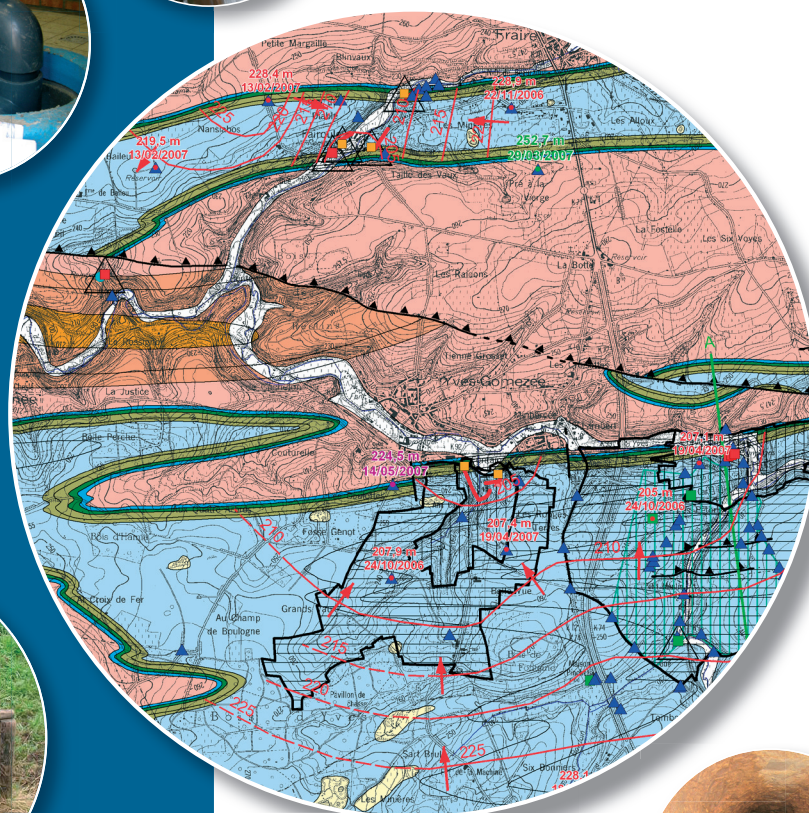


Notice explicative

CARTE HYDROGÉOLOGIQUE DE WALLONIE

Echelle : 1/25 000



Photos couverture © SPW-DGARNE(DGO3)

Fontaine de l'ours à Andenne

Forage exploité

Argillère de Celles à Houyet

Puits et sonde de mesure de niveau piézométrique

Emergence (source)

Essai de traçage au Chantoir de Rostenne à Dinant

Galerie de Hesbaye

Extrait de la carte hydrogéologique de Silenrieux - Walcourt



SILENRIEUX - WALCOURT

52/7-8

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

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



NOTICE EXPLICATIVE

2012

Première édition : Juin 2007
Actualisation partielle : Mai 2012

Dépôt légal – D/2012/12.796/3 - ISBN : 978-2-8056-0104-0

SERVICE PUBLIC DE WALLONIE

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

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

TABLE DES MATIÈRES

Avant-propos	4
I. Introduction.....	5
II. Cadre géographique, géomorphologique et hydrographique.....	6
III. Cadre géologique.....	8
III.1. Cadre géologique régional.....	8
III.2. Cadre géologique de la carte.....	11
III.2.1. Cadre lithostratigraphique.....	11
III.2.2. Cadre structural.....	16
IV. Cadre hydrogéologique.....	18
IV.1. Description des unités hydrogéologiques.....	18
IV.1.1. L'aquitard de l'Eifelien.....	18
IV.1.2. L'aquifère des calcaires du Givetien.....	18
IV.1.3. L'aquiclude du Frasnien.....	19
IV.1.4. L'aquifère des calcaires du Frasnien.....	19
IV.1.5. L'aquiclude du Famennien – Frasnien.....	19
IV.1.1. L'aquitard du Famennien.....	19
IV.1.2. L'aquifère des grès du Famennien.....	20
IV.1.3. L'aquifère d'Hastière.....	20
IV.1.4. L'aquiclude des schistes du Carbonifère.....	20
IV.1.5. L'aquitard du Carbonifère.....	22
IV.1.6. L'aquifère – l'aquitard – l'aquiclude de l'Hastarien (uniquement dans le Synclinal de Fontenelle).....	22
IV.1.7. L'aquifère des calcaires du Carbonifère.....	23
IV.1.8. L'aquifère des craies du Crétacé et l'aquifère des sables de remplissage.....	23
IV.1.9. L'aquifère alluvial.....	23
IV.2. Description de l'hydrogéologie régionale.....	24
IV.2.1. Généralités.....	24
IV.2.2. Piézométrie de la carte 52/7-8 Silenrieux – Walcourt.....	28
IV.2.3. Evolutions piézométriques.....	31
IV.3. Phénomènes karstiques.....	34
IV.4. Coupes hydrogéologiques.....	34
IV.5. Caractère des nappes.....	35

IV.6.	Le complexe des Barrages de l'Eau d'Heure.....	35
IV.7.	Les carrières	37
V.	Cadre hydrochimique.....	38
V.1.	Caractéristiques hydrochimiques des eaux.....	38
V.1.1.	Aquifère des calcaires du Carbonifère	38
V.1.2.	Aquifères des calcaires du Frasnien et du Givetien	39
V.2.	Problématique des nitrates	41
V.3.	Qualité bactériologique	46
V.4.	Autres paramètres	46
VI.	Exploitation des aquifères	47
VI.1.	Exploitation de l'aquifère des calcaires du Frasnien	48
VI.2.	Exploitation de l'aquifère des grès famenniens.....	48
VI.3.	Exploitation de l'aquifère des calcaires carbonifères	49
VII.	Prospections géophysiques et diagraphies.....	51
VII.1.	Site d'Yves-Gomezée –Galeries G1 et G2	52
VII.2.	Site de Crèvecoeur.....	52
VII.3.	Site de Battefer D1	53
VII.4.	Site de Fraire F1 – F2 – F3	53
VIII.	Paramètres d'écoulement et de transport.....	54
VIII.1.	Synclinal de Fraire.....	54
VIII.2.	Synclinal de Florennes	56
VIII.2.1.	Zone de Battefer – Walcourt.....	56
VIII.2.2.	Zone d'Yves-Gomezée.....	57
VIII.2.3.	Zone de Crèvecoeur.....	59
IX.	Zones de protection.....	60
IX.1.	Cadre légal.....	60
IX.2.	Zones de prévention approuvées par arrêté ministériel	62
IX.2.1.	Zone de prévention approuvée par arrêté ministériel autour des prises d'eau d'Yves-Gomezée G1 et G2.....	62
IX.2.2.	Zone de prévention approuvée par arrêté ministériel autour des prises d'eau de Walcourt P1 et Battefer D1	63
IX.2.3.	Zone de prévention approuvée par arrêté ministériel autour des prises d'eau de Crèvecoeur P1, P2 et P3	64

IX.2.4. Zone de prévention approuvée par arrêté ministériel autour de la prise d'eau de Chemin de Pry (Puits de Rognée).....	66
IX.3. Zones de prévention à Définir	67
X. Méthodologie de l'élaboration de la carte hydrogéologique.....	68
X.1. Origine des données.....	68
X.1.1. Données géologiques	68
X.1.2. Données météorologiques et hydrologiques	68
X.1.3. Données hydrogéologiques	69
X.2. Méthodologie de construction de la carte.....	70
X.2.1. Banque de données hydrogéologiques.....	70
X.2.2. Construction de la carte hydrogéologique.....	71
X.3. Présentation du poster A0	71
X.3.1. Carte hydrogéologique principale	72
X.3.2. Carte des informations complémentaires et du caractère des nappes	73
X.3.3. Cartes des volumes d'eau prélevés	73
X.3.4. Tableau de correspondance 'Géologie – Hydrogéologie'	74
X.3.5. Coupes hydrogéologiques	74
X.3.6. Avertissement.....	74
XI. Références bibliographiques	75
Annexe 1. Glossaire des abréviations.....	80
Annexe 2. Carte de localisation	81
Annexe 3. Coordonnées géographiques des ouvrages cités dans la notice.....	82

AVANT-PROPOS

La réalisation de la carte hydrogéologique de Silenrioux – Walcourt s'inscrit dans le cadre du programme de cartographie des ressources en eau souterraine de la Wallonie commandé et financé par le Service Public de Wallonie (SPW), Direction générale opérationnelle de l'Agriculture, des Ressources naturelles et de l'Environnement (D GARNE – DGO3). Quatre équipes universitaires collaborent à ce projet : les Facultés Universitaires de Namur (FUNDP), la Faculté Polytechnique de l'Université de Mons (UMons) et deux départements de l'Université de Liège (ArGEnCO-GEO³-Hydrogéologie & Géologie de l'Environnement, et ULg-Campus d'Arlon, ULg).

La carte a été réalisée en 2007 par Ir. Frédéric Habils et révisée en 2012 par Ir. Sylvie Roland. Le projet a été supervisé à la FPMs – UMons par Ir. Alain Rorive (Professeur chargé du cours d'hydrogéologie). La révision porte sur une actualisation partielle des données et, notamment, sur l'inventaire des ouvrages existants, les volumes d'eau prélevés et les zones de prévention. De même, le tableau de correspondance géologie – hydrogéologie a été actualisé.

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

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

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

La carte hydrogéologique Silenrioux – Walcourt est destinée à être téléchargeable gratuitement sur Internet (notice explicative et poster au format PDF) ou consultable dynamiquement via une application WebGIS

(<http://environnement.wallonie.be/cartosig/cartehydrogeo>).

I. INTRODUCTION

La région couverte par la carte 52/7-8 Silenrieux – Walcourt est située, pour l'essentiel de son territoire, dans la province de Namur, à l'exception de la partie sud-ouest de la carte qui appartient à la Province du Hainaut (voir Figure I.1). Elle se trouve à une dizaine de kilomètres au sud de Charleroi. L'eau exploitée par les sociétés de distribution, mais aussi par les sociétés privées, les industriels et les exploitations agricoles, vient principalement des calcaires carbonifères et dévoniens, visibles dans le cœur des nombreux anticlinaux et synclinaux, ainsi que, dans une moindre mesure, des formations gréseuses du Famennien.

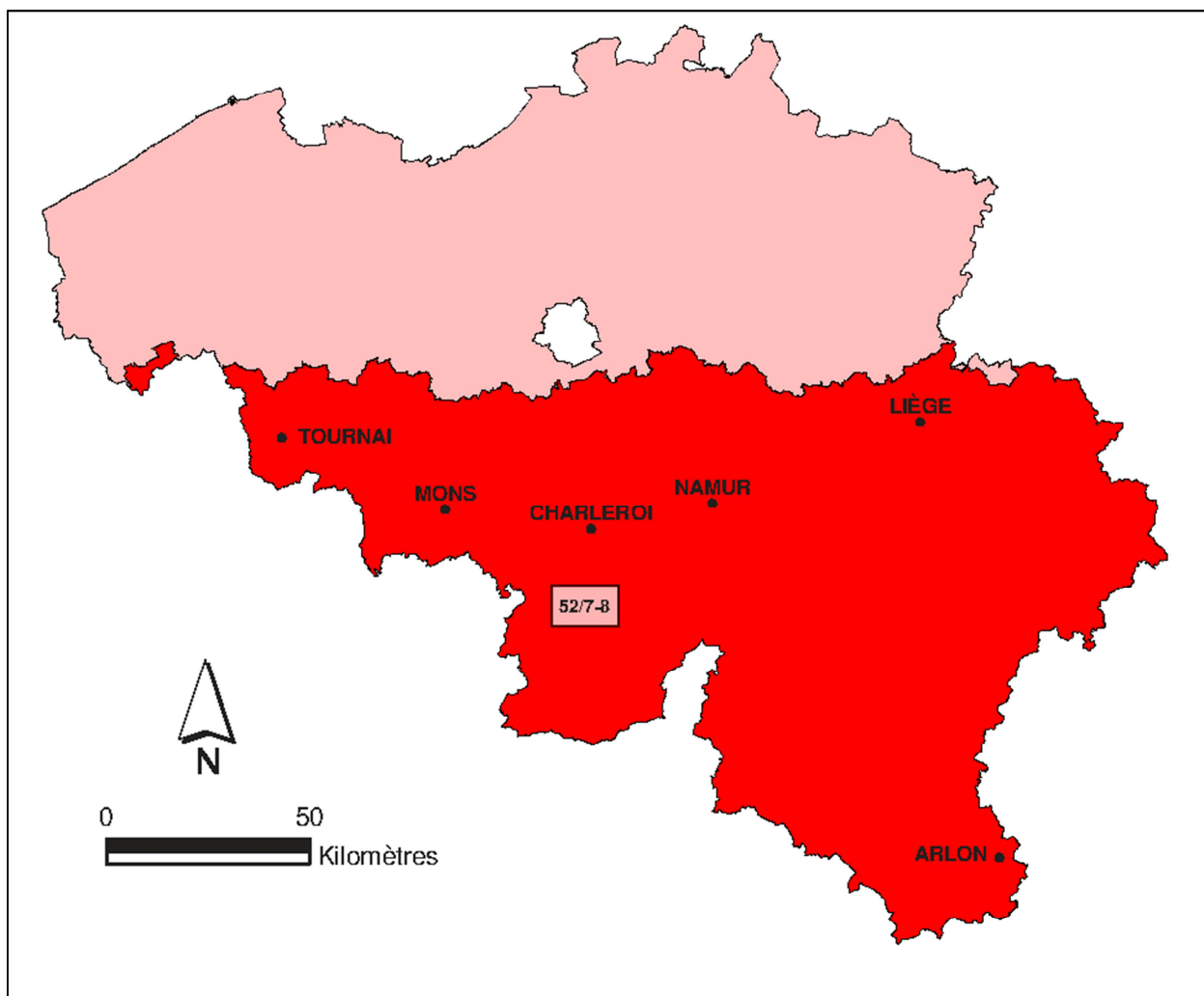


Figure I.1. Localisation de la carte 52/7-8 Silenrieux – Walcourt

II. CADRE GÉOGRAPHIQUE, GÉOMORPHOLOGIQUE ET HYDROGRAPHIQUE

La région couverte par la carte Silenrieux – Walcourt est située principalement dans la Province de Namur et le sud-ouest de la carte se trouve dans la province du Hainaut. Les communes concernées sont celles de Thuin, Beaumont et Froidchapelle pour le Hainaut ; Cerfontaine, Florennes, Philippeville et Walcourt pour la province de Namur (voir Figure II.1).

Les voies de communication principales sont les nationales N5 (Bruxelles – Charleroi – Reims), N40 (Mons – Philippeville) et N978 (Gerpennes – Philippeville). La voie de chemin de fer Charleroi – Couvin traverse également la planche, en suivant la vallée de l'Eau d'Heure.

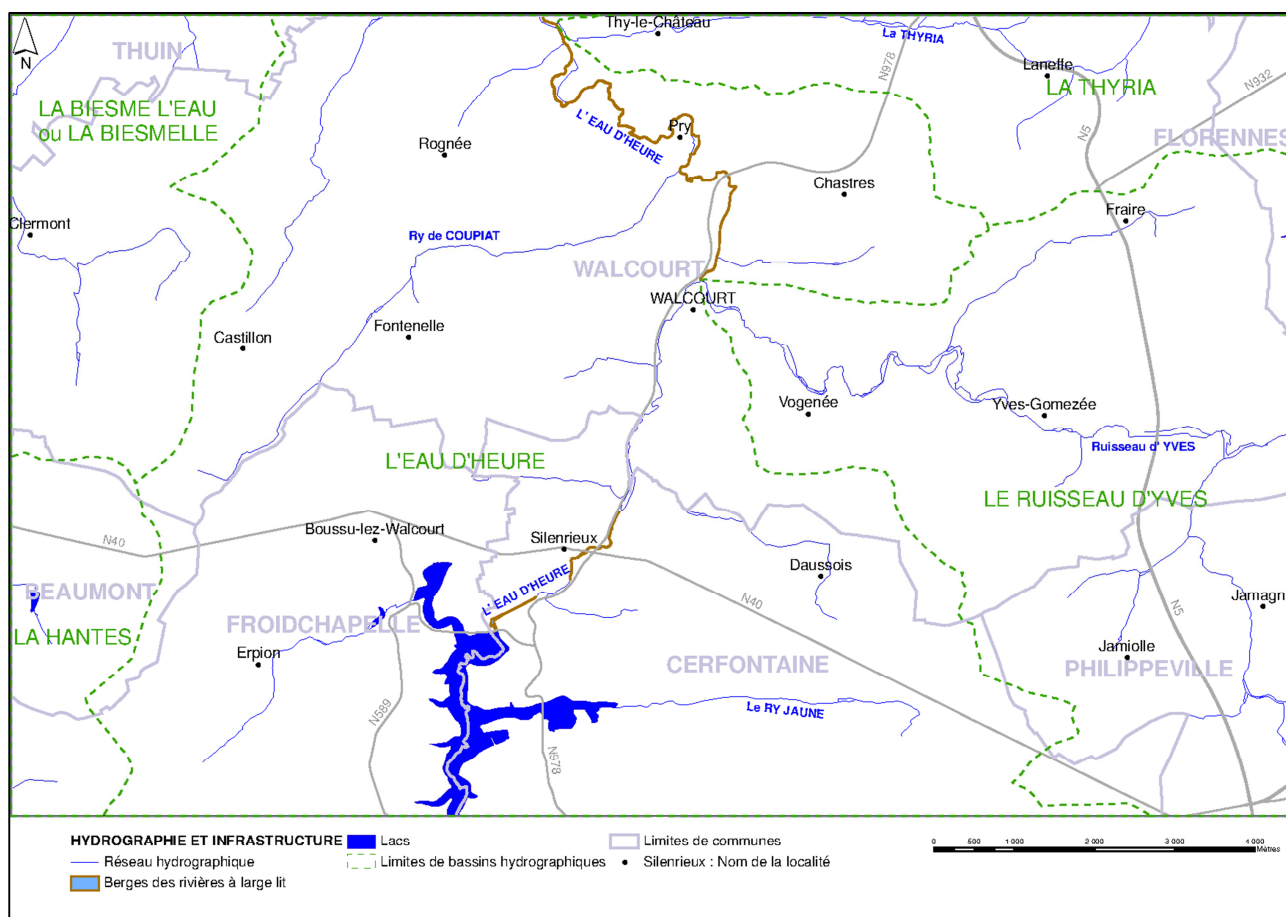


Figure II.1. Localisation des cours d'eau, lacs, limites des bassins hydrographiques, routes et limites des communes

Aux niveaux géographique et géomorphologique, la carte couvre une partie du Condroz de l'Entre-Sambre-et-Meuse et effleure la partie nord du Massif de Philippeville (aussi appelé Anticlinorium de Philippeville). Au point de vue du relief, cette planche est caractérisée par un vaste plateau, dont l'altitude est comprise entre 180 et 290 mètres, qui s'élève graduellement du

nord au sud. Les points culminants se trouvent essentiellement sur la partie sud-est de la carte. Ce plateau est toutefois fortement incisé par la vallée de l'Eau d'Heure et de ses affluents principaux.

Le cadre hydrographique de la carte Silenrieux – Walcourt est principalement celui du bassin de l'Eau d'Heure, avec ceux de ses affluents, la Thyria et le Ruisseau d'Yves. La Hantes et la Biesmelle se jettent directement dans la Sambre, tout comme l'Eau d'Heure, bien plus au nord (carte de Fontaine l'Evêque – Charleroi).

III. CADRE GÉOLOGIQUE

Le cadre géologique aborde dans un premier point la géologie régionale et dans un second point la géologie détaillée de la carte 52/7-8 Silenrieux – Walcourt.

III.1. CADRE GÉOLOGIQUE RÉGIONAL

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

- de 530 à 400 Ma : dépôt d'une série sédimentaire d'âge Cambrien, Ordovicien et Silurien ;
- de 420 à 380 Ma : plissements calédoniens en plusieurs phases, érosion et pénéplanation ;
- de 400 à 290 Ma : dépôt sédimentaire d'âge dévonien à carbonifère sur le socle calédonien ;
- de 360 à 130 Ma : plissements varisques (ou hercyniens) en plusieurs phases, érosion et pénéplanation ;
- de 130 Ma à actuel : dépôt de sédiments meubles mésozoïques puis cénozoïques, en discordance sur la pénéplaine.

Les dépôts paléozoïques visibles sur la carte Silenrieux – Walcourt font partie de la grande transgression dévono-dinantienne (voir Figure III.1), dont la base se marque en Ardenne par la discordance majeure de ces terrains sur le socle calédonien. Cette grande transgression est en réalité une succession de phases transgressives (essentiellement carbonatées, ayant eu lieu au Dévonien et au Viséen – Tournaisien) et de phases régressives (sédiment détritiques au Famennien).

Cette importante pile sédimentaire va ensuite subir l'orogénèse varisque, qui va entraîner le charriage vers le nord de l'Allochtone ardennais sur les écailles et massif renversés de Haine – Sambre – Meuse par l'intermédiaire de la Faille du Midi (Belanger et *al.* 2012) (voir Figure III.2).

Par la suite, ce substrat paléozoïque va faire l'objet d'une sédimentation discordante d'âge méso-cénozoïque et d'un recouvrement par des lœss, produits de dépôts quaternaires éoliens.

La carte de Silenrieux – Walcourt, couvrant une partie du Synclinorium de Dinant, montre une succession de plis anticlinaux à cœur dévonien et synclinaux à cœur carbonifère, orientés est – ouest, et de nombreuses failles (voir Figure III.3). L'origine de ces structures est le

raccourcissement varisque. Les terrains secondaires (craies et marnes) et tertiaires (argiles et sables) forment des lambeaux de couverture, visibles au nord-ouest de la carte.

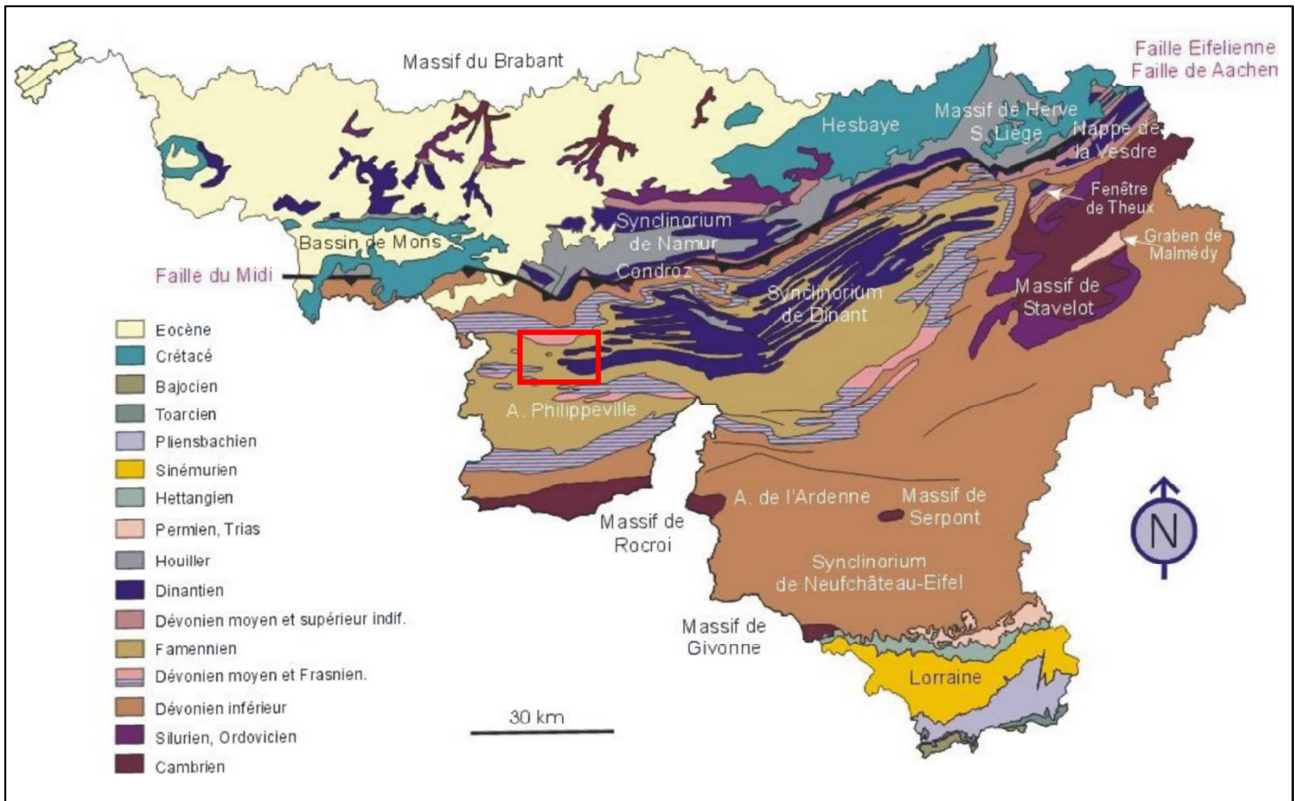


Figure III.1. Localisation de la carte 52/7-8 Silenrieux – Walcourt sur la carte géologique de Wallonie (d'après F. Boulvain, J.-L. Pingot, 2012, modifié)

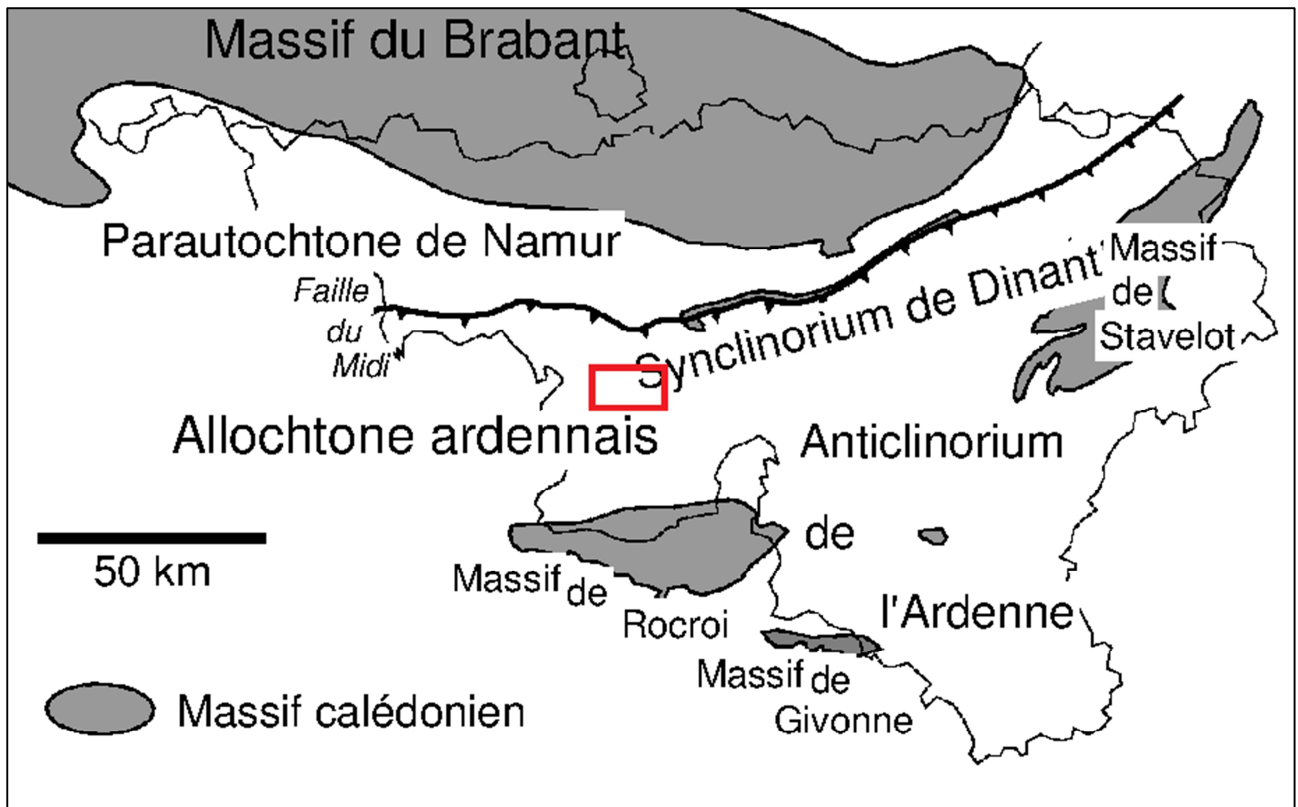


Figure III.2. Localisation de la planche 52/7-8 Silenrioux – Walcourt sur carte géologique schématisée (d'après M. Hennebert et S. Delaby, 2007, modifiée)

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

- le socle paléozoïque, constitué par les schistes, siltites, grès, calcaires et dolomies des formations du Dévonien moyen (Eifélien et Givétien), du Dévonien supérieur (Frasnien et Famennien), du Carbonifère (Tournaisien et Viséen) ;
- la couverture méso-cénozoïque composée de craies, marnes, sables et argiles du Crétacé (Groupe de Marbaix), du Paléogène et Néogène ;
- la couverture limoneuse et les alluvions quaternaires.

