

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 Biesme - Mettet



BIESME - METTET

53/1-2

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

Facultés universitaires Notre Dame de la Paix de Namur
Rue de Bruxelles, 61 - B-5000 Namur (Belgique)



NOTICE EXPLICATIVE

2010

Première édition : Janvier 2007
Actualisation partielle : Décembre 2010

Dépôt légal – **D/2010/12.796/10** - ISBN : **978-2-8056-0078-4**

SERVICE PUBLIC DE WALLONIE

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

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

CARTE HYDROGEOLOGIQUE DE WALLONIE	1
NOTICE EXPLICATIVE	1
BIESME - METTET	1
AVANT-PROPOS	4
I. INTRODUCTION	6
II. CADRES GÉOGRAPHIQUE, GÉOMORPHOLOGIQUE ET HYDROGRAPHIQUE	7
III. CADRE GÉOLOGIQUE	10
III.1. CADRE GÉOLOGIQUE GÉNÉRAL	10
III.2. CADRE GÉOLOGIQUE RÉGIONAL	12
III.2.1. Cadre lithostratigraphique	12
III.2.1.1. Le Paléozoïque	14
III.2.1.2. Le Mésozoïque et le Cénozoïque	22
III.2.2. Cadre structural	24
IV. CADRE HYDROGÉOLOGIQUE	27
IV.1. MASSES D'EAU SOUTERRAINE	27
IV.2. DESCRIPTION DES UNITÉS HYDROGÉOLOGIQUES	30
IV.2.1. Le Paléozoïque	34
IV.2.1.1. Les nappes schisto-gréseuses du Socle ordovico-silurien	34
IV.2.1.1.1. Les nappes du Dévonien inférieur	37
IV.2.1.1.2. Les nappes du Dévonien moyen	39
IV.2.1.1.3. Les nappes du Dévonien supérieur	43
IV.2.1.1.4. Les nappes du Carbonifère	45
IV.2.1.1.5. Aquiclude à niveaux aquifères du Houiller	48
IV.2.2. Le Cénozoïque	49
IV.3. PHÉNOMÈNES KARSTIQUES	54
IV.3.1. Avant-propos	54
IV.3.2. Systèmes karstiques de la région de Biesme - Mettet	54
IV.3.2.1. Vallée de la Molinee	57
IV.3.2.2. Vallée du Burnot	59
IV.3.2.3. Vallée de la Biesme	61
IV.3.2.4. Vallée du Ruisseau de Fosses	63
IV.3.2.5. Vallée du Ruisseau d'Hanzinne	64
IV.3.2.6. Vallée du Thyria	65
IV.3.3. Conclusions	66
IV.4. DESCRIPTION DE L'HYDROGÉOLOGIE RÉGIONALE	67
IV.4.1. Le bilan hydrogéologique	67
IV.4.2. Evolution piézométrique des différentes unités hydrogéologiques	69
IV.4.2.1. Aquifères schisto-gréseux du Socle Ordovicien-Silurien et du Dévonien inférieur	70
IV.4.2.2. Aquifères des calcaires du Dévonien moyen et supérieur	75
IV.4.2.3. Aquifères des grès du Famennien	84
IV.4.2.4. Aquifères des calcaires du Carbonifère	87
IV.5. COUPES GÉOLOGIQUE ET HYDROGÉOLOGIQUE	99
IV.6. CARACTÈRE LIBRE, SEMI-CAPTIF, CAPTIF DES NAPPES	103
IV.7. LES CARRIÈRES	108
IV.7.1. Carrière de Gougnes	109
IV.7.2. Carrière du Tri d'Hymiée	110
IV.7.3. Carrière de La Marchauderie	111
IV.7.4. Carrière des Six Bonniers	112
IV.7.5. Les sablières de Mettet	113
IV.7.6. Carrière M.P.G.	114
V. CADRE HYDROCHIMIQUE	115

V.1. CARACTÉRISTIQUES HYDROCHIMIQUES DES EAUX SOUTERRAINES.....	115
V.1.1. Aquifère à niveaux aquicludes du Dévonien inférieur	115
V.1.2. Aquifère des calcaires du Givetien	118
V.1.3. Aquifère des calcaires du Frasnien	120
V.1.4. Aquiclude du Famennien-Frasnien.....	124
V.1.5. Aquitard du Famennien	126
V.1.6. Aquifère des grès du Famennien	128
V.1.7. Aquifère des calcaires du Carbonifère.....	133
V.1.8. Commentaires.....	141
V.2. PROBLÉMATIQUE DES NITRATES.....	143
V.2.1. Aquifère à niveaux aquicludes du Dévonien inférieur	145
V.2.2. Aquifère des calcaires du Frasnien	147
V.2.3. Aquifère des grès du Famennien	149
V.2.4. Aquifère des calcaires du Carbonifère.....	152
V.2.5. Conclusions	163
V.3. QUALITÉ BACTÉRIOLOGIQUE	165
V.4. PROBLÉMATIQUE DES PESTICIDES	165
V.5. ETAT DES MASSES D'EAU	171
VI. EXPLOITATION DES AQUIFÈRES	174
VI.1. VOLUMES PRÉLEVÉS POUR LA DISTRIBUTION PUBLIQUE.....	179
VI.1.6. Aquifère des calcaires du Carbonifère	182
VI.1.7. Aquifère des calcaires du Frasnien.....	188
VI.1.8. Aquifère à niveaux aquicludes du Dévonien inférieur	189
VI.1.9. Aquifère des grès du Famennien	190
VII. PARAMÈTRES D'ÉCOULEMENT ET DE TRANSPORT.....	192
VII.1. PARAMÈTRES D'ÉCOULEMENT.....	192
VII.2. PARAMÈTRES DE TRANSPORT.....	200
VIII. ZONES DE PROTECTION	204
VIII.1. CADRE LÉGAL.....	204
VIII.1.1. Zone I ou zone de prise d'eau	206
VIII.1.2. Zone IIa ou zone de prévention rapprochée	206
VIII.1.3. Zone IIb ou zone de prévention éloignée	206
VIII.1.4. Zone de surveillance.....	207
VIII.1.5. Mesures de prévention.....	207
VIII.2. ZONE DE PRÉVENTION AUTOUR DES CAPTAGES DE LA CARTE DE BIESME - METTET	
.....	209
VIII.2.1. Zone de prévention arrêtée	209
VIII.2.1.1. Carrière Lepoivre - Biesmerée-EST P3 et Stave G1.....	209
VIII.2.1.2. Hymiée-Evrard	211
VIII.2.1.3. Captage de Bambois – Grand Etang	214
VIII.2.2. Zone de prévention à l'enquête publique	215
VIII.2.3. Zones de prévention à définir	216
IX. MÉTHODOLOGIE D'ÉLABORATION DE LA CARTE HYDROGÉOLOGIQUE.....	221
IX.1. INTRODUCTION.....	221
IX.2. COLLECTE DE DONNÉES.....	221
IX.2.1. Données existantes	221
IX.2.2. Campagnes de mesures sur le terrain	221
IX.3. MÉTHODOLOGIE DE CONSTRUCTION DE LA CARTE	222
IX.3.1. Encodage dans une banque de données.....	222
IX.3.2. Construction de la carte hydrogéologique.....	222

IX.4. BANQUE DE DONNÉES HYDROGÉOLOGIQUES	225
X. BIBLIOGRAPHIE	226
XI. TABLE DES ILLUSTRATIONS	229
XII. GLOSSAIRE DES ABRÉVIATIONS	235

AVANT-PROPOS

La planche Biesme - Mettet a été établie dans le cadre de la réalisation des cartes hydrogéologiques commandée par la Direction générale des Ressources naturelles et de l'Environnement (D GARNE) du Ministère de la Région wallonne. Collaborent à ce projet la Faculté Polytechnique de Mons (FPMs), les Facultés Universitaires Notre-Dame de la Paix de Namur (FUNDP) et l'Université de Liège (ULg). Cette dernière est représentée par deux départements distincts : le Laboratoire des Ressources Hydriques du Département des Sciences et Gestion de l'Environnement, basé à Arlon, et par le Service Hydrogéologie du Département des Géoressources, Géotechnologies et Matériaux de Construction, basé à Liège.

Le projet a été supervisé, aux FUNDP, par V. Hallet (directeur du Département de Géologie) et réalisé par Aurélie Sorel et Samantha Rekk (licenciés en sciences géologiques et minéralogiques).

La première édition de cette carte date de janvier 2007. Une actualisation partielle a été réalisée en juin 2010. Cette actualisation prend uniquement en compte les données disponibles dans la base de données "BD-Hydro"(outil de travail commun aux équipes universitaires et à l'administration wallonne (D GARNE, Obs. Eaux Souterraines). Ainsi les données concernées sont les zones de prévention, les volumes prélevés, les nouveaux ouvrages déclarés, des données piézométriques nouvelles encodées dans la base de données.

Les auteurs de la carte hydrogéologique remercient vivement Delcambre Bernard (géologue au Service géologique de Belgique), Marc Drèze (S.W.D.E.) et Julie Bastien (Umons) pour leur relecture attentive et constructive de la carte et de sa notice.

La carte hydrogéologique et la banque de données sont basées sur un maximum de données géologiques, hydrogéologiques et hydrochimiques disponibles auprès de divers organismes. Elle a pour objectif d'informer, dans la limite des données accessibles au 01/06/2010, de l'extension, de la géométrie, de la piézométrie et des caractéristiques hydrodynamiques et hydrochimiques des nappes aquifères, toutes personnes, sociétés ou institutions concernées par la gestion tant quantitative que qualitative des ressources en eaux.

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, une coupe hydrogéologique et un tableau lithostratigraphique sont présentés.

Toutes les données utilisées pour la réalisation de la carte ont été encodées dans une base de données créée sous "Microsoft Access "et développée dans l'optique d'une mise à jour aisée. Le fichier a été remis au Service des Eaux Souterraines de la Région wallonne.

Les cartes hydrogéologiques de Wallonie peuvent être consultées dynamiquement ou téléchargées ainsi que leurs notices explicatives au format pdf sur le portail cartographique de la Région wallonne <http://environnement.wallonie.be/cartosig/cartehydrogeo/>.

I. INTRODUCTION

Située au cœur de l'Entre-Sambre-et-Meuse, à moins de vingt kilomètres de Namur et de Charleroi (Figure I.1), la région couverte par la feuille 53/1-2 Biesme – Mettet s'étend principalement sur la Province de Namur et en partie sur la Province du Hainaut. Les principaux aquifères exploités par les sociétés de distribution d'eau sont logés dans les massifs calcaires du Carbonifère, localisés dans le Synclinorium de Dinant. Dans une moindre mesure, quelques captages sont implantés dans les grès et calcaires du Dévonien.

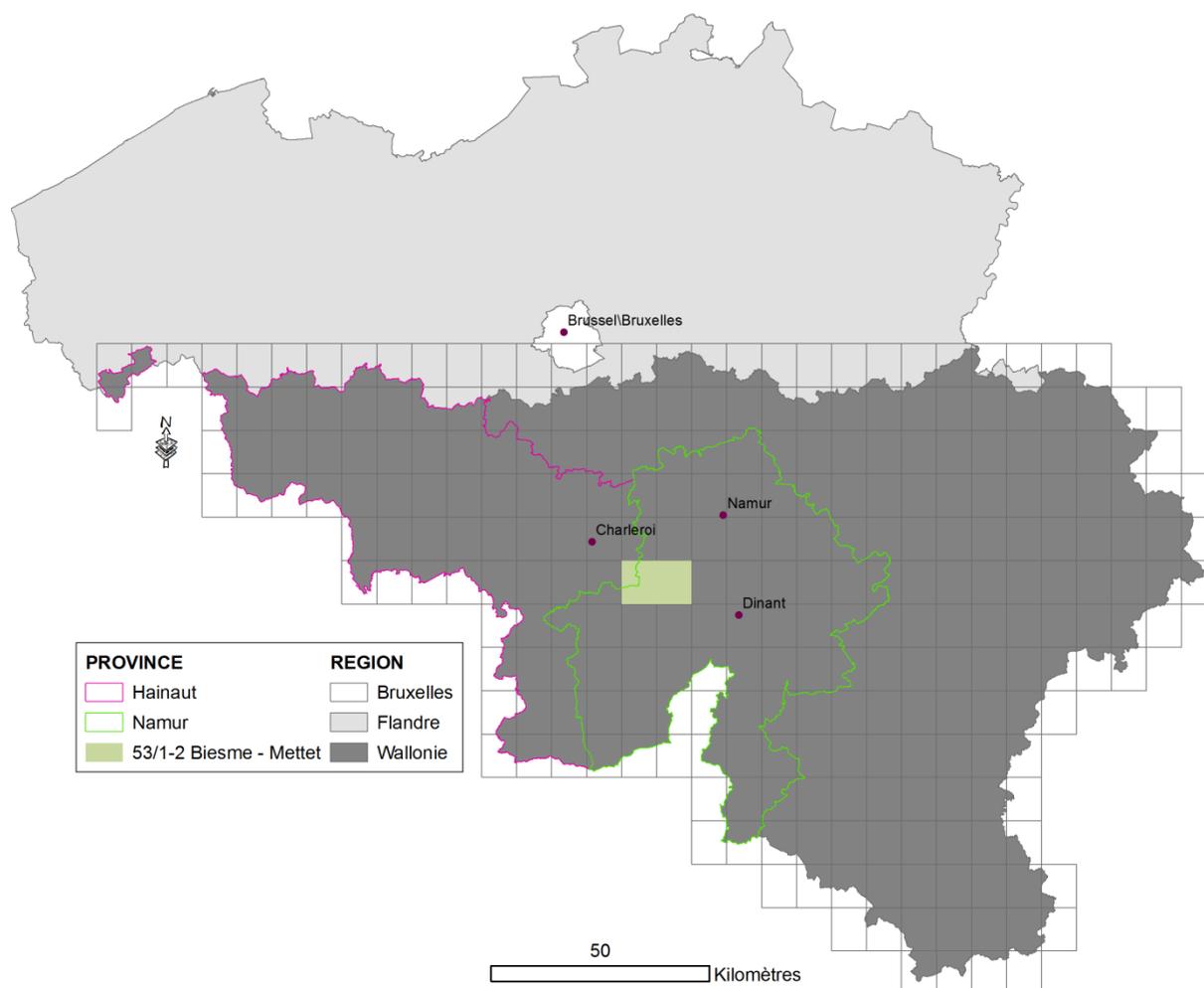


Figure I.1: Localisation de la carte Biesme-Mettet (planche IGN 53/1-2, au 1/25 000).

II. CADRES GÉOGRAPHIQUE, GÉOMORPHOLOGIQUE ET HYDROGRAPHIQUE

D'une superficie de 160 km² (équivalent à une planche topographique au 1/25 000), la feuille Biesme - Mettet s'étend essentiellement sur la Province de Namur (commune de Mettet) et à l'ouest sur la Province du Hainaut (communes de Gerpinnes et de Florennes).

La carte se trouve dans la partie septentrionale du Synclinorium de Dinant. Elle est caractérisée par une succession de formations de lithologies variées, offrant chacune une résistance à l'érosion particulière. Cette succession est à l'origine du développement d'un paysage contrasté, faisant alterner selon un axe nord-sud des crêtes et des dépressions.

L'essentiel des terrains couvrant la carte Biesme-Mettet peut être divisé en trois ensembles séparés par deux discordances angulaires liées aux plissements calédoniens et varisque :

1. les terrains les plus anciens sont présents au cœur de **la Pointe de Puagne**, au nord de la carte. Il s'agit essentiellement de formations de nature schisteuse, d'âge siluro-ordovicien. Ces terrains calédoniens forment un bombement anticlinal dans la couverture dévonienne discordante. L'érosion différentielle du bedrock a mis en dépression la Pointe de Puagne (shales) par rapport aux roches détritiques (grès et conglomérats) du Dévonien inférieur qui la bordent au sud ;
2. un second ensemble, le plus important en surface, est constitué des **terrains plissés du Dévonien et du Carbonifère** formant le plateau du Condroz. Les grands traits du relief du plateau condruzien sont étroitement liés à la lithologie paléozoïque. Il présente une succession de crêtes d'altitude maximale de 280 mètres (appelées "tiges condruziennes") et de dépressions telles que les vallées du Burnot et de la Mollignée. Les crêtes correspondent souvent à des anticlinaux gréseux et les dépressions à des synclinaux calcaires. Au nord, la bordure dévonienne gréseuse forme la crête boisée du "Condroz ardennais" qui domine l'horizon à une altitude d'environ 270 m. Ces terrains appartiennent à l'unité charriée de l'allochtone du Synclinorium de Dinant (nappe charriée du Condroz) sur le parautochtone de Namur. De grandes failles de charriage structurent cette unité. La nappe charriée repose sur la partie sud de la **bande calédonienne de Sambre-et-Meuse** par l'intermédiaire de la faille du Midi. Ces terrains siluro-ordoviciens apparaissent localement au nord-ouest de la carte, à l'ouest de Sart-Eustache ;
3. des **dépôts argilo-sableux du Cénozoïque**. Ils forment soit des buttes témoins perchées sur la crête formée par le Dévonien inférieur au sud-est de Châtelet, soit des lambeaux piégés dans des dépressions karstiques creusées dans les calcaires dévoniens et dinantiens.

La carte Biesme-Mettet se situe en partie sur le bassin versant de la Sambre (à l'ouest) et sur le bassin versant de la Meuse (à l'est). La crête de partage des eaux correspond à une ligne sinueuse reliant le sud d'Oret (hameau de Corroy) au nord du village de Saint-Gérard.

La Sambre s'écoule depuis l'ouest sur les terrains houillers au nord de la carte (voir carte 47/5-6 Tamines – Fosses-la-Ville) où elle dessine de nombreux méandres avant de rejoindre la Meuse vers l'est (carte 47/7-8 Malonne – Naninne).

Le bassin de la Sambre se divise en plusieurs sous-bassins portant le nom de ses affluents principaux. A l'ouest de la carte, le Ruisseau d'Hanzinne s'écoule vers le nord-ouest et rejoint la Sambre aux environs de Châtelet. Son bassin occupe 12,8 km² sur la carte. Juste au sud, le Thyria s'écoule également vers le nord-ouest. Le Thyria appartient au bassin plus étendu de l'Eau d'Heure qui rejoint la Sambre en amont du ruisseau d'Hanzinne à l'ouest de Charleroi. Sur la carte, le bassin de l'Eau d'Heure occupe une superficie totale de 6,8 km². Les autres affluents principaux de la Sambre, la Biesme et le Ruisseau de Fosses, ont creusé des vallées d'axe sud-nord, qui occupent respectivement 61,9 km² et 21,3 km² du territoire de la carte. La Biesme naît de la confluence des ruisseaux d'Oret et de Nefzée dans le village de Biesme. Le Tréko et le ruisseau de la Belle Eau rejoignent le Ruisseau de Fosses plus au nord. Ce ruisseau porte parfois le nom de Ruisseau de la Biesme.

Au sud-est, la Mognée (CSCNPE, 2001) et le Burnot s'écoulent vers l'est en direction de la Meuse. Leur bassin respectif s'étend sur 28,5 km² et sur 28,7 km².

La **Figure II.1** reprend la localisation des cours d'eau sur la carte ainsi que le tracé des principaux bassins versants.

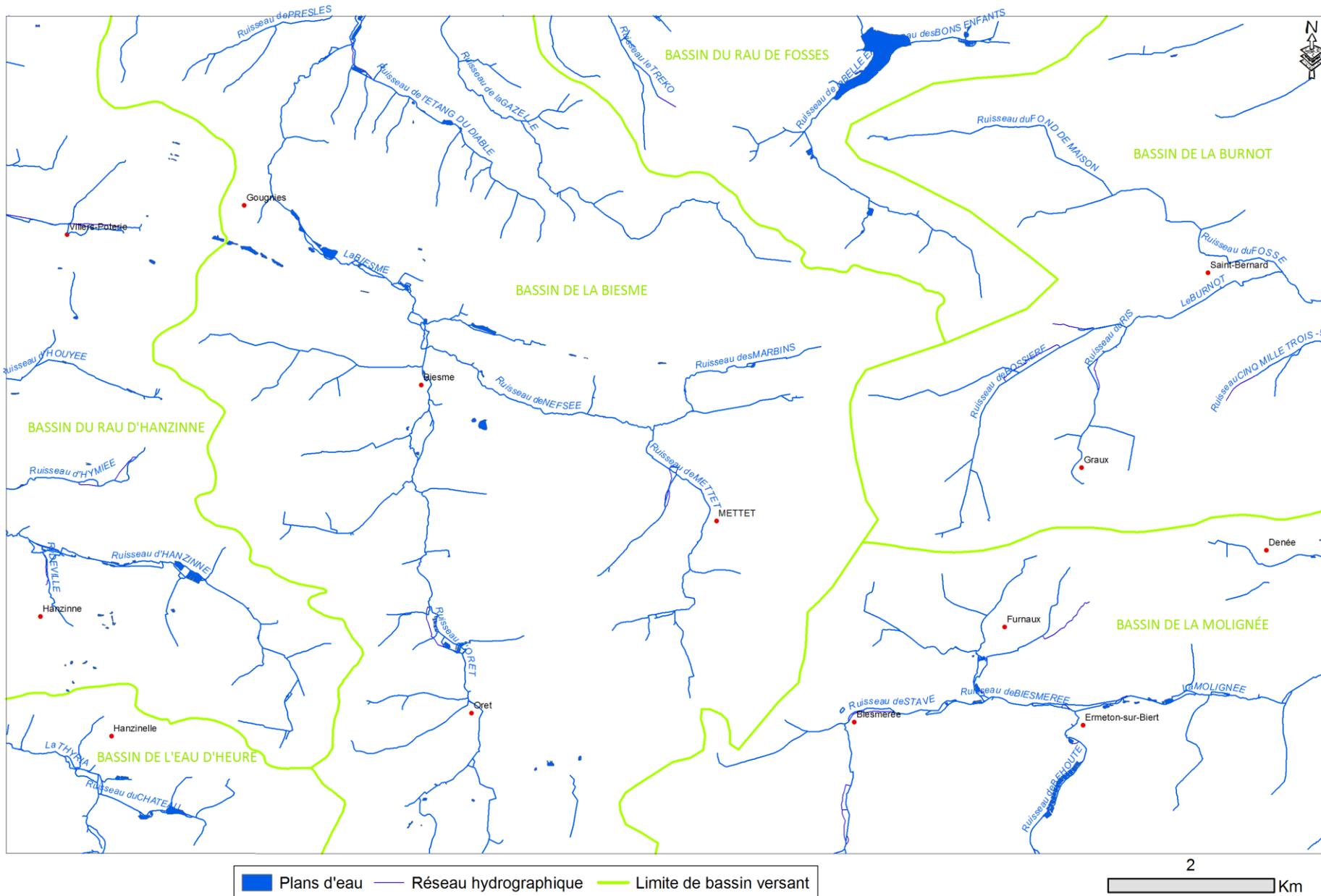


Figure II.1 : Carte du réseau hydrographique et des bassins versants de la région de Biesme - Mettet.

III. CADRE GÉOLOGIQUE

III.1. CADRE GÉOLOGIQUE GÉNÉRAL

La géologie de la feuille de Biesme-Mettet a enregistré l'essentiel des grands événements qui ont affecté le sous-sol de la Wallonie depuis le début du Paléozoïque :

- la sédimentation de dépôts essentiellement argilo-silteux au cours du Paléozoïque inférieur ;
- leur déformation lors de l'orogénèse calédonienne, à la fin du Silurien ;
- le retour d'une sédimentation plus variée, du Dévonien au Carbonifère ;
- leur plissement et leur dislocation par la déformation varisque, à la fin du Carbonifère ;
- la mise en place, en discordance, de dépôts sableux au Méso-Cénozoïque, dont quelques témoins ont été préservés sur la carte.

Cette région occupe un segment de la bordure nord du Synclinorium de Dinant, unité allochtone charriée sur le parautochtone du Synclinorium de Namur (Figure III.1). Elle comprend pour l'essentiel des terrains dévono-carbonifères plissés et faillés dans une direction est-ouest. Ces terrains plissés et faillés appartiennent à la zone externe nord varisque ou rhéno-hercynienne. Ils forment le plateau du Condroz limité au nord par une crête formée des terrains du Dévonien inférieur. Au sud, il se compose d'une succession de synclinaux à cœur carbonifère et d'anticlinaux à noyau famennien. Le plongement des plis vers l'est en direction du Bassin Houiller d'Anhée permet de ramener vers la surface les couches frasno-givetiennes au cœur des anticlinaux entre Gerpennes et Hanzinne, et de faire apparaître au cœur des synclinaux, les schistes namuriens, à la limite orientale de la carte. A la base de l'unité charriée apparaissent des couches du Paléozoïque inférieur, déformées par l'orogénèse calédonienne et mises à découvert dans la Pointe de Puagne. La carte porte aussi les traces de dépôt cénozoïques, conservés dans des buttes témoins ou piégés dans des dépressions karstiques creusées dans le substratum calcaire.

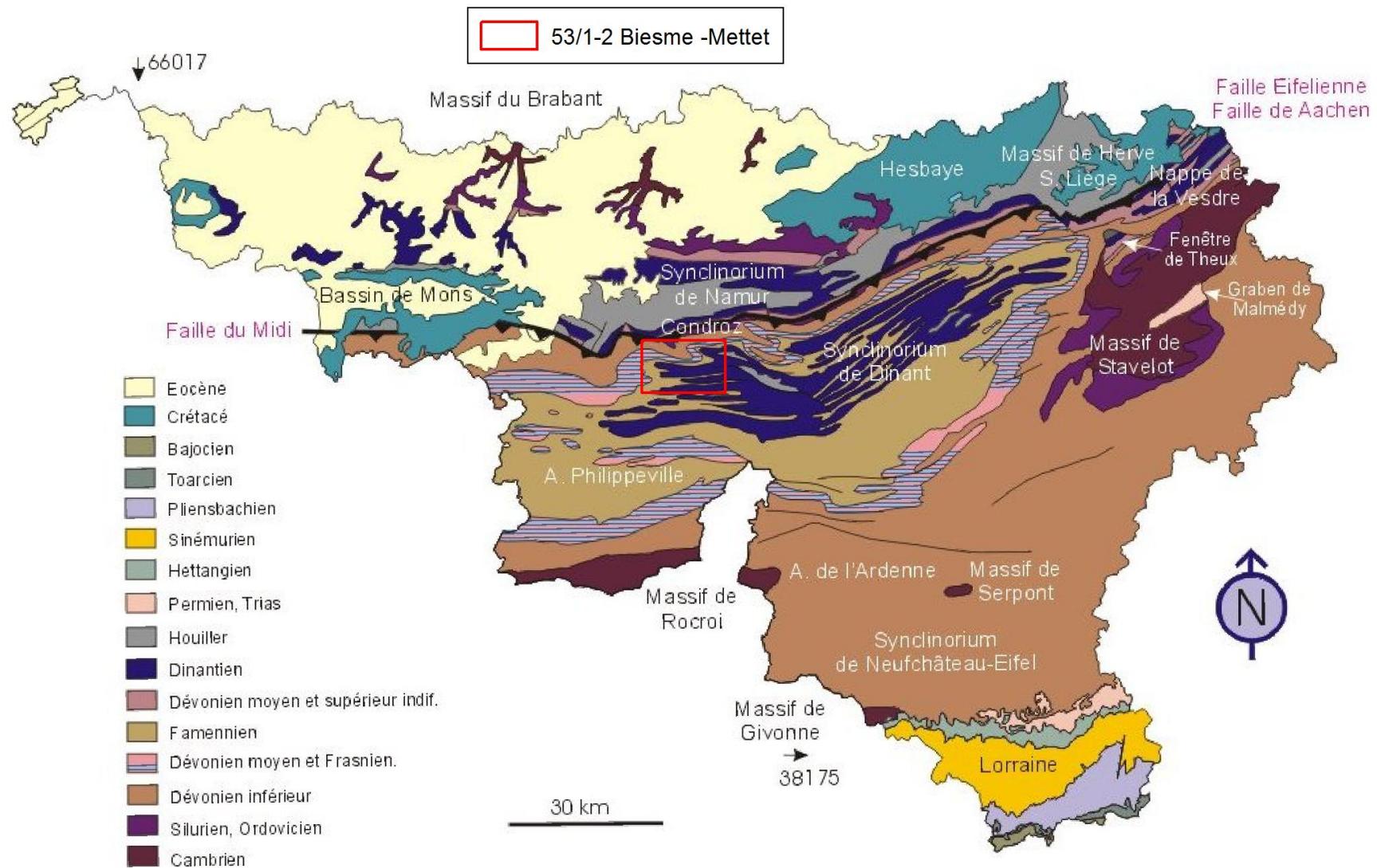


Figure III.1 : Localisation de la carte géologique de Biesme-Mettet (BOULVAIN, 2007).

III.2. CADRE GÉOLOGIQUE RÉGIONAL

III.2.1. Cadre lithostratigraphique

La planchette Biesme – Mettet comprend des terrains d'âge paléozoïque (Ordovicien, Dévonien, Carbonifère) et cénozoïque (Paléocène, Eocène, Oligocène, Miocène et Quaternaire).

La description des formations géologiques fait référence à la nouvelle carte géologique Biesme - Mettet 53/1-2 au 1/25 000 (DELCAMBRE, B., PINGOT, J.-L., 2004). Cette carte est disponible sur le site <http://environnement.wallonie.be/cartosig/cartegeologique/>. Elle est utilisée comme fond pour la carte hydrogéologique. Pour cette dernière, les formations géologiques ont été regroupées en unités hydrogéologiques selon leurs caractéristiques hydrodynamiques. Le **Tableau III.1** reprend les subdivisions géologiques utilisées dans la région de Biesme - Mettet.

ERE	SYSTÈME	SERIE	ETAGE		Formation et Membre	Lithologie (description de la carte géologique de 2004)	Abréviation de la carte géologique de 2004				
			FACIES				SW	NE			
C E N O Z O I Q U E	QUATERNAIR	HOLOCENE			Alluvions modernes des vallées	Graviers, sables, limons et argiles	AMO				
	?				Hanzinelle	Argiles sableuses et argiles probablement issues de la décomposition des grès et des schistes famenniens	HZN				
	NEOGENE	MIOCENE	AQUITANIEN		Entre-Sambre-et-Meuse	Sables, argiles et couches de lignite tourbeuse	ESM				
		OLIGOCENE									
		PALEOGENE	EOCENE	LUTETIEN	Bruxelles	Sables grossiers à rognons de grès	BXL				
		PALEOCENE	THANETIEN	Erquelines	Sables fins et argileux à niveaux de grès et d'argile	ERQ					
P A L E O Z O I Q U E	C A R B O N I F E R E	NAMURIEN	ARNSBERGIEN		Groupe Houiller	Schistes et siltites à intercalations gréseuses	HOU				
		VISEEN	WARNANTIEN	Anhée		Calcaires		ANH	HOY		
				Poivache		Calcaires à stromatolithes		PLV			
				Thon-Samson		Calcaires à minces intercalations argileuses		TSS			
			LIVEN	Lives		Brèche calcaire englobant de gros paquets de calcaires stratifiés Séquences de calcaire bioclastique, de calcaire fin et de calcaire stromatolitique		LIV			
			MOLINIACIEN	Neffe		Calcaires massifs bioclastiques avec au sommet un conglomérat à galets de calcaire et matrice argileuse		NEF			
				Molignée		Calcaires divisés en plaquettes argileuses et calcschistes alternant avec des calcaires plus massifs		MOL			
		TOURNAISIEN	IVORIEN	Leffe		Calcaires et dolomies		LEF			
				Waulsort		Lentilles de calcaires et dolomies construits		WAU			
				Bayard	Petit Granit Yvoir	Encrinile Calcaires argileux		BAY	PGR YVR		
			HASTARIEN	Maurenne		Calcschistes alternant avec des calcaires argileux		MAU	SGD		
				Landelies		Calcaires crinoidiques à intercalations de calcschistes		LAN			
				Pont d'Arcole		Shales		PDA			
					Hastière		Calcaires à intercalations schisteuses Gros bancs de calcaires crinoidiques Calcaires bioclastiques à intercalations schisteuses et calcschistes		HAS	ANS	
			D E V O N I E N	S U P E R I E U R	FAMENNIEN	Ciney		Grès en gros et petits bancs à intercalations silteuses		CIN	CON
	Souverain-Pré						Grès et siltites à nodules calcaires et calcaires noduleux bioclastiques		SVP		
	Esneux					Siltites et grès en petits bancs		ESN			
	FRASIEN	Famenne			Famenne		Shales en fins feuilletés		FAM	FAM	
		Neuville			Aisemont		Schistes et schistes noduleux avec barre de calcaire à stromatopores au sommet		NEU	FAIS	
		Philippeville			Lustin		Gros bancs de calcaires à stromatopores Calcaires en bancs minces Masse de calcaire construit	Alternance de calcaires construits et de calcaires stratifiés, quelques bancs de calcaires argileux à la base		PHV	LUS
		Pont de la Folle			Hymée		Calcaires argileux, schistes noduleux, schistes Calcaires massifs construits	Barres de calcaire massif, calcaires stratifiés et schistes parfois noduleux au sommet		FOL	HYM
		Nismes					Schistes parfois carbonatés			NIS	
		M O Y E N			GIVETIEN	Fromelennes	Roux		Calcaires	Schistes carbonatés, calcschistes, calcaires fins, dolomies et calcaires à stromatopores	FRO
	Mont d'Hairs					Nèvreumont		Calcaires en gros bancs alternant avec des calcaires argileux et calcschistes	Calcaires stratifiés avec de minces intercalations de calcschistes		MHR
	I N F E R I E U R	EIFELIEN		Rivière			Siltites surmontées d'un petit niveau de poudingue puis grès calcaires, calcaires argileux et calcschistes au sommet		RIV		
				Burnot			Alternance de barres de grès graveleux souvent lenticulaires avec des masses de siltites et de schistes, poudingue au sommet		BUR		
		EMSIEN		Wépion			Grès et quartzites en gros bancs avec de minces intercalations de schistes et de siltites		WEP		
				Acoz			Barres de grès argileux Siltites		ACO		
		PRAGUIEN		Bois d'Ausse			Grosses barres de grès et de quartzites Gros bancs de siltites et de grès argileux			BAU	
						Grès lenticulaires à intercalations de schistes					
		LOCHKOVEN	Fooz			Siltites renfermant quelques bancs métriques de grès, poudingue et grès arkosique à la base		FOO			
	SILURIEN	LUDLOW	Moncheret			Schistes silteux à barres et lentilles de grès		MCH			
			Longues Royes			Schistes un peu argileux parfois silteux à intercalations de siltites		LGR			
		LLANDOVERY	Groupe de Cripta			Schistes et schistes silteux		CRI			
	ORDOVICIEN	ASHGILL				Schistes et siltites avec intercalation de petits bancs de grès contenant un horizon de grès poudingiforme		GNC			
		CARADOC				Calcaire, calcaire gréseux, calcschiste et schiste silteux au sommet		FOS			
		LLANVIRN	LLANDEILO	Basse-aux-Canes			Schistes silteux et siltites gréseuses		BCN		
				Sart-Bernard			Schistes fins parfois silteux		SBN		

Tableau III.1 : Tableau lithostratigraphique de la planchette 53/1-2 Biesme – Mettet.

III.2.1.1. Le Paléozoïque

Le Paléozoïque regroupe des terrains d'âge ordovicien, silurien, dévonien et carbonifère.

Les terrains d'âge silurien et ordovicien constituent une première unité structurale puisqu'ils ont subi deux orogénèses. Ils affleurent uniquement au NW de la carte dans la Pointe de Puagne.

III.2.1.1.1 L'Ordovicien

L'Ordovicien comprend quatre formations constituées principalement de schistes.

La **Formation de Sart-Bernard (SBN)** est constituée de schistes noirs, parfois légèrement silteux et straticulés, souvent fins. La base de la formation n'apparaît pas dans la Pointe de Puagne, son épaisseur est donc inconnue.

La **Formation de la Basse-aux-Canes (BCN)** comprend des schistes silteux, des siltites souvent gréseuses, au feuilletage irrégulier, renfermant des micas blancs. Son épaisseur varie de 100 à 150 m sur la carte.

La **Formation de Fosses (FOS)** est formée de quelques bancs de schistes gréseux carbonatés, de calcaires nodulaires et bioclastiques. La partie supérieure de la formation contient des schistes silteux. Son épaisseur est d'environ 80 à 100m d'épaisseur dans la pointe de Puagne.

La **Formation de Génicot (GNC)** renferme des schistes noirs, des siltites straticulées et des bancs souvent assez minces de grès. Ces couches renferment un horizon de grès poudingiforme à galets de schiste. Son épaisseur est d'au moins 150 à 200 m.

III.2.1.1.2 Le Silurien

Les terrains siluriens sont difficiles à séparer des terrains ordoviciens en raison du caractère discontinu des affleurements. Les formations de la base du Silurien sont reprises sous le terme "Groupe de Criptia".

Groupe du Criptia (CRI) est formé pour l'essentiel des schistes et des schistes silteux souvent fort homogènes. Son épaisseur est inconnue.

Au-dessus du Groupe de Criptia on distingue généralement les **Formations de Longues Royes (LGR)** et de **Moncheret (MCH)**, deux formations qui n'affleurent pas sur la carte. Leur présence est déduite à partir de la carte 52/3-4 Gozée-Nalines : la Formation de Longues Royes renferme des schistes et des siltites, à intercalations silteuses micacées. A cette formation succèdent les schistes silteux à barres et lentilles de grès de la Formation de Moncheret. Ces couches n'occupent qu'une très petite surface de la carte et n'y présentent aucun affleurement. Ces terrains sont rattachés structurellement à la lèvre inférieure de la Faille du Midi.

III.2.1.1.3 Le Dévonien

III.2.1.1.3.1 Etage Lochkovien

La Formation de Fooz (FOO) comprend à sa base un horizon conglomératique (Poudingue d'Ombret), d'épaisseur variable (de quelques décimètres à plusieurs mètres), constitué de galets de quartz de petite taille, de grès et de tourmaline noire. A ce niveau grossier succèdent des grès arkosiques, souvent fort altérés, divisés en bancs décimétriques. Le reste de la Formation est constitué de siltites souvent fortement micacées, renfermant quelques barres métriques de grès à stratifications entrecroisées et des horizons de caries (nodules carbonatés évidés par l'altération). Son épaisseur est de 150 m.

III.2.1.1.3.2 Étage Praguien

La Formation du Bois d'Ausse (BAU) comprend des grès, divisés en gros bancs décimétriques à métriques, souvent lenticulaires et séparés par des intercalations de schiste ou de siltite. Certains bancs sont nettement quartzitiques, d'autres plus argileux et souvent plus fins. La formation se divise en trois membres distincts en fonction de la lithologie. A la base, le Membre des Bôlias est constitué de grès divisés en bancs lenticulaires. Le Membre du Tréko est plus argileux et formé de gros paquets de siltite et de grès argileux. Au sommet, le Membre des Masuis est constitué de grosses barres de grès et de quartzite de teinte claire à croûte d'altération blanchâtre. L'épaisseur de la formation atteint maximum 150 m.

La Formation d'Acoz (ACO) affleure très mal sur la carte. Sa base renferme des siltites qui dominent la première moitié de la formation et constitue le membre de la Bième. La seconde moitié, au caractère plus arénacé, renferme des barres de grès argileux et constitue le membre du ruisseau d'Hanzinne. L'épaisseur de la formation varie de 250 à 300 m.

III.2.1.1.3.3 Etage Emsien

La Formation de Wépion (WEP) renferme des barres de grès quartzitique divisés en gros bancs. Entre les barres de grès s'intercalent des masses de schiste et de siltite incorporant des bancs décimétriques de grès souvent plus fin. Le sommet de la Formation prend un caractère plus graveleux. Son épaisseur est de 250 m environ.

La Formation de Burnot (BUR) montre une alternance de barres de grès graveleux et de poudingue (à galets de quartzite, de siltite, de quartz et de tourmalinite) avec des masses de siltite et de schiste. Les barres grossières sont souvent lenticulaires. Au sommet se trouve le poudingue rouge de Burnot. La formation a une épaisseur qui varie autour de 200 m dans la vallée de la Biesme, et pourrait s'épaissir vers l'est.

III.2.1.1.3.4 Etage Eifelien

La Formation de Rivière (RIV) affleure très peu sur la carte. Elle est mieux connue à l'est et à l'ouest où sa composition ne varie guère. Sa base renferme une dizaine de mètres de siltite surmontées par un petit niveau de poudingue souvent ferrugineux à galets de quartz (Poudingue de Tailfer). Son sommet comporte les grès calcaires, les calcaires argileux et les

calcschistes du Membre de Claminforge dont l'épaisseur n'est pas connue avec précision sur la carte. L'épaisseur de la formation varie de 80 à 100 m.

III.2.1.1.3.5 Etage Givetien

La Formation de Nèvremont (NEV) est constituée de calcaires fins ou bioclastiques, stratifiés, contenant de minces intercalations de calcschistes. Dans la partie occidentale de la carte, la formation s'épaissit considérablement et se divise en plusieurs unités distinctes. Dans la partie méridionale de la carte, les calcaires givetien de la Formation de Nèvremont s'épaississent rapidement et s'individualisent en trois formations distinctes : les formations de **Trois Fontaines (TRF)**, des **Terres d'Haus (THR)**, et du **Mont d'Haus (MHR)**. Les deux premières formations n'ont pas été observées dans la région de Biesme-Mettet. Suite au relèvement vers l'ouest des axes des plis, la Formation du **Mont d'Haus** apparaît au cœur de l'anticlinal au sud de la Faille d'Hanzinne. Elle est constituée de gros bancs de calcaire sub-noduleux, alternant avec des calcaires plus argileux et plus stratifiés, voire des calcschistes. L'épaisseur de la Formation de Nèvremont est d'environ 200 m aux alentours de Gerpennes, valeur qui diminue vers l'est en direction de la Biesme (sans doute moins de 100 m). Son épaisseur est de 140 m au moins dans la vallée de l'Eau d'heure.

La Formation du Roux (ROU) et de Fromelennes (FRO). La Formation du Roux surmonte celle de Nèvremont. Elle débute par des schistes carbonatés auxquels succèdent des calcschistes, des calcaires fins et des dolomies fines, souvent finement straticulées. Le sommet de la formation contient des calcaires à stromatopores. Parallèlement à la feuille Gozée-Nalinnes, on observe du sud au nord, une transition douce de la Formation de Fromelennes vers celle du Roux. Dans les anticlinaux bordant la limite ouest de la carte, le caractère carbonaté de la sédimentation s'accroît vers le sud au détriment des faciès plus détritiques. Vers le nord, le développement des faciès calcaires est de plus en plus restreint au sommet de la formation. Le domaine compris entre Hanzinne et Gerpennes correspond à cet espace de transition et est noté FRO-ROU sur la carte géologique. L'épaisseur des terrains est de 43 m à Gerpennes (Fromelennes) et de 40 m à Biesme (Roux).

III.2.1.1.3.6 Etage Frasnien

La Formation de Nismes (NIS) est constituée de schistes fissiles (shales) parfois carbonatés. Elle comporte à son sommet quelques bancs de calcaire très bioclastique et noduleux. Son épaisseur ne dépasse pas 15 à 20 m.

La Formation du Pont de la Folle (FOL) affleure dans le cœur des anticlinaux les plus méridionaux près du village d'Hanzinne. Elle est divisée en deux membres. Le premier, le **Membre de la Fontaine Samart**, est constitué de calcaires massifs construits. Il correspond au niveau du Marbre de Saint-Anne de la Formation de Lustin. Le second, appelé **Membre des Machenées** comprend des calcaires argileux, des schistes noduleux riches en bioclastes et des schistes. L'épaisseur maximale de la formation est de 100 m. Le développement d'un second biostrome immédiatement au-dessus du Marbre de Saint-Anne puis d'un troisième, accompagné de l'amincissement du Membre des Machenées vers le nord, traduit

le passage progressif de la Formation du Pont de la Folle vers le Membre d'Hymiée de la Formation de Lustin.

La partie supérieure des calcaires frasniens du sud-ouest de la carte appartient à la **Formation de Philippeville (PHV)**, qui surmonte la Formation du Pont de la Folle. Ces couches sont constituées de plusieurs unités qui ont été mises en évidence sur la carte voisine, au sud du village de Gerpennes. La formation comporte une première unité formée d'une masse de calcaire construit (équivalent du marbre de Cousolre) surmontés de calcaires foncés en minces bancs (Membre de Reugnies) qui tendent à disparaître vers le nord, et enfin une série assez épaisse constituée de gros bancs métriques de calcaire à stromatopores. La Formation de Philippeville passe latéralement à la partie supérieure de la Formation de Lustin au nord de Gerpennes. Elle est surmontée des schistes et des schistes à nodules calcaires du Groupe Neuville-Famenne. Son épaisseur est de 100 m au moins.

La Formation de Lustin (LUS) se divise en deux sous-unités :

1. A la base de la formation, le Membre d'Hymiée, épais de 100 m, affleure entre Hanzinne et Gerpennes. C'est une formation essentiellement calcaire constituée de plusieurs horizons¹. On observe, de bas en haut :
 - une première barre construite de calcaire massif clair (Marbre de Saint-Anne). Cette barre est souvent totalement dolomitisée (R1) ;
 - une seconde barre construite de calcaire massif (R2) ;
 - des calcaires stratifiés ;
 - une barre construite massive de calcaire (R3) ;
 - un horizon de schistes et de schistes noduleux qui s'amenuise progressivement du sud au nord et disparaît au nord de Gerpennes.
2. Ensuite vient la Formation de Lustin proprement dite : ces calcaires affleurent depuis le nord du village de Gerpennes jusqu'à l'extrémité nord-est de la carte. Ils sont formés de l'alternance de calcaires massifs construits et de calcaires stratifiés. Ils font suite aux schistes de la formation de Nismes et débutent par quelques bancs de calcaire argileux foncé. Au-dessus de cette unité apparaissent des calcaires massifs gris, marbrés et construits formant la première barre récifale correspondant au Marbre Sainte Anne (R1). Son épaisseur diminue d'ouest en est pour atteindre une dizaine de mètres à Biesme. Ce premier édifice est surmonté d'une seconde masse récifale massive (R2) à laquelle succèdent des bancs plus minces de calcaire argileux subnoduleux (faciès lagunaire) puis deux masses

¹ Les barres de calcaires construits sont désignées successivement par R1, R2, R3, R4, etc. de la plus ancienne à la plus jeune.

construites (R3 et R4) séparées par un mince intercalaire schisteux. La masse construite supérieure correspondrait au niveau du biostrome de Cousolre. Le reste de la formation est constitué de calcaires mieux stratifiés en bancs submétriques, renfermant vers le haut des intercalations construites riches en stromatopores. La formation est épaisse de plus de 150 m entre Biesme et Gougnyes.

III.2.1.1.3.7 Étage Frasnien - Famennien

Les formations du Frasnien supérieur et de la base du Famennien affleurent très peu sur la carte. Elles ont été cartographiées en deux groupes : à l'ouest, le **Groupe des formations de Neuville et de la Famenne (NEFA)** et à l'est, le **Groupe des formations d'Aisemont et de la Famenne (AIFA)**. L'épaisseur des deux groupes varie de 60 à 100 m.

La Formation de Neuville (NEU) est constituée de schistes à nodules calcaires et affleure aux environs de Gerpinnes. Au coin nord-est de la planche, près de Lesve, affleure le calcaire **d'Aisemont (AIS)**. Cette formation est constituée d'une barre biostromale de calcaire à stromatopores, épaisse de quelques mètres. Entre ces deux affleurements se produit la transition entre la succession Neuville-Famenne qui est commune au Massif de Philippeville et à la région d'Hymée et la succession Aisemont-Famenne du bord nord du Synclinorium de Dinant (le long de la Meuse et du massif d'Ormont).

La Formation de la Famenne (FAM) qui les surmonte est constituée de shales à délit en fins feuilletés et minces paillettes.

III.2.1.1.3.8 Étage Famennien

La Formation d'Esneux (ESN) renferme des grès en petits bancs pluricentimétriques souvent micacés avec fines lamines et petites lentilles de grès plus grossier. Vers le nord-est en direction de Saint-Gérard, les affleurements ne permettent pas de faire la distinction entre la Formation d'Esneux qui se fond dans l'ensemble des grès du Famennien supérieur. L'épaisseur de la formation est d'une centaine de mètres au sud d'Hanzinelle, cette valeur diminue probablement vers le nord et l'est.

La Formation de Souverain-Pré (SVP) affleure très peu sur la carte, son existence est déduite de la carte voisine Bioul-Yvoir dans la vallée du Biert. Elle est constituée de grès et de siltites à nodules calcaires et de calcaire nodulaire bioclastique. Son épaisseur déduite doit varier de 0 à 25 m au plus.

La Formation de Ciney (CIN) comprend à sa base des gros bancs de grès que surmontent des séries plus finement divisées recelant des intercalations silteuses. Ce faciès en petits bancs est ensuite surmonté de gros bancs de grès, souvent carbonatés, contenant quelques couches à nodules calcaires. La partie supérieure prend un caractère plus argileux : des siltites et schistes brunâtres à gris foncé y alternent avec des bancs souvent minces de grès fins, souvent fort altérés et fortement micacés. Les derniers mètres de la formation de Ciney

contiennent des bancs de calcaire grossier souvent gréseux. Son épaisseur est d'au moins 250 m.

Dans la partie nord de la carte, il n'est plus possible de distinguer les Formations d'Esneux, de Souverain-Pré et de Ciney. Les séries gréso-silteuses du Famennien ont dès lors été regroupées dans un seul ensemble, le **Groupe du Condroz (CON)**. Les affleurements montrent des grès souvent micacés, parfois argileux, alternant avec des siltites, micacées et divisées en petits bancs. Ces couches sont souvent profondément altérées. L'épaisseur totale du groupe est de l'ordre de 250 m.

III.2.1.1.4 Le Carbonifère

III.2.1.1.4.1 Etage Hastarien

Les formations d'Hastière et de Pont d'Arcole forment le **Groupe d'Anseremme (ANS)** ; les deux formations n'étant pas assez épaisses pour être cartographiées séparément.

La sédimentation dinantienne commence par les dépôts de calcaire bioclastique entrecoupés d'épisodes finement détritiques de **la Formation d'Hastière (HAS)**. Cette première unité lithostratigraphique est divisée en trois sous-unités :

1. Membre α : calcaire bioclastique à intercalations schisteuses et calcschisteuses ;
2. Membre β : gros bancs de calcaire crinoïdique massif ;
3. Membre γ : alternance schisto-calcaire.

La formation atteint une épaisseur de 25 m environ dans la haute vallée de la Moli-gnée.

La Formation du Pont d'Arcole (PDA) renferme des schistes parfois un peu carbonatés, très fissibles et très fins vers le bas, devenant plus calcaireux et fossilifères dans la moitié supérieure (présence de quelques bancs de calcaire bioclastique et assez grossier) et comprend de rares passées gréseuses. C'est le niveau imperméable le plus continu du Dinantien. Il atteint près de 10 à 12 m dans la Haute Moli-gnée. Ils n'affleurent pas sur la carte Biesme – Mettet, mais ils ont été mis en évidence par des sondages géophysiques sur le flanc sud de l'anticlinal de Saint-Gérard, à 35 m au NW du captage de *Saint Laurent* (géré par l'A.I.E.M.). Les bancs prennent une orientation N 240 E. Sur le flanc nord du synclinal, ils passent à 30-40 m au nord du cimetière de Saint-Gérard. Leur épaisseur varie de 5 à 16 m, d'après les sondages électriques réalisés (LGIH-AIEM 981, 1998).

Les formations de Landelies et de Maurenne ont été cartographiées en un seul groupe : le **Groupe de la Station de Gendron (SGD)**.

La **Formation de Landelies (LAN)** comprend des calcaires souvent un peu argileux stratifiés en bancs décimétriques à submétriques, incorporant de minces intercalations calcschisteuses, surtout dans la première moitié de la formation. Le sommet est constitué de plus gros bancs de calcaire. Son épaisseur est de 25 m environ.

Les derniers apports détritiques du Dinantien, en se mêlant à la sédimentation carbonatée ont conduit à la constitution de la **Formation de Maurrene (MAU)**. Cette formation contient pour l'essentiel des calcschistes avec des passées de calcaire argileux, très coquillé dans la région de Denée et plus argileux vers l'ouest. Son épaisseur est de 20 m à Denée, sans doute moins vers le nord.

L'essentiel de la région couverte par la carte appartient encore à l'aire waulsortienne. Plusieurs édifices construits ont été cartographiés. Ce développement sédimentaire induit des unités lithologiques différentes suivant que l'on se trouve en présence, à proximité ou loin des lentilles récifales.

III.2.1.1.4.2 Etage Ivoirien

La **Formation de Bayard (BAY)** regroupe l'essentiel des calcaires riches en crinoïdes qui constituent soit la semelle des récifs waulsortiens soit des intercalations entre plusieurs lentilles construites, soit des faciès latéraux aux premières phases de l'édification des masses waulsortiennes. Dans les domaines non récifaux, la Formation de Bayard peut être divisée en deux unités :

- un membre inférieur formé de calcaire riche en bioclastes, assez argileux et s'apparentant au calcaire d'Yvoir (YVR) ;
- un membre supérieur, formé de gros bancs d'encrinite (PGR).

En présence de lentilles waulsortiennes, la formation est constituée de calcaire grenu, plus ou moins crinoïdique, divisé par de nombreux joints stylolithiques. Ces bancs de calcaire peuvent s'intercaler ou s'indenter entre plusieurs lentilles récifales waulsortiennes. Ces deux unités peuvent subir localement une profonde dolomitisation. Son épaisseur est variable en fonction du contexte sédimentaire. Elle passe de près de 10 m sous le récif de Maredret, à plus de 40 m dans la carrière de Denée.

La **Formation de Waulsort (WAU)** est formée de calcaires ou de dolomies construits, le plus souvent massifs, parfois grossièrement stratifiés formant des lentilles allongées intercalées dans les unités péri-récifales. Le waulsortien est environné et interpénétré de façon indissociable par les faciès périrécifaux du Bayard puis de Leffe. Son épaisseur est très variable puisque qu'elle passe de 0 à plus de 300 m.

Les calcaires stratifiés de teinte claire qui se trouvent en bordure des récifs waulsortiens appartiennent à la **Formation de Leffe (LEF)**. Son épaisseur, variable, est liée à la proximité

avec une lentille récifale : d'une trentaine de mètres à plus de 50 m dans les zones proximales.

III.2.1.1.4.3 Etage Molinacien

La **Formation de la Molignée (MOL)** comprend une alternance de calcaires en petits bancs et d'unités plus massives à calcaire fin alternant avec des calcschistes et des calcaires argileux. Au nord de la carte, les calcaires de la Molignée englobent des paquets nettement plus massifs et plus grenus souvent en grande partie dolomités. L'épaisseur est liée au développement des lentilles récifales waulsortiennes, de quelques mètres à plus de 150 m autour du village de Denée.

La **Formation de Neffe (NEF)** renferme des calcaires massifs gris clair, grenus et bioclastiques. Au sommet se trouve un conglomérat de galets de calcaire et à matrice argileuse, correspondant au Banc d'Or de Bachant. Son épaisseur est de 70 à 90 m.

III.2.1.1.4.4 Etage Livien

La **Formation de Lives (LIV)** est constituée de deux membres imbriqués. Le premier forme une série au caractère séquentiel composée de calcaire stratifié bien lité à joints schisteux. Le second consiste en une brèche calcaire qui prend un développement de plus en plus important vers le sommet de la formation. Elle englobe de gros paquets de calcaire stratifié. L'épaisseur de la formation est variable en fonction du développement de la brèche, probablement moins de 100 m.

III.2.1.1.4.5 Etage Warnantien

Le **Groupe du Hoyoux (HOY)** rassemble les calcaires stratifiés à caractère séquentiel du sommet du Dinantien. Leur épaisseur varie de quelques décimètres à quelques mètres tout au plus. Le Groupe du Hoyoux peut être divisé en trois formations :

- **La Formation de Thon-Samson (TSS)** débute par quelques séquences de calcaire auxquelles succèdent des plaquettes de calcaire riches en minces intercalations argileuses cinéritiques et en bancs rubanés (Plates Escailles) ;
- Cette formation est surmontée par les calcaires alguaires de **la Formation de Poilvache (PLV)** qui sont divisés en gros bancs dans la partie supérieure ;
- **La Formation d'Anhée (ANH)** renferme des calcaires foncés séquentiels bien stratifiés avec développement plus important des faciès bioclastiques et passage de lits d'argiles charbonneuses et de bentonite potassique.

Ces formations affleurent très peu, uniquement dans la partie nord-est de la carte. Elles ont une épaisseur totale de 100 à 130 m.

III.2.1.1.4.6 Etage Arnsbergien

A la bordure orientale de la carte, le cœur des synclinaux de Saint-Gérard et de Neffe contient des séries appartenant à la partie inférieure du **Groupe Houiller (HOU)**. Le groupe se compose de schistes et de siltites noirs renfermant quelques intercalations plus gréseuses plus claires et micacées. Les couches schisteuses sont assez siliceuses et les bandes plus straticulées se débitent en feuillets réguliers. Elles contiennent des éléments de faune marine et des végétaux probablement flottés. Ces terrains forment la terminaison occidentale du Bassin Houiller d'Anhée. Son épaisseur est inconnue, le sommet n'est pas atteint sur la carte. Des sondages géophysiques ont permis de préciser la profondeur du bedrock houiller : entre 1 et 22 m de profondeur dans le synclinal de Saint-Gérard (LGIH-AIEM 981, 1998).

III.2.1.2. Le Mésozoïque et le Cénozoïque

Les dépôts du Crétacé (Mésozoïque) et du Cénozoïque ont été en grande partie érodés mais ils en subsistent encore quelques lambeaux, soit sous forme de buttes témoins soit piégés dans les poches de dissolution (karst) affectant les calcaires dévoniens et dinantiens sous-jacents.

III.2.1.2.1 Étage Thanétien

Les sables de la **Formation d'Erquelines (ERQ)** occupent soit des dépressions karstiques creusées dans les calcaires du Dévonien et du Dinantien soit recouvrent les sédiments schisto-gréseux du Dévonien. Ce sont des sables souvent fins et argileux renfermant des bancs de grès siliceux hyalin dont l'épaisseur peut dépasser plusieurs mètres. La formation comprend également des argiles sombres riches en matière organique et ligniteuse. Son épaisseur est variable, à Biesme, elle est d'environ 10 m.

III.2.1.2.2 Étage Lutétien

La Formation de Bruxelles (BXL) apparaît sous forme de minces lambeaux de sable à l'extrême nord-ouest de la planchette. Ces sables sont le plus souvent assez grossiers, glauconieux et renferment des rognons de grès fistuleux. Leur épaisseur est faible, seule l'extrême base de la formation a été préservée de l'érosion.

III.2.1.2.3 Séries Oligocène et Miocène

Les sables et argiles de la **Formation de l'Entre-Sambre et Meuse (ESM)** appartiennent à plusieurs épisodes sédimentaires, de l'Eocène supérieur au Miocène. Il en reste quelques dépôts piégés dans des cavités karstiques affectant les calcaires du Dinantien. On distingue des sables d'origine marine et de comblement continental. Les premiers sont des sables des sables fins et kaolineux, les seconds des sables clairs renfermant des bandes de lignite, remaniant les sables marins sous-jacents. Dans ces sables s'intercalent des couches argileuses à argilo-sableuses, et d'épaisses accumulations argileuses à argilo-tourbeuse. Cer-

taines poches de sable ont plusieurs dizaines de mètres de profondeur. A Stave, un piézomètre a recoupé une poche de sable oligocène sur 30 mètres.

III.2.1.2.4 Le Quaternaire

Les fonds de vallées sont recouverts d'un tapis alluvionnaire constitué de graviers, de sables de limons et d'argiles (**alluvions modernes, AMO**). Les sédiments grossiers recouvrent les lits mineurs des principales rivières, tandis que les limons et les argiles s'étendent dans les plaines d'inondation et le long des petits affluents. Des couches tourbeuses apparaissent dans les plaines alluviales mal drainées.

Un manteau limoneux recouvre le plateau du Condroz. Il est formé des produits d'altération du socle et de dépôts éoliens (lœss), sédimentés lors des phases climatiques froides qui ont affecté nos régions au cours du Quaternaire. Le développement des profils de sol et leur structure sont décrits en détail dans les cartes pédologiques 1/20 000 Biesme et Mettet (BOURGUIGNON, 1959).

Des poches argileuses, appartenant à **la Formation d'Hanzinne (HZN)** sont présentes aux environs d'Hanzinne, dans le coin sud-ouest de la carte. Elles proviennent probablement de l'altération très profonde du substratum schisto-gréseux famennien. L'âge de ces terrains est imparfaitement connu.

III.2.2. Cadre structural

Le cadre tectonique régional est décrit avec précision dans le livret explicatif de la carte géologique (DELGAMBRE, B., PINGOT, J.-L., 2004); sont reprises ci-dessous uniquement les informations principales.

Les terrains de la région Biesme - Mettet sont situés dans la partie septentrionale du Synclinorium de Dinant. Les déformations qui les affectent (plis, failles) sont liées au charriage vers le nord du bloc plissé ardennais sur l'autochtone brabançon, par le jeu de la faille du Midi ou faille eifélienne. Les terrains couverts par la carte appartiennent au massif allochtone encore appelé "nappe du Condroz".

Le plissement des formations s'accompagne d'un éventail de structures tectoniques secondaires, comme les failles de chevauchement, parallèles aux structures plissées.

Au niveau des structures plicatives, il est possible de distinguer quatre ensembles à l'échelle de la carte (Figure III.2). Il s'agit :

1. **Des terrains ordoviciens-siluriens de la Pointe de Puagne**, déformés lors de l'orogénèse calédonienne puis une seconde fois lors du plissement varisque. L'apparition des terrains calédoniens entre Sart-Eustache et Devant-les-Bois est liée à leur remontée au cœur d'un anticlinal varisque : l'Anticlinal de Puagne. Ils forment la Pointe de Puagne qui a la forme d'un dressant tantôt normal, tantôt légèrement renversé. Ce dressant forme le flanc nord d'un anticlinal de premier ordre montrant en son cœur les schistes de Sart-Bernard. L'envoyage général de ces terrains est dirigé vers l'est-sud-est, comme celui des terrains varisques. Au bord sud de cet anticlinal, la direction générale des couches siluro-ordoviciennes est alignée sur celle des séries dévono-carbonifères. Les terrains calédoniens sont affectés d'une schistosité souvent fort intense. Les schistes sont également affectés de plis d'ordre inférieur ;
2. **Des terrains ordovico-siluriens de la bande de l'Entre-Sambre-et-Meuse**, rattachés structurellement au Massif d'Ormont. Ces terrains sont plissés, faillés et schistosés. Ils sont séparés de l'unité précédente par la Faille du Midi qui a transporté l'allochtone du Synclinorium de Dinant sur le parautochtone de Namur. Comme les précédents, ils ont subi les deux phases de plissement mais un enfouissement moindre par rapport à l'Anticlinal de Puagne. Ces terrains n'apparaissent que très localement dans l'extrémité nord-ouest de la carte, au nord de la Faille du Midi ;
3. **Des formations dévono-carbonifères** plissées et faillées lors de l'orogénèse varisque. Elles reposent en discordance sur les terrains calédoniens de la Pointe de Puagne. Cette unité structurale appartient à la zone externe nord ou rhénohercynienne de la chaîne varisque. Les formations dévono-carbonifères sont affectés de plis d'axe est-ouest et de failles dirigées de même direction, traduisant un

raccourcissement général de direction méridienne. Ces failles peuvent former des axes préférentiels d'écoulement. Les plis ont des plans axiaux subverticaux, le plus souvent inclinés vers le sud, parfois vers le nord. Les roches argileuses développent une schistosité dont la direction est parallèle au plan axial des plis varisques. Le cœur des plis est souvent affecté de plis secondaires. Des réseaux de diaclases se développent dans les roches les plus massives. L'ennoyage général vers l'est provoque, sur la bordure ouest de la carte, l'émergence des cœurs givetofrasniens dans les anticlinaux, et sur la bordure est, l'apparition de noyaux silésiens dans les synclinaux (bord ouest du Bassin Houiller d'Anhée) ;

4. Des lambeaux témoins de la **couverture tabulaire cénozoïque**. Ces couches reposent en discordance sur les trois autres unités. Cette couverture a été déformée suite aux mouvements liés à la dissolution du substratum calcaire et à leur affaissement dans des poches karstiques.

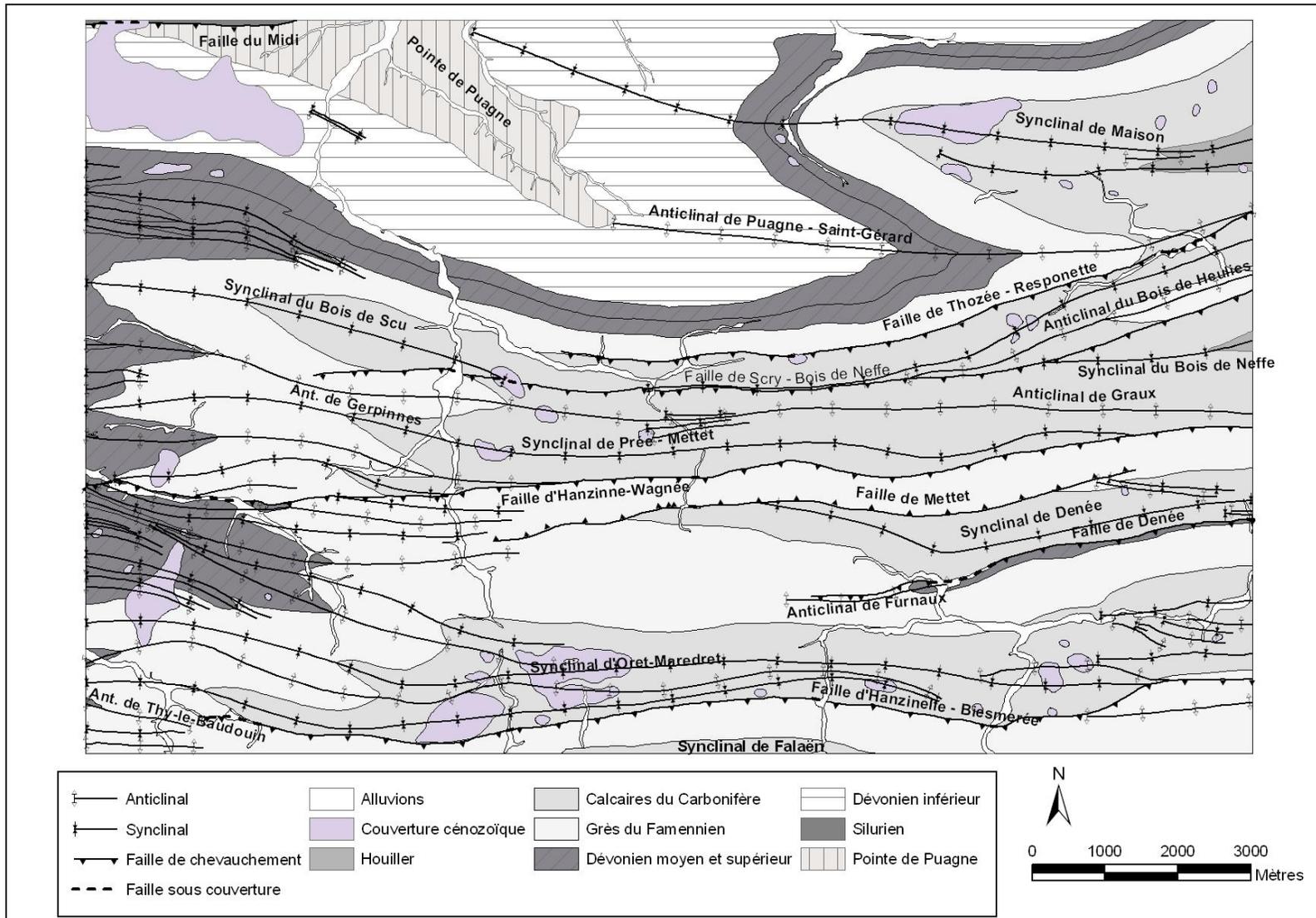


Figure III.2 : Carte structurale simplifiée de la planchette 53/1-2 Biesme - Mettet.

IV. CADRE HYDROGÉOLOGIQUE

IV.1. MASSES D'EAU SOUTERRAINE

Le texte qui suit est un résumé non exhaustif du chapitre "Masses d'eau souterraine" du document "ETAT DES NAPPES D'EAU SOUTERRAINE DE LA WALLONIE" du site <http://environnement.wallonie.be/> publié par la Direction de l'Etat environnemental et la Direction des eaux souterraines du ministère de la Région wallonne.

La Directive cadre sur l'Eau (Directive 2000/60/CE) a introduit le concept de **masse d'eau souterraine**, mieux adaptée à la gestion des eaux à l'intérieur des districts hydrographiques (bassins hydrographiques à large échelle). La définition en est la suivante :

"Une masse d'eau souterraine est un volume distinct d'eau souterraine à l'intérieur d'un ou de plusieurs aquifères".

L'article 5 de la Directive précise que les États membres de l'Union Européenne doivent effectuer une caractérisation initiale de toutes les masses d'eau souterraine pour évaluer leurs utilisations et la mesure dans laquelle elles risquent de ne pas répondre aux objectifs de qualité de chaque masse d'eau souterraine prévus à l'article 4. Afin de pouvoir répondre à cet impératif, des masses d'eau ont dû être définies.

En Région wallonne, les aquifères sont délimités suivant des critères purement hydrogéologiques, tandis que les masses d'eau souterraine, telles que définies dans la Directive, peuvent être délimitées tant suivant des critères hydrogéologiques que suivant des critères non hydrogéologiques. Les critères sont les suivants :

- **Critères hydrogéologiques** : étendue et caractéristiques des couches géologiques ; zone d'alimentation ; ligne de partage des écoulements souterrains ; liaison hydraulique entre les couches géologiques ; interaction avec les eaux de surface et les écosystèmes terrestres associés ; propriétés hydrochimiques, distinction entre les nappes libres et les nappes captives.
- **Critères non hydrogéologiques** : captage ou possibilité de captage ; impact des pressions, tant au niveau du captage que de la pollution, sur les masses d'eau, les écosystèmes terrestres et les dégâts aux couches ou aux biens non meubles à la surface de la terre (comme les affaissements) ; ligne de partage des eaux de surface ; limites administratives.

En Région wallonne, les travaux indispensables à cette délimitation des masses d'eau ont débuté en 2001 et ont abouti en 2003. Ils ont été menés par un comité d'experts réunissant les services universitaires spécialisés en hydrogéologie et la Direction des Eaux souterraines, en présence des représentants du projet PIRENE. 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.

La mise en application de l'article 5 de la Directive cadre sur l'Eau a abouti dans le cas de la Région wallonne à un découpage en 33 masses d'eau souterraine, dont 10 dans le district de l'Escaut, 21 dans celui de la Meuse et 2 dans celui du Rhin (Figure IV.1).

Parmi ces masses d'eau souterraine, 24 sont des aquifères transfrontaliers et nécessiteront une gestion commune avec les régions ou états membres voisins.

La carte de Biesme-Mettet est à cheval sur deux masses d'eau :

1. RWM012 : Calcaire du bassin de la Meuse bord Sud (partie nord de la carte) ;
2. RWM021 : Calcaire et grès du Condroz.

Masses d'eau souterraine

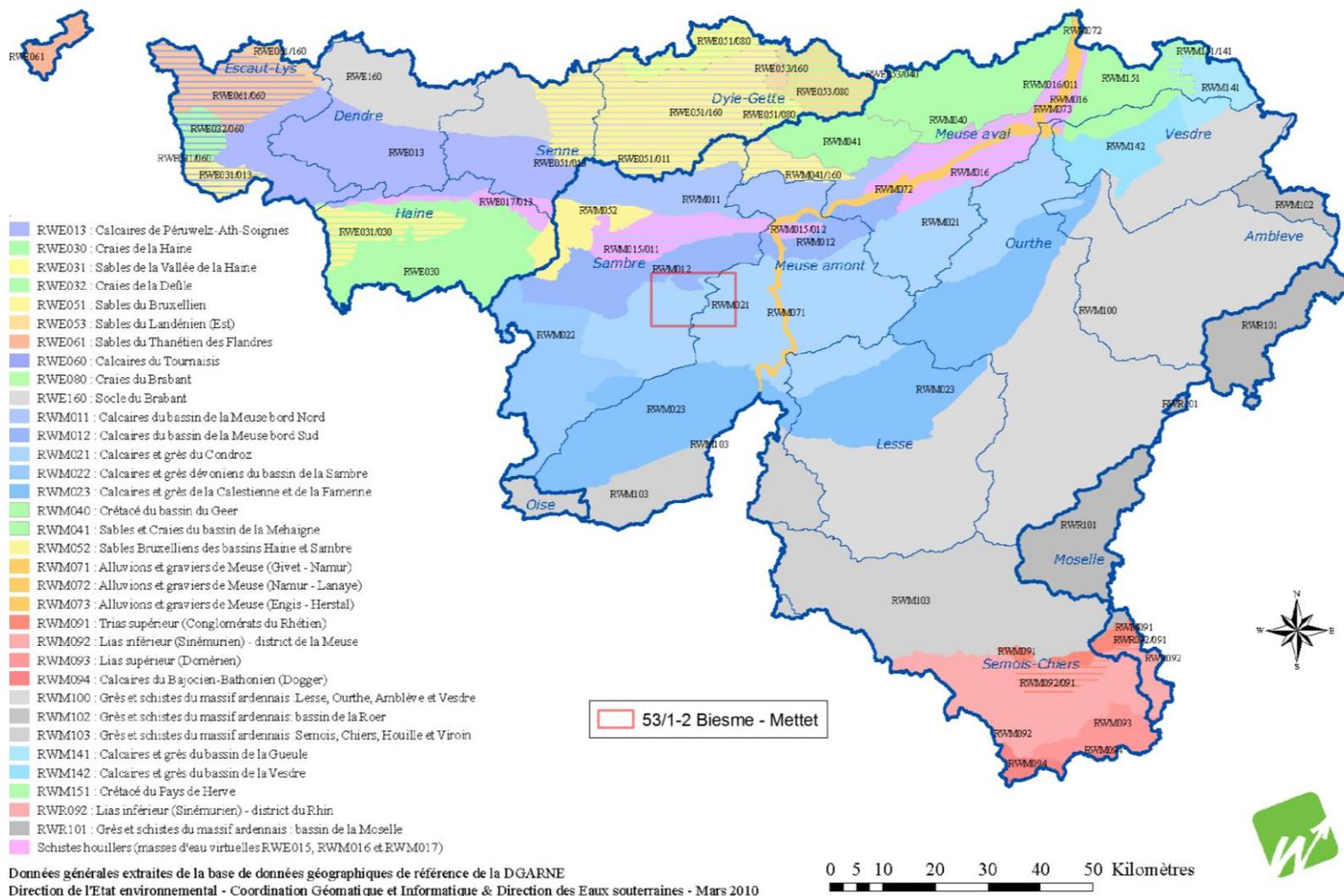


Figure IV.1 : Masses d'eau souterraines en Wallonie (Etat des nappes d'eau, mars 2010, <http://environnement.wallonie.be>).

IV.2. DESCRIPTION DES UNITÉS HYDROGÉOLOGIQUES

A l'échelle de la Wallonie, la carte de Biesme - Mettet se situe à cheval sur deux unités aquifères principales (Figure IV.1) constitués :

1. des Calcaires du Primaires ;
2. du Socle cambro-silurien et du Massif schisto-gréseux du Dévonien (Primaire).

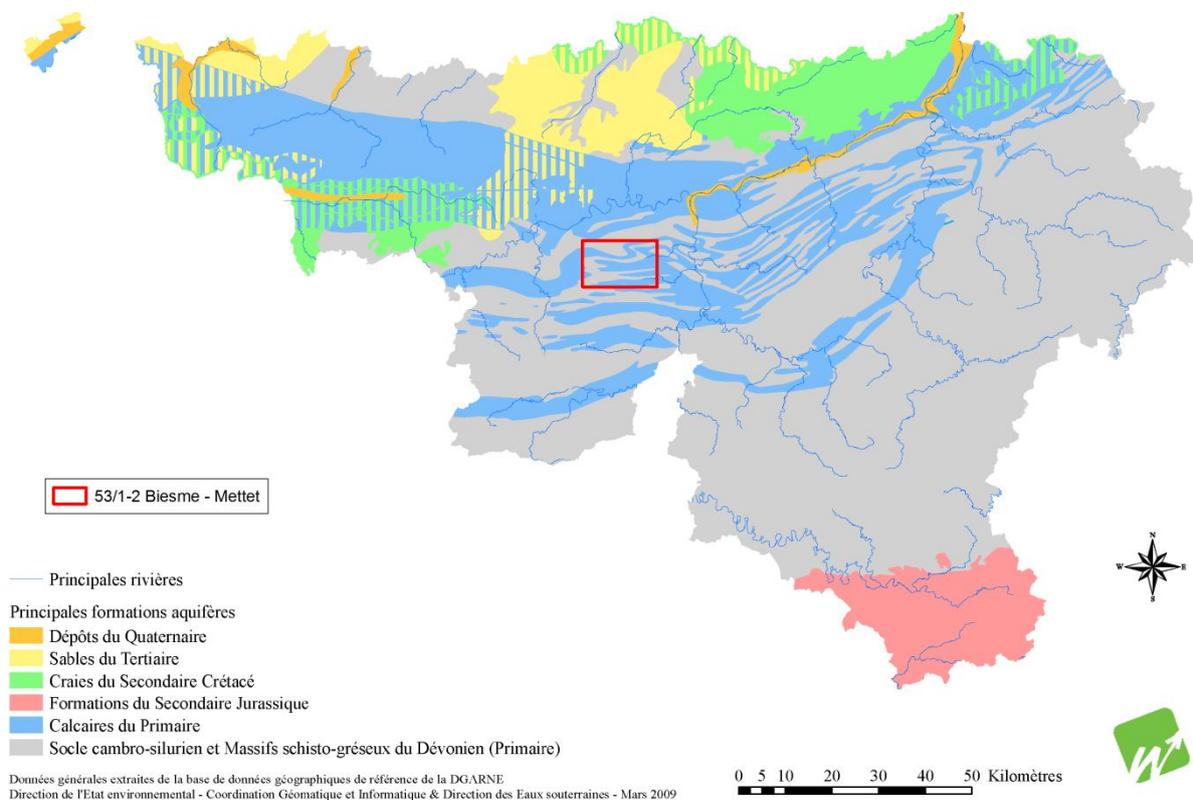


Figure IV.2 : Les principales formations aquifères de Wallonie et localisation de la planchette Biesme - Mettet (<http://environnement.wallonie.be>)

Les **Calcaires du Primaire** regroupent les calcaires du Carbonifère et du Dévonien du bord nord et sud du Synclinorium de Namur, du Synclinorium de Dinant et de la Nappe de la Vesdre (Figure III.1, p.11). Les calcaires carbonifères du Synclinorium de Namur s'étendent depuis la région de Lille jusque Namur, puis se prolonge vers Visé en suivant la Meuse. Ces calcaires renferment l'aquifère le plus important en Région wallonne, il se prolonge en Flandre et en France.

Les **Massifs schisto-gréseux du Dévonien** rassemblent les formations schisto-gréseuses de l'Ardenne, des synclinoria de Namur et de Dinant et de la Nappe de la Vesdre (Figure III.1, p.11). Ces formations sont principalement constituées de schistes, phyllades, grès, quartzophyllades et quartzites fissurés. Cet ensemble aquifère constitue la nappe principale en Ardenne mais est nettement moins étendu dans les synclinoria de Namur, de Dinant et dans la nappe de la Vesdre. (Figure IV.2). Bien qu'étendu, et en comparaison de la nappe des **Calcaires du Primaire**, il possède une faible capacité. La nappe est principalement contenue dans les zones superficielles, fissurées et altérées, et sont généralement captées par drains et par galeries. Cet aquifère reste malgré tout une ressource précieuse pour les régions isolées de l'Ardenne.

Le **Socle cambro-silurien** affleure en deux régions de l'Ardenne (Massifs de Rocroi et de Stavelot) ainsi qu'au nord dans le Massif du Brabant (**Figure III.1**, p.11). Les formations sont principalement constituées de schistes, phyllades, quartzophyllades et quartzites fissurés. C'est en général là où les roches ont subi une altération naturelle ancienne (on parle de paléo-altération) que l'aquifère est le plus productif et peut dès lors être exploité. C'est le cas dans les vallées de la Dyle et de la Senne dans le Brabant, et essentiellement dans les bassins amonts de l'Amblève et de la Vesdre en Ardenne. Dans ces dernières régions, on note également, dans le socle, des venues d'eau plus profondes, carbo-gazeuses, à l'origine des sources minérales (ex. Spa). Au nord de la Région wallonne, la nappe du Socle cambro-silurien du Brabant est captive et partiellement en continuité hydraulique avec les cailloutis de base du Landénien et du Crétacé. La zone d'alimentation de cette nappe est située dans le bassin supérieur de la Dendre et dans le Brabant méridional.

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

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

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

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

De manière générale, dans les roches meubles, c'est la granulométrie (**Tableau IV.1**) des particules constituant la roche qui va déterminer le caractère plus ou moins aquifère de cette dernière. La porosité efficace (la capacité pour une roche saturée de libérer un fluide par drainage gravitaire) et la perméabilité, est proportionnelle à la granulométrie des grains.

Type	Aquiclude	Aquitard	Aquifère
Granulométrie (Φ)	$\Phi < 4\mu\text{m}$	$4\mu\text{m} < \Phi < 1\text{mm}$	$\Phi > 1\text{mm}$
Porosité efficace	Faible	Moyenne	Elevée
Exemple	argile	silt, limon	gravier, sable

Tableau IV.1 : Classification du caractère perméable des formations suivant la granulométrie des roches meubles

Les roches cohérentes sont, en principe, imperméables. Néanmoins, la fissuration, l'altération ou la dissolution peuvent modifier leur perméabilité:

- La fracturation crée un réseau de fractures au sein duquel l'eau peut circuler.
- L'altération des roches induit des comportements différents selon leur lithologie. Trois comportements principaux se présentent :
 1. La roche est un carbonate : l'altération entraîne une dissolution de la roche et un agrandissement du réseau de fractures existant. La perméabilité est donc augmentée;
 2. La roche est un grès : l'altération donne du sable, ce dernier présente une plus grande porosité efficace et une bonne perméabilité;
 3. La roche est un shale/schiste : l'altération donne une argile qui colmate le réseau de fractures. La perméabilité est diminuée.

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

ERE	SYSTÈME	SERIE	ETAGE		Formation et Membre	Lithologie (description de la carte géologique de 2004)	Abréviation de la carte géologique de 2004	Unités hydrogéologiques			
			FACIES	SW					NE		
CENOZOÏQUE	QUATÉRNAIRE	HOLOCÈNE			Alluvions modernes des vallées	Graviers, sables, limons et argiles	AMO	Aquifère alluvial			
	?				Hanzinelle	Argiles sableuses et argiles probablement issues de la décomposition des grès et des schistes famenniens	HZN	Aquiclude des argiles de remplissage			
	NEOGENE	MIOCÈNE	AQUITANIEN		Entre-Sambre-et-Meuse	Sables, argiles et couches de lignite tourbeuse	ESM	Aquifère des sables de remplissage			
	PALEOGENE	OLIGOCÈNE									
		EOCÈNE	LUTETIEN			Bruxelles	Sables grossiers à rognons de grès	BXL	Aquifère des sables de l'Eocène		
	PALEOÈNE	THANETIEN			Erquelines	Sables fins et argileux à niveaux de grès et d'argile	ERQ	Aquifère des sables du Paléocène			
PALÉOZOÏQUE	CARBONIFÈRE	VISEEN	NAMURIEN	ARNSBERGIEN	Groupe Houiller	Schistes et siltites à intercalations gréseuses	HOU	Aquiclude à niveaux aquifères du Houiller			
			WARNTANIEN		Anhée	Calcaires	ANH	Aquifère des calcaires du Carbonifère			
					Poivache	Calcaires à stromatolithes	PLV				
					Thon-Samson	Calcaires à minces intercalations argileuses	TSS				
				LIVIEN	Lives	Brèche calcaire englobant de gros paquets de calcaires stratifiés Séquences de calcaire bioclastique, de calcaire fin et de calcaire stromatolitique	LIV				
			MOLINIACIEN		Neffe	Calcaires massifs bioclastiques avec au sommet un conglomérat à galets de calcaire et matrice argileuse	NEF				
					Molignée	Calcaires divisés en plaquettes argileuses et calcschisteuses alternant avec des calcaires plus massifs	MOL				
					Leffe	Calcaires et dolomies	LEF				
			TOURNAISIEN	IVORIEN		Waulsort	Lentilles de calcaires et dolomies construits	WAU			
						Bayard	Petit Granit Yvoir	BAY	PGR YVR		
						Maurrenne	Calcschistes alternant avec des calcaires argileux	MAU	Aquifère - aquitard - aquiclude de l'Hastarien		
				HASTARIEN		Landelles	Calcaires crinoïdiques à intercalations de calcschistes	LAN			
						Pont d'Arcole	Shales	PDA			
				Hastière	Calcaires à intercalations schisteuses Gros bancs de calcaires crinoïdiques Calcaires bioclastiques à intercalations schisteuses et calcschisteuses	HAS	ANS				
			DEVONNIEN	SUPERIEUR	FAMENNIEN		Ciney	Grès en gros et petits bancs à intercalations siltiteuses	CIN	Aquifère des grès du Famennien	
		Souverain-Pré				Grès et siltites à nodules calcaires et calcaires noduleux bioclastiques	SVP	Aquitard du Famennien			
		Esneux				Siltites et grès en petits bancs	ESN				
		Famenne				Famenne	Shales en fins feuilletts	FAM	Aquiclude du Famennien		
		Neuville				Aisemont	Schistes à nodules calcaires Schistes et schistes noduleux avec barre de calcaire à stromatopores au sommet	NEU		FAM AIS FA	
	FRASNIEN				Philippeville	Lustin	Gros bancs de calcaires à stromatopores Calcaires en bancs minces Masse de calcaire construit	PHV	LUS	Aquifère des calcaires du Frasnien	
					Pont de la Folle	Hymée	Calcaires argileux, schistes noduleux, schistes Calcaires massifs construits	FOL	HYM	Aquifère des calcaires du Frasnien Aquifère des calcaires du Frasnien	
					Nismes		Schistes parfois carbonatés		NIS	Aquiclude du Frasnien	
		GIVETIEN				Fromelennes	Roux	Calcaires	FRO	ROU	Aquifère des calcaires du Givetien Aquifère des calcaires du Givetien
						Mont d'Hairs	Nèvreumont	Calcaires en gros bancs alternant avec des calcaires argileux et calcschistes	MHR	NEV	Aquifère des calcaires du Givetien
	INFÉRIEUR	EIFELIEN					Rivière	Siltites surmontées d'un petit niveau de poudingue puis grès calcaires, calcaires argileux et calcschistes au sommet	RIV	Aquitard de l'Eifelien	
					EMSIEN		Burnot	Alternance de barres de grès graveleux souvent lenticulaires avec des masses de siltites et de schistes, poudingue au sommet	BUR	Aquitard à niveaux aquifères du Dévonien inférieur	
						Wépion	Grès et quartzites en gros bancs avec de minces intercalations de schistes et de siltites	WEP	Aquifère à niveaux aquicludes du Dévonien inférieur		
		PRAGUIEN				Acoz	Barres de grès argileux Siltites	ACO	Aquitard à niveaux aquifères du Dévonien inférieur		
						Bois d'Ausse	Grosses barres de grès et de quartzites Gros bancs de siltites et de grès argileux Grès lenticulaires à intercalations de schistes	BAU	Aquifère à niveaux aquicludes du Dévonien inférieur		
					Foos	Siltites renfermant quelques bancs métriques de grès, poudingue et grès arkosique à la base	FOO	Aquitard à niveaux aquifères du Dévonien inférieur			
		SILURIEN		LUDLOW			Moncheret	Schistes siltiteux à barres et lentilles de grès	MCH	Aquiclude du socle cambro-silurien	
						Longues Royes	Schistes un peu argileux parfois siltiteux à intercalations de siltites	LGR			
				LLANDOVERY		Groupe de Cripta	Schistes et schistes siltiteux	CRI			
		ORDOVICIEN					Génicot	Schistes et siltites avec intercalation de petits bancs de grès contenant un horizon de grès poudingiforme	GNC	Aquifère du socle cambro-silurien	
						Fosses	Calcaire, calcaire gréseux, calcschiste et schiste siltiteux au sommet	FOS			
						LLANDEILO	Basse-aux-Canes	Schistes siltiteux et siltites gréseuses	BCN	Aquiclude du socle cambro-silurien	
						LLANVRN	Sart-Bernard	Schistes fins parfois siltiteux	SBN		

Tableau IV.2 : Tableau de correspondance géologie – hydrogéologie de la carte 53/1-2 Biesme - Mettet.

IV.2.1. Le Paléozoïque

IV.2.1.1. Les nappes schisto-gréseuses du Socle ordovico-silurien

Les shales, grès, quartzites et siltites du socle ordovico-silurien et du Dévonien inférieur sont très peu perméables en petit. Les grès, bien que généralement plus perméables que les shales, ont une perméabilité qui reste assez faible (par rapport à celle d'un calcaire karstifié par exemple) et ne constituent que des aquifères médiocres, voire des aquitards. Ces parties plus grossières présentent néanmoins une porosité de fissures et d'altération qui peuvent augmenter localement le potentiel aquifère des formations gréseuses. Deux types de nappes peuvent donc se former dans ces terrains : les nappes de manteau d'altération qui se logent dans les sommets topographiques altérés et les nappes de fissures contenues dans le bedrock fracturé.

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

Dans les schistes, les fractures sont généralement colmatées par un remplissage argileux, imperméable.

IV.2.1.1.1 L'Aquiclude du socle cambro-silurien

Les formations du socle d'âge ordovico-silurien (excepté la Formation de Fosses) forment un ensemble cohérent caractérisé par une lithologie de nature schisteuse et imperméable. Cette unité regroupe les formations de Sart-Bernard, de la Basse-aux-Canes, de Génicot, du Groupe de Criptia, des Longues Royes et de Moncheret (Figure IV.3).

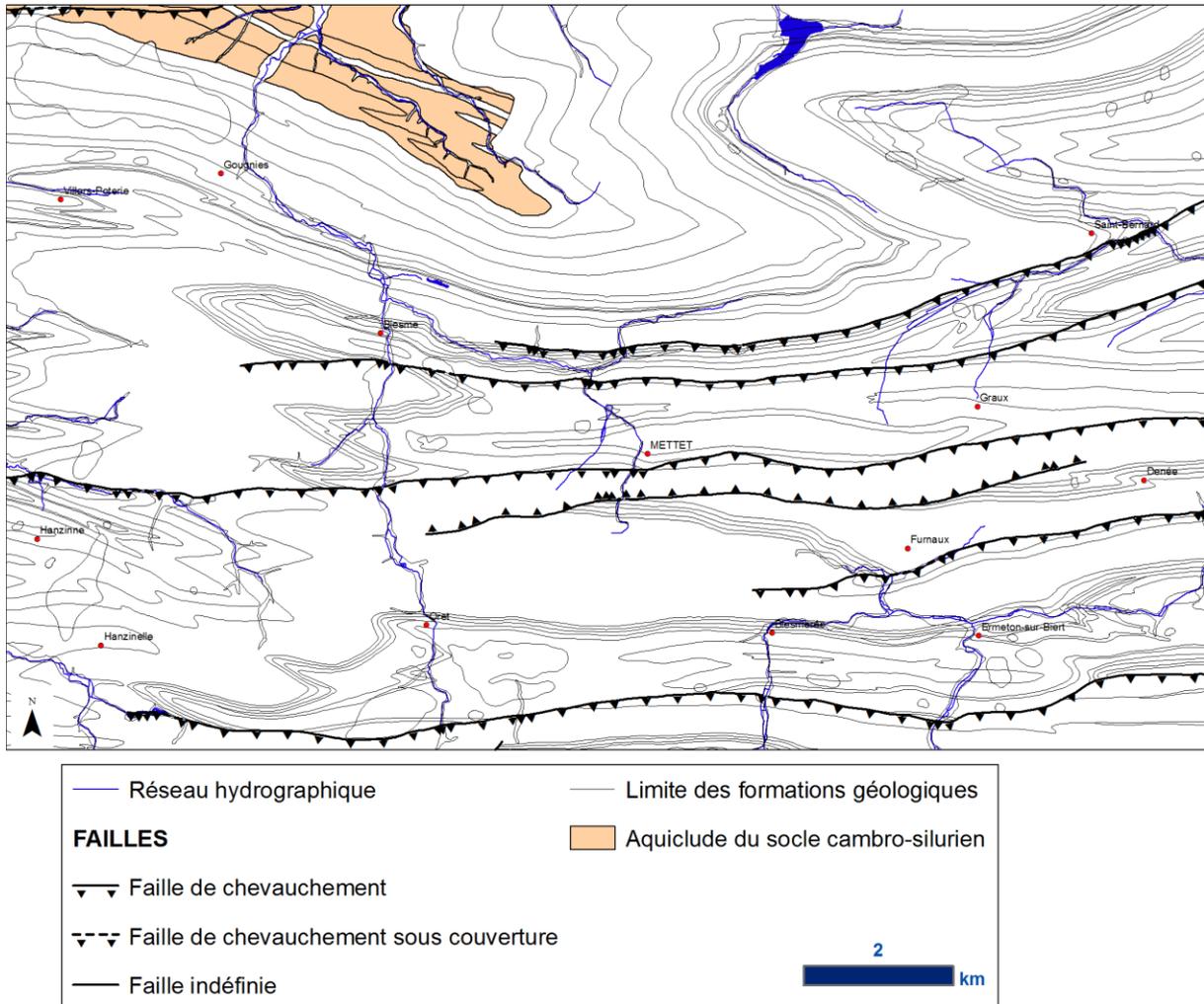


Figure IV.3 : Localisation de l'Aquiclude du socle cambro-silurien.

