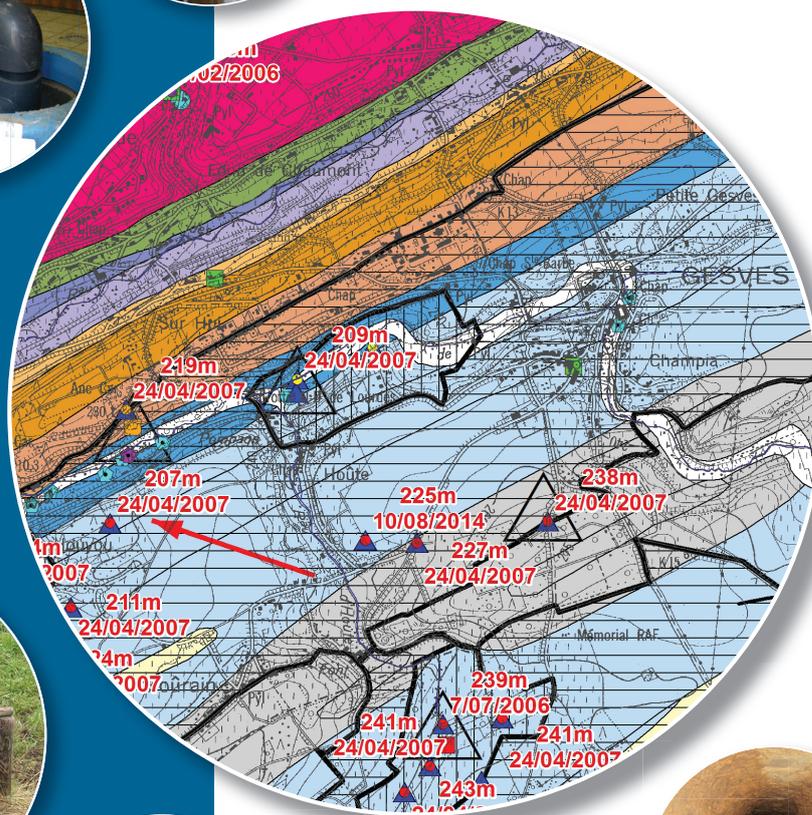


Notice explicative

**CARTE HYDROGÉOLOGIQUE
DE WALLONIE**

Echelle : 1/25 000



Photos couverture © SPW-DGARNE(DGO 3)

Fontaine de l'ours à Andenne

Forage exploité

Argillère de Celles à Houyet

Puits et sonde de mesure de niveau piézométrique

Emergence (source)

Essai de traçage au Chantoir de Rostenne à Dinant

Galerie de Hesbaye

Extrait de la carte hydrogéologique de Gesves - Ohey



GESVES - OHEY

48/5-6

Aurélie **SOREL**, Samantha **REKK**, Ludovic **CAPETTE**, Vincent **HALLET**

Université de Namur
Rue de Bruxelles, 61 - B-5000 Namur (Belgique)



NOTICE EXPLICATIVE

2015

Première version : Avril 2008
Actualisation partielle : Mars 2015

Dépôt légal – **D/2015/12.796/9** - ISBN : **978-2-8056-0185-9**

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

AVANT-PROPOS.....	1
I. INTRODUCTION	3
II. CADRES GEOGRAPHIQUE, GEOMORPHOLOGIQUE ET HYDROGRAPHIQUE.....	4
III. CADRE GEOLOGIQUE	7
III.1. CADRE GEOLOGIQUE REGIONAL.....	7
III.2. CADRE GEOLOGIQUE DE LA CARTE.....	8
III.2.1. Cadre lithostratigraphique	8
III.2.1.1. Le Paléozoïque.....	10
III.2.1.2. Le Cénozoïque	17
III.2.2. Cadre structural.....	19
IV. CADRE HYDROGEOLOGIQUE.....	23
IV.1. DESCRIPTION DES UNITES HYDROGEOLOGIQUES.....	25
IV.1.1. Aquifères schisto-gréseux du socle cambro-silurien et du Dévonien inférieur.....	25
IV.1.1.1. L'aquiclude à niveaux aquifères du socle cambro-silurien (SI1a).....	25
IV.1.1.2. L'aquitard du socle cambro-silurien (SI1b)	26
IV.1.1.3. L'aquitard à niveaux aquifères du Dévonien inférieur (Ga, Gbd, Cb2, Bt).....	26
IV.1.1.4. L'aquifère à niveaux aquicludes du Dévonien inférieur (Cb1, Cb3).....	26
IV.1.2. Aquifères des calcaires du Dévonien moyen et supérieur	28
IV.1.2.1. L'aquitard de l'Eifelien (Co).....	28
IV.1.2.2. L'aquifère des calcaires du Givetien (Gva, Gvb).....	28
IV.1.2.3. L'aquifère des calcaires du Frasnien (Frby, Frb, Frm, Frc, Frdy)	28
IV.1.3. Aquifères schisto-gréseux du Frasnien-Famennien	28
IV.1.3.1. L'aquiclude du Frasnien (Fra, Frd).....	28
IV.1.3.2. L'aquiclude du Famennien (Fa1a, Fa1b)	29
IV.1.3.3. L'aquitard du Famennien (Fa1a, Fa1b, Fa1c, Fa2a, Fa2b, Fa2c, Fa2d).....	29
IV.1.4. Aquifères des calcaires du Carbonifère.....	29
IV.1.4.1. L'aquifère, aquitard, aquiclude de l'Hastarien ou aquifère indifférencié d'Hastière (T1y, T1a, T1b, T1c).....	29
IV.1.4.2. L'aquifère des calcaires du Carbonifère (T2y, T2a, T2b et V).....	29
IV.1.5. Aquifère schisto-gréseux du Houiller	30
IV.1.5.1. L'aquiclude à niveaux aquifères du Houiller (H1a, H1b, H1c, H2).....	30
IV.1.6. Aquifères argilo-sableux du Cénozoïque.....	30
IV.1.6.1. L'aquifère des sables de remplissage (Om, Onx, Ong).....	30
IV.1.6.2. L'aquiclude d'argiles de remplissage (Ona)	31
IV.1.6.3. L'aquifère alluvial (alm)	31
IV.2. PHENOMENES KARSTIQUES	32
IV.2.1. Avant-propos.....	32
IV.2.2. Systèmes karstiques de la région de Gesves - Ohey.....	32
IV.2.2.1. Le karst viséen de la région de Goyet.....	33
IV.2.2.2. Le karst tournaisien et viséen de Gesves	33
IV.3. DESCRIPTION DE L'HYDROGEOLOGIE REGIONALE	37
IV.3.1. Cadre général	37
IV.3.2. Évolution piézométrique des différentes unités hydrogéologiques	37
IV.3.2.1. Les calcaires carbonifères du bord sud du Parautochtone brabançon.....	38
IV.3.2.2. Le Dévonien du bord sud du Parautochtone brabançon	41
IV.3.2.3. La bordure nord du Synclinorium de Dinant.....	43
IV.3.2.4. Les calcaires carbonifères du Synclinorium de Dinant.....	45
IV.3.2.5. Les psammites du Famennien (Synclinorium de Dinant).....	65

IV.4. COUPES HYDROGEOLOGIQUES	68
IV.5. CARACTERE LIBRE, SEMI-CAPTIF, CAPTIF DES NAPPES	72
IV.6. CARRIERES	73
V. CADRE HYDROCHIMIQUE	74
V.1. CARACTERISTIQUES HYDROCHIMIQUES DES EAUX	74
V.1.1. Aquitard du socle cambro-silurien	76
V.1.2. Aquitard à niveaux aquifères du Dévonien inférieur	77
V.1.3. Aquitard de l'Eifelien	79
V.1.4. Aquifère des calcaires du Frasnien	80
V.1.5. Aquiclude du Frasnien et aquiclude du Famennien	81
V.1.6. Aquitard du Famennien.....	82
V.1.7. Aquifère des calcaires du Carbonifère (incluant l'aquifère indifférencié d'Hastière)	86
V.1.8. Aquiclude à niveaux aquifères du Houiller.....	89
V.1.9. Commentaires.....	90
V.2. PROBLEMATIQUE DES NITRATES.....	92
V.2.1. Aquifère des calcaires du Carbonifère.....	93
V.2.2. Aquitard du Famennien.....	95
V.3. QUALITE BACTERIOLOGIQUE	98
V.4. LES PESTICIDES	99
V.5. LES METAUX LOURDS	101
V.6. ETAT DES MASSES D'EAU.....	102
VI. EXPLOITATION DES AQUIFERES	105
VI.1. VOLUMES PRELEVES POUR LA DISTRIBUTION PUBLIQUE.....	106
VI.2. AUTRES VOLUMES CAPTES	106
VII. ETUDES GEOPHYSIQUES.....	107
VIII. PARAMETRES HYDROGEOLOGIQUES.....	108
VIII.1. PARAMETRES D'ECOULEMENT	110
VIII.2. PARAMETRES DE TRANSPORT	112
IX. ZONES DE PROTECTION	115
IX.1. CADRE LEGAL.....	115
IX.2. MESURES DE PROTECTION.....	117
IX.3. ZONES DE PREVENTION AUTOUR DES CAPTAGES.....	117
IX.3.1. Zones de prévention arrêtées.....	118
IX.3.2. Zones de prévention à définir	119
X. METHODOLOGIE D'ELABORATION DE LA CARTE HYDROGEOLOGIQUE	120
X.1. SOURCES DE DONNEES	120
X.1.1. Données géologiques	120
X.1.2. Données météorologiques et hydrologiques	120
X.1.3. Données hydrogéologiques	120
X.1.3.1. Localisation des ouvrages et sources	120
X.1.3.2. Données piézométriques	121
X.1.3.3. Données hydrochimiques.....	121
X.2. ENCODAGE DANS UNE BASE DE DONNEES	121
X.2.1. Construction de la carte hydrogéologique	122
X.3. PRESENTATION DU POSTER A0.....	122

X.3.1. Carte hydrogéologique principale	122
X.3.2. Carte des informations complémentaires et des caractères des nappes.....	123
X.3.3. Carte des volumes prélevés	123
X.3.4. Tableau de correspondance 'Géologie – Hydrogéologie'.....	124
X.3.5. Coupes hydrogéologiques	124
X.3.6. Avertissement	124
XI. REFERENCES.....	125
ANNEXE 1: LISTE DES ABREVIATIONS	129
ANNEXE 2 : TABLE DES ILLUSTRATIONS	130
ANNEXE 3 : LISTE DES TABLEAUX	133
ANNEXE 4 : COORDONNEES GEOGRAPHIQUES DES OUVRAGES CITES DANS LA NOTICE.....	135

AVANT-PROPOS

La carte hydrogéologique de Gesves – Ohey s'inscrit dans le projet cartographique "Eaux souterraines" commandé et financé par le Service Public de Wallonie (SPW) : Direction générale opérationnelle Agriculture, Ressources naturelles et Environnement (DGO3 ; <http://environnement.wallonie.be/>). Quatre équipes universitaires collaborent à ce projet : l'Université de Namur (Département de Géologie, UNamur), l'Université de Mons (Faculté Polytechnique, UMons) et l'Université de Liège (ArGEnCO-GEO³-Hydrogéologie & Sciences et Gestion de l'Environnement, ULg-Campus d'Arlon, ULg).

Les cartes hydrogéologiques sont basées sur un maximum de données géologiques, hydrogéologiques et hydrochimiques, recueillies auprès de divers organismes. Elle a pour objectif d'informer sur l'extension, la géométrie et les caractéristiques hydrogéologiques, hydrodynamiques et hydrochimiques des nappes aquifères, toute personne, société ou institution concernées par la gestion, tant quantitative que qualitative, des ressources en eaux.

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

La carte de Gesves – Ohey a été réalisée par A. Sorel et S. Rekk (licenciées en Sciences Géologiques) en 2008. Le projet a été supervisé par le Prof. Vincent Hallet du Département de Géologie de l'Université de Namur. La carte a été revue et mise à jour partiellement en 2014 par L. Capette (licencié en Sciences Géologiques) avant sa publication sur Internet.

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

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

La carte hydrogéologique de Gesves – Ohey ainsi que toutes les autres cartes hydrogéologiques de Wallonie peuvent être consultées dynamiquement ou téléchargées, ainsi que leurs notices explicatives, au format .pdf sur le site et l'application webGIS de la Carte hydrogéologique de Wallonie via le lien suivant : <http://environnement.wallonie.be/cartehydrogeo>.

Tout au long de cette notice, afin d'éviter une surcharge des figures, la symbologie fera référence, sauf mention contraire, aux légendes du poster joint à cette notice.

I. INTRODUCTION

Située au sud du sillon Sambre-et-Meuse, entre les villes de Namur et de Huy ([Figure I.1](#)), la région couverte par la feuille 48/5-6 Gesves - Ohey s'étend sur la Province de Namur. Les principaux aquifères exploités par les sociétés de distribution d'eau sont logés dans les calcaires du Carbonifère ainsi que dans les formations gréseuses du Dévonien.

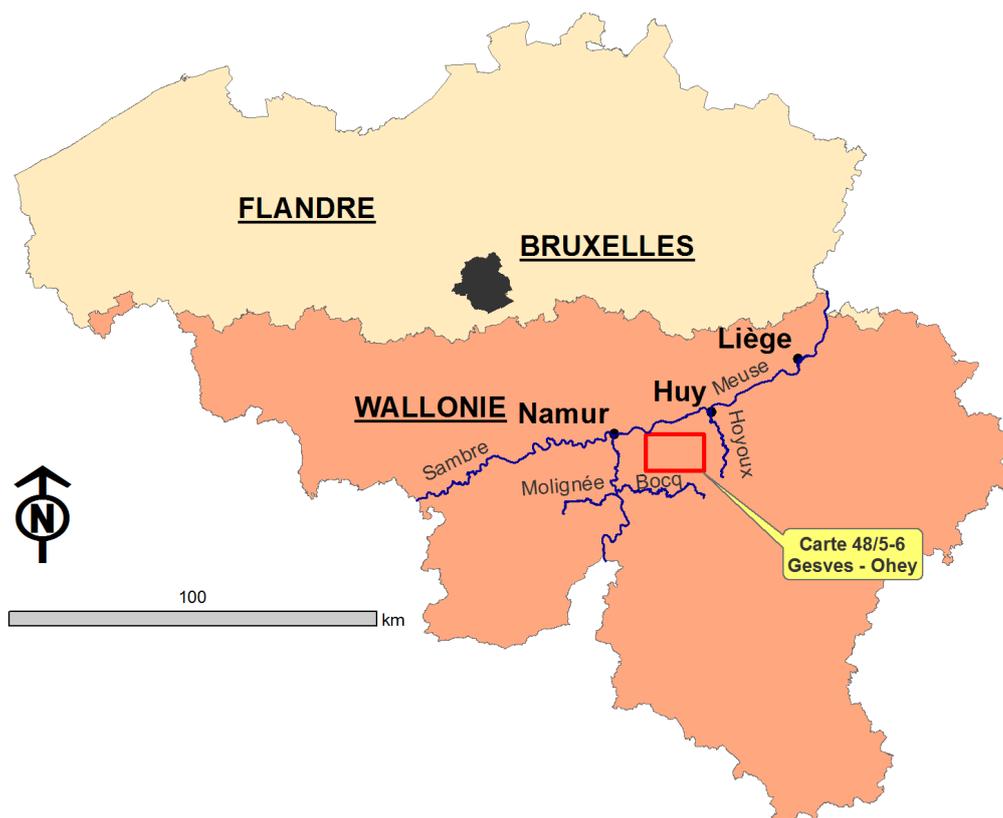


Figure I.1 : Localisation de la carte Gesves - Ohey (planche IGN 48/5-6)

La carte hydrogéologique présentée ci-après est construite sur base de la carte géologique de M.X. Stainier (1901).

II. CADRES GÉOGRAPHIQUE, GÉOMORPHOLOGIQUE ET HYDROGRAPHIQUE

D'une superficie de 160 km² (équivalent à une planche topographique au 1/25 000), la carte 48/5-6 Gesves - Ohey s'étend sur la Province de Namur. Elle couvre une partie des territoires des communes de Gesves, d'Ohey, d'Assesse, d'Havelange et d'Hamois.

La région se situe dans le Condroz namurois (Figure II.1), région géographique de moyens plateaux située entre le sillon mosan au nord et la dépression de la Famenne au sud. Le plateau condruzien ne s'élève guère au-dessus de 300 m et est caractérisé par un découpage morphologique orienté ENE-WSW, lié à la structure géologique. Le relief, étroitement contrôlé par les différences de résistance à l'érosion des roches primaires, est constitué de crêtes (appelées tiges) subhorizontales et de dépressions approximativement parallèles (appelées chavées). Il revêt par conséquent un aspect ondulé. En général, les crêtes sont développées dans des zones psammitiques correspondant souvent à des anticlinaux, les dépressions s'observant dans les formations calcaires ou parfois schisteuses souvent situées dans des synclinaux. Toutefois, l'axe de crête est parfois en relief inverse, marqué par une bande de grès houiller au cœur d'un axe de synclinal, comme c'est le cas pour le synclinal de Gesves-Marchin (voir III.2.2 Cadre structural).

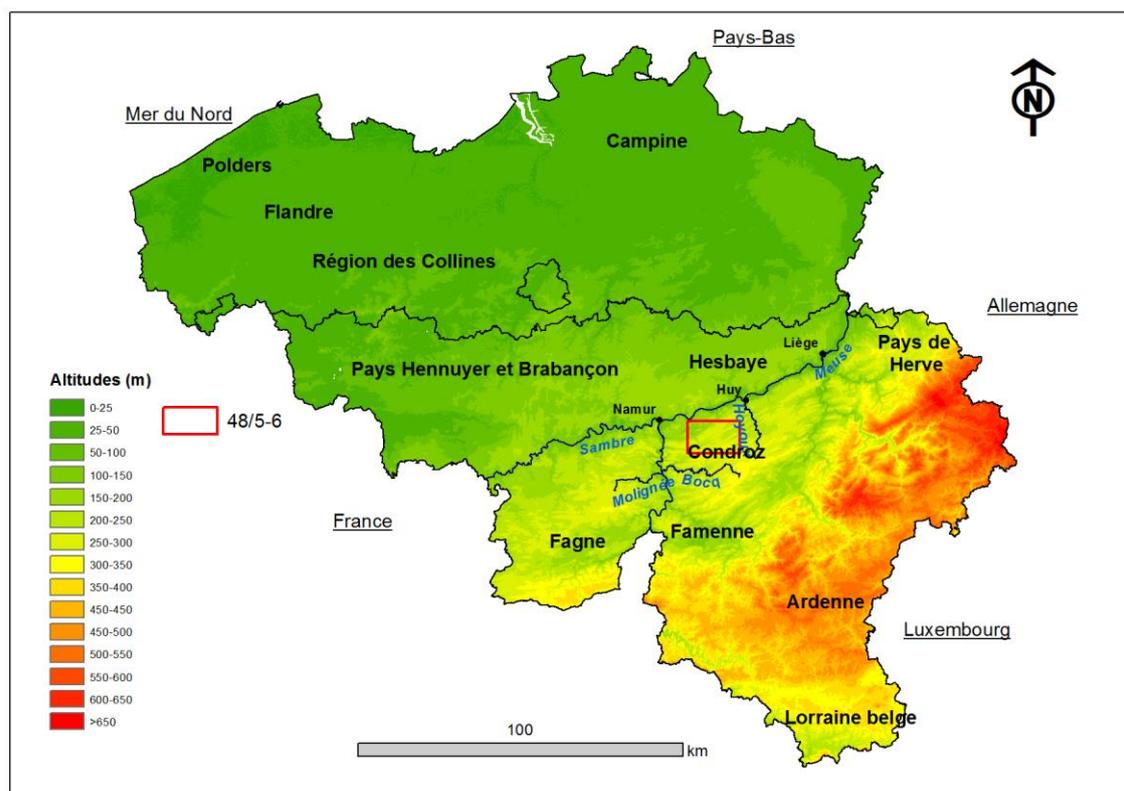


Figure II.1 : Contexte géomorphologique général de la Belgique et situation de la carte 48/5-6 Gesves – Ohey

Dans ce paysage vallonné, un relief marqué orienté SW-NE est observé approximativement un kilomètre au nord de l'axe Sorinne – Gesves-Ohey – Hallot. Il s'agit du Condroz ardennais. Le substratum de cette bande est constitué des formations du Dévonien inférieur, constituées de grès et de conglomérats (poudingues) qui ont mieux résisté à l'érosion.

Des vallées entaillent ces crêtes perpendiculairement. Le réseau hydrographique se développe suivant un réseau orthogonal. L'orientation NE-SW des vallées est liée à la lithologie et localise le substratum plus facilement érodable (calcaires vs shales) ; l'orientation N-S est liée à la présence de failles ou au processus de surimposition. Les vallées orientées N-S, comme celle du Samson, sont fortement encaissées. Près des têtes de vallées, l'encaissement est au contraire très peu accusé, les fonds de vallées étant alors très proches des crêtes sommitales correspondant à la surface de la pénéplaine post-hercynienne.

Le réseau hydrographique ([Figure II.2](#)) est tributaire de la Meuse. Celle-ci s'écoule au nord de la carte, vers le nord-est. Sur la carte, ses affluents majeurs sont, d'amont en aval : le Bocq, le Samson et le Hoyoux.

Au sud de la carte (carte 54/1-2 Natoye – Ciney, Ruthy et Dassargues, 2004), le Bocq s'écoule d'est en ouest pour rejoindre la Meuse à Yvoir. Son affluent principal, le Petit Bocq, s'écoule vers le sud-ouest. Il se jette dans le Bocq aux environs de Natoye. Son bassin versant occupe une superficie de 7,5 km² sur la carte.

A l'ouest et au centre de la carte, le bassin versant du Samson occupe la plus grande portion de la carte, soit une superficie de 89,8 km². Le Samson est une rivière dont l'axe est orienté principalement SE-NW.

A l'est, la vallée du Hoyoux est orientée sud-nord, le Hoyoux rejoignant la Meuse à Huy. Son bassin hydrographique occupe une superficie de 61,6 km² sur la carte. Ses affluents principaux (Ruisseau de Lilot, de Flème, de Vyle, de Barsy) s'écoulent tous selon l'orientation des structures, soit du sud-ouest vers le nord-est dans formations calcaires souvent localisées au droit d'axes de synclinaux.

Le réseau hydrographique comprend également deux sous-bassins d'importance mineure (bassins directs de la Meuse) : celui du Ruisseau de Tailfer au sud-ouest (0,2 km²) et celui du Ruisseau d'Andenelle (0,9 km²) dont l'affluent, le Ruisseau du Pourri Pont, s'écoule au nord de la carte.

Le réseau hydrographique est assez dense dans la partie ouest de la carte (vallée du Samson) ; il témoigne d'un substratum peu perméable (large bande des formations du Dévonien inférieur). Les rivières traversant les terrains calcaires constituent un exutoire pour les nappes aquifères qu'ils renferment (voir [chapitre IV](#)).

Sur le Samson, la station limnimétrique L5980 à Mozet (Gesves) appartient à la DCENN (Direction des Cours d'Eau non navigables, <http://aqualim.environnement.wallonie.be>). La station limnimétrique située sur le Ruisseau de Barsy est la propriété de l'ULg (Département ArGEnCo).

Une station climatique est située à Sorée, elle est la propriété de l'IRM.

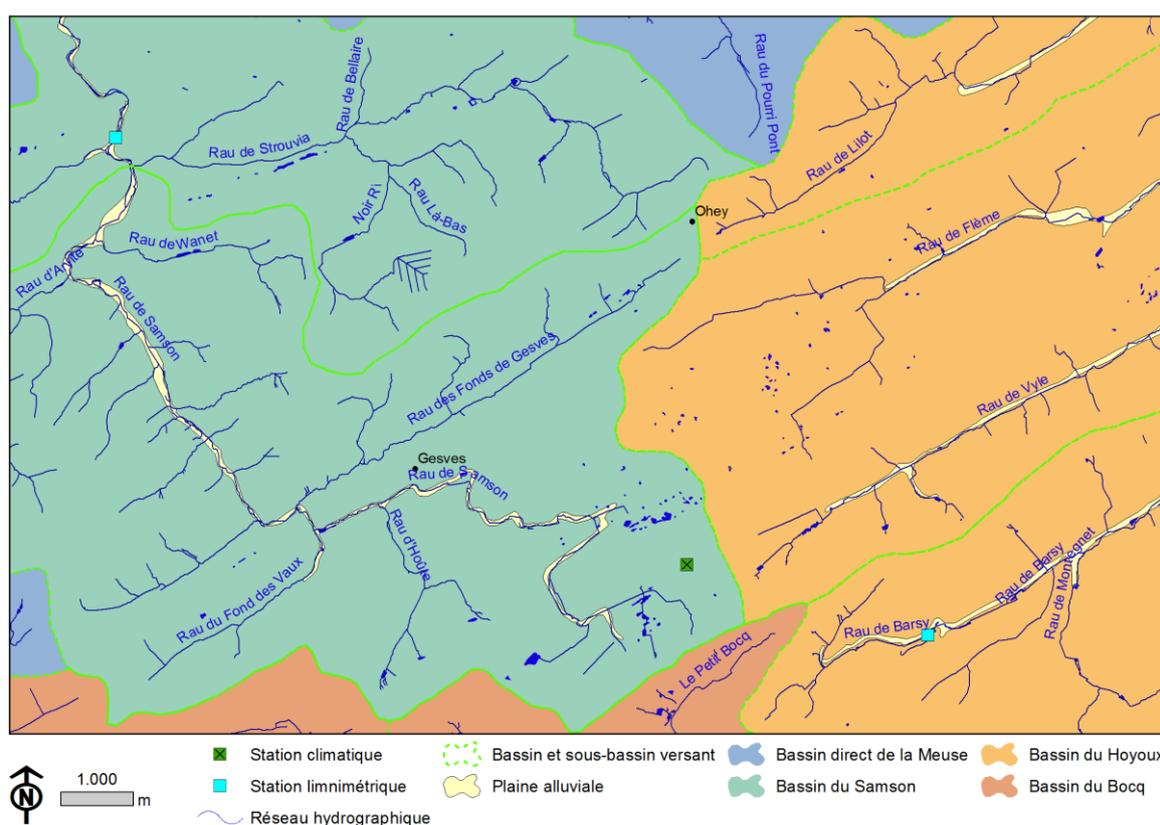


Figure II.2 : Carte du réseau hydrographique et des bassins versants de la région de Gesves – Ohey

III. CADRE GÉOLOGIQUE

III.1. CADRE GÉOLOGIQUE RÉGIONAL

Les terrains de la carte Gesves - Ohey sont situés à cheval sur la bordure méridionale du Parautochtone brabançon, les écaïlles et massifs renversés de Haine – Sambre – Meuse ainsi que sur la bordure septentrionale du Synclinorium de Dinant (Figure III.1).

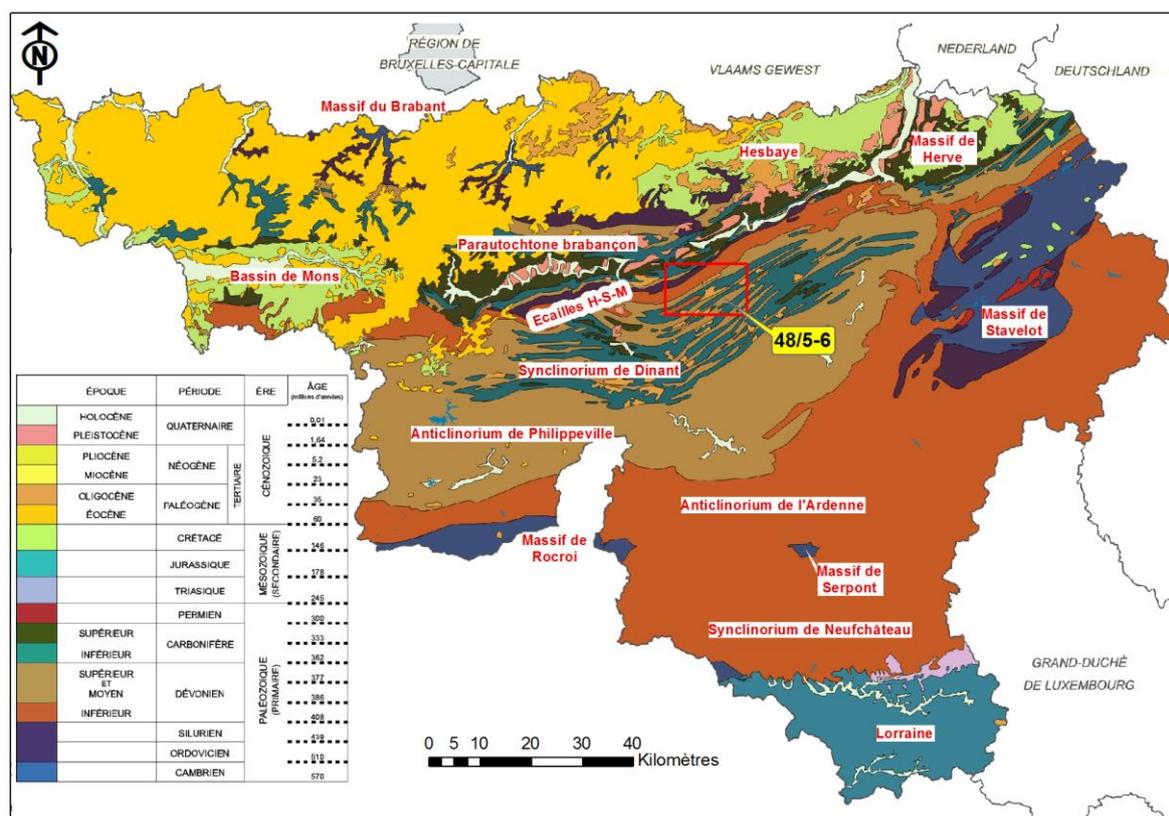


Figure III.1 : Localisation de la planche 48/5-6 Gesves – Ohey sur la carte géologique en Wallonie (d'après de Béthune, 1961, modifié)

D'un point de vue géologique, les terrains de la carte Gesves – Ohey appartiennent à trois grands systèmes séparés par deux épisodes orogéniques :

- au centre, les formations de l'Ordovicien-Silurien déformées une première fois lors de l'orogénèse calédonienne à la fin du Silurien et une seconde fois lors de l'orogénèse varisque. Elles constituent les écaïlles et massifs renversés de Haine-Sambre-Meuse compris entre le Parautochtone brabançon au nord et le Synclinorium de Dinant au sud. Cette unité s'étend du nord de la France jusqu'au méridien de Huy sur une largeur de l'ordre de 5-10 km ;
- les formations du Dévono-Carbonifère mises en place sur le socle Ordovicien-Silurien. Elles ont été plissées et faillées lors de l'orogénèse varisque à la fin du Westphalien.

- Lors de cette phase orogénique, le Synclinorium de Dinant (ou Allochtone ardennais) a été charrié vers le nord sur le Para-autochtone brabançon, par le jeu de la faille du Midi ;
- après pénéplanation, ces terrains ont été recouverts par des dépôts sédimentaires formant la couverture cénozoïque tabulaire dont seuls quelques lambeaux occupent les sommets ou remplissent des poches karstiques dans les calcaires.

Les formations présentent une orientation structurale majeure d'axe sud-ouest – nord-est, soulignée par les axes de plis.

III.2. CADRE GÉOLOGIQUE DE LA CARTE

La carte géologique n°156 Gesves – Ohey au 1/40 000 (Stainier, 1901) est utilisée comme fond pour la carte hydrogéologique. A moyen terme, ce fond géologique sera remplacé par un nouveau fond géologique issu de la carte géologique de Wallonie, planche 48/5-6 Gesves – Ohey (Delcambre et Pingot, à paraître).

III.2.1. Cadre litho-stratigraphique

La description lithologique des unités géologiques fait référence à l'ancienne carte géologique n°156 Gesves – Ohey dressée au 1/40 000 par X. Stainier en 1901, mais également aux informations fournies par B. Delcambre et J.-L. Pingot (en attente de publication) à l'origine du levé de la nouvelle carte géologique 48/5-6 Gesves – Ohey.

Pour une facilité de lecture, un parallèle a été fait entre l'ancienne et la nouvelle nomenclature dans le [Tableau III.1](#) qui reprend les subdivisions géologiques utilisées dans la région de Gesves – Ohey. Le parallèle qui est fait entre l'ancienne et la nouvelle nomenclature n'est applicable qu'à la présente carte.

Les unités sont décrites, de la plus ancienne à la plus récente, de manière exhaustive. Seules sont précisées les informations nécessaires à l'hydrogéologie (lithologie, granulométrie, épaisseur). Pour de plus amples informations, le lecteur est invité à se reporter aux références bibliographiques.

Du fait de la présence de la Faille du Midi et de variations latérales de faciès, les terrains du Dévonien (inférieur et supérieur) et du Carbonifère (inférieur et moyen) présentent des différences lithologiques importantes pour une même unité stratigraphique suivant que l'on se trouve sur la bordure sud du Parautochtone brabançon ou sur la bordure nord du Synclinorium de Dinant.

Tableau III.1 : Tableau lithostratigraphique de la carte Gesves – Ohey d'après Stainier (1901) et Delcambre et Pingot (à paraître)

SYSTÈME	SERIE	ETAGE	D'après la carte géologique de Stainier (1901)				D'après la carte géologique de Delcambre et Pingot					
			SYSTEME / ETAGE	ASSISE	Lithologie	Abréviation	Groupe	Formation	Abréviation			
QUATERNAIRE	HOLOCENE				Alluvions modernes des vallées	alm		Alluvions modernes	Gr.	Fm	AMO	
PALEOGENE	OLIGOCENE	RUPÉLIEN	TONGRIEN	Dépôts supérieurs continentaux	Argiles plastiques d'Andenne	Ona	HOULLIER	Entre-Sambre-et-Meuse			ESM	
				Gros blocs de grès blancs		Ong						
				Amas de cailloux blancs		Onx						
				Inférieure	Sables fins micacés	Om						
CARBONIFERE	PENNSYLVANIE	INFERIEUR	BASHKIRIEN	Houiller inférieur	Poudingue, arkose	H1c	HOULLIER	Andenne	HOU			
					Grès feldspathiques, schistes, psammites, houille et terre-houille	H1b						
	MISSISSIPPIEN	MOYEN	VISEEN	Visé	Calcaires à Productus giganteus	V2c	HOYOUX	Thon-Samson / Poivache / Anthée	HOY	THO / POI / ANH	GMA	
					Grande brèche calcaire	V2cx						
					Calcaires noirs et bleus grenus avec cherts	V2b						
					Dolomies	V2by						
					Calcaires et calcaires oolithiques	V2a						
					Dolomies et calcaires dolomitiques	V2ay						
		Brèches	V2ax									
		INFERIEUR	TOURNAISIEN	Hastière	Ecaussines	Grandes dolomies avec intercalations de calcaires et de brèches		V1by	STATION DE GENDRON	Landelles - Hun	SGD	LAN_HUN
						Marbre noir de Dinant avec cherts		V1a				
						Calcaires à crinoïdes de l'Ourthe		T2b				
						Calcaires à crinoïdes d'Yvoir		T2a				
		INFERIEUR	TOURNAISIEN	Hastière	Ecaussines	Calcaires dolomitisés		T2y	ANSEMEMME	Pont d'Arcole Hastière	ANS	PDA HAS
						Calcschistes et calcaires à crinoïdes de Landelles		T1c				
						Schistes foncés		T1b				
						Calcaires à crinoïdes		T1a				
						Calcaires dolomitisés		T1y				
		DEVONNIEN	SUPERIEUR	FAMENNIEN	Comblain-au-Pont	Calcaires, schistes, psammites et macignos		Fa2d	CONDROZ	Bois des Mouches	CDZ	BDM
Evieux	Psammites et schistes à végétaux et à poissons					Fa2c						
Monfort	Psammites massifs à pavés					Fa2b						
Souverain-Pré	Macignos ou schistes noduleux					Fa2a						
Esneux	Psammites stratoides					Fa1c						
Mariembourg	Schistes à Rynchonella Dumonti					Fa1b						
FRASNIEN	Senzeille				Schistes à Rynchonella Omaliusi	Fa1a	Falisolle	FAL				
					Schistes de Franc-Waret	Frd						
					Dolomies lenticulaires	Frdy						
					Calcaires	Frc						
					Calcaires (Marbre de Florence)	Frcm						
					Calcaires	Frb						
MOYEN	GIVETIEN				Dolomies	Frb	Lustin	LUS				
					Schistes, macignos et oligistes	Fra						
	EIFELIEN		COUVINIEN			Calcaires à Stromatoporoides			Gvb	Presles	PRE	
						Calcaires à Stringocephales			Gva	Le Roux	ROU	
						Poudingue de Tailfer et de Naninne			Coa	Nèvreumont	NEV	
						Poudingue de Burnot. Grès et schistes rouges			Bt	Rivière	RIV	
						Grès de Wépion avec schistes foncés			Cb3	Burnot	BUR	
						Grès et schistes rouges ou roses d'Acoz			Cb2	Wépion	WEP	
						Grès blancs du Bois d'Ausse			Cb1	Acoz	ACO	
						Psammites de Fooz. Schistes à nodules calcaires			Gbd	Bois d'Ausse	BAU	
Poudingue d'Ombret et arkose de Dave	Ga		Fooz	FOO								
INFERIEUR	LOCHKOVIEN		GEDINIEN				Fosses / Génicot / Dave / Naninne / Jonquoi / Thimensart / Colibeu	FOS / GNC / DAV / NAN / JON / THM / CLB				
							Sart-Bernard / Vitrival-Bruyère	SBN / VTB				

III.2.1.1. Le Paléozoïque

L'Ordovicien et le Silurien

Des terrains datés de l'Ordovicien-Silurien se retrouvent dans les écailles et massifs renversés de Haine-Sambre-Meuse.

Lors du tracé de la carte géologique en 1901, le Silurien regroupait à la fois le système du Silurien et de l'Ordovicien. Le découpage en deux systèmes distincts est plus récent. L'Ordovicien correspond en fait au Silurien inférieur de la carte géologique (Stainier, 1901) et le Silurien proprement dit au Silurien supérieur.

Le Silurien supérieur n'a pas été décrit sur la carte géologique de Stainier (1901). Le Silurien inférieur est composé principalement de schistes, de phyllades, de psammites et de quelques intrusions de roches magmatiques. Il a été divisé en SI1a et SI1b.

Le **SI1a** correspond aux actuelles formations de Sart-Bernard et de Vitrival-Bruyère :

- La **Formation de Vitrival-Bruyère** est constituée de siltites schisteuses ou gréseuses, renfermant des horizons de grès parfois en gros bancs. L'épaisseur de cette formation est estimée à au moins 100 m ;
- La **Formation de Sart-Bernard** est constituée de siltites micacées et de schistes noirs. L'épaisseur de cette formation est inconnue.

Le **SI1b** est actuellement subdivisé en 7 formations distinctes. Il s'agit des formations de **Colibeu, Thimensart, Jonquoi, Naninne, Dave, Génicot** et **Fosses**. Elles sont globalement composées de schistes et siltites avec de rares intercalations de grès dans la Formation de Jonquoi. L'épaisseur totale de l'ensemble est estimée à 1600 m.

Le Dévonien inférieur

Le Dévonien inférieur est constitué des étages Gedinnien (G), Coblencien (Cb) et Burnotien (Bt). Dû au charriage de la nappe allochtone du Synclinorium de Dinant sur le parautochtone brabançon par l'intermédiaire de la Faille du Midi, ces formations n'apparaissent que sur la bordure nord du Synclinorium de Dinant.

Etage Gedinnien (G)

Le Gedinnien est composé de l'assise Ga, constituée du poudingue d'Ombret et de l'arkose de Dave, et de l'assise Gbd, constituée des psammites et schistes de Fooz.

Etage Coblencien (Cb)

Le Coblencien est formé de l'assise Cb1, constituée des grès du bois d'Ausse ; de l'assise Cb2, constituée des schistes et grès d'Acoz et de l'assise Cb3, constituée des grès de Wépion et de schistes.

Etage Burnotien (Bt)

L'étage Burnotien est constitué de l'assise Bt qui comporte des grès intercalés de quelques bancs de schistes rouges et incorpore ensuite un horizon de poudingue à son sommet.

Nomenclature actuelle

D'après la nomenclature actuelle (Delcambre et Pingot, à paraître), le Dévonien inférieur est formé des étages Lochkovien, Praguien et Emsien. Il est constitué des formations de Fooz (FOO ; anc. Ga, Gbd), du Bois d'Ausse (BAU, anc. Cb1), d'Acoz (ACO, anc. Cb2), de Wépion (WEP, anc. Cb3) et de Burnot (BUR, anc. Bt).

Les assises du Gedinnien sont rassemblées pour former la **Formation de Fooz**. Cette formation débute par un conglomérat à galets - millimétriques à pluricentimétriques – de grès, de quartz et parfois de tourmaline. Latéralement, ce conglomérat peut passer à un grès graveleux. Cet horizon graveleux est surmonté de grès micacés, souvent kaolineux. L'épaisseur de ces couches ne dépasse pas la douzaine de mètres. Le reste de la Formation de Fooz est constituée de siltites et de siltites gréseuses, micacées et divisées en plaquettes. Ces siltites sont ponctuées de quelques barres de grès en couches lenticulaires. L'épaisseur de la formation est d'environ 190 m dans la bordure nord du Synclinorium de Dinant.

D'après la nomenclature en vigueur, l'assise Cb1 constitue la **Formation du Bois d'Ausse**. Cette formation se compose de grès stratifiés souvent quartzitiques, en bancs lenticulaires, séparés par des intercalations de schistes ou de siltites. Son épaisseur est d'un peu plus de 200 m et s'amenuise vers le nord-est (170 m).

A l'est de la vallée du Samson, viennent s'intercaler entre les Grès du Bois d'Ausse et la Formation d'Acoz, un ensemble non décrit par Stainier (1901) : la **Formation de Solières** constituée de schistes entre lesquels sont intercalés des schistes grossiers, quelques bancs de grès et des couches de *grauwacke* gréseux. A l'ouest, ces terrains ne peuvent plus être distingués de la Formation d'Acoz et disparaissent probablement entre Coutisse et Haut-Bois. L'épaisseur de la formation varie de 0 à 130 m.

L'assise Cb2 correspond actuellement à la **Formation d'Acoz** dont la première partie est plutôt argilo-silteuse avec de rares intercalations de grès argileux en bancs lenticulaires, la seconde partie contient des horizons plurimétriques à décamétriques de grès et de quartzites. Son épaisseur est d'environ 300 m.

L'assise Cb3 correspond à l'actuelle **Formation de Wépion**. Elle est constituée de barres métriques à décamétriques de grès quartzitiques et de quartzites entre lesquelles sont intercalés des horizons métriques à plurimétriques de grès argileux et de schistes. Toutes ces couches montrent une géométrie lenticulaire. L'épaisseur totale est d'environ 300 m.

D'après la nomenclature actuelle, l'assise Bt constitue la **Formation de Burnot**, constituée de schistes, de siltites, de grès et de poudingues. Le sommet de cette formation contient un conglomérat épais de plusieurs mètres (le poudingue de Burnot). Son épaisseur ne dépasse pas 350 m dans la vallée du Samson.

Le Dévonien moyen

Le Dévonien moyen s'étend du Couvinien (act. Eifelien) au Givetien. Sur la carte, les terrains du Dévonien moyen affleurent à la fois dans la partie méridionale du Parautochtone brabançon (au nord de la bande calédonienne) et dans la bordure septentrionale du Synclitorium de Dinant.

Le passage du Dévonien inférieur au Dévonien moyen marque le passage d'une sédimentation détritique terrigène vers une sédimentation plutôt carbonatée qui caractérise le Dévonien moyen et la base du Dévonien supérieur. Le Couvinien comprend encore des lithologies plus détritiques (poudingues et grès).

Etage Couvinien (Co)

Le Couvinien se marque par l'arrivée de fréquentes fractions carbonatées dans des roches essentiellement détritiques. Il est formé de l'assise Coa, constituée de schistes, de *grauwackes*, de psammites, de grès et de niveaux de poudingues à la base appelés poudingues de Naninne et de Tailfer. Cette assise est peu épaisse (moins de 50 m).

Etage Givetien (Gv)

Deux sous-étages composent le Givetien. Le premier (Gva) est composé de calcaires stratifiés, souvent fins, alternant avec des calcaires bioclastiques voire construits dans sa partie supérieure. Les bancs de calcaires sont régulièrement séparés par des intercalations schisteuses. Sa partie médiane montre une série de calcaires en petits bancs et renferme un intermède argileux. Le second (Gvb), se caractérise par des couches schisto-gréseuses surmontées de calcaires gréseux et de dolomies fines, parfois gréseuses, et de quelques

bancs de calcaires finement grenus. L'épaisseur de ces terrains est d'environ 70 à 80 m dans le Parautochtone brabançon, et le double en bordure nord du Synclinorium de Dinant.

Le Couvinien est dénommé actuellement Eifelien, tandis que la terminologie de l'étage Givetien est restée inchangée.

D'après la nomenclature actuelle (Delcambre et Pingot, à paraître), les assises Coa et Cob sont rassemblées et constituent la **Formation de Rivière**. Cette formation, d'une épaisseur de 17 à 70 m, est divisée en deux membres :

- le Membre de Rouillon, débutant par des schistes et des schistes gréseux auxquels succèdent un horizon de grès conglomératique ferrugineux à ciment peu cohérent épais d'un mètre tout au plus (Poudingue de Tailfer), viennent ensuite des grès puis des siltites et des grès argileux à lentilles et nodules de calcaires grenus bioclastiques ;
- le Membre de Clamiforge, épais de maximum 10 m, est composé de calcaires gréseux ou argileux ainsi que de grès et de siltites noduleux.

L'assise Gva correspond actuellement à la Formation de Nèvremont et l'assise Gvb à la Formation du Roux.

La **Formation de Nèvremont** (Gva), d'une épaisseur comprise entre 17 et 30 m, est constituée de calcaires et de calcaires légèrement gréseux qui renferment très occasionnellement quelques rubans de débris de constructeurs. Sont aussi rencontrés quelques grosses intercalations de schiste carbonaté, puis des calcaires noduleux, des calcaires stratifiés organoclastiques entre lesquels sont parfois intercalés des lits de schistes foncés. Vers le haut, la formation perd de plus en plus son caractère bioclastique et voit abonder les calcaires fins, à rubans finement lités.

La **Formation du Roux** (Gvb) est composée à sa base de couches schisto-gréseuses surmontées de calcaires gréseux et de dolomies fines, parfois gréseuses, puis par quelques bancs de calcaires finement grenus. Son épaisseur varie entre 0 et 15 m.

Le Dévonien supérieur

Les formations du Dévonien supérieur affleurent dans le Synclinorium de Namur et de Dinant.

Le Dévonien supérieur comprend les étages Frasnien et Famennien dont la terminologie n'a pas changé. Néanmoins, certaines assises ou parties de celles-ci ne correspondent plus nécessairement au découpage stratigraphique actuel basé sur la lithostratigraphie et la notion de formation.

Etage Frasnien (Fr)

Le Frasnien est constituée de calcaires encadrés par des niveaux schisteux à la base et au sommet. La base du Frasnien comprend le macigno de Roux (Fra), qui se caractérise par des couches schisto-gréseuses surmontées de calcaires gréseux et de dolomies fines, parfois gréseuses, et de quelques bancs de calcaire finement grenu ; cette assise correspond à l'actuelle **Formation de Presles** dont l'épaisseur ne dépasse guère 5 m. A cette première sous-unité se succèdent les calcaires de l'assise de Bovesse (Frb) parfois dolomités (Frby), un niveau de calcaire construit appelé Marbre de Florence (Frcm) qui se prolonge par les calcaires stratifiés de l'assise de Rhisnes (Frc) et un niveau de dolomies lenticulaires (Frdy). L'ensemble de ces 4 premières sous-unités correspond actuellement à la **Formation de Lustin** épaisse de 60 à 105 m alors que le dernier niveau dolomitique (Frdy) s'apparente à la **Formation d'Aisemont** (20 à 30 m d'épaisseur). L'unité se termine par les schistes de Franc-Waret (Frd) correspondants à l'actuelle **Formation de la Famenne** épaisse de 70 à 90 m.

Vu la difficulté de distinguer certaines de ces sous-unités, elles ont été représentées en une seule teinte sur la carte géologique de Stainier (1901).

Etage Famennien (Fa)

Le Famennien constitue les terrains les plus récents du Dévonien. Le Famennien inférieur et le Frasnien supérieur matérialisent le retour à une sédimentation détritico-argilo-silteuse à gréseuse. Les formations famenniennes ont un faciès psammitique (grès micacé) caractéristique du Condroz. Succédant aux schistes de la Famenne (Fa1), le faciès psammitique du Condroz (Fa2), dominant dans la partie nord du Synclinorium de Dinant, témoigne de conditions sédimentaires littorales, voire même continentales.

Sur la carte, le Famennien inférieur est subdivisé en trois assises. La première assise est celle de Senzeilles (Fa1a), principalement constituée de schistes. Elle est surmontée par l'assise de Mariembourg (Fa1b) qui débute par un niveau d'oligistes oolithiques auxquels viennent se superposer des schistes violacés. Ces deux assises correspondent aujourd'hui à la **Formation de Falisolle**, cette dernière a une épaisseur comprise entre 40 et 65 m.

Viennent ensuite l'assise d'Esneux (Fa1c) formée de psammites stratoïdes et les macignos ou schistes noduleux de Souverain-Pré¹ (Fa2a) que l'on regroupe actuellement dans la **Formation d'Esneux** épaisse de 70 à 100 m.

Le Famennien supérieur se subdivise en trois assises. Les psammites massifs à pavés de l'Assise de Monfort (Fa2b), auxquels se superposent les psammites et les schistes d'Evieux (Fa2c) alternant avec des psammites feuilletées et micacées passant au grès. Dans la nomenclature actuelle, ces deux unités ont pour équivalent la **Formation de Ciney** dont l'épaisseur dépasse les 300 m. L'étage incorpore à son sommet des bancs de calcaires alternant avec des niveaux de schistes, de psammites et de macignos de l'assise de Comblain-au-Pont (Fa2d). Cette assise peut actuellement être mise en parallèle avec la **Formation du Bois des Mouches** dont l'épaisseur est estimée à 220 m.