III.2. CADRE GÉOLOGIQUE DE LA CARTE

Cette partie décrit sommairement la lithologie et la stratigraphie des différentes formations rencontrées sur cette carte. Cette description est issue du texte explicatif de la nouvelle carte géologique 52/7-8 Silenrieux – Walcourt au 1/25 000, éditée en 1997 et dressée par V. Dumoulin et J.-M. Marion, auquel est renvoyé le lecteur pour une description plus précise. Cette carte géologique sert de base à la carte hydrogéologique.

III.2.1. Cadre lithostratigraphique

Le Tableau III.1 reprend toutes les subdivisions géologiques utilisées dans la région de Silenrieux – Walcourt. Les différentes formations sont ensuite décrites de la plus ancienne à la plus jeune. A noter que la notion de « membre » n'est pas utilisée pour les niveaux géologiques de cette carte.

III.2.1.1. Les formations du Paléozoïque

Sur la carte de Silenrieux – Walcourt, le Paléozoïque est constitué des roches du Dévonien moyen (Eifélien et Givétien), Dévonien supérieur (Frasnien et Famennien) et du Carbonifère (Tournaisien et Viséen).

III.2.1.1.1. Le Dévonien moyen

La Formation de Rivière (RIV – Eifélien) n'est pas visible à l'affleurement et a une extension très réduite sur cette carte (au nord, dans la vallée de l'Eau d'Heure). Dans le stratotype, elle est subdivisée en un membre schisto-gréseux prédominant à la base et en un membre grésocalcaire au sommet. L'épaisseur de la formation peut atteindre 70 mètres.

La Formation de Trois-Fontaines (TRF – Givétien) montre des calcaires foncés, bien stratifiés en bancs pluridécimétriques sur environ 60 mètres d'épaisseur.

La Formation des Terres d'Hauts (THR – Givétien) se compose de calcaires argileux bien stratifiés, avec affirmation du caractère argileux vers le sommet de la formation. La puissance de la formation est d'environ 40 mètres.

La Formation du Mont d'Hauts (MHR – Givétien) se caractérise par une alternance de calcaires fins en bancs massifs et de calcaires biostromaux riches en faune. L'épaisseur est d'environ 130 mètres.

La Formation de Fromelennes (FRO – Givétien) est constituée d'une alternance de bancs massifs et pluridécimétriques de calcaires bioclastiques et de calcaires argileux noirs, à petites

poches de dolomie, interstratifiés de passées plus schisteuses. Son épaisseur est comprise entre 80 et 100 mètres.

Ere	Système	Série	Etage et sous étage	Groupe	Formation	Membre	Abréviation	Lithologie		
CENO ZOÏQUE	Quaternaire	Holocène					AMO	Alluvions modernes		
	Néogène	Pliocène			Entre-Sambre-et-Meuse		ESM	Sables, argiles		
	Paléogène	Oligocène					SBL	Dépôts argilo-sableux		
MESO.	Crétacé			Marbaix			MBX	Craies, marnes, sables glauconieux et faciès d'altération		
PALEOZOÏQUE	Carbonifère	Dinantien	Viséen	Livien	Lives		LIV	Calcaires, alternances de niveaux bréchiques et de bancs de calcaires fins, calcaires stratifiés, grande brèche au sommet		
				Molinacien	Neffe		NEF	Gros bancs de calcaires, diaclasés, dolomies		
					Salet		SLT	MS	Calcaires crinoïdiques, calcaires grenus, dolomies	
					Molignée		MOL		Calcaires fins, dolomies, cherts	
				Tournaisien	Ivorien	Leffe		LEF	BWL	Calcaires, dolomies, cherts
						Waulsort		WAU		Calcaires construits, dolomies
			Bayard				BAY	Calcaires, dolomies, cherts		
			Hastarien		Maurenne		MAU	HPLM	Calcaires et calcaires argileux	
					Landelies		LAN		Calcaires argileux crinoïdiques	
			Dévonien	Supérieur	Famennien	Etroeungt		ETR	CE	Alternances de schistes et siltites et de grès argileux ou carbonatés; fréquents niveaux carbonatés noduleux et lenticulaires
							Ciney			CIN
						Souverain-Pré		SVP	Alternances de calcaires bioclastiques et siltites à nodules calcaires avec des bancs de grès et de siltites grossières	
						Esneux		ESN	Siltites argileuses et micacées, bancs de grès	
						Aye		AYE	FA	Siltites micacées avec intercalations gréseuses
	Famenne					FAM	Schistes fins micacés			
	Frasnien	Valisettes					VAL	NV	Schistes, schistes calcaireux, nodules calcaires	
		Neuville				NEU				
		Philippeville				PHV	Calcaires parfois argileux, dolomies			
		Pont de la Folle				FOL	Calcaires massifs, calcaires argileux, dolomies, schistes à nodules calcaires			
	Moyen	Givetien			Nismes		NIS	Schistes		
					Fromelennes		FRO	Alternances de calcaires bioclastiques et de calcaires argileux, poches de dolomies		
					Mont d'Hairs		MHR	Calcaires fins en bancs massifs		
					Terre d'Hairs		THR	Calcaires argileux stratifiés		
		Trois-Fontaines		TRF	Calcaires stratifiés					
		Eifelien		RIV	Schistes et grès ; grès et calcaires					
		Rivière								

Tableau III.1. Tableau lithostratigraphique de la région de Silenrieux – Walcourt

III.2.1.1.2. Le Dévonien supérieur

La Formation de Nismes (NIS – Frasnien) s'observe sous la forme de schistes fins verts, passant parfois, au sommet de la formation, à des calcaires nodulaires. L'épaisseur de la formation est comprise entre 20 et 30 mètres.

La Formation du Pont de la Folle (FOL – Frasnien) présente deux unités distinctes, inférieure et supérieure. L'unité inférieure, plus importante en épaisseur, a une dominance calcaire, parmi laquelle il faut signaler la présence de bancs métriques de calcaires massifs gris, à efflorescence calcitique blanche, connu sous le nom de « Marbre Sainte-Anne ». Dans l'anticlinal de Boussu-lez-Walcourt, des sondages ont révélé que cette unité est formée de calcaires bioconstruits où la dolomitisation est poussée : un peu moins d'une cinquantaine de mètres de dolomie pour 13 mètres de calcaires noduleux et bioconstruits s'observent dans ces sondages. L'unité supérieure est plus argileuse et peut présenter des schistes francs peu perméables ; la puissance diminue de moitié entre les parties nord et sud de la carte. L'épaisseur de la formation est comprise entre 50 et 95 mètres.

La Formation de Philippeville (PHV – Frasnien) montre, de bas en haut, des calcaires gris, parfois argileux, une dolomie grise, une alternance de calcaires gris à stromatopores et de calcaires gris bioclastiques. La formation fait environ 100 mètres d'épaisseur.

La Formation de Neuville (NEU) et la Formation des Valisettes (VAL) ont été regroupées (NV – Frasnien). Elles sont essentiellement argileuses, avec des schistes de couleur violacée. Quelques niveaux plus carbonatés, sous forme de schistes calcareux, de nodules voire de lentilles calcaires, sont également présents. Les deux formations totalisent une épaisseur d'environ 50 mètres.

La Formation de la Famenne (FAM) est constituée de schistes fins micacés, montrant parfois des nodules carbonatés.

La Formation d'Aye (AYE) est caractérisée par des siltites micacées à délit schisteux grossier, avec une présence discontinue des petits bancs de grès.

Les formations de la Famenne et d'Aye ont aussi été regroupées (FA – Famennien). L'épaisseur totale serait de 260 mètres.

La Formation d'Esneux (ESN – Famennien) est caractérisée par des siltites argileuses et micacées, contenant de nombreux bancs gréseux d'épaisseur pluricentimétrique en alternance. Localement, la granulométrie de cette formation augmente vers le sommet, de gros bancs de grès apparaissent. L'épaisseur de la Formation d'Esneux est d'environ 250 mètres.

La Formation de Souverain-Pré (SVP – Famennien) est un repère lithostratigraphique intéressant. Il s'agit d'une alternance de niveaux carbonatés, silto-carbonatés et de niveaux silto-gréseux. Les premiers sont souvent formés de bancs de calcaires bioclastiques et de siltites à nodules calcaires ; les seconds de bancs de grès et de siltites grossières. La formation a une

épaisseur comprise entre 120 et 180 mètres, mais il est probable qu'elle diminue latéralement jusqu'à disparaître à l'est de Lanefte.

La Formation de Ciney (CIN – Famennien) présente une lithologie à prédominance gréseuse, passant de grès bruns à des siltites gréseuses vertes ou des grès argileux brunâtres. Des intercalations de siltites fines et argileuses sont fréquentes.

La Formation d'Etrœungt (ETR – Famennien) est composée d'une alternance d'épaisseur très variable de schistes/siltites verdâtres et de grès argileux ou carbonatés. Des niveaux carbonatés noduleux et/ou lenticulaires y sont fréquents.

Les formations de Ciney et d'Etrœungt (CE) ont été cartographiées ensemble en raison du manque d'affleurement. Elles présentent des variations d'épaisseur sensibles. L'épaisseur totale des deux formations passe de 200 à 250 mètres du sud au nord de la carte.

III.2.1.1.3. Le Carbonifère

La Formation d'Hastière (HAS – Tournaisien, Hastarien) montre des calcaires bioclastiques en bancs peu épais, interstratifiés de bancs centimétriques argileux. L'épaisseur est d'environ 20 à 30 mètres.

La Formation du Pont d'Arcole (PDA – Tournaisien, Hastarien) est constituée de schistes fins verdâtres comprenant quelques niveaux carbonatés. La formation fait une vingtaine de mètres d'épaisseur.

La Formation de Landelies (LAN – Tournaisien, Hastarien) se compose d'un calcaire argileux crinoïdique en bancs métriques. L'épaisseur de Landelies fait de 35 à 40 mètres.

La Formation de Maurrene (MAU – Tournaisien, Hastarien à Ivorien) est formée de calcaires et de calcaires très argileux sur environ 20 mètres d'épaisseur.

Toutefois, par manque d'informations ou d'affleurement, ces quatre formations peuvent localement se trouver regroupées en une seule et même unité (HPLM). C'est le cas dans le Synclinal de Fontenelle au centre de la carte.

Les formations de Bayard (BAY), Waulsort (WAU) et Leffe (LEF) (BWL – Tournaisien, Ivorien) sont en fait trois méga-faciès appartenant à l'ensemble complexe des « récifs » waulsortiens et leurs faciès péri-récifaux. Le faciès péri-biohermal de Bayard est caractérisé par des calcaires crinoïdiques gris bien stratifiés, avec ou sans cherts, et localement dolomités. La Formation de Waulsort correspond au faciès biohermal ; ce sont des masses lenticulaires de calcaire construit, de grande extension latérale et fréquemment dolomités. La Formation de Leffe

constitue l'enveloppe des récifs calcaires, il s'agit de calcaires gris parfois dolomités, avec ou sans cherts. L'unité cartographiée fait un maximum de 200 mètres d'épaisseur.

Les formations de la Molignée (MOL) et de Salet (SLT) ont été regroupées (MS – Tournaisien, Molinacien). La Formation de la Molignée présente des calcaires fins, noirs, avec quelquefois la présence de cherts et d'une dolomitisation. La Formation de Salet est un ensemble hétérogène de calcaires crinoïdiques, de calcaires grenus et de dolomie pour la seconde. La puissance des formations est extrêmement variable. Elles totaliseraient une centaine de mètres au nord-ouest de Jamagne.

La Formation de Neffe (NEF – Viséen, Moliniacien) est divisée en gros bancs calcaires de plusieurs mètres d'épaisseur, fortement diaclasés. Elle est souvent affectée d'une dolomitisation partielle, à sa base. La formation fait une centaine de mètres d'épaisseur.

La Formation de Lives (LIV – Viséen, Livien) commence par des niveaux de calcaires foncés, avec une base bioclastique et un sommet beaucoup plus fin. Elle comporte une alternance de niveaux bréchiques et de bancs de calcaire fin. Vers le haut de la formation, le caractère stratifié du calcaire disparaît pour laisser place à la « grande brèche viséenne », dont les éléments proviennent des bancs sous-jacents désagrégés et dont le ciment est soit rouge, soit gris. L'épaisseur est difficile à déterminer mais serait de l'ordre de la centaine de mètres au minimum.

III.2.1.2. Les formations du Mésozoïque

Il n'existe aucun affleurement de terrains d'âge mésozoïque, seuls quelques sondages, au nord-ouest de la carte, ont permis de fournir des informations plus précises. Il est possible d'observer des craies et marnes blanches, des craies glauconifères, des sables glauconieux et des faciès d'altération. Toutes ces lithologies sont de faible épaisseur et forment des placages résiduels étendus ainsi que des remplissages de poches karstiques. Leur extension n'est pas négligeable quoi que de faible épaisseur. Tous ces terrains ont été regroupés sous le terme de Groupe de Marbaix (MBX).

III.2.1.3. Les formations du Cénozoïque

Le Cénozoïque se scinde ici en trois systèmes : le Paléogène, le Néogène et le Quaternaire.

III.2.1.3.1. Le Paléogène et le Néogène

Les dépôts argilo-sableux tertiaires (SBL), en plaquage ou en lambeaux sur le socle dévonien ont été regroupés en une seule unité, en raison du manque d'informations sur la nature et l'âge exact de ces terrains.

Par ailleurs, les sables de l'Entre-Sambre-et-Meuse (ESM) occupent des poches karstiques développées dans les formations carbonifères. Leur âge remonte de l'Oligocène au Pliocène.

III.2.1.3.2. *Le Quaternaire*

Les alluvions modernes (AMO), composées d'argiles, de sables et de graviers, comblent le fond des vallées.

Les limons, constitués de loess, montrent une épaisseur pouvant atteindre huit mètres et masquent la plupart des terrains sur cette carte. Pour cette raison, ils n'ont pas été cartographiés. Toutefois, ils peuvent jouer un rôle de filtration lors de l'infiltration des eaux de pluies.

III.2.2. **Cadre structural**

Le cadre structural régional est décrit plus précisément dans le livret explicatif de la nouvelle carte géologique (V. Dumoulin et J.-M. Marion, 1997). Les éléments principaux sont résumés ci-dessous.

L'ensemble des terrains paléozoïques de la carte Silenrieux – Walcourt appartient à l'allochtone ardennais et plus précisément au Synclinorium de Dinant. Ces terrains ont subi une phase compressive majeure lors de l'orogénèse varisque, avec pour effet un raccourcissement orienté nord – sud. Le raccourcissement de l'allochtone constitué d'une succession de formations compétentes et incompétentes s'exprime par des déformations internes (association de plis, de failles, de surfaces de glissement) puis par des mouvements de translations nord – sud matérialisés par des chevauchements (faille de charriage) (Mansy et *al.*, 1993). Les niveaux incompétents ont agi comme des surfaces de décollement, entraînant la formation de plis majeurs, généralement suivie par de grandes failles longitudinales, responsables de la répétition ou de la disparition de certaines séries lithologiques.

La cartographie de la région met en évidence cette succession de synclinaux à cœur carbonifère et d'anticlinaux à cœur dévonien (voir Figure III.3).

Les anticlinaux à cœur famennien sont formés d'un ensemble de plis secondaires, peu affectés en surface par des failles longitudinales ; ce comportement est lié à l'incompétence relative des terrains argilo-silteux du Famennien. La présence d'une faille de chevauchement à pente sud, au sud de la carte, indique que cette bande famennienne est « écrasée » entre deux structures plus compétentes : le Massif de Philippeville et le Synclinal de Florennes.

Le Synclinal de Florennes, montrant tous les terrains de la série carbonifère, est formé de plis secondaires à vergence* sud et de failles à faible pente. Le Synclinal de Fraire, plus au nord, montre la même succession de plis de faible amplitude. Il est bordé au sud par une faille de chevauchement (faible pente à vergence sud) mettant en contact anormal les formations tournaisiennes et la Formation de Ciney.

Les anticlinaux calcaires givêto-frasniens forment une succession de plis très serrés. Le calcaire givetien étant plus compétent que les calcaires argileux frasniens, les plis givetiens sont plus ouverts que les structures plissées frasniennes, où sont visibles de nombreuses surfaces de décollement. L'anticlinal présent au nord de la carte est bordé au sud par une faille de chevauchement à vergence sud. Cette faille a entraîné la disparition partielle de la Formation de la Famenne.

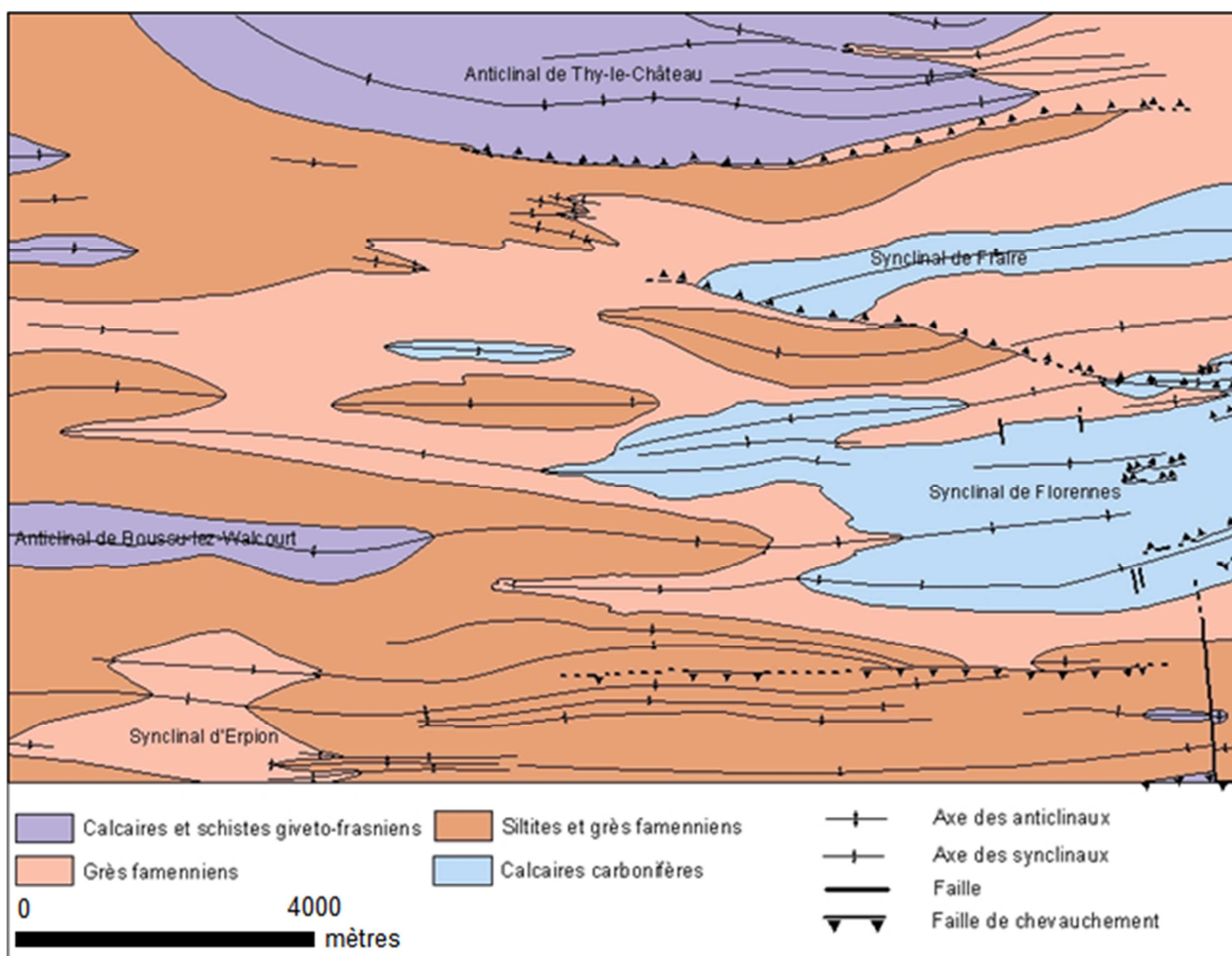


Figure III.3. Carte structurale simplifiée de Silenriex – Walcourt (d'après V. Dumoulin et J.-M. Marion, 1997, modifié)

* Vergence : Sens de déversement ou de déjettement d'un pli, et qui est donc à l'opposé du sens du pendage du plan axial de ce pli.

IV. CADRE HYDROGÉOLOGIQUE

IV.1. DESCRIPTION DES UNITÉS HYDROGÉOLOGIQUES

Les unités hydrogéologiques définies pour la carte 52/7-8 Silenrieux – Walcourt sont décrites ci-dessous dans l'ordre stratigraphique, de la plus ancienne à la plus jeune. Elles sont reprises dans le **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** synthétique ainsi que dans le tableau de correspondance du poster A0 joint à la notice. Selon les caractéristiques hydrodynamiques, les unités hydrogéologiques sont définies en terme de :

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

IV.1.1. L'aquitard de l'Eifelien

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

IV.1.2. L'aquifère des calcaires du Givetien

L'aquifère calcaire givetien est composé des formations de Trois-Fontaines, des Terres d'Hours, du Mont d'Hours et de Fromelennes. Ces formations sont constituées de calcaires massifs et stratifiés en bancs décimétriques à métriques, avec des passées argileuses pour certaines d'entre elles. Elles constituent le cœur de l'anticlinal de Thy-le-Château (dans la partie nord de la carte) et partiellement (Formation de Fromelennes) le cœur de l'anticlinal de Boussulez-Walcourt (dans la partie sud-est de la carte).

Les discontinuités de toutes natures (fractures, diaclases, stratifications, failles) confèrent aux calcaires une bonne perméabilité et permettent même parfois la mise en communication des terrains frasniens et givetiens malgré la présence de l'aquiclude peu épais du Frasnien (schistes

de Nismes). Souvent, la circulation d'eau, associée aux processus chimiques, a élargi les fissures en véritables conduits (karstification), formant souvent des zones à circulation préférentielle. Ces roches calcaires sont de très bons réservoirs d'eau souterraine.

IV.1.3. L'aquiclude du Frasnien

L'aquiclude du Frasnien est constitué ici uniquement de la Formation de Nismes. Cette formation est représentée par des schistes (shales) et possède donc un caractère imperméable. L'aquiclude constitue une barrière hydrogéologique de 20 à 30 mètres d'épaisseur qui sépare généralement l'aquifère des calcaires du Givetien de l'aquifère des calcaires du Frasnien.

IV.1.4. L'aquifère des calcaires du Frasnien

L'aquifère des calcaires du Frasnien comprend les formations du Pont de la Folle et de Philippeville. Ces deux formations ont une dominante calcaire importante. Ces calcaires se présentent en bancs massifs ou stratifiés. Ils peuvent ainsi, et grâce à des phénomènes de karstification plus ou moins importants, constituer d'importantes réserves exploitables en eau souterraine. Les deux formations présentent des phénomènes de dolomitisation poussés, ce qui favorise les caractéristiques aquifères. L'unité supérieure de la Formation du Pont de la Folle se caractérise par une composante argileuse un peu plus importante. Celle-ci diminue la perméabilité des calcaires, sans toutefois empêcher la circulation souterraine des eaux.

Cette unité hydrogéologique se situe dans les anticlinaux de Boussu-lez-Walcourt, de Thy-le-Château et dans les environs de Clermont (au nord-est de la carte).

IV.1.5. L'aquiclude du Famennien – Frasnien

L'aquiclude du Famennien – Frasnien est constitué des formations des Valisettes, de Neuville, de la Famenne et d'Aye. Cette unité est située au toit de l'aquifère des calcaires du Frasnien. Les formations sont essentiellement composées de schistes et de siltites, avec de rares intercalations gréseuses. Cette unité est donc particulièrement imperméable et les rares intercalations de grès sont insuffisantes pour conférer une tendance perméable à l'aquiclude.

IV.1.1. L'aquitard du Famennien

L'aquitard du Famennien inclut les formations d'Esneux et de Souverain-Pré. La Formation d'Esneux est composée d'une alternance de siltites argileuses, de schistes et de grès argileux, tandis que la Formation de Souverain-Pré est plus carbonatée avec des grès calcaireux, des calcaires argileux et noduleux et des lentilles calcaires. Globalement, les niveaux aquifères, formés par les grès et les calcaires, sont entrecoupés par des niveaux imperméables de schistes et

d'argilo-siltites. Dès lors, l'unité hydrogéologique résultante possède des caractéristiques moyennes la qualifiant d'aquitard. Cependant, il est possible de distinguer la Formation de Souverain-Pré par son caractère plus carbonaté (phénomènes de karstification) et par la présence de sources.

IV.1.2. L'aquifère des grès du Famennien

Les anticlinaux gréseux, fissurés et/ou altérés, peuvent former des aquifères exploitables. Généralement libre, la nappe, constituée des formations de Ciney et d'Etrœungt, est localisée dans le manteau d'altération sableux qui surmonte des grès fortement fissurés en profondeur.

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

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

IV.1.3. L'aquifère d'Hastière

La Formation d'Hastière (du Tournaisien inférieur) peut être considérée comme une unité hydrogéologique à part entière. En effet, composée de calcaires avec quelques niveaux de calcaires argileux, elle est caractérisée par une conductivité hydraulique et une porosité de fissures moyenne. Cette formation est intercalée entre les couches schisto-gréseuses du Famennien supérieur et les shales de la Formation du Pont d'Arcole. L'extension de ce niveau aquifère est limitée en raison de sa faible épaisseur et de la présence d'un toit peu perméable.

IV.1.4. L'aquiclude des schistes du Carbonifère

L'aquiclude des schistes du Carbonifère est constitué par la Formation schisteuse du Pont d'Arcole. Celle-ci constitue un seuil hydrogéologique au sein de l'aquifère des calcaires carbonifères (pris dans sa globalité) et forme un niveau peu perméable isolant l'aquifère de la Formation d'Hastière des autres unités hydrogéologiques calcaires du Carbonifère.

Ere	Système	Série	Etage et sous étage	Groupe	Formation	Membre	Abréviation	Lithologie	Hydrogéologie		
CENOZOÏQUE	Quaternaire	Holocène					AMO	Alluvions modernes	Aquifère alluvial		
	Néogène	Pliocène			Entre-Sambre-et-Meuse		ESM	Sables, argiles	Aquifère des sables de remplissage		
	Paléogène	Oligocène					SBL	Dépôts argilo-sableux	Aquifère des craies du Crétacé		
MESO.	Crétacé		Marbaix			MBX	Craies, marnes, sables glauconieux et faciès d'altération				
PALEOZOÏQUE	Carbonifère	Dinantien	Viséen	Livien	Lives		LIV	Calcaires, alternances de niveaux bréchiques et de bancs de calcaires fins, calcaires stratifiés, grande brèche au sommet	Aquifère des calcaires du Carbonifère		
					Nellef		NEF	Gros bancs de calcaires, diadésés, dolomies			
			Tournaisien	Molinacien	Salet		SLT	MS		Calcaires crinoïdiques, calcaires grenus, dolomies	
					Molignée		MOL			Calcaires fins, dolomies, cherts	
				Ivorien	Leffe		LEF				Calcaires, dolomies, cherts
					Waulsort		WAW	BWL			Calcaires construits, dolomies
		Bayard				BAY				Calcaires, dolomies, cherts	
		Mauremme				MAU				Calcaires et calcaires argileux	
		Hastarien	Landelles		LAN			Calcaires argileux crinoïdiques			
			Pont d'Arcole		PDA	HPLM		Schistes fins			
		Dévonien	Supérieur			Hastière		HAS		Calcaires bioclastiques avec intercalations argileuses	Aquifère d'Hastière
						Etroeuingt		ETR		CE	
	Famennien			Ciney		CIN			Grès, siltites gréseuses, grès argileux, intercalations de siltites fines et argileuses	Aquifère des grès du Famennien	
					Souverain-Pré		SVP		Alternances de calcaires bioclastiques et siltites à nodules calcaires avec des bancs de grès et de siltites grossières		
				Esneux		ESN		Siltites argileuses et micacées, bancs de grès	Aquifère du Famennien		
					Aye		AYE	FA			Siltites micacées avec intercalations gréseuses
					Famenne		FAM				Schistes fins micacés
					Valisettes		VAL	NV			Schistes, schistes calcaireux, nodules calcaires
	Frasnien		Neuville		NEU			Calcaires parfois argileux, dolomies	Aquifère des calcaires du Frasnien		
				Philippeville		PHV		Calcaires massifs, calcaires argileux, dolomies, schistes à nodules calcaires			
			Pont de la Folle		FOL		Schistes				
			Nismes		NIS		Schistes				
			Givetien	Fromelennes		FRO		Alternances de calcaires bioclastiques et de calcaires argileux, poches de dolomies			
				Mont d'Hairs		MHR		Calcaires fins en bancs massifs			
				Terre d'Hairs		THR		Calcaires argileux stratifiés			
				Trois-Fontaines		TRF		Calcaires stratifiés			
	Eifelien		Rivière	RIV		Schistes et grès : grès et calcaires	Aquifère de l'Eifelien				

Tableau IV.1. Tableau de correspondance 'Géologie – Hydrogéologie' de la région de Silenrieux – Walcourt

IV.1.5. L'aquitard du Carbonifère

L'aquitard du Carbonifère regroupe la Formation de Landelies et la Formation de Maurenne qui sont composées de calcschistes et de calcaires argileux. L'aquitard du Carbonifère est alors caractérisé par des perméabilités plus faibles par rapport aux formations calcaires qui l'entourent.