IV.2.1.1.2 L'Aquifère du socle cambro-silurien

L'Aquifère du socle cambro-silurien est composé de la Formation de Fosses (Figure IV.4). Les terrains carbonatés de cette formation sont théoriquement plus perméables que les terrains qui l'entourent : la fracturation intense liée aux phases de plissement, l'altération et la dissolution des roches calcaires ont contribué à en améliorer la perméabilité. L'épaisseur de la formation est toutefois trop limitée pour offrir des volumes intéressants. Au sommet de la formation les niveaux schisteux peuvent s'altérer en argiles et diminuer ainsi sa perméabilité.

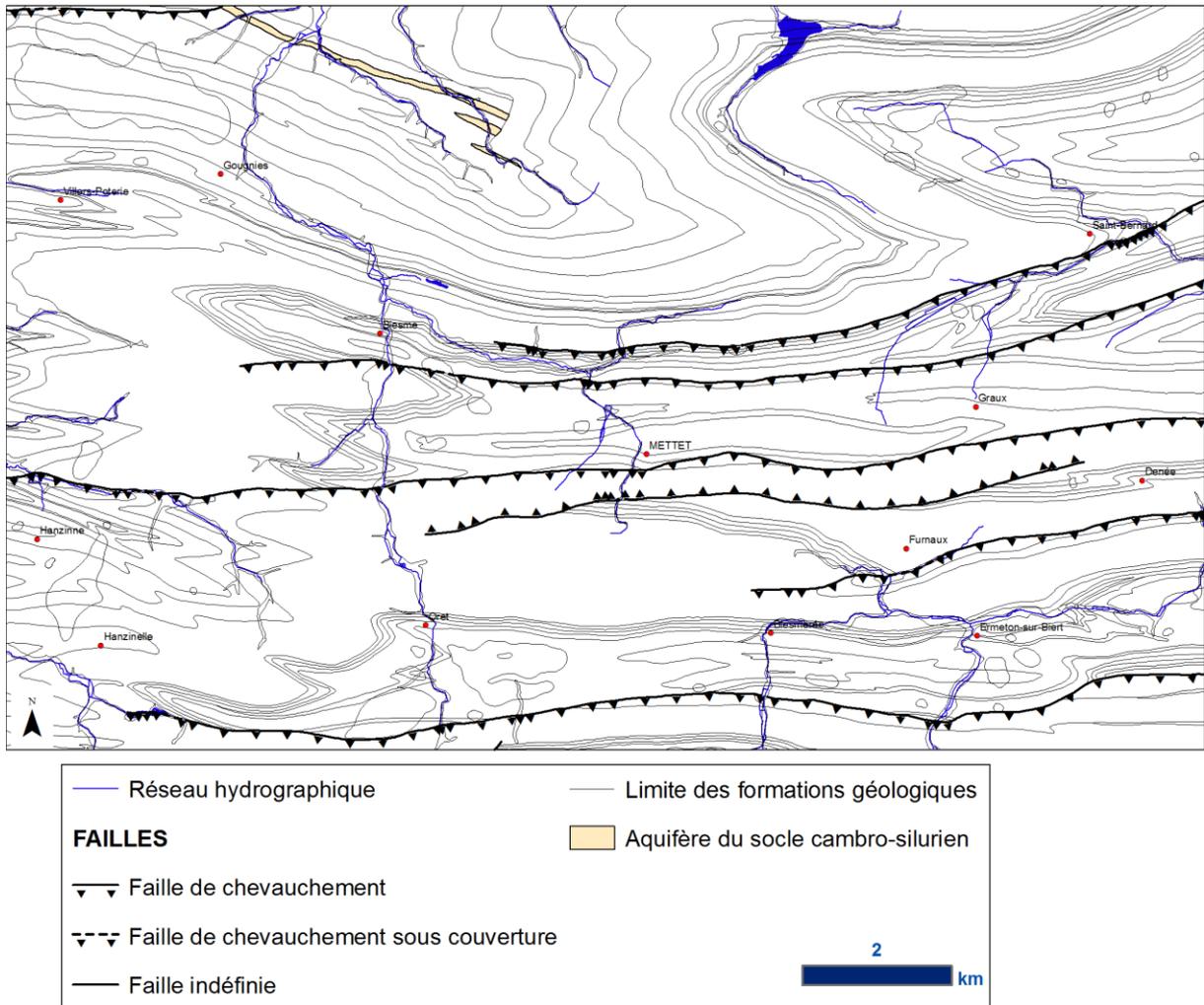


Figure IV.4 : Localisation de l'Aquifère du socle cambro-silurien.

IV.2.1.1. Les nappes du Dévonien inférieur

Les formations du Dévonien inférieur du nord de la carte n'ont pas de fortes capacités d'emmagasinement. Les zones d'altération et de fracturation sont susceptibles d'offrir des volumes plus intéressants. En fonction de la proportion de bancs de grès par rapport aux bancs de siltites et de schistes, on distingue :

IV.2.1.1.1 L'Aquitard à niveaux aquifères du Dévonien inférieur

Cette unité reprend les formations du Dévonien inférieur dont la lithologie est dominée par la présence de siltites, de grès fins et de poudingues. Il s'agit des formations de Fooz, d'Acoz et de Burnot (Figure IV.5). Les masses de siltites expliquent la qualification d'aquitard, tandis que les niveaux gréseux constituent des niveaux aquifères. Le niveau de fissuration et d'altération, pouvant varier localement, influence la qualité de cet aquitard.

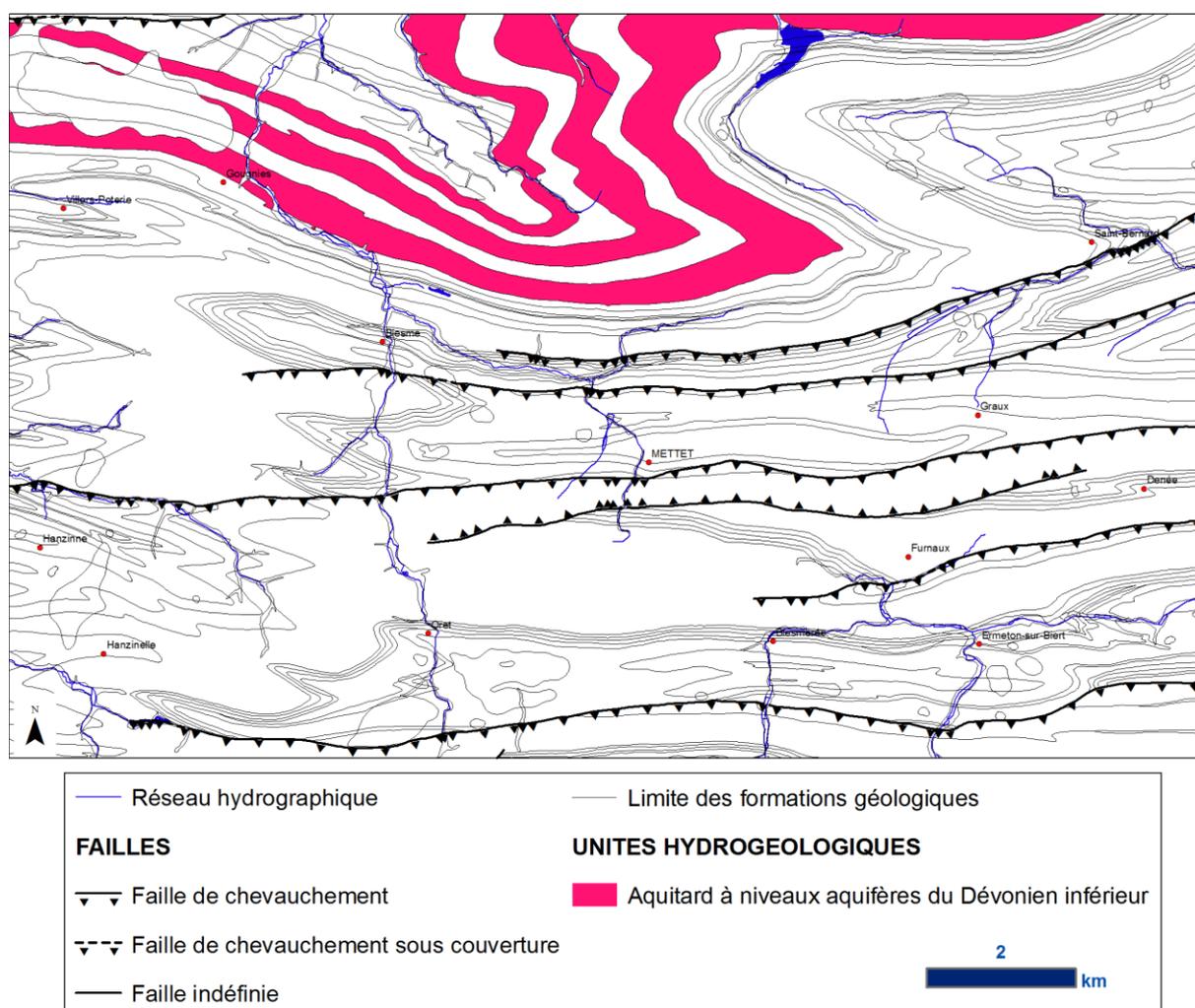


Figure IV.5 : Localisation de l'Aquitard à niveaux aquifères du Dévonien inférieur.

IV.2.1.1.2 L'Aquifère à niveaux aquicludes du Dévonien inférieur

Les formations du Bois d'Ausse et de Wépion (Figure IV.6) se démarquent des formations qui les encadrent par la proportion des masses gréseuses beaucoup plus importante que les schistes. La fissuration importante de ces roches, suite au plissement varisque, a également contribué à en améliorer la capacité. Elles ont donc été regroupées dans la même unité aquifère. Les niveaux aquicludes correspondent aux niveaux schisteux intercalés entre les masses gréseuses. Le sommet altéré en sable contribue à filtrer les eaux qui percolent depuis la surface. L'A.I.E.M. exploite encore un puits foré à 140 m de profondeur près du village de Devant-les-Bois.

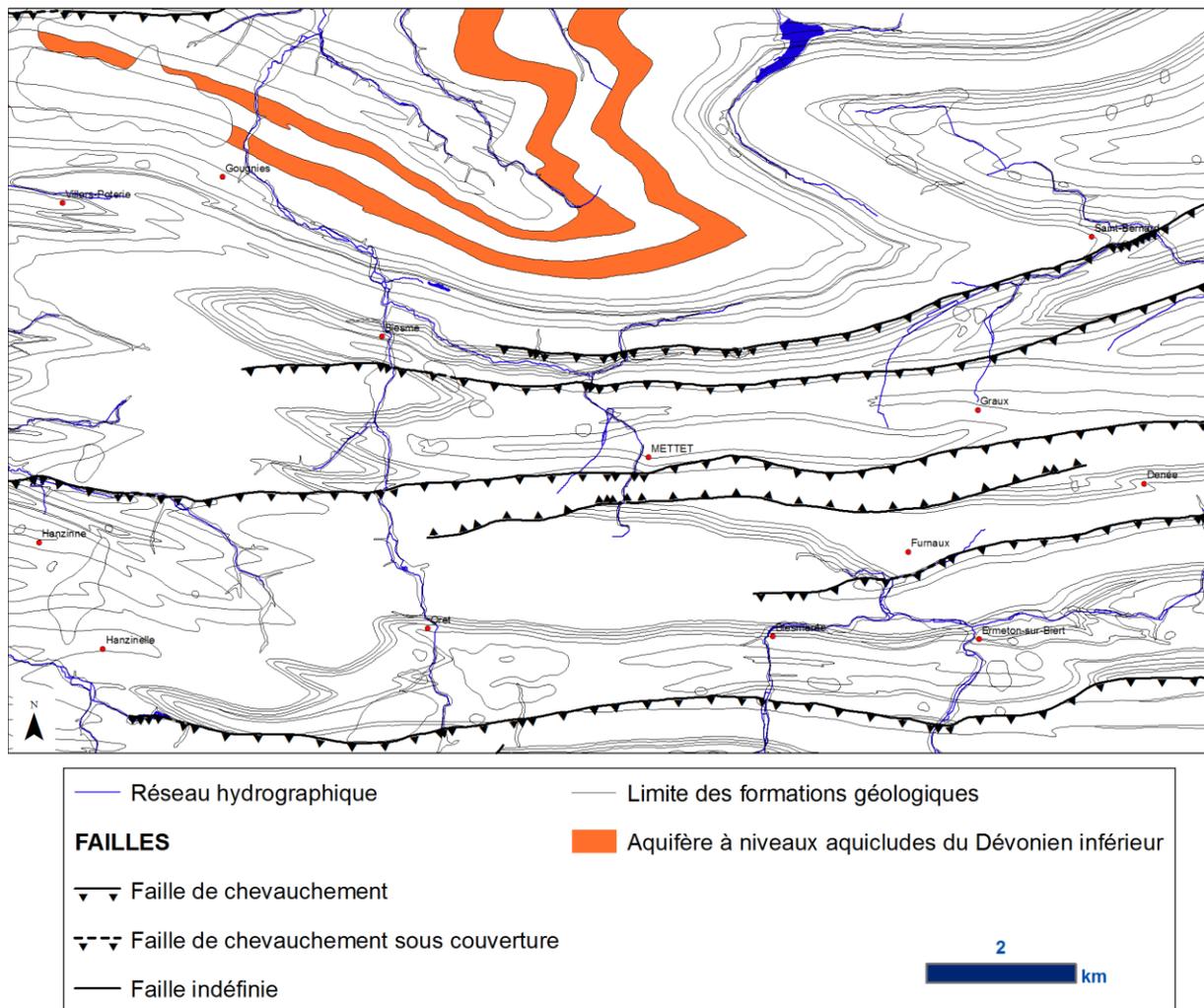


Figure IV.6 : Localisation de l'Aquifère à niveaux aquicludes du Dévonien inférieur.

IV.2.1.2. Les nappes du Dévonien moyen

Les nappes principales du Dévonien moyen sont logées dans des calcaires localement karstifié. Sur la carte, ces terrains forment une mince bande longeant au sud les terrains du Dévonien inférieur.

IV.2.1.2.1 L'Aquitard de l'Eifelien

L'Aquitard de l'Eifelien (Figure IV.7) est constitué de calcaire gréseux et de calcaire argileux. La lithologie plus grossière de l'aquitard eifelien le différencie des aquicludes et des aquitards du Paléozoïque inférieur. La fraction argileuse assez importante de cette formation est susceptible, par altération, de venir colmater les vides de la roche (pores et fissures), diminuant ainsi sa perméabilité. Il se distingue donc des couches de calcaire franc beaucoup plus perméables le surplombant.

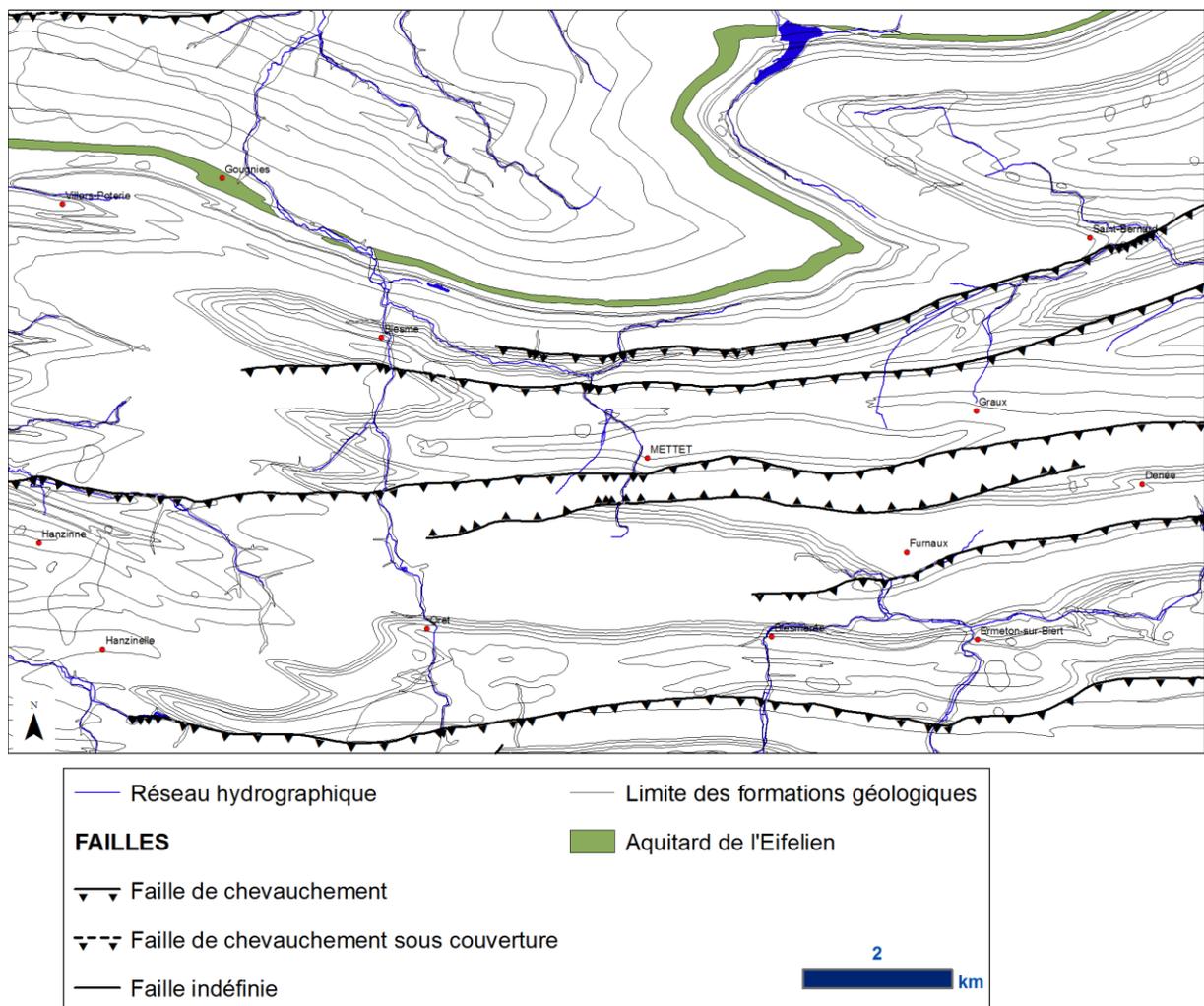


Figure IV.7 : Localisation de l'Aquitard de l'Eifelien.

IV.2.1.2.2 L'Aquifère des calcaires du Givetien

L'Aquifère des calcaires du Givetien (Figure IV.8) est constitué des formations de Nèvre-mont, de Fromelennes, du Mont d'Hours et du Roux qui sont constituées de calcaires stratifiés en bancs décimétriques à métriques avec parfois des passées de nature plus argileuse. La stratification et la fracturation de ces calcaires, localement accompagnées par une karstification plus ou moins poussée, permettent de considérer cette unité comme très perméable.

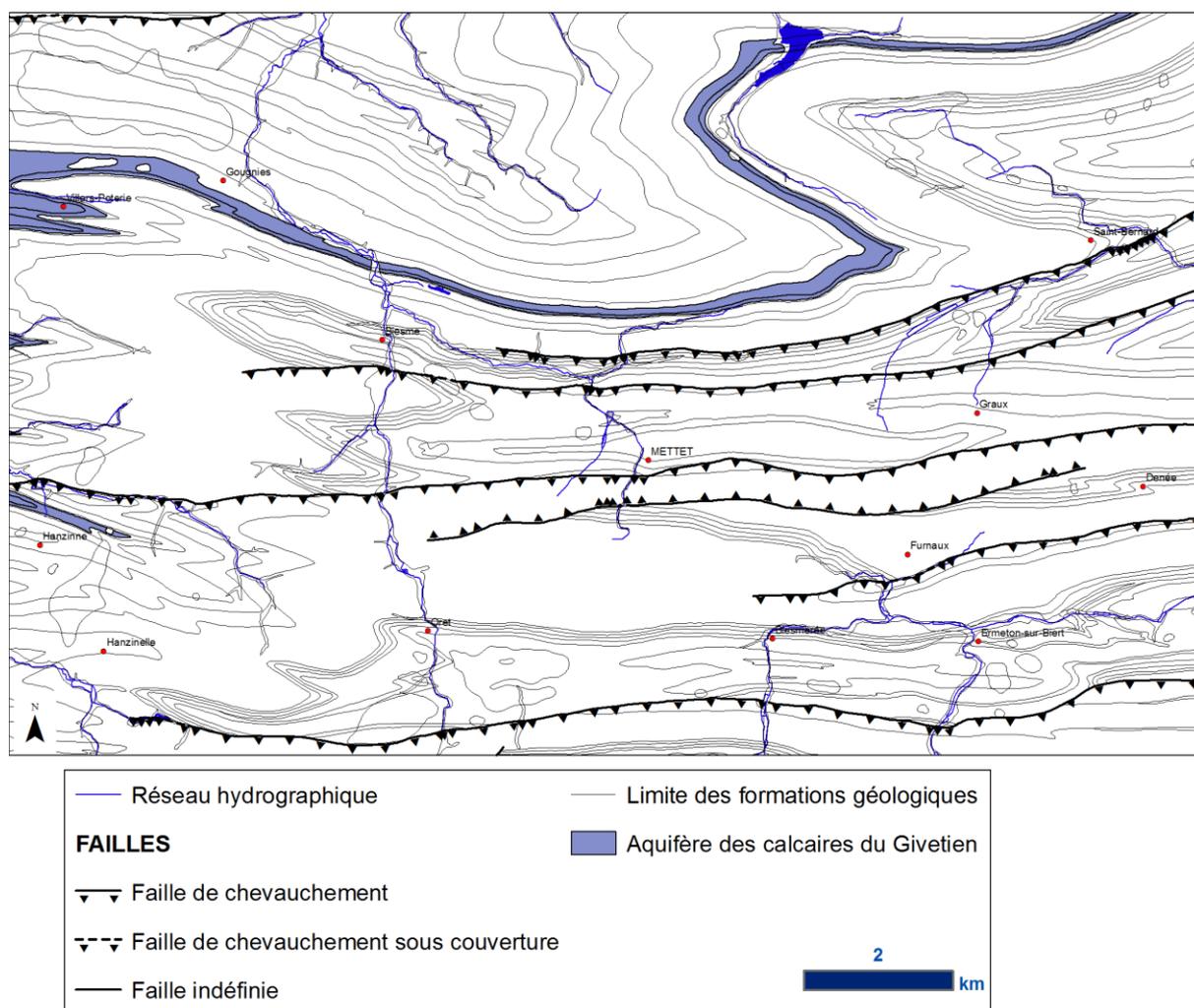


Figure IV.8 : Localisation de l'Aquifère des calcaires du Givetien.

IV.2.1.2.3 L'Aquiclude du Frasnien

L'Aquiclude du Frasnien (Figure IV.9) est composé de la Formation de Nismes, schisteuse et carbonatée, coincée entre les formations plus perméables du Givetien et du Frasnien. La nature schisteuse de la roche confère un caractère imperméable à la formation. Elle forme une mince bande jouant le rôle de seuil hydrogéologique entre les calcaires.

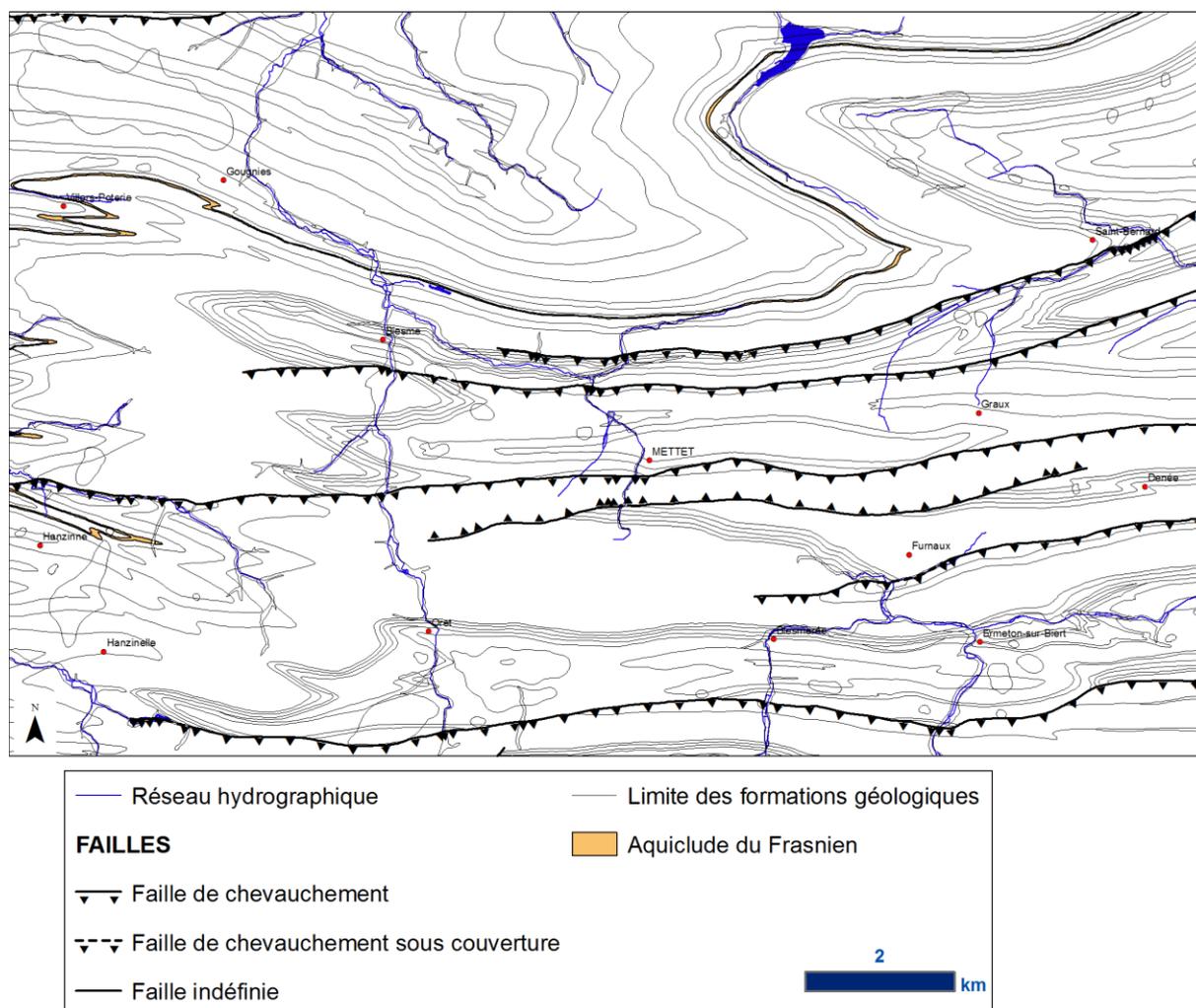


Figure IV.9 : Localisation de l'Aquiclude du Frasnien.

IV.2.1.2.4 L'Aquifère des calcaires du Frasnien

L'Aquifère des calcaires du Frasnien (Figure IV.10) est composé principalement de calcaires, massif ou stratifié et parfois karstifiés, intercalés de niveaux schisteux (formations de Philippeville, du Pont de la Folle et de Lustin). La présence de ces niveaux peut néanmoins faire varier localement la perméabilité de cette unité.

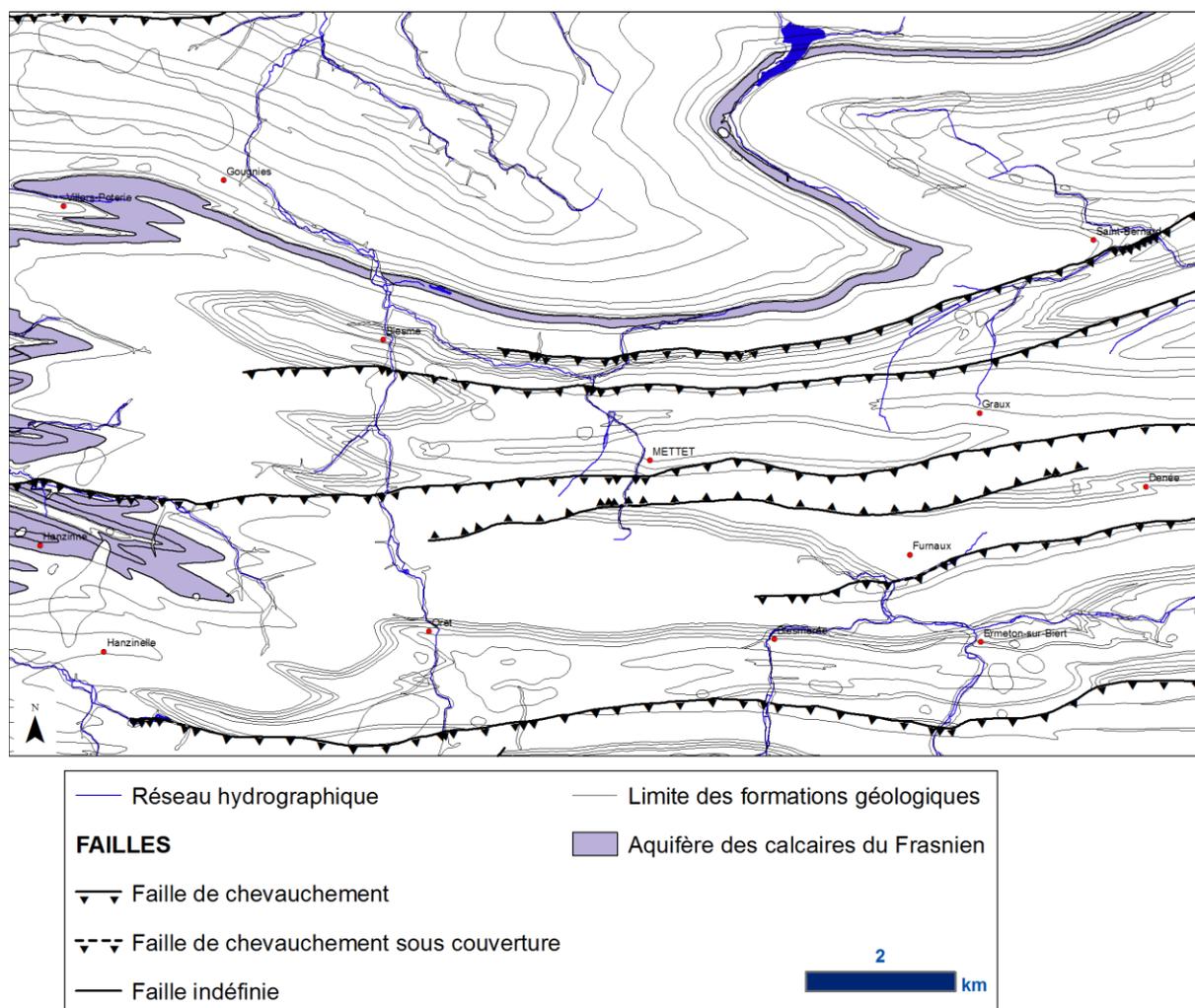


Figure IV.10 : Localisation de l'Aquifère des calcaires du Frasnien.

IV.2.1.3. Les nappes du Dévonien supérieur

IV.2.1.3.1 L'Aquiclude du Famennien – Frasnien

L'Aquiclude du Famennien-Frasnien (Figure IV.11) reprend les formations du Frasnien supérieur et du Famennien inférieur au comportement hydrogéologique semblable. Il s'agit des formations de Neuville, d'Aisemont et de la Famenne. La nature schisteuse de la roche confère un caractère plus ou moins imperméable aux formations.

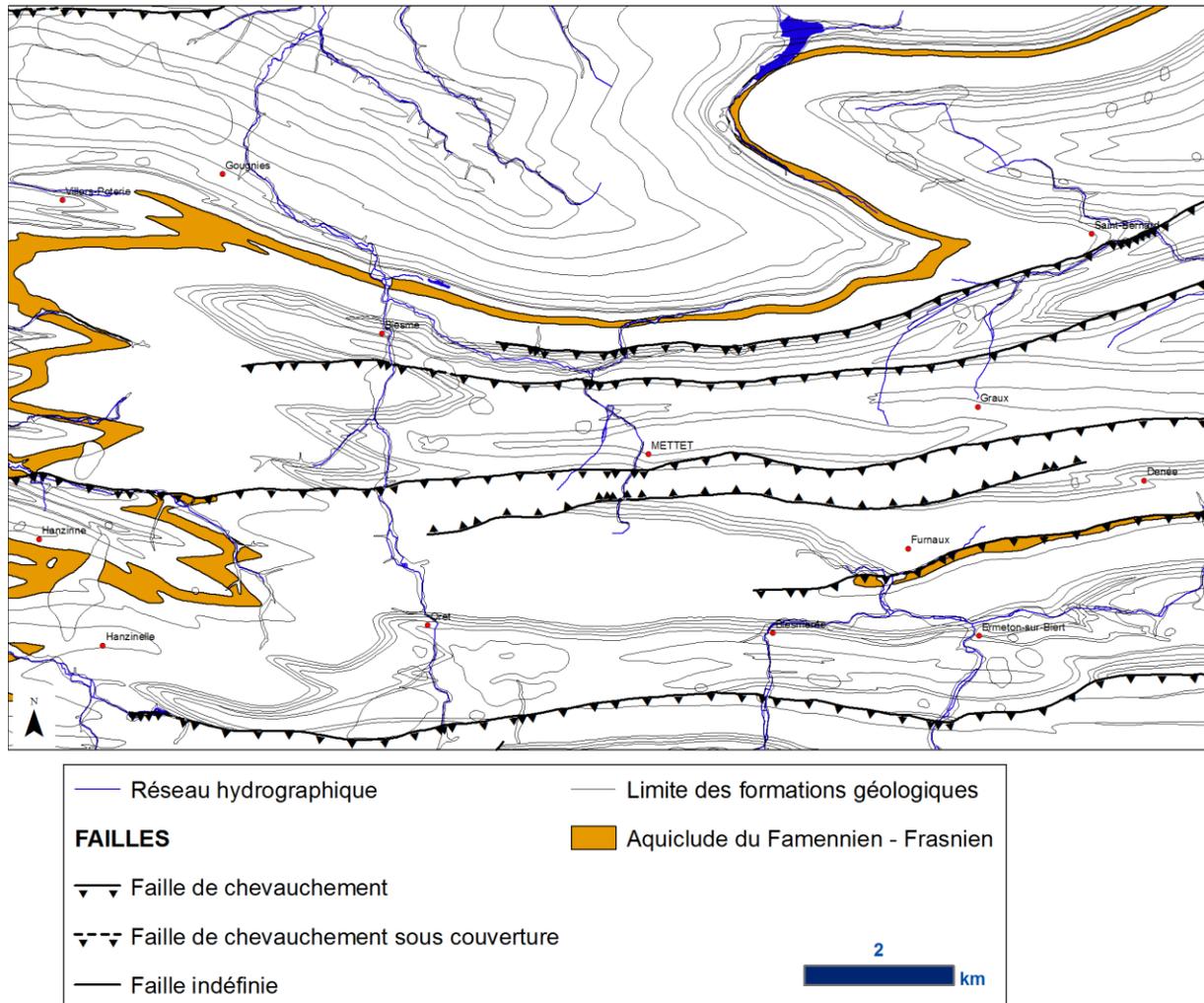


Figure IV.11 : Localisation de l'Aquiclude du Famennien-Frasnien.

IV.2.1.3.2 L'Aquifères des grès du Famennien

L'Aquifère des grès du Famennien (Figure IV.12) est composé, au sud de la carte, des grès de la Formation de Ciney, et au nord de la carte, du Groupe du Condroz, rassemblant les formations gréseuse à silto-gréseuse d'Esneux, de Souverain-Pré et de Ciney.

S'ils sont suffisamment altérés ou fissurés, les grès famenniens peuvent contenir un aquifère. La perméabilité de ces terrains est de deux types : une perméabilité de pores, développée dans la frange altérée et une perméabilité de fissures correspondant aux réseaux de fracturation en profondeur. La nature sableuse de l'altération superficielle confère à ces aquifères une bonne capacité de filtration garantissant une eau de qualité. La base du Famennien forme, avec le sommet du Frasnien, un horizon peu perméable au contact duquel la nappe des grès famenniens se déverse de manière diffuse ou via des sources temporaires ou pérennes vers les calcaires du Frasnien.

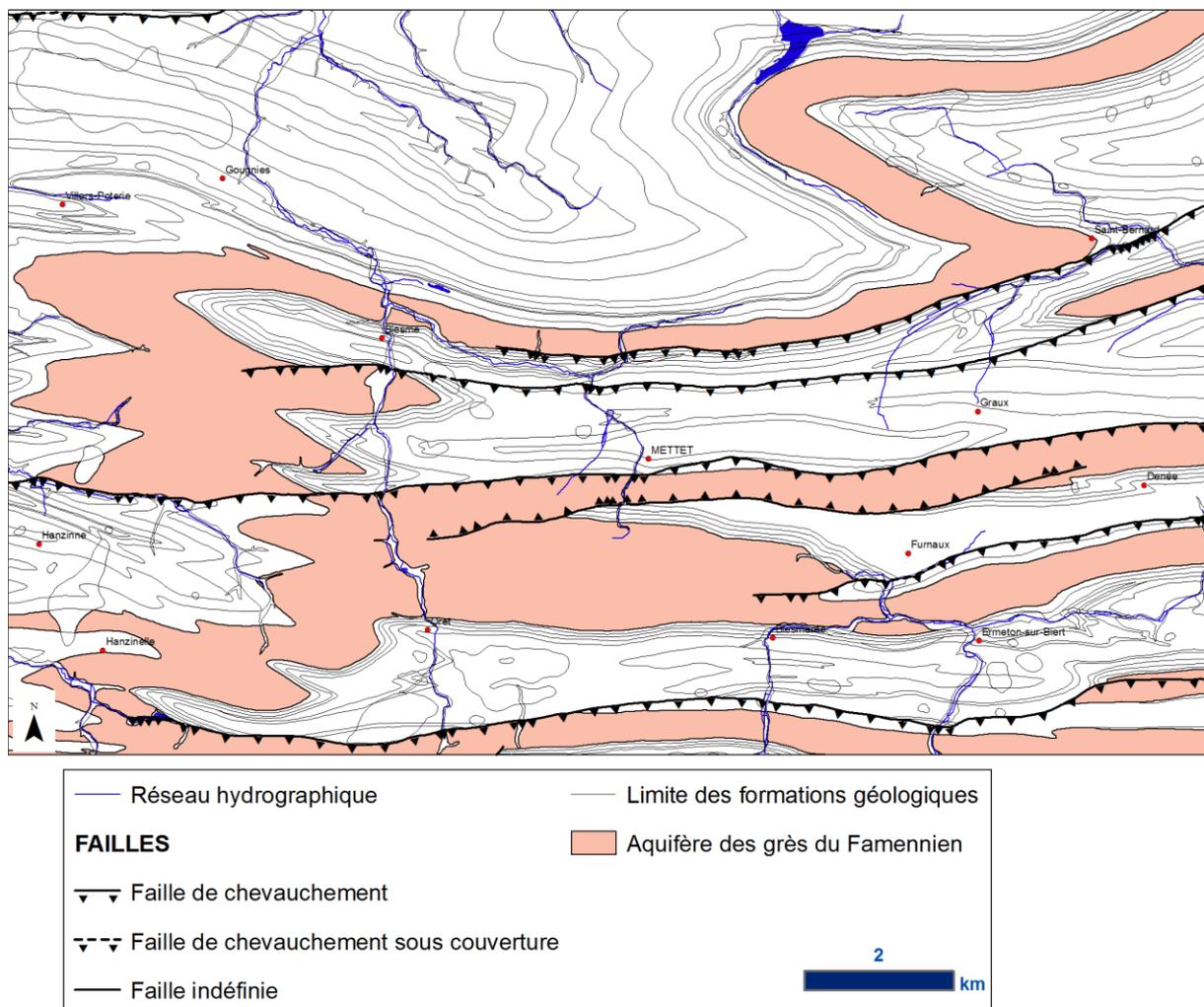


Figure IV.12 : Localisation de l'Aquifère des grès du Famennien.

IV.2.1.3.3 L'Aquitard du Famennien

L'Aquitard du Famennien (Figure IV.13) est constitué des formations d'Esneux et de Souverain-Pré lorsque ces dernières sont dissociables sur le terrain des grès de la Formation de Ciney. Ces formations, de nature grés-argileuse, peuvent présenter des potentialités intéressantes mais locales, lorsque le degré d'altération et de fissuration le permet. Lorsque ces formations sont cartographiées avec celle de Ciney dans le Groupe du Condroz, le groupe prend le qualificatif d'aquifère, car la puissance de la Formation de Ciney est beaucoup plus importante.

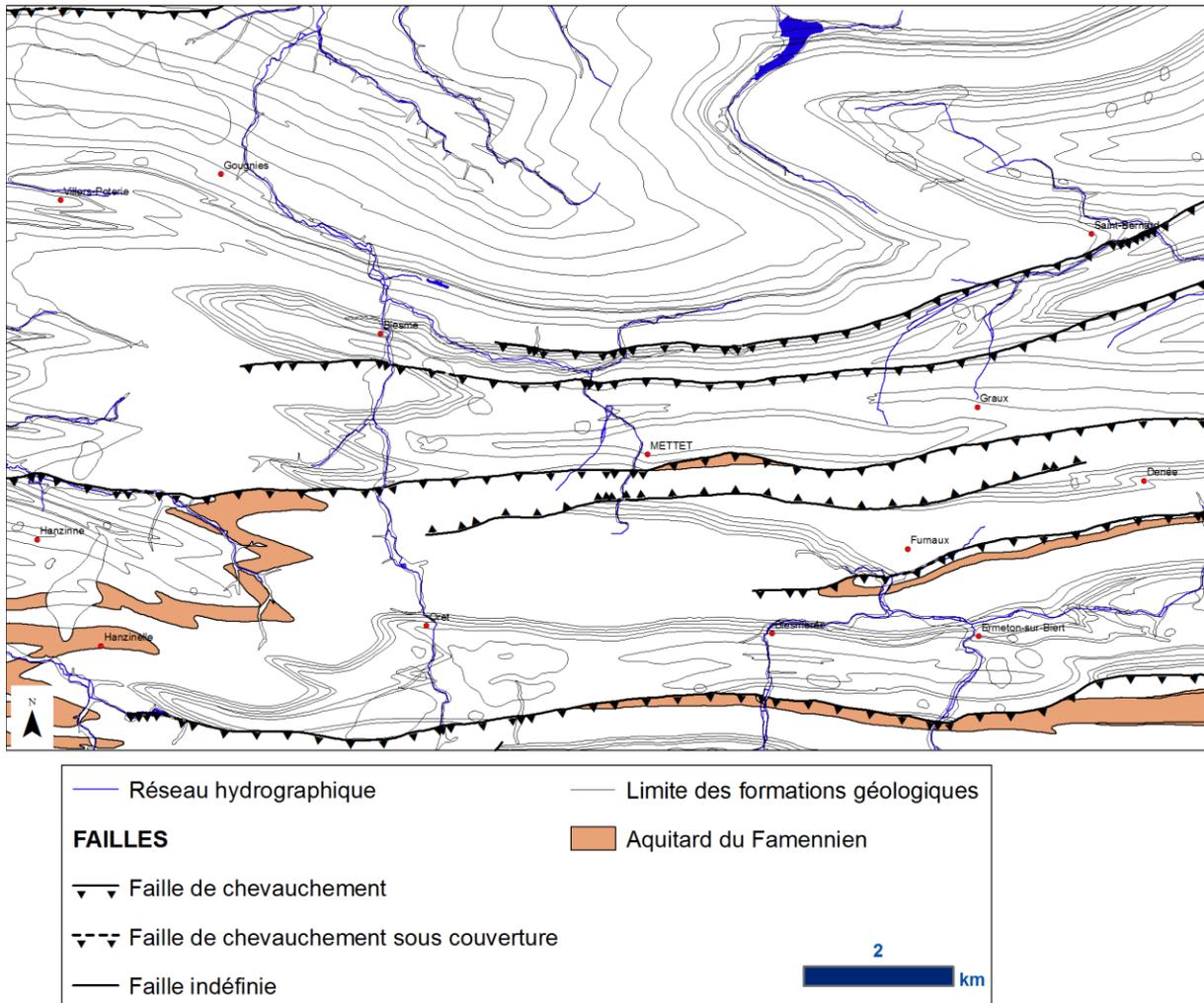


Figure IV.13 : Localisation de l'Aquitard du Famennien.

IV.2.1.4. Les nappes du Carbonifère

Les calcaires du Carbonifère constituent les aquifères les plus importants de la région. Leur puissance est de plusieurs centaines de mètres. Il s'agit d'aquifères de fissures, localement karstifiés, comme en témoigne les nombreux phénomènes karstiques observés. D'une manière générale, ces nappes calcaires karstiques sont alimentées selon deux modes distincts :

- par infiltration diffuse et retardée des eaux météoriques à travers la couverture de limons, présents sur les plateaux ;

- par infiltration concentrée via les nombreuses pertes. L'eau de ruissellement en provenance des grès du Famennien (qui constituent des sommets par rapports aux calcaires dinantiens) est une eau douce au pH légèrement acide qui favorise l'action de dissolution des calcaires.

IV.2.1.4.1 L'Aquifère, aquitard, aquiclude de l'Hastarien

Les différentes formations de l'Etage Hastarien ont été cartographiées ensemble (Figure IV.14). Il s'agit principalement de formations formées de calcaires, calcaires argileux ou calcschistes (Hastière, Landelies, Maurenne) dans lesquels viennent s'intercaler les 10 m de schistes de la Formation du Pont d'Arcole, formant un seuil hydrogéologique au sein de cette unité. Du fait de la forte proportion de calcaires argileux, de calcschistes et de schistes, cette unité ne forme pas, avec le reste des calcaires carbonifères, une unité au comportement homogène.

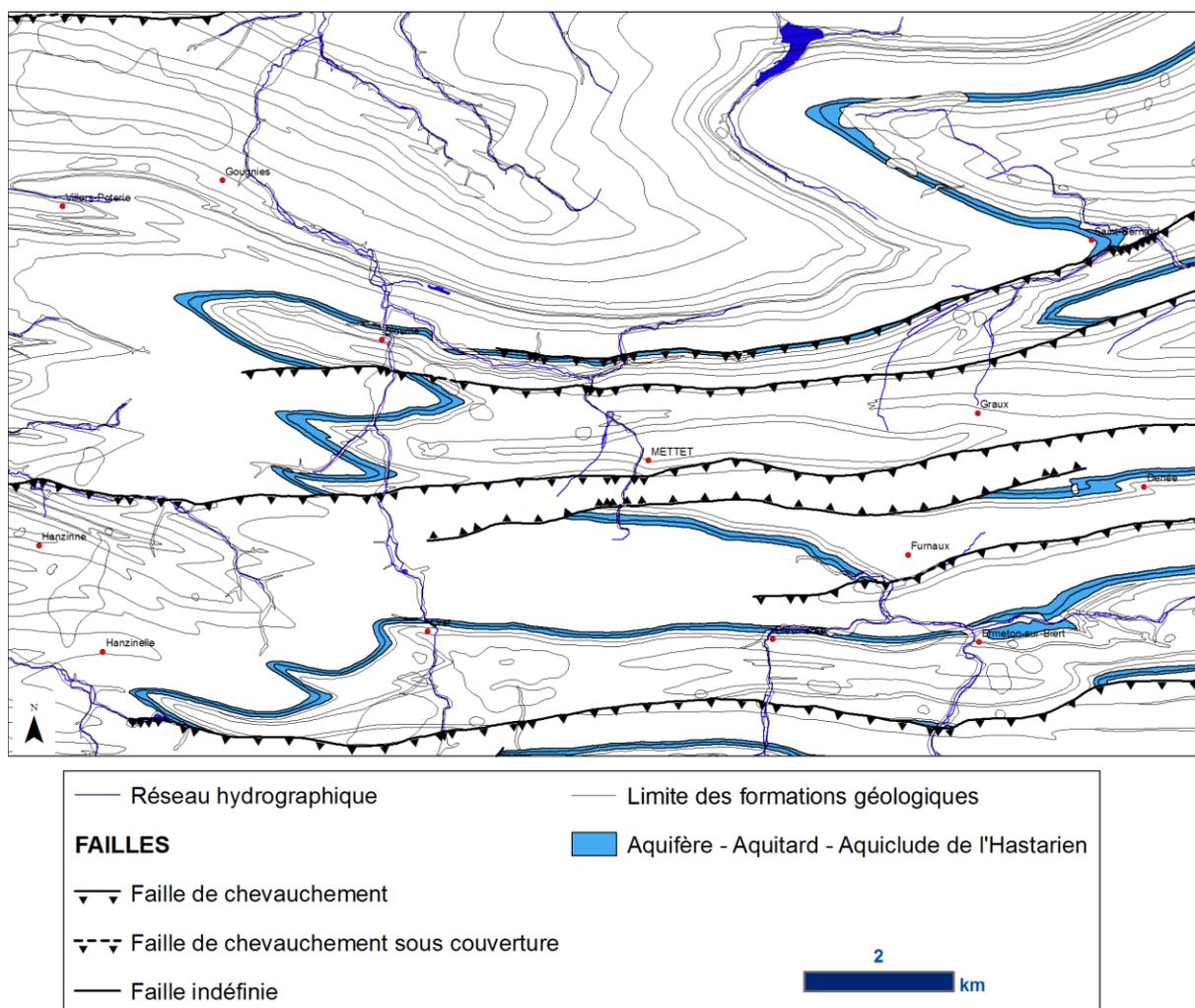


Figure IV.14 : Localisation de l'Aquifère, aquitard, aquiclude de l'Hastarien.

IV.2.1.4.2 L'Aquifère des calcaires du Carbonifère

Les calcaires du Tournaisien supérieur et du Viséen forment un ensemble cohérent au comportement hydrodynamique semblable. Ils ont été regroupés dans l'unité de l'Aquifère des calcaires du Carbonifère (Figure IV.15). Les synclinaux calcaires du Dinantien forment plusieurs aquifères séparés par les anticlinaux famenniens. Ces synclinaux ont une forte capacité d'emménagement liée à leur karstification et à leur fracturation. Leur perméabilité est importante, ce qui permet de les recharger assez aisément, mais ce qui les rend aussi très vulnérables aux pollutions.

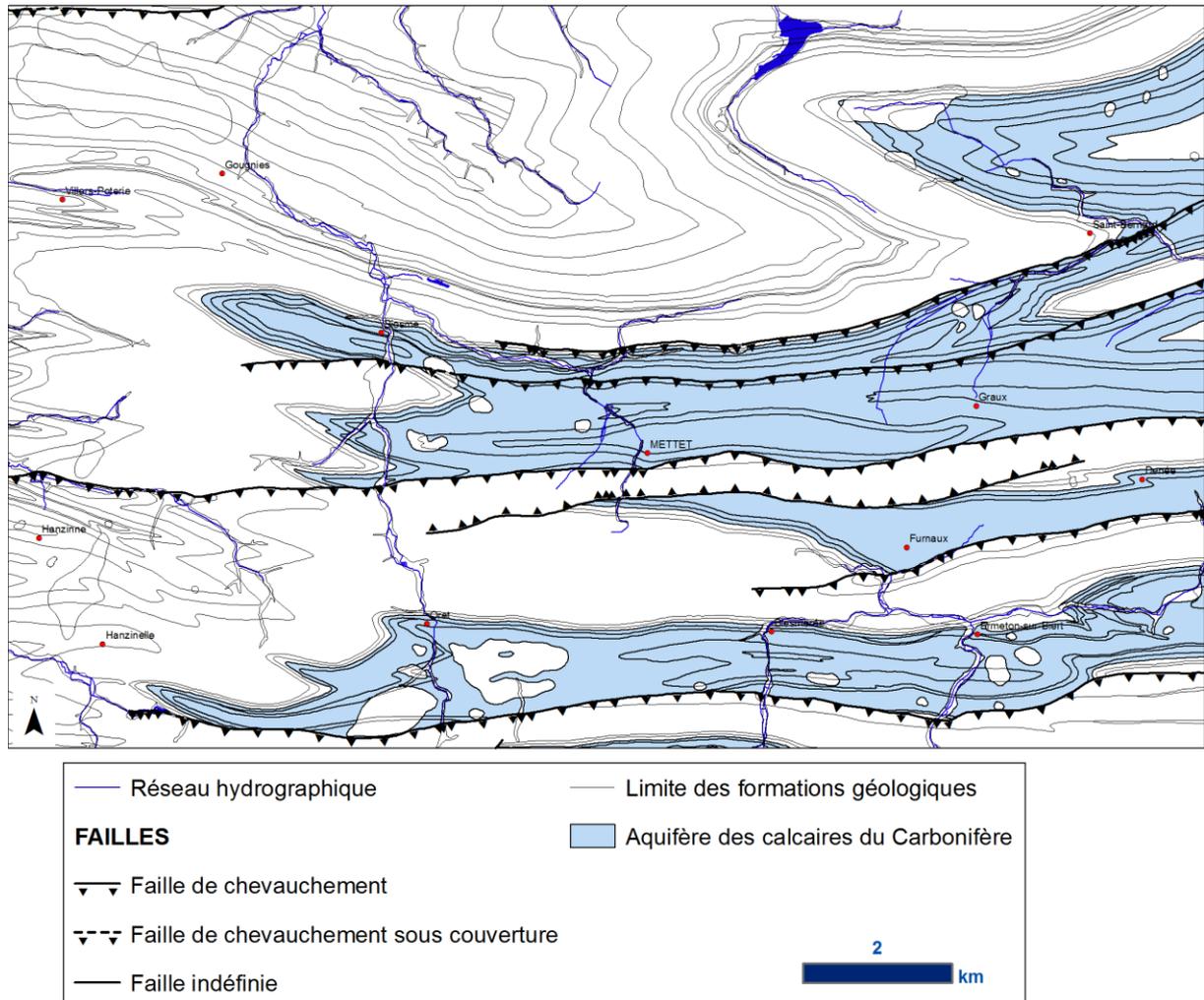


Figure IV.15 : Localisation de l'Aquifère des calcaires du Carbonifère.

IV.2.1.5. Aquiclude à niveaux aquifères du Houiller

Les schistes, siltites et grès du Houiller sont peu perméables en petit. Les niveaux de grès de quelques mètres de puissance présents au sein du Groupe Houiller sont suffisants pour améliorer la capacité de cette unité, justifiant le qualificatif d'**Aquiclude à niveaux aquifères du Houiller** (Figure IV.16).

Localement, les terrains houillers renferment une nappe de fissures localisée dans les horizons plus gréseux. Cette eau présente souvent une minéralisation élevée en fer et en sulfates, ainsi qu'un pH acide, liés à l'altération des sulfures de fer (pyrites) souvent abondants dans ces formations. Sur la carte Biesme-Mettet, on retrouve les niveaux imperméables du Houiller inférieur - appartenant au bord ouest du bassin d'Anhée - au cœur du synclinal de Saint-Gérard et dans la partie sud du synclinal de la carte Mettet-Bioul. La présence de ces niveaux rend la nappe sous-jacente des calcaires du Carbonifère captive. Le Houiller a surtout fait l'objet d'exploitations au nord dans le bassin minier de la Sambre, au nord-est dans le bassin de la Meuse et à l'ouest dans le bassin d'Anhée.

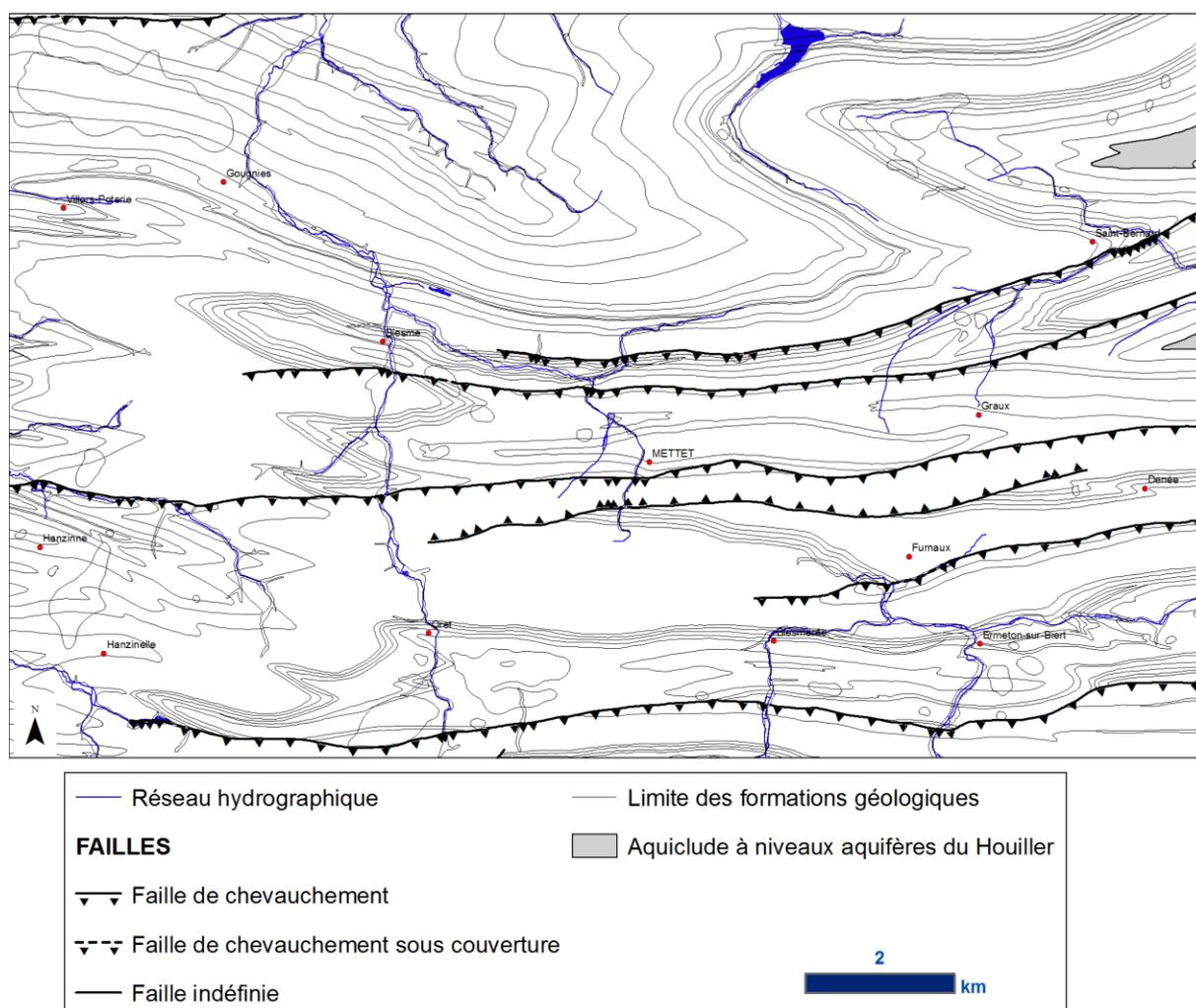


Figure IV.16 : Localisation de l'Aquiclude à niveaux aquifères du Houiller.

IV.2.2. Le Cénozoïque

Le Cénozoïque est principalement composé de sables qui forment des aquifères locaux. Leur capacité est fonction de leur granulométrie, de leur extension et de leur puissance. Lorsque les terrains sous-jacents sont suffisamment perméables (calcaires du Frasnien et/ou du Carbonifère, bedrock altéré et fissuré), la nappe des sables alimente les nappes sous-jacentes.

IV.2.2.1.3 L'Aquifère des sables du Paléocène

L'Aquifère des sables du Paléocène comprend la Formation d'Erquelinnes (Figure IV.17). Leur perméabilité est moyenne car il s'agit de sables fins ou argileux. Ces sables affleurent dans l'extrême nord-ouest de la carte sur dix mètres d'épaisseur ainsi que dans de petites poches karstiques affectant les calcaires frasnien et dinantiens. Ils ne constituent pas de réserves intéressantes pour une exploitation industrielle.

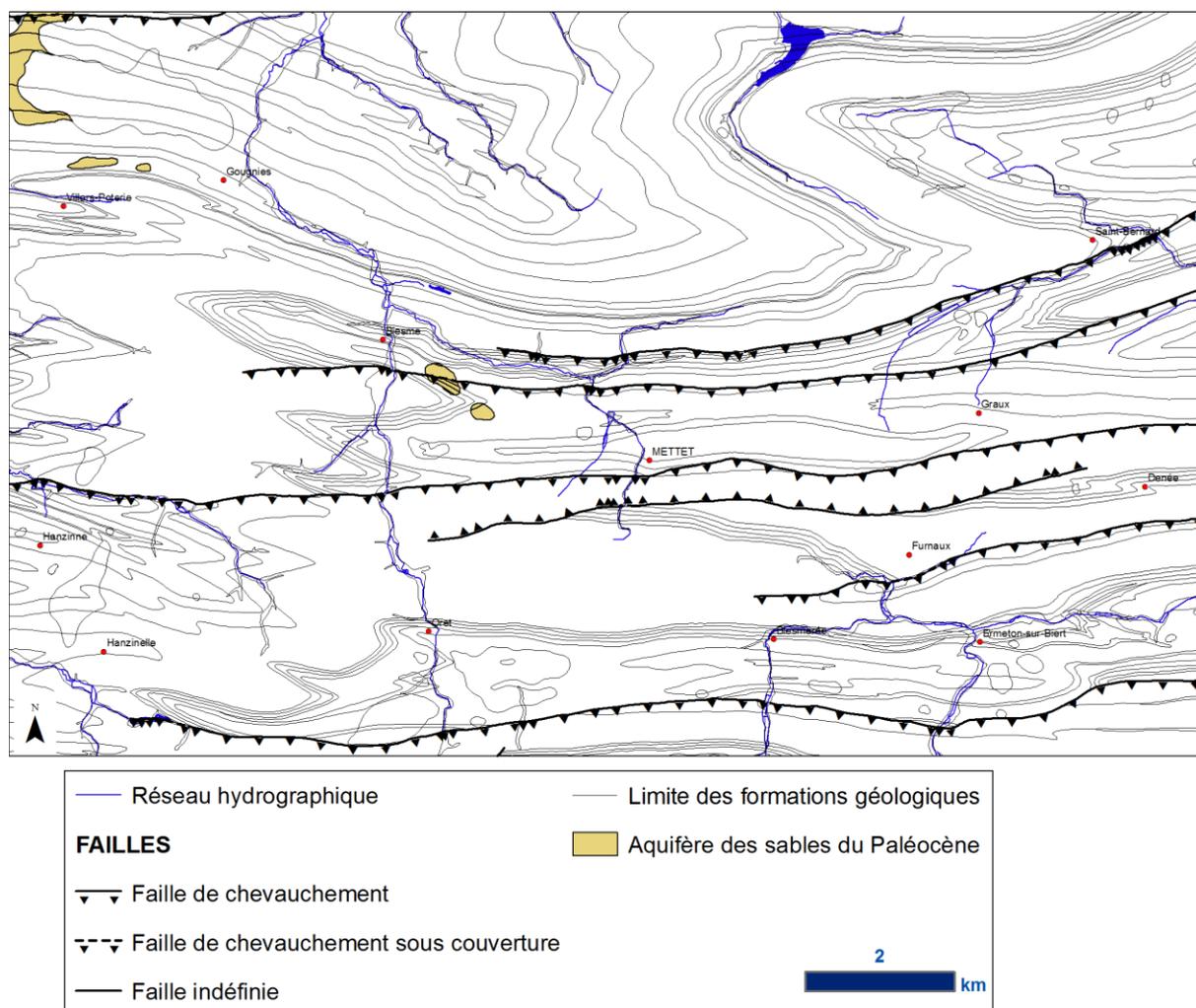


Figure IV.17 : Localisation de l'Aquifères des sables du Paléocène.

IV.2.2.1.4 L'Aquifère des sables de l'Eocène

L'Aquifères des sables de l'Eocène (Figure IV.18) est constitué de la Formation de Bruxelles. Ces sables sont suffisamment grossiers que pour constituer un aquifère de bonne perméabilité. Sur la carte, ils forment de minces lambeaux recouvrant les roches du Dévonien inférieur et contiennent des réserves en eau suffisantes pour des besoins très locaux.

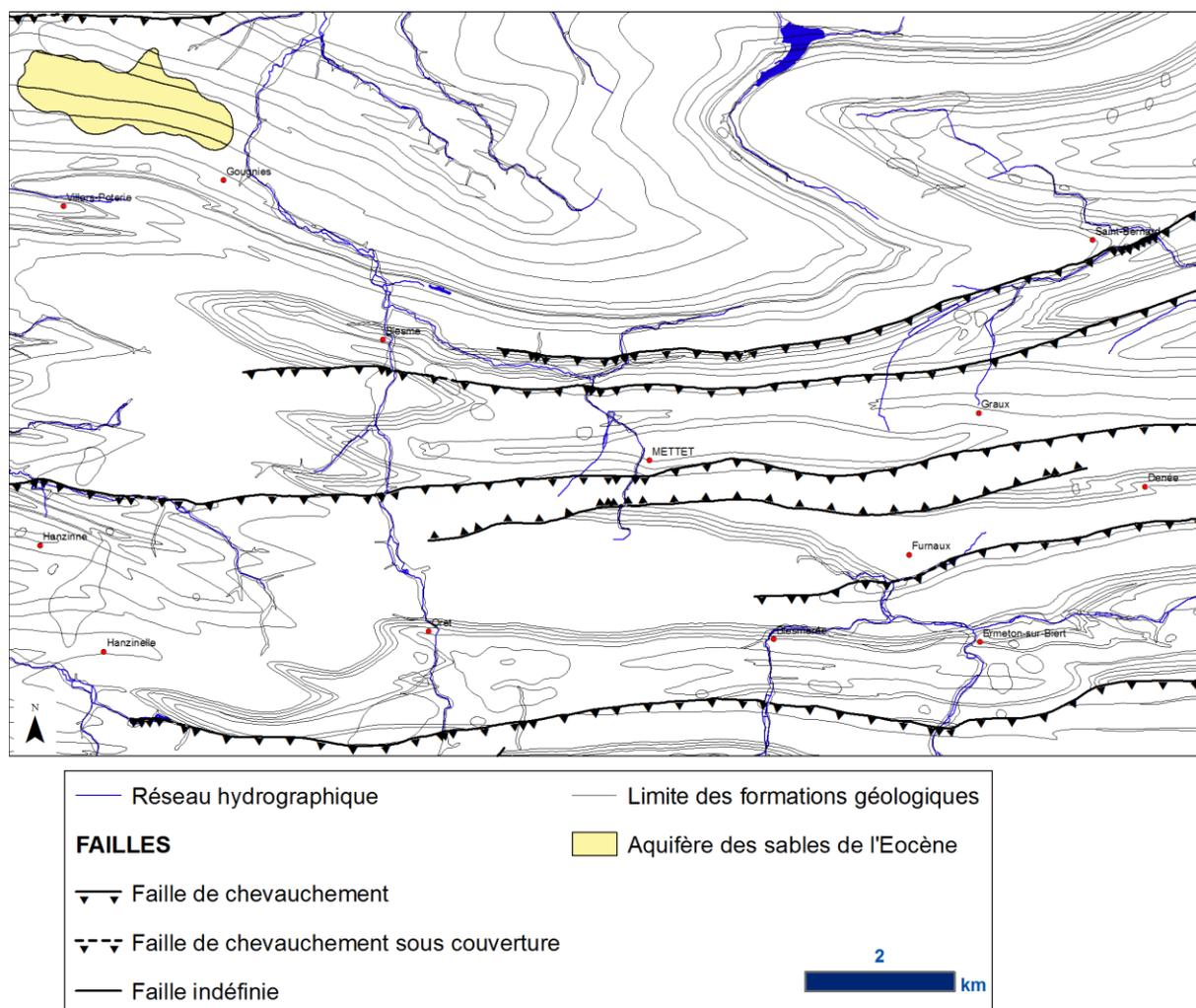


Figure IV.18 : Localisation de l'Aquifère des sables de l'Eocène.

IV.2.2.1.5 L'Aquifère des sables de remplissage

L'Aquifère des sables de remplissage est constitué par des sables et argiles de l'Entre-Sambre-et-Meuse, dépôts piégés dans les poches karstiques des calcaires dévoniens et dinantiens. Ses dépôts constituent des aquifères locaux, les argiles constituant généralement la base des dépôts.

Dans les sablières encore en exploitation au sud-est d'Oret, l'absence de niveau imperméable (LGIH-BEP 882, 1988) à la base des sables met en communication la nappe des sables avec la nappe des calcaires dinantiens. Des niveaux piézométriques à environ 28 mètres de profondeur ont été mesurés dans un ancien puits de la sablière.

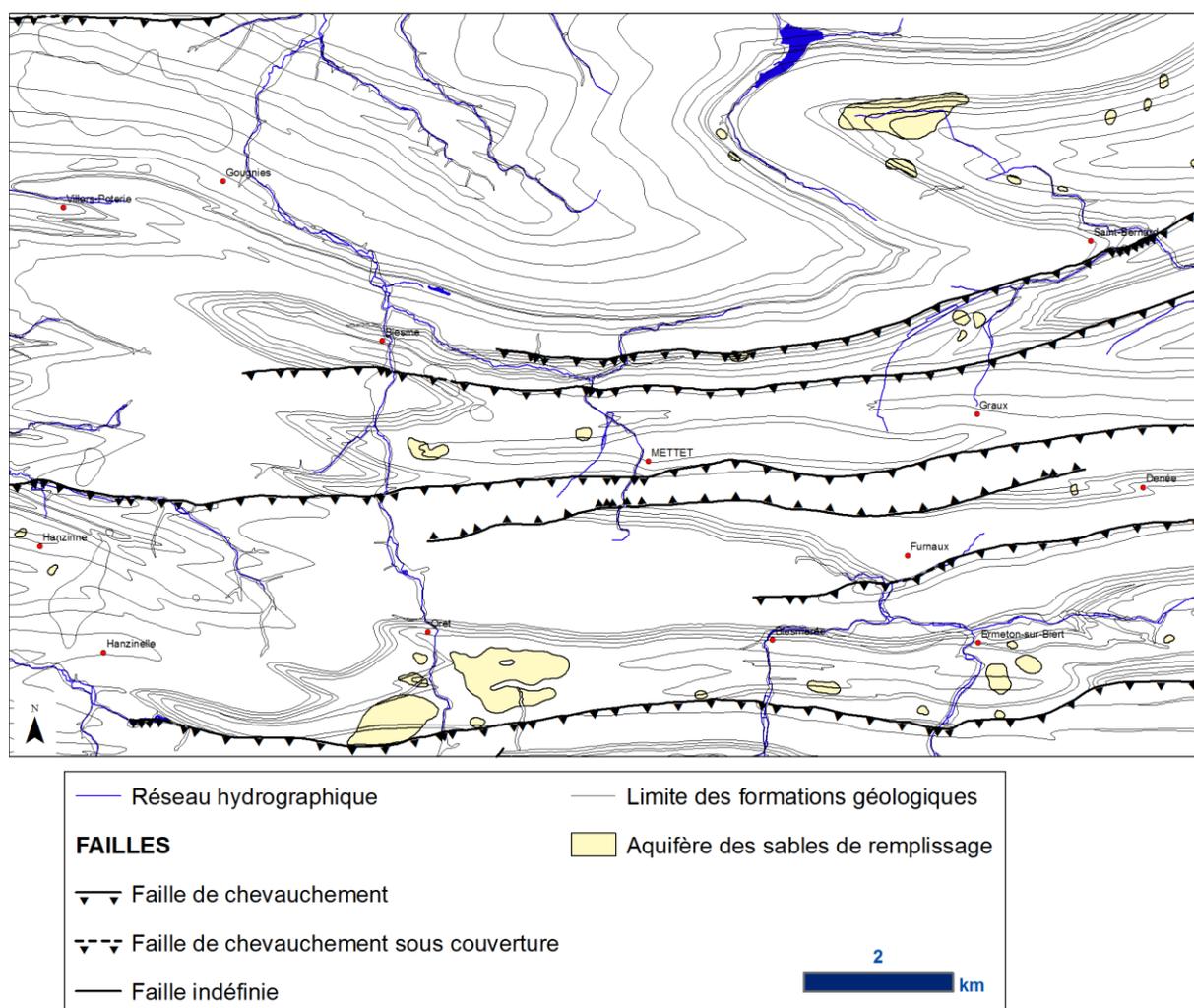


Figure IV.19 : Localisation de l'Aquifère des sables de remplissage.

IV.2.2.1.6 L'Aquifère alluvial

L'Aquifères alluvial (Figure IV.20) est composé des alluvions (graviers, sables, limons et argiles). Ce type de dépôt offre des potentialités aquifères intéressantes dans les zones sablo-graveleuse.

Ce type de nappe est alimenté par les eaux pluviales (alimentation qui peut être localement réduite par une imperméabilisation due aux activités urbaines), par les nappes sises dans les versants, ainsi que par la nappe du bedrock sous-jacent. D'autre part, on peut supposer un flux entre la nappe et la rivière lorsqu'elle n'est pas canalisée par des murs imperméables.

Dans la région de Biesme-Mettet, les fonds de vallées sont recouverts d'un tapis alluvionnaire constitué de graviers, de sables, de limons et d'argiles. Les sédiments grossiers recouvrent les lits mineurs des principales rivières. Des limons et des argiles s'étendent dans les plaines d'inondation et le long de petits affluents. Des couches tourbeuses sont signalées dans les plaines alluviales mal drainées. L'extension de ces dépôts meubles est réduite dans la région et ne fait pas l'objet de captage.

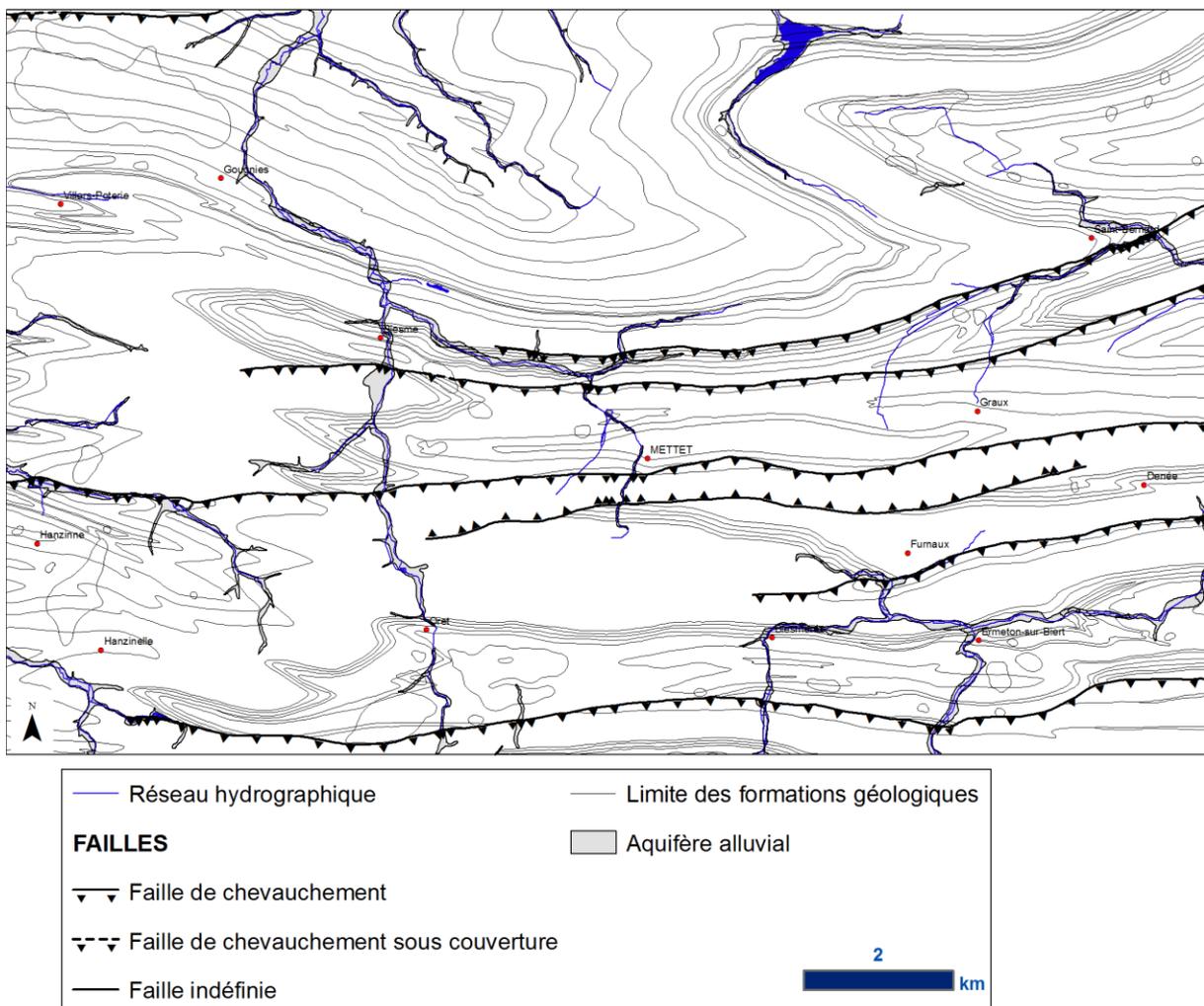


Figure IV.20 : Localisation de l'Aquifère alluvial.

IV.2.2.1.7 L'Aquiclude des argiles de remplissage

L'Aquiclude des argiles de remplissage (Figure IV.21) est constitué des argiles de la Formation d'Hanzinelle. Ces argiles et argiles sableuses n'offrent aucun potentiel aquifère.

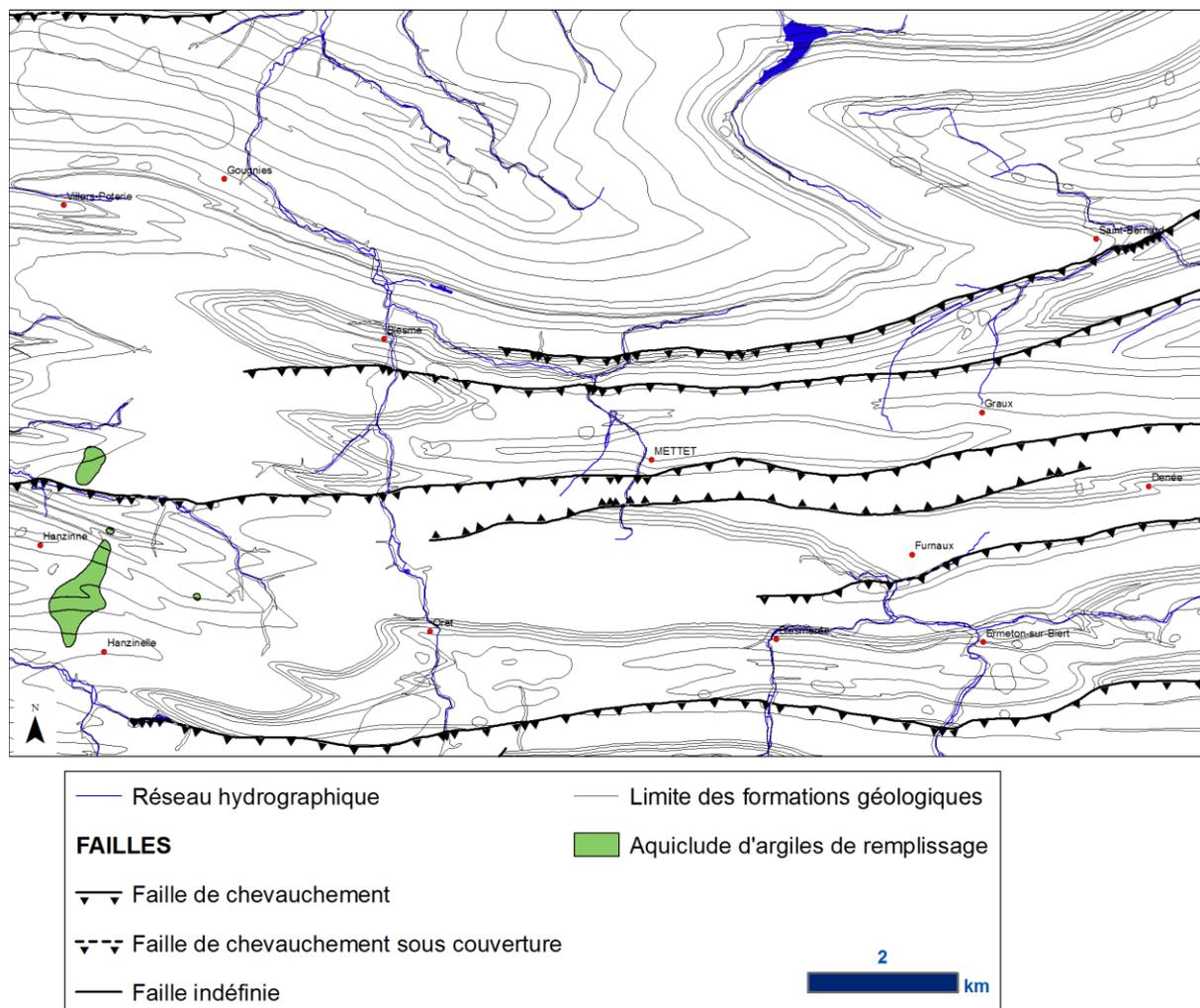


Figure IV.21 : Localisation de l'Aquiclude des argiles de remplissage.

IV.3. PHÉNOMÈNES KARSTIQUES

IV.3.1. Avant-propos

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

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

Les informations décrites ci-dessous proviennent de l'atlas du karst wallon (DE BROYER, C., THYS, G., FAIRON, J., MICHEL, G., 2002).

IV.3.2. Systèmes karstiques de la région de Biesme - Mettet

Les manifestations karstiques de la région de Biesme-Mettet prennent principalement place dans les calcaires carbonifères et dans une moindre mesure dans les calcaires dévoniens.

Dans la région de Biesme-Mettet, les calcaires du Dévonien sont peu développés. Ils forment une longue bande bordant les terrains du Dévonien inférieur dans la partie nord de la carte. Ils apparaissent également à l'ouest, au cœur d'une série d'anticlinaux au méridien de Villers-Poterie. Les formations calcaires du Givetien atteignent environ 100 mètres d'épaisseur et celles du Frasnien environ 200 mètres. Le Dinantien ou Calcaire Carbonifère est divisé en deux séries pouvant chacune une puissance de 400 m.

Stratigraphiquement, les calcaires carbonifères surmontent les roches du Famennien. Cependant, topographiquement, la situation est souvent inverse: les roches résistantes du Dévonien supérieur dominant les calcaires du Carbonifère. Ces derniers sont de ce fait alimentés principalement par des eaux en provenance de régions où le Dévonien supérieur, pauvre en carbonate de calcium, est dominant. Les eaux fournies sont douces, ce qui favorise leur action de dissolution sur les calcaires carbonifères.

D'importantes manifestations karstiques affectent les synclinaux carbonifères: dolines, grottes, puits d'effondrement, pertes, résurgences. Des témoins de ces phénomènes apparaissent dans les calcaires waulsortiens entre Maredret et Ermeton-sur-Biert. Le Carbonifère est aussi caractérisé par le grand nombre de dépressions karstiques anciennes (les "poches

de dissolution" du Condroz et de la région d'Andenne) et les vallées sèches du Condroz et de la Marlagne.

L'émergence des eaux souterraines en milieu karstique peut se faire de manière diffuse ou concentrée. Dans ce dernier cas, il convient de distinguer les sources des résurgences (associées à une ou des pertes) ou des exurgences (associées à des infiltrations diffuses).

La région comporte actuellement 106 sites karstiques ou apparentés (Figure IV.22). La majorité des sites se situe dans les calcaires dinantiens. Ils définissent, entre autre, des systèmes karstiques structurés de type pertes – résurgences et comportent la grotte de Wagnée qui est la plus longue cavité accessible de la planche avec 100 mètres de développement.

Les calcaires giveto-frasniens sont plus pauvres en sites. Il s'agit pour l'essentiel de sources et petits conduits karstiques.

Quelques résurgences sont également présentes dans l'aquifère des grès du Famennien, et affectent probablement les bancs de calcaire grossier que renferme la Formation de Ciney à son sommet.

Dans la région de Biesme - Mettet, le système karstique concerne principalement les vallées de la Molinee, du Burnot, de la Biesme, du Ruisseau de Fosses et du Thyria.

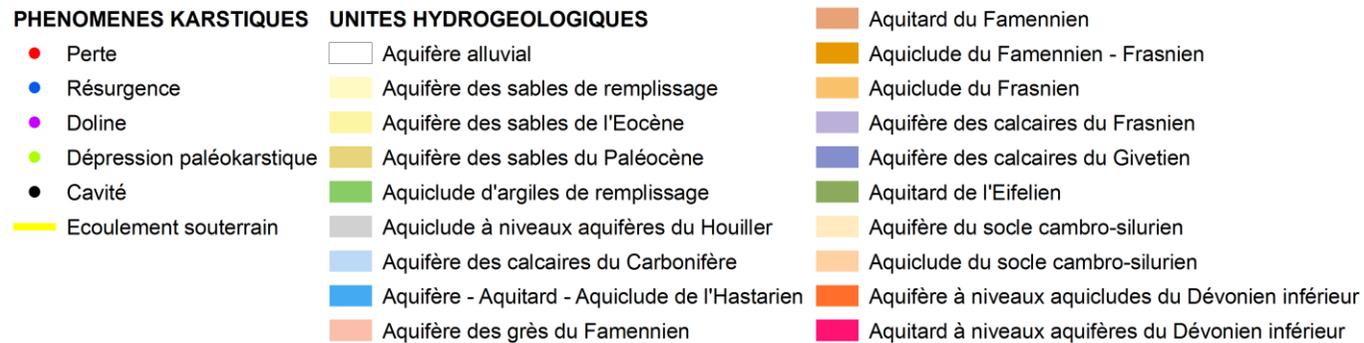
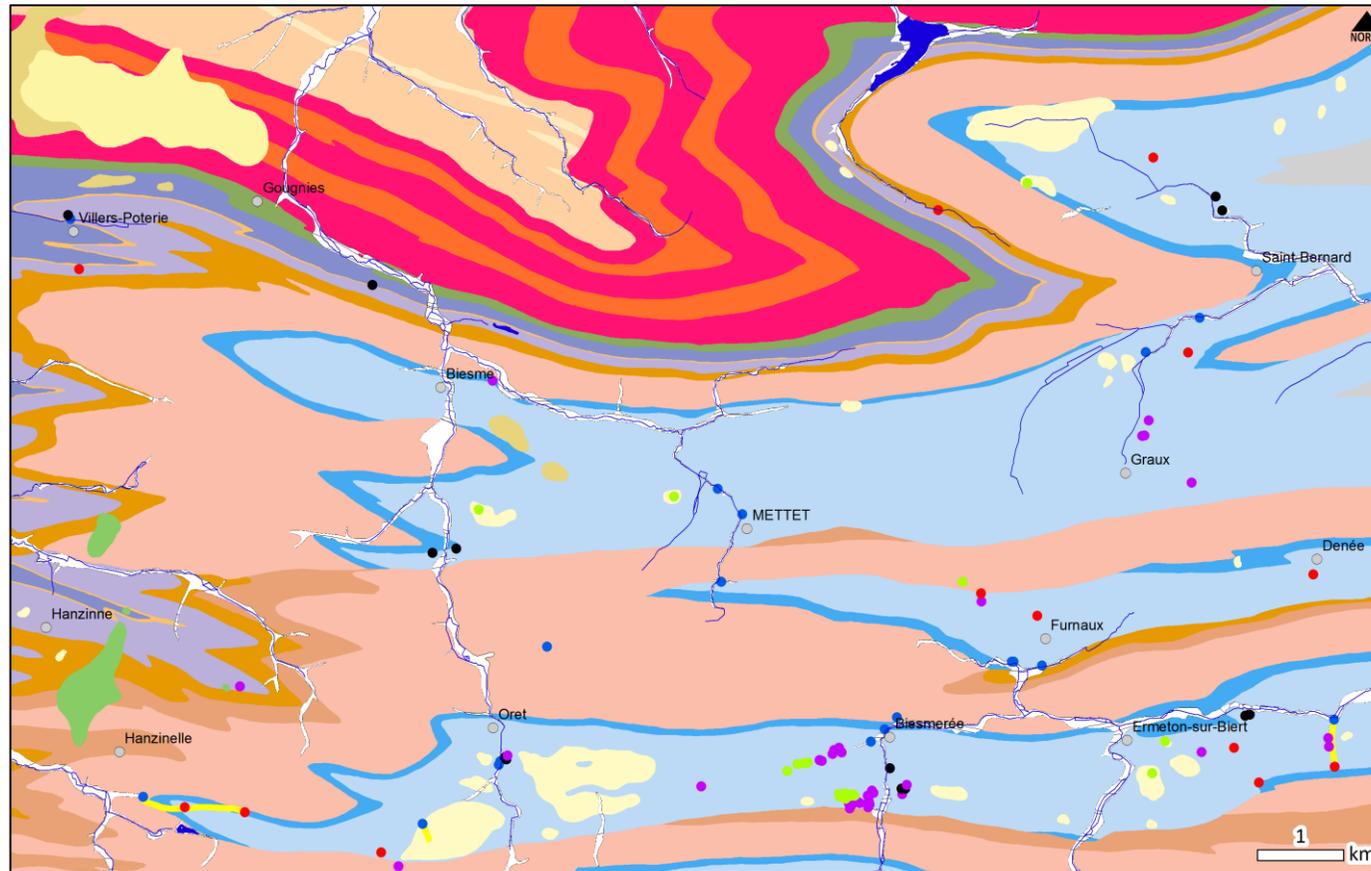


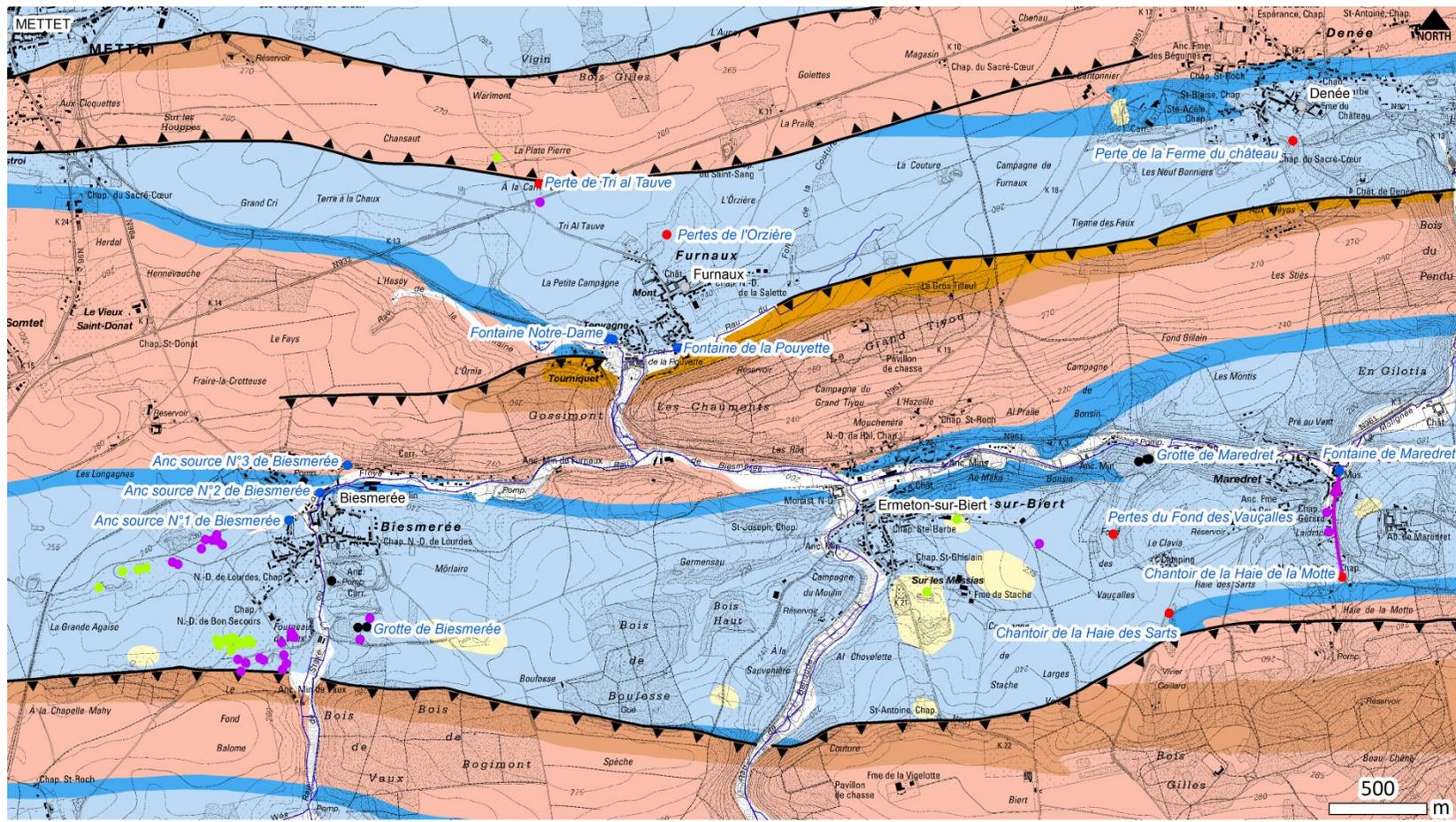
Figure IV.22 : Localisation des phénomènes karstiques sur la carte de Biesme - Mettet.

