro). L'encodage des volumes d'eau prélevés n'est cependant pas complet. Ceci concerne principalement les petits exploitants et donc les petits volumes (inférieur à 3000 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 peut donc 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 (2011-2015-2012) (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.

A noter un défaut de données de prélèvements pendant les années 1989, 1990 et 1991, comme on le verra dans les graphiques qui suivent.

VI.1. AQUIFÈRE DES CRAIES DU CRÉTACÉ

Globalement, les ressources par réalimentation de la nappe des craies du Bassin de Mons, en régime d'équilibre moyen, ont été évaluées à 81×10^6 m³/an (Rorive, 1983 *in* FPMS, 2006). Les prélèvements d'eau par captage totalisent actuellement 52,4 millions de mètres cubes pour l'année 2010 (SPW-DGO 3, 2014). Par comparaison aux ressources renouvelables, la nappe des « craies » est donc globalement sous-exploitée.

Sur la carte de Binche – Morlanwelz, sept ouvrages de la SWDE et un de l'IDEA captent en moyenne 6 à 7 millions m³/an. Les Figures VI-1 & 2 montrent l'historique des volumes captés par ces ouvrages depuis 1970.

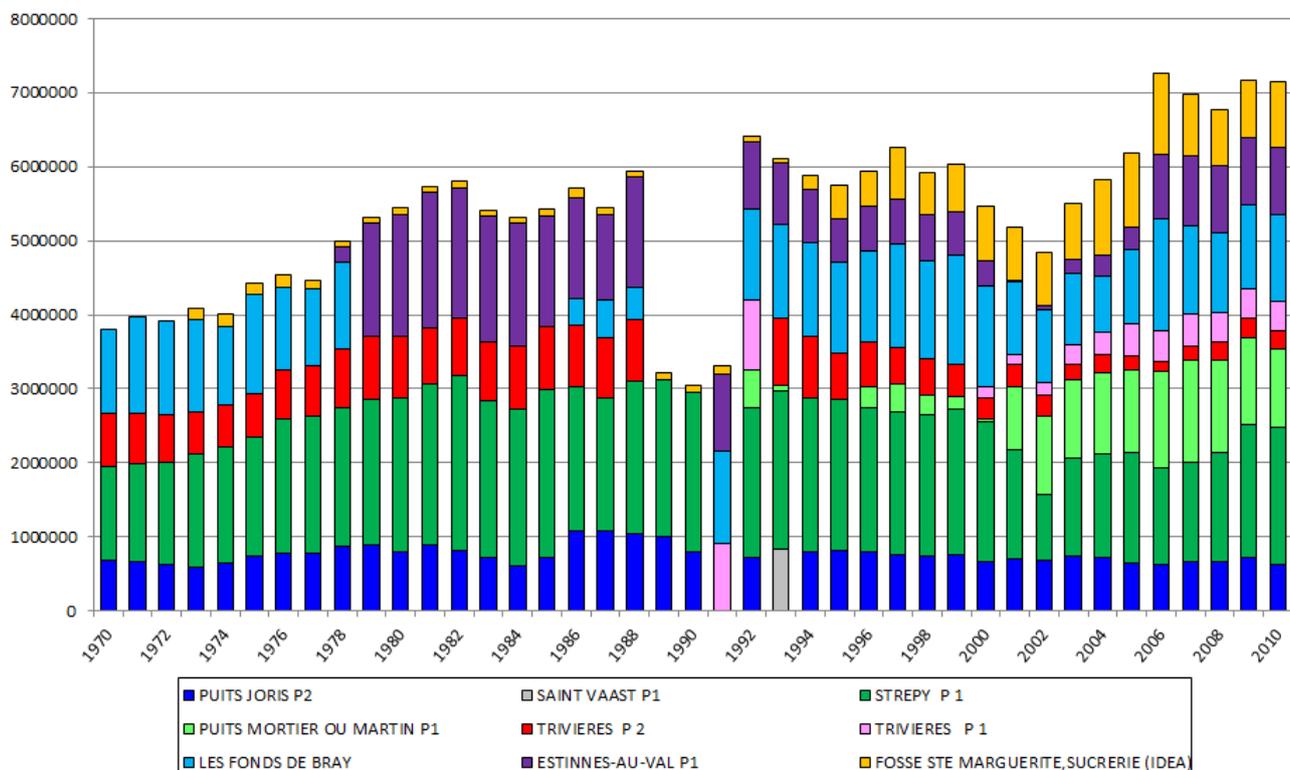


Figure VI.1. Historique des volumes prélevés de 1970 à 2010 par la SWDE et l'IDEA dans l'aquifère des craies du Crétacé

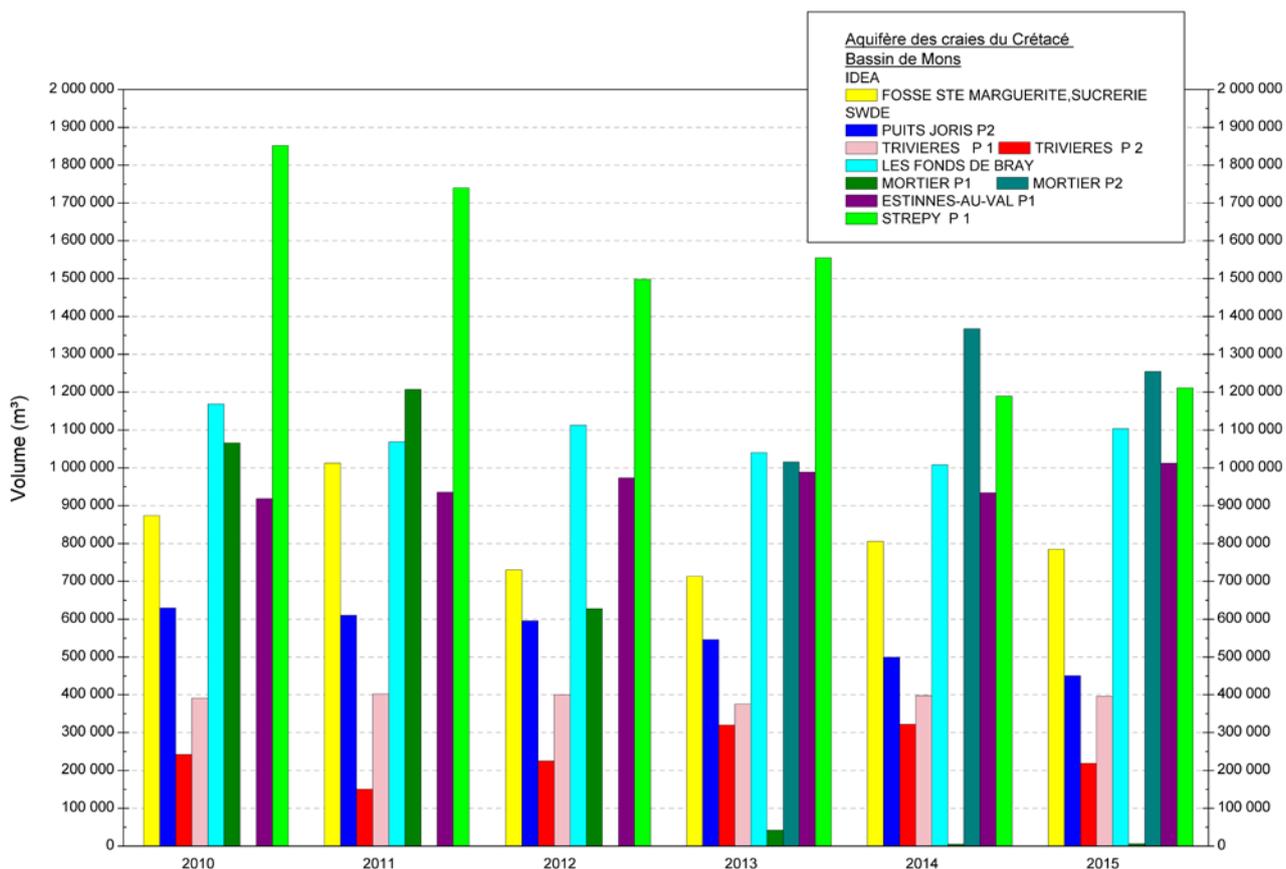


Figure VI.2: Historique des volumes prélevés de 2010 à 2015 par la SWDE et l'IDEA

L'aquifère des craies du Crétacé est également exploité par quelques particuliers et firmes privées. Pour celui-ci et en 2012, le volume annuel capté a été d'environ 75 000 m³. Le volume moyen prélevé entre 2008 et 2012 est de 56 589 m³/an. Environ la moitié de ce volume est capté par une entreprise de service textile et de nettoyage.

VI.2. AQUIFÈRE DES SABLES DE L'EOCÈNE

L'aquifère des sables de l'Eocène est principalement exploité soit au niveau de sources soit par des galeries captantes. Celles-ci appartiennent à la SWDE qui a repris les captages d'Aquasambre et de l'AIEBC (Intercommunale des eaux du bassin de Charleroi). Peu de particuliers ou de firmes privées captent dans cet aquifère. Le volume moyen prélevé et déclaré dans l'aquifère des sables de l'Eocène est de 600 000 m³/an par la SWDE. Les Figures VI-3 & 4 montrent l'historique des volumes captés enregistrés par ces ouvrages depuis 1968.

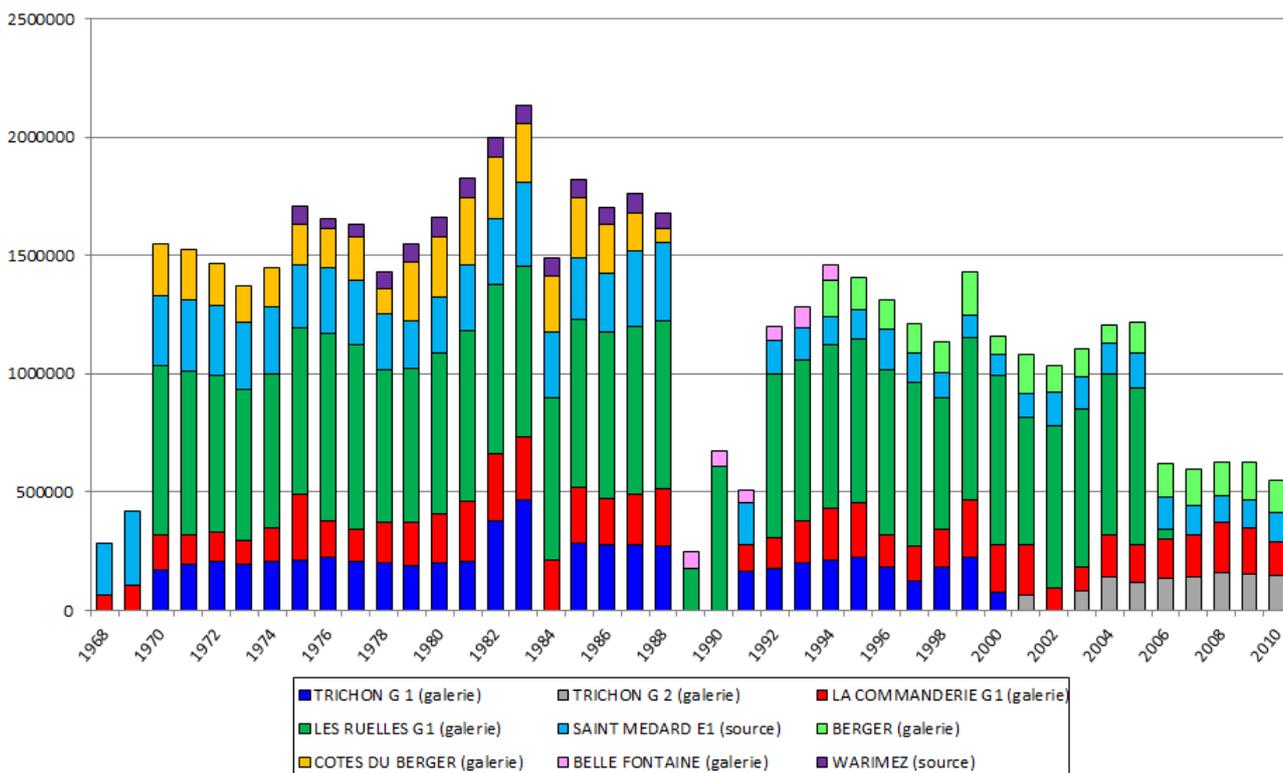


Figure VI.3. Historique des volumes prélevés de 1968 à 2010 par la SWDE dans l'aquifère des sables de l'Eocène

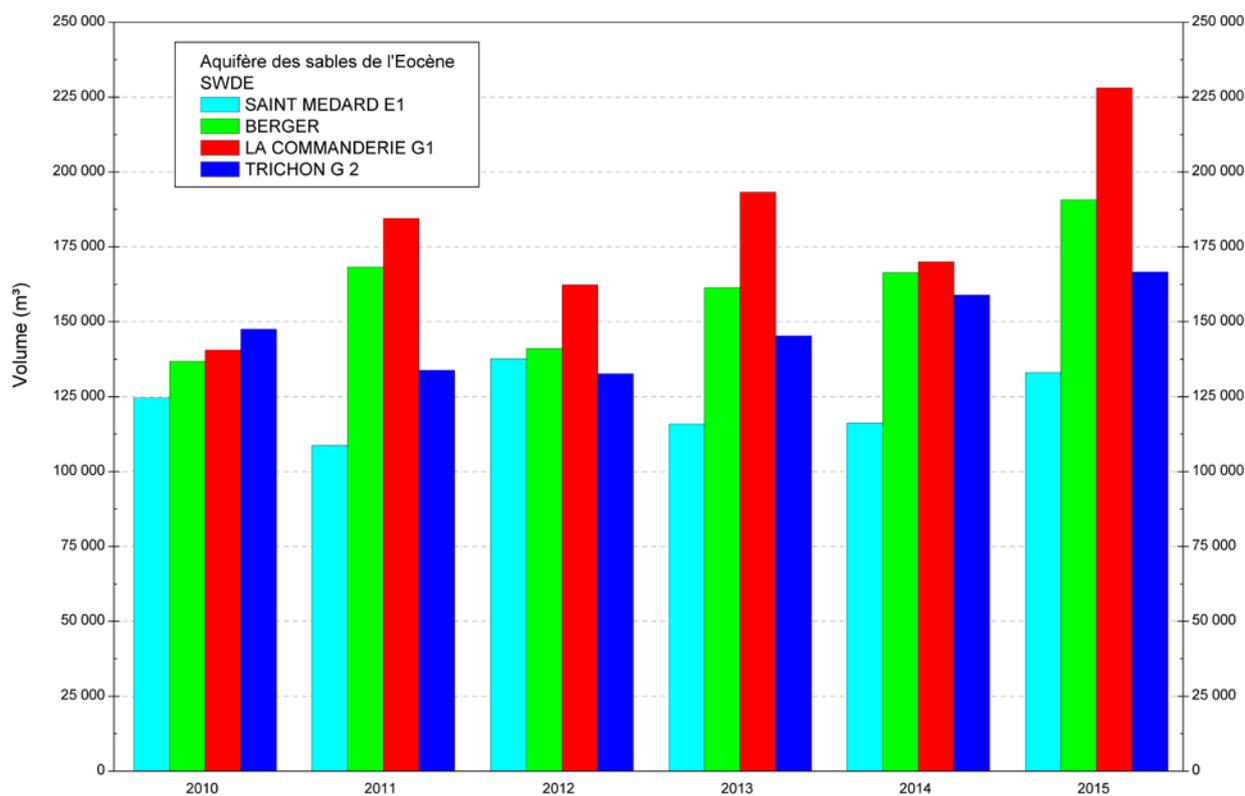


Figure VI.4: Historique des volumes prélevés de 2010 à 2015 par la SWDE dans l'aquifère des sables de l'Eocène

VI.3. UNITÉS HYDROGÉOLOGIQUES DU DÉVONIEN INFÉRIEUR

Sur la carte 46/5-6, la SWDE possède une galerie qui prélève dans l'aquitard à niveaux aquifères du Dévonien inférieur. Les Figures VI.5 & 6 ci-dessous présentent l'historique des volumes prélevés pour cet ouvrage. Le volume annuel moyen prélevé varie autour de 200 000 m³/an. Quelques firmes privées exploitent également ces unités hydrogéologiques. Entre 2008 et 2012, six ouvrages ont prélevé un volume moyen total d'environ 1 987 m³/an.