IV.1.6. L'aquifère – l'aquitard – l'aquiclude de l'Hastarien (uniquement dans le Synclinal de Fontenelle)

Etant donné le regroupement cartographique des formations de l'Hastarien, dans le synclinal de Fontenelle au centre-ouest de la carte, une unité hydrogéologique globale a été définie pour cet étage dans cette zone.

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

IV.1.7. L'aquifère des calcaires du Carbonifère

Les formations constituant l'aquifère des calcaires du Carbonifère sont de bas en haut :

- les formations de Bayard, de Waulsort et de Leffe pour le Tournaisien ;
- les formations de la Molinee, de Salet, de Neffe et de Lives pour le Viséen.

Il s'agit d'un aquifère de fissures, pouvant être localement karstifié, comme en témoignent les phénomènes karstiques qui affectent les calcaires. Les discontinuités de toutes natures (fractures, diaclases, stratifications, failles) confèrent aux calcaires carbonifères une bonne perméabilité. Souvent, la circulation d'eau, associée aux processus chimiques, a élargi les fissures en véritables conduits (karstification), formant souvent des zones à circulation préférentielle. Les calcaires viséens, globalement plus purs que les calcaires tournaisiens, sont souvent plus karstifiés.

Grâce à ces caractéristiques, les calcaires du Carbonifère sont beaucoup plus exploités que ceux du Dévonien.

IV.1.8. L'aquifère des craies du Crétacé et l'aquifère des sables de remplissage

Ces aquifères, constitués par un ensemble de craies, de sables et d'argiles, s'observent en remplissage de poches karstiques ou en placage sur les buttes topographiques. Ils ont une extension latérale limitée et une épaisseur très faible. De ce fait ils ne constituent pas des ressources économiquement exploitables.

IV.1.9. L'aquifère alluvial

Les premières nappes rencontrées dans les vallées, toujours superficielles, sont celles des alluvions des cours d'eau. Ces nappes sont en général de qualité médiocre et polluées. Sur cette planche, ces alluvions, très hétérogènes, sont peu étendues et n'excèdent pas une dizaine de mètres d'épaisseur.

IV.2. DESCRIPTION DE L'HYDROGÉOLOGIE RÉGIONALE

IV.2.1. Généralités

Concernant l'hydrogéologie régionale de la carte de Silenrieux – Walcourt, plusieurs entités intéressantes (voir Figure IV.2) peuvent être distinguées dans les deux principales masses d'eau (voir Figure IV.1) présentes sur la carte, à savoir :

- dans la masse d'eau RWM021 des calcaires et grès du Condroz :
 - l'anticlinal de Thy-le-Château constitué de calcaires givetiens et frasniens ;
 - les synclinaux de Fraire et de Florennes constitués des calcaires carbonifères;
 - les terrains gréseux du Famennien ;
- dans la masses d'eau RWM022 des calcaires et grès dévoniens du bassin de la Sambre :
 - les anticlinaux calcaires giveto-frasniens, dont celui de Boussu-lez-Walcourt ;
 - le synclinal d'Erpion constitué de grès du Famennien ;
 - les terrains silto-gréseux du Famennien.

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

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

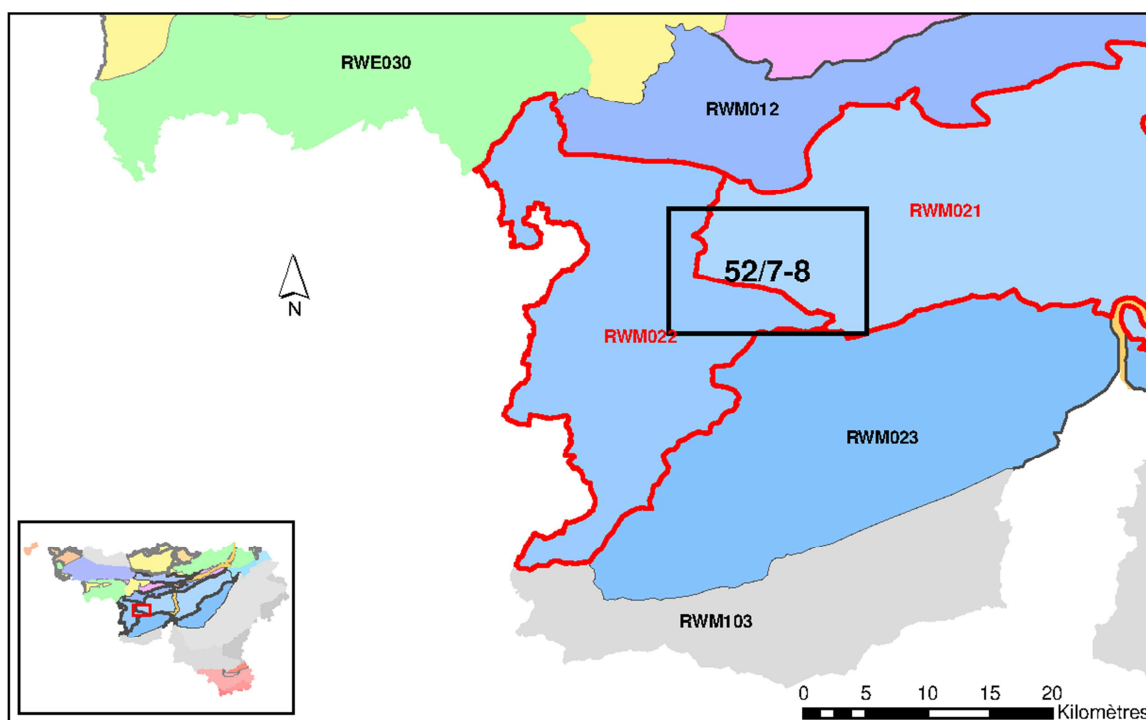


Figure IV.1. Localisation de la carte 52/7-8 Silenrieux – Walcourt par rapport aux masses d'eau RWM021 et RWM022

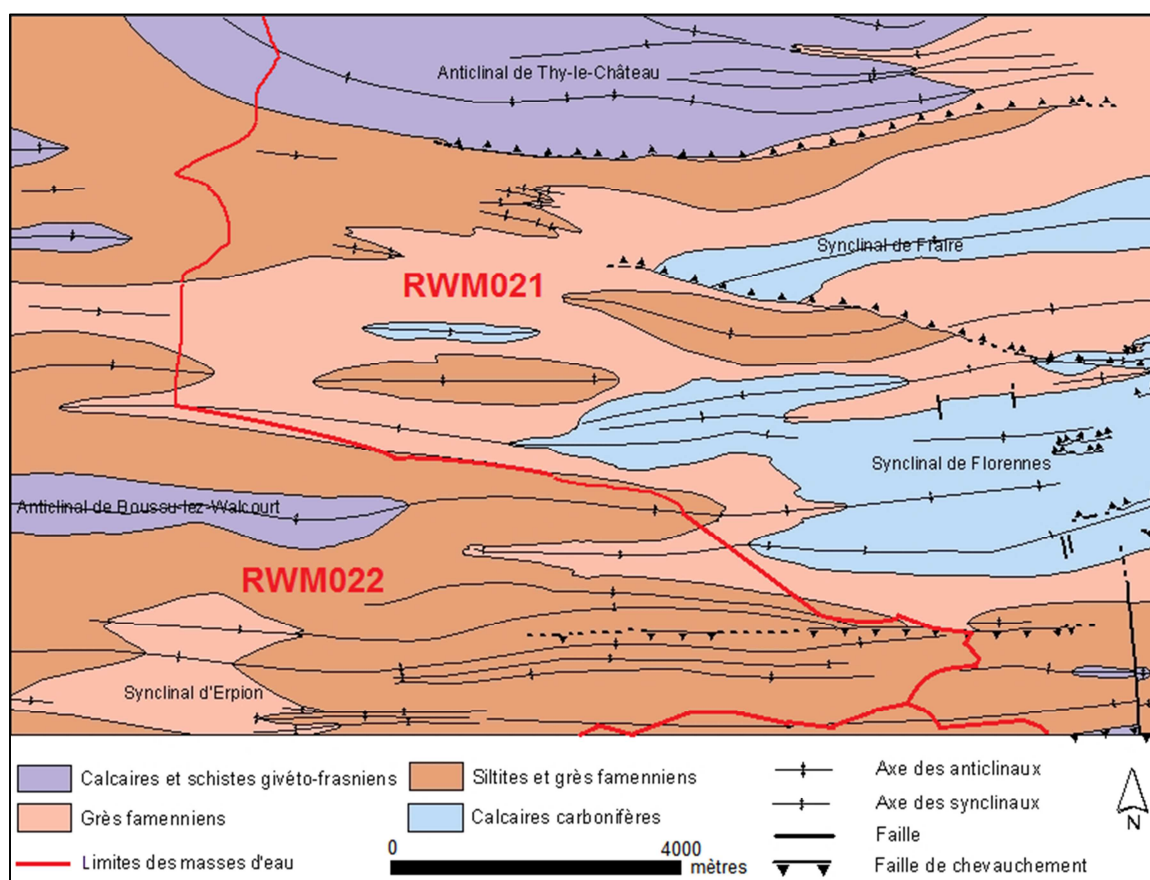


Figure IV.2. Structure des différentes entités hydrogéologiques et situation par rapport aux masses d'eau RWM021 et RWM022

IV.2.1.1. La masse d'eau RWM021 des calcaires et grès du Condroz

La masse d'eau RWM021 correspond à une succession de synclinaux calcaires du Carbonifère et d'anticlinaux gréseux du Famennien orientés d'est-ouest à nord-est – sud-ouest. La carte recoupe l'extrémité ouest de la masse d'eau RWM021. Les synclinaux calcaires du Carbonifère, représentés sur la présente carte par le Synclinal de Florennes et le Synclinal de Fraire, constituent l'aquifère principal de cette masse d'eau. C'est un aquifère de fissures, localement karstifié ; les calcaires viséens, par leur teneur plus élevée en CaCO_3 , sont les plus affectés par une karstification importante. Ces structures synclinales en dépression sont séparées par des crêtes anticlinales schisteuses, schisto-gréseuses et gréseuses du Famennien inférieur et du Frasnien supérieur. Ces formations moins perméables présentent, lorsque le degré d'altération et de fissuration le permet, des potentialités hydrogéologiques intéressantes, qui restent toutefois très localisées. Sur le bord nord-ouest de la masse d'eau se retrouvent les calcaires du Frasnien et du Givetien, visibles dans l'anticlinal de Thy-le-Château. Ces calcaires contiennent un aquifère de fissures au caractère fréquemment karstique.

Au niveau du fonctionnement hydrodynamique global de la masse d'eau RWM021, les synclinaux calcaires carbonifères (dépressions calcaires) sont bien alimentés par

- l'infiltration des eaux météoriques à travers la couverture limoneuse ;
- le déversement diffus ou concentré (via des pertes) des nappes gréseuses voisines. Les eaux des grès du Famennien décalcifiés, sont agressives vis-à-vis des calcaires, générant des poches de dissolution dans les zones de débordement préférentiel de la nappe des grès, généralement associées aux axes de fissuration transverses. L'eau des pertes a pour origine, d'une part les sources de débordement de la nappe des grès du Famennien au contact avec les schistes de la base du Tournaisien, d'autre part le ruissellement sur les terrains schisto-gréseux du Famennien (Meus, 1993) ;
- le ruissellement des précipitations sur les terrains schisto-gréseux famenniens.

Les synclinaux calcaires sont drainés à leur tour par des cours d'eau qui les recourent. Des cours d'eau de débit moindre s'écoulent parallèlement à l'axe des synclinaux. Au sein des anticlinaux calcaires, les directions d'écoulement sont influencées par l'orientation des couches géologiques, des directions préférentielles de diaclases et autres fracturations. Les anticlinaux gréseux du Famennien contiennent des nappes qui se déversent vers les dépressions calcaires soit par écoulements souterrains diffus au droit de failles, soit par débordement de sources localisées au contact entre les grès et les formations schisteuses peu perméables. Les écoulements souterrains au sein des grès dépendent vraisemblablement de la topographie. (Caractérisation hydrogéologique de la masse d'eau RWM021, livrable D.2.21).

Les failles de chevauchement et les failles transversales permettent des interconnexions entre unités hydrogéologiques. Ces échanges sont parfois conditionnés par la nature du remplissage de ces fractures.

IV.2.1.2. La masse d'eau RWM022 des calcaires et grès dévoniens du bassin de la Sambre

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

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

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

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

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

IV.2.2. Piézométrie de la carte 52/7-8 Silenrieux – Walcourt

Le relevé de la piézométrie en mai 2007 de la planche Silenrieux – Walcourt a nécessité un réseau de mesures et la collecte d'un maximum de données hydrogéologiques. Les cotes piézométriques ponctuelles collectées apparaissent sur la carte principale du poster A0 et concernent différentes unités hydrogéologiques.

Seules les piézométries concernant les trois unités hydrogéologiques principales rencontrées sur la carte, à savoir les aquifères des calcaires du Givetien, du Frasnien et du Carbonifère, sont décrites ci-dessous.

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

IV.2.2.1. Piézométrie de l'aquifère des calcaires du Givetien et du Frasnien

Les points mesurés n'ont pas permis le tracé d'une piézométrie générale pour ces deux aquifères. Quelques cotes ponctuelles sont néanmoins disponibles et permettent de tirer quelques renseignements :

- la cote piézométrique pour les ouvrages situés à proximité de l'Eau d'Heure montre que le niveau de la nappe est proche du niveau de base du cours d'eau ;
- la cote piézométrique pour les ouvrages plus éloignés de l'Eau d'Heure montre des niveaux supérieurs d'une dizaine de mètres à la cote du cours d'eau et une profondeur de nappe d'une quinzaine de mètres ;
- ces informations indiquent le caractère drainant de l'Eau d'Heure vis-à-vis de la nappe des calcaires du Frasnien et du Givetien.

IV.2.2.2. Piézométrie de l'aquifère des calcaires carbonifères

Les ouvrages mesurés aux alentours des puits de production de la SWDE et de la carrière « Les Petons » (au sud-est de Yves-Gomezée) ont permis de tracer une piézométrie locale pour les Synclinaux de Fraire et de Florennes.

Concernant le Synclinal de Fraire, l'écoulement se fait vers les divers pompages et le Ruisseau de Fairoul. Toutefois, le sens d'écoulement s'inverse en s'éloignant vers l'ouest et le Pz9 (voir Figure IV.3) et montre une direction sud-ouest, à l'opposé des pompages.

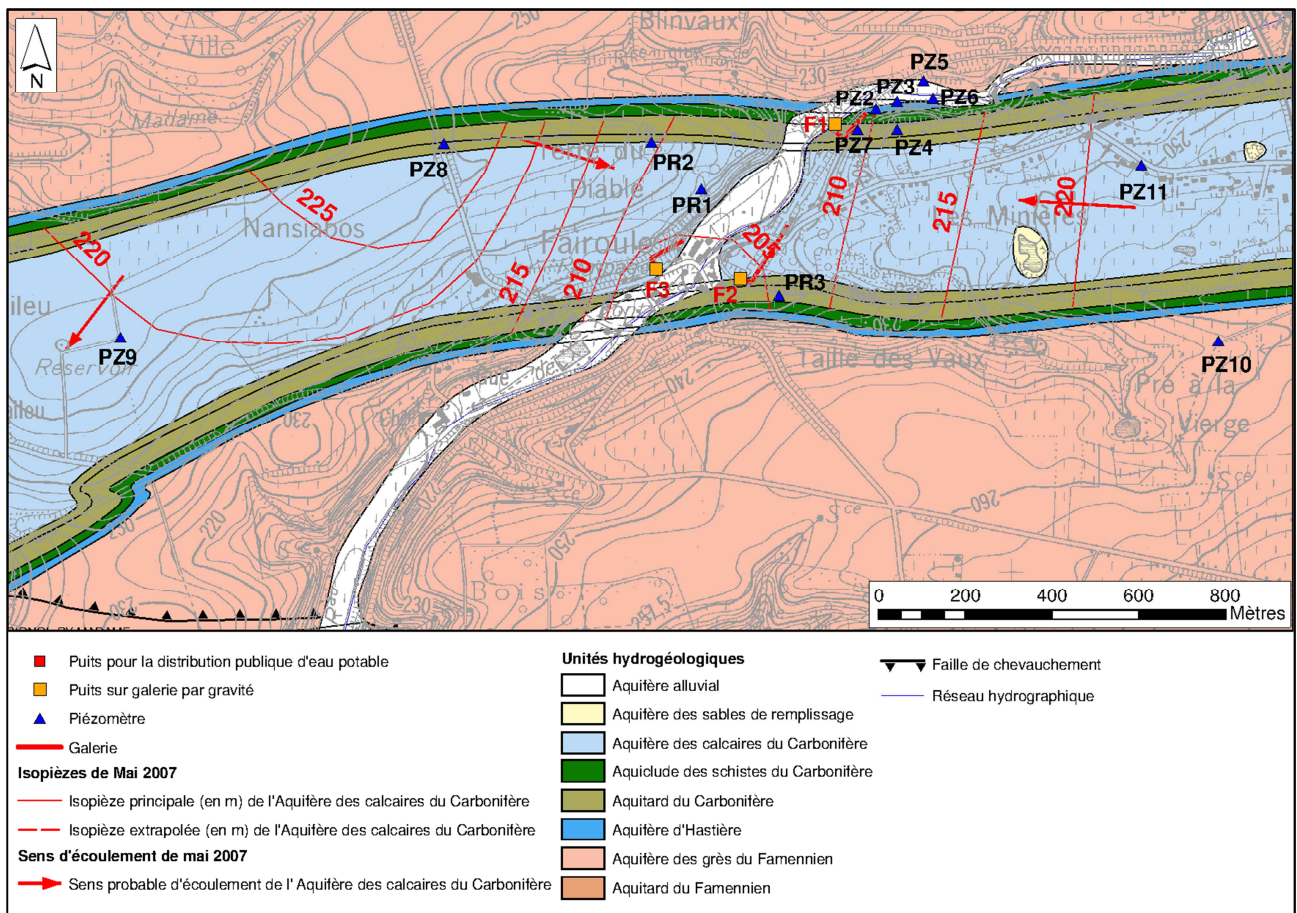


Figure IV.3. Piézométrie dans le Synclinal de Fraire et localisation des ouvrages du site de Fraire (SWDE)

Pour le Synclinal de Florennes, des isopièzes ont pu être tracées dans la région de Battefer (ouest) et d'Yves-Gomezée (est) mais un manque d'informations a empêché de reconnaître la continuité piézométrique existante entre ces deux régions. A Battefer (voir Figure IV.4)

l'écoulement se fait vers l'ouest, avant de converger vers les ouvrages de production au fur et à mesure que l'on s'en approche.

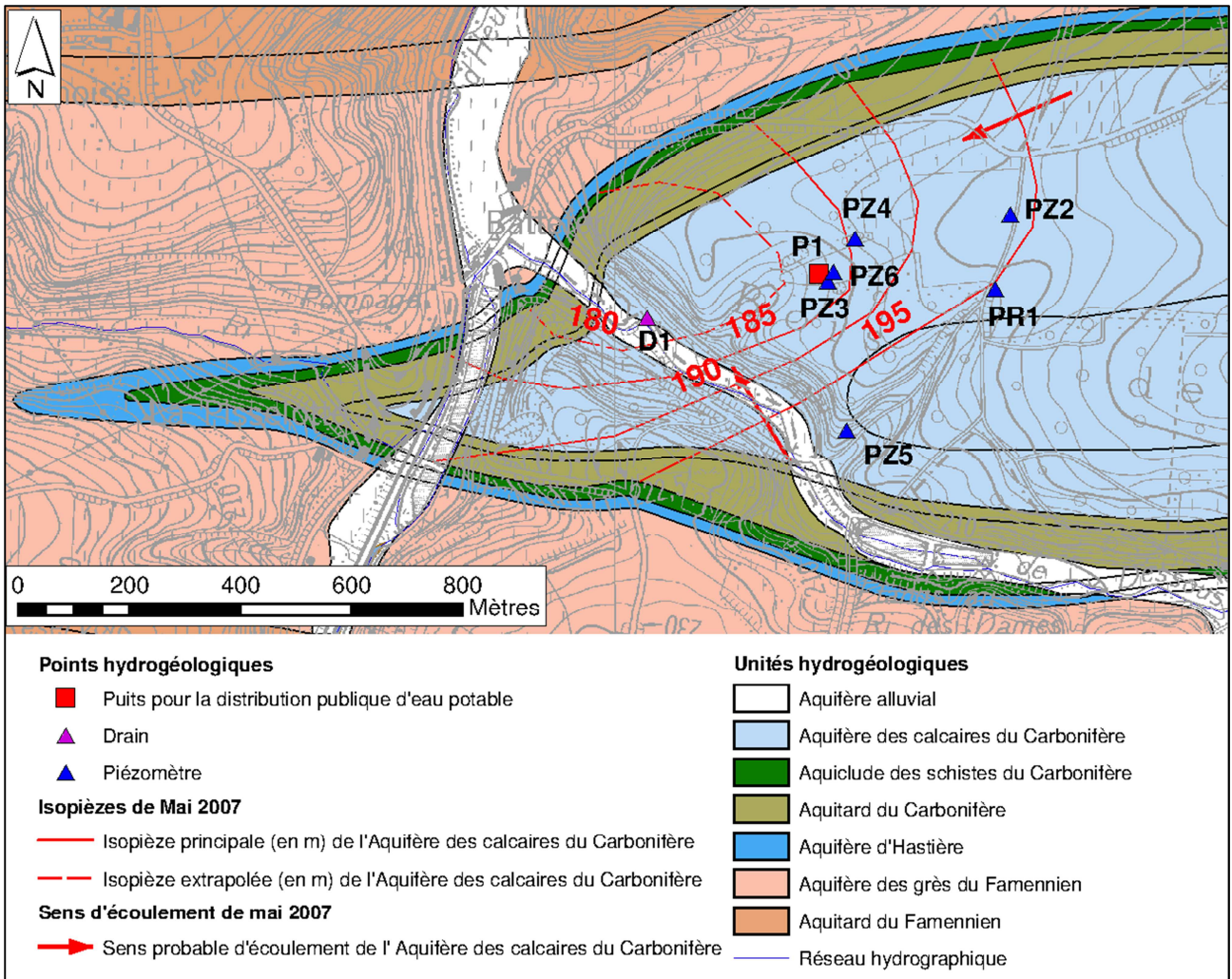


Figure IV.4. Piézométrie dans la partie ouest du Synclinal de Florennes et localisation des ouvrages du site de Battefer (SWDE)

A Yves-Gomezée (voir Figure IV.5), l'écoulement se fait globalement vers le nord, avant que les isopièzes ne soient modifiées par l'influence des captages et montrent une convergence des eaux souterraines vers les puits, les galeries de production et la carrière.

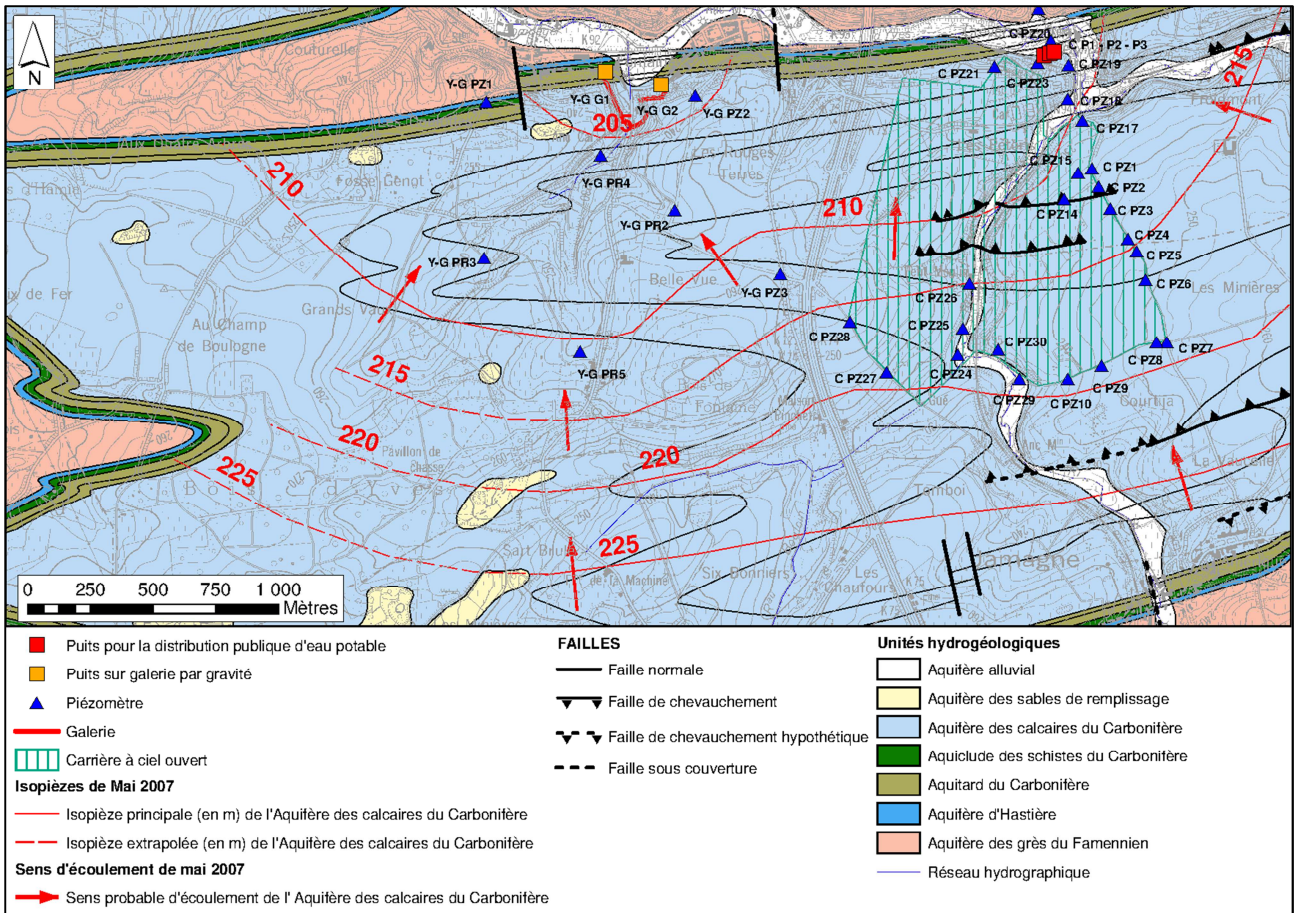


Figure IV.5. Piézométrie dans la partie est du Synclinal de Florennes et localisation des ouvrages des sites d'Yves-Gomezée (Y-G) et de Crèvecœur (C) (SWDE)

IV.2.3. Evolutions piézométriques

Quelques historiques piézométriques sont disponibles. Ils concernent l'aquifère des calcaires du Frasnien et l'aquifère des calcaires du Carbonifère.