IV.3.2.1. Vallée de la Mignée

Le système karstique de la vallée de la Mignée (Figure IV.23) et de ses affluents, située dans la partie sud-est de la carte, comporte une série de dolines, de dépressions et de cavités logées dans les calcaires carbonifères aux environs de Biesmerée. La vallée comporte en outre plusieurs systèmes de pertes/résurgences.

Aux environs de Biesmerée, trois résurgences prennent naissance dans le Ruisseau de Floye, il s'agit des anciennes sources de Biesmerée qui jaillissent des calcaires viséens (sites AKWA 53/2-23). Ces trois sources se sont taries suite à l'exploitation des carrières environnantes.

En amont du Ruisseau de Biesmerée, aux environs de Furnaux, on observe deux pertes diffuses d'un petit ruisseau intermittent canalisé : le Tri Al Tauve (site AKWA 53/2-14), et les Pertes de l'Orzière (site AKWA 53/2-15) qui affectent les calcaires viséens. En aval le système comporte encore deux résurgences : la Fontaine Notre-Dame (site AKWA 53/2-24) et la Fontaine de la Pouyette (site AKWA 53/2-25) sises dans les calcaires tournaisiens.



PHENOMENES KARSTIQUES

- Perte
- Résurgence
- Doline
- Dépression paléokarstique
- Cavité
- Ecoulement karstique reconnu par traçage
- ▼ Faille de chevauchement

UNITES HYDROGEOLOGIQUES

- Aquifère alluvial
- Aquifère des sables de remplissage
- Aquifère des calcaires du Carbonifère
- Aquifère - Aquitard - Aquiclude de l'Hastarien
- Aquifère des grès du Famennien
- Aquitard du Famennien
- Aquiclude du Famennien - Frasnien

Figure IV.23 : Système karstique de la vallée de la Molignée.

Plus en aval, entre Ermeton-sur-Biert et Maredret, dans un ruisseau en provenance du Vivier Gaillard, on signale encore deux pertes. Le Chantoir de la Haie des sarts (site AKWA 53/2-42) est une perte pérenne des calcaires tournaisiens et les Pertes du Fond des Vauçalles (site AKWA 53/2-28) forment des pertes diffuses installées dans le fond d'une ancienne carrière (calcaires viséens).

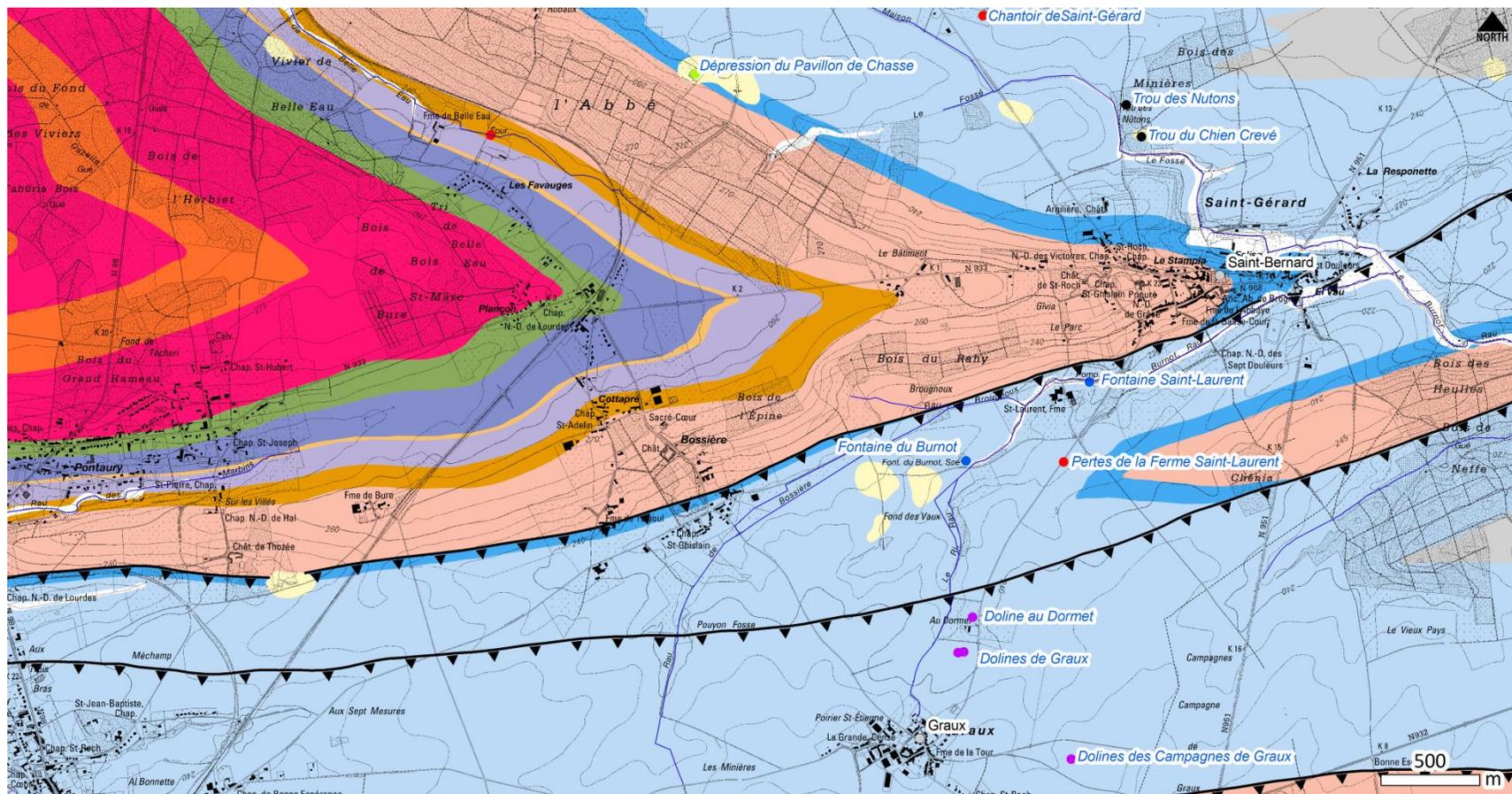
A Maredret, on observe encore une perte en relation avec une résurgence via une rivière souterraine de 500 m de long. Un conduit souterrain a été aménagé, reliant le Chantoir de la Haie de la Motte (site AKWA 53/2-43) à la Fontaine de Maredret (site AKWA 53/2-32).

Près de Denée, il existait auparavant un chantoir, la Perte de la Ferme du Château (site AKWA 53/2-19) mais le site a été remblayé et le ruisseau a été dévié et canalisé.

IV.3.2.2. Vallée du Burnot

Le Burnot est une rivière qui prend naissance aux environs de Saint-Gérard (Figure IV.24). Elle s'écoule d'ouest en est pour se jeter dans la Meuse (planchette 47/7-8, Malonne-Naninne). Sa vallée comporte quelques dolines et cavités ainsi que deux résurgences et deux pertes. Dans le vallon du Ruisseau du Fond de Maison (un des affluents du Burnot) se trouve le chantoir intermittent de Saint-Gérard (site AKWA 53/2-1). C'est une dépression située en pâture dans les calcaires viséens recevant une venue d'eau canalisée. Dans le Burnot proprement dit, on peut observer deux résurgences dans les calcaires du Viséen. La Fontaine du Burnot (site AKWA 53/2-6), sise dans une ancienne carrière de calcaires dolomitiques viséens actuellement noyée. Elle est située au cœur d'un anticlinal et l'écoulement se fait à la base d'un niveau imperméable. La Fontaine de *Saint Laurent* (site AKWA 53/2-8) est aménagée comme zone de captage par l'A.I.E.M.

Dans les pâtures se trouvent également une zone de pertes diffuses appelées Pertes de la Ferme *Saint Laurent* (site AKWA 53/2-7).



▼ Faille de chevauchement

PHENOMENES KARSTIQUES

- Perte
- Résurgence
- Doline
- Dépression paléokarstique
- Cavité
- ➔ Ecoulement karstique reconnu par traçage

UNITES HYDROGEOLOGIQUES

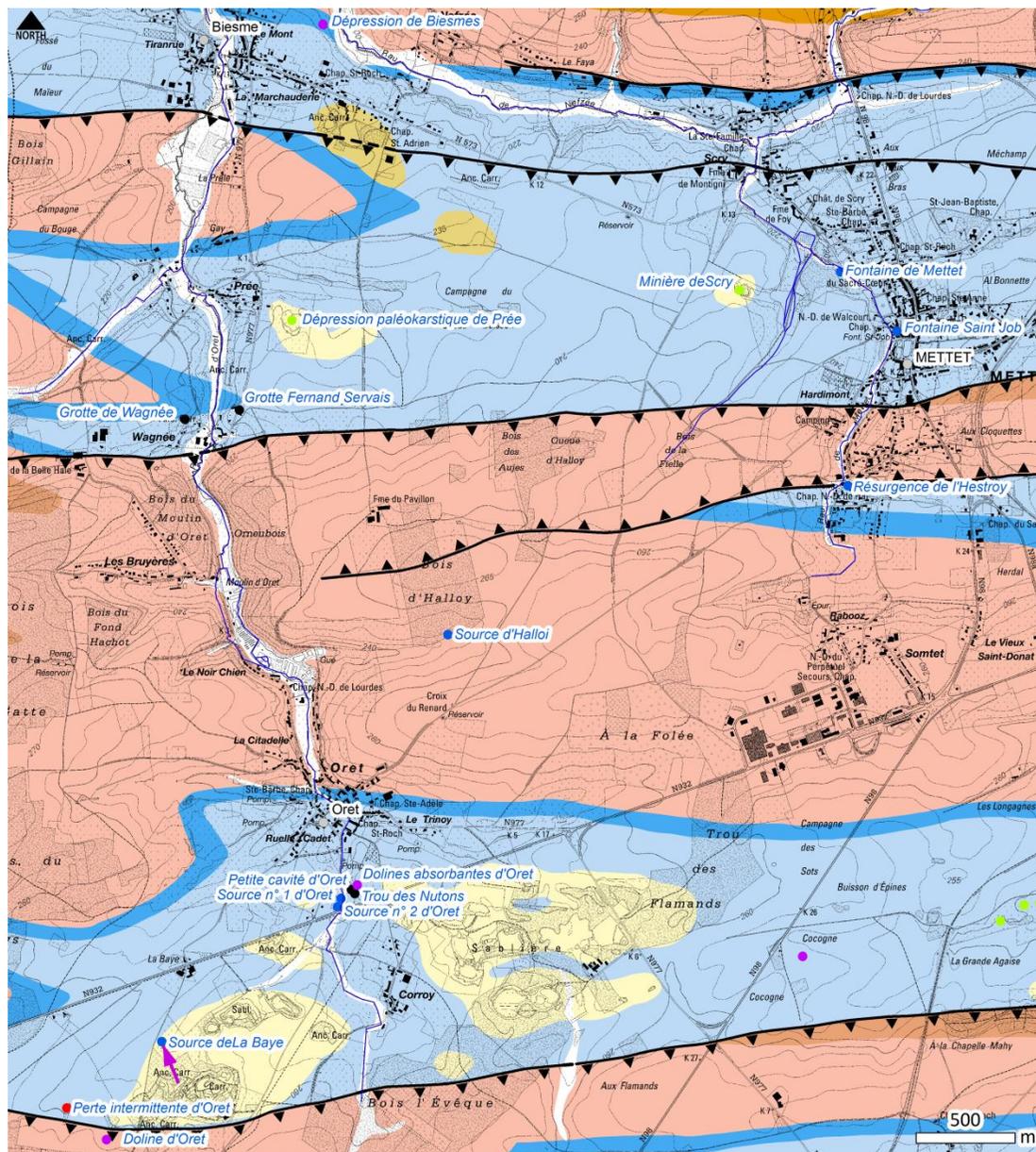
- Aquifère alluvial
- Aquifère des sables de remplissage
- Aquiclude à niveaux aquifères du Houiller
- Aquifère des calcaires du Carbonifère
- Aquifère - Aquitard - Aquiclude de l'Hastarien
- Aquifère des grès du Famennien
- Aquitard du Famennien
- Aquiclude du Famennien - Frasnien
- Aquiclude du Frasnien
- Aquifère des calcaires du Frasnien
- Aquifère des calcaires du Givetien
- Aquitard de l'Eifelien
- Aquifère à niveaux aquicludes du Dévonien inférieur
- Aquitard à niveaux aquifères du Dévonien inférieur

Figure IV.24 : Système karstique de la vallée du Burnot.

IV.3.2.3. Vallée de la Biesme

La Biesme prend naissance de la confluence du ruisseau d'Oret et du Nefzée aux environs du village de Biesme. Tout au long de la vallée, on observe plusieurs dolines, quelques cavités et dépressions paléokarstiques (Figure IV.25). La vallée du ruisseau d'Oret contient une perte et quatre résurgences. La Perte intermittente d'Oret (site AKWA 53/1-9) absorbe les eaux d'un écoulement intermittent tout au sud de la carte. En aval, toujours dans les calcaires du Viséen, la Source de La Baye (site AKWA 53/1-20) est une exsurgence permanente de fort débit, probablement en communication avec les eaux de la Sablière Caroret située à 250m au sud-est. Plus en aval se trouvent deux petites sources diffuses qui prennent place dans les calcaires du Tournaisien (site AKWA 53/1-11 et 15). Encore en aval, la Source d'Halloi (site AKWA 53/1-19) sort des grès Famenniens (Groupe du Condroz) et alimente un petit ruisseau avant de se perdre 400 m plus en aval dans une zone marécageuse.

Dans le ruisseau de Mettet qui se jette dans le ruisseau de Nefzée, on peut également observer trois résurgences. Il s'agit, en amont, de la Résurgence de l'Hestroy (site AKWA 53/2-10) dans les calcaires tournaisiens, qui est captée par l'A.I.E.M. (captage de *Rabooz*), à laquelle succèdent deux fontaines aménagées dans les calcaires viséens : la Fontaine Saint Job (site AKWA 53/2-11) et la Fontaine de Mettet (site AKWA 53/2-9), exsurgence à la forme d'un bassin naturel ovale.



FAILLES

- ▲ Faille de chevauchement
- ▼ Faille de chevauchement sous couverture

PHENOMENES KARSTIQUES

- Perte
- Résurgence
- Doline
- Dépression paléokarstique
- Cavité
- ➔ Ecoulement karstique reconnu par traçage

UNITES HYDROGEOLOGIQUES

- Aquifère alluvial
- Aquifère des sables de remplissage
- Aquifère des sables de l'Eocène
- Aquifère des sables du Paléocène
- Aquiclude d'argiles de remplissage
- Aquiclude à niveaux aquifères du Houiller
- Aquifère des calcaires du Carbonifère
- Aquifère - Aquitard - Aquiclude de l'Hastarien
- Aquifère des grès du Famennien
- Aquitard du Famennien
- Aquiclude du Famennien - Frasnien
- Aquiclude du Frasnien
- Aquifère des calcaires du Frasnien
- Aquifère des calcaires du Givetien
- Aquitard de l'Eifelien
- Aquifère du socle cambro-silurien
- Aquiclude du socle cambro-silurien
- Aquifère à niveaux aquicludes du Dévonien inférieur
- Aquitard à niveaux aquifères du Dévonien inférieur

Figure IV.25 : Système karstique de la vallée de la Biesme.

IV.3.2.4. Vallée du Ruisseau de Fosses

Le Ruisseau de la Belle Eau est une rivière qui se jette dans le lac de Bambois dans le bassin hydrographique du ruisseau de Fosses. On distingue une perte dans son vallon, sise dans les calcaires du Frasnien. A l'origine perte totale, le site est aujourd'hui complètement remblayé (Chantoir des Favauges, site AKWA 53/2-2, Figure IV.26).

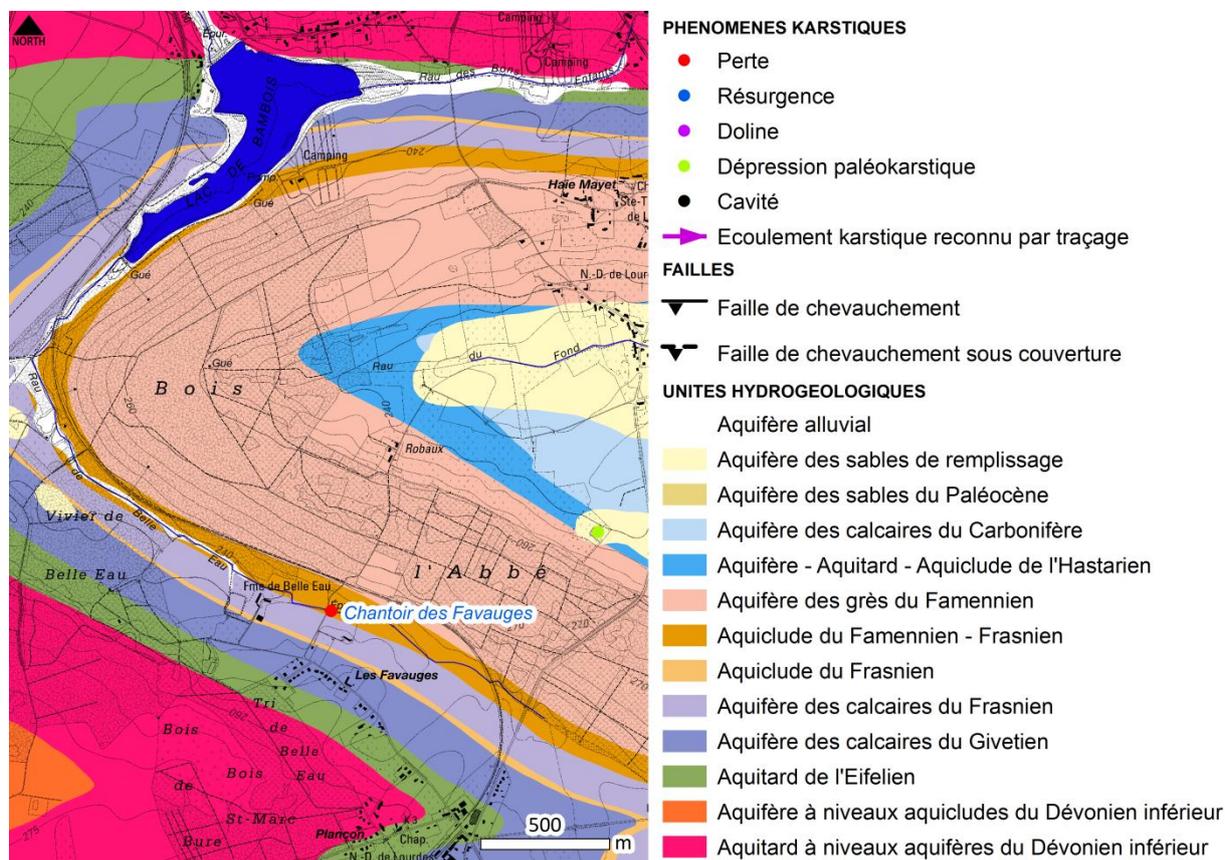


Figure IV.26 : Système karstique de la vallée du Ruisseau de Fosses.

IV.3.2.5. Vallée du Ruisseau d'Hanzinne

Dans le bassin versant du Ruisseau d'Hanzinne, on peut observer une perte, une résurgence et une grotte (Figure IV.27). Le Trou des Chiens (site AKWA 53/1-3) constitue une vaste dépression dans laquelle s'engouffre totalement un ruisseau intermittent, au contact des calcaires avec les schistes du Frasnien. La Fontaine de Villers-Poterie est une exsurgence aménagée au débit très faible (site AKWA 53/1-2) qui prend naissance dans les calcaires givetiens. La Grotte du Temps Passé (site AKWA 53/1-1) est une ancienne grotte qui a été comblée.

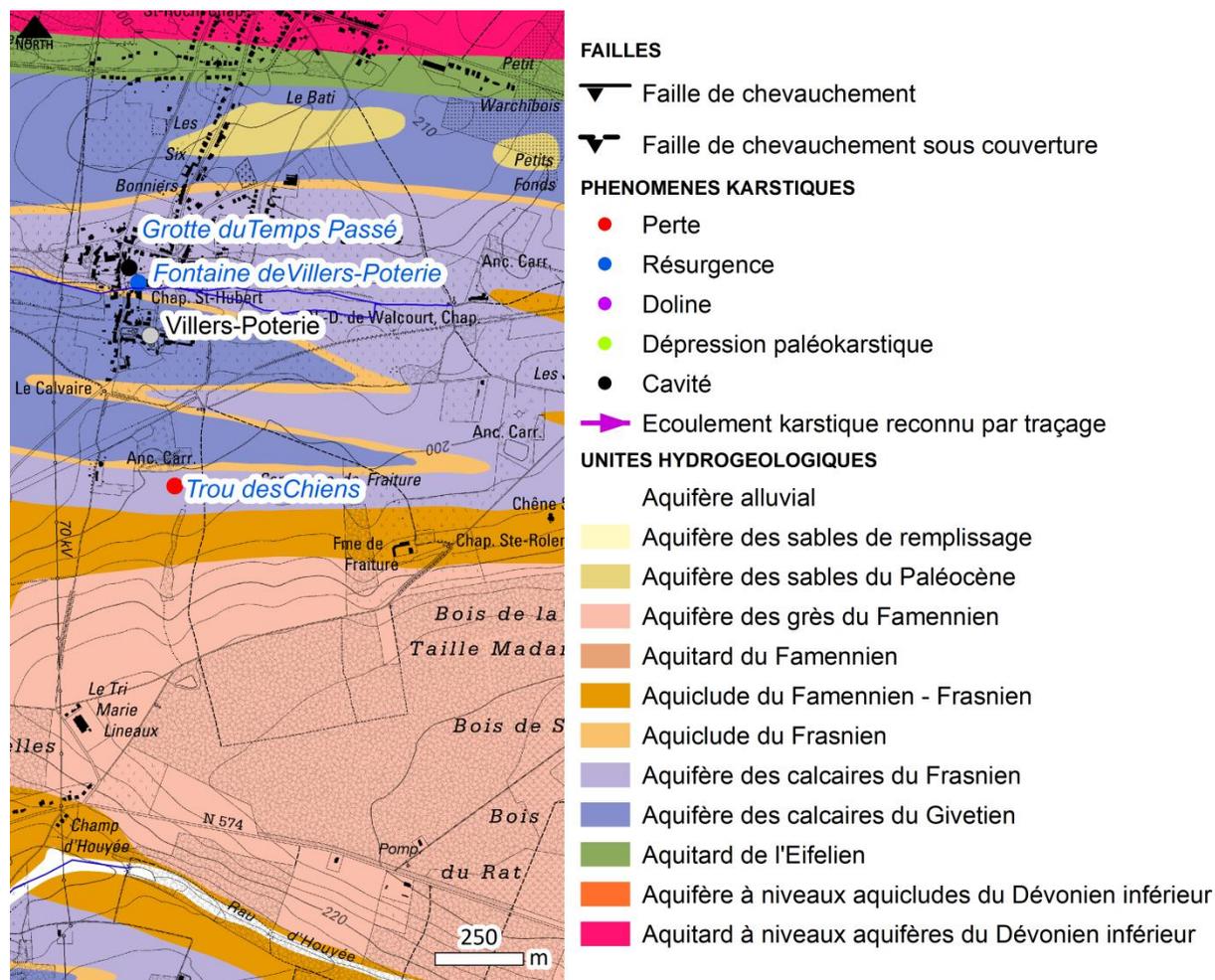


Figure IV.27 : Système karstique de la vallée du ruisseau d'Hanzinne.

IV.3.2.6. Vallée du Thyria

Le Thyria est un ruisseau qui prend sa source près d'Hanzinelle et s'écoule vers l'ouest en direction de l'Eau d'Heure. Un système de deux pertes en relation avec une résurgence en aval a été découvert dans le synclinal tournaisien en amont du ruisseau (Figure IV.28). On observe, d'amont en aval : la Perte de Saint-Feuillen (site AKWA 53/1-8), dans laquelle s'engouffrent les eaux d'un écoulement intermittent qui sort quelques dizaines de mètres en amont et la Perte du Fonds des Chansons (site AKWA 53/1-21). Le vallon et l'écoulement supposé sont exactement dans l'axe du synclinal tournaisien, favorisant la possibilité d'une exsurgence au site AKWA 53/1-22, appelée Résurgence du Fonds des Chansons.

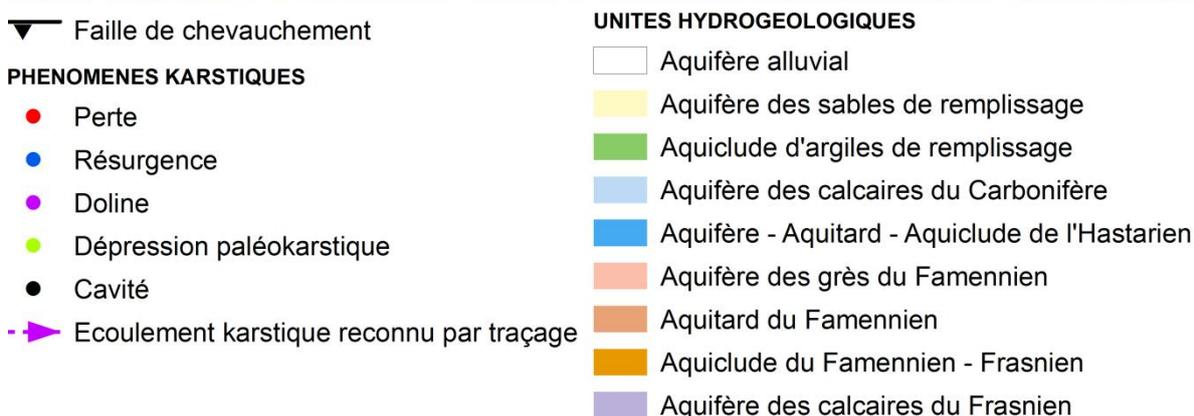
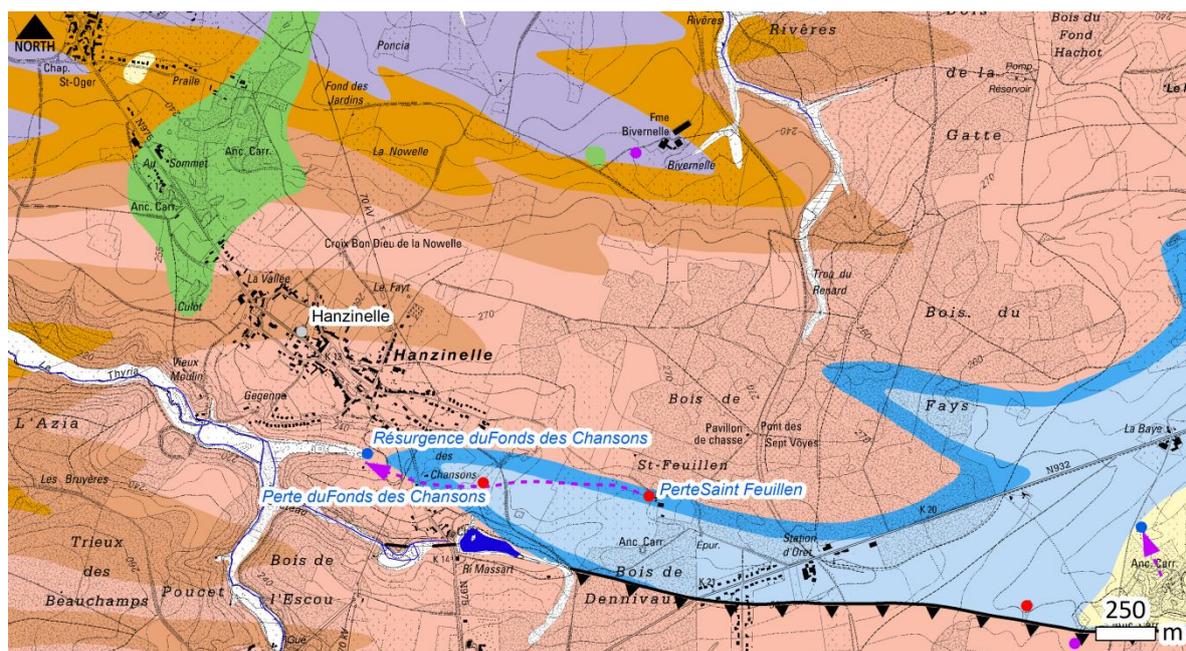


Figure IV.28 : Système karstique de la vallée du Thyria.

IV.3.3. Conclusions

Si, grâce à l'atlas du karst wallon, un inventaire exhaustif des phénomènes karstiques de la région de Biesme - Mettet a été réalisé, l'hydrodynamisme des systèmes karstiques et les connections pertes – résurgences restent néanmoins à étudier, notamment ceux signalés dans les formations du Carbonifère.

Il faut également noter la quasi absence de phénomènes karstiques dans les calcaires givertiens et frasniens.

IV.4. DESCRIPTION DE L'HYDROGÉOLOGIE RÉGIONALE

IV.4.1. Le bilan hydrogéologique

L'estimation des quantités d'eau passant par chacune des étapes du cycle hydrologique peut se faire à l'aide d'une équation de bilan appelée "bilan hydrologique" et qui représente le bilan des quantités d'eau entrant et sortant d'un système défini dans l'espace et dans le temps, à savoir l'année hydrologique (période très souvent différente de l'année civile).

Le calcul du bilan hydrogéologique, simples opérations comptables, nécessite la connaissance de nombreux paramètres météorologiques tels que les précipitations, les températures, les vitesses du vent, le degré d'humidité de l'air, le débit des rivières, ...

Pour l'hydrogéologue, les potentialités en eau d'une région sont estimées à partir du calcul des précipitations efficaces (PE). Elles représentent la quantité des précipitations qui, soit ruisselle et va alimenter les cours d'eau, soit s'infiltrer et va recharger le "stock d'humidité du sol"(RFU) puis les nappes aquifères. La RFU est la réserve en eau facilement utilisable par les plantes.

$$PE = P - ETR$$

PE : précipitation efficace

P : précipitation

ETR : évapotranspiration

L'ETR est estimée en comparant les quantités de précipitation par rapport à l'évapotranspiration potentielle (ETP) et en tenant compte de la RFU.

L'ETP est un des paramètres importants dans le calcul du bilan. C'est la quantité maximale d'eau qui peut être évapotranspirée par une surface d'eau ou par la végétation lorsque la RFU est disponible à 100 %.

Dans les régions chaudes ou en été dans nos régions, les précipitations sont souvent trop faibles par rapport à l'ETP. L'ETR est alors plus faible que l'ETP car la RFU ne parvient pas à compenser le déficit en eau.

Dans nos régions, entre les mois de mai et d'octobre, l'eau utile (EU) est faible sinon nulle. L'EU est la partie des PE qui atteint la nappe, par infiltration, et les cours d'eau, par ruissellement, elle ne tient donc pas compte de la recharge de la RFU. En conséquence, la recharge des nappes aquifères se fait uniquement en automne et en hiver. C'est pourquoi, dans notre pays, ce sont les conditions météorologiques hivernales qui conditionnent la recharge des nappes et donc les ressources en eau souterraine.

Pour comprendre les fluctuations des niveaux piézométriques, il est donc nécessaire de calculer la quantité d'EU. La méthode de Thornthwaite (*Thornthwaite et Matter, 1955*) permet

de calculer la quantité d'EU pour une région définie, à partir de paramètres météorologiques comme les précipitations et la température.

Les données moyennes mensuelles de précipitations et de températures de l'IRM et les valeurs d'eau utile calculées pour les stations météorologiques de Saint-Gérard et de Gerpinnes sont reprises sur les [Figure IV.29](#) et [Figure IV.30](#). Comme on peut le voir sur les figures, l'année 2006 est une année où la pluviosité est fortement contrastée, avec une période de pluies exceptionnelles pour les mois de mai et d'août.

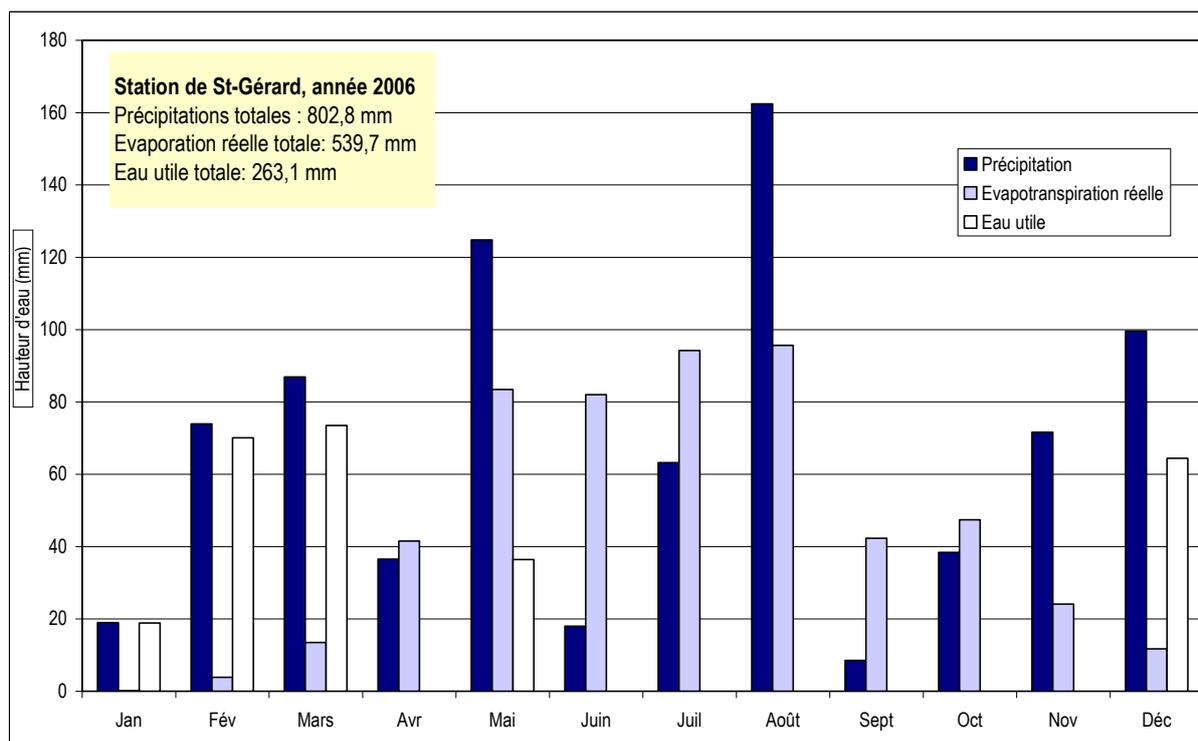


Figure IV.29 : Calcul de l'eau tuile pour la station de Saint-Gérard en 2006

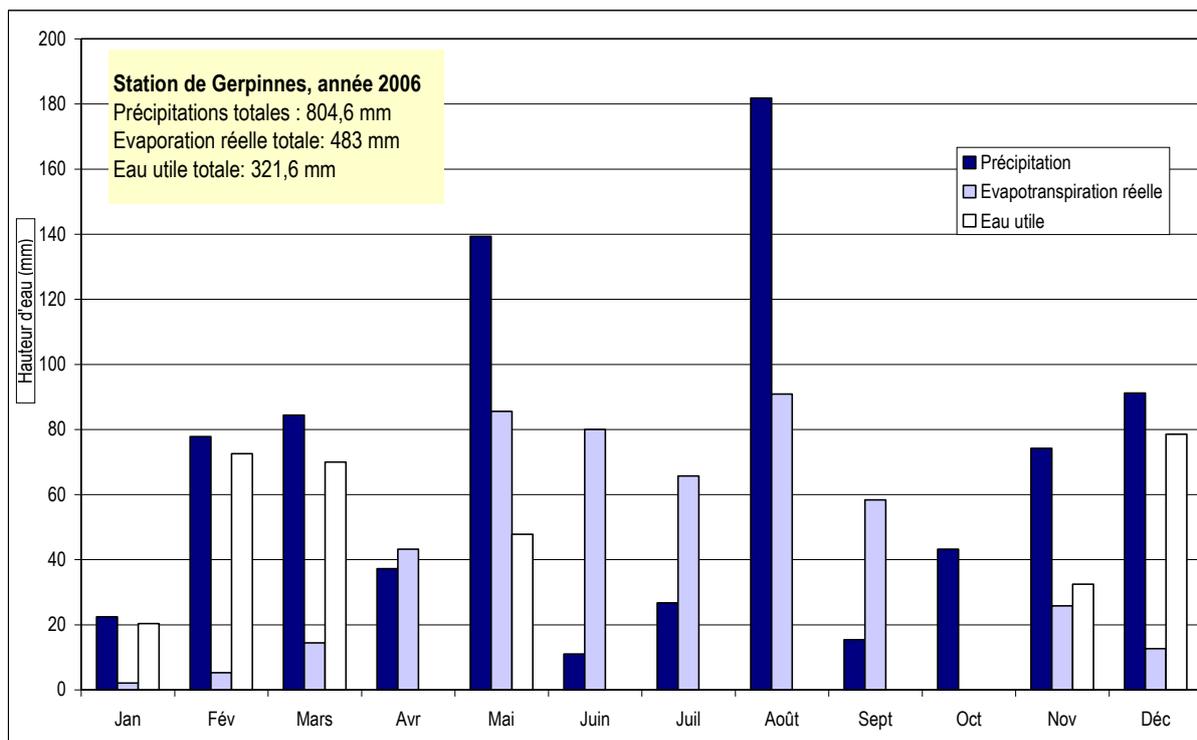


Figure IV.30 : Calcul de l'eau utile pour la station de Gerpinnes en 2006

L'eau utile est disponible en janvier, en février, en mars, en mai, en novembre et en décembre. Les précipitations abondantes de l'automne et de l'hiver, couplées à une évapotranspiration très faible (températures basses), permettent une recharge efficace des nappes et donc en principe une hausse éventuelle du niveau piézométrique. La quantité importante d'eau utile au mois de mai est due à des pluies exceptionnelles durant ce mois. Au mois d'août, par contre, les pluies n'ont pas été suffisamment abondantes pour contrebalancer l'effet de la sécheresse des mois de juin et de juillet et ont donc servi à recharger partiellement la RFU.

IV.4.2. Evolution piézométrique des différentes unités hydrogéologiques

En ce qui concerne l'hydrogéologie, la région de Biesme-Mettet peut se subdiviser en quatre domaines qui diffèrent d'un point de vue géographique, géomorphologique et géologique. Il s'agit :

- Au nord, des terrains ordoviciens-siluriens de la pointe de Puagne et du Dévonien inférieur du bord nord du Synclinerium de Dinant ;
- Les calcaires du Dévonien moyen et supérieur, compartimentés par les niveaux aquicludes du Frasnien et du Famennien
- Les grès du Famennien ;
- Les calcaires du Carbonifère.

IV.4.2.1. Aquifères schisto-gréseux du Socle Ordovicien-Silurien et du Dévonien inférieur

Les formations argilo-silteuses de la pointe de Puagne et de la lèvre nord de la faille du Midi forment les terrains les plus anciens de la carte Biesme-Mettet. Elles sont représentées par l'Ordovicien et le Silurien. Ces formations de nature schisteuse possèdent des potentialités hydrogéologiques très faibles. Il s'agit des formations de Sart-Bernard, de Basse-aux-Canes, de Génicot, du Groupe du Criptia et des formations des Longues Royes et de Moncheret, parmi lesquelles s'intercale la Formation carbonatée de Fosses.

Les formations du Dévonien inférieur, représentées par le Lochkovien, le Praguien et l'Emsien sont constituées majoritairement de schistes, de siltites, de poudingues, de quartzites et de grès. Les schistes possèdent une perméabilité très faible et constituent généralement des niveaux aquicludes. Les formations à dominance silteuse (formations de Fooz, d'Acoz et de Burnot) forment l'Aquitard à niveaux aquifères du Dévonien inférieur. Deux formations à dominance gréseuse sont encadrées par ces aquitards : il s'agit des formations aquifères du Bois d'Ausse et de Wépion qui possèdent un potentiel hydrogéologique plus élevé.

Dans la Pointe de Puagne, le réseau hydrographique est très dense pour la surface considérée, ce qui est caractéristique des terrains à couverture imperméable. Les eaux de ruissellement se concentrent dans les ruisseaux de l'Étang du Diable et de la Basse aux Canes. Les eaux ainsi collectées alimentent la Biesme qui constitue l'axe majeur de drainage sud-nord de la région. La Biesme, par l'intermédiaire de ses divers affluents, collecte les réserves en eaux souterraines des différentes unités qu'elle traverse depuis le sud (calcaires du Carbonifère, grès du Famennien, calcaires du Dévonien, roches silto-gréseuses du Dévonien inférieur et schistes du socle Ordovicien-Silurien). Le réseau hydrographique est alimenté par l'écoulement diffus (déversement de la nappe) et ponctuel (sources) des nappes.

Les données piézométriques sont peu nombreuses pour la zone considérée. Elles concernent uniquement les terrains du Dévonien inférieur. Des niveaux ponctuels de la nappe ont été mesurés pour l'Aquitard à niveaux aquifères du Dévonien inférieur (Formation de Burnot). Ces mesures concernent trois puits de particulier. Un puits foré de 17 m de profondeur au nord de Villers-Poterie (Puits "Ferme du temple", [Figure IV.31](#)), a fourni un niveau de 1,61 m le 19/05/2006. Deux autres puits, situés entre Noéchamps et Devant-les-Bois, ont enregistré le 10/05/2006 des niveaux respectivement à 1,7 m (Puits Fannoy) et 2,01 m (Puits Mouton Jean-Paul) de profondeur. Ils ont été creusés jusqu'à 20 m et 2,2 m de profondeur. Deux sources se déversant dans des caves de particulier ont également été découvertes à proximité. Elles confirment le niveau presque subaffleurant de la nappe (~ 2 m de profondeur).

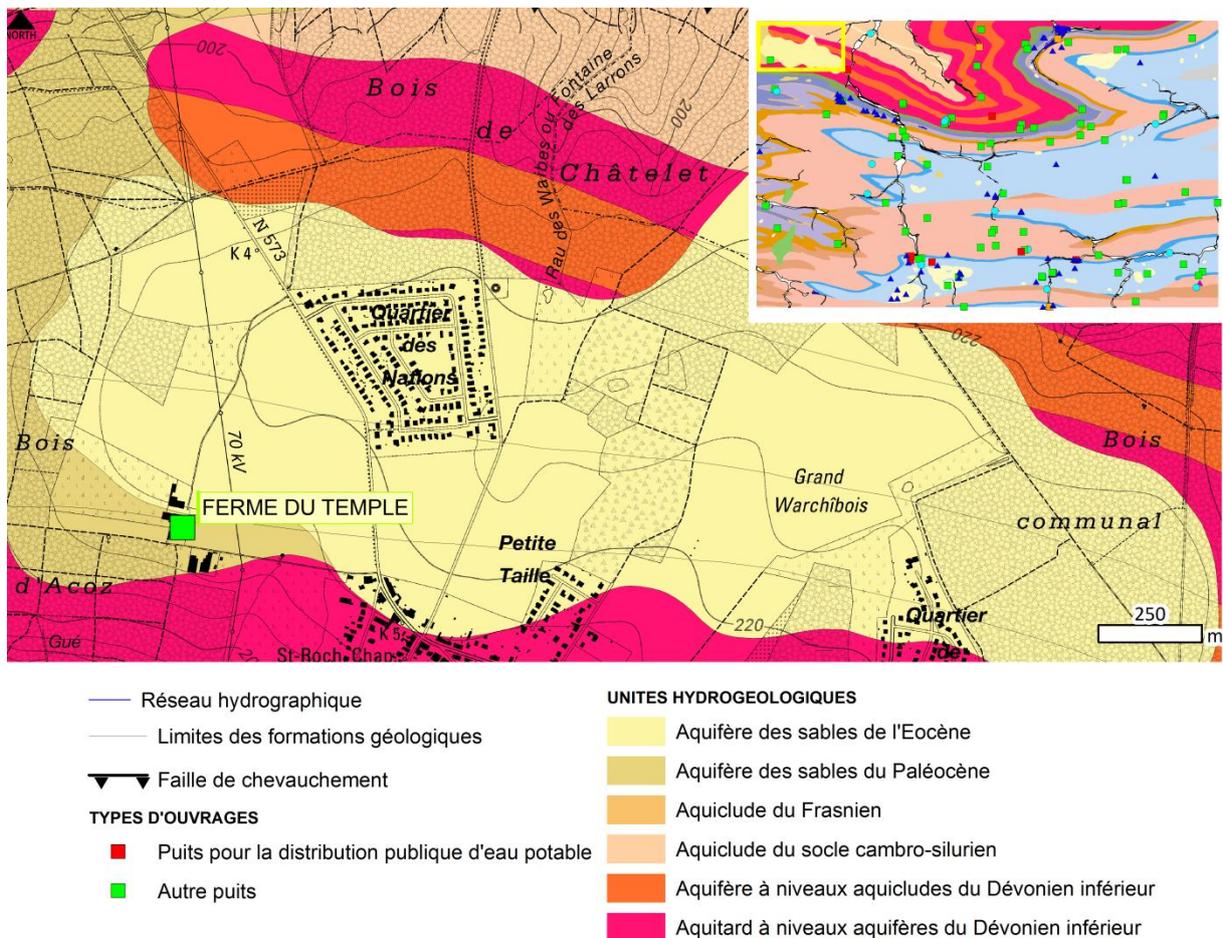
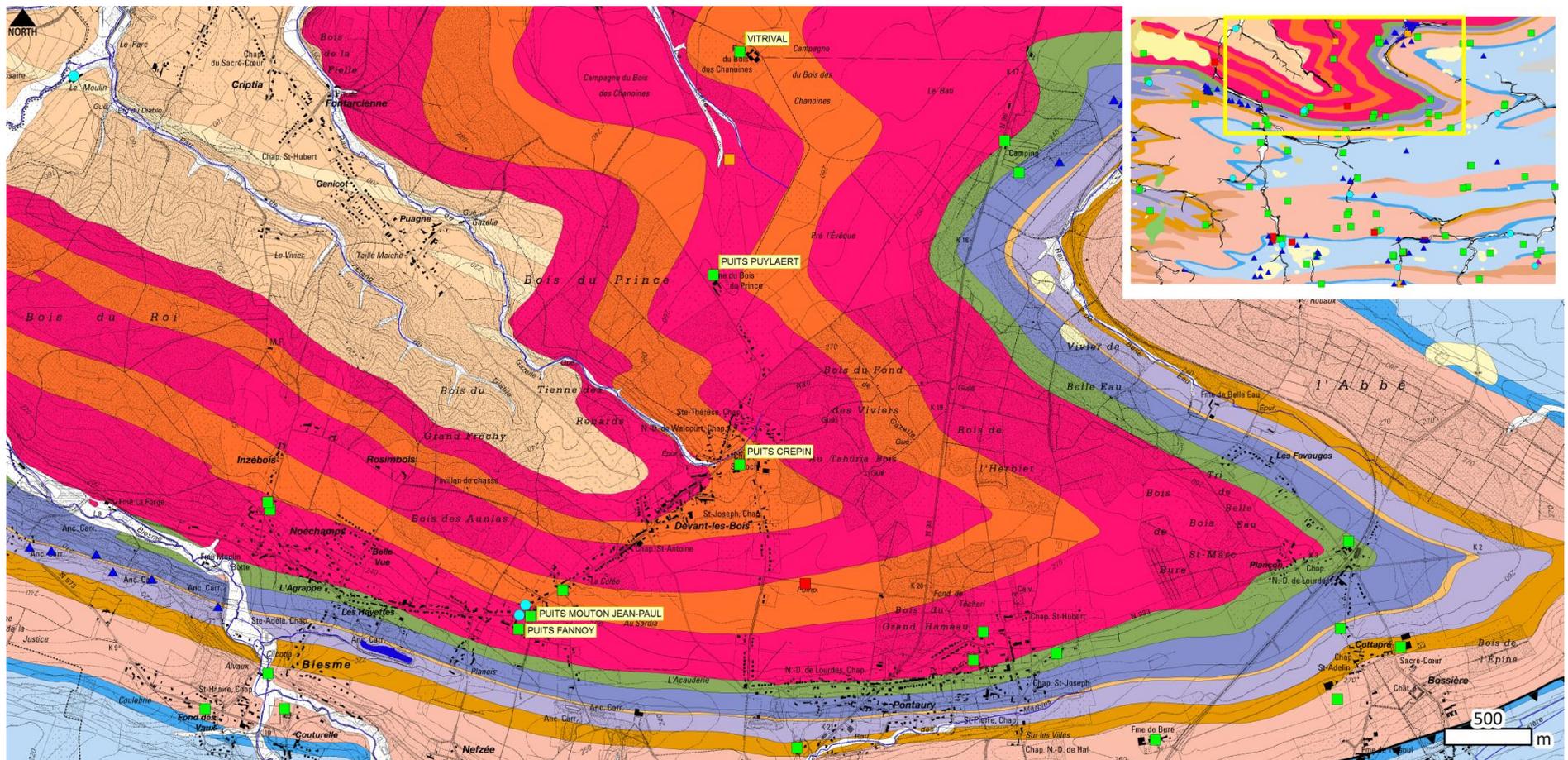


Figure IV.31 : localisation du puits Ferme du Temple.

Trois puits de particulier ont fait l'objet d'un relevé piézométrique mensuel entre début mai et fin novembre 2006. Ils sont situés sur une crête depuis le hameau de Vitriaval jusqu'au hameau de Devant-les-Bois. Il s'agit des puits Vitriaval (foré jusqu'à 35 m, [Figure IV.33](#)) et Puy-laert (foré jusque 40 m, [Figure IV.35](#)), tous deux captant la nappe de l'aquifère à niveaux aquicludes du Dévonien inférieur ([Figure IV.32](#)). Le puits Crépin (creusé jusqu'à 8m, [Figure IV.34](#)) est quant à lui implanté dans l'Aquitard à niveaux aquifères du Dévonien inférieur ([Figure IV.32](#)). Les deux premiers puits montrent des niveaux variant entre 7 et 11 mètres de profondeur et le troisième entre 3,5 et 4,5 mètres. L'amplitude des variations saisonnières dépend de la proximité de l'ouvrage avec un exutoire ou un axe de drainage : plus l'ouvrage est éloigné, plus l'amplitude est forte.



- Réseau hydrographique
- Limites des formations géologiques
- ▼ Faïlle de chevauchement

TYPE

- Puits pour la distribution publique d'eau potable
- Puits sur galerie par gravité
- Autre puits
- ▲ Piézomètre
- ▲ Drain
- Source (exploitée ou non)

UNITES HYDROGEOLOGIQUES

- Aquifère alluvial
- Aquifère des sables de remplissage
- Aquifère des calcaires du Carbonifère
- Aquifère - Aquitard - Aquiclude de l'Hastarien
- Aquifère des grès du Famennien
- Aquiclude du Famennien - Frasnien
- Aquiclude du Frasnien

- Aquifère des calcaires du Frasnien
- Aquifère des calcaires du Givetien
- Aquitard de l'Eifelien
- Aquifère du socle cambro-silurien
- Aquiclude du socle cambro-silurien
- Aquifère à niveaux aquicludes du Dévonien inférieur
- Aquitard à niveaux aquifères du Dévonien inférieur

Figure IV.32 : Localisation des puits Vitrival, Puylaert et Crépin.

D'après les figures, le niveau piézométrique du puits Crépin serait influencé par le Ruisseau de la Gazelle, situé à 150 mètres au nord-est de l'ouvrage : l'amplitude maximale mesurée est de 1 m avec des niveaux fluctuant entre 3,5 et 4,5 m de profondeur. Le ruisseau est drainant et impose donc le niveau piézométrique de la nappe. Le puits Vitrival montre des niveaux plus profonds, variant entre 7,5 et 9 m de profondeur. L'influence du Tréko (passant à environ 300 mètres à l'ouest) est moins marquée dans ce puits. Le puits Puylaert est le plus éloigné d'un point d'exutoire de la nappe : l'amplitude maximale mesurée pendant les sept mois est de 5 mètres. Ce puits, situé à moins de 50 mètres de la partie amont du Tréko, indique que ce ruisseau n'est pas drainant à cet endroit : il récolte uniquement les eaux de ruissellement en surface, il ne serait donc pas permanent.

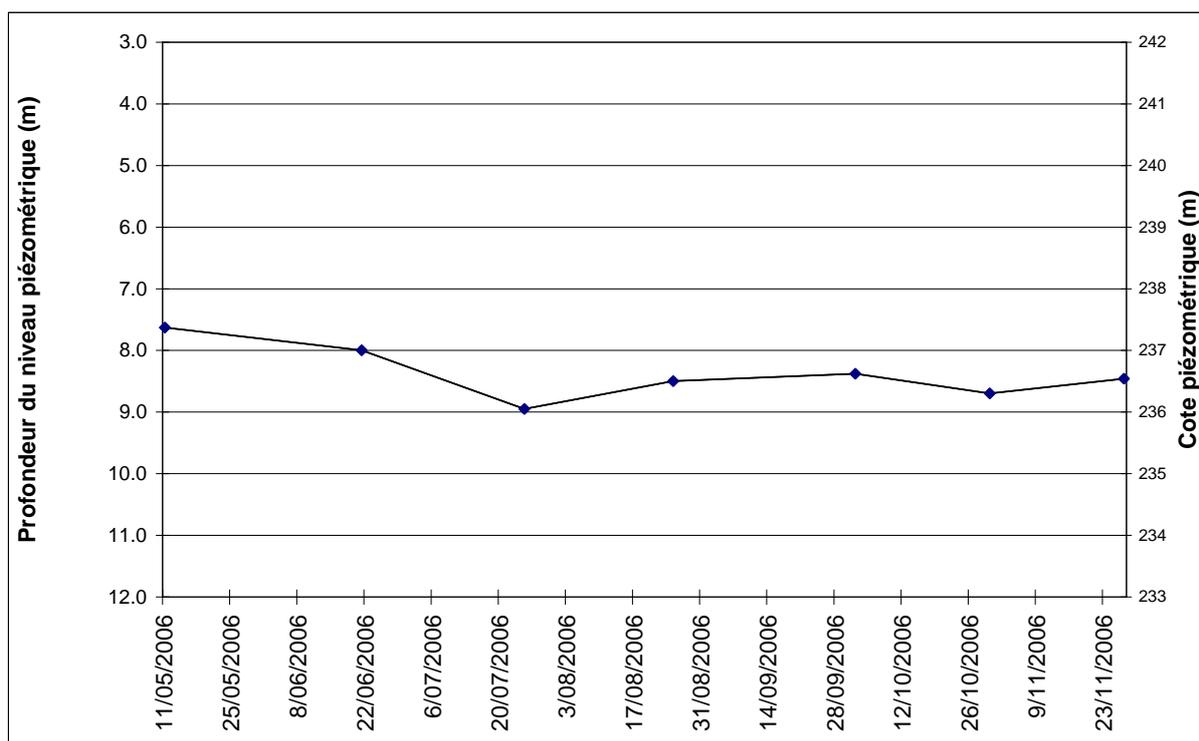


Figure IV.33 : Evolution du niveau piézométrique du puits *Vitrival*.

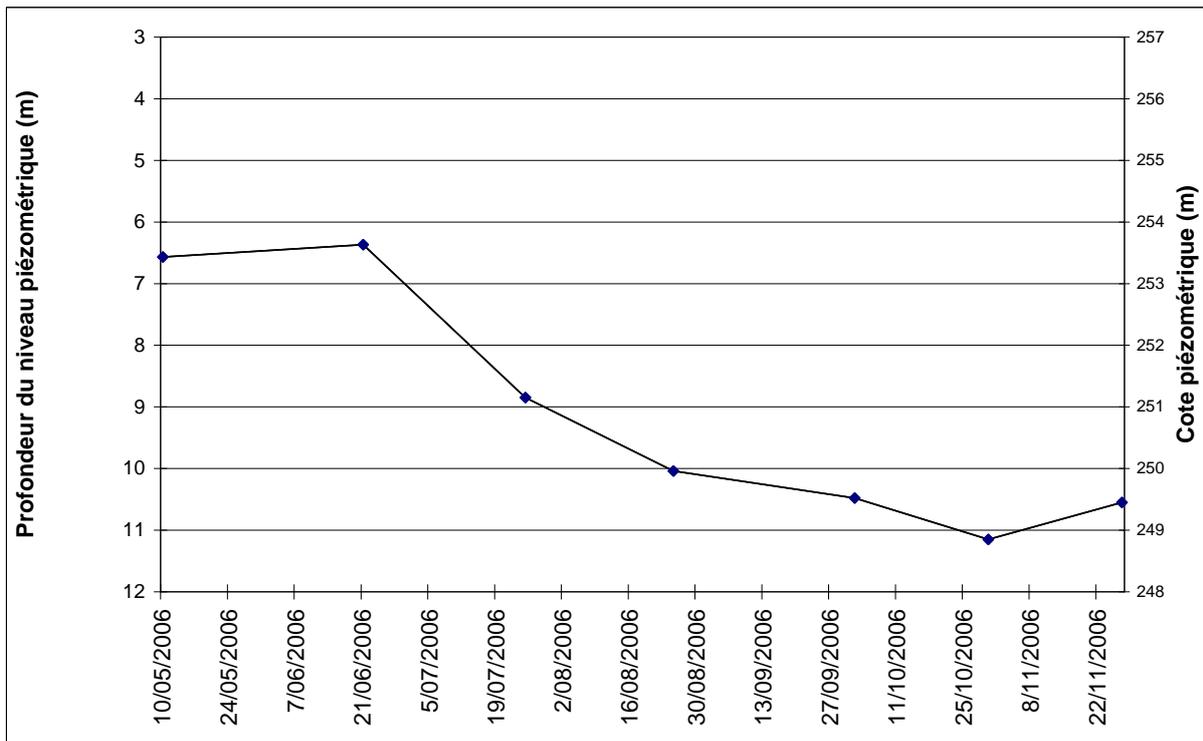


Figure IV.34 : Evolution du niveau piézométrique dans un puits de particulier (puits Crépin).

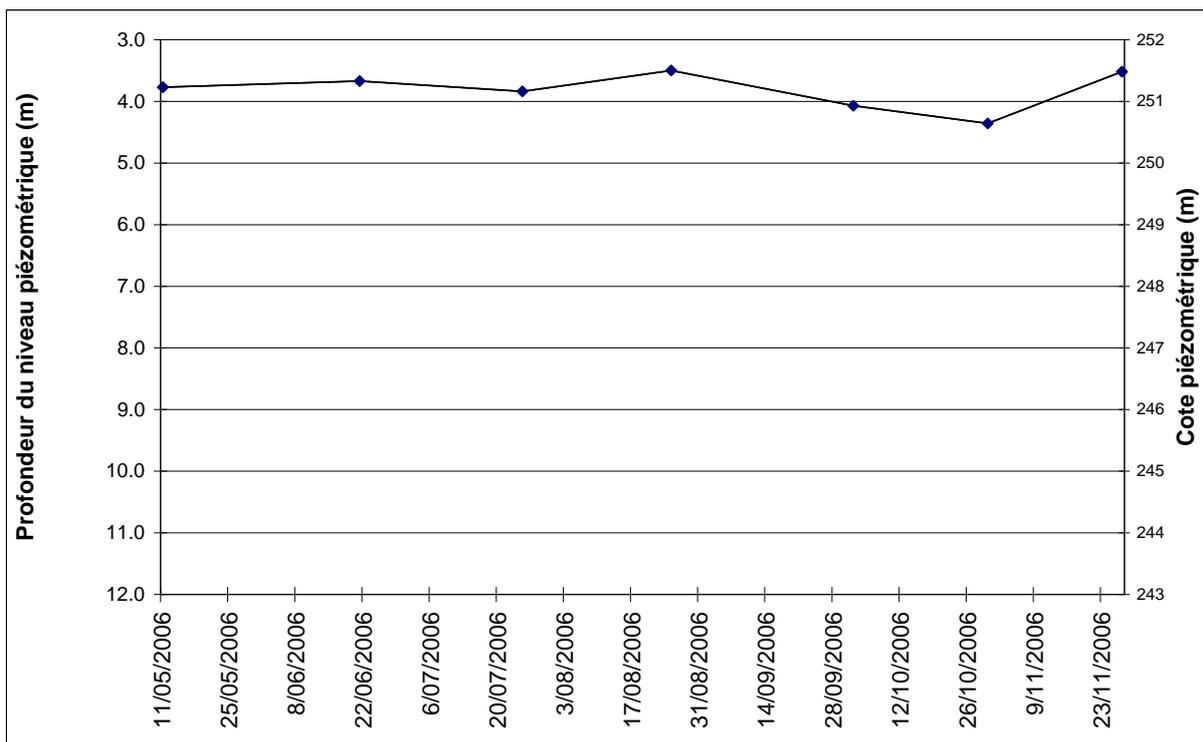


Figure IV.35 : Evolution du niveau piézométrique dans un puits de particulier (puits Puylaert).

Pour les aquicludes de l'Ordovicien et du Silurien, il n'existe aucune mesure piézométrique dans la région. Des considérations générales peuvent être émises. La nappe doit vraisemblablement être subaffleurante (~ 0-1 m de profondeur) et suivre la topographie. Il est donc possible de présumer le sens d'écoulement à partir d'une simple carte topographique. Dans une première approximation, la déduction du sens d'écoulement de la nappe à un endroit donné est analogue à la démarche suivie pour déduire le ruissellement en surface. Les

sommets topographiques sont supposés indiquer l'emplacement des crêtes hydrogéologiques. Le sens d'écoulement des eaux souterraines est alors supposé orienté de ces sommets locaux vers les vallées creusées par les ruisseaux délimitant la zone concernée. Les points bas des ruisseaux matérialisent une zone où le niveau piézométrique rejoint la topographie. Le sens d'écoulement des nappes est donc imposé par le réseau hydrographique. Dans ces conditions, et vu la faible perméabilité en profondeur des formations couvrant la majorité de cette zone, les bassins hydrogéologiques sont probablement analogues aux bassins hydrographiques. Les limites de bassins hydrogéologiques et hydrographiques peuvent cependant différer quelque peu, en fonction de la géologie locale (lithologie et structure).

En ce qui concerne le Dévonien inférieur, les données ponctuelles disponibles pour plusieurs puits, les mesures effectuées dans le cadre de la réalisation de cette carte et la connaissance générale de la piézométrie dans la région permettent d'estimer une fourchette de variation du niveau piézométrique relatif : la nappe est presque subaffleurante (2-3 m de profondeur) dans les formations les moins perméables (aquitards) et peut descendre jusqu'à environ 11 m sous les crêtes topographiques dans les zones les plus aquifères.

IV.4.2.2. Aquifères des calcaires du Dévonien moyen et supérieur

Le Dévonien moyen, avec la Formation de Rivière, marque l'arrivée d'une sédimentation carbonatée s'étendant de l'Eifelien jusqu'au Frasnien supérieur. Elle est interrompue par un épisode schisteux correspondant au dépôt de la Formation de Nismes, à la base du Frasnien. Le sommet du Frasnien avec la base du Famennien indiquent un retour à une sédimentation détritique et le dépôt de formations schisteuses.

Les calcaires du Dévonien moyen et supérieur ont été plissés par l'orogénèse hercynienne. Ils forment, avec le Paléozoïque inférieur, la bordure nord du Synclinorium de Dinant. Leur pendage étant assez important, ils apparaissent sur la carte sous la forme d'une mince bande ceinturant les terrains du Dévonien inférieur.

Dans la partie centrale de la carte, se succèdent du nord au sud : l'Aquitard de l'Eifelien (Formation de Rivière), l'Aquifère des calcaires du Givetien (formations de Nèvremont et du Roux), l'Aquiclude du Frasnien (Formation de Nismes) et l'Aquifère des calcaires du Frasnien (Formation de Lustin). Les calcaires du Frasnien sont bordés vers le sud par l'aquiclude du Famennien-Frasnien.

Dans la partie ouest de la carte, au méridien du village de Villers-Poterie, se succèdent des anticlinaux à cœur givétien et des synclinaux à cœur famennien schisteux (formations de Neuville et d'Aisemont). Du sud vers le nord, les formations givetiennes du Mont d'Hauris et de Fromelennes passent aux formations de Nèvremont et du Roux. Il en est de même pour les calcaires du Frasnien : le groupe Pont de la Folle – Philippeville passe progressivement à la Formation de Lustin. Ces formations présentent localement des niveaux schisteux imperméables, notamment dans les formations du Pont de la Folle, du Roux et du Membre

d'Hymiée de la Formation de Lustin. Ces niveaux pourraient, en fonction de leur extension, former des aquicludes locaux.

Les perméabilités plus élevées des aquifères calcaires permettent aux eaux souterraines d'y circuler plus efficacement que dans les unités du Paléozoïque inférieur. De ce fait, les niveaux piézométriques sont susceptibles d'y être mieux rabattus par le niveau de base imposé par les rivières. On peut donc présumer que la nappe y adopte un profil bas et plat.

La nappe des calcaires du Frasnien est un aquifère de fissures bordé au nord et au sud par des schistes peu perméables, qui laissent supposer un écoulement régional conforme à l'orientation des bancs. Une partie des ruissellements s'opérant sur les schistes famenniens peut contribuer à la recharge de la nappe des calcaires du Frasnien par infiltration au niveau des limites avec les calcaires. Peu de phénomènes karstiques ont par ailleurs été observés dans ces calcaires : quelques pertes et résurgences ont été décrites aux environs de Villers-Poterie et de Bambois. La recharge de la nappe se fait donc principalement par infiltration.

Au sud d'Acoz, les formations de Nèvremon et du Roux sont captives sous la Formation de Nismes. En témoigne la présence de la Fontaine de Villers-Poterie qui émerge à la cote + 185 m et dont les eaux proviennent des calcaires du Givetien (LGIH-INT 891, 1989).

Une seule faille traverse les calcaires du Dévonien, il s'agit de la faille d'Hanzinne-Wagnée passant au sud d'Hymiée. Cette faille constitue un axe d'écoulement préférentiel Est-Ouest qui pourrait mettre en communication les différents aquifères qu'elle affecte.

Quelques études ont permis une meilleure connaissance de la piézométrie des calcaires dévoniens dans la région.

Une étude (non publiée) réalisée par la S.W.D.E. dans le cadre des zones de prévention établies autour des captages du site d'Evrard à Hymée (carte 52/3-4 Gozée-Nalinnes) a permis de préciser la piézométrie des nappes des calcaires aux environs d'Hymée. L'écoulement se fait de manière concentrique du sud-est vers le nord-ouest, en direction du cône de rabattement créé par les captages. Sur la carte Biesme-Mettet, le niveau mesuré dans le piézomètre SWDE PZ1 Gerpennes (Figure IV.36) au 14/01/2003 se trouvait à la cote + 182,38 m, soit à une profondeur de 22,83 m. Le Ruisseau d'Hanzinne pourrait être drainant aux environs du site d'Evrard, entre Hymée et Gerpennes.

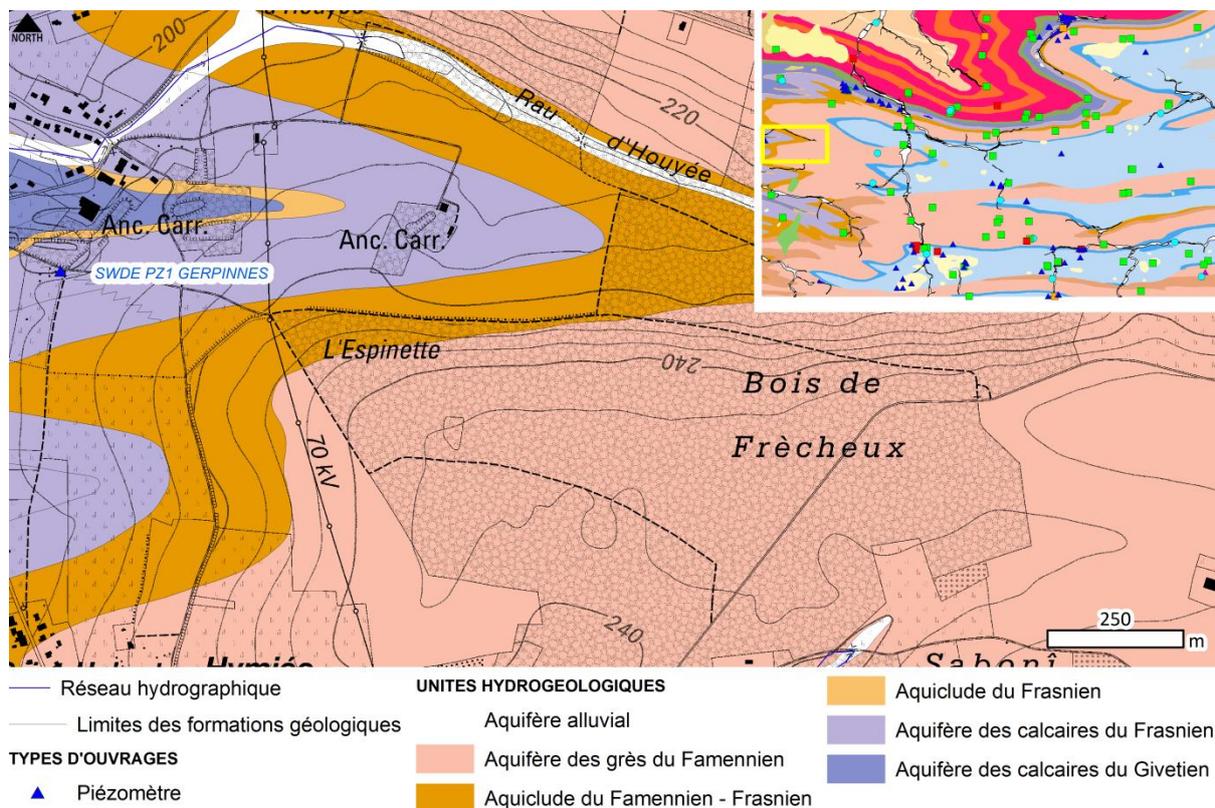


Figure IV.36 : localisation du piézomètre SWDE PZ1 Gerpennes.

Entre Villers-Poterie et Devant-les-Bois, les nombreuses carrières ouvertes dans les calcaires frasniens sont souvent envahies par les eaux, ce qui indique le niveau élevé du sommet de l'aquifère. Les anciennes carrières de Gougnies (Figure IV.37) sont situées au droit d'une crête hydrogéologique (cote +191 m) permettant un écoulement vers l'ouest avec un gradient de 4,6 pour mille (Rapport INT 891, 1989) et vers l'est en direction de la Biesme (cote + 190 m). Les linéaments dans les schistes frasniens peuvent localement augmenter leur perméabilité dans deux directions : NNW-SSE et NNE-SSW. De part et d'autre de la Biesme, l'écoulement se ferait donc dans la direction des bancs : en rive gauche de la Biesme l'écoulement se ferait vers l'ESE et en rive droite vers l'WNW.

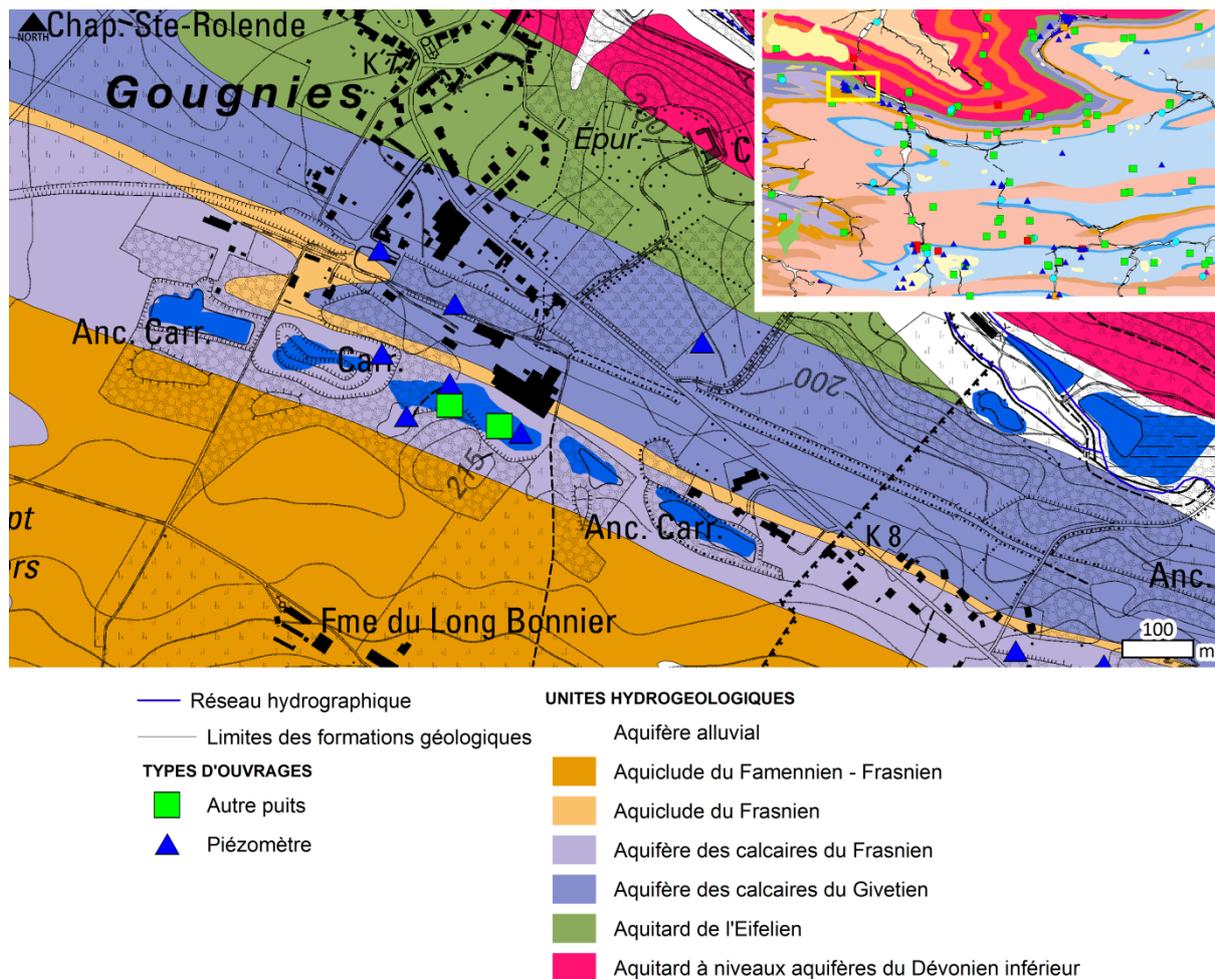
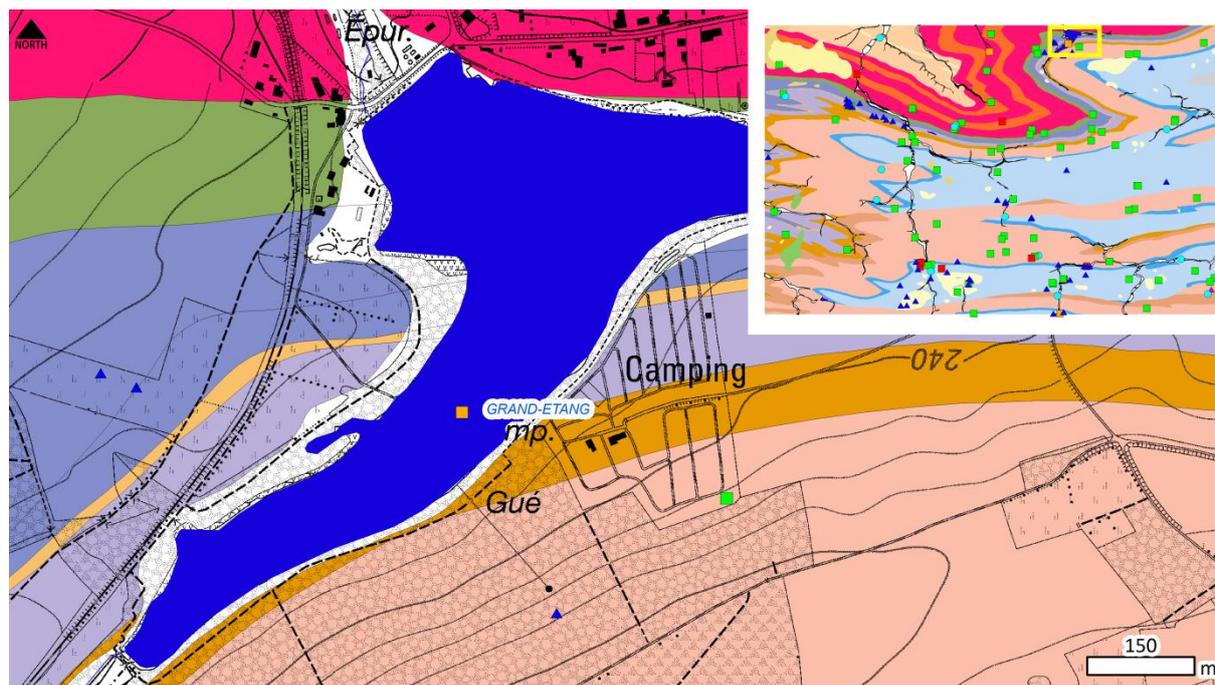


Figure IV.37 : localisation des carrières de Gougnies.

Dans le lac de Bambois, le captage de *Grand-Etang* (Figure IV.38), géré par l'I.N.A.S.E.P., est alimenté par plusieurs sources qui jaillissent au fond du lac à 12 m de profondeur (cote fluctuant entre +239 et +240 m). Ces sources forment l'exutoire de la nappe des calcaires du Frasnien (Formation de Lustin), captive sous le lac et au nord-ouest, sous 6 m de limons argileux. Ces sources sont alimentées par des écoulements souterrains en provenance du sud-ouest et du nord-est, conformément à l'orientation des bancs, à travers la Formation de Lustin. La nappe est ensuite drainée vers le nord par le ruisseau de Fosses. Quelques fractures assurent une alimentation depuis les grès du Famennien au sud, comme le confirment les traçages réalisés (Geologica SA, non publié).



- | | | |
|--------------------------------|------------------------------------|--|
| — | Limites des formations géologiques | UNITES HYDROGEOLOGIQUES sans contours |
| — | Réseau hydrographique | Aquifère alluvial |
| POINTS HYDROGEOLOGIQUES | | Aquifère des grès du Famennien |
| ■ | Puits sur galerie par gravité | Aquiclude du Famennien - Frasnien |
| ■ | Autre puits | Aquiclude du Frasnien |
| ▲ | Piézomètre | Aquifère des calcaires du Frasnien |
| | | Aquifère des calcaires du Givetien |
| | | Aquitard de l'Eifelien |
| | | Aquitard à niveaux aquifères du Dévonien inférieur |

Figure IV.38 : Localisation du captage Grand-Etang, dans le lac de Bambois.

Dans l'Aquitard de l'Eifelien, une mesure ponctuelle effectuée au droit d'un puits foré jusque 15 m de profondeur et situé au nord de Bossière (Puits "Saint-Gérard passage à niveau", Figure IV.39) a donné un niveau de 10 m (le 01/04/1996), ce qui correspond à la cote +245 m.

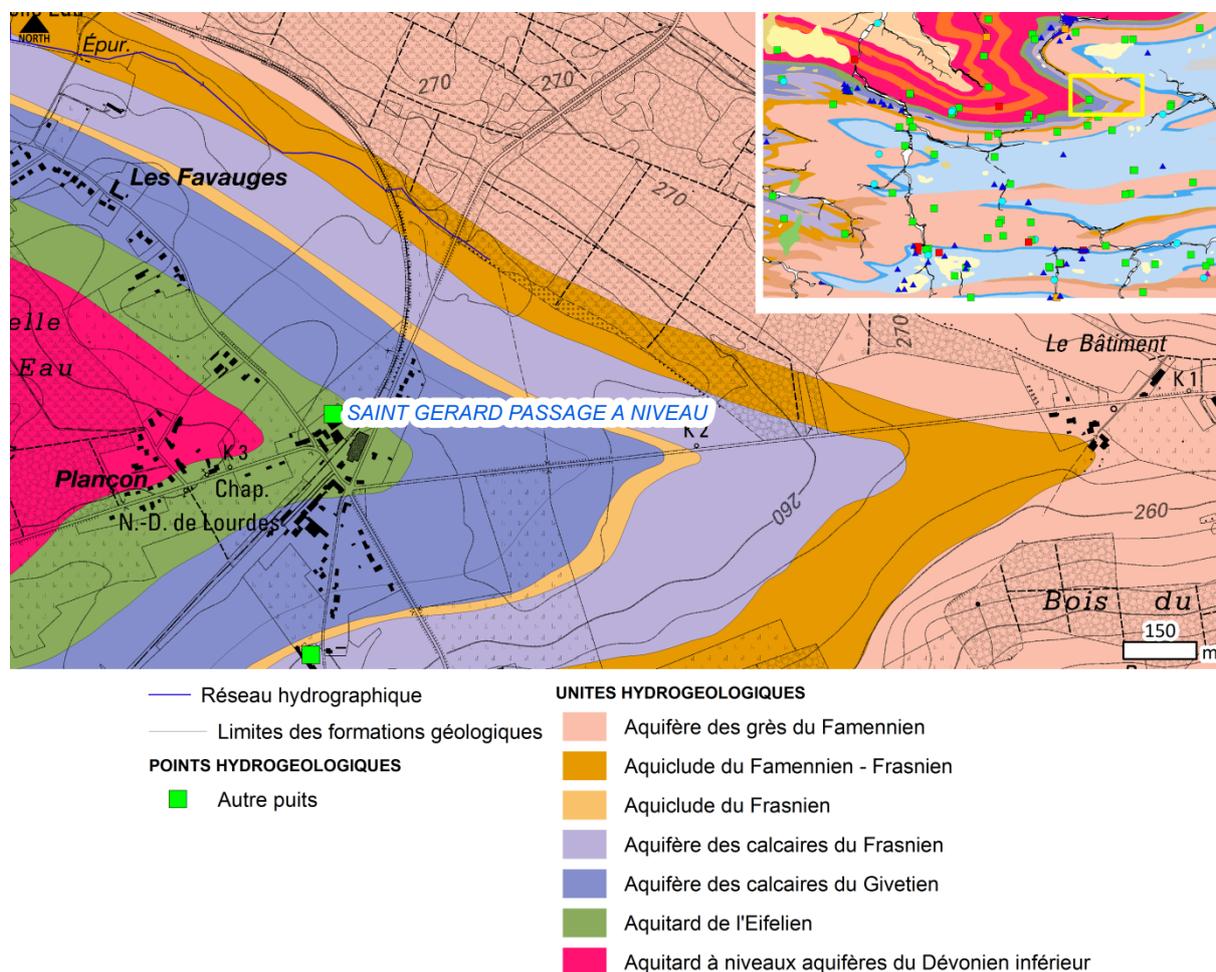


Figure IV.39 : localisation du puits Saint-Gérard passage à niveau.

Quelques mesures ponctuelles existent pour l'aquiclude du Famennien-Frasnien. A Bossière, un puits de particulier (Doneux I, **Figure IV.40**), foré jusqu'à 45 mètres de profondeur, a donné un niveau de 11,7 m (cote + 254 environ) le 19/05/2006, et de 10,7 m le 21/06/2006. Ces données trouvent leur origine dans l'utilisation du puits : les débits assez élevés (2160 m³/an), pompés à des fins agricoles, et la perméabilité très faible de l'aquiclude, ont entraîné une perte de charge au droit du puits et donc des niveaux dynamiques mesurés assez profonds.

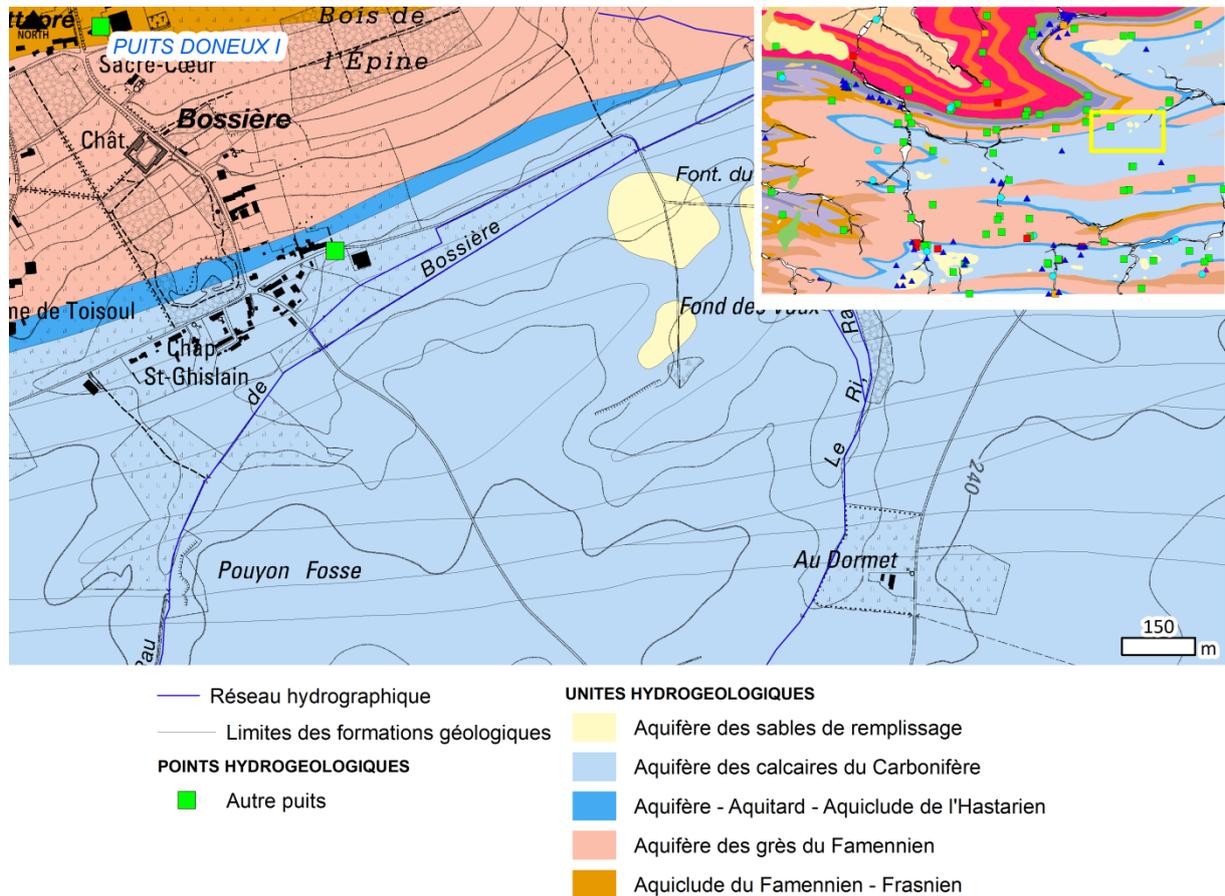


Figure IV.40 : Localisation du puits Doneux I.

Un autre puits de particulier à Pontauray (puits Derese, **Figure IV.41**), profond de 2,5 m, a également fait l'objet d'un suivi régulier en 2006 (**Figure IV.42**). Ce puits montre des fluctuations de faible amplitude mais à des profondeurs variant entre 4,5 et 5 m de profondeur.

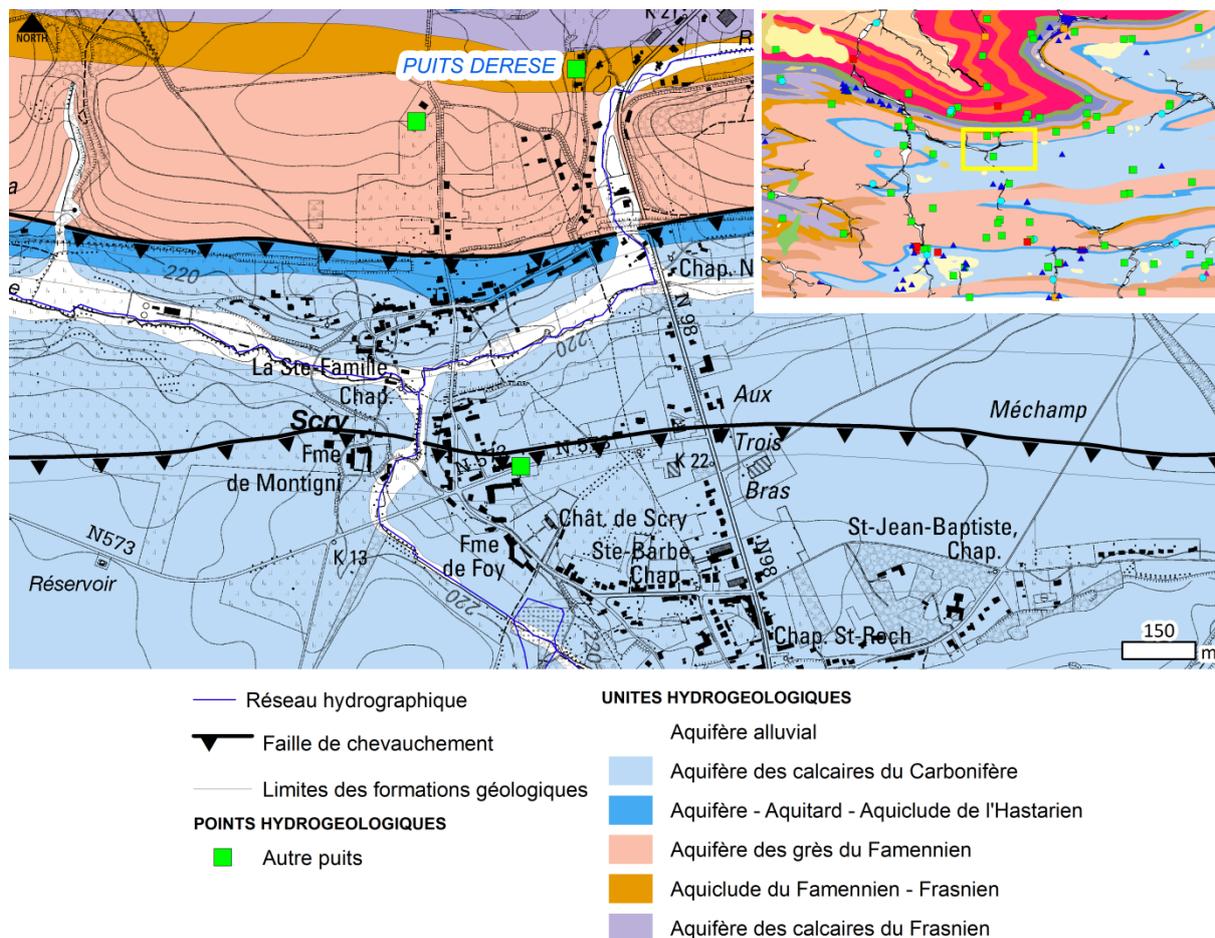


Figure IV.41 : Localisation du puits Derese à Pontauray.

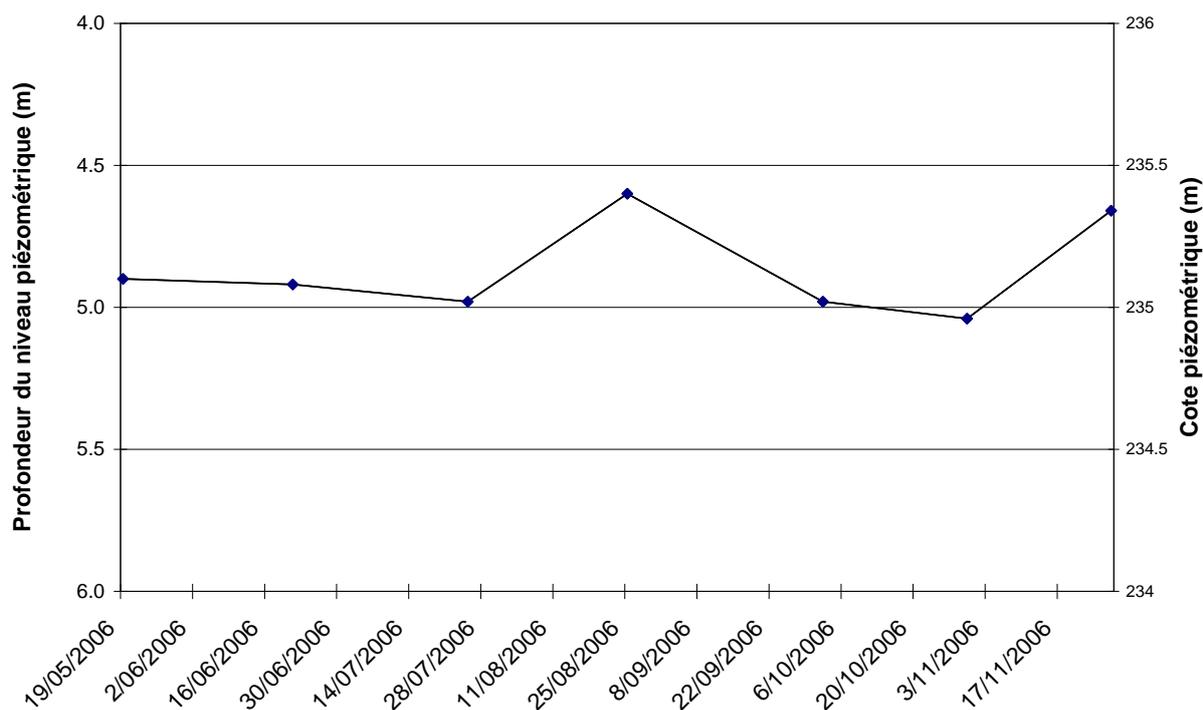


Figure IV.42 : Evolution du niveau piézométrique du puits Derese à Pontauray.