Le Carbonifère

Le Carbonifère dans la région de Gesves - Ohey regroupe deux grands groupes de lithologies fort différentes : il s'agit d'une part des calcaires mississippiens (anciennement Dinantien) et d'autre part des formations schisto-gréseuses du Houiller. Le Carbonifère inférieur, ou Mississippien, est marqué par l'installation progressive d'un faciès carbonaté marin de type épicontinental qui se développe ensuite de façon remarquable jusqu'au Viséen supérieur. Seul un épisode très pelitique (les schistes du Pont d'Arcole, T1b) vient perturber, au Tournaisien moyen, l'extension généralisée du calcaire carbonifère dans le bassin de Dinant. Au Carbonifère supérieur, ou Pennsylvanien, on voit apparaître le retour à un faciès schisto-gréseux de type paralic, avec dépôt de sédiments terrigènes riches de matières carbonatées (Houiller inférieur ou H1).

Le Carbonifère inférieur ou Mississippien, reprend les étages du Tournaisien (T) et du Viséen (V).

Etage Tournaisien (T)

Assise d'Hastière (T1)

L'assise d'Hastière débute par un niveau de dolomies à crinoïdes (T1y), surmonté par des calcaires à crinoïdes (T1a) et des shales (T1b), et se termine par les calcschistes et calcaires à crinoïdes (T1c) de Landelies. L'épaisseur totale de l'assise est de 50 m.

¹ Cette assise renferme toutefois quelques minces bancs proprement calcaires et, en d'autres places, des blocs calcaires enrobés dans une matrice gréseuse

Tableau III.2 : Corrélation entre ancienne et nouvelle nomenclature pour l'Assise d'Hastière

D'après la carte géologique de Stainier (1901)			D'après la carte géologique de Delcambre et Pingot (à paraître)			
Assise	Lithologie	Abréviation	Groupe	Formation	Abréviation	
Hastière	Calcschistes et calcaires à crinoïdes de Landelies	T1c	STATION DE GENDRON	Landelies / Hun	D G S	LAN / HUN
	Schistes foncés	T1b				
	Calcaires à crinoïdes	T1a				
	Calcaires dolomités	T1y	ANSEREMME	Pont d'Arcole / Hastière	ANS	PDA / HAS

Le **Tableau III.2** montre la correspondance entre l'ancienne et la nouvelle nomenclature pour cette assise. L'unité T1y correspond actuellement au **Groupe d'Anseremme** lui-même subdivisé en la **Formation d'Hastière** (de 0 à 3 m d'épaisseur) et la **Formation de Pont d'Arcole** (3 à 8 m d'épaisseur). Les trois unités suivantes (T1a-b-c) sont actuellement regroupées dans le **Groupe de la Station de Gendron** composé de la **Formation de Landelies** (25 à 30 m) et de la **Formation de Hun** (0 à 4 m).

Assise des Ecaussines (T2)

L'assise des Ecaussines est constituée des calcaires à crinoïdes (T2a) d'Yvoir parfois dolomités (T2y) et des calcaires à crinoïdes de l'Ourthe (T2b).

L'assise des Ecaussines et l'unité V1a de l'assise de Dinant correspondent actuellement à la **Formation de Namur**. Celle-ci est épaisse d'au moins 120 m dans la vallée du Samson.

Etage Viséen (V)

Assise de Dinant (V1)

L'assise de Dinant regroupe sous une même unité le Marbre noir de Dinant (V1a) à la base (actuellement repris dans la Formation de Namur, cf. ci-dessus), et les grandes dolomies avec intercalations de calcaires et de brèches (V1by) qui peuvent aujourd'hui être assimilées à la **Formation de Terwagne** dont l'épaisseur est estimée à une centaine de mètres.

Assise de Visé (V2)

L'assise de Visé comprend, de la base au sommet : un niveau de brèches calcaires (V2ax) auxquelles se superposent des dolomies et des calcaires dolomitiques (V2ay), des calcaires et des calcaires oolithiques (V2a), un niveau de dolomies et des calcaires noirs grenus avec cherts (V2b), une Grande Brèche calcaire (V2cx) ainsi que des calcaires à *Productus giganteus* (V2c). L'assise de Visé est représentée par une seule teinte sur la carte géologique. Son épaisseur est de 300 à 350 mètres.

Dans la nomenclature actuelle, l'assise de Visé est découpée en plusieurs formations : les unités V2ax et V2ay constituent la **Formation de Neffe** (45 à 60 m d'épaisseur) ; V2a, V2by et V2b forment la **Formation de Lives** (environ 100 m d'épaisseur) ; V2cx correspond à la

Formation des Grands Malades (maximum 60 d'épaisseur) alors que V2c s'apparente au **Groupe du Hoyoux** composé des formations de Thon-Samson, Poilvache et Anhée pour une épaisseur totale de 20 à 110 m (l'épaisseur diminuant d'ouest en est et du sud au nord).

D'après les connaissances actuelles, la succession du Tournaisien et du Viséen est différente suivant que l'on se trouve sur la bordure nord du Synclinorium de Dinant ou sur la bordure sud du Parautochtone brabançon (Hance *et al.*, 2006).

Le Houiller (H)

Le Groupe Houiller rassemble la totalité des grès, des siltites et des schistes du Pennsylvanien (anciennement Silésien). Suivant le niveau stratigraphique, ces terrains sont pourvus ou dépourvus de couches de houille. Leur constitution détaillée est connue grâce aux recherches menées pour la mise en valeur du gisement et à son exploitation.

Houiller inférieur (H1)

L'Assise du Houiller inférieur est divisée en trois sous-unités :

- H1a, composée de phanites, de schistes siliceux et d'ampélites sans houille ;
- H1b, constituée de grès feldspathiques, de schistes et de houille maigre. Les sédiments argileux y sont prépondérants. Les roches arénacées (grès essentiellement) ne présentent pas la même puissance ni le même faciès partout. Cette sous-unité comprend également des paléosols de végétation à radicules et de rares venettes de charbon, souvent minces, pyriteuses et chargées de schistes, donc inexploitable ;
- H1c, comprend des grès feldspathiques et un horizon de poudingue. Au sommet de la formation apparaît un horizon de grès remarquable désigné sous le nom de Poudingue Houiller. Il s'agit en fait de grès grossiers voire microconglomératiques, à grains de charbon et fragments de bois flottés.

Actuellement l'Assise du Houiller correspond au **Groupe du Houiller** où H1a concorde avec la **Formation de Chokier** alors que H1b et H1c constituent la **Formation d'Andenne**. L'épaisseur totale du Groupe du Houiller est de 400 m.

III.2.1.2. Le Cénozoïque

Les dépôts de la couverture cénozoïque tabulaire ont été érodés mais il en subsiste encore quelques lambeaux descendus dans les poches de dissolution affectant les calcaires carbonifères sous-jacents.

L'Oligocène

Les dépôts inférieurs marins (Om)

Des sables fins micacés avec cailloutis à la base se sont déposés dans les dépressions formées par les synclinaux carbonifères. Ces couches semblent assez homogènes et dépourvues de structures.

Les dépôts supérieurs continentaux (On)

Des dépôts de types continentaux se sont déposés au-dessus des sables. On en retrouve sur quelques sommets dispersés sur la carte Gesves – Ohey. Ces dépôts sont composés d'un assemblage de gros blocs de grès blanc (Ong) et de cailloux blancs (Onx). On retrouve également les argiles plastiques d'Andenne (Ona) dont les dépôts peuvent atteindre plusieurs dizaines de mètres d'épaisseur.

L'ensemble de ces dépôts oligocènes correspondent actuellement à la **Formation de l'Entre-Sambre-et-Meuse** dont l'épaisseur est variable selon le contexte du dépôt avec parfois des poches de plus de 100 m de profondeur.

Le Quaternaire

D'après la carte géologique de Stainier (1901), le quaternaire se divise en deux périodes distinctes : le Quaternaire inférieur ou Diluvien et le Quaternaire supérieur ou moderne. Les formations géologiques du Quaternaire consistent en des alluvions modernes ou anciennes formées de galets, de graviers, de sables, d'argiles et de limons. L'extension des alluvions des anciennes vallées n'a pas été cartographiée sur la carte géologique de Stainier (1901), toutefois, les endroits où leur présence est attestée sont annotés. Il s'agit des cailloux de quartz des hauts plateaux (q1m) datés du Moséen et des limons bruns et jaunes stratifiés à leur base de l'Hesbayen (q3m).

Les alluvions modernes (alm) sont constituées de graviers, de sables et d'argiles déposés au cours du quaternaire dans les fonds de vallées.

La région est recouverte d'une couche de limon pouvant atteindre une dizaine de mètres d'épaisseur. Il est formé des produits d'altération du bedrock et de dépôts éoliens (loess), sédimentés lors des phases climatiques froides qui ont affecté nos régions au cours du Quaternaire.

III.2.2. Cadre structural

Les roches de la carte Gesves – Ohey peuvent être divisées en trois unités structurales majeures, qui sont, du nord au sud : le Parautochtone brabançon (anc. Synclinorium de Namur), les Ecailles de Haine-Sambre-Meuse et le Synclinorium de Dinant. La **Figure III.2** illustre une coupe structurale à travers ces structures le long du méridien de la Meuse.

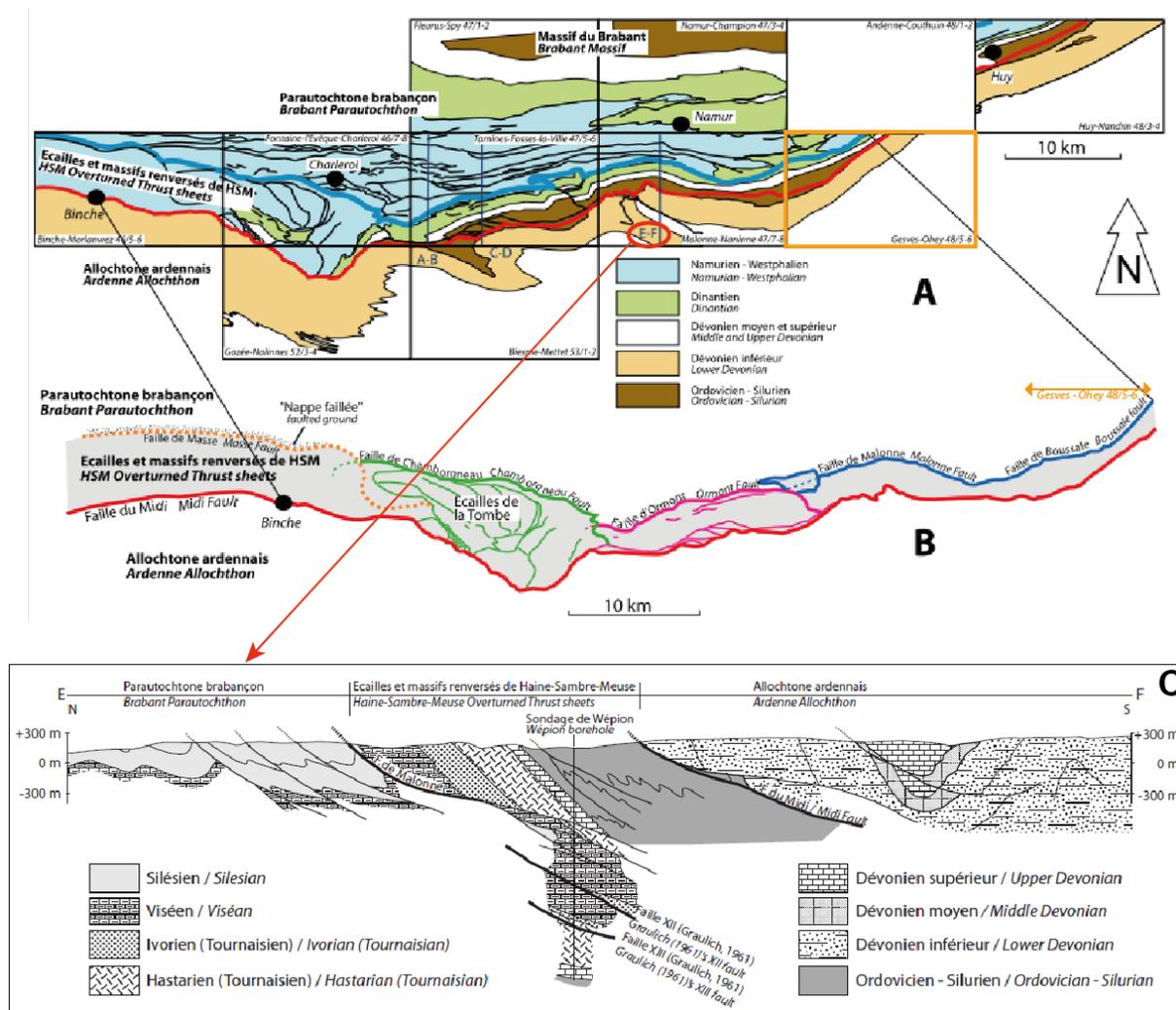


Figure III.2 : (A) nouvelles cartes géologiques attenantes au front varisque levées jusqu'à la région de Huy (B) détail des Ecailles de Haine-Sambre-Meuse dont la base est une courbe enveloppe constituée d'une série de failles de chevauchement supportant des écailles régionales (C) coupe méridienne EF sur la carte Malonne-Naninne (Delcambre et Pingot, sous presse) voisine de Gesves-Ohey (d'après Belanger *et al.*, 2012, modifié)

Ces unités se décrivent comme suit, du nord au sud (**Figure III.3**) :

- La bordure méridionale du parautochtone brabançon, comprenant des terrains devono-carbonifères. Au nord (planche 48/1-2 Andenne-Couthuin), cette unité tectonique recouvre la bordure méridionale du socle calédonien brabançon. Elle y est limitée par la faille de Landenne ou faille bordière. Au nord de la Meuse, les bancs présentent une allure caractéristique, sous forme de plateaux inclinant au sud-est de 20° en moyenne. A l'ouest (cartes 47/3-4 Namur-Champion et 47/7-8 Malonne-Naninne), cet ensemble

est assez intensément plissé et fracturé. Dans la vallée du Samson, les plis sont caractérisés par un grand développement des plateaux et une réduction des dressants, et sont pour la plupart simplement déjetés vers le nord. On note la présence de trois failles de charriage : les failles de Samson, de Mozet et de Boussale. Cette dernière est responsable du raccourcissement des terrains carbonifères observé au nord-est sur la carte d'Andenne-Couthuin n°48/1-2. D'après des considérations postérieures à l'édition de la carte géologique (Fourmarier, 1944), la faille de Boussale se prolongerait vers l'ouest, jusqu'aux environs de Jausse ;

- au sud, s'étend une dépression correspondant aux Ecailles et massifs renversés de Haine-Sambre-Meuse, constitués de terrains ordoviciens à viséens. Cette unité repose sur le Parautochtone brabançon en tronquant toutes ses structures (plis et failles). Elle est parcourue de failles longitudinales comme la Faille du Midi (non représentée sur la carte de Stainier, 1901) dont le tracé a été dessiné d'après Belanger *et al.*, 2012. Cet accident expliquerait l'asymétrie marquée dans l'âge des terrains discordants au nord et au sud ;
- au sud des Ecailles de Haine-Sambre-Meuse, l'horizon est dominé par les crêtes du bois de Grand Pré, de Gesves et d'Ohey constituées des terrains éodévoniens (Lochkovien, Praguien et Emsien). Ces couches forment la bordure nord du Synclinorium de Dinant, nappe allochtone charriée sur le Parautochtone brabançon et sur les terrains dévono-carbonifères. Dans le Bassin de Dinant s'inscrivent des plis secondaires délimitant une série de dépressions calcaires synclinales isolées par des anticlinaux psammitiques. Sur la carte de Gesves-Ohey ces couches présentent une direction SW-NE avec des pendages souvent supérieurs à 50°.

Le cœur des synclinaux est généralement constitué de calcaires du Viséen supérieur et, plus localement, de grès du Houiller (synclinal de Gesves). On observe, du nord au sud (Figure III.3) :

- le synclinal faillé de Gesves-Marchin qui s'étend d'ouest en est sur plus de 35 km. A hauteur de Gesves, le calcaire carbonifère présente un développement de plus de 2 km de largeur. A l'ouest, le cœur du synclinal est constitué des shales du Namurien ;
- le synclinal d'Evelette ;
- la terminaison orientale du synclinal de Lez-Fontaine ;
- le synclinal de Flostoy ;
- la terminaison occidentale du synclinal de Petit Modave.

Entre chaque synclinal s'intercale un anticlinal dont le cœur est généralement constitué des formations psammitiques du Famennien.

Ces plis ont donné naissance à un relief conforme avec des crêtes topographiques localisées au droit des axes de plis anticlinaux composés des grès famenniens et des dépressions localisées au droit des axes de plis synclinaux composés de calcaires carbonifères (Ruisseau de Flemme, de Vyle, de Barsy, ...). Cependant, l'axe des crêtes est parfois en relief inverse, marqué par une bande de grès houiller au cœur d'un axe de synclinal. C'est le cas de la crête synclinale de Gesves-Marchin.

Les formations paléozoïques sont le plus souvent dissimulées sous une couverture de dépôts limoneux ou un manteau d'altération de 1 à 3 mètres d'épaisseur.

Deux grandes failles longitudinales (Faille de Gorones et Faille de Pont de Bonne) figurent sur la carte de Stainier (1901), elles mettent en contact les formations schisteuses du Famennien inférieur avec les calcaires viséens et tournaisiens (Figure III.3).

Ces plis et failles jouent un rôle important dans l'hydrogéologie régionale puisqu'ils correspondent à des zones d'écoulement préférentiel.

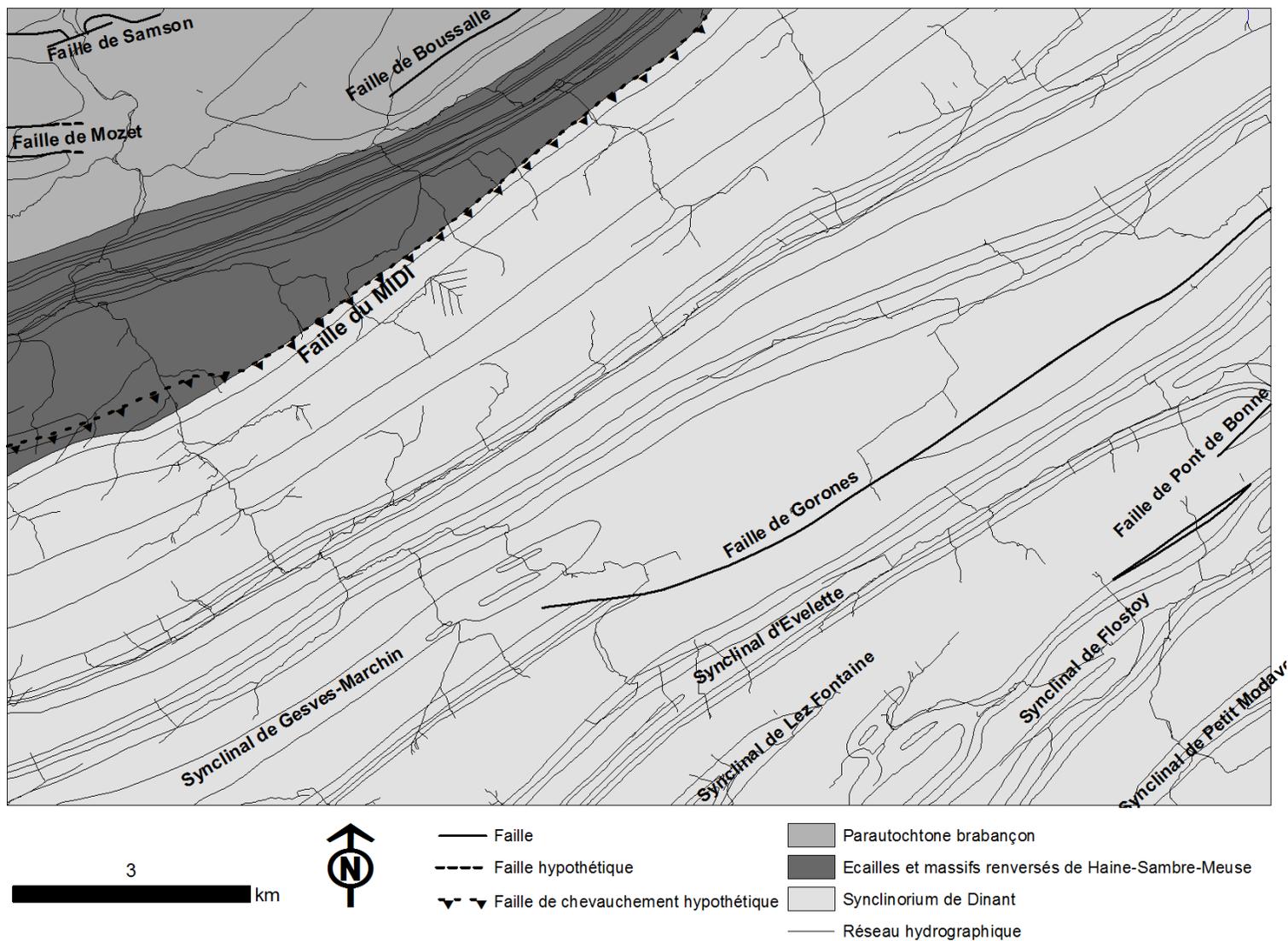


Figure III.3 : Carte simplifiée des unités structurales (d'après Stainier, 1901 ; Belanger *et al.*, 2012)

IV. CADRE HYDROGÉOLOGIQUE

Les eaux souterraines de la région de Gesves - Ohey sont présentes dans toutes les unités géologiques qui couvrent la carte. Leur comportement et leur productivité sont cependant fortement conditionnés par la nature et la structure de la roche dans laquelle l'eau est stockée. C'est pourquoi les formations géologiques sont regroupées ou subdivisées en unités hydrogéologiques, chacune étant caractérisée par un comportement hydrodynamique qui lui est propre.

Trois termes sont utilisés pour qualifier le caractère plus ou moins perméable des formations rocheuses en hydrogéologie :

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

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

De manière générale c'est la porosité efficace (la capacité pour une roche saturée de libérer un fluide par drainage gravitaire) et la perméabilité, proportionnelle à la granulométrie des grains, qui va déterminer le caractère plus ou moins aquifère d'une roche meuble (**Figure IV.1**). Les roches cohérentes sont, en principe, imperméables. Néanmoins, la fissuration, l'altération ou la dissolution peuvent modifier leur perméabilité (**Figure IV.1**) :

- La fracturation crée un réseau de fractures au sein duquel l'eau peut circuler ;
- L'altération des roches induit des comportements différents selon leur lithologie. Trois comportements principaux se présentent :
 - La roche est un carbonate : l'altération entraîne une dissolution de la roche et un agrandissement du réseau de fractures existant. La perméabilité est donc augmentée ;

- La roche est un grès : l'altération donne du sable, ce dernier présente une plus grande porosité efficace et une bonne perméabilité ;
- La roche est un shale/schiste : l'altération donne une argile qui colmate le réseau de fractures. La perméabilité est diminuée.

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

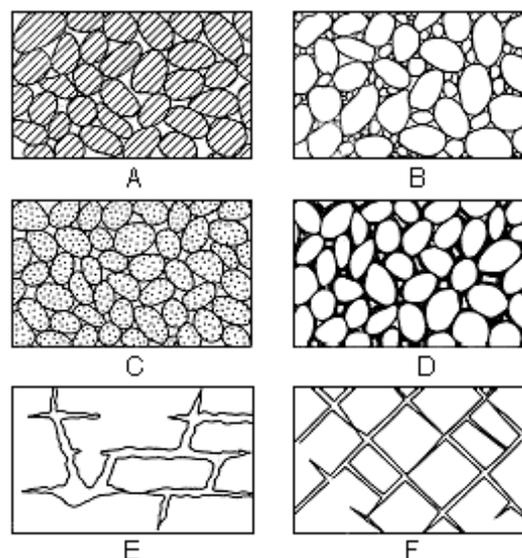


Figure IV.1 : différents types de porosité dans les roches meubles et cohérentes (d'après Meinzer, 1923)

Tableau IV.1 : Porosité totale, porosité efficace et perméabilité des principaux types de roches (d'après Castany, 1998)

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

Les failles, fréquemment minéralisées (barite, calcite, quartz,...), peuvent aussi constituer des zones de circulation préférentielles des eaux souterraines.

IV.1. DESCRIPTION DES UNITÉS HYDROGÉOLOGIQUES

Les unités hydrogéologiques définies pour la carte Gesves - Ohey sont décrites ci-dessous dans l'ordre stratigraphique, de la plus ancienne à la plus récente. Elles sont reprises de manière synthétique dans le [Tableau IV.2](#).

IV.1.1. Aquifères schisto-gréseux du socle cambro-silurien et du Dévonien inférieur

Les shales, grès, quartzites et siltites du socle Ordovicien (Silurien inférieur d'après la carte géologique de Stainier, 1901) et du Dévonien inférieur sont peu perméables. Les grès, bien que généralement plus perméables que les shales, ont une capacité qui reste assez faible (par rapport à celle d'un calcaire karstifié par exemple) et ne constituent que des aquitards, voire des aquifères médiocres. Ces parties plus grossières présentent néanmoins une porosité de fissures et d'altération qui peut augmenter localement le potentiel aquifère des formations. Deux types de nappes peuvent donc se former dans ces terrains : les nappes de manteau d'altération qui se logent dans les sommets topographiques altérés, et les nappes de fissures contenues dans le bedrock faillé et/ou fracturé.

L'altération physico-chimique des roches à proximité de la surface donne naissance, selon la lithologie de la roche mère, à des sables, des silts ou encore des argiles. Les produits d'altération sableux constituent localement des zones aquifères. Les grès s'altérant en sables peuvent contenir un aquifère intéressant. Par contre, les schistes et les phyllades qui s'altèrent en argile sont pratiquement imperméables. Les quartzites s'altérant très difficilement, ce n'est que lorsqu'ils sont fortement fracturés qu'ils peuvent être considérés comme des aquifères au même titre que les grès altérés ou fracturés. Par exemple à Spa, des aquifères de ce type peuvent fournir jusqu'à 10 m³/h de débit. Les formations gréseuses et quartzitiques fracturées constituent dès lors des aquifères localisés. Les zones fortement fracturées, à proximité d'une faille par exemple, constituent des zones d'écoulement préférentiel pour les eaux souterraines. Les prises d'eau implantées dans les zones gréseuses fortement fracturées sont plus productives mais également fort sensibles à une pollution de surface. Dans les schistes, les fractures sont généralement colmatées par un remplissage argileux, imperméable.

Les terrains siluriens présents au niveau des Ecailles de Haine-Sambre-Meuse forment deux unités hydrogéologiques :

IV.1.1.1. L'aquiclude à niveaux aquifères du socle cambro-silurien (SI1a)

Les roches du SI1a sont de nature schisteuse principalement. Leur potentiel hydrodynamique est donc faible. A l'intérieur de cet aquiclude, les niveaux quartzitiques,

surtout lorsqu'ils sont fracturés et altérés constituent des niveaux aux perméabilités plus élevées.

IV.1.1.2. L'aquitard du socle cambro-silurien (SI1b)

L'aquitard du socle cambro-silurien est formé par le SI1b. Il est constitué d'un ensemble de roches aux caractéristiques hydrodynamiques faibles (schistes quartzeux). La composante carbonatée de certains schistes ainsi que la présence de bancs d'arkose augmente sensiblement la perméabilité de l'ensemble.

Les formations du Dévonien inférieur affleurent au sud de la Faille du Midi. Dans l'ensemble, elles n'ont pas de fortes capacités d'emménagement. Seule la zone d'altération peut offrir des volumes d'eau permettant de répondre à des besoins locaux limités. En fonction de la proportion de bancs de grès par rapport aux bancs de siltites et de schistes, on distingue :

IV.1.1.3. L'aquitard à niveaux aquifères du Dévonien inférieur (Ga, Gbd, Cb2, Bt)

Cette unité reprend les formations du Dévonien inférieur dont la lithologie est dominée par la présence de siltites, de grès fins et de poudingues. Les masses de siltites expliquent la qualification d'aquitard, tandis que les niveaux gréseux constituent des niveaux aquifères. Le niveau de fissuration et d'altération, pouvant varier localement, influence la qualité de cet aquitard.

IV.1.1.4. L'aquifère à niveaux aquicludes du Dévonien inférieur (Cb1, Cb3)

Les assises Cb1 et Cb3 se démarquent des formations qui les encadrent par la proportion importante des masses gréseuses par rapport aux siltites et aux schistes. La fissuration importante de ces roches, suite au plissement varisque, a également contribué à améliorer la capacité. Elles ont donc été regroupées dans la même unité aquifère. Les niveaux aquicludes correspondent aux horizons schisteux intercalés entre les masses gréseuses. Le manteau d'altération sableux contribue à filtrer les eaux qui percolent depuis la surface.

Tableau IV.2 : Tableau lithostratigraphique et des unités hydrogéologiques de la région de Gesves – Ohey

ERE	SYSTÈME	SERIE	ETAGE	D'après la carte géologique de Stainier (1901)				Unités hydrogéologiques		
				SYSTEME/ ETAGE	ASSISE	Lithologie	Abréviation			
CENOZOÏQUE	QUATERNAIRE	HOLOCENE				Alluvions modernes des vallées	alm	Aquifère alluvial		
	PALEOGENE	OLIGOCENE	RUPELIEN	TONGRIEN	Dépôts supérieurs continentaux	Argiles plastiques d'Andenne	Ona	Aquiclude d'argiles de remplissage		
						Gros blocs de grès blancs	Ong	Aquifère des sables de remplissage		
						Amas de cailloux blancs	Onx			
				Inférieure	Sables fins micacés	Om				
PALEOZOÏQUE	CARBONIFERE	PENNSYLVANIEN	BASHKIRIEN		Houiller inférieur	Poudingue, arkose	H1c	Aquiclude à niveaux aquifères du Houiller		
						Grès feldspathiques, schistes, psammites, houille et terre-houille	H1b			
						Phanites et schistes siliceux sans houille	H1a			
		MISSISSIPPIEN	MOYEN	VISEEN		Visé	Calcaires à Productus giganteus	V2c	Aquifère des calcaires du Carbonifère	
							Grande brèche calcaire	V2cx		
							Calcaires noirs et bleus grenus avec cherts	V2b		
							Dolomies	V2by		
							Calcaires et calcaires oolithiques	V2a		
							Dolomies et calcaires dolomitiques	V2ay		
			Brèches	V2ax						
			Dinant					Grandes dolomies avec intercalations de calcaires et de brèches		V1by
								Marbre noir de Dinant avec cherts		V1a
			Ecaussinnes					Calcaires à crinoïdes de l'Ourthe		T2b
								Calcaires à crinoïdes d'Yvoir		T2a
	INFERIEUR	TOURNAISIEN				Calcaires dolomités	T2y			
						Calcschistes et calcaires à crinoïdes de Landelies	T1c	Aquifère - aquitard - aquiclude de l'Hastarien		
						Schistes foncés	T1b			
						Calcaires à crinoïdes	T1a			
	Calcaires dolomités	T1y								
	DEVONIEN	SUPERIEUR	FAMENNIEEN			Comblain-au-Pont	Fa2d	Aquitard du Famennien		
						Evieux	Fa2c			
						Monfort	Fa2b			
						Souverain-Pré	Fa2a			
						Esneux	Fa1c	Aquiclude du Famennien		
						Mariembourg	Fa1b			
						Senzeille	Fa1a			
		FRASNIEN					Schistes de Franc-Waret	Frd	Aquiclude du Frasnien	
							Dolomies lenticulaires	Frdy	Aquifère des calcaires du Frasnien	
Rhisnes							Frc			
Calcaires (Marbre de Florence)							Frcm			
Bovesse							Frb			
Dolomies							Frbby			
Schistes, macignos et oligistes							Fra	Aquiclude du Frasnien		
MOYEN	GIVETIEN				Calcaires à Stromatoporoïdes	Gvb	Aquifère des calcaires du Givetien			
					Calcaires à Stringocephales	Gva				
INFERIEUR	EFELIEN	COUVINIEN			Poudingue de Tailfer et de Narinne	Coa	Aquitard de l'Eifelien			
					BURNOTIEN	Poudingue de Burnot. Grès et schistes rouges	Bt	Aquifère à niveaux aquifères du Dévonien inférieur		
						Grès de Wépion avec schistes foncés	Cb3	Aquifère à niveaux aquicludes du Dévonien inférieur		
						Grès et schistes rouges ou roses d'Acoz	Cb2	Aquifère à niveaux aquifères du Dévonien inférieur		
					PRAGUIEN	COBLENCIEN	Grès blancs du Bois d'Ausse	Cb1	Aquifère à niveaux aquicludes du Dévonien inférieur	
							Psammites de Fooz. Schistes à nodules calcaires	Gbd	Aquifère à niveaux aquifères du Dévonien inférieur	
					LOCHKOVIEN	GEDINIEN	Poudingue d'Ombret et arkose de Dave	Ga	Aquifère à niveaux aquifères du Dévonien inférieur	
SILURIEN	INFERIEUR				Schistes quartzeux avec bancs d'arkose et calcschistes	Sl1b	Aquitard du socle cambro-silurien			
					Schistes noirs satinés avec bancs de quartzite noir veiné de blanc	Sl1a	Aquiclude à niveaux aquifères du socle cambro-silurien			

IV.1.2. Aquifères des calcaires du Dévonien moyen et supérieur

La nappe logée dans les calcaires du Dévonien moyen et supérieur est un aquifère de fissures pouvant être localement karstifié. Sur la carte, ces terrains forment deux minces bandes respectivement au sud des calcaires carbonifères dans le Parautochtone brabançon et au sud des terrains éodévoniens dans le Synclinorium de Dinant.

IV.1.2.1. L'aquitard de l'Eifelien (Co)

L'Eifelien (anciennement Couvinien) marque l'arrivée d'une sédimentation carbonatée. Il est constitué d'une alternance de calcaires gréseux, de grès calcaires et de grès plus fins, argileux. La fraction argileuse assez importante de cette formation est susceptible, par altération, de venir colmater les vides de la roche (pores et fissures), diminuant ainsi sa perméabilité. Il se distingue dès lors des couches de calcaires francs beaucoup plus perméables le surplombant. Il a donc reçu la dénomination d'aquitard.

IV.1.2.2. L'aquifère des calcaires du Givetien (Gva, Gvb)

Les calcaires du Givetien, par leur degré de fissuration et de karstification, forment un horizon aquifère de faible extension.

IV.1.2.3. L'aquifère des calcaires du Frasnien (Frby, Frb, Frcm, Frc, Frdy)

Les sous-unités lithologiques carbonatées qui constituent le Frasnien ayant été cartographiées en une seule teinte, il n'est pas possible de les diviser en plusieurs unités hydrogéologiques. Le caractère calcaire prédominant de cette unité en fait un aquifère.

IV.1.3. Aquifères schisto-gréseux du Frasnien-Famennien

La base et le sommet du Frasnien ainsi que la base du Famennien forment des horizons peu perméables constitués de shales. Le Famennien supérieur comporte principalement des grès et des psammites. S'ils sont suffisamment altérés ou fissurés, les grès famenniens peuvent contenir un aquifère. La perméabilité de ces terrains est de deux types : une perméabilité de pores, développée dans la frange altérée et une perméabilité de fissures correspondant aux réseaux de fracturation en profondeur. La nature sableuse de l'altération superficielle confère à ces aquifères une bonne capacité de filtration garantissant une eau de qualité.

Au sein de ces deux étages, on distingue :

IV.1.3.1. L'aquiclude du Frasnien (Fra, Frd)

L'Aquiclude du Frasnien est formé par les schistes peu perméables du Frasnien, Fra et Frd.

IV.1.3.2. L'aquiclude du Famennien (Fa1a, Fa1b)

Cette unité regroupe les assises du Famennien inférieur puisqu'elles ont le même comportement sur toute leur épaisseur. La nature schisteuse de la roche confère un caractère plus ou moins imperméable à cette unité hydrogéologique.

IV.1.3.3. L'aquitard du Famennien (Fa1a, Fa1b, Fa1c, Fa2a, Fa2b, Fa2c, Fa2d)

Ses sous-unités comportent principalement des psammites, des schistes, des macignos et des calcaires. Leur lithologie leur conférant un caractère plus perméable que les formations de l'aquiclude du Famennien, cet ensemble a reçu la qualification d'aquitard.

IV.1.4. Aquifères des calcaires du Carbonifère

Les calcaires du Carbonifère constituent la plus importante réserve en eau souterraine de la région. Il s'agit d'un aquifère de fissures, localement karstifié, comme en témoigne les nombreux phénomènes karstiques observés. D'une manière générale, ces nappes calcaires karstiques sont alimentées selon deux modes distincts :

- par infiltration diffuse et retardée des eaux météoriques à travers la couverture de limons, présents sur les plateaux ;
- par infiltration concentrée via les nombreuses pertes (voir [chapitre IV.2](#)).

Au sein des calcaires du Carbonifère, on distingue :

IV.1.4.1. L'aquifère, aquitard, aquiclude de l'Hastarien ou aquifère indifférencié d'Hastière (T1y, T1a, T1b, T1c)

Les différentes lithologies de l'Assise d'Hastière ayant été cartographiées sous une même teinte, il n'est donc pas possible de les séparer.

Le Tournaisien inférieur est caractérisé par une alternance de niveaux calcaires et de niveaux moins perméables (calcschistes et schistes). Ceci a pour effet de développer un aquifère compartimenté par les niveaux moins perméables. Le niveau imperméable le plus important (environ 10 m d'épaisseur) et le plus constant est celui des schistes du Pont d'Arcole qui isolent les calcaires d'Hastière du reste du Tournaisien inférieur. Cette unité aux lithologies fort contrastées a donc reçu l'appellation de l'aquifère indifférencié d'Hastière.

IV.1.4.2. L'aquifère des calcaires du Carbonifère (T2y, T2a, T2b et V)

Les calcaires du Tournaisien supérieur et du Viséen forment un ensemble cohérent au comportement hydrodynamique semblable. Ils ont été regroupés dans l'unité aquifère des calcaires du Carbonifère.

Ces calcaires ont une forte capacité d'emménagement liée à leur karstification et à leur fracturation. Leur perméabilité est importante, ce qui permet de les recharger assez aisément, mais ce qui les rend aussi très vulnérables aux pollutions. Cette vulnérabilité est accentuée par d'importantes manifestations karstiques qui les affectent : dolines, grottes, puits d'effondrement, pertes, résurgences. D'importants témoins de ces phénomènes apparaissent dans ces calcaires (voir [chapitre IV.2](#)).

IV.1.5. Aquifère schisto-gréseux du Houiller

Les schistes, grès et quartzites du Houiller inférieur sont généralement peu perméables. Localement, les terrains houillers renferment une nappe de fissures localisée dans les horizons gréseux et psammitiques. La répartition des réseaux de fissures est assez aléatoire. Les débits qui peuvent être extraits dans ces zones productives (si les ouvertures ne sont pas colmatées par des argiles d'altération) sont faibles, de l'ordre de quelques m³/h. Cette eau présente souvent une minéralisation élevée en fer et en sulfates, ainsi qu'un pH acide, liés à l'altération des sulfures de fer (pyrite) souvent abondants dans ces formations.

Le sommet de ces terrains est souvent altéré, laissant en place une couche d'argile d'altération plus ou moins épaisse et discontinue.

IV.1.5.1. L'aquiclude à niveaux aquifères du Houiller (H1a, H1b, H1c, H2)

Les phanites, schistes et psammites qui composent l'essentiel de ces terrains forment un aquiclude dans lequel viennent s'intercaler des niveaux de grès, qualifiés d'aquifères.

IV.1.6. Aquifères argilo-sableux du Cénozoïque

Les dépôts meubles du Cénozoïque comportent plusieurs unités de faible extension et de faible capacité. Leur perméabilité est fonction de leur granulométrie.

On distingue principalement les sables et argiles remplissant les poches karstiques des calcaires sous-jacents ainsi que les alluvions des fonds de vallées.

IV.1.6.1. L'aquifère des sables de remplissage (Om, Onx, Ong)

Cette unité comprend les sables fins micacés du Tongrien ainsi que des dépôts supérieurs continentaux composés de cailloux grossiers et de morceaux de grès. Ils remplissent des poches karstiques dans les calcaires dévoniens et carbonifères. Ces terrains sous-jacents étant suffisamment perméables, la nappe des sables alimente les nappes sous-jacentes. Leur épaisseur varie de 20 à 40 mètres dans la carrière de Wallai à Ohey (LGIH, 1988).

IV.1.6.2. L'aquiclude d'argiles de remplissage (Ona)

Cet aquiclude correspond aux argiles plastiques d'Andenne (Ona). Ces dépôts argileux constituent un aquiclude pouvant atteindre plusieurs dizaines de mètres d'épaisseur.

IV.1.6.3. L'aquifère alluvial (alm)

Cette unité est représentée par les alluvions anciennes et modernes. Les alluvions, composées principalement de sables et de graviers roulés, offrent des potentialités aquifères intéressantes si leur extension le permet. Leur conductivité hydraulique est fonction de leur granulométrie. Les zones sablo-graveleuses conduiront bien mieux l'eau que les zones limono-argileuses. Ces sédiments peuvent donc former des aquifères locaux. Ce type de nappe est alimenté par les eaux pluviales (alimentation qui peut être localement réduite par une imperméabilisation due aux activités urbaines), par les nappes sises dans les versants, ainsi que par la nappe du bedrock sous-jacent, le niveau piézométrique de cette dernière étant souvent légèrement supérieur à celui de la nappe alluviale. D'autre part, on peut supposer un flux entre la nappe et la rivière lorsqu'elle n'est pas canalisée par des murs imperméables.

IV.2. PHÉNOMÈNES KARSTIQUES

IV.2.1. Avant-propos

Les calcaires dévoniens et carbonifères présents dans la région de Gesves - Ohey sont, comme la plupart des formations carbonatées rencontrées en Wallonie, plus ou moins fortement karstifiés. En effet, l'intense fracturation de ces roches, liée au plissement varisque, et la forte solubilité des minéraux (carbonates) qui les constituent, permettent la formation de réseaux de pertes, de dolines et de cavités souterraines au développement parfois plurikilométrique.

Les massifs calcaires affectés par ces phénomènes karstiques présentent généralement des perméabilités de fissures assez élevées qui permettent d'y exploiter d'énormes volumes d'eau en vue d'une distribution publique. Néanmoins, ces aquifères sont d'une grande vulnérabilité face aux pollutions, quelles qu'en soient les origines. En effet, malgré le rôle de filtre joué par la mince couverture cénozoïque et quaternaire, des eaux contaminées en surface sont susceptibles d'atteindre très rapidement la nappe en empruntant les réseaux karstiques dont les pertes constituent les principaux points d'alimentation.

Les informations décrites ci-dessous proviennent de l'Atlas du Karst Wallon (De Broyer *et al.*, 2002 ; Michel *et al.*, 2011). Ce dernier reprend en détail tous les phénomènes karstiques des bassins du Bocq et du Samson.

IV.2.2. Systèmes karstiques de la région de Gesves - Ohey

Les calcaires dévoniens et carbonifères de la planche Gesves - Ohey sont le siège de nombreux phénomènes karstiques. Outre les systèmes de pertes-résurgences qui apparaissent au droit de la vallée du Samson, dans la partie centrale de la carte (Synclitorium de Dinant), on peut noter la présence de nombreuses dolines et dépressions sises dans les calcaires carbonifères de la bordure sud du Parautochtone brabançon, dans le coin nord-ouest de la carte.

Les calcaires viséens et tournaisiens fortement fissurés constituent un aquifère potentiel important, mais compartimenté au droit du Tournaisien inférieur par la présence d'horizons schisteux et calcschisteux.

Localement, des lambeaux résiduels de sables cénozoïques recouvrent les calcaires et offrent une certaine protection de la nappe vis-à-vis des pollutions de surface.

La dissolution des calcaires viséens et tournaisiens a donné naissance à des poches de dissolution de deux types et d'âges différents :

- les premières sont comblées par des schistes namuriens qui, fortement altérés, se sont transformés en argiles ;
- les secondes sont remplies de dépôts sableux et argileux cénozoïques.

Le paysage karstique de la carte peut schématiquement se subdiviser en deux grandes parties, du nord au sud :

IV.2.2.1. Le karst viséen de la région de Goyet

Dans les calcaires viséens du Parautochtone brabançon, on trouve à proximité du village de Goyet, dans la commune de Gesves, de nombreuses cavités, dont plusieurs grottes et des abris-sous-roches, quelques pertes et résurgences ainsi que des dolines. L'atlas du karst signale au total 52 sites dans cette région (Figure IV.2).

La grotte de Goyet est la plus longue cavité de la carte avec un développement qui pourrait atteindre 1500 m si on y inclut les galeries découvertes à la fin des années 1990 (Figure IV.3). Il s'agit d'une grotte touristique présentant 8 entrées avec des galeries sur deux niveaux. La partie est présente un réseau labyrinthique formé en phase noyée, la partie ouest une longue galerie aboutissant aux porches (sites AKWA 48/5-22, 23 & 24). Cette grotte est occupée par l'homme depuis le Paléolithique.

On trouve également une succession de pertes (Chantoir boueux, Pertes de Mozet) et de résurgences (exurgences du K3, de Goyet ; émergences de la Fontaine, de Goyet) sur environ deux kilomètres dans la vallée du Samson dans cette région (Figure IV.2). Ce fait semble indiquer la présence d'un réseau souterrain, qui n'a pas encore été mis en évidence par essai de traçage.

IV.2.2.2. Le karst tournaisien et viséen de Gesves

Le Samson et son affluent, le Ruisseau du Fond des Vaux, comportent des systèmes de pertes-résurgences sises dans la partie nord du Synclinorium de Dinant, aux environs du village de Gesves. L'atlas du karst dénombre 26 sites dont 8 résurgences importantes (Figure IV.4).

Les calcaires frasniens et givetiens de la région semblent nettement moins karstifiés que sur la carte voisine 47/7-8 Malonne – Nanime (Rekk et Hallet, 2007) bien que quelques phénomènes karstiques y soient signalés et qu'un écoulement souterrain ait été reconnu par traçage (Figure IV.4).