IV.2.3.1. Aquifère des calcaires du Frasnien

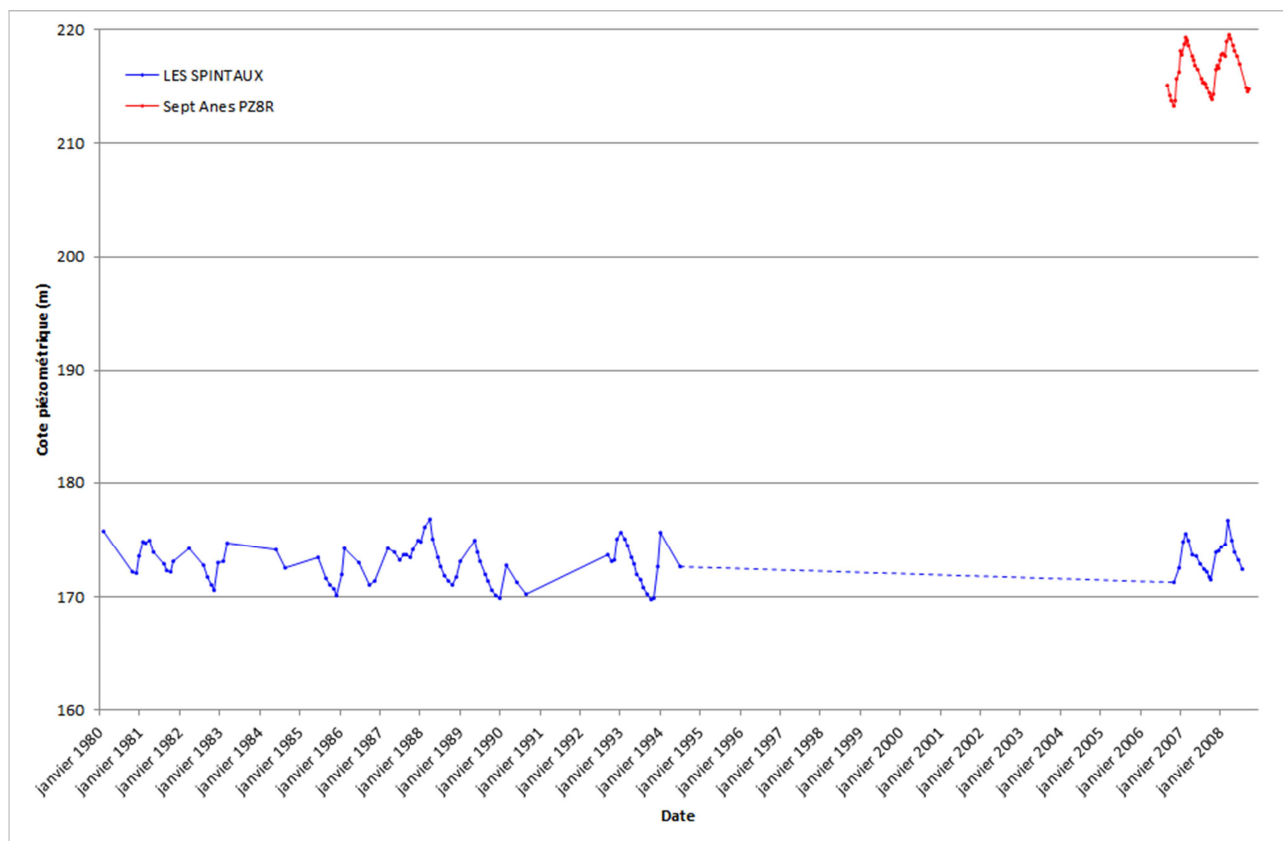


Figure IV.6. Evolution piézométrique de deux ouvrages dans l'aquifère des calcaires du Frasnien

Le piézomètre « Les Spintaux » est situé à Rognée, dans l'Anticlinal de Thy le Château au nord de la carte (voir Annexe 2. Carte de localisation). Il a une profondeur de 18 mètres. La courbe bleue de la Figure IV.6 correspondant à cet ouvrage, illustre les fluctuations au droit de l'aquifère des calcaires du Frasnien entre 1980 et 1995 ainsi qu'entre 2007 et 2009. Elles se situent entre les cotes 170 et 178 mètres environ). Les variations saisonnières sont très visibles, atteignant jusqu'à cinq mètres. L'ensemble montre une nappe en équilibre piézométrique.

La courbe rouge correspond à un piézomètre situé dans l'anticlinal de Boussu-lez-Walcourt (au sud-ouest de la ville du même nom) : « Sept Anes PZ8R ». Cet ouvrage a une profondeur de 39 mètres. Il n'a été suivi que depuis 2007 mais présente la même évolution que dans l'anticlinal de Thy-le-Château, à une cote piézométrique plus élevée (entre 212 et 220 mètres). L'échelle verticale du graphique a été interrompue pour gagner en place.

IV.2.3.2. L'aquifère des calcaires carbonifères

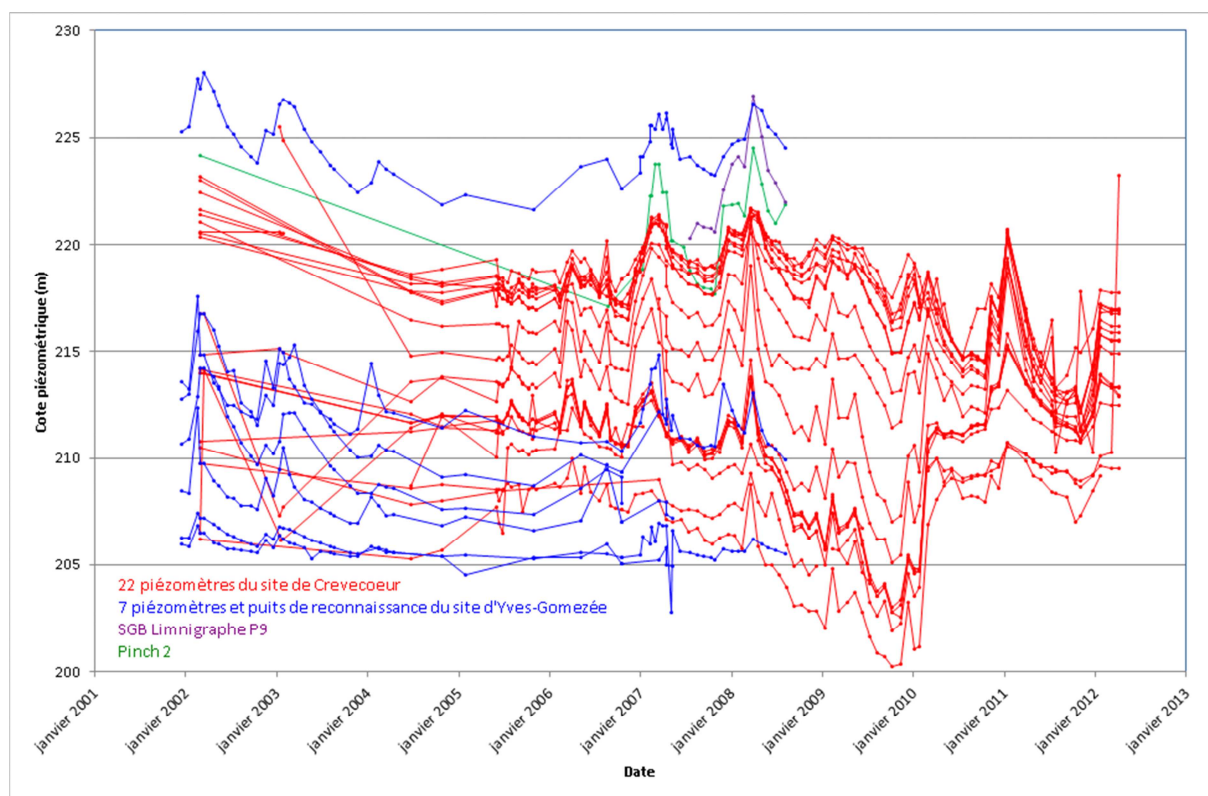


Figure IV.7. Evolutions piézométriques de différents ouvrages implantés dans l'aquifère des calcaires du Carbonifère

La Figure IV.7 présente les évolutions piézométriques de très nombreux ouvrages situés dans le Synclinal de Florennes : 22 piézomètres du site de Crèvecoeur (SWDE & CLP), 7 piézomètres et puits de reconnaissance du site d'Yves-Gomezée (à proximité des galeries de la SWDE et de la carrière « Les Petons » exploitée par « Carrière Les Petons – SPRL » (CLP), filiale de Solvay), d'un limnigraphe « SGB Limnigraphe P9 » et d'un piézomètre « Pinch 2 ».

Les niveaux piézométriques évoluent tous de la même manière et montrent les fluctuations saisonnières identiques. Les niveaux piézométriques se répartissent entre les cotes altimétriques 200 et 228 mètres environ, selon l'endroit où ils ont été mesurés par rapport aux isopièzes (voir Figure IV.5). L'évolution des niveaux d'eau des piézomètres de Crèvecoeur ont été mis à jour jusqu'en avril 2012, grâce à des données fournies par le bureau d'études Aquale – Ecofox Développement. Une diminution se remarque entre 2008 et 2010, plus forte dans certains ouvrages. Ces derniers voient alors une remontée nette de presque 10 mètres, liée aux phases de l'exploitation de la carrière « Les Petons ». Pour les autres, la diminution reste plus douce et progressive (moins de 5 mètres).

Le synclinal de Fraire ne possède pas d'ouvrage suffisamment bien suivi pour pouvoir comparer les évolutions piézométriques au sein des deux synclinaux.

IV.3. PHÉNOMÈNES KARSTIQUES

Bien que les aquifères calcaires rencontrés sur la carte soient réputés karstifiés, cette région est assez pauvre en systèmes karstiques structurés. Seuls quelques phénomènes ponctuels, tels qu'effondrements, dolines... existent au droit des différentes couches calcaires. Les pertes, puits naturels et résurgences sont repris sur la carte principale du poster A0.

IV.4. COUPES HYDROGÉOLOGIQUES

Afin de mieux visualiser et comprendre la structure géologique et le comportement hydrogéologique des différentes unités présentes dans la région de Silenrieux – Walcourt, des coupes ont été insérées dans le poster A0 joint à cette notice : deux coupes A – A' et B – B' (échelle verticale 1/25 000) et ces deux mêmes coupes avec exagération des hauteurs (échelle verticale 1/5 000). Cette exagération d'un facteur 5 met en évidence les structures influençant l'hydrogéologie locale. Le trait A – A', orienté N-S, se situe à l'extrémité est de la carte. Il commence à l'est d'Yves-Gomezée, passe par la carrière « Les Petons » puis Jamagne et se termine le long de la N5 sur le bord sud de la carte. Le trait B – B', également orienté nord-sud, se situe dans la partie centrale de la carte. Il commence à Thy-le-Château, passe par Pry, Walcourt, puis à l'est de Silenrieux et se termine au sud-est du pré-barrage du Ry Jaune.

Ces coupes sont calées sur les coupes géologiques a – a' et b – b' tracées par V. Dumoulin et J.-M. Marion sur la carte géologique de la même région (Carte Géologique de Wallonie, 1997). Elles montrent la géologie (structure et lithologie) et l'hydrogéologie (unités hydrogéologiques et coupes de la surface piézométrique) de la zone cartographiée.

Globalement, la coupe B – B' (dans la partie centrale de la carte) traverse tous les principaux terrains aquifères et donne un bon aperçu de la complexité de la géologie de la région. La coupe A – A' s'intéresse plus particulièrement aux couches carbonifères du Synclinal de Florennes. Dans ce dernier, la carrière « les Petons » y exploite les calcaires. Le profil approximatif de la carrière est projeté sur la coupe.

Les cotes piézométriques ponctuelles mesurées ont été projetées sur le tracé de la coupe et sont représentées par des triangles inversés colorés suivant la nappe sollicitée. Les surfaces piézométriques de l'aquifère des calcaires carbonifères sont également visibles au sein du Synclinal de Florennes sur la deux coupes.

IV.5. CARACTÈRE DES NAPPES

Sur la « carte des informations complémentaires et des caractères des nappes »* au 1/50 000 sur le poster A0 joint à cette notice, figurent les caractères libre, captif et/ou semi captif des nappes. Les nappes en question sont celles contenues dans le socle paléozoïque.

Tous les aquifères présents sur l'étendue de cette carte sont considérés comme libres. Ils se retrouvent soit à l'affleurement, soit sous couverture perméable à semi-perméable (sous les limons, les sables et les craies). Cette caractéristique entraîne d'ailleurs une grande sensibilité aux différentes pollutions de surface, notamment par les nitrates (voir V.2 Problématique des nitrates).

IV.6. LE COMPLEXE DES BARRAGES DE L'EAU D'HEURE

Le complexe des barrages de l'Eau d'Heure est établi dans les zones les moins perméables (aquiclude – aquitard) du Famennien constituées de schistes (shales), siltites et grès fins. Cela permet la rétention de quantités importantes d'eau (47 millions de m³). Ces terrains ont également été sélectionnés pour pouvoir supporter des charges inhérentes au barrage et à ses sollicitations.

Le site de l'Eau d'Heure (voir Figure IV.8) compte deux grands barrages (celui de la Plate Taille et celui de l'Eau d'Heure) et trois pré-barrages (de Falemprise (visible seulement sur la carte de Froidchapelle – Senzeille), du Ry Jaune et de Féronval). Cet ensemble permet ainsi la réserve d'un lac supérieur et d'un lac inférieur. Les objectifs d'un tel site sont :

- soutenir le débit d'étiage de la Sambre, afin de maintenir un débit minimal de 5 m³/s en tout temps à Charleroi ;
- soutenir indirectement le débit d'étiage de la Meuse ;
- améliorer l'alimentation du canal Charleroi – Bruxelles ;
- réduire par dilution les effets de la pollution industrielle et urbaine ;
- contribuer à l'amélioration de l'alimentation en eau potable dans la région de Charleroi.

Le barrage de la Plate Taille (visible sur le bord nord de la carte de Froidchapelle – Senzeille) est du type à gravité en béton, flanqué d'une centrale hydro-électrique équipée de quatre groupes turbines-pompes réversibles.

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



Figure IV.8. Complexe des barrages de l'Eau d'Heure (source : prospectus « Les barrages de l'Eau d'Heure) – Carte sans échelle

Le barrage de l'Eau d'Heure au nord est un barrage en enrochement* équipé d'une petite centrale hydro-électrique. Cette centrale fournit l'énergie nécessaire au démarrage des groupes turbines-pompes de la centrale du barrage de la Plate Taille, au sud-ouest.

* Un barrage en enrochement est une digue constituée de matériaux rocheux tout-venant déversés et compactés, puis étanchéifiés par application d'un revêtement bitumineux sur le parement amont.

Les trois pré-barrages sont destinés à éviter que le retrait des eaux lors des fluctuations du niveau des lacs ne découvre l'extrémité de plages de boues. Le corps de chaque pré-barrage est immergé tant du côté amont que du côté aval ; ce dernier étant soumis à des fluctuations journalières des niveaux d'eau.

IV.7. LES CARRIÈRES

A l'est de la carte, se trouve la carrière « Les Petons ». Elle est située à l'est d'Yves-Gomezée, au lieu-dit « Les Petons », juste au sud et à l'ouest de la voie ferrée Charleroi-Couvin, à la bordure est de la route nationale N5. Elle est exploitée par le Groupe Solvay pour la production de calcaire haute teneur (30%) et de granulat pour le génie civil (70%). Cette carrière est étendue sur 200 hectares et a une profondeur moyenne de 210 mètres (la profondeur peut atteindre 175 mètres localement). Actuellement, le site est exploité de part et d'autre du Ry des Gattes, affluent du Ruisseau d'Yves. Une extension est projetée et intéresse les terrains situés à l'est du Ri des Gattes.

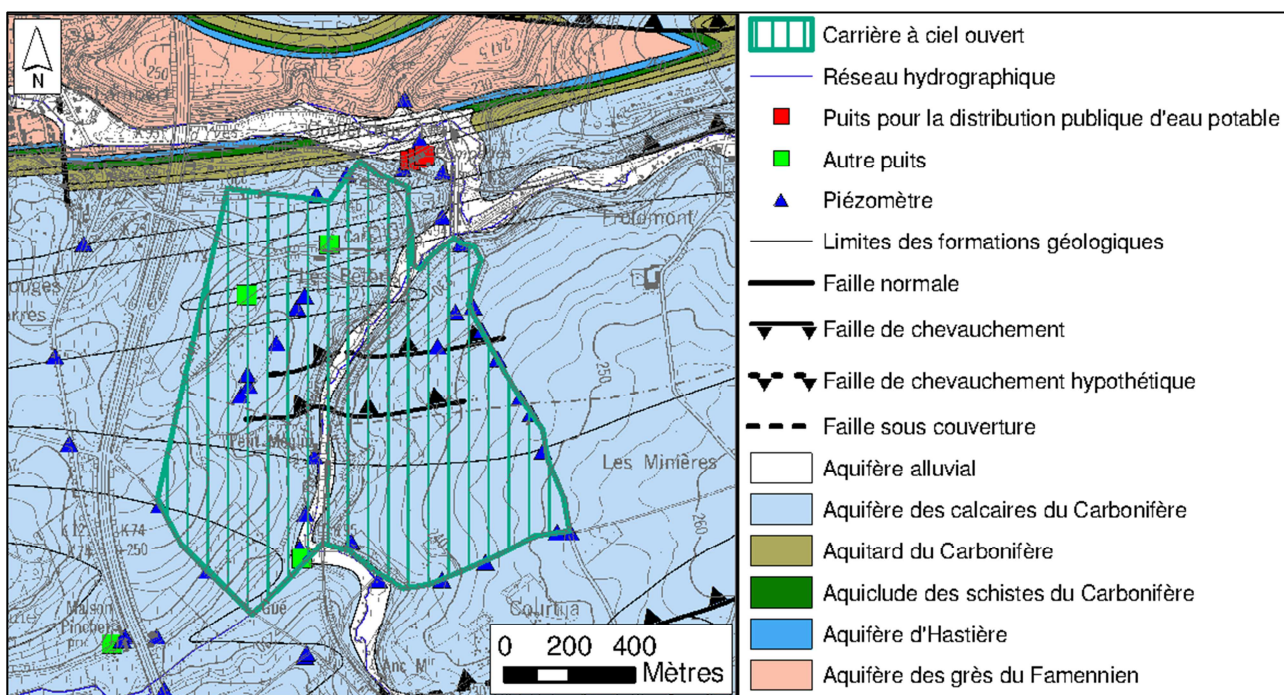


Figure IV.9. Localisation de la carrière les Petons

Un groupe de travail a été mis en place sur la valorisation des eaux d'exhaure dans les réseaux de distribution publique, auquel participent la SWDE, l'INASEP ainsi que les carrières Les Petons, Berthe (Florennes) et Carmeuse (Hemptinne). La carrière Les Petons fournirait ainsi l'eau captée à la SWDE depuis 2 ou 3 ans.

V. CADRE HYDROCHIMIQUE

Aucune campagne particulière de prélèvement chimique n'a été organisée dans le cadre de la réalisation des cartes hydrogéologiques. Ce point reprend les données existantes dans la base de données BD Hydro. Les points où sont disponibles les analyses chimiques ont été reportés sur la carte thématique au 1/50 000 « *Carte des informations complémentaires et des caractères des nappes* » du poster A0 accompagnant cette notice. A partir des données disponibles, il a été possible de caractériser du point de vue hydrochimique les principales unités hydrogéologiques de la carte, à savoir les aquifères des calcaires du Carbonifère, du Frasnien et du Givetien. Il n'existe pas de données chimiques complètes pour les ouvrages exploitant la nappe des grès du Famennien; seuls des prélèvements pour les teneurs en nitrates y sont effectués.

V.1. CARACTÉRISTIQUES HYDROCHIMIQUES DES EAUX

V.1.1. Aquifère des calcaires du Carbonifère

Quelques données hydrochimiques existent pour cet aquifère. Le Tableau V.1 présente les analyses chimiques des eaux pour quatre ouvrages de la SWDE : la galerie « Fraire F2 », le drain « Battefer D1 », la galerie « Yves-Gomezée G1 » et le puits « Crèvecoeur P2 » (voir Annexe 2. Carte de localisation). Seule la galerie Fraire F2 se situe dans le Synclinal de Fraire. Les trois autres ouvrages se trouvent dans le synclinal de Florennes. Les analyses datent de 2003 et 2004. Lorsque certains paramètres sont manquants, des valeurs antérieures sont données à titre indicatif (avec la date). Les normes wallonnes de potabilité des eaux de distribution* sont également données dans les différents tableaux présentés.

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

Analyses, Unités et Normes		Ouvrage		Fraire F2 (03/03/2004)	Battefer D1 (03/03/2004)	Yves-Gomezée G1 (27/05/2003)	Crèvecoeur P2 (30/10/2003)
		Unités	Normes				
pH	unités pH	6,5 à 9,45	7,72	7,71	7,49	7,38	
Conductivité	µS/cm à 20°C	2500	527	536	555	591	
Turbidité	NTU	4	0,15	0,39	0,43	0,1	
Dureté totale	° français	67,5	30,67	32,04	32,39	34,31	
Oxygène dissous (in-situ)	mg/l O ₂		6,1 (le 15/05/03)	7,3 (le 03/06/03)	7,92	7,51	
Alcalinité totale (TAC)	° français		25,76	24,25	27	28,5	
Aluminium	µg/l Al	200	6,82	LQ	LQ	LQ*	
Calcium	mg/l Ca	270	83,51	105,8	97,1	104	
Magnésium	mg/l Mg	50	23,81	13,66	19,75	20,24	
Ammonium	mg/l NH ₄	0,5	0,01	LQ	LQ	LQ	
Manganèse	µg/l Mn	50	LQ	0,08	LQ	LQ	
Sodium	mg/l Na	200	6,23	6,62	6,87	6,73	
Potassium	mg/l K		0,76	0,66	0,73	1,04	
Fer (total) dissous	µg/l Fe	200	23 (le 13/06/00)	15 (le 09/06/00)	8 (le 15/09/1999)	LQ (le 23/02/00)	
Sulfates	mg/l SO ₄	250	14,64	10,85	20,20	27,88	
Chlorures	mg/l Cl	250	6,94	7,28	18,98	19,09	
Nitrates	mg/l NO ₃	50	4,99	11,48	28,51	34,05	
Nitrites	mg/l NO ₂	0,5	0,003	0,01	0,006	LQ	
Silice	mg/l SiO ₂		10,6	8,4	9,30	7,86	
Oxydabilité (KMnO₄)	mg/l O ₂	5	0,13 (le 15/05/03)	0,2 (le 03/06/03)	0,24	0,17	

Tableau V.1. Analyse chimique de quatre ouvrages de la SWDE exploitant l'aquifère des calcaires du Carbonifère et normes wallonnes de potabilité des eaux de distribution

L'eau de l'aquifère des calcaires carbonifères est de type bicarbonaté calcique et magnésienne. Elle présente une conductivité supérieure à 520 µS/cm. Le pH est neutre mais peut être légèrement alcalin, ce qui est normal dans un aquifère calcaire.

L'eau est bien tamponnée et assez dure. En comparant les deux synclinaux aquifères, le synclinal de Fraire semble présenter des teneurs moins élevées en de nombreux éléments, excepté en ce qui concerne le magnésium. Ainsi, par exemple, la concentration en nitrates est diminuée d'un facteur 7, celle en chlorures de 2,5, et celle en sulfates d'un tiers.

V.1.2. Aquifères des calcaires du Frasnien et du Givetien

Depuis la première édition de cette notice explicative, des analyses hydrochimiques ont été réalisées dans deux ouvrages en décembre 2006 et janvier 2007. Le puits « Sept Anes PZ8R » est situé dans les calcaires du Frasnien de l'anticlinal de Boussu-lez-Walcourt. Le puits « Moulin de Thy » est implanté dans les calcaires du Givetien de l'anticlinal de Thy-le-Château.

* LQ : Limite de Quantification

Analyses, Unités et Normes		Ouvrage		Sept Anes Pz8R 29/01/2007	Moulin de Thy 05/12/2006
pH	unités pH	6,5 à 9,45	7,4	7,2	
Conductivité	µS/cm à 20°C	2500	458	663	
Turbidité	NTU	4	< 1,5	<1,5	
Dureté totale	° français	67,5	30,9	5,77	
Oxygène dissous (in-situ)	mg/l O ₂		1,6	5,3	
Alcalinité totale (TAC)	°français		23,3	28,6	
Aluminium	µg/l Al	200	< 10	< 10	
Calcium	mg/l Ca	270	86	20,4	
Magnésium	mg/l Mg	50	18	1,83	
Ammonium	mg/l NH ₄	0,5	LQ	LQ	
Manganèse	µg/l Mn	50	68	< 5	
Sodium	mg/l Na	200	4,8	167,6	
Potassium	mg/l K		< 1	< 1	
Fer (total) dissous	µg/l Fe	200	< 2	< 2	
Sulfates	mg/l SO ₄	250	17,7	53,2	
Chlorures	mg/l Cl	250	18,6	26,3	
Nitrates	mg/l NO ₃	50	15,6	29,1	
Nitrites	mg/l NO ₂	0,5	LQ	LQ	
Silice	mg/l SiO ₂		9,8	8,88	
Oxydabilité (KMnO₄)	mg/l O ₂	5	1,2	< 0,9	
			Aquifère des calcaires du Frasnien	Aquifère des calcaires du Givetien	

Tableau V.2. Analyse chimique de deux ouvrages exploitant les aquifères des calcaires du Frasnien et du Givetien et normes wallonnes de potabilité des eaux de distribution

L'eau prélevée dans le puits « Sept Anes PZ8R », implanté dans l'aquifère des calcaires du Frasnien, est assez similaire à celle prélevée dans l'aquifère des calcaires du Carbonifère. La conductivité y est cependant un peu plus faible, ainsi que la concentration en sodium.

Au contraire, l'eau des calcaires du Givetien est assez différente, comme en témoigne le diagramme de Piper de la Figure V.1. Elle sera plutôt qualifiée de bicarbonaté sodique et potassique. Le pH est neutre. La conductivité est un peu plus élevée que pour les autres aquifères calcaires, avec des teneurs en calcium et magnésium plus faible mais une concentration en sodium plus élevée.

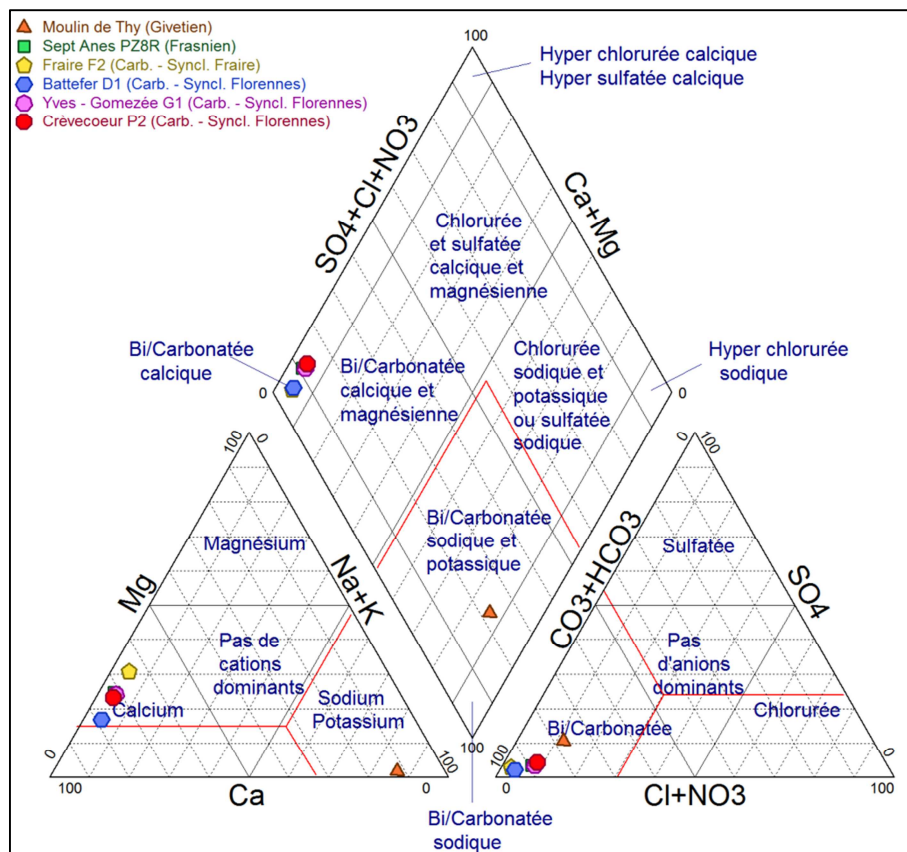


Figure V.1. Diagramme de Piper des différents ouvrages implantés dans les aquifères calcaires du Frasnien, du Givetien et du Carbonifère

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 nitrate (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 (voir Figure V.2). Cette désignation implique l'application d'un programme d'action précis dont les mesures ont été arrêtées dans le code de « bonne pratique agricole ». Pour plus d'informations, le site www.nitrawal.be peut être consulté.