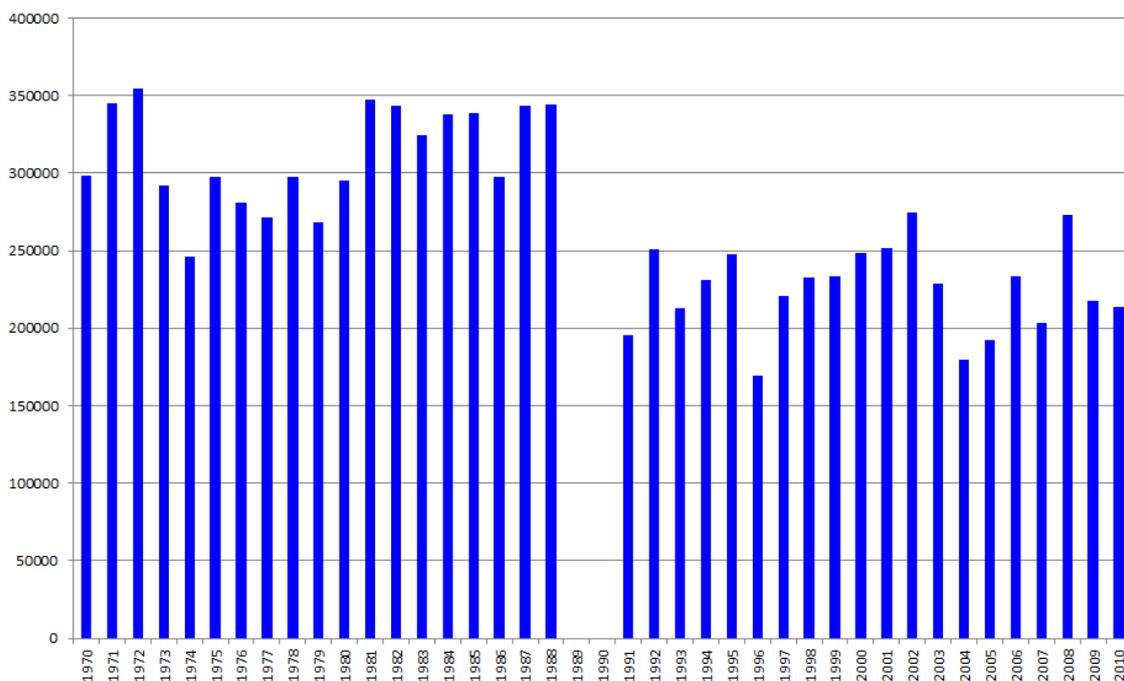


Figure VI.5. Historique des volumes prélevés de 1970 à 2010 par la galerie captante 'La Guinguette' de la SWDE dans l'aquitard à niveaux aquifères du Dévonien inférieur

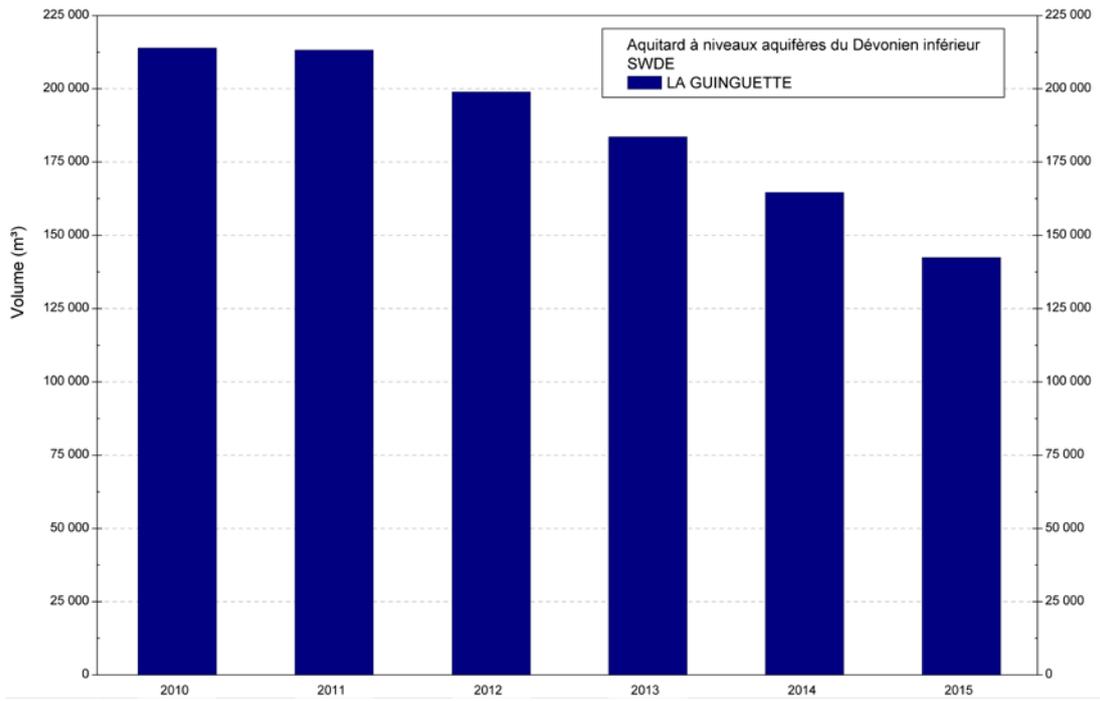


Figure VI.6: Historique des volumes prélevés de 2010 à 2015 par la galerie captante 'La Guinguette' de la SWDE dans l'aquitard à niveaux aquifères du Dévonien inférieur

VII. ETUDES GÉOPHYSIQUES

La Figure VII-1 présente les différentes zones où des campagnes de prospection géophysiques ont été réalisées dans la région de Binche – Morlanwelz. Elles sont décrites ci-dessous.

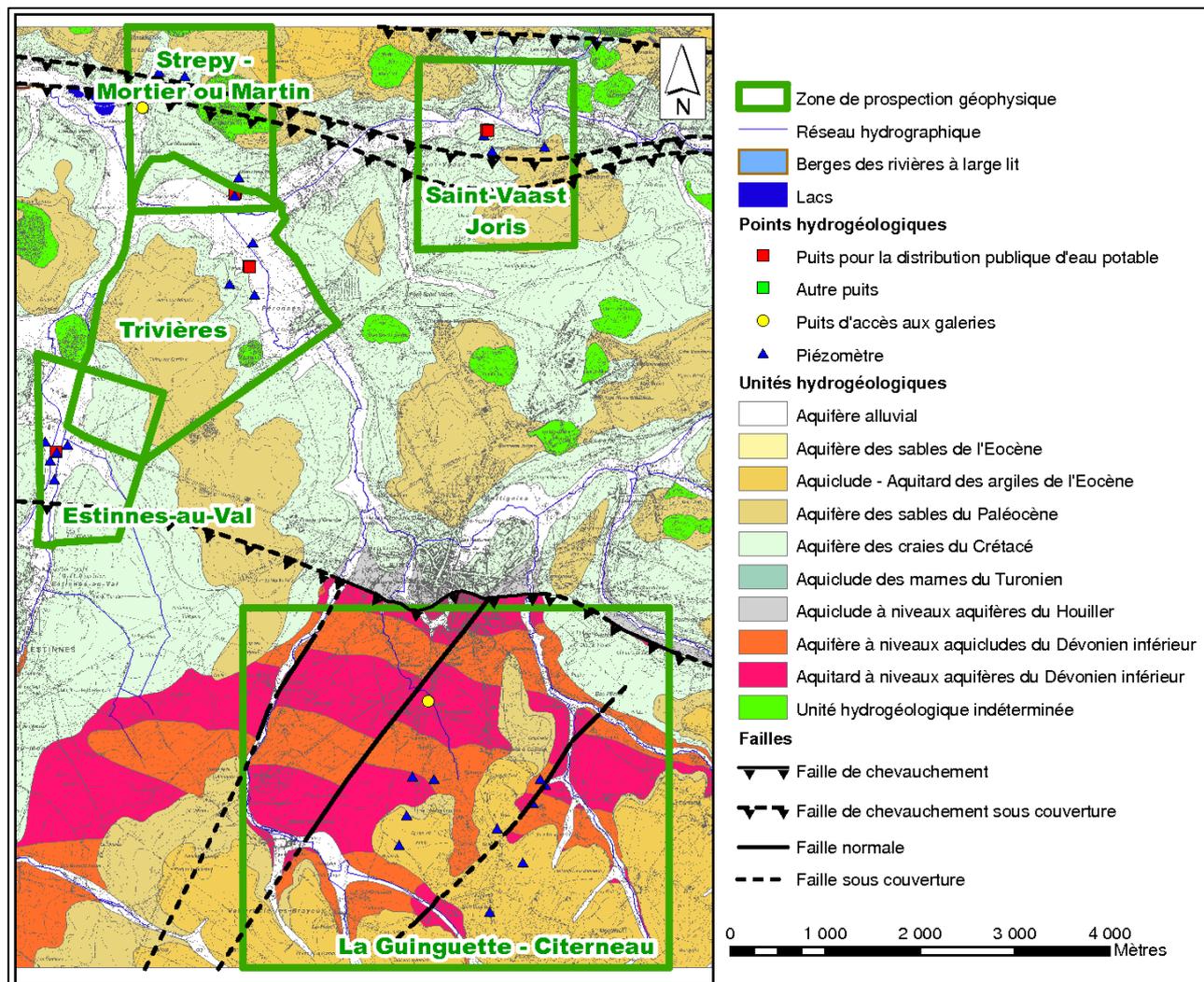


Figure VII.1. Localisation des différentes zones de prospection géophysique de la carte de Binche – Morlanwelz

VII.1. ZONE DE PROSPECTION GÉOPHYSIQUE D'ESTINNES-AU-VAL

Dans le cadre de la détermination des zones de prévention de la prise d'eau « Estinnes-au-Val P1 », le bureau d'études Geopartners srl (1995) a réalisé une étude géophysique pour la SWDE. Elle avait pour objectif de déterminer les caractéristiques du sous-sol et de trouver des emplacements adéquats pour le forage de quatre puits de reconnaissance. Ce qui suit présente les étapes et conclusions intéressantes issues de cette étude.

Lors de cette étude, dix sondages électriques, cinq kilomètres de trainé électrique et dix sondages sismiques ont été réalisés dans la zone de prospection géophysique. Les conclusions sont les suivantes :

- les sondages électriques ont montré la présence au nord – ouest d'un intercalaire sablo-argileux (résistif) entre des argiles (conductrices) au-dessus des craies. Ailleurs, cette couche résistive disparaît, laissant les terrains conducteurs surmonter les craies ;
- les sondages sismiques ont montré la présence de limons peu calcaires surmontant les craies compactes. Localement, les craies sont déconsolidées. Les vingt premiers mètres sont fracturés et donc plus aquifères ;
- les trainés électriques laissent supposer la présence un réseau de fractures parallèles orientées SE-NO.

Suite à cette étude, l'implantation de quatre puits de reconnaissance a été proposée afin de recouper des zones de fracturations des craies, correspondant ainsi aux zones les plus aquifères.

VII.2. ZONE DE PROSPECTION GÉOPHYSIQUE DE SAINT-VAAST – JORIS

Afin de déterminer les caractéristiques hydrogéologiques de l'aquifère sollicité par les captages de la SWDE, le bureau d'études Geopartners scrl (1996) a réalisé une étude géophysique aux alentours du « Puits Joris P2 ». Cette étude a consisté en la réalisation de 15 sondages électriques, 15 sondages sismiques et de 10 km de trainés électriques. Cela a permis de mettre en évidence les terrains marneux et crayeux sous une couverture argileuse d'épaisseur variable. Un réseau étendu de fractures de direction NO – SE et un autre de direction NNO – SSE (correspondant aux vallons perpendiculaires à la Haine) ont été mis en évidence. A partir de cette étude, la localisation de forages a été proposée.

VII.3. ZONE DE PROSPECTION GÉOPHYSIQUE DE STREPY MORTIER ET DIAGRAPHIES SUR « MORTIER P2 »

Dans le but de délimiter les zones de prévention des prises d'eau « Strepy P1 », « Mortier ou Martin P1 » et « Mortier P2 », ISSeP (Institut Scientifique de Service Public) a réalisé pour la SWDE, une étude géophysique en juin 2001. Celle-ci avait pour objectif de préciser la géologie de la zone et de déterminer différents sites de forage de reconnaissance. Pour cela, 8 km de trainés électriques, 6 sondages électriques et 6 sondages sismiques ont été réalisés. Selon les résultats, le sous-sol de cette région est constitué de limon de surface (3 mètres d'épaisseur), craies altérées (sur une épaisseur pouvant aller jusqu'à 12 mètres), et entre 20 et 50 mètres d'épaisseur de craies moins altérées surmontant des craies plus saines.

Le nouvel ouvrage de production « Mortier P2 » a été foré en 1995 afin de garantir l'alimentation en eau du réservoir de Strépy. Il a fait l'objet de mesures de diagraphies : diamètre du puits, radioactivité naturelle (permettant d'évaluer le caractère argileux des formations), densité (gamma gamma), température - conduction électrique et mesure au micromoulinet (SWDE, 2005a).

Les résultats les plus intéressants sont les suivants : les parois du forage sont relativement hétérogènes et des cavités importantes ont été mises en évidence. La radioactivité permet de différencier les limons de plateaux (sur quatre mètres d'épaisseur) au-dessus des craies. Les mesures de densité mettent en évidence trois zones :

- de 1,6 à 18 mètres, ce sont des roches denses et homogènes, avec une cavité ou une zone décomprimée à 6,20 mètres ;
- de 28 à 45,5 mètres, de nombreuses hétérogénéités sont repérées montrant que le massif de craie est fortement fracturé, avec des zones plus ou moins indurées au sein du massif ;
- de 45,5 à 52,89 mètres, la craie présente un aspect hétérogène et dense.

L'essai au micromoulinet met en évidence une arrivée d'eau importante (65 % de la quantité d'eau pompée) entre 28 et 30 mètres, mais qui peut être influencée par le tubage de protection qui atteint une profondeur de 28 mètres. Il n'est donc pas exclu que des arrivées d'eau soient présentes entre 0 et 28 mètres. Trois autres venues d'eau mineures sont mises en évidence (vers 32 mètres, 40 mètres et à la base du forage).

VII.4. ZONE DE PROSPECTION GÉOPHYSIQUE DE LA GUINGUETTE

Dans le cadre de la détermination des zones de prévention de la galerie « Citerneau G1 » (ou « La Guinguette »), le Bureau Conseil en Géologie sprl a réalisé pour la SWDE, en septembre 2002, une étude géophysique. Elle a permis de localiser la fracturation régionale, de préciser la géologie et de proposer des emplacements adéquats pour le forage de puits de reconnaissance et de piézomètres. Ce qui suit présente les étapes et conclusions intéressantes issues de cette étude.

Lors de cette étude, 14 kilomètres de traînés électriques (en 10 profils), 10 sondages électriques et 10 sondages sismiques ont été réalisés dans le polygone géophysique. Celui-ci recoupe, au niveau du socle, les craies du Crétacé de la terminaison orientale du Bassin de Mons, les grès du Praguien et les grès, psammites et schistes de l'Emsien. La couverture est constituée des sables du Thanétien, des argiles de l'Yprésien et des alluvions.

Une première analyse de photographies aériennes permet d'identifier deux directions préférentielles de linéaments : NO-SE et NE-SO. Les traînés électriques permettent de distinguer les zones plus sableuses et les zones où la couverture a une plus faible épaisseur. Les anomalies dans les traînés confirment également certains linéaments et les mettent en relation avec la fracturation du socle. De nouveaux axes de fracturation sont ainsi définis. Les sondages électriques et sismiques sont alors implantés sur base de ces axes de fracturation. Ces sondages indiquent que l'épaisseur de la couverture est comprise entre 1 et 5,2 mètres. Sous ce niveau est présent le socle. A partir de la vitesse de propagation des ondes et de la résistivité, il est possible de distinguer une lithologie schisto-gréseuse, une lithologie gréseuse ainsi que le socle altéré. En certains endroits, le substratum est saturé.

VII.5. ZONES DE PROSPECTION GÉOPHYSIQUE DE TRIVIERES

Une étude géophysique a été réalisée par Geohygeor sprl en mars 2003. Elle a été effectuée dans le cadre de la délimitation des zones de prévention des ouvrages « Trivières P1 » et « Trivières P2 ». Un ensemble de 6 km de traîné électrique et de 15 sondages électriques a permis de proposer l'implantation de cinq forages dans les zones d'anomalies et où les craies sont altérées et déconsolidées (Geohygeor sprl, 2003).

VII.6. DIAGRAPHIE LA GARENNE – CAPTAGE DE BOUSSOIT

Suite à des problèmes de pollution en nitrates et sulfates, le captage de « la Garenne » (8 mètres de profondeur) a été mis hors service et un deuxième ouvrage a été réalisé en 1997. Celui-ci a une profondeur de 60 mètres et capte l'aquifère des craies du Crétacé. Il a fait l'objet de quatre mesures de diagrapie par la société EGS : radioactivité naturelle, densité (gamma gamma), température – conductivité et micromoulinet (EGS, 1997).

Les craies se caractérisent par une certaine homogénéité et ne présentent pas de zones déconsolidées ou fracturées. Entre 0 et 16 mètres, les terrains sont plus altérés. Un ensemble productif est mis en évidence entre 17 et 58 mètres (80 % du débit pompé sont produits entre 17 et 35 mètres). La production d'eau est sans doute liée à la porosité effective et à la perméabilité des craies. L'horizon situé entre 26 et 29 mètres est moins perméable et non producteur. Il y a une venue d'eau mineure entre 35 et 58 mètres.

VIII. PARAMETRES D'ÉCOULEMENT ET DE TRANSPORT

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

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

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

Vu la multitude et la complexité des méthodes et concepts utilisés pour leur définition et leur détermination, la description détaillée de ces notions sort du cadre de cette notice. Nous invitons le lecteur à consulter le site Internet de la carte hydrogéologique de Wallonie (<http://environnement.wallonie.be/cartosig/cartehydrogeo/concepts.htm>). Les concepts majeurs de l'hydrogéologie y sont abordés de manière simplifiée et quelques références bibliographiques y sont renseignées.

Les valeurs des paramètres peuvent varier suivant les échelles d'investigation. On parlera de valeurs à l'échelle macroscopique pour les essais réalisés sur échantillons en laboratoire, par comparaison aux valeurs à l'échelle mégascopique relatives aux zones investiguées lors d'essais menés sur le terrain. A titre indicatif, les tableaux VII.1 et VII.2 présentent quelques valeurs de conductivité hydraulique selon le type de terrain (roche meuble ou indurée, lithologie, degré de fissuration...).