Des données historiques existent pour un puits creusé à Hanzinne (puits communal, **Figure IV.43**). Celui-ci montre le caractère subaffleurant de la nappe : les niveaux ont varié entre 0,5 et 2 m environ entre 1980 et 1995 (**Figure IV.44**).

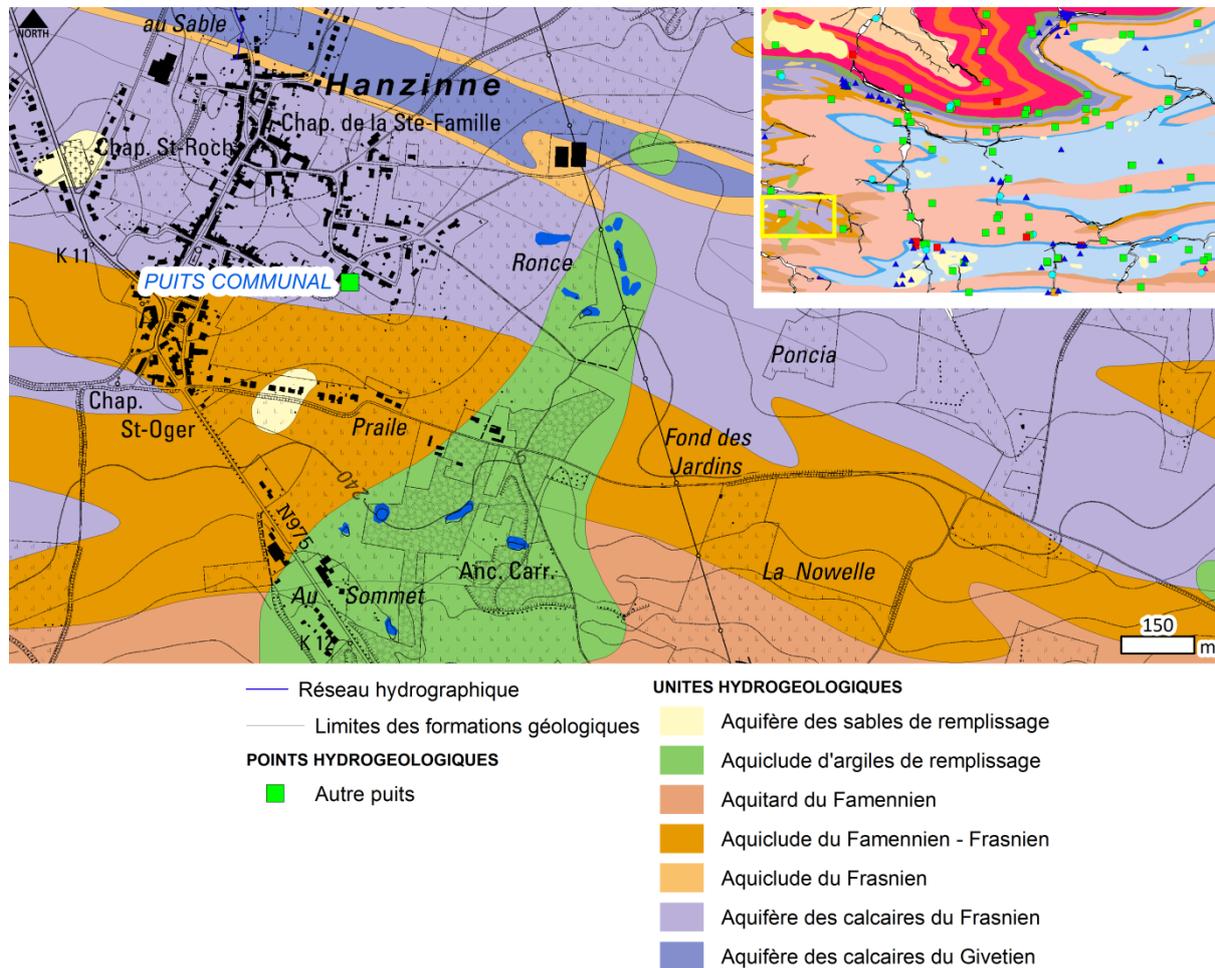


Figure IV.43 : localisation du puits Communal à Hanzinne.

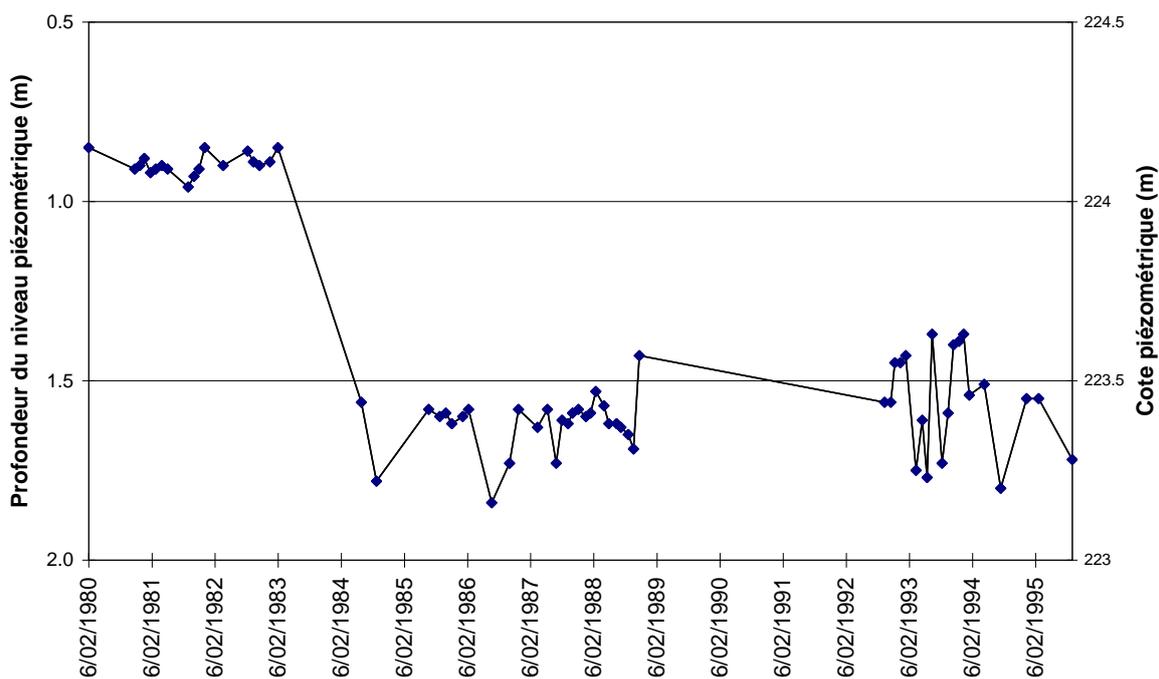


Figure IV.44 : Evolution du niveau piézométrique du puits Communal.

IV.4.2.3. Aquifères des grès du Famennien

Le Famennien affleure sur une large portion de la carte, au cœur des anticlinaux et en bordure des synclinaux formant la bordure nord du bassin de Dinant.

Le Famennien comprend trois formations : les formations silto-gréseuses d'Esneux et de Souverain-Pré, qui forment l'Aquitard du Famennien ; et la Formation de Ciney, plus perméable par son caractère gréseux et qui constitue de ce fait l'aquifère des grès du Famennien. Lorsque la distinction n'est plus possible sur le terrain, ces trois formations sont regroupées au sein du Groupe du Condroz, classifié en terme d'aquifère. A la base du Famennien, la Formation de la Famenne forme, avec, à l'ouest, la Formation de Neuville et à l'est, la Formation d'Aisemont, l'aquiclude du Famennien-Frasnien. Cet aquiclude joue le rôle de seuil hydrogéologique entre les calcaires du Frasnien et les grès du Famennien.

Les grès du Famennien présentent une perméabilité de fissures et de pores. Ils présentent un bon potentiel hydrogéologique. Celui-ci reste néanmoins de moindre importance que celui des calcaires du Dinantien. Quelques captages sont implantés dans les grès du Famennien sur la carte Biesme-Mettet (voir [chapitre V.5](#)).

Des formations aquifères du Famennien émergent de nombreuses sources, dont quelques-unes sont exploitées. Ces sources trouvent leur origine dans le fait que les eaux souterraines finissent par émerger à une altitude correspondant au niveau de base de la nappe. Ce niveau de base est lié à la présence d'une formation géologique imperméable ou à un point bas topographique (talweg). Le Groupe du Condroz, bien que globalement aquifère, est en effet constitué de formations aux caractéristiques hydrodynamiques contrastées. Entre Fromiée et Hanzinelle, il se dessine une crête hydrogéologique correspondant à peu près à la crête hydrographique qui sépare à l'ouest, les bassins versants du Thyria et du Ruisseau d'Hanzinne de celui de la Biesme à l'est. A l'ouest de cette crête hydrogéologique, les ruisseaux qui prennent leur source dans les grès du Famennien (du sud vers le nord : le Thyria, le ruisseau d'Hanzinne, d'Hymiée et d'Houyée) constituent des exutoires vers l'WNW, tandis qu'à l'est de cette crête, les écoulements se font en direction de la Biesme vers le nord-est.

Le [Tableau IV.3](#) donne une idée des niveaux piézométriques observés pour les formations du Famennien sur la carte 53/1-2 Biesme-Mettet. Les données piézométriques ne sont cependant pas assez nombreuses pour pouvoir dresser une carte piézométrique de la nappe des du Famennien.

Les niveaux mesurés fluctuent entre 1 et 18 m de profondeur. Ces niveaux sont fonction de plusieurs facteurs :

- la perméabilité de la roche en profondeur ;
- la proximité avec un exutoire et/ou un axe de drainage ;
- la situation de l'ouvrage sur une crête topographique.

Ouvrage	Localisation	Z sol (m)	Prof. (m)	Date	Mesure (m)	Cote piézométrique (m)
ANHEE (Denée)	Denée	268	28	08/05/2006	10,17	257,83
FURNAUX	Furnaux (Sud)	215	30	09/05/2006	1,09	213,91
LE PETIT COIN	Mettet	250	72.3	18/04/2000	18,1	231,9
MAISON FERME ROS-SOMME	Maison	250	50	17/05/2006	4,6	245,4
PIEZO PZBA3	Bambois	251,48	44	26/05/2004	14,9	236,58
PIEZO PZBA4	Bambois	255,34	32	26/05/2004	10	245,34
PISCINE LA TOURETTE	Biesme	200	22	19/05/2006	5,6	194,4
PUITS BATTAGLIA	Furnaux (nord)	257,5	8	02/11/1997	1,5	256
PUITS DIRCK	Wagnée-Oret	260	26	12/05/2006	11,49	248,51
PUITS GAUTHIER	Ermeton-sur-Biert	277,5	112	09/05/2006	14,73	262,77
				17/07/1996	15,23	262,27
PUITS MARCOLIN	Furnaux (nord)	260	6	26/10/1997	1,5	258,5
PUITS PIRSON ²	Saint-Gérard	236	<10	09/05/2006	0,16	232,84
PUITS PORTETELLE	Somtét	272,5	12	11/05/2006	8,44	261,56
PUITS SARTO	Saint-Gérard	240	7	17/05/2006	3,15	234,35
PUITS SAUCIN	Somtét	267,5	10	11/05/2006	7,88	259,62
PUITS VAN DEN ABEELE	Fraire	260	9	17/05/2006	6,8	253,2
				23/11/2006	10,12	247,88
SAINT GERARD BURE	Bossière	265	50	17/08/2006	9,23	248,77
				19/05/2006	9,01	248,99

Tableau IV.3 : Cotes piézométriques ponctuelles pour quelques puits de particulier implantés dans les formations aquifères du Famennien.

D'après ces facteurs, plusieurs conclusions peuvent être tirées :

- En fonction de leur situation sur une crête topographique : les niveaux peuvent descendre jusque 18 m de profondeur, les niveaux les moins profonds correspondent aux points bas topographiques ;
- La Biesme récolte les eaux souterraines de la nappe des grès du Famennien aux environs de Biesme. Le puits de la piscine La Tourette montre en effet un niveau correspondant à la cote du ruisseau (environ + 195 m) ;
- Le Ruisseau de Biesmerée est également drainant. Le niveau mesuré dans le puits Furnaux, qui se trouve à moins de 50 m du ruisseau de Biesmerée est de 1,09 m de profondeur, ce qui montre que le ruisseau est en équilibre avec la nappe.
- Les puits Marcolin et Battaglia sont creusés à un endroit où la roche est peu perméable (les niveaux mesurés sont de 1,5 m de profondeur).

Un puits a fait l'objet d'un relevé régulier mensuel entre juin et novembre 2006 (Figure IV.46), il s'agit du puits Boccart à Somtét (Figure IV.45). Ce puits a été creusé jusqu'à 13,2

² Le puits Pirson à Saint-Gérard est un puits traditionnel situé dans la cave, à environ 3 mètres sous le niveau du sol. Il correspond donc à la cote mesurée pour le puits Sarto, situé dans le même village.

mètres de profondeur sur le flanc d'une colline. Il montre des niveaux entre 5,5 (juin 2006) et 7 m (août à octobre 2006) de profondeur.

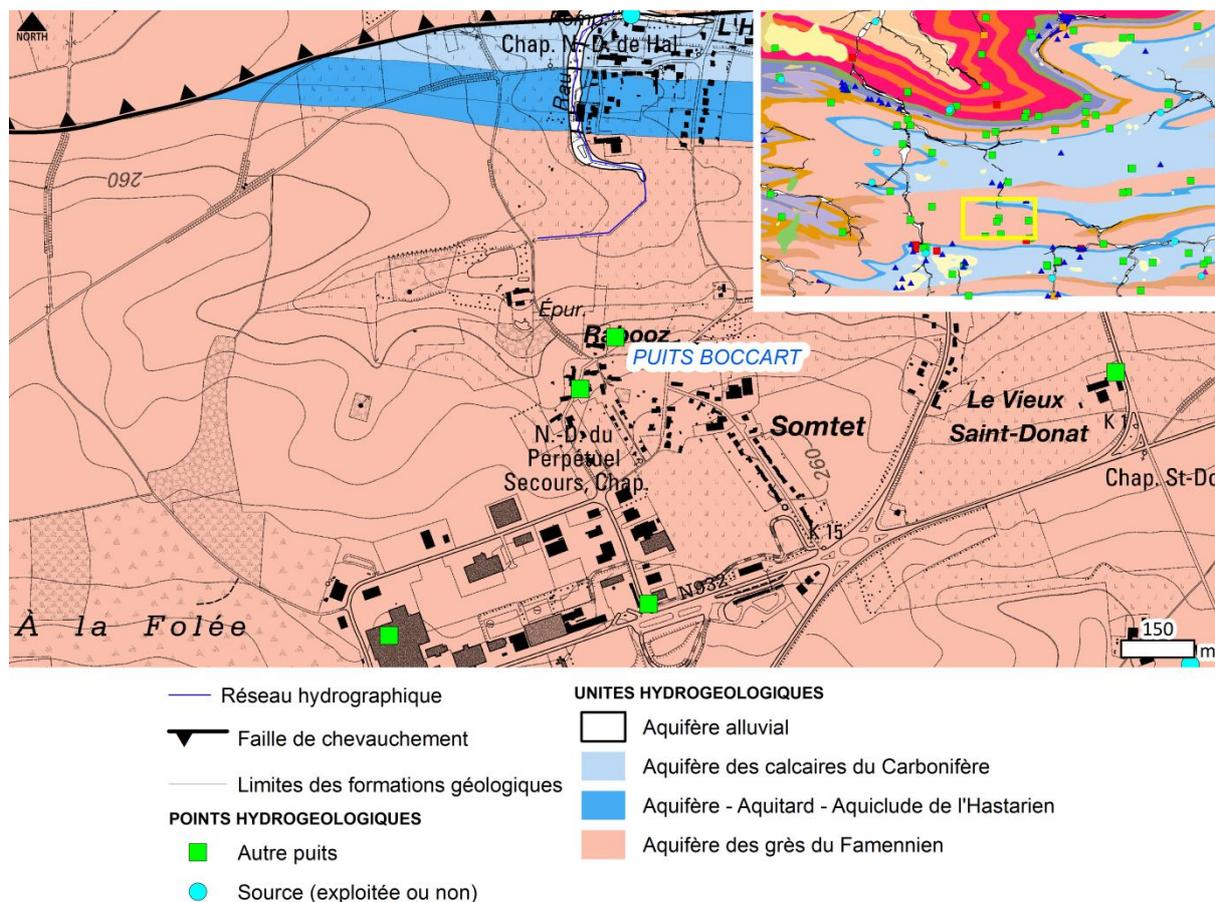


Figure IV.45 : localisation du puits Boccart à Somtet.

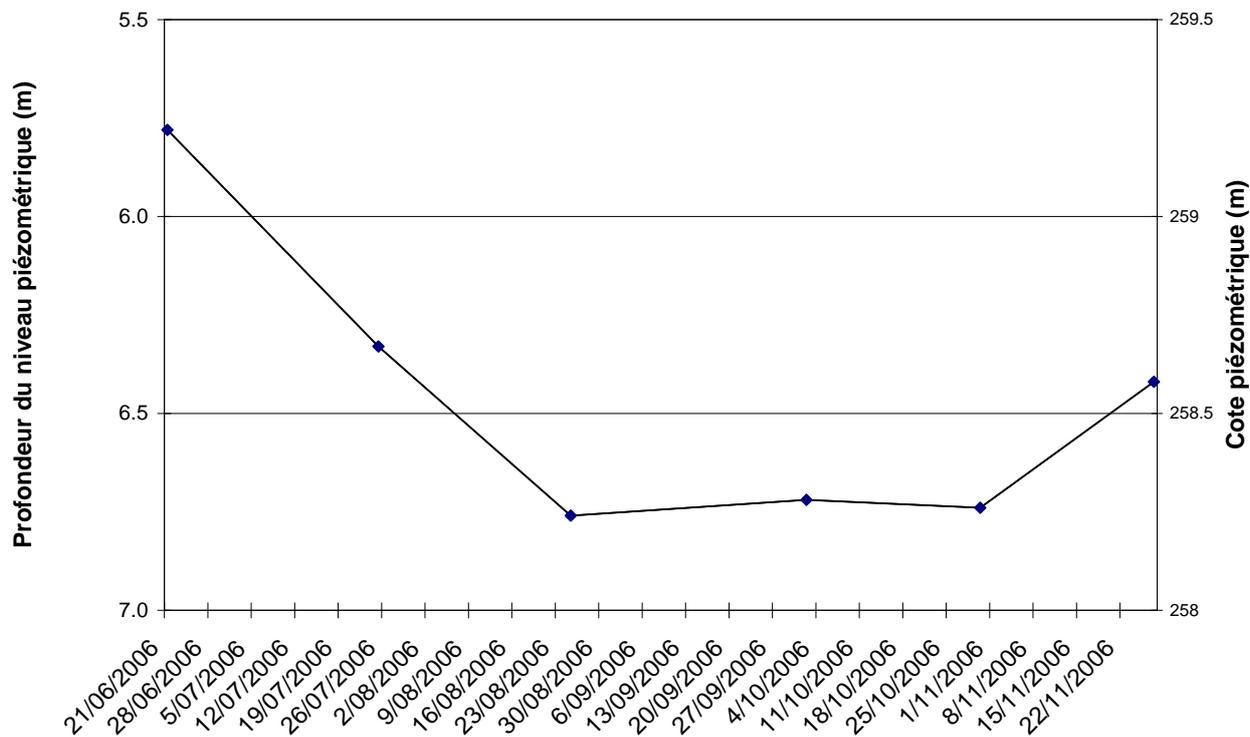


Figure IV.46 : Evolution du niveau piézométrique dans un puits de particulier à Somtet (Puits Boccart).

En règle générale, dans les grès du Famennien, les niveaux varient entre 1 et 15 mètres, les niveaux plus profonds étant situés au droit des crêtes topographiques. Les niveaux dépendent également de l'éloignement par rapport à un axe de drainage ou un exutoire de la nappe.

IV.4.2.4. Aquifères des calcaires du Carbonifère

Dans la région de Biesme-Mettet, les nappes des calcaires dinantiens sont logées dans de grands synclinaux orientés E-W et s'ennoyant vers l'est.

Le Dinantien est divisé en deux séries : le Tournaisien et le Viséen. Le Tournaisien inférieur comprend l'aquifère indifférencié d'Hastière (formations d'Hastière, de Pont d'Arcole, de Landelies et de Maurenne) au comportement hydrogéologique contrasté. Au sein des masses calcaires s'intercalent plusieurs niveaux schisteux imperméables pouvant jouer le rôle de barrière hydrogéologique, comme la Formation de Pont d'Arcole. La Formation de Maurenne comporte également des intercalations de calcschistes qui viennent diminuer sa perméabilité.

Le Tournaisien inférieur est surmonté des formations calcaires du Tournaisien supérieur et de la série du Viséen, qui ont été réunies dans une même unité aquifère. Cette unité comprend les masses de calcaires de type "mudmount" ou stratifiés des formations de Bayard, de Waulsort, de Leffe, de la Molinee, de Neffe, de Lives, de Thon-Samson, de Poilvache et d'Anhée.

Ces calcaires obéissent à une distribution de micro- (diaclasses) et macro-fissures (failles). Ils sont fortement karstifiés (de nombreuses pertes, dolines, résurgences, grottes et cavernes ont été décrites dans la région). La circulation des eaux souterraines se faisant suivant ce réseau, ces formations calcaires constituent de ce fait d'excellents aquifères. Les phénomènes karstiques augmentent par ailleurs la vulnérabilité de la nappe face aux problèmes de contamination des eaux. Ces calcaires représentent les aquifères les plus exploités de la région.

De nombreuses résurgences, situées dans les plaines alluviales des rivières traversant les calcaires, montrent qu'à ces endroits, les rivières sont drainantes et qu'elles localisent le niveau de base de l'aquifère. Plusieurs résurgences ont été décrites dans le ruisseau de Stave à Biesmerée, dans la Molinee à Maredret et dans deux de ses affluents à Furnaux, dans le ruisseau de Mettet ainsi que dans le Burnot à Saint-Gérard (voir [chapitre I.1](#)). Ces rivières influencent le sens d'écoulement des nappes.

Dans les calcaires du Carbonifère, les circulations préférentielles se font en général suivant des axes est/ouest parallèles à la structure géologique. Cependant, des axes préférentiels nord/sud affectent les massifs et permettent des communications en travers des structures synclinales.

Les données piézométriques sont nombreuses pour l'aquifère des calcaires du Carbonifère. Elles consistent d'une part en des mesures ponctuelles réalisées en 2006 dans des puits de particulier et des piézomètres, d'autre part en données historiques relevées pour les piézomètres implantés à proximité des zones de captage des grands producteurs d'eau dans la région. Les données ponctuelles sont reprises au [Tableau IV.4](#).

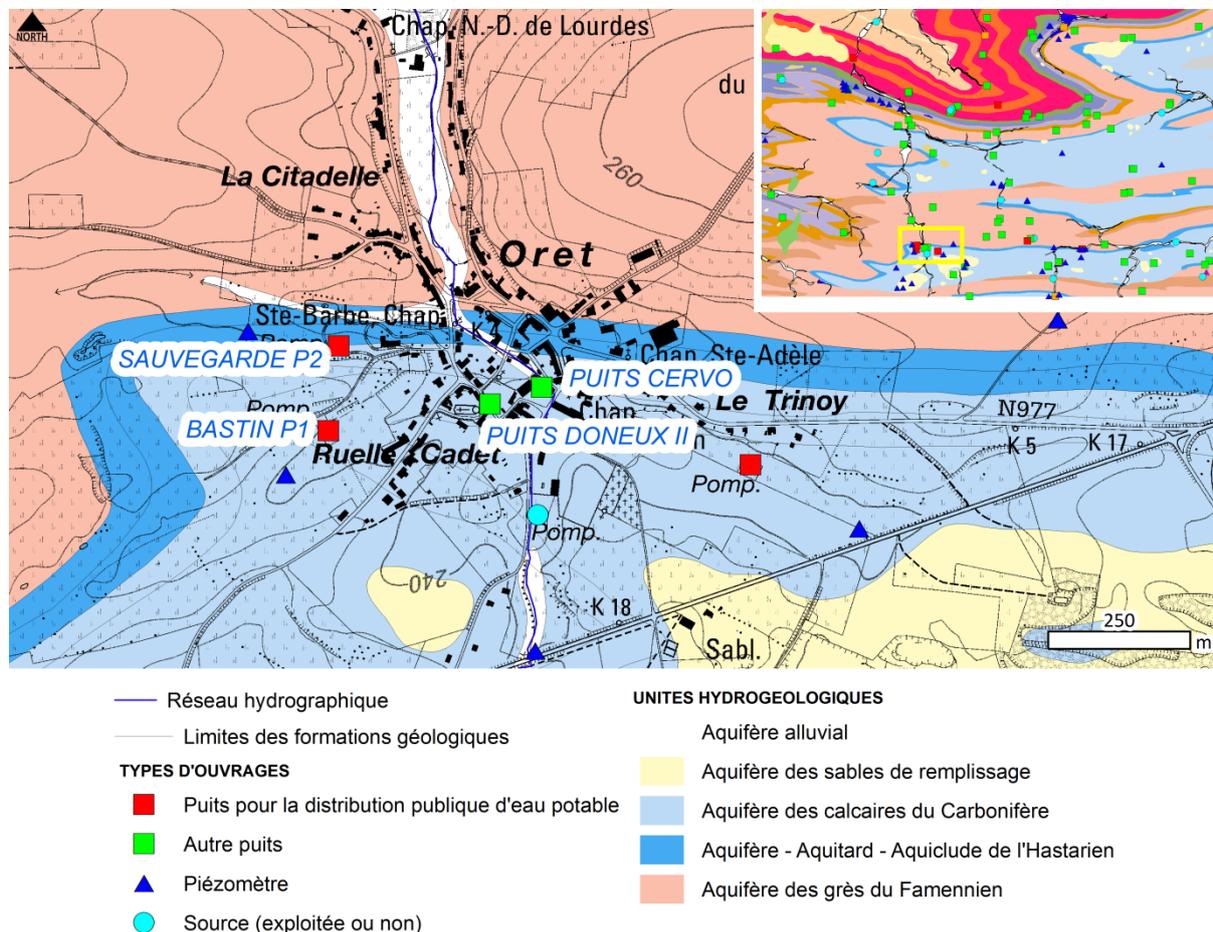


Figure IV.47 : localisation des puits Cervo et Donneux II à Oret.

Les perméabilités plus élevées des aquifères calcaires permettent aux eaux souterraines d'y circuler plus efficacement que dans les grès du Famennien. De ce fait, les niveaux piézométriques sont susceptibles d'y être mieux rabattus par le niveau de base imposé par les rivières. On peut donc présumer que la nappe y adopte un profil bas et plat qui ne reflète pas l'influence de la topographie. En effet, les niveaux mesurés peuvent descendre jusque 57 m, leur profondeur dépendant principalement de leur proximité par rapport aux rivières constituant les exutoires des nappes. Plus les puits sont éloignés de l'exutoire ou d'un axe de drainage, plus les niveaux mesurés y sont bas pour autant que la topographie augmente de manière significative. Ainsi, le niveau piézométrique mesuré au droit du puits Bodson à Mettet, montre l'influence du Ruisseau de Mettet, situé 100 m à l'ouest du puits. Les mesures effectuées à Oret au droit des puits *Doneux II* et *Cervo* ainsi que dans les captages *Bastin P1* et *Sauvegarde P2* lorsque leur niveau était à l'équilibre démontrent également le caractère drainant du ruisseau d'Oret ([Figure IV.47](#)). A Graux, le puits *Graux* et le piézomètre 3 de

l'étude ESM (LGIH-ESM 894, 1989) sont implantés dans une zone moins perméable où les niveaux sont moins rabattus.

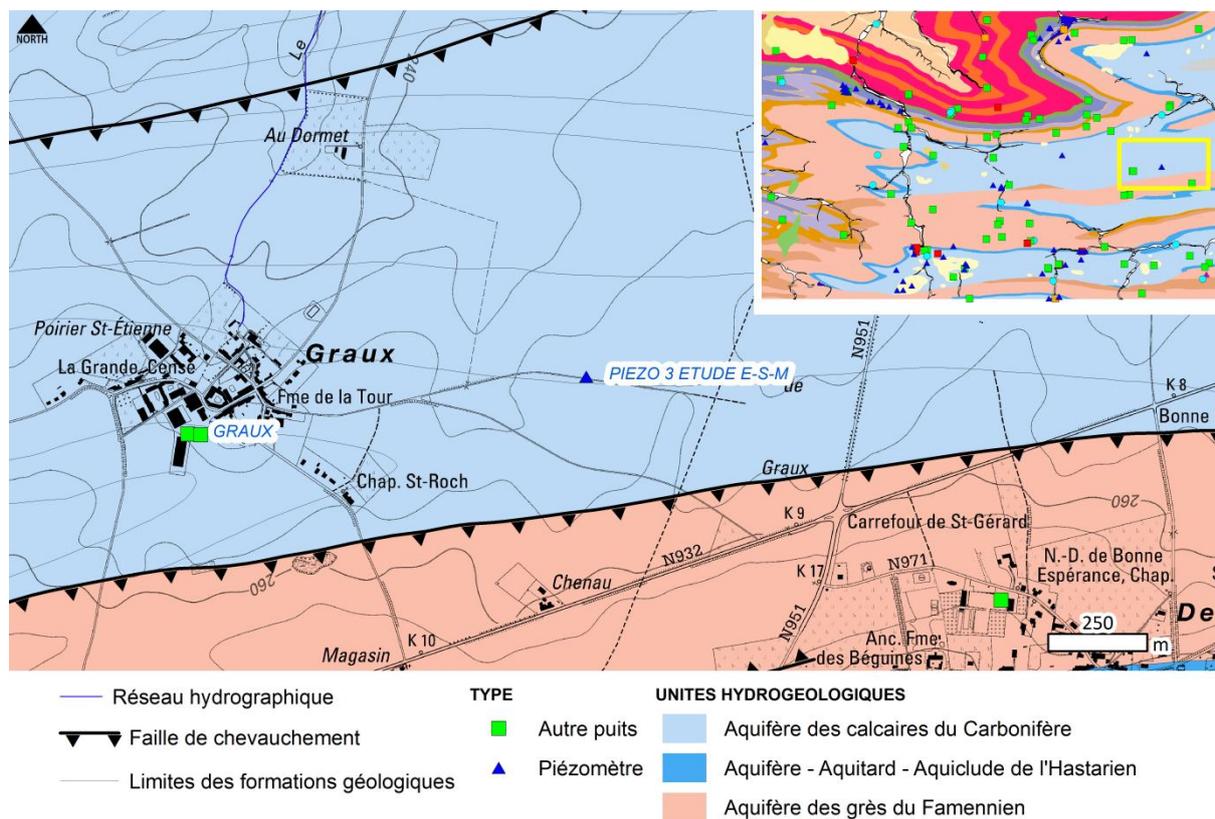
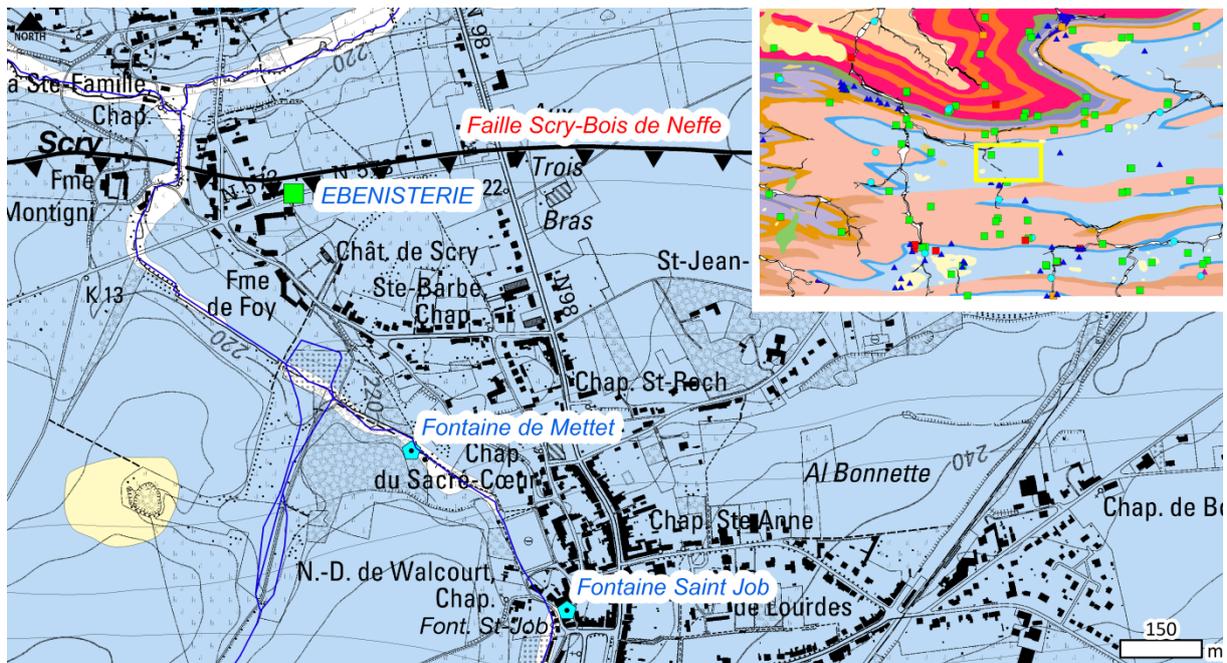


Figure IV.48 : localisation du puits Graux et du piézomètre Pz3 Etude ESM à Graux.

Ouvrage	Localisation	Z sol (m)	Prof. (m)	Date	Mesure (m)	Cote piézométrique (m)
<i>BASTIN P1</i>	Oret	236	30	01/01/1989	4,75	231,25
BIESME CHAPELLE ST ADRIEN	Biesme	222,5	30	10/05/2006	25,75	196,75
				21/06/2006	25,77	196,73
ERMETON SUR BIERT GERME-NEAU	Ermeton-sur-Biert	225	55	23/11/2006	21,42	203,58
				09/05/2006	20,86	204,14
				23/11/2006	2,08	247,92
GRAUX	Graux	250	17	19/05/2006	1,76	248,24
				17/08/2006	1,8	248,2
				17/08/2006	10,82	241,68
PIEZO 3 ETUDE E-S-M	Graux	252,5	40	11/10/2006	11,95	240,55
				15/08/1989	9,6	242,9
PIEZO 6 ETUDE E-S-M	Maison	237,5	50	10/01/1990	15,1	222,4
				18/07/2005	20,31	229,69
				10/01/1990	17	223
PIEZO 7 ETUDE E-S-M	Mettet	248	40	17/08/2006	19,01	220,99
				23/11/2006	20,5	219,5
				23/11/2006	57,32	178,68
PUITS BOCART STEPHANE	Maredret	236	117	19/05/2006	46,99	189,01
PUITS BODSON	Mettet	235	2	01/11/1997	2	233
PUITS CERVO	Oret	235	1	12/05/2006	0,87	234,13
PUITS DENIS BERNARD	Ermeton-sur-Biert	222,5	55	09/05/2006	21,79	201,21
PUITS DENIS BERNARD	Ermeton-sur-Biert			21/06/2006	21,2	201,8
PUITS DES CLOQUETTES - PP	Mettet	249,3	78,39	02/08/2006	11,42	238,68
PUITS DONEUX II	Oret	235	3	17/05/2006	0,71	234,29
PUITS NOTRE-DAME DE GRACE	Maredret	205	60	08/10/1997	20,9	184,1
PUITS WUYARD	Biesme	205	-	12/05/2006	7,9	197,1
<i>SAUVEGARDE P2</i>	Oret	236	25,6	01/01/1989	5	231
S.W.D.E. PR1 LEPOIVRE	Biesmerée	219,69	35	25/01/1999	2,71	216,98
S.W.D.E. PR1 METTET	Mettet	238,87	46	18/08/2006	9,59	230,02
				17/02/2000	50,69	198,91
				22/05/2000	51,56	198,04
S.W.D.E. PR2 LEPOIVRE	Biesmerée	248,65	85	25/01/1999	50,55	198,1
				18/08/2006	10,48	229,73
				19/07/2002	9,4	230,81
S.W.D.E. PR3 LEPOIVRE	Biesmerée	230,67	80	23/11/1998	8,16	222,51
				17/02/2000	28,12	202,55
				22/05/2000	28,76	201,91
S.W.D.E. PR3 ORET	Oret	238,53	46	18/08/2006	8,7	230,77
				20/09/2002	7,09	231,44
				22/05/2000	8,77	216,79
S.W.D.E. PZ1 Biesmerée	Biesmerée	225,56	40	17/02/2000	7,79	217,77
				25/01/1999	8,16	217,4
				20/09/2002	7,1	232,91
S.W.D.E. PZ1 ORET	Oret	239,45	39	18/08/2006	7,94	232,07
				21/06/2006	31,63	220,26
				25/01/1999	31	220,89
S.W.D.E. PZ2 Biesmerée	Biesmerée	250,89	80	17/02/2000	29,67	222,22
				22/05/2000	29,37	222,52
				23/11/2006	32,43	219,46
				22/10/2003	19,32	234,63
S.W.D.E. PZ2 ORET	Oret	253,15	55	23/11/2006	9,62	227,34
				17/02/2000	3,64	233,32
				25/01/1999	3,73	233,23
S.W.D.E. PZ3 Biesmerée	Biesmerée	236,55	50	20/09/2002	8,86	247,44
				18/08/2006	21,82	234,48

Tableau IV.4 : Mesures piézométriques ponctuelles pour les puits implantés dans les calcaires du Carbonifère.

Six puits implantés dans les calcaires du Carbonifère ont fait l'objet d'un suivi mensuel de mai à novembre 2006. Il s'agit du puits *Ebénisterie* à Scry (Figure IV.49), du puits *Hardimont-S1* (Figure IV.51) à Mettet, du puits *Rue Bois l'Évêque II* à Corroy (Figure IV.53), des puits *SWDE PR4 Stavesoul* et *PZ5 Stavesoul* à Stave et du puits *Sandow* (Figure IV.55). L'évolution de leur niveau piézométrique a été reportée sur les Figure IV.50 à Figure IV.58.



- | | | |
|--|------------------------------------|--|
| — | Limites des formations géologiques | UNITES HYDROGEOLOGIQUES |
| ▼ | Faille de chevauchement | Aquifère alluvial |
| — | Réseau hydrographique | Aquifère des sables de remplissage |
| PHENOMENES KARSTIQUES PONCTUELS | | Aquifère des calcaires du Carbonifère |
| ◆ | Résurgence | Aquifère - Aquitard - Aquiclude de l'Hastarien |
| POINTS HYDROGEOLOGIQUES | | Aquifère des grès du Famennien |
| ■ | Autre puits | |

Figure IV.49 : localisation du puits Ebénisterie.

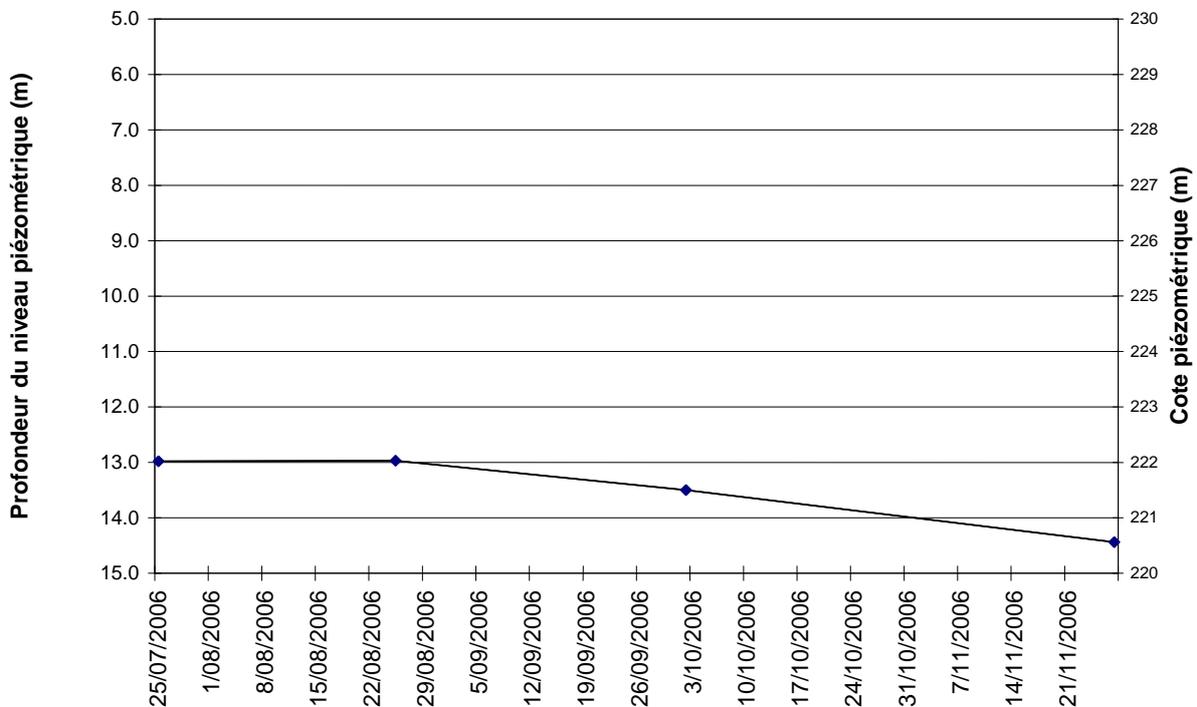


Figure IV.50 : Evolution du niveau piézométrique du puits Ebénisterie à Mettet, profond de 16,8 m.

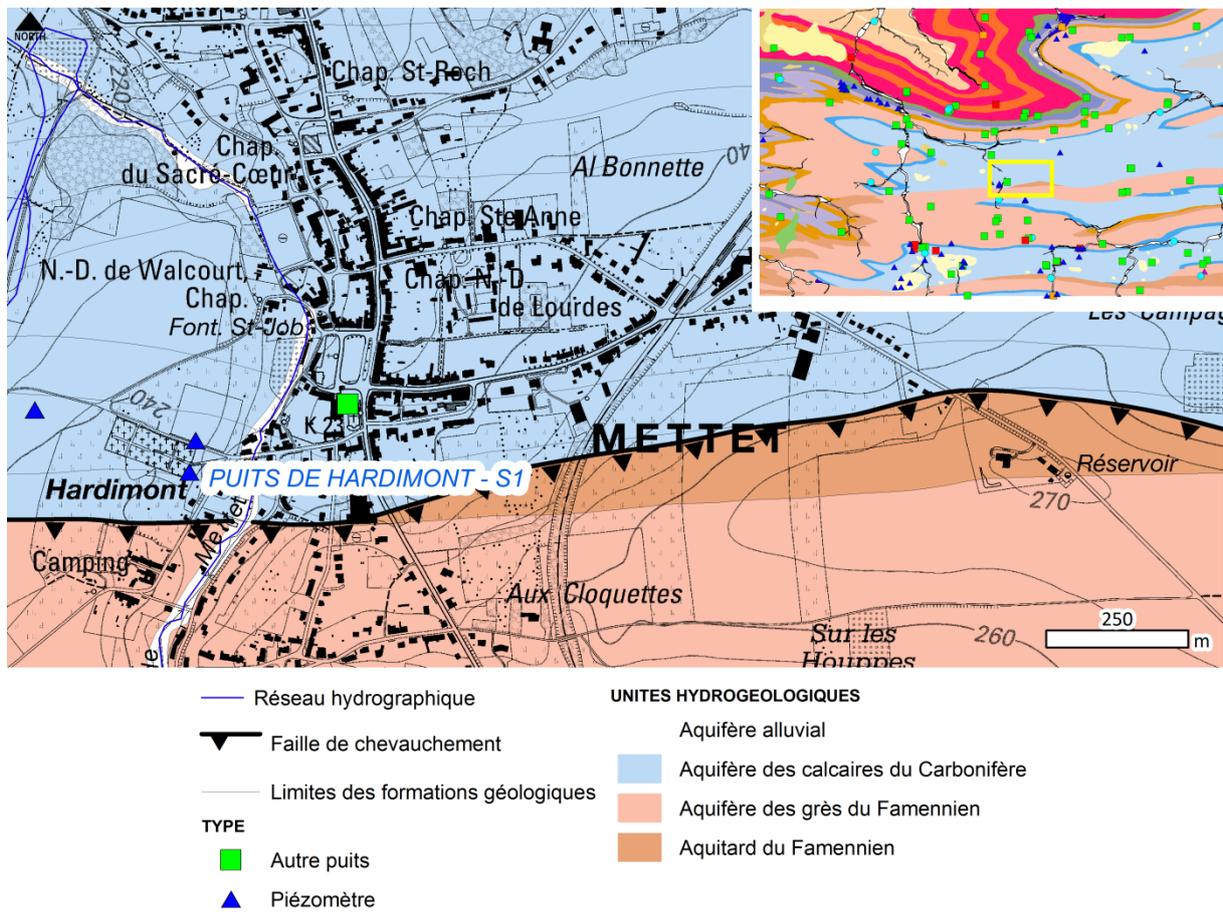


Figure IV.51 : localisation du piézomètre Puits de Hardimont-S1 à Mettet.

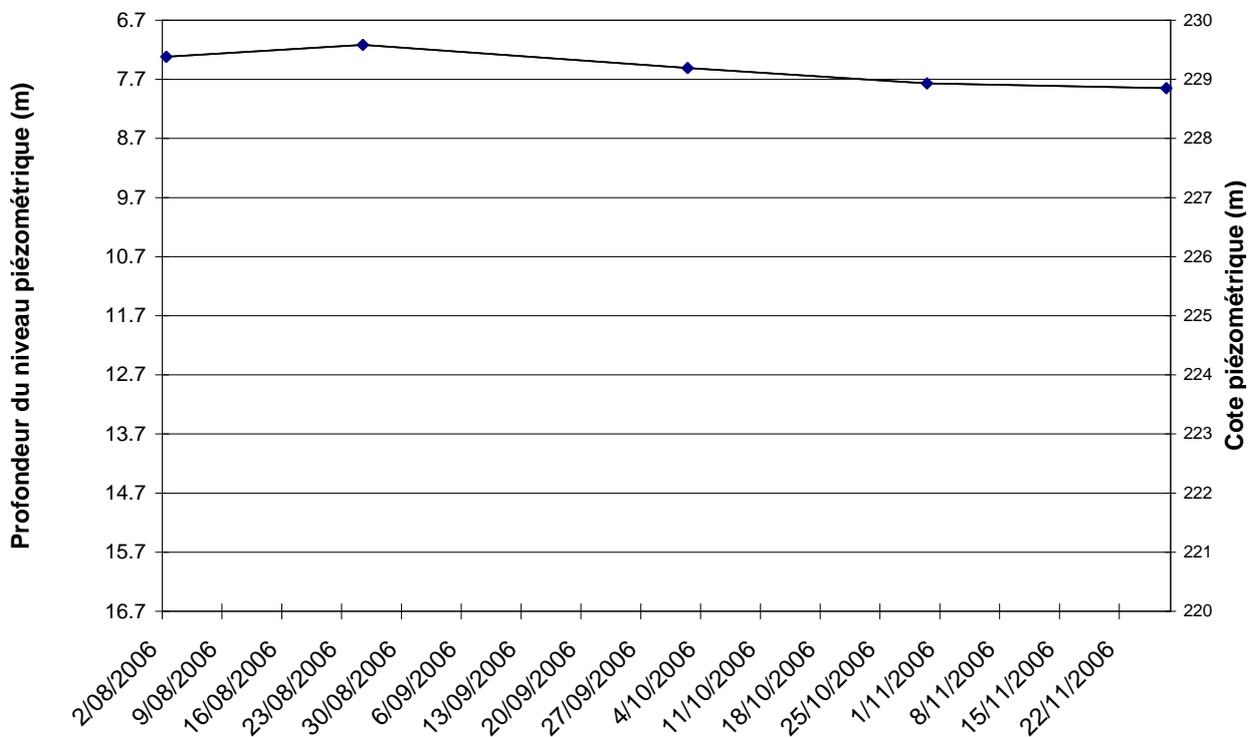


Figure IV.52 : Evolution du niveau piézométrique dans un ancien puits de l'A.I.E.M. utilisé comme piézomètre (Puits Hardimont, foré jusqu'à 70 m).

Le puits de *Hardimont-S1* est situé en amont du Ruisseau de Mettet (Figure IV.51), à 100 m à l'est de sa rive gauche. Il montre des niveaux plus bas (entre les cotes + 228,5 et + 230 m)

que ceux mesurés au droit du puits Bodson (+ 233 m), situé 100 m à l'est du ruisseau, et du puits *Graux* (Figure IV.48) situé beaucoup plus à l'est dans le village de Graux (cote ~248 m). Ces points de mesure nous permettent de déduire le sens d'écoulement dans la partie sud du synclinal de Mettet-Bioul : celui-ci se ferait d'est en ouest en direction du Ruisseau d'Oret (cote de + 205 m à Prée) à partir d'une crête hydrogéologique située aux environs de Graux. A l'est de ce village, l'écoulement se ferait d'ouest en est en direction des captages de la S.W.D.E. à Bioul, comme l'indiquent les mesures au droit du piézomètre *PIEZO Etude ESM* (Figure IV.48) (cotes +240 à +243 m). Le Ruisseau de Mettet serait alimenté par écoulement ponctuel de la nappe via les quelques résurgences établies dans son lit. Le puits *Ebénisterie* (Figure IV.49), situé en aval des points de résurgence du ruisseau et sur la lèvre sud de la faille de Scry-Bois de Neffe, a enregistré des niveaux compris entre les cotes + 220 et +222 m. Il existe donc une composante sud-nord à l'écoulement est-ouest dans le synclinal. Cet écoulement se fait en direction de l'axe de drainage que constitue la faille de Scry-Bois de Neffe.

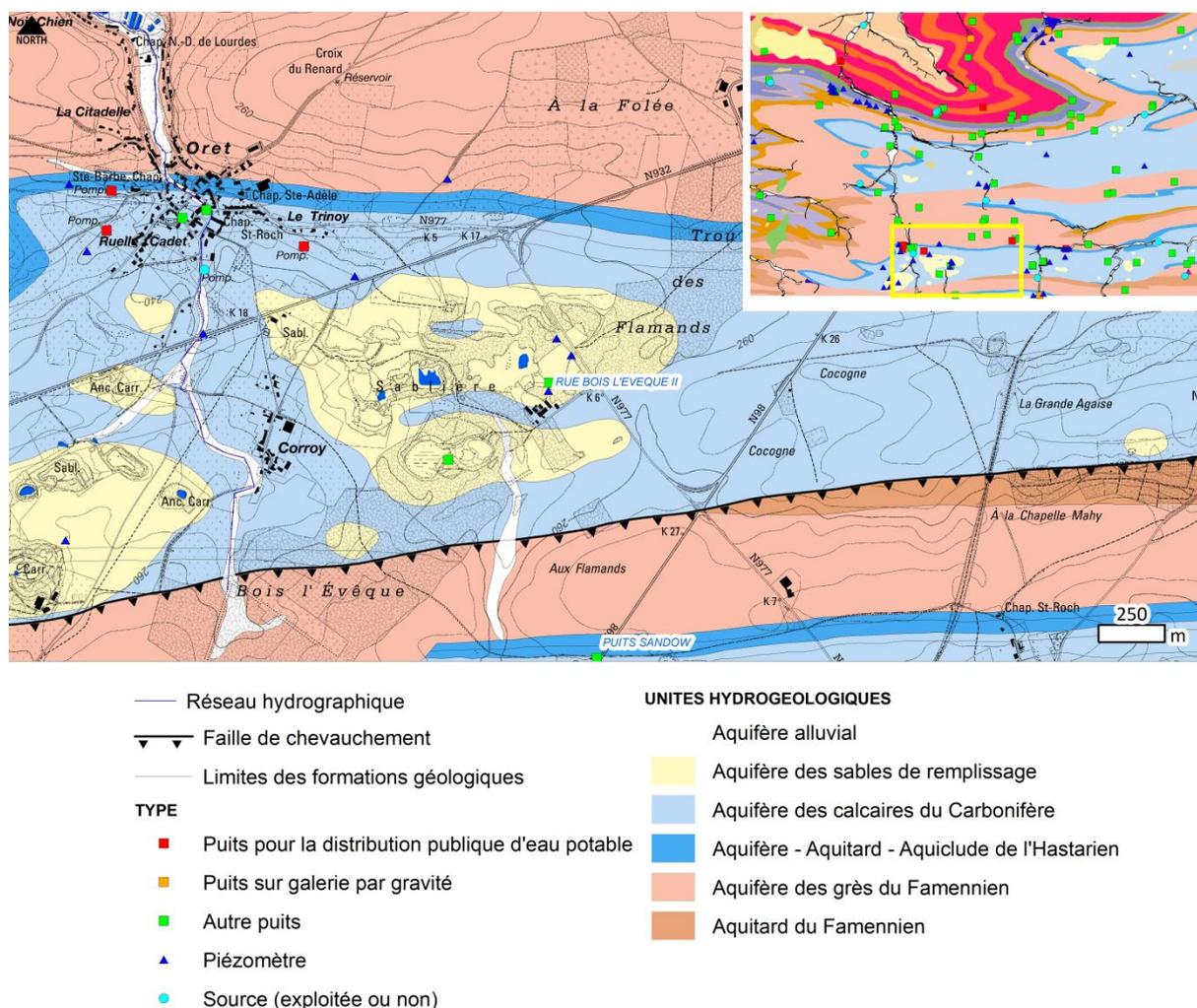


Figure IV.53 : localisation des puits *Rue Bois l'Évêque II* et *Sandow* au sud d'Oret.

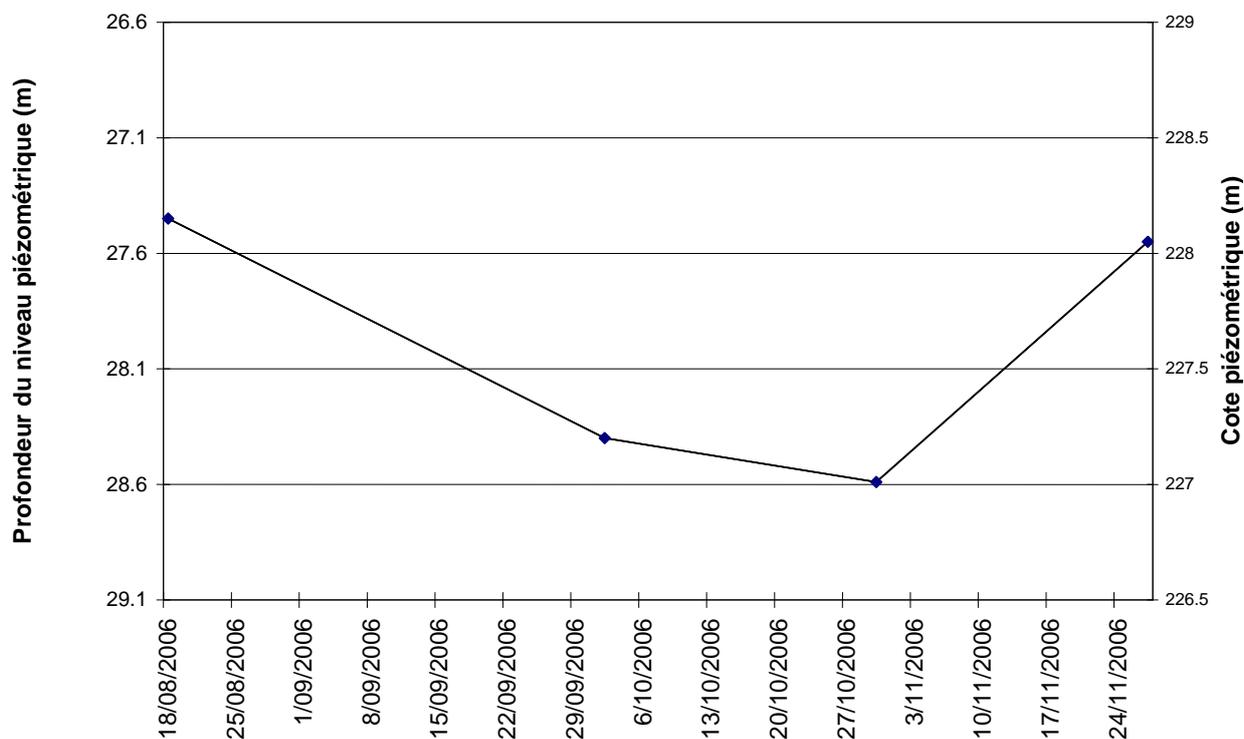
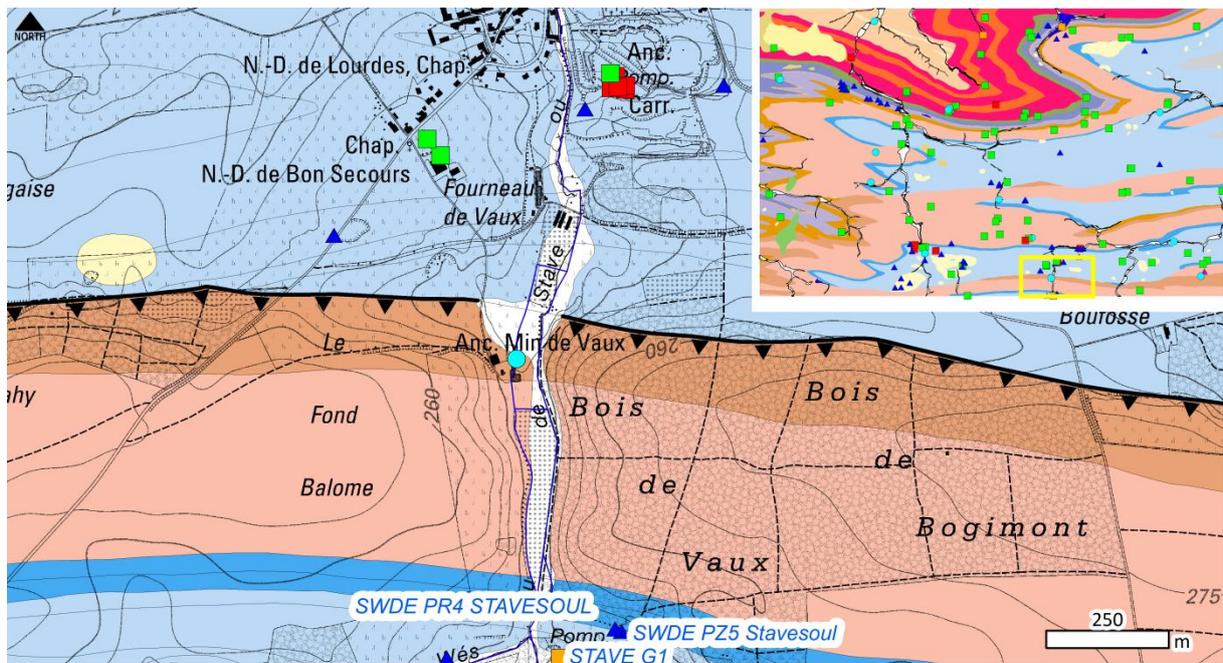


Figure IV.54 : Evolution du niveau piézométrique dans un puits des sables de Mettet (Puits Bois l'Evêque, foré jusque 38 m).

Les mesures (Figure IV.54) ont été effectuées dans une sablière au sud-est d'Oret, dans le puits *Rue Bois l'Evêque II* (Figure IV.53), profond de 38 m et traversant les sables de la Formation de l'Entre-Sambre-et-Meuse pour atteindre les calcaires du Carbonifère. L'absence de niveaux imperméables à la base des sables implique, en toute vraisemblance, une continuité entre les deux aquifères. Les plans d'eau de la sablière indiquent par ailleurs un niveau d'équilibre avec la nappe (voir chapitre IV.7).

Autour de Stave, la piézométrie est relativement plane et pratiquement en équilibre avec le ruisseau. Le piézomètre *SWDE PZ5 Stavesoul* (Figure IV.56) et le puits de reconnaissance *SWDE PR4 Stavesoul* utilisé en tant que piézomètre (Figure IV.56), distants d'à peu près 150 mètres du Ruisseau de Stave, ont enregistré des niveaux proches de la surface et fluctuant entre 4 et 5 mètres de profondeur. Un de ses affluents, le ruisseau des Prés des Wés est pérenne. Ces deux ruisseaux sont donc drainants dans les calcaires du synclinal de Stave. L'exutoire de la nappe est constitué d'une part par le débordement de la nappe au contact des terrains imperméables du Famennien au nord, et d'autre part, par la galerie de pompage *Stave G1* exploitée par la S.W.D.E. Dans le même synclinal, le puits *Sadow* (Figure IV.53) est trop éloigné du Ruisseau de Stave pour montrer son influence. Il a d'ailleurs enregistré des niveaux plus profonds situés entre 13 et 14 m de profondeur (Figure IV.57).



- | | |
|---|--|
| — Réseau hydrographique | UNITES HYDROGEOLOGIQUES |
| ▼ Faille de chevauchement | Aquifère alluvial |
| — Limites des formations géologiques | Aquifère des sables de remplissage |
| TYPE | Aquifère des calcaires du Carbonifère |
| ■ Puits pour la distribution publique d'eau potable | Aquifère - Aquitard - Aquiclude de l'Hastarien |
| ■ Puits sur galerie par gravité | Aquifère des grès du Famennien |
| ■ Autre puits | Aquitard du Famennien |
| ▲ Piézomètre | |
| ● Source (exploitée ou non) | |

Figure IV.55 : localisation des ouvrages SWDE PR4 Stavesoul, SWDE PZ5 Stavesoul et Stave G1 au nord de Stave.

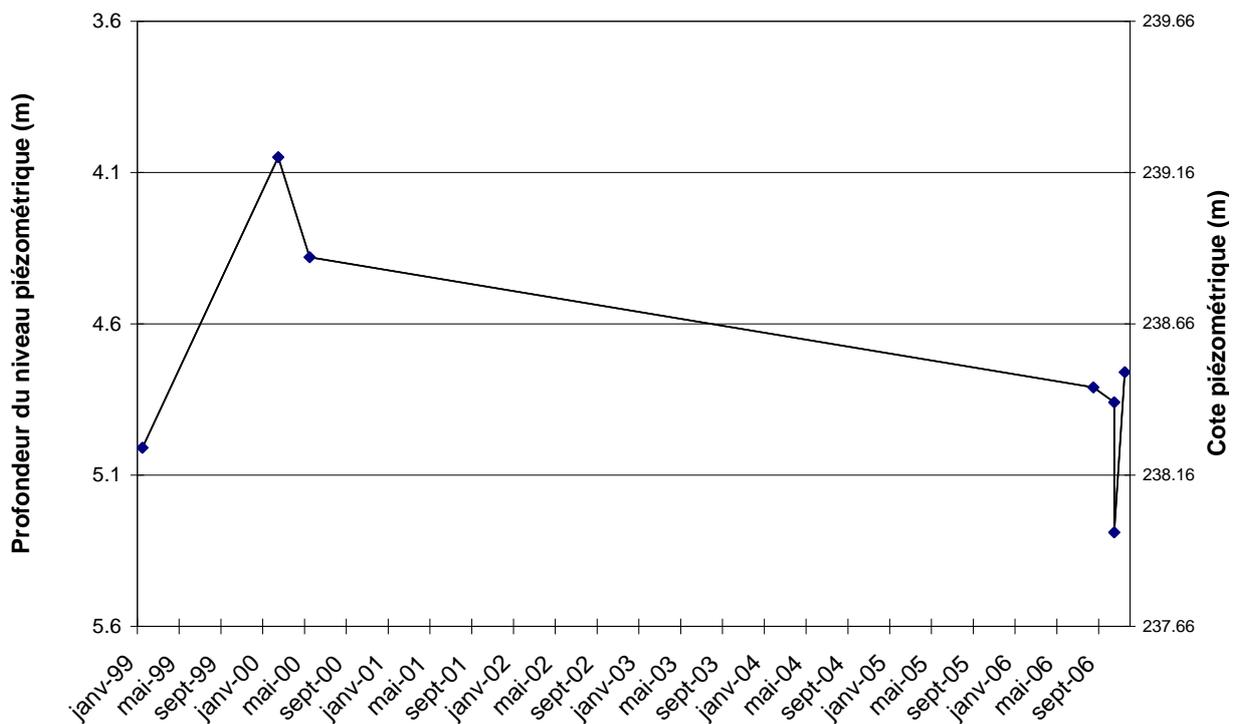


Figure IV.56 : Evolution du niveau piézométrique d'un piézomètre de la S.W.D.E. à Stave (PR4, foré jusque 35 m).

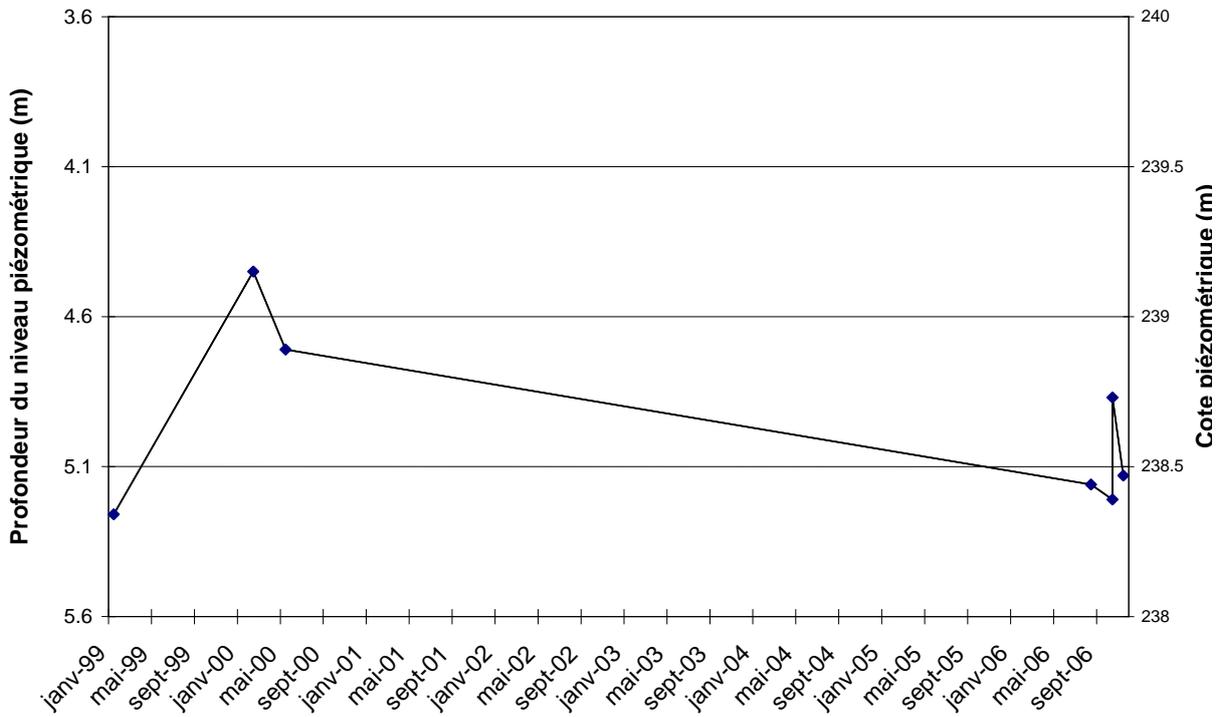


Figure IV.57 : Evolution du niveau piézométrique dans un piézomètre de la S.W.D.E. (PZ5, foré jusque 35 m).

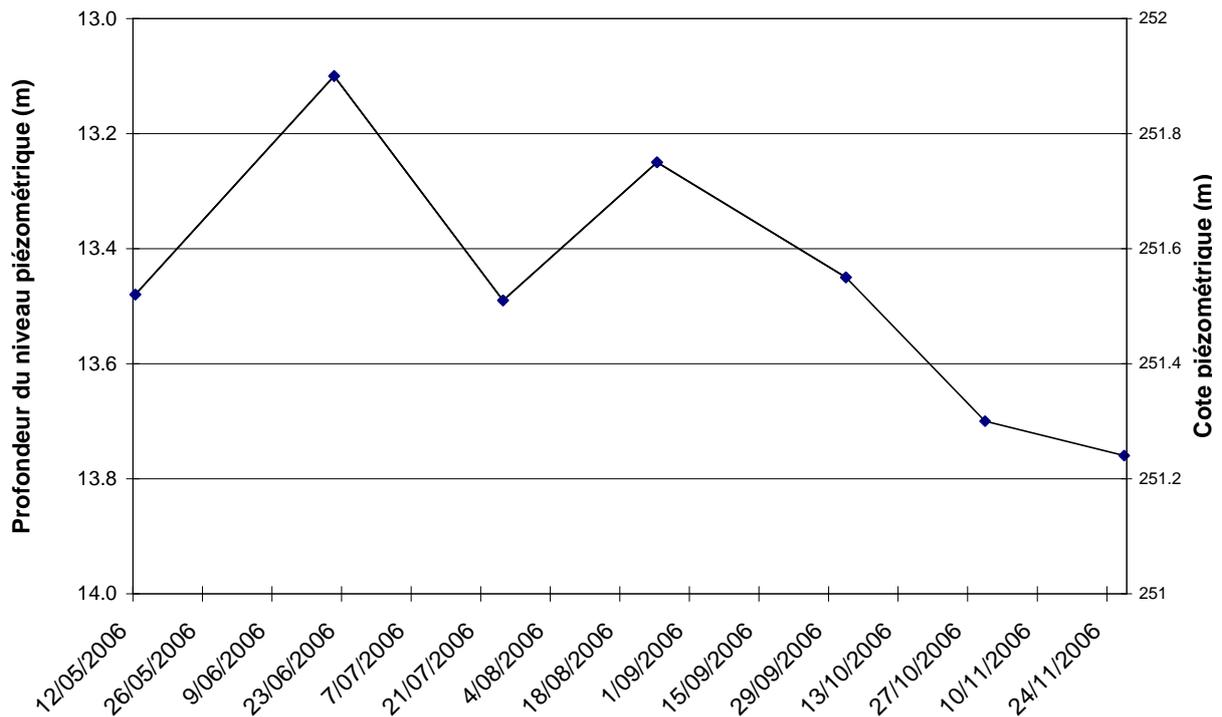


Figure IV.58 : Evolution du niveau piézométrique d'un puits de particulier au sud d'Oret (Puits Sandow, puits traditionnel de 15 m).

Dans le synclinal de Biesmerée, aux environs du village de Biesmerée, la nappe s'écoule globalement du sud-ouest vers le nord-est en direction du ruisseau de Biesmerée. Les niveaux piézométriques relevés dans les différents piézomètres de la S.W.D.E. (voir [Tableau IV.4](#)) sont toutefois fortement influencés par les pompages dans la carrière Lepoivre (XXX).

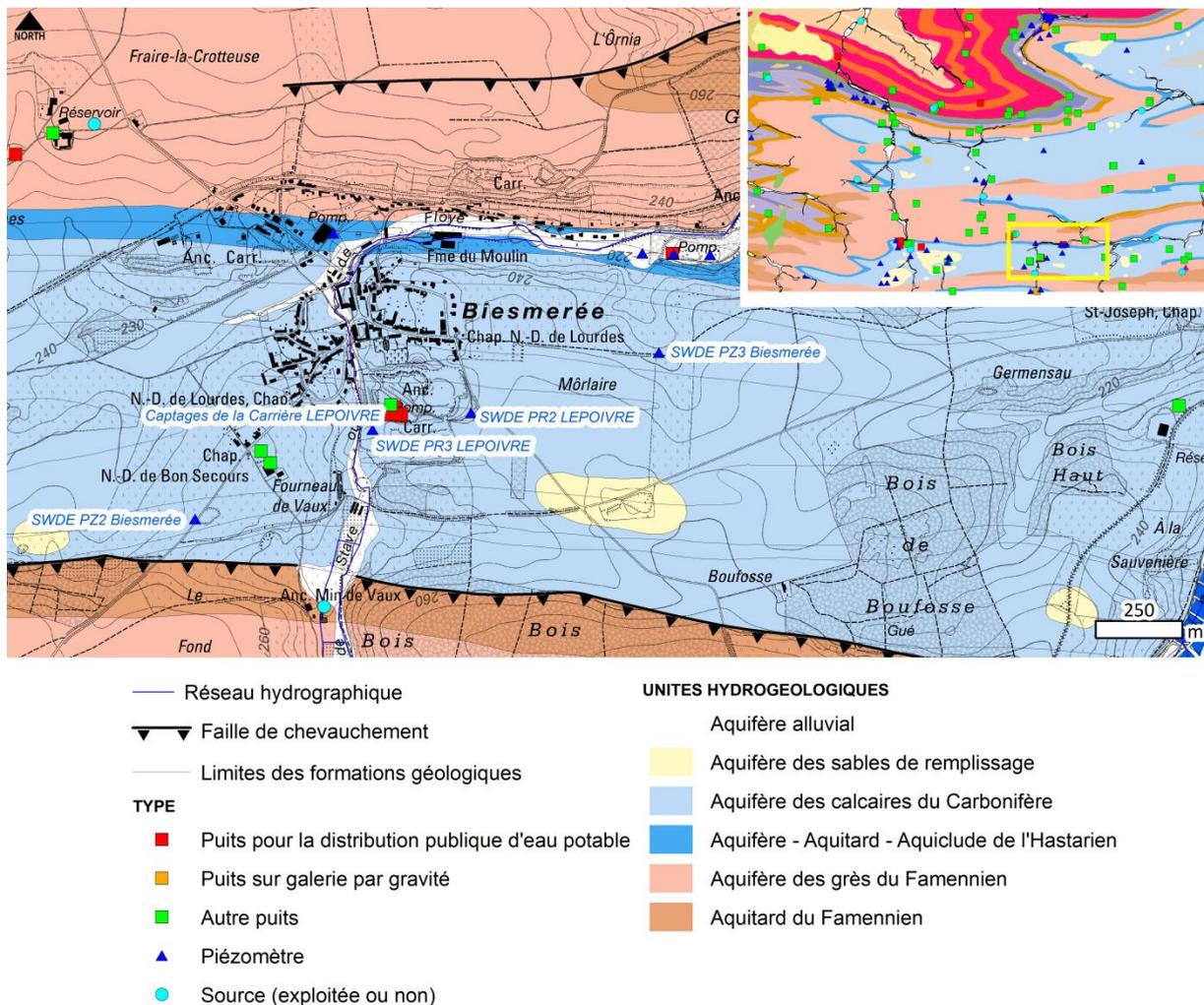


Figure IV.59 : localisation des captages de la Carrière Lepoivre et des piézomètres de la SWDE au sud de Biesmerée (SWDE PZ2, PZ3 Biesmerée et PR2, PR3 Lepoivre).

A Oret, l'aquifère est alimenté principalement par infiltration des eaux pluviales dans le bassin calcaire mais également dans une moindre mesure, par transfert en provenance des formations du Famennien constituées de schistes et de grès. L'exutoire naturel de l'aquifère calcaire est constitué par le ruisseau d'Oret. Le massif comporte une série de fractures parallèles à l'orientation des bancs correspondant généralement à des vallées sèches. Ces fractures pourraient constituer des axes préférentiels pour l'écoulement des eaux souterraines. Les données piézométriques permettent de préciser le sens d'écoulement de la nappe des calcaires : elle s'écoule de manière concentrique vers le village d'Oret. Les captages de la S.W.D.E. influencent la piézométrie : le niveau piézométrique est généralement plus bas que la cote de base du ruisseau d'Oret à l'exception de l'extrême partie nord du bassin. Le cours d'eau présente donc un caractère infiltrant sauf en aval où il constitue l'exutoire de la nappe avec les puits de captage de la S.W.D.E.

Il existe donc une crête de partage des eaux souterraines entre Oret et Biesmerée. A l'ouest de celle-ci, l'écoulement se ferait vers le nord-ouest en direction d'Oret et à l'est, vers le nord-est en direction de Biesmerée. A l'est de ce village l'écoulement se fait vers l'est, selon l'envoyage du synclinal.

Dans le synclinal de Saint-Gérard et dans la partie sud du synclinal de Mettet-Bioul, les roches du Houiller jouent un rôle important dans les transferts d'eau entre bassins et les niveaux de la nappe aquifère de ceux-ci. De fait, l'imperméabilité de ces roches oblige les eaux à les contourner ou entraîne une remontée du niveau de la nappe quand ils font office de barrière. Au cœur des synclinaux, la nappe des calcaires du Carbonifère devient captive sous ces roches imperméables. Dans le synclinal de Saint-Gérard et dans la partie est du synclinal de Mettet-Bioul, l'écoulement se ferait d'ouest en est, vers la Meuse, conformément au bassin hydrographique du Burnot.

IV.5. COUPES GÉOLOGIQUE ET HYDROGÉOLOGIQUE

Afin de mieux visualiser et de mieux comprendre la structure géologique et le comportement des nappes de la région de Biesme - Mettet, une coupe géologique et une coupe hydrogéologique ont été réalisées (Figure IV.61). Le trait de coupe, orienté N-S, débute au nord à Fontarcienne, passe par Biesme et Oret et s'achève dans le Bois l'Evêque (Figure IV.60). La coupe est calée sur la coupe géologique réalisée par Delcambre et Pingot (DELCAMBRE, B., PINGOT, J.-L., 2004). L'axe de la coupe passe autant que possible sur ou à proximité des puits ou des piézomètres pour lesquels il existe des données piézométriques.

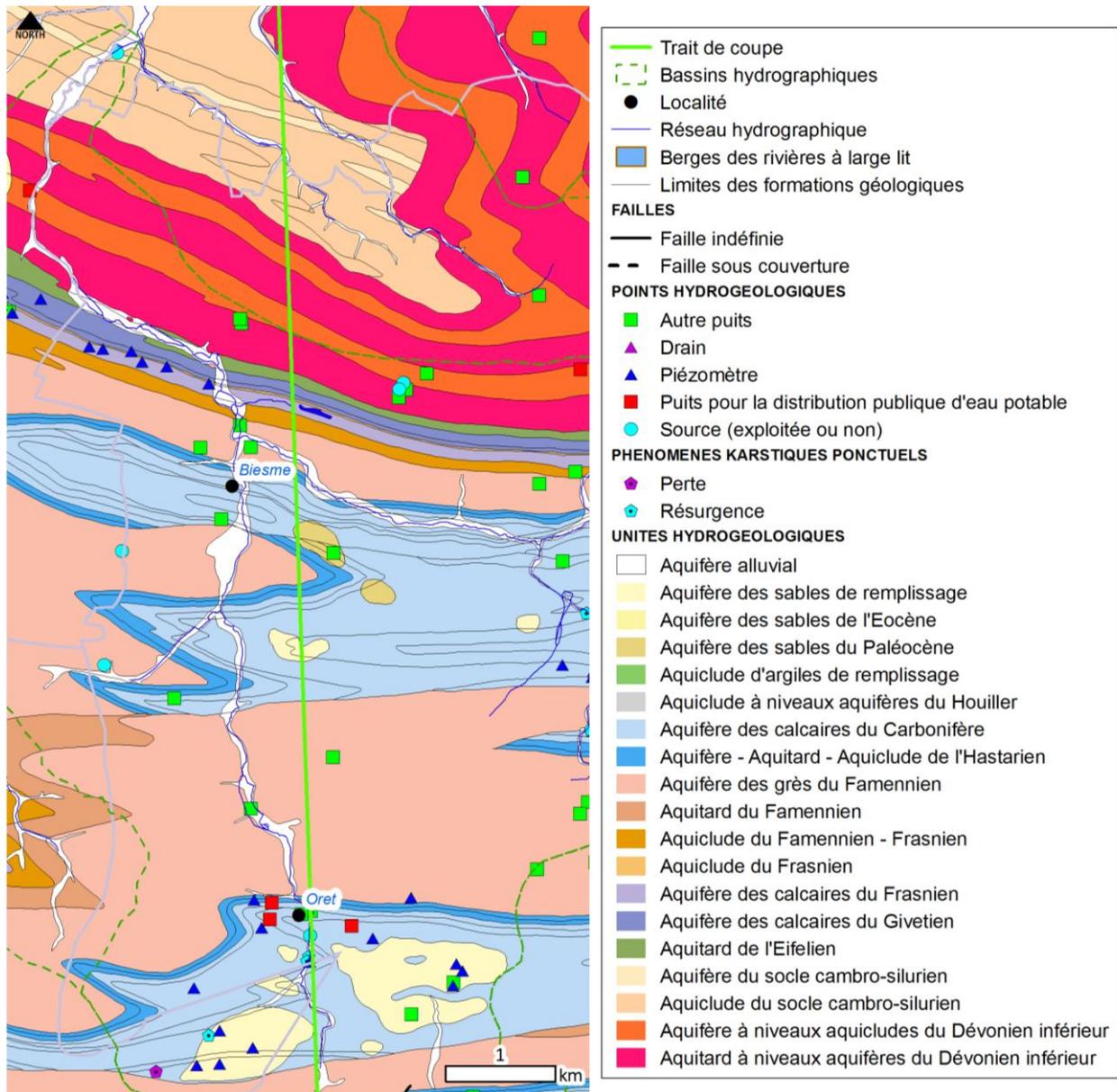
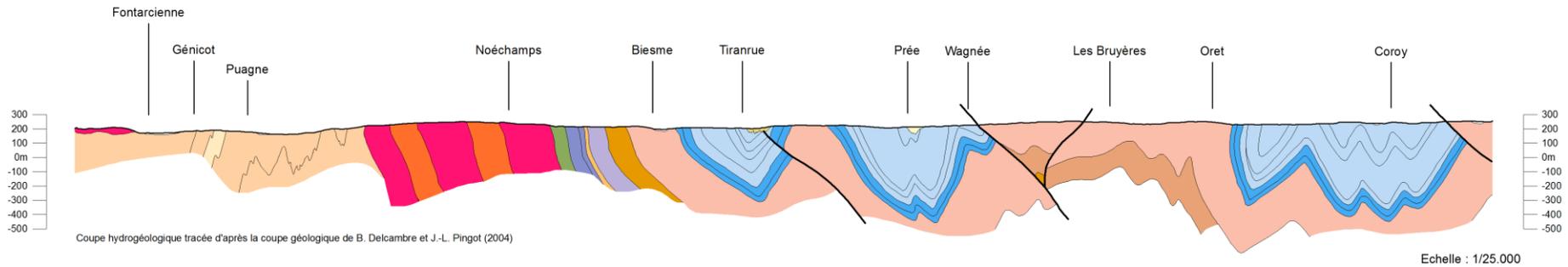


Figure IV.60 : Localisation du trait de coupe.

NORD

Coupe hydrogéologique Biesme - Mettet 53/1-2

SUD



BASSIN DE LA BIESME

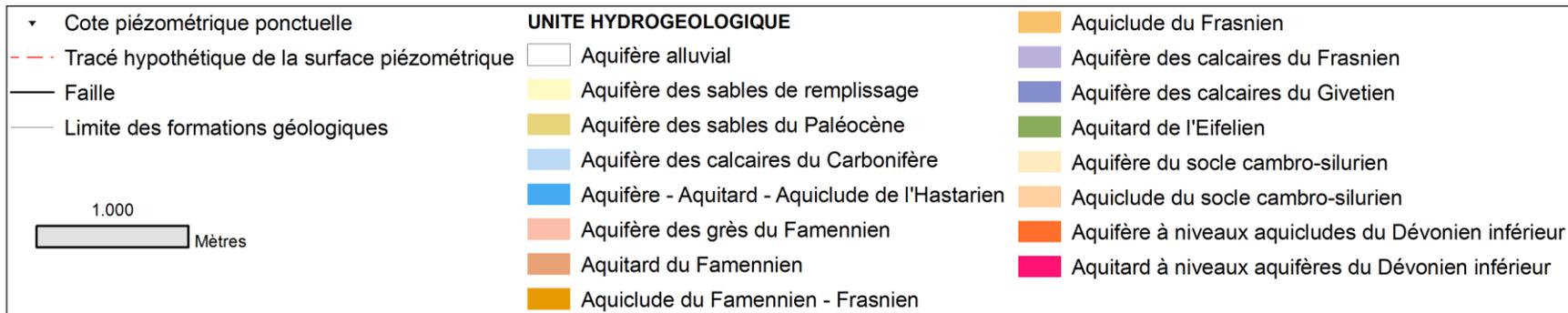
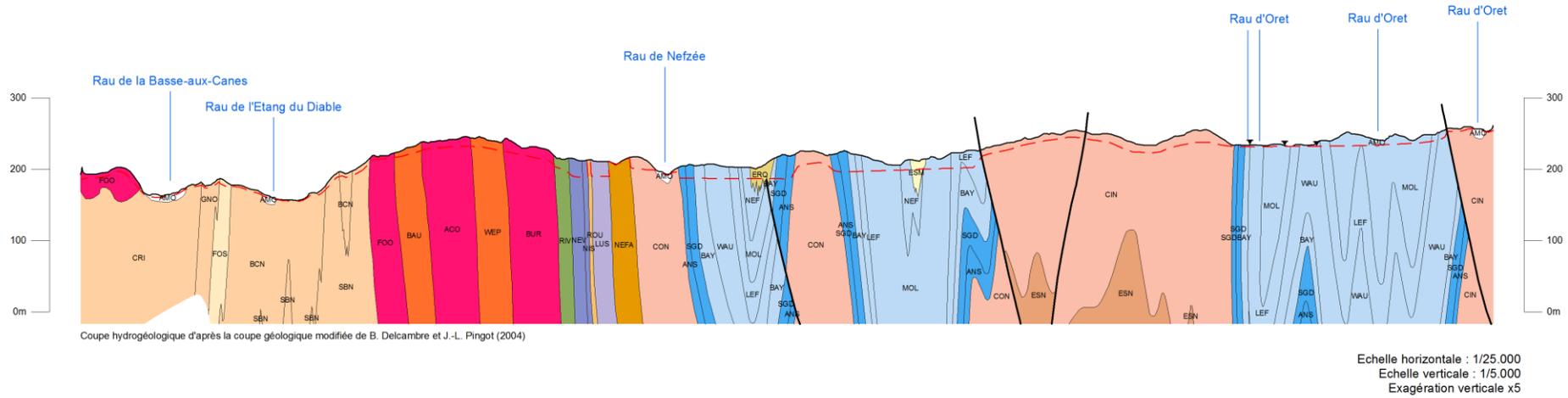


Figure IV.61 : Coupes géologique et hydrogéologique de la carte de Biesme - Mettet.

La coupe traverse, du sud vers le nord, le plateau du Condroz qui consiste en une succession d'anticlinaux à cœur famennien et de synclinaux à cœur carbonifère, une crête formée des formations silto-gréseuses du Dévonien inférieur, et les terrains schisteux calédoniens en dépression. Ces trois zones présentent un contraste géologique et géomorphologique bien visible sur la coupe (Figure IV.61).

Au sud, la coupe est plus ou moins parallèle au ruisseau d'Oret (Figure IV.61) qui, avec le ruisseau de Nefzée, donne naissance au ruisseau de la Biesme dans le village du même nom. La Biesme constitue un axe majeur de drainage, du sud vers le nord.

Au sud d'Oret, la coupe traverse les calcaires carbonifères du Synclinal d'Oret-Maredret. Les captages de la S.W.D.E. et les nombreux piézomètres implantés dans ces calcaires ont permis de se faire une idée assez précise de la piézométrie de cette région. La nappe des calcaires s'écoule de manière concentrique vers le village d'Oret. Les captages de la S.W.D.E. influencent la piézométrie : le niveau piézométrique est généralement plus bas que la cote de base du ruisseau d'Oret à l'exception de l'extrême partie nord du bassin, où la nappe s'équilibre à une cote proche de celle du ruisseau (+ 230 m). Le cours d'eau présente donc un caractère infiltrant sauf en aval où il constitue l'exutoire de la nappe qui se déverse sur les grès du Famennien. Les puits de captage constituent également un exutoire pour la nappe.

Entre Oret et Wagnée, la coupe traverse les grès du Famennien. Elle reste parallèle au Ruisseau d'Oret. D'après les mesures effectuées dans cet aquifère, les niveaux piézométriques peuvent varier entre 5 et 18 mètres de profondeur en fonction de leur situation sur une crête topographique et de leur proximité avec un axe de drainage ou un exutoire de la nappe. Le Ruisseau d'Oret y a creusé une vallée profonde et impose le niveau de base de la nappe.

Au nord de Wagnée, le ruisseau d'Oret passe à nouveau par les calcaires du Carbonifère formant les synclinaux de Prée - Mettet et du Bois de Scu, séparés par une faille de chevauchement (Faille de Scry-Bois de Neffe). On observe un rabattement important dans les formations aquifères, fonction de la distance aux rivières drainantes qui imposent le niveau de base. Le ruisseau d'Oret et son confluent, le ruisseau de Nefzée, constituent deux exutoires pour la nappe des calcaires carbonifères. Leurs cotes altimétriques au sortir des calcaires, le niveau du plan d'eau dans la carrière de la Marchauderie (+ 196 m, voir chapitre IV.7) ainsi que les relevés piézométriques à proximité du trait de coupe ont servi à calibrer le niveau piézométrique des nappes.

Dans les grès du Famennien aux environs de Biesme, la nappe s'équilibre avec le ruisseau de Nefzée et de la Biesme.

Au nord du village de Biesme, les niveaux piézométriques des formations calcaires givetiennes et frasniennes se retrouvent rabattues par la Biesme localisée à environ 600 m à l'ouest de la coupe, à une altitude de +190 m. Les formations aquicludes du Frasnien supé-

rieur et de la base du Famennien forment des seuils hydrogéologiques entre les calcaires du Givetien et du Frasnien. Les nappes contenues dans ces aquifères ne peuvent s'écouler que vers l'ouest ou l'est, en direction de la Biesme.

Au nord les terrains du Dévonien inférieur forment une crête culminant à 270 m. Cette dernière est constituée de formations de lithologie à dominance silteuse comprenant des passées gréseuses augmentant leur potentiel hydrogéologique. Dans ces formations, le niveau des nappes se trouve à 2-3 m de profondeur. Le tracé du niveau piézométrique dans cette partie de la carte dépend donc fortement de la topographie et du réseau hydrographique. Dans les formations à dominante gréseuse (formations du Bois d'Ausse et de Wépion), on peut néanmoins s'attendre à ce que le niveau soit rabattu puisque ces dernières sont plus perméables que les formations qui les entourent. Les niveaux piézométriques mesurés descendent d'ailleurs jusqu'à 10-12 m de profondeur sous les crêtes topographiques.

Plus au nord, le trait de coupe passe par les formations schisteuses de l'Ordovicien-Silurien. Ces terrains formant des aquicludes, le niveau piézométrique doit théoriquement y être subaffleurant et doit suivre la topographie. Néanmoins, il pourrait être légèrement rabattu au droit de la Formation calcaire de Fosses (Aquifère du socle cambro-silurien). Les ruisseaux de l'Étang du Diable et de la Basse-aux-Canes constituent des repères pour tracer le niveau piézométrique subaffleurant.

Le tracé hypothétique de la surface piézométrique a été reporté sur la coupe hydrogéologique, identique à la coupe géologique mais exagérée verticalement d'un facteur 5. Ce tracé se base sur les mesures piézométriques réalisées sur le terrain à proximité du trait de coupe.

IV.6. CARACTÈRE LIBRE, SEMI-CAPTIF, CAPTIF DES NAPPE

Les nappes de la zone Biesme - Mettet peuvent globalement être considérées comme libres pour une profondeur habituelle des forages, de l'ordre de 100 m (Figure IV.62). Ce caractère libre est représenté sur la carte des informations complémentaires et du caractère des nappes sur le document cartographique joint à cette notice.