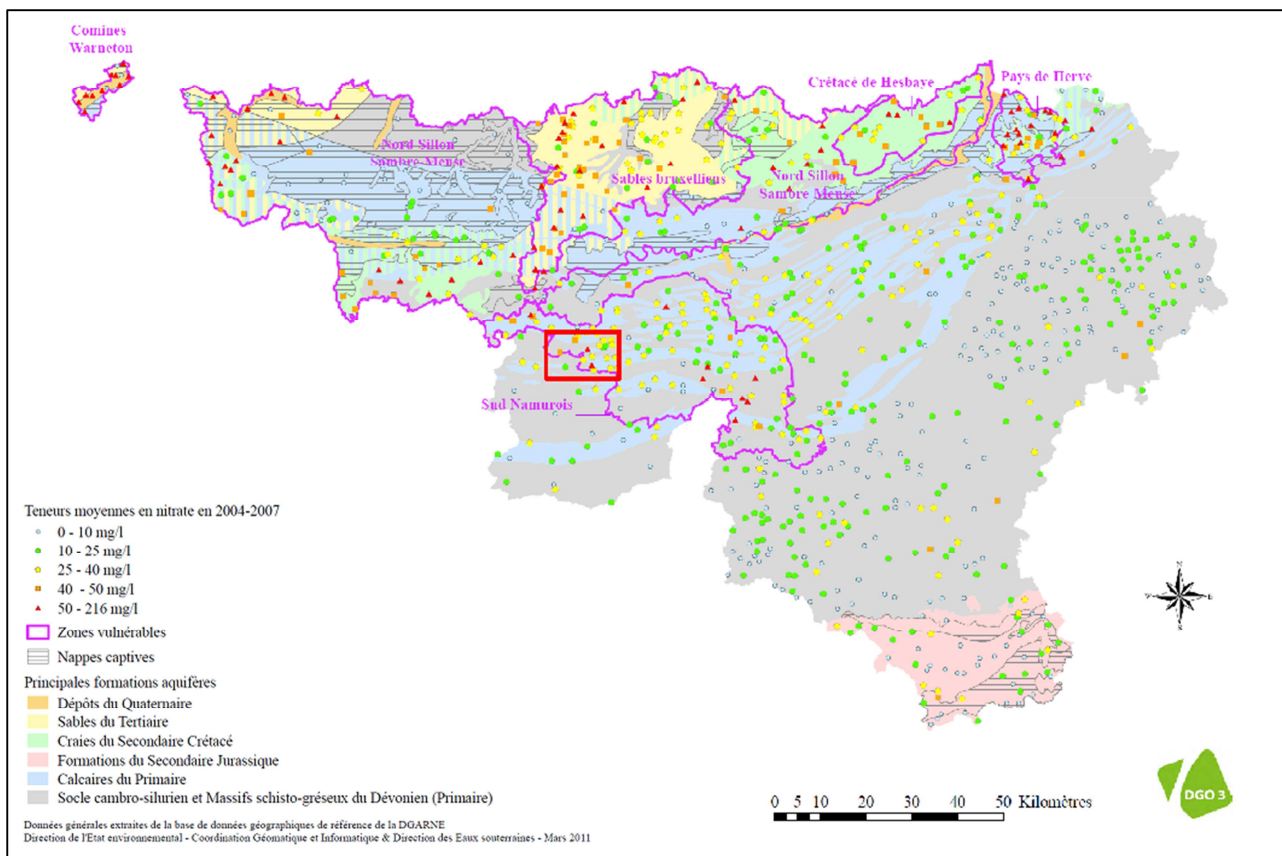


Figure V.2. Zones vulnérables aux nitrates arrêtées en Wallonie (source : Etat des nappes d'eau souterraine de la Wallonie <http://environnement.wallonie.be/de/eso/atlas/>) et localisation de la carte 52/7-8 Silenrieux – Walcourt

Dans le Tableau V.1 et le Tableau V.2, les teneurs en nitrate dans les aquifères calcaires (Carbonifère, Frasnien et Givetien) sont acceptables mais restent néanmoins non négligeables. Pour cette raison, la majeure partie nord-est de la carte est répertoriée dans la zone vulnérable « Sud Namurois ».

Les figures ci-après présentent les évolutions des concentrations en nitrates au droit de différents ouvrages implantés dans :

- l'aquifère des calcaires du Carbonifère dans le synclinal de Florennes (Figure V.3) et dans le Synclinal de Fraire (Figure V.4) ;
- l'aquifère des calcaires du Frasnien dans l'anticlinal de Thy-le-Château (Figure V.5) ;
- l'aquifère des grès du Famennien (Figure V.7) – la Figure V.6 localise les différents ouvrages de cet aquifère gréseux répartis sur la carte ;
- l'aquitard du Famennien (Figure V.8).

La norme de potabilité (50 mg/l) est à chaque fois représentée par un trait épais rouge.

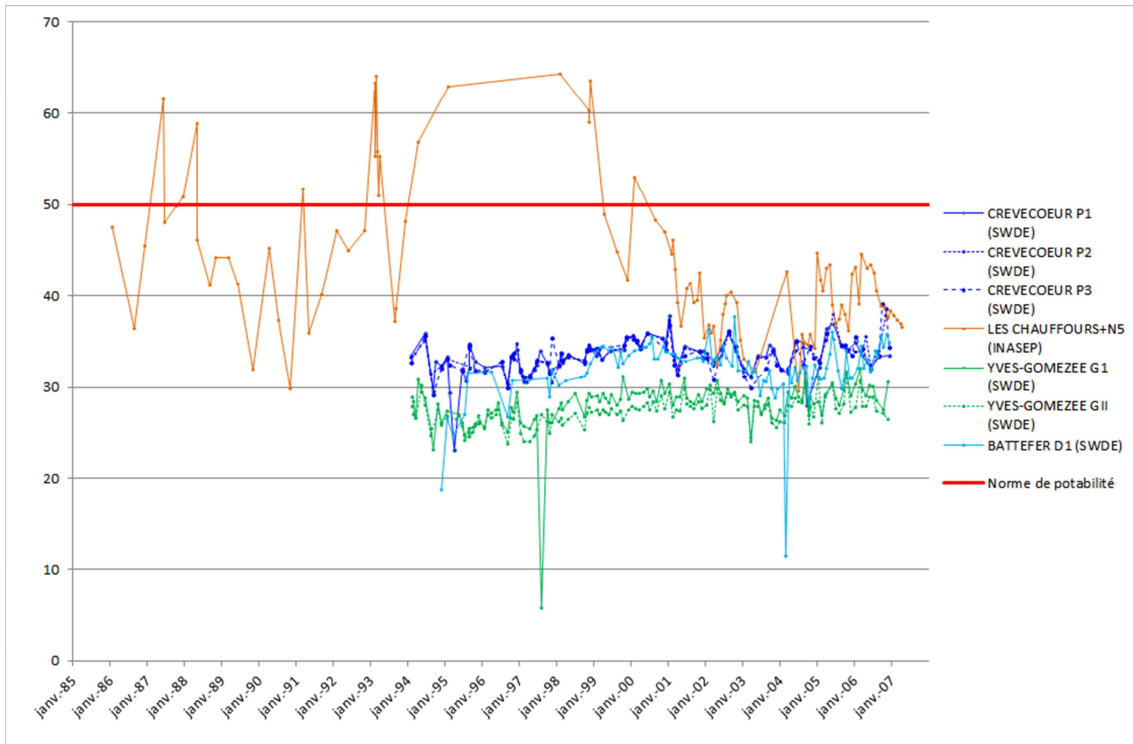


Figure V.3. Evolution de la concentration en nitrate dans les ouvrages implantés dans l'aquifère calcaire du Carbonifère du Synclinal de Florennes

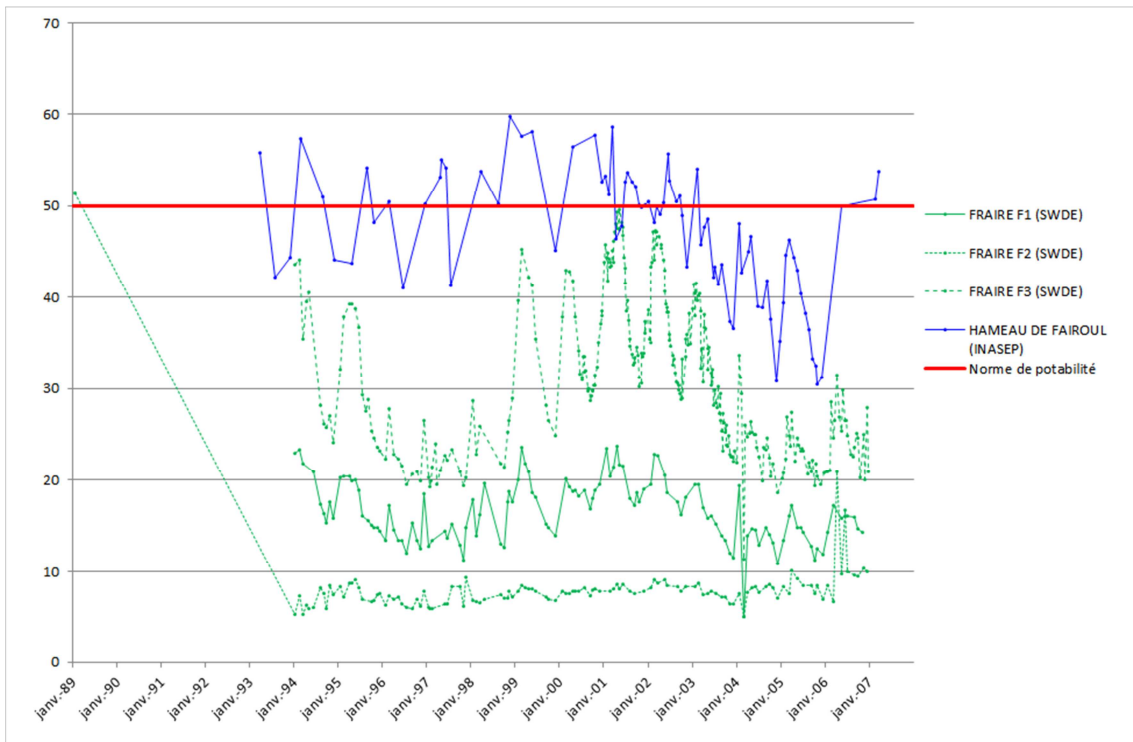


Figure V.4. Evolution de la concentration en nitrate dans les ouvrages implantés dans l'aquifère calcaire du Carbonifère du Synclinal de Fraire

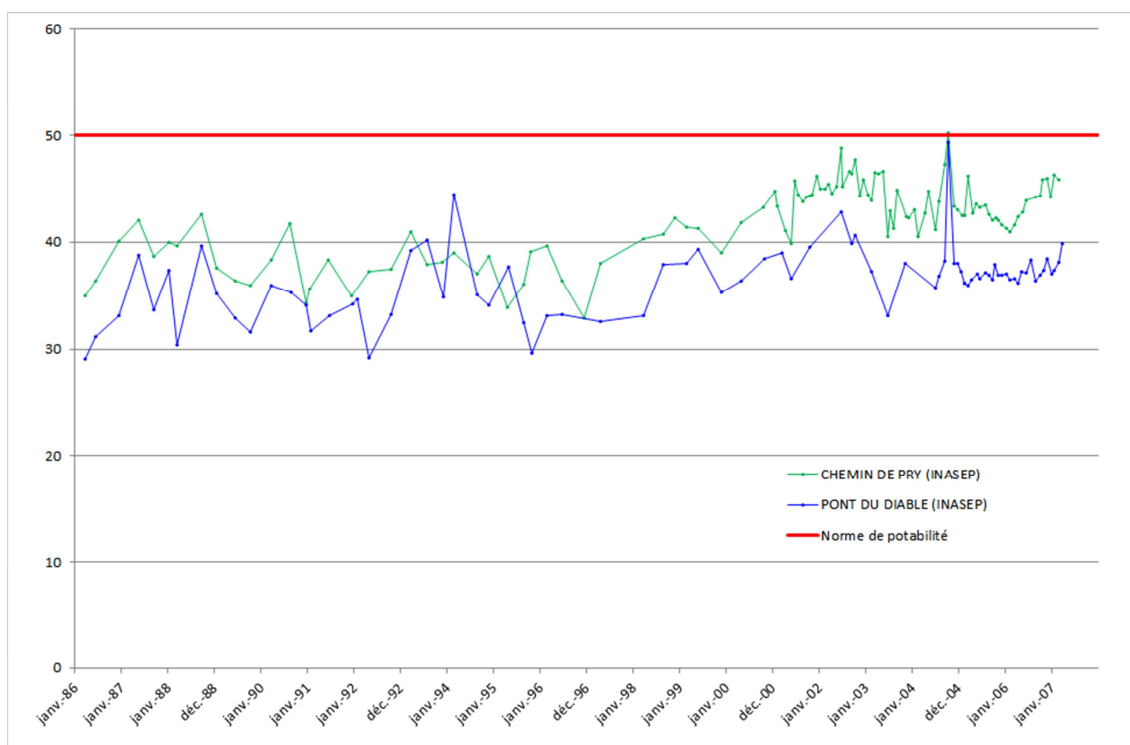


Figure V.5. Evolution de la concentration en nitrate dans les ouvrages implantés dans l'aquifère calcaire du Fasnien de l'Anticlinal de Thy-le-Château

Globalement les teneurs en nitrates restent en-dessous des 50 mg/l, à quelques exceptions près : « Hameau de Fairoul » dans les calcaires carbonifères du Synclinal de Fraire, « Les Chauffours + N5 » dans les calcaires carbonifère du Synclinal de Florennes, « Les Quairelles » et, ponctuellement, « Chastres Ri-Madame » dans l'aquifère des grès du Famennien.

L'ouvrage « Rossignol Ri-Madame » a présenté aussi des teneurs élevées atteignant temporairement les 110 mg/l de nitrates.

Les concentrations en nitrates varient de manière saisonnière en fonction des périodes d'amendement. Cependant la tendance reste assez stable dans le temps, à part dans l'aquifère carbonifère du Synclinal de Fraire et dans l'aquitard du Famennien. En effet, dans ces derniers, une diminution peut se remarquer dès 2002 (voir Figure V.4).

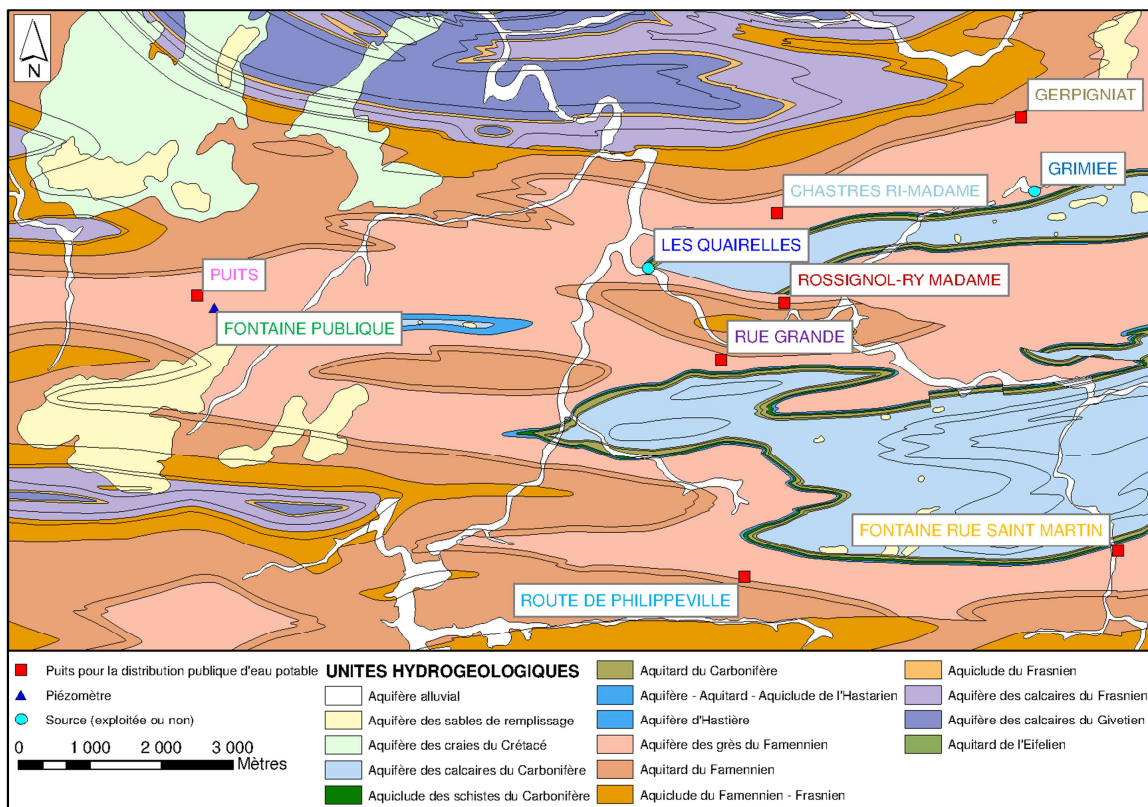


Figure V.6. Localisation des ouvrages implantés dans l'aquifère des grès du Famennien

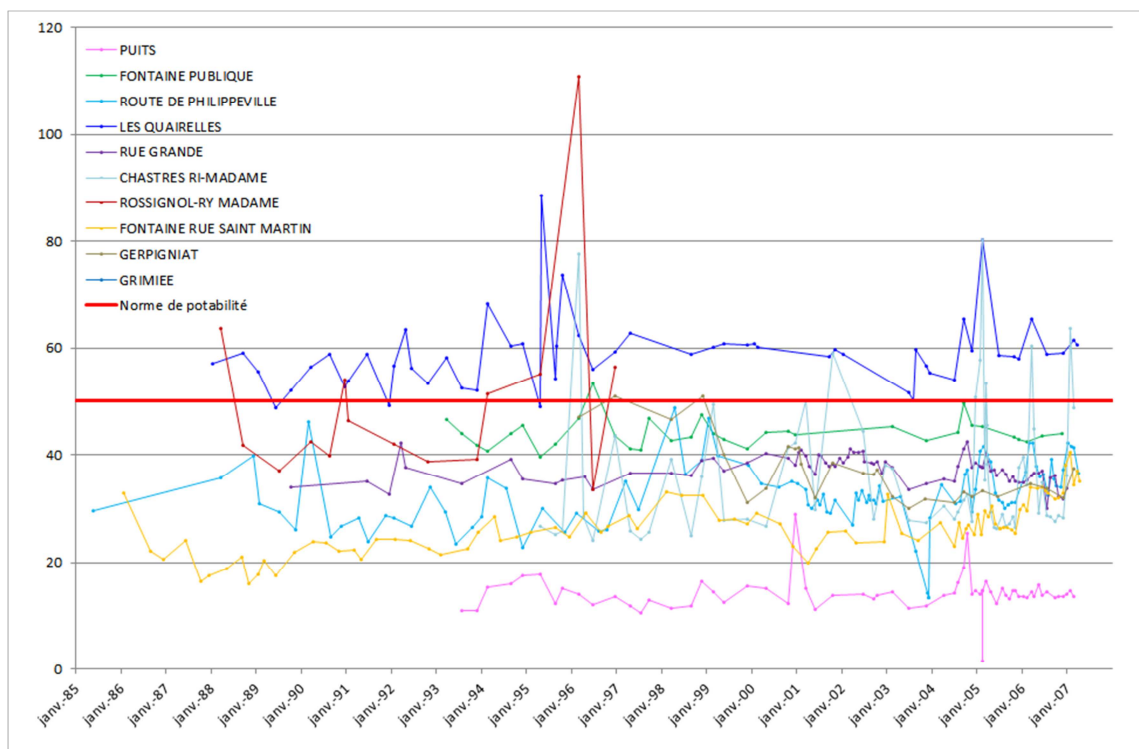


Figure V.7. Evolution de la concentration en nitrates dans les ouvrages implantés dans l'aquifère des grès du Famennien

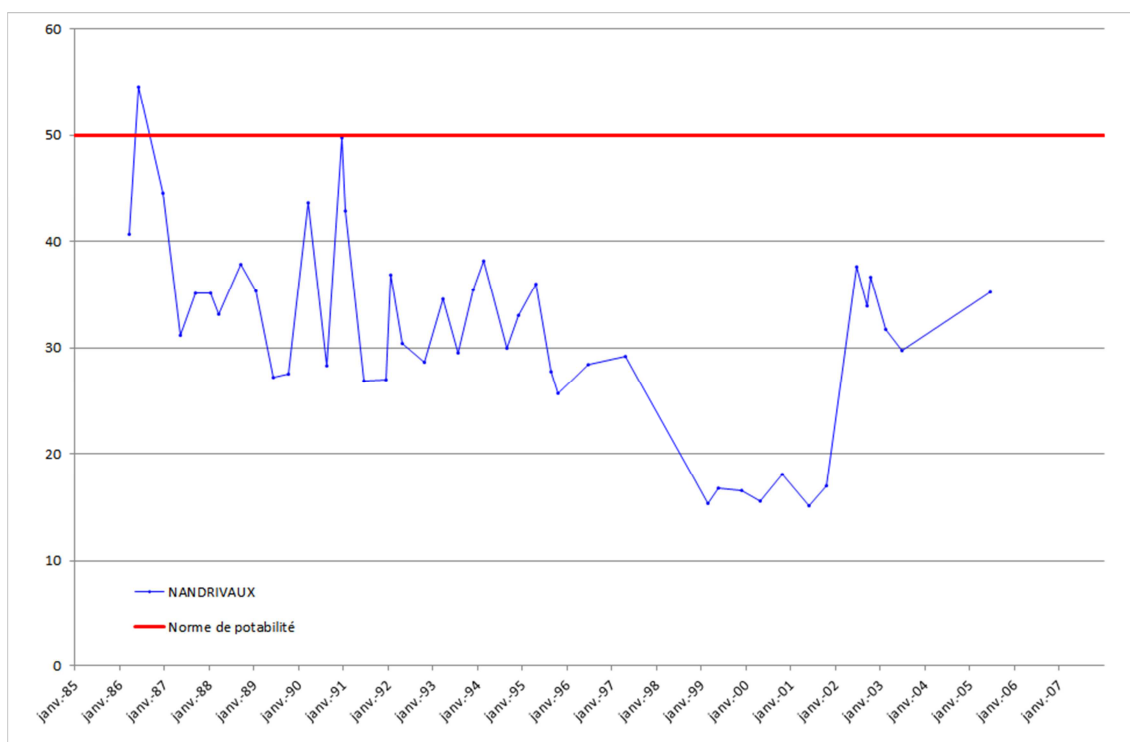


Figure V.8. Evolution de la concentration en nitrates dans l'ouvrage implanté dans l'aquitard du Famennien

V.3. QUALITÉ BACTÉRIOLOGIQUE

La qualité bactériologique des eaux prélevées dans les calcaires carbonifères est généralement bonne pour le synclinal de Florennes mais peut être médiocre dans le Synclinal de Fraire. Si la présence générale de germes non pathogènes nécessite partout un traitement de chloration préalable, celle de coliformes fécaux a même entraîné l'arrêt provisoire des pompages dans les galeries de Fraire. Un assainissement de l'environnement immédiat du site de captage est à envisager, avec notamment un intérêt particulier sur la présence de puits perdus et sur l'épandage de lisier.

V.4. AUTRES PARAMÈTRES

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

Pour tous les ouvrages sur lesquels ont été effectuées des analyses chimiques, des valeurs élevées en pesticides ont été constatées : l'atrazine (et ses métabolites) dans tous les cas ; bentazone, isoproturon..., de manière plus locale et moins marquée.

VI. EXPLOITATION DES AQUIFÈRES

Sur la carte thématique de Silenrieux – Walcourt « Carte des volumes prélevés » au 1/50 000, tous les ouvrages recensés et existants en novembre 2010, sans distinction de nature, ont été reportés (puits, piézomètres, puits sur galerie par gravité, sources...). Un symbolisme différent est attribué selon la nappe dans laquelle est établi l'ouvrage. Sa couleur correspond à celle de l'aquifère atteint.

Pour les ouvrages de prise d'eau dont le débit est connu, des pastilles rouges (pour les sociétés de distribution d'eau) ou vertes (pour les industriels ou particuliers) de diamètre proportionnel au débit prélevé ont été utilisées comme indicateur. Les données représentées par des pastilles pleines sont les dernières disponibles pour l'édition de cette carte et datent de l'année 2009.

Les données sont extraites de la base de données de la Région Wallonne (BD Hydro). L'encodage des volumes d'eau prélevés n'est cependant pas complet. Ceci concerne principalement les petits exploitants et donc les petits volumes (inférieur à 3 000 m³/an). En effet, les puits des particuliers ou des agriculteurs ne sont pas encore tous pourvus d'un compteur.

L'exploitation d'une prise d'eau souterraine est soumise à de nombreux aléas et donc, peut être variable. Les contraintes techniques de l'ouvrage, l'activité économique liée à ce captage et l'évolution des conditions hydrogéologiques de la nappe sollicitée peuvent perturber les capacités de production. La présentation des volumes moyens prélevés sur la « Carte des volumes prélevés » correspond à la moyenne des cinq dernières années (2005-2009) (basée sur les déclarations des titulaires de prise d'eau). Ces volumes moyens prélevés sont symbolisés par des cercles de couleur bleue (diamètre proportionnel au débit prélevé). Ils illustrent de manière plus réaliste l'exploitation des eaux souterraines sur la carte étudiée. Ces valeurs moyennes ne sont pas représentatives du potentiel d'exploitation ni de l'exploitation réelle des nappes. Elles reflètent simplement l'importance d'un site d'exploitation pendant les cinq années considérées. Parmi ces dernières, il se peut que certaines d'entre elles soient restées sans prélèvement pendant plusieurs années.

Seuls les principaux aquifères sont analysés ci-dessous : les calcaires du Frasnien, les grès du Famennien et les calcaires du Carbonifère.

VI.1. EXPLOITATION DE L'AQUIFÈRE DES CALCAIRES DU FRASNIEN

Comparativement à la carte Gozée – Nalines située au nord, où les calcaires du Frasnien représentent la ressource principale, cette unité est beaucoup moins exploitée sur la présente carte. Seuls deux ouvrages de l'INASEP prélèvent de l'eau dans ces terrains. Les volumes pompés depuis la première édition de la carte sont donnés dans le Tableau VI.1.

Nom de l'ouvrage	Volume pompé (m ³) en :						Volume moyen (m ³ /an)
	2004 (1 ^{er} éd.)	2005	2006	2007	2008	2009	2005 – 2009
<i>Chemin de Pry (INASEP)</i>	19 898	19 037	16 177	NC	16 053	NC	17 089
<i>Pont du Diable (INASEP)</i>	139 501	144 842	159 927	NC	145 931	NC	150 233

Tableau VI.1. Volumes pompés de 2004 à 2009 et volume moyen prélevé entre 2005 et 2009 par deux ouvrages de l'INASEP dans l'aquifère des calcaires du Frasnien (NC : Non Communiqué)

VI.2. EXPLOITATION DE L'AQUIFÈRE DES GRÈS FAMENNIENS

L'INASEP possède six ouvrages exploitant cet aquifère gréseux. Les valeurs des volumes prélevés sont présentées dans le Tableau VI.2.