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

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

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

Lithologie		K (m/s)
Granites et Gneiss	avec fissures	$1 \times 10^{-7} - 1 \times 10^{-4}$
	sans fissure	$1 \times 10^{-14} - 1 \times 10^{-10}$
Basaltes	avec fissures	$1 \times 10^{-7} - 1 \times 10^{-3}$
	sans fissure	$1 \times 10^{-12} - 1 \times 10^{-9}$
Quartzites	avec fissures	$1 \times 10^{-7} - 1 \times 10^{-4}$
	sans fissure	$1 \times 10^{-12} - 1 \times 10^{-9}$
Shales (argilites)		$1 \times 10^{-13} - 1 \times 10^{-9}$
Schistes (argilites schistosées)		$1 \times 10^{-9} - 1 \times 10^{-5}$
Calcaires	karstifiés	$1 \times 10^{-5} - 1 \times 10^{-1}$
	avec fissures	$1 \times 10^{-9} - 1 \times 10^{-3}$
	sans fissure	$1 \times 10^{-12} - 1 \times 10^{-9}$
Grès	avec fissures	$1 \times 10^{-5} - 1 \times 10^{-3}$
	sans fissure	$1 \times 10^{-9} - 1 \times 10^{-5}$
Craies		$1 \times 10^{-6} - 1 \times 10^{-3}$
Tufs volcaniques		$1 \times 10^{-7} - 1 \times 10^{-3}$
Graviers		$1 \times 10^{-4} - 1 \times 10^{-1}$
Sables		$1 \times 10^{-6} - 1 \times 10^{-2}$
Silts, limons		$1 \times 10^{-9} - 1 \times 10^{-4}$
Argiles et limons		$1 \times 10^{-13} - 1 \times 10^{-7}$

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

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

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

*dépendante de la fissuration

Les données disponibles pour la carte Binche – Morlanwelz sont (très) nombreuses. Elles concernent à la fois les piézomètres et les puits de reconnaissance réalisés dans le cadre des projets de délimitation des zones de prévention autour des captages des sociétés de distribution d'eau mais également les puits testés dans le cadre d'études à caractère environnemental. La plupart des résultats correspondent à l'aquifère des craies du Crétacé (sites de Trivières, Bray, Estinnes-au-Val, Saint-Vaast – Joris, Strepny – Mortier, Cronfestu et La Garenne – Boussoit). Quelques valeurs de perméabilité sont disponibles pour l'aquifère des sables de l'Eocène (sur les sites de Berger, Saint-Médart et les Ruelles).

VIII.1. AQUIFÈRE DES CRAIES DU CRÉTACÉ

Site de Trivières

En 2006, des pompages d'essais ont été effectués par URS Belgium sur le PR1, le PR2, le PR3 ainsi que sur le P1 et le P2, avec un suivi du niveau d'eau dans chacun de ces ouvrages. Les essais ont été réalisés en trois paliers de débits et chaque palier a été suivi d'une phase de remontée. Les deux premiers paliers ont été réalisés pendant 8 heures, le troisième pendant 24 heures.

Le Tableau VIII-4 donne les valeurs moyennes des transmissivités T et de conductivités hydrauliques K issues de cet essai (l'épaisseur de la zone aquifère est fixée par hypothèse à 30 mètres), en descente et en remontée (URS Belgium, 2005) :

Tableau VIII-4. Résultats de transmissivité et de conductivité hydraulique, en descente et en remontée pour les ouvrages du site de Trivières

	<i>Pompage</i>		<i>Remontée</i>	
	$T (m^2/s)$	$K (m/s)$	$T (m^2/s)$	$K (m/s)$
P1	$6,45 \times 10^{-3}$	$2,15 \times 10^{-4}$	-	-
P2	$2,13 \times 10^{-3}$	$7,1 \times 10^{-5}$	$3,0 \times 10^{-3}$	1×10^{-4}
PR1	$4,2 \times 10^{-2}$	$1,4 \times 10^{-3}$	$8,25 \times 10^{-3}$	$2,75 \times 10^{-4}$
PR2	$6,6 \times 10^{-2}$	$2,2 \times 10^{-3}$	$2,70 \times 10^{-2}$	9×10^{-4}
PR3	$4,8 \times 10^{-2}$	$1,6 \times 10^{-3}$	$1,65 \times 10^{-3}$	$5,5 \times 10^{-5}$

Sur le site de Trivières, le PR2 présente les valeurs de transmissivité les plus élevées. Dans cet aquifère des craies, ces transmissivités élevées s'expliquent par des phénomènes de fissuration.

Un essai de multitraçage a été réalisé sur le site de Trivières de la SWDE par URS Belgium en 2005. Trois traceurs ont été injectés dans les PR1, PR2 et PR3. L'échantillonnage a été réalisé sur le P1 et le P2 pendant huit semaines. Aucune restitution n'a été observée. Un modèle mathématique de transport a été réalisé sur base des essais de pompage. Ce modèle reproduit assez fidèlement la réalité hydraulique et a donc été validé pour déterminer les zones de protection des captages. Les valeurs obtenues sont (URS Belgium, 2005) :

- porosité efficace n_{eff} : 6 % ;
- dispersivité longitudinale a_L : 10 mètres ;
- dispersivité horizontale a_H : 0,6 mètres ;
- dispersivité verticale a_V : 0,06 mètres.

Site de Bray

Le site de Bray est constitué d'un ancien puits de mine dans lequel trois puits supplémentaires ont été forés. Le puits de mine a une profondeur de 12,6 mètres. Les trois puits sont profonds de 60,10 mètres, 44,30 mètres et de 37,60 mètres à partir du fond du puits de mines.

Un essai de pompage a été réalisé pendant environ 90 minutes. La transmissivité T obtenue est de $1,47 \times 10^{-1} \text{ m}^2/\text{s}$ (SWDE, 2005b). Cette valeur est très élevée et indique que les craies sont fortement fracturées dans leur partie supérieure.

Site d'Estinnes-au-Val

Un essai de pompage de 4 heures a été mené sur le puits de production P1 afin de déterminer les caractéristiques hydrodynamiques au droit de la prise d'eau. La transmissivité T obtenue vaut $6,71 \times 10^{-2} \text{ m}^2/\text{s}$ (SWDE, 2002a).

Les PR3, PR4 et PR5 ont également fait l'objet d'essais de pompage en 1997 (SWDE, 1997). Ceux-ci ont été réalisés en trois paliers de 8, 12 et 24 heures (Tableau VIII-5). L'épaisseur productive des craies a été estimée à 31 mètres.

Tableau VIII-5. Résultats de transmissivité, de perméabilité et de débit spécifique pour les ouvrages PR3, PR4 et PR5 d'Estinnes-au-Val

	Pompage		Remontée		Débit spécifique
	$T \text{ (m}^2/\text{s)}$	$K \text{ (m/s)}$	$T \text{ (m}^2/\text{s)}$	$K \text{ (m/s)}$	$Q_s \text{ (m}^3/\text{h.m)}$
PR3	3×10^{-2}	$9,2 \times 10^{-4}$	$3,6 \times 10^{-2}$	11×10^{-4}	66,99
	à $8,4 \times 10^{-2}$	à $18,1 \times 10^{-4}$	à 11×10^{-2}	à 33×10^{-4}	à 73,68
PR4	$1,2 \times 10^{-2}$	$3,7 \times 10^{-4}$	$1,06 \times 10^{-2}$	$3,3 \times 10^{-4}$	192,3
	à 17×10^{-2}	à 52×10^{-4}			à 255
PR5	2×10^{-2}	$6,5 \times 10^{-4}$	$1,3 \times 10^{-2}$	$4,3 \times 10^{-4}$	63,4
	à $9,8 \times 10^{-2}$	à $32,2 \times 10^{-4}$	à $6,2 \times 10^{-2}$	à 20×10^{-4}	à 94,4

Le PR4 est l'ouvrage le plus productif ; les débits spécifiques sont trois fois plus importants que dans les deux autres ouvrages. Les transmissivités obtenues sont assez élevées et caractéristiques d'un aquifère de craie. La même remarque peut être faite pour le puits de production P1. Pendant l'essai, il a été observé une communication entre tous les ouvrages, même

au-delà du Ruisseau des Estinnes (des venues d'eau ont été rencontrées aux environs de 10 mètres de profondeur dans les trois puits).

Deux essais de multitraçage ont été réalisés sur le site d'Estinnes-au-Val (SWDE) par l'ISSeP. Pendant la première phase, en 1997, quatre traceurs ont été injectés au PR1, PR3, PR4 et PR5 avec récupération au P1. Pendant la seconde phase, en 1999, deux traceurs ont été injectés dans le PR2 et le PR5 avec récupération au P1. Seuls les traceurs injectés au PR1 et au PR5 ont été récupérés. Il est possible que la chloration ait provoqué la dégradation des autres traceurs. Il a été déduit finalement que :

- la porosité efficace n_{eff} est de l'ordre de 10 à 15 % ;
- la vitesse convective u est inférieure à 1 m/h ;
- la dispersivité longitudinale est comprise entre 12 et 120 mètres.

Un modèle mathématique a été réalisé sur base de la piézométrie et les essais de traçage afin de déterminer les zones de prévention (ISSeP, 1998; 2000).

Site de Saint-Vaast – Joris

En 1998 et 1999, des pompages d'essai en trois paliers (de 8 heures, 8 heures et 24 heures respectivement) ont été réalisés sur les trois puits de reconnaissance PR1, PR2 et PR3 ainsi que sur les ouvrages de l'IDEA, « Station épuration IDEA1 » et « Station épuration IDEA2 » (Tableau VIII-6). Cependant, ils ont subi l'influence du pompage de production (Saint-Vaast P1), ce qui peut modifier les résultats obtenus. L'influence de cet ouvrage s'est clairement fait ressentir sur les PR1, IDEA 1 et IDEA 2 (SWDE, 1999a).

Les valeurs de transmissivité obtenues lors de ces essais de pompage sont moins élevées que celles des autres sites. Ceci est probablement dû à l'influence du captage de Saint-Vaast P1. De même, les débits spécifiques sont très faibles par rapport aux autres valeurs.

Tableau VIII-6. Résultats de transmissivité, de perméabilité et de débit spécifique pour les ouvrages du site de Saint-Vaast – Joris

	<i>Pompage</i>		<i>Remontée</i>		<i>Débit spécifique</i>
	$T (m^2/s)$	$K (m/s)$	$T (m^2/s)$	$K (m/s)$	$Q_s (m^3/h.m)$
PR1	2,52 × 10 ⁻³ à 2,84 × 10 ⁻³	1,2 × 10 ⁻⁴ à 1,35 × 10 ⁻⁴	5,11 × 10 ⁻³ à 9,94 × 10 ⁻³	2,43 × 10 ⁻⁴ à 4,73 × 10 ⁻⁴	1,45 à 2,47
PR2	1,36 × 10 ⁻³ à 16,8 × 10 ⁻³	0,427 × 10 ⁻⁴ à 5,26 × 10 ⁻⁴	4,39 × 10 ⁻³ à 19,4 × 10 ⁻³	1,37 × 10 ⁻⁴ à 6,08 × 10 ⁻⁴	2,5 à 25
PR3	5,9 × 10 ⁻³ à 5,96 × 10 ⁻³	1,84 × 10 ⁻⁴ à 1,98 × 10 ⁻⁴	18,1 × 10 ⁻³ à 23,9 × 10 ⁻³	5,66 × 10 ⁻⁴ à 7,48 × 10 ⁻⁴	2,15 à 4,54
IDEA 1	2,44 × 10 ⁻³ à 4,07 × 10 ⁻³	6,11 × 10 ⁻⁴ à 10,1 × 10 ⁻⁴	1,28 × 10 ⁻³ à 1,72 × 10 ⁻³	3,22 × 10 ⁻⁴ à 4,32 × 10 ⁻⁴	6,1 à 7,8
IDEA 2	3,71 × 10 ⁻³ à 13,2 × 10 ⁻³	9,29 × 10 ⁻⁴ à 33,4 × 10 ⁻⁴	2,67 × 10 ⁻³ à 3,31 × 10 ⁻³	6,68 × 10 ⁻⁴ à 8,27 × 10 ⁻⁴	6,75 à 12,4

Ecofox a réalisé, en 2000, pour la SWDE, un essai de multitraçage et une modélisation mathématique des écoulements et du transport des particules. Quatre traceurs ont été injectés dans les PR1, PR2, PR3 et Idea2 avec un échantillonnage réalisé à la prise d'eau « Saint-Vaast P1 ». Deux des traceurs ont été clairement restitués (pour le PR1 et le PR2). Les résultats déduits sont (Ecofox, 2000a) :

- vitesse convective u : 2,1 × 10⁻⁵ à 10 × 10⁻⁵ m/s ;
- dispersivité longitudinale a_L : 68 à 70 m entre PR1 et P1, et 350 à 500 m entre PR2 et P1 ;
- dispersivité transversale a_T : 3 à 7 mètres ;
- porosité efficace n_{eff} : 2,9 à 3,1 %.

Les différences de valeurs pour la dispersivité longitudinale sont probablement dues à l'influence de la rivière Haine.

Ces données ont été introduites dans le modèle mathématique (Ecofox, 2000b) et celui-ci reproduit assez fidèlement la réalité. Il a donc été validé pour déterminer les zones de protection des captages.

Strepy – Mortier

En janvier et février 2003, des essais de pompage ont été réalisés sur les puits de reconnaissance PR1, PR2 et PR3. Les essais se sont déroulés en trois paliers de 8 heures pour le deux premiers et de 24 heures pour le dernier. Les niveaux d'eau ont été suivis sur les PR1, PR2, PR3 et PZ1 et PZ2 (Ecofox, 2005a ; SWDE, 2003) (voir Tableau VIII-7).

Tableau VIII-7. Résultats de transmissivité, de perméabilité et de débit spécifique pour les ouvrages du site de Strepny – Mortier (premier essai de pompage, 2003)

	Pompage		Remontée		Débit spécifique (après 22 h)
	T (m ² /s)	K (m/s)	T (m ² /s)	K (m/s)	Q_s (m ³ /h.m)
PR1	$3,3 \times 10^{-2}$	$1,5 \times 10^{-3}$	$3,3 \times 10^{-2}$	$1,5 \times 10^{-3}$	112,78
	à 2×10^{-1}	à 9×10^{-3}	à $2,33 \times 10^{-1}$	à 1×10^{-2}	à 139,06
PR2	$5,2 \times 10^{-4}$	$2,2 \times 10^{-5}$	$1,8 \times 10^{-3}$	$7,7 \times 10^{-5}$	3,5
	à $2,6 \times 10^{-3}$	à $1,1 \times 10^{-4}$	à $5,8 \times 10^{-3}$	à $2,4 \times 10^{-4}$	à 9,57
PR3	$2,1 \times 10^{-2}$	$7,8 \times 10^{-4}$	$1,2 \times 10^{-1}$	$4,5 \times 10^{-3}$	108
	à $1,5 \times 10^{-1}$	à $5,5 \times 10^{-3}$	à $6,8 \times 10^{-2}$	à $2,6 \times 10^{-3}$	à 194,7

A part le PR2 qui présente des valeurs de conductivité hydraulique plus faibles, les autres valeurs restent du même ordre de grandeur pour des ouvrages captant l'aquifère des craies. Le débit spécifique du PR2 indique que cet ouvrage n'est pas productif ; le troisième palier a dû être recommencé pour cet ouvrage.

En mai 2005, des pompages d'essai ont été réalisés sur le puits Mortier P2 avec un suivi des niveaux d'eau en PR3 et en PZ1. Durant l'essai, le puits de production « Puits Mortier ou Martin P1 », situé à une vingtaine de mètres au nord, était toujours en activité. L'essai s'est déroulé en six paliers, le premier pendant 22 heures, les quatre suivants pendant 24 heures et le dernier pendant un peu plus de 5 jours (SWDE, 2005a).

Les résultats dans le Tableau VIII-8 ont été obtenus par la méthode de Theis qui assimile le milieu fissuré à un milieu poreux équivalent (condition qui a été vérifiée lors de l'interprétation).