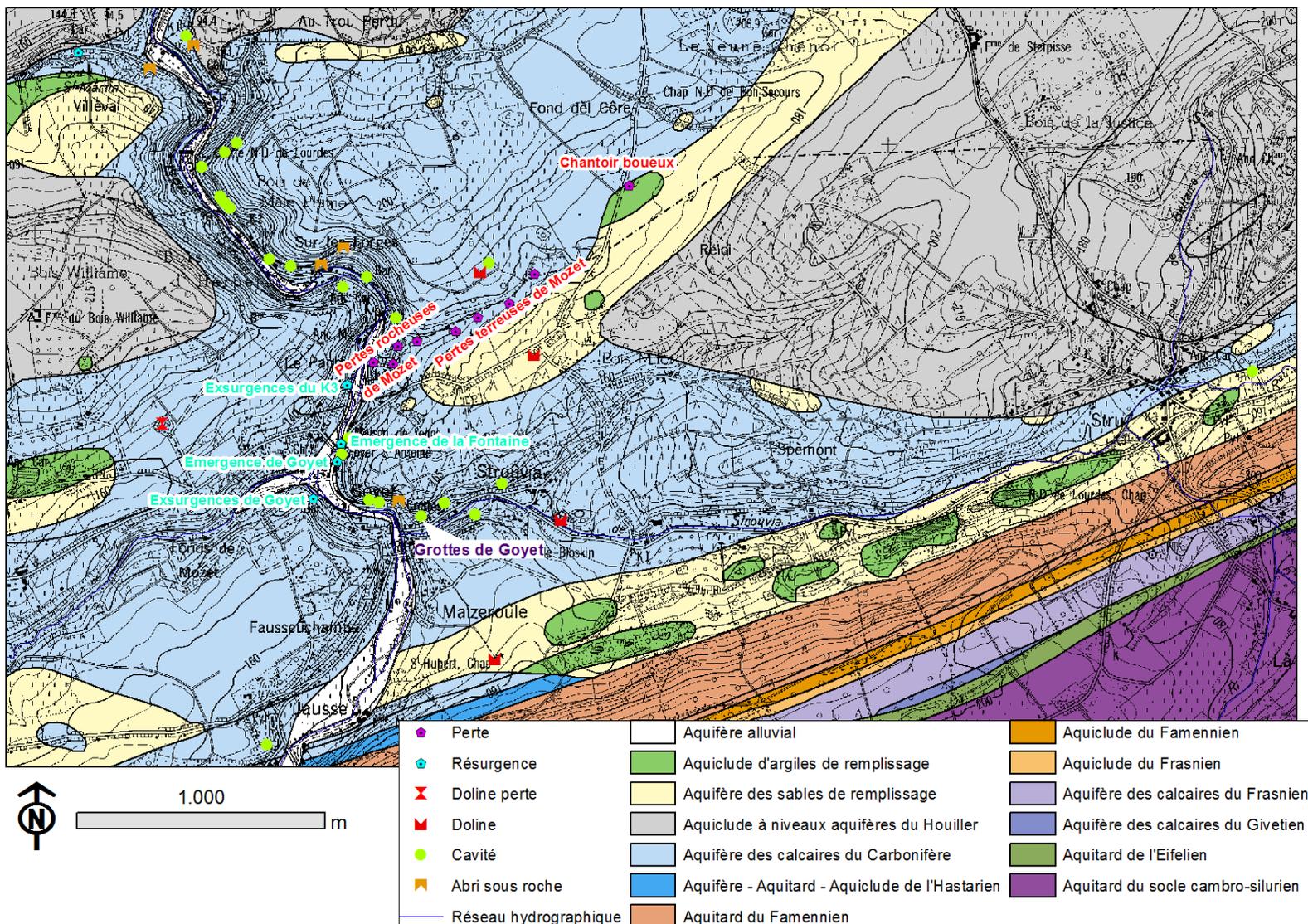


Figure IV.2 : Phénomènes karstiques répertoriés dans le Parautochtone brabançon (karst viséen de la région de Goyet)

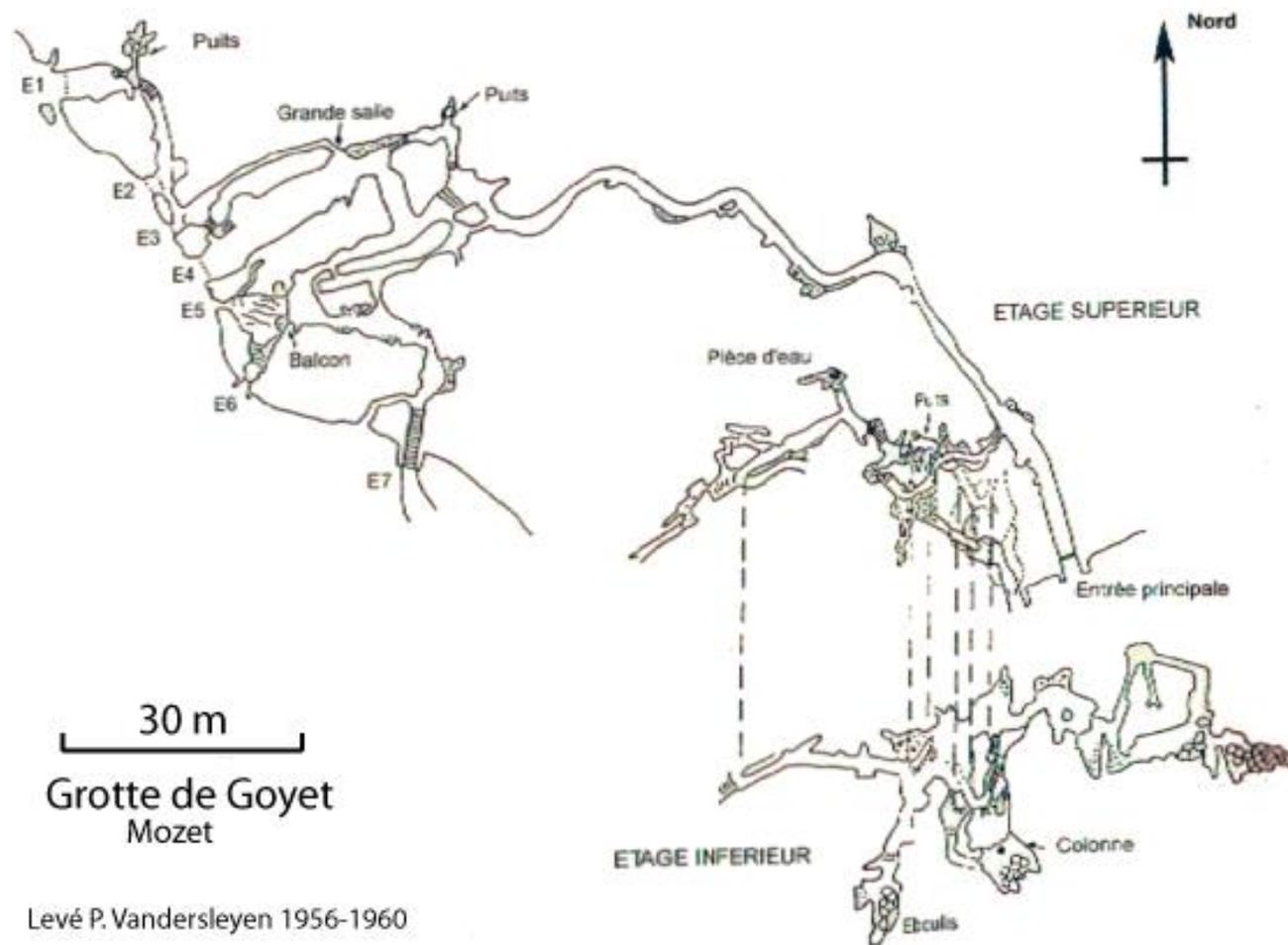


Figure IV.3 : Topographie des Grottes de Goyet

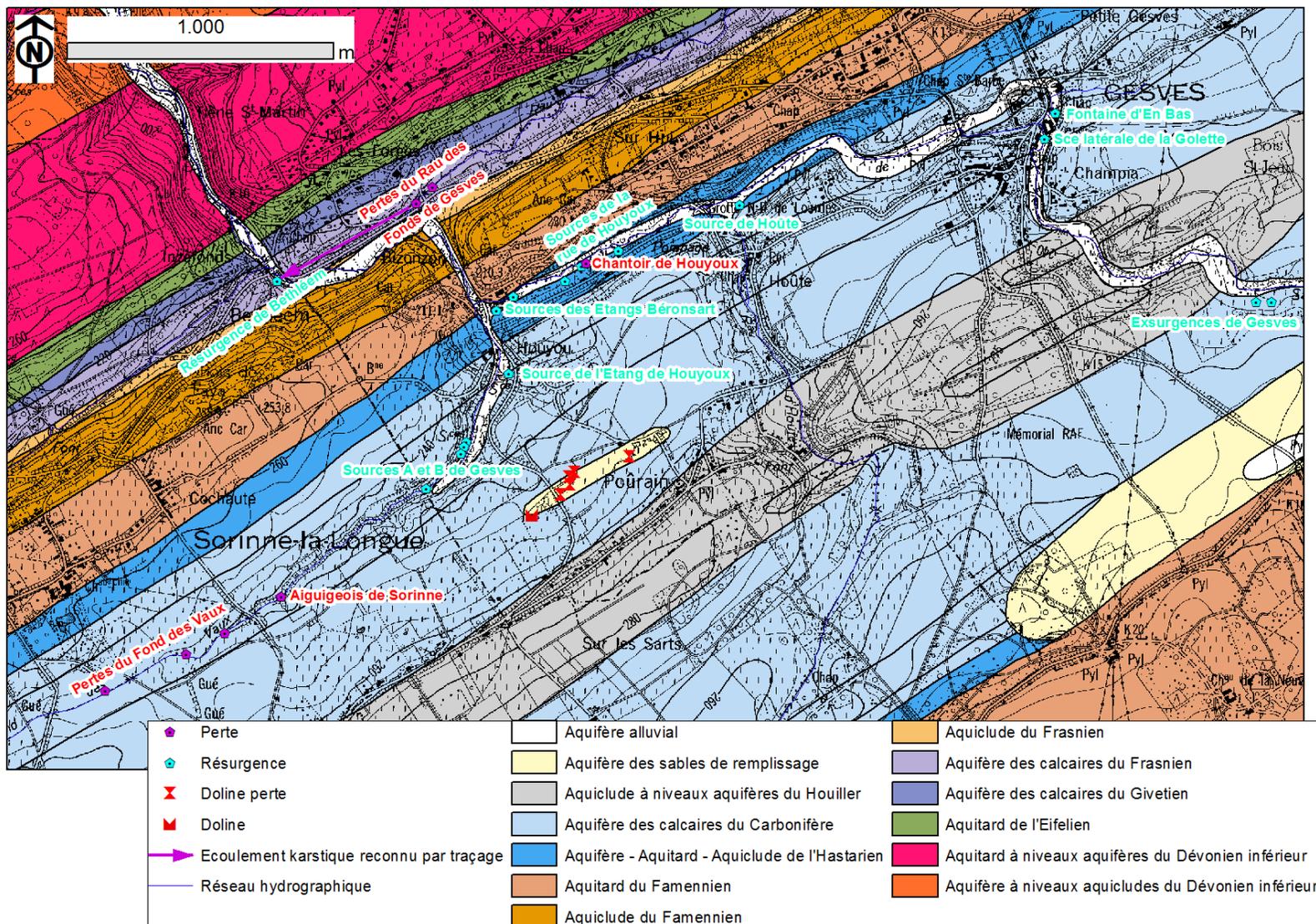


Figure IV.4 : Phénomènes karstiques répertoriés dans le Synclinorium de Dinant (karst tournaisien et viséen de Gesves)

IV.3. DESCRIPTION DE L'HYDROGÉOLOGIE RÉGIONALE

IV.3.1. Cadre général

En ce qui concerne l'hydrogéologie, la région de Gesves - Ohey peut se subdiviser en plusieurs domaines qui diffèrent d'un point de vue géographique, géomorphologique et géologique. Il s'agit, du nord au sud :

- Dans le Parautochtone brabançon :
 - des calcaires carbonifères, aux potentialités hydrogéologiques élevées, qui affleurent au droit de la vallée du Samson. A l'est et à l'ouest de la vallée, ils sont mis en charge sous les formations schisto-gréseuses du Houiller ;
 - des calcaires du Dévonien moyen et supérieur, séparés des calcaires du Carbonifère du nord par les formations schisteuses du Frasnien supérieur et du Famennien inférieur.
- Dans le Synclinorium de Dinant :
 - des formations du Dévonien inférieur. Ces formations forment un aquifère individualisé, séparé des autres entités aquifères par les shales cambro-siluriens des Ecailles de Haine-Sambre-Meuse au nord et par les schistes du Famennien-Frasnien au sud ;
 - de la succession de synclinaux dont les axes de plis sont formés de calcaires carbonifères et de plis anticlinaux formés de grès du Famennien.

IV.3.2. Évolution piézométrique des différentes unités hydrogéologiques

Les données piézométriques disponibles au droit de la carte Gesves - Ohey proviennent :

- des relevés effectués par la SWDE au droit des piézomètres forés dans le cadre de l'établissement des zones de prévention autour des captages ;
- du Service Public de Wallonie (SPW) via le réseau général de surveillance de l'état quantitatif ;
- des données des foreurs ;
- des relevés effectués par l'équipe de l'Université de Liège dans le cadre du projet Synclin'EAU (Brouyère *et al.*, 2009) ;
- des relevés effectués dans le cadre de la réalisation de cette carte.

IV.3.2.1. Les calcaires carbonifères du bord sud du Parautochtone brabançon

Les calcaires carbonifères apparaissent une première fois au nord-ouest de la carte, dans l'unité tectonique du Parautochtone brabançon. Ils ont été profondément entaillés par le Samson, qui draine la nappe logée dans les calcaires en direction de la Meuse, au nord.

Ces calcaires sont bordés au sud par les formations du Tournaisien inférieur formant une mince bande allongée SW-NE. Cet étage comprend à sa base l'aquifère indifférencié d'Hastièrre au comportement hydrogéologique contrasté. Au sein des masses calcaires s'intercalent plusieurs niveaux schisteux imperméables pouvant jouer le rôle de barrière hydrogéologique, comme la Formation de Pont d'Arcole (T1y), épaisse d'environ 10 mètres (SWDE, 1993). La Formation de Landelies (T1c) comporte également des intercalations de calcschistes qui viennent diminuer la perméabilité de l'aquifère.

Le Tournaisien inférieur est surmonté des formations calcaires du Tournaisien supérieur et du Viséen, qui ont été réunies dans une même unité aquifère. Ces calcaires obéissent à une distribution de micro-fissures (diaclasses) et de macro-fissures (failles). Ils sont fortement karstifiés : de nombreuses pertes, dolines, résurgences, grottes et cavités ont été décrites dans la vallée du Samson (voir [chapitre IV.2.2](#)). La circulation des eaux souterraines se faisant suivant ce réseau, ces formations calcaires constituent de ce fait d'excellents aquifères. Les phénomènes karstiques augmentent par ailleurs la vulnérabilité de la nappe face aux problèmes de contamination des eaux.

Les résurgences de la vallée du Samson localisent le niveau de base de la nappe. Ce tronçon du cours d'eau est donc drainant.

Quelques puits de particulier, logés dans les calcaires carbonifères, ont fait l'objet d'un relevé piézométrique. Le Puits « Bloksin 2 » ([Figure IV.6](#)) est creusé jusque 6 m de profondeur dans les calcaires viséens à une dizaine de mètres du Ruisseau de Strouvia, à 200 m à l'est du Samson. Les mesures disponibles pour ce puits concernent la période du 07/03/2006 au 18/12/2007 (voir [Figure IV.5](#)). Les niveaux mesurés sont peu profonds (moins de 6 mètres) et l'amplitude des fluctuations est très faible (environ un mètre), ce qui indique que le puits se trouve à proximité d'un exutoire de la nappe laissant supposer que le réseau hydrographique est drainant.

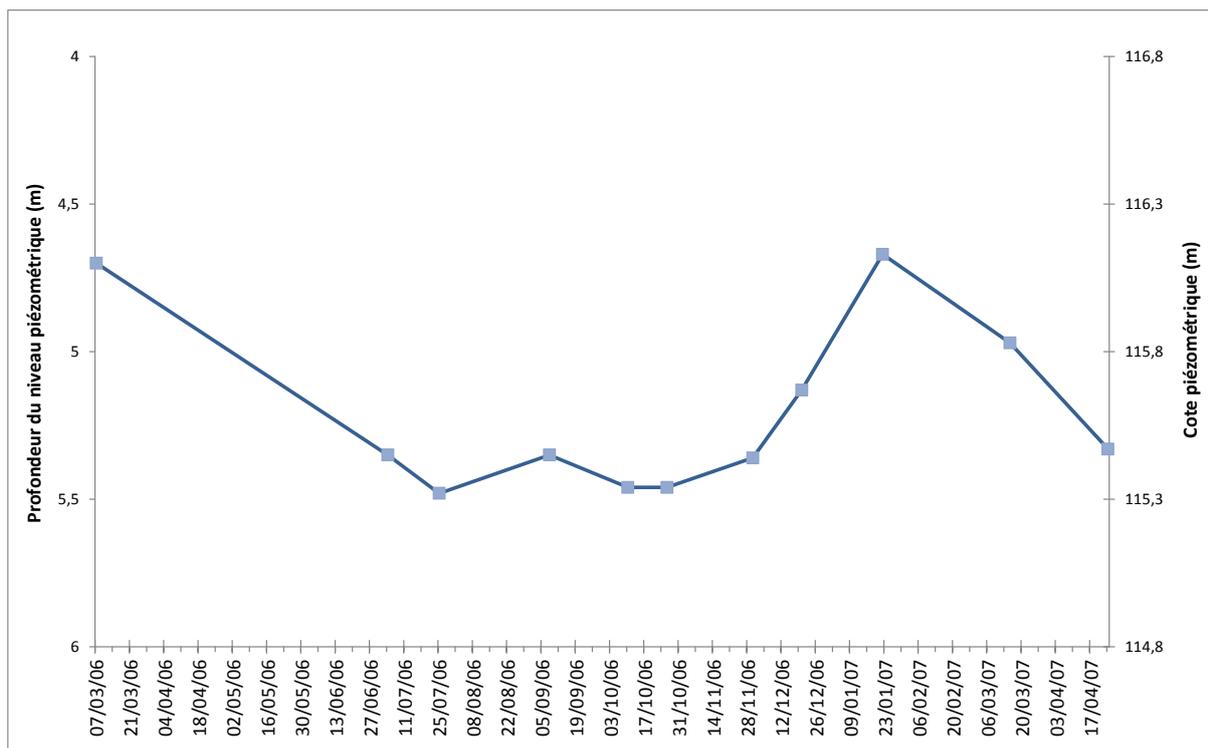


Figure IV.5 : Evolution piézométrique du puits Bloksin 2 du 07/03/2006 au 18/12/2007

A mesure que l'on s'éloigne de l'exutoire de la nappe, les cotes piézométriques s'élèvent et la profondeur des niveaux piézométriques augmente, pour autant que l'on s'élève en altitude ; comme le montrent les mesures effectuées sur le puits « Domaine d'Agim » (Figure IV.6). Celui-ci se trouve à 1 km en amont du puits « Bloksin 2 », à une vingtaine de mètres au sud du cours d'eau de Strouvia. Sa profondeur est de 10 m. Les mesures effectuées au droit de ce puits indiquent des niveaux à 9,56 m de profondeur le 07/03/06 et à 9,37 m le 04/07/06 (soit une cote topographique de 117 m environ) indiquant que le Strouvia est perché au-dessus de la nappe et donc potentiellement infiltrant.

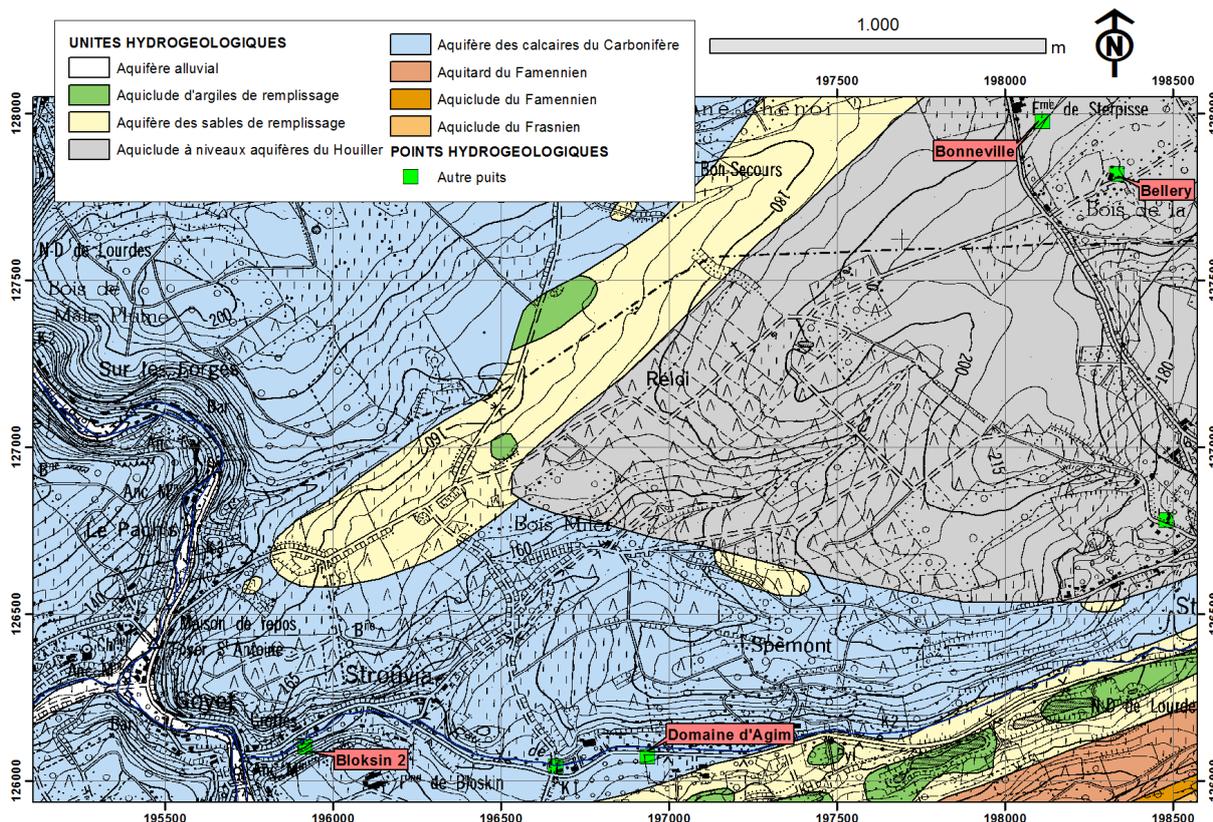


Figure IV.6 : Situation des puits « Bloksin 2 », « Domaine d'Agim », « Bonneville » et « Bellery »

A l'est et à l'ouest de l'axe de la vallée, les calcaires disparaissent sous les formations schisto-gréseuses du Houiller, beaucoup moins perméables que les calcaires. Ces formations peuvent contenir deux types de nappe : une nappe de manteau d'altération et une nappe de fissures profondes. Etant donné la faible perméabilité de ces formations, ces nappes sont de très faible capacité et permettent d'approvisionner localement les domaines agricoles et les particuliers. Deux puits (« Bonneville » et « Bellery », Figure IV.6) ont été forés au travers des schistes houillers, sur la butte en amont du Ruisseau de Sterpisse. Les forages ont rencontré les calcaires sous 81 mètres environ de schistes. Un de ces puits, le puits Bonneville (foré jusque 130 m de profondeur), a fait l'objet d'un suivi piézométrique entre mars 2006 et avril 2007. Les données sont reprises à la Figure IV.7. Les niveaux fluctuent avec une amplitude comprise entre 87,5 et 88,5 mètres de profondeur. La nappe contenue dans ces calcaires est donc libre puisqu'elle fluctue librement sous le toit de l'aquifère.

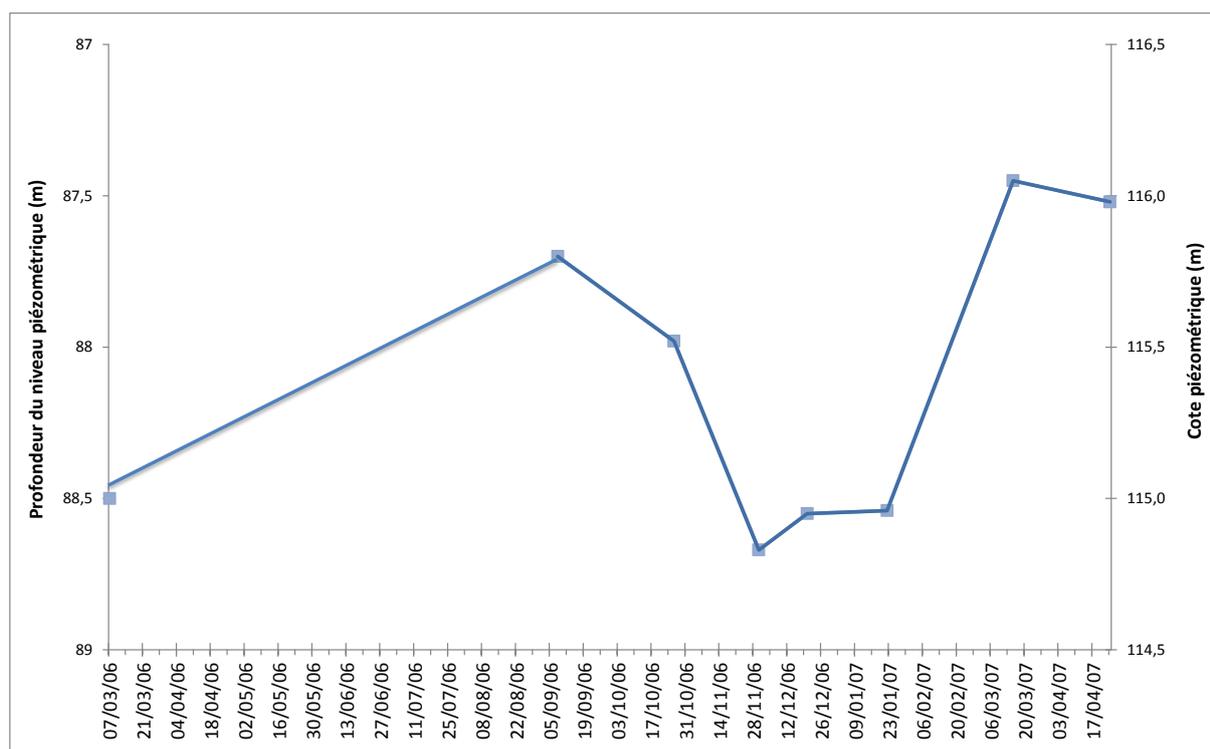


Figure IV.7 : Evolution piézométrique du puits Bonneville de mars 2006 à avril 2007

A proximité de ce puits, une mesure piézométrique a été prise le 08/03/06 sur le puits « Bellery », foré jusque 150 m de profondeur : le niveau se trouve à 101,05 m de profondeur, ce qui correspond à une cote de 115 m environ.

Ces données montrent que la nappe des calcaires du Carbonifère est drainée à la fois par le Ruisseau du Samson et par la Meuse, au nord. Cette dernière entraîne un rabattement important de la nappe des calcaires passant sous les schistes houillers au droit de la « butte de Sterpisse », lui conférant un caractère libre. En fonction des profondeurs qu'atteignent les schistes houillers, la nappe des calcaires est susceptible d'être captive à certains endroits de la vallée, là où les schistes du Houiller ont des épaisseurs importantes.

Les formations du Houiller contiennent probablement des nappes de manteau d'altération perchées, comme le montrent les niveaux de très faible profondeur (1 à 3 m en moyenne) obtenus au droit de puits creusés à faible profondeur au nord, sur la carte 48/1-2 d'Andenne-Couthuin (Lizin, 2006). Les nappes de manteau d'altération localisées sur les buttes alimentent par ruissellement, via le ruisseau de Beltaire notamment, puis par infiltration, la nappe calcaire située en contrebas.

IV.3.2.2. Le Dévonien du bord sud du Parautochtone brabançon

Les calcaires carbonifères sont bordés au sud par les formations du Dévonien supérieur et moyen. Leur pendage étant assez important (environ 70° vers le nord-ouest), ils

apparaissent sur la carte sous la forme d'une mince bande orientée SW-NE, ceinturant les terrains du Carbonifère. A mesure que l'on progresse vers le sud, se succèdent des formations de plus en plus anciennes (shales du Famennien inférieur et du Frasnien supérieur, calcaires du Frasnien et du Givetien, poudingue de la base de l'Eifelien).

Parmi ces formations, les calcaires du Frasnien et du Givetien présentent les potentialités aquifères les plus intéressantes. Ils forment un aquifère de fissures bordé au nord et au sud par des schistes peu perméables, ce qui laisse supposer un écoulement régional conforme à l'orientation des bancs. Une partie des ruissellements s'opérant sur les schistes famenniens peuvent contribuer à la recharge de la nappe des calcaires dévoniens par infiltration au niveau des limites avec les calcaires. Il n'y a par ailleurs pas de phénomènes karstiques décrits dans cette zone. La recharge de la nappe se fait donc principalement par infiltration diffuse.

La nappe est drainée via les cours d'eau qui traversent les calcaires (le Samson, le Ruisseau de Beltaire, le Ruisseau de Strouvia) en direction de la Meuse vers le nord-ouest.

Deux mesures piézométriques ont été prises dans cette entité, elles concernent deux puits de particuliers situés près d'Haltinne. Une mesure de 1,5 m a été prise le 14/02/06 dans un puits foré (puits « Haltinne 6 », Figure IV.8) dans les shales du Frasnien supérieur. Un puits creusé à 50 m du Ruisseau de Là-Bas (puits « Bounon 3 », Figure IV.8) dans les calcaires du Frasnien a donné une mesure proche de la surface, à 2,13 m de profondeur le 14/02/06 (cote de 156 m environ). Ceci indiquerait un équilibre entre le ruisseau et la nappe.

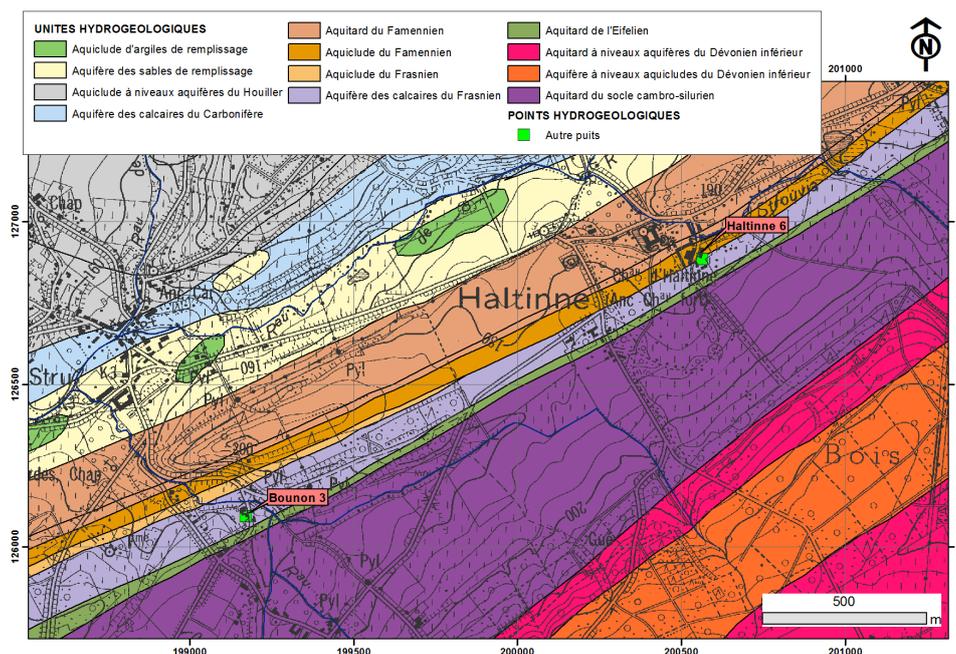


Figure IV.8 : Situation des puits « Haltinne 6 » et « Bounon 3 »

IV.3.2.3. La bordure nord du Synclinorium de Dinant

Les formations du Dévonien inférieur forment la bordure nord du Synclinorium de Dinant. Ces formations ont été charriées sur le Parautochtone brabançon par l'intermédiaire de la Faille du Midi.

On distingue les Ecailles de Haine-Sambre-Meuse au nord, en dépression par rapport aux terrains du Dévonien inférieur, au sud. Ces terrains comportent essentiellement des shales datés l'Ordovicien (Silurien inférieur d'après Stainier, 1901). La lithologie montre également la présence de bancs d'arkose et de calcschistes ce qui confère à cette unité une perméabilité intermédiaire et qui la désigne en terme d'aquitard. Ce sont des particuliers et des agriculteurs qui exploitent cette nappe, elle produit des quantités d'eau suffisantes pour un usage limité.

Les niveaux piézométriques mesurés dans des puits peu profonds situés aux environs de Faulx-les-Tombes, mettent en évidence le caractère sub-affleurant de la nappe : les niveaux piézométriques se situent généralement entre 0 et 2 mètres de profondeur. Le toit de la nappe aquifère suivant vraisemblablement la topographie.

Au sud, les terrains du Dévonien inférieur constituent une large crête boisée, étirée dans le sens SW-NE. Les terrains du Dévonien inférieur comportent deux types d'aquifères : l'aquitard à niveaux aquifères comprenant les formations à dominance silteuse, et l'aquifère à niveaux aquicludes comprenant les formations à dominance gréseuse intercalées de bancs de schistes. Ces aquifères peuvent contenir deux types de nappe : la nappe de manteau d'altération logée dans la partie altérée des roches et la nappe de fissures, logée dans la partie plus profonde, fracturée et/ou faillée des formations.

Ces formations affleurent dans le bassin hydrographique du Samson à l'ouest, celui du Hoyoux à l'est et le bassin direct de la Meuse au nord-est. Les ruisseaux, nombreux dans la région, sont généralement drainants et influencent donc la piézométrie locale. Ils matérialisent une zone où le niveau piézométrique rejoint la topographie. Le sens d'écoulement des nappes est donc imposé par le réseau hydrographique. Au nord de la ligne de crête, dans la partie ouest, les eaux souterraines s'écoulent vers le nord-ouest en direction du Samson. Au sud de la ligne de crête, elles s'écoulent en direction du Ruisseau de Gesves (affluent du Samson) vers le sud-est. Dans le bassin hydrographique du Hoyoux, la nappe d'eau souterraine s'écoule vers l'est. Le Ruisseau du Pont-Pourri draine également une partie des eaux vers le nord en direction de la Meuse.

Les données ponctuelles disponibles pour plusieurs puits, et la connaissance générale de la piézométrie dans la région permettent d'estimer une fourchette de variation du niveau piézométrique relatif : la nappe est presque subaffleurante (2-3 m de profondeur) dans les formations les moins perméables (aquitards) et peut descendre jusqu'à environ 10 m sous les crêtes topographiques dans les zones les plus aquifères. Les mesures effectuées dans les puits creusés dans la partie superficielle des formations correspondent à celles effectuées sur les puits forés plus profondément à proximité.

Au sud, les formations carbonatées du Dévonien moyen et supérieur succèdent aux formations détritiques du Dévonien inférieur. Ces calcaires sont séparés des psammites du Famennien qui les bordent au sud par les shales du Famennien, qui constituent une barrière hydrogéologique. L'écoulement dans ces aquifères calcaires se fait donc conformément à l'orientation des bancs. Les perméabilités plus élevées des aquifères calcaires permettent aux eaux souterraines d'y circuler plus efficacement que dans les unités du Paléozoïque inférieur. De ce fait, les niveaux piézométriques sont susceptibles d'y être d'avantage rabattus par le niveau de base imposé par les rivières. On peut donc présumer que la nappe y adopte un profil bas et plat. Les poudingues du sommet de la Formation de Burnot au nord forme un horizon moins perméable (aquitard) au contact duquel la nappe des grès du Dévonien inférieur se déverse de manière diffuse ou via des sources temporaires ou pérennes vers les calcaires du Givetien et du Frasnien, à travers l'aquitard de l'Eifelien.

Une mesure piézométrique a été effectuée au droit d'un puits foré de 80 m de profondeur dans les calcaires du Frasnien à Perwez (« Puits Depoorter », [Figure IV.9](#)). La nappe se trouvait à une profondeur de 24,15 m soit à la cote 205 m environ le 30/04/2007.

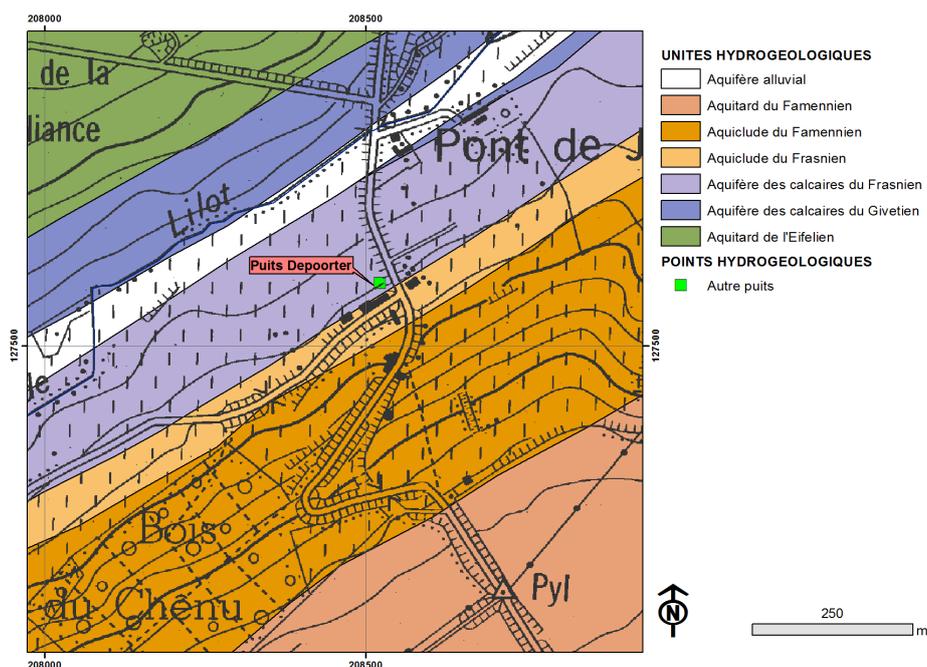


Figure IV.9 : Situation du « Puits Depoorter »

IV.3.2.4. Les calcaires carbonifères du Synclinorium de Dinant

Le Synclinorium de Dinant montre une succession d'anticlinaux dont les axes de plis incorporent des psammites du Famennien et de synclinaux dont les axes de plis renferment des calcaires viséens, parfois des schistes namuriens. Ces axes de plis sont orientés SW-NE. Les formations gréseuses du Famennien, généralement localisées sur des crêtes topographiques, constituent des nappes de manteau d'altération et de fissures profondes qui alimentent, par infiltration diffuse au droit des failles ou via les eaux de surface, les aquifères calcaires situés en contrebas ; les directions d'écoulement des eaux souterraines dans ces aquifères sont donc dépendantes de la topographie. Cette alimentation peut également transiter par les sables de l'Oligocène affleurant sur les calcaires en couches sub-horizontales et localement en poches de remplissage des structures karstiques. La nappe des calcaires est encore alimentée via les nombreuses pertes observées dans la région.

Les calcaires carbonifères comprennent les formations du Tournaisien (T1 et T2) et du Viséen (V1 et V2). Les plans de stratification, les diaclases, les nombreux plis et les failles, confèrent aux calcaires une forte perméabilité multidirectionnelle de fissures. Les calcaires viséens et tournaisiens fortement fissurés constituent un aquifère potentiel important, mais compartimentés au droit du Tournaisien inférieur par la présence d'horizons schisteux et calcschisteux (formations du Pont d'Arcole et de Landelies).

La dissolution des calcaires viséens et tournaisiens a donné naissance à des poches de dissolution de deux types et d'âges différents :

- les premières sont comblées par des schistes namuriens qui, fortement altérés, se sont transformés en argiles (synclinal de Gesves-Marchin) ;
- les secondes sont remplies de dépôts sableux et argileux d'âge tertiaire. Ces lambeaux résiduels de sables tertiaires offrent une certaine protection de la nappe des calcaires vis-à-vis des pollutions de surface.

Sur la carte, la nappe des calcaires carbonifères est libre dans la zone d'affleurement. Elle est localement captive dans la partie ouest du synclinal de Gesves-Marchin, sous le Houiller. Les nombreux ouvrages de distribution publique témoignent de ce phénomène de captivité (voir plus loin).

Des axes de fracturation NNW-SSE ont été mis en évidence par l'étude des linéaments ou par des études géophysiques (SWDE, 1993, 1998, 2002) dans ce synclinal. Deux grandes failles longitudinales figurent également sur la carte géologique de Stainier (1901), elles mettent en contact les formations schisteuses du Famennien inférieur avec les calcaires viséens et tournaisiens (Faille de Gorones et Faille de Pont de Bonne). Ces plis et failles jouent un rôle important dans l'hydrogéologie régionale puisqu'ils correspondent à des zones d'écoulement préférentiel.

Sur la carte de Gesves – Ohey, l'entité du Synclinorium de Dinant se situe au droit de trois bassins hydrographiques : le bassin du Samson à l'ouest, celui du Hoyoux à l'est et celui du Bocq au sud. Ces ruisseaux permettent au trop-plein de la nappe des calcaires carbonifères de s'écouler respectivement en direction de la Meuse au nord, du Hoyoux au nord-est et du Bocq au sud. Les circulations préférentielles se font en général suivant des axes NE-SW parallèles à la structure géologique en direction des cours d'eau qui les drainent. Les captages situés dans les calcaires sur la commune de Gesves constituent également des exutoires pour la nappe. D'une façon générale, la nappe aquifère est rencontrée à faible profondeur dans les fonds de vallées et les dépressions humides. Sur les plateaux, sa profondeur augmente fortement. En effet, les perméabilités plus élevées des aquifères calcaires permettent aux eaux souterraines d'y circuler plus efficacement que dans les grès du Famennien. De ce fait, les niveaux piézométriques sont susceptibles d'y être mieux rabattus par le niveau de base imposé par les rivières. On peut donc présumer que la nappe y adopte un profil bas et plat qui ne reflète pas l'influence de la topographie. En effet, les niveaux mesurés peuvent descendre jusque 35-40 mètres, leur profondeur dépendant principalement de leur proximité par rapport aux axes de drainage. Plus les puits sont

éloignés de l'exutoire ou d'un axe de drainage, plus les niveaux mesurés y sont bas, pour autant que la topographie augmente de manière significative.

Les données piézométriques sont nombreuses pour l'aquifère des calcaires carbonifères et les formations gréseuses du Famennien. Elles consistent, d'une part, en des mesures ponctuelles réalisées en 2006 et en 2007 dans des puits de particulier, et d'autre part, en données historiques relevées pour les piézomètres implantés à proximité des zones de captage de la SWDE.

Les caractéristiques hydrogéologiques de cette entité seront discutées selon les trois bassins hydrographiques auxquels elle appartient.

Le bassin du Samson

Le bassin hydrographique du Samson englobe la partie ouest des synclinaux de Gesves-Marchin et d'Evelette. Le Samson s'écoule selon une direction globalement SE-NW pour rejoindre la Meuse aux environs de Namèche. Le cours d'eau suit un trajet parallèle aux structures dans les formations moins résistantes du Tournaisien inférieur et change de direction à la faveur de fractures présentes dans les calcaires pour traverser transversalement ces deux synclinaux ([Figure IV.10](#)).

A leur entrée dans le synclinal de Gesves, le Samson et ses affluents (ruisseau de Houte, ruisseau du Fond des Vaux..) sont généralement infiltrants sur une partie de leur tronçon. Les sources et exurgences de Gesves (voir [chapitre IV.2](#)) situées dans le lit du Samson, évacuent le trop-plein des eaux contenues dans les calcaires viséens et tournaisiens. Elles matérialisent un niveau d'équilibre avec la nappe.

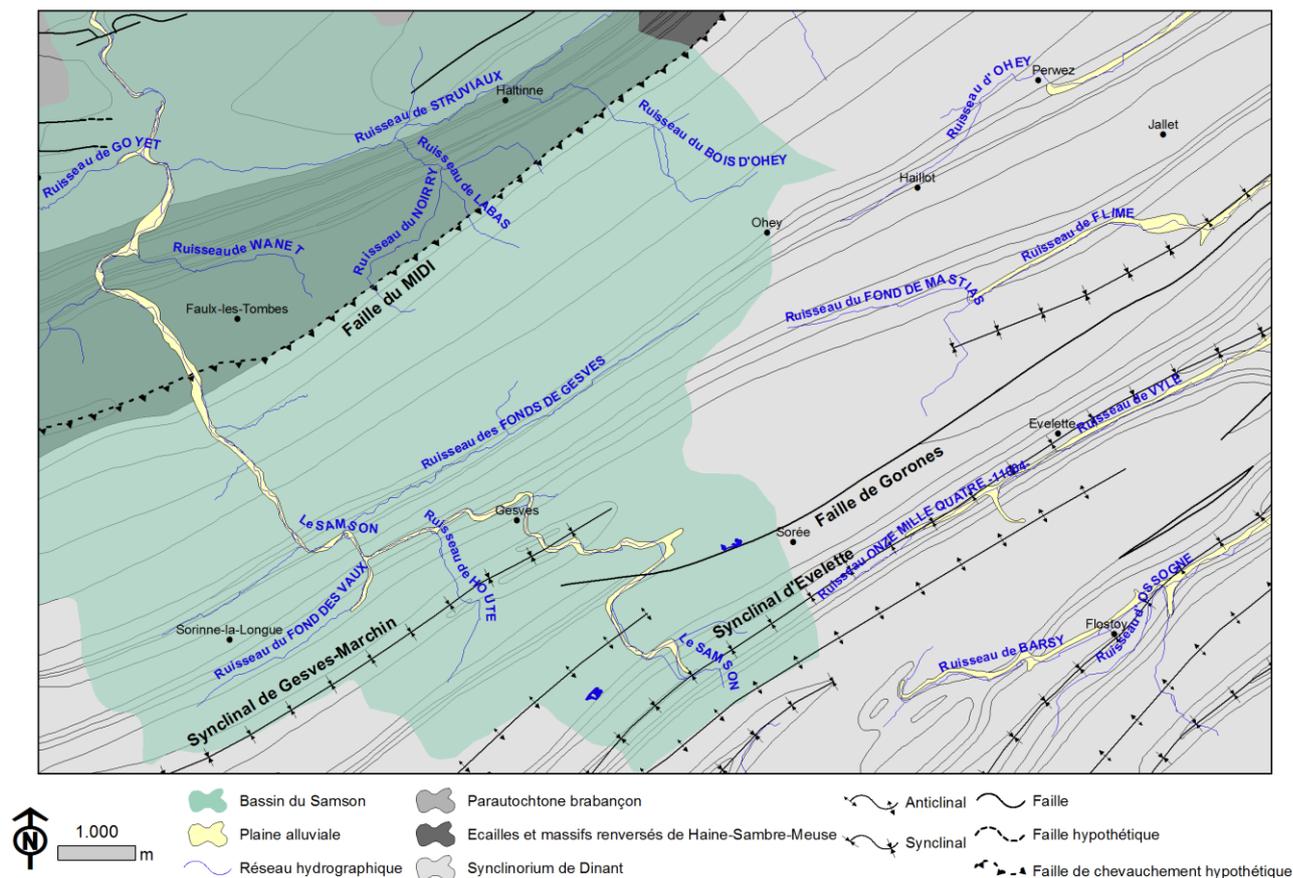


Figure IV.10 : Situation du bassin du Samson sur la carte structurale

La SWDE possède plusieurs captages localisés à l'ouest de Gesves dans le synclinal de Gesves-Marchin. Les mesures piézométriques réalisées au droit des piézomètres forés à proximité de ces captages ont permis de préciser le comportement de la nappe dans le synclinal, en rive gauche du Samson.

Dans la partie sud du synclinal, cinq piézomètres ont été forés autour du puits de pompage « Campagne » à proximité du Ruisseau d'Hoûte (ces ouvrages sont localisés sur la [Figure IV.11](#)). Ces piézomètres ont fait l'objet d'un relevé piézométrique, excepté pour le « PZ1 » qui n'a jamais atteint la nappe aquifère : il a été foré à travers une poche de remplissage karstique non aquifère de 63 m de profondeur, et a été rebouché. Ce karst est fort étendu et passe à quelques mètres sous le ruisseau au niveau du « PZ3 » et du « PZ4 ». Les quelques mètres de calcaires fissurés séparant le ruisseau du système karstique sont propices à l'établissement de pertes mettant en communication les eaux de surface avec les eaux souterraines. Ces quelques pertes (non cartographiées par l'atlas du karst) assèchent des tronçons du Ruisseau d'Hoûte et du ruisseau non classé s'écoulant à une cinquantaine de mètres de la prise d'eau. En aval, au niveau du « PZ2 », à la réunion des deux ruisseaux, le cours d'eau devient drainant.

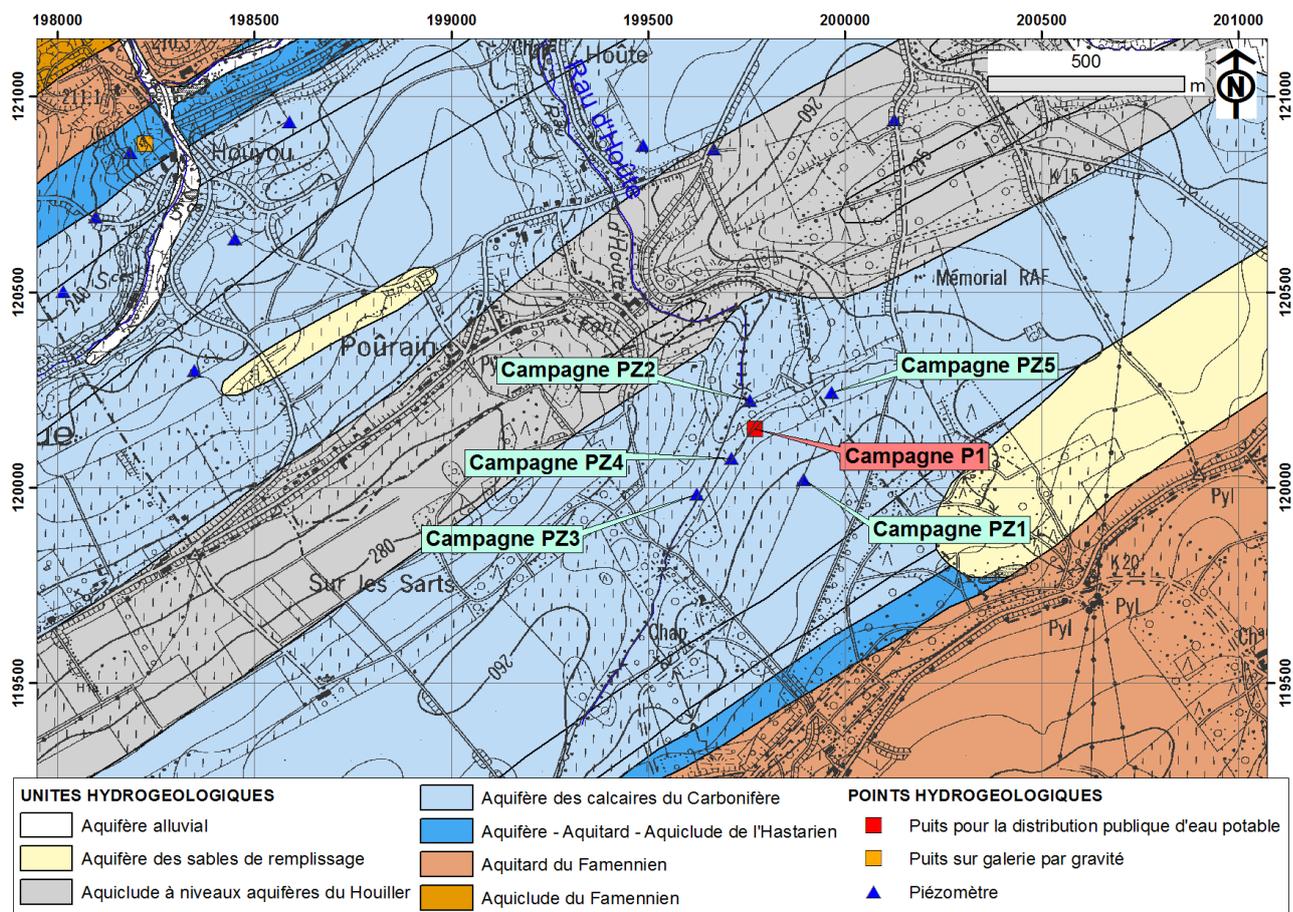


Figure IV.11 : Localisation des piézomètres de la SWDE autour de la prise d'eau « Campagne P1 »

En condition d'équilibre, le niveau piézométrique au droit du puits Campagne P1 atteint une profondeur de 13,3 m, soit la cote de 241 m (le 08/02/83). La prise d'eau de Campagne pompe environ 600 000 m³ d'eau par an (631 366 m³ pour 2012), ce qui modifie les conditions naturelles d'écoulement, puisqu'il crée une zone d'appel (écoulement radial convergent vers le captage), appelée cône de rabattement. Les niveaux sont donc rabattus à proximité du captage, comme le montrent les mesures effectuées au droit des piézomètres « PZ2 » à « PZ5 » (voir [Figure IV.12](#) à [Figure IV.15](#)). La profondeur des ouvrages est de 54 m pour le « PZ2 », 60 m pour le « PZ3 », 51 m pour le « PZ4 » et de 54 m pour le « PZ5 ».

Le « PZ2 » est le piézomètre situé le plus à l'aval. Les niveaux mesurés au droit du puits ([Figure IV.12](#)) fluctuent généralement entre 0 et 2 mètres de profondeur. L'étude des débits mensuels prélevés au captage, des débits du ruisseau et des apports en eau utile (qui alimentent la nappe) permettrait d'expliquer les niveaux plus profonds observés en 1996.