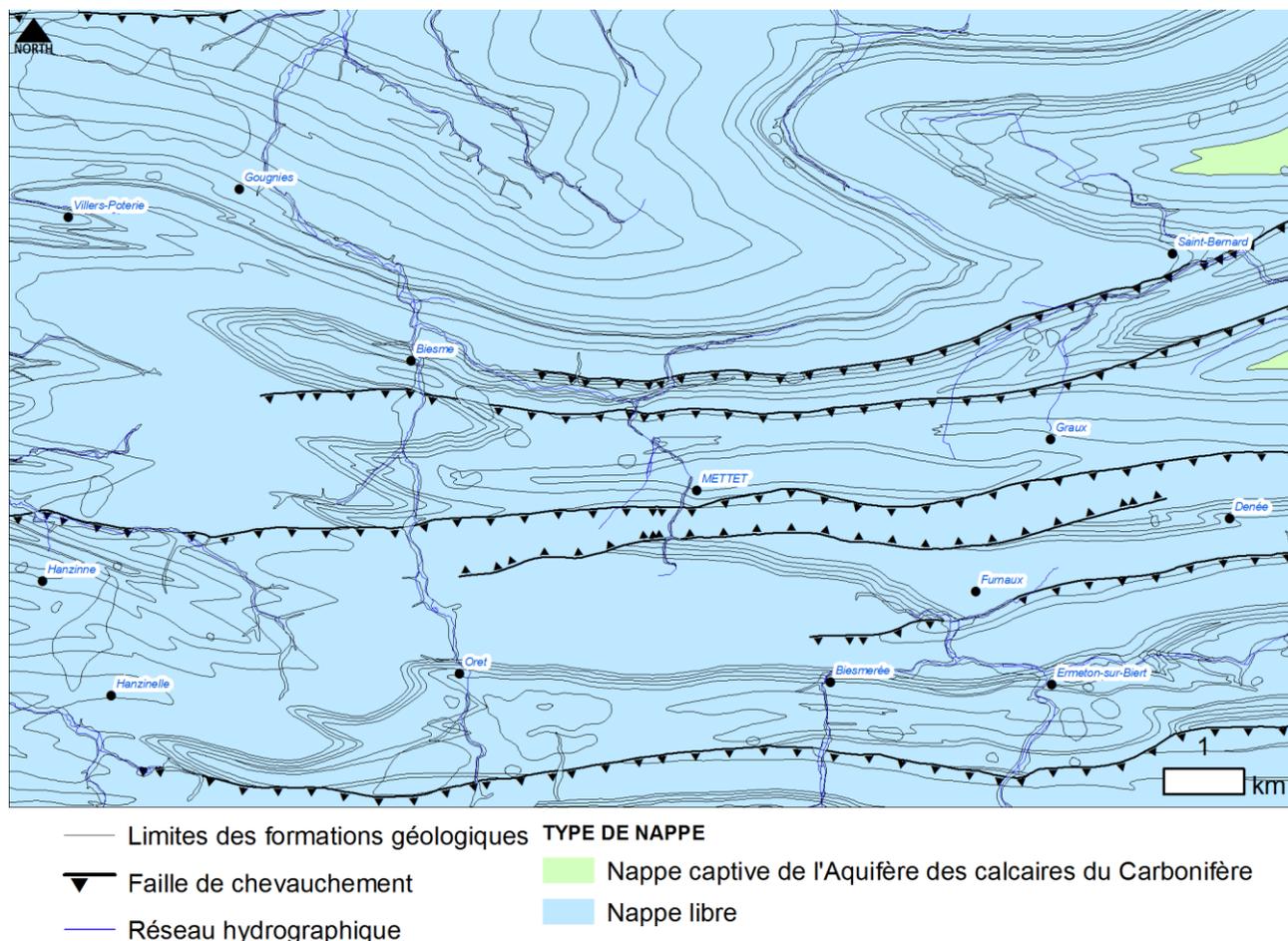


Figure IV.62 : Informations sur les nappes libres et captives de Biesme-Mettet.

Par contre, l'engorgement général des terrains paléozoïques vers l'est provoque, sur la bordure est de la carte, l'émergence dans les synclinaux de noyaux silésiens appartenant au bord ouest du Bassin Houiller d'Anhée. Ces terrains houillers forment des aquicludes sous lesquels la nappe des calcaires carbonifères deviendrait captive (Figure IV.62).

Quelques phénomènes de captivité ont été observés :

Au NE de Biesmerée, le piézomètre *Biesmerée-EST P3* de la S.W.D.E. (Figure IV.63), profond de 40 m et crépiné dans les calcaires tournaisiens présente un phénomène d'artésianisme. Au droit du puits, la nappe des calcaires est captive sous une couche d'argile superficielle de 10,5 m d'épaisseur.

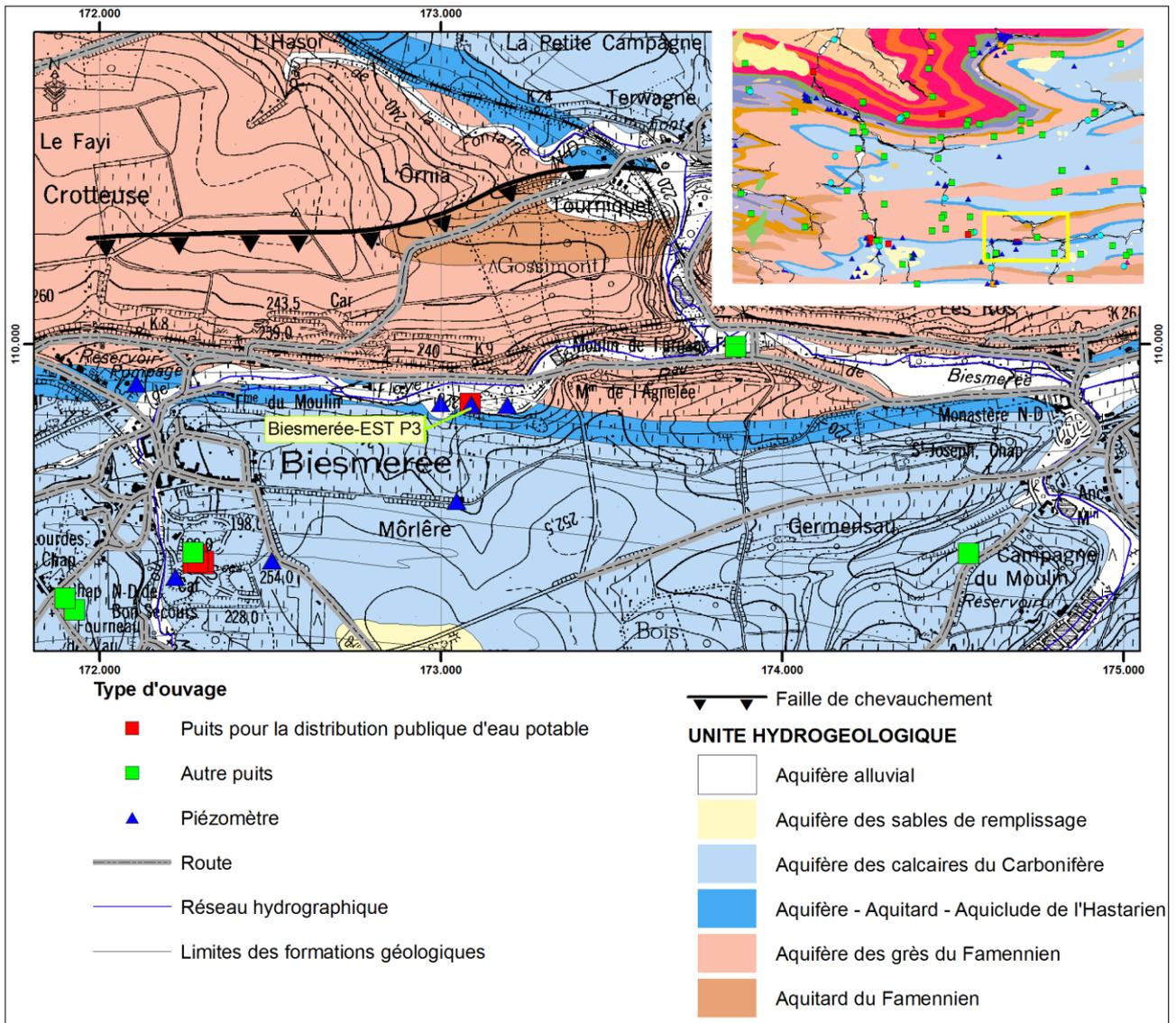


Figure IV.63 : Localisation du puits *Biesmerée-EST P3*.

Les niveaux mesurés dans les piézomètres implantés autour du lac de Bambois (Figure IV.64) indiquent que la nappe des calcaires du Frasnien (Formation de Lustin) est captive dans la partie nord-ouest du lac. Les calcaires y sont recouverts par une couche d'argile d'environ 6,5 m d'épaisseur. Deux autres piézomètres, PZBA3 et PZBA4 crépinés respectivement dans les bancs calcaires (à 28 m de profondeur) et gréseux (à 20 m de profondeur) de la formation de Ciney, montrent un caractère captif de la nappe sous le sommet plus schisteux et argileux de la formation.

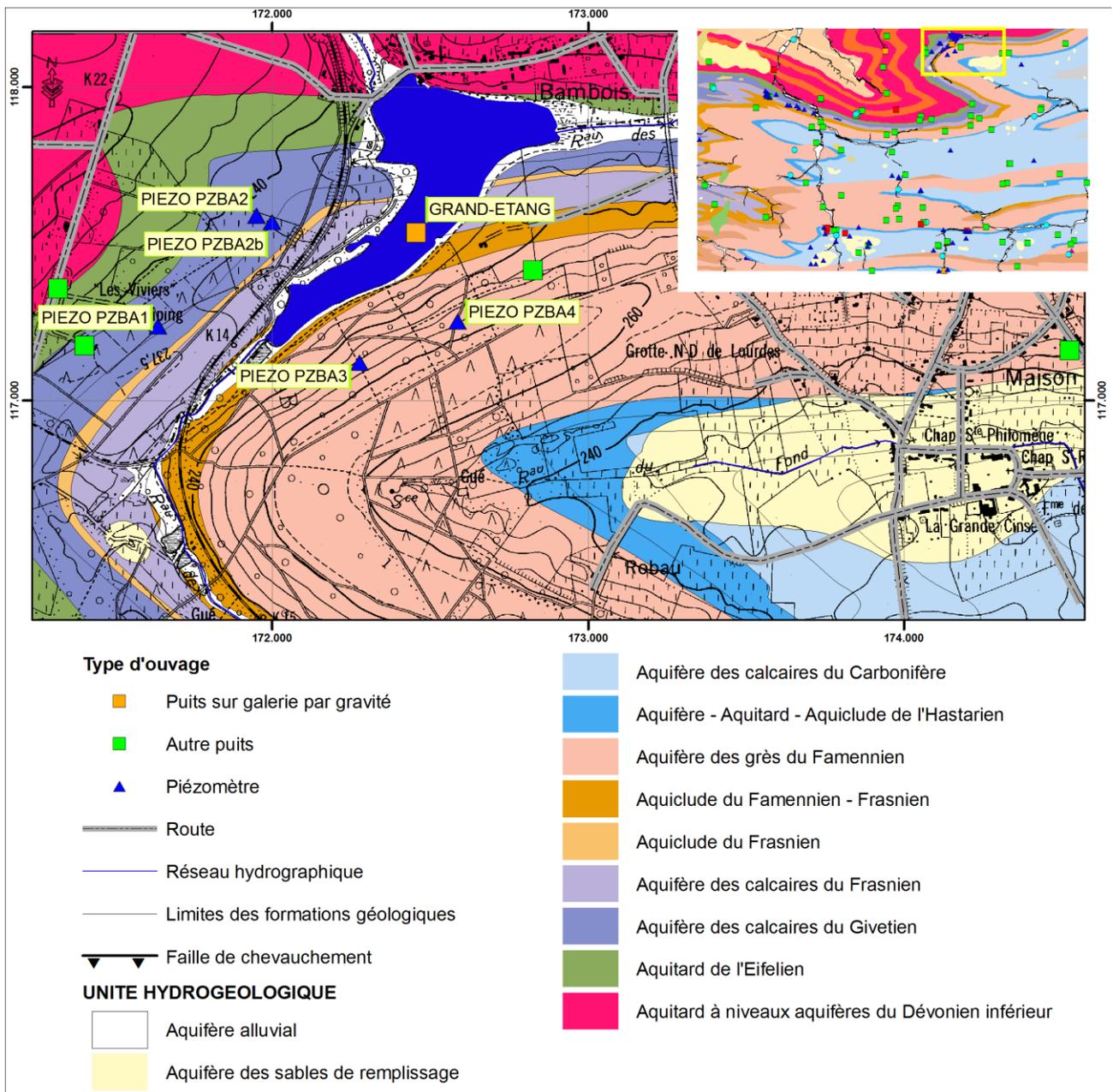


Figure IV.64 : Localisation des piézomètres PZBA1 à 4 autour du lac de Bambois et du captage *Grand Etang*.

Les piézomètres implantés dans les anciennes carrières de Gougnyes montrent le caractère semi-captif de la nappe des calcaires du Frasnien sous 20 à 25 m de déchets.

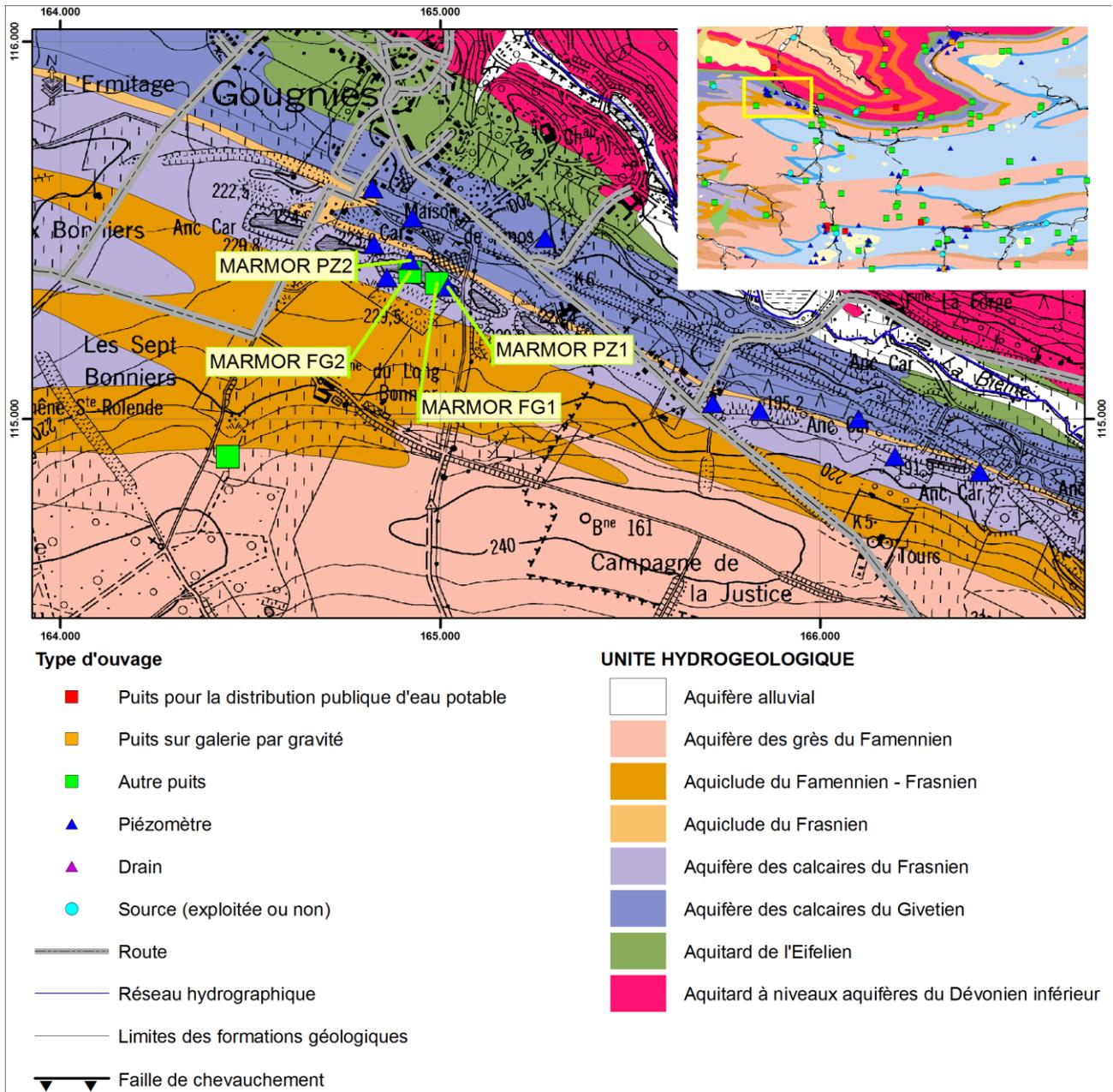


Figure IV.65 : localisation des piézomètres implantés dans les anciennes carrières de Gougnyes.

Dans les formations du Dévonien inférieur et du Famennien, les zones gréseuses ou quartzitiques fracturées sont en relation par le réseau des fractures avec la zone superficielle altérée. Les niveaux piézométriques analogues, mesurés dans des puits voisins mais crépinés uniquement dans les zones gréseuses profondes ou simplement creusés dans la zone altérée en surface, viennent argumenter en faveur d'une connexion entre les deux types de zones aquifères. Les zones gréseuses profondes et très localisées ne peuvent être considérées de manière systématique comme des aquifères captifs locaux. Cette précision est importante en termes de protection de ces petits aquifères profonds face à une pollution éventuelle en provenance de la surface. Ils forment en fait

un continuum entre la nappe de manteau d'altération, superficielle, et une nappe de fissures, plus profonde. Il est cependant évident que le pendage des couches, très variable mais généralement fort élevé, influence directement la distance entre la zone d'affleurement de la zone plus perméable et la profondeur à laquelle un puits peut la recouper (Figure IV.66). Néanmoins, comme les pendages sont souvent élevés dans la région, la couche aquifère affleure très souvent à proximité du puits, entraînant l'absence de captivité.

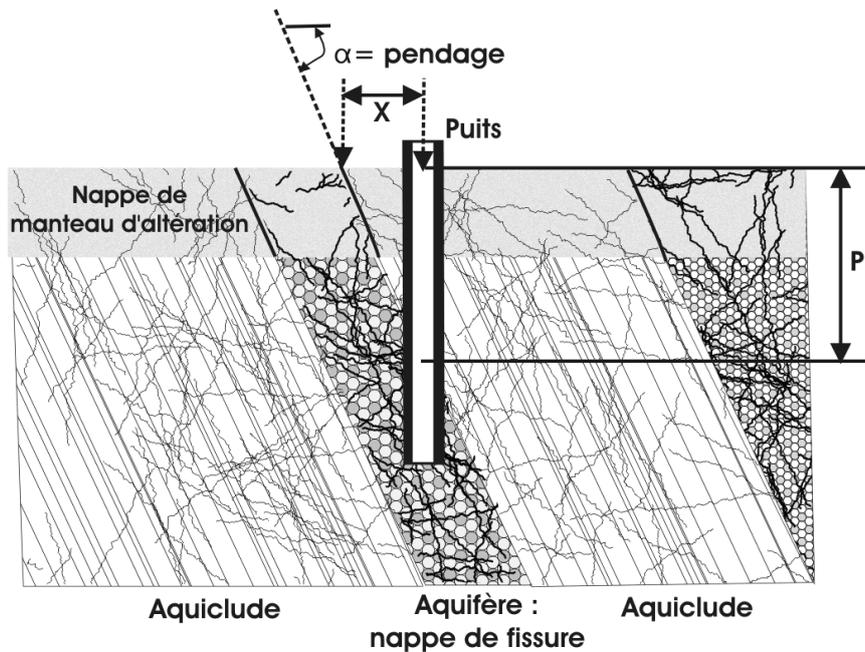


Figure IV.66: Relation entre la distance du puits à la zone d'affleurement de la couche plus perméable et la profondeur à laquelle il recoupe celle-ci.

IV.7. LES CARRIÈRES

Dans la région de Biesme-Mettet, les calcaires du Frasnien, du Tournaisien et du Viséen, les grès du Famennien et les sables de l'Entre-Sambre-et-Meuse ont fait l'objet d'une intense exploitation par le passé. Aujourd'hui, seules les sablières au sud-est d'Oret sont encore en activité.

L'arrêt des activités dans quelques-unes de ces carrières a créé un phénomène hydrogéologique intéressant. En effet, l'exploitation en profondeur de ces carrières a parfois rencontré le niveau piézométrique des nappes. Les eaux qui ont ainsi empli le fond des exploitations ont dû être exhaurées, créant un cône de rabattement au droit du pompage. L'arrêt de l'exploitation a provoqué le remplissage de ces carrières par un plan d'eau en équilibre avec la nappe. La variation de la hauteur d'eau est une indication des fluctuations du niveau piézométrique.

Les figures suivantes reprennent uniquement la localisation des carrières où la nappe affleure. La cote de certains plans d'eau a servi à établir le tracé hypothétique de la surface piézométrique pour la coupe hydrogéologique. Les plans d'eau figurent également sur la carte principale et ont été digitalisés à partir de la carte IGN de 1996.

IV.7.1. Carrière de Gougnyes

Cette ancienne carrière se situe juste au sud de Gougnyes (Figure IV.67), en rive gauche de la Biesme. Elle fut exploitée pour les calcaires gris foncé du Frasnien et pour le Marbre de Saint-Anne. Aujourd'hui une partie de la carrière a été comblée par des déchets de cendre. Quelques plans d'eau sont visibles et témoignent de la hauteur de la nappe.

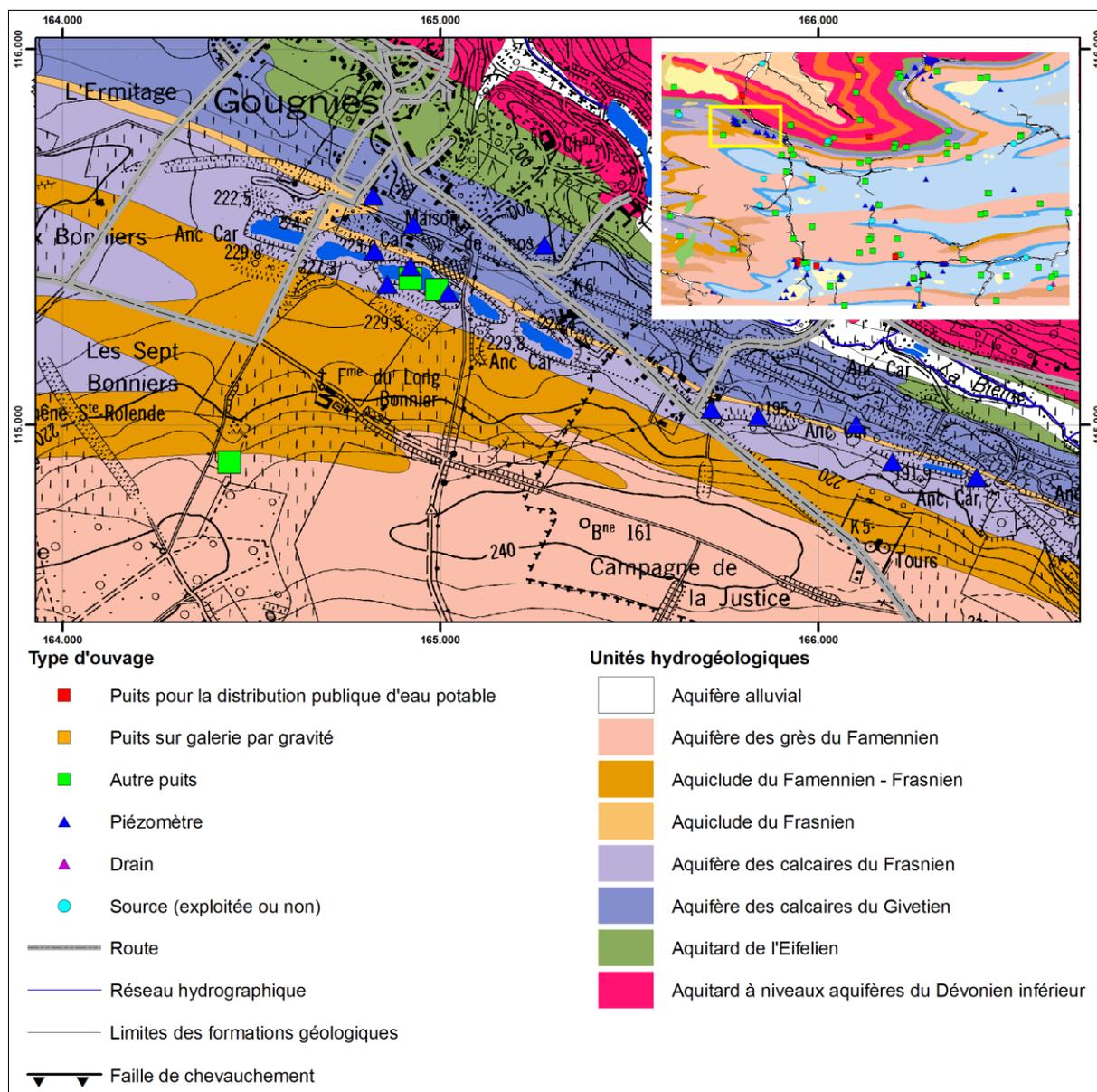


Figure IV.67 : Localisation de la carrière de Gougnyes.

IV.7.2. Carrière du Tri d'Hymiée

Le fond de cette ancienne carrière, située à l'est d'Hymiée, au lieu-dit "Tri d'Hymiée" (Figure IV.68), est inondé et les talus sont boisés. La carrière a été transformée en étang de pêche et appartient désormais à une propriété privée. Elle se trouve dans les grès du Famennien.

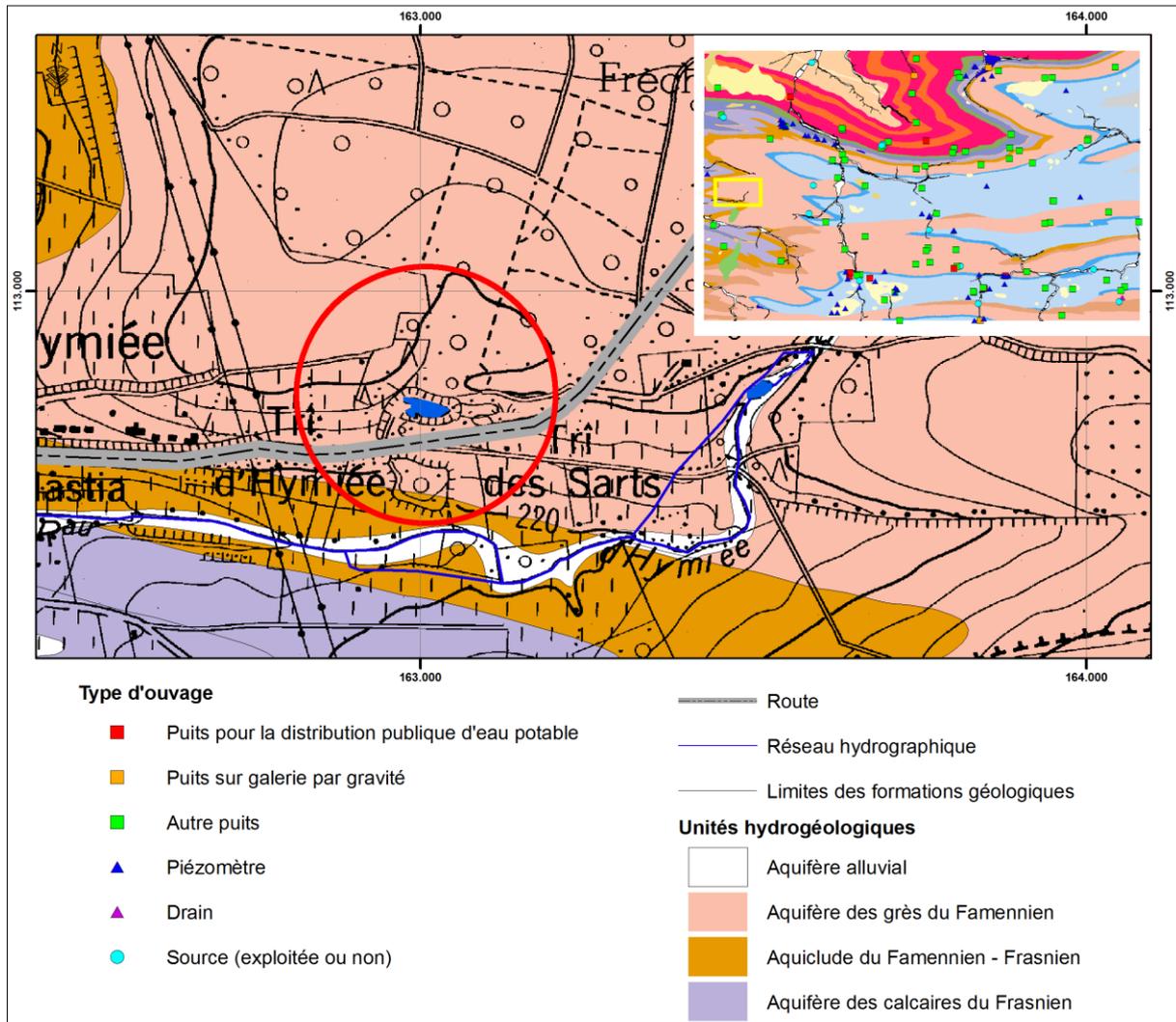


Figure IV.68 : Localisation de la carrière du Tri d'Hymiée.

IV.7.3. Carrière de La Marchauderie

Cette ancienne carrière se trouve à 500 m au sud-est de Biesme, au lieu-dit "La Marchauderie" (Figure IV.69). Elle distingue deux fosses avec plan d'eau. Le fond de la carrière se trouve à la cote + 196 m. On y exploitait les calcaires du Carbonifère.

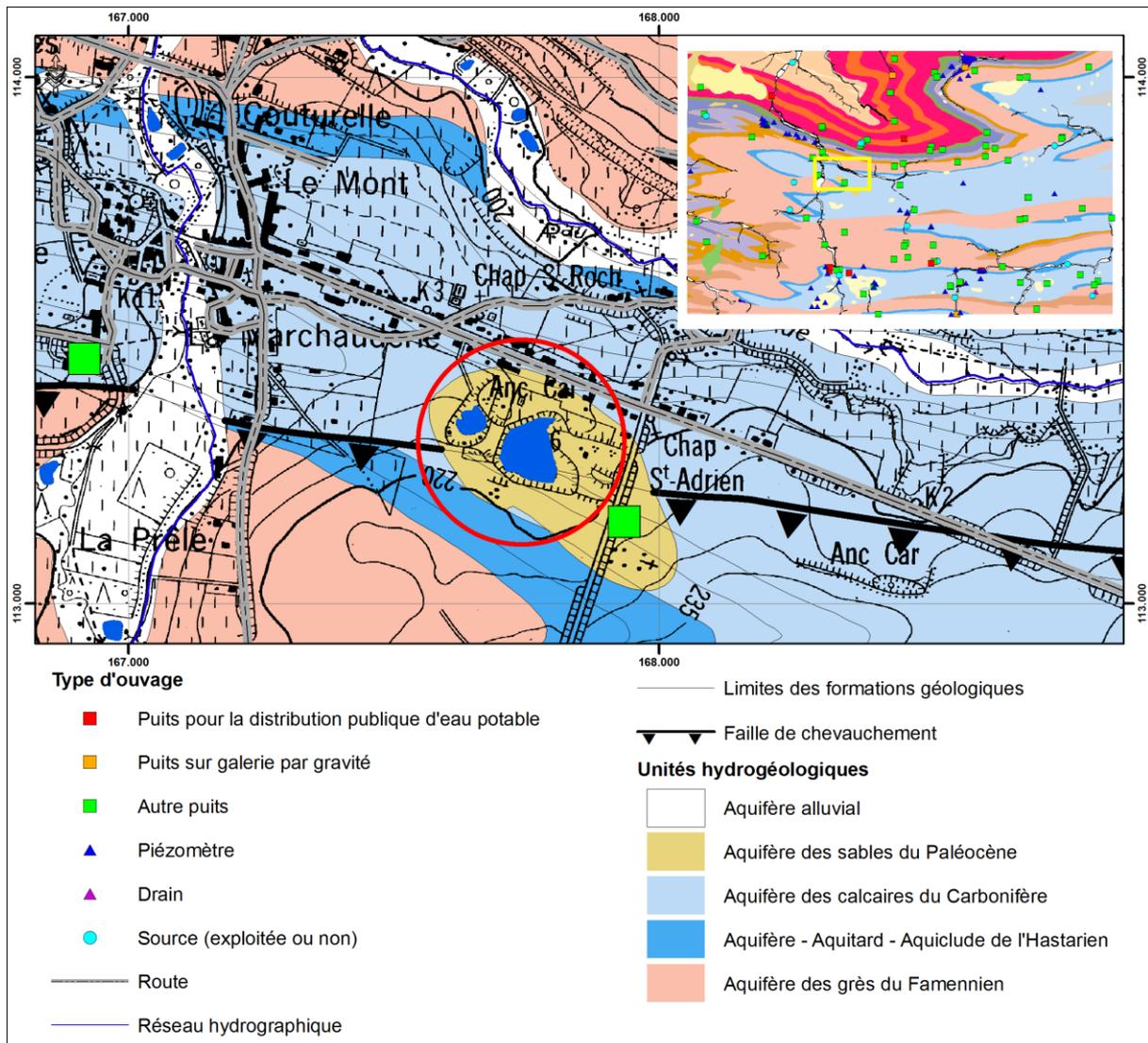


Figure IV.69 : localisation de la carrière de La Marchauderie.

IV.7.4. Carrière des Six Bonniers

Cette ancienne carrière, située au sud-est de Villers-Poterie (Figure IV.70) est aujourd'hui totalement remblayée et boisée, à l'exception de sa partie sud inondée toujours en dépression. On y exploita les calcaires et dolomies du Frasnien.

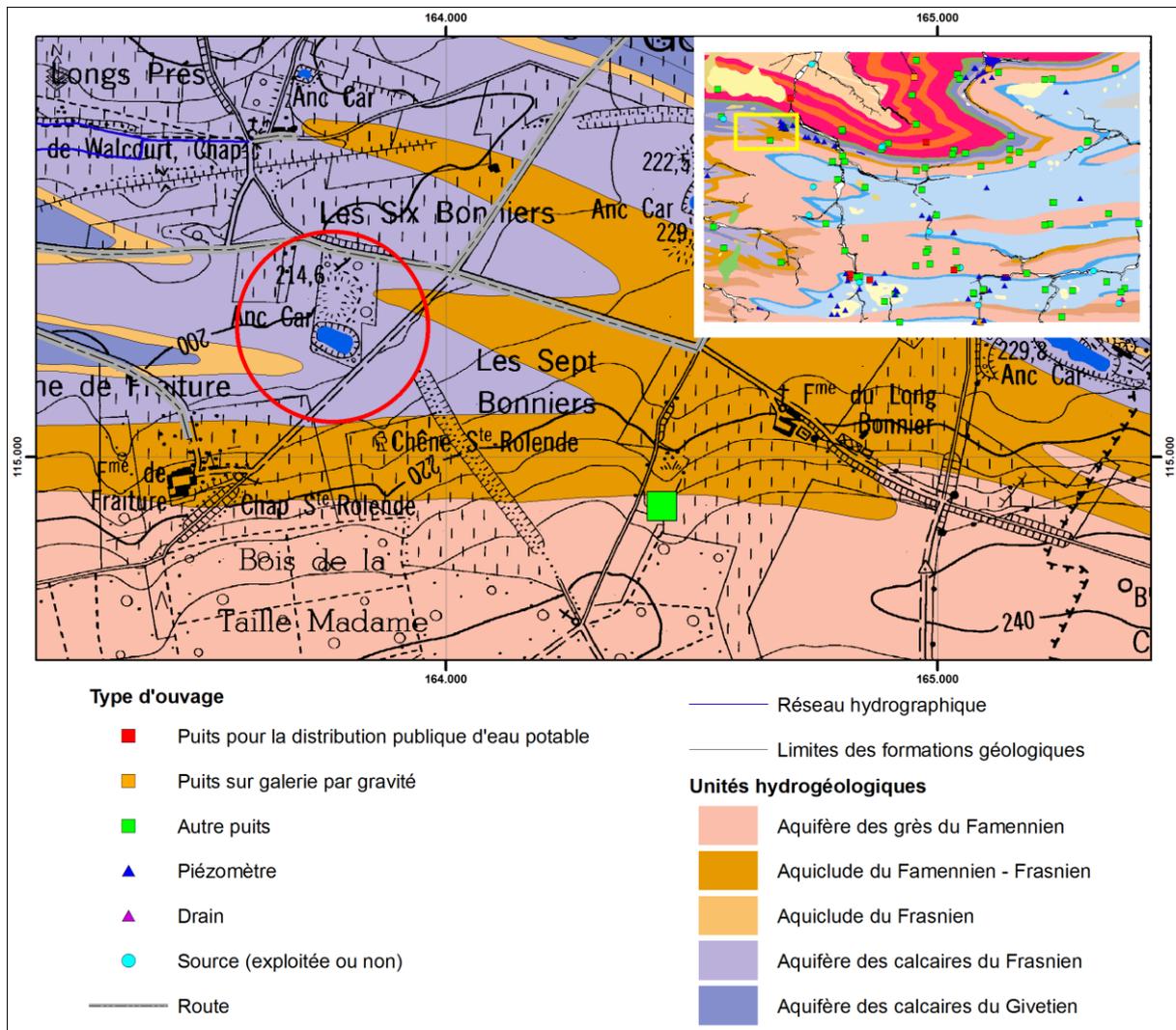


Figure IV.70 : Localisation de la carrière des Six Bonniers.

IV.7.5. Les sablières de Mettet

Au sud d'Oret, s'étendent les poches de sable de la Formation de l'Entre-Sambre-et-Meuse. Ces poches peuvent faire jusqu'à une dizaine de mètres de profondeur. Elles sont encore partiellement exploitées et contiennent plusieurs plans d'eau en équilibre avec la nappe des calcaires viséens. Ces calcaires, de par leur nature fortement karstifiée, adoptent une allure irrégulière. La nappe des sables est en équilibre avec celle des calcaires puisqu'il n'y a aucun niveau imperméable entre les deux (LGIH-BEP 882, 1988). Le ruisseau qui circule dans la sablière s'engouffre en un point de perte et rejaillit en aval. C'est la seule exploitation de la carte encore en activité (Figure IV.71).

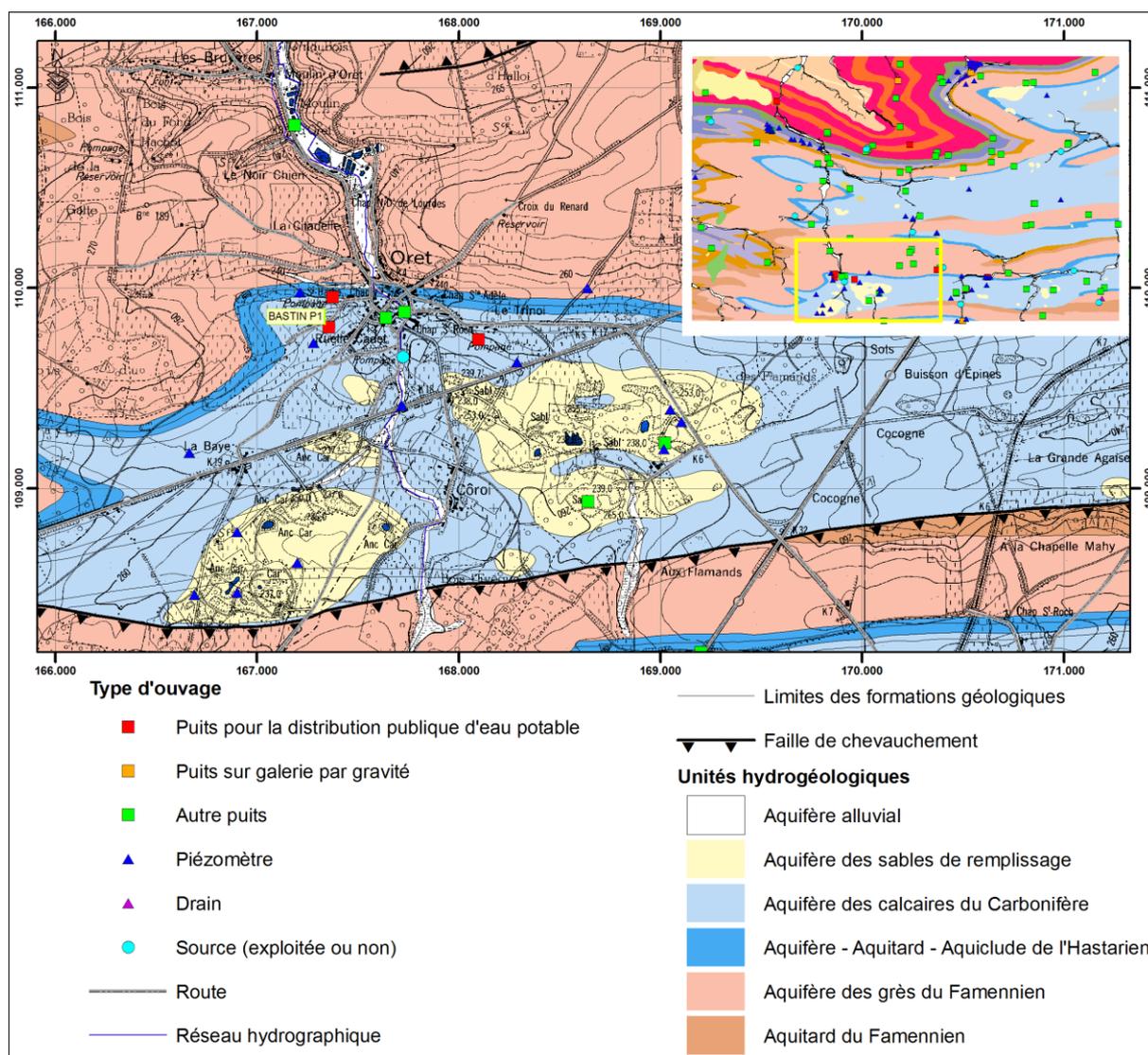


Figure IV.71 : Localisation des sablières de Mettet.

IV.7.6. Carrière M.P.G.

Il s'agit d'une carrière actuellement à l'arrêt, qui se trouve juste à l'ouest du village de Denée, au bord est de la route nationale N951 (Figure IV.72). On y exploitait le Petit-Granit et le Calcaire Noir de Denée. Un plan d'eau occupe le fond du ravin.

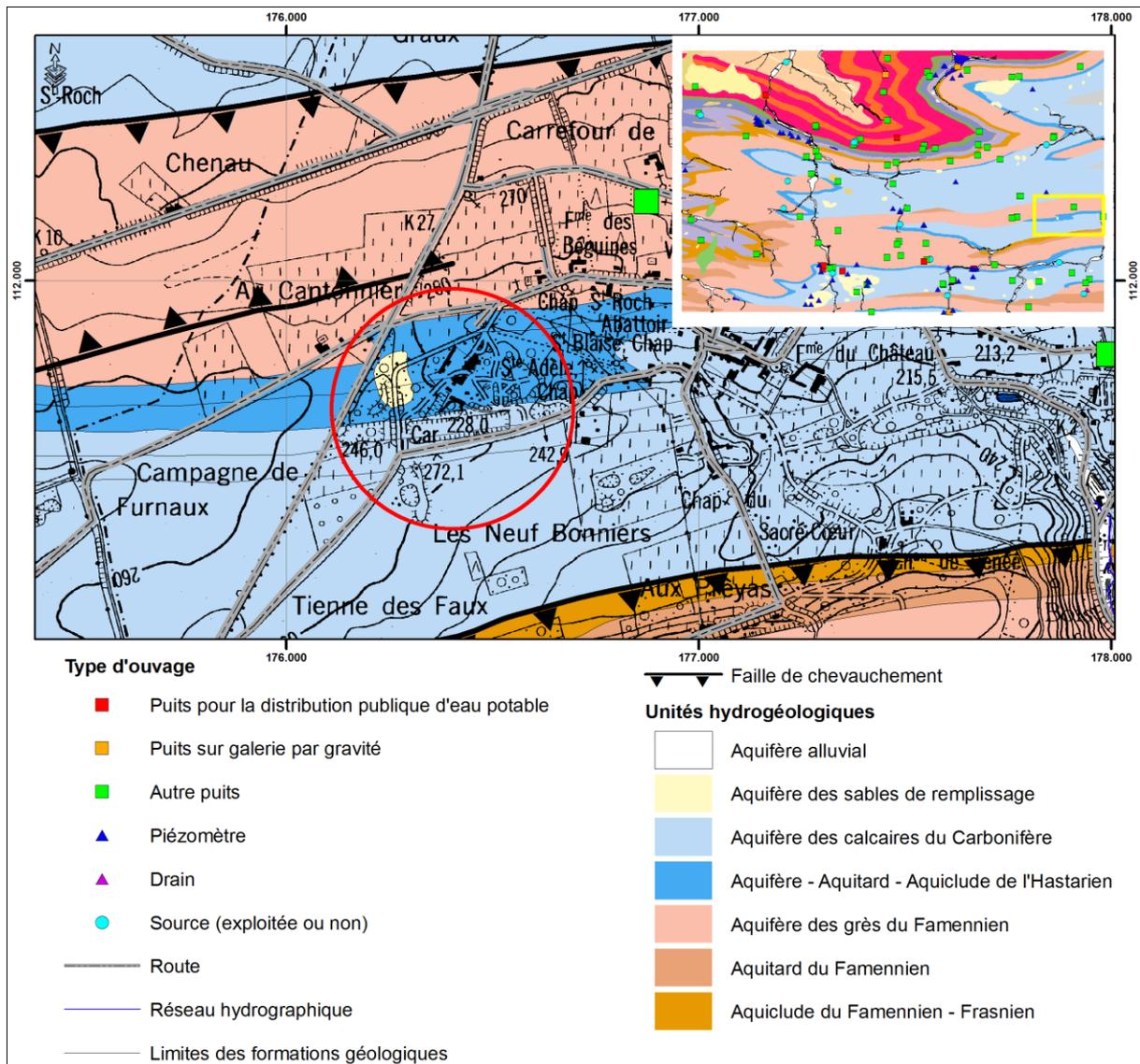


Figure IV.72 : Localisation de la carrière M.P.G.

V. CADRE HYDROCHIMIQUE

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

V.1. CARACTÉRISTIQUES HYDROCHIMIQUES DES EAUX SOUTERRAINES

Les résultats des analyses d'eau provenant de plusieurs captages de la carte Biesme – Mettet sont présentés dans les tableaux suivants. Les échantillonnages ont été effectués par les sociétés de distribution titulaires des sources ou des puits concernés. Quelques données collectées concernent également des puits de particulier.

V.1.1. Aquifère à niveaux aquicludes du Dévonien inférieur

Les données hydrochimiques disponibles pour l'Aquifère à niveaux aquicludes du Dévonien inférieur concernent deux puits aux environs de Vittrival (**Figure V.1**) : le puits *Campagne de Devant les Bois*, profond de 139,8 m, appartenant à l'A.I.E.M. et le puits *Vittrival*, profond de 35 m. Les analyses sont reprises au **Tableau V.1**.

Paramètres	Unités	Norme	Campagne de Devant les Bois		Vittrival
Date de prélèvement			05/05/1998	12/02/2001	15/03/2006
pH	unité pH	6,5 à 9,2	6.38	-	6.11
Conductivité électrique	µS/cm	2100	375	-	304
Dureté totale	°F	67,5	16.6	-	10.8
Aluminium	µg/l Al	200	0	-	12
Calcium	mg/l Ca	270	-	54.54	33.6
Sodium	mg/l Na	200	-	8.73	13
Potassium	mg/l K		-	1.07	0.35
Magnésium	mg/l Mg	50	-	10.73	6
Fer (total dissous)	µg/l Fe	200	5	-	60
Manganèse	µg/l Mn	50	83	-	363
Chlorures	mg/l Cl	250	30.3	32	28
Nitrates	mg/l NO3	50	22.19	-	8.9
Nitrites	mg/l NO2	0,5	0	-	0.01
Ammonium	mg/l NH4	0,5	0.17	-	0
Phosphates	µg/l PO4		-	-	20
Sulfates	mg/l SO4	250	-	27	7
TAC	° F		-	10.75	7
Hydrogénocarbonates	mg/l HCO3		-	131.19	85.43

Tableau V.1 : Résultats des analyses chimiques effectuées dans l'aquifère à niveaux aquicludes du Dévonien inférieur.

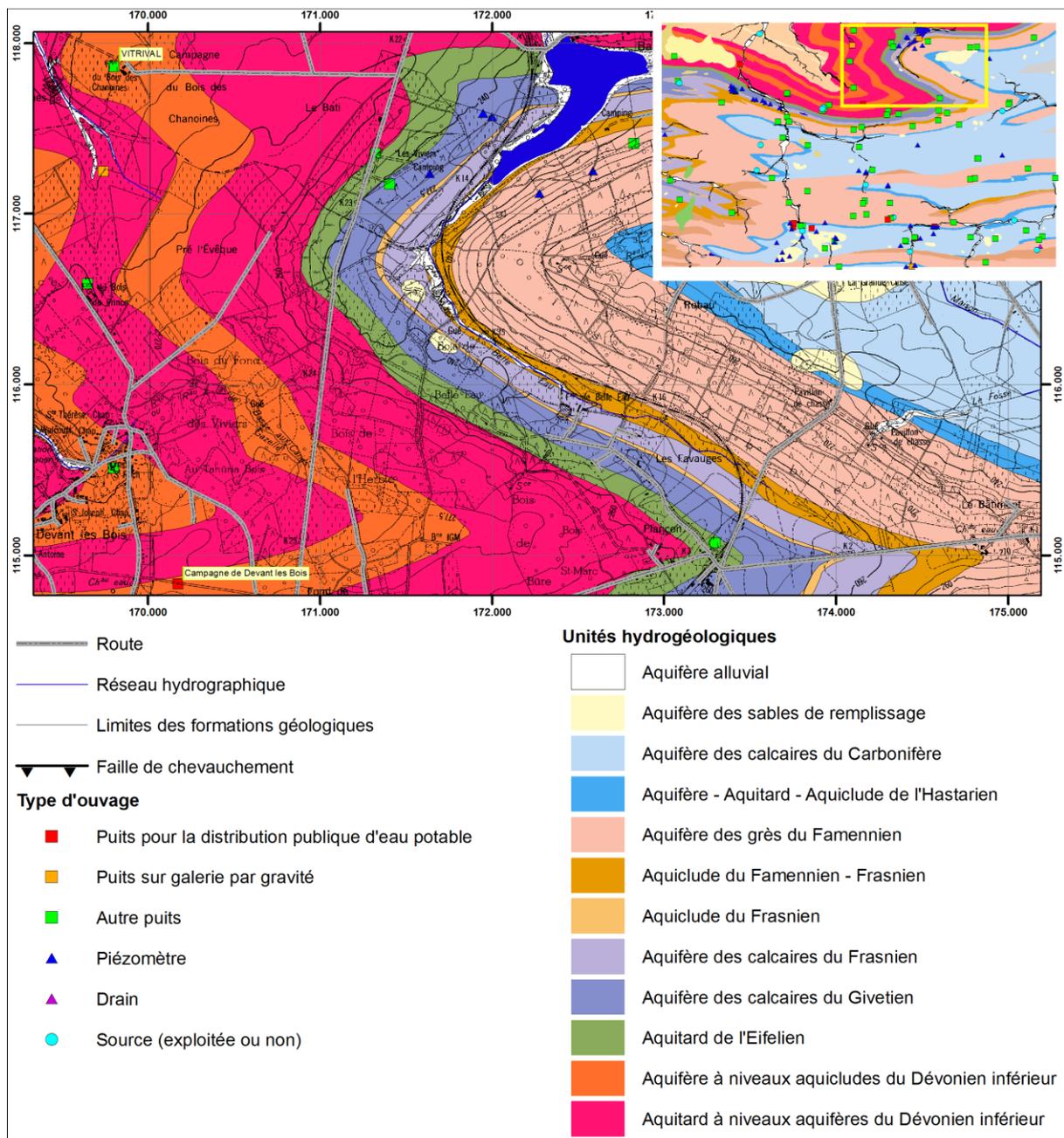


Figure V.1 : Localisation du puits *Campagne de Devant les Bois* et *Vitriaval*.

Le puits *Campagne de Devant les Bois* capte la nappe de fissures de l'aquifère du Dévonien inférieur (Formation de Wépion). Cette eau est caractérisée par un pH légèrement acide (6,38), une minéralisation moyenne (375 $\mu\text{S}/\text{cm}$), des concentrations peu élevées en calcium (54,5 mg/l) et en bicarbonates (131,19 mg/l) et par une dureté totale moyenne (16,6 F), caractéristiques de la lithologie (bancs de grès intercalés de niveaux silteux et schisteux). La dureté est liée au lessivage des terrains, elle correspond à la teneur en ions calcium et en magnésium présents dans l'eau.

Le puits *Vitriaval* montre des concentrations assez semblables. Par contre, on note de fortes teneurs en fer (60 $\mu\text{g}/\text{l}$) et en manganèse (363 $\mu\text{g}/\text{l}$). Des analyses portant uniquement sur ces deux éléments après nettoyage du puits (le 28/08/2002) montrent des concentrations en

fer et en manganèse de 2 µg/l et de 1 µg/l respectivement. Les teneurs en hydrogénocarbonates sont également moins élevées que dans le puits de l'A.I.E.M.

Le puits *Campagne de Devant les Bois* montre une teneur élevée en nitrates (22,19 mg/l) mais sans dépassement de la norme. Toutes les formes d'azote (azote organique, ammoniac, nitrites, etc.) sont susceptibles d'être à l'origine des nitrates par un processus d'oxydation biologique. La fertilisation excessive par les engrais, les fumiers divers, les rejets anthropiques et, dans certains cas, des industries (engrais, oxydants...) concourent à l'enrichissement en nitrates des eaux. Le puits *Vitrival* ne semble pas souffrir de cette pollution (8,9 mg/l) même s'il est situé à proximité de champs et donc susceptible d'être contaminé par les épandages.

Le puits *Vitrival* semble mieux protégé par la couche d'altération qui filtre les contaminations en provenance de la surface, puisque les éléments d'origine anthropique (nitrates, ...) ont une concentration plus faible.

V.1.2. Aquifère des calcaires du Givetien

Les analyses chimiques présentées au **Tableau V.2** concernent la Fontaine de Villers-Poterie (**Figure V.2**). Les eaux de cette fontaine proviennent du contact entre les calcaires givetiens et les schistes frasniens de la Formation de Nismes. Ces eaux ont donc traversé les calcaires givetiens. Un deuxième échantillon a été prélevé dans une ravine à Gougnes (**Figure V.3**), au droit des calcaires givetiens. Les échantillons ont été analysés par le laboratoire LGIH de l'ULg pour une étude réalisée sur les carrières de Gougnes pour Electrabel (LGIH-INT 891, 1989).

Paramètres	Unités	Norme	Fontaine Villers-Poterie	Ravine de Gougnes
Date de prélèvement			25/11/1988	
pH	unité pH	6,5 à 9,2	7.14	7.52
Conductivité électrique	µS/cm	2100	670	527
Dureté totale	°F	67,5	34.2	19.8
Aluminium	µg/l Al	200	-	-
Calcium	mg/l Ca	270	121.7	63.4
Sodium	mg/l Na	200	11	18.1
Potassium	mg/l K		1.8	22
Magnésium	mg/l Mg	50	9.4	9.6
Fer (total dissous)	µg/l Fe	200	-	-
Manganèse	µg/l Mn	50	-	-
Chlorures	mg/l Cl	250	31.9	28.9
Nitrates	mg/l NO3	50	38	2.6
Nitrites	mg/l NO2	0,5	-	-
Ammonium	mg/l NH4	0,5	0	0
Phosphates	µg/l PO4		-	-
Sulfates	mg/l SO4	250	47.5	40.1
TAC	° F		24.1	18.7
Hydrogénocarbonates	mg/l HCO3		294.12	227.2

Tableau V.2: Résultats des analyses chimiques réalisées sur deux échantillons provenant de l'Aquifère des calcaires du Givetien (Formation de Nèvreumont).

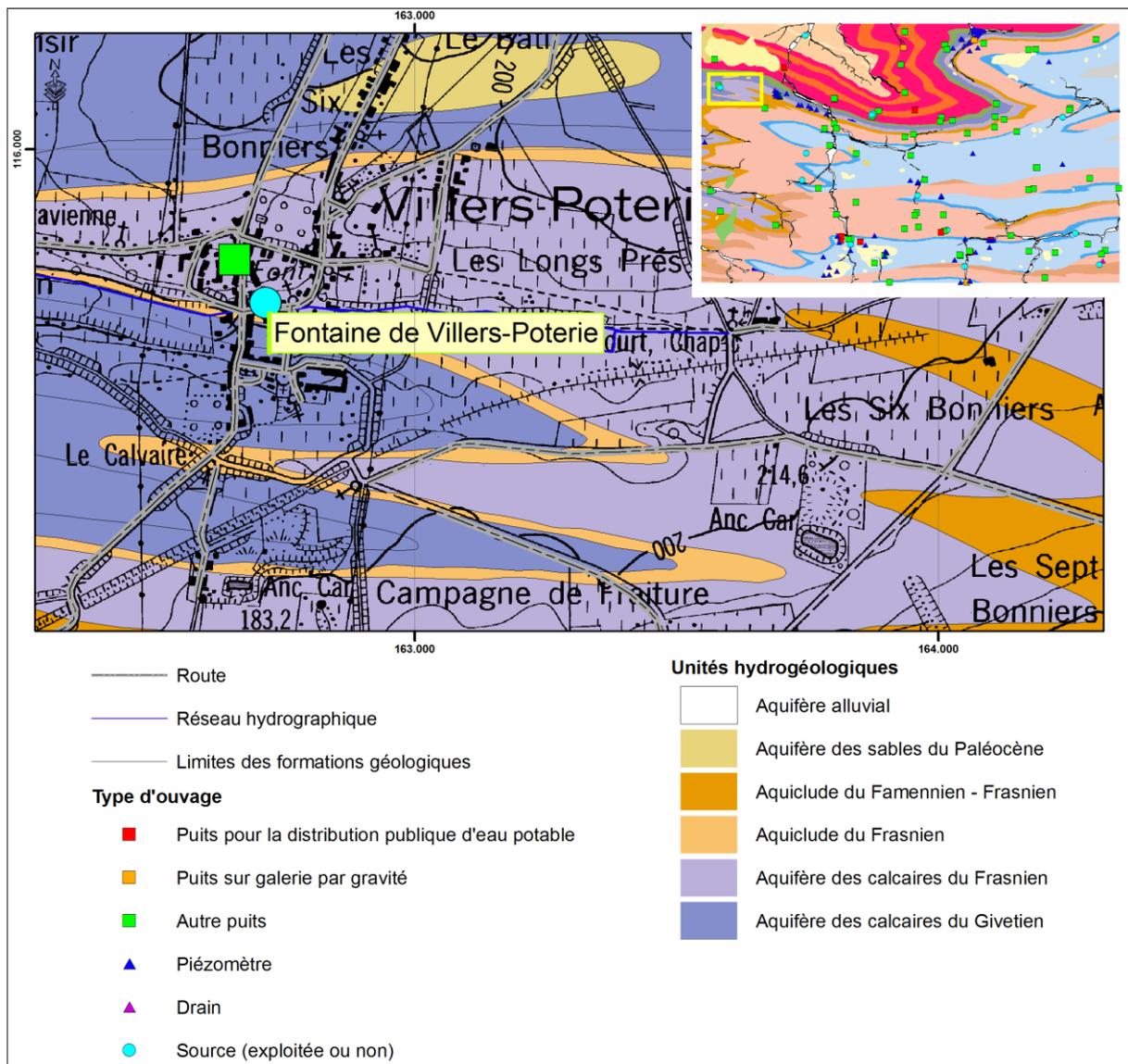


Figure V.2 : Localisation de la Fontaine de Villers-Poterie.

L'hydrochimie de la Fontaine de Villers-Poterie est caractéristique des eaux calcaires, elles sont dures (34,2 °F) avec une minéralisation élevée (670 $\mu\text{S}/\text{cm}$) en relation avec une teneur importante en ions calcium (121,7 mg/l). Le pH est légèrement basique et les concentrations en hydrogénocarbonates atteignent 294,12 mg/l. Le taux de nitrates élevé (38 mg/l) indique que la nappe n'est pas protégée par rapport aux éventuelles contaminations à partir de la surface (épandages dans les champs, ...).

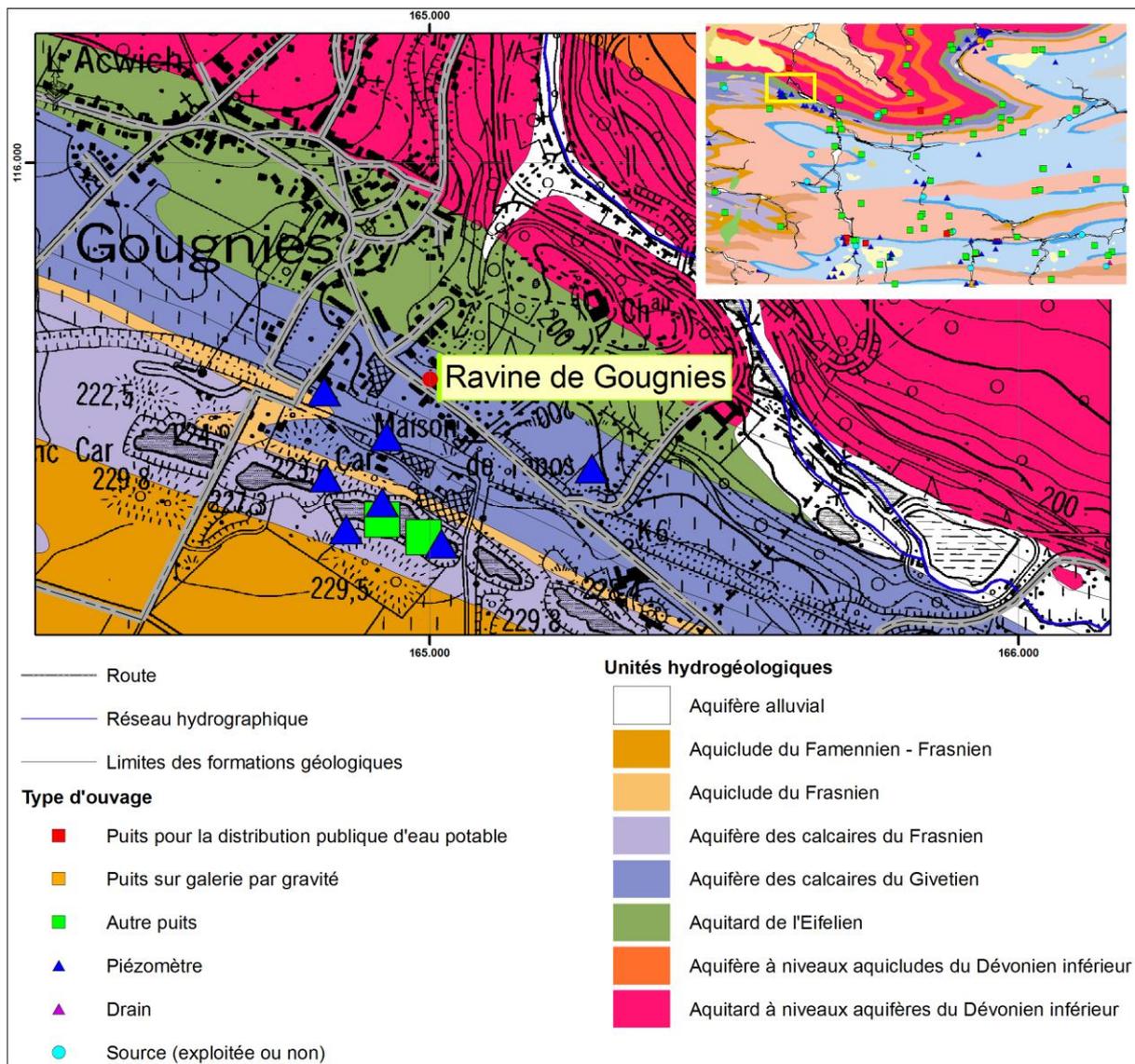


Figure V.3 : localisation de l'échantillon pris dans la ravine près de Gougnies.

Les eaux de la ravine ont séjourné moins longtemps dans les calcaires puisqu'elles sont moins dures et surtout moins riches en calcium et en bicarbonates. La concentration en ions potassium (22 mg/l) est plus élevée que celle en ions sodium (18,1 mg/l). Les rejets de nature urbaine, la présence de zones de culture (par les épandages d'engrais) et les apports anthropiques peuvent être responsables de l'augmentation de la teneur en ces éléments.

V.1.3. Aquifère des calcaires du Frasnien

Comme dans le Dinantien, malgré la compartimentation de cette nappe par les horizons schisteux et malgré le fait qu'elle soit enserrée entre les aquicludes du Frasnien et du Famennien, cette nappe reste sensible aux contaminations à partir de la surface. Des phénomènes karstiques ont été relevés (grottes, dolines, pertes, résurgences) qui en accroissent la vulnérabilité. Des affaissements de dolines sont également signalés dans les calcaires frasnien du flanc sud du Synclinal de Maison – Saint-Gérard.

Deux échantillons ont été prélevés dans les eaux provenant de la nappe des calcaires du Frasnien (Formation de Lustin). Le premier concerne le captage de *Grand-Etang*, géré par l'I.N.A.S.E.P. (Figure V.4). Le second a été prélevé dans le plan d'eau formé au fond de la carrière Massaux (ancienne carrière de Gougnyes, Figure V.5). Ce plan d'eau est en relation avec la nappe des calcaires frasnien. L'analyse a été effectuée par le laboratoire LGIH (LGIH-INT 891, 1989), voir Tableau V.3.

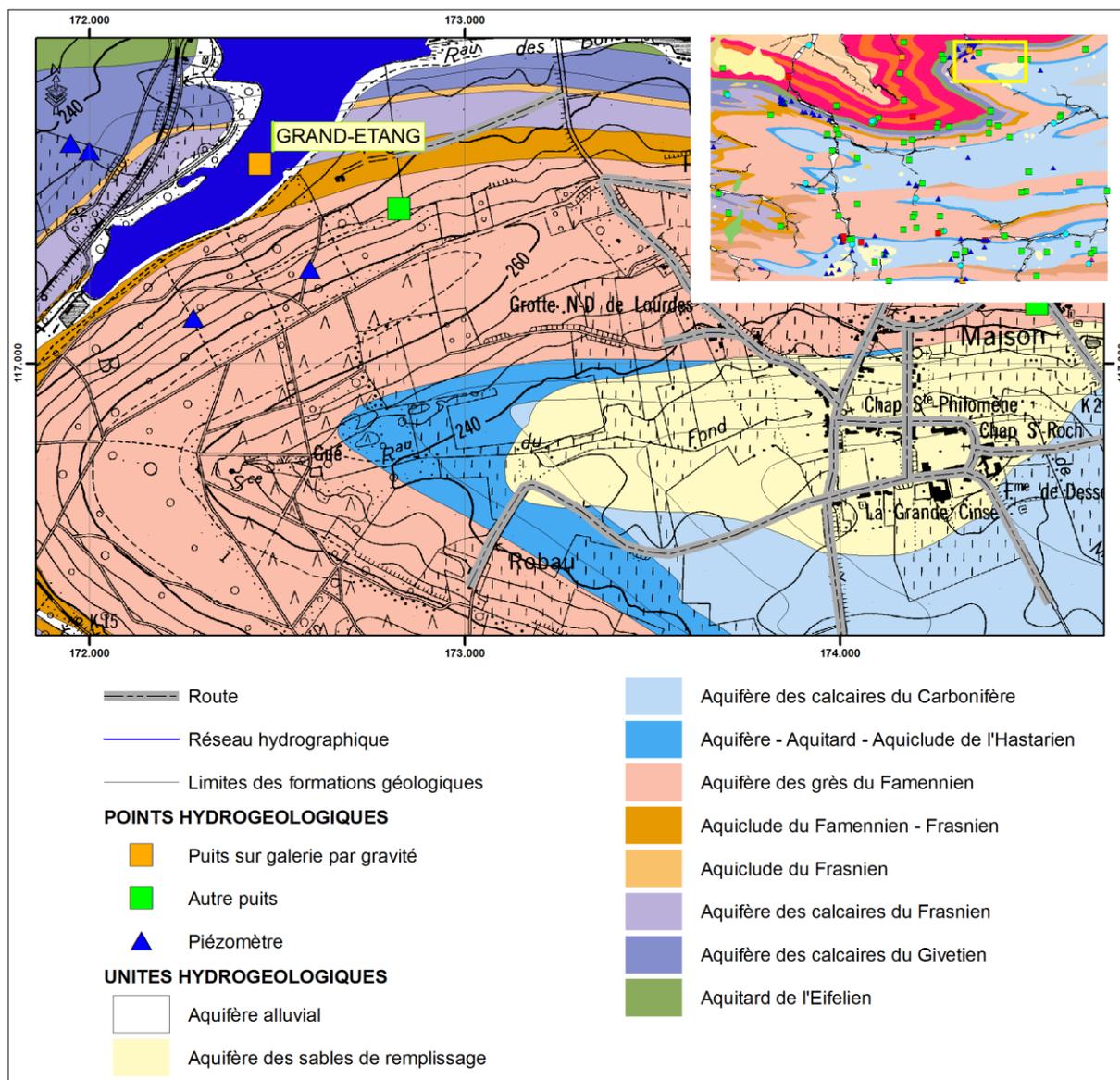


Figure V.4 : Localisation du captage *Grand-Etang*.

Le captage *Grand Etang* exploite plusieurs sources qui jaillissent au fond du Lac de Bambois. L'hydrochimie de ces eaux reflète leur traversée dans les calcaires du Frasnien. Les eaux sont dures (>30 °F), légèrement basiques, fortement calciques (104,6 mg/l de Ca²⁺ au 09/11/2005) et bicarbonatées (292,89 mg/l au 09/11/2005). Les concentrations en fer et en manganèse sont négligeables. Le taux de nitrates est de l'ordre de 20 mg/l, ce qui montre que la nappe n'est pas protégée par rapport aux éventuelles contaminations à partir de la surface (épandages dans les champs, ...), témoignant d'une connexion directe entre la surface et le réseau de fractures plus profond.

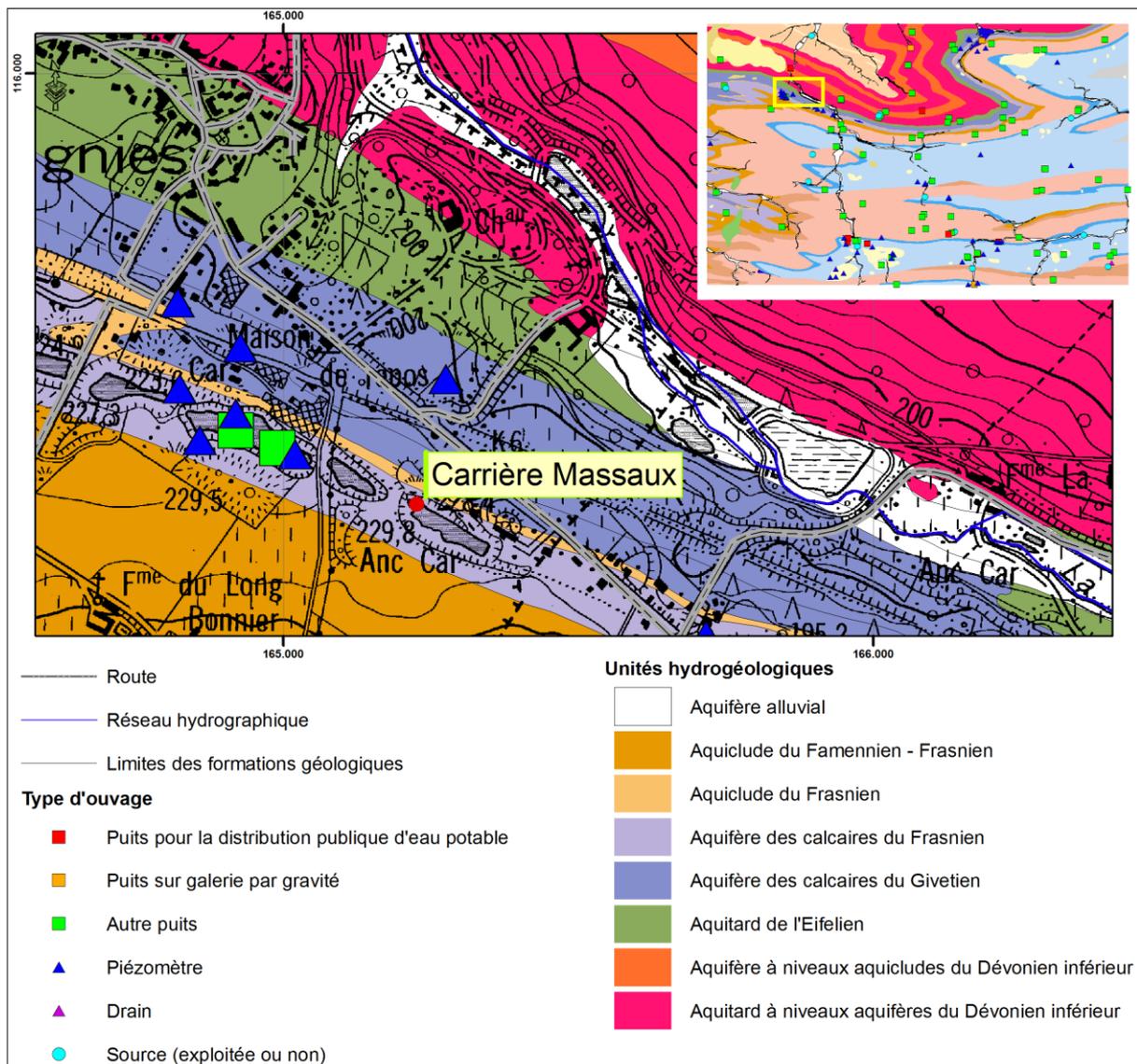


Figure V.5 : Localisation des prises d'échantillon dans les carrières à Gougny.

Une partie des carrières de Gougny a été transformée en décharge de cendres. La nappe des calcaires est semi-captive sous les quelques mètres de déchets. Les eaux dans ces carrières présentent des contaminations en divers éléments (chlorures, sulfates...) en provenance de la décharge. Cependant les eaux de la carrière Massaux ne semblent pas être contaminées par la décharge à proximité. L'hydrochimie reflète une eau en contact avec la nappe des calcaires du Frasnien diluée par les eaux pluviales et les eaux de ruissellement.

Paramètres	Unités	Norme	Grand-Etang		Carrière Massaux
Date de prélèvement			09/11/2005	09/12/2004	25/11/1988
pH	unité pH	6,5 à 9,2	7.06	7.38	7.33
Conductivité électrique	µS/cm	2100	-	-	431
Dureté totale	°F	67,5	30.8	30.4	20.2
Aluminium	µg/l Al	200	<6	<6	-
Calcium	mg/l Ca	270	104.6	-	67.4
Sodium	mg/l Na	200	10.5	11.4	8.3
Potassium	mg/l K		1.3	1.3	3.7
Magnésium	mg/l Mg	50	11.5	11.9	8.4
Fer (total dissous)	µg/l Fe	200	<12	<12	-
Manganèse	µg/l Mn	50	6	3	-
Chlorures	mg/l Cl	250	28.2	28.3	25.5
Nitrates	mg/l NO3	50	17.91	20.48	3
Nitrites	mg/l NO2	0,5	<0.01	<0.01	-
Ammonium	mg/l NH4	0,5	<0.01	<0.01	0
Phosphates	µg/l PO4		37.1	-	-
Sulfates	mg/l SO4	250	-	36.4	30.7
TAC	° F		24	-	15.1
Hydrogénocarbonates	mg/l HCO3		292.89	-	183.7

Tableau V.3 : Résultats des analyses chimiques pour les calcaires du Frasnién.

V.1.4. Aquiclude du Famennien-Frasnien

Les analyses chimiques (**Tableau V.4**) disponibles pour l'Aquiclude du Famennien-Frasnien concernent le puits *Doneux I*, à Bossière, profond de 45 m (**Figure V.6**).

Paramètres	Unités	Norme	Puits Doneux I
Date de prélèvement			14/02/2006
pH	unité pH	6,5 à 9,2	6.74
Conductivité électrique	µS/cm	2100	348
Dureté totale	°F	67,5	18
Aluminium	µg/l Al	200	-
Calcium	mg/l Ca	270	-
Sodium	mg/l Na	200	-
Potassium	mg/l K		-
Magnésium	mg/l Mg	50	-
Fer (total dissous)	µg/l Fe	200	91
Manganèse	µg/l Mn	50	69
Chlorures	mg/l Cl	250	21.5
Nitrates	mg/l NO3	50	-
Nitrites	mg/l NO2	0,5	-
Ammonium	mg/l NH4	0,5	-
Phosphates	µg/l PO4		-
Sulfates	mg/l SO4	250	49.2
TAC	° F		10
Hydrogénocarbonates	mg/l HCO3		122.04

Tableau V.4 : Résultats des analyses chimiques pour l'Aquiclude du Famennien-Frasnien.

Les analyses chimiques ne nous donnent des renseignements très incomplets sur l'hydrochimie de la nappe de l'aquiclude du Famennien-Frasnien. Les eaux prélevées dans le puits sont légèrement acides (6,74), moyennement dures (18°F), moyennement minéralisées compte tenu de leur profondeur et possèdent une concentration en fer dissous et en manganèse relativement élevée (respectivement 91 et 69 µg/l).

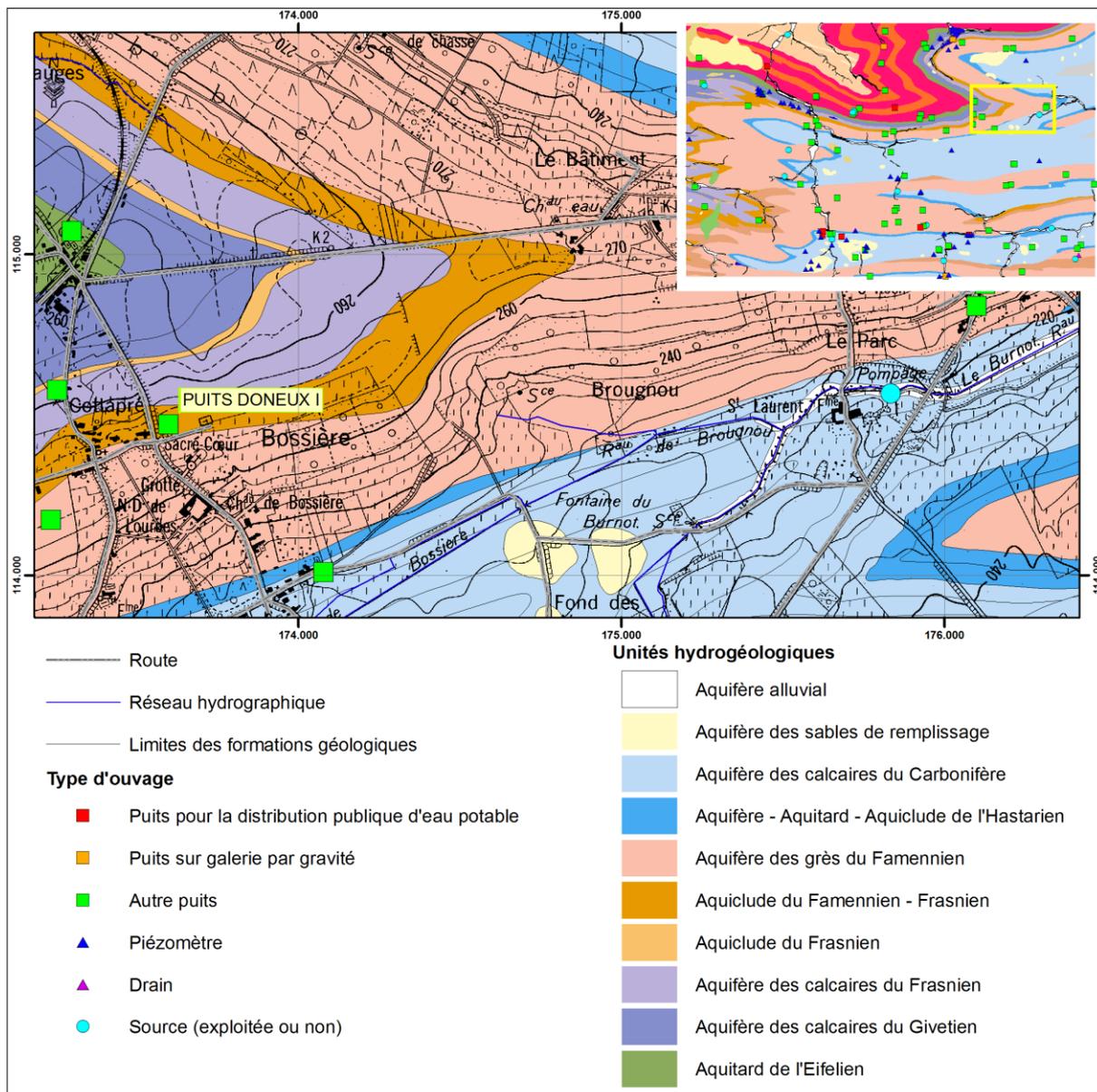


Figure V.6 : Localisation du puits *Doneux I*.

V.1.5. Aquitard du Famennien

Le **Tableau V.5** reprend les résultats des analyses chimiques effectuées sur les eaux de la Source *Beau Chêne*, qui sort au contact entre la Formation d'Esneux et de Souverain-Pré au sud de Mareuret (**Figure V.7**).

Paramètres	Unités	Norme	Source Beau Chêne
Date de prélèvement			29/04/1997
pH	unité pH	6,5 à 9,2	6.78
Conductivité électrique	µS/cm	2100	153.8
Dureté totale	°F	67,5	6.1
Aluminium	µg/l Al	200	-
Calcium	mg/l Ca	270	15.3
Sodium	mg/l Na	200	6.5
Potassium	mg/l K		0.6
Magnésium	mg/l Mg	50	5.6
Fer (total dissous)	µg/l Fe	200	-
Manganèse	µg/l Mn	50	-
Chlorures	mg/l Cl	250	9.8
Nitrates	mg/l NO3	50	8.56
Nitrites	mg/l NO2	0,5	-
Ammonium	mg/l NH4	0,5	-
Phosphates	µg/l PO4		-
Sulfates	mg/l SO4	250	30.64
TAC	° F		1.8
Hydrogénocarbonates	mg/l HCO3		21.96

Tableau V.5 : Résultats des analyses chimiques pour la Source Beau Chêne.

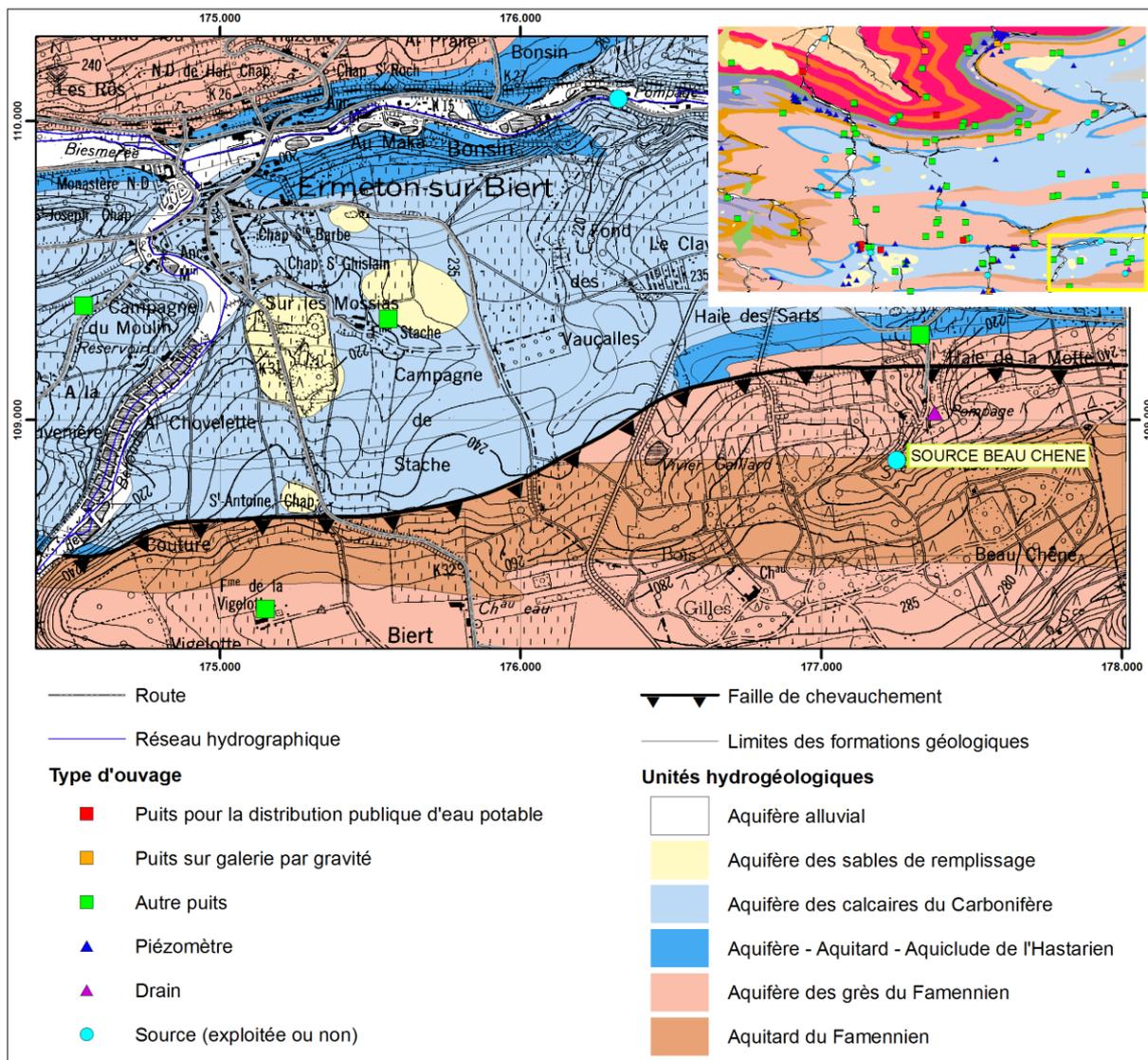


Figure V.7 : Localisation de la Source Beau Chêne.

Ces deux formations classées dans l'Aquitard du Famennien. Les résultats reflètent une eau très douce (6,1 °F), très peu calcique (concentration en Ca^{2+} de 15,3 mg/l) peu carbonatée (teneur en hydrogencarbonates de 21,96 mg/l) et faiblement minéralisée (153,8 $\mu\text{S}/\text{cm}$). La teneur en nitrates relevée est assez faible, de 8,56 mg/l.

V.1.6. Aquifère des grès du Famennien

Les analyses chimiques (**Tableau V.6**) concernent les sources *Hameau de Fraire "source"* au SW de Biesmerée (**Figure V.8**), et *Biesme-Ferme de la Belle Haie* au SW de Biesme (**Figure V.10**), et les puits *Bambois* (**Figure V.11**), *Battaglia* et *Marcolin* (**Figure V.11**).

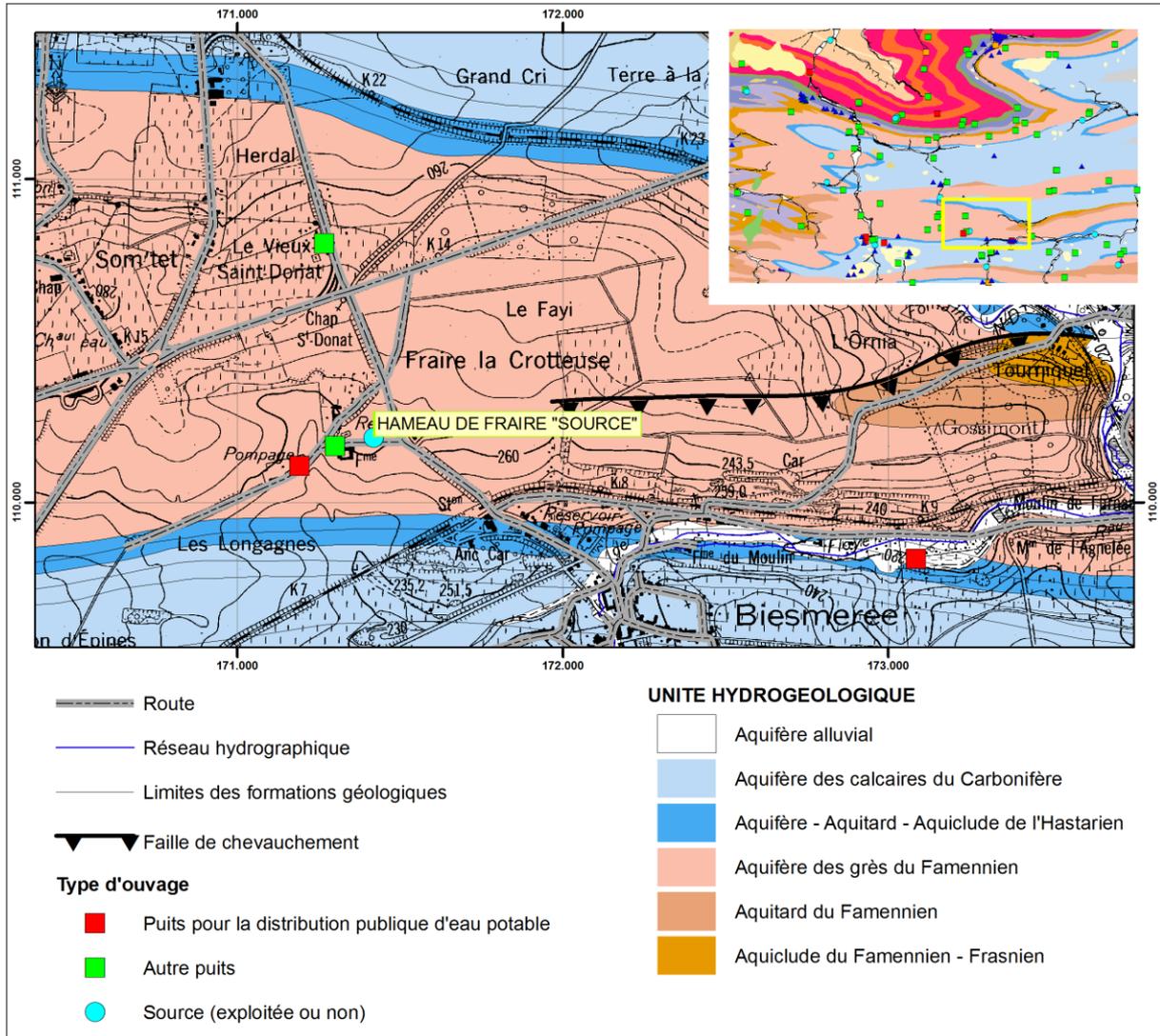


Figure V.8 : Localisation de la Source Fraire (A.I.E.M.).