Tableau VIII-8. Résultats de transmissivité, de perméabilité et de débit spécifique pour les ouvrages du site de Strepny – Mortier (second essai de pompage, 2005)

	Pompage		Remontée		Débit spécifique (après 22 h)
	T (m ² /s)	K (m/s)	T (m ² /s)	K (m/s)	Q_s (m ³ /h.m)
Mortier P2	$3,3 \times 10^{-2}$	$0,94 \times 10^{-5}$	$3,38 \times 10^{-2}$	$0,96 \times 10^{-5}$	128,98
	à $5,64 \times 10^{-2}$	à $1,61 \times 10^{-5}$	à 5×10^{-2}	à $1,43 \times 10^{-5}$	à 155,28
PR3	$3,64 \times 10^{-2}$	$1,04 \times 10^{-5}$	$3,72 \times 10^{-2}$	$1,06 \times 10^{-5}$	-
	à $5,47 \times 10^{-2}$	à $1,56 \times 10^{-5}$	à $5,42 \times 10^{-2}$	à $1,55 \times 10^{-5}$	-
PZ1	$4,52 \times 10^{-2}$	$1,29 \times 10^{-5}$	$1,44 \times 10^{-2}$	$2,62 \times 10^{-5}$	-
	à $10,4 \times 10^{-2}$	à $2,98 \times 10^{-5}$	à $9,77 \times 10^{-2}$	à $2,79 \times 10^{-5}$	-

Ecofox a effectué un essai de multitraçage en 2004 pour la SWDE. Cet essai a été réalisé en deux phases. La première phase consiste en l'injection de traceurs au PR3 et au PZ1 avec échantillonnage au « Puits Mortier ou Martin P1 ». Les deux traceurs ont été récupérés avec un taux de récupération de 66 % pour l'un et de 5,7 % pour l'autre. Dans la seconde phase, trois traceurs ont été injectés au PR1, PR2 et PZ2. L'échantillonnage se faisait au niveau de la galerie Strepny P1. Seul le traceur du PR1 a été récupéré avec un taux de 18,7%. L'interprétation des

courbes de restitution obtenues a été réalisée à l'aide du logiciel Catti, selon un modèle 2D uniforme et un modèle radial. Les résultats (Ecofox, 2005b) sont présentés dans le Tableau VIII-9 :

Tableau VIII-94. Résultats de porosité efficace, de dispersivité longitudinale et de dispersivité transversale pour les ouvrages du site de Strepy – Mortier (selon modèle CATTI radial et 2D)

Ouvrages concernés	Modèle	Porosité efficace neff (%)	Dispersivité longitudinale α_L (m)	Dispersivité transversale α_T (m)
PR3 → Mortier P1	Radial	2,5	30	-
	2D	3,0	40	4
PZ1 → Mortier P1	Radial	2,0	50	-
	2D	3,0	50	10
PZ2 → Strepy P1	Radial	1,5	40	-
	2D	1,9	55	8

Ces données ont été utilisées dans le modèle mathématique (Ecofox, 2005c). Celui-ci semble reproduire la réalité des écoulements et du transport au sein de l'aquifère des craies du Crétacé. Il a ainsi permis la détermination des périmètres de prévention des ouvrages « Mortier ou Martin P1 » et « Strepy P1 ».

Site de Cronfestu

Des essais de pompage ont été réalisés dans le cadre de l'étude d'incidence pour la réhabilitation et d'extension de la décharge de Cronfestu (IDEA, 1995). Les valeurs de transmissivité pour chaque piézomètre apparaissent dans le 10.

Tableau VIII-10. Résultats de transmissivité pour les piézomètres du site de Cronfestu

Ouvrages	Transmissivité T (m^2/s)
P1	$9,16 \times 10^{-4}$
P2	$1,30 \times 10^{-3}$
P3	$2,73 \times 10^{-2}$
P4	$1,40 \times 10^{-2}$
P5	$7,50 \times 10^{-3}$
P6	$8,60 \times 10^{-3}$
P7	$1,30 \times 10^{-2}$
P8	$6,00 \times 10^{-2}$

Les valeurs de transmissivité sont les plus élevées pour les ouvrages P3, P4, P7 et P8. Ces valeurs coïncident avec l'axe du vallon localisé à l'ouest de la décharge. Cet axe peut correspondre à un axe de fracturation, chemin préférentiel d'écoulement des eaux dans le vallon.

Dans le cadre de l'étude d'incidence sur l'environnement pour la réhabilitation et l'extension de la décharge contrôlée de Cronfestu (IDEA, 1995), un modèle mathématique d'écoulement et de

transport des contaminants dans les eaux souterraines a été réalisé. Celui-ci a été exécuté sous Aqua3D. Dans ce modèle, les paramètres utilisés sont :

- porosité totale : 30 à 40 % ;
- porosité efficace : 4 % ;
- dispersivité longitudinale : 30 mètres ;
- dispersivité transversale : 5 à 20 mètres.

A partir de ce modèle, les phénomènes de transport de divers polluants ont été simulés et calés sur les résultats d'analyse en polluant dans les dix piézomètres répartis autour du site. Les simulations obtenues sont relativement correctes et proches de la réalité. Cela permet de définir des auroles de dispersion de polluants à partir de la décharge.

Site de la Garenne

L'ouvrage « La Garenne P2 » a fait l'objet d'un essai de pompage de 8 jours. La valeur de transmissivité pour cet ouvrage vaut environ 3×10^{-2} m²/s. Cette valeur confirme la très bonne productivité du site. Le coefficient d'emmagasinement est d'environ 8 %. De plus, l'interprétation de l'essai de pompage indique que l'aquifère des craies du Crétacé est semi-libre sous les alluvions dans cette zone (IDEA, 1999).

VIII.2. AQUIFÈRE DES SABLES DE L'EOCÈNE

Site du Berger

Des résultats d'essais hydrauliques effectués pour Aquasambre donnent une transmissivité pour l'aquifère des sables de l'Eocène (Formation de Bruxelles) de $4,8 \times 10^{-4}$ m²/s (Verlaeken, 1997). Cette valeur est utilisée avec une marge de sécurité pour la délimitation des zones de protection (Tractebel Development Engineering sa, 2003).

Une étude a été réalisée par Tractebel pour AquaSambre pour délimiter des zones de protection des galeries du Berger à Fontaine-l'Evêque (Tractebel Development Engineering sa, 2003). La valeur de porosité efficace varie entre 1 et 10 % avec une valeur représentative de 4 %.

Site de Saint-Médart et Les Ruelles

Aucun essai de pompage n'a pu être effectué sur le site (SWDE, 1999b). Un modèle mathématique d'écoulement et de transport a été réalisé par SERCO Engineering sprl. Les valeurs utilisées pour la conductivité hydraulique varient de 3×10^{-4} à 4×10^{-5} m/s. Le coefficient d'emmagasinement spécifique est de 1 %. Le modèle a été validé au niveau de la piézométrie (SWDE, 2002b).

Deux essais de traçage ont été réalisés en janvier et mai 2000 par le bureau d'études SERCO Engineering sprl. Le premier essai a consisté en l'injection de deux traceurs aux PZ3 et PZ4 avec récupération au niveau de l'émergence « Saint Médart E1 » et des galeries « Les Ruelles G1 » et « Les Ruelles G2 ». Seul le traceur injecté au PZ4 a été récupéré dans la galerie « Les ruelles G1 ». Durant le second essai de traçage, trois traceurs ont été injectés dans le PZ1, PZ2 et PZ4 et l'échantillonnage a été effectué au niveau de l'émergence et des deux galeries. Les traceurs injectés en PZ1 et PZ4 ont été récupérés à la galerie « Les ruelles G1 ». L'interprétation des courbes de restitution donne les résultats suivants (Tableau VIII-11) :

Tableau VIII-11. Résultats de porosité efficace, de dispersivité longitudinale, de dispersivité transversale et épaisseur active de l'aquifère pour les ouvrages du site de Saint Médart et les Ruelles

		Porosité efficace (%)	Dispersivité longitudinale (m)	Dispersivité transversale (m)	Épaisseur active de l'aquifère (m)
1 ^{er} essai	PZ4 → G1	3,6	57	5,7	3
2 ^{ème} essai	PZ4 → G1	16	150	2,2	3
	PZ1 → G1	6,3	39	12	2,5

Les résultats obtenus montrent des différences relativement grandes. Ces différences peuvent s'expliquer par des caractéristiques différentes des traceurs utilisés, par un régime hydraulique différent selon la période, par l'hétérogénéité de la formation sableuse (niveaux sableux à bonne conductivité, niveaux lenticulaires argileux à conductivité médiocre, niveaux indurés, ...). La galerie G1 est très vulnérable car elle voit les vitesses de passage des traceurs comprises entre 311 et 8400 mètres par jours. Les valeurs des paramètres obtenus ne peuvent être considérées comme des valeurs exactes, elles sont données à titre indicatif.

Ces paramètres ont été utilisés au niveau du modèle mathématique des écoulements et du transport. Celui-ci a été vérifié au niveau de la piézométrie, mais la simulation des essais de traçage s'est avérée peu concluante (SWDE, 2002b).

VIII.3. SYNTHÈSE

Le 12 constitue une synthèse des valeurs de transmissivités mesurées lors d'essais de pompage au droit de quelques ouvrages sur la carte de Binche – Morlanwelz. La valeur moyenne de transmissivité est calculée pour l'ensemble des ouvrages d'un site.

Tableau VIII-12. Tableau de synthèse des résultats de transmissivité en descente, en remontée et moyenne pour les différents sites présentés ci-dessus, situés dans deux aquifères distincts

	T (m ² /s)	Descente	Remontée	Moyenne
Aquifère des craies du Crétacé	Trivières	$3,30 \times 10^{-2}$	$9,99 \times 10^{-3}$	$2,27 \times 10^{-2}$
	Bray P1	-	-	$1,47 \times 10^{-1}$
	Estinne-au-Val P1			$6,71 \times 10^{-2}$
	Estinne-au-Val PR3-4-5	$6,11 \times 10^{-2}$	$4,58 \times 10^{-2}$	$5,50 \times 10^{-2}$
	Saint-Vaast - Joris	$5,15 \times 10^{-3}$	$6,29 \times 10^{-3}$	$5,70 \times 10^{-3}$
	Strepy - Mortier	$4,31 \times 10^{-2}$	$5,82 \times 10^{-2}$	5×10^{-2}

	Mortier	5×10^{-2}	$4,73 \times 10^{-2}$	$4,87 \times 10^{-2}$
	Cronfestu	-	-	$1,66 \times 10^{-2}$
	La Garenne	-	-	3×10^{-2}
Aquifère des sables de l'Éocène	Berger	-	-	$4,8 \times 10^{-4}$
	Saint Médart et les Ruelles	-	-	3×10^{-4} à 4×10^{-5}

Sur l'ensemble des sites étudiés, la transmissivité dans les craies est voisine de 10^{-2} m²/s. La transmissivité dans les sables est plus faible, environs 10^{-4} m²/s. Elle dépend fortement de la proportion argileuse que les sables contiennent.

Le Tableau VIII-13 constitue une synthèse des valeurs de porosité et de dispersivité mesurées lors d'essais de pompage au droit de quelques ouvrages dans la région de Binche – Morlanwelz.

Tableau VIII-13. Tableau de synthèse des résultats de porosité efficace, de dispersivité longitudinale et de dispersivité transversale pour les différents sites présentés ci-dessus, situés dans deux aquifères distincts

	<i>Ouvrages</i>	<i>Porosité efficace n_{eff} [%]</i>	<i>Dispersivité longitudinale a_L [m]</i>	<i>Dispersivité transversale a_T [m]</i>
Aquifère des craies du Crétacé	Trivières	6	10	0,6 (horizontal) 0,06 (vertical)
	Estinnes-au-Val	10 à 15	12 à 120	-
	Saint-Vaast - Joris	2,9 à 3,1	68 à 70 et 350 à 500	3 à 7
	Strepy - Mortier	1,5 à 3	30 à 55	4 à 10
	Cronfestu	4	30	5 à 20
Aquifère des sables de l'Éocène	Berger	4	-	-
	Saint-Médart et les Ruelles	3,6 à 16	39 à 150	2,2 à 12

IX. ZONES DE PROTECTION

IX.1. CADRE LÉGAL

Suite au développement économique, les ressources en eau souterraine 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 d'eau souterraine.

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 m des limites extérieures des ouvrages de surface de prise d'eau. A l'intérieur de la zone de prise d'eau, seules les activités en rapport direct avec la production d'eau sont tolérées.

Zone IIa et IIb ou zone de prévention rapprochée et éloignée

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

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

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

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

* Arrêté de l'Exécutif régional wallon du 14/11/1991 relatif aux prises d'eau souterraine, aux zones de prises d'eau, de prévention et de surveillance et à la recharge artificielle des nappes d'eau souterraine, modifié par l'arrêté du Gouvernement wallon du 09/03/1995 – voir le site web <http://environnement.wallonie.be/>

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

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

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

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.

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

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 perdants, 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*.

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

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

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

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

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 ARRÊTÉES AUTOUR DES CAPTAGES

En 2014, sept zones de prévention sont approuvées par arrêté ministériel :

- Estinnes-au-Val P1 (SWDE025) ;
- Saint-Vaast P1 et Puits Joris P2 (SWDE037) ;
- La Commanderie G1 (SWDE713) ;
- Lobbes G2 (SWDE089) ;
- Berger (AQUASAMBRE04 (SWDE)) ;
- Les Fonds de Bray P1 (SWDE083) ;
- Trichon G1, G2 et S5 (SWDE090).

Ces délimitations sont reportées sur la carte principale au 1/25 000 du poster A0 joint à cette notice et décrites ci-dessous.

IX.2.1. Zone de prévention arrêtée d'Estinnes-au-Val P1

Cette zone (Figure IX-1), située à l'ouest de la carte, comprend un puits qui exploite l'aquifère des craies du Crétacé. La zone a fait l'objet d'une étude géophysique et d'une série d'essais (pompage, traçage, ...) ainsi que d'une modélisation mathématique d'écoulement et de transport (SWDE, 2002c). L'arrêté ministériel a été acté le 30 avril 2004 et publié au Moniteur le 1er juin de la même année. Il est consultable à l'adresse :

<http://environnement.wallonie.be/legis/EAU/easou076.htm>.

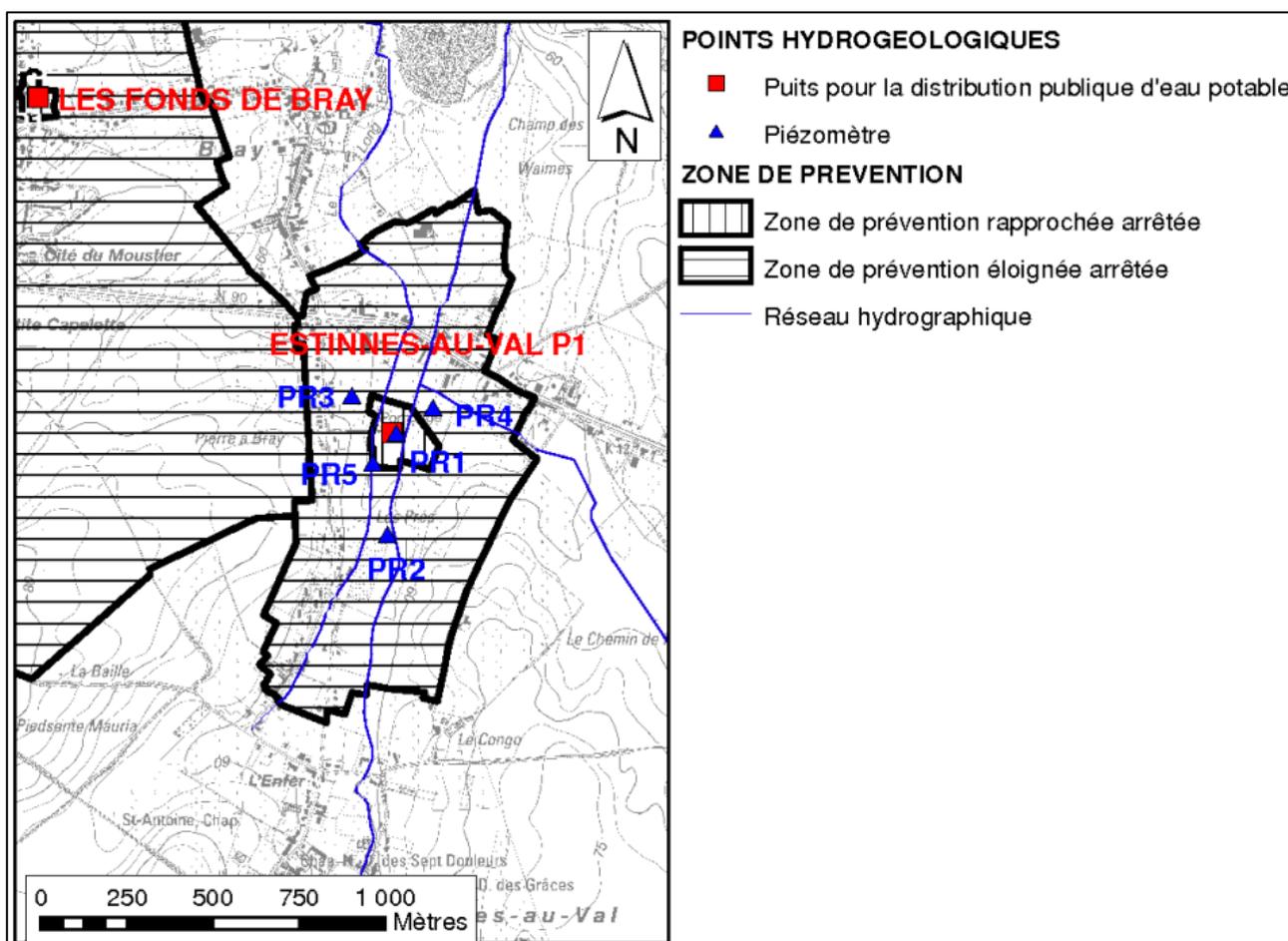


Figure IX.1. Zones de prévention arrêtées d'Estinnes-au-Val P1

IX.2.2. Zone de prévention arrêtée de Saint-Vaast-Joris

Cette zone (Figure IX-2), située au nord de la carte, comprend deux prises d'eau qui exploitent l'aquifère des craies du Crétacé. La zone a fait l'objet d'une étude géophysique, d'une série d'essais (pompage, traçage, ...) et d'une modélisation mathématique d'écoulement et de transport en 2000 (Ecofox, 2000a, 2000b). L'arrêté ministériel a été acté le 09 mai 2003 et publié au Moniteur le 03 juin de la même année. Il est consultable à l'adresse :

<http://environnement.wallonie.be/legis/EAU/easou048.htm>.