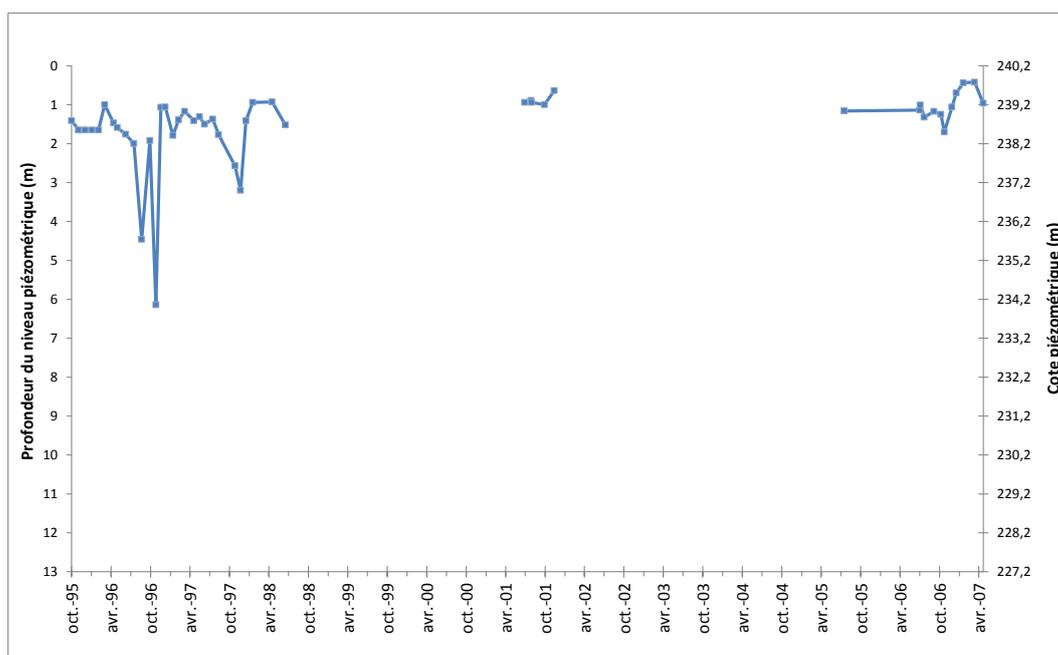


Figure IV.12 : Evolution piézométrique du piézomètre « Campagne PZ2 » de 1995 à 2007

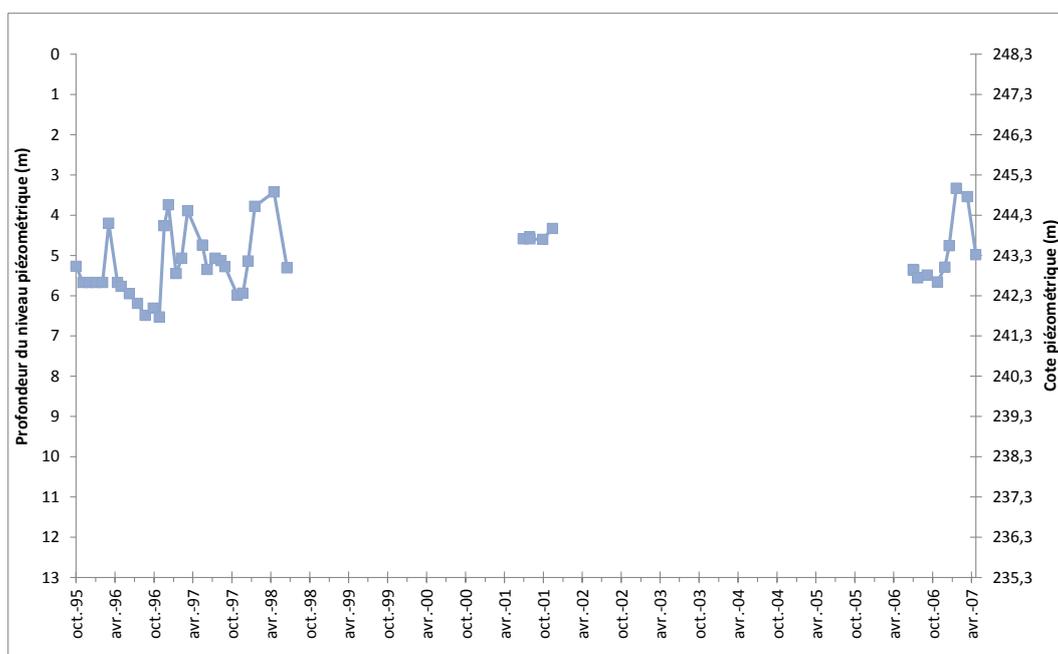


Figure IV.13 : Evolution piézométrique du piézomètre « Campagne PZ3 » de 1995 à 2007

Au droit des piézomètres « PZ3 », « PZ4 » et « PZ5 », les fluctuations saisonnières sont mieux marquées. Les périodes de hautes eaux se situent généralement aux environs des mois de janvier à mars ; et les périodes de basses eaux aux environs d'octobre-novembre. Ces cycles apparaissent également au niveau du « PZ2 » mais l'amplitude des fluctuations y est beaucoup moins marquée puisque l'ouvrage se situe à proximité d'un axe de drainage (le Ruisseau d'Hoûte). Au droit du « PZ3 », les niveaux fluctuent entre 3 et 7 mètres de profondeur, soit entre les cotes 241 et 245 m environ (Figure IV.13). Au nord, les cotes piézométriques relevées au droit du « PZ4 » descendent entre 240 et 242,5 m (Figure

IV.14). Les cotes piézométriques relevées au droit du « PZ5 » fluctuent dans une même fourche : entre 240 et 243 m, soit entre 7 et 11 mètres de profondeur (Figure IV.15).

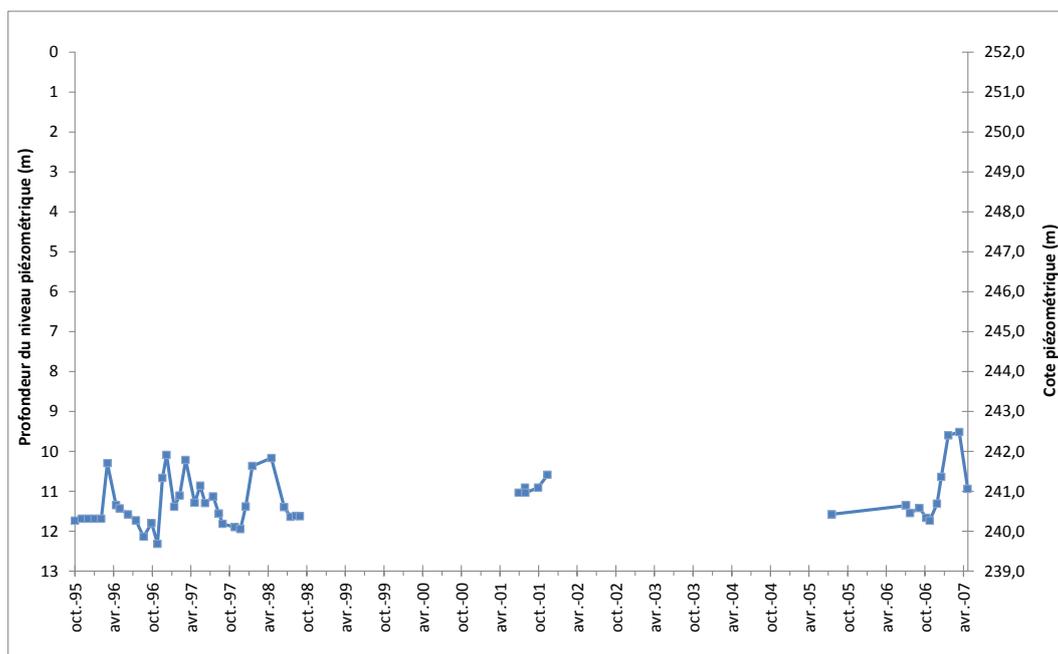


Figure IV.14 : Evolution piézométrique du piézomètre « Campagne PZ4 » de 1995 à 2007

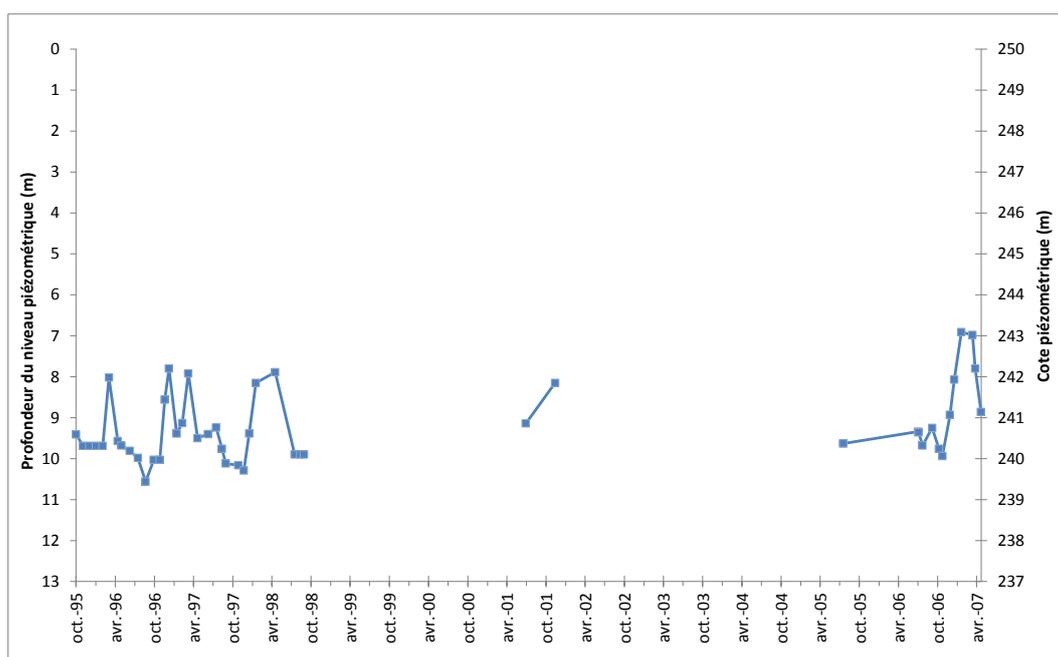


Figure IV.15 : Evolution piézométrique du piézomètre « Campagne PZ5 » de 1995 à 2007

La SWDE possède également des prises d'eau situées dans le flanc nord du synclinal de Gesves-Marchin : deux galeries (« Houyoux G1 » et « Houte Carrière C1 ») ainsi qu'une source à l'émergence (« Houte E1 »). Les captages « Houte E1 » et « Houyoux G1 » sont implantés respectivement dans les calcaires de Landelies et dans les calcaires d'Hastièrre. Ils mettent à contribution les calcaires carbonifères. La source d'Houte représente un

débordement de la nappe du Tournaisien supérieur-Viséen au contact avec les schistes du Pont d'Arcole. La prise d'eau de la carrière Houte C1 exploite la nappe aquifère des grès du Famennien (psammites et schistes d'Evieux) dans une ancienne carrière souterraine.

Dix puits de reconnaissance (« PR3 » à « PR12 ») ont été forés à proximité de ces prises d'eau dans le cadre de l'établissement des zones de prévention. Deux piézomètres, « PZ1 » et « PR1 » avaient été forés préalablement à l'étude en 1980. La localisation de ces puits se trouve à la **Figure IV.16**. D'après les essais de traçage réalisés (SWDE, 2000b, voir **chapitre IV.2**), dans ce massif calcaire, la nappe s'écoule depuis les hauteurs entourant le site de Gesves vers la vallée du Samson avec un gradient de l'ordre de 4%. Cette nappe est isolée du reste du Tournaisien inférieur par la présence des schistes du Pont d'Arcole, ce qui implique que le Tournaisien inférieur a un comportement hydrogéologique différent du reste du massif. Le niveau de la nappe y est peu profond.

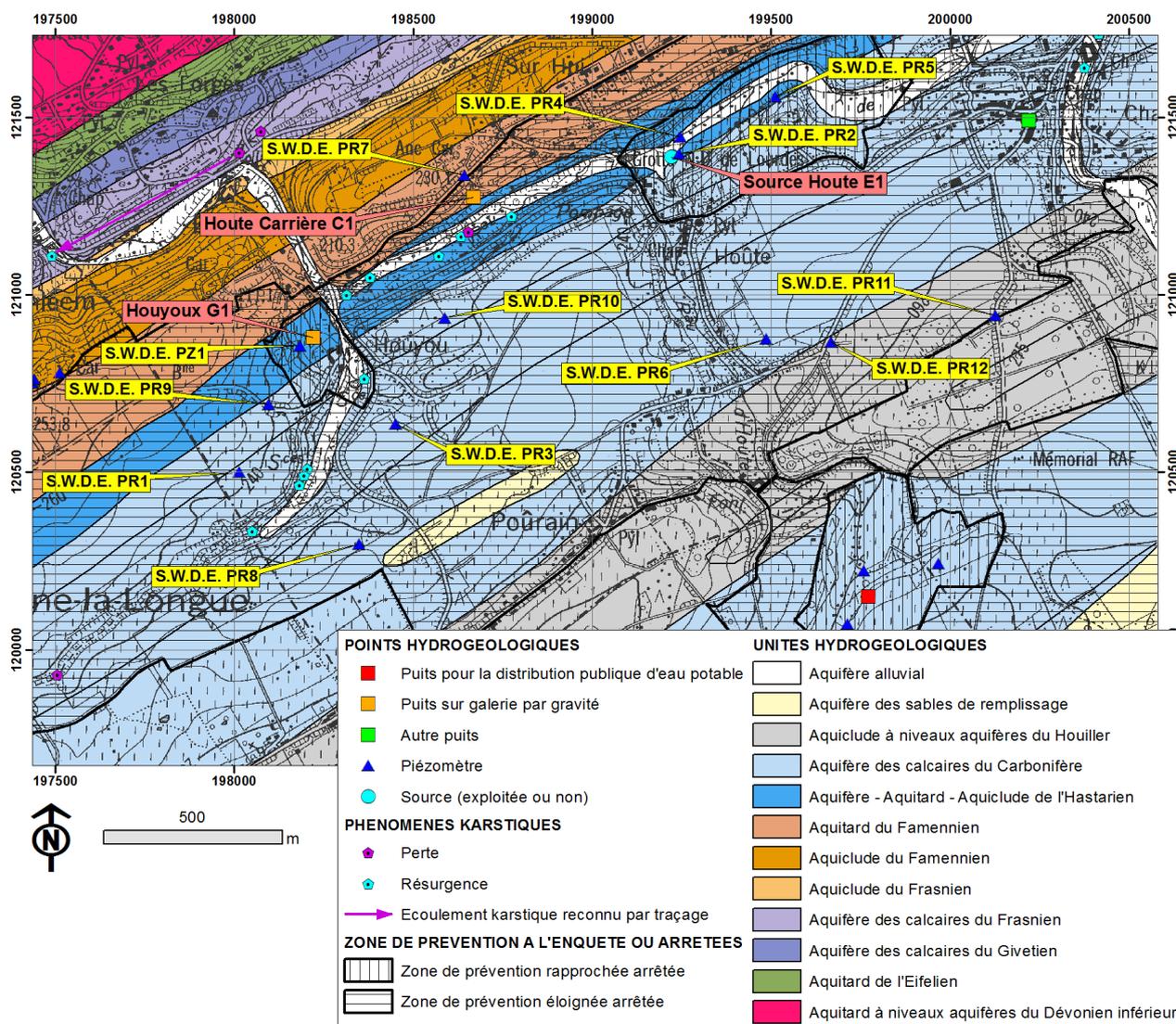


Figure IV.16 : Localisation des captages et des piézomètres de la SWDE aux environs de Gesves

Les mesures piézométriques effectuées au droit des ouvrages de la SWDE nous permettent de connaître avec précision l'allure de la nappe des calcaires carbonifères entre Sorinne-la-Longue (à l'ouest) et Gesves (à l'est). Les figures suivantes reprennent l'évolution des niveaux piézométriques mesurés au droit des ouvrages. En général, l'amplitude des variations piézométriques annuelles est faible (avec un maximum de 6 mètres pour le « PR3 » et le « PR10 »), elle augmente avec la distance entre l'ouvrage et l'exutoire de la nappe. Des périodes de basses eaux situées vers la fin de l'automne (octobre-novembre) et des périodes de hautes eaux entre janvier et mars ont été mises en évidence entre 2000 et 2007.

D'après les cotes piézométriques mesurées, l'écoulement se ferait vers le nord-ouest dans cette partie du synclinal : le trop-plein de la nappe s'évacue vers le Samson via les nombreuses sources et résurgences.

Le « PR4 » est implanté dans la Formation d'Hastière, qui est séparée du reste du massif calcaire par les schistes du Pont d'Arcole. L'aquifère du Tournaisien inférieur a donc de ce fait un comportement hydrogéologique différent du reste de l'étage. Le piézomètre a été foré jusque 40 m de profondeur à quelques mètres du Samson. Sur la [Figure IV.17](#), les niveaux fluctuent très peu (variation de maximum 1 m : pas de cycle basses eaux / hautes eaux) : la nappe reste presque constamment à une profondeur de 8 mètres au droit du puits.

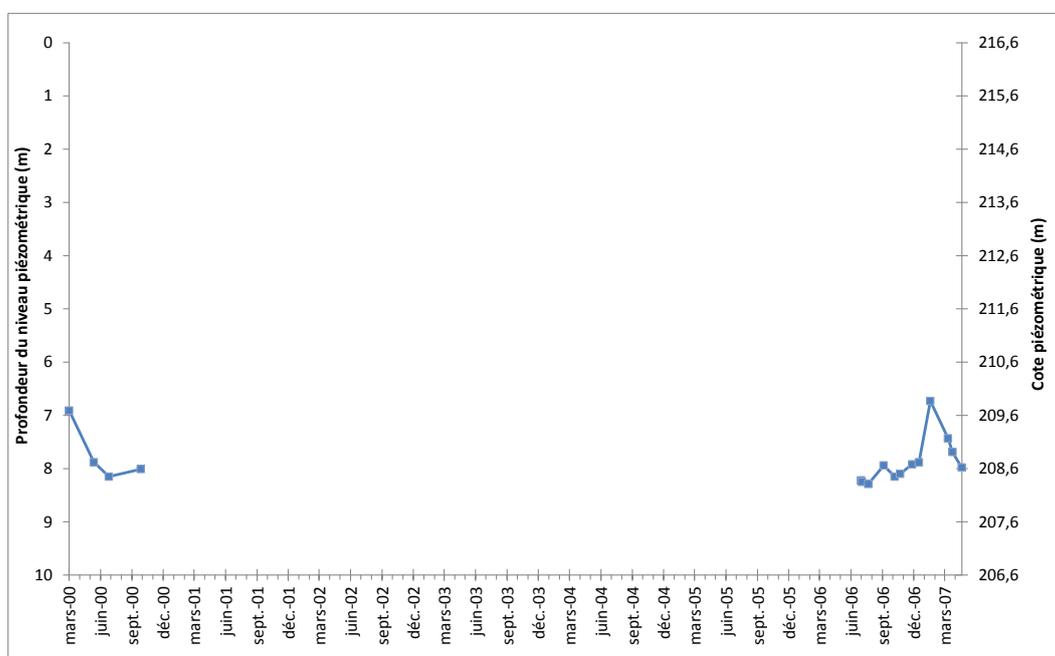


Figure IV.17 : Evolution piézométrique du piézomètre « PR4 » de la SWDE de 2000 à 2007

A l'est, le « PZ1 » traverse les calcaires d'Hastière à moins de 40 mètres de la galerie « Houyoux G1 » et à 100 m environ du Ruisseau du Fond des Vaux. La seule mesure

existante pour le « PR1 », profond de 100 m, date du 28/08/1980. Elle est de 23 mètres de profondeur et correspond à une cote approximative de 222 mètres.

Les piézomètres de reconnaissance « PR2 » et « PR5 », d'une profondeur de 40 m, sont implantés dans les calcaires et les calcschistes de Landelies. Le « PR2 » se situe à moins de trente mètres de l'émergence de « Houte E1 », tandis que le « PR5 » se trouve à 50 mètres du Samson. Ces deux puits ont enregistré des niveaux proches de la surface, à moins de 6 mètres de profondeur entre mai 2000 et décembre 2007 (Figure IV.18 pour le « PR2 » et Figure IV.19 pour le « PR5 »). Ils montrent la même cyclicité avec des périodes de hautes eaux situées entre les mois de janvier et de mars. Les hauteurs piézométriques indiquent une direction d'écoulement des eaux souterraines dans la formation de Landelies depuis le « PR5 » à l'est et le « PR2 » à l'ouest.

Le « PR2 » est également utilisé comme puits de réserve. Son débit maximal est de 15 m³/h.

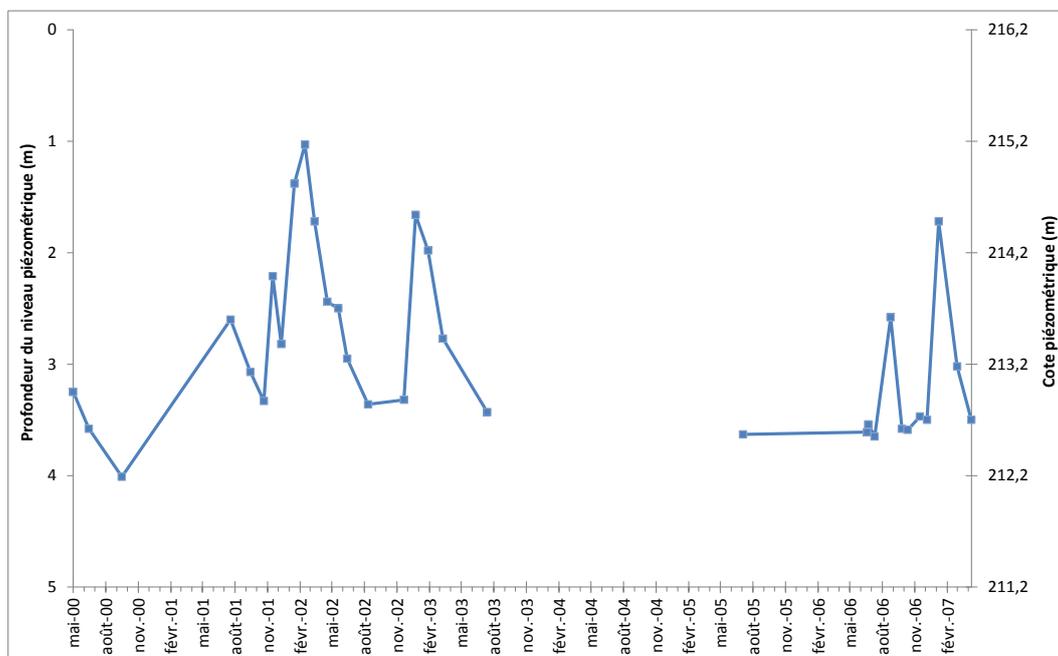


Figure IV.18 : Evolution Piézométrique du piézomètre « PR2 » de la SWDE de 2000 à 2007

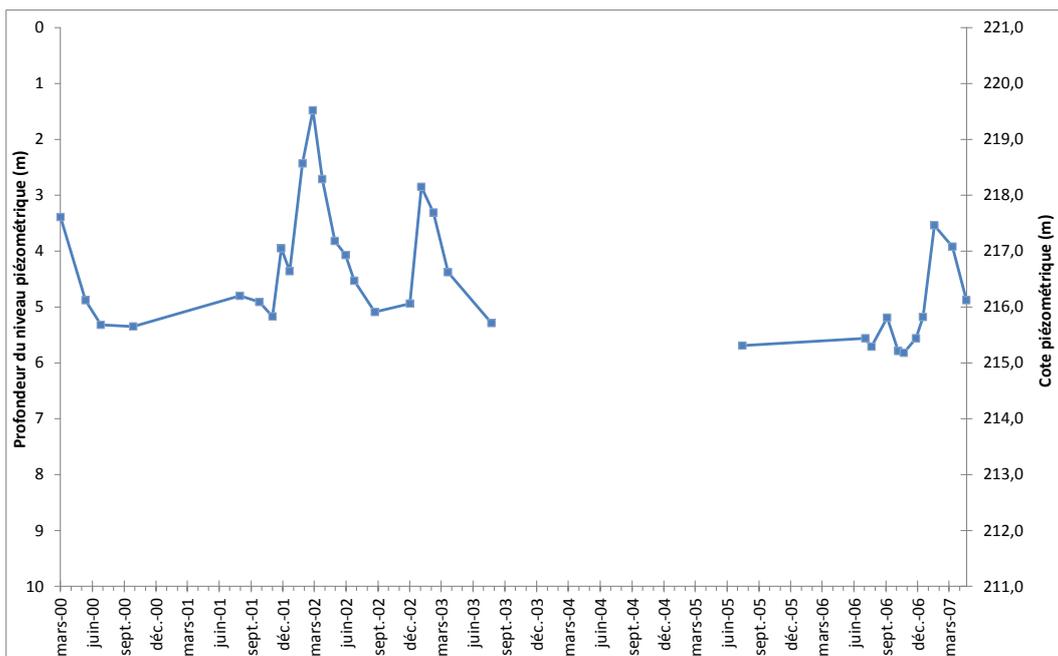


Figure IV.19 : Evolution Piézométrique du piézomètre « PR5 » de la SWDE de 2000 à 2007

Le piézomètre de reconnaissance « PR3 » recoupe la grande dolomie avec intercalation de calcaire et de brèches (Assise de Dinant) jusque 52 mètres de profondeur. Il est situé à 150 mètres d’une résurgence dans le lit du Ruisseau du Fond des Vaux. Le « PR3 » se situe beaucoup plus loin d’un exutoire de la nappe que le « PR2 » : les niveaux enregistrés sont beaucoup plus profonds (entre 18,5 et 25 mètres de profondeur, Figure IV.20). L’amplitude des variations se marque également plus fortement (jusqu’à 6 mètres).

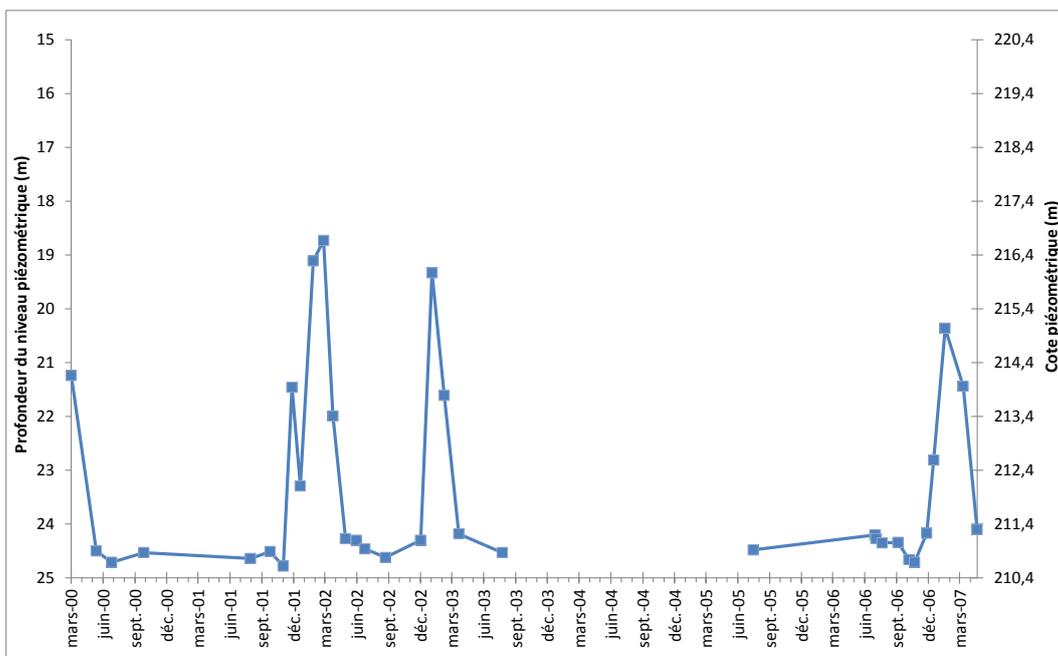


Figure IV.20 : Evolution Piézométrique du piézomètre « PR3 » de la SWDE de 2000 à 2007

Le piézomètre de reconnaissance « PR6 » est foré à 130 mètres environ du Ruisseau d'Houte où il atteint la Grande Brèche du Viséen jusque 45 m de profondeur, il fait l'objet de mesures automatisées depuis 2010 via le réseau général de surveillance de l'état quantitatif de la Direction des Eaux Souterraines (<http://piezo.environnement.wallonie.be/>). Les niveaux mesurés au droit du puits descendent entre 18 et 23 mètres de profondeur, soit entre la cote 224 et 229 m (Figure IV.21). Bien que les cycles saisonniers se marquent très bien (sécheresse de 2011), on constate que la nappe peut réagir rapidement aux précipitations.

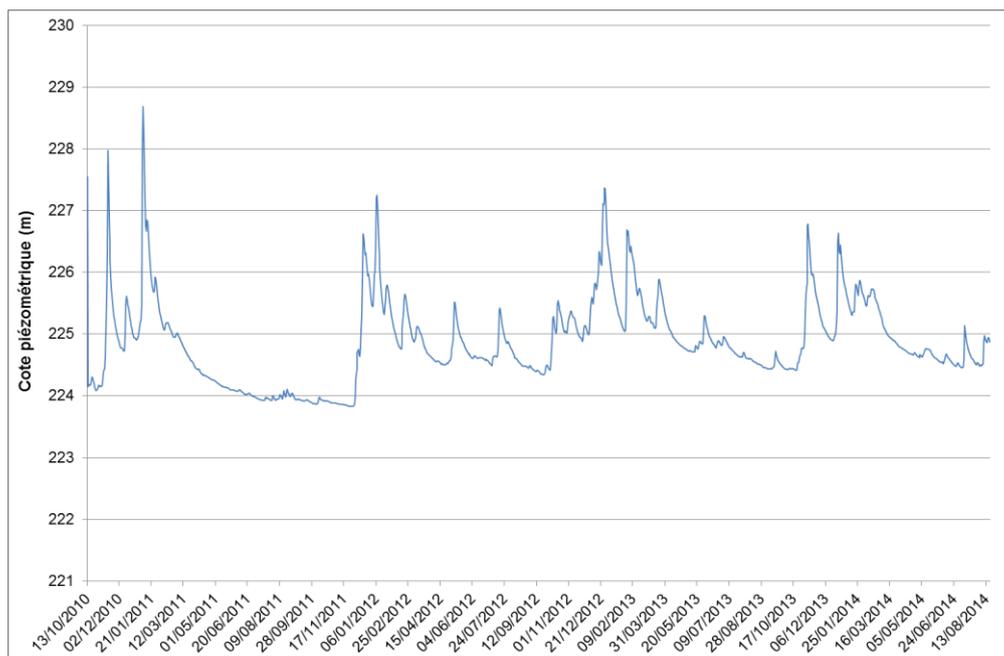


Figure IV.21 : Evolution Piézométrique du piézomètre « PR6 » de la SWDE de 2010 à 2014

Le piézomètre de reconnaissance « PR7 » est implanté sur une hauteur topographique (248 m). Il a été foré jusque 42 m de profondeur dans les psammites et schistes d'Evieux. Les niveaux mesurés au droit du piézomètre descendent assez profondément (jusque 30 mètres) et restent stables autour de la cote 219 m entre juin 2000 et avril 2007 (Figure IV.22).

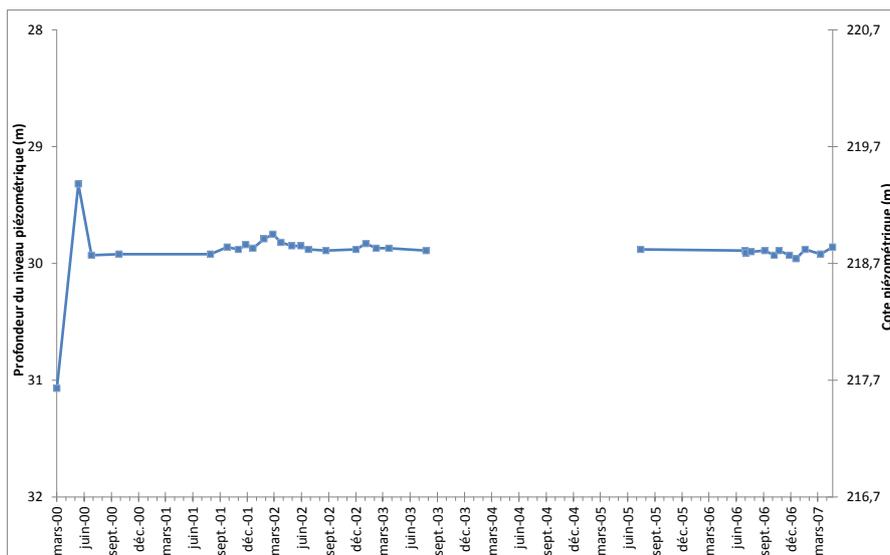


Figure IV.22 : Evolution Piézométrique du piézomètre « PR7 » de la SWDE de 2000 à 2007

Le piézomètre de reconnaissance « PR8 » se trouve à plus de 200 mètres du Ruisseau du Fond des Vaux. Il est foré dans la Grande Brèche du Viséen jusque 51 m de profondeur. Les niveaux mesurés fluctuent aux alentours de la cote 224 m soit une profondeur de 20 m au droit du puits (Figure IV.23).

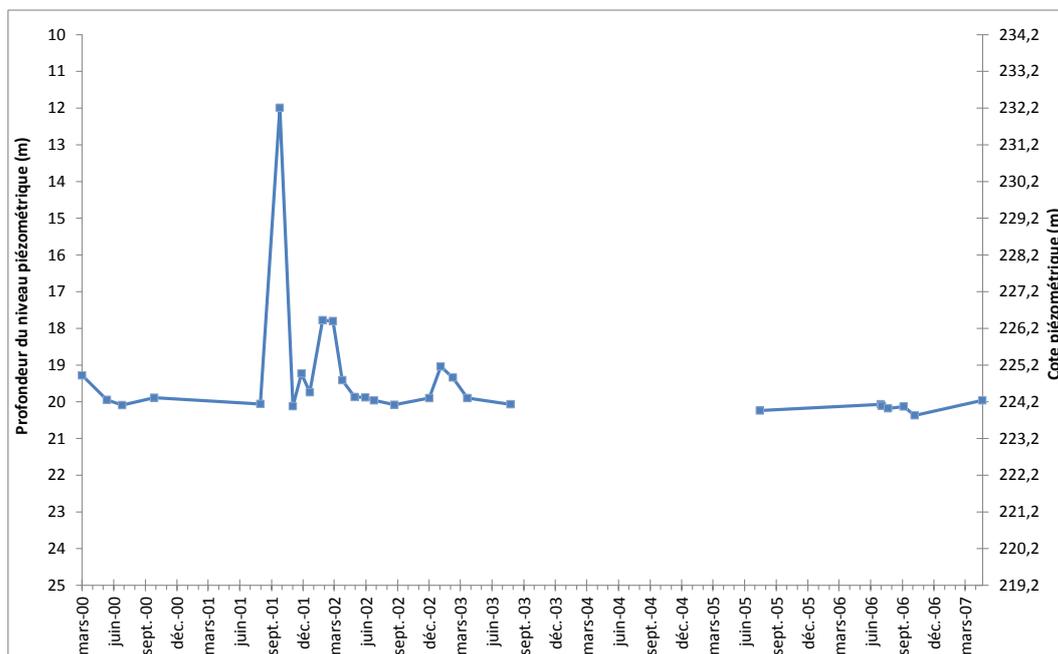


Figure IV.23 : Evolution Piézométrique du piézomètre « PR8 » de la SWDE de 2000 à 2007

Le piézomètre de reconnaissance « PR9 » recoupe les calcaires dolomités de Landelies jusqu'à une profondeur de 60 m. Il est situé à 150 mètres environ du Ruisseau du Fond des Vaux. Les niveaux mesurés fluctuent entre 25 et 28,5 m de profondeur soit entre les cotes 216 et 212,5 m (Figure IV.24).

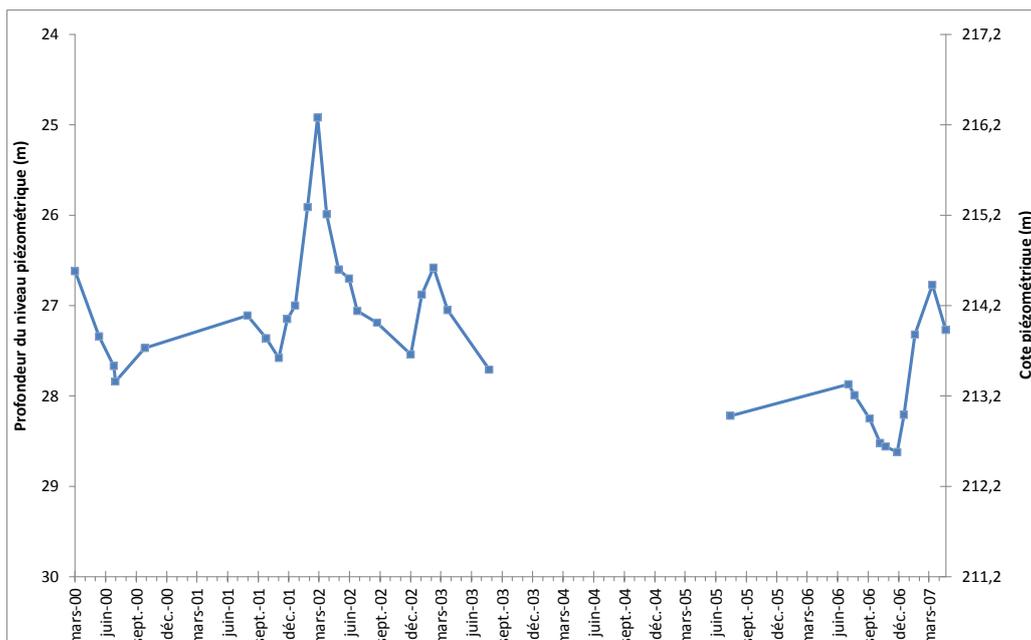


Figure IV.24 : Evolution Piézométrique du piézomètre « PR9 » de la SWDE de 2000 à 2007

Le piézomètre de reconnaissance « PR10 » est implanté jusque 52 m de profondeur dans les calcaires du Tournaisien supérieur, à 280 mètres environ du Ruisseau du Fond des Vaux. Les niveaux piézométriques varient entre 31 et 33 m de profondeur (soit entre les cotes 206 et 208 m), avec un pic à 27 m de profondeur le 28/07/2003 (Figure IV.25).

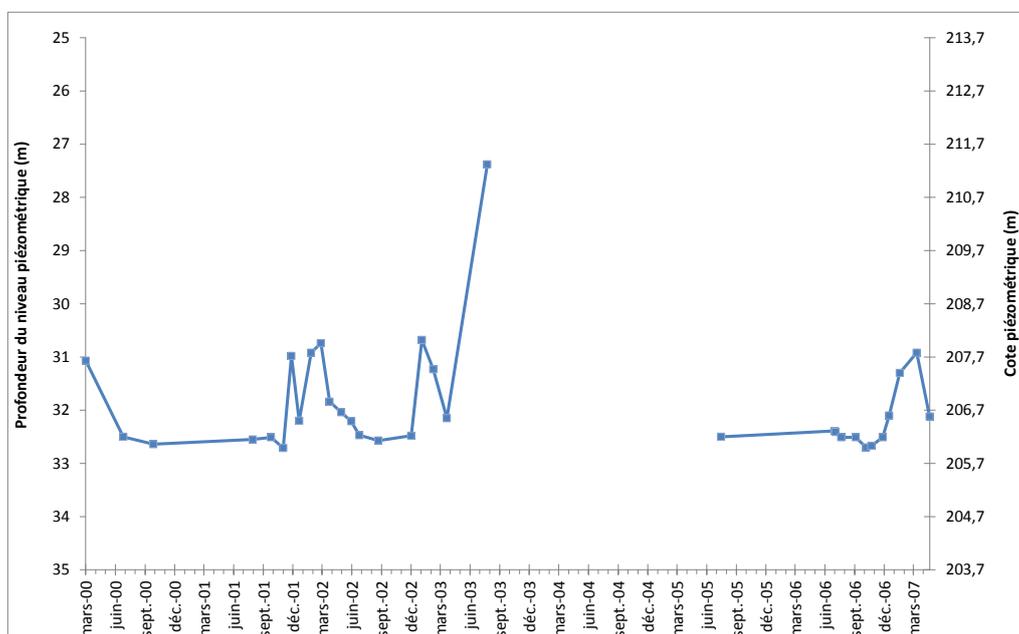


Figure IV.25 : Evolution Piézométrique du piézomètre « PR10 » de la SWDE de 2000 à 2007

Au niveau de Gesves, le synclinal de Gesves-Marchin s'ennoye vers l'ouest, c'est pourquoi apparaissent en son centre, les phanites et les schistes sans houille de la base du Houiller entre Gesves et Mière. Sur la carte géologique, la largeur d'affleurement du Houiller varie de 360 à 530 mètres. Cette crête d'altitude maximale de 280 m, est entaillée par le ruisseau

d'Hoûte, qui laisse affleurer les formations schisto-gréseuses du Houiller à la cote 245 m. La profondeur des terrains houillers surmontant ces calcaires peut atteindre plus d'une cinquantaine de mètres.

Situés au droit de cette crête, le « PR11 » et le « PR12 » (voir [Figure IV.16](#), p.52), profonds respectivement de 145 et 81,4 m, ont rencontré les calcaires viséens sous 50m de grès et schistes houillers. Les niveaux hydrostatiques s'équilibrant au-dessus du toit de l'aquifère des calcaires (voir [Figure IV.26](#) et [Figure IV.27](#)), la nappe des calcaires carbonifères est donc captive à cet endroit. Les mesures piézométriques effectuées dans ces deux puits sont trop espacées pour pouvoir mettre en évidence un cycle de hautes eaux – basses eaux.

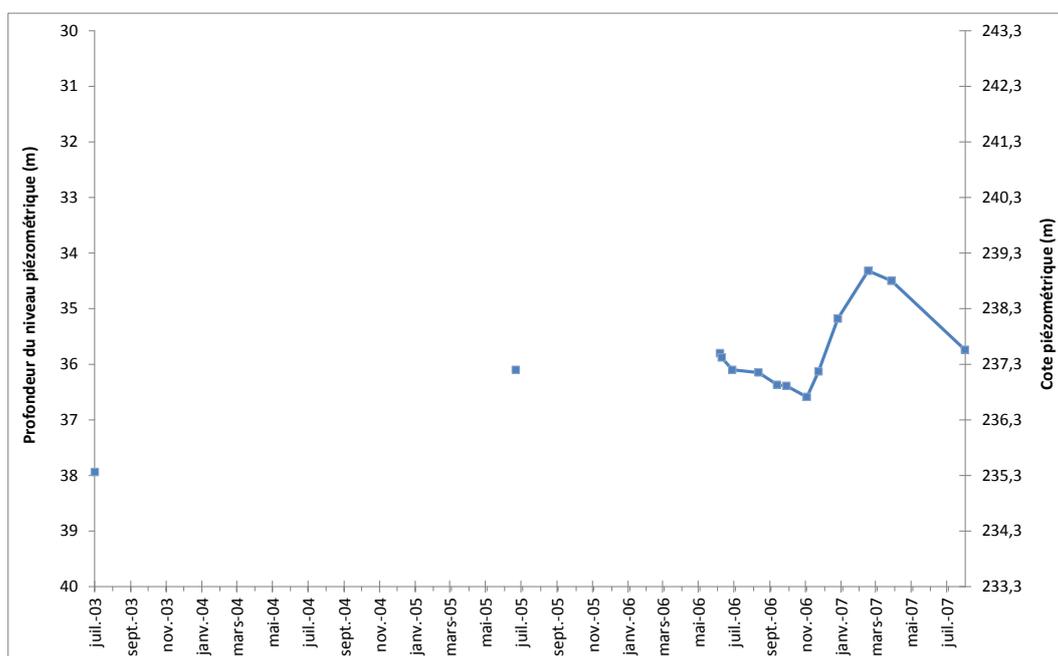


Figure IV.26 : Evolution Piézométrique du piézomètre « PR11 » de la SWDE de 2003 à 2007

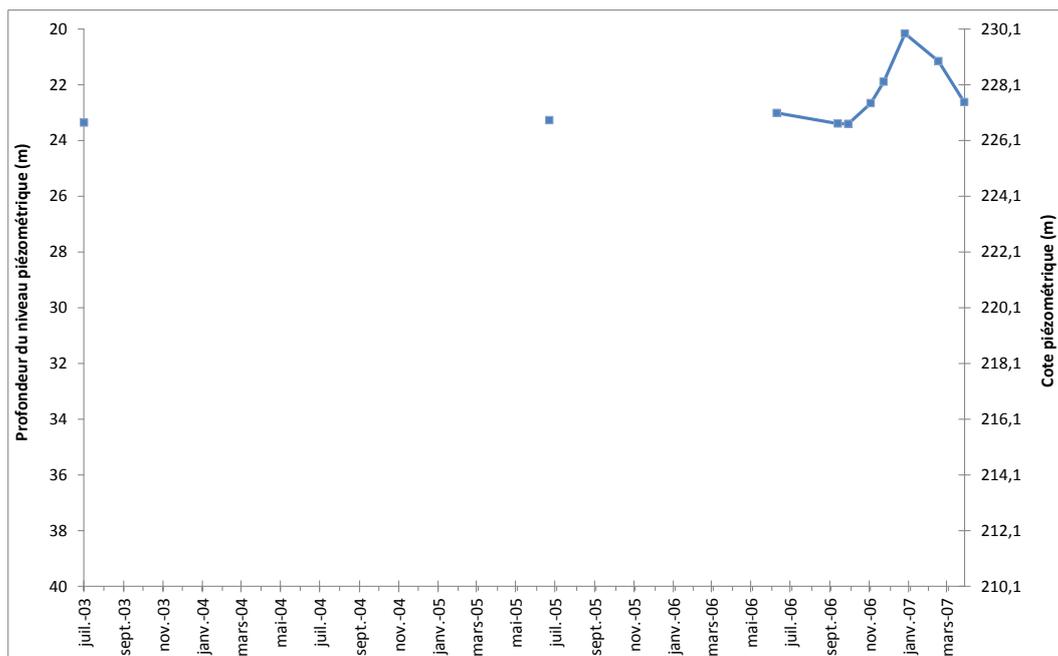


Figure IV.27 : Evolution Piézométrique du piézomètre « PR12 » de la SWDE de 2003 à 2007

Au sud-ouest, à Assesse, le puits « Marche 23 » (X : 196389, Y : 118427) est un puits foré jusque 51,5 mètres de profondeur. Une venue de 25 m³/h a été observée lors du forage du puits. Le 26/04/2007, une mesure de 16,31 mètres (cote de 264 m) a été prise au droit de ce puits. Le puits « Bou Dieu 4 » (X : 196275, Y : 118320) est un puits foré de 56 mètres de profondeur, produisant un débit de 15 m³/h. Une mesure dynamique de 15,87 mètres a été prise le 24/11/2003 au droit du puits (cote de 259 m). Le log de forage n'est pas disponible pour ces puits, il n'est donc pas possible de savoir à quelle profondeur les calcaires carbonifères ont été rencontrés sous les schistes namuriens.

Les mesures effectuées au droit des piézomètres de la SWDE ont donc permis de connaître avec plus de précision l'allure de la nappe des calcaires carbonifères entre Sorinne-la-Longue à l'ouest et Gesves à l'est. En rive gauche du Samson, lorsque celui-ci traverse les calcaires, les mesures indiquent un écoulement de la nappe depuis le versant sud du synclinal en direction du Samson au nord-ouest (lorsque son tracé suit l'orientation des bancs dans les formations schisteuses du Tournaisien inférieur). A cet endroit, le Samson représente un débordement de la nappe des calcaires au contact des schistes du Pont d'Arcole, alimenté par les nombreuses émergences. En rive droite du Ruisseau de Samson, l'écoulement se fait du NE vers le SW.

Néanmoins, les écoulements dans les calcaires fracturés et karstifiés sont susceptibles de prendre certaines directions inattendues, en fonction de l'orientation des fractures et des fissures.

Le bassin du Hoyoux

La limite entre les deux bassins hydrographiques – du Samson et du Hoyoux – passe perpendiculairement au milieu du synclinal de Gesves-Marchin, aux environs du lieu-dit « Campagne de Borsu ». Cette limite devrait correspondre plus ou moins à la ligne de partage souterraine des eaux. En effet, les mesures prises dans un puits (« Ohey-Campagne », Figure IV.28) se trouvant à proximité de la crête hydrographique, montrent que la hauteur piézométrique y est plus élevée que dans les environs de Gesves, dans le bassin du Samson. La Figure IV.29 retrace l'évolution piézométrique entre le 17/11/06 et le 24/04/07 mesurée au droit du puits « Ohey-Campagne », foré à 80 mètres de profondeur dans les calcaires viséens.