Nom de l'ouvrage	Volume pompé (m ³) en :						Volume moyen (m ³ /an)
	2004 (1 ^{er} éd.)	2005	2006	2007	2008	2009	2005 – 2009
<i>Grimiée (INASEP)</i>	37 467	38 450	39 800	NC	38 466	NC	38 905
<i>Rue Grande (INASEP)</i>	42 813	31 309	12 940	NC	NC	NC	22 124
<i>Chastres Ri-Madame (INASEP)</i>	50 454	43 501	46 931	NC	52 483	NC	47 638
<i>Route de Philippeville (INASEP)</i>	25 100	21 337	23 946	NC	23 281	NC	22 855
<i>Fontaine Rue Saint Martin (INASEP)</i>	25 651	26 784	26 589	28 539	33 141	34 138	29 838
<i>Puits (INASEP)</i>	8 579	9 731	11 149	NC	13 743	NC	11 541

Tableau VI.2. Volumes pompés de 2004 à 2009 et volume moyen prélevé entre 2005 et 2009 par six ouvrages de l'INASEP dans l'aquifère des grès du Famennien (NC : Non Communiqué)

Cette intercommunale exploite également les passées gréseuses de l'aquitard du Famennien, au drain de Nandrivaux. En 2004, 27 842 m³ d'eau ont été prélevés et en 2005, 23 276 m³. Le volume moyen prélevé déclaré entre 2005 et 2009 est de 4 655 m³/an, alors qu'il était de 54 021 m³/an entre 2000 et 2004. En cause, l'absence de volume déclaré depuis 2006.

VI.3. EXPLOITATION DE L'AQUIFÈRE DES CALCAIRES CARBONIFÈRES

Les deux grands synclinaux calcaires présents sur la carte sont exploités par 10 ouvrages de la SWDE et par 2 ouvrages de l'INASEP. Les eaux souterraines de la nappe du Synclinal de Fraire sont pompées par l'intermédiaire d'un puits et de trois galeries (voir Tableau VI.3) et celles du Synclinal de Florennes par quatre puits, un drain et deux galeries (voir Tableau VI.4).

Nom de l'ouvrage	Volume pompé (m ³) en :						Volume moyen (m ³ /an)
	2004 (1 ^{er} éd.)	2005	2006	2007	2008	2009	2005 – 2009
Fraire F1 (SWDE)	186 333	190 740	190 270	189 260	224 945	139 430	186 929
Fraire F2 (SWDE)	475 605	477 410	470 260	458 850	484 278	585 692	495 298
Fraire F3 (SWDE)	160 960	151 610	164 550	195 930	204 175	117 050	166 663
Hameau de Fairoul (INASEP)	24 217	13 423	43	NC	NC	NC	6 733

Tableau VI.3. Volumes pompés de 2004 à 2009 et volume moyen prélevé entre 2005 et 2009 par trois ouvrages de la SWDE et un ouvrage de l'INASEP dans le Synclinal de Fraire (calcaires carbonifères)

Nom de l'ouvrage	Volume pompé (m ³) en :						Volume moyen (m ³ /an)
	2004 (1 ^{er} éd.)	2005	2006	2007	2008	2009	2005 – 2009
Battefer D1 (SWDE)	82 870	131 310	151 490	107 130	212 382	206 798	161 822
Yves-Gomezée G1 (SWDE)	648 339	627 191	609 721	570 923	397 719	19 756	445 062
Yves-Gomezée GII (SWDE)	1 554 510	1 526 860	1 472 260	1 427 978	1 093 945	1 093 945	1 322 998
Crèvecoeur P1 (SWDE)	308 793	294 623	297 056	295 711	274 421	197 642	271 891
Crèvecoeur P2 (SWDE)	530 594	420 124	482 788	509 793	517 743	469 040	479 898
Crèvecoeur P3 (SWDE)	118 748	69 128	98 898	125 242	246 854	302 679	168 560
Les Chauffours + N5 (INASEP)	4 541	5 489	6 154	6 528	5 274	4 925	5 674

Tableau VI.4. Volumes pompés de 2004 à 2009 et volume moyen prélevé entre 2005 et 2009 par six ouvrages de la SWDE et un ouvrage de l'INASEP dans le synclinal de Florennes (calcaires carbonifères)

En outre, la carrière « Les Petons » réalise une exhaure pour permettre l'exploitation des calcaires. Cette exhaure est réalisée sur les « Puits Sud » et « Puits Nord » mais aussi dans les

fosses nord-ouest et sud-ouest. Ces fosses ainsi que les volumes prélevés dans celles-ci ne sont pas représentés sur la carte.

Les débits pompés en différents endroits de la carrière sont variables dans le temps. Par ailleurs, des recirculations d'eau (via des drains karstiques) ont été importantes entre « fosses ». Entre 2005 et 2009, le débit moyen d'exhaure est estimé à environ 1 400 000 m³/an.

VII. PROSPECTIONS GÉOPHYSIQUES ET DIAGRAPHIES

Sur la carte thématique au 1/50 000 « Carte des informations complémentaires et des caractères des nappes » du poster A0, figurent les zones de prospection géophysique. Deux ouvrages sur lesquels une diagraphie a été réalisée apparaissent aussi.

Ce qui suit décrit brièvement les différentes études géophysiques qui ont été réalisées sur les différents sites concernés (voir Figure VII.1). Il s'agit des sites d'Yves-Gomezée, de Crèvecoeur, de Battefer et de Fraire.

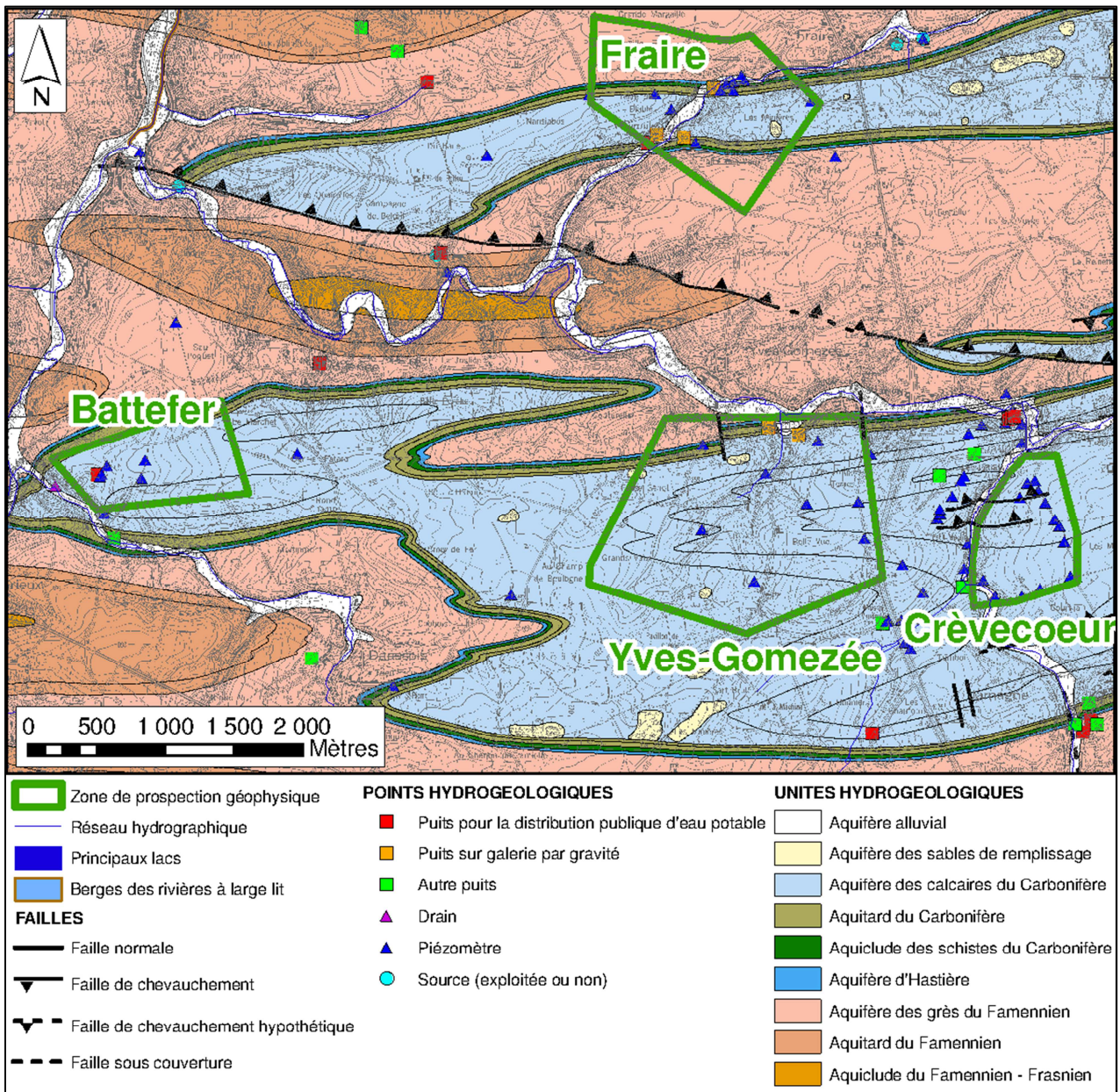


Figure VII.1. Localisation des zones de prospection géophysique

VII.1. SITE D'YVES-GOMEZÉE – GALERIES G1 ET G2

Source : Bureau Conseil en Géologie SPRL (1999) : Etude géophysique – site de Walcourt (Yves – Gomezée) SWDE. 30 pages + annexes.

Dans le cadre de la détermination des zones de prévention de la prise d'eau « Yves-Gomezée G1 » et « Yves-Gomezée G2 », le Bureau Conseil en Géologie a réalisé pour la SWDE, en 1999, une étude géophysique. Elle a permis de mettre en évidence la fracturation régionale et de trouver des emplacements adéquats pour le forage de trois piézomètres et de cinq puits de reconnaissance.

Lors de cette étude, 8 kilomètres de trainés électriques, 10 sondages électriques et 10 sondages sismiques ont été réalisés dans la zone de prospection géophysique. Ils ont permis de préciser la géologie dans cette zone et de mettre en évidence la fracturation régionale (orientation préférentielle : sud-ouest – nord-est et nord-ouest – sud-est). Les formations de remplissage karstiques ont pu aussi être détectées ainsi que les calcaires altérés et fracturés.

Une diagraphie a été réalisée sur un puits de reconnaissance. Il s'agit d'une mesure de verticalité.

VII.2. SITE DE CRÈVECOEUR

Source : SWDE : Site de Walcourt (Yves-Gomezée) – Synthèse de l'étude géologique et hydrogéologique. 10 pages + annexes.

En 1987, une première prospection géophysique a été réalisée par les Laboratoires de Géologie de l'Ingénieur, d'Hydrogéologie et de Prospection géophysique de l'ULg (LGIH) à la demande des exploitants de la carrière « Les Petons ». Cette étude avait pour objectif de rechercher la localisation de la barrière imperméable constituée par les niveaux schisteux du Tournaisien entre la carrière et les captages de la SWDE. Elle devait aussi définir les zones de fracturation susceptibles de rompre la continuité de la barrière. A cette fin, 16 sondages électriques et 4,5 km de trainés électriques ont été réalisés. Les limites de la zone ne sont pas reprises sur la carte.

Les axes de fracturation mis en évidence sont orientés nord-sud et NNE-SSO. De plus, une barrière imperméable semble exister mais elle est affectée par un certains nombre d'accidents*.

En 1992, la SWDE a réalisé une étude géoélectrique pour l'implantation des piézomètres de contrôle. Quatre trainés électriques et deux sondages électriques ont été effectués. Les axes

* Les résultats complets sont repris dans le rapport « FOUR 871 » ; Carrière Fourdin – Prospection géophysique du LGIH.

de fracturation ont pu être confirmés par cette deuxième étude géophysique. Elle a pu également mettre en évidence la présence d'accidents orientés ouest-est.

VII.3. SITE DE BATTEFER D1

Sources : ISSeP (1993) : Implantation d'un nouveau captage à Silenrieux – Prospection géophysique. Rapport n°65/93. 9 pages + annexes.

SWDE – Service de Protection des Ressources et Captage (1996) : Réalisation de deux piézomètres et d'un puits de production à Walcourt (Silenrieux) dans le cadre de la recherche de ressources alternatives à la prise d'eau de Cerfontaine (Silenrieux) Battefer D1. Rapport technique. 13 pages + annexes.

En vue d'implanter un nouveau captage destiné à reprendre plus en amont les eaux alimentant le drain de « Battefer D1 » dans la région de Silenrieux, l'ISSEP a réalisé en 1992 une campagne de prospection géophysique pour la SWDE. Pour ce faire, des trainés électriques, des sondages électriques, des sondages sismiques et des profils électromagnétiques ont été réalisés. Cette prospection a permis de mettre trois linéaments en évidence. Un puits de reconnaissance et trois piézomètres ont été forés sur base de l'étude géophysique.

Suite à l'étude géophysique et à la campagne de reconnaissance, le forage d'un puits de production a été foré, « Walcourt P1 ». Ce puits a fait l'objet de mesures diagaphiques : diamètre, rayonnement x naturel, densité, résistivité et micromoulinet. Les résultats de cette dernière opération montrent une venue d'eau importante (40% du débit pompé) au niveau d'une fracture entre -58 et -62 mètres.

VII.4. SITE DE FRAIRE F1 – F2 – F3

Source : Geohygeor SPRL (2002) : Etude géophysique du site de Walcourt (Fraire) – Zones de prévention des galeries « Fraire F1 », « Fraire F2 », « Fraire F3 ». Rappot. 16 pages + annexes.

Une étude géophysique a été réalisée par GeoHyGeor sprl pour le compte de la SWDE en 2002. Les objectifs de cette étude sont de localiser la fracturation régionale, de définir l'épaisseur de terrains de couverture, de préciser les zones de circulation de l'eau, de déterminer les sites de forages de piézomètres et de puits de reconnaissance. Cette étude est réalisée dans le cadre de la détermination des zones de prévention des galeries Fraire F1, F2 et F3. Pour ce faire, des profils électriques, des sondages électriques et des sondages sismiques ont été réalisés. Une étude géophysique réalisée en 1990 a également été prise en compte. Cette étude a confirmé une circulation d'eau essentiellement est-ouest dans un aquifère fissuré.

VIII. PARAMÈTRES D'ÉCOULEMENT ET DE TRANSPORT

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

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

Il existe quelques ouvrages sur la carte de Silenrieux – Walcourt, pour lesquels sont disponibles des données hydrogéologiques précises concernant ces différents paramètres. Ces informations sont présentées en fonction du synclinal concerné, à savoir le Synclinal de Fraire et celui de Florennes.

VIII.1. SYNCLINAL DE FRAIRE

Sources : SWDE – Service Protection des ressources et Captage (1990) : Forage de six piézomètres – Etude du site de la galerie G1 à Walcourt (Anciennement Fraire). Rapport technique, 45 pages. + annexes.
ULg – Laboratoire de Géologie de l'Ingénieur et d'Hydrogéologie (1991) : Traçages pour la détermination de zones d'alimentation de galeries captantes à Fairoule (Walcourt). 15 pages + annexes.

Les essais de pompage se sont déroulés sur six piézomètres, situés dans le voisinage de la galerie G1 du site de Fraire (voir Figure VIII.1).

Il a été remarqué que :

- le Pz4 se singularise par des valeurs très faibles de transmissivité ($T = 1 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$) et de perméabilité (K allant de $1 \cdot 10^{-5}$ à $1 \cdot 10^{-6} \text{ m/s}$) ;
- le Pz2 est également peu influencé par les autres ouvrages : $T = 1 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$;
- les Pz3, Pz5 et Pz6 montrent une certaine homogénéité au niveau de la transmissivité, autour de $1 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$, et une perméabilité K variant entre $5 \cdot 10^{-5}$ à $7 \cdot 10^{-4} \text{ m/s}$;
- le Pz7 est en liaison directe avec la galerie ($T = 1 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$) ;

- le deuxième passant par le Pz6, se poursuivant également dans la direction des bancs, au nord de la G1 et traversant le synclinal à la faveur d'un accident tectonique orienté NE – SO, pour passer ensuite à proximité de la galerie G3 ;
- la galerie G2 est apparemment alimentée par une zone distincte de celle étudiée, qui se situe plus sur le flanc sud du synclinal.

VIII.2. SYNCLINAL DE FLORENNES

Ce synclinal est intensément exploité et de nombreuses données sont disponibles sur les sites de Battefer – Walcourt, d'Yves – Gomezée et de Crevecœur. Les informations obtenues sont résumées ci-dessous.

VIII.2.1. Zone de Battefer – Walcourt

Sources : SWDE – Service de Production d'Eau (1994) : Réalisation de trois piézomètres et d'un puits de reconnaissance à Walcourt (Silenrieux). Rapport technique. 8 pages + annexes.

SWDE – Service de Protection des Ressources et Captage (1996) : Réalisation de deux piézomètres et d'un puits de production à Walcourt (Silenrieux) dans le cadre de la recherche de ressources alternatives à la prise d'eau de Cerfontaine (Silenrieux) Battefer D1. Rapport technique. 13 pages + annexes

Deux campagnes d'essais de pompage ont été entreprises dans la région de Battefer (voir Figure VIII.2).

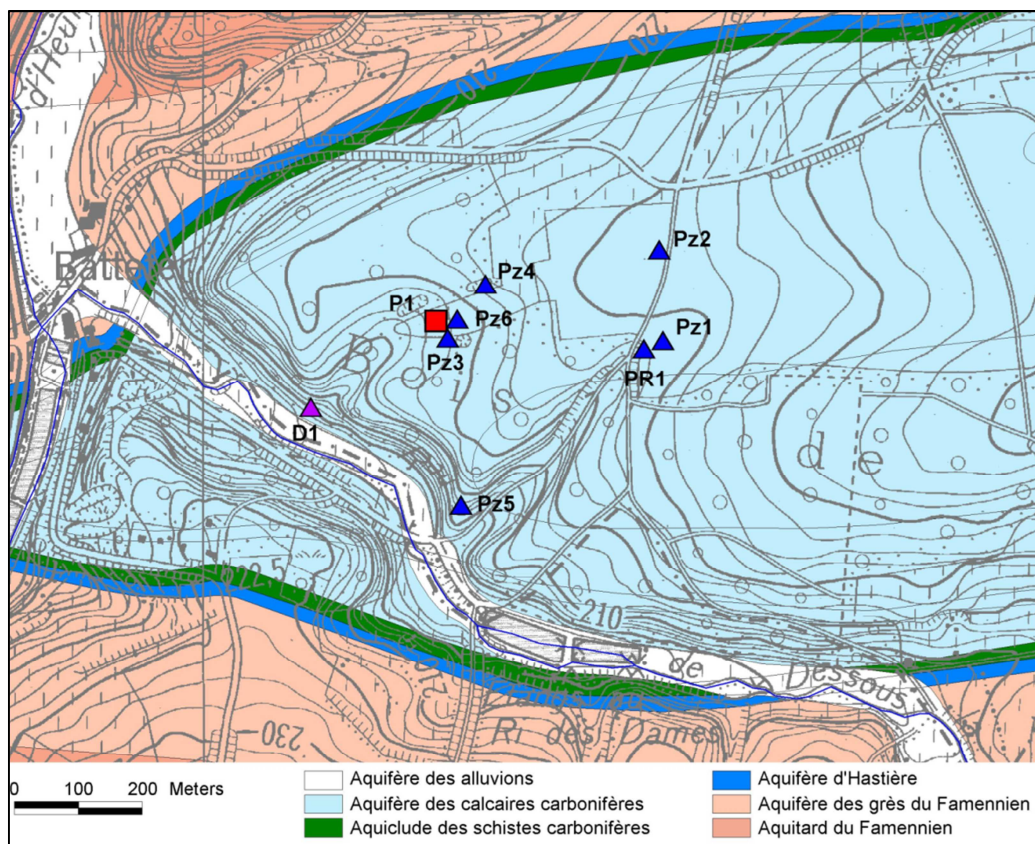


Figure VIII.2. Localisation de la zone d'étude de Battefer – Walcourt

La première concerne un pompage sur le Pz3, qui fournit les informations suivantes :

- T : de $2,5 \cdot 10^{-3}$ à $6,8 \cdot 10^{-3}$ m²/s ;
- K (25 mètres de crépine) : de $1 \cdot 10^{-4}$ à $2,7 \cdot 10^{-4}$ m/s ;
- Le suivi du niveau d'eau dans la chambre du drain montre que le pompage induit une diminution du débit du drain ; le Pz3 reprend donc partiellement en amont les eaux qui alimentent la prise d'eau.

La deuxième campagne de pompage a eu lieu sur les ouvrages Pz6 et P1, elle donne comme valeur :

- T = $1,5 \cdot 10^{-4}$ m²/s pour le Pz6, valeur moyenne pour un aquifère calcaire ;
- T : de 2 à $5 \cdot 10^{-3}$ m²/s pour le P1 ;
- K : de 0,6 à $1,7 \cdot 10^{-4}$ m/s (avec 30 mètres de crépine) pour le Pz6.

Les coefficients d'emmagasinement calculés montrent des valeurs très différentes selon que l'on se situe ou non sur l'axe karstique majeur formé par le drain et le puits. On passe en effet à des résultats de 0,5 à 0,17 au Pz3, à 0,003 à 0,03 aux Pz4 et Pz6. Le pompage au P1 a également entraîné une diminution du débit au drain D1 ; un compromis a donc dû être trouvé pour permettre l'exploitation optimale des deux ouvrages de production.

VIII.2.2. Zone d'Yves-Gomezée

Source : SGS Belgium Environmental Services (2003) : Essai de traçage et modélisation mathématique dans le cadre de l'établissement des zones de prévention des prises d'eau de Walcourt « Yves-Gomezée G1 » et « Yves-Gomezée G2 ». Rapport final E509. 47 pages

Des essais de pompage ont été menés sur les puits de reconnaissance PR3, PR4 et PR5.

Les valeurs obtenues sont fort variables d'un point à l'autre :

- T = de $1,68 \cdot 10^{-4}$ à $4,28 \cdot 10^{-2}$ m²/s ;
- K = de $6,4 \cdot 10^{-6}$ à $2,9 \cdot 10^{-3}$ m/s.

Les meilleurs résultats sont enregistrés au PR4, dans des trajets situés selon l'axe de la vallée sèche, ce qui permet de confirmer que cette vallée correspond à des zones d'écoulements préférentiels alimentant les galeries. Les coefficients d'emmagasinement sont assez faibles pour une nappe libre (variant de $1 \cdot 10^{-5}$ à $1 \cdot 10^{-2}$), indiquant la présence d'un aquifère finement fissuré.

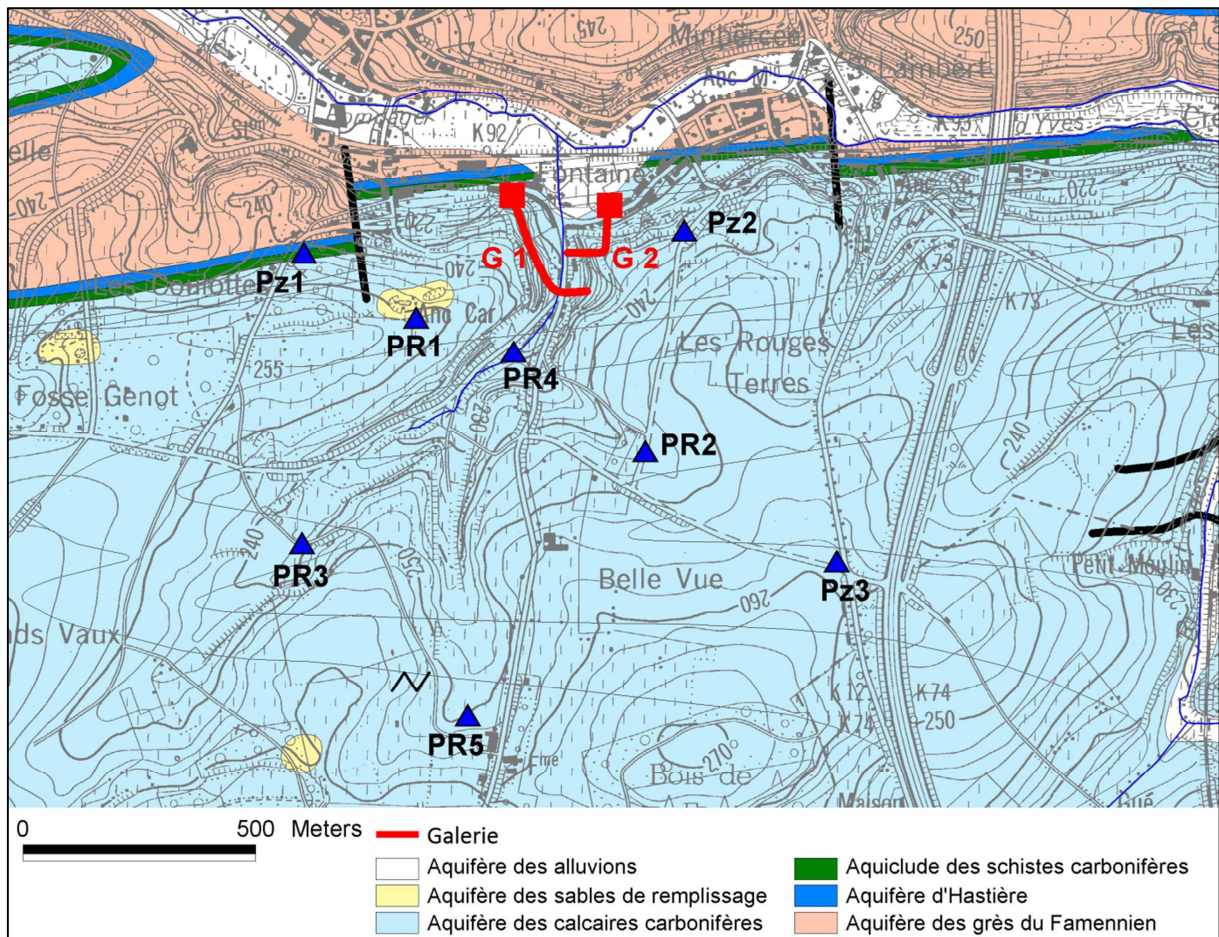


Figure VIII.3. Localisation de la zone d'études d'Yves-Gomezée

Les essais de traçage se sont déroulés avec injection aux Pz2, PR3, PR4, PR5, et échantillonnage dans les galeries. Seuls les traceurs introduits aux points Pz2 et PR4 ont pu être détectés, ce qui donne comme résultats :

- Pz2 – Galerie 2 : une dispersivité longitudinale de 42,5 mètres et une porosité efficace de 0,0276 ; les faibles vitesses mesurées montrent bien que le piézomètre se trouve dans la zone d'alimentation des galeries mais n'est pas directement connecté à celles-ci.
- PR4 – Galerie 1 : une dispersivité longitudinale de 24,3 mètres et une porosité efficace de 0,00072 ; couplés aux vitesses mesurées, on peut en déduire que le PR4 est directement connecté aux galeries (au moins à G1) par l'intermédiaire d'un important réseau karstique (ce qui explique également la faible valeur de porosité efficace calculée*).

* La valeur de cette porosité efficace est le résultat d'un calcul qui ne correspond pas à la réalité de terrain (karst).

VIII.2.3. Zone de Crèvecoeur

Source : Ecofox SA (1994) : Prise d'eau de Walcourt (Yves-Gomezée) – Essai de traçage et modélisation dans le cadre de l'étude des zones de prévention. Rapport d'étude SWDE-942. 16 pages + annexes

Des essais de pompage ont été menés sur les trois puits de production. La transmissivité moyenne mesurée est de l'ordre de $2,4 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2/\text{s}$.

Un essai de traçage a été réalisé sur le site, avec injection dans trois piézomètres (Pz17, Pz20 et Pz23) et restitution dans les trois puits. Des mesures de contrôle ont également eu lieu dans le Ruisseau d'Yves et dans les galeries d'Yves – Gomezée, situées plus à l'ouest. Seul le traceur injecté au Pz20 a été observé dans les trois ouvrages, et permet d'obtenir des informations. La dispersivité longitudinale moyenne est d'environ vingt mètres et les vitesses d'écoulement, comprises entre 1,8 et 2,4 m/h, démontrent un aquifère à porosité de fissures. Aucun conduit karstique mettant en communication le piézomètre et les puits n'a été recoupé.