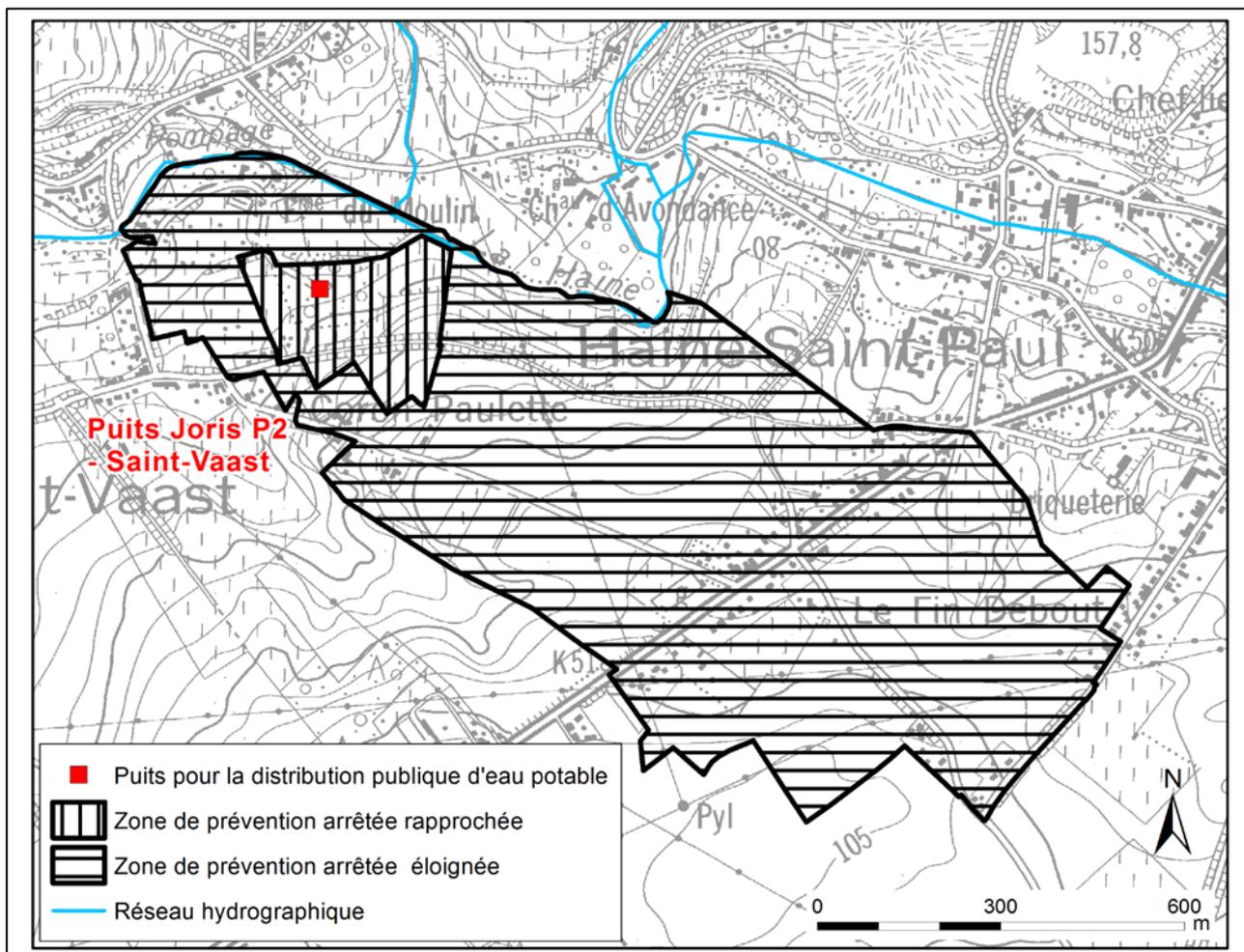


Figure IX.2. Zones de prévention arrêtées de Saint-Vaast – Joris

IX.2.3. Zone de prévention arrêtée de La commanderie G1

Cette zone (Figure IX-3), située au nord – est de la carte, comprend une galerie qui exploite l'aquifère des sables de l'Eocène. Cette zone a été tracée sur base de la méthode des distances fixes, adaptée avec les paramètres physiques, topographiques et hydrogéologiques locaux (SWDE, 2000a, 2000b). L'arrêté ministériel a été acté le 15 mars 2004 et publié au Moniteur le 19 avril de la même année. Il est consultable à l'adresse : <http://environnement.wallonie.be/legis/EAU/easou071.htm>.

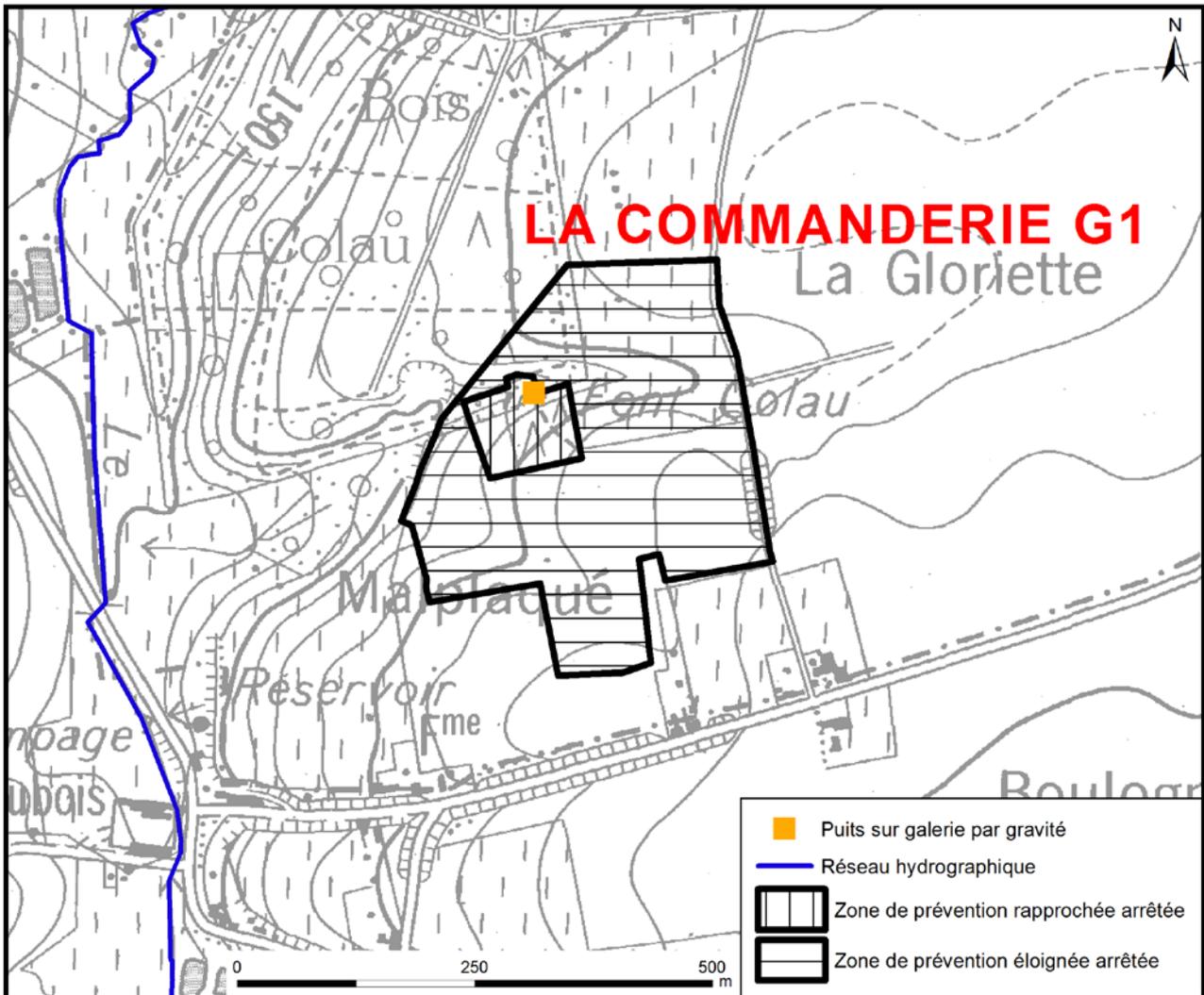


Figure IX.3. Zones de prévention arrêtées de La Commanderie G1

IX.2.4. Zone de prévention arrêtée de Lobbes G2

La zone (Figure IX-4), située à la bordure sud de la carte, concerne une galerie (voir carte 52/1-2 Merbes-le-Château – Thuin), ainsi qu'une ancienne source à l'émergence aujourd'hui non exploitée, dans l'aquifère des sables de l'Eocène. Cette zone a été tracée sur base de la méthode des distances fixes, adaptée avec les paramètres physiques, topographiques et hydrogéologiques locaux. L'arrêté ministériel a été acté le 13 décembre 2004 et publié au Moniteur le 19 janvier 2005. Il est consultable à l'adresse :

<http://environnement.wallonie.be/legis/EAU/easou081.htm>.

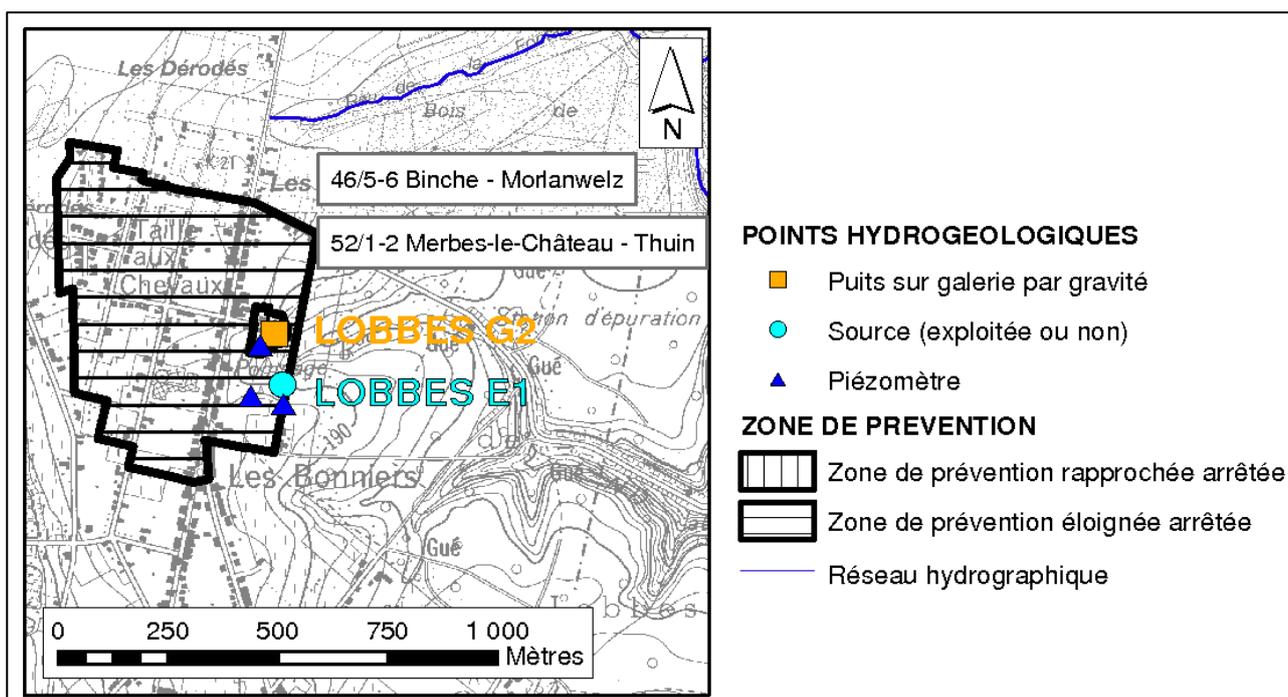


Figure IX.4. Zones de prévention arrêtées de Lobbes G2 et E1

IX.2.5. Zone de prévention arrêtée du site Les Fonds de Bray

La zone (Figure IX-5), située sur la bordure ouest de la carte et sur la carte voisine (45/7-8 Mons – Givry), concerne un puits, dans l'aquifère des craies du Crétacé. Cette zone a été tracée sur base de la méthode des distances fixes, adaptée avec les paramètres physiques, topographiques et hydrogéologiques locaux. L'arrêté ministériel a été acté le 10 juin 2009 et publié au Moniteur le 07 juillet de la même année. Il est consultable à l'adresse :

<http://environnement.wallonie.be/legis/EAU/easou191.htm>

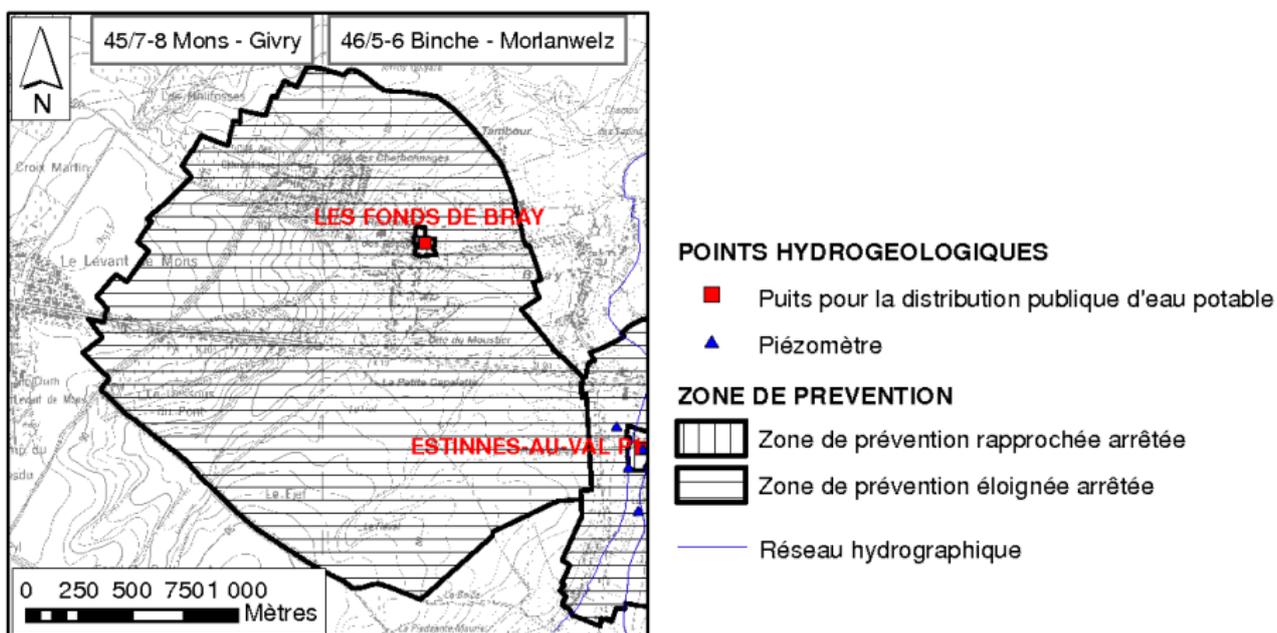


Figure IX.5. Zones de prévention arrêtées du Site Les Fonds de Bray P1

IX.2.6. Zone de prévention arrêtée de Berger

Cette zone (Figure IX-6), située à l'est de la carte, comprend deux galeries qui exploitent l'aquifère des sables de l'Eocène : la galerie du Berger (exploitée précédemment par l'AIEBC) et la galerie (Cote du Berger) de la Régie des Eaux. Elles sont été reprises par Aquasambre. La zone est basée sur un calcul analytique approché, selon trois méthodes différentes, réalisé en 2003 par Tractebel. L'arrêté ministériel a été acté le 06 décembre 2007 et publié au Moniteur le 28 janvier 2008. Il est consultable à l'adresse :