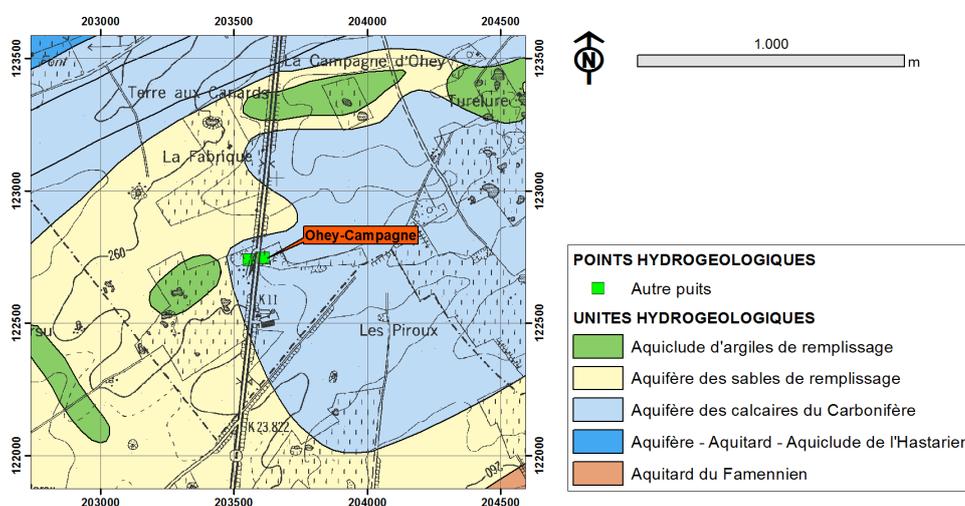


Figure IV.28 : Situation du puits « Ohey-Campagne »

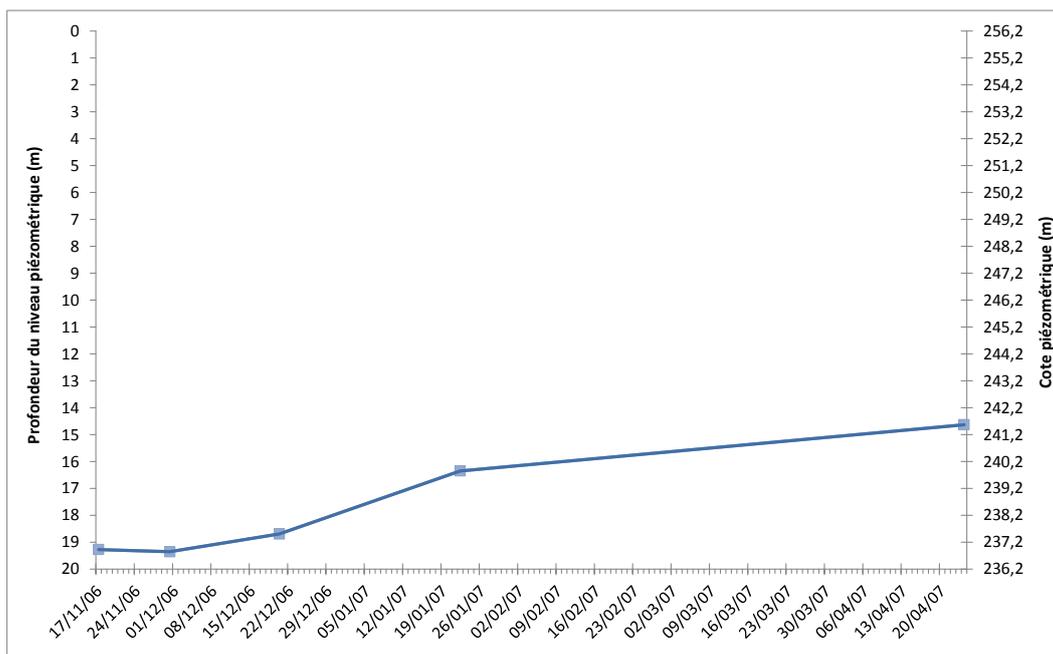


Figure IV.29 : Evolution piézométrique du puits Ohey-Campagne de novembre 2006 à avril 2007

On peut supposer qu'à l'ouest de cette crête supposée, les eaux souterraines s'écoulent naturellement vers le point bas que constitue le ruisseau du Samson. A l'est, les eaux sont drainées par le ruisseau de Flème en direction du Hoyoux, au nord-est. Cette crête se prolongerait au sud dans le synclinal d'Evelette. A l'ouest de cette crête, la nappe est drainée par le Samson, à l'est, elle est drainée vers le nord-est par le Ruisseau de Vyle. Au sud, les synclinaux de Flostoy et de Petit Modave sont drainés respectivement par le Ruisseau de Barsy et de Saint-Lambert vers le NE.

Trois piézomètres de la SWDE forés dans le synclinal d'Evelette ([Figure IV.30](#)) ont fait l'objet d'un relevé piézométrique annuel de 2005 à 2007. Les cotes piézométriques indiquent que la nappe est rabattue vers le centre de l'axe synclinal, le PR3 ayant une cote toujours inférieure aux PR1 et PR2. Les résultats sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau IV.3 : Mesures piézométriques disponibles pour les piézomètres d'Evelette

Ouvrage	Coord. Lambert X	Coord. Lambert Y	Profondeur (m)	Z réf (m)	Date	Mesure (m)	Cote (m)
Evelette PR1	206021	121999	60	260	28/07/2005	3,43	256,57
					07/07/2006	10,78	249,22
					31/07/2007	12,68	247,32
Evelette PR2	206671	121853	53	262,1	07/07/2006	12,38	249,73
					31/07/2007	5,52	256,59
Evelette PR3	206048	121710	55	255	07/07/2006	16,54	238,46
					31/07/2007	17,1	237,9

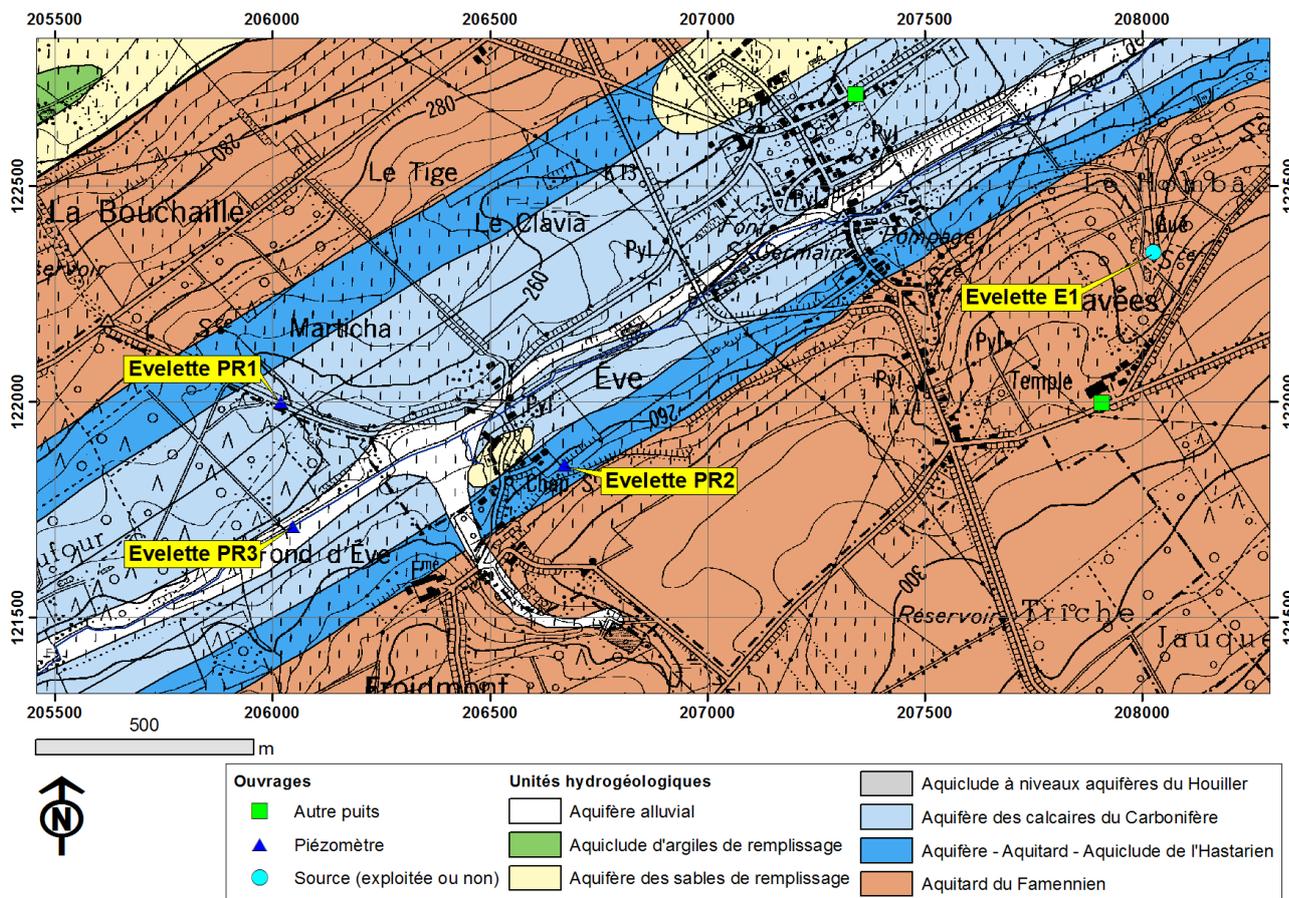


Figure IV.30 : Localisation des piézomètres de la SWDE à Evelette

Le puits « ERNEVILLE » (Figure IV.31) est un puits foré dans les calcaires du Tournaisien inférieur sur le bord nord du Synclinal de Flostoy, à 80 m du Ruisseau de Barsy. Les mesures piézométriques effectuées au droit du puits (Figure IV.32) montrent une nappe située à une faible profondeur (< 3 mètres). La mesure plus profonde (à 4,53 m le 10/10/06) a sans doute été effectuée durant le pompage du puits.

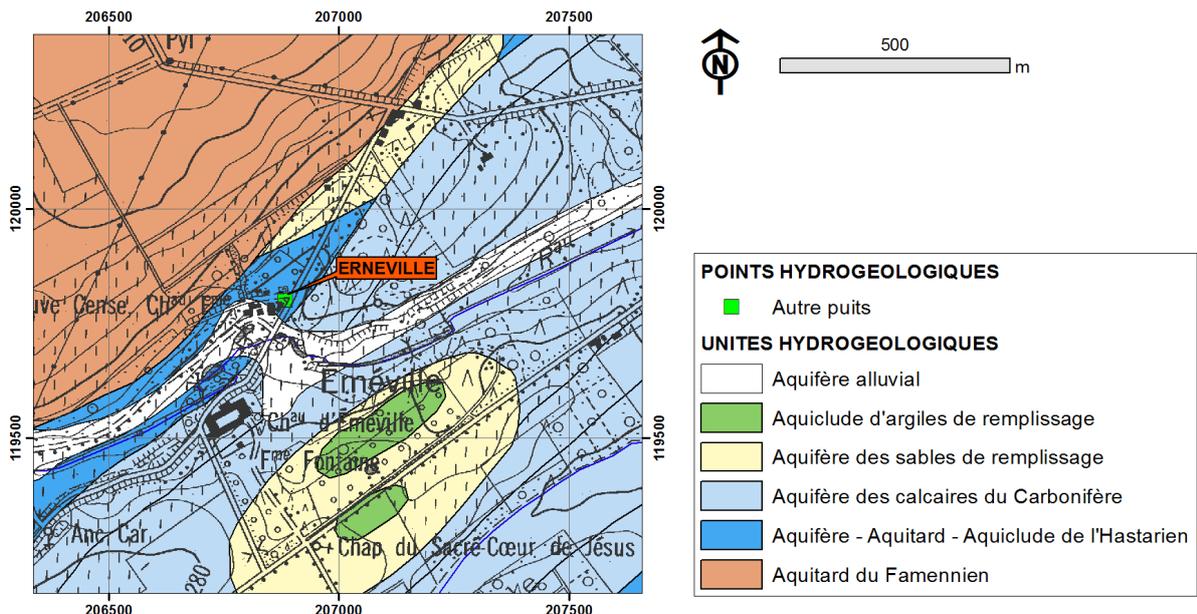


Figure IV.31 : Situation du puits « ERNEVILLE »

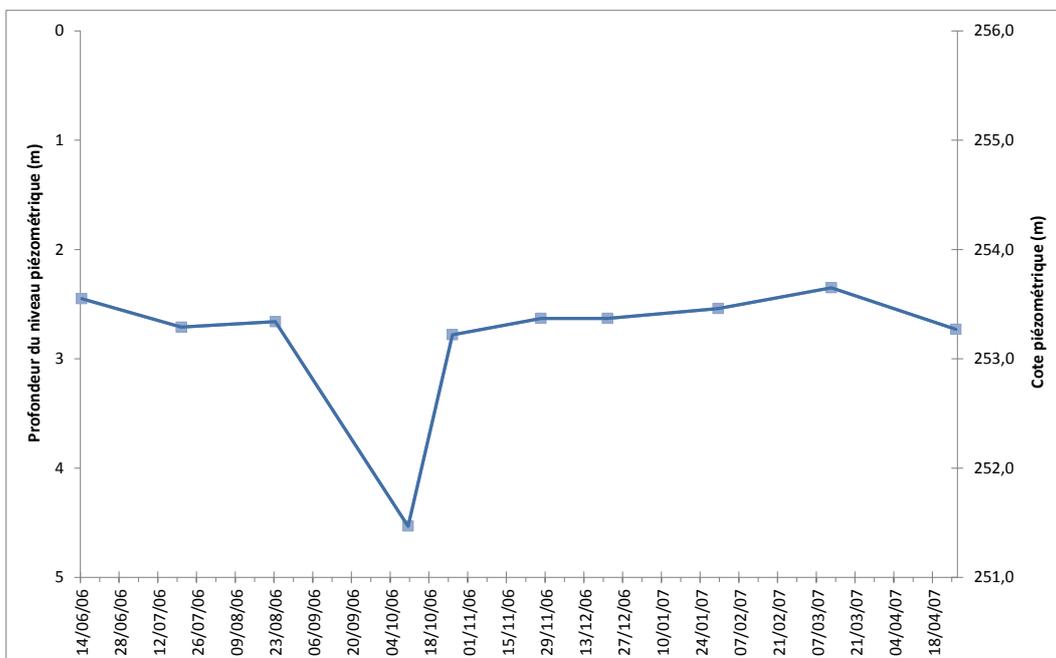


Figure IV.32 : Evolution piézométrique du puits « ERNEVILLE »

Le bassin du Bocq

Le bassin du Bocq occupe une toute petite superficie au sud de la carte (7,5 km²). Il draine, par l'intermédiaire de son affluent le Petit Bocq, le synclinal de Lez-Fontaine vers le sud-ouest. Le puits « Schaltin Maibes » (X : 202760, Y : 118200) foré dans les calcaires viséens, à 300 m environ du Petit Bocq, a montré un niveau de 14 m le 27/02/03 (cote approximative de 263 m).

IV.3.2.5. Les psammites du Famennien (*Synclinorium de Dinant*)

Les mesures piézométriques réalisées au droit des puits localisés dans l'aquitard du Famennien montrent des niveaux généralement situés à moins de 7 mètres de profondeur. Au droit de crêtes topographiques localisées sur des passées plus gréseuses, les niveaux peuvent néanmoins descendre plus profondément. Les puits suivants ont fait l'objet d'un relevé piézométrique entre 2006 et 2007 :

- A Space, le puits « Gesves Space » (X : 201785, Y : 123095), foré jusque 30 m (Figure IV.33) ;
- A l'ouest de Sorinne-la-Longue, le puits « Pompe à main Sorinne » (X : 196999, Y : 120348), qui est un ancien puits communal de 9,2 m de profondeur, et qui n'est plus exploité (Figure IV.34) ;
- Au nord de Barsy, le puits « Béole 12 » (X : 205900, Y : 120608) est un puits foré jusque 50 mètres de profondeur au droit d'une crête topographique (305 m d'altitude). Les mesures effectuées entre juin 2006 et novembre 2007 (Figure IV.35) montrent que les niveaux peuvent descendre jusque 12 mètres de profondeur au droit de ce puits.

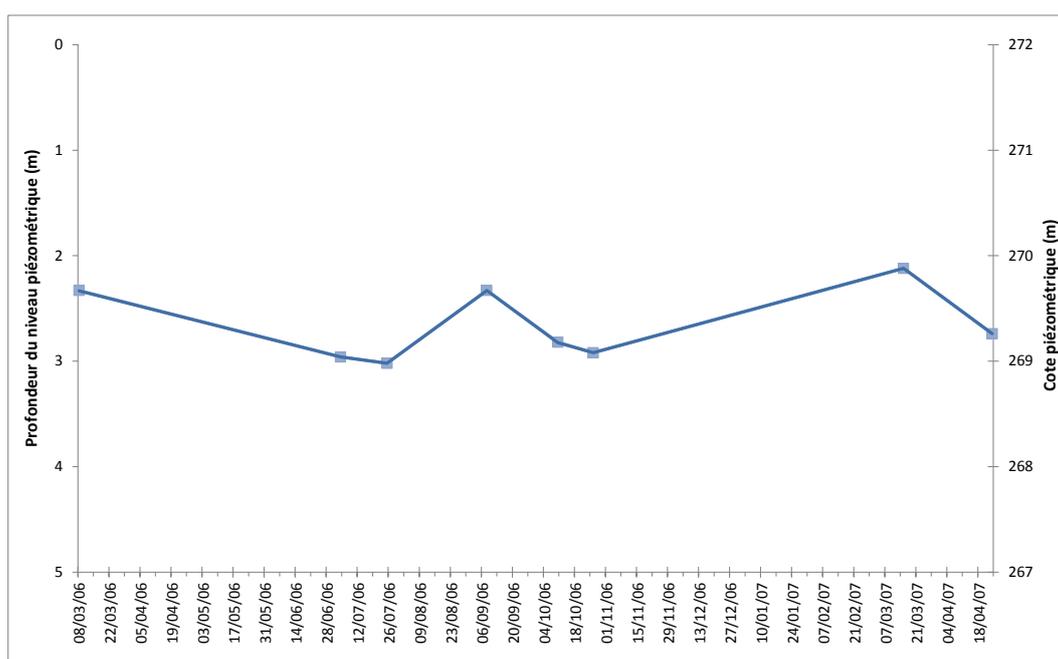


Figure IV.33 : Evolution piézométrique du puits « Gesves Space » de mars 2006 à avril 2007

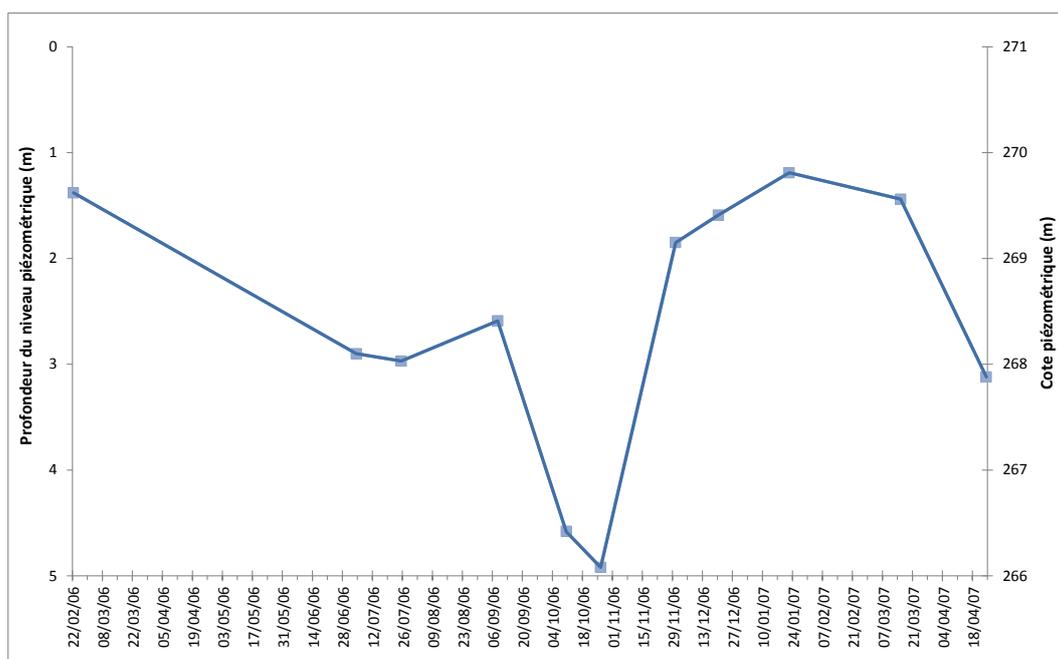


Figure IV.34 : Evolution piézométrique du puits « Pompe à main Sorinne » de février 2006 à avril 2007

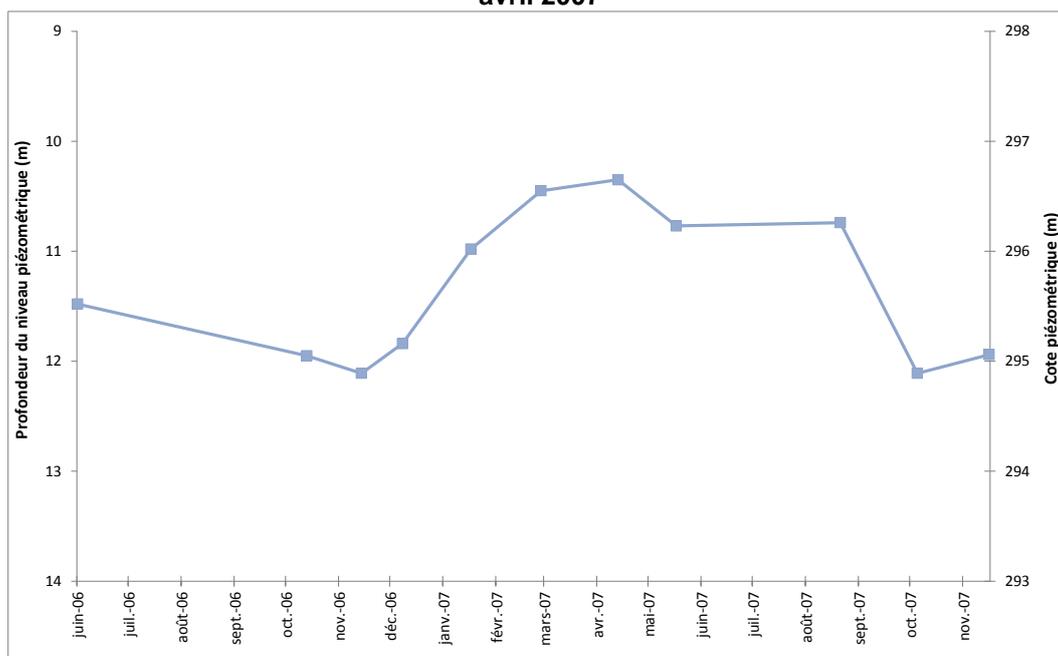


Figure IV.35 : Evolution piézométrique du puits « Béole 12 » de juin 2006 à novembre 2007

De même, les mesures réalisées de manière similaire dans les forages de l'ancienne carrière de Sorinne-la-Longue (Figure IV.36), située 700 m au sud-ouest du site, montrent que les niveaux peuvent descendre relativement bas (jusque 24 mètres de profondeur) dans l'aquitard du Famennien (Tableau IV.4), témoignant d'un comportement hydrogéologique particulier (les niveaux sont fort rabattus dans la carrière). Cette situation pourrait être due à la faible extension de la bande famennienne ainsi qu'au fort contraste topographique, notamment vers le nord où les shales sont fortement érodés.

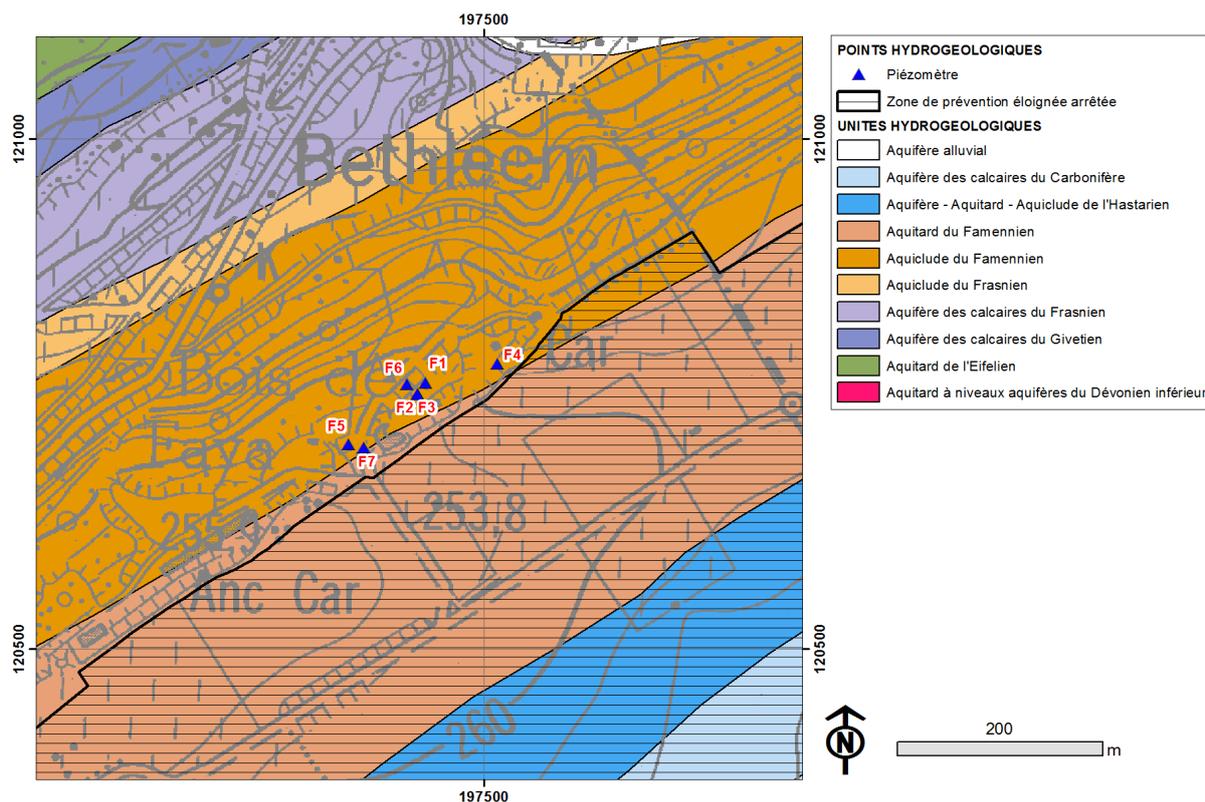


Figure IV.36 : Situation des piézomètres de l'ancienne carrière de Sorinne-la-Longue

Tableau IV.4 : Mesures piézométriques réalisées dans les forages de la carrière de Sorinne-la-Longue

Ouvrage	Profondeur (m)	Date	Mesure (m)	Cote (m)
CARRIERE SORINNE F1	20	01/03/1989	6,4	82,9
CARRIERE SORINNE F2	33	01/03/1989	9,6	89,1
CARRIERE SORINNE F3	18	01/03/1989	9,6	89,1
CARRIERE SORINNE F4	53	01/03/1989	23,9	58,7
CARRIERE SORINNE F5	50	01/03/1989	24,2	68,5
CARRIERE SORINNE F6	32	01/03/1989	9,05	91,15
CARRIERE SORINNE F7	41	01/03/1989	12,22	90

IV.4. COUPES HYDROGÉOLOGIQUES

Afin de mieux visualiser et de mieux comprendre la structure géologique et le comportement des nappes de la région de Gesves - Ohey, deux coupes hydrogéologiques A-A' ont été réalisées (à l'échelle 1/25 000 et agrandie sur la verticale au 1/5 000). Le trait de coupe A-A', orienté NW-SE, passe juste au nord-ouest d'Halzinne (A), il traverse ensuite les localités de Rèppe, Spâce et Sorée jusqu'à un point situé à l'ouest de la Ferme Belle Vue (A').

La position de la coupe a été choisie pour illustrer au mieux la géologie (structures et lithologies) et l'hydrogéologie (unités hydrogéologiques) de la zone cartographiée. La proximité des puits ou des piézomètres pour lesquels il existe des données piézométriques est aussi un critère pour la localisation de l'axe de la coupe.

La coupe traverse quatre unités, qui sont, du nord au sud : les terrains dévono-carbonifères du Parautochtone brabançon entaillés par la vallée du Samson, les Ecailles de Haine-Sambre-Meuse en dépression, les formations du Dévonien inférieur formant plusieurs crêtes boisées et les formations du Faménien et du Carbonifère formant une succession de crêtes (tiges) et de dépressions (chavées). Ces quatre zones présentent un contraste géologique et géomorphologique bien visible sur la coupe (Figure IV.37).

Au nord, dans l'unité du Parautochtone brabançon, la coupe passe par une structure synclinale calcaire. Dans cette structure, les calcaires du Carbonifère disparaissent à certains endroits sous les schistes namuriens. La coupe traverse, au NW du Ruisseau de Beltaire, une large colline à proximité de la Ferme de Sterpisse. A cet endroit, deux puits, « Puits Bonneville » et « Puits Bellery », profonds de 130 mètres et de 150 mètres, ont été forés au travers des schistes namuriens pour atteindre les calcaires du Carbonifère. Ces deux puits ont enregistré le 08/03/06 des niveaux à 88,5 m et 101 m de profondeur respectivement. Ceci indique que la nappe des calcaires carbonifères se trouve à une cote approximative de 115 m au droit de la crête et n'est donc pas captive. La Meuse, qui s'écoule à 3 km au nord, entraîne donc un rabattement de la nappe.

Dans le flanc sud du synclinal, les formations dévoniennes forment une mince bande allongée SW-NE. Celles-ci présentent des contrastes de perméabilité importants, empêchant les communications entre les différents aquifères. Les écoulements dans ces aquifères se font soit en fonction de la topographie pour les formations imperméables (aquicludes du Faménien et du Frasnien) soit parallèlement à l'orientation des structures (NE-SW) pour les formations perméables en direction des cours d'eau qui les traversent. Les nappes sont plus rabattues dans les calcaires du Givetien et du Frasnien que dans les autres formations du Dévonien (nappe subaffleurante pour les aquicludes). Le puits « Haltinne 6 », situé à

Haltinne dans les shales du Frasnien supérieur a enregistré un niveau à 1,5m de profondeur (cote 173,5 m) le 14/02/2006. Le puits « Bounon 3 », creusé à 40 mètres du Ruisseau Là-Bas dans les calcaires du Frasnien, a enregistré un niveau à 2 m de profondeur le 14/02/06 (cote approximative de 156m), ce qui indique que le ruisseau est drainant.

Juste au sud-est, l'axe de la coupe traverse les schistes du Silurien. Dans ces formations, qualifiées d'aquiclude, les niveaux sont subaffleureurs et dépendent fortement de l'allure de la topographie. Les mesures effectuées dans les nombreux puits situés à Faulx-les-Tombes indiquent en effet une profondeur de la nappe comprise entre 0 et 3 m de profondeur.

Au sud, le trait de coupe traverse des formations se succédant du Dévonien inférieur au Famennien supérieur. Les bancs présentent une inclinaison d'environ 70° vers le sud-est. D'après les données ponctuelles récoltées dans les formations du Dévonien inférieur, la nappe descend à une profondeur moyenne de 3 à 4 m dans les parties moins aquifères des formations et peut descendre jusque 10 m au droit des crêtes topographiques dans les terrains plus aquifères. Dans les formations carbonatées de l'Eifelien, du Givetien et du Frasnien, les niveaux peuvent descendre plus profondément. Les écoulements dans ces aquifères se font parallèlement à l'orientation des structures, en direction des cours d'eau. La Formation aquitard de l'Eifelien étant moins perméable que les calcaires, les niveaux y sont probablement moins profonds.

Au sud, les shales du Frasnien supérieur et du Famennien inférieur séparent l'aquifère des calcaires du Frasnien des grès du Famennien supérieur. Ceux-ci sont très résistants et forment en général des buttes allongées SW-NE. Du nord au sud, on observe plusieurs synclinaux à cœur carbonifère et des anticlinaux à cœur famennien. Les niveaux mesurés peuvent descendre jusqu'à une trentaine de mètres dans les calcaires carbonifères. Dans les grès et psammites du Famennien les niveaux se situent à quelques mètres de profondeur et peuvent parfois descendre jusque 12 m au droit des crêtes topographiques.

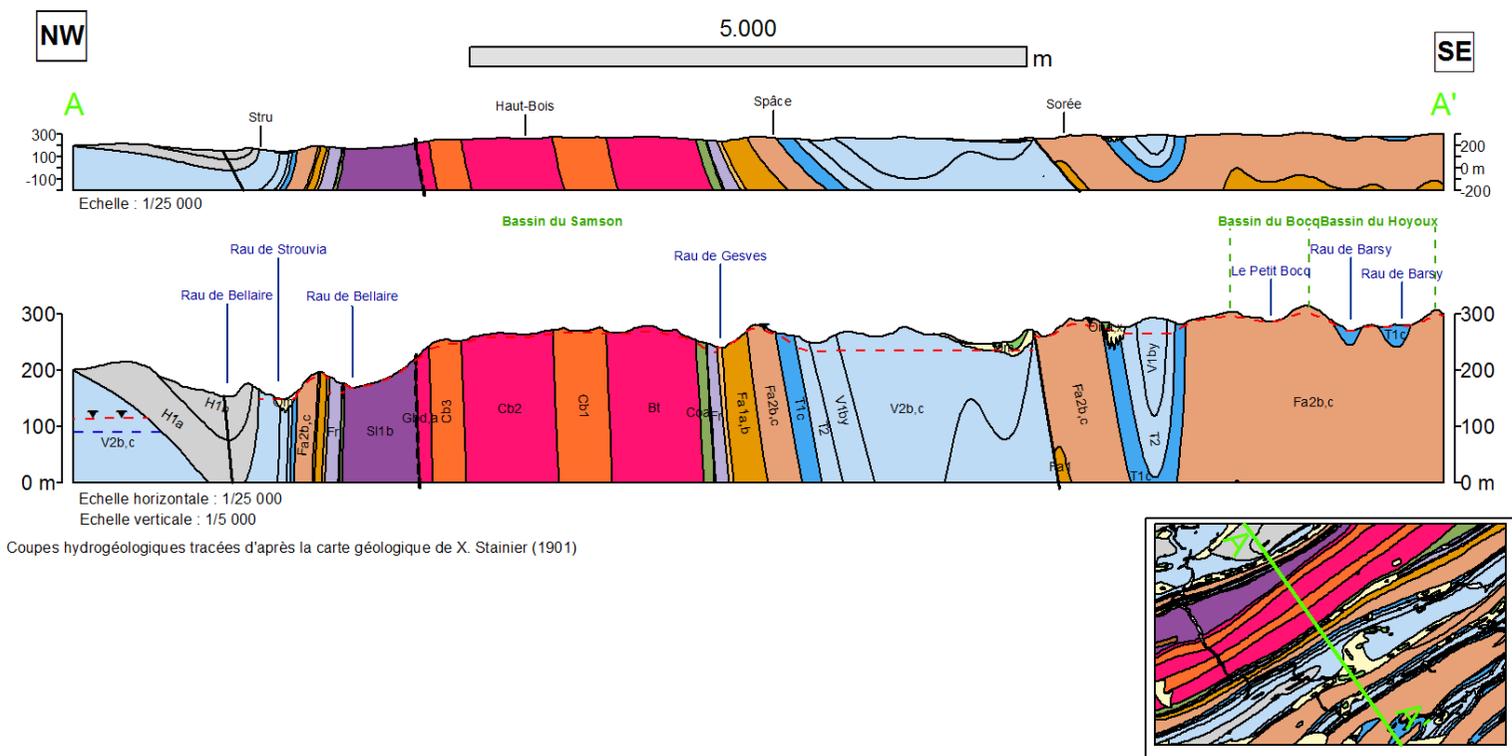
Dans cette unité, l'axe de la coupe passe sur ou à proximité de plusieurs puits pour lesquels une mesure piézométrique est disponible. Du nord au sud :

- Dans la première crête psammitique, la coupe passe par le puits « Space 7 » (X : 201721, Y : 123145), creusé jusque 10 m de profondeur dans le village de Spâce. Un niveau de 5,6 m de profondeur correspondant à la cote 271 m y a été mesuré le 08/03/2006 ;
- dans le premier synclinal, le trait de coupe est parallèle au Ruisseau du Samson. Le Samson étant considéré comme drainant, il impose le niveau piézométrique de la nappe. Il s'écoule entre les cotes 245 m et 225 m dans les calcaires. A proximité du trait

- de coupe (à 1300 m au nord-est), un puits foré de 80 m de profondeur a donné un niveau de 14,6 m de profondeur (soit une cote de 241,5 m au 24/04/07) ;
- le trait de coupe passe ensuite au niveau du puits « Monty 57 » (X : 203400, Y : 120757), à Sorée, foré jusqu'à 37 m dans l'aquitard du Famennien. Un niveau piézométrique de 3,7m (cote de 280 m) a été pris le 26/04/07 au droit de ce puits ;
 - au sud de Sorée, dans le second synclinal à cœur calcaire, une mesure de 1,4 m (cote de 281 m) a été prise le 21/02/06 dans le puits « Baibes 4 » (X : 203994, Y : 120896) implanté dans l'aquifère indifférencié de l'Hastarien, bien moins perméable que les calcaires Viséens. La surface piézométrique doit cependant y être moins profonde dans ce synclinal que dans le synclinal plus étendu du nord.

Il n'y a pas de données piézométriques pour la partie sud du trait de coupe. Les niveaux piézométriques sont estimés en fonction du niveau de base imposés par les rivières et des niveaux obtenus dans d'autres régions.

Le tracé hypothétique de la surface piézométrique a été reporté sur la coupe hydrogéologique exagérée verticalement d'un facteur 5 (Figure IV.37).



UNITES HYDROGEOLOGIQUES		HYDROGRAPHIE
Aquiclude d'argiles de remplissage	Aquiclude du Frasnien	Niveau de base du Samson
Aquifère des sables de remplissage	Aquifère des calcaires du Frasnien	Limite de bassin versant
Aquiclude à niveaux aquifères du Houiller	Aquifère des calcaires du Givetien	PIEZOMETRIE
Aquifère des calcaires du Carbonifère	Aquitard de l'Eifelien	Cote piézométrique mesurée
Aquifère - Aquitard - Aquiclude de l'Hastarien	Aquitard à niveaux aquifères du Dévonien inférieur	Tracé hypothétique de la surface piézométrique
Aquitard du Famennien	Aquifère à niveaux aquicludes du Dévonien inférieur	FAILLES
Aquiclude du Famennien	Aquitard du socle cambro-silurien	Faille
		Faille hypothétique

Figure IV.37 : Coupes hydrogéologiques de la planche 48/5-6

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

Les différents types de nappes (Figure IV.38) peuvent être définis comme suit (Poehls & Smith, 2009) :

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

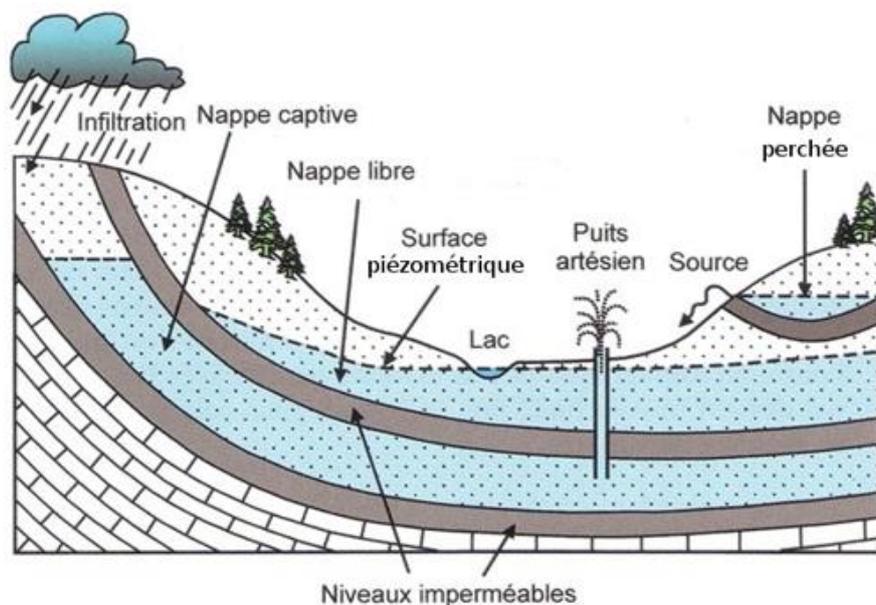


Figure IV.38 : Représentation schématique des différents types de nappes (d'après Dejonghe, 2007, modifié)

Sur la carte Gesves - Ohey, les nappes peuvent globalement être considérées comme libres pour une profondeur habituelle des forages (de l'ordre de 100 m). Ce caractère libre est représenté sur la carte des informations complémentaires et du caractère des nappes sur le document cartographique joint à cette notice.

Dans la partie nord-ouest de la carte, il est probable que les calcaires viséens soient captifs sous les schistes namuriens, lorsque ceux-ci atteignent une profondeur suffisamment importante (> 80 m, voir coupes hydrogéologiques).

Des mesures effectuées dans deux piézomètres de la SWDE et dans deux puits de particulier ont également montré que les calcaires viséens étaient captifs sous 50 mètres de schistes namuriens, au cœur du synclinal de Gesves-Marchin.

IV.6. CARRIÈRES

Cinq carrières en activité s'étendent entièrement ou partiellement sur la carte Gesves – Ohey (Figure IV.39). On distingue trois exploitations de calcaires carbonifères au nord de Mozet, une carrière exploitant les grès fameniens à Sorinne-la-Longue ainsi qu'une petite exploitation de « Petit-Granit » à Jallet. Aucune de ces carrières ne fait actuellement l'objet de pompages d'exhaure.

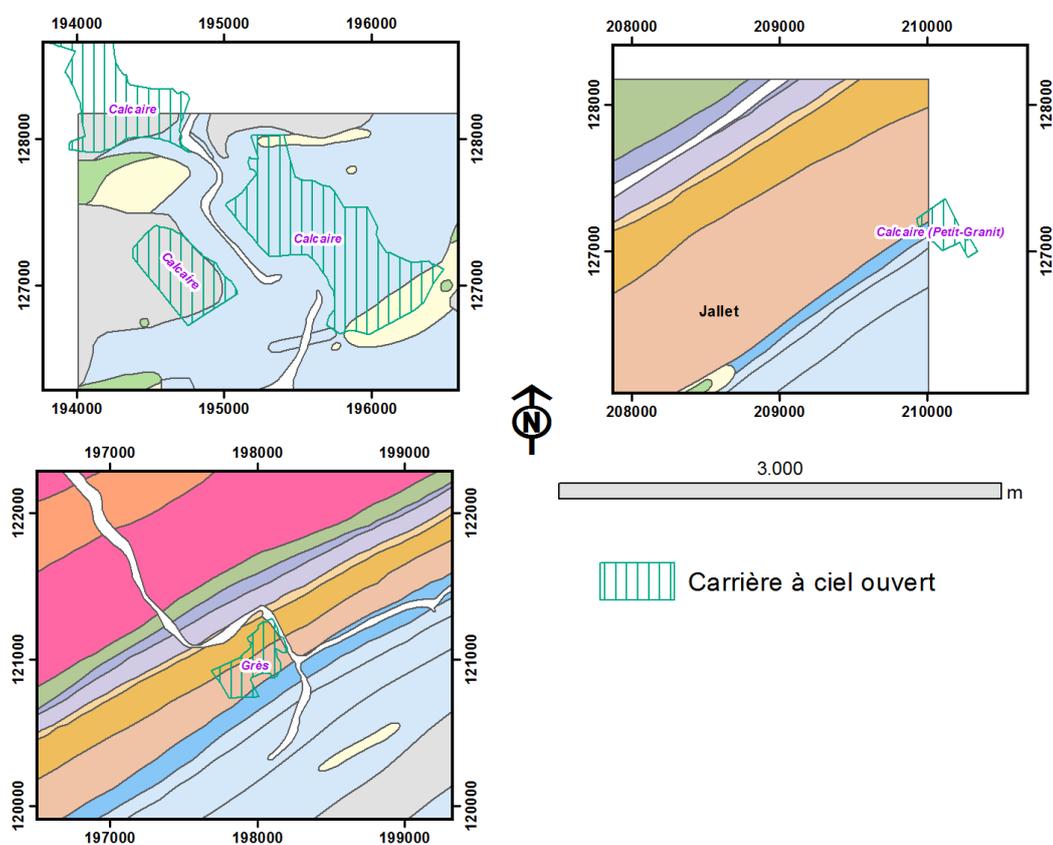


Figure IV.39 : Carrières en activité sur la carte Gesves – Ohey

V. CADRE HYDROCHIMIQUE

Ce chapitre dresse un aperçu de la composition chimique des eaux souterraines dans la région de Gesves - Ohey, ainsi que des préoccupations principales liées à leur qualité.

V.1. CARACTÉRISTIQUES HYDROCHIMIQUES DES EAUX

Le résultat des analyses d'eau provenant des puits de la carte Gesves - Ohey sont présentés dans les tableaux suivants. Les analyses proviennent essentiellement de la base de données CALYPSO du SPW et de la SWDE lorsqu'elle est titulaire des sources ou des puits concernés. Les données collectées concernent donc à la fois les ouvrages d'exploitation publique d'eau potable mais également les puits de particulier.

La **Figure V.1** situe l'ensemble des ouvrages disposant d'une analyse chimique présents sur la carte.

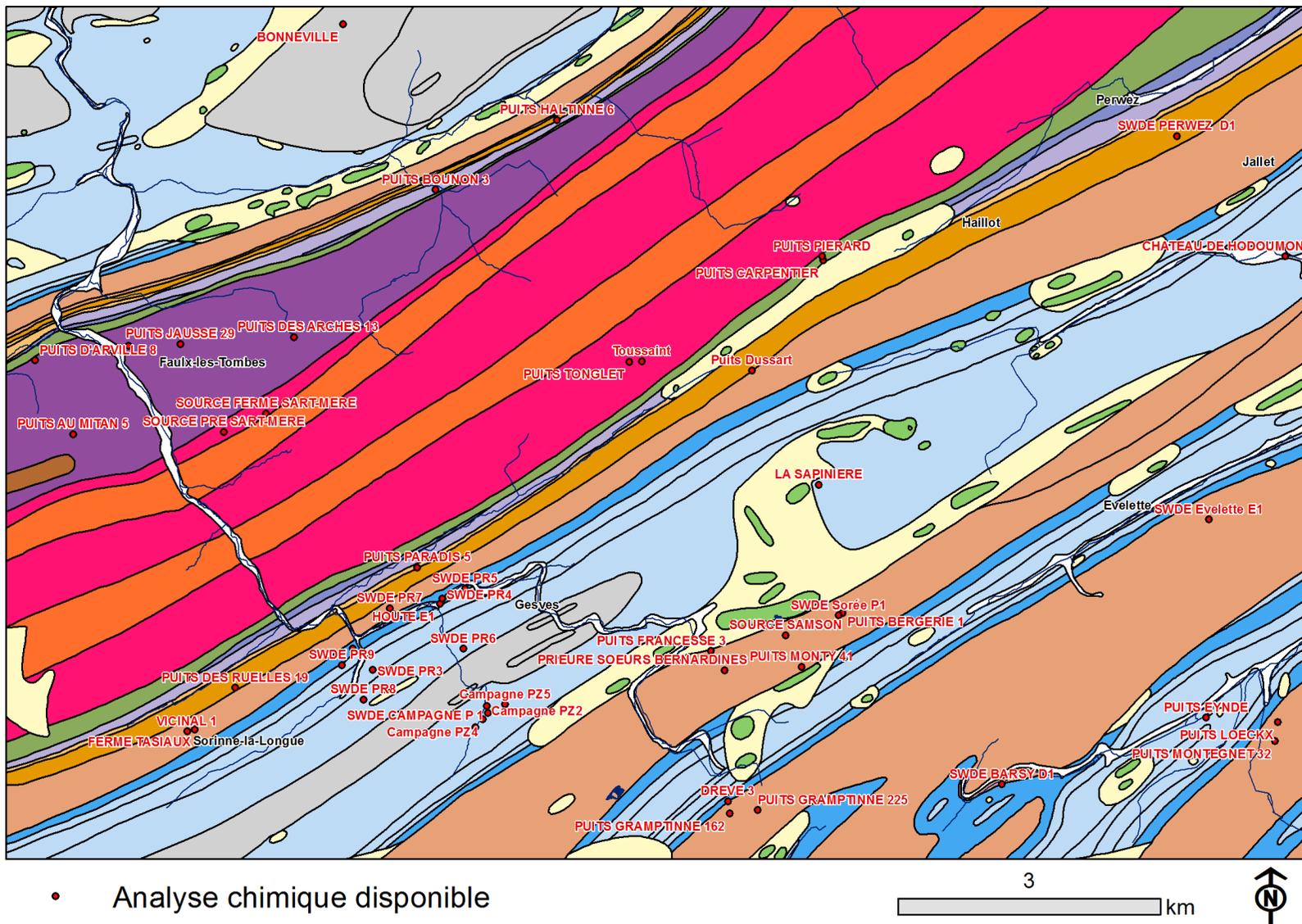


Figure V.1 : Situation des analyses chimiques disponibles sur la carte Gesves - Ohey

V.1.1. Aquitard du socle cambro-silurien

Une campagne d'échantillonnage a été réalisée sur cinq puits domestiques situés dans les terrains du socle cambro-silurien à Faux-les-Tombes (Figure V.1). Les résultats sont présentés dans le Tableau V.1.

Tableau V.1 : Résultats des analyses chimiques pour l'aquitard du socle cambro-silurien

Paramètres	Unités	Norme	Puits des Arches 13	Puits d'Arville 8	Puits Jausse 29	Puits de Croquet 1	Puits au Mitan 5
Type d'ouvrage			Puits foré	Puits creusé	Puits creusé	Puits creusé	Puits creusé
X			197548	194588	196253	195658	195025
Y			124419	124153	124338	124316	123316
Profondeur (m)			60	9,4	2,3	-	-
Date de prélèvement			12/02/06	07/03/06	07/02/06	07/02/06	07/02/06
pH	unité pH	6,5 à 9,5	8,3	8	8,3	8,1	8
Conductivité électrique	µS/cm	2500	427	407,6	375,3	398,7	396,9
Dureté totale	°F	67,5	8,3	18,6	19,6	16,5	15,3
Calcium	mg/l Ca	270	20,3	56,3	52,5	43,1	49,4
Sodium	mg/l Na	200	67,8	11,2	7,9	19,3	16,3
Potassium	mg/l K		3,8	7,6	4,8	1,2	1,8
Magnésium	mg/l Mg	50	7,8	11	15,7	14	7,2
Fer (total dissous)	µg/l Fe	200	108	41	62	129	171
Chlorures	mg/l Cl	250	37,7	18,8	14,6	32,6	50,9
Nitrates	mg/l NO3	50	0,9	46,5	21,2	34,3	17,2
Sulfates	mg/l SO4	250	19	51,3	18,7	53,5	36,8
TAC	° F		17	10,2	15,8	8,8	7,2
Hydrogénocarbonates	mg/l HCO3		202,7	123	188,3	105,8	86,8

Le « Puits des Arches 13 » est le seul puits profond, il a été foré jusque 60 mètres de profondeur. Il exploite donc la nappe de fissures profonde. Les quatre autres puits sont d'anciens puits creusés à travers les terrains superficiels (en général la profondeur de ces puits ne dépasse pas 15 mètres) exploitant la nappe d'altération superficielle logée au sommet des terrains de l'Ordovicien. En surface, les terrains à proximité de Faux-les-Tombes sont généralement occupés par des prairies.

L'eau prélevée au droit du « Puits des Arches 13 » est caractérisée par un pH basique (pH = 8,3), une minéralisation moyenne (427 $\mu\text{S/cm}$) mais légèrement supérieure à celle des puits superficiels, une concentration en calcium (20,3 mg/l) et une dureté totale (8,3 °F) très faibles, et une concentration en bicarbonates moyenne (202,7 mg/l). La teneur en sodium est importante pour ce puits (67,8 mg/l). La faible quantité de nitrates (0,9 mg/l) est le résultat éventuel de l'autoépuration des eaux souterraines lors de leur percolation en profondeur et en absence d'oxygène ou tout simplement, en présence d'une dilution par les eaux souterraines profondes moins contaminées.