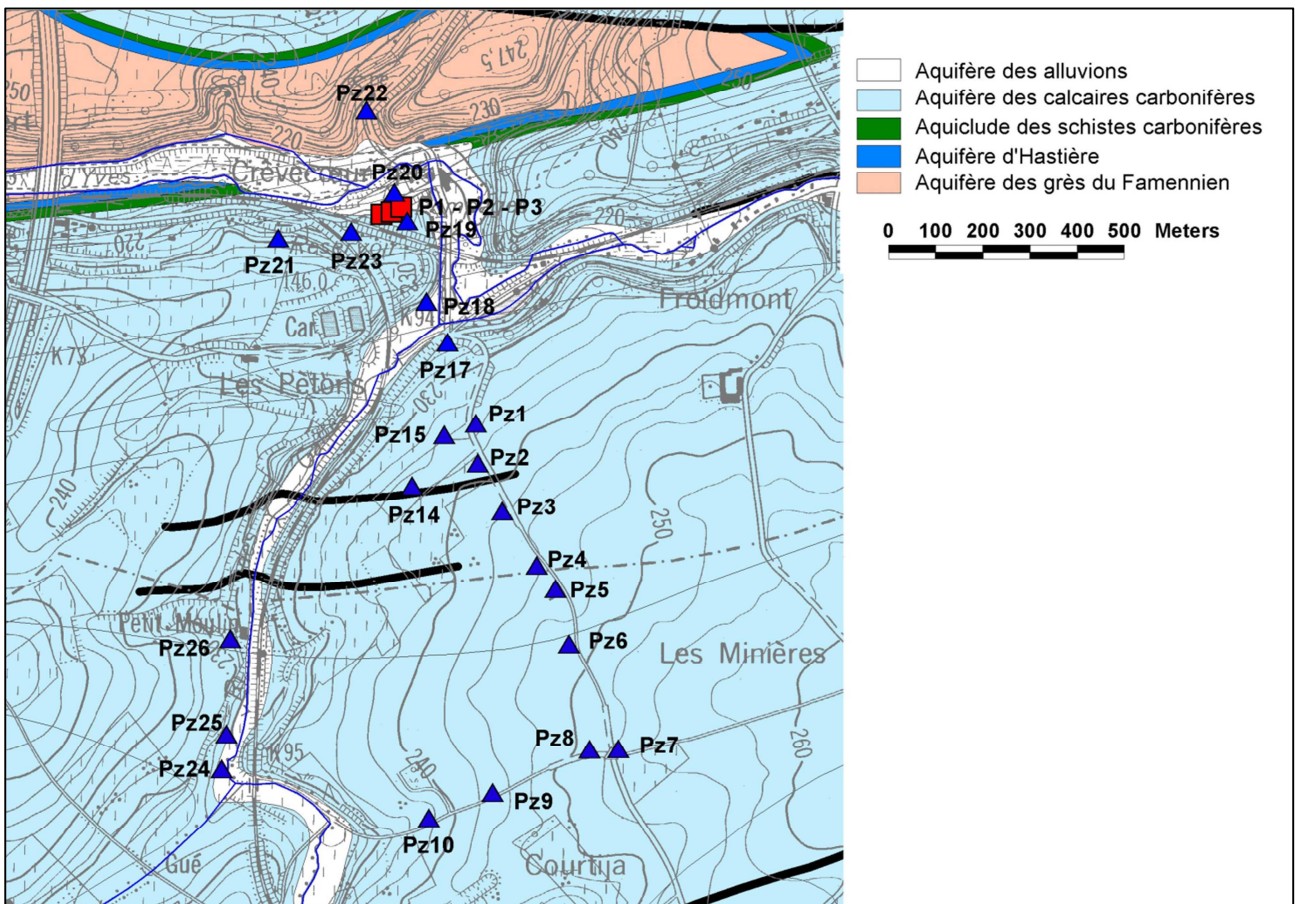


Figure VIII.4. Localisation de la zone d'étude de Crèvecoeur

IX. ZONES DE PROTECTION

IX.1. CADRE LÉGAL

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

Afin de limiter les risques de contamination des captages, des périmètres de prévention doivent être mis en place. La législation wallonne* définit quatre niveaux de protection à mesure que l'on s'éloigne du captage : zones de prise d'eau (zone I), de prévention (zones IIa et IIb) et de surveillance (zone III). Ces zones sont délimitées par des aires géographiques déterminées notamment en fonction de la vulnérabilité de la nappe aquifère.

Zone I ou zone de prise d'eau

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

Zone IIa et IIb ou zone de prévention rapprochée et éloignée

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

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

- la zone de prévention rapprochée (zone IIa) :

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

A défaut de données suffisantes permettant de définir la zone IIa selon le critère des temps de transfert, la législation suggère de délimiter la zone IIa par une ligne située à une distance horizontale minimale de 35 mètres à partir des installations de surface,

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

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

- la zone de prévention éloignée (zone IIb) :

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

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

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

Zone III : zone de surveillance

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

Mesures de protection

Diverses mesures de protection ont été définies par les autorités compétentes pour les différentes zones. Ces mesures concernent notamment l'utilisation et le stockage de produits dangereux, d'engrais ou de pesticides, les puits perdus, les nouveaux cimetières, les parkings... Elles visent à réduire au maximum les risques de contamination de la nappe. Toutes ces mesures sont décrites aux articles R.162 à R.170 de l'Arrête du Gouvernement Wallon du 12 février 2009*.

La Société Publique de Gestion de l'Eau (SPGE)* assure la gestion financière des dossiers concernant la protection des eaux potabilisables distribuées par réseaux, par le biais de contrats de service passés avec les producteurs d'eau. Pour financer les recherches relatives à la délimitation des zones de prévention et indemniser tout particulier ou toute société dont les biens

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

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

doivent être mis en conformité avec la législation, une redevance de 0,107 € est prélevée sur chaque m³ fourni par les sociétés de distribution d'eau.

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

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

IX.2. ZONES DE PRÉVENTION APPROUVÉES PAR ARRÊTÉ MINISTÉRIEL

A ce jour, il existe quatre zones de prévention approuvées par arrêté ministériel : les sites d'Yves-Gomezée, de Walcourt – Battefer, de Crèvecoeur pour la SWDE et le site de Rognée – Chemin de Pry pour l'INASEP.

IX.2.1. Zone de prévention approuvée par arrêté ministériel autour des prises d'eau d'Yves-Gomezée G1 et G2

Cette zone (voir Figure IX.1), située à l'est de la carte, comprend deux galeries dans les calcaires du Carbonifère du Synclinal de Florennes. La zone a été délimitée sur base d'une série d'essais (pompage, traçage, géophysique...) et d'une modélisation mathématique des écoulements en 2004.

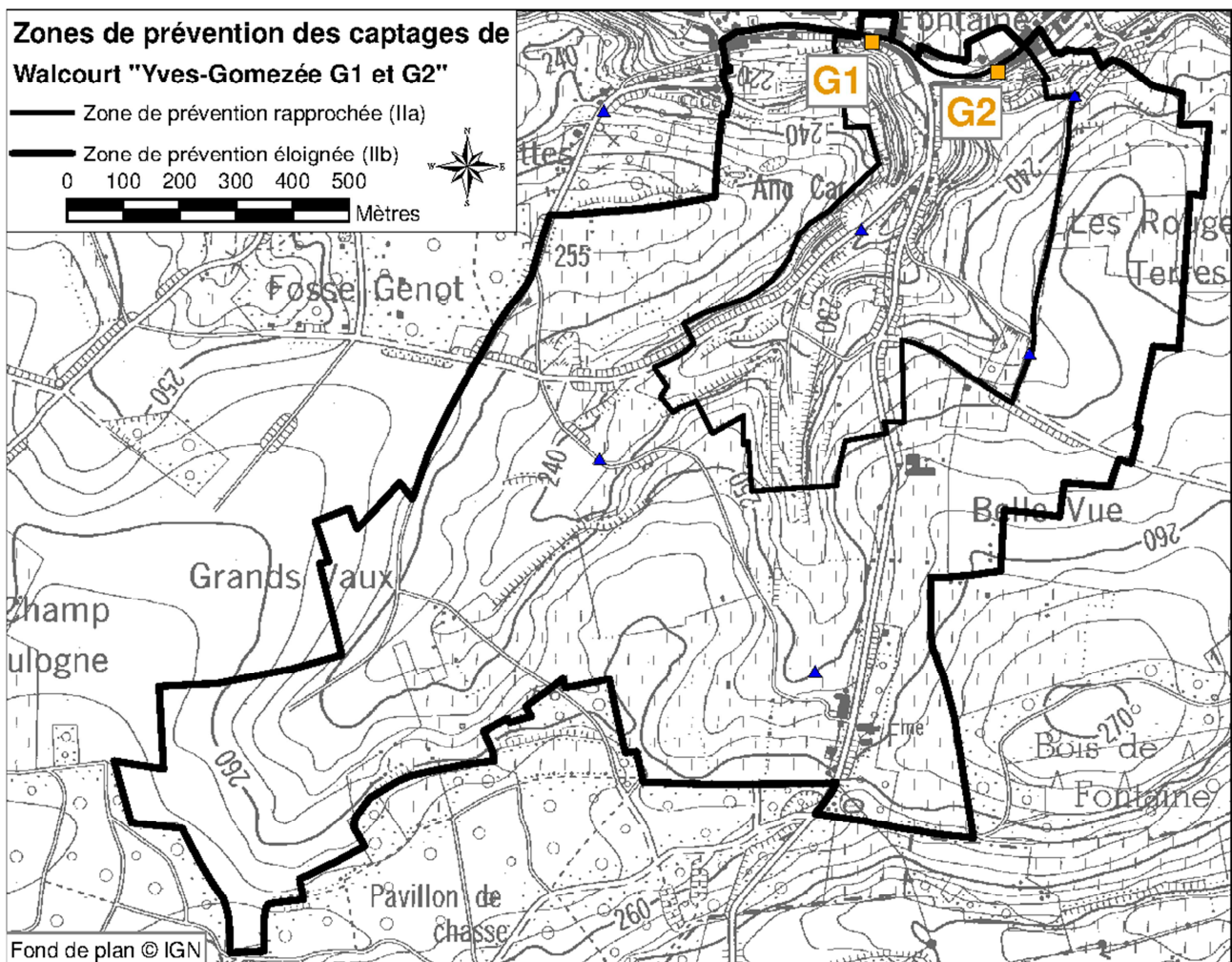


Figure IX.1. Zones de prévention des prises d'eau d'Yves-Gomezée G1 et G2

L'arrêté ministériel a été acté le 30 octobre 2006 et publié au Moniteur Belge le 06 décembre de la même année. Il est consultable à l'adresse :

<http://environnement.wallonie.be/legis/eau/easou116.htm>.

IX.2.2. Zone de prévention approuvée par arrêté ministériel autour des prises d'eau de Walcourt P1 et Battefer D1

Cette zone (voir Figure IX.2), visible au centre de la carte, comprend un drain d'une trentaine de mètres de long situé en pied de versant et d'un puits de production de 85 mètres de profondeur. Ce dernier, foré dans le but de sécuriser l'alimentation en eau, n'est pas en activité. Ces deux ouvrages sont implantés dans les calcaires du Carbonifère du synclinal de Florennes. La zone a été délimitée sur base d'une série d'essais (pompage, traçage, géophysique...) et d'une modélisation mathématique des écoulements en 2003.

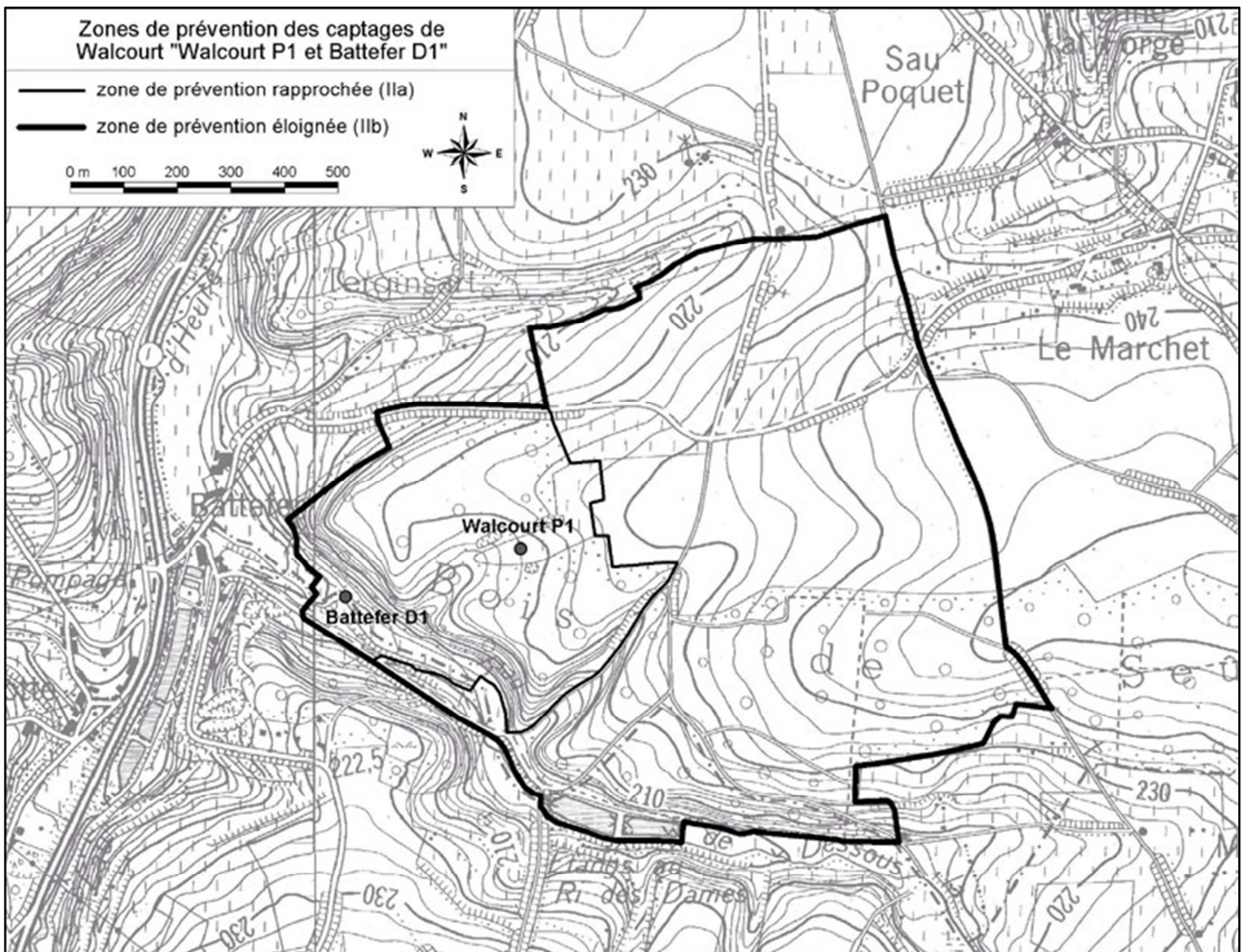


Figure IX.2. Zones de prévention des prises d'eau de Walcourt P1 et Battefer D1

L'arrêté ministériel a été acté le 25 octobre 2005 et publié au Moniteur Belge le 06 décembre de la même année. Il est consultable à l'adresse :

<http://environnement.wallonie.be/legis/EAU/easou087.htm>

IX.2.3. Zone de prévention approuvée par arrêté ministériel autour des prises d'eau de Crèvecoeur P1, P2 et P3

Cette zone (voir Figure IX.3), située à l'est de la carte et sur la carte voisine 53/5-6 Philippeville – Rosée, comprend trois puits forés qui exploitent l'aquifère des calcaires du Carbonifère du synclinal de Florennes.

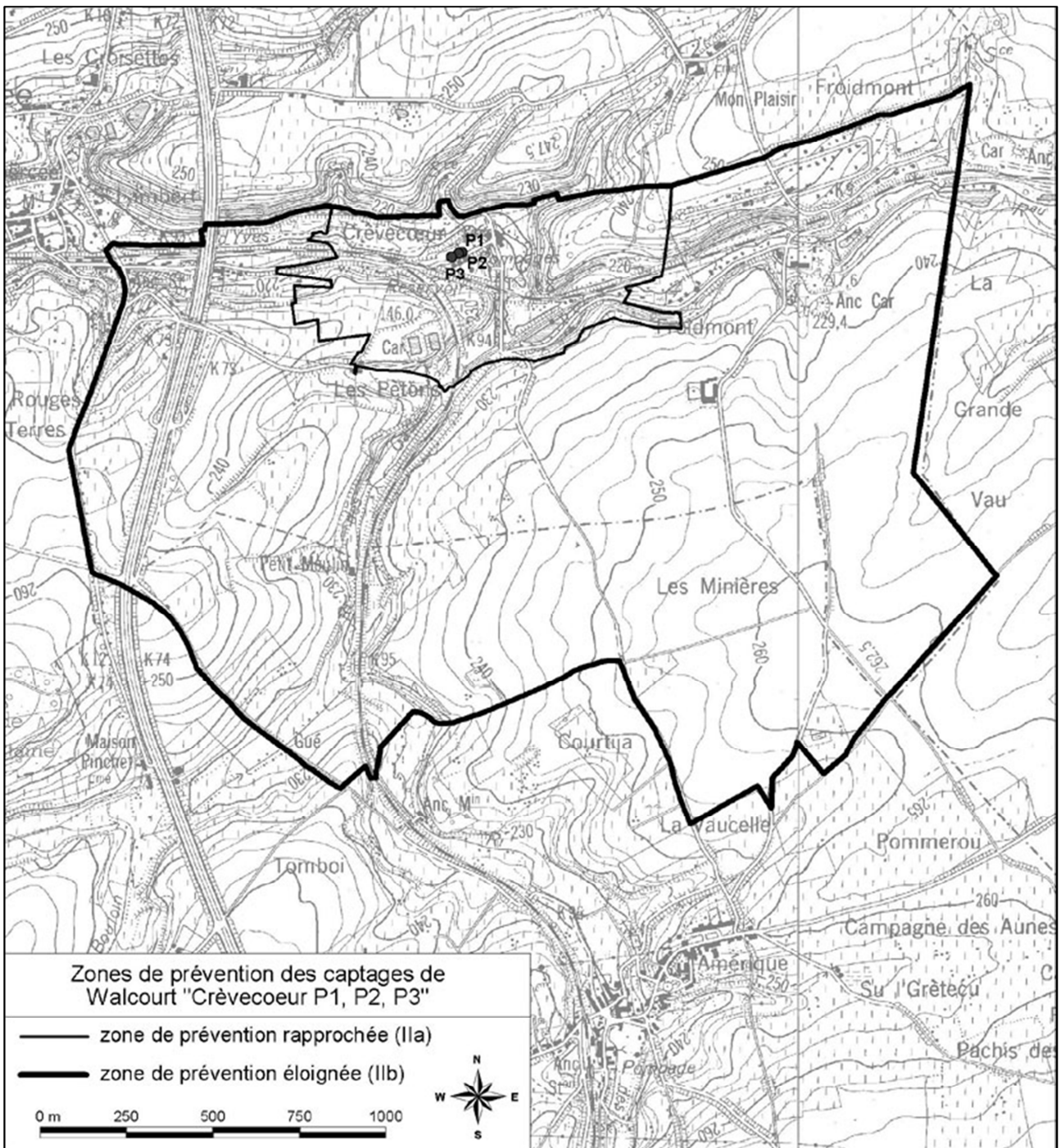


Figure IX.3. Zones de prévention des prises d'eau de Crèvecoeur P1, P2 et P3

La zone a été délimitée sur base d'une série d'essais (pompage, traçage, géophysique...) et d'une modélisation mathématique des écoulements. L'arrêté ministériel a été acté le 20 juin 2003 et publié au Moniteur le 23 juillet de la même année. Il est consultable à l'adresse :

<http://environnement.wallonie.be/legis/EAU/easou053.htm>

IX.2.4. Zone de prévention approuvée par arrêté ministériel autour de la prise d'eau de Chemin de Pry (Puits de Rognée)

Cette zone (voir Figure IX.4), située au nord de la carte comprend un ouvrage qui exploite l'aquifère des calcaires du Frasnien.

La zone de prévention rapprochée a été délimitée sur base d'une distance forfaitaire. La zone de prévention éloignée a été déterminée sur base d'une formule d'approximation reprenant les paramètres hydrogéologiques (perméabilité et gradient) de la nappe exploitée et limitée vers le nord et le sud par des formations géologiques schisteuses.

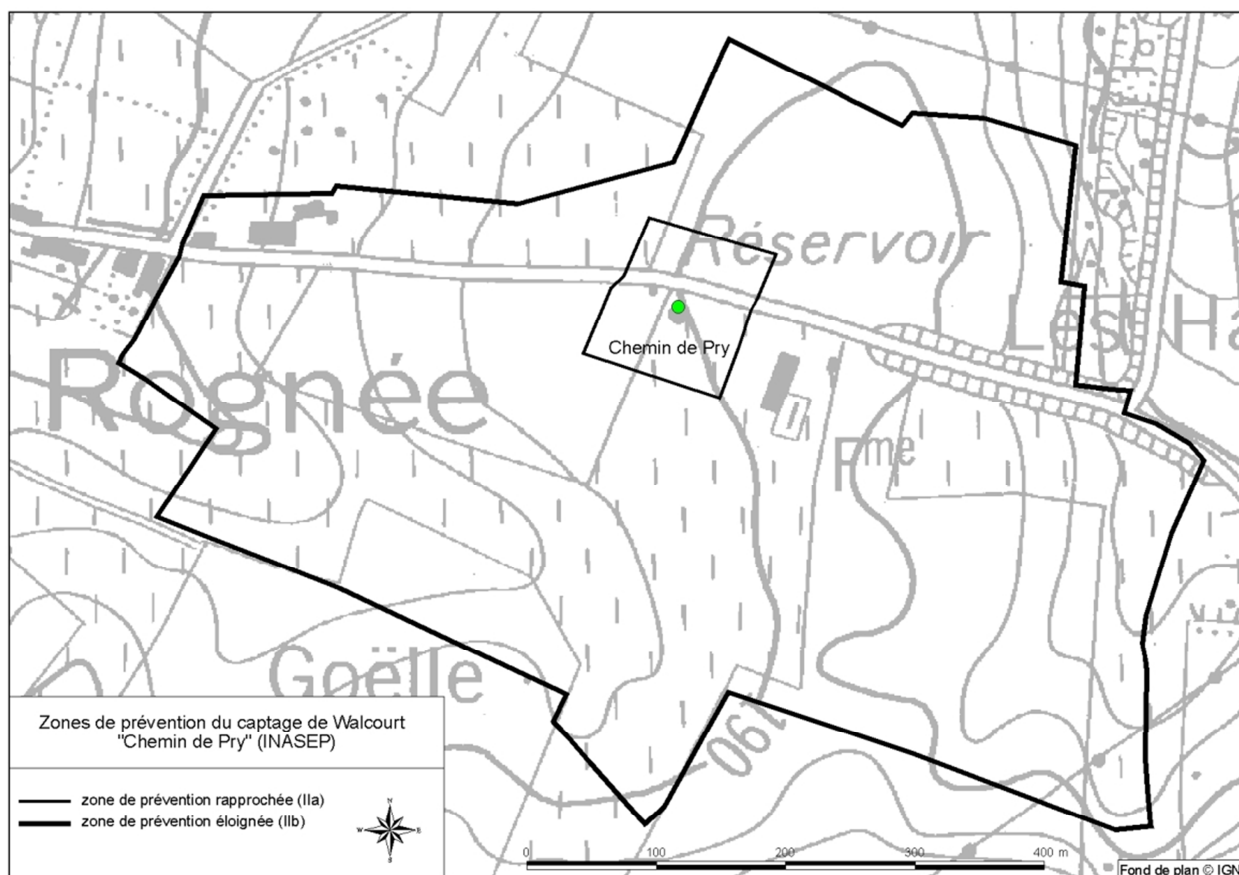


Figure IX.4. Zones de prévention de la prise d'eau Chemin de Pry (Puits de Rognée)

L'arrêté ministériel a été acté le 08 avril 2010 et publié au Moniteur le 04 mai de la même année. Il est consultable à l'adresse :

<http://environnement.wallonie.be/legis/EAU/easou153.htm>

IX.3. ZONES DE PRÉVENTION À DÉFINIR

A ce jour, 15 ouvrages sont en attente de définition de zone de prévention. Il s'agit :

- des trois galeries F1, F2 et F3 de Fraire, pour la SWDE ;
- de 9 puits et 2 sources de l'INASEP ;
- du puits sud dans la carrière « Les Petons ».

X. MÉTHODOLOGIE DE L'ÉLABORATION DE LA CARTE HYDROGÉOLOGIQUE

Le présent chapitre reprend les principales sources d'informations géologiques, hydrologiques et hydrogéologiques utilisées. Elle décrit également l'utilisation de ces données, l'encodage et l'interprétation qui a été faite, permettant la réalisation de la carte hydrogéologique de Wallonie 52/7-8 Silenrieux – Walcourt et de sa notice explicative. La structure du poster, au format A0 est également présentée.

X.1. ORIGINE DES DONNÉES

X.1.1. Données géologiques

La carte géologique servant de base à la carte hydrogéologique est celle établie en 1997 par V. Dumoulin et J.-M. Marion, publiée par le Ministère de la Région Wallonne. Grâce à la description des lithologies des différentes formations géologiques, il est possible de caractériser les différentes unités hydrogéologiques en y apportant diverses nuances.

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

X.1.2. Données météorologiques et hydrologiques

Sur la carte 52/7-8, il existe sept stations limnimétriques appartenant au SETHY* (Boussu-lez-Walcourt 7843, Silenrieux (Lac) 7836, Silenrieux (Barrage) 7831, Silenrieux (Ry) 7863, Walcourt (Seuil), Walcourt (Gare) et Walcourt (Vogenée) 7812), deux stations limnimétriques appartenant à la DCENN (Thy-le-Château Thyria L6060 et Ry d'Yves L5640), une station de l'UMONS-FPMS (Walcourt Limni) et une station climatique appartenant à l'IRM (Boussu-lez-Walcourt I25).

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

* SETHY : Service d'Etudes Hydrologiques (de la Direction générale opérationnelle de la Mobilité et des Voies hydrauliques)

X.1.3. Données hydrogéologiques

X.1.3.1. Localisation des ouvrages et des sources

Dans la banque de données hydrogéologiques de la Région wallonne, 391 ouvrages ont été encodés pour la carte Silenrieux-Walcourt. La plupart de ces ouvrages ont été visités sur le terrain. Pour ceux-ci, leur position géographique a pu être corrigée, leurs type et profondeur ont pu être déterminés et une mesure de niveau d'eau a été réalisée lorsque c'était possible (tête de puits accessible). Le travail d'enquête auprès des habitants de la région permet aussi d'obtenir d'autres renseignements concernant les ouvrages locaux.

Au final, après mise à jour, 248 ouvrages ont été recensés en 2011 et reportés sur la carte hydrogéologique 52/7-8 Silenrieux – Walcourt. Cet ensemble est constitué de 19 puits destinés à la distribution publique d'eau potable, 61 autres puits possédant une autorisation d'exploitation, 3 drains, 5 puits sur galerie, 10 sources (exploitées ou non) et 150 points où des mesures piézométriques seraient praticables** (piézomètres ou puits).

X.1.3.2. Données piézométriques

Au cours de la campagne de mesure en 2006 – 2007, 148 ouvrages ont été recensés sur le terrain, et 96 d'entre eux ont permis d'effectuer des relevés piézométriques et sont figurés sur la carte principale du poster A0. Toutes les mesures réalisées sur le terrain ont été encodées dans la base de données hydrogéologiques BD Hydro.

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

Unité hydrogéologique	Nombre de mesures reportées
Aquifère des sables de remplissage	1
Aquifère des craies du Crétacé	1
Aquifère des calcaires du Carbonifère	8
Aquifère d'Hastière	1
Aquifère des grès du Famennien	11
Aquitard du Famennien	17
Aquiclude du Famennien – Frasnien	6
Aquifère des calcaires du Frasnien	5
Aquifère des calcaires du Givetien	1

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

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

Dans l'aquifère des calcaires du Carbonifère, les mesures piézométriques relevées en Mai 2007 sur le terrain ont permis de tracer les isopièzes locales pour cette période dans les synclinaux de Fraire et de Florennes.

Par ailleurs, les niveaux d'eau sont régulièrement suivis dans certains ouvrages. Cela a permis de réaliser des graphiques de l'évolution piézométrique. Des nouvelles valeurs piézométriques concernant la carrière « Les Petons », fournies par le bureau d'études Aquale sprl – Ecofox Développement, ont permis de mettre à jour ces évolutions jusqu'en avril 2012. Ces données ont été prises en compte pour la finalisation de la carte et de la notice 52/7-8 Silenrieux – Walcourt.