Paramètres	Unités	Norme	Source Fraire (A.I.E.M.)	Source Belle Haie	Puits Battaglia	Puits Marcolin	Bambois
Date de prélèvement			05/05/98	19/05/80	11/10/01	11/10/01	11/04/1994
pH	unité pH	6,5 à 9,2	6.84	7.3	6.8	6.65	6.6
Conductivité électrique	µS/cm	2100	550	250	887	1220	275
Dureté totale	°F	67,5	22.9	15	45.4	-	11.8
Aluminium	µg/l Al	200	18	-	-	-	-
Calcium	mg/l Ca	270	-	40.2	-	-	26
Sodium	mg/l Na	200	-	6.32	-	-	10
Potassium	mg/l K	-	-	1.17	-	-	1
Magnésium	mg/l Mg	50	-	10.1	-	-	13
Fer (total dissous)	µg/l Fe	200	4	53	20	-	1.5
Manganèse	µg/l Mn	50	0.8	3	-	-	-
Chlorures	mg/l Cl	250	51.1	13.8	-	188.2	13
Nitrates	mg/l NO3	50	60.12	5.3	27.4	53.2	<1
Nitrites	mg/l NO2	0,5	0	0	0	0.17	<0.02
Ammonium	mg/l NH4	0,5	0.16	-	0	0	0.1
Phosphates	mg/l PO4	-	-	-	-	-	<500
Sulfates	mg/l SO4	250	-	15.2	-	70.9	16
TAC	° F	-	-	2.39	-	-	11.3
Hydrogénocarbonates	mg/l HCO3	-	-	29.17	-	-	137.9

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

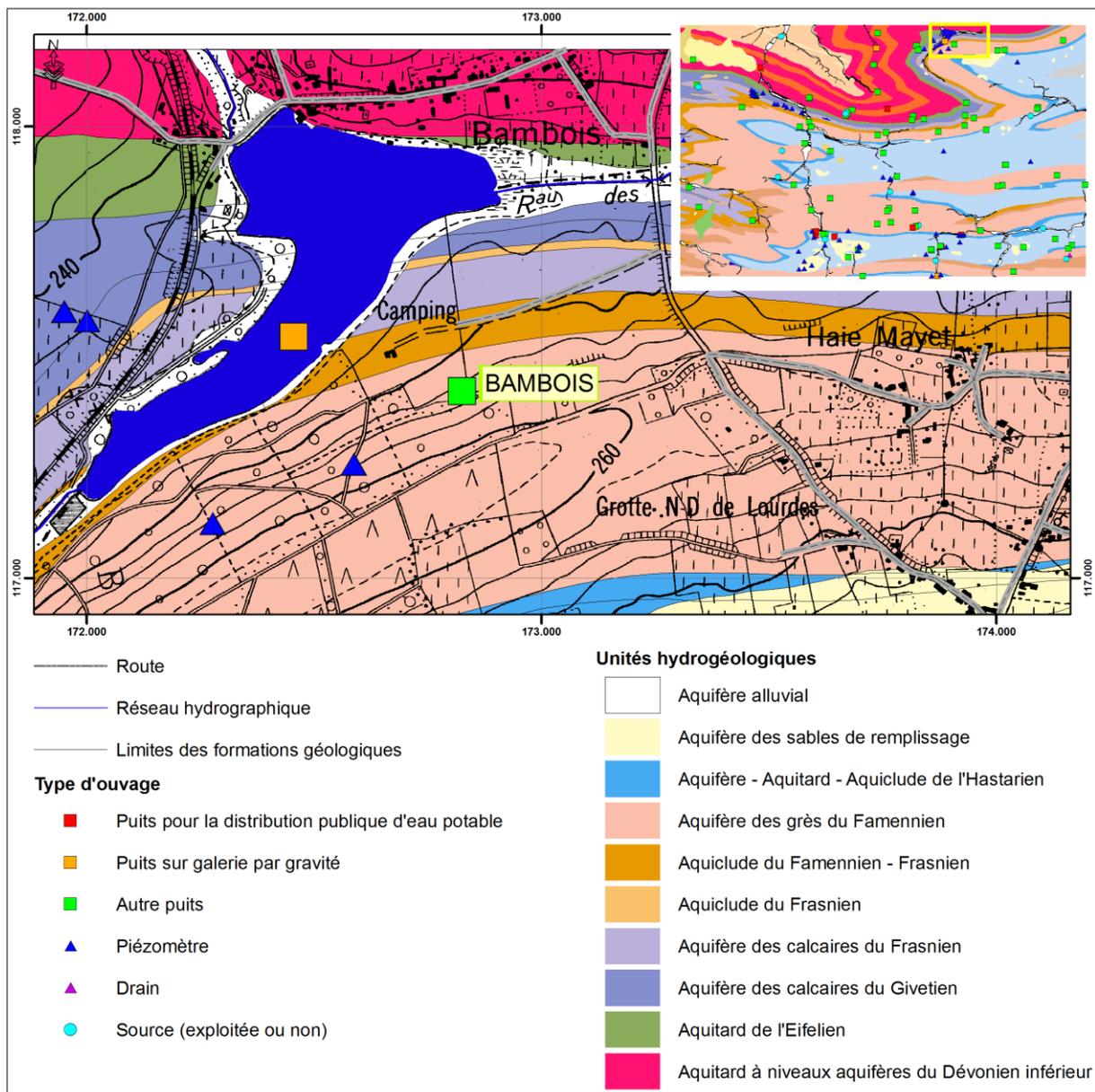


Figure V.9: localisation du puits *Bambois*.

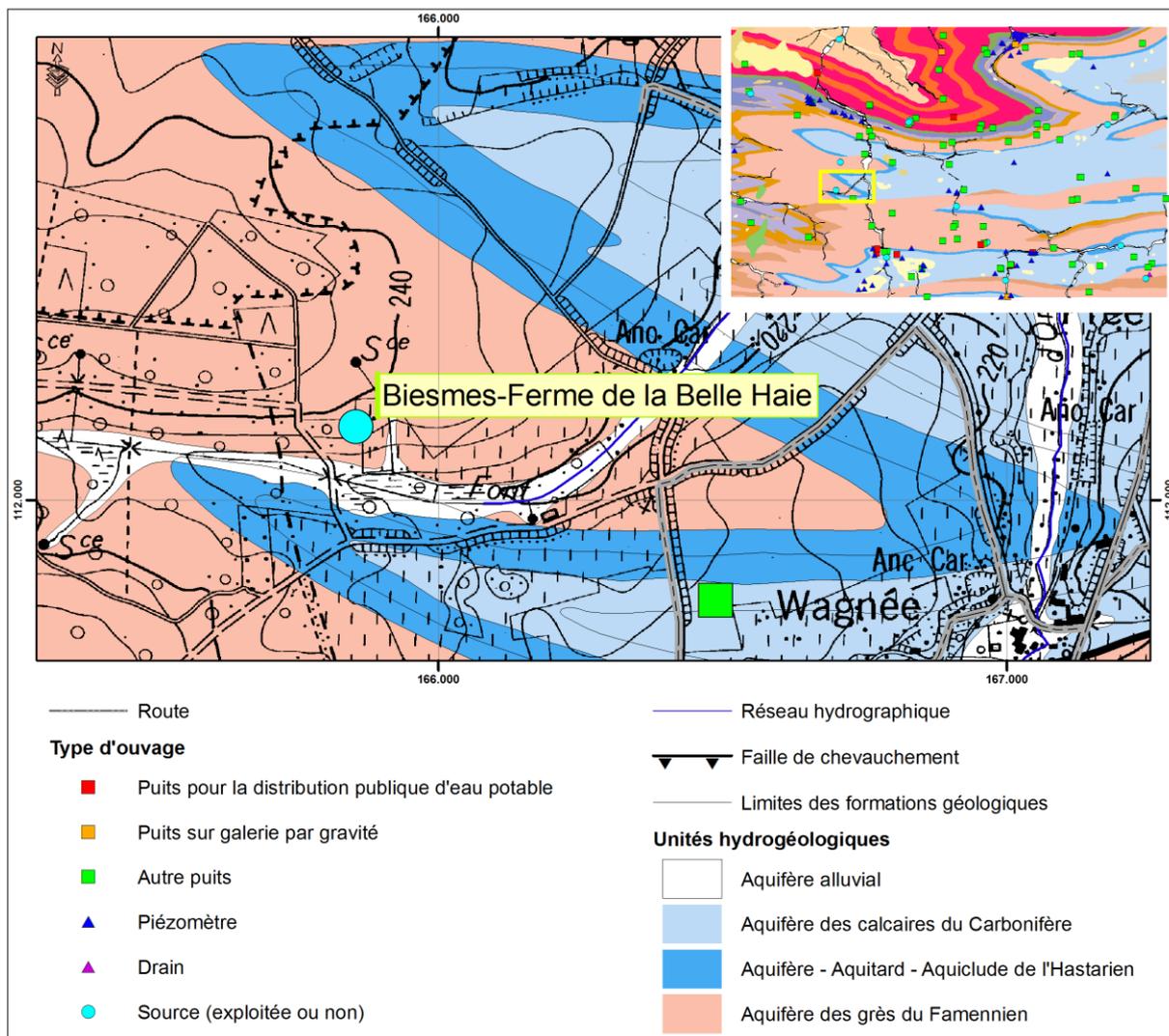


Figure V.10 : Localisation de la Source *Biesme-Ferme de la Belle Haie*.

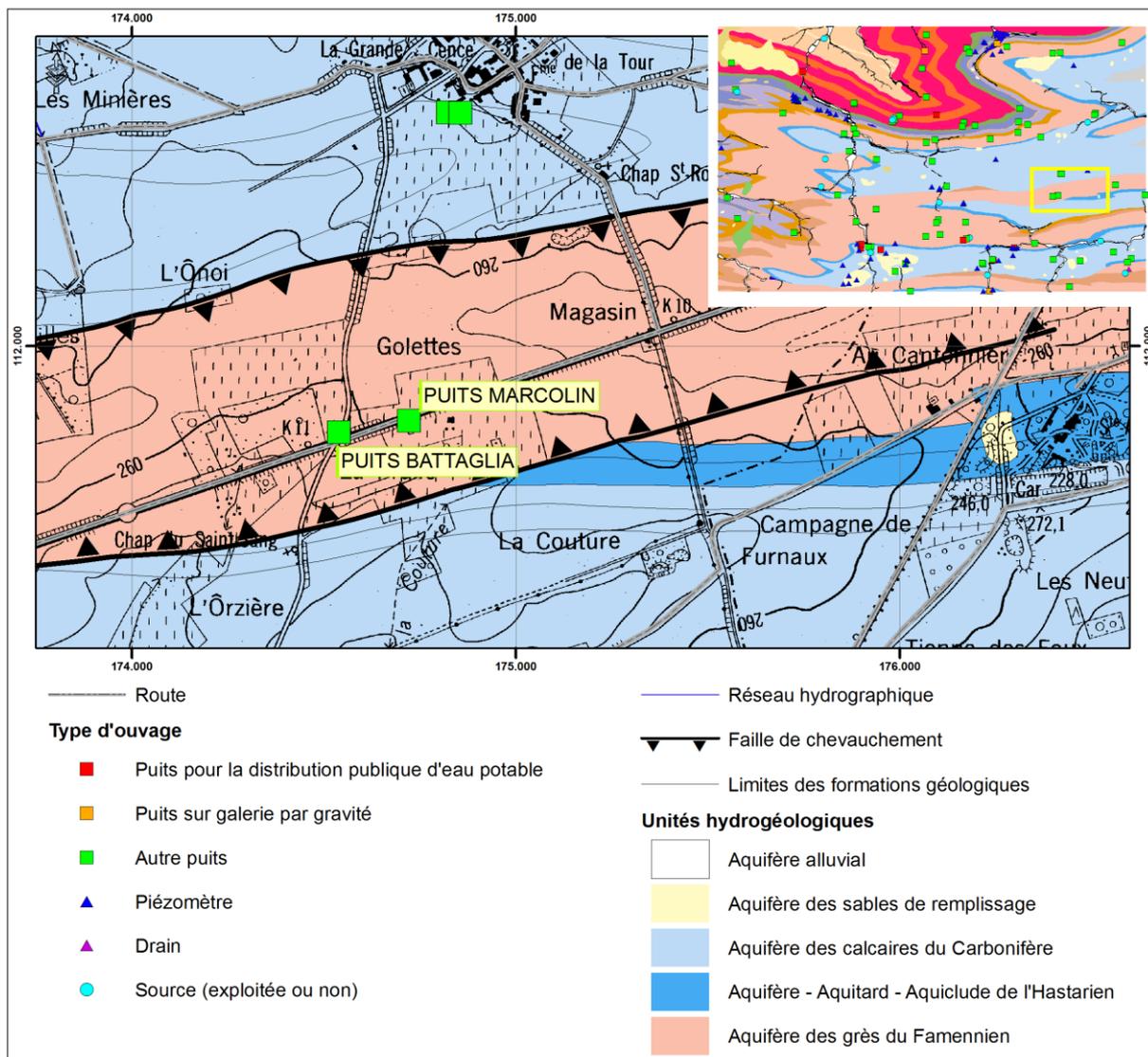


Figure V.11 : Localisation des puits Battaglia et Marcolin.

Les analyses portant sur les puits *Battaglia* et *Marcolin* ont été effectuées par la S.W.D.E. Les eaux sont légèrement acides ($6,65 < \text{pH} < 6,8$) puisqu'elles proviennent de la nappe d'altération des grès famenniens (le puits *Battaglia* est profond de 8 m et le puits *Marcolin* de 6 m). Elles sont anormalement minéralisées pour une telle profondeur (887 et 1220 $\mu\text{S}/\text{cm}$), malheureusement, le manque d'informations quant aux concentrations en ions principaux, ne nous permet pas d'aller plus loin dans l'interprétation. Cependant, la dureté importante de l'eau du puits *Battaglia* (45 °F) indique des concentrations élevées en calcium et en magnésium. Le puits *Marcolin* est contaminé en chlorures et en sulfates. Le taux élevé de nitrates (jusqu'à 53mg/l) indique que la nappe n'est pas protégée par la couche d'altération pouvant jouer le rôle de filtre.

La source Fraire montre également une contamination en nitrates (60,12 mg/l). L'analyse du taux de nitrates dans un puits de particulier creusé jusqu'à 26 m de profondeur entre Wagnée et Oret indique une valeur de 28,8 mg/l au 09/03/2005. La vulnérabilité de ces nappes est donc à surveiller.

Les autres analyses indiquent une eau plutôt douce, peu minéralisée et d'alcalinité assez faible.

V.1.7. Aquifère des calcaires du Carbonifère

La vulnérabilité des calcaires du Carbonifère est accentuée par d'importantes manifestations karstiques qui affectent ces synclinaux : dolines, grottes, puits d'effondrement, pertes, résurgences. D'importants témoins de ces phénomènes apparaissent dans les calcaires waulsoriens entre Maredret et Ermeton-sur-Biert. Ces nappes sont fortement sollicitées dans la vallée de la Molignée et de ses affluents (captages d'Oret, de Biesmerée, de Maredret), ainsi que dans les synclinaux situés immédiatement au nord (Mettet). La réunion de ces synclinaux se produit à l'est de la carte, sous le bassin houiller d'Anhée qui recouvre ces calcaires et forme une chape protectrice. Les captages sont le plus souvent implantés dans la bordure de ces synclinaux calcaires, dans le domaine d'alternance de bandes carbonatées et de niveaux moins perméables que sont les Formations de Pont d'Arcole et de Maurenne qui constituent très souvent des seuils hydrogéologiques.

Les analyses chimiques ([Tableau V.7](#) à [Tableau V.9](#)) effectuées dans les ouvrages implantés dans les calcaires carbonifères (voir localisation en annexe) concernent :

- des puits utilisés comme piézomètres, gérés par l'A.I.E.M. à Mettet, il s'agit du Puits *Hardimont* de 70 m de profondeur et du puits *des Cloquettes* de 78,40 m de profondeur ;
- de 4 sources appartenant à l'A.I.E.M. aux environs de Mettet (Source *Rabooz*), *d'Oret* (Captage d'Oret), de Maredret (source *Bonsin*) et de Saint-Gérard (Source *Saint Laurent*) ;
- d'un puits appartenant à l'Abbaye de Maredret profond de 60 m (Puits Notre Dame de Grâce) ;
- de trois piézomètres appartenant à la S.W.D.E. : PR2 (85 m de profondeur) et PR3 (80 m) à Biesmerée et de PR4 (40 m) à Stave ;
- d'une galerie exploitée par la S.W.D.E. à Stave ;
- et des puits également exploités par la S.W.D.E. :
 1. A Oret : *Bastin P1* (profond de 30 m), *Fallon P3* (25 m) et *Sauvegarde P2* (25,6 m) ;
 2. A Biesmerée : *Lepoivre P2* (profond de 44 m), *Lepoivre P4* (37,5 m), *Lepoivre P5* (27 m) et *Biesmerée-EST P3* (40 m).

	Unités	Norme	Bastin P1 SWDE)				Galerie Stave G1 (SWDE)			Lepoivre P2	Lepoivre P4	Lepoivre P5	Fallon P3		Sauvegarde P3	
Date de prélèvement			26/11/1997	10/05/2000	2/10/2003	12/01/2006	19/01/2000	14/01/2004	23/03/2006	17/03/2004	27/10/2003	1/04/2004	17/12/2003	4/03/2004	9/03/2006	7/11/1988
pH	unité pH	6,5 à 9,2	7,4	7,3	7,53	-	7,22	7,35	7,34	7,39	7,31	7,34	7,37	7,44	7,4	7,64
Conductivité électrique	µS/cm	2100	532	510	537	537	606	622	623	619	618	630	535	562	607	394
Dureté totale	°F	67,5	29,6	26,9	30,4	29,9	33,7	33,3	34,3	33,54	34,63	35,51	28,17	27,15	32,3	22
Aluminium	µg/l Al	200	22	8	0	<6	0	3,21	<6	4,02	55,62	2,49	46,48	0	12	53,3
Calcium	mg/l Ca	270	100,6	94,5	101,2	102,7	107,8	105,5	108,1	106,6	112,3	112,9	94,12	94,62	109,6	72,6
Sodium	mg/l Na	200	7	6,6	9,9	7,3	8,3	8,42	9	11,44	10,24	11,58	10,19	8,33	13,9	6,2
Potassium	mg/l K		1	1,2	0,9	1	3,1	2,97	3,2	1,5	1,35	1,687	0,54	0,36	1,1	1,1
Magnésium	mg/l Mg	50	10,8	8	12,5	10,5	16,3	16,88	17,8	16,81	16,01	17,77	11,36	3,57	11,9	9,4
Fer (total dissous)	µg/l Fe	200	0	19	-	<12	5	-	<12	-	-	-	-	-	<12	114,4
Manganèse	µg/l Mn	50	0	0	0,3	<0,2	0	0,18	<0,2	0,2	2,675	0,05	0	0	0,4	15
Chlorures	mg/l Cl	250	21,2	15,5	19,17		29,3	28,97	29,9	30,85	32,48	28,657	24,2	31,42	39,3	10,7
Nitrates	mg/l NO3	50	20,6	18,2	18,9		27,2	23,09	25,1	25,306	23,158	25,562	15,53	20,81	25,5	17,8
Nitrites	mg/l NO2	0,5	0	0	0,007		0	0	0	0	0	0	0	0,001	0	0,03
Ammonium	mg/l NH4	0,5	0	0	0		0	0	<0,02	0	0	0	0	0	<0,02	0,02
Phosphates	µg/l PO4		-	-	-		-	-	0,12	-	-	-	-	-	0,14	0,29
Sulfates	mg/l SO4	250	30,9	28	30,33		37,5	37,63	36,8	37,37	36,7	35,41	27,82	26,75	29,8	24,8
TAC	° F		-	21,7	24,6		26,4	23	27,3	26,26	27,22	23,84	23,74	24	24,7	19,19
Hydrogénocarbonates	mg/l HCO3		-	264,83	300,22		322,19	280,69	333,17	320,48	332,19	290,94	289,72	282,89	301,44	234,2

Tableau V.7 : Résultats des analyses chimiques pour l'aquifère des calcaires carbonifères.

	Unités	Norme	Hardimont		Notre-Dame de Grâce		PR3 Lepoivre		Biesmerée-Est P3	
Date de prélèvement			11/06/1991	24/09/1991	24/09/1991	11/12/1999	21/01/1999	4/02/1999	21/11/2000	26/11/2003
pH	unité pH	6,5 à 9,2	7,25	7,22	7,48	7,29	7,63	7,17	7,03	7,39
Conductivité électrique	µS/cm	2100	584	679	399	699	589	394	602	585
Dureté totale	°F	67,5	35	32,8	20,1	31,5	33,1	21,4	32,1	30,72
Aluminium	µg/l Al	200	0	46	-	19	284	581	2	0
Calcium	mg/l Ca	270	-	-	-	104,8	104,7	74,9	111,4	106,7
Sodium	mg/l Na	200	-	-	-	9,8	9,2	5,2	9,9	7,3
Potassium	mg/l K		-	-	-	1,7	1,5	1,1	1,9	1,45
Magnésium	mg/l Mg	50	-	-	-	13	16,8	6,4	10,4	9,93
Fer (total dissous)	µg/l Fe	200	84	0	24	0	260	121	8	-
Manganèse	µg/l Mn	50	8	6	26	1	10	4	0	0
Chlorures	mg/l Cl	250	13	39	13,2	31,7	27,6	11,1	34,3	30,96
Nitrates	mg/l NO3	50	1,46	39,16	19,9	37,3	18,8	4,8	27,5	23,875
Nitrites	mg/l NO2	0,5	7,26	0	0,002	0	0	0,01	0	0
Ammonium	mg/l NH4	0,5	0,039	0	0	0,01	0,01	0,01	0	0
Phosphates	µg/l PO4		-	-	-	50	110	1,37	-	-
Sulfates	mg/l SO4	250	-	-	-	37,7	45,3	32	42	40,28
TAC	° F		-	-	-	26	25,4	18	25,5	24
Hydrogénocarbonates	mg/l HCO3		-	-	-	317,3	310	219,67	311,2	282,89

Tableau V.8 : Résultats des analyses chimiques pour l'aquifère des calcaires carbonifères (suite).

	Unités	Norme	Rabooz (AIEM)		Bonsin (AIEM)		Saint-Laurent (AIEM)		Oret (AIEM)
Date de prélèvement			5/05/1998	11/10/2000	5/05/1998	11/10/2000	5/05/1998	11/10/2000	5/05/1998
pH	unité pH	6,5 à 9,2	7,18	7,44	7,3	7,47	7,21	7,45	7,22
Conductivité électrique	µS/cm	2100	701	581	625	512	778	664	580
Dureté totale	°F	67.5	33,9	-	30,8	-	40	-	40
Aluminium	µg/l Al	200	24	-	1	-	3	-	3
Calcium	mg/l Ca	270	-	137,5	-	100	-	140	-
Sodium	mg/l Na	200	-	11,2	-	9	-	10,8	-
Potassium	mg/l K		-	5,15	-	1	-	2,66	-
Magnésium	mg/l Mg	50	-	9,65	-	10,4	-	24,78	-
Fer (total dissous)	µg/l Fe	200	5	-	1	-	3	-	3
Manganèse	µg/l Mn	50	0,8	-	1,1	-	0,8	-	0,8
Chlorures	mg/l Cl	250	33,1	33,4	26,5	26,7	35,9	37,2	35,9
Nitrates	mg/l NO3	50	42,84	36,08	29,5	28,4	29,46	27,12	21,18
Nitrites	mg/l NO2	0.5	0	0	0	0	0	0	0
Ammonium	mg/l NH4	0.5	0,37	0	0,23	0	0,1	0,08	0,1
Phosphates	µg/l PO4		-	-	-	-	-	-	-
Sulfates	mg/l SO4	250	-	2	-	39	-	66	-
TAC	°F		-	25	-	25,5	-	31,5	-
Hydrogénocarbonates	mg/l HCO3		-	305,1	-	311,2	-	384,43	-

Tableau V.9 : Résultats des analyses chimiques effectuées sur les sources des calcaires carbonifères.

Les eaux prélevées sont caractéristiques des calcaires : elles sont basiques, moyennement dures à dures, alcalines, riches en ions, surtout en calcium et en magnésium et pauvres en fer et manganèse. Les échantillons prélevés contiennent une teneur en nitrates généralement supérieure à 20 mg/l. Une forte teneur en nitrates pourrait indiquer une connexion directe entre la zone captée et la surface, qui s'établit grâce aux réseaux de fissures des calcaires, ce qui rend ces aquifères particulièrement vulnérables à toute contamination. Le puits Hardimont montre par ailleurs une teneur importante en nitrites (7,26 mg/l), dépassant largement la norme de potabilité.

Les concentrations en magnésium sont en moyenne plus élevées que pour les calcaires du Givetien et du Frasnien. Ceci peut s'expliquer par la présence de dolomies au sein des formations du Tournaisien.

Les piézomètres PR3 et PR4 sont contaminés en fer, provenant probablement d'origine anthropique.

La concentration supérieure à 0,5 mg/l de phosphates pour le PR4 Stavesoul est indicatrice d'une pollution qui peut trouver de multiples origines (engrais phosphatés, purin, fosses d'aisance, ...).

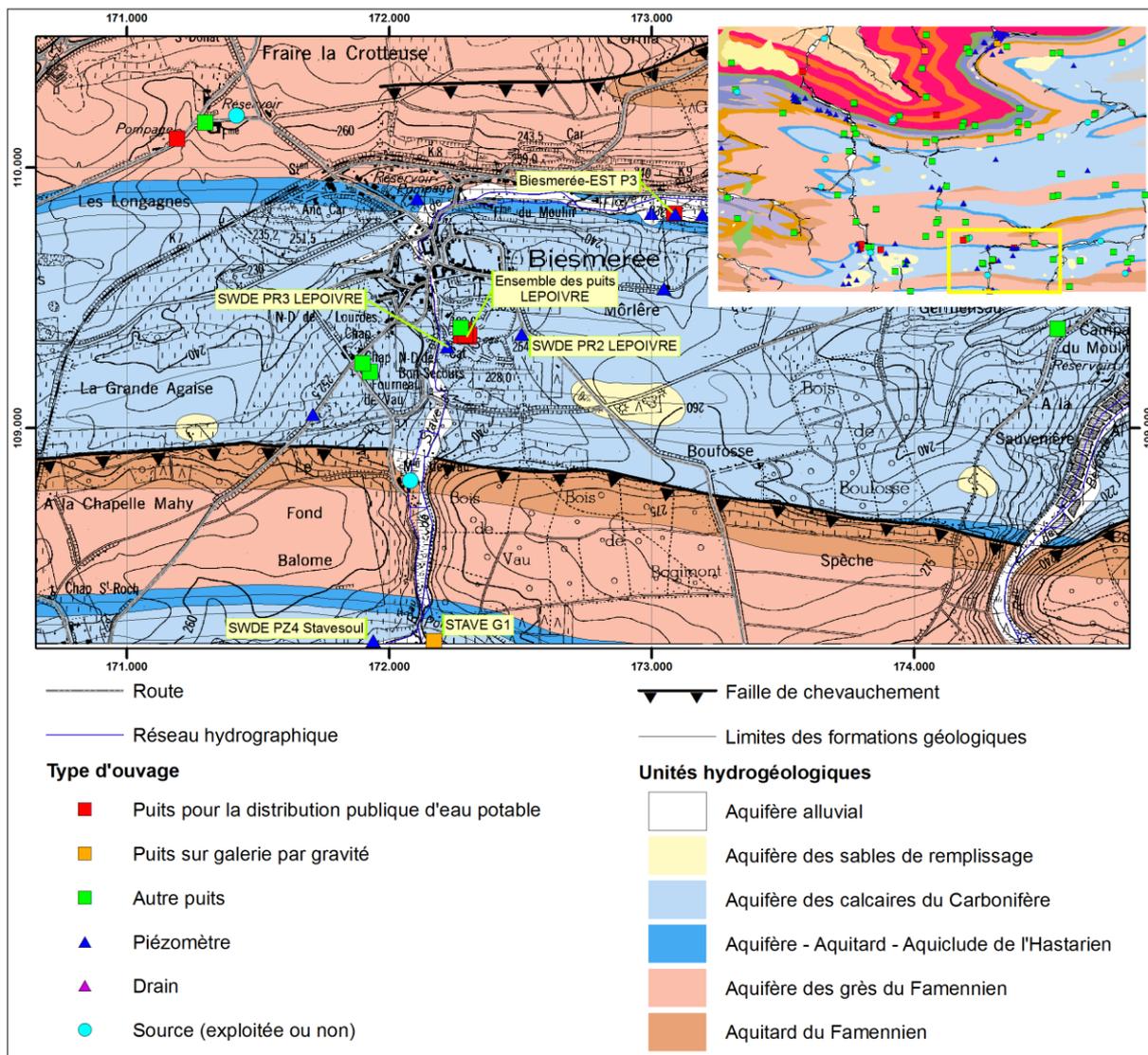


Figure V.12: localisation des ouvrages *Biesmerée-EST P3*, *SWDE PR3 LEPOIVRE*, *SWDE PR2 LEPOIVRE*, puits *LEPOIVRE*, *SWDE PZ4 Stavesoul*, et *STAVE G1*

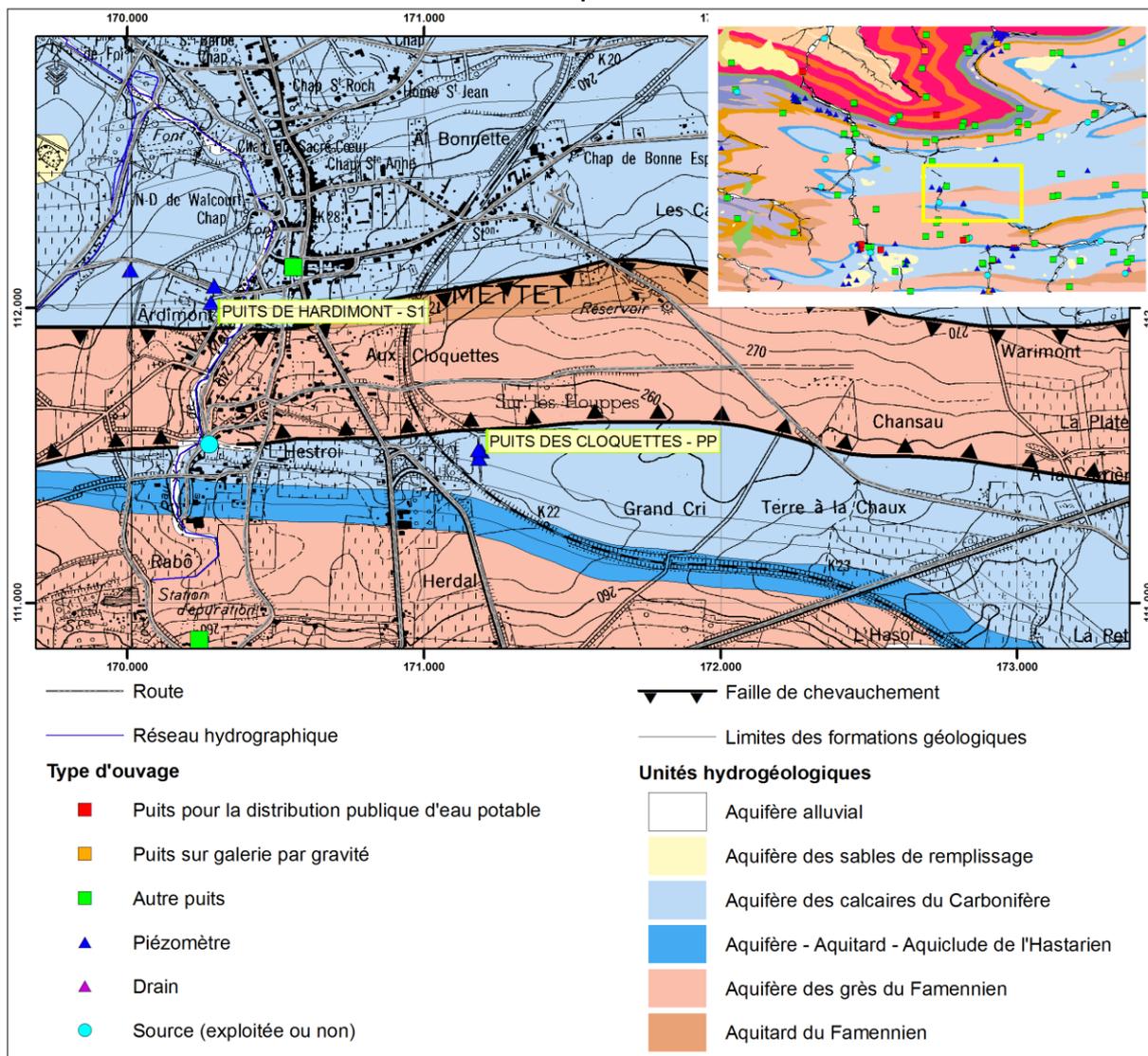


Figure V.13 : localisation des piézomètres HARDIMONT S1 et DES CLOQUETTES-PP.

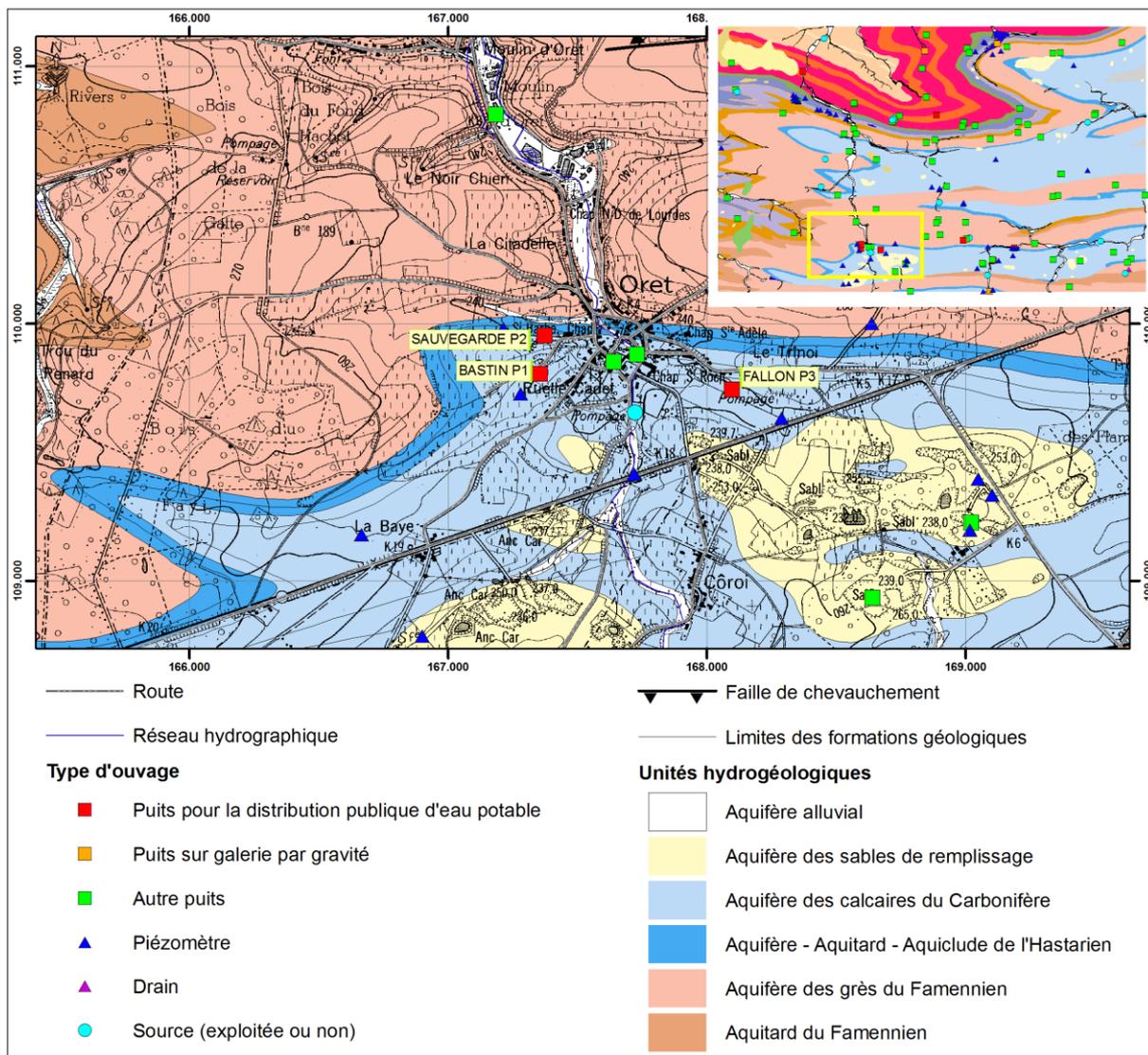


Figure V.14 : localisation des puits SAUVEGARDE P2, BASTIN P1, et FALLON P3.

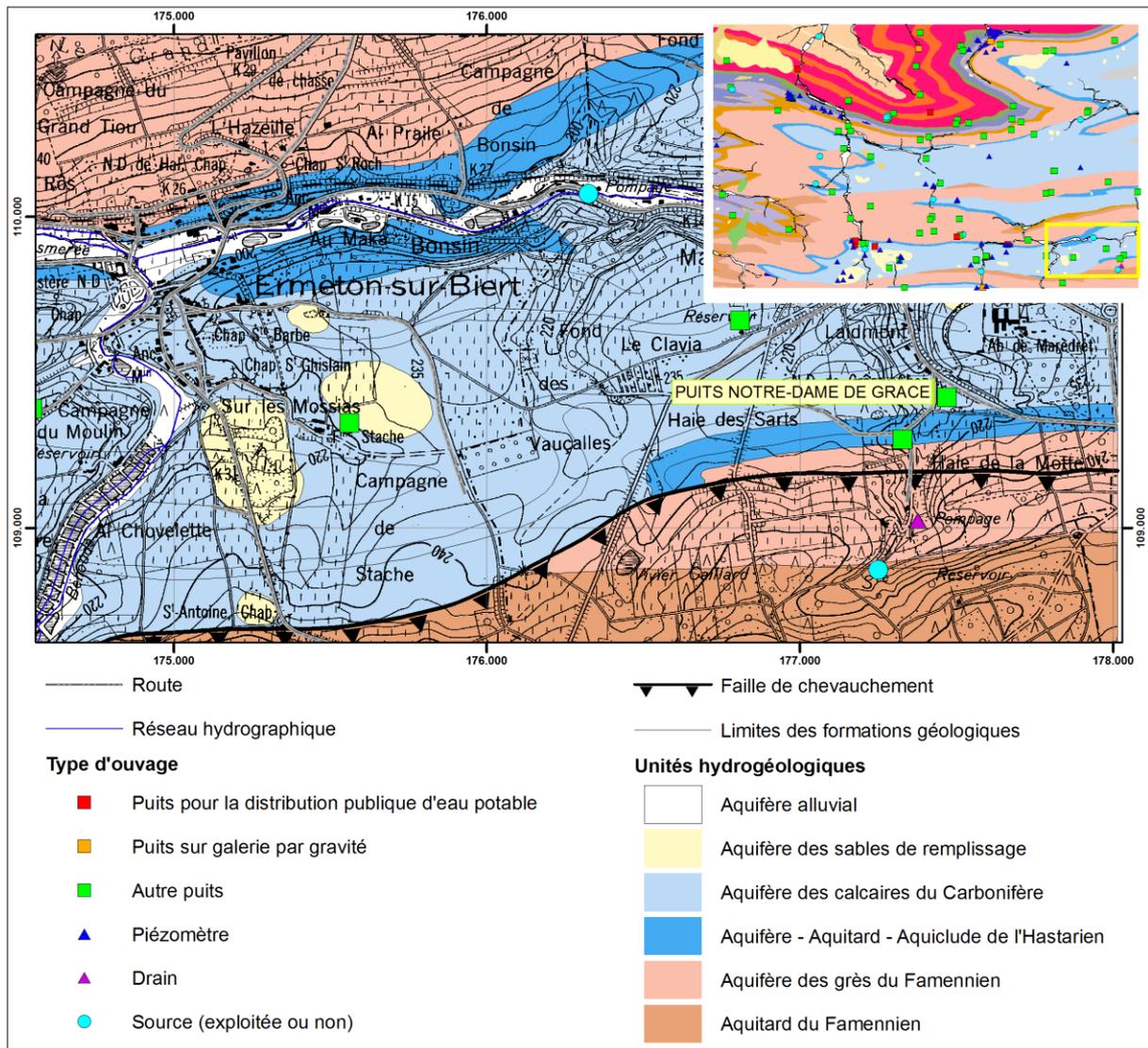


Figure V.15: localisation du puits NOTRE-DAME DE GRACE.

V.1.8. Commentaires

Les analyses chimiques reprises ci-dessus donnent un premier aperçu des compositions chimiques des eaux souterraines susceptibles d'être rencontrées sur la carte Biesme - Mettet. La **Figure V.16** reprend la classification hydrochimique des eaux souterraines sous forme d'un diagramme de Piper (FETTER, 2001).

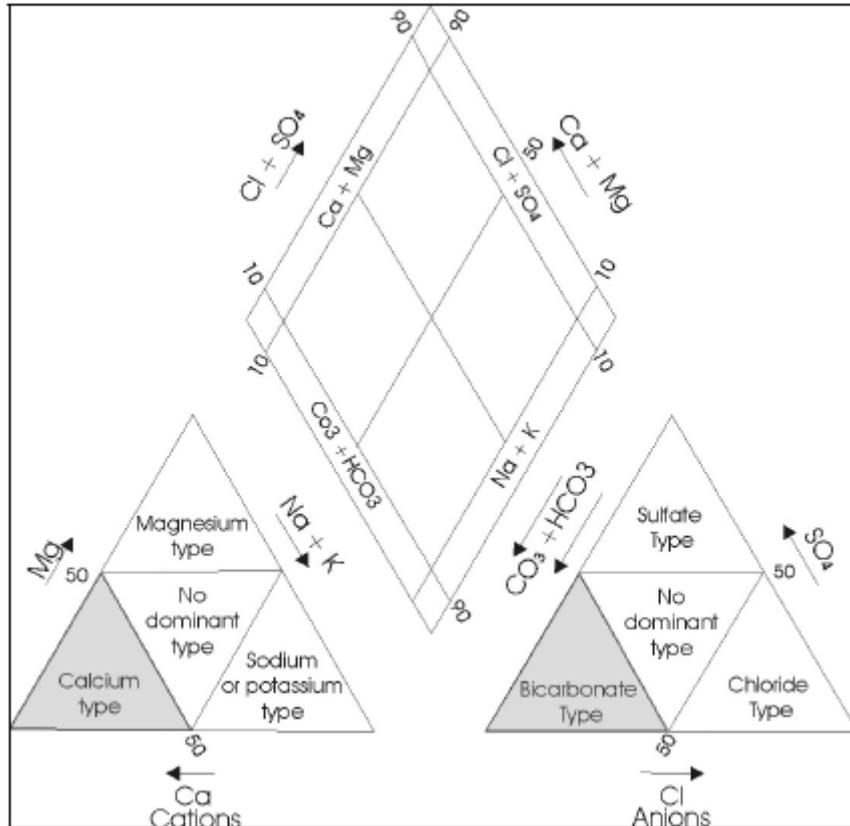


Figure V.16 : Classification hydrochimique des eaux souterraines selon un diagramme de Piper (FETTER, 2001).

Les données hydrochimiques disponibles dans la région de Biesme - Mettet permettent de classer les eaux souterraines sur le diagramme Piper. Si la majorité des échantillons se rangent dans les eaux bicarbonatées calciques, quelques échantillons font exception (**Figure V.17**). Les analyses hydrochimiques disponibles ne sont cependant pas suffisamment complètes pour pouvoir positionner très précisément sur ce diagramme les eaux de toutes les unités hydrogéologiques répertoriées sur la carte de Biesme - Mettet.

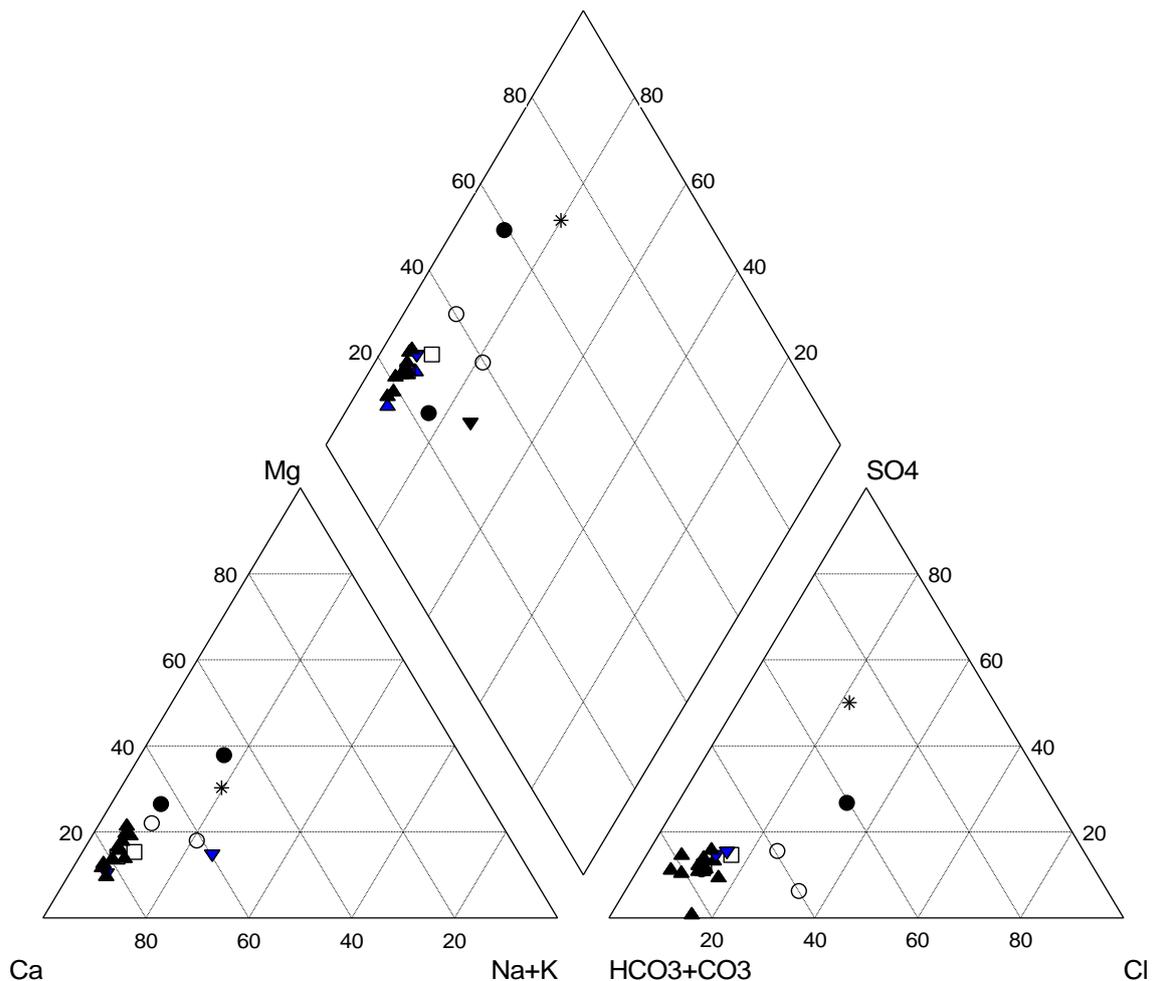


Figure V.17 : Position des analyses hydrochimiques de (O) l'aquifère à niveaux aquicludes du Dévonien inférieur, (▼) l'Aquifère des calcaires du Givetien, (□) l'Aquifère des calcaires du Frasnien, (*) l'Aquitard du Famennien, (●) l'aquifère des grès du Famennien, (▲) aquifère des calcaires du Carbonifère sur le diagramme de Piper.

Les deux échantillons qui se trouvent en dehors de la zone des eaux bicarbonatées calciques proviennent de la Source Belle haie (aquifère des grès du Famennien) et de la Source Beau Chêne (Aquitard du Famennien). L'eau de ces sources est du type sulfaté calcique. La Source Belle Haie est légèrement plus sulfatée que celle du Beau Chêne. Proportionnellement, la concentration en chlorures et en sulfates est plus importante qu'en bicarbonates, d'où leur position sur le diagramme de Piper. Des analyses complémentaires devraient confirmer ces anomalies car le contexte géologique ne permet pas de les expliquer.

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 NO₃ par litre d'eau au maximum.

Afin de limiter les apports (essentiellement agricoles) en nitrates, des zones vulnérables ont été délimitées (arrêté du Gouvernement Wallon du 5 mai 1994). Elles sont établies afin de protéger les eaux de surface et les eaux souterraines contre la pollution par les nitrates. La **Figure V.18** reprend les six zones vulnérables aux nitrates définies par la Région wallonne (<http://environnement.wallonie.be/>). Ces zones sont destinées à permettre une meilleure gestion et une limitation des apports en nitrates d'origine agricole, susceptibles de contaminer les nappes contenues dans le sous-sol.

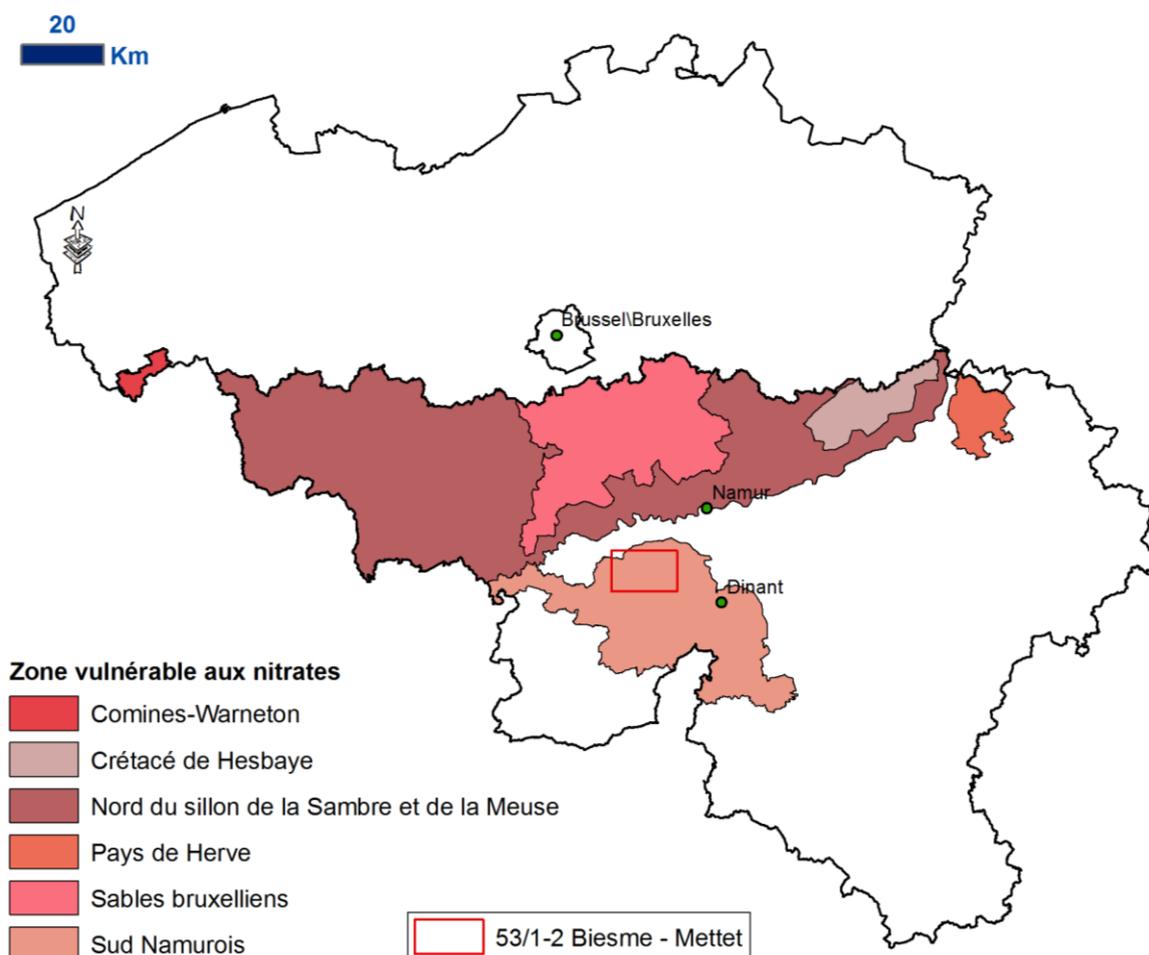


Figure V.18 : Zones vulnérables aux nitrates arrêtées en Wallonie. Localisation de la carte de Biesme - Mettet en bordure sud de la zone vulnérable du namurois.

La carte 53/1-2 Biesme - Mettet est localisée dans la zone vulnérable aux nitrates dite "Sud Namurois" (**Figure V.18**). Cette zone englobe l'Aquifère des calcaires du Givetien, du Frasnien et du Carbonifère.

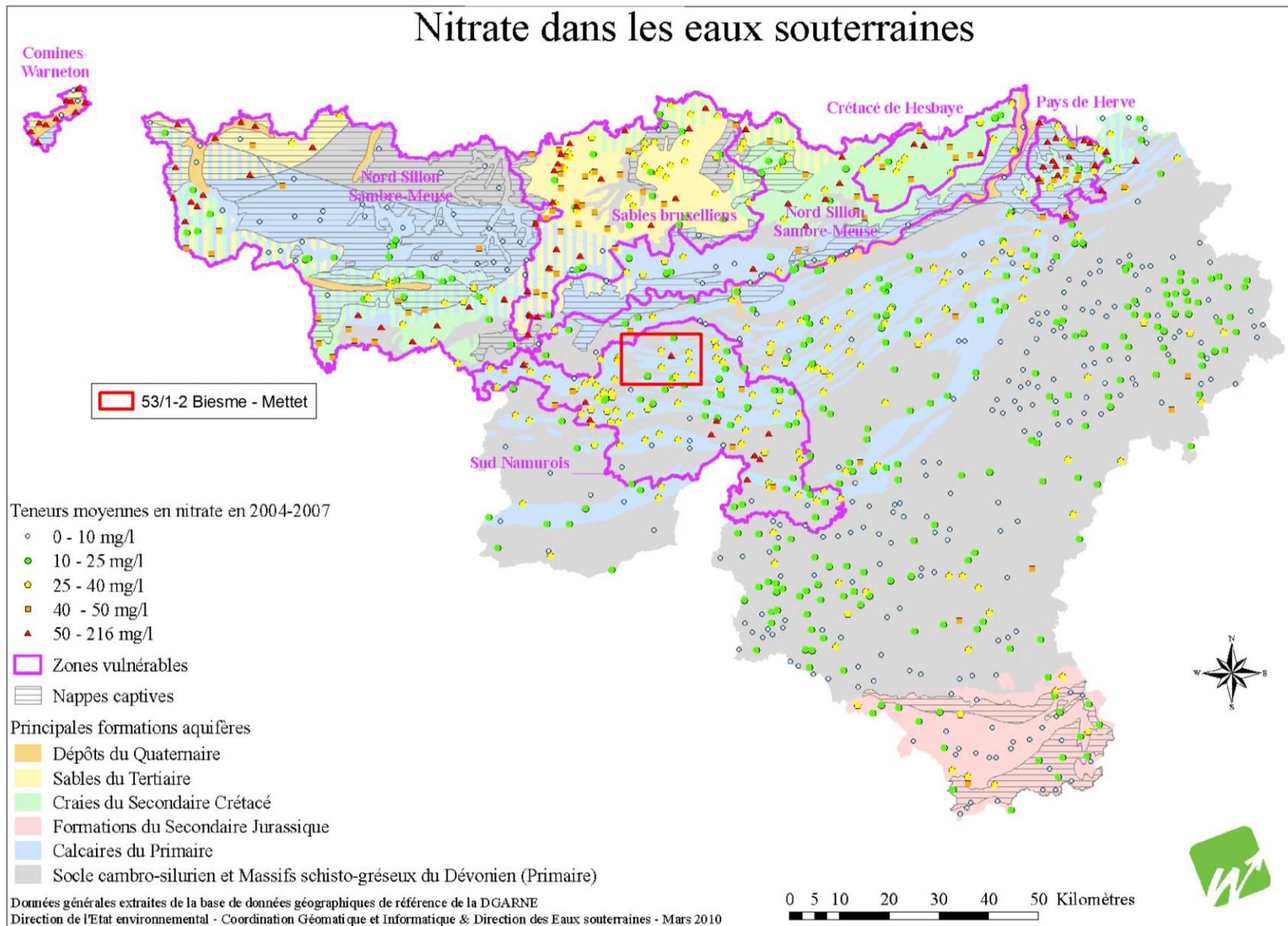


Figure V.19 : Nitrates dans les eaux souterraines (État des nappes d'eau souterraines, mars 2010, <http://environnement.wallonie.be/>).

Suivant le réseau de surveillance des nappes d'eau souterraine de la Région wallonne, actuellement, les teneurs en nitrates de cette région varie principalement entre 10 et 40 mg/l avec un ouvrage dépassant la norme de potabilité (50 à 216 mg/l) (Figure V.19).

Pour la carte de Biesme - Mettet, des chroniques des teneurs en nitrates sont disponibles pour certains captages et sont illustrées dans les chapitres qui suivent.

V.2.1. Aquifère à niveaux aquicludes du Dévonien inférieur

Le puits *Campagne de Devant les Bois* de l'A.I.E.M. (Figure V.20) a fait l'objet d'une analyse régulière de la teneur en nitrates depuis décembre 1992 jusque janvier 2004 (Figure V.21). Une augmentation régulière est observée depuis décembre 1992 (de l'ordre de 1,5 mg/l par an) jusqu'en décembre 2002, date après laquelle on observe une diminution. Cette situation reste alarmante car la diminution pourrait être en connexion avec différents phénomènes liés à la sécheresse :

1. les nitrates n'auraient pas été lessivés comme ils le sont habituellement ;
2. la nappe, rapidement rabattue, n'est plus "alimentée" en nitrates ; la progression du front des nitrates, fonction des précipitations et du type de sol, est plus lente que la vitesse de rabattement. Les teneurs en nitrates baissent par homogénéisation au sein de la nappe ; les teneurs à la base de la nappe étant généralement plus faibles que dans la zone superficielle.

Seule une connaissance du contexte hydrogéologique du site permettrait d'expliquer cette anomalie.

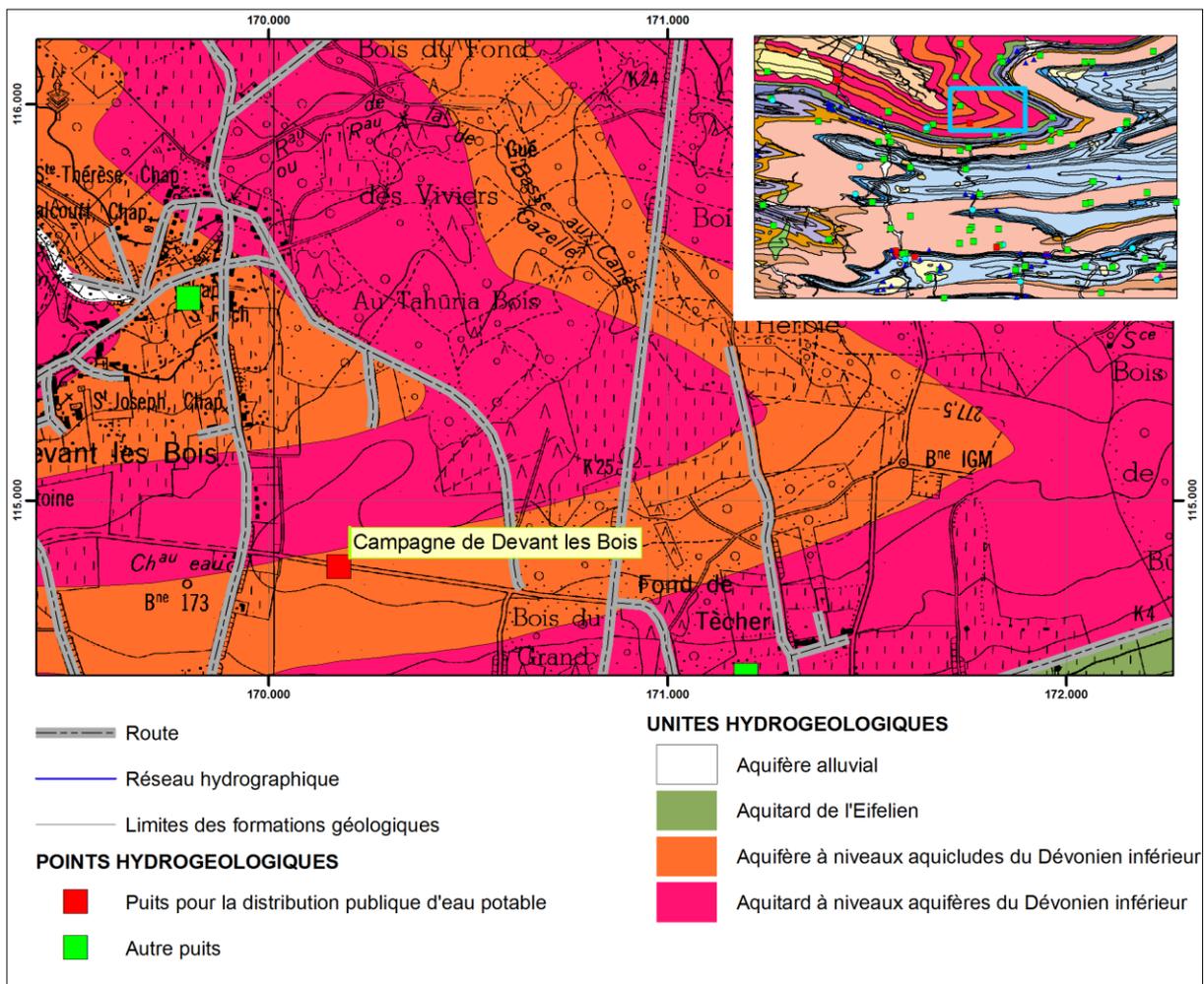


Figure V.20 : Localisation du puits Campagne de Devant les Bois de l'A.I.E.M.

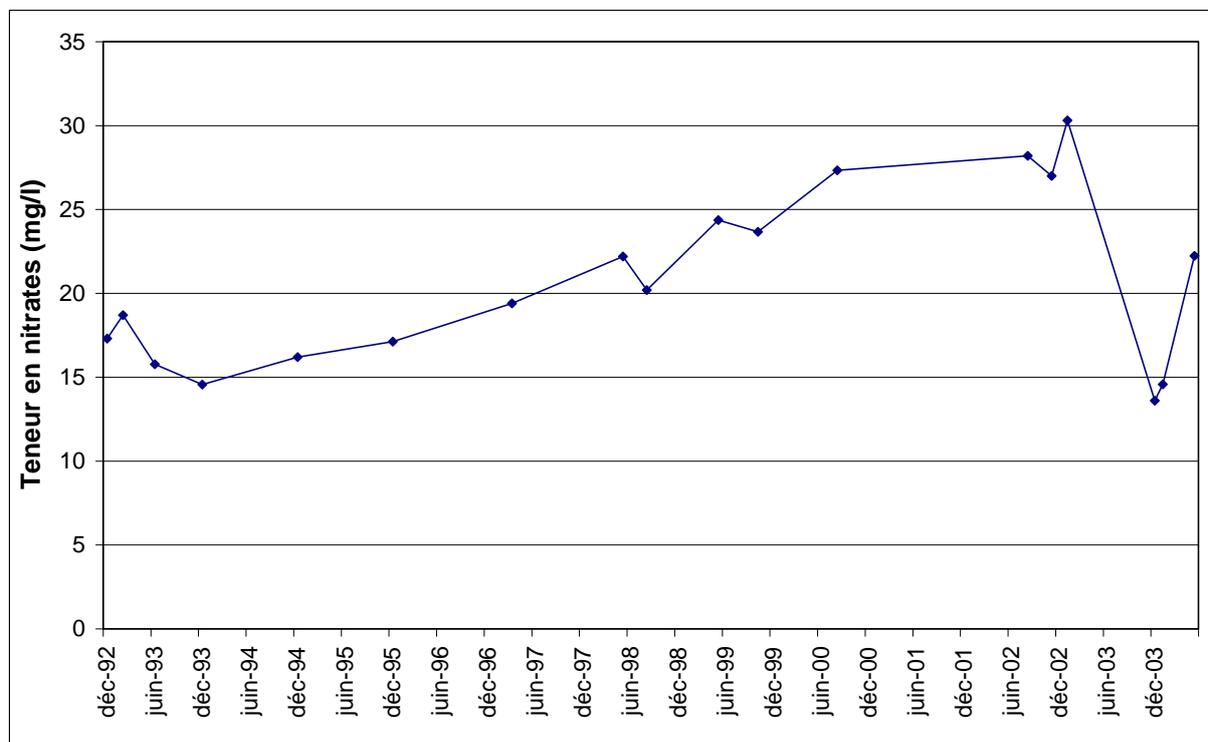


Figure V.21 : Evolution de la teneur en nitrate du captage de Devant les Bois entre décembre 1992 et mai 2004 (source : A.I.E.M.).

V.2.2. Aquifère des calcaires du Frasnien

Les teneurs en nitrates des eaux de la galerie de *Grand-Etang* (Figure V.22) ont été analysées depuis janvier 1986 (Figure V.23).

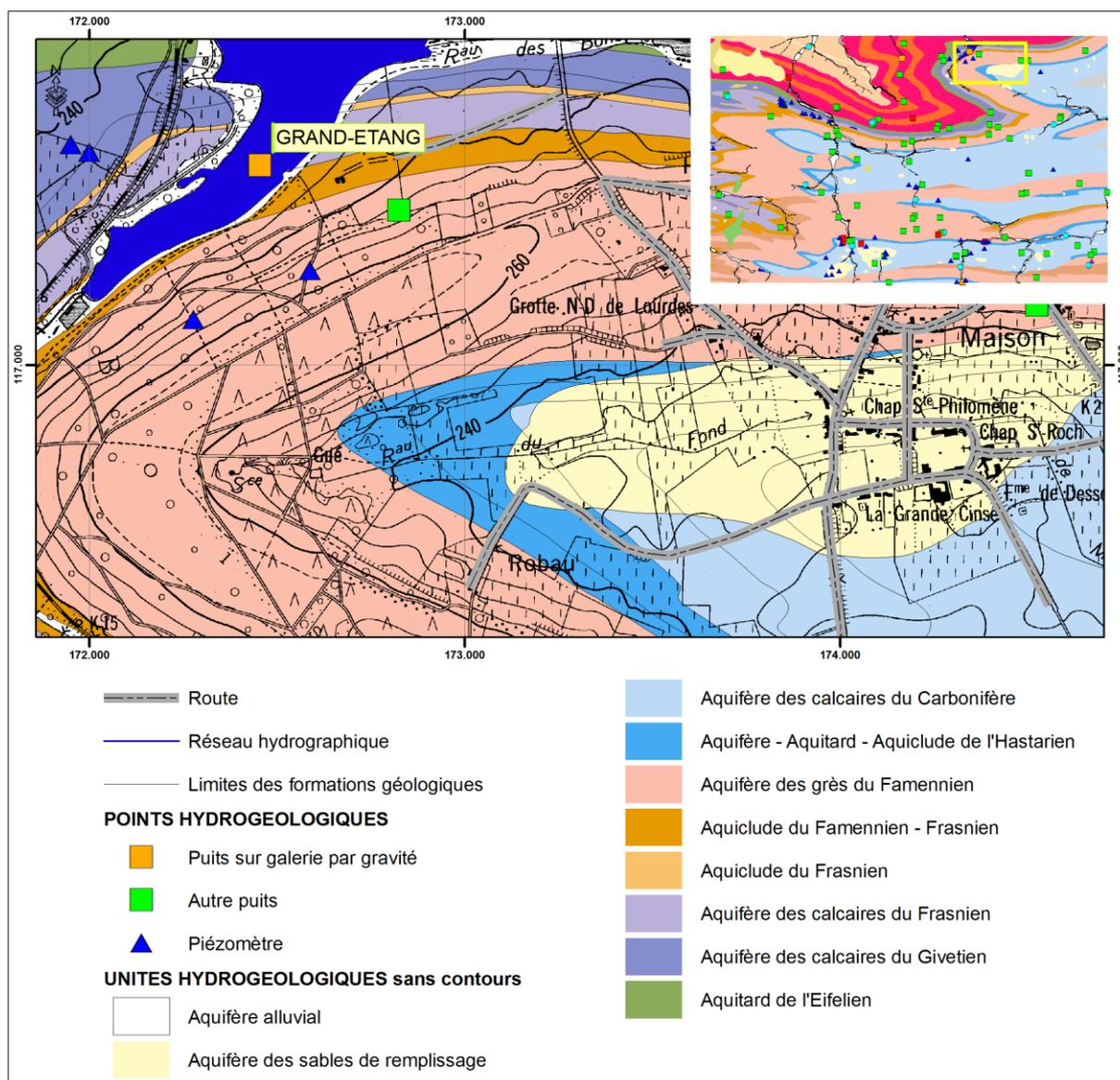


Figure V.22 : Localisation du puits sur galerie de Grand Etang.

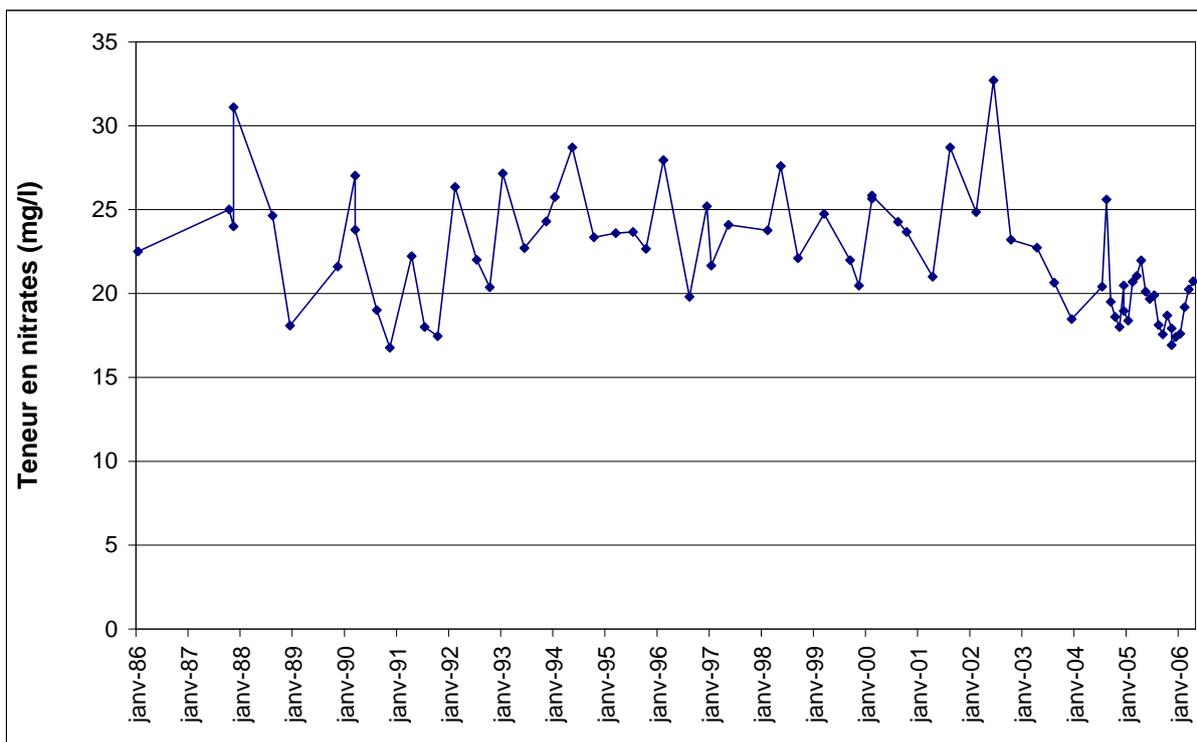


Figure V.23 : Evolution de la teneur en nitrate du captage de Grand Etang entre 1986 et 2006 (source : RW).

Les teneurs en nitrates fluctuent entre 16 et 33 mg/l. Aucune tendance évolutive ne peut être dégagée.

V.2.3. Aquifère des grès du Famennien

Les données concernant l'évolution des teneurs en nitrates dans les grès du Famennien (Figure V.25, Figure V.27) sont disponibles pour deux sources : la source Fraire de l'A.I.E.M. (Figure V.24) et le pompage d'Oret de l'I.N.A.S.E.P. (Figure V.26).

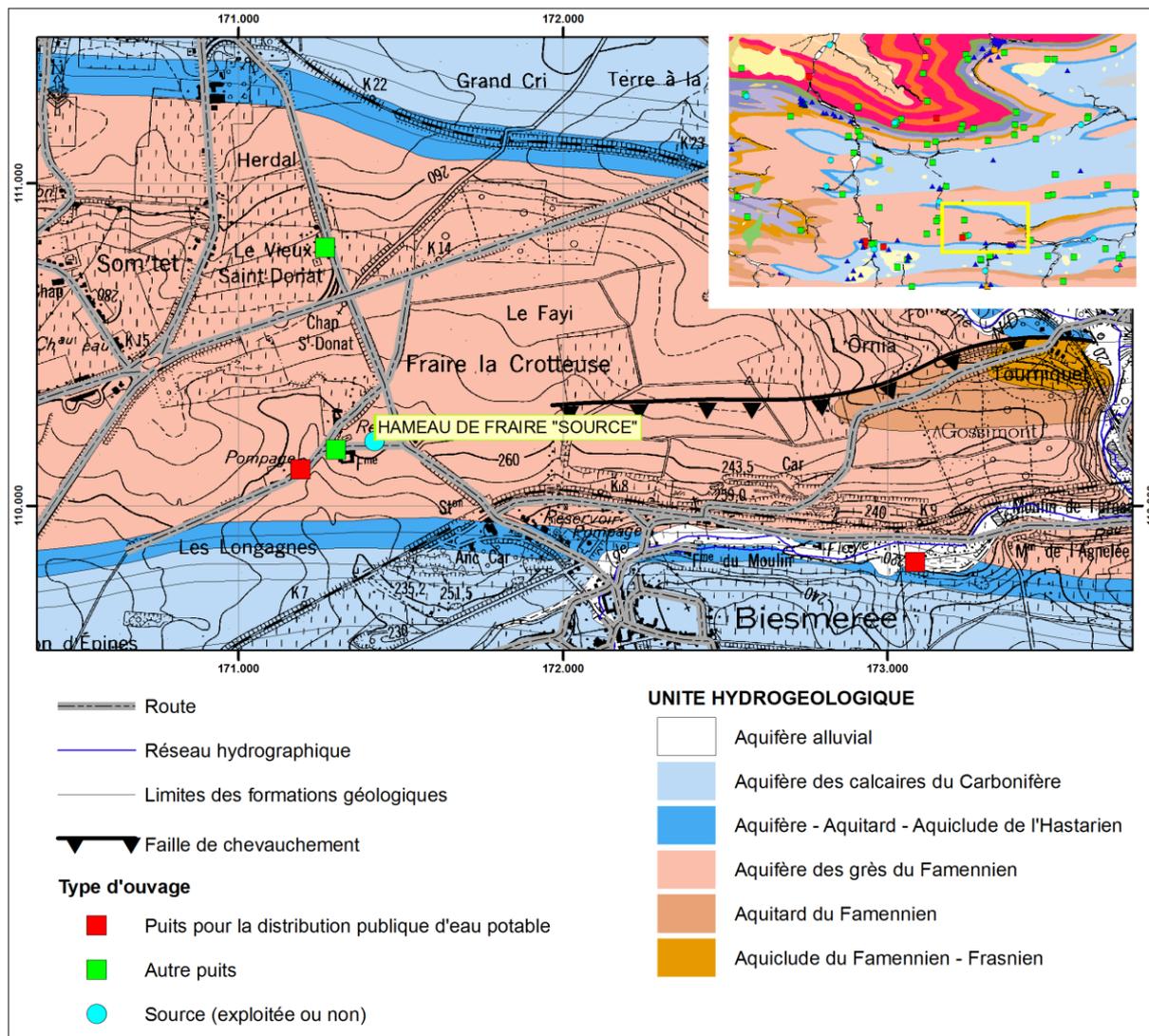


Figure V.24 : Localisation de la source Hameau Fraire.

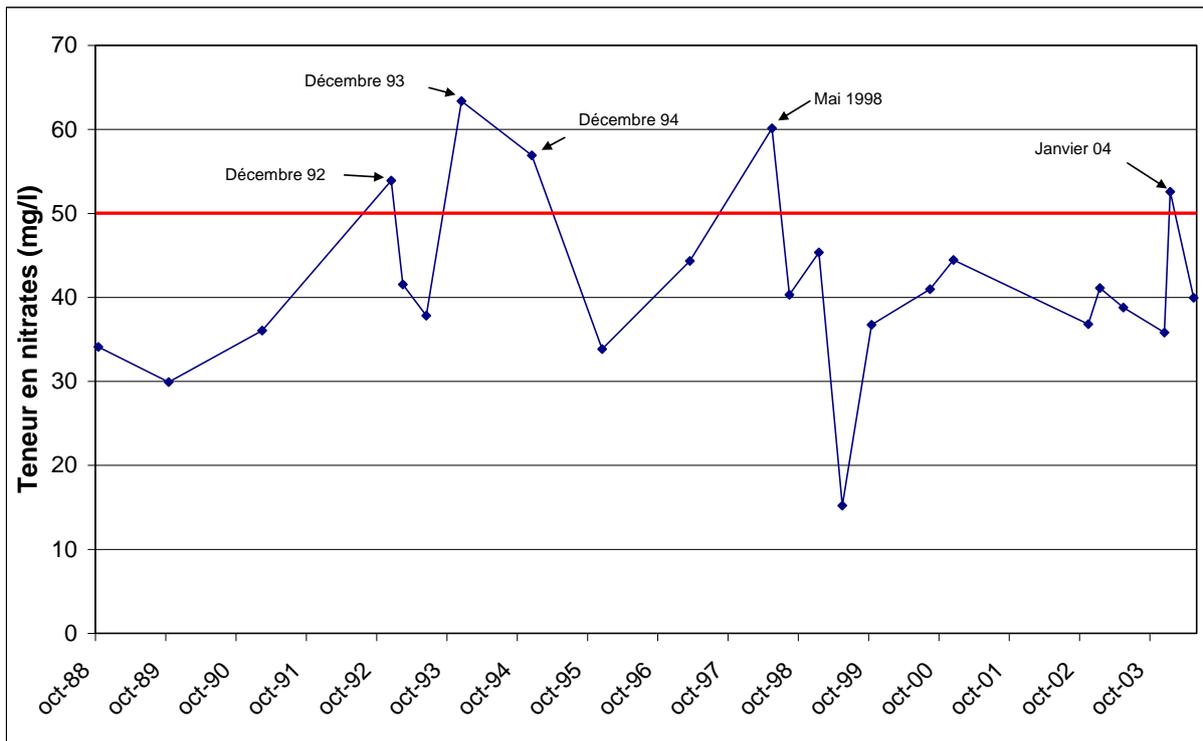


Figure V.25 : Evolution de la teneur en nitrate de la source Hameau Fraire entre octobre 1988 et mai 2004 (source : A.I.E.M.).

La source Hameau Fraire présente de fortes fluctuations et dépasse régulièrement les normes de potabilité. Des mesures de débit et des fluctuations du niveau piézométrique de la nappe seraient nécessaires pour expliquer ces fluctuations.

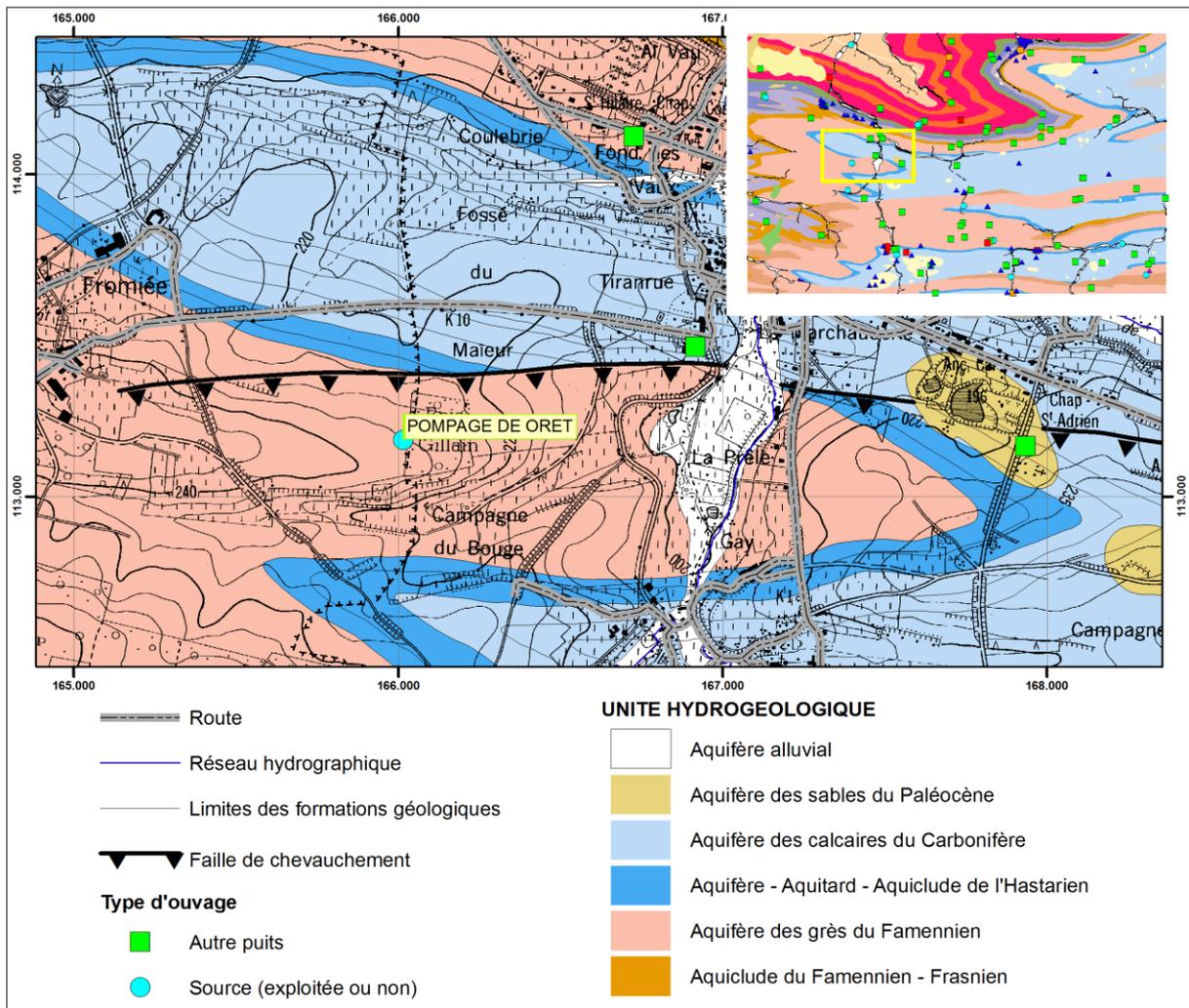


Figure V.26 : Localisation du captage "Pompage de Oret".

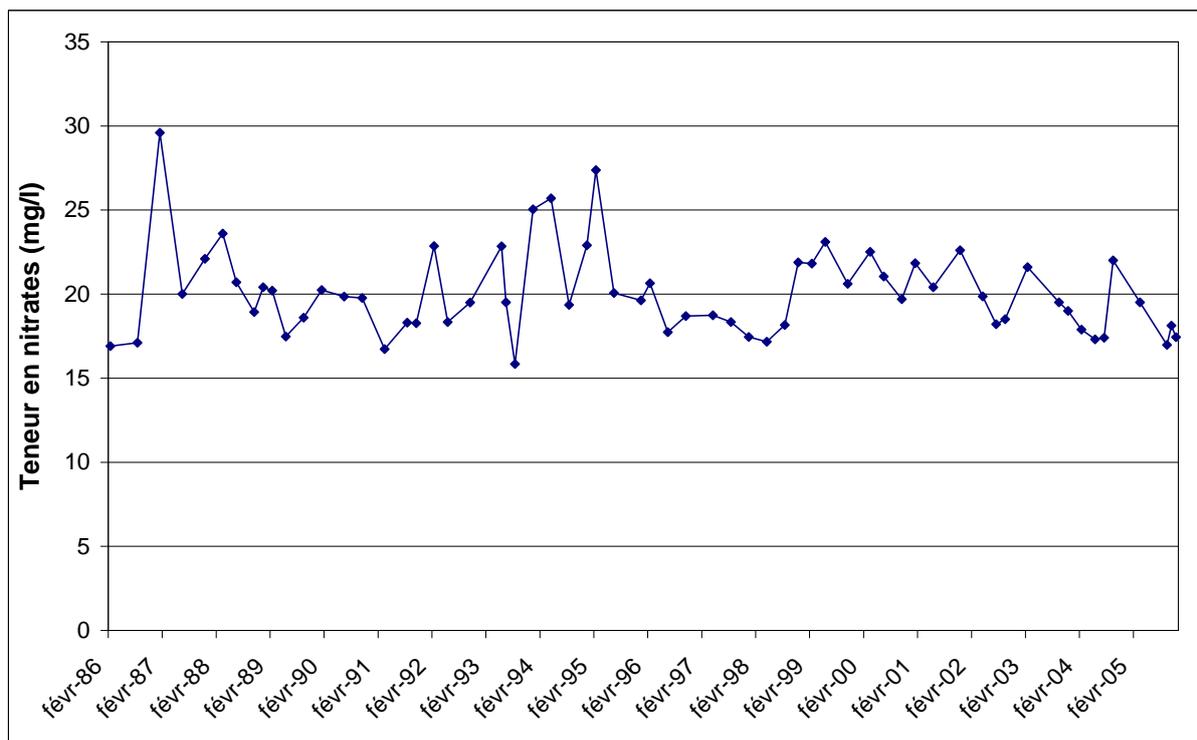


Figure V.27 : Evolution de la teneur en nitrate du pompage de Oret (I.N.A.S.E.P.) entre 1986 et 2005 (source : RW).

V.2.4. Aquifère des calcaires du Carbonifère

Les analyses disponibles pour les calcaires du Carbonifère concernent 11 ouvrages (4 sources, 6 puits et 1 galerie) :

- Les puits *Bastin P1*, *Fallon P3* et la source *Oret Captage* (Figure V.28) ;
- Les puits *Lepoivre P2*, *P4*, *P5*, *Biesmerée-EST P3* et la galerie *Stave G1* (Figure V.29) ;
- La source *Captage de Bonsin* (Figure V.30) ;
- La source *Saint Laurent* (Figure V.31) ;
- La source *Rabooz* (Figure V.32).

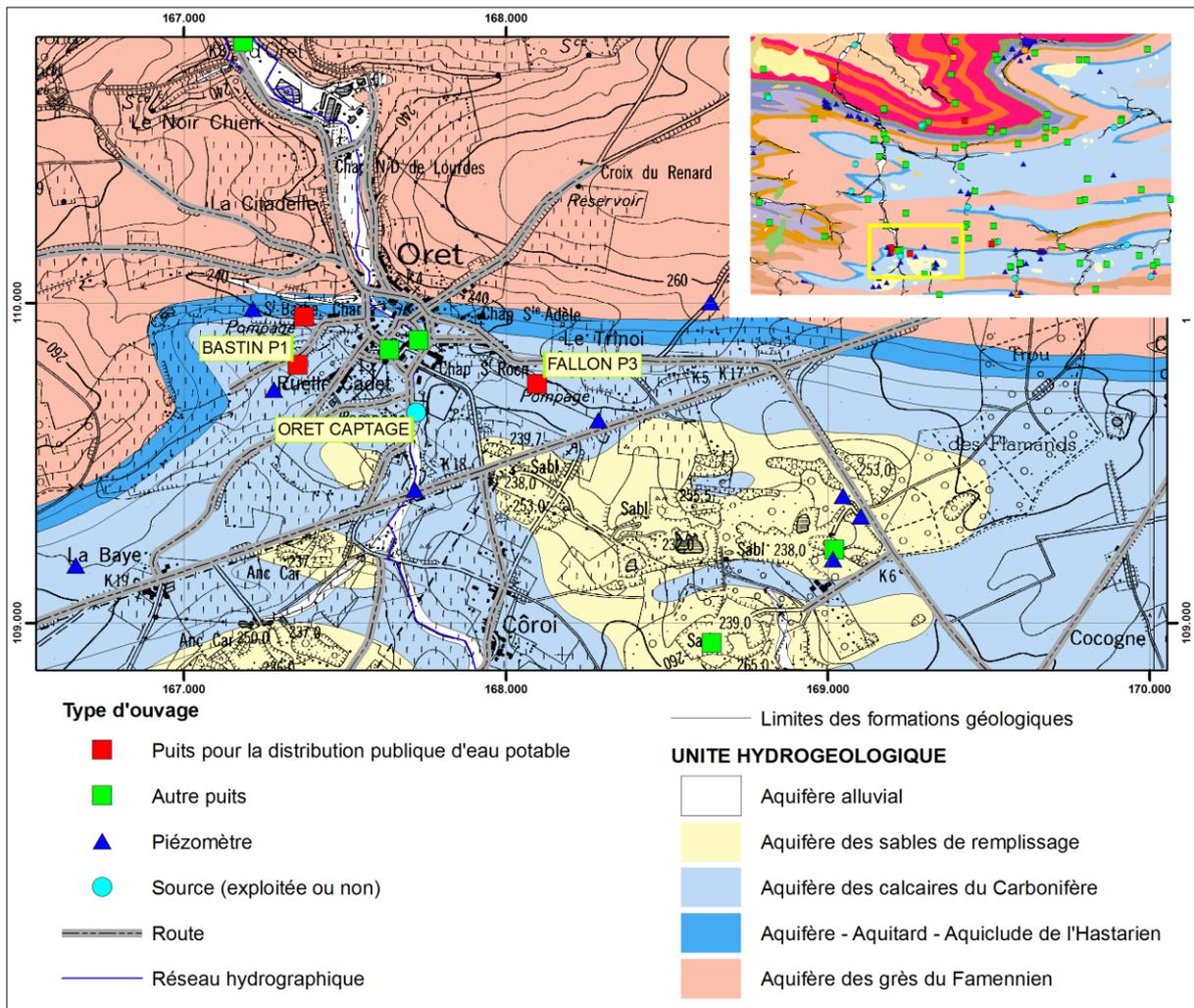


Figure V.28 : Localisation des ouvrages *Bastin P1*, *Oret Captage* et *Fallon P3*.

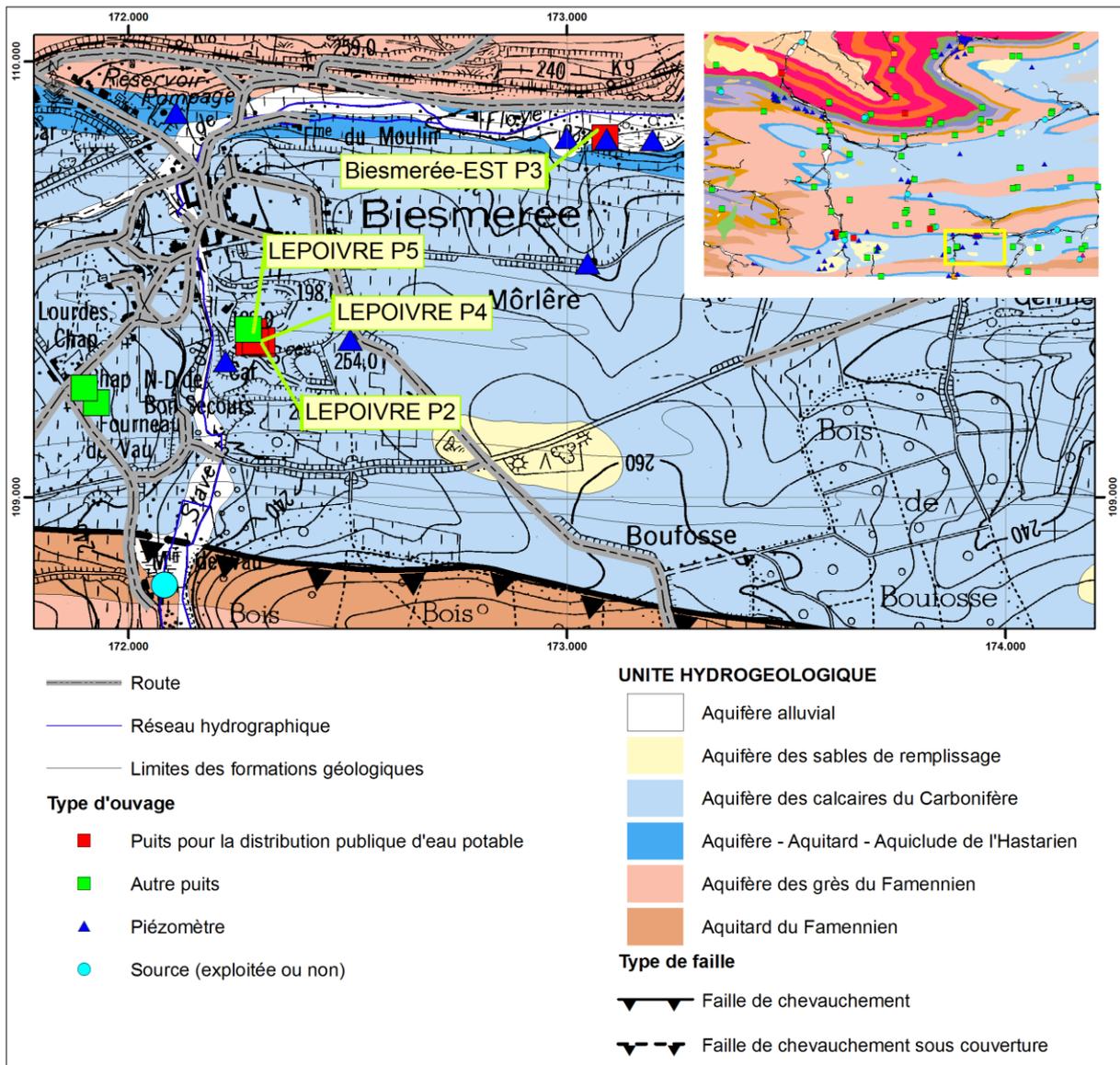


Figure V.29 : Localisation des captages *Lepoivre P2, P4, P5, Biesmerée-EST P3* et de la galerie *Stave G1*.