Les quatre autres puits sont creusés dans la partie superficielle des formations : ils captent les eaux de la nappe d'altération superficielle. Ces puits sont peu productifs mais suffisent pour de petites exploitations (domestique, agricole). L'eau prélevée dans ces puits peu profonds est caractérisée par un pH légèrement basique ($8 < \text{pH} < 8,3$), une minéralisation moyenne (375 à 408 $\mu\text{S/cm}$), des concentrations peu élevées en calcium (<57 mg/l) et en bicarbonates (86-188 mg/l) et par une dureté totale moyenne (15,3 à 19,6°F). La dureté est liée au lessivage des terrains, elle correspond à la teneur en ions calcium et en magnésium présents dans l'eau. Elle est donc plus élevée pour ces puits que pour le puits profond.

La faible teneur en éléments relevée dans ces puits est caractéristique de la lithologie (schistes quartzeux avec bancs d'arkose et calcschistes). La présence de banc de calcschistes peut expliquer les différences de composition en calcium et en bicarbonates, ainsi que le pH légèrement basique.

Les puits peu profonds montrent des teneurs élevées en nitrates (>17 mg/l) sans toutefois dépasser la norme de potabilité. Tous ces puits sont situés à proximité de zones anthropiques (village, ferme, ..). Toutes les formes d'azote (azote organique, ammoniacque, nitrites etc.) sont susceptibles d'être à l'origine des nitrates par un processus d'oxydation biologique. La fertilisation excessive par les engrais, les fumiers divers, les rejets anthropiques et, dans certains cas, des industries (engrais, oxydants...) concourent à l'enrichissement en nitrates des eaux. Les taux de nitrates élevés (17-46 mg/l) dans ces puits indiquent que la nappe n'est pas protégée par rapport aux éventuelles contaminations à partir de la surface (épandages dans les champs, ...).

V.1.2. Aquitard à niveaux aquifères du Dévonien inférieur

Les données hydrochimiques disponibles pour l'aquitard à niveaux aquifères du Dévonien inférieur concernent deux puits dans la localité de Rèppe, et deux sources au lieu-dit « La Sarmère » (Figure V.1), en bordure nord du Synclinorium de Dinant. Les analyses réalisées ont fourni les résultats présentés au Tableau V.2.

Le « Puits Toussaint » est caractérisé par un pH neutre (pH = 7,4), une minéralisation étonnamment faible (238 $\mu\text{S}/\text{cm}$), une teneur en calcium et en magnésium faible (d'où une dureté totale également faible ($\sim 10^\circ\text{F}$), et une concentration en bicarbonates peu élevée (63,2 mg/l). Ce puits présente un enrichissement en fer très important (2000 $\mu\text{g}/\text{l}$). Le « Puits Tonglet » présente une conductivité électrique importante.

Les sources et les puits à faible profondeur sont beaucoup plus vulnérables quant aux pollutions depuis la surface : la concentration en nitrates du « Puits Tonglet » atteint presque la limite des 50 mg/l, tandis que celle du « Puits Toussaint », situé à proximité, ne dépasse pas 15 mg/l. Les sources de Sart-Mère sont moins concernées par les contaminations par les nitrates car elles se trouvent en aval d'une zone boisée.

Tableau V.2 : Résultats des analyses chimiques pour l'aquitard à niveaux aquifères du Dévonien inférieur

Paramètres	Unités	Norme	Puits Tonglet	Puits Toussaint	Source Ferme Sart-Mère	Source Pré Sart-Mère
Type d'ouvrage			Puits creusé	Puits foré	Source	Source
X			201387	201535	197232	196746
Y			124139	124145	123549	123342
Profondeur (m)			Subsurface	60	Subsurface	Subsurface
Date de prélèvement			21/02/06	21/02/06	07/02/06	07/02/06
pH	unité pH	6,5 à 9,5	7,8	7,4	7,5	7,3
Conductivité électrique	$\mu\text{S}/\text{cm}$	2500	329,5	237,7	151,4	143,3
Dureté totale	$^\circ\text{F}$	67,5	15	9,9	5,8	5,5
Calcium	mg/l Ca	270	47,6	29	14,3	13,8
Sodium	mg/l Na	200	42,3	7,8	6,6	5,7
Potassium	mg/l K		0,9	0,5	0,9	1,2
Magnésium	mg/l Mg	50	7,4	6,4	5,3	5
Fer (total dissous)	$\mu\text{g}/\text{l}$ Fe	200	32	2000	108	98
Chlorures	mg/l Cl	250	33,5	23,6	15,5	12,3
Nitrates	mg/l NO ₃	50	47,9	13,2	8,3	14,7
Sulfates	mg/l SO ₄	250	42,3	29,3	16,7	20,8
TAC	$^\circ\text{F}$		4,2	5,2	3,1	1,5
Hydrogénocarbonates	mg/l HCO ₃		50,8	63,2	37,6	18,2

V.1.3. Aquitard de l'Eifelien

Une analyse chimique a été réalisée dans deux puits situés dans la localité de Sur le Trî (Figure V.1). Les résultats sont repris dans le Tableau V.3.

L'aquitard de l'Eifelien regroupe des dépôts détritiques et carbonatés (poudingues, grès, siltites, calcaires bioclastiques, calcaires gréseux, grès argileux et grès calcaires). Les analyses chimiques reflètent ces contrastes de lithologie. Le « Puits Pierard » présente un pH légèrement basique (7,9) une minéralisation moyenne (370 $\mu\text{S}/\text{cm}$), une concentration en calcium et magnésium moyenne (dureté totale de 17 °F) et une concentration en hydrogénocarbonates également moyenne. L'analyse du « Puits Carpentier » montre une eau beaucoup moins chargée en ions calcium et magnésium. La concentration en bicarbonates est également très faible (43 mg/l). Ce puits présente des contaminations en fer (27500 $\mu\text{g}/\text{l}$) et en sulfates (70,2 mg/l), qui le rangent parmi les eaux sulfatées (voir V.1.9).

Tableau V.3 : Résultats des analyses chimiques pour l'aquitard de l'Eifelien

Paramètres	Unités	Norme	Puits Pierard	Puits Carpentier
Type d'ouvrage			Puits	Puits creusé
X			203598	203611
Y			125335	125290
Date de prélèvement			21/02/06	21/02/06
pH	unité pH	6,5 à 9,5	7,9	7,5
Conductivité électrique	$\mu\text{S}/\text{cm}$	2500	370,8	283,7
Dureté totale	°F	67,5	16,9	10,4
Calcium	mg/l Ca	270	53,2	33,4
Sodium	mg/l Na	200	12,2	16,8
Potassium	mg/l K		0,5	0,5
Magnésium	mg/l Mg	50	8,7	4,9
Fer (total dissous)	$\mu\text{g}/\text{l}$ Fe	200	30	27500
Chlorures	mg/l Cl	250	24,9	22,1
Nitrates	mg/l NO ₃	50	31,1	10,9
Sulfates	mg/l SO ₄	250	33,2	70,2
TAC	° F		11,4	3,6
Hydrogénocarbonates	mg/l HCO ₃		137,7	43,7
Titre alcalimétrique			0,1	0

V.1.4. Aquifère des calcaires du Frasnien

Deux exemples d'analyses hydrochimiques de l'aquifère des calcaires du Frasnien sont repris dans le tableau ci-dessous (**Tableau V.4**). Les eaux analysées ont été prélevées dans deux puits de particuliers entre Haltinne et Stru (**Figure V.1**).

Les eaux qui traversent les calcaires du Frasnien sont enrichies en ions (conductivité moyenne de 450 à 540 $\mu\text{S}/\text{cm}$ environ) et fortement calciques. Leurs teneurs en calcium (101 et 70,6 mg/l), en magnésium (~15 mg/l) et en bicarbonates sont élevées (>180 mg/l). Leur pH est légèrement basique (8,3). Elles ont de plus une faible concentration en fer (24 et 43 $\mu\text{g}/\text{l}$).

Les analyses montrent que les concentrations en nitrates sont relativement élevées (28 et 51 mg/l). Cette forte teneur en nitrates pourrait indiquer une connexion directe entre la zone captée et la surface.

Tableau V.4 : Résultats des analyses chimiques pour l'aquifère des calcaires du Frasnien

Paramètres	Unités	Norme	Puits Haltinne 6	Puits Bounon 3
Type d'ouvrage			Puits	Puits creusé
X			200562	199170
Y			126885	126094
Profondeur (m)			-	-
Date de prélèvement			14/02/06	14/02/06
pH	unité pH	6,5 à 9,5	8,3	8,3
Conductivité électrique	$\mu\text{S}/\text{cm}$	2500	539,5	446,6
Dureté totale	°F	67,5	30,8	24,1
Calcium	mg/l Ca	270	101	70,6
Sodium	mg/l Na	200	32	9
Potassium	mg/l K		1,9	1,2
Magnésium	mg/l Mg	50	13,6	15,8
Fer (total dissous)	$\mu\text{g}/\text{l}$ Fe	200	24	43
Chlorures	mg/l Cl	250	22,8	18,8
Nitrates	mg/l NO ₃	50	28	50,9
Sulfates	mg/l SO ₄	250	32	29,2
TAC	° F		23,3	15,7
Hydrogénocarbonates	mg/l HCO ₃		278,1	187,2
Titre alcalimétrique			0,3	0,2

V.1.5. Aquiclude du Frasnien et aquiclude du Famennien

Trois puits de particulier situés dans les schistes du Frasnien (« Puits Paradis 5 ») et du Famennien (« Puits des Ruelles 19 » et « Puits Dussart ») ont fait l'objet d'une analyse chimique. Les résultats sont présentés dans le tableau [Tableau V.5](#). La [Figure V.1](#) reprend la localisation de ces ouvrages.

A l'exception d'une teneur élevée en fer pour le « Puits Paradis 5 » (307 µg/l), aucun dépassement des normes de potabilité n'est à signaler.

Tableau V.5 : Résultats des analyses chimiques pour l'aquiclude du Famennien (« Puits des Ruelles 19 » et « Puits Dussart ») et du Frasnien (« Puits Paradis 5 »)

Paramètres	Unités	Norme	Puits des Ruelles 19	Puits Dussart	Puits Paradis 5
Type d'ouvrage			Puits	Puits	Puits creusé
X			196877	202796	198959
Y			120430	124041	121801
Profondeur (m)			-	-	8
Date de prélèvement			20/02/06	21/02/06	07/02/06
pH	unité pH	6,5 à 9,5	8,2	8,2	7,7
Conductivité électrique	µS/cm	2500	349,8	424	494,4
Dureté totale	°F	67,5	18,5	21	14,7
Calcium	mg/l Ca	270	41,1	70	38,6
Sodium	mg/l Na	200	7,7	8,5	43,3
Potassium	mg/l K		1,4	8,1	3,1
Magnésium	mg/l Mg	50	20	8,5	12,2
Fer (total dissous)	µg/l Fe	200	22	50	307
Manganèse	µg/l Mn	50	-	-	-
Chlorures	mg/l Cl	250	11,9	12,1	87,6
Nitrates	mg/l NO3	50	2,8	35,7	41,1
Nitrites	mg/l NO2	0,5	-	-	-
Ammonium	mg/l NH4	0,5	-	-	-
Sulfates	mg/l SO4	250	29,2	40,6	41,1
TAC	° F		15,9	15,5	5,8
Hydrogénocarbonates	mg/l HCO3		190,2	185,6	70,3
Titre alcalimétrique			0,2	0,1	0

V.1.6. Aquitard du Famennien

Divers ouvrages implantés dans les psammites du Famennien ont fait l'objet d'une analyse chimique (localisation à la [Figure V.1](#)). Il s'agit de :

- deux puits d'exploitation agricole situés à Gramptinne, le « Puits de Gramptinne 225 » (foré jusqu'à 34 m), et le « Puits Gramptinne 162 » ; ainsi qu'un puits de particulier (« Puits de la Drève 3 »), creusé dans les terrains superficiels ;
- deux puits d'exploitation agricole situés à Sorinne-la-Longue : le « Puis du Vicinal 1 » creusé jusque 12 m de profondeur et le puits foré de la « Ferme Tasiaux » ;
- deux puits situés à Montegnet : le puits d'exploitation agricole « Loeckx » foré jusque 45 m et le « Puits Montegnet 32 », foré jusque 48 m ;
- à Sorée, le « Puits Monty 41 » creusé jusque 8 m, le puits d'exploitation agricole « Bergerie 1 », le puits foré du « Prieuré Sœurs Bernardines », la « Source Francesse 3 » et la « Source Samson » et le puits « Sorée P1 » de la SWDE ;
- la galerie Houte Carrière C1 et le puits PR7 de la SWDE à Houte ;
- le drain « Barsy D1 » appartenant à la SWDE ;
- la source « Evelette E1 ».

L'aquitard du Famennien regroupe des dépôts détritiques et carbonatés (macignos, schistes, psammites, grès, calcaires). Les analyses chimiques reflètent ces contrastes de lithologie ([Tableau V.6](#), [Tableau V.7](#) et [Tableau V.8](#)). Les eaux de l'aquitard du Famennien se distribuent dans les eaux de type calcique avec parfois une dominance du type bicarbonaté pour les anions (voir [V.1.9](#)).

Les principaux éléments problématiques sont le fer et les nitrates.

Tableau V.6 : Résultats des analyses chimiques pour l'aquitard du Famennien

Paramètres	Unités	Norme	Gramptinne 162	Gramptinne 225	Drève 3	Ferme Tasiaux	Vicinal 1	Montegnet 32	Puits Loeckx
Type d'ouvrage			Puits	Puits foré	Puits creusé	Puits foré	Puits creusé	Puits foré	Puits foré
X			202537	202860	202520	196414	196327	208785	208815
Y			119001	119040	119140	119959	119934	119825	120040
Profondeur (m)			-	34	-	-	12	48	45
Date de prélèvement			08/03/06	08/03/06	14/02/06	20/02/06	20/02/06	27/02/03	27/02/03
pH	unité pH	6,5 à 9,5	7,9	7,7	8,1	8,3	8,2	7,7	7,5
Conductivité électrique	µS/cm	2500	387,9	522,3	419	521,4	559,3	304	221,9
Dureté totale	°F	67,5	19,5	20,9	20	28,9	30,5	15,5	10,3
Calcium	mg/l Ca	270	47	48,2	47,3	63	81,9	42,5	29,6
Sodium	mg/l Na	200	7,6	25,7	11	8	38,6	7,6	5,8
Potassium	mg/l K		2,5	6,8	3,1	3,1	1,5	2	2,2
Magnésium	mg/l Mg	50	18,7	21,5	19,8	32,1	24,3	11,8	7,1
Fer (total dissous)	µg/l Fe	200	52	70	52	771	124	-	-
Manganèse	µg/l Mn	50	-	-	-	-	-	<30	<30
Chlorures	mg/l Cl	250	19,8	70,7	40,4	22,6	34,7	14,5	9,8
Nitrates	mg/l NO3	50	42,4	46,1	35,2	31,6	21,5	27,4	25,2
Nitrites			-	-	-	-	-	<0,05	<0,05
Ammonium			-	-	-	-	-	<0,05	2,3
Sulfates	mg/l SO4	250	31,6	41,6	35,7	38,9	38,6	27,8	22,9
TAC	° F		12,5	9,9	10,6	21,2	22,6	9,9	6,1
Hydrogénocarbonates	mg/l HCO3		151,2	120	127,5	252,6	270,4	120,8	74,4

Tableau V.7 : Résultats des analyses chimiques pour l'aquitard du Famennien (suite 1)

Paramètres	Unités	Norme	Puits Francesse 3	Puits Bergerie	Source Samson	Puits Monty 41	Prieuré Soeurs	SWDE PR7
Type d'ouvrage			Source	Puits creusé	Source	Puits creusé	Puits foré	Puits foré
X			202325	203833	203180	203364	202477	198644
Y			120848	121281	121030	120671	120630	121336
Profondeur			Subsurface	-	Subsurface	8	-	42
Date de prélèvement			14/02/06	08/03/06	28/06/07	08/03/06	24/09/08	20/10/99
pH	unité pH	6,5 à 9,5	8,1	8,3	8,3	8,2	7,7	7,7
Conductivité électrique	µS/cm	2500	351,8	548,5	614,3	599	476	-
Dureté totale	°F	67,5	18,5	32	32,2	29,3	24,4	25,1
Aluminium	µg/l Al	200	-	-	-	-	3	30
Calcium	mg/l Ca	270	42	99,2	94,7	89,6	88,2	58,9
Sodium	mg/l Na	200	6,1	8,3	7,5	17,8	11,6	10,5
Potassium	mg/l K		2,2	1,9	2	11,8	2,1	2,4
Magnésium	mg/l Mg	50	19,3	17,5	20,7	17	5,8	25,1
Fer (total dissous)	µg/l Fe	200	82	25	155	457	23	12
Manganèse	µg/l Mn	50	-	-	26	-	0,6	4
Chlorures	mg/l Cl	250	19	21,8	25,2	49	24,2	26,4
Nitrates	mg/l NO3	50	38,8	20,2	21,2	29	6,2	33,2
Nitrites	mg/l NO2	0,5	-	-	<0,2	-	0	0,02
Ammonium	mg/l NH4	0,5	-	-	<0,1	-	0	0,01
Sulfates	mg/l SO4	250	33	33	34,4	39,6	35,6	54,7
TAC	° F		10,4	24,8	24,3	21	22,4	16,6
Hydrogénocarbonates	mg/l HCO3		125	296,2	290	251,9	273,3	202,6

Tableau V.8 : Résultats des analyses chimiques pour l'aquitard du Famennien (suite 2)

Paramètres	Unités	Norme	Houte Carrière C1	Perwez D1	Barsy D1	Evelette E1	Sorée P1
Type d'ouvrage			Galerie	Drain	Drain	Source	Puits
X			198670	207660	205655	208025	203785
Y			121274	126703	119335	122345	121255
Profondeur (m)			Subsurface	Subsurface	Subsurface	Subsurface	-
Date de prélèvement			11/04/96	15/05/12	26/09/12	02/02/00	28/05/90
pH	unité pH	6,5 à 9,5	7,4	7,1	7,6	7,4	6,8
Conductivité électrique	µS/cm	2500	599	451	465	457	480
Dureté totale	°F	67,5	28,5	24,6	30,2	23,2	24,9
Aluminium	µg/l Al	200	-	5	8	11	14
Calcium	mg/l Ca	270	64,3	60,7	102,9	62,6	59,8
Sodium	mg/l Na	200	11,5	9,1	7,3	8,1	12,5
Potassium	mg/l K		3,9	1,2	2	3,2	7
Magnésium	mg/l Mg	50	30,1	23	10,9	18,4	24,2
Fer (total dissous)	µg/l Fe	200	0	27	8	0	12,7
Manganèse	µg/l Mn	50	5	5,1	0,4	0	2,5
Chlorures	mg/l Cl	250	28	26,5	19,4	20,1	25,9
Nitrates	mg/l NO3	50	28,1	21,9	28,1	42	53,5
Nitrites	mg/l NO2	0,5	0	0	0	0	0
Ammonium	mg/l NH4	0,5	0	0	0,01	0,01	0
Sulfates	mg/l SO4	250	62,1	37,9	31,3	33,2	46
TAC	° F		-	18,1	20,2	16,9	14,6
Hydrogénocarbonates	mg/l HCO3		-	220,8	246,4	206,2	178,1

V.1.7. Aquifère des calcaires du Carbonifère (incluant l'aquifère indifférencié d'Hastière)

Les analyses chimiques effectuées dans les ouvrages implantés dans les calcaires carbonifères concernent d'une part, des ouvrages de la SWDE, d'autre part des puits de particulier analysés lors du projet Synclin'Eau (Brouyère *et al.*, 2009). Ces ouvrages sont situés à la [Figure V.1](#). Il s'agit de :

- un puits de pompage de la SWDE (« Campagne P1 ») ainsi que les quatre piézomètres forés à proximité ;
- à Gesves, un puits sur galerie (« Houyoux G1 ») exploité par la SWDE, six piézomètres forés aux alentours et la source « Houte E1 » ;
- un puits domestique (« Puits Eynde ») foré jusque 29 mètres de profondeur à Flostoy ;
- un puits domestique (« La Sapinière »), foré au centre du synclinal de Gesves-Marchin ;
- un puits d'une exploitation agricole situé sur la butte de Sterpisse (puits « Bonneville ») foré jusque 130 m de profondeur aux travers des schistes namuriens et qui se caractérise par une situation de nappe captive ;
- la source du château de Hodoumont dans le synclinal de Gesves-Marchin.

Les résultats des analyses sont présentés aux [Tableau V.9](#) à [Tableau V.11](#).

Les eaux prélevées sont caractéristiques des calcaires : elles sont basiques, moyennement dures à très dures (27 à 46 °F), alcalines, fortement minéralisées, surtout en calcium et en magnésium. Tous les ouvrages montrent des concentrations non négligeables en nitrates (> 15 mg/l). L'aquifère des calcaires du Carbonifère, étant donné sa karstification, contient des nappes généralement vulnérables aux nitrates (voir [V.2](#)). Les concentrations élevées en fer, aluminium et manganèse relevées pour quelques puits de la SWDE (Campagne PZ3, PZ4 et PZ5 ; SWDE, PR3, PR4 et PR8) proviennent sans doute des formations du Houiller mises en contact avec les calcaires carbonifères par des axes de fracturation NNW-SSE mis en évidence dans le synclinal de Gesves-Marchin (SWDE, 2002, 1998, 1993).

Le puits « La Sapinière » est contaminé en chlorures (263 mg/l) et est riche en sodium. Suite à sa proximité avec la grand route, une contamination par des sels de déneigement pourrait expliquer ces concentrations anormales.

Les concentrations importantes en phosphates pour divers ouvrages est indicatrice d'une pollution qui peut trouver de multiples origines (engrais phosphatés, purin, fosses d'aisance, ...).

Tableau V.9 : Résultats des analyses chimiques pour l'aquifère des calcaires du Carbonifère

Paramètres	Unités	Norme	Campagne P1	Campagne PZ2	Campagne PZ3	Campagne PZ4	Campagne PZ5	Houte E1
Type d'ouvrage			Puits foré	Puits foré	Puits foré	Puits foré	Puits foré	Source
X			199773	199759	199624	199713	199967	199221
Y			120149	120222	119981	120073	120243	121386
Profondeur (m)			60,6	54	60	51	54	Subsurface
Date de prélèvement			18/09/12	05/10/95	12/10/95	19/10/95	16/10/95	02/10/12
pH	unité pH	6,5 à 9,5	7,4	7,3	7,1	7,4	6,9	7,5
Conductivité électrique	µS/cm	2500	537	568	519	593	562	604
Dureté totale	°F	67,5	31,5	27,3	-	30,2	35,6	38,9
Aluminium	µg/l Al	200	4	175	365	-	552	2
Calcium	mg/l Ca	270	101	88	102,2	98,1	117	116,2
Sodium	mg/l Na	200	7,3	8,3	7,6	6,5	9,3	9,5
Potassium	mg/l K		1,2	2,1	1,7	1	1,5	3,3
Magnésium	mg/l Mg	50	15,2	12,9	14	13,7	15,4	24
Fer (total dissous)	µg/l Fe	200	2	171	263	642	476	6
Manganèse	µg/l Mn	50	0	16	69	193	86	0,1
Chlorures	mg/l Cl	250	17,4	18,5	19,3	25,8	26,1	22,4
Nitrates	mg/l NO3	50	18,8	17,2	14,8	18,8	29	29
Nitrites	mg/l NO2	0,5	0	0	0	0	0	0
Ammonium	mg/l NH4	0,5	0	0	0	0	0	0
Phosphates	µg/l PO4		-	100	250	180	330	-
Sulfates	mg/l SO4	250	29,9	31,5	36,6	45,7	45,5	34,3
TAC	° F		26,8	22,2	25,5	25,4	27	29,1
Hydrogénocarbonates	mg/l HCO3		327,1	270,9	311,2	310	329,5	354,7

Tableau V.10 : Résultats des analyses chimiques pour l'aquifère des calcaires du Carbonifère (suite)

Paramètres	Unités	Norme	Houyoux G1	SWDE PR3	SWDE PR6	SWDE PR8	SWDE PR9	SWDE PR4	SWDE PR5	
Type d'ouvrage			Galerie		Puits foré					
X			198222	198451	199487	198349	198097	199246	199512	
Y			120879	120636	120874	120297	120691	121443	121556	
Profondeur (m)			Subsurface		52	45	51	60	40	
Date de prélèvement			04/12/12	07/08/06	15/09/99	20/10/99	20/09/99	23/09/99	06/10/99	13/10/99
pH	unité pH	6,5 à 9,5	7,4	-	7,35	-	7,4	-	7,3	7,28
Conductivité électrique	µS/cm	2500	636	-	589	-	-	538	540	598
Dureté totale	°F	67,5	39	38,5	27,4	35,5	31,1	31,9	30,5	35,2
Aluminium	µg/l Al	200	4	11	556	349	211	24	257	141
Calcium	mg/l Ca	270	113,3	112,7	85	133,7	111,7	90,6	93,5	103,3
Sodium	mg/l Na	200	10	9,9	6,3	5,3	5	7,1	7,1	7,3
Potassium	mg/l K		2,8	2,9	-	0,8	0,8	1,3	1,6	1,8
Magnésium	mg/l Mg	50	25,9	25,2	14,9	5,1	7,6	22,5	17,2	22,7
Fer (total dissous)	µg/l Fe	200	4	<12	413	147	350	18	216	144
Manganèse	µg/l Mn	50	0	<0,2	6	116	7	1	20	26
Chlorures	mg/l Cl	250	-	30,1	20,8	14,7	13,8	28,3	21,2	24,2
Nitrates	mg/l NO3	50	26,1	25,3	41,9	26,2	15,6	32,8	21,5	25,2
Nitrites	mg/l NO2	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0
Ammonium	mg/l NH4	0,5	0	0	0,01	0,01	0,01	0	0,01	0
Phosphates	µg/l PO4		-	-	410	2180	170	30	680	50
Sulfates	mg/l SO4	250	-	38,7	31	38,5	29	42,6	39,1	35,7
TAC	° F		-	30,2	18,4	26,9	26,6	27,6	22,7	26,5
Hydrogénocarbonates	mg/l HCO3		-	368,6	224,6	328,3	324,6	336,8	277	323,41

Tableau V.11 : Résultats des analyses chimiques pour l'aquifère des calcaires du Carbonifère (suite 2)

Paramètres	Unités	Norme	Puits Eynde	La Sapinière	Bonneville	Source Château de Hodoumont
Type d'ouvrage			Puits foré	Puits foré	Puits foré	Source
X			207988	203556	198113	208898
Y			120091	122740	127975	125336
Profondeur (m)			29	-	130	Subsurface
Date de prélèvement			14/06/06	14/06/06	07/03/06	14/06/06
pH	unité pH	6,5 à 9,5	8,1	7,8	8,3	8,2
Conductivité électrique	µS/cm	2500	493,5	1280,1	645,7	474,5
Dureté totale	°F	67,5	28,2	46,3	38,2	26,8
Aluminium	µg/l Al	200	-	-	-	-
Calcium	mg/l Ca	270	66,2	159,6	132	70,4
Sodium	mg/l Na	200	6,9	114,8	9,8	7,9
Potassium	mg/l K		4,3	8,7	1,1	1
Magnésium	mg/l Mg	50	28,4	15,8	12,7	22,5
Fer (total dissous)	µg/l Fe	200	3	7	77	<5
Manganèse	µg/l Mn	50	2	2	-	<5
Chlorures	mg/l Cl	250	19	262,9	37,4	25,1
Nitrates	mg/l NO3	50	35,2	45,1	36,2	36,9
Nitrites	mg/l NO2	0,5	<0,2	<0,2	-	<0,2
Ammonium	mg/l NH4	0,5	<0,1	<0,1	-	0,3
Phosphates	µg/l PO4		-	-	-	-
Sulfates	mg/l SO4	250	32,9	72,3	38,8	40,7
TAC	° F		20,5	22,4	26,8	17,5
Hydrogénocarbonates	mg/l HCO3		246,3	271,2	319,3	209,9

V.1.8. Aquiclude à niveaux aquifères du Houiller

Il n'y a pas d'analyse chimique disponible pour cette unité hydrogéologique sur la carte Gesves – Ohey.

V.1.9. Commentaires

Les analyses chimiques reprises ci-dessus donnent un premier aperçu des compositions chimiques des eaux souterraines susceptibles d'être rencontrées sur la carte Gesves - Ohey. La **Figure V.2** reprend la classification hydrochimique des eaux souterraines sous forme d'un diagramme de Piper.

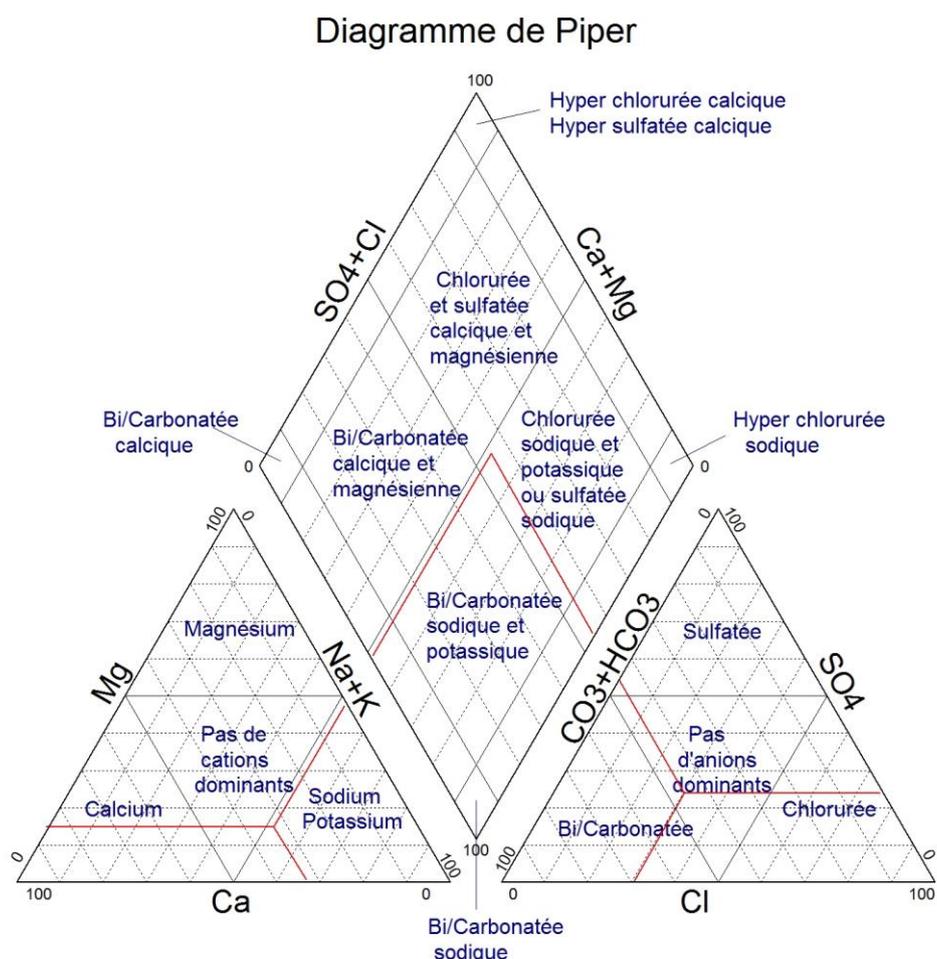


Figure V.2 : Classification hydrochimique des eaux souterraines selon un diagramme de Piper (d'après Fetter, 2001)

Les données hydrochimiques disponibles dans la région de Gesves - Ohey permettent de classer les eaux souterraines de l'aquifère des calcaires du Carbonifère dans les eaux bicarbonatées calciques. A l'exception de la prise d'échantillon sur le puits « La Sapinière » qui se retrouve dans le type chlorurée, suite à une pollution par les chlorures.

Les échantillons de l'aquitard à niveaux aquifères du Dévonien inférieur se placent dans la catégorie calcique pour les cations. Elles ne montrent pas de type dominant pour les anions.

Les eaux de l'aquifère du Famennien se distribuent dans les eaux de type calcique avec parfois une dominance du type bicarbonaté pour les anions. Le « Puits des Arches 13 », implanté dans les formations du socle cambro-silurien, contient une importante teneur en sodium par rapport aux autres cations, c'est pourquoi l'échantillon prélevé dans ce puits se définit par une eau de type sodique.

Le faible nombre d'échantillons disponibles pour les autres unités hydrogéologiques ne permet pas de classer ces eaux dans l'une ou l'autre catégorie.

La **Figure V.3** reprend, sur le digramme Piper, la position des unités hydrogéologiques pour lesquelles une analyse chimique est disponible.

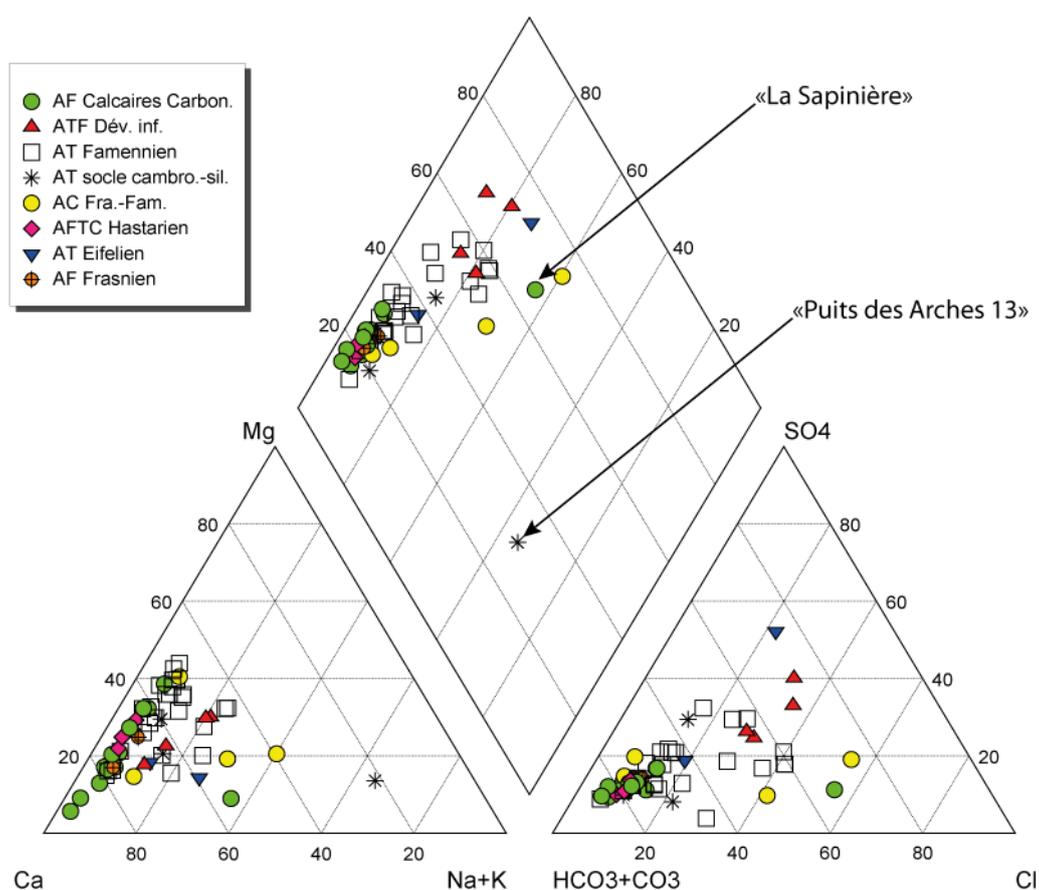


Figure V.3 : Classification hydrochimique des eaux de la carte Gesves-Ohey sur le diagramme Piper

V.2. PROBLÉMATIQUE DES NITRATES

Les nitrates font depuis plusieurs années l'objet de contrôles réguliers de la part des sociétés de distribution d'eau. La norme européenne est de 50 mg de NO_3^- 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.4). Cette désignation implique l'application d'un programme d'action précis dont les mesures ont été arrêtées dans le code de "bonne pratique agricole". Pour plus d'informations, le site www.nitrawal.be peut être consulté.

Sur la Figure V.4, la planche 48/5-6 se trouve entièrement dans la zone vulnérable du « Sud Namurois » (Arrêté ministériel du 22 novembre 2012 portant sur l'extension de la zone vulnérable du territoire dit "Sud Namurois" [MB du 06/12/2012]).

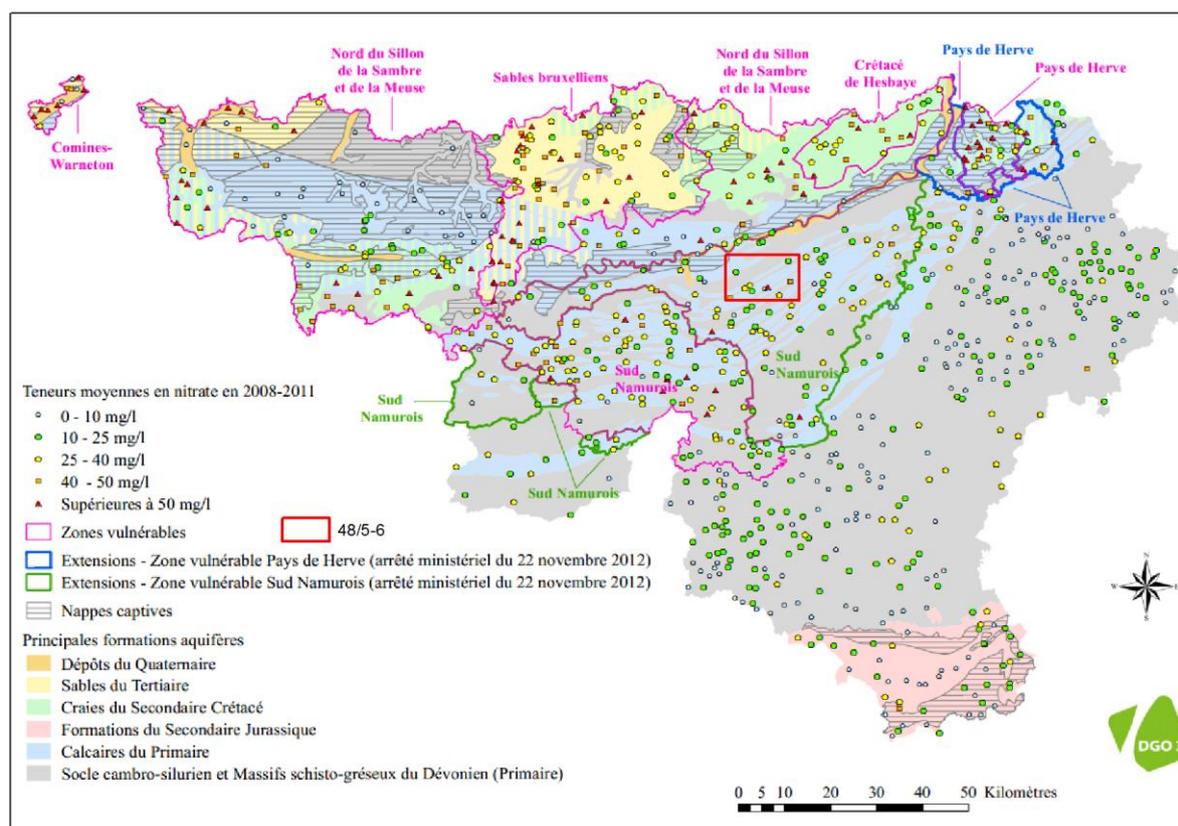


Figure V.4 : Zones vulnérables aux nitrates arrêtées en Wallonie et teneurs moyennes en nitrates de 2008 à 2011 sur les ouvrages du réseau de surveillance du Service Public de Wallonie. Localisation de la carte de Gesves – Ohey (SPW-DGO3, 2014)

L'ensemble de ces 6 zones vulnérables aux nitrates reprennent la quasi-totalité des captages échantillonnés dépassant la norme des 50 mg/l et plus des deux tiers des captages dont la teneur en nitrate est comprise entre 25 et 50 mg/l.

Sur la carte Gesves – Ohey, l'aquifère le plus vulnérable à de telles contaminations est celui des calcaires du Carbonifère. En effet, l'aquifère des calcaires du Carbonifère, de par sa karstification, contient des nappes généralement vulnérables à tout type de contamination. L'intense fracturation des formations calcaires, la présence d'un ruisseau infiltrant par exemple, permet de mettre en relation la surface avec une nappe logée plus profondément. L'absence de karst ne suffit pas pour protéger une nappe : il faut que l'aquifère soit recouvert d'une couche protectrice, généralement limoneuse ou argileuse, ou que la nappe soit captive, afin de limiter les connexions entre la nappe et la surface.

V.2.1. Aquifère des calcaires du Carbonifère

Quelques captages de la SWDE, sollicitant la nappe des calcaires du Carbonifère ont montré des teneurs en nitrates souvent élevées : les valeurs oscillent en moyenne entre 20 et 30 mg/l sans toutefois dépasser la norme des 50 mg/l (voir [chapitre V.1.7](#)). Ces valeurs n'augmentent pas au cours du temps mais ne tendent pas à baisser non plus. C'est pourquoi l'évolution de ces concentrations est à surveiller.

Les captages de la SWDE implantés dans les calcaires carbonifères ont fait l'objet d'un contrôle régulier de la teneur en nitrates. L'évolution des teneurs pour les captages sont présentés sur les figures suivantes.

Les captages suivants ont fait l'objet d'un contrôle du taux de nitrates depuis 1994 :

- le puits « Campagne P1 » (X : 199773, Y : 120149), profond de 60,6 mètres ([Figure V.5](#)) ;
- l'émergence « Hoûte E1 » (X : 199221, Y : 121386) ([Figure V.6](#)) ;
- la galerie « Houyoux G1 » (X : 198222, Y : 120879) ([Figure V.7](#)).

Le captage de « Campagne P1 » et la source « Hoûte E1 » montrent des teneurs en nitrates moyennes de 20 à 30 mg/l entre 1994 et 2012. La principale vulnérabilité de ces ouvrages réside en la présence de ruisseaux infiltrants en amont de la zone de captage.

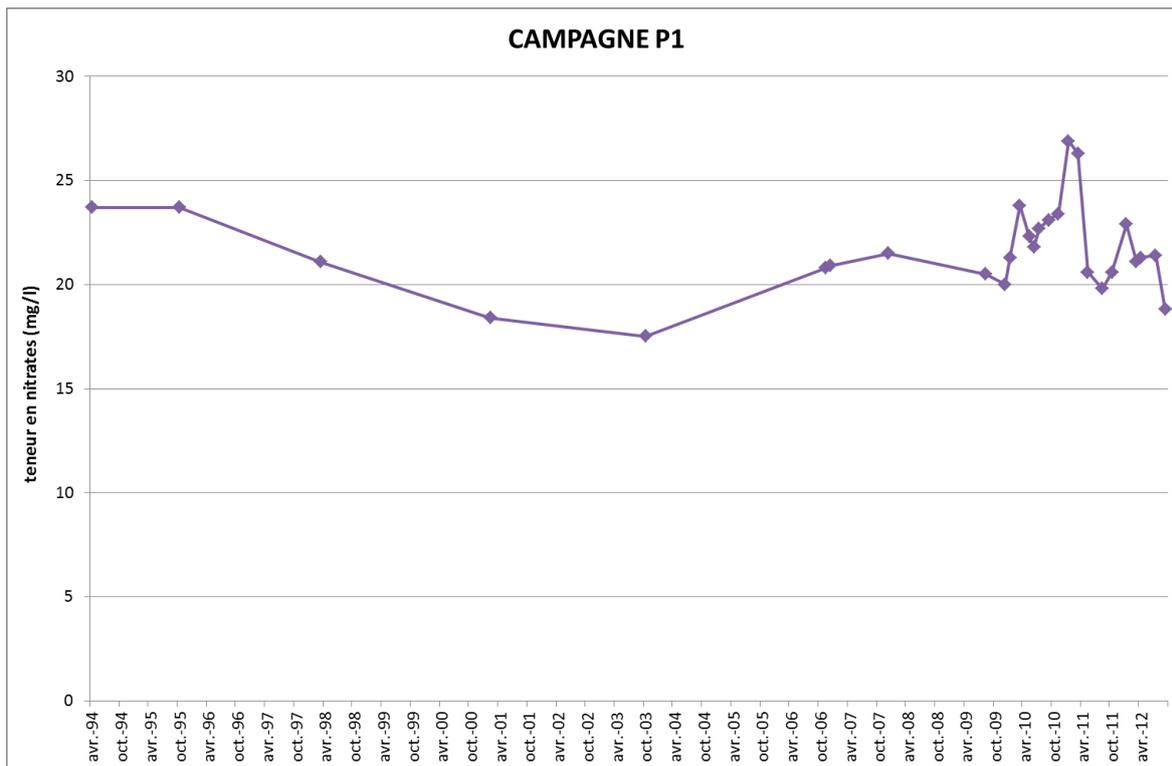


Figure V.5 : Evolution de la teneur en nitrate du captage de « Campagne P1 » entre 1994 et 2012

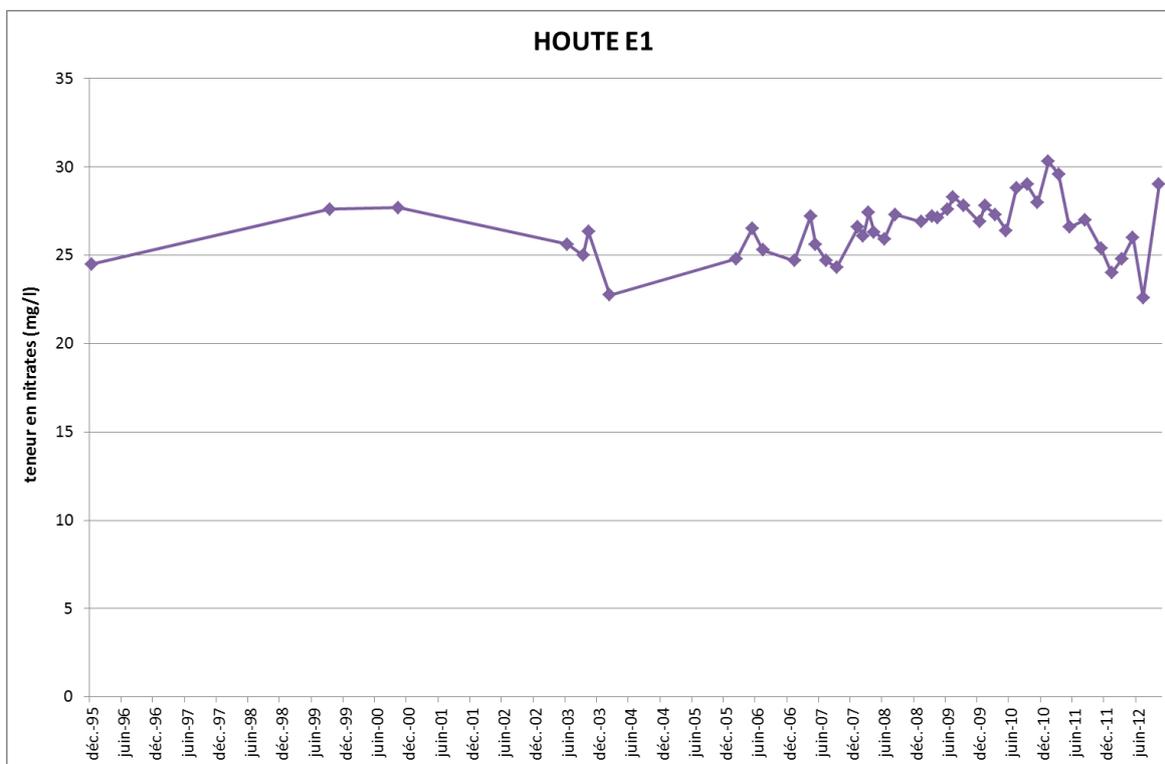


Figure V.6 : Evolution de la teneur en nitrate de la source « Hoûte E1 » entre 1995 et 2012

La galerie « Houyoux G1 » est située dans le Tournaisien inférieur (aquifère d'Hastière), dans le synclinal de Gesves-Marchin. Il présente des teneurs en nitrates variant entre 25 et 30 mg/l entre 1994 et 2012 avec un pic à 44 mg/l en 2007.

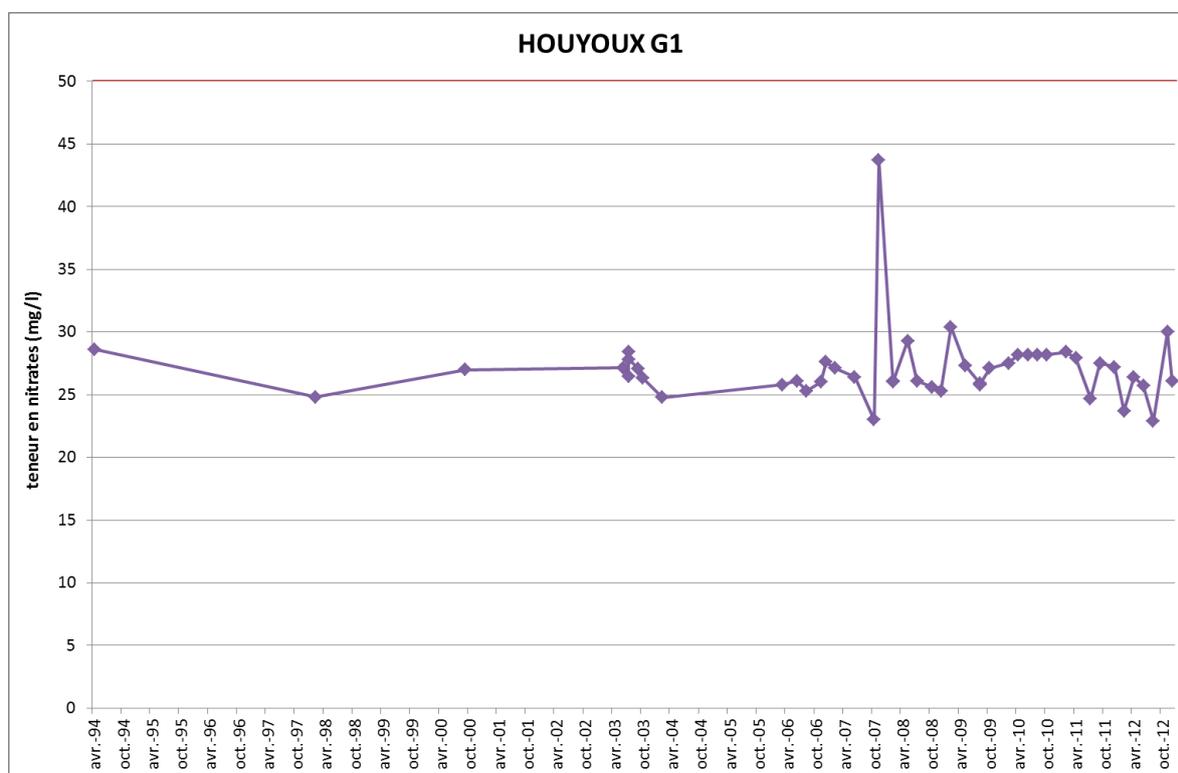


Figure V.7 : Evolution de la teneur en nitrate du captage « Houyoux G1 » entre 1994 et 2012

Des études complètes du contexte hydrogéologique des différents sites ainsi que des mesures de débit et des fluctuations seraient nécessaires pour expliquer les fluctuations de la teneur en nitrates des différents captages. Néanmoins, il semble qu'il n'y ait pas de tendance à l'augmentation.