<http://environnement.wallonie.be/legis/EAU/easou149.htm>

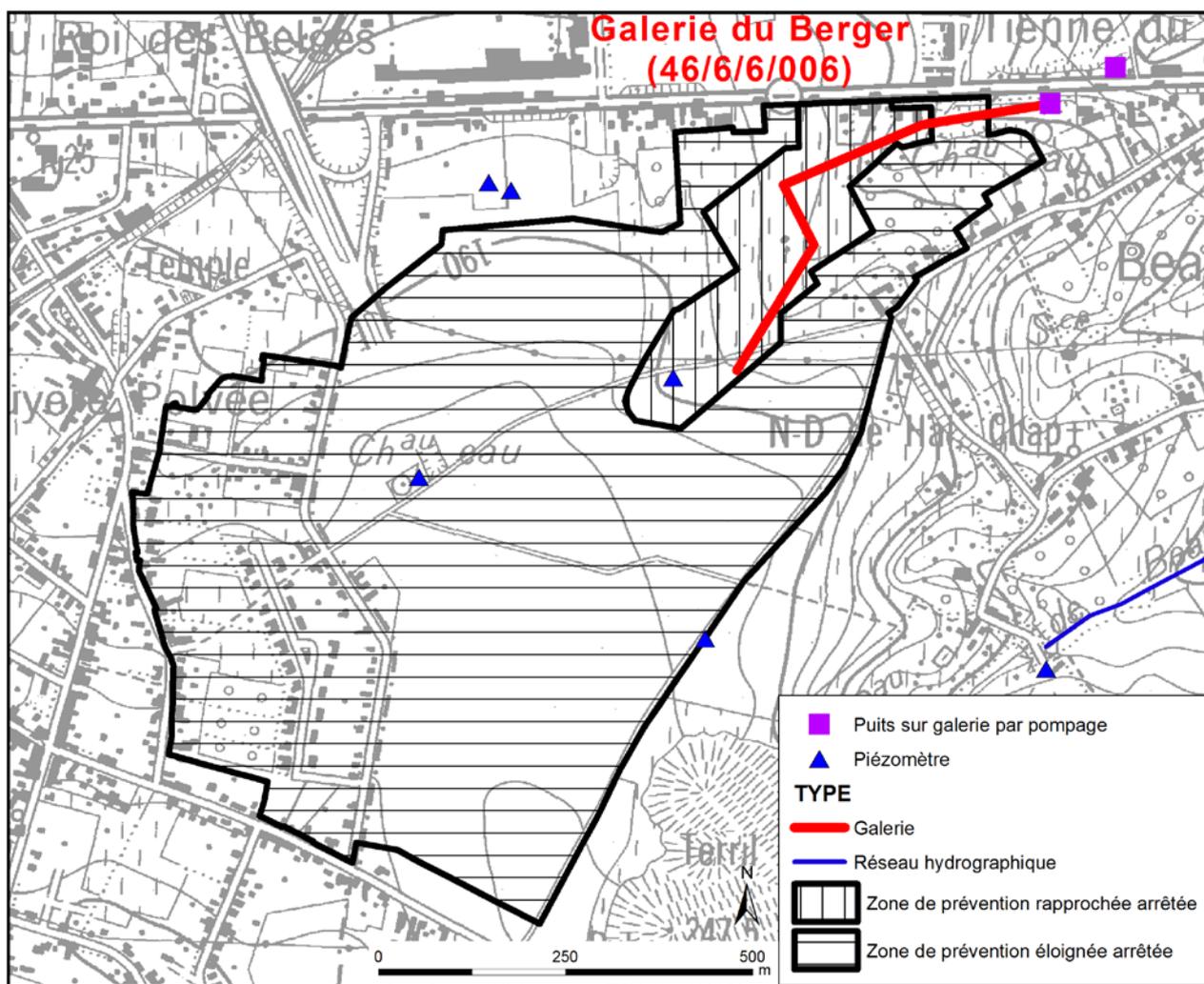


Figure IX.6. Zones de prévention arrêtées du site du Berger

IX.2.7. Zone de prévention arrêtée de Trichon G1, G2 et Source S5

La zone (Figure IX-7), située au nord – est de la carte, concerne deux galeries et une source, dans l'aquifère des sables de l'Eocène. Cette zone a été tracée sur base de la méthode des distances fixes, adaptée avec les paramètres physiques, topographiques et hydrogéologiques locaux (SWDE, 2004). L'arrêté ministériel a été acté le 10 mars 2009 et publié au Moniteur le 16 avril de la même année. Il est consultable à l'adresse :

<http://environnement.wallonie.be/legis/EAU/easou176.htm>

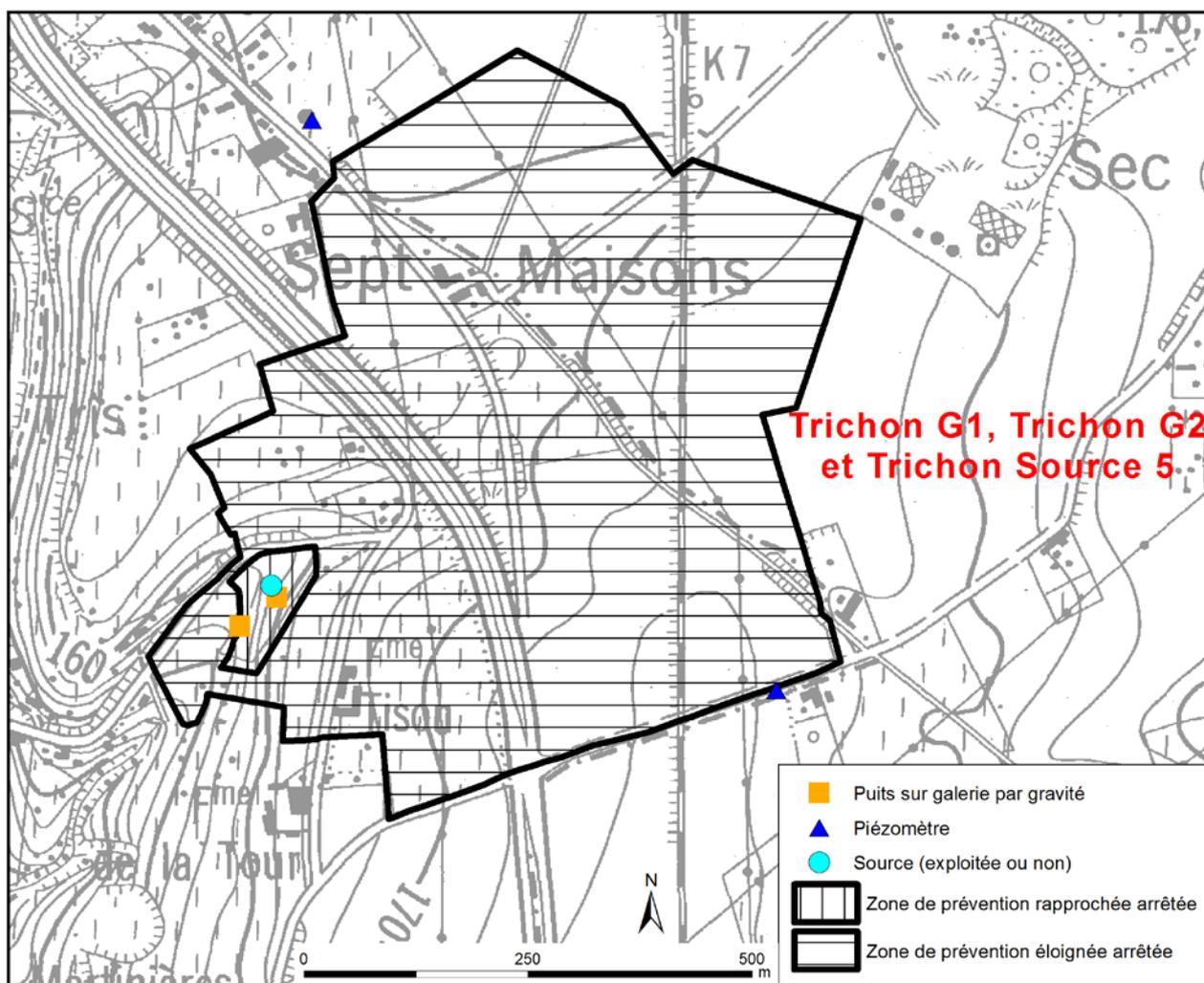


Figure IX.7. Zones de prévention arrêtées de Trichon G1, G2 et Source S5

IX.3. ZONES DE PRÉVENTION A DÉFINIR AUTOUR DES CAPTAGES

Les autres sites sont en attente de définition de zone de prévention. Les ouvrages concernés sont signalés par un triangle noir. Il s'agit des sites de :

- Trivières P1 et Trivières P2, à Péronnes ;
- Mortier ou Martin P1 et Strepy P1, au sud de Strépy et de Trivières ;
- Saint-Médart E1, Les Ruelles G1 et G2, à Anderlues ;
- Belle Fontaine, au nord-est d'Anderlues ;
- Fosse Sainte Marguerite, à Péronnes ;
- La Garenne, au nord-ouest de Maurage ;
- La Guinguette (Citerneau G1), au sud de Binche ;

Les trois premiers sites ont déjà fait l'objet d'études et de modèles mathématiques en vue de la délimitation des zones de prévention. Les autres n'ont pas encore été étudiés et il est possible que certains soient mis hors service prochainement. Ils ne nécessiteront donc plus de périmètres de protection.

Site de Trivières P1 et Trivières P2

Une étude a été réalisée par URS Belgium pour la SWDE (URS Belgium, 2005) afin de déterminer les périmètres des zones de prévention. Cette étude contient des essais de pompage, des essais de traçage et un modèle mathématique des écoulements et du transport des particules. Les zones de prévention n'ont pas encore été délimitées officiellement.

Site de « Mortier ou Martin P1 » et « Strepy P1 »

Une étude a été réalisée par Ecofox pour la SWDE afin de déterminer les périmètres des zones de prévention. Cette étude contient des essais de pompage, des essais de traçage et un modèle mathématique des écoulements et du transport des particules (Ecofox, 2005a, 2005b, 2005c). Les zones de prévention n'ont pas encore été délimitées officiellement.

Site de Saint-Médart E1, Les Ruelles G1 et G2

Une étude a été réalisée par Serco Engineering sprl pour la SWDE afin de déterminer les périmètres des zones de prévention. Cette étude contient des essais de traçage et un modèle mathématique des écoulements et du transport des particules (SWDE, 2002b). Les zones de prévention n'ont pas encore été délimitées officiellement.

X. METHODOLOGIE DE L'ELABORATION DE LA CARTE HYDROGEOLOGIQUE

Le présent chapitre donne les principales sources d'informations géologiques, hydrologiques et hydrogéologiques utilisées. Il 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 46/5-6 Binche – Morlanwelz et de sa notice explicative. La structure du poster au format A0 est également présentée.

X.1. ORIGINE DES DONNÉES

X.1.1. Données géologiques et connexes

La carte géologique servant de base à la carte hydrogéologique est celle établie par M. Hennebert et S. Delaby, 2017). Grâce à la description des lithologies des différentes formations géologiques, il est possible de caractériser les unités hydrogéologiques en y apportant diverses nuances.

Les données géologiques proviennent des descriptions de forages disponibles principalement au Service Géologique de Belgique (SGB).

Des discontinuités entre les limites géologiques et/ou hydrogéologiques apparaissent avec les cartes voisines. Sur la carte de Merbes-le-Château – Thuin 52/1-2 (Habils *et al.*, 2011 ; Hennebert, 2008), située au sud : les limites des formations du socle paléozoïque sous couverture, apparaissant sur le bord nord, ne sont pas prolongées sur la carte de Binche – Morlanwelz. Il en est de même avec la carte de Fontaine L'Evêque – Charleroi 46/7-8 (Delcambre & Pingot, 2000 ; Habils *et al.*, 2014) située à l'est. Enfin, à l'ouest de la carte de Binche – Morlanwelz : même si les unités hydrogéologiques sont globalement continues avec la carte de Mons – Givry, les discontinuités sont beaucoup plus importantes. La carte géologique de Mons – Givry est une ancienne génération de la carte géologique, tracée par R. Marlière en 1967. Le fond géologique de la nouvelle carte tracée par M. Hennebert et S. Delaby n'est pas encore disponible.

X.1.2. Données météorologiques et hydrologiques

Sur la carte 46/5-6 de Binche – Morlanwelz, il existe deux stations climatiques, l'une appartenant à l'IRM (Leval-Trahegnies), l'autre au SETHY (Trivières) et trois stations limnimétriques de la DCENN (L7080-Rau des Estinnes, L7090-Haine et L7100-Rau de la Princesse).

Ces stations sont figurées sur la carte principale.

X.1.3. Données hydrogéologiques

X.1.3.1. Localisation des ouvrages et des sources

Dans la banque de données hydrogéologiques du Service Public de Wallonie, 420 ouvrages ont été encodés. La plupart de ces ouvrages ont été visités sur le terrain. Ainsi, 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 sur certains d'entre eux. La principale difficulté rencontrée sur le terrain est la localisation de certains ouvrages. Beaucoup sont mal situés, voire pas situés. Reste ensuite le travail d'enquête auprès des habitants de la région qui permet d'obtenir les renseignements utiles concernant les ouvrages et l'accord pour une mesure du niveau piézométrique.

Finalement, après mise à jour, 368 ouvrages ont été recensés en 2009 et reportés sur la carte hydrogéologique 46/5-6 Binche – Morlanwelz. Cet ensemble est constitué de 14 puits destinés à la distribution publique d'eau potable, 129 puits possédant une autorisation d'exploitation, 11 puits d'accès aux galeries, 12 sources (exploitées ou non) et 202 points (piézomètres ou puits) où des mesures piézométriques sont praticables.

X.1.3.2. Données piézométriques

Toutes les mesures réalisées sur le terrain ont été encodées dans la base de données hydrogéologiques BD Hydro. Un tri est ensuite réalisé. Il se base sur la qualité de l'ouvrage, sa localisation, sa profondeur, ainsi que la nappe sollicitée par le puits. Au total, 187 mesures ont été réalisées sur le terrain. Sur la carte principale du poster A0, 27 mesures ponctuelles sont reportées. Celles-ci ont été réparties plus ou moins uniformément sur la carte et les données redondantes n'ont pas été gardées. Ces mesures sont réparties selon le Tableau X-1 :

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

Unité hydrogéologique	Nombre de mesures reportées
Aquifère des sables de l'Eocène	13
Aquifère des sables du Paléocène	2
Aquiclude à niveaux aquifères du Houiller	1
Aquifère à niveaux aquicludes du Dévonien inférieur	3
Aquitard à niveaux aquifères du Dévonien inférieur	8

En mai 1989, la piézométrie de l'aquifère des craies a été tracées dans le cadre de l'étude du Bassin de Mons (FPMS, 2006 ; Rorive & Goderniaux, 2014). Des relevés fréquents (tous les ans) sont effectués. Cette piézométrie évolue peu dans le temps et garde toujours la même allure. Afin de s'assurer de cela, les mesures de 2010 ont été comparées avec la piézométrie de mai 1989. Aucune différence significative n'a été relevée.

X.1.3.3. Données des paramètres hydrochimiques

Les données hydrochimiques proviennent, pour la plupart, de la banque de données physico-chimiques des captages d'eau souterraine CALYPSO (Qualité des Eaux Potabilisables et Souterraines) du Service Public de Wallonie. D'autres mesures réalisées par le laboratoire de la SWDE étaient également disponibles. Sont présentées les analyses les plus complètes possibles. La qualité est ensuite discutée et comparée entre les différents aquifères.

X.1.3.4. Données des paramètres hydrodynamiques

Les données et considérations hydrodynamiques ont pu être tirées d'études réalisées par divers organismes, pour la SWDE et l'IDEA. Les conditions d'essais sont brièvement résumées. Les valeurs sont données à titre indicatif et il convient de se renseigner auprès des sociétés de distribution d'eau potable. Les références bibliographiques sont citées au point XI. Bibliographi. Elles concernent les sites de :

- Estinnes-au-Val (SWDE) ;
- Saint-Vaast et Joris (SWDE) ;
- Strepv et Mortier (SWDE) ;
- La Guinguette (SWDE) ;
- Trivières (SWDE) ;
- La Garenne (IDEA) ;
- Cronfestu (IDEA) ;
- Les Fonds de Bray (SWDE) ;
- Berger ;
- Trichon (SWDE) ;
- La Commanderie (SWDE) ;
- Saint-Médart et Les Ruelles (SWDE).

X.1.3.5. Autres données

Sur la carte de Binche – Morlanwelz, les zones vulnérables aux nitrates, les zones de prévention, approuvées par arrêté ministériel, autour des captages et celles à définir en région wallonne y sont figurées. Ces données proviennent du Service Public de Wallonie.

X.2. METHODOLOGIE DE CONSTRUCTION DE LA CARTE

X.2.1. Base 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-DGO 3*), 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.

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.

Ainsi les données détaillées de l'hydrochimie, de la piézométrie, des volumes exploités, les divers tests (diagraphies, essais de pompage, essai de traçage, prospection géophysique), fournissant notamment les paramètres d'écoulement et de transport, des informations relatives à la localisation des prises d'eau (puits, sources, piézomètres,...), leurs caractéristiques techniques, 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-DGO 3. La base de données est également enrichie avec les informations sur les études, rapports et autres documents hydrogéologiques écrits. Ces renseignements se présentent sous la forme de métadonnées. Les données peuvent être demandées au Service Public de Wallonir qui décide de leur accessibilité au cas par cas.

X.2.2. Construction de la carte hydrogéologique

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

* Direction Générale Opérationnelle de l'Agriculture, des Ressources Naturelles et de l'Environnement du SPW. Département de l'Etude du Milieu naturel et agricole. Direction de la Coordination des données. Avenue Prince de Liège, 15 - B-5100 Jambes, Belgique

X.3. PRÉSENTATION DU POSTER A0

La carte hydrogéologique se compose de deux posters reprenant 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 ;
 - carte des isohypses de la base et du toit des aquifères ;
- la coupe hydrogéologique ;
- le tableau de correspondance entre la géologie et l'hydrogéologie ;
- la carte de Belgique (au 1/5 000 000) où est localisée la carte étudiée.

X.3.1. Carte hydrogéologique principale

La carte principale comprend plusieurs couches d'information :

- le fond topographique de la carte IGN au 1/10 000 ;
- le réseau hydrographique ;
- les formations hydrogéologiques ;
- la localisation des points d'eau constitués par :
 - des puits des sociétés de distribution d'eau ;
 - des puits de sociétés industrielles ;
 - des puits privés exploités et déclarés au Service Public de Wallonie ;
 - des puits non exploités, mais équipés d'une pompe ;
 - des puits d'accès aux galeries, avec le tracé des galeries ;
 - 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 isopièzes : représentant la piézométrie de l'aquifère des craies du Crétacé ;
- le sens probable d'écoulement souterrain de l'aquifère des craies du Crétacé ;

- les cotes piézométriques ponctuelles pour les différentes unités hydrogéologiques rencontrées, avec la date de la mesure ;
- le trait localisant le tracé la coupe hydrogéologique ;
- les zones de prévention, approuvées par arrêté ministériel, autour des captages;
- 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 couvertures des nappes

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

X.3.3. Carte des volumes prélevés

Cette carte situe l'ensemble des ouvrages recensés et existants en 2010 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 2012 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 2012 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 (2008-2012) (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. Carte des isohypses

Les isohypses du toit du socle La « carte des isohypses » représente la structure des isohypses du toit du socle paléozoïque constitué du Dévonien inférieur au sud de la Faille du Midi et du Carbonifère au nord de la faille (Hennebert & Delaby, 2017).