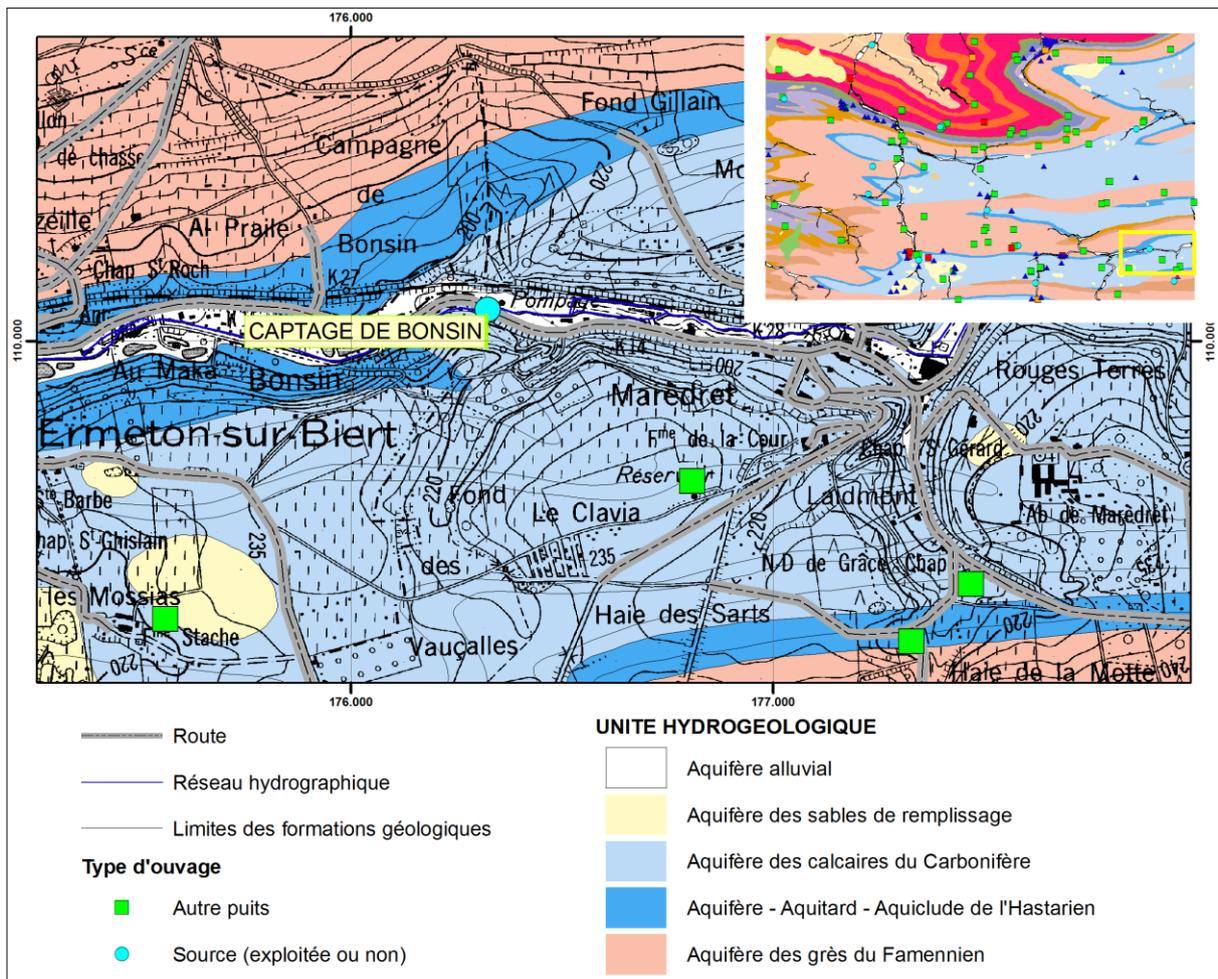


Figure V.30 : Localisation de la source *Captage de Bonsin*.

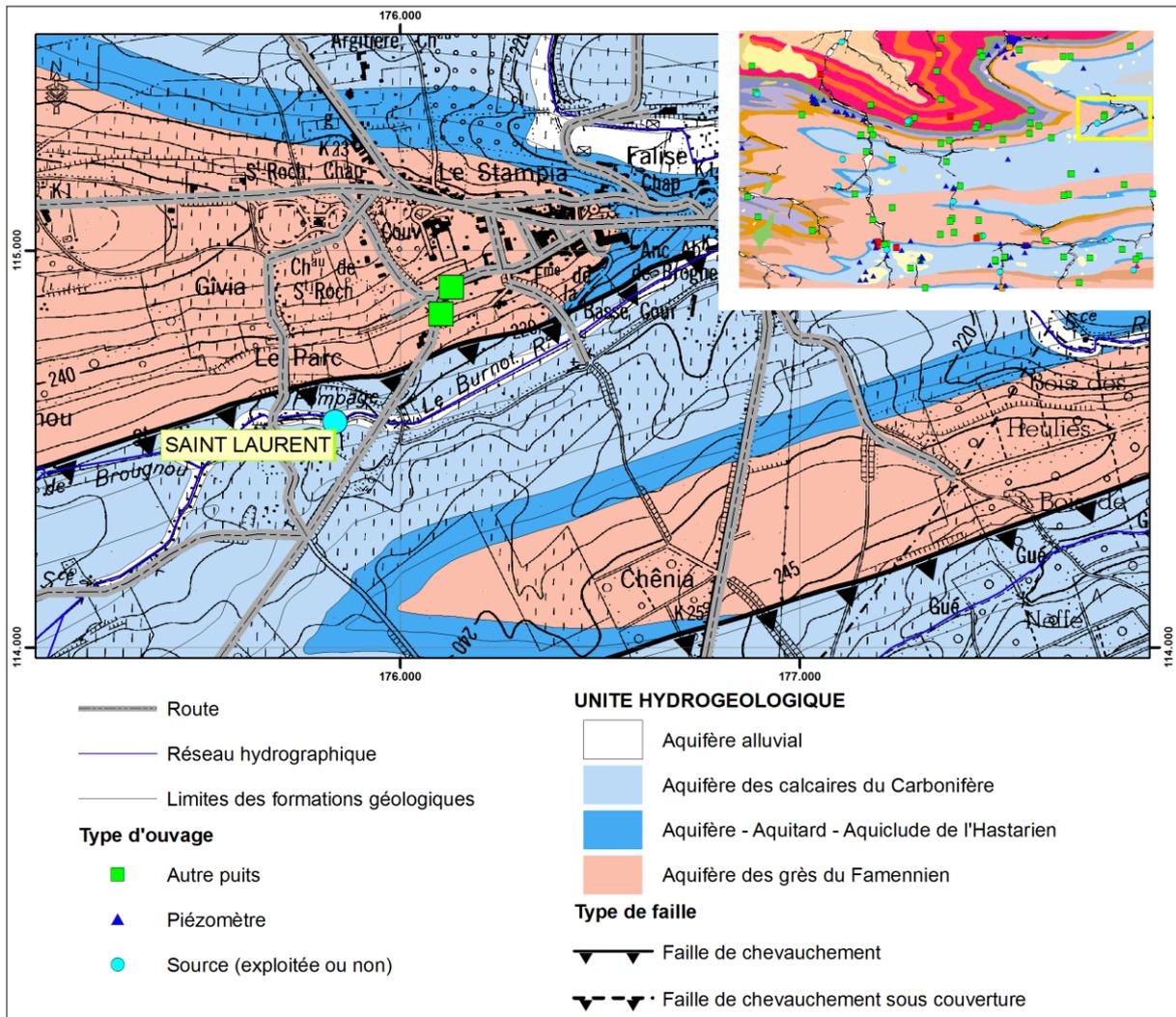


Figure V.31 : Localisation de la source *Saint Laurent*.

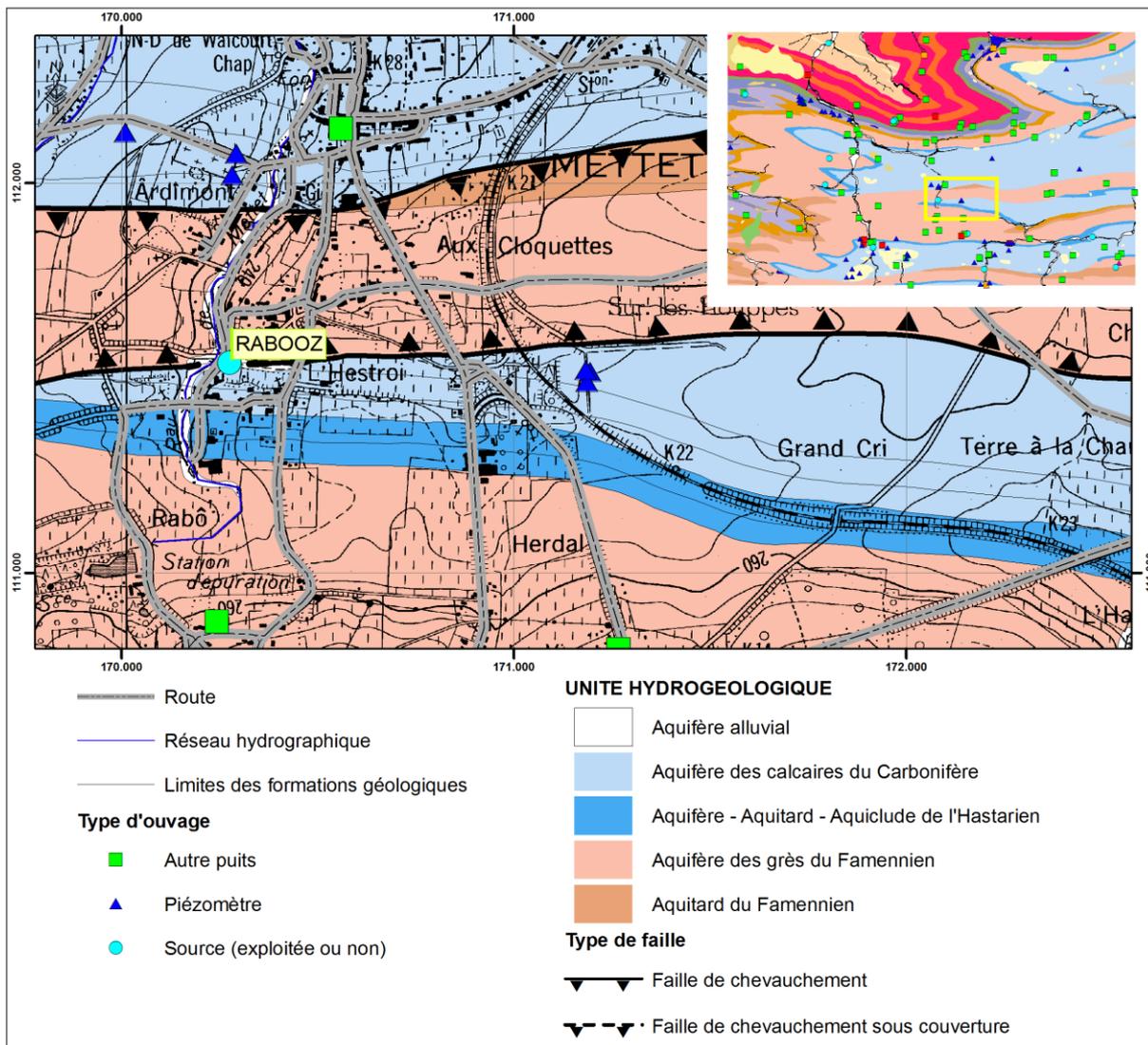


Figure V.32 : Localisation de la source *Rabooz*.

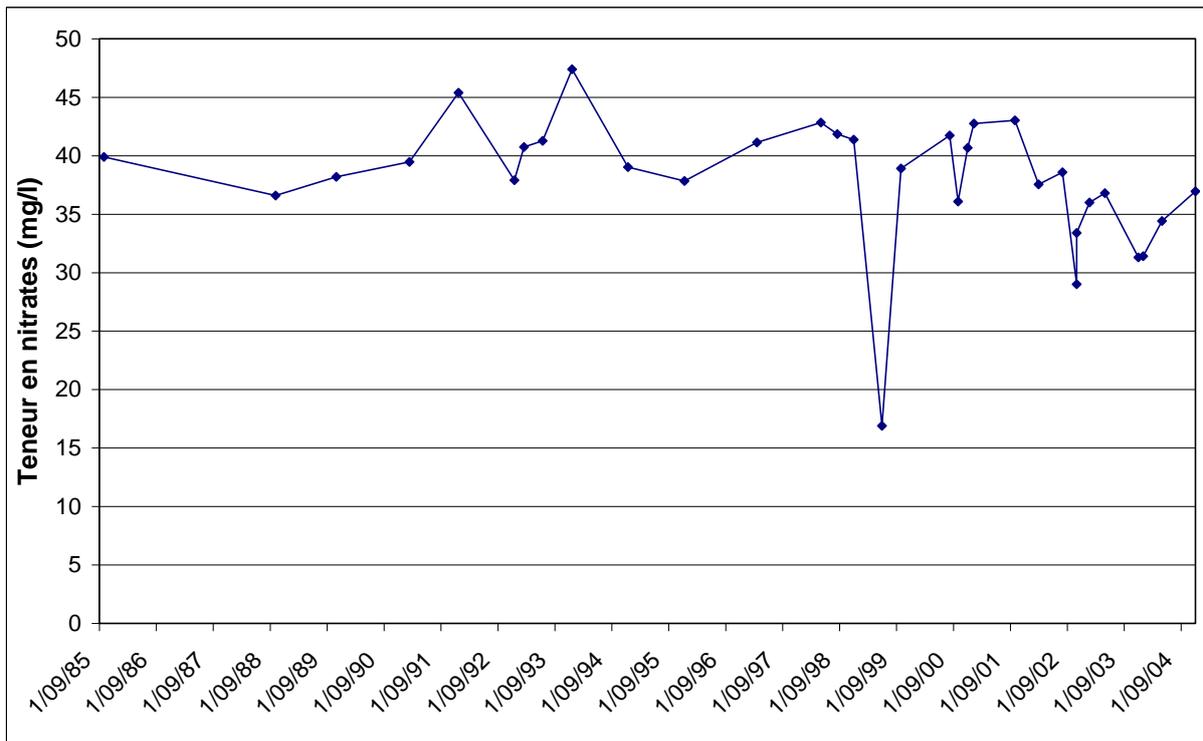


Figure V.33 : Evolution de la teneur en nitrate de la source Rabooz entre septembre 1985 et mai 2004 (source : A.I.E.M.).

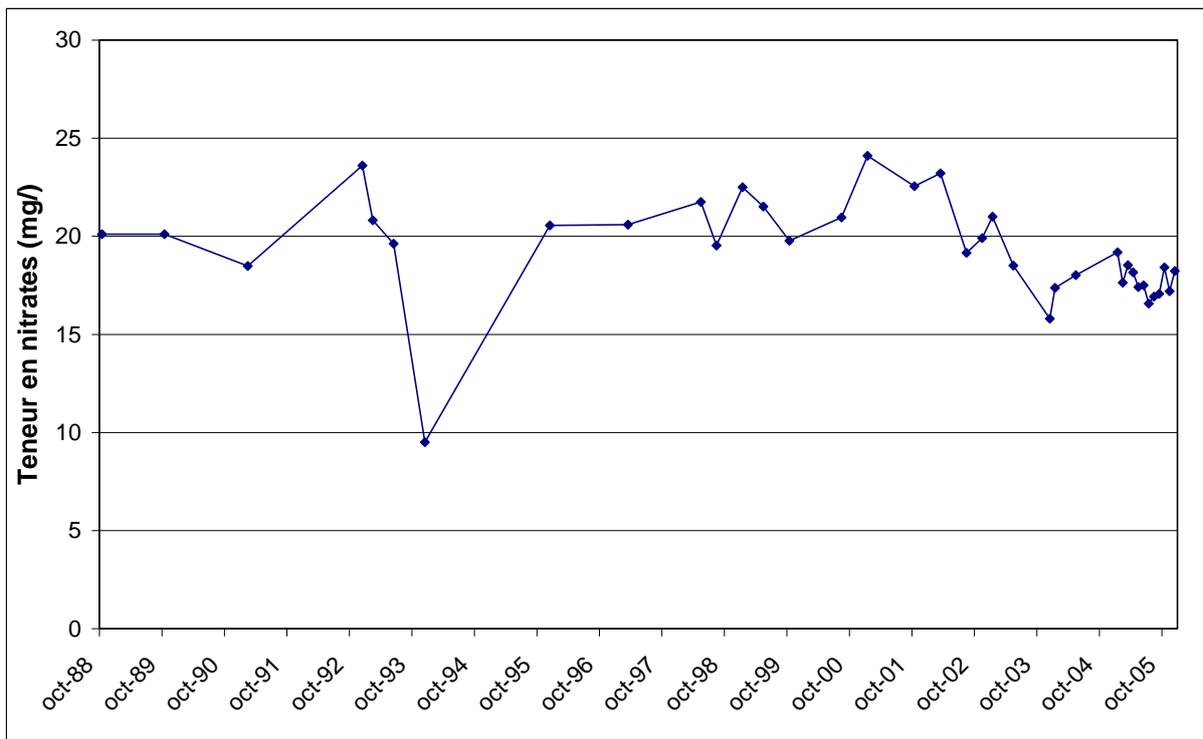


Figure V.34 : Evolution de la teneur en nitrate de la source Oret Captage entre octobre 1988 et décembre 2005 (source : A.I.E.M.).

Les sources *Rabooz* (Figure V.33) et *Oret Captage* (Figure V.33) montrent une légère tendance à la diminution des teneurs en nitrates (de 40 mg/l en 1985 à 37 mg/l en 2004 pour *Rabooz* et de 20 mg/l en 1988 à 17 mg/l en 2005 pour *Oret*) avec un pic anormalement bas respectivement en 1999 (17 mg/l) et 1993 (9 mg/l).

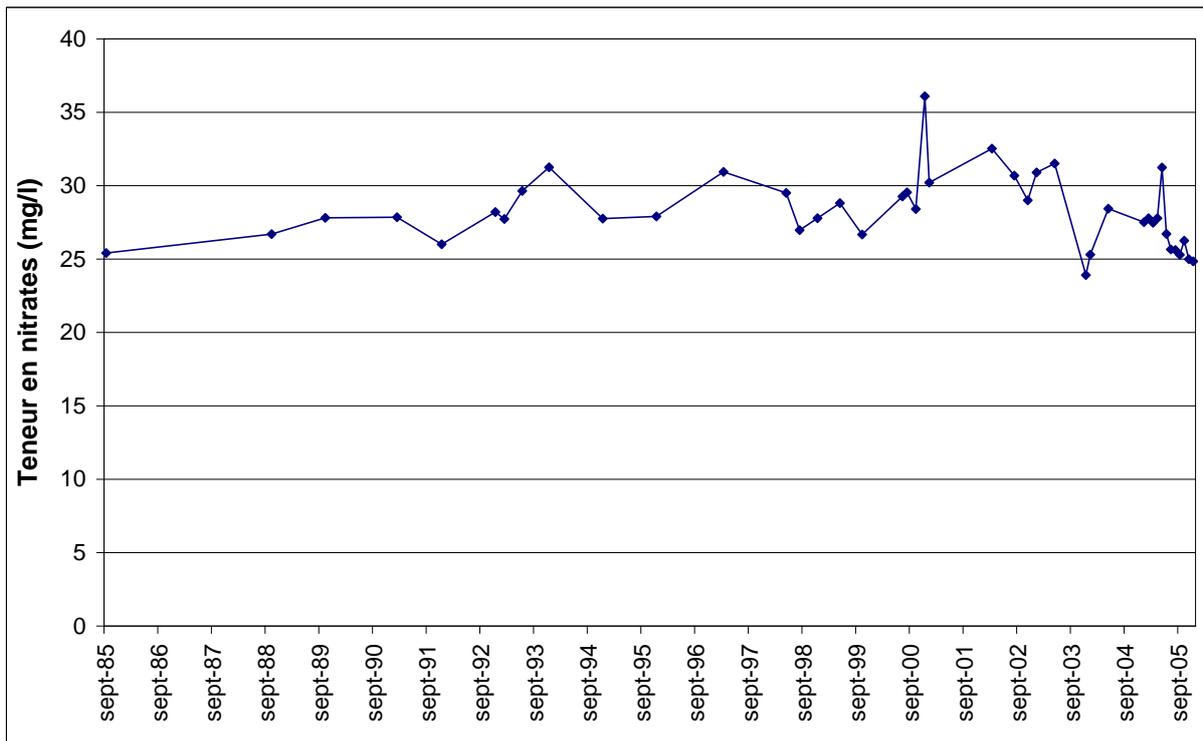


Figure V.35 : Evolution de la teneur en nitrate de la source de **Bonsin** entre septembre 1985 et décembre 2005 (source : A.I.E.M.).

La source *Captage de Bonsin* reste stable (Figure V.35) avec des valeurs comprises entre 25 et 30 mg/l entre 1985 et 2005.

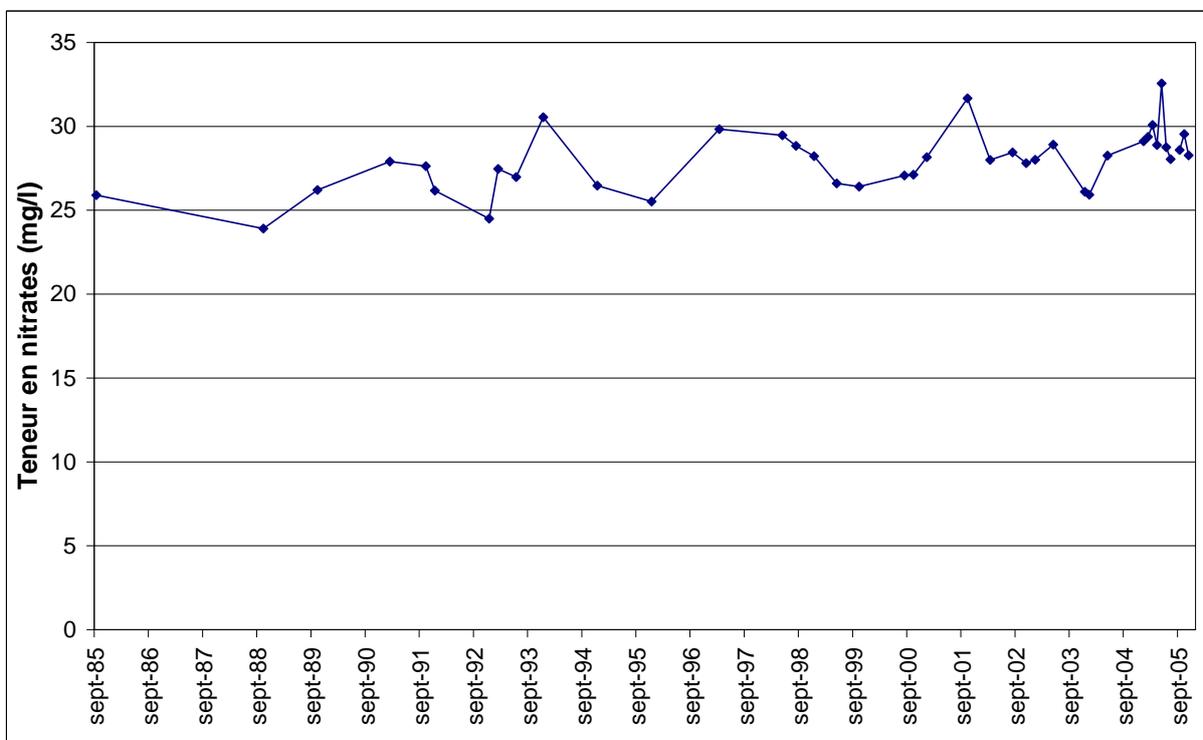


Figure V.36 : Evolution de la teneur en nitrate de la source de **Saint Laurent** entre septembre 1985 et novembre 2005 (source : A.I.E.M.).

La source *Saint Laurent* (Figure V.36) montre une légère évolution depuis 1985 (26 mg/l) à 2005 (28 mg/l).

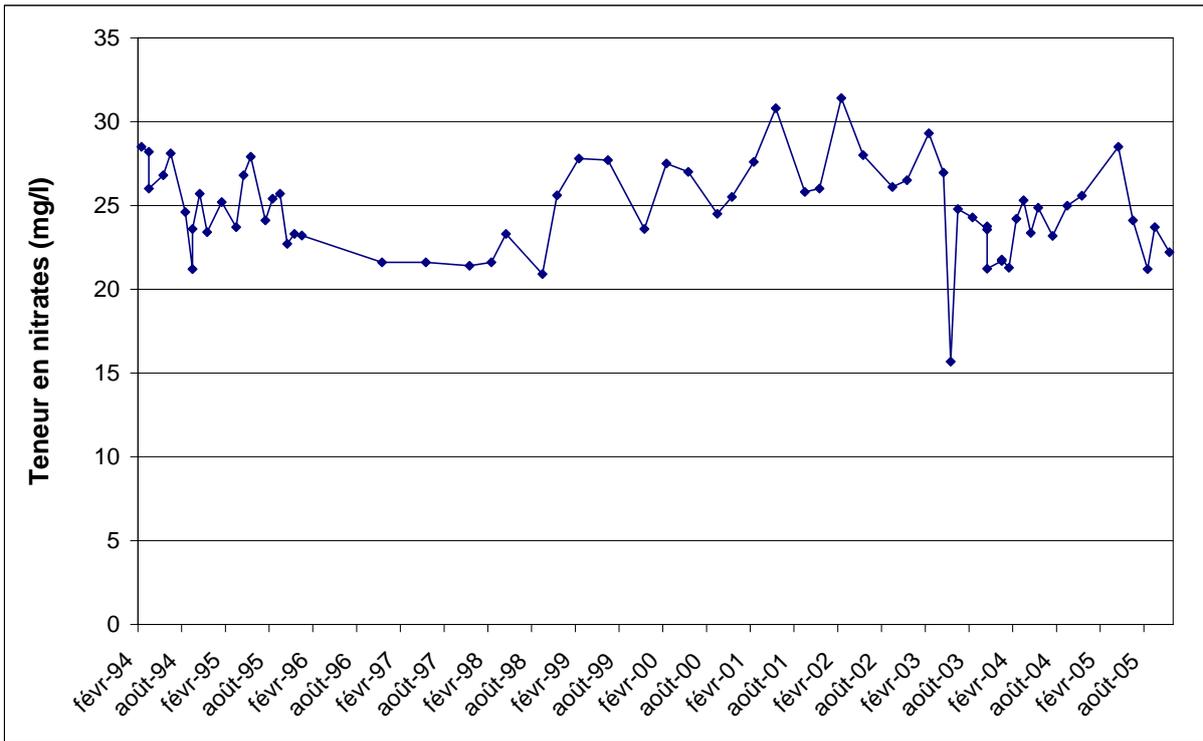


Figure V.37: Evolution de la teneur en nitrate du captage *Lepoivre P2* entre 1994 et 2005 (source : RW).

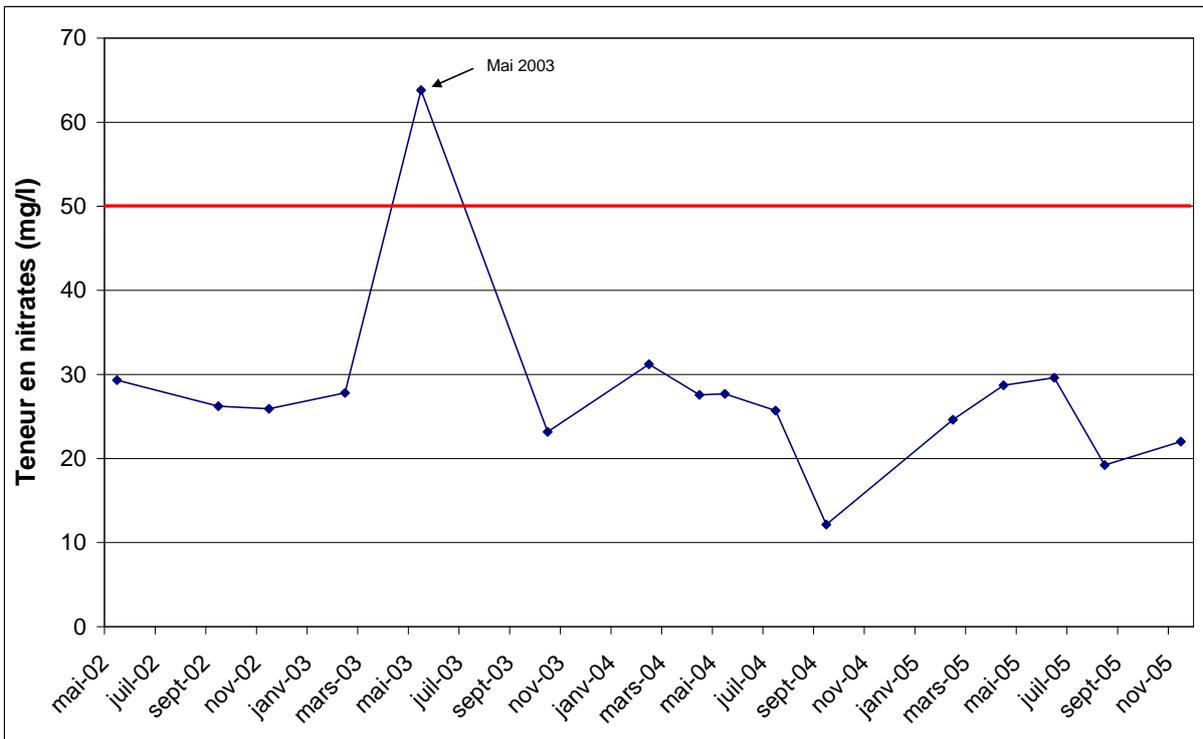


Figure V.38 : Evolution de la teneur en nitrate du captage *Lepoivre P4* entre 1992 et 2005 (source : RW).

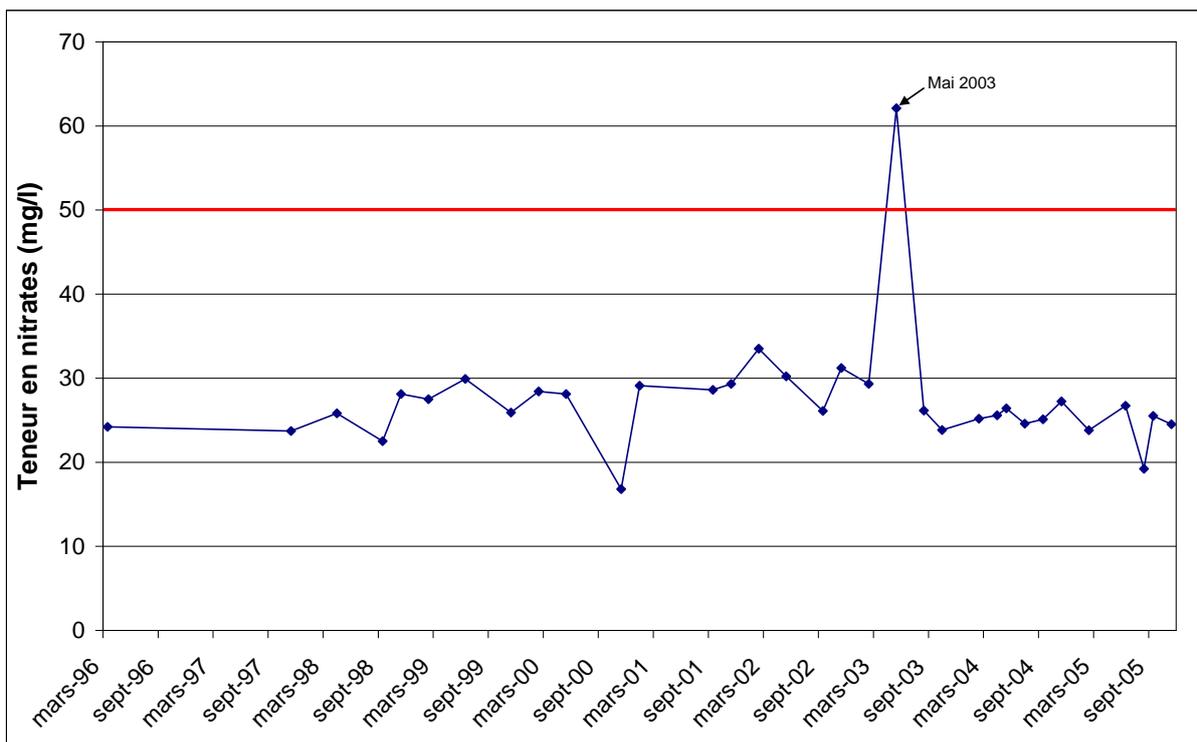


Figure V.39 : Evolution de la teneur en nitrate du captage *Lepoivre P5* entre 1996 et 2005 (source : RW).

Le puits *Lepoivre P4* (Figure V.38) et *Lepoivre P5* (Figure V.29) forés dans la carrière Lepoivre à Biesmerée montrent un pic de pollution en mai 2003. L'origine de ces pics mériterait d'être étudiée.

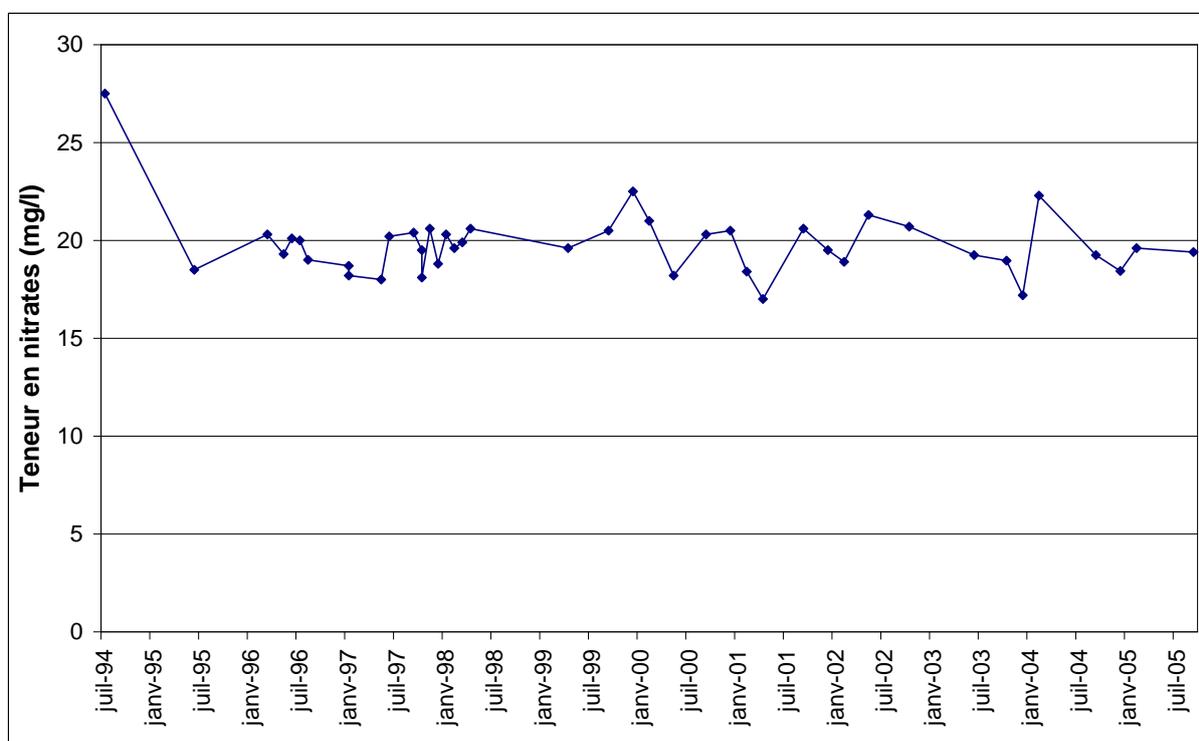


Figure V.40 : Evolution de la teneur en nitrate du captage *Bastin P1* entre 1994 et 2005 (source : RW).

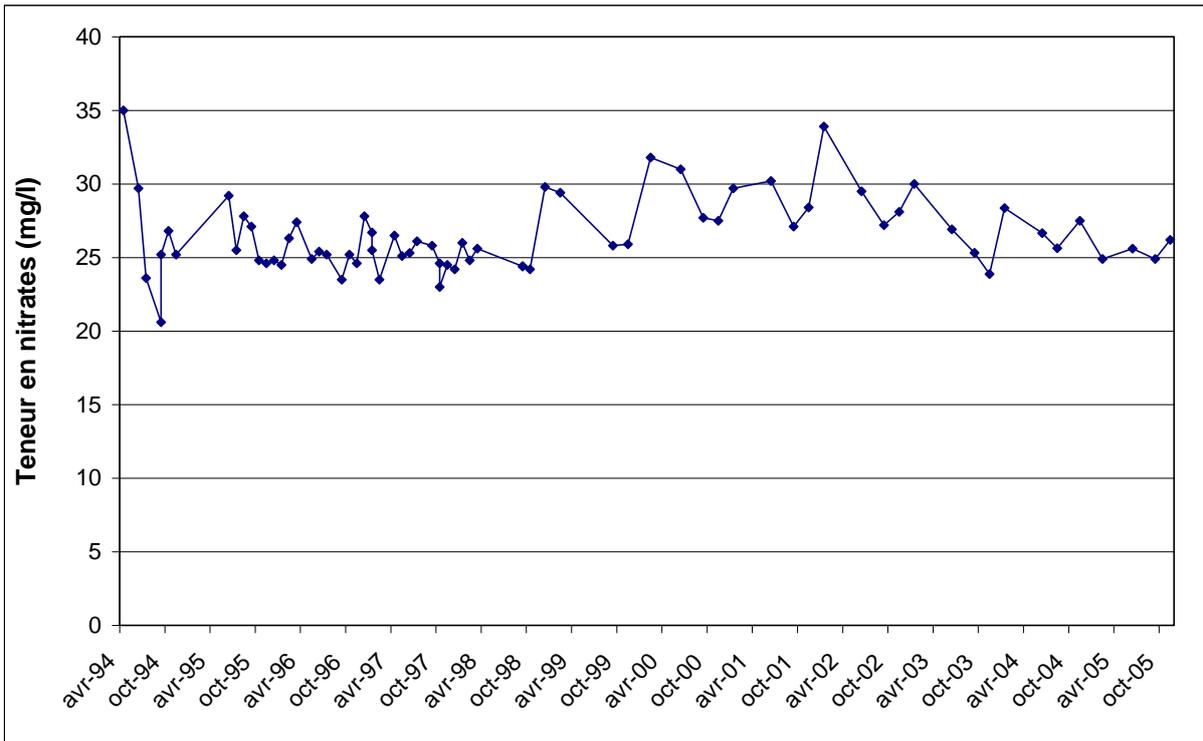


Figure V.41 : Evolution de la teneur en nitrate du captage de Biesmerée Est P3 entre 1994 et 2005 (source : RW).

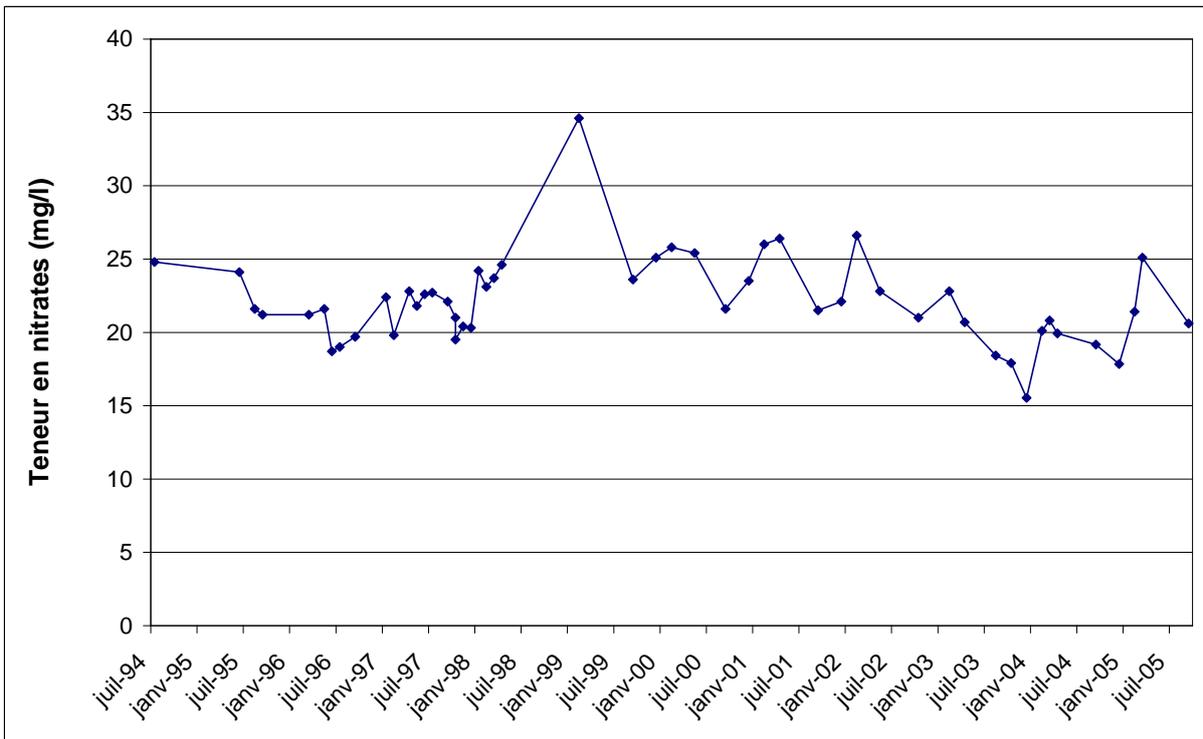


Figure V.42 : Evolution de la teneur en nitrate du captage de Fallon P3 entre 1994 et 2005 (source : RW).

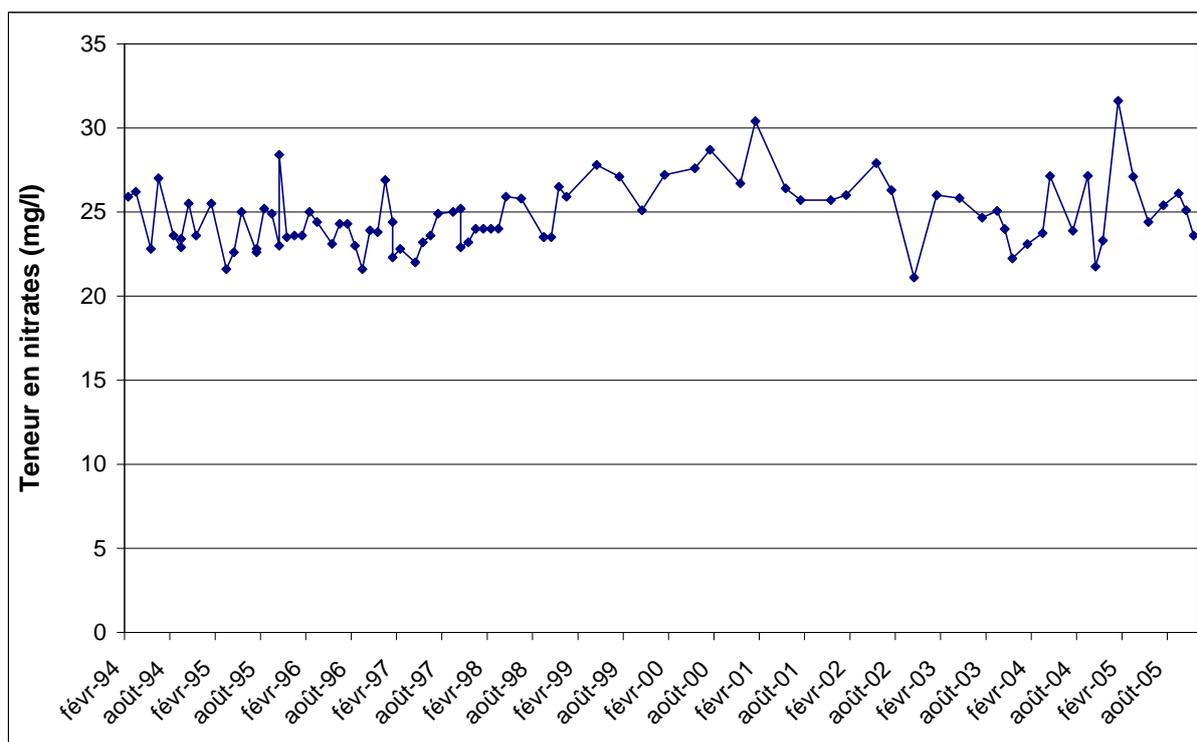


Figure V.43 : Evolution de la teneur en nitrate du captage de Stave G1 entre 1994 et 2005 (source : RW).

Dans les puits *Lepoivre P2* (Figure V.37), *Bastin P1* (Figure V.40), *Biesmerée-EST P3* (Figure V.41), *Fallon P3* (Figure V.42), et la galerie *Stave G1* (Figure V.43) aucune tendance évolutive ne peut être dégagée.

V.2.5. Conclusions

Les analyses chimiques montrent que les concentrations en nitrates sont souvent supérieures à 20 mg/l mais qu'elles dépassent rarement la norme de 50 mg/l (Figure V.44). La tendance reste stable d'une année à l'autre. L'évolution de ces concentrations reste néanmoins à surveiller. Deux captages, un dans l'Aquifère à niveaux aquicludes du Dévonien inférieur (*Campagne de Devant les Bois*) et l'autre dans l'Aquifère des grès du Famennien (*Hameau de Fraire Source*) montrent des teneurs élevées en nitrates.

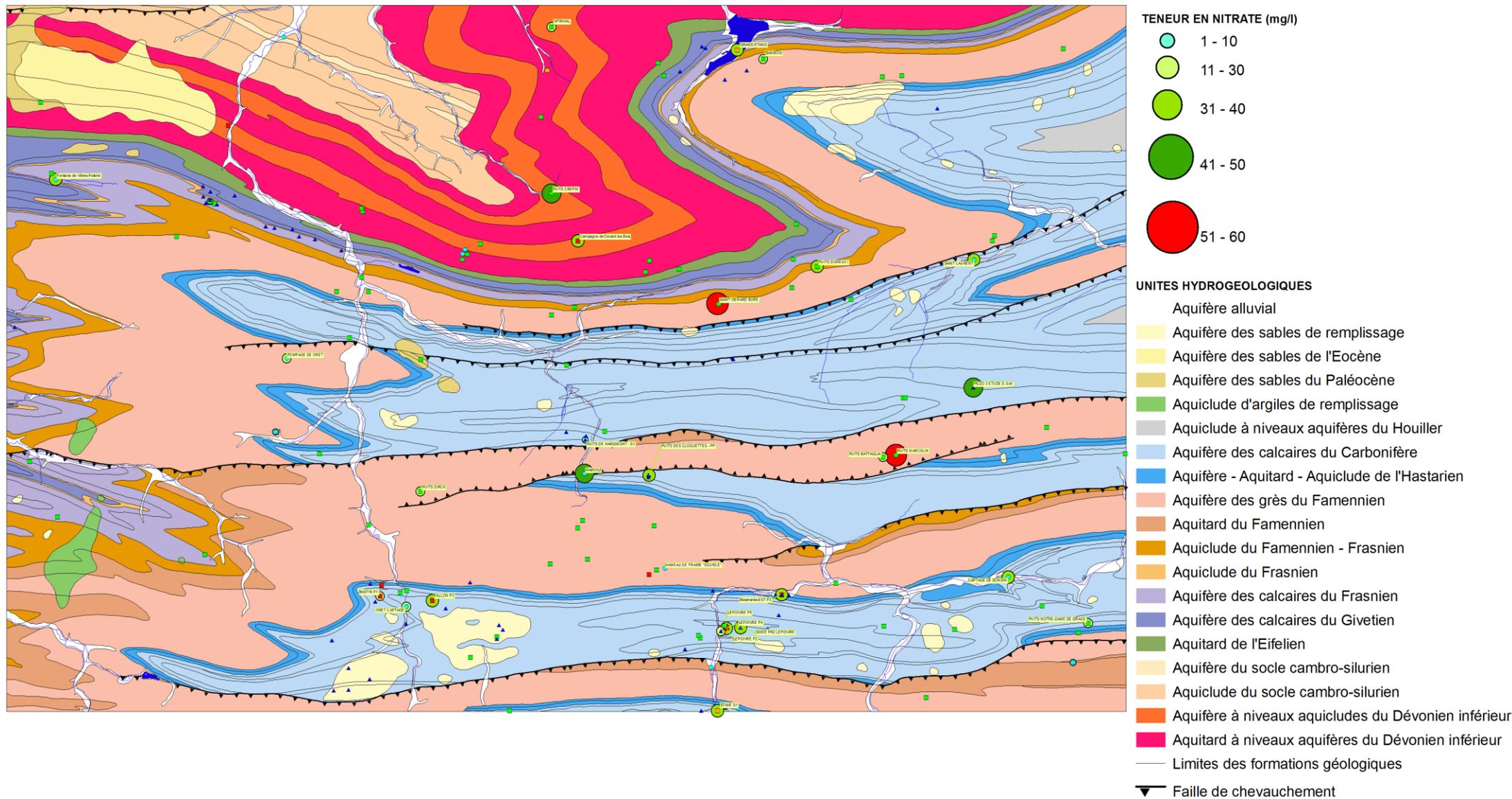


Figure V.44 : Carte des teneurs maximums en nitrate atteintes entre 1988 et 2006.

V.3. QUALITÉ BACTÉRIOLOGIQUE

Les données microbiologiques disponibles concernent quelques captages implantés dans les calcaires du Carbonifère. Les résultats sont présentés au **Tableau V.10**. Afin d'éviter tout risque, les eaux sont systématiquement traitées.

Paramètre	Unité	Biesme- rée-EST P3	Bastin P1	Fallon P3	Lepoivre P2	Lepoivre P4	Lepoivre P5	Stave G1
Date		02/02/06	09/03/06	09/03/06	06/11/96	08/02/06	08/02/06	23/03/06
Coliformes fé- caux	Colonies/100 ml	0	21	0	1	6	10	0
Coliformes totaux	Colonies/100 ml	0	33	2	0	8	18	0
Entérocoques fécaux	Colonies/100 ml	-	36	0	-	1	0	0
Escherichia Coli	Colonies/100 ml	-	30	1	-	3	18	0
Germes totaux à 22 °C	Colonies/ml	8	300	300	8	300	80	12
Germes totaux à 37 °C	Colonies/ml	0	-	13	5	300	6	0

Tableau V.10: Résultats des analyses microbiologiques pour la région de Biesme-Mettet (Source : S.W.D.E.).Autres paramètres

V.4. PROBLÉMATIQUE DES PESTICIDES

En 2006, la Région wallonne a mis en place un nouveau réseau de surveillance de la qualité de ces eaux souterraines. Les résultats ont montré que les herbicides font partie des micro-polluants les plus problématiques. Parmi ces pesticides, les plus problématiques sont l'atrazine et son principal métabolite (la déséthylatrazine), le bentazone et le 2,6-dichlorobenzamide, produit de dégradation du dichlobenil (**Figure V.45**). L'atrazine, bien que définitivement interdite depuis septembre 2005, est le pesticide le plus communément détectées en concentrations élevées dans les eaux souterraines, en raison notamment de leur mobilité et de leur persistance dans les sols et les aquifères. Les distributeurs d'eau notent cependant une diminution progressive de la pollution à l'atrazine depuis 2002.

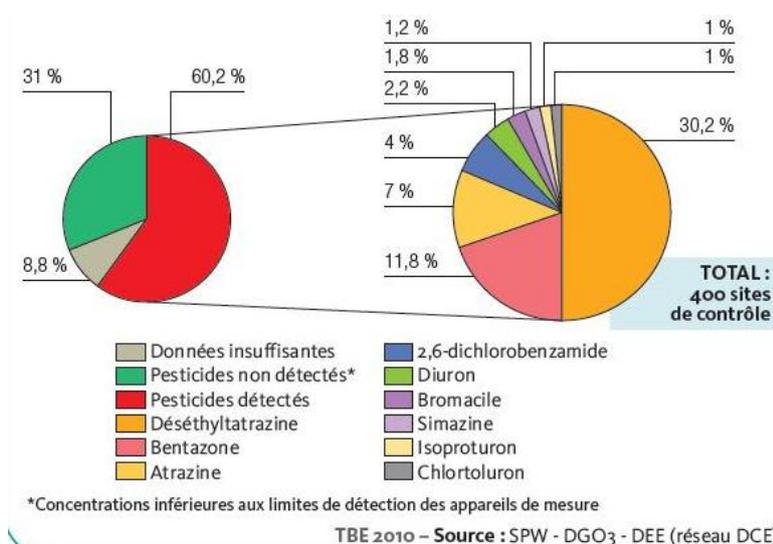


Figure V.45 : sites de contrôle de la qualité des eaux souterraines répartis selon le pesticides présentant la concentration la plus élevée, en Région wallonne (période 2005-2008)
 (Tableau de bord de l'environnement Wallon, 2010).

Suivant le réseau de surveillance de la région wallonne, la qualité des eaux de la carte Biesme – Mettet, au niveau des pesticides, est excellente à bonne avec un site de qualité médiocre (Figure V.46).

Les analyses de pesticides concernent quelques captages (Tableau V.11) et quelques piézomètres de la S.W.D.E. (Tableau V.12) implantés dans les calcaires du Carbonifère.

Ces tableaux reprennent les pesticides les plus importants ainsi que la quantité en pesticides totaux. Les pollutions dans l'eau sont généralement liées aux traitements d'épandage de tous ordres, principalement dans l'agriculture et aux déversements d'industries de fabrication et de conditionnement.

D'après les données existantes, les normes de potabilité ne sont quasi jamais dépassées. La présence d'atrazine et son produit de dégradation, la déséthylatrazine dans les eaux souterraines reste néanmoins à surveiller.

Néanmoins un cas de pollution au chlortoluron, isoproturon, diflufénican et trifluraline s'est produit le 17 octobre 2006 au captage Lepoivre P4, exploité par la SWDE et ce malgré la zone de prévention. Le 9 octobre 2006 une première pollution avait été observée au chlortoluron et à l'isoproturon. Le profil de ces substances est représenté au Tableau V.13. Les résultats des analyses de cette pollution sont repris au Tableau V.14. Cette pollution pourrait être due à une infiltration d'eau de surface, le ruisseau de Stave étant perché et donc infiltrant à proximité du captage. Une étude a été réalisée par le CRA-Gx (CRA, 2007) et des solutions proposées.

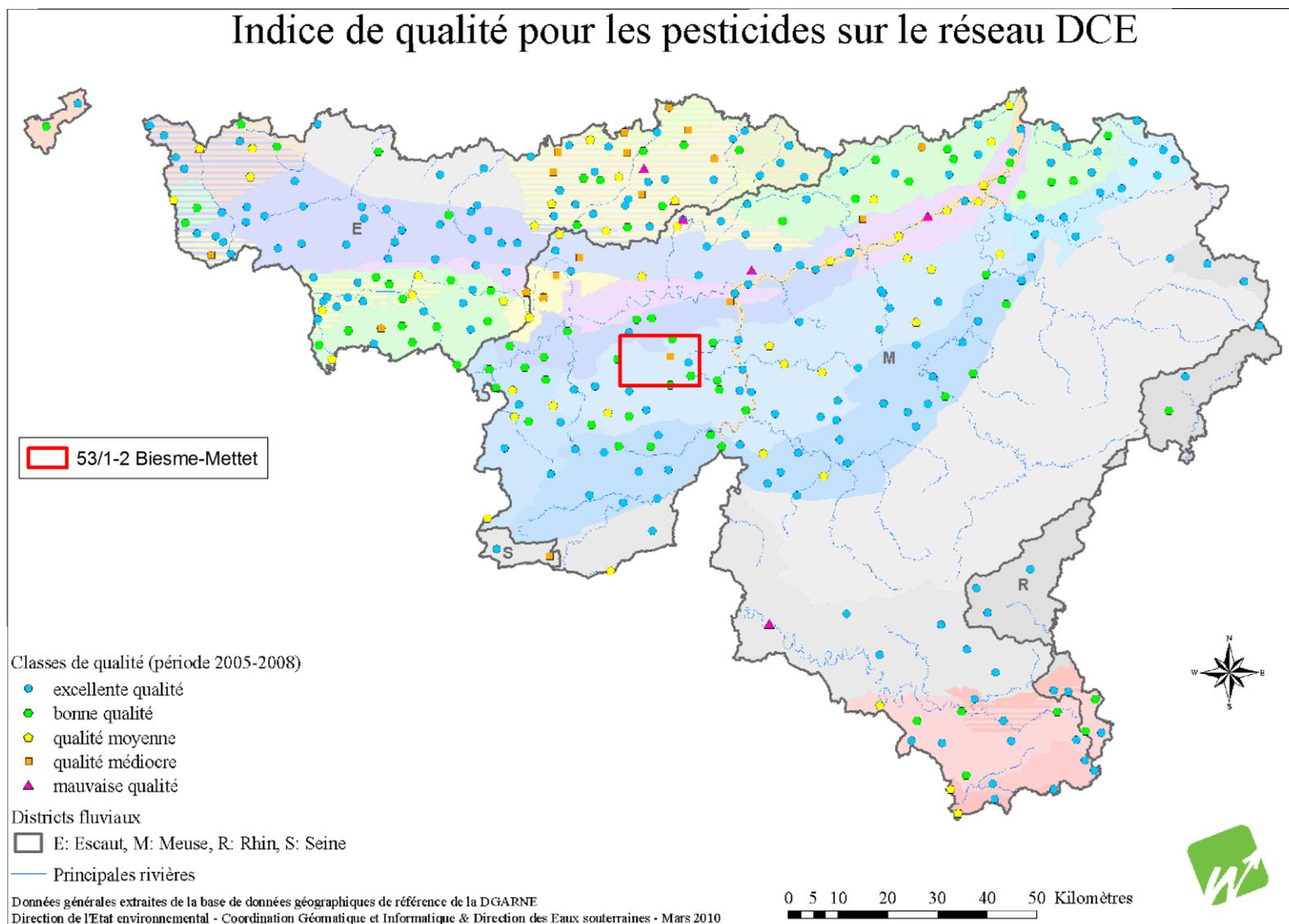


Figure V.46 : Indice de qualité pour les pesticides en Région Wallonne (État des nappes d'eau souterraines, mars 2010, <http://environnement.wallonie.be/>).

Paramètre	Unité	Norme	Bastin P1	Biesmerée- EST P3	Captage de Bon- sin	Lepoivre P2	Lepoivre P4	Lepoivre P5	Rabooz	Fallon P3	Saint Laurent	Stave G1
Date			09/03/06	02/02/06	11/10/00	01/04/04	08/02/06	08/02/06	11/10/00	09/03/06	12/06/01	23/03/06
Atrazine	ng/l	100	13	12	70	18	9	15	70	12	32	36
Chlortoluron	ng/l	100	<1	1		3	5	2		1	4	1
Déséthylatrazine	ng/l	100	15	7	<25	11	6	5	<25	26	33	32
Diuron	ng/l	100	<1	<1	94	0	1	1	174	2	0	<1
Isoproturon	ng/l	100	<1	2	<25	1	2	1	-	<1	0	<1
Simazine	ng/l	100	<3	<4	-	0	<4	<4	-	<3	0	5
Pesticides to- taux	ng/l		33	29	-	-	38	46	-	65	-	81

Tableau V.11: Teneurs en pesticides principaux (famille des herbicides) pour l'Aquifère des calcaires du Carbonifère de Biesme-Mettet (Source : RW-DGRNE, S.W.D.E.).

Paramètre	Unité	Norme	S.W.D.E. PR1 Lepoivre	S.W.D.E. PR2 Lepoivre	S.W.D.E. PR3 Lepoivre	S.W.D.E. PR4 Stavesoul
Date			28/01/99	11/02/99	21/01/99	04/02/99
Atrazine	ng/l	100	50	53	0	0
Chlortoluron	ng/l	100	2	0	2	1
Déséthylatrazine	ng/l	100	36	72	0	0
Diuron	ng/l	100	5	0	4	6
Isoproturon	ng/l	100	1	5	1	0
Simazine	ng/l	100	4	18	0	0
Pesticides totaux	ng/l		-	-	-	-

Tableau V.12 : Teneurs en pesticides principaux (famille des herbicides) pour l'Aquifère des calcaires du Carbonifère de Biesme-Mettet (Suite, Source : RW-DGRNE, S.W.D.E.).

	<i>chlortoluron</i>	<i>trifluraline</i>	<i>Isoproturon(IP)</i>	<i>diflufénican (DFF)</i>
Usage	Herbicide	Herbicide	Herbicide	Herbicide
Principaux domaines d'application en RW*	froment d'hiver, orge d'hiver, poirier, pommier	Chou, froment d'hiver, orge d'hiver	Froment d'hiver, orge d'hiver, orge brassicole	Froment d'hiver, jardin et orge d'hiver
Mode de pénétration	Racinaire et foliaire	Racinaire	Racinaire et foliaire	Racinaire et foliaire
Inscription annexe I 91/414/CEE	oui	En cours d'évaluation	Oui (sera peut être retiré cfr B. Weickmans)	En cours d'évaluation
Famille chimique	Dérivé de l'urée	Dinitroaniline	Dérivé de l'urée	Anilides

Tableau V.13 : Profil des pesticides incriminés dans la pollution en 2006 sur le captage Lepoivre P4 de Biesmerée (CRA, 2007).

<i>Date</i>	<i>chlortoluron</i>	<i>Diflufénican (DFF)</i>	<i>Isoproturon (IP)</i>	<i>trifluraline</i>
09/10/06	275	0	182	12
13/10/06	75	0	40	5
17/10/06	1632	145	467	816
24/10/06	916	133	199	726
07/11/06	145	1	12	6
21/11/06	36	0	3	0

Tableau V.14 : Résultats des analyses réalisées au captage Lepoivre P4 de la SWDE en ng/l (CRA, 2007).

Les métaux lourds sont présents en quantités négligeables pour ces mêmes captages (Tableau V.15). Pour l'Aquifère des calcaires du Frasnien, un seul captage (*Grand-Etang*) a fait l'objet d'une analyse en métaux lourds. Les concentrations restent largement inférieures aux normes de potabilité.

Elément	Unité	Norme	Bastin P1	Biesmerée- EST P3	Fallon P3	Lepoivre P2	Lepoivre P4	Lepoivre P5	Rabooz	Saint Laurent	Stave G1	Grand- Etang
Date		AGW 15/01/04	12/01/06	21/11/00	20/09/00	16/02/00	08/02/06	24/05/00	11/10/00	11/10/00	23/03/06	09/11/05
Antimoine	µg/l	5	<0.02	0.1	0	0	<0.02	0.1	-	-	-	-
Arsenic	µg/l	10	<0.4	0.3	0.3	0.3	<0.4	0.5	0	0	<0.02	<0.4
Bore	µg/l	1000	<6	19.6	0	11.9	<6	17.3	<50	<50	<0.4	<6
Cadmium	µg/l	5	<0.06	0	0	0	<0.06	0	0.1	0.4	<0.06	<0.06
Chrome (total)	µg/l	20	0.5	1	1.8	0	<0.4	0.5	<1	<1	1.3	0.7
Cuivre	µg/l	100	1.2	1.2	0	0	1	1.5	1.8	<1	<0.4	0.6
Fer (total) dissous	µg/l	200	<12	8	0	20	28	14	-	<0.1	<12	<12
Manganèse	µg/l	50	<0.2	0	0	1	1.9	0	-	-	<0.05	6
Mercuré	µg/l	1	-	0	0	0	<0.05	0	<0.1		<0.2	<0.05
Nickel	µg/l	20	<0.3	0	5.4	0.2	<0.3	3.1	<1	<1	2.1	-
Plomb	µg/l	10	<0.2	0.2	0	0	<0.2	0.2	-	-	<0.2	<0.2
Sélénium	µg/l	10	1.1	0.9	1	1.2	<1	1.3	<2	<2	1.4	<1
Zinc	µg/l	200	2	8.7	21.9	5.4	5	9.5	8.9	10.7	3	<1.3

Tableau V.15: Teneurs en métaux lourds des eaux souterraines des aquifères des calcaires du Carbonifères et du Frasnien (Source : RW-DGRNE, S.W.D.E.).

V.5. ETAT DES MASSES D'EAU

Le texte qui suit est un résumé non exhaustif du chapitre "Etat des lieux en 2008 des masses d'eau souterraine" du document "ETAT DES NAPPES D'EAU SOUTERRAINE DE LA WALLONIE" du site <http://environnement.wallonie.be/> publié par la Direction de l'Etat environnemental et la Direction des eaux souterraines du ministère de la Région wallonne.

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

En ce qui concerne le bon état chimique, la composition de l'eau souterraine mesurée aux différents points du réseau principal de surveillance, doit être telle que les concentrations de polluants respectent les normes de qualité et les valeurs seuils inscrites à l'annexe XIV du Code de l'eau (**Tableau V.16**) :

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

Tableau V.16 : Valeurs seuils des paramètres chimiques intervenant dans la dégradation des masses d'eau souterraines (<http://environnement.wallonie.be/>).

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

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

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

- **L'industrie** (toutes catégories d'entreprises), dont les pressions sont considérées comme ponctuelles, et qui provoquent des altérations en macro-polluants, des risques d'introduction de micro-polluants (métaux, composés organiques) et des risques quantitatifs (industrie extractive) ;
- La force motrice dite **collective** réunit les ménages et les services liés à la population au sens large (approvisionnement en eau, assainissement, transports, urbanisation, espaces verts...) ; l'approvisionnement en eau peut provoquer des risques quantitatifs ; les autres secteurs cités peuvent émettre des macro-polluants et des pesticides de manière considérée comme diffuse.
- Enfin, les sites contaminés, anciennes décharges et autres sites à réhabiliter sont réunis dans la force motrice dite **historique** ; il s'agit de sources de micropolluants vers les eaux souterraines, dont la propagation éventuelle est à contrôler.

L'impact chimique de l'agriculture demeure clairement la grande problématique pour les eaux souterraines en Wallonie ; toutefois aucune force motrice n'est à négliger. La **Figure V.47** indique l'état des masses d'eau en fonction des causes de leur dégradation. En 2008, seulement 45 % des masses d'eau souterraines de Wallonie ont été jugées en bon état et sans risque de détérioration. Les plans de gestion de la directive cadre eau visent à amener cette proportion à 70% d'ici 2015.

Les masses d'eau concernées par la carte Biesme - Mettet (RWM012 et RWM021) sont en bon état général avec soit des risques qualitatifs, soit des risques qualitatifs et quantitatifs. Les causes des dégradations sont principalement l'agriculture et les industries et dans une moindre mesure, collective et historique.

Etat des lieux en 2008 des masses d'eau souterraine

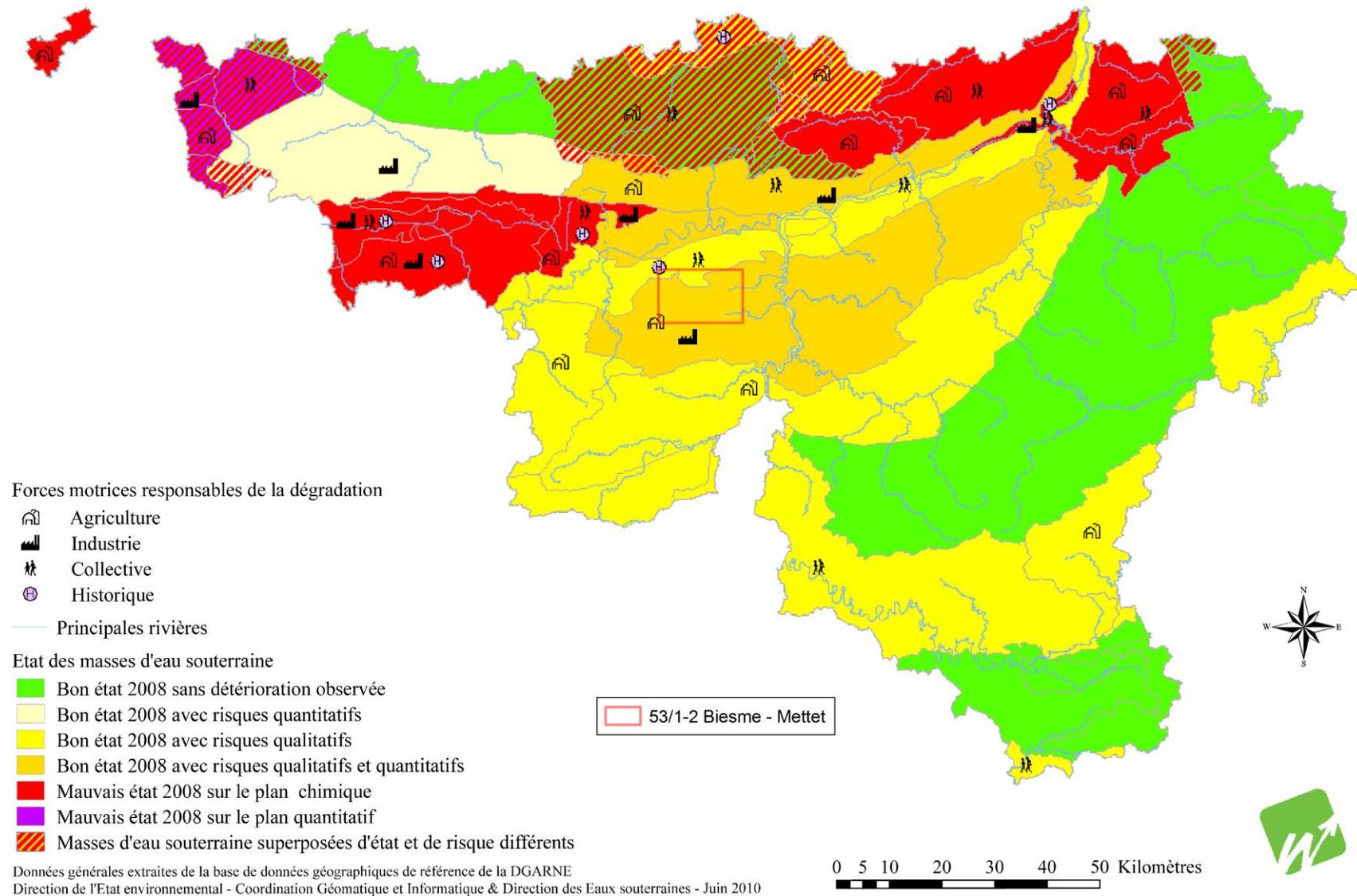


Figure V.47 : Etat des masses d'eau pour l'année 2008 et causes de leur dégradations (Etat des nappes d'eau, juin 2010, <http://environnement.wallonie.be>).

VI. EXPLOITATION DES AQUIFÈRES

La planche de Biesme - Mettet compte 155 ouvrages dont 58 appartiennent à des sociétés de distribution d'eau publique. Le **Tableau VI.1** résume la répartition des ouvrages entre les différentes nappes.

Nappe exploitée	Nombre d'ouvrage
Aquifère des calcaires du Carbonifère	57
Aquifère des grès du Famennien	34
Aquifère des calcaires du Frasnien	16
Aquitard à niveaux aquifères du Dévonien inférieur	11
Aquifère des calcaires du Givetien	8
Aquifère à niveaux aquicludes du Dévonien inférieur	6
Aquifère des sables de remplissage	5
Aquifère-Aquitard-Aquiclude de l'Hastarien	5
Aquiclude du Famennien-Frasnien	4
Aquifère alluvial	2
Aquitard du Famennien	2
Aquitard de l'Eifelien	2
Aquifère des sables du Paléocène	1
Aquiclude du Frasnien	1
Aquiclude du socle cambro-silurien	1

Tableau VI.1 Distribution des ouvrages entre les différentes nappes de la carte Biesme - Mettet.

Les prises d'eau en activité (**Figure VI.1**) sur la planchette Biesme - Mettet concernent principalement des agriculteurs et des sociétés de distribution, dans une moindre mesure des privés (particuliers ou autres sociétés privées) et minoritairement des industries.

Les données présentées dans ce chapitre sont extraites de la base de données de la Région Wallonne. Malheureusement, l'encodage des volumes d'eau prélevés n'est pas complet. Ceci concerne principalement les petits exploitants et donc les petits volumes (< 3000 m³/an). Les puits des particuliers et des agriculteurs ne sont pas tous pourvus d'un compteur.

Les volumes destinés à la distribution publique d'eau sont ceux de l'année 2009. Pour les autres volumes (industries, agriculteurs, particuliers), il s'agit de l'année 2005.

L'exploitation d'une prise d'eau souterraine est soumise à de nombreux aléas et donc peut être variable. Les contraintes techniques de l'ouvrage, l'activité économique liée à ce captage, l'évolution des conditions hydrogéologiques de la nappe sollicitée et les éventuelles

pollutions, peuvent limiter les capacités de production. La présentation des volumes moyens prélevés sur la *Carte des volumes*, correspond à la moyenne des cinq dernières années (2005-2009) encodées par l'administration (basés sur les déclarations des titulaires de prise d'eau). Ils illustrent de manière plus réaliste l'exploitation des eaux souterraines sur la carte étudiée. Ces valeurs moyennes ne sont pas représentatives du potentiel d'exploitation ni de l'exploitation réelle des nappes mais reflètent l'importance d'un site d'exploitation pendant les cinq années considérées. Parmi ces dernières, il se peut que certaines d'entre elles soient des années sans prélèvement.

A l'échelle de la Wallonie, la nappe la plus exploitée sur la carte de Biesme – Mettet, celle des calcaires du Carbonifère, fait partie de la masse des calcaires carbonifères du Synclinorium de Dinant (Aq02, [Figure VI.3](#)). Cette ensemble calcaire fait partie des 3 masses calcaires fournissant à elles seules environ la moitié des volumes prélevés en eau souterraine ([Figure VI.2](#)) avec les calcaires du bord Nord du Synclinorium de Namur (Aq01) et les calcaires du Tournaisis (Aq06).

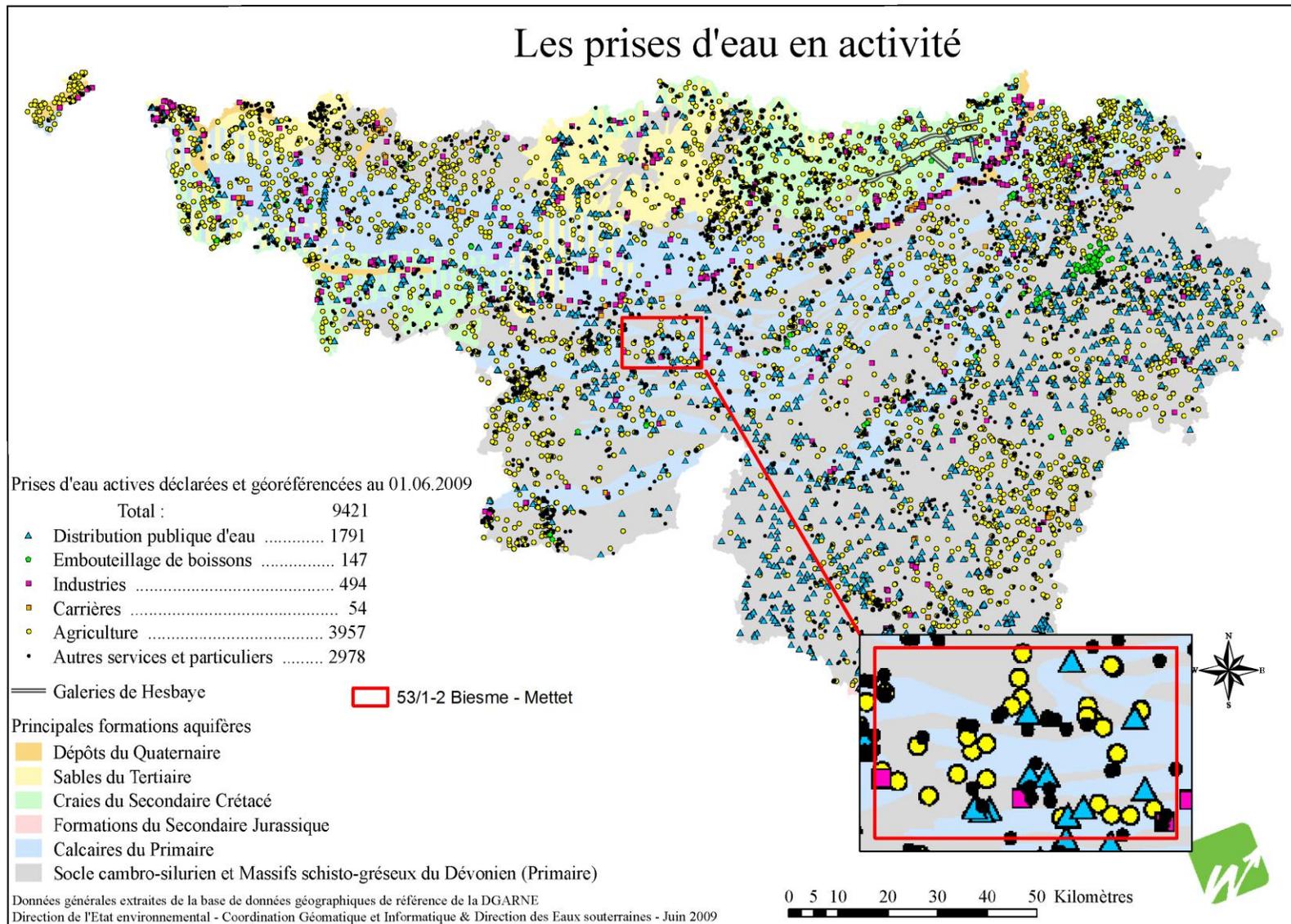


Figure VI.1 : Prises d'eau en activité en Région wallonne et localisation de la planchette Biesme - Mettet (<http://environnement.wallonie.be/>)

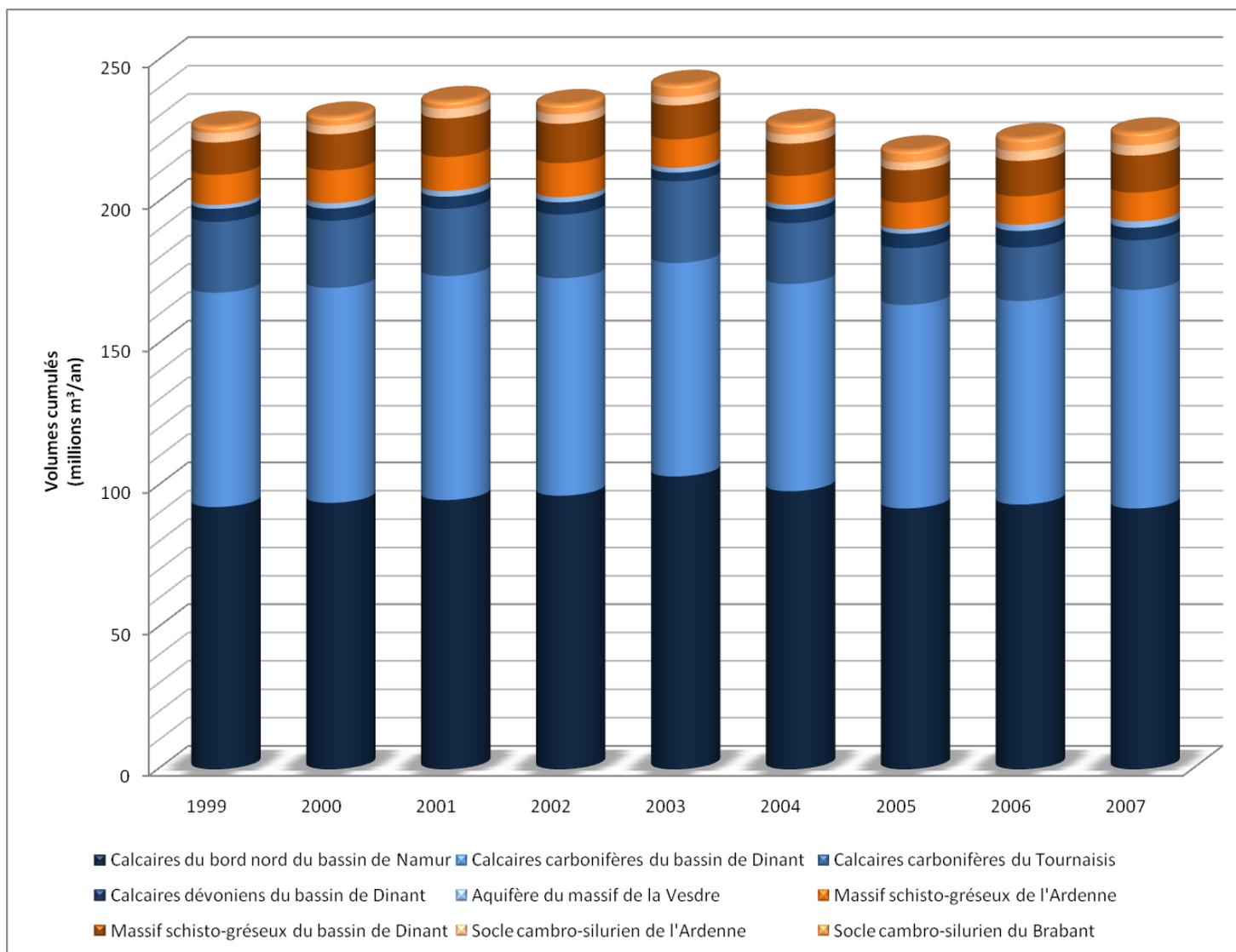


Figure VI.2 : Volumes cumulés prélevés depuis 1999 jusque 2007 dans les Calcaires du Primaire et dans les massifs schisto-gréseux du Primaire (d'après les données reprises du [Tableau VI.3, p.182](#)).

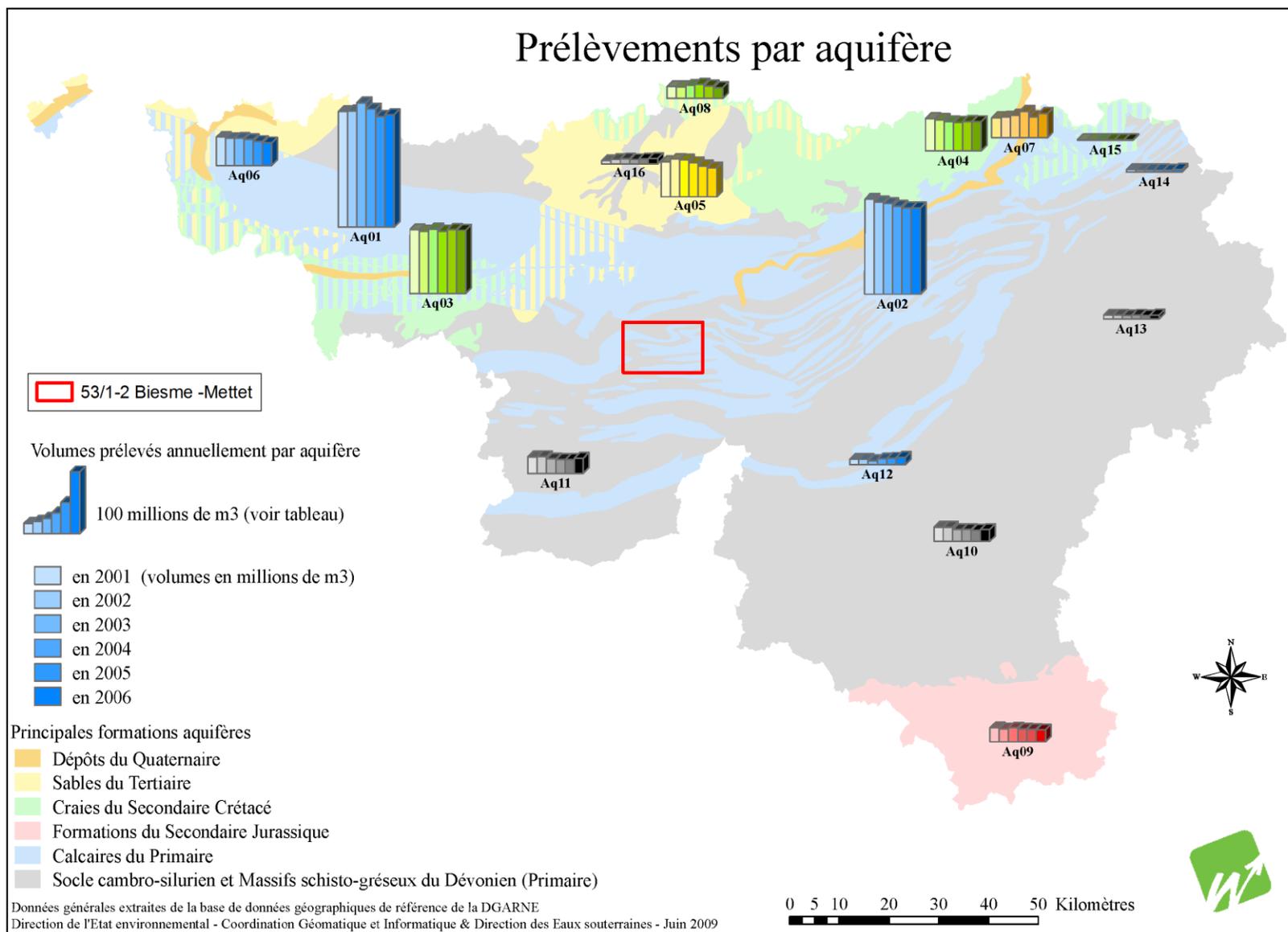


Figure VI.3 : Prélèvement par aquifère en Région wallonne et localisation de la planchette Biesme - Mettet (<http://environnement.wallonie.be/>).

VI.1. VOLUMES PRÉLEVÉS POUR LA DISTRIBUTION PUBLIQUE

La planche Biesme-Mettet est parsemée de captages qui alimentent en eaux les diverses communes de la carte ainsi que la banlieue de Charleroi et la vallée de la Sambre. Plusieurs nappes sont exploitées et fournissent de fortes quantités d'eau.

Trois sociétés de distribution d'eau se partagent les captages sur la carte Biesme-Mettet. Il s'agit de la S.W.D.E., de l'A.I.E.M. et de l'I.N.A.S.E.P. La plupart sont concentrés dans les grands massifs calcaires des synclinaux carbonifères. Quelques ouvrages exploitent encore les calcaires du Frasnien et les grès du Dévonien.

Le **Tableau VI.2** ci-dessous reprend la liste des captages qui font ou ont fait l'objet d'une exploitation sur la carte Biesme - Mettet. Les volumes prélevés par les exploitants peuvent varier fortement d'une année à l'autre (allant d'un arrêt temporaire à une exploitation intense du captage). Les chiffres repris ci-dessous reprennent les données disponibles les plus récentes pour les prises d'eau.

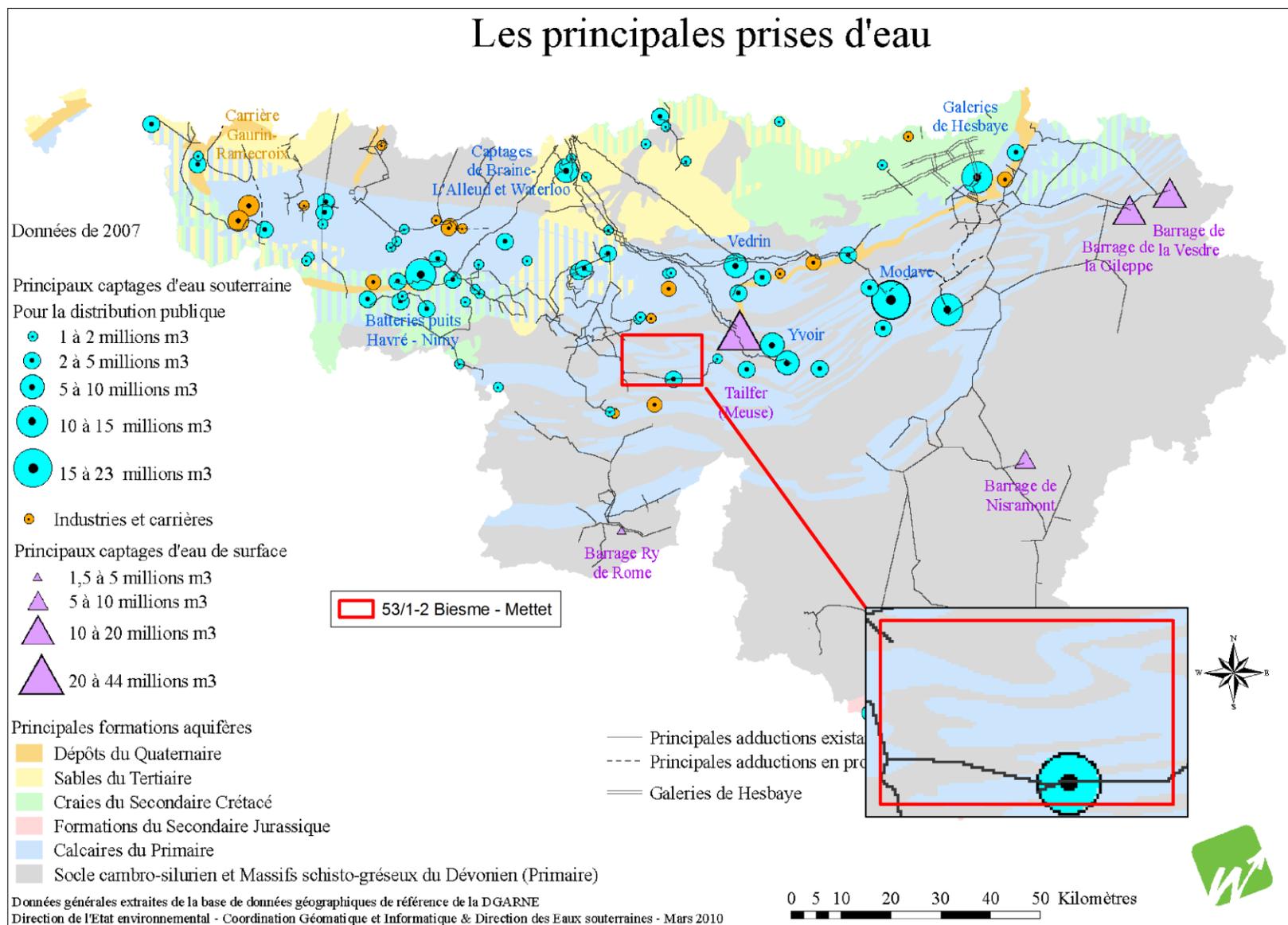


Figure VI.4 : Principales prises d'eau en Région wallonne et localisation de la planchette Biesme - Mettet (<http://environnement.wallonie.be/>).

Nom de l'ouvrage	Coord. Lambert x (m)	Coord. Lambert y (m)	Type de puits	Prof. (m)	Exploitant	Aquifère	Volume pompé (m³/an)	Remarque
Bois des chanoines	169740	117250	Puits sur galerie par gravité		A.I.E.M.	Aquitard à niveaux aquifères du Dévonien inférieur	-	Hors service
Campagne de Devant les Bois	170176	114832	Puits foré	139.8	A.I.E.M.	Aquifères à niveaux aquicludes du Dévonien inférieur	58 708 (2005)	
Maka p1	165180	116470	Puits foré		S.W.D.E.		-	Hors service
Bois communal	164440	114900	Puits foré		S.W.D.E.	Aquiclude du Famennien-Frasnien	-	Hors service
<i>Grand-Etang</i>	172455	117535	Puits sur galerie par gravité	12	I.N.A.S.E.P.	Aquifères des calcaires du Frasnien	316 176 (2006)	
Hameau de Fraire "puits"	171192	110112	Puits foré		A.I.E.M.	Aquifères des grès du Famennien	-	Hors service depuis 2005
Hameau de Fraire "source"	171419	110200	Source		A.I.E.M.		-	Hors service depuis 2005
<i>Captage de Bonsin</i>	176325	110075	Source		A.I.E.M.	Aquifères des calcaires du Carbonifère	492 755 (2009)	
<i>Oret captage/rue a l'eau</i>	167723	109656	Source		A.I.E.M./I.N.A.S.E.P.		33 910 (2009)	
<i>Rabooz</i>	170275	111538	Source		A.I.E.M.		265 938 (2009)	
<i>Saint Laurent</i>	175835	114567	Source		A.I.E.M.		118 377 (2009)	
Pompage de Oret	166016	113174	Source	3	I.N.A.S.E.P.		113 951 (2005)	
<i>Fallon p3</i>	168095	109770	Puits foré	25	S.W.D.E.		348 200 (2009)	
<i>Sauvegarde P2</i>	167365	109942	Puits foré	25.6	S.W.D.E.		-	Hors service
<i>Bastin p1</i>	167355	109805	Puits foré	30	S.W.D.E.		202 950 (2009)	
Biesmerée-Est p1	173090	109822	Puits foré	46	S.W.D.E.		-	Hors service
Biesmerée-Est p2	173195	109820	Puits foré	50.07	S.W.D.E.		-	Hors service
<i>Biesmerée-Est p3</i>	173087	109824	Puits foré	40	S.W.D.E.		302 802 (2009)	Prise d'eau en réserve
<i>Lepoivre exhaure</i>	172274	109385	Source		S.W.D.E.		409 390 (2009)	
Lepoivre P1	172275	109355	Puits foré	44	S.W.D.E.		-	Hors service
<i>Lepoivre P2</i>	172304	109352	Puits foré	44	S.W.D.E.		1 389 597 (2009)	
Lepoivre P3	172289	109357	Puits foré	44	S.W.D.E.		-	Hors service
<i>Lepoivre P4</i>	172305	109359	Puits foré	37.5	S.W.D.E.	1 015 (2009)	Prise d'eau en réserve	
<i>Lepoivre P5</i>	172285	109379	Puits foré	27	S.W.D.E.	639 210 (2009)		
<i>Stave G1</i>	172172	108183	Puits sur galerie par gravité		S.W.D.E.	794 544 (2009)		

Tableau VI.2 : Liste des captages de la carte Biesme – Mettet (Source : RW-DGRNE, S.W.D.E., A.I.E.M., I.N.A.S.E.P.).

VI.1.6. Aquifère des calcaires du Carbonifère

Chaque année, environ 75 millions de m³ d'eau sont prélevés dans les calcaires carbonifères du Synclinorium de Dinant sur l'ensemble de la Wallonie (Tableau VI.3). Les captages de la carrière Lepoivre produisent un volume compris entre 2 et 5 millions de m³ par an (Figure VI.4).