V.2.2. Aquitard du Famennien

Quelques captages sollicitant la nappe des psammites du Famennien (aquitard du Famennien) ont également montré des taux élevés en nitrates au cours de ces dernières années. Ces ouvrages consistent en drains, galeries ou sources captées à l'émergence : ils présentent donc une vulnérabilité accrue du fait qu'ils captent les eaux juste sous la surface. De plus, ils sont tous situés à proximité de villages, de rivières et d'exploitations agricoles, ce qui accroît encore leur vulnérabilité.

Les captages suivants ont fait l'objet d'un contrôle du taux de nitrates depuis 1994 :

- la galerie « Hoûte Carrière C1 » (X : 198670, Y : 121274) (Figure V.8) ;
- l'émergence « Evelette E1 » (X : 208025, Y : 122345) (Figure V.9) ;

- le drain « Barsy D1 » (X : 205655, Y : 119335) (Figure V.10) ;
- les drains « Perwez D1 » (X : 207660, Y : 126703) (Figure V.11).

Les figures suivantes montrent l'évolution des teneurs en nitrates pour ces captages.

Les concentrations varient entre 25 mg/l et 45 mg/l pour les quelques échantillons prélevés au niveau de l'ouvrage « Hoûte Carrière C1 ». La vulnérabilité de cet ouvrage réside en sa proximité avec le village d'Hoûte et d'une carrière à ciel ouvert anciennement utilisée comme décharge. Cette prise d'eau a été mise en arrêt définitif depuis 2002.

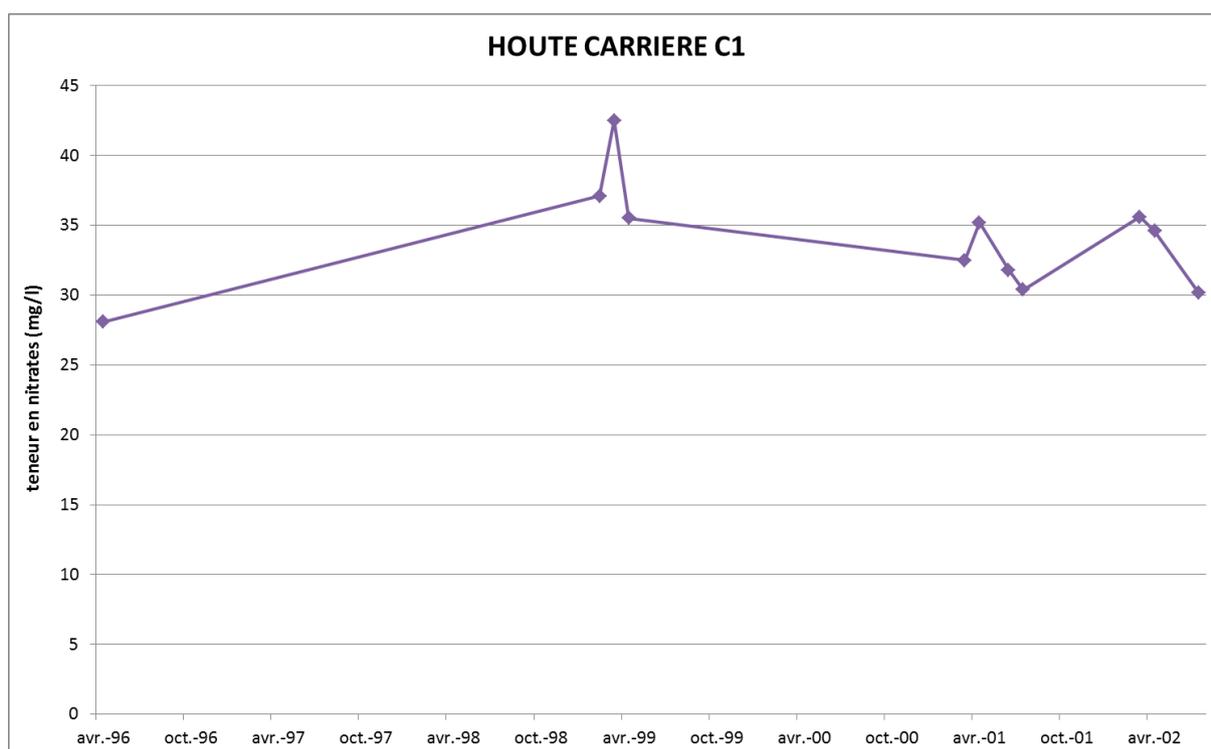


Figure V.8 : Evolution de la teneur en nitrate du captage de « Hoûte Carrière C1 » entre 1996 et 2002

La source « Evelette E1 » montre des concentrations évoluant entre 30 et 40 mg/l entre 1994 et 2006. Un pic a atteint la valeur de 45,7 mg/l le 16/02/2005. La vulnérabilité de cette source provient de la proximité du village Les Chavées et des champs, lieu d'épandage des nitrates. On note une légère tendance à l'augmentation.

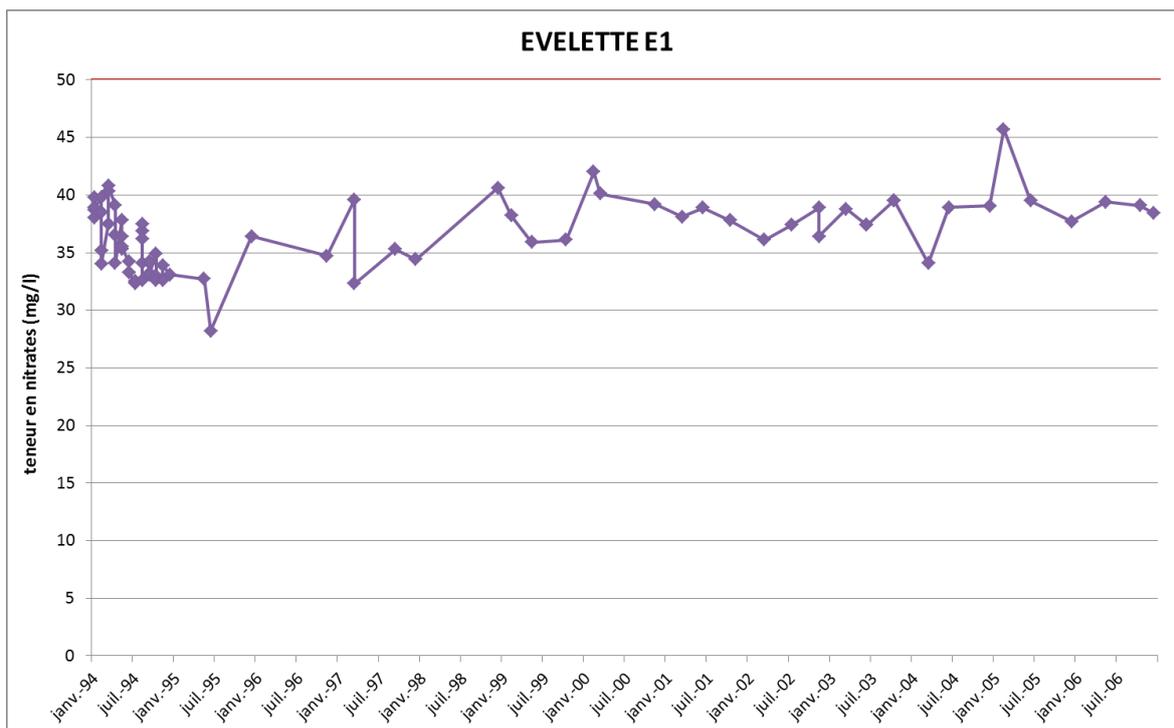


Figure V.9 : Evolution de la teneur en nitrate de la source « Evelette E1 » entre 1994 et 2006

Les concentrations en nitrates du drain « Barsy D1 » montrent une légère tendance à l’augmentation entre 1994 et 2012, elles évoluent entre 20 et 35 mg/l.

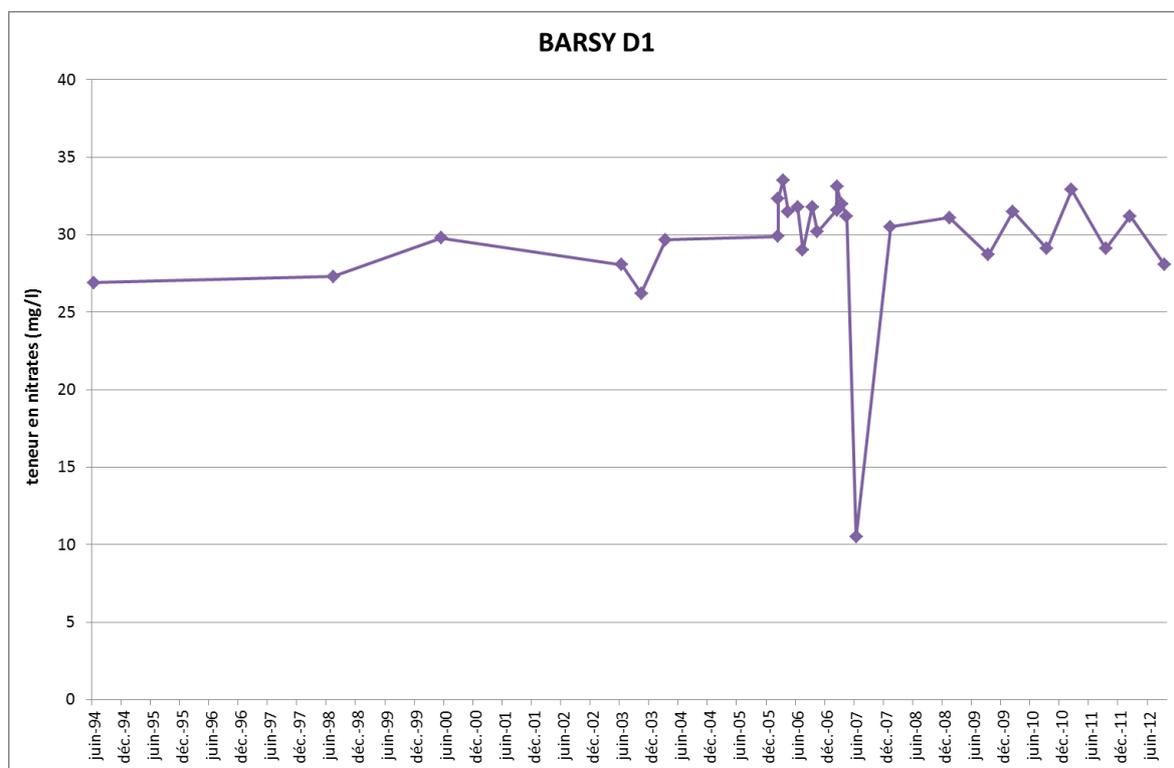


Figure V.10 : Evolution de la teneur en nitrate du captage « Barsy D1 » entre 1994 et 2012

Le captage « Perwez D1 » est été mis à l’arrêt temporaire en 1994, suite à un colmatage des drains. Il a néanmoins fait l’objet d’un suivi régulier depuis 2003 en vue d’une réhabilitation

du site. Quelques mesures ponctuelles existent également pour ce drain avant 2003. Les teneurs évoluent entre 20 et 30 mg/l. Les données sont trop peu nombreuses pour pouvoir observer une tendance sur la période de mesures. On remarque néanmoins une légère tendance à l'augmentation depuis 2003.

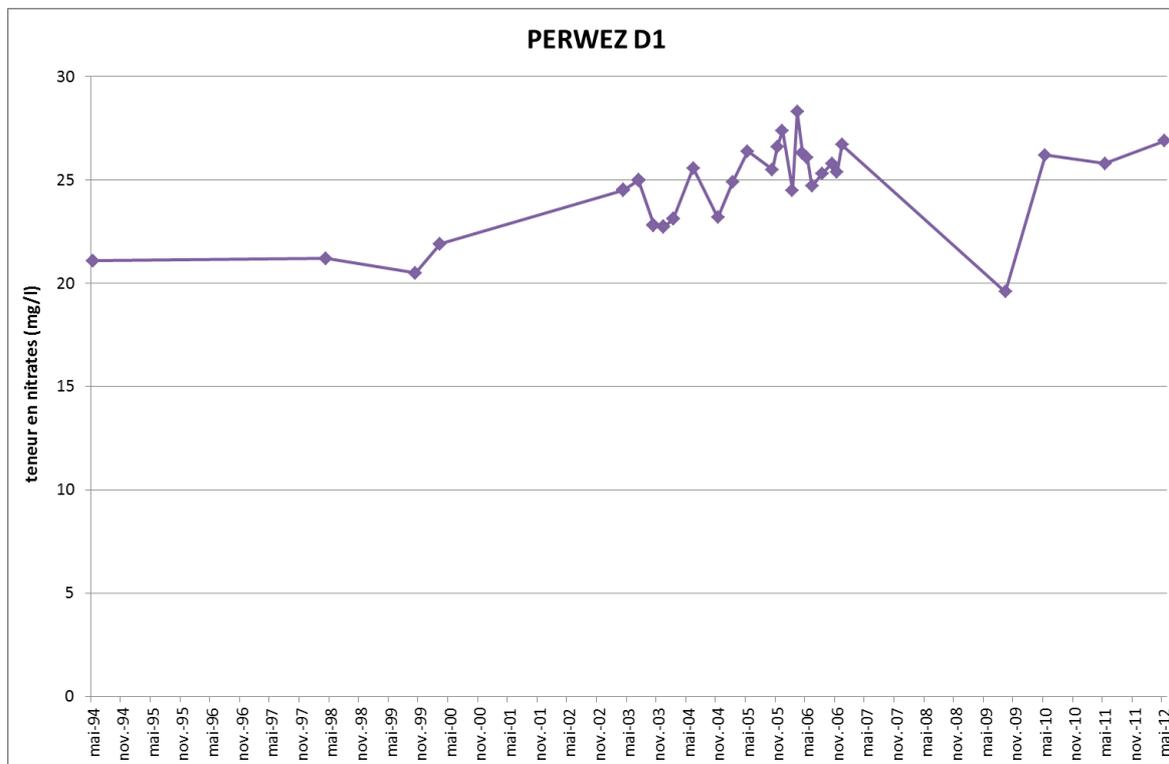


Figure V.11 : Evolution de la teneur en nitrate du captage « Perwez D1 » entre 1994 et 2012

V.3. QUALITÉ BACTÉRIOLOGIQUE

Parmi les autres paramètres régulièrement contrôlés au niveau des captages de distribution publique et des exploitations agricoles et industrielles, les analyses bactériologiques et les pesticides occupent une place importante.

Six ouvrages sur la carte disposent d'analyses bactériologiques récentes, celles-ci sont synthétisées au [Tableau V.12](#) et peuvent montrer des concentrations très élevées (exp. : « Campagne P1 », « Barsy D1 », « Perwez D1 »). Ces teneurs élevées s'observent généralement au droit des aquifères les plus vulnérables comme les aquifères calcaires ou à fraction carbonatée ainsi que dans des captages de sub-surface (drains).

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

Dans tous les cas, un traitement simple permet de rendre l'eau potable.

Tableau V.12 : Résultats des analyses microbiologiques (avant traitement) pour quelques ouvrages de la région de Gesves – Ohey

Paramètre	Unité	HOUTE E1	HOUYOUX G1	CAMPAGNE P1	BARSY D1	PERWEZ D1
Date		02/10/2012	04/12/2012	18/09/2012	26/09/2012	15/05/2012
Coliformes totaux	Colonies /100 ml	6	0	201	300	387
Entérocoques	Colonies /100 ml	1	0	28	3	0
Escherichia Coli	Colonies /100 ml	0	0	22	1	0
Germes totaux à 22 °C	Colonies /ml	136	2	110	300	58

V.4. LES PESTICIDES

En ce qui concerne les pesticides, les éléments fréquemment concernés par des pollutions appartiennent essentiellement à la famille des herbicides. Les herbicides permettent d'éliminer les plantes appelées communément "mauvaises herbes". L'une des propriétés recherchées pour un herbicide, outre sa sélectivité, est sa durée d'action après traitement, voilà pourquoi sa persistance dans l'environnement est parfois assez longue. D'autre part, les plus solubles d'entre eux sont susceptibles d'être entraînés, soit par ruissellement vers les cours d'eau, soit par infiltration lente en profondeur jusqu'aux nappes phréatiques. Certains herbicides sont l'apanage des agriculteurs, comme les produits dérivés du groupe chimique Triazine (Atrazine, Simazine, Propazine), qui sont des herbicides sélectifs utilisés principalement pour la culture du maïs, ou la Bentazone, utilisée dans les cultures céréalières, de la pomme de terre, du lin, des haricots et petits pois,... D'autres, comme le Diuron, sont plutôt utilisés par les particuliers (jardin et potager) et les communes (entretien des voiries et lieux publics).

Le **Tableau V.13** reprend les pesticides les plus importants analysés dans divers ouvrages de distribution publique présents sur la carte. Ces analyses ne montrent pas de dépassement des normes de potabilité. Seul l'atrazine et son métabolite le déséthyl atrazine sont présents en faible quantité, ces concentrations devraient poursuivre leur tendance à la baisse depuis l'interdiction de cette substance en 2005.

Tableau V.13 : Teneurs en pesticides principaux (famille des herbicides) pour quelques captages de la région de Gesves – Ohey

Paramètre	Unité	Norme	HOUTE E1	HOUYOUX G1	CAMPAGNE P1	BARSY D1	PERWEZ D1
Date			02/10/2012	04/12/2012	18/09/2012	26/09/2012	15/05/2012
Atrazine	ng/l	100	6	7	5	6	0
Déséthyl atrazine	ng/l	100	11	12	11	12	8
Simazine	ng/l	100	0	0	0	0	0
Chlortoluron	ng/l	100	0	0	0	0	0
Diuron	ng/l	100	0	0	0	0	0
Isoproturon	ng/l	100	0	0	0	0	0

V.5. LES MÉTAUX LOURDS

Le **Tableau V.14** montre les résultats d'analyses des métaux lourds pour quelques ouvrages sur la carte Gesves – Ohey. Aucun dépassement des normes de potabilité n'a été constaté.

Tableau V.14 : Teneurs en métaux lourds pour quelques ouvrages de la région de Gesves – Ohey

Paramètre	Unité	Norme	HOUTE E1	HOUYOUX G1	CAMPAGNE P1	BARSY D1	PERWEZ D1	PRIEURE SŒURS BERNARDINES
Date		AGW 15/01/04	02/10/2012	04/12/2012	18/09/2012	26/09/2012	15/05/2012	24/09/2008
Antimoine	µg/l	5	0,1	0,1	0	0,1	0	0,1
Arsenic	µg/l	10	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3
Bore	µg/l	1000	13	13	9	8	0	29
Cadmium	µg/l	5	0	0	0	0,1	0	0
Chrome (total)	µg/l	20	0,4	0,2	0,1	0,5	0,2	0,5
Cuivre	µg/l	100	0,8	2,3	0,1	1,2	0,9	22
Fer (total) dissous	µg/l	200	6	4	2	8	27	23
Manganèse	µg/l	50	0,1	0	0	0,4	5,1	0,6
Mercuré	µg/l	1	0	0	0	0	0	0
Nickel	µg/l	20	1,9	4,9	0,2	0,4	0	0
Plomb	µg/l	10	0,1	2,1	0,1	0,2	0	0,5
Selenium	µg/l	10	1	0,8	0,5	0,3	0,5	0,2
Zinc	µg/l	200	18	68	4	7	1	4

V.6. ETAT DES MASSES D'EAU

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

En ce qui concerne le bon état chimique, la composition de l'eau souterraine mesurée aux différents points du réseau principal de surveillance, doit être telle que les concentrations de polluants respectent les normes de qualité et les valeurs seuils inscrites à l'annexe XIV du Code de l'eau ([Tableau V.15](#)) :

Tableau V.15 : Valeurs seuils des paramètres chimiques intervenant dans la dégradation des masses d'eau souterraines (SPW-DGO3, 2014)

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

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

Les causes de la dégradation des eaux souterraines ont été regroupées comme suit :

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

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

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

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

L'impact chimique de l'agriculture demeure clairement la grande problématique pour les eaux souterraines en Wallonie ; toutefois aucune force motrice n'est à négliger. La Figure V.12 indique l'état des masses d'eau en fonction des causes de leur dégradation. En 2008, seulement 45 % des masses d'eau souterraines de Wallonie ont été jugées en bon état et sans risque de détérioration. Les plans de gestion de la directive cadre eau visent à amener cette proportion à 70% d'ici 2015.

Les masses d'eau concernées par la planche Gesves - Ohey, en 2008, étaient en bon état avec risques qualitatifs au nord-ouest et en bon état avec risques qualitatifs et quantitatifs au sud-est ([Figure V.12](#)).

Etat des lieux en 2008 des masses d'eau souterraine

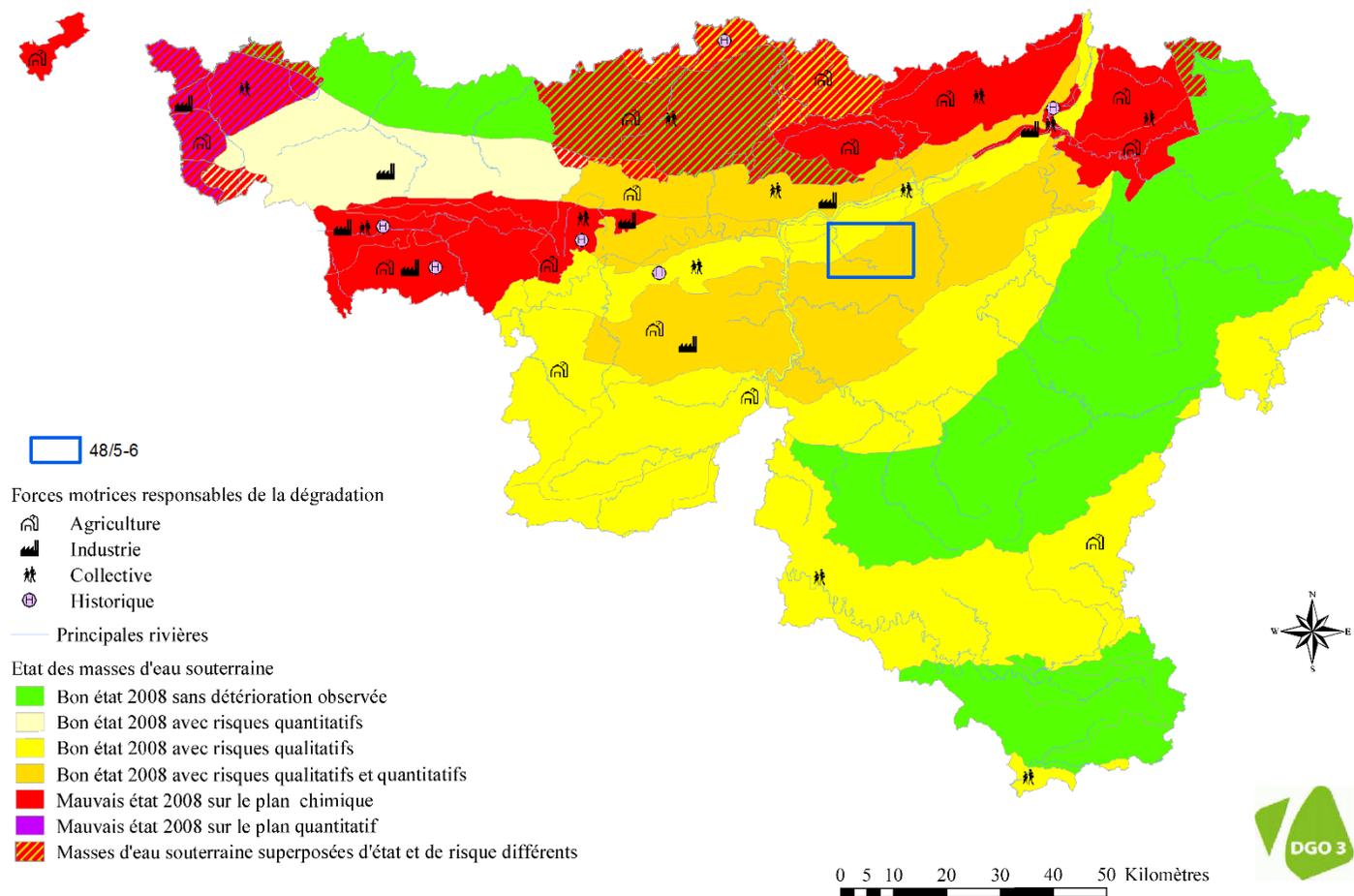


Figure V.12 : Etat des masses d'eau pour l'année 2008 et causes de leur dégradation. Localisation de la carte de Gesves - Ohey (SPW-DGO3, 2014)

VI. EXPLOITATION DES AQUIFÈRES

La planche Gesves - Ohey compte 205 ouvrages. La majorité des volumes extraits sont destinés à la distribution publique d'eau potable. Les autres captages sont principalement exploités pour un usage agricole, industriel, privé ou encore par certaines collectivités. La **Figure VI.1** résume la répartition des ouvrages entre les différentes unités hydrogéologiques. C'est l'aquitard du Famennien qui est le plus fréquemment exploité sur le territoire de la carte Gesves – Ohey, toutefois, les volumes les plus importants sont extraits de l'aquifère des calcaires du Carbonifère (voir VI.I).

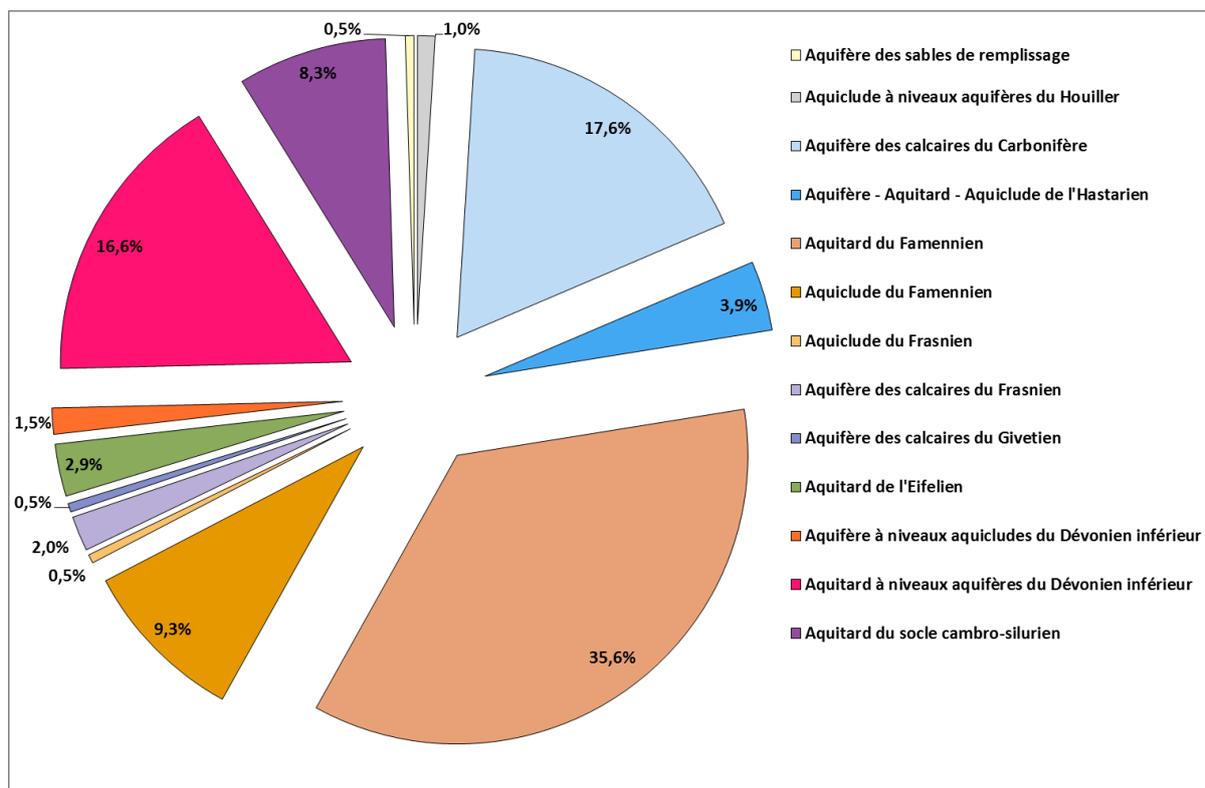


Figure VI.1 : Répartition des ouvrages entre les différentes unités hydrogéologiques de la carte Gesves – Ohey

La carte jointe à cette notice contient une petite carte thématique qui reprend les volumes pompés pour l'année 2012 ainsi que les moyennes par an de 2008 à 2012.

L'exploitation d'une prise d'eau souterraine est soumise à de nombreux aléas et donc peut être variable. Les contraintes techniques de l'ouvrage, l'activité économique liée à ce captage, l'évolution des conditions hydrogéologiques de la nappe sollicitée et les éventuelles pollutions, peuvent limiter les capacités de production. La présentation des volumes moyens prélevés sur la Carte des volumes, correspond à la moyenne des années 2008 à 2012 encodées par l'administration (basés sur les déclarations des titulaires de prise d'eau). 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 mais reflètent l'importance d'un site d'exploitation pendant les cinq années considérées. Parmi ces dernières, il se peut que certaines d'entre elles soient des années sans prélèvement. A l'échelle de la Wallonie, les volumes soutirés dans les aquifères présents sur la planchette 48/5-6 sont relativement faibles.

VI.1. VOLUMES PRÉLEVÉS POUR LA DISTRIBUTION PUBLIQUE

Nous disposons des volumes prélevés (en m³ par an) par les différents captages destinés à la distribution publique pour les années 2005 à 2012 (Figure VI.2). C'est le puits « CAMPAGNE P1 » de la SWDE qui extrait les volumes les plus importants avec une moyenne de 580 000 m³ par an suivi de la source à l'émergence « HOUTE E1 » avec 265 000 m³/an. Ces deux ouvrages exploitent l'aquifère des calcaires du Carbonifère.

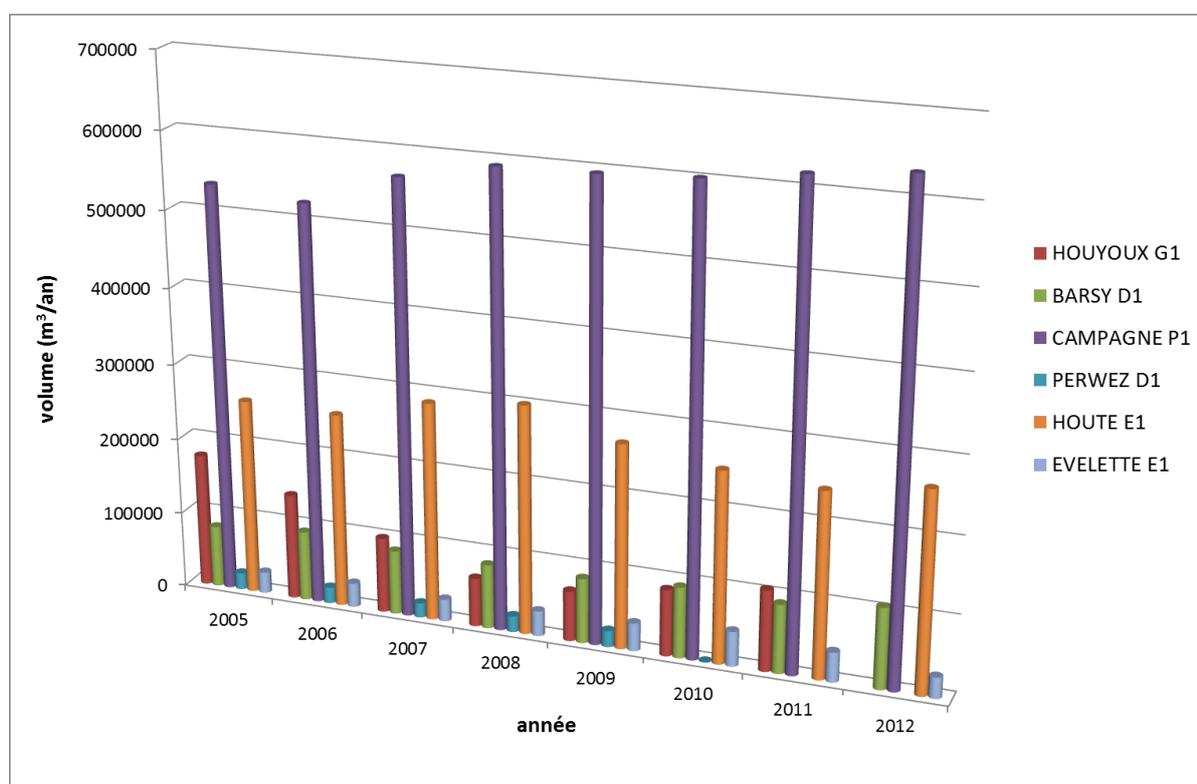


Figure VI.2 : Volumes prélevés entre 2005 et 2012 par les captages de distribution publique

VI.2. AUTRES VOLUMES CAPTÉS

Outre la distribution publique, les nappes aquifères peuvent être exploitées à plus petite échelle, souvent pour un usage agricole ou domestique. Nous ne disposons que de peu d'informations quant aux volumes pompés mais ceux-ci excèdent rarement les 2 000 m³ par an.

VII. ETUDES GÉOPHYSIQUES

Quatre zones de prospection géophysique sont référencées sur la planche Gesves – Ohey (Figure VII.1) :

- Le site SWDE d'Assesse – Florée a fait l'objet d'investigations géophysiques (sondages et trainés électriques, sondages sismiques et profils électromagnétiques) dans le cadre de la délimitation des zones de prévention (SWDE, 1993). Cette étude a montré l'existence d'une zone fissurée qui s'étend le long de la limite Viséen/Namurien sur les deux flancs du synclinal de Gesves – Marchin ;
- Des études géophysiques (sondages et trainés électriques, sondages sismiques) ont été menées autour de site SWDE de Gesves (SWDE 1998, 2002). L'objectif étant la recherche de nouvelles potentialités aquifères ;
- L'ancienne carrière de Sorinne-la-Longue a fait l'objet de mesures géophysiques lors d'une étude hydrogéologique en vue de sa réhabilitation (Wilson-Fiberfil, 1986) ;
- La carrière de Wallai à Ohey, aujourd'hui inexploitée, a également fait l'objet de prospections géophysiques lors d'une précédente étude hydrogéologique (LGIH, 1988).

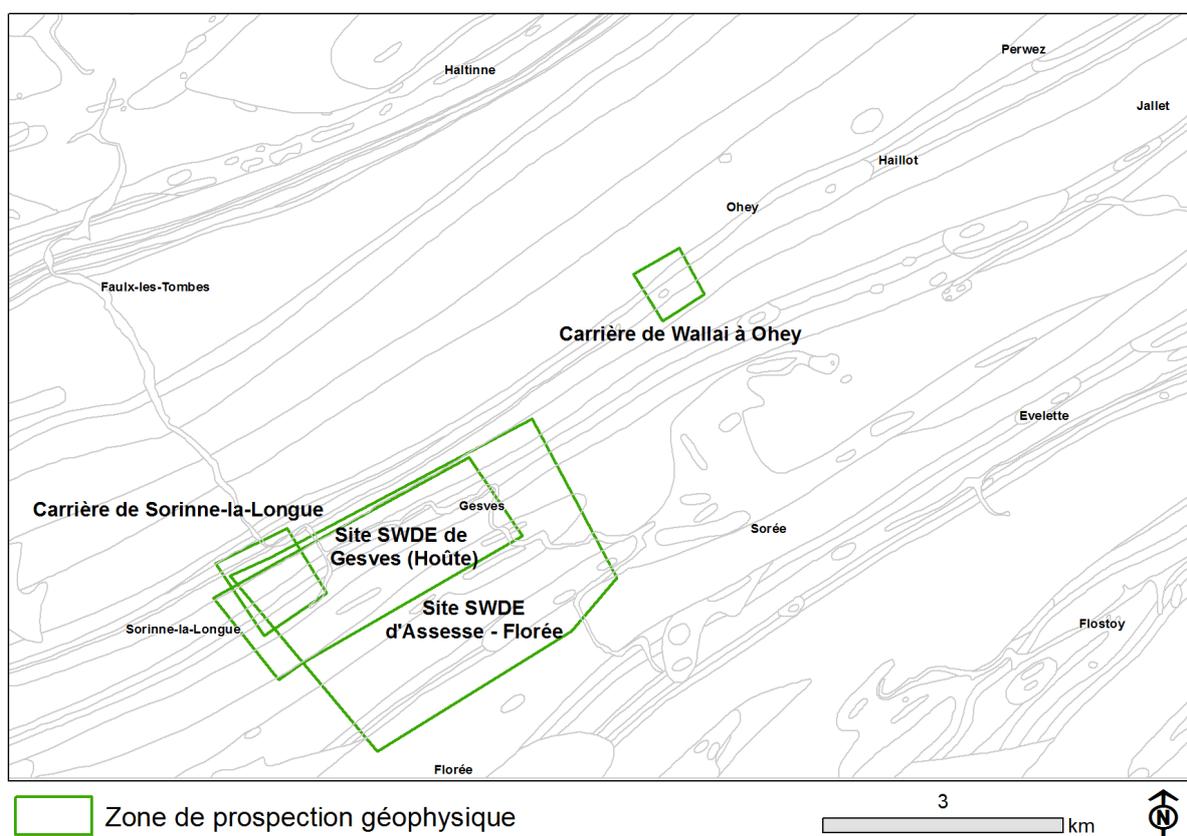


Figure VII.1 : Zones de prospection géophysique de la carte Gesves – Ohey

VIII. PARAMÈTRES HYDROGÉOLOGIQUES

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 de drainage, la porosité effective de transport et la dispersivité longitudinale.

Remarques

- La transmissivité (T) 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 si il s'agit d'un aquifère captif et la hauteur d'eau saturée (très variable) si 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 est approximé par la porosité effective (ou efficace) de drainage.

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.

A titre indicatif, le **Tableau VIII.1** présente quelques valeurs de conductivité hydraulique selon le type de terrain (roche meuble ou indurée, lithologie, degré de fissuration...). Il faut remarquer que la valeur de ce paramètre varie fortement en fonction de l'échelle d'investigation. Ainsi, on parle de conductivité hydraulique soit à l'échelle 'macroscopique' pour des mesures effectuées en laboratoires sur des échantillons, soit à l'échelle 'mégascopique' pour les valeurs relatives à la zone réellement investiguée par des essais menés sur le terrain.

Tableau VIII.1: 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 est considérée car sa valeur tient lieu de coefficient d'emmagasinement en nappe libre. A titre indicatif, le **Tableau VIII.2** reprend quelques intervalles de valeurs de porosité totale et porosité effective de drainage en fonction du type de roches. Comme pour la conductivité hydraulique, ce paramètre est dépendant de l'échelle d'investigation (laboratoire – terrain).

Tableau VIII.2 : 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		

VIII.1. PARAMÈTRES D'ÉCOULEMENT

Les données disponibles pour la carte Gesves - Ohey sont nombreuses. Elles concernent les ouvrages testés dans le cadre des projets de délimitation des zones de prévention (SWDE) ou dans le cadre d'études à caractère environnemental (forages de la carrière de Sorinne-la-Longue, Wilson-Fiberfil - LGIH). Le **Tableau VIII.3** ci-dessous constitue une synthèse des valeurs de transmissivité et de perméabilité mesurées.

Les perméabilités calculées pour les calcaires carbonifères varient selon les sites :

- Dans le bord nord du synclinal, les perméabilités calculées pour les ouvrages « PR3 » à « PR9 » de la SWDE (voir **Figure IV.16, p.52** pour le positionnement des puits concernés) sont plus élevées pour les formations du Tournaisien inférieur (aquifère indifférencié d'Hastière) que pour les formations du Tournaisien supérieur-Viséen (aquifère des calcaires du Carbonifère). Les puits « PR4 » et « PR5 » sont en effet très producteurs d'eau et présentent des perméabilités élevées (de $1,33 \cdot 10^{-5}$ à $1,39 \cdot 10^{-4}$ m/s). Les ouvrages au sud (« PR3 », « PR6 » et « PR8 ») sont moins aquifères et moins perméables (K de $3,27 \cdot 10^{-6}$ à $5,54 \cdot 10^{-5}$ m/s). Le « PR9 » présente également des perméabilités peu élevées (de $1,99 \cdot 10^{-6}$ à $3,10 \cdot 10^{-5}$ m/s). Les fissures et la karstification sont peu développées dans cette partie de l'aquifère.
- Dans la partie sud du synclinal (« Campagne P1 », « Campagne PZ2 » à « PZ5 » ; localisation à la **Figure IV.11, p.49**), les perméabilités sont plus homogènes avec une moyenne de $8,4 \cdot 10^{-4}$ m/s. Elles augmentent pour le PZ2 suite à la présence du ruisseau de Hoûte dans son rayon d'influence.

Les piézomètres à Perwez ainsi que le « PR7 », forés dans les grès, schistes et psammites du Famennien, présentent des perméabilités caractéristiques pour ces puits (de $1,19 \cdot 10^{-6}$ à $2,03 \cdot 10^{-4}$ m/s). Elles varient en fonction de la proportion de schistes contenus dans les formations rencontrées.

Ces ordres de grandeur mettent en évidence le contraste de perméabilité qui existe entre les calcaires considérés comme drains et les terrains encaissants moins perméables.

Les perméabilités rencontrées pour les dépôts sablo-argileux de l'Oligocène sont de l'ordre de $1,8 \cdot 10^{-7}$ m/s (LGIH, 1988).

Tableau VIII.3 : Paramètres hydrodynamiques déterminés pour quelques ouvrages dans la région de Gesves - Ohey

Ouvrage	Lithologie (aquifère)	Transmissivité (m ² /s) min	Transmissivité (m ² /s) max	Hauteur crépinée (m)	Perméabilité (K en m/s) min	Perméabilité (K en m/s) max	Remarque
SWDE Campagne P1	Calcaire et calcaire argileux (AF Calcaires du Carbonifère)	7,28E-04	5,18E-03	25	2,91E-05	2,07E-04	2 zones crépinées
SWDE Campagne PZ2	Calcaire viséen karstifié et faillé (AF Calcaires du Carbonifère)	4,64E-04	7,36E-02	44	1,05E-05	1,67E-03	1 zone crépinée
SWDE Campagne PZ3	Calcaire et argile (AF Calcaires du Carbonifère)	9,20E-05	4,95E-03	50	1,84E-06	9,90E-05	1 zone crépinée
SWDE Campagne PZ4	Calcaire (AF Calcaires du Carbonifère)	9,20E-04	7,18E-03	40	2,30E-05	1,80E-04	1 zone crépinée
SWDE Campagne PZ5	Calcaire et argile (AF Calcaires du Carbonifère)	4,14E-04	2,94E-03	46	9,00E-06	6,39E-05	1 zone crépinée
SWDE PR3	Calcaire et argile (AF Calcaires du Carbonifère)	3,34E-04	1,33E-03	24	1,39E-05	5,54E-05	1 zone crépinée
SWDE PR4	Calcaire altéré et argile (AFTC d'Hastière)	2,38E-04	2,48E-03	17,9	1,33E-05	1,39E-04	1 zone crépinée
SWDE PR5	Calcaire et argile (AFTC d'Hastière)	4,57E-04	2,26E-03	24	1,90E-05	9,42E-05	1 zone crépinée
SWDE PR6	Calcaire fin (AF Calcaires du Carbonifère)	1,33E-04	7,63E-04	16	8,31E-06	4,77E-05	1 zone crépinée
SWDE PR7	Grès et schistes altérés (AT grès du Famennien)	1,43E-05	8,19E-05	12	1,19E-06	6,83E-06	1 zone crépinée
SWDE PR8	Calcaire fin et argile (AF Calcaires du Carbonifère)	9,15E-05	1,39E-04	28	3,27E-06	4,96E-06	1 zone crépinée
SWDE PR9	Calcaire fin (AF Calcaires du Carbonifère)	5,58E-05	8,67E-04	28	1,99E-06	3,10E-05	1 zone crépinée
SWDE Perwez PZ2	Grès, psammites, schistes (AT grès du Famennien)	4,29E-05	6,49E-03	32	1,34E-06	2,03E-04	1 zone crépinée
SWDE Perwez PR1	Grès argileux, psammites, schistes (AT grès du Famennien)	2,56E-05	9,84E-05	12	2,13E-06	8,20E-06	2 zones crépinées
SWDE Perwez PZ1	Grès, psammites, schistes (AT grès du Famennien)	2,61E-04	1,69E-03	24	1,09E-05	7,04E-05	1 zone crépinée

VIII.2. PARAMÈTRES DE TRANSPORT

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

Quelques valeurs de paramètres de transport sont disponibles pour les calcaires carbonifères du synclinal de Gesves-Marchin. Ils ont été calculés pour la délimitation des zones de prévention autour des ouvrages de la SWDE. La [Figure VIII.1](#) et [Figure VIII.2](#) reprennent respectivement la direction des écoulements souterrains mis en évidence par essais de traçage sur les sites de Campagne et de Gesves.

Le [Tableau VIII.4](#) reprend les différents paramètres calculés à partir des courbes de restitution sur les ouvrages de la SWDE. Les vitesses augmentent lorsque les ouvrages sont connectés par un axe de drainage (conduit karstique,...).

Le site de Campagne ([Figure VIII.1](#)) semble parcouru de chenaux karstiques multiples, le long desquels la propagation des traceurs est principalement convective et assez rapide. Ce réseau semble bien structuré et continu, même si les karsts ne semblent pas très évolués dans la partie investiguée par les trois traçages réussis (SWDE, 1997).

Sur le site de Gesves ([Figure VIII.2](#)), les traçages ont mis en évidence le rôle important des schistes du Pont d'Arcole et celui joué par le Samson et son affluent (ruisseau du Fond des Vaux), qui sont en communication directe et donc drainent les aquifères exploités, qu'il s'agisse des calcaires d'Hastière ou de Landelies. Les schistes du Pont d'Arcole jouent clairement le rôle de seuil hydrogéologique (SWDE, 2000a).