X.1.3.3. Données hydrochimiques

Les données hydrochimiques proviennent de la SWDE et de l'INASEP, ou de la banque de données CALYPSO (Qualité des Eaux Potabilisables et Souterraines) de la Région wallonne. Les analyses les plus complètes et les plus récentes possibles sont présentées. La qualité des eaux est ensuite discutée et comparée entre les différentes unités hydrogéologiques.

Sur l'ensemble de la carte, sont dénombrés 53 ouvrages caractérisés par un total de 2 264 analyses chimiques.

X.1.3.4. Données hydrodynamiques

Les données et considérations hydrodynamiques ont été reprises de la première version de la notice. Elles proviennent des rapports techniques de la SWDE (Yves-Gomezée G1 et G2, Crèvecoeur P1, P2, P3 et Fraire F1, F2, F3) et de l'ISSEP (Battefer D1). Les références de ces différents rapports sont données dans la bibliographie.

X.1.3.5. Autres données

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

X.2. MÉTHODOLOGIE DE CONSTRUCTION DE LA CARTE

X.2.1. Banque de données hydrogéologiques

De telles données, aussi complexes et plus ou moins abondantes, nécessitent une organisation structurée de manière à optimiser leur stockage, leur gestion et leur mise à jour. Ainsi, une base de données hydrogéologiques géorelationnelle a été développée (Gogu, 2000,

Gogu et *al.*, 2001). Cette première version de la base de données BD Hydro a été régulièrement améliorée.

Dans un souci d'homogénéité entre les équipes chargées de la réalisation des cartes hydrogéologiques et d'autres institutions (dont l'administration wallonne, DGARNE), la base de données a été révisée. Le but est de créer un outil de travail commun et performant, répondant aux besoins des spécialistes impliqués dans la gestion des eaux souterraines. Les données hydrogéologiques dispersées géographiquement devaient être disponibles dans une seule base de données centralisée.

Ainsi, les données détaillées de l'hydrochimie, de la piézométrie, des volumes exploités, des paramètres d'écoulement et de transport, de la géologie telle que les descriptions de logs de forage et d'autres données administratives sont stockées dans la BD Hydro sous l'autorité de la DGARNE*. Ces données peuvent être demandées à la Région qui décide de leur accessibilité au cas par cas. L'ensemble des données collectées est encodé dans la base de données géorelationnelle, BD Hydro (Wojda et al, 2006). Elle regroupe toutes les informations disponibles en matière d'hydrogéologie en Région wallonne. Parmi les nombreuses et diverses données de la BD Hydro, on trouve des informations relatives à la localisation des prises d'eau (puits, sources, piézomètres...), leurs caractéristiques géologiques et techniques ainsi que des données sur la piézométrie, la qualité physico-chimique des eaux souterraines, les volumes prélevés... Les divers tests (diagraphies, essais de pompage, essais de traçage, prospection géophysique) sont également encodés dans la BD Hydro. Elle est également enrichie avec les informations sur les études, rapports et autres documents hydrogéologiques écrits. Ces renseignements se présentent sous la forme de métadonnées.

X.2.2. Construction de la carte hydrogéologique

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

X.3. PRÉSENTATION DU POSTER A0

La carte hydrogéologique se compose de plusieurs éléments :

- la carte hydrogéologique principale au 1/25 000

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

- 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 carte étudiée.

X.3.1. Carte hydrogéologique principale

La carte principale comprend plusieurs couches d'information :

- le fond topographique de la carte IGN au 1/10 000 ;
- le réseau hydrographique ;
- les formations hydrogéologiques ;
- les failles
- la localisation des points d'eau constitués par :
 - des puits des sociétés de distribution d'eau ;
 - des puits de sociétés industrielles ;
 - des puits privés exploités et déclarés à la Région Wallonne ;
 - des puits non exploités, mais équipés d'une pompe ;
 - des sources exploitées ou non ;
 - les puits d'accès aux galeries et drains ;
 - des piézomètres, ces derniers étant considérés comme tout point d'accès à la nappe, non exploité (forages de petit diamètre, puits non équipés) ;
- le tracé des galeries ;
- les stations limnimétriques et climatiques ;
- la surface des carrières ;
- les isopièzes : représentant la piézométrie partielle de l'aquifère des calcaires carbonifères ;
- le sens probable d'écoulement souterrain, de l'aquifère des calcaires carbonifères ;

- les cotes piézométriques ponctuelles pour les différentes unités hydrogéologiques rencontrées, avec la date de la mesure ;
- les phénomènes karstiques ponctuels : perte, puits naturel, résurgence ou cron ;
- les traits localisant le tracé des coupes hydrogéologiques ;
- les zones de prévention IIa et IIb arrêtées par le Gouvernement Wallon ;
- les points de captage en attente de la définition de leur zone de prévention.

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

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

X.3.3. Cartes des volumes d'eau prélevés

Cette carte situe l'ensemble des ouvrages recensés et existants en 2011 sur l'étendue de la carte, en discernant :

- les ouvrages (puits, piézomètres, sources) différenciés selon l'aquifère qu'ils sollicitent. Les couleurs des symboles utilisés sont en relation avec la couleur de la nappe sollicitée ;
- les volumes déclarés pour l'année 2009 par les captages des sociétés de distribution d'eau représentés par des pastilles rouges de diamètre proportionnel aux débits captés ;
- les volumes déclarés pour l'année 2009 par les puits privés exploités par des particuliers ou des industries représentés par des pastilles vertes de diamètre proportionnel aux débits captés ;
- les volumes moyens prélevés, correspondant à la moyenne des cinq dernières années (2005-2009) (basés sur les déclarations des titulaires des prises d'eau). Ils reflètent simplement l'importance d'un site d'exploitation pendant les cinq années considérées.

X.3.4. Tableau de correspondance ‘Géologie – Hydrogéologie’

Le tableau lithostratigraphique reprend la liste des différentes formations géologiques et unités hydrogéologiques susceptibles d’être rencontrées sur l’étendue de la carte. La description lithologique des formations géologiques fait référence à la nouvelle carte Silenrieux – Walcourt de V. Dumoulin et J.-M. Marion, dressée en 1997.

X.3.5. Coupes hydrogéologiques

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

X.3.6. Avertissement

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

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

XI. RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- **Aquale sprl – Ecofox Développement** (2005) : SPRL Carrières « Les Petons » Yves-Gomezée. Annexe 2 au formulaire relatif aux demandes d'autorisation de prises d'eau. Dossier technique. Rapport SOL/CLP/2005/01.
- **Anonyme** (1969) : Le Complexe des barrages de l'Eau d'Heure. 18 pages +annexes
- **Belanger I., Delaby S., Delcambre B., Ghysel P., Hennebert M., Laloux M., Marion J.-M., Mottequin B., Pingot J.-L.** (2012) : Redéfinition des unités structurales du front varisque utilisés dans le cadre de la Nouvelle Carte géologique de Wallonie (Belgique). *Geologica Belgica*, 15/3 : 169-175.
- **Boulvain, F. et Pingot, J.-L.** (2012) : Introduction à la géologie de la Wallonie, Université de Liège, <http://www2.ulg.ac.be/geolsed/geolwal/geolwal.htm>
- **Brouyère, S., Gesels, J., Jamin, P., Robert, T., Thomas, L., Dassargues, A., Bastien, J., VanWittenberge, F., Rorive, A., Dossin, F., Lacour, J.-L., Le Madec, D., Nogarède, P., Hallet, V.** (2009) : Caractérisation hydrogéologique et support à la mise en œuvre de la Directive Européenne 2000/60 sur les masses d'eau souterraine en Région Wallonne (Projet Synclineau), livrable D.5.11 – Partie MESO RWM022 et RWM023, Convention RW et SPGE-Aquapôle.
- **Brouyère, S., Gesels, J., Jamin, P., Robert, T., Thomas, L., Dassargues, A., Bastien, J., VanWittenberge, F., Rorive, A., Dossin, F., Lacour, J.-L., Le Madec, D., Nogarède, P., Hallet, V.** (2009) : Caractérisation hydrogéologique et support à la mise en œuvre de la Directive Européenne 2000/60 sur les masses d'eau souterraine en Région Wallonne (Projet Synclineau), livrable D.2.21 – Partie MESO RWM021, Convention RW et SPGE-Aquapôle.
- **Bureau Conseil en Géologie SPRL** (1999) : Etude géophysique – site de Walcourt (Yves – Gomezée) SWDE. 30 pages + annexes.
- **De Broyer C., Thys G. et Fairo J.** (1995) : Atlas du Karst Wallon – Inventaire cartographique des sites karstiques et des rivières souterraines, Province du Hainaut (partie orientale). *DGRNE – CWEPS* 487 pages.
- **Delcambre B., Pingot J.-L.**, (2000) : Carte géologique et notice explicative de la carte 52/3-4 Gozée – Nalinnes. Ministère de la Région Wallonne, Direction générale opérationnelle Agriculture, Ressources naturelles et Environnement, Jambes.

- **Dumoulin, V. & Marion, J.-M.** (1997) : Carte géologique de Wallonie et notice explicative. Planche de Silenrieux - Walcourt (52/7-8) au 1/25 000, éditée par le Ministère de la Région wallonne, Direction générale opérationnelle Agriculture, Ressources naturelles et Environnement, Jambes.
- **Dumoulin V.** (2001) : Carte géologique de Wallonie et notice explicative. Planche de Grandrieu – Beaumont (52/5-6) au 1/25 000, éditée par le Service Public de Wallonie, Direction générale opérationnelle Agriculture, Ressources naturelles et Environnement, Jambes ;
- **Ecofox SA** (1994) : Prise d'eau de Walcourt (Yves-Gomezée) – Essai de traçage et modélisation dans le cadre de l'étude des zones de prévention. Rapport d'étude SWDE-942. 16 pages + annexes.
- **Ecofox SA** (2003) : Essai multitraçage dans le cadre de l'établissement de la zone de prévention de la prise d'eau de Battefer D1 à Cerfontaine (Silenrieux). Rapport d'étude SWDE/CERF/2003/02. 12 pages + annexes.
- **Ecofox SA** (2003) : Modélisation mathématique des écoulements et du transport dans le cadre de l'établissement des zones de prévention IIa et IIb de la prise d'eau de Battefer D1 à Cerfontaine (Silenrieux). Rapport d'étude SWDE/CERF/2003/03. 16 pages + annexes.
- **Foucault A., Raoult J.-F.** (2005): Dictionnaire de Géologie, 6ème édition, Edition Dunod ;
- **Geohygeor SPRL** (2002) : Etude géophysique du site de Walcourt (Fraire) – Zones de prévention des galeries « Fraire F1 », « Fraire F2 », « Fraire F3 ». Rapport. 16 pages + annexes.
- **Gogu, R.-C.** (2000) : Advances in Groundwater protection strategy using vulnerability mapping and hydrogeological GIS databases, Thèse de doctorat, Université de Liège.
- **Gogu, R.-C. Carabin G., Hallet V., Peters V., Dassargue A.** (2001) : GIS-based hydrogeological databases and groundwater modelling, Hydrogeology Journal (2001) 9 : 555-569.
- **Habils F., Roland S., Rorive A.** (2011) : Carte hydrogéologique de Wallonie, Planchettes Gozée - Nalines n° 52/3-4. Edition : Service public de Wallonie, DGO3 (DGARNE), Belgique, Dépôt légal D/2011/12.796/5 - ISBN 978-2-8056-0096-8.

- **Hance, L., Poty, E. & Devuyt, F.-X.** (2006) : Tournaisian. In Dejonghe, L., ed., Current status of chronostratigraphic units named from Belgium and adjacent areas. *Geologica Belgica*, 9/1-2 : 47-53.
- **ISSeP** (1993) : Implantation d'un nouveau captage à Silenrieux – Prospection géophysique. Rapport n°65/93. 9 pages + annexes.
- **Mansy J.-L., Meilliez F.** (1993) : Eléments d'analyse structurale à partir d'exemples pris en Ardenne – Avesnois. *Ann. Soc. Géol. Nord*, 72, 2è série, 45-60.
- **Meus Ph.** (1993) : Hydrogéologie d'un aquifère karstique dans les calcaires carbonifères (Néblon – Anthisnes, Belgique). Apport des traçages à la connaissance des milieux fissurés et karstiques. Thèse présentée en vue de l'obtention du grade légal de Docteur en Sciences. Université de l'Etat à Liège, Faculté des Sciences, Laboratoires de Géologie de l'Ingénieur, d'hydrogéologie et de prospection géophysique. 323 p.
- **Ministère de la Région Wallonne – DGARNE Observatoire des eaux souterraines, Direction des la Coordination Informatique, Direction des eaux souterraines** (Juin 2008) : Etat des nappes d'eau souterraine de la Wallonie. Septième année ;
- **Rodier, J. et al.** (2009) : L'analyse de l'eau. 9^{ème} édition. Dunod.
- **Roland, S. et Bastien, J.** (2010) : Carte hydrogéologique de Wallonie et notice explicative. Planche de Grandrieu – Beaumont (52/5-6) au 1/25 000. UMon – Faculté Polytechnique.
- **Ruthy I., Dassargues A.** (2008) : Carte hydrogéologique de Wallonie, Planchettes Philippeville - Rosée n° 53/5-6. Edition : Service public de Wallonie, DGO3 (DGARNE), Belgique, Dépôt légal D/2008/12.796/4 - ISBN 978-2-8056-0061-6.
- **SGS Belgium Environmental Services** (2003) : Essai de traçage et modélisation mathématique dans le cadre de l'établissement des zones de prévention des prises d'eau de Walcourt « Yves-Gomezée G1 » et « Yves-Gomezée G2 ». Rapport final E509. 47 pages.
- **SPW – DGARNE** (2010) : Etat des lieux de la masse d'eau souterraine RWM021 « Calcaires et grès du Condroz ». Version 1.17. 26 p.
- **SPW – DGARNE** (2010) : Etat des lieux de la masse d'eau souterraine RWM022 « Calcaires et grès du bassin de la Sambre ». Version 1.12. 25 p.

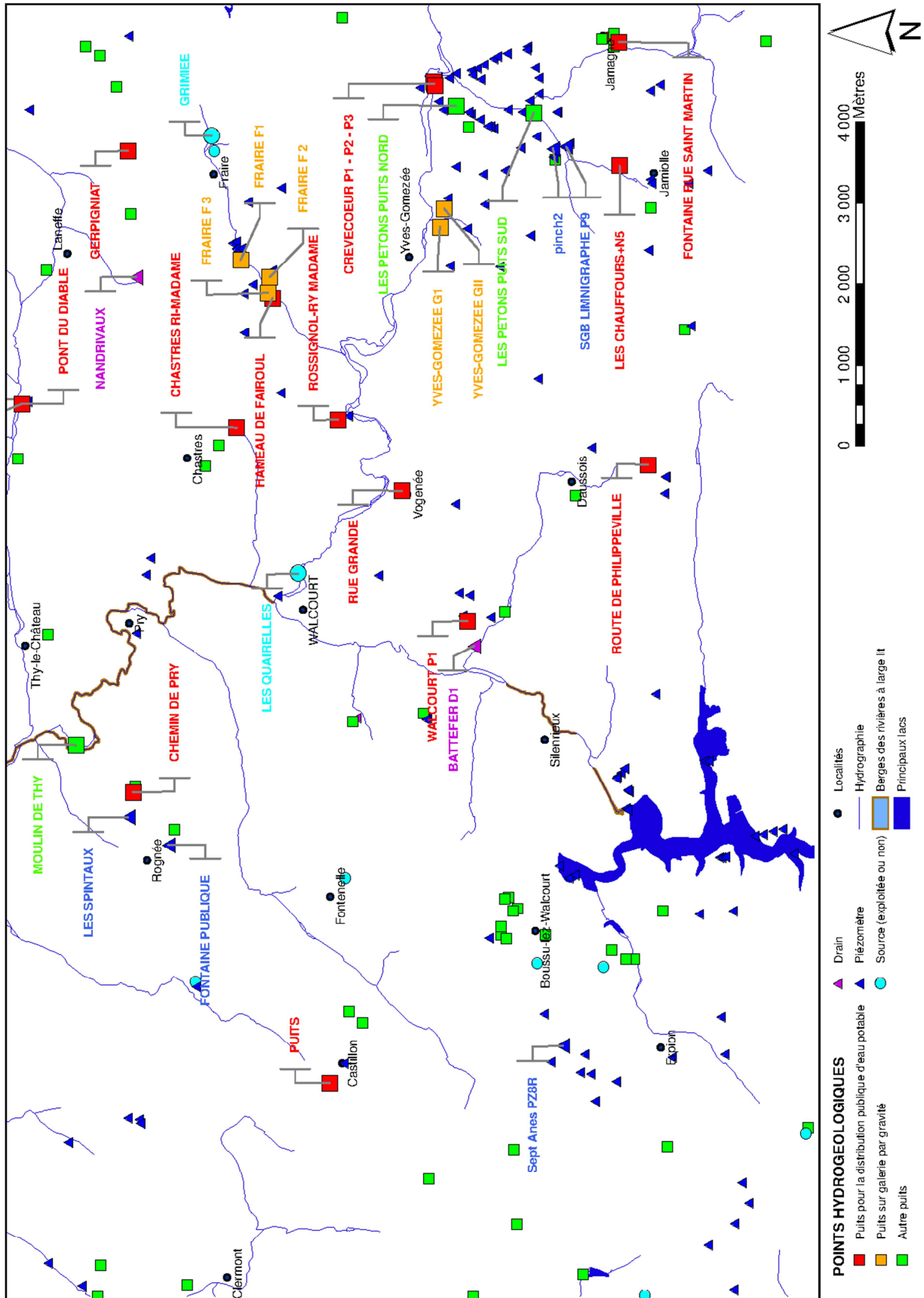
- **SWDE – Service Protection des ressources et Captage** (2002) : Réalisation de trois piézomètres (Pz1 à Pz3) et de cinq puits de reconnaissance (PR1 à PR5) à Walcourt (Anct. Yves-Gomezée) dans le cadre de l'étude des zones de prévention des prises d'eau « Yves – Gomezée G1 » et « Yves – Gomezée G2 ». Rapport technique n°144. 10 pages + annexes.
- **SWDE – Service Protection des ressources et Captage** (2003) : Projet de délimitation des zones de prévention des prises d'eau à Walcourt «Yves-Gomezée G1» et «Yves-Gomezée G2». Notice explicative. 12 pages + annexes.
- **SWDE – Service de Production d'Eau** (1994) : Walcourt – Crèvecœur P1 – P2 – P3, pompage d'essai du 07/04/93 au 15/04/93. Rapport technique. 8 pages + annexes.
- **SWDE** : Site de Walcourt (Yves-Gomezée) – Synthèse de l'étude géologique et hydrogéologique. 10 pages + annexes.
- **SWDE – Service de Production d'Eau** (1994) : Réalisation de trois piézomètres et d'un puits de reconnaissance à Walcourt (Silenrieux). Rapport technique. 8 pages + annexes.
- **SWDE – Service de Protection des Ressources et Captage** (1996) : Réalisation de deux piézomètres et d'un puits de production à Walcourt (Silenrieux) dans le cadre de la recherche de ressources alternatives à la prise d'eau de Cerfontaine (Silenrieux) Battefer D1. Rapport technique. 13 pages + annexes.
- **SWDE – Service Protection des Ressources et Captage d'Eau** (2003) : Projet de délimitation des zones de prévention des prises d'eau de Cerfontaine (Silenrieux) et Walcourt « Battefer D1 » et « Walcourt P1 ». Notice explicative. 10 pages + annexes.
- **SWDE – Service Protection des ressources et Captage** (1990) : Forage de six piézomètres – Etude du site de la galerie G1 à Walcourt (Anciennement Fraire). Rapport technique, 45 pages. + annexes.
- **SWDE – Service de Production d'Eau** (2005) : Réalisation de quatre piézomètres (Pz8 à Pz11) et de trois puits de reconnaissance (PR1 à PR3) à Walcourt (Anct. Fraire) dans le cadre de l'étude des zones de prévention des prises d'eau : « Fraire F1 », « Fraire F2 », « Fraire F3 ». Rapport technique RTn°177. 11 pages + annexes.
- **ULg – Laboratoire de Géologie de l'Ingénieur et d'Hydrogéologie** (1991) : Traçages pour la détermination de zones d'alimentation de galeries captantes à Fairoule (Walcourt). 15 pages + annexes.

- **Wojda P., Dachy M., Popescu C., Ruthy I. et Gardin N.** (2006) : Manuel d'utilisation de la banque de données hydrogéologiques de la Région Wallonne, inédit, 44 p.
- Portail environnement de Wallonie : <http://environnement.wallonie.be>.
- Nitrawal : <http://www.nitrawal.be>
- Etat des nappes d'eau souterraine de la Wallonie :
<http://environnement.wallonie.be/de/eso/atlas/>
- Site des zones de prévention des captages de Wallonie approuvées par arrêté ministériel : http://environnement.wallonie.be/zones_prevention/
- Site officiel de la Ville de Walcourt, concernant la carrière « Les Petons » :
<http://www.walcourt.be/fr/entreprendre/actualite-economique/interviews/item/658-portraitmonsieur-derycke-directeur-et-gerant-de-la-carriere-qles-petonsq-a-yves-gomezee-newsletter-economique-adl-septembre-2011>

ANNEXE 1. GLOSSAIRE DES ABRÉVIATIONS

- AGW : Arrêté du Gouvernement Wallon
- ArGEnCO – GEO³ : Architecture, Géologie, Environnement et Constructions – Géotechnologies, Hydrogéologie, Prospection Géophysique
- CLP : Carrière Les Petons
- CWEPSS : Commission Wallonne d'Etude et de Protection des Sites Souterrains
- DCENN : Direction des Cours d'Eau Non Navigables
- DGARNE : Direction Générale opérationnelle de l'Agriculture, des Ressources Naturelles et de l'Environnement
- FPMs. : Faculté Polytechnique de Mons
- FUNDP : Facultés Universitaires Notre-Dame de la Paix de Namur
- IGN : Institut Géographique National
- INASEP : Intercommunale Namuroise de Services Publics
- IRM : Institut Royal Météorologique
- ISSEP : Institut Scientifique de Service Public
- LGIH : Laboratoire de Géologie de l'Ingénieur et d'Hydrogéologie
- LQ : Limite de Quantification
- Ma : Millions d'années
- MB : Moniteur Belge
- NC : Non Communiqué
- SETHY : Service d'Etudes Hydrologiques (de la Direction générale opérationnelle de la Mobilité et des Voies hydrauliques)
- SPGE : Société Publique de Gestion de l'Eau
- SPW : Service Public de Wallonie
- ULg : Université de Liège
- UMons : Université de Mons

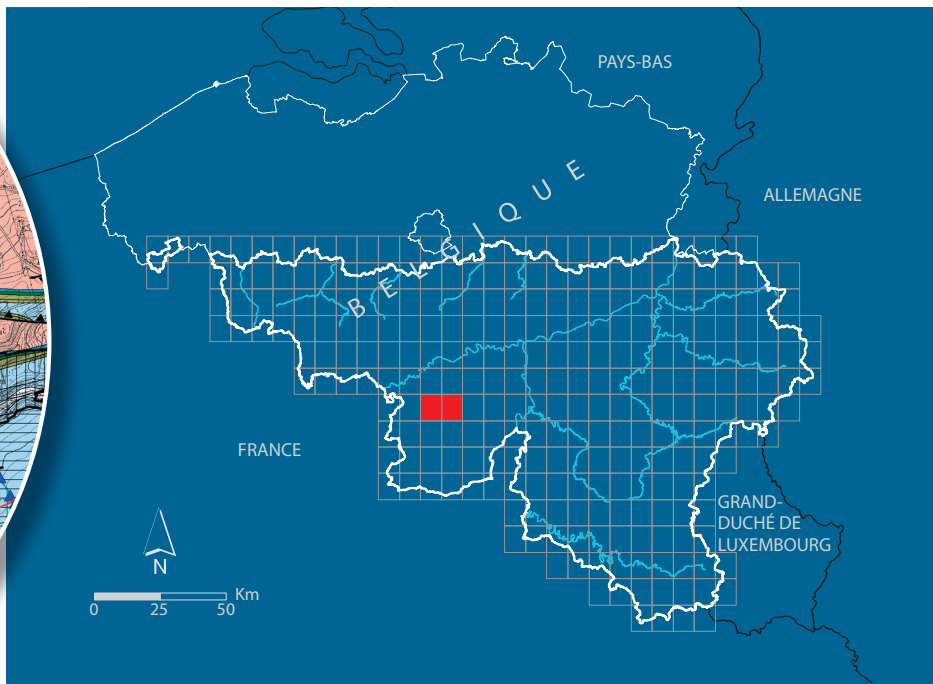
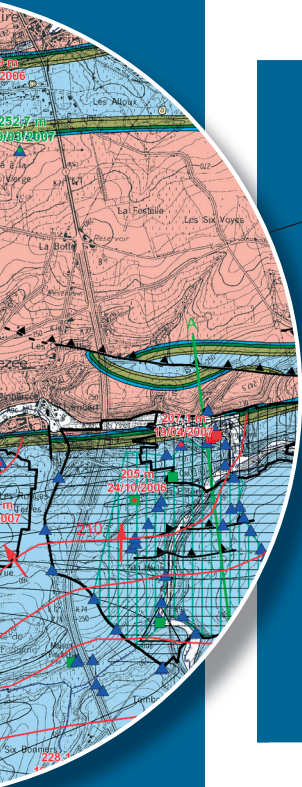
ANNEXE 2. CARTE DE LOCALISATION



ANNEXE 3. COORDONNÉES GÉOGRAPHIQUES DES OUVRAGES CITÉS DANS LA NOTICE

Nom de l'ouvrage	X (m)	Y (m)	Zsol (m)	Type d'ouvrage	Profondeur (m)
LES SPINTAUX	151 955	106670	182,5	Puits traditionnel	18,13
SEPT ANES PZ8R	149 120	101 285	236	Puits foré	38,93
SGB LIMNIGRAPHE P9	160 257	101 285	233,5	Puits foré	-
PINCH 2	160 234	101 406	235	Puits foré	50
FRAIRE F1	158 866	105 277	215	Galerie	-
FRAIRE F2	158 649	104 918	220	Galerie	-
FRAIRE F3	158 453	104 940	220	Galerie	-
BATTEFER D1	154 073	102 384	183	Drain	-
WALCOURT P1	154 381	102 463	218,5	Puits foré	80
YVES-GOMEZEE G1	159 265	102 806	210	Galerie	-
CREVECOEUR P1	161 057	102 886	220	Puits foré	39,34
CREVECOEUR P2	161 037	102 878	220	Puits foré	39,3
CREVECOEUR P3	161 014	102 870	220	Puits foré	38,64
MOULIN DE THY	152 841	107 313	153	Puits foré	15,75
LES CHAUFFOURS + N5	160 023	100 581	247	Puits foré	-
YVES GOMEZEE GII	159 488	102 753	210	Galerie	-
HAMEAU DE FAIROUL	158 389	104 883	207,7	Puits foré	-
CHEMIN DE PRY	152 258	106 610	189	Puits foré	40
PONT DU DIABLE	157 073	107 986	176,7	Puits foré	-
LES QUAIRES	154 973	104 563	180	Source	-
CHASTRES RI-MADAME	156 782	105 324	230	Puits foré	-
PUITS	148 658	104 170	212,5	Puits foré	100
FONTAINE PUBLIQUE	151 616	106 171	195	Puits traditionnel	9,07
ROUTE DE PHILIPPEVILLE	156 321	100 226	262	Puits foré	-
RUE GRANDE	155 997	103 276	200	Puits foré	-
ROSSIGNOL RI-MADAME	156 880	104 075	200	Puits traditionnel	-
FONTAINE RUE SAINT MARTIN	161 561	100 587	231	Puits foré	-
GERPIGNAT	160 206	106 671	259	Puits foré	-

Nom de l'ouvrage	<i>X (m)</i>	<i>Y (m)</i>	<i>Zsol (m)</i>	<i>Type d'ouvrage</i>	<i>Profondeur (m)</i>
GRIMIEE	160 392	105 639	243	Source	-
NANDRIVAUX	158 650	106 570	241	Drain	-
LES PETONS PUIITS SUD	160 681	101 645	220,5	Puits foré	58,2
LES PETONS PUIITS NORD	160 765	102 610	227,5	Puits foré	60



SPW | Éditions, CARTES

Dépôt légal : D/2012/12.796/3 – ISBN : 978-2-8056-0104-0

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

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