Formation aquifère principale	Code	Aquifère	Volume prélevés (millions m ³)								
			1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Calcaires du Primaire	Aq01	Calcaires du bord nord du bassin de Namur	92,5	94	95	96,5	103	98,1	92	93,4	92
	Aq02	Calcaires carbonifères du bassin de Dinant	75,6	75,8	79	76,7	75,3	73,1	71,8	71,8	77,1
	Aq06	Calcaires carbonifères du Tournaisis	25	23,7	23,7	22,5	28,8	21,5	20	18,8	17,5
	Aq12	Calcaires dévoniens du bassin de Dinant	4,6	4,3	4,3	4,3	3,1	4,8	5,1	5,9	4,4
	Aq14	Aquifère du massif de la Vesdre	1,4	1,9	2	1,8	1,7	1,7	1,6	2,2	2,3
Massif schisto-gréseux du Primaire	Aq10	Massif schisto-gréseux de l'Ardenne	10,6	11,6	12	12	10	10,1	9,4	10	10,1
	Aq11	Massif schisto-gréseux du bassin de Dinant	11,4	12,7	13,6	13,9	12	11,4	11,4	12,5	13,1
	Aq13	Socle cambro-silurien de l'Ardenne	3,3	3	3,4	3,3	2,9	3,2	2,8	3,4	3,6
	Aq16	Socle cambro-silurien du Brabant	2,5	3,2	2,7	3,6	4,3	3,7	4,2	4,6	4,5

Tableau VI.3 : Prélèvements annuels (1999 - 2007) dans les principaux aquifères de Wallonie (<http://environnement.wallonie.be/>).

Les synclinaux calcaires constituent les aquifères les plus exploités sur la carte Biesme-Mettet. La S.W.D.E. possède plusieurs captages à Oret, à Biesmerée et à Stave. Le synclinal de Biesmerée est de loin le plus sollicité avec les captages implantés à Oret, à Biesmerée et à Maredret. Il présente une grande vulnérabilité face aux pollutions en provenance de la surface.

Ces captages exploitent les nappes de fissures des calcaires carbonifères offrant une bonne perméabilité et de grandes ressources en eau souterraine. Les tests de pompage réalisés sur les différents sites (voir chapitre VII.1) montrent en effet des conductivités hydrauliques importantes, de l'ordre de 10⁻² à 10⁻³ m/s.

Dans le cas de ces prises d'eau, la vulnérabilité est accentuée par la proximité du ruisseau de Stave, leur position en environnement agricole, la présence de circulations karstiques et, pour les captages de la carrière Lepoivre, leur situation dans une ancienne exploitation.

Aux alentours de Biesmerée, la S.W.D.E. exploite 5 ouvrages (Figure VI.5). Le puits *Biesmerée-EST P3* fonctionne de manière intermittente à 50 m³/h et présente un phénomène d'artésianisme. Au sud de Biesmerée, deux captages implantés dans les remblais rehaussés de la carrière Lepoivre fournissent des débits de l'ordre de 165 m³/h (*Lepoivre P2*) et de 80 m³/h (*Lepoivre P5*). *Lepoivre exhauve* assure de manière intermittente l'exhaure de la carrière ; l'eau de ce puits n'est pas distribuée mais mise à la disposition des fermiers de la région. Les puits de la carrière Lepoivre et le puits *Biesmerée-EST P3* fournissent au total près de 1 860 000 m³ d'eau par an. La galerie *Stave G1*, plus au sud, fournit environ 1 000 000 m³ d'eau par an.

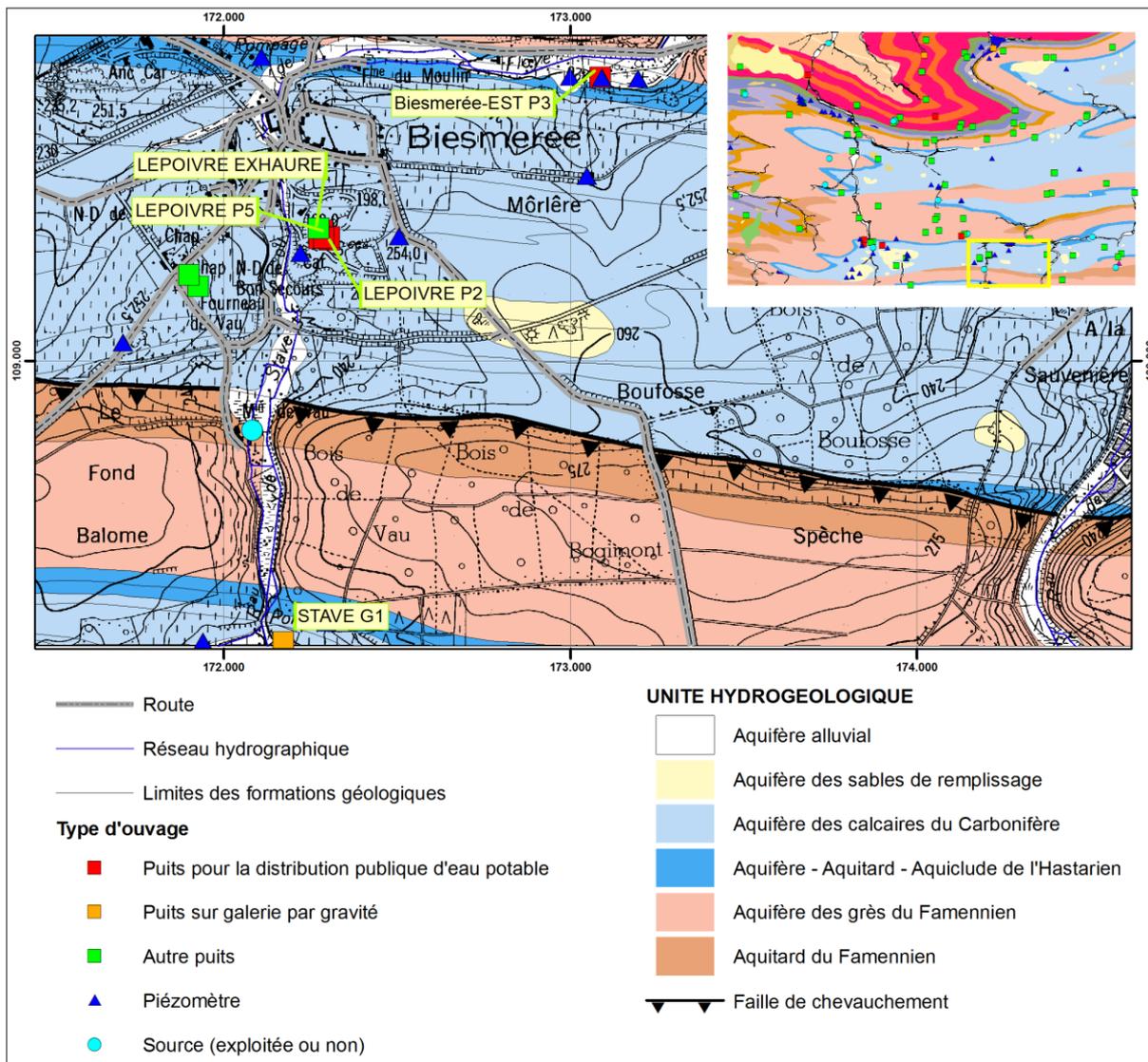


Figure VI.5 : Localisation des ouvrages *Lepoivre Exhaure*, *P5*, *P2*, *Biesmerée-EST P3* et *Stave G1*.

Les prises d'eau d'Oret sont constituées de trois puits (*Bastin P1*, *Sauvegarde P2* et *Fallon P3*) sollicitant la nappe libre des calcaires carbonifères du synclinal de Biesmerée (Figure VI.6). Les puits *Bastin P1* et *Fallon P3*, encore en service, fournissent des débits de l'ordre de 180 000 à 230 000 m³/an. De nombreuses fractures sont présentes dans le massif calcaire et correspondent généralement à des vallées sèches pouvant constituer des axes préférentiels pour l'écoulement des eaux souterraines. La vulnérabilité du site réside dans la proximité des zones agricoles (contaminations par les nitrates et les produits phytosanitaires épandus), la proximité des zones d'habitation (contamination par les eaux usées domestiques) et les circulations karstiques dans les calcaires dinantiens. La nappe s'écoule de manière concentrique vers le village d'Oret (cote + 228 m). Des essais de pompage réalisés dans les puits de reconnaissance et les piézomètres du site ont donné des perméabilités variables comprises entre 3 10⁻⁵ et 1 10⁻³ m/s.

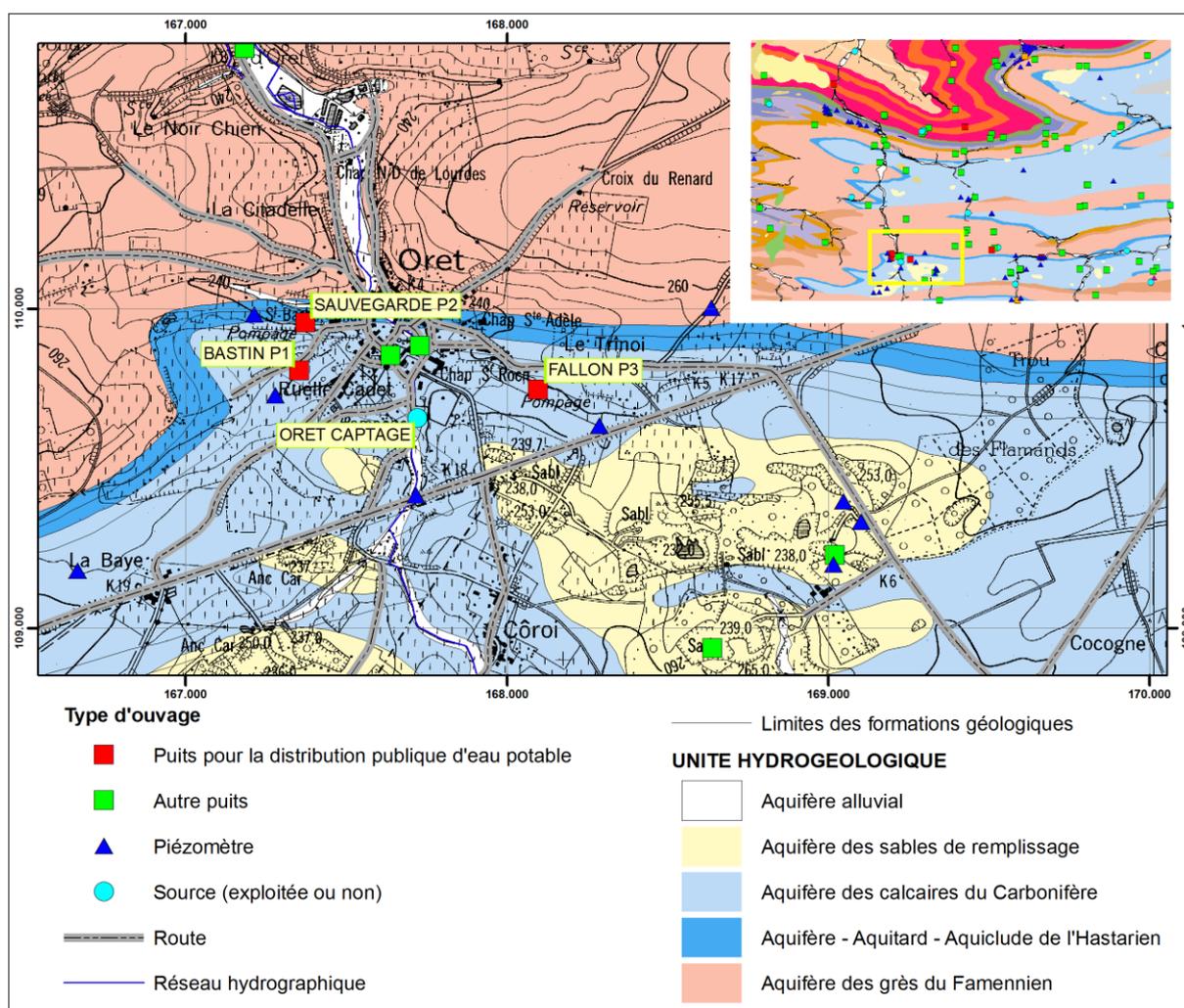


Figure VI.6 : Localisation des ouvrages *Bastin P1*, *Sauvegarde P2*, *Fallon P3* et *Oret Captage*.

L'A.I.E.M. exploite trois sources situées aux environs de Mettet (source *Rabooz*), d'Oret (*Oret Captage*), de Maredret (source *Bonsin*) et de Saint-Gérard (source *Saint Laurent*). La source *Oret Captage* est également exploitée par l'I.N.A.S.E.P.

La source *Oret Captage* est située à proximité des ouvrages de la S.W.D.E. à Oret, dans l'Anticlinal de Gerpennes (Figure VI.6). Elle consiste en un réservoir de trois mètres de profondeur et comprend trois pompes : 1 pour l'A.I.E.M. et 2 pour l'I.N.A.S.E.P. (captage "Rue à l'eau"). Elle fournit des volumes de l'ordre de 30 000 à 40 000 m³/an pour l'A.I.E.M.

La source *Rabooz* (Figure VI.7) est une émergence située sur la "bordure" nord du Synclinal calcaire de Denée. Elle fournit environ 250 000 à 350 000 m³/an. Il s'agit d'un bel exemple de seuil hydrogéologique avec la formation aquifère calcaire à l'amont et, à l'aval, les formations gréseuses de plus faible conductivité hydraulique.

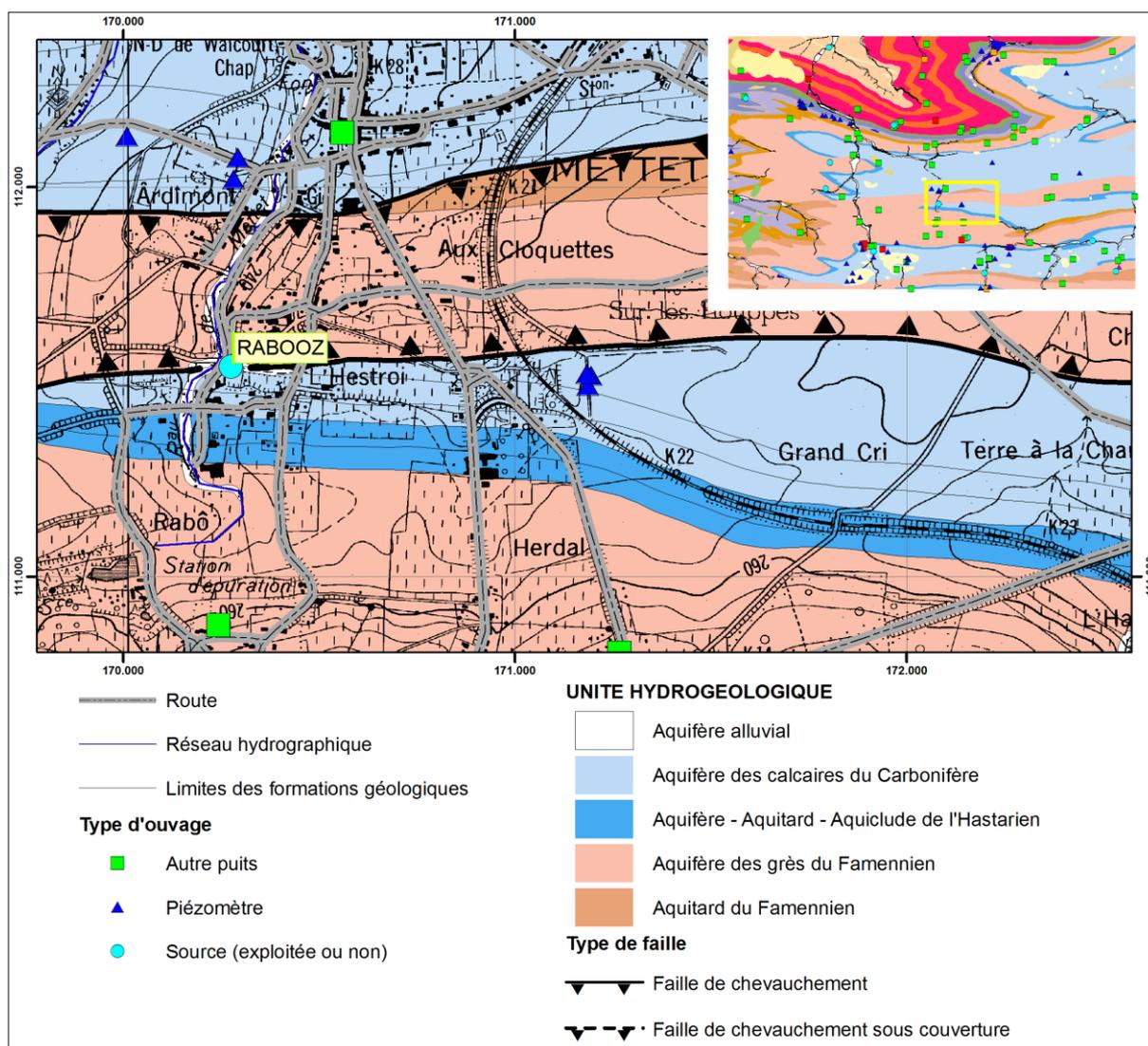


Figure VI.7 : Localisation de la source Rabooz.

La source *Saint Laurent* (Figure VI.8) est une exurgences située dans la pointe calcaire de l'anticlinal de Puagne-Saint-Gérard. Elle fournit environ 150 000 à 180 000 m³/an.

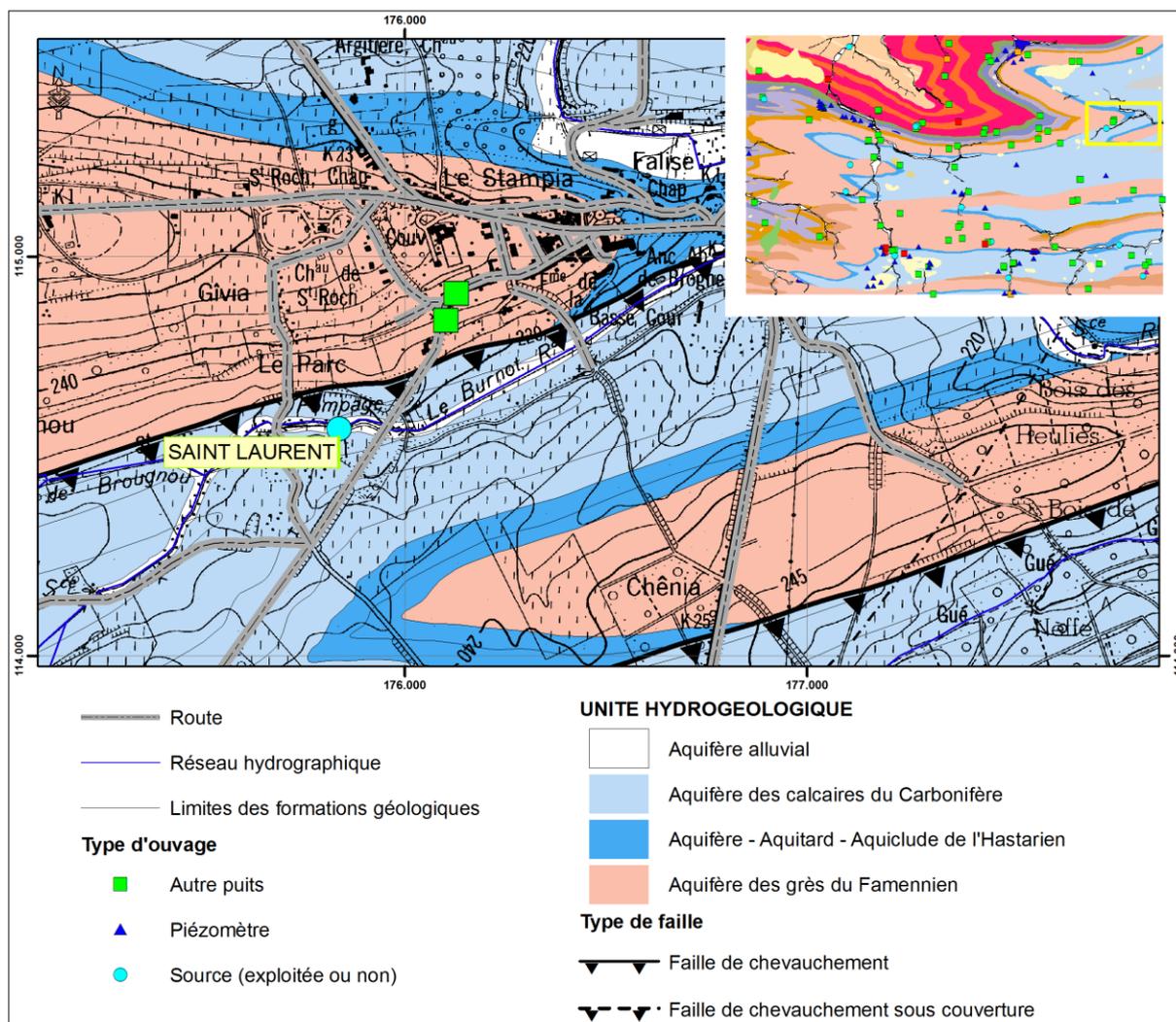


Figure VI.8 : Localisation de la source Saint Laurent.

La source *Captage de Bonsin* (Figure VI.9), située dans les calcaires viséens du synclinal de d'Oret-Maredret, fournit des débits de l'ordre de 380 000 à 580 000 m³/an.

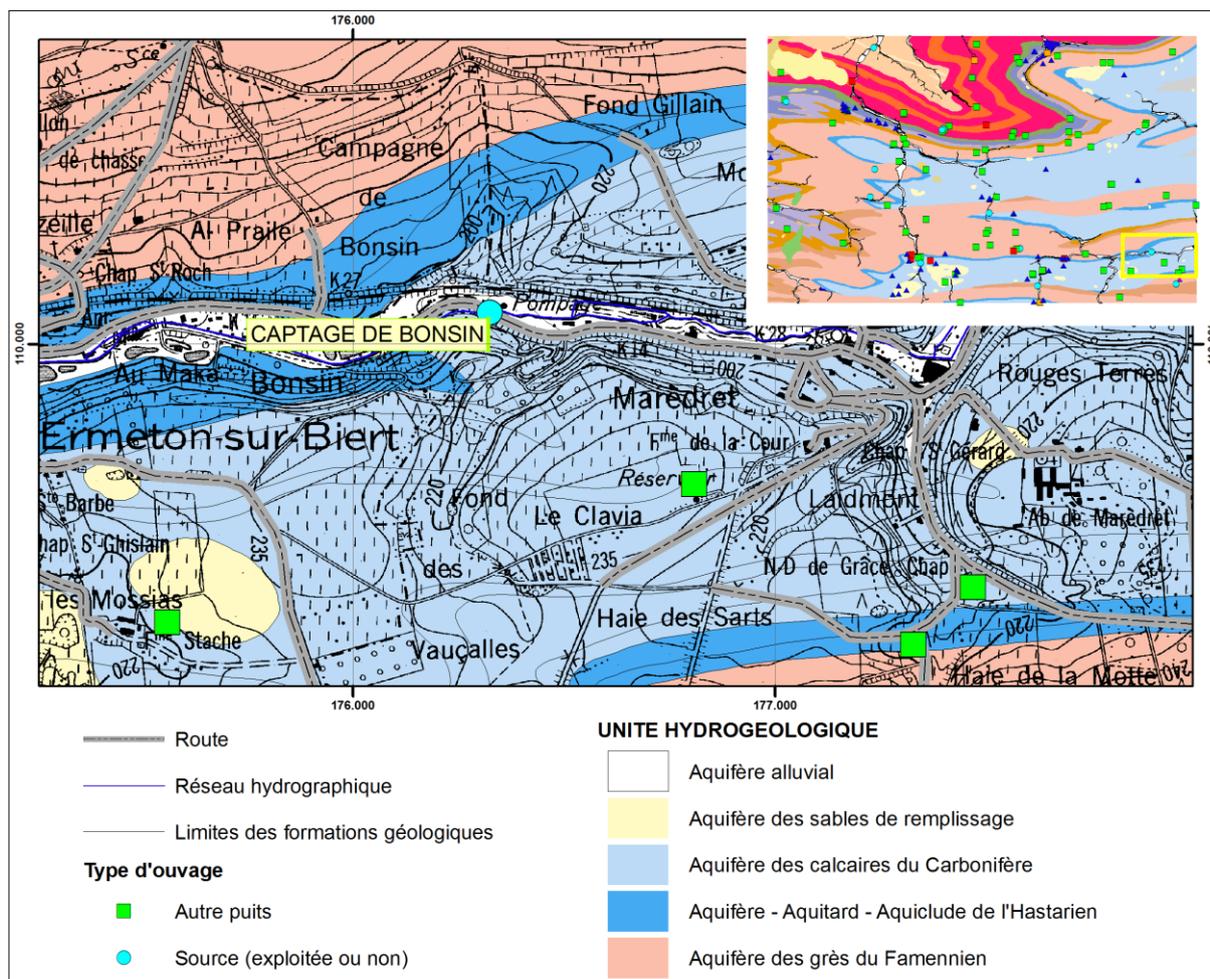


Figure VI.9 : Localisation de la source Captage de Bonsin.

Les sources présentent également des vulnérabilités accrues en fonction de leur proximité avec des zones agricoles et habitées.

VI.1.7. Aquifère des calcaires du Frasnien

L'I.N.A.S.E.P. exploite les sources qui jaillissent au fond du lac de Bambois. L'ouvrage consiste en une galerie drainante ("*Grand-Etang*", [Figure VI.10](#)) située à 12 m de profondeur sous le fond du lac. Elle fournit des débits d'exploitation de 60 à 80 m³/h. Annuellement, les volumes se chiffrent entre 300 000 et 400 000 m³/an. L'alimentation du captage se fait à travers la Formation de Lustin.

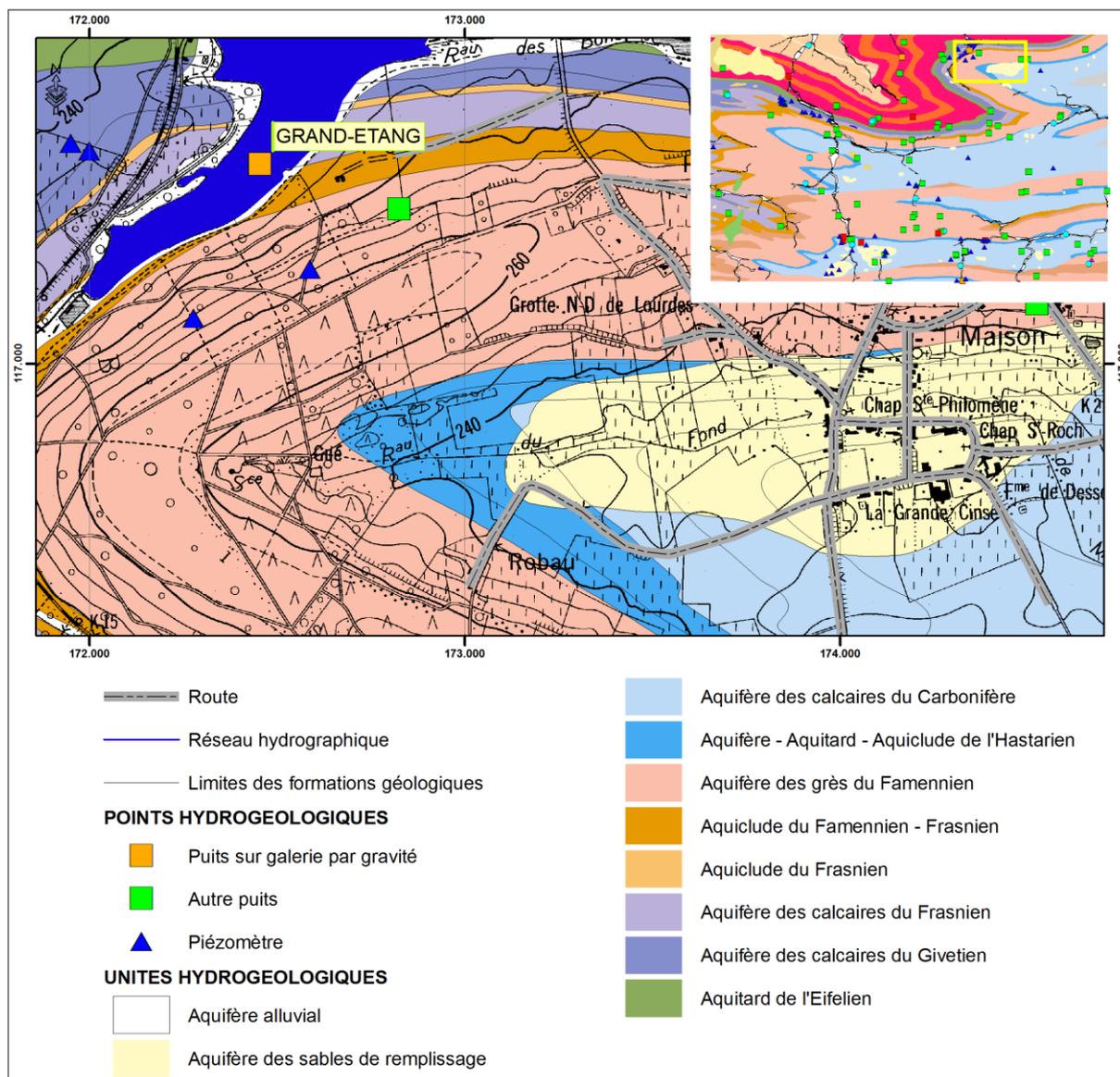


Figure VI.10 : Localisation de l'ouvrage *Grand-Etang*.

VI.1.8. Aquifère à niveaux aquicludes du Dévonien inférieur

Un seul captage encore en activité exploite la nappe des fissures des grès du Dévonien inférieur, il s'agit du puits *Campagne de Devant les Bois* de l'A.I.E.M., foré à proximité du Hameau Devant-les-Bois (Figure VI.11). Il fournit des volumes de 30 000 à 80 000 m³/an. Les eaux captées montrent des concentrations en nitrates entre 15 et 30 mg/l, témoins d'une connexion entre la nappe des fissures et la surface. La vulnérabilité du captage est accrue par sa situation à proximité d'exploitations agricoles.

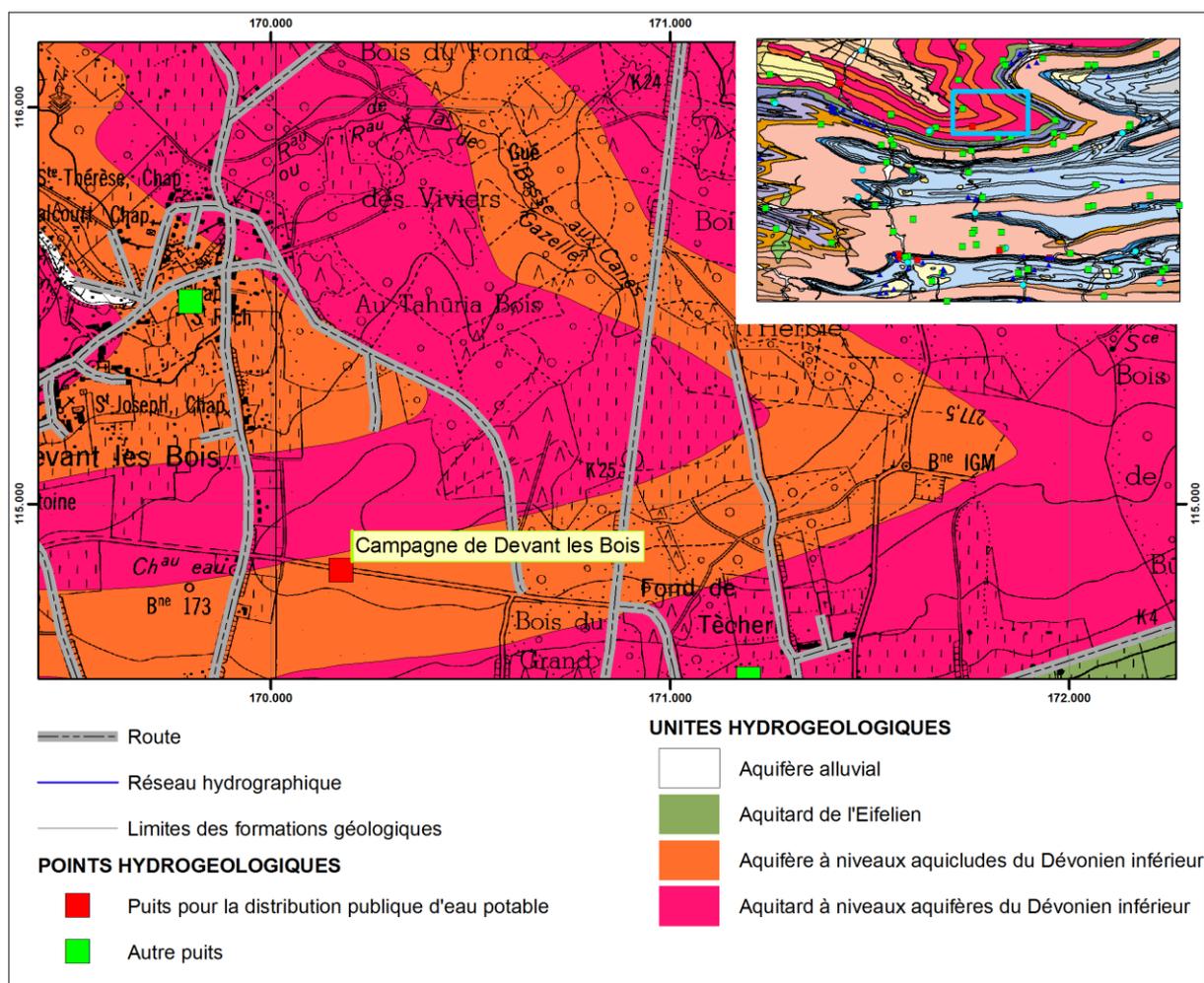


Figure VI.11 : Localisation de l'ouvrage Hameau Devant les Bois.

VI.1.9. Aquifère des grès du Famennien

L'A.I.E.M. exploitait anciennement un puits et une source au lieu-dit Fraire au nord-est de Biesmerée (Figure VI.12). Ils fournissaient des volumes de l'ordre de 20 000 à 30 000 m³/an.

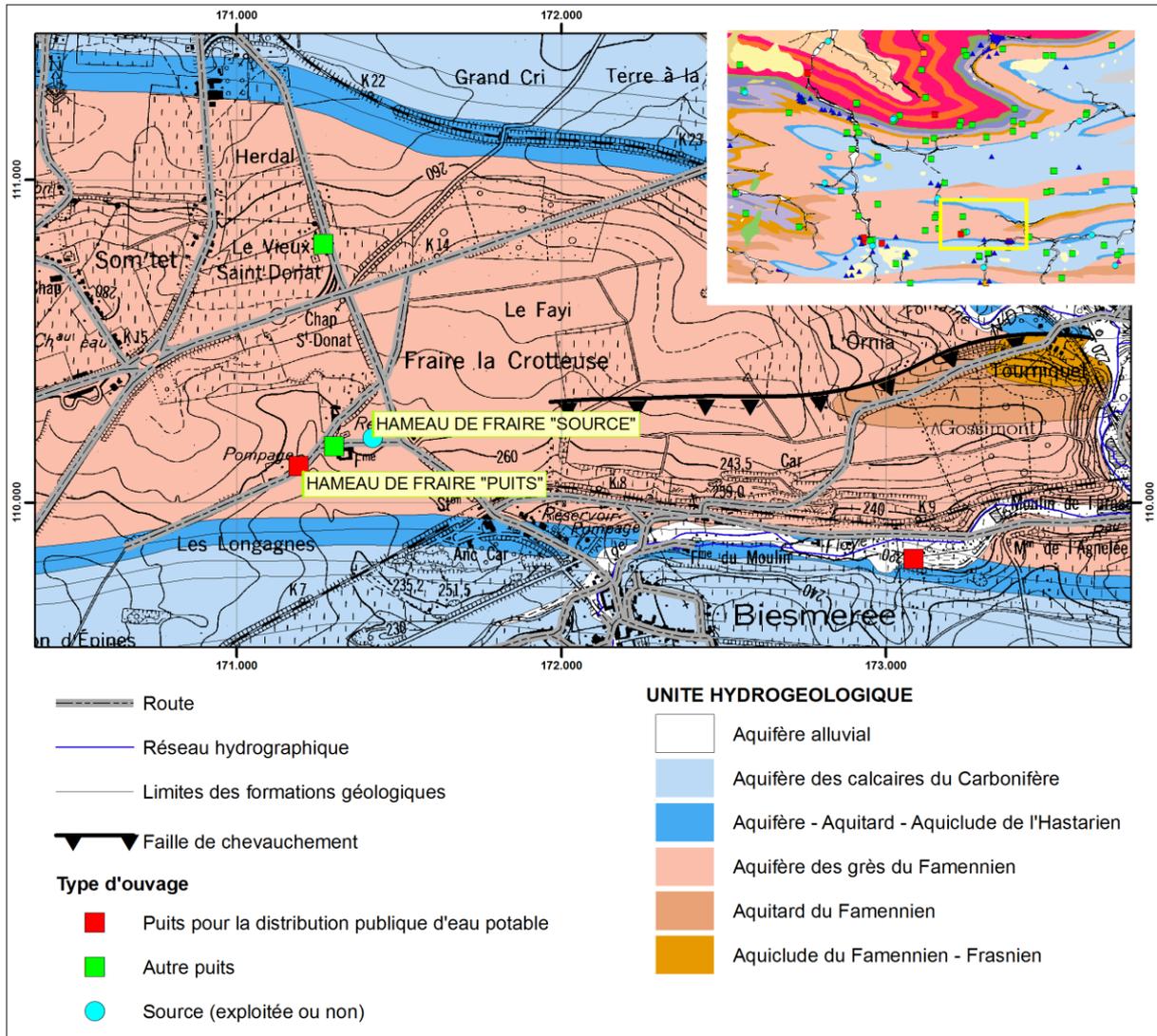


Figure VI.12 : Localisation des ouvrages *Hameau de Fraire* source et puits.

L'I.N.A.S.E.P. exploite 100 000 à 180 000 m³ d'eau via une source située au sud-ouest de Biesme (*Pompage de Oret*, **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**) dans la commune de Gerpinnes.

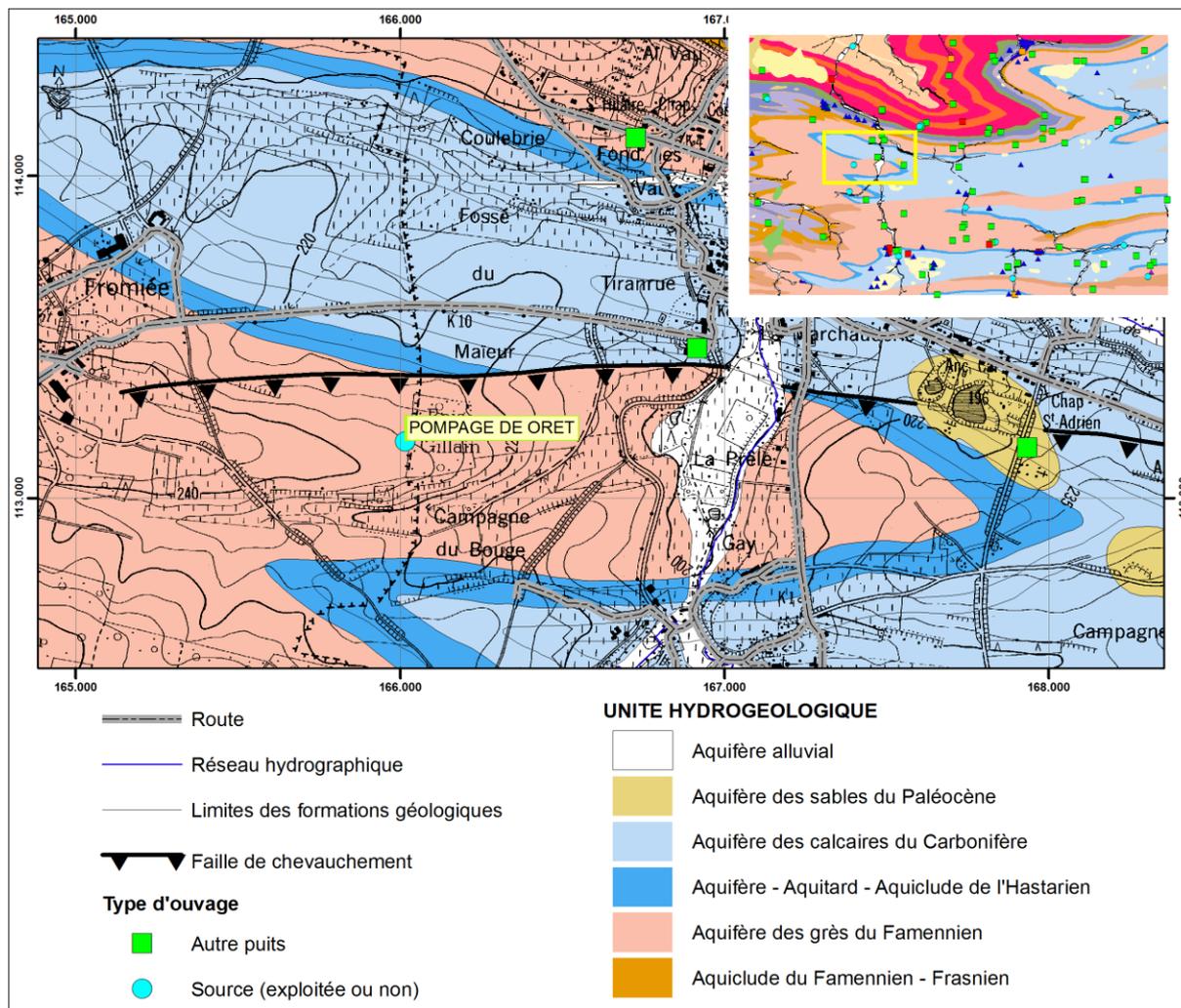


Figure VI.13 : Localisation de la source *Pompage de Oret*.

VII. PARAMÈTRES D'ÉCOULEMENT ET DE TRANSPORT

VII.1. PARAMÈTRES D'ÉCOULEMENT

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

Les données disponibles pour la carte Biesme - Mettet sont très nombreuses. Elles concernent à la fois les piézomètres et les puits de reconnaissance réalisés dans le cadre des projets de délimitation des zones de prévention autour des captages des sociétés de distribution d'eau mais également les puits testés dans le cadre d'études à caractère environnemental.

Le **Tableau VII.1** ci-dessous constitue une synthèse des valeurs des conductivités hydrauliques mesurées au droit de quelques ouvrages de la région de Biesme - Mettet. Les ouvrages ayant fait l'objet de test(s) de pompage sont localisés sur les **Figure VII.1** à **Figure VII.6**.

Les perméabilités mesurées dans les calcaires du Frasnien varient de l'ordre de 10^{-7} à 10^{-4} m/s et de 10^{-6} à 10^{-3} m/s dans les calcaires du Carbonifère. D'une manière générale, les perméabilités augmentent au droit des axes de fracturation, des zones karstifiées et altérées. Les valeurs obtenues pour les grès du Famennien sont un peu plus faibles que pour les calcaires : les perméabilités varient de $8 \cdot 10^{-6}$ à $1 \cdot 10^{-5}$ m/s pour les grès non ou peu fracturés et entre $3 \cdot 10^{-5}$ et $6 \cdot 10^{-5}$ pour les grès fracturés.

Deux valeurs de transmissivité existent pour des puits forés dans les calcaires du Givetien. Elles sont de l'ordre de ~ 3 à $4 \cdot 10^{-3}$ m²/s pour des calcaires sains et de $\sim 3 \cdot 10^{-5}$ m²/s pour des calcaires fissurés avec remplissage argileux.

OUVRAGE	Aquifère	Transmissivité (m ² /s)	Perméabilité (m/s)
SPAQUE BIESME PZ1	Calcaires frasniens fissurés (remplissage argileux)	2.7 10 ⁻³ – 6.5 10 ⁻³	2.7 10 ⁻⁴ – 6.5 10 ⁻⁴
SPAQUE BIESME PZ2	Calcaires et calcschistes frasniens	2.8 10 ⁻⁶ - 3.8 10 ⁻⁶	
SPAQUE BIESME PZ4	Calcaires givetiens fissurés (fort remplissage argileux)	3.3 10 ⁻⁵	
SPAQUE BIESME PZ5	Calcaires frasniens fissurés (remplissage argileux)	1.6 10 ⁻³ – 3.9 10 ⁻³	
MARMOR FG1	Calcaires frasniens fracturés	2 10 ⁻² – 2.2 10 ⁻²	7.3 10 ⁻⁵ – 8.05 10 ⁻⁴
MARMOR FG2	Calcaires frasniens	9.1 10 ⁻⁶ – 1.27 10 ⁻⁴	2.9 10 ⁻⁵ – 4.03 10 ⁻⁴
PIEZO PZBA1	Calcaires frasniens altérés	6.9 10 ⁻⁴ – 3.4 10 ⁻³	5.3 10 ⁻⁴ – 2.6 10 ⁻⁴
PIEZO PZBA3	Grès fracturés du Famennien	9.4 10 ⁻⁴ – 1.7 10 ⁻³	3.3 10 ⁻⁵ – 6.1 10 ⁻⁵
PIEZO PZBA4	Grès du Famennien	1.9 10 ⁻⁴ – 7.4 10 ⁻⁴	8 10 ⁻⁶ – 1 10 ⁻⁵
PZ BABE	Calcaires givetiens	3.1 10 ⁻⁴ – 4.4 10 ⁻³	2.4 10 ⁻⁴ – 3.4 10 ⁻⁴
S.W.D.E. PR4 STAVESOUL	Calcaires tournaisiens fracturés	1.8 10 ⁻⁴ – 2.6 10 ⁻⁴	6.2 10 ⁻⁶ – 8.9 10 ⁻⁶
S.W.D.E. PZ5 STAVESOUL	Calcaires tournaisiens fracturés	2.3 10 ⁻⁴ – 4.7 10 ⁻³	9.6 10 ⁻⁶ – 1.96 10 ⁻⁴
S.W.D.E. PR3 ORET	Calcaires tournaisiens altérés	1.8 10 ⁻² – 4.3 10 ⁻²	5.9 10 ⁻⁴ – 1.4 10 ⁻³
S.W.D.E. PR3 LEPOIVRE	Calcaires viséens altérés	8.7 10 ⁻⁴ – 2 10 ⁻³	1.6 10 ⁻⁵ – 3.7 10 ⁻⁵
S.W.D.E. PR2 LEPOIVRE	Calcaires viséens altérés	1 10 ⁻³ – 2.8 10 ⁻³	1.8 10 ⁻⁵ – 5 10 ⁻⁵
S.W.D.E. PR3 LEPOIVRE	Calcaires viséens fracturés	1.3 10 ⁻³	2.36 10 ⁻⁵
S.W.D.E. PZ2 BIESMERÉE	Calcaires viséens karstifiés	1.4 10 ⁻³	3.2 10 ⁻⁵
S.W.D.E. PZ1 BIESMERÉE	Calcaires tournaisiens fracturés	9 10 ⁻³ – 6.3 10 ⁻²	1 10 ⁻⁴ – 24.2 10 ⁻⁴
S.W.D.E. PZ3 BIESMERÉE	Calcaires viséens sains	9.5 10 ⁻³ – 1.1 10 ⁻²	2.4 10 ⁻⁴ – 3.2 10 ⁻⁴
S.W.D.E. PR1 METTET	Calcaires tournaisiens altérés	1.2 10 ⁻³ – 1.3 10 ⁻²	3.6 10 ⁻⁴ – 9.8 10 ⁻⁴
S.W.D.E. PZ1 ORET	Calcaires tournaisiens	2.7 10 ⁻²	8.4 10 ⁻⁴
S.W.D.E. PR2 ORET	Calcaires tournaisiens	3.7 10 ⁻²	1.2 10 ⁻³
S.W.D.E. PR3 ORET	Calcaires tournaisiens fracturés	2.0 10 ⁻²	6.2 10 ⁻⁴
S.W.D.E. PR1 LEPOIVRE	Calcschistes tournaisiens fracturés	8 10 ⁻³ – 1.3 10 ⁻²	3 10 ⁻⁴ – 4.8 10 ⁻⁴
PUITS DES CLOQUETTES	Calcaire argileux carbonifère	2 10 ⁻⁴ – 1.99 10 ⁻³	
SONDAGE S6	Calcaires viséens argileux	2.09 10 ⁻⁴ – 1.37 10 ⁻³	
SONDAGE S8	Calcaires viséens	7.71 10 ⁻⁴ – 2.27 10 ⁻³	
SONDAGE S4	Calcaires viséens	7.5 10 ⁻⁴ – 5 10 ⁻³	
PUITS DE HARDIMONT	Calcaires carbonifères	2.07 10 ⁻⁴ – 3 10 ⁻³	
PUITS BOCART STÉPHANE	Calcaires carbonifères	3.7 10 ⁻⁶ – 2.3 10 ⁻⁵	
PIEZO 3 ETUDE ESM	Calcaires et dolomies carbonifères	1.6 10 ⁻⁵ – 4.1 10 ⁻⁴	4.5 10 ⁻⁶
LEPOIVRE P2	Calcaires viséens	8.1 10 ⁻⁴ – 1.77 10 ⁻²	
LEPOIVRE P4	Calcaires viséens	4.7 10 ⁻⁵ – 2.52 10 ⁻²	
LEPOIVRE P5	Calcaires viséens	5.5 10 ⁻³	1.7 10 ⁻⁴
BIESMERÉE EST P1	Calcaires et calcschistes de l'Hastarien	2.6 10 ⁻³ – 1.69 10 ⁻²	
BIESMERÉE EST P2	Calcaires et calcschistes de l'Hastarien	3.1 10 ⁻³ – 2.96 10 ⁻²	
		9.5 10 ⁻³ – 8.7 10 ⁻²	3.5 10 ⁻⁴ – 32.2 10 ⁻⁴
BIESMERÉE EST P3	Calcaires et calcschistes de l'Hastarien	1.3 10 ⁻² – 1.6 10 ⁻²	3.2 10 ⁻⁴ – 4 10 ⁻⁴
		1.1 10 ⁻³ – 1.43 10 ⁻²	3.3 10 ⁻⁵ – 9.5 10 ⁻⁴

Tableau VII.1 : Paramètres hydrodynamiques déterminés pour quelques ouvrages dans la région de Biesme - Mettet.

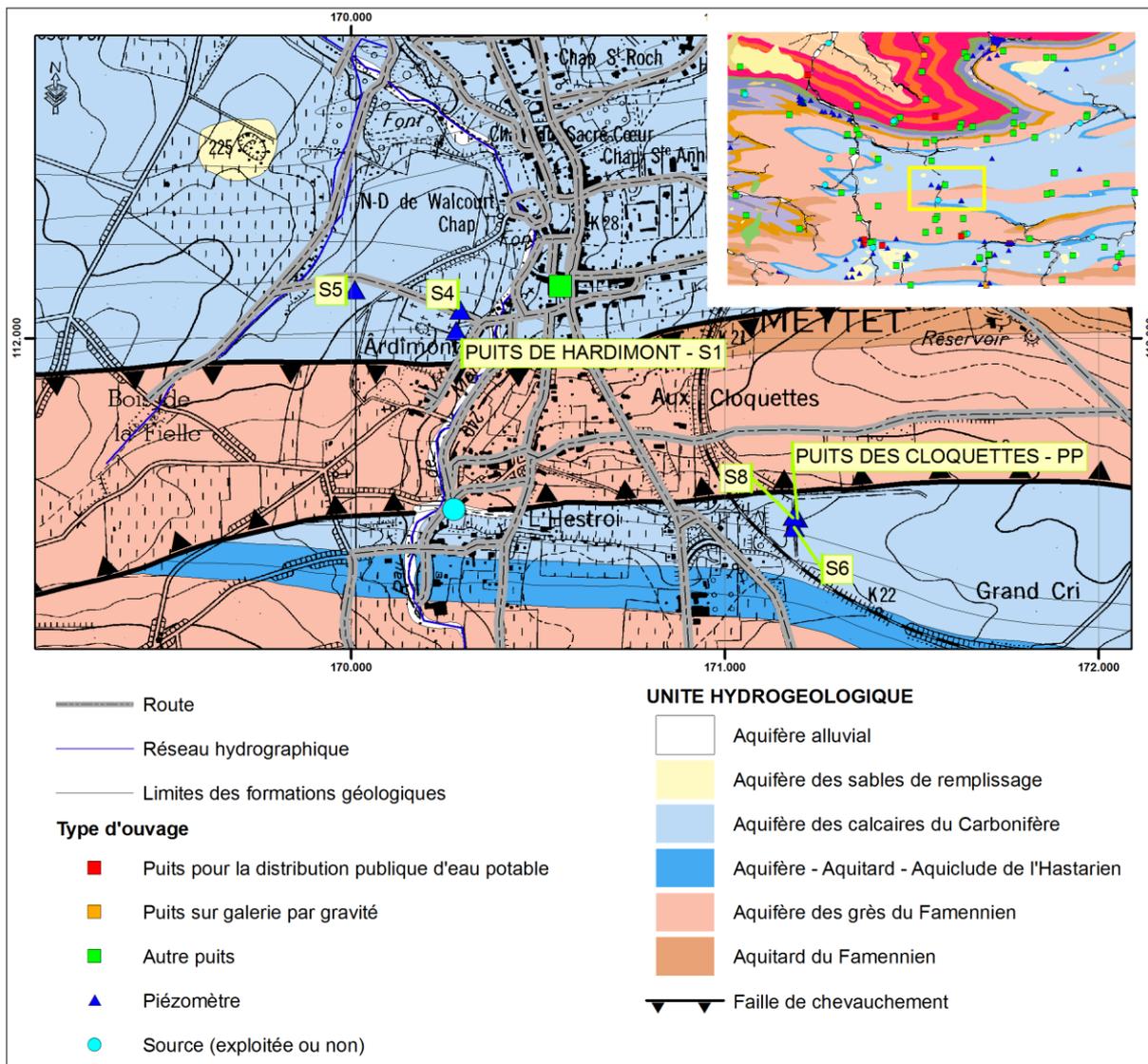


Figure VII.1 : Localisation des ouvrages *Puits Hardimont – S1, Puits des Cloquettes – PP, S4, S5, S6 et S8*, ayant l'objet d'un test de pompage dans la région de Mettet.

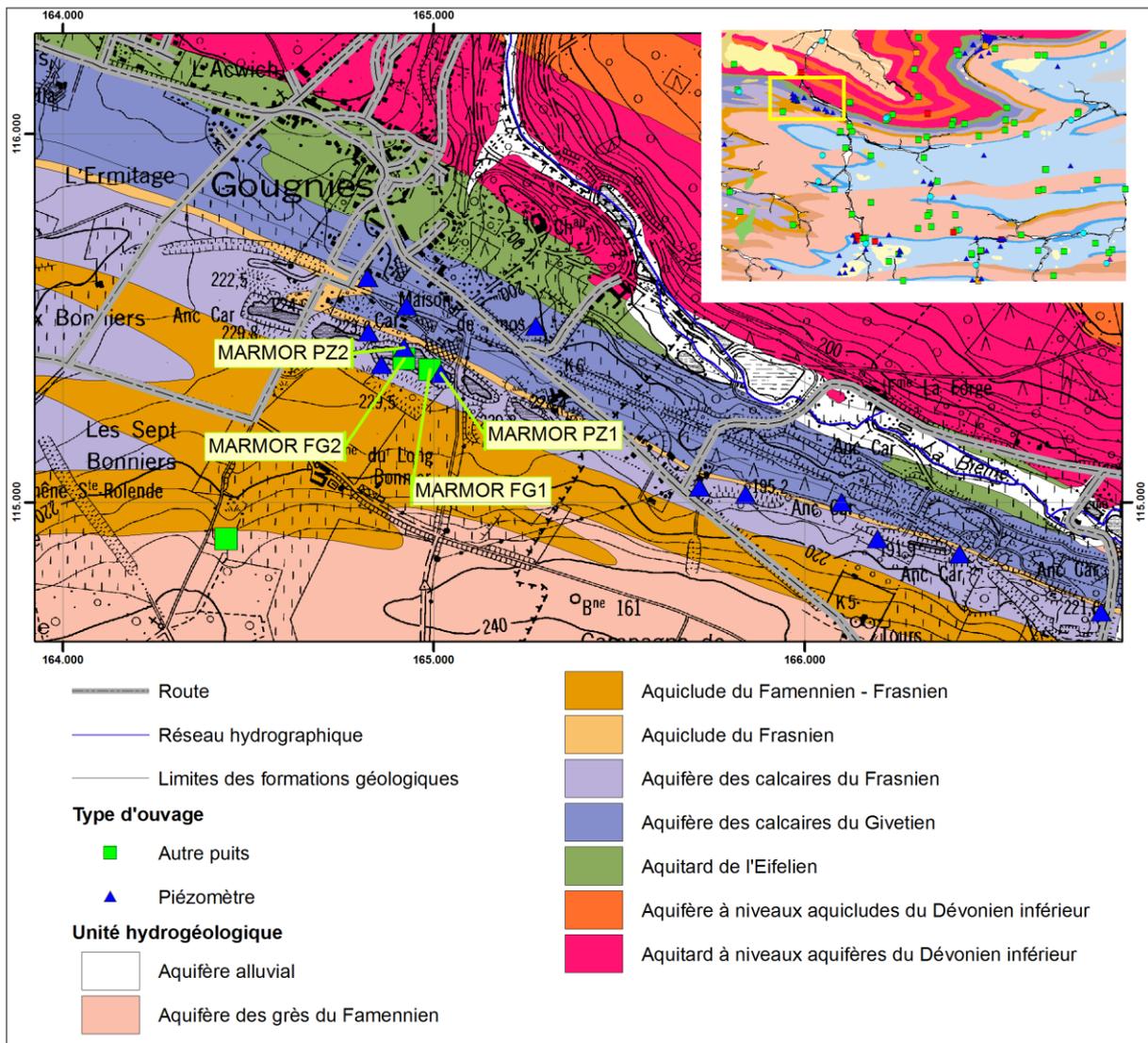


Figure VII.2 : Localisation des ouvrages Marmor PZ1, PZ2, FG1 et FG2 ayant l'objet d'un test de pompage dans la région de Gougnies (Carrière Marmor).

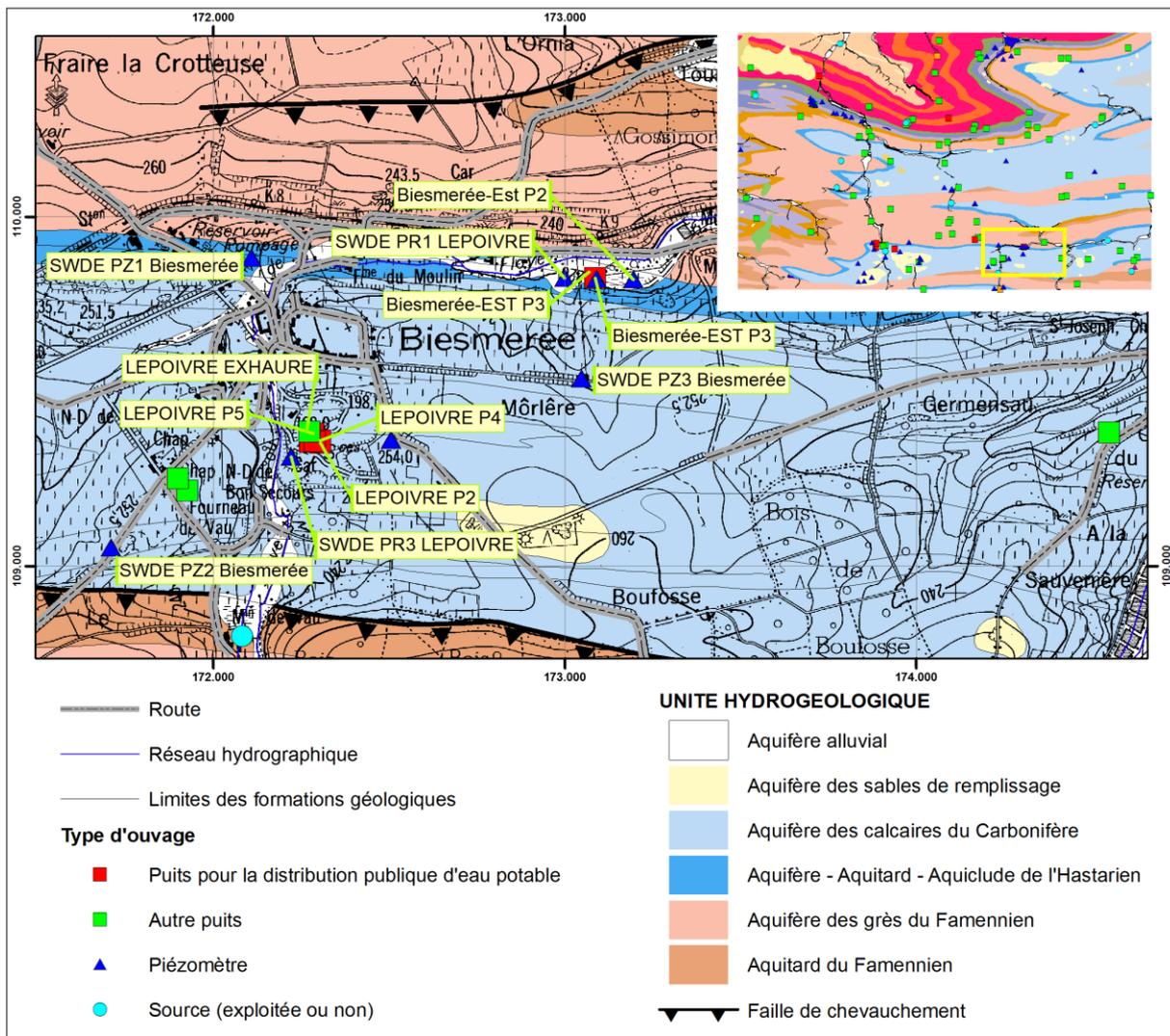


Figure VII.3 : Localisation des puits ayant l'objet d'un test de pompage dans la région de Biesmerée.

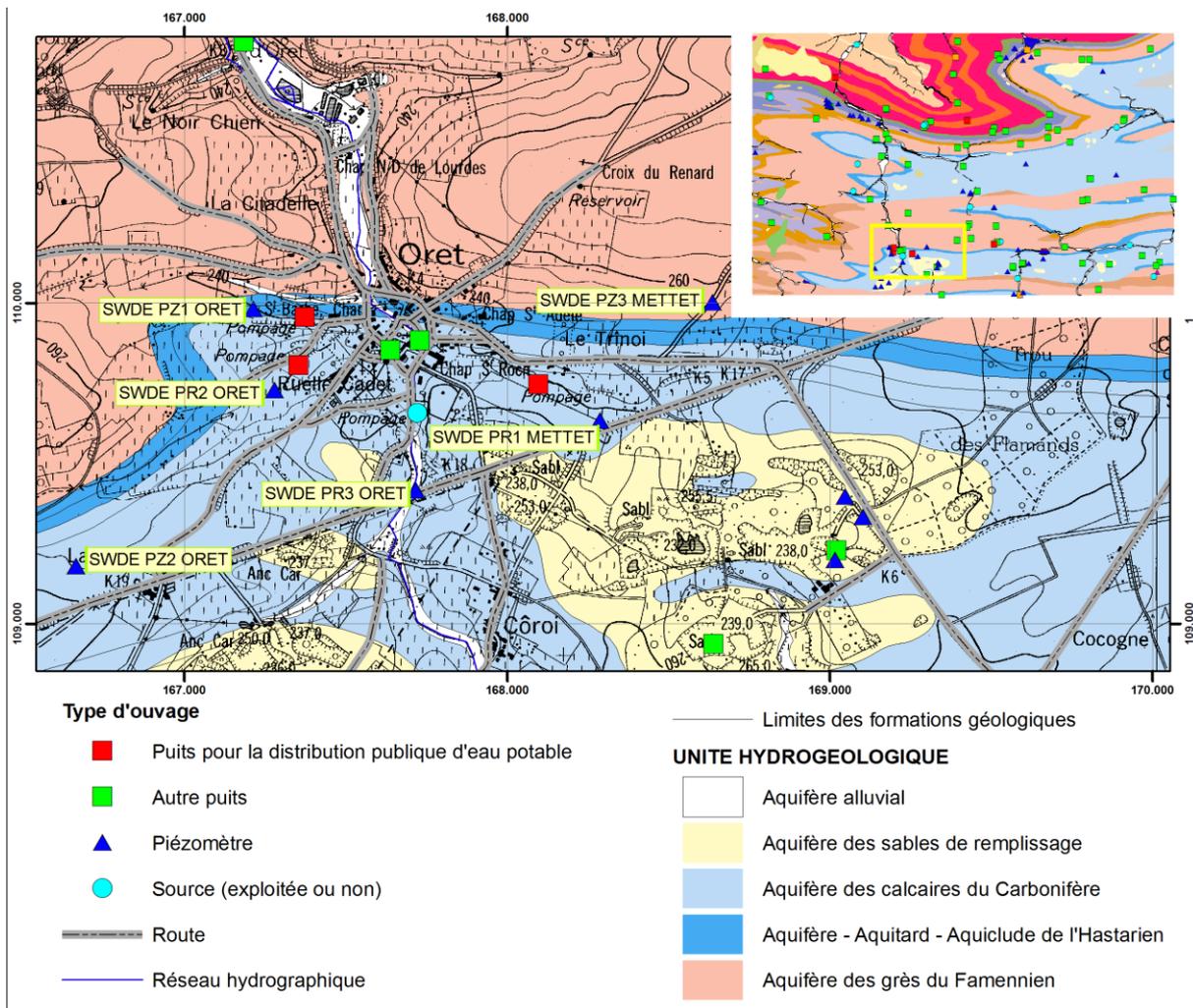


Figure VII.4 : Localisation des piézomètres de la SWDE ayant l'objet d'un test de pompage dans la région d'Oret.

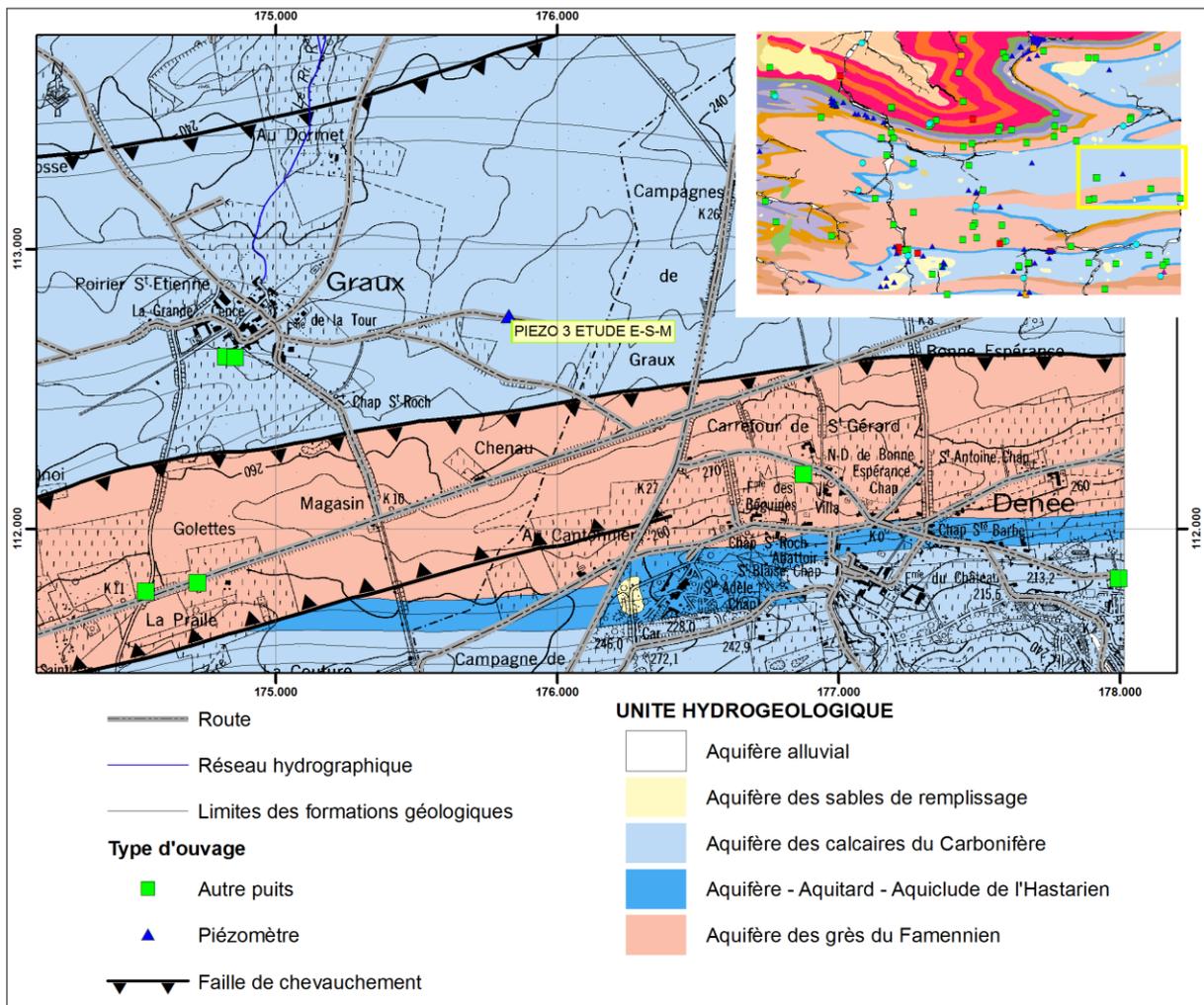


Figure VII.5 : Localisation du piézomètre PIEZO 3 Etude E-S-M.

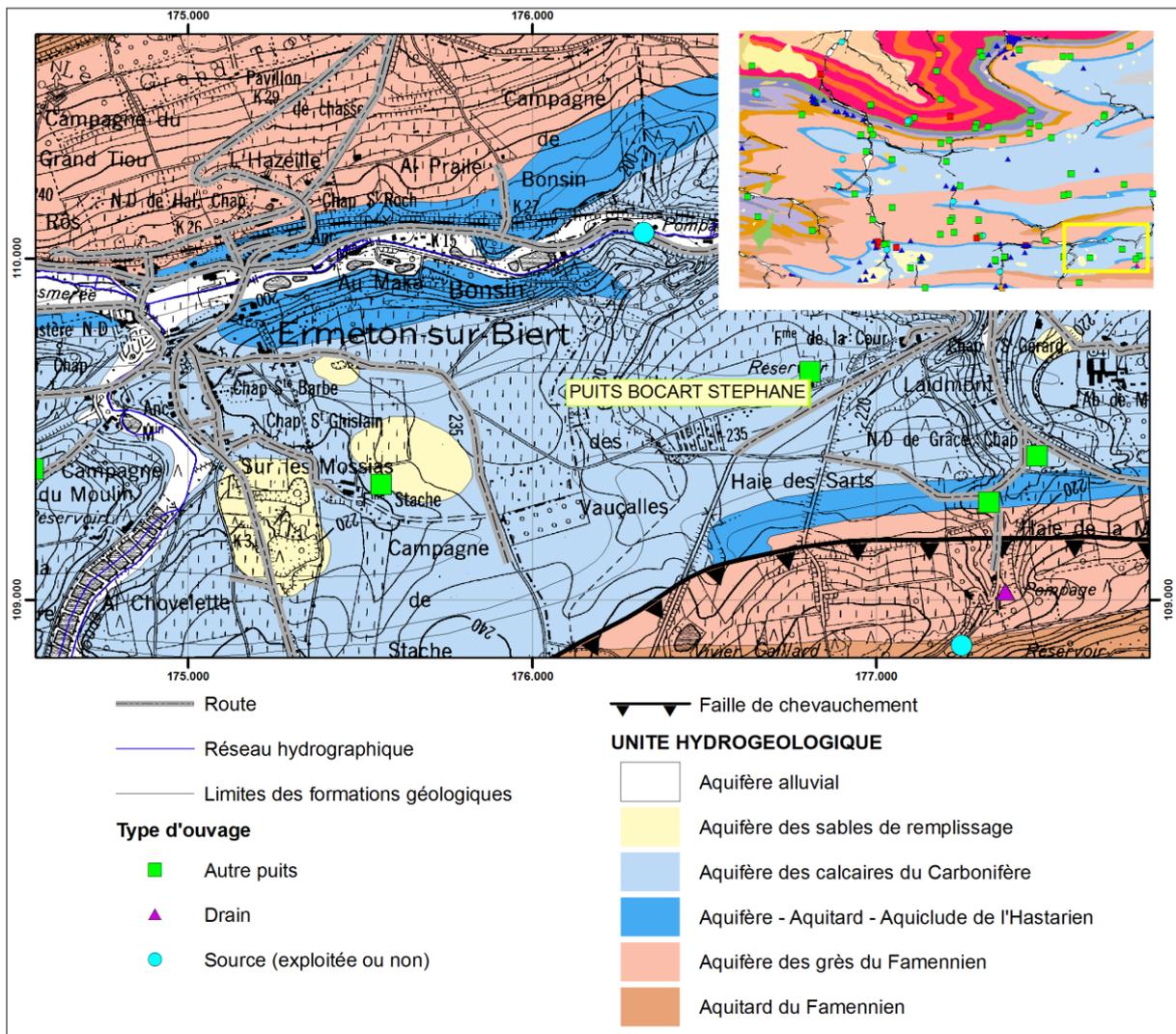


Figure VII.6 : Localisation du puits Bocart Stéphane.

VII.2. PARAMÈTRES DE TRANSPORT

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

Quelques valeurs de paramètres de transport sont disponibles dans la région de Bambois, de Biesmerée et de Stave. Des traçages ont été effectués dans le cadre de l'établissement des zones de prévention autour du captage Grand Etang, de l'I.N.A.S.E.P., dans le lac de Bambois (Figure VII.7) et autour des captages de la S.W.D.E. dans la carrière Lepoivre et à Stave (Figure VII.8).

Le captage de Bambois est une galerie et son accès n'est pas aisé. De ce fait il a été décidé d'effectuer l'échantillonnage des eaux à l'entrée du réservoir de Hautvent, situé en dehors de la carte, au nord. Ce dernier stocke l'eau issue de la galerie après un trajet gravitaire d'environ deux kilomètres. Les temps de restitution obtenus sont donc égaux aux temps parcourus dans l'aquifère, augmentés du temps de transit jusqu'au réservoir.

Le Tableau VII.2 reprend les différents paramètres calculés à partir des courbes de restitution pour les différents ouvrages. Les valeurs des paramètres ont été obtenues par la méthode CATTI.

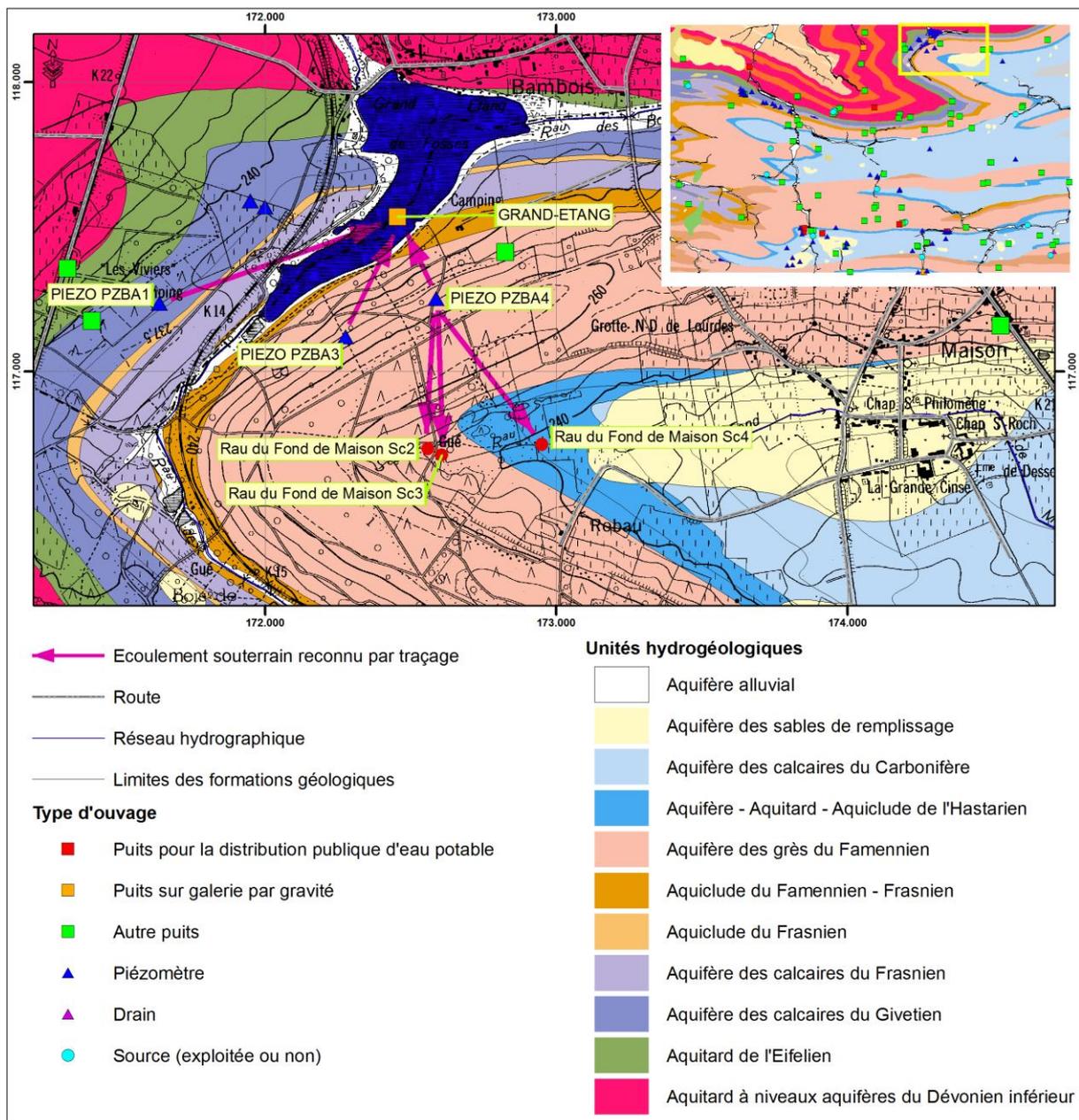


Figure VII.7 : Localisation des écoulements souterrains mis en évidence par traçage aux environs du lac de Bambois dans le cadre des zones de prévention (BCG, 2006).

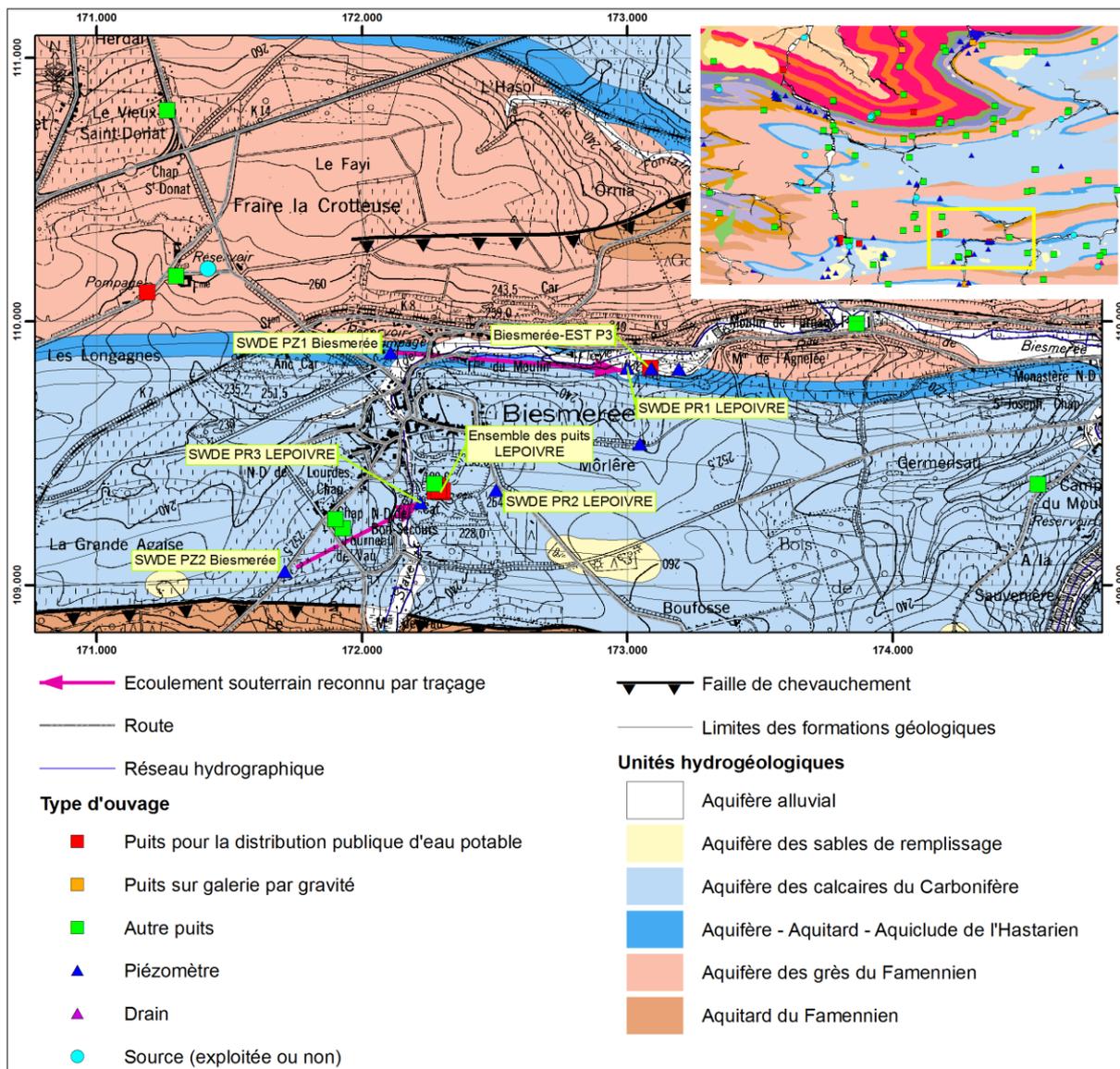


Figure VII.8 : Localisation des écoulements souterrains mis en évidence par essais de traçage aux environs de Biesmerée dans le cadre des zones de prévention à établir autour des captages de la S.W.D.E. (S.W.D.E., 2002).

Injection	Restitution	Lithologie	Porosité efficace (%)	Dispersivité longitudinale (m)	Dispersivité transversale (m)	Vitesse de Darcy (m/s)	Vitesse max (m/s)	Vitesse modale (m/s)	Vitesse moyenne (m/s)
PIEZO PZBA1	Réservoir Hautvent	Calcaires frasniens karstifiés	0.22	60	6.24	$7 \cdot 10^{-5}$	$7.46 \cdot 10^{-2}$	$3.44 \cdot 10^{-2}$	
PIEZO PZBA3	Réservoir Hautvent	Calcaires et grès du Frasnieu fracturés	1.13	2.69	46	$3 \cdot 10^{-5}$	$2.75 \cdot 10^{-3}$	$1.90 \cdot 10^{-2}$	
PIEZO PZBA4	Réservoir Hautvent	Grès du Famennien fracturés	0.108	7.25	1.69	$1 \cdot 10^{-5}$	$2.69 \cdot 10^{-3}$	$6.86 \cdot 10^{-3}$	
S.W.D.E. PR1 Lepoivre	<i>Biesmerée-EST P3</i>	Calcaires carbonifères	0.7	12.4	1.24		$1.4 \cdot 10^{-2}$	$5 \cdot 10^{-2}$	$1.8 \cdot 10^{-3}$
S.W.D.E. PR3 Lepoivre	<i>Lepoivre P2</i>	Calcaires carbonifères	2.6	5.7	0.6		$2.9 \cdot 10^{-4}$	$1.6 \cdot 10^{-4}$	$1.2 \cdot 10^{-4}$
S.W.D.E. PZ2 Biesmerée	<i>Lepoivre P2</i>	Calcaires carbonifères	-	26			$8.4 \cdot 10^{-4}$		

Tableau VII.2 : Paramètres calculés à partir des courbes de restitution des traceurs (Source : S.W.D.E.).

VIII. ZONES DE PROTECTION

VIII.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 et anthropiques qui menacent leur qualité. La Région wallonne a mis en place une législation qui concerne la réalisation de nouvelles prises d'eau ainsi que la protection des captages d'eau potable qui sont d'intérêt public (voir le site web <http://environnement.wallonie.be/>). Ces textes définissent, entre autres, les zones de prises d'eau, de prévention et de surveillance et précisent les mesures qui devront y être prises.

La législation wallonne (arrêté du Gouvernement Wallon du 14/11/1991) définit quatre zones distinctes (Figure VIII.2):

- la zone I ou zone de prise d'eau;
- la zone de prévention IIa ou zone rapprochée;
- la zone de prévention IIb ou zone éloignée;
- la zone de surveillance.

Dans le cadre de l'établissement de ces zones, des études plus ou moins poussées, selon l'importance du captage, ainsi qu'un inventaire des mesures à prendre, sont réalisées par les producteurs d'eau et financées par la redevance sur la protection des eaux potabilisables. Des actions de prévention y sont menées afin de garantir la pérennité de la qualité de l'eau.

L'extension de ces périmètres de prévention est établie de manière différente selon le type d'aquifère (POCHON, A. & ZWAHLEN, F., 2003) :

- Dans les aquifères de roche meuble (sable, argile, etc.), le dimensionnement de ces zones est basé sur une durée d'écoulement donnée, qui correspond au temps nécessaire aux eaux souterraines pour arriver au captage ;
- Dans les aquifères fissurés (grès, calcaire, siltite, etc.), les vitesses d'écoulement des eaux souterraines sont parfois très hétérogènes. A priori, la méthode de dimensionnement des zones de protection basée sur des vitesses d'écoulement homogènes dans l'aquifère n'est donc pas systématiquement approprié. Dans ce cas, la délimitation des zones de protection se base sur la vulnérabilité du bassin d'alimentation du captage. La vulnérabilité d'un captage est établie sur base de la connaissance de son contexte hydrogéologique, et de tests (pompage, traçage), d'analyse (chimique, diagraphie). Ainsi, de manière générale, deux milieux peuvent être caractérisés :

1. les milieux fissurés à circulation lente : stabilité du débit, de la conductivité, de la température, même en période de fortes précipitations, ainsi qu'un maintien des qualités chimiques, biologiques et de turbidité. Ces caractéristiques permettent de conclure à des vitesses d'écoulement lentes et à des temps de résidence élevés dans l'aquifère permettant une épuration naturelle des eaux souterraines.
2. les milieux fissurés à circulation rapide : fluctuation du débit, de la température, de la conductivité lors de fortes précipitations, ou problèmes liés à la qualité de l'eau (biologie, turbidité). Ceci démontre la présence de connexions rapides entre le bassin d'alimentation et le captage. Une partie des eaux ne séjourne pas suffisamment longtemps dans l'aquifère que pour être assez filtrée et épurée naturellement avant d'être captée.

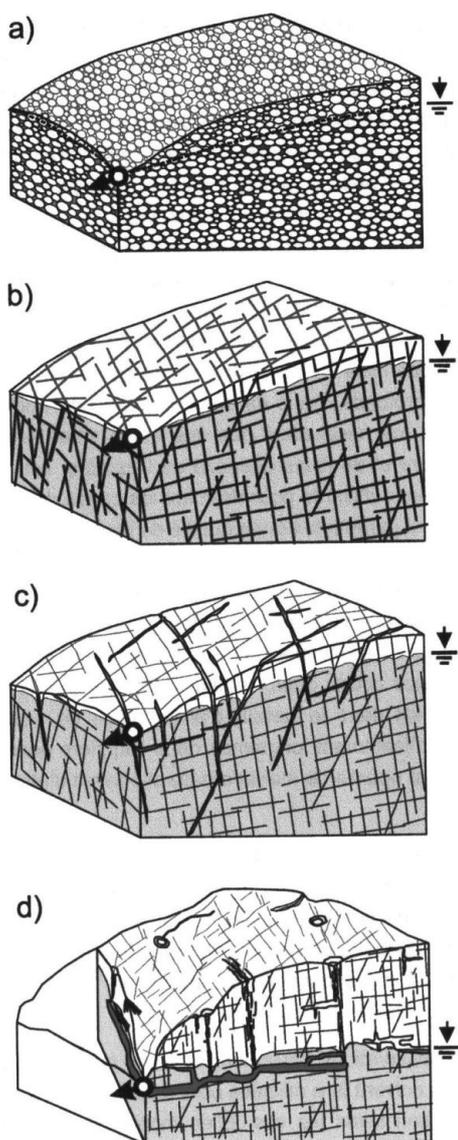


Figure VIII.1 : Représentation schématique de quatre aquifères caractérisés par une hétérogénéité croissante, a) milieu poreux homogène, b) milieu fissuré faiblement hétérogène, c) milieu fissuré hétérogène, d) milieu karstique très hétérogène (Pochon et Zwahlen, 2003).

La **Figure VIII.3** donne les zones de prévention arrêtées en Région wallonne au mois de mars 2010. La **Figure VIII.7** donne les zones de prévention à l'enquête publique en Région wallonne au mois de mars 2010 et la **Figure VIII.9** donne les zones de prévention programmées ou en cours d'étude au mois de mars 2010.

Si la prévention à un prix, elle est aussi un investissement à long terme. Elle devrait permettre d'améliorer durablement la qualité de l'eau captée en permettant de planifier adéquatement l'occupation du sol (épandage, engrais, pesticide) sur l'ensemble du bassin d'alimentation du captage. D'autre part, elle doit également permettre de réduire au maximum les problèmes de pollutions ponctuelles accidentelles dans les zones vulnérables.

VIII.1.1. Zone I ou zone de prise d'eau

La zone de prise d'eau est délimitée par une ligne située à une distance de dix mètres des limites extérieures des installations en surfaces strictement nécessaires à la prise d'eau (**Figure VIII.2**).

VIII.1.2. Zone IIa ou zone de prévention rapprochée

La zone IIa est comprise entre le périmètre de délimitation de la zone de prise d'eau 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** (**Figure VIII.2**).

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

En milieu karstique, tous les points de pénétration préférentiels (doline et perte) dont la liaison avec le captage est établie sont classés en zone IIa.

VIII.1.3. Zone IIb ou zone de prévention éloignée

La zone IIb est 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 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** en zone saturée (**Figure VIII.2**).

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 IIb de :

- 100 m pour les formations aquifères sableuses;

- 500 m pour les formations aquifères graveleuses;
- 1 000 m pour les formations aquifères fissurées ou karstiques.

VIII.1.4. Zone de surveillance

La zone de surveillance englobe l'entièreté du bassin versant et du bassin hydrogéologique situé à l'amont du point de captage (bassin d'alimentation du captage (Figure VIII.2)).

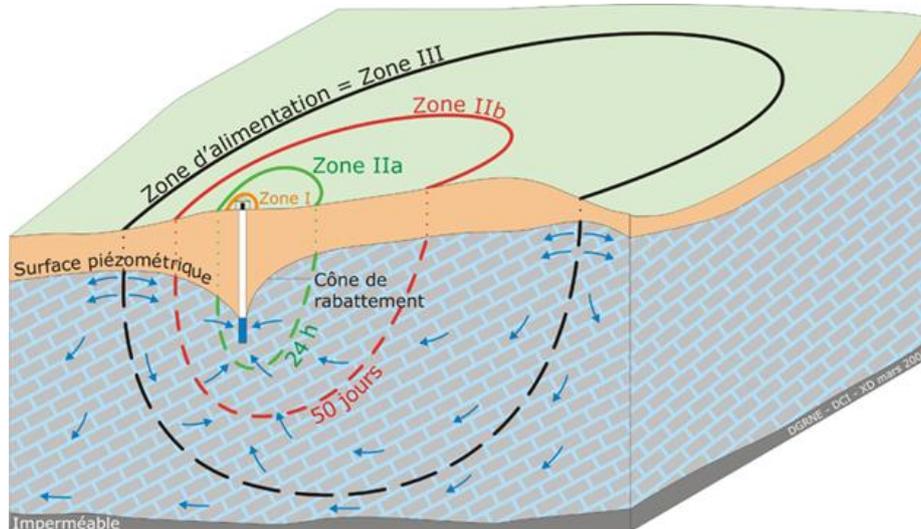


Figure VIII.2 : Représentation théorique des zones de prévention autour d'un captage (<http://environnement.wallonie.be/>).

VIII.1.5. Mesures de prévention

La législation belge a défini diverses mesures de prévention à prendre dans les quatre zones de prévention définies ci-dessus. 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, etc. Elles visent à réduire au maximum les risques de contamination de la nappe.

Pour financer les recherches relatives à la délimitation des zones de prévention et indemniser tout particulier ou toute société dont les biens doivent être mis en conformité avec la législation, une redevance de 0,107 € est prélevée sur chaque m³ fourni par les sociétés de distribution d'eau.

Zones de protection approuvées par arrêté ministériel