X.3.5. Tableau de correspondance 'Géologie – Hydrogéologie'

Le tableau lithostratigraphique reprend la liste des différentes formations géologiques et unités hydrogéologiques susceptibles d'être rencontrées sur l'étendue de la carte. La description lithologique des formations géologiques fait référence à la carte géologique de Wallonie Binche – Morlanwelz 46/5-6 de Hennebert & Delaby (2017).

X.3.6. Coupes hydrogéologiques

Parmi les éléments présentés sur le poster de la carte hydrogéologiques figure la coupe hydrogéologique. Elle permet de comprendre le contexte géologique et hydrogéologique de la région. La coupe est issue de la Carte Géologique de Wallonie de Hennebert & Delaby (2017) sur laquelle ont été ajoutées des informations sur les niveaux d'eau souterraine.

XI. BIBLIOGRAPHIE

- Belanger, I., Delaby, S., Delcambre, B., Ghysel, P., Hennebert, M., Laloux, M., Marion, J.-M., Mottequin, B., Pingot, J.-L.** (2012) : Redéfinition des unités structurales du front varisque utilisées dans le cadre de la nouvelle Carte géologique de Wallonie (Belgique). *Geologica Belgica*, 15/3, pp. 169–175
- Bossut, H.** (2002) : Paramètres géologiques et hydrogéologiques de la remontée de la nappe aquifère en mines abandonnées. Identification des problèmes de sécurité. Le cas de l'ancien stockage de gaz naturel de Péronnes. Travail de fin d'études. Faculté Polytechnique de Mons.
- Boulvain F. & Pingot JL.** (2011): Genèse du sous-sol de la Wallonie. Classe des Sciences, Collection in-8, ISSN 0365-0936 ; 34. *Académie royale de Belgique*, 190 pp (<http://www2.ulg.ac.be/geolsed/geolwal/geolwal.htm>)
- Bureau Conseil en Géologie sprl** (2002) : Projet de détermination des périmètres de protection de la prise d'eau « Citerneau G1 », Commune de Binche (Waudrez), Etude géophysique, Dossier 02187.
- Castany, G.** (1998) : Hydrogéologie. Principes et méthode. Edition : Dunod, Paris - ISBN 2 10 004171 1
- Dassargues, A.** (2010) : Hydrogéologie, Notes de cours. Université de Liège
- Delcambre, B., Pingot, J.-L.** (2000) : Carte géologique de Wallonie au 1/25 000ème (avec notice explicative), Planche Fontaine-L'Evêque - Charleroi n° 46/7-8. Edition : Ministère de la Région Wallonne, Direction Générale des Ressources Naturelles et de l'Environnement
- de Marsily, G.** (2004) : Cours d'hydrogéologie. Edition : Paris, Université Pierre et Marie Curie
- Droeven, E., Feltz, C., Kummert, M.** (2004) : Les territoires paysagers de Wallonie. Conférence Permanente du Développement Territorial. Etudes et Documents 4. Ministère de la Région Wallonne, Direction Générale de l'Aménagement du territoire, du Logement et du Patrimoine. Dépôt légal D/2004/5322/8. ISSN:D/2004/5322/8 68 p + annexes
- Ecofox** (2000a) : Rapport d'étude: Essai de multitraçage dans le cadre de l'établissement de zones de prévention – Prises d'eau de St-Vaast P1 et Joris P2 (La Louvière), SWDE/LAL/004.
- Ecofox** (2000b) : Rapport d'étude: Modélisation mathématique des écoulements et du transport pour la détermination des périmètres de prévention IIa et IIb – Prises d'eau de St-Vaast P1 et Joris P2 (La Louvière), SWDE/LAL/005.

- Ecofox** (2005a) : Rapport d'étude: Interprétation des pompages d'essai dans le cadre de l'établissement des zones de prévention – Prises d'eau « Strepy captage P1 » et « Puits Mortier ou Martin P1 », SWDE/STR/2005/01.
- Ecofox** (2005b) : Rapport d'étude: Essais de multitraçage dans le cadre de l'établissement de zones de prévention – Prises d'eau de Mortier P1 et Strépy P1 (galerie), SWDE/STR/2005/02.
- Ecofox** (2005c) : Rapport d'étude: Modélisation mathématique des écoulements et du transport dans le cadre de l'établissement des zones de prévention – Prises d'eau « Strépy captage P1 » et « Puits Mortier ou Martin P1 », SWDE/STR/2005/03.
- EGS** (1997) : Rapport : Forage de Boussoit – diagraphies
- Foucault, A., Raoult, J.-F.** (2005) : Dictionnaire de Géologie, 6e édition. Edition : Dunod - ISBN 2 10 049071 0
- FPMS** (2006) : Projet Scaldit – Caractérisation des masses d'eau souterraine du bassin de l'Escaut en région wallonne à partir des connaissances disponibles sur les aquifères. Masse d'eau RWE030 (Craies de la Haine) 40 p.
- Geohygeor sprl** (2003) : Etude géophysique du site de La Louvière (Trivières), Zones de prévention de Trivières, « Trivières P1 » et « Trivières P2 ».
- Geopartners scrl** (1995) : Etude géophysique Site d'Estinnes-au-Val SWDE, Etude GEST02/96.
- Geopartners scrl** (1996) : Etude géophysique: Site de Saint-Vaast (Puits Joris), Etude GSTV04/96.
- Gogu, R.-C.** (2000) : Advances in groundwater protection strategy using vulnerability mapping and hydrogeological GIS databases. Thèse de doctorat. Université de Liège
- Gogu, R.-C., Carabin, G., Hallet, V., Peters, V., Dassargues, A.** (2001) : GIS-based hydrogeological databases and groundwater modelling. *Hydrogeology Journal*, 9/6, pp. 555–569
- Habils, F., Roland, S., Rorive, A.** (2011) : Carte hydrogéologique de Wallonie, Planchettes Merbes-le-Château - Thuin n° 52/1-2. Edition : Service public de Wallonie, DGO 3 (DGARNE), Belgique. Dépôt légal D/2011/12.796/6 - ISBN 978-2-8056-0097-5
- Habils, F., Roland, S., Rorive, A.** (2014) : Carte hydrogéologique de Wallonie, Planchettes Fontaine-l'Evêque - Charleroi n° 46/7-8 (1ère version). Edition : Service public de Wallonie, DGO 3 (DGARNE), Belgique. Dépôt légal D/2014/12.796/1 - ISBN 978-2-8056- 0146-0

- Hennebert, M.** (2008) : Carte géologique de Wallonie au 1/25 000ème (avec notice explicative), Planche Merbes-le-Château - Thuin n° 52/1-2. Edition : Service public de Wallonie, DGO 3 (DGARNE), Belgique. Dépôt légal D2008/5322/54. ISSN D2008/5322/54
- Hennebert, M., Delaby, S.** (2017) : Carte géologique de Wallonie au 1/25 000ème (avec notice explicative), Planche Binche - Morlanwelz n° 46/5-6. Edition : Service public de Wallonie, DGO 3 (DGARNE), Belgique
- IDEA** (1995) : Etude d'incidences sur l'Environnement, Projet de réhabilitation et d'extension de la décharge contrôlée de classe 2 de Cronfestu, au lieu-dit « Les Chauffours », La Louvière – Morlanwelz.
- IDEA** (1999) : Projet d'étude du site de captage de Boussoit (La Louvière).
- ISSeP** (1998) : Rapport d'essais : Essais de traçage à Estinnes-au-Val (Prise d'eau d'Estinnes P1).
- ISSeP** (2000) : Etude des zones de prévention de la prise d'eau Estinnes-au-Val P1, Essais de traçage et modélisation mathématique, Rapport final 45/S/2000.
- ISSeP** (2001) : Etude géophysique du site de prise d'eau de la Louvière (Strepy-Bracqegnies – Trivières), Rapport n°568/2001.
- Kaufmann, O., Martin, T.** (2008) : 3D geological modelling from boreholes, cross-sections and geological maps, application over former natural gas storages in coal mines. *Computers & Geosciences*, 34/3 278–290 pp.
- Marlière, R.** (1967) : Texte explicatif de la feuille Mons - Givry ; Carte Géologique de Belgique.
- Pfannkuch, H.-O.** (1990) : Elseviers Dictionary of Environmental Hydrogeology. Elsevier Science Publishers, xii+332 pp.
- Renier, A.** (1919) : Les gisements houillers de la Belgique. 4ème suite. Chapitre X: Les études de tectoniques et Chapitre XI: Description tectonique. *Ann. Mines Belg.*, XX/3ème livraison. 871–975 pp.
- Rorive, A.** (1983) : Détermination des ressources souterraines de la nappe du Crétacé de la vallée de la Haine, FPMS - IDEA, Etude sous contrat pour le secrétariat d'état à l'économie Régionale Wallonne.
- Rorive A., Drumel B., Squerens P.** (1997) : Transfert et ségrégation de polluants en zone saturée d'un aquifère crayeux. Le cas de la décharge de Cronfestu (Belgique). *Annales de la Société Géologique du Nord*. T5 (2^{ème} série), p. 319-324, oct. 1997.
- Rorive, A., Goderniaux, P.** (2014) : L'aquifère du Crétacé de la vallée de la Haine. *Watervoerende lagen & grondwater in België / Aquifères & eaux souterraines en Belgique*. A. Dassargues & K. Walraevens (ed.) - Academia Press. ISBN 978 90 382 2364 3, 183–190 pp.

- SPW-DGO 3** (2014) : Etat des nappes d'eau souterraine de la Wallonie. Edition : Service public de Wallonie, DGO 3 (DGARNE), Belgique, Dépôt légal D/2014/11802/11 - ISBN : 978-2-8056-0142-2. (<http://environnement.wallonie.be/de/eso/atlas/>)
- SPW-DGO 3** (2015) : Etat des nappes d'eau souterraine de la Wallonie. Edition : Service public de Wallonie, DGO 3 (DGARNE), Belgique, Dépôt légal D/2015/11802/64 - ISBN 978-2-8056-0190-3. (<http://environnement.wallonie.be/de/eso/atlas/>)
- SWDE** (1997) : Rapport technique n°87 : Réalisation de trois puits de reconnaissance (PR3 à PR5) dans le cadre de la délimitation des zones de prévention, Estinnes-au-Val.
- SWDE** (1999a) : Rapport technique n°116 : Réalisation de trois puits de reconnaissance à La Louvière (Saint-Vaast et Haine-Saint-Paul) dans le cadre de l'étude des zones de prévention des prises d'eau : « St-Vaast P1 » et « Puits Joris P2 ».
- SWDE** (1999b) : Rapport technique n°112 : Réalisation de quatre puits piézomètres (Pz1 à Pz4) et d'un puits de reconnaissance (PR1) dans le cadre de l'étude des zones de prévention des prises d'eau d'Anderlues : Saint-Médart E1, Les Ruelles G1 et G2.
- SWDE** (2000a) : Délimitation des zones de prévention des prises d'eau de Courcelles (Gouy-lez-Piétons et Trazegnies), Résumé non technique.
- SWDE** (2000b) : Synthèse de l'étude géologique et hydrogéologique, Prises d'eau de Courcelles (Gouy-lez-Piétons et Trazegnies).
- SWDE** (2002a) : Rapport technique, Type et nature de la nappe aquifère alimentant l'ouvrage de prise d'eau d'Estinnes-au-Val.
- SWDE** (2002b) : Synthèse de l'étude géologique et hydrogéologique, Site de prise d'eau de Anderlues, Saint-Médart E1, Les Ruelles G1 et Les Ruelles G2.
- SWDE** (2002c) : Délimitation des zones de prévention de la prise d'eau d'Estinnes-au-Val, Résumé non technique.
- SWDE** (2003) : Rapport technique n°159 : Réalisation de deux piézomètres (PZ1 et Pz2) et trois puits de reconnaissance (PR1 à PR3) à La Louvière (strepy Bracquengnies et Trivières) dans le cadre de l'étude des zones de prévention des prises d'eau « Strepy Captage P1 » e
- SWDE** (2004) : Projet de délimitation des zones de prévention des prises d'eau de Morlanwelz (Carnières) Trichon Source 5, Trichon G1 et Trichon G2.
- SWDE** (2005a) : Rapport technique n°205 : Réalisation d'un puits de production « Mortier P2 » à La Louvière (anct. Trivières).

SWDE (2005b) : Rapport technique, Type et nature de la nappe aquifère alimentant les ouvrages de prises d'eau de Binche (Bray).

Tractebel Development Engineering sa (2003) : Projet de délimitation des zones de protection des galeries du Berger (ex-AIEBC et ex-Régie) à Fontaine l'Evêque (Intercommunale Aquasambre) – Etude hydrogéologique – Rapport de synthèse.

UNESCO-OMM (1992) : Glossaire International d'Hydrologie. Seconde édition révisée. 413 p.

URS Belgium (2005) : Rapport final, Essais de traçage et modélisation mathématique dans le cadre de l'étude de zone de prévention, Prises d'eau Trivières P1 et Trivières P2, 43640858/

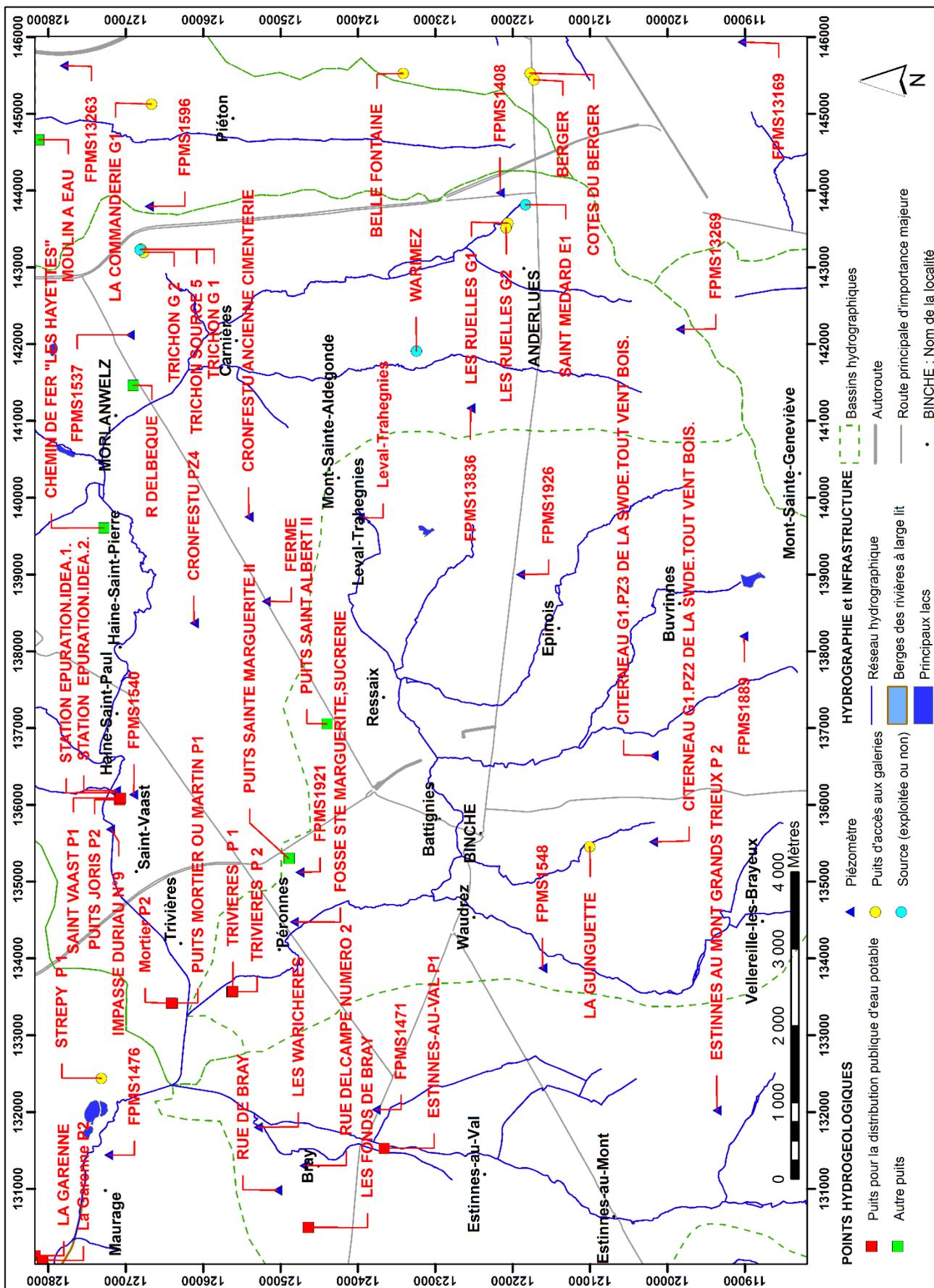
Verlaeken (1997) : Valorisation et protection de la galerie de captage d'eau de Fontaine-l'Evêque

Wojda, P., Dachy, M., Popescu, C., Ruthy, I., Gardin, N., Brouyère, S., Dassargues, A. (2005) : Appui à la conception de la structure, à l'interfaçage et à l'enrichissement de la base de données hydrogéologiques de la Région wallonne. Convention subsidiée par le Service Public de Wallonie, DGARNE - Université de Liège.