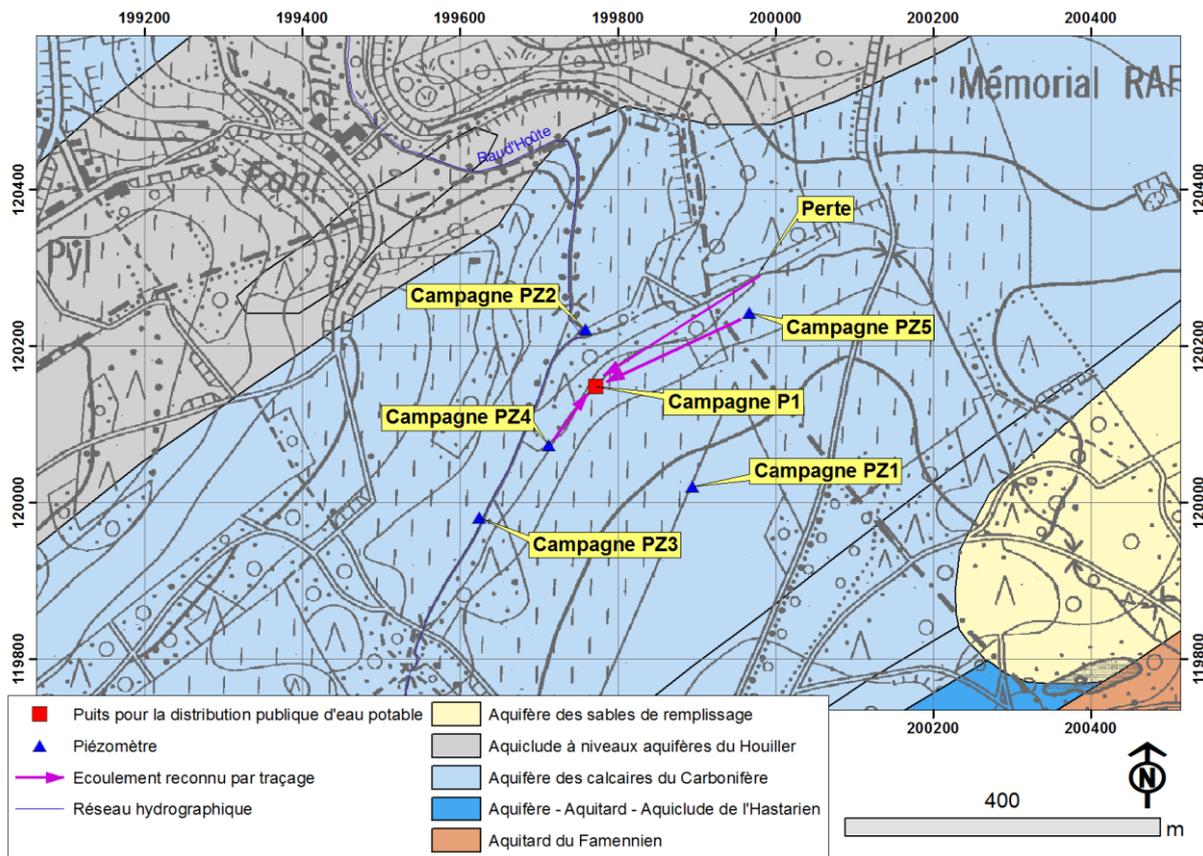


Figure VIII.1 : Ecoulements reconnus par traçage dans les calcaires carbonifères au nord de Sorée (site « Campagne »)

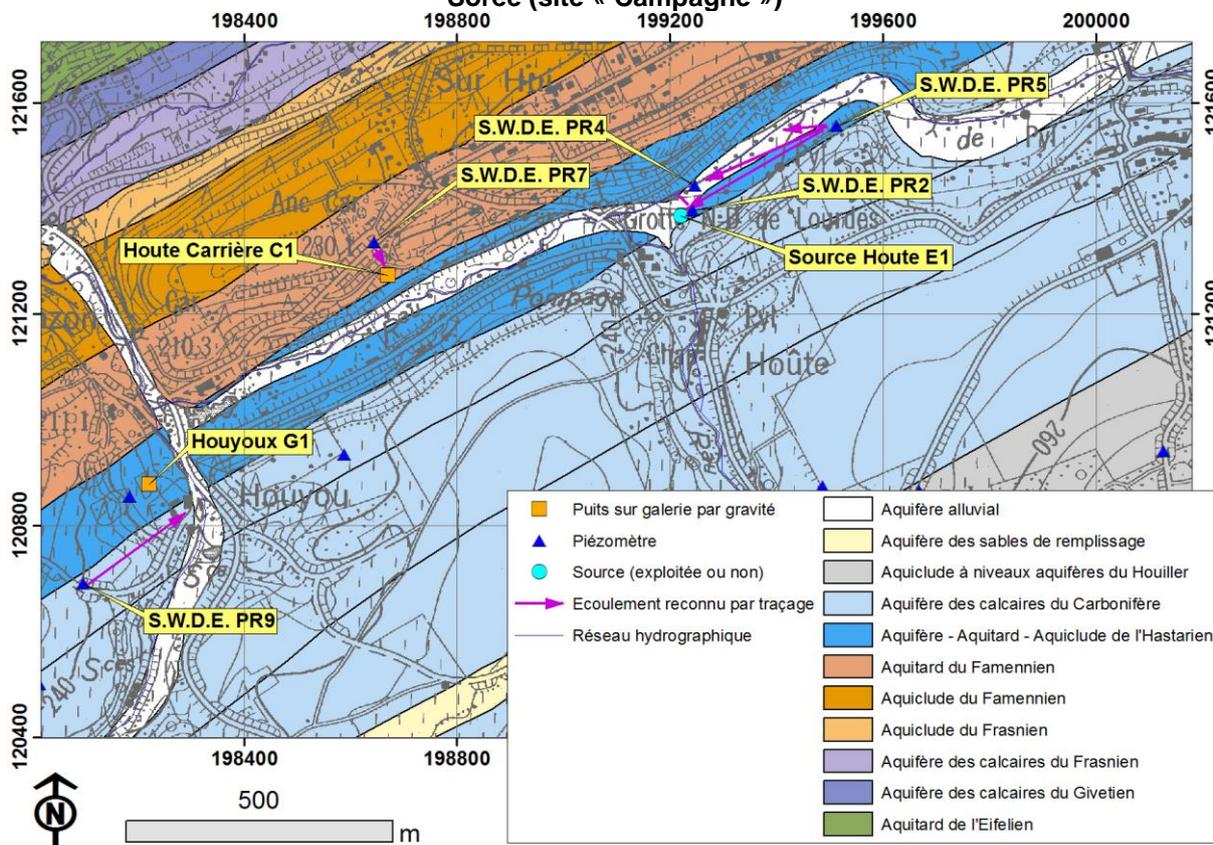


Figure VIII.2 : Ecoulements reconnus par traçage dans les calcaires carbonifères aux environs de Gesves

Tableau VIII.4 : Paramètres calculés à partir des courbes de restitution des traceurs

Ouvrage (Injection)	Ouvrage (restitution)	Distance (m)	Porosité efficace (%)	Dispersivité longitudinale	Dispersivité transversale	Vitesse horizontale réelle (m/s)	Vitesse convective (m/h)	
Campagne PZ2	Ruisseau de Houte							
Campagne PZ3	Pas de restitution							
Campagne PZ4	Campagne P1	100	2,2	4	0,1	$\sim 4 \cdot 10^{-5}$	6,12	
Campagne PZ5	Campagne P1	225	1,8	55	0,05	$\sim 8 \cdot 10^{-6}$	1,44	
Perte du Ruisseau de Houte	Campagne P1	240	40	7	-	-	151	
SWDE PR2	Houte E1	35	Pas de restitution					
SWDE PR5	Houte E1	336,4	0,025	65				
	SWDE PR4	288,7	0,037	75				
SWDE PR7	Houte Carrière C1	67,5	0,32	3				
SWDE PR9	Houyoux G1	226,4	Pas de restitution					

IX. ZONES DE PROTECTION

IX.1. CADRE LEGAL

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

Afin de limiter les risques de contamination des captages, des périmètres de prévention doivent être mis en place. La législation wallonne² définit 4 niveaux de protection à mesure que l'on s'éloigne du captage (Figure IX.1) : zones de prise d'eau (Zone I), de prévention (Zones IIa et IIb) et de surveillance (Zone III).

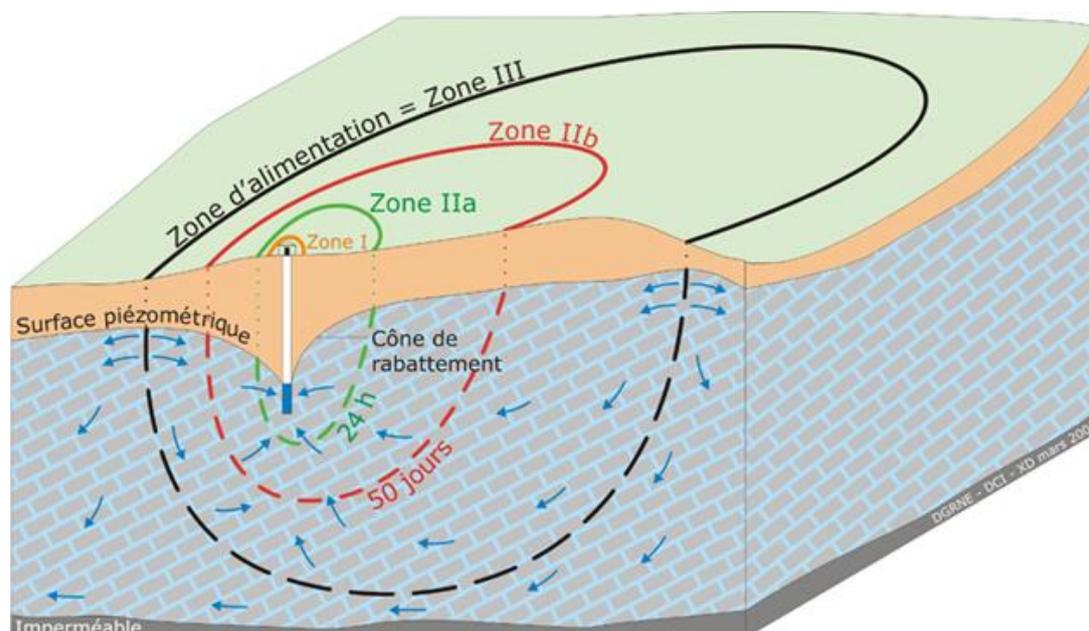


Figure IX.1 : Zones de protection en Région Wallonne (SPW-DGO3, 2014)

- Zone de prise d'eau ou zone I

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

² Arrêté de l'Exécutif régional wallon du 14 novembre 1991 relatif aux prises d'eau souterraines, aux zones de prise d'eau, de prévention et de surveillance et à la recharge artificielle des nappes d'eau souterraine, abrogé par l'arrêté du GW du 3 mars 2005 relatif au livre II du code de l'Environnement, contenant le Code de (M.B. du 12/04/2005, p. 15068).

- Zones de prévention rapprochée et éloignée ou zones IIa et IIb

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

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

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

- la zone de prévention rapprochée (zone IIa) : zone comprise entre le périmètre de la zone I et une ligne située à une distance de l'ouvrage de prise d'eau correspondant à un temps de transfert de l'eau souterraine jusqu'à l'ouvrage égal à 24 heures dans le sol saturé. A défaut de données suffisantes permettant de définir la zone IIa selon le critère des temps de transfert, la législation suggère de délimiter la zone IIa par une ligne située à une distance horizontale minimale de 35 mètres à partir des installations de surface, dans le cas d'un puits, et par deux lignes situées à 25 mètres au minimum de part et d'autre de la projection en surface de l'axe longitudinal dans le cas d'une galerie. En milieu karstique, tous les points préférentiels de pénétration (doline et pertes) donc la liaison avec le captage est établie sont classés en zone IIa.
- la zone de prévention éloignée (zone IIb) : zone comprise entre le périmètre extérieur de la zone IIa et le périmètre extérieur de la zone d'appel de la prise d'eau. Le périmètre extérieur de la zone d'appel de la zone IIb ne peut être situé à une distance de l'ouvrage supérieure à celle correspondant à un temps de transfert de l'eau souterraine jusqu'à l'ouvrage de prise d'eau égal à 50 jours dans le sol saturé. A défaut de données suffisantes permettant la délimitation de la zone IIb suivant les principes définis ci-avant, le périmètre de cette zone est distant du périmètre extérieur de la zone IIa de :
 - 100 mètres pour les formations aquifères sableuses ;
 - 500 mètres pour les formations aquifères graveleuses ;
 - 1000 mètres pour les formations aquifères fissurés ou karstiques.
- Zone de surveillance ou zone III : une zone de surveillance peut être déterminée pour toute prise d'eau. Cette zone englobe l'entièreté du bassin hydrographique et du bassin hydrogéologique situés à l'amont du point de captage.

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

IX.2. MESURES DE PROTECTION

Diverses mesures de protection ont été définies par les autorités compétentes pour les différentes zones. Ces mesures concernent notamment l'utilisation et le stockage de produits dangereux, d'engrais ou de pesticides, les puits perdus, les nouveaux cimetières, les parkings,... Elles visent à réduire au maximum les risques de contamination de la nappe. Toutes ces mesures sont décrites aux articles R.162 à R.170 de l'Arrêté du Gouvernement Wallon du 12 février 2009³.

La Société publique de Gestion de l'Eau⁴ 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>).

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.3. ZONES DE PRÉVENTION AUTOUR DES CAPTAGES

L'ensemble des captages qui sont destinés à une distribution publique d'eau devra, dans un futur plus ou moins proche, faire l'objet d'une étude de délimitation des zones de prévention rapprochée et éloignée. Cette étude sera proposée à la Direction des Eaux Souterraines de la DGARNE et approuvée par arrêté ministériel, après éventuelle révision, par signature du

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

⁴ SPGE, instituée par le décret du 15 avril 1999

ministre wallon en charge de l'environnement. Les zones de prévention qui doivent être définies sont symbolisées, sur la carte principale accompagnant cette notice, par un triangle vide centré sur les captages concernés.

IX.3.1. Zones de prévention arrêtées

Sur la planche 48/5-6, trois zones de prévention approuvées par arrêté ministériel (complètes ou partielles) sont présentes, elles sont détaillées au **Tableau IX.1** et localisées à la **Figure IX.2**.

Tableau IX.1 : Zones de prévention approuvées par arrêté ministériel sur la planche 48/5-6

Code de la zone	Nom des captages	Date de l'arrêté	Publication au moniteur belge	url arrêté ministériel
SWDE011	Campagne P1	09/05/2003	03/06/2003	http://environnement.wallonie.be/legis/EAU/easou049.htm
SWDE059	Houte E1, Houyoux G1	22/12/2005	07/02/2006	http://environnement.wallonie.be/legis/EAU/easou094.htm
VIVAQUA07	Captage de Crupet	06/01/2012	06/02/2012	http://environnement.wallonie.be/legis/EAU/easou200.htm

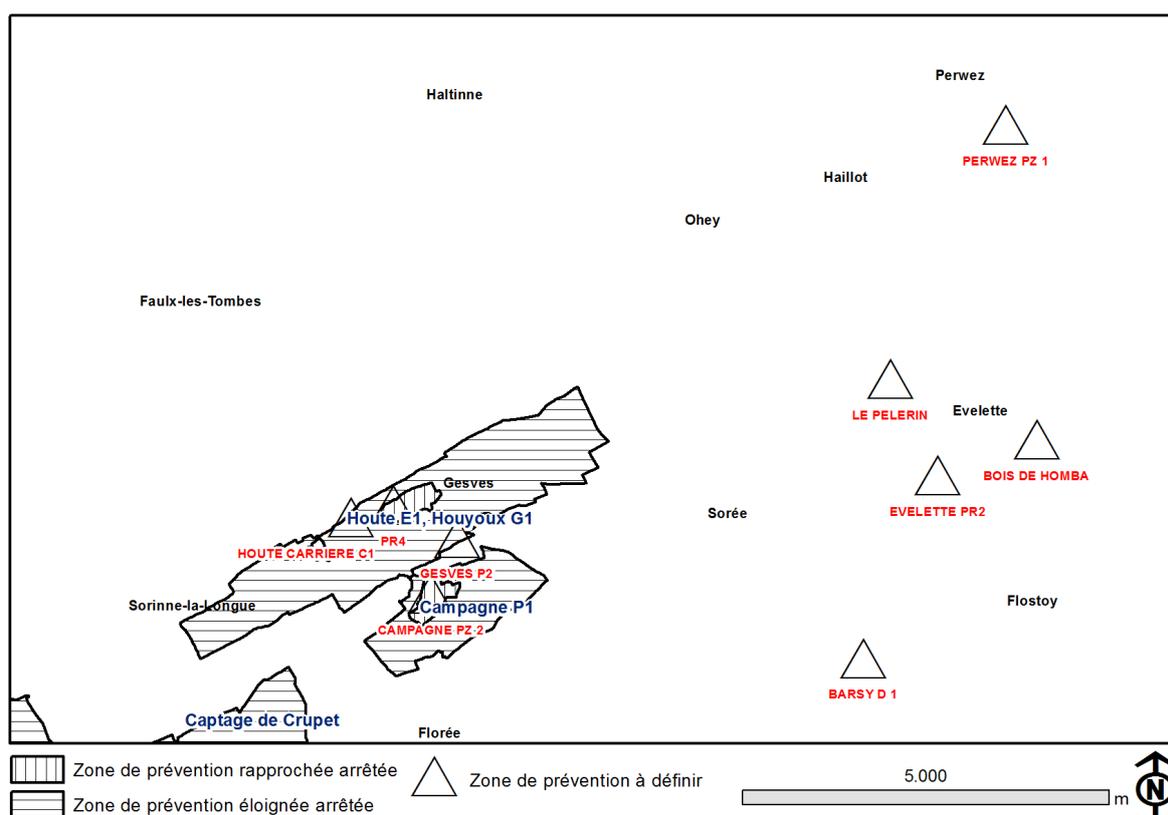


Figure IX.2 : Situation des zones de prévention à définir ou arrêtées sur la planche Gesves – Ohey

IX.3.2. Zones de prévention à définir

Aucune autre zone de prévention n'a été définie jusqu'à présent. Les zones à définir sont symbolisées sur la carte hydrogéologique par un triangle vide, tracé autour des captages toujours exploités pour la distribution publique d'eau. Au 31/01/14, la SWDE est concernée pour les ouvrages suivants (voir [Figure IX.2](#)) :

- la galerie « Hoûte Carrière C1 » ;
- le piézomètre « Campagne PZ2 » ;
- le puits « Gesves P2 » ;
- le puits de reconnaissance « PR4 » à Gesves ;
- la source « Evelette E1 » ou « Bois de Homba » ;
- le puits de reconnaissance « Evelette PR2 » ;
- le drain « Le Pèlerin » ;
- le drain « Barsy D1 » ;
- le piézomètre « Perwez PZ1 ».

X. MÉTHODOLOGIE D'ÉLABORATION DE LA CARTE HYDROGÉOLOGIQUE

Le présent chapitre décrit brièvement les principales sources d'informations géologiques, hydrologiques et hydrogéologiques disponibles pour la région de Gesves – Ohey. Les données collectées sont encodées dans une base de données structurée et mises en cartes.

X.1. SOURCES DE DONNÉES

X.1.1. Données géologiques

Les données géologiques proviennent des descriptions de forages, disponibles principalement auprès du Service Géologique de Belgique, des foreurs et à partir d'études géologiques et hydrogéologiques diverses.

Les unités hydrogéologiques sont directement dérivées de la carte géologique de Stainier (1901), une mise en parallèle a toutefois été établie dans cette notice avec la nouvelle carte géologique de Delcambre et Pingot (à paraître). Les formations géologiques sont regroupées ou subdivisées en unités hydrogéologiques lorsque leur comportement hydrodynamique est similaire.

Des discontinuités peuvent exister entre cartes voisines (c'est notamment le cas avec les cartes 48/1-2 Andenne – Couthuin et 54/1-2 Natoye – Ciney), celles-ci résultent d'interprétations lithologiques et donc hydrodynamiques différentes entre cartes et entre auteurs. Les mises à jour ultérieures devraient toutefois permettre une uniformisation.

X.1.2. Données météorologiques et hydrologiques

Les informations proviennent de la DCENN en ce qui concerne la station de jaugeage L5980 (X : 195495, Y : 126462) sur le Samson. La station limnimétrique « Montfort 1 » (X : 206670, Y : 119563) sur le Ruisseau de Barsy est la propriété de l'ULg.

La station climatique K16 (X : 203352, Y : 120543) localisée à Sorée appartient à l'IRM.

X.1.3. Données hydrogéologiques

X.1.3.1. Localisation des ouvrages et sources

Au total, 204 ouvrages ont été encodés dans la banque de données. Ces ouvrages comprennent 2 puits de distribution, 2 puits sur galerie par gravité, 5 drains, 141 puits de particuliers ou d'industries, 34 piézomètres et 20 sources. Ces données proviennent des

sociétés de distribution d'eau, des communes, d'agriculteurs, de particuliers et de la banque de données du SPW (DixSous).

X.1.3.2. Données piézométriques

Les données piézométriques proviennent des données collectées lors d'études hydrogéologiques par le SPW et des bureaux d'études ainsi que des mesures piézométriques effectuées dans le cadre de la réalisation de cette carte, sur des piézomètres et des puits appartenant à des particuliers ou des agriculteurs.

Il y a 1983 valeurs disponibles sur 97 ouvrages.

Parfois, la répartition de ces mesures permet de définir des sens d'écoulement.

X.1.3.3. Données hydrochimiques

Les données hydrochimiques ont, pour la plupart, été fournies par la banque de données CALYPSO du SPW ou par la SWDE. Environ 7500 valeurs de paramètres chimiques ont été encodées dans la banque de données au droit de 63 ouvrages.

X.2. ENCODAGE DANS UNE BASE DE DONNÉES

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 et d'autres institutions (dont l'administration wallonne, DGARNE), la base de données a été révisée. Le but est de créer un outil de travail commun et performant, répondant aux besoins des spécialistes impliqués dans la gestion des eaux souterraines. Les données hydrogéologiques dispersées géographiquement devaient être disponibles dans une seule base de données centralisée. Ainsi les données détaillées de l'hydrochimie, de la piézométrie, des volumes exploités, des paramètres d'écoulement et de transport, de géologie telles que les descriptions de log de forage et d'autres données administratives ou autre sont stockées dans la *BD HYDRO* qui se trouve à la DGARNE⁵. Ces données peuvent être demandées au SPW qui décide de leur

⁵ Direction générale opérationnelle Agriculture, Ressources naturelles et Environnement (DGO3). Département de l'Etude du Milieu naturel et agricole - Direction de l'Etat environnemental. Coordination Géomatique et Informatique. Avenue Prince de Liège 15 - B-5100 Jambes, Belgique

accessibilité au cas par cas. L'ensemble des données collectées est encodé dans la base de données géorelationnelle, *BD HYDRO* (Wojda *et al.*, 2005). Elle regroupe toutes les informations disponibles en matière d'hydrogéologie en Région wallonne. Parmi les nombreuses et diverses données de la *BD HYDRO* on trouve des informations relatives à la localisation des prises d'eau (puits, sources, piézomètres,...), leurs caractéristiques géologiques et techniques, ainsi que des données sur la piézométrie, la qualité physico-chimique des eaux souterraines, les volumes prélevés... Les divers tests (diagraphies, essais de pompage, essais de traçage, prospection géophysique) sont également encodés dans la *BD HYDRO*. Elle est également enrichie avec les informations sur les études, rapports et autres documents hydrogéologiques écrits. Ces renseignements se présentent sous la forme de métadonnées.

X.2.1. Construction de la carte hydrogéologique

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

X.3. PRÉSENTATION DU POSTER A0

La carte hydrogéologique se compose de plusieurs éléments :

- la carte hydrogéologique principale au 1/25 000 ;
- les cartes thématiques au 1/50 000 :
 - carte des informations complémentaires et des caractères des nappes ;
 - carte des volumes d'eau prélevés ;
- les coupes hydrogéologiques ;
- le tableau de correspondance entre la géologie et l'hydrogéologie ;
- la carte de Belgique (au 1/5 000 000) où est localisée la planche 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 (sous licence SPW – DGO 3) ;
- le réseau hydrographique ;
- les formations hydrogéologiques ;
- les failles ;
- la localisation des points d'eau constitués par :
 - des puits des sociétés de distribution d'eau ;

- des puits de sociétés industrielles ;
- des puits privés exploités et déclarés au Service Public de Wallonie ;
- des puits non exploités, mais équipés d'une pompe ;
- des sources exploitées ou non ;
- des puits d'accès aux drains ;
- des puits d'accès aux galeries ;
- 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 ;
- une station climatique ;
- les sens probables d'écoulement souterrain lorsqu'ils peuvent être définis ;
- les cotes piézométriques ponctuelles dans les unités hydrogéologiques rencontrées, avec la date de la mesure ;
- les traits localisant le tracé des coupes hydrogéologiques ;
- Les zones de prévention IIa et IIb arrêtés par le Gouvernement Wallon ;
- les points de captage en attente de la définition de leur zone de prévention.

X.3.2. Carte des informations complémentaires et des caractères des nappes

- La « carte des informations complémentaires et du caractère des nappes » présente le caractère (libre, captif) 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 et les zones vulnérables au nitrates.

X.3.3. Carte des volumes prélevés

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

- les ouvrages (puits, piézomètres, sources, drains,...) 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 pour les ouvrages exploités par les sociétés de distribution publique d'eau potable représentés par des pastilles (ou triangle pour les eaux de surface) rouges de diamètre proportionnel aux débits captés ;

- les volumes déclarés pour l'année 2012 pour 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. 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 Stainier (1901).

X.3.5. Coupes hydrogéologiques

Parmi les éléments présentés sur le poster de la carte hydrogéologique figurent les coupes hydrogéologiques. Elles permettent de comprendre le contexte géologique et hydrogéologique de la région. Sur ces coupes ont été ajoutées des informations sur les niveaux d'eau souterraine.

X.3.6. Avertissement

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

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

XI. RÉFÉRENCES

Belanger, I. ; Delaby, S. ; Delcambre, B. ; Ghysel, P. ; Hennebert, M. ; Laloux, M. ; Marion, J.-M. ; Mottequin, B. et 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), 169-175.

Brouyère, S. ; Gesels, J. ; Jamin, P. ; Robert, T. ; Thomas, L. ; Dassargues, A. ; Bastien, J. ; Van Wittenberge, F. ; Rorive, A. ; Dossin, F. ; Lacour, J.-L. ; Le Madec, D. ; Nogarède, P. et Hallet, V. (2009) : Caractérisation hydrogéologique et support à la mise en œuvre de la Directive Européenne 2000/60 sur les masses d'eau souterraine en Région Wallonne (Projet Synclin'EAU), *Convention RW et SPGE-Aquapole*.

Castany, G. (1998) : Hydrogéologie, principes et méthodes, *Dunod*, 236 p.

Castany, G. et Margat, J. (1977) : Dictionnaire français d'hydrogéologie, *Editions du BRGM*.

Dassargues, A. (2010) : Hydrogéologie, Notes de cours, *Université de Liège, non publié*.

de Béthune, P. (1961) : Carte de la géologie de la Belgique in Atlas de Belgique, planche 8. *Académie royale de Belgique, Comité national de géographie, Commission de l'Atlas national, Bruxelles*.

De Broyer, C. ; Thys, G. ; Fairon, J. et Michel, G. (2002) : Atlas du Karst Wallon. Haute Meuse, *DGRNE - CWEPESS*

de Dorlodot, H. (1893) : Recherches sur le prolongement occidental du Silurien de Sambre-et-Meuse et sur la terminaison orientale de la faille du Midi, *Ann. Soc. géol. Belgique*, 20, 289-424.

Delcambre, B. et Pingot, J.-L. (à paraître) : Carte géologique de Wallonie, 48/5-6 Gesves – Ohey (+notice explicative). *Service public de Wallonie, Namur, Belgique*.

Fetter, C. W. (2001) : Applied hydrogeology, *Fourth Edition, Prentice Hall*, 598 p.

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

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

Hance, L. ; Poty, E. et Devuyst, F.-X. (2006) : Ivorian, *Geologica Belgica*, 9(1-2), 117-122.

- ISSeP** (1998) : Rapport des essais de traçage à Assesse (Florée) - Captage « Campagne », *rapport n°281*.
- LGIH** (1988) : Carrière de Wallai (Ohey) - Etude hydrogéologique, *dossier LAM881*.
- Lizin, P.** (2006) : Caractérisation hydrogéologique du bassin du Samson, *Sciences Appliquées, Université de Liège, travail de fin d'études, inédit*.
- Malaise, M. et Stainier, X.** (1892) : Documents concernant le Dévonien du Bassin de Namur, *Ann. Soc. géol. Belgique*, 19, 297-302.
- Meinzer, O. E.** (1923) : Outline of ground-water hydrology, with definitions, *U. S. Geol. Survey, Water-Supply Paper*, 494, 1-71.
- Michel, G. ; Thys, G. et De Broyer, C.** (2011) : Atlas du Karst Wallon. Bassins du Bocq et du Samson, *CWEPSS, La Hulpe*, 368 p.
- Poehls, D.J. & Smith, G.J.** (2009) : Encyclopedic Dictionary of Hydrogeology, *Elsevier Academic press*, 517 p.
- Poty, E. et Hance, L.** (2006) : Livian, *Geologica Belgica*, 9(1-2), 133-138.
- Rekk, S. et Hallet, V.** (2007) : Carte hydrogéologique de Wallonie, Planchettes Malonne - Naninne n° 47/7-8. Version provisoire. *Edition : Service public de Wallonie, DGO3 (DGARNE), Belgique*.
- Ruthy, I. et Dassargues, A.** (2004) : Carte hydrogéologique de Wallonie, Planchettes Natoye - Ciney n° 54/1-2. Version provisoire. *Edition : Service public de Wallonie, DGO3 (DGARNE), Belgique*.
- SPW-DGO3** (2014) : Etat des nappes d'eau souterraine de la Wallonie. *Edition : Service Public de Wallonie, DGO3 (DGARNE), Belgique. Dépôt légal D/2014/11802/11 – ISBN 978-2-8056-0142-2*
- Stainier, X.** (1894) : Sur la terminaison orientale de la Crête Silurienne du Condroz, *Bull. Soc. Belge Géol. Paléont. Hydrol.*, 8, 231-234.
- Stainier, X.** (1901) : Carte géologique n° 156, Gesves – Ohey au 1/40 000.
- Stainier, X.** (1920) : La bande silurienne du Condroz et la faille du Midi, *Bull. Soc. Belge Géol. Paléont. Hydrol.*, 30, 63-76.
- SWDE** (1983) : Forage d'un puits d'exploitation P1 à Gesves, *rapport technique*.
- SWDE** (1993) : Assesse – Florée - Etude géophysique, *étude du LGIH-ULg, rapport n°931*.

SWDE (1996) : Réalisation de cinq piézomètres dans le cadre de l'étude des zones de prévention de la prise d'eau d'Assesse (Florée) – Campagne P1, *rapport technique*.

SWDE (1997) : Prise d'eau d'Assesse (Florée), "Campagne P1" et "Pré de l'Oie P2" - Essai de traçage complémentaire dans le cadre de l'étude des zones de prévention des deux prises d'eau d'Assesse, *étude de SPRL Aquale-Ecofox, rapport 962*.

SWDE (1998) : Gesves - Etude géophysique, *étude de SPRL Geohygeor*.

SWDE (1999a) : Réalisation d'un puits de reconnaissance et de deux piézomètres à Ohey (Perwez) "Perwez D1" dans le cadre de la recherche de nouvelles potentialités aquifères, *rapport technique n°114*.

SWDE (1999b) : Réalisation de huit puits de reconnaissance (PR3 à PR10) à Gesves dans le cadre de l'étude des zones de prévention des prises d'eau "Houte E1", "Houyoux G1" et "Carrière C1", *rapport technique n°121*.

SWDE (2000a) : Prises d'eau de Gesves (Hoûte E1, Houyoux G1 et Carrière C1) - Essais de traçage, *étude du LGIH-ULg*.

SWDE (2000b) : Site d'Assesse (Florée). Prise d'eau : Assesse "Campagne P1" (4859002) - Projet de délimitation des zones de prévention.

SWDE (2001) : Prises d'eau de Gesves (Hoûte E1, Houyoux G1 et Carrière C1) - Modélisation, *étude du LGIH-ULg*.

SWDE (2002) : Commune de Gesves - Recherche de nouvelles potentialités aquifères - Etude géophysique, *étude de SPRL Bureau Conseil en Géologie*.

SWDE (2003) : Commune de Gesves, site de Gesves. Prises d'eau : "Houte D1" (485001), "Houyoux G1" (4858005) - Projet de délimitation des zones de prévention.

Thorntwaite, C. W. et Mather, J. R. (1955) : The water balance, *Centeron N.J., Laboratory of Climatology, Publication 8*, 1-86.

Wilson-Fiberfil (1986) : Carrière de Sorinne-la-Longue (Assesse) - Etude hydrogéologique, *étude du LGIH-ULg, dossier WFI861*.

Wilson-Fiberfil (1987) : Carrière de Sorinne-la-Longue (Assesse) - Etude hydrogéologique complémentaire, *étude du LGIH-ULg, dossier WFI871*.

Wilson-Fiberfil (1989) : Carrière de Sorinne-la-Longue (Assesse) - Forages et essais de pompage - Etude des composants solubles dans l'eau, *étude de LGIH-ULg, dossier WFI891*.

Wilson-Fiberfil (1996) : Carrière de Sorinne-la-Longue (Assesse) - Suivi hydrochimique, *étude du LGIH-ULg, dossier WFI961*.

Wilson-Fiberfil (1998) : Carrière de Sorinne-la-Longue (Assesse) - Suivi hydrochimique, résultats des analyses des 18/03/1996, 09/12/1996 et 13/03/1997, *étude du LGIH-ULg, dossier WFI981*.

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 Service public de Wallonie, DGARNE – Université de Liège*

ANNEXE 1: LISTE DES ABRÉVIATIONS

DGARNE : Service public de Wallonie. Direction Générale de l'Agriculture, des Ressources naturelles et de l'Environnement. DGO3

Avenue Prince de Liège, 15 à 5100 JAMBES

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

Direction des Eaux Souterraines

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

DCENN : Direction des Cours d'Eau Non Navigables

IRM : Institut Royal Météorologique, Section Climatologie.

Avenue Circulaire, 3 à 1180 BRUXELLES

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

SGB : Service Géologique de Belgique.

Département VII de l'Institut royal des Sciences Naturelles de Belgique

Rue Jenner, 13 à 1000 BRUXELLES

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

SWDE : Société Wallonne de Distribution d'Eau

<http://www.swde.be>

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

m : mètre

s : seconde

ANNEXE 2 : TABLE DES ILLUSTRATIONS

Figure I.1 : Localisation de la carte Gesves - Ohey (planche IGN 48/5-6)	3
Figure II.1 : Contexte géomorphologique général de la Belgique et situation de la carte 48/5-6 Gesves – Ohey.....	4
Figure II.2 : Carte du réseau hydrographique et des bassins versants de la région de Gesves – Ohey	6
Figure III.1 : Localisation de la planche 48/5-6 Gesves – Ohey sur la carte géologique en Wallonie (d'après de Béthune, 1961, modifié)	7
Figure III.2 : (A) nouvelles cartes géologiques attenantes au front varisque levées jusqu'à la région de Huy (B) détail des Ecailles de Haine-Sambre-Meuse dont la base est une courbe enveloppe constituée d'une série de failles de chevauchement supportant des écailles régionales (C) coupe méridienne EF sur la carte Malonne-Naninne (Delcambre et Pingot, sous presse) voisine de Gesves-Ohey (d'après Belanger <i>et al.</i> , 2012, modifié).....	19
Figure III.3 : Carte simplifiée des unités structurales (d'après Stainier, 1901 ; Belanger <i>et al.</i> , 2012).....	22
Figure IV.1 : différents types de porosité dans les roches meubles et cohérentes (d'après Meinzer, 1923).....	24
Figure IV.2 : Phénomènes karstiques répertoriés dans le Parautochtone brabançon (karst viséen de la région de Goyet)	34
Figure IV.3 : Topographie des Grottes de Goyet	35
Figure IV.4 : Phénomènes karstiques répertoriés dans le Synclinorium de Dinant (karst tournaisien et viséen de Gesves)	36
Figure IV.5 : Evolution piézométrique du puits Bloksin 2 du 07/03/2006 au 18/12/2007	39
Figure IV.6 : Situation des puits « Bloksin 2 », « Domaine d'Agim », « Bonneville » et « Bellery »	40
Figure IV.7 : Evolution piézométrique du puits Bonneville de mars 2006 à avril 2007	41
Figure IV.8 : Situation des puits « Haltinne 6 » et « Bounon 3 »	42
Figure IV.9 : Situation du « Puits Depoorter ».....	45
Figure IV.10 : Situation du bassin du Samson sur la carte structurale	48
Figure IV.11 : Localisation des piézomètres de la SWDE autour de la prise d'eau « Campagne P1 »	49
Figure IV.12 : Evolution piézométrique du piézomètre « Campagne PZ2 » de 1995 à 2007.....	50
Figure IV.13 : Evolution piézométrique du piézomètre « Campagne PZ3 » de 1995 à 2007.....	50
Figure IV.14 : Evolution piézométrique du piézomètre « Campagne PZ4 » de 1995 à 2007.....	51
Figure IV.15 : Evolution piézométrique du piézomètre « Campagne PZ5 » de 1995 à 2007.....	51
Figure IV.16 : Localisation des captages et des piézomètres de la SWDE aux environs de Gesves	52
Figure IV.17 : Evolution piézométrique du piézomètre « PR4 » de la SWDE de 2000 à 2007	53
Figure IV.18 : Evolution Piézométrique du piézomètre « PR2 » de la SWDE de 2000 à 2007	54
Figure IV.19 : Evolution Piézométrique du piézomètre « PR5 » de la SWDE de 2000 à 2007	55
Figure IV.20 : Evolution Piézométrique du piézomètre « PR3 » de la SWDE de 2000 à 2007	55

Figure IV.21 : Evolution Piézométrique du piézomètre « PR6 » de la SWDE de 2010 à 2014.....	56
Figure IV.22 : Evolution Piézométrique du piézomètre « PR7 » de la SWDE de 2000 à 2007.....	57
Figure IV.23 : Evolution Piézométrique du piézomètre « PR8 » de la SWDE de 2000 à 2007.....	57
Figure IV.24 : Evolution Piézométrique du piézomètre « PR9 » de la SWDE de 2000 à 2007.....	58
Figure IV.25 : Evolution Piézométrique du piézomètre « PR10 » de la SWDE de 2000 à 2007.....	58
Figure IV.26 : Evolution Piézométrique du piézomètre « PR11 » de la SWDE de 2003 à 2007.....	59
Figure IV.27 : Evolution Piézométrique du piézomètre « PR12 » de la SWDE de 2003 à 2007.....	60
Figure IV.28 : Situation du puits « Ohey-Campagne »	61
Figure IV.29 : Evolution piézométrique du puits Ohey-Campagne de novembre 2006 à avril 2007.....	61
Figure IV.30 : Localisation des piézomètres de la SWDE à Evelette	63
Figure IV.31 : Situation du puits « ERNEVILLE »	64
Figure IV.32 : Evolution piézométrique du puits « ERNEVILLE ».....	64
Figure IV.33 : Evolution piézométrique du puits « Gesves Space » de mars 2006 à avril 2007.....	65
Figure IV.34 : Evolution piézométrique du puits « Pompe à main Sorinne » de février 2006 à avril 2007.....	66
Figure IV.35 : Evolution piézométrique du puits « Béole 12 » de juin 2006 à novembre 2007.....	66
Figure IV.36 : Situation des piézomètres de l'ancienne carrière de Sorinne-la-Longue.....	67
Figure IV.37 : Coupes hydrogéologiques de la planche 48/5-6.....	71
Figure IV.38 : Représentation schématique des différents types de nappes (d'après Dejonghe, 2007, modifié).....	72
Figure IV.39 : Carrières en activité sur la carte Gesves – Ohey.....	73
Figure V.1 : Situation des analyses chimiques disponibles sur la carte Gesves - Ohey.....	75
Figure V.2 : Classification hydrochimique des eaux souterraines selon un diagramme de Piper (d'après Fetter, 2001).....	90
Figure V.3 : Classification hydrochimique des eaux de la carte Gesves-Ohey sur le diagramme Piper.....	91
Figure V.4 : Zones vulnérables aux nitrates arrêtées en Wallonie et teneurs moyennes en nitrates de 2008 à 2011 sur les ouvrages du réseau de surveillance du Service Public de Wallonie. Localisation de la carte de Gesves – Ohey (SPW-DGO3, 2014).....	92
Figure V.5 : Evolution de la teneur en nitrate du captage de « Campagne P1 » entre 1994 et 2012.....	94
Figure V.6 : Evolution de la teneur en nitrate de la source « Hoûte E1 » entre 1995 et 2012.....	94
Figure V.7 : Evolution de la teneur en nitrate du captage « Houyoux G1 » entre 1994 et 2012.....	95
Figure V.8 : Evolution de la teneur en nitrate du captage de « Hoûte Carrière C1 » entre 1996 et 2002.....	96
Figure V.9 : Evolution de la teneur en nitrate de la source « Evelette E1 » entre 1994 et 2006.....	97
Figure V.10 : Evolution de la teneur en nitrate du captage « Barsy D1 » entre 1994 et 2012.....	97
Figure V.11 : Evolution de la teneur en nitrate du captage « Perwez D1 » entre 1994 et 2012.....	98
Figure V.12 : Etat des masses d'eau pour l'année 2008 et causes de leur dégradation. Localisation de la carte de Gesves - Ohey (SPW-DGO3, 2014).....	104

Figure VI.1 : Répartition des ouvrages entre les différentes unités hydrogéologiques de la carte Gesves – Ohey.....	105
Figure VI.2 : Volumes prélevés entre 2005 et 2012 par les captages de distribution publique.....	106
Figure VII.1 : Zones de prospection géophysique de la carte Gesves – Ohey.....	107
Figure VIII.1 : Ecoulements reconnus par traçage dans les calcaires carbonifères au nord de Sorée (site « Campagne »)	113
Figure VIII.2 : Ecoulements reconnus par traçage dans les calcaires carbonifères aux environs de Gesves.....	113
Figure IX.1 : Zones de protection en Région Wallonne (SPW-DGO3, 2014)	115
Figure IX.2 : Situation des zones de prévention à définir ou arrêtées sur la planche Gesves – Ohey	118

ANNEXE 3 : LISTE DES TABLEAUX

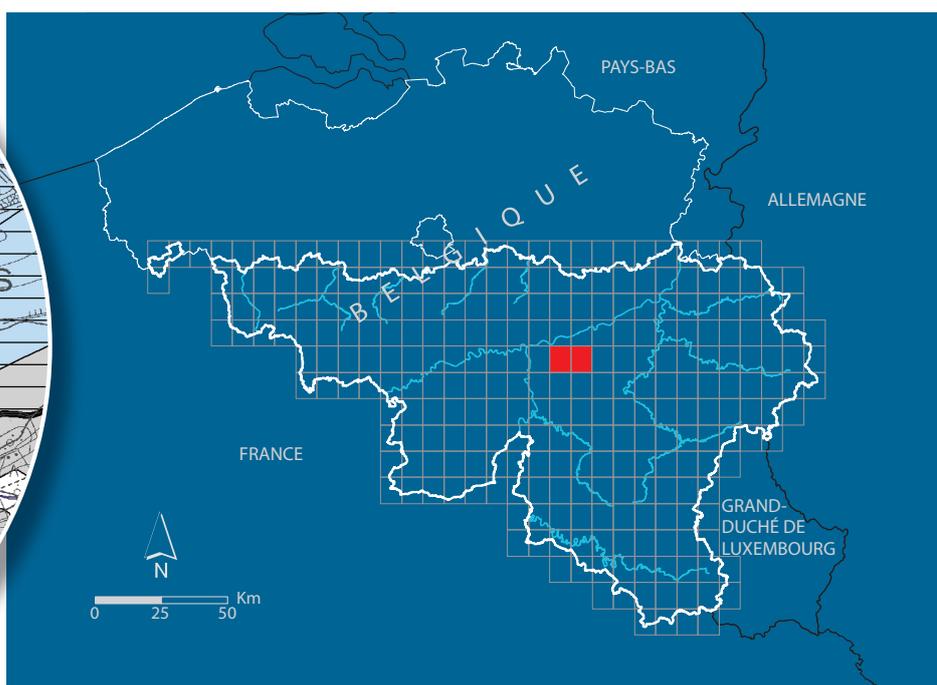
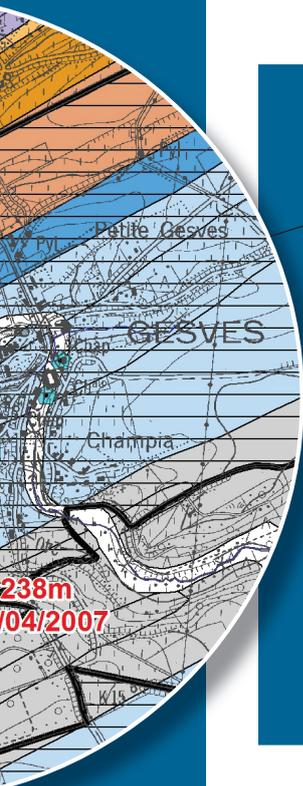
Tableau III.1 : Tableau lithostratigraphique de la carte Gesves – Ohey d'après Stainier (1901) et Delcambre et Pingot (à paraître)	9
Tableau III.2 : Corrélation entre ancienne et nouvelle nomenclature pour l'Assise d'Hastière	16
Tableau IV.1 : Porosité totale, porosité efficace et perméabilité des principaux types de roches	24
Tableau IV.2 : Tableau lithostratigraphique et des unités hydrogéologiques de la région de Gesves – Ohey	27
Tableau IV.3 : Mesures piézométriques disponibles pour les piézomètres d'Evelette	62
Tableau IV.4 : Mesures piézométriques réalisées dans les forages de la carrière de Sorinne-la-Longue	67
Tableau V.1 : Résultats des analyses chimiques pour l'aquitard du socle cambro-silurien	76
Tableau V.2 : Résultats des analyses chimiques pour l'aquitard à niveaux aquifères du Dévonien inférieur	78
Tableau V.3 : Résultats des analyses chimiques pour l'aquitard de l'Eifelien	79
Tableau V.4 : Résultats des analyses chimiques pour l'aquifère des calcaires du Frasnien	80
Tableau V.5 : Résultats des analyses chimiques pour l'aquiclude du Famennien (« Puits des Ruelles 19 » et « Puits Dussart ») et du Frasnien (« Puits Paradis 5 »)	81
Tableau V.6 : Résultats des analyses chimiques pour l'aquitard du Famennien	83
Tableau V.7 : Résultats des analyses chimiques pour l'aquitard du Famennien (suite 1)	84
Tableau V.8 : Résultats des analyses chimiques pour l'aquitard du Famennien (suite 2)	85
Tableau V.9 : Résultats des analyses chimiques pour l'aquifère des calcaires du Carbonifère	87
Tableau V.10 : Résultats des analyses chimiques pour l'aquifère des calcaires du Carbonifère (suite)	88
Tableau V.11 : Résultats des analyses chimiques pour l'aquifère des calcaires du Carbonifère (suite 2)	89
Tableau V.12 : Résultats des analyses microbiologiques (avant traitement) pour quelques ouvrages de la région de Gesves – Ohey	99
Tableau V.13 : Teneurs en pesticides principaux (famille des herbicides) pour quelques captages de la région de Gesves – Ohey	100
Tableau V.14 : Teneurs en métaux lourds pour quelques ouvrages de la région de Gesves – Ohey	101
Tableau V.15 : Valeurs seuils des paramètres chimiques intervenant dans la dégradation des masses d'eau souterraines	102
Tableau VII.1: Intervalles de valeurs indicatives pour la conductivité hydraulique de différentes lithologies (échelles macroscopique & mégascopique)	109
Tableau VII.2 : Intervalles de valeurs indicatives pour la porosité (n) et la porosité effective de drainage (n_e) de différentes lithologies (échelles macroscopique & mégascopique)	109
Tableau VII.3 : Paramètres hydrodynamiques déterminés pour quelques ouvrages dans la région de Gesves - Ohey	111

Tableau VII.4 : Paramètres calculés à partir des courbes de restitution des traceurs.....	114
Tableau VIII.1 : Zones de prévention approuvées par arrêté ministériel sur la planche 48/5-6	118

ANNEXE 4 : COORDONNÉES GÉOGRAPHIQUES DES OUVRAGES CITÉS DANS LA NOTICE

<u>NOM</u>	<u>TYPE</u>	<u>X</u>	<u>Y</u>
Bellery	Privé	198333	127818
BLOKSIN 2	Privé	195916	126102
BONNEVILLE	Privé	198113	127975
Campagne PZ1	Piézomètre	199895	120020
Campagne PZ2	Piézomètre	199759	120222
Campagne PZ3	Piézomètre	199624	119981
Campagne PZ4	Piézomètre	199713	120073
Campagne PZ5	Piézomètre	199967	120243
CARRIERE SORINNE F1	Piézomètre	197443	120761
CARRIERE SORINNE F2	Piézomètre	197435	120750
CARRIERE SORINNE F3	Piézomètre	197435	120750
CARRIERE SORINNE F4	Piézomètre	197513	120780
CARRIERE SORINNE F5	Piézomètre	197368	120701
CARRIERE SORINNE F6	Piézomètre	197425	120760
CARRIERE SORINNE F7	Piézomètre	197383	120698
CHATEAU DE HODOUMONT	Source	208898	125336
DOMAINE D'AGIM	Privé	196937	126071
ERNEVILLE	Privé	206883	119802
GESVES SPACE	Privé	201785	123095
HOUTE CARRIERE C1	Galerie	198670	121274
HOUTE E1	Source	199221	121386
HOUYOUX G1	Galerie	198222	120879
LA SAPINIERE	Privé	203556	122740
OHEY-CAMPAGNE	Privé	203612	122745
PRIEURE SOEURS BERNARDINES	Privé	202477	120630
PUITS AU MITAN 5	Privé	195025	123316
PUITS BAIBES 4	Privé	203994	120896
PUITS BEOLE 12	Privé	205900	120608
PUITS BERGERIE	Privé	203833	121282
PUITS BOU DIEU 4	Privé	196275	118320
PUITS BOUNON 3	Privé	199170	126094
PUITS CARPENTIER	Privé	203611	125290
PUITS D'ARVILLE 8	Privé	194588	124153
PUITS DE CROQUET 1	Privé	195658	124316
PUITS DE GRAMPTINNE 225	Privé	202860	119040
PUITS DE JAUSSE 29	Privé	196240	124338
PUITS DE LA DREVE 3	Privé	202520	119140
PUITS DE SPACE 7	Privé	201721	123145
PUITS DEPOORTER	Privé	208522	127599
PUITS DES ARCHES 13	Privé	197548	124419
PUITS DES RUELLES 19	Privé	196878	120430

NOM	TYPE	X	Y
PUITS DU VICINAL 1	Privé	196327	119934
Puits Dussart	Privé	202796	124041
PUITS EYNDE	Privé	207989	120091
PUITS FERME TASIAUX	Privé	196415	119959
PUITS GRAMPTINNE 162	Privé	202537	119001
PUITS HALTINNE 6	Privé	200562	126885
PUITS LOECKX	Privé	208815	120040
PUITS MARCHE 23	Privé	196389	118427
PUITS MONTEGNET 32	Privé	208785	119825
PUITS MONTY 41	Privé	203364	120671
PUITS MONTY 57	Privé	203400	120757
PUITS PARADIS 5	Privé	198959	121801
PUITS PIERARD	Privé	203598	125335
Puits pompe a main sorinne	Privé	196999	120348
PUITS TONGLET	Privé	201387	124139
SCHALTIN MAIBES	Privé	202760	118200
SOURCE FERME SART-MERE	Source	197232	123549
SOURCE PRE SART-MERE	Source	196746	123342
SOURCE SAMSON	Source	203180	121030
SWDE BARSY D1	Drain	205655	119335
SWDE CAMPAGNE P1	Puits (distribution publique)	199773	120149
SWDE Evelette E1	Source	208025	122345
SWDE Evelette PR1	Piézomètre	206021	121999
SWDE Evelette PR2	Piézomètre	206671	121852
SWDE Evelette PR3	Piézomètre	206048	121710
SWDE PERWEZ D1	Drain	207660	126703
SWDE Perwez PR1	Piézomètre	207629	126717
SWDE PERWEZ PZ1	Piézomètre	207597	126669
SWDE Perwez PZ2	Piézomètre	207734	126619
SWDE PR1	Piézomètre	198015	120500
SWDE PR10	Piézomètre	198589	120934
SWDE PR11	Piézomètre	200127	120941
SWDE PR12	Piézomètre	199668	120865
SWDE PR2	Piézomètre	199243	121396
SWDE PR3	Piézomètre	198451	120636
SWDE PR4	Piézomètre	199246	121443
SWDE PR5	Piézomètre	199512	121556
SWDE PR6	Piézomètre	199487	120874
SWDE PR7	Piézomètre	198644	121336
SWDE PR8	Piézomètre	198349	120297
SWDE PR9	Piézomètre	198097	120691
SWDE PZ1	Piézomètre	198185	120855
SWDE Sorée P1	Puits (distribution publique)	203785	121255
Toussaint	Privé	201535	124145



SPW | *Éditions, CARTES*

Dépôt légal : D/2015/12.796/9 – ISBN : 978-2-8056-0185-9

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