ANNEXE 1. GLOSSAIRE DES ABREVIATIONS

- AIEBC : Association Intercommunale des Eaux du Bassin de Charleroi
- ArGEnCO – GEO³ : Architecture, Géologie, Environnement et Constructions – Géotechnologies, Hydrogéologie, Prospection Géophysique
- DCENN : Direction des Cours d'Eau Non Navigables
- DGO 3 ou DGARNE : Direction Générale Opérationnelle de l'Agriculture, des Ressources Naturelles et de l'Environnement du SPW, Avenue Prince de Liège, 15. B-5100 Jambes (Namur). Belgique
- EGS : European geophysical services
- FPMs : Faculté Polytechnique de Mons
- Geohygeor : Géological Hydrogeological Geophysical Research
- IDEA : Intercommunale de Développement Economique et d'Aménagement du territoire
- IGN : Institut Géographique National de Belgique
- IRM : Institut Royal Météorologique
- ISSeP : Institut Scientifique de Service Public
- Ma : Millions d'années
- SERCO engineering sprl : Société civile d'ingénieurs Consultants
- SETHY : Service d'Etudes Hydrologiques
- SGB : Service Géologique de Belgique
- SPGE : Société Publique de la Gestion de l'Eau, Avenue Stassart 14-16. B-500 Namur
- SPW : Service Public de Wallonie
- SWDE : Société Wallonne Des Eaux
- ULg : Université de Liège
- UMons : Université de Mons
- UNamur : Université de Namur
- URS Belgium : United Research Services

ANNEXE 2. CARTE DE LOCALISATION



ANNEXE 3. COORDONNEES GEOGRAPHIQUES DES OUVRAGES CITES DANS LA NOTICE

Nom de l'ouvrage	X (m)	Y (m)	Zsol (m)	Type d'ouvrage	Profondeur (m)
BELLE FONTAINE	145 525	123 415	175	Galerie	-
BERGER	145 442	121 725	166	Galerie	-
CHEMIN DE FER « LES HAYETTES »	139 606	127 284	102	Puits foré	7
CITERNEAU G1 PZ2 SWDE	135 517,2	120 183 ?3	151,4	Puits foré	35
CITERNEAU G1 PZ3 SWDE	136 642,2	120 178,1	152,45	Puits foré	10
COTES DU BERGER	145 529	121 773	170	Galerie	-
CRONFESTU ANCIENNE CIMENTERIE	139 750	123 970	116,5	Puits foré	-
CRONFESTU PZ4	138 368	126 1116	88,63	Puits foré	32,5
ESTINNES AU MONT GRANDS TRIEUX P2	132 020	119 360	135	Puits foré	60
ESTINNES AU VAL P1	131 527,5	123 660,4	63	Puits foré	60
FERME	138 651	125 186	111,5	Piézomètre	-
FOSSE STE MARGUERITE, SUCRERIE	134 475	124 823	57,11	Puits foré	-
FPMS1408	143 971	122 161	185	Puits traditionnel	10,72
FPMS1471	132 030	123 766	60	Puits traditionnel	7,06
FPMS1476	131 439	127 223	60	Puits foré	14,1
FPMS1537	142 119	126 945	140	Puits traditionnel	11,2
FPMS1540	136 135	126 900	82,4	Puits foré	90
FPMS1548	133 874	121 613	90	Puits traditionnel	16,45
FPMS1596	143 793	126 699	172,5	Puits traditionnel	12,5
FPMS1889	138 197	119 013	167,5	Puits traditionnel	9,87
FPMS1921	135 123	124 754	79	Puits foré	21,87
FPMS1926	139 000	121 900	141,5	Puits foré	6,25
FPMS13169	145 933	119 038	179	Puits foré	12,24
FPMS13263	145 625	127 798	162	Puits traditionnel	6,5
FPMS13269	142 192	119 839	198	Puits traditionnel	7
FPMS13836	141 166	122 542	170	Puits traditionnel	4,3
IMPASSE DURIAU N°9	135 680	127 200	62,5	Piézomètre (comblé)	-

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)
LA COMMANDERIE G1	145 126	126 669	162	Ouvrage sur galerie	-
LA GARENNE	130 129	128 172	47,5	Puits traditionnel	8
LA GARENNE P2	130 070	128 076,5	49	Puits foré	60
LA GUINGUETTE (CITERNEAU G1)	135 453,3	121 004,2	123	Ouvrage sur galerie	-
LES FONDS DE BRAY	130 499	124 641	57,21	Puits de mine	12,6
LES RUELLES G1	143 573	122 064	170	Galerie	-
LES RUELLES G2	143 515	122 085	170	Galerie	-
LES WARICHERES	131 800	125 290	54	Piézomètre	-
LEVAL-TRAHEGNIES	139 740	123 970	118,2	Piézomètre	-
MORTIER P2	133 417	126 399	57,5	Puits foré	54
MOULIN A EAU	144 663	128 126	140	Puits foré	4,3
PUITS JORIS P2	136 069	127 080	60	Puits foré	
PUITS MORTIER OU MARTIN P1	133 419	126 411	58,94	Puits foré	23,4
PUITS SAINT ALBERT II	137 057	124 398	105	Ancienne fosse	650
PUITS SAINTE MARGUERITE II	135 304	124 890	82,5	Ancienne fosse	400
R DELBEQUE	141 462	126 905	123	Puits traditionnel	8,9
RUE DE BRAY	130 980	125 040	57,5	Piézomètre	-
RUE DELCAMBE N°2	131 300	124 700	60	Piézomètre	-
SAINT MEDART E1	143 816	121 835	183,4	Source	-
SAINT VAAST P1	136 089	127 069	67,5	Puits foré	-
STATION EPURATION IDEA1	136 159	127 152,5	65	Puits foré	20
STATION EPURATION IDEA2	136 182,5	127 122,8	67	Puits foré	20
STREPY P1	132 439	127 318	50	Ouvrage sur galerie	-
TRICHON G1	143 236	126 802	157,5	Galerie	
TRICHON G2	143 195	126 770	153	Galerie	-
TRICHON S5	143 230	126 815	167	Source	-
TRIVIERES P1	133 571	125 621	55	Puits foré	-
TRIVIERES P2	133 566	125 629	55	Puits foré	-
WARIMEZ	141 910	123 245	155	Source	-

ANNEXE 4. TABLES DES ILLUSTRATIONS

LISTE DES FIGURES

Figure I.1. Localisation de la carte 46/5-6 Binche-Morlanwelz.....	6
Figure II.1. Localisation des cours d'eau, lacs, limites des bassins hydrographiques, routes et limites des communes	7
Figure III.1. Localisation de la planche 45/5-6 Binche – Morlanwelz sur la carte géologique de Wallonie (Boulvain & Pingot, 2011).....	10
Figure III.2. Carte schématique présentant le Bassin de Mons par rapport au Bassin de Paris.....	11
Figure III.3 : Localisation de la carte 46/5-6 Binche – Morlanwelz dans le Bassin de Mons (Hennebert & Delaby, 2017, modifié)	12
Figure III.4. Coupe nord – sud du Bassin de Mons, passant par Saint-Vaast et Binche (Hennebert & Delaby, 2017).....	12
Figure III.5. Cadre structural de la carte de Binche – Morlanwelz (les massifs au Parautochone Brabançon sont en rose et rouge, les écaillés et massifs renversés de HSM sont en turquoise et l'Allochtone Ardennais avec le Massif du Midi est en gris) (Hennebert & Delaby, 2017, modifié) ..	19
Figure IV.1. Extension belge et situation de l'aquifère des craies du Bassin de Mons.....	25
Figure IV.2. Evolution piézométrique de l'ouvrage « FPMS1548 » implanté dans l'aquifère à niveaux aquicludes du Dévonien inférieur.....	28
Figure IV.3. Carte piézométrique de mai 1989 de l'aquifère des craies du Bassin de Mons (FPMS, 2006; Rorive & Goderniaux, 2014).....	29
Figure IV.4. Evolutions piézométriques des ouvrages « FPMS1921 », « FPMS1471 » et « FPMS1476 » implantés dans l'aquifère des craies.....	31
Figure IV.5. Zoom sur l'évolution piézométrique des ouvrages « FPMS1921 », « FPMS1471 » et « FPMS1476 » implantés dans l'aquifère des craies.....	31
Figure IV.6. Evolutions piézométriques des ouvrages « FPMS1540 » et « Impasse Duriau Numéro 9 », implantés dans l'aquifère des craies du Crétacé	32
Figure IV.7. Evolution piézométrique des ouvrages « Cronfestu ancienne cimenterie » et « Leval-Trahegnies », implantés dans l'aquifère des craies du Crétacé (sous les sables du Paléocène)...	33
Figure IV.8. Evolution piézométrique des ouvrages « Rue de Bray », « Les Warichères » et « Rue Delcampe N°2 », implantés dans l'aquifère des craies du Crétacé (sous les alluvions)	34

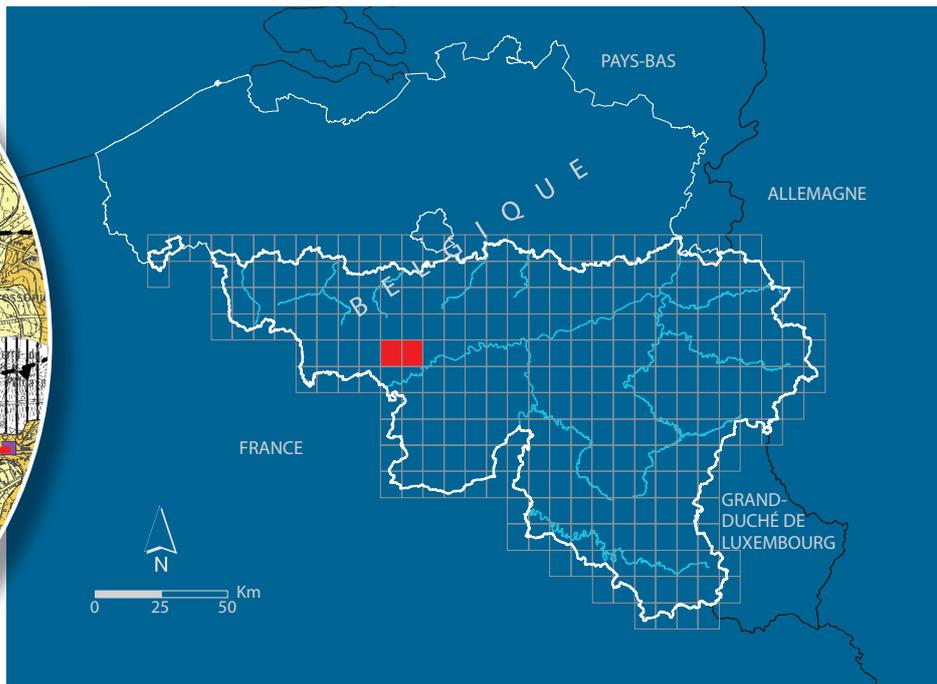
Figure IV.9. Evolution piézométrique des ouvrages « FPMS1408 », « FPMS1596 » et « FPMS1889 », implantés dans l'aquifère des sables de l'Eocène.....	35
Figure IV.10. Evolution piézométrique des ouvrages FPMS1537 et FPMS1926, implanté dans l'aquifère des sables du Paléocène.....	36
Figure V.1. Diagramme de Piper pour l'aquifère des craies du Crétacé (carte 46/5-6).....	43
Figure V.2. Zones vulnérables aux nitrates arrêtées en Wallonie (SPW-DGO 3, 2014) et localisation de la carte 46/5-6 Binche-Morlanwelz.....	47
Figure V.3. Evolution de la teneur en nitrates dans des ouvrages sollicitant l'aquifère des craies du Crétacé.....	49
Figure V.4. Evolution de la teneur en nitrates de l'ouvrage « La Commanderie G1 ».....	50
Figure V.5. Evolution de la teneur en nitrates dans des ouvrages sollicitant l'aquifère des sables de l'Eocène.....	51
Figure V.6. Evolution de la teneur en nitrates à « La Guinguette » (Aquitard à niveaux aquifères du Dévonien inférieur).....	52
Figure V.7. Evolution des teneurs en atrazine et en déséthyl atrazine dans le puits « Estinnes-au-Val P1 ».....	54
Figure VI.1. Historique des volumes prélevés de 1970 à 2010 par la SWDE et l'IDEA dans l'aquifère des craies du Crétacé.....	56
Figure VI.2: Historique des volumes prélevés de 2010 à 2015 par la SWDE et l'IDEA.....	57
Figure VI.3. Historique des volumes prélevés de 1968 à 2010 par la SWDE dans l'aquifère des sables de l'Eocène.....	58
Figure VI.4: Historique des volumes prélevés de 2010 à 2015 par la SWDE dans l'aquifère des sables de l'Eocène.....	58
Figure VI.5. Historique des volumes prélevés de 1970 à 2010 par la galerie captante 'La Guinguette' de la SWDE dans l'aquitard à niveaux aquifères du Dévonien inférieur.....	59
Figure VI.6: Historique des volumes prélevés de 2010 à 2015 par la galerie captante 'La Guinguette' de la SWDE dans l'aquitard à niveaux aquifères du Dévonien inférieur.....	60
Figure VII.1. Localisation des différentes zones de prospection géophysique de la carte de Binche – Morlanwelz.....	61
Figure IX.1. Zones de prévention arrêtées d'Estinnes-au-Val P1.....	79
Figure IX.2. Zones de prévention arrêtées de Saint-Vaast – Joris.....	80

Figure IX.3. Zones de prévention arrêtées de La Commanderie G1	81
Figure IX.4. Zones de prévention arrêtées de Lobbes G2 et E1	82
Figure IX.5. Zones de prévention arrêtées du Site Les Fonds de Bray P1	83
Figure IX.6. Zones de prévention arrêtées du site du Berger	84
Figure IX.7. Zones de prévention arrêtées de Trichon G1, G2 et Source S5.....	85

LISTE DES TABLEAUX

Tableau III-1. Tableau lithostratigraphique de la carte de Binche – Morlanwelz	14
Tableau IV-1. Tableau de correspondance ‘Géologie – Hydrogéologie’ de la carte de Binche – Morlanwelz.....	22
Tableau IV-2. Mesures ponctuelles pour des ouvrages sollicitant l’aquifère à niveaux aquicludes du Dévonien inférieur.....	28
Tableau IV-3. Mesures piézométriques ponctuelles de sept ouvrages sollicitant l’aquifère des craies du Crétacé.....	30
Tableau IV-4. Mesures piézométriques ponctuelles de quatre ouvrages implantés dans l’aquifère des sables de l’Eocène et d’un ouvrage implanté dans l’aquifère des sables du Paléocène	35
Tableau IV-5. Mesures piézométriques ponctuelles de deux ouvrages implantés dans l’aquiclude à niveaux aquifères du Houiller.....	37
Tableau V-1. Analyses chimiques des ouvrages nommés « Ferme », « Fossé Sainte Marguerite, sucrerie », « Estinnes-au-Val P1 », « Les Fonds de Bray », « Trivières P21 », « Puits Mortier ou Martin P1 », « Strepny P1 », « Puits Joris P2 » et « Cronfestu Pz4 » et valeurs seuil RW du Code de l’Eau.....	42
Tableau V-2. Analyses chimiques des ouvrages nommés « La Commanderie G1 », « Trichon G1 », « Trichon G2 », « Saint-Médart E1 », « Les Ruelles G1 », « Les Ruelles G2 », « Berger », « Cotes de Berger » et « Belle Fontaine » et valeurs seuil RW du Code de l’Eau	45
Tableau V-3. Analyses chimiques des ouvrages nommés « La Guinguette » et « Estinnes au Mont Grands Trieux P2 » et valeurs seuil RW du Code de l’Eau	46
Tableau V-4. Analyses bactériologiques des ouvrages « Puits Joris P2 » et « Fossé Ste Marguerite, sucrerie » et normes wallonnes actuelles de potabilité des eaux de distribution.....	53
Tableau V-5. Analyses bactériologiques de l’ouvrage « Estinnes au mont Grands trieux P2 » et normes wallonnes actuelles de potabilité des eaux de distribution.....	53

Tableau VIII.1: Valeurs du coefficient de perméabilité en fonction de la granulométrie (Castany, 1998)	65
Tableau VIII.2: Intervalles de valeurs indicatives pour la conductivité hydraulique de différentes lithologies (échelles macroscopique & mégascopique) (Dassargues, 2010)	66
Tableau VIII.3: Intervalles de valeurs indicatives pour la porosité (n) et la porosité effective de drainage (ne) de différentes lithologies (échelles macroscopique & mégascopique) (Dassargues, 2010)	66
Tableau VIII-9. Résultats de porosité efficace, de dispersivité longitudinale et de dispersivité transversale pour les ouvrages du site de Strepny – Mortier (selon modèle CATTI radial et 2D)	72
Tableau X-1. Nombre de mesures reportées sur la carte principale du poster A0	88



SPW | Éditions, CARTES

Dépôt légal : D/2017/12.796/14 – ISBN : 978-2-8056-0240-5

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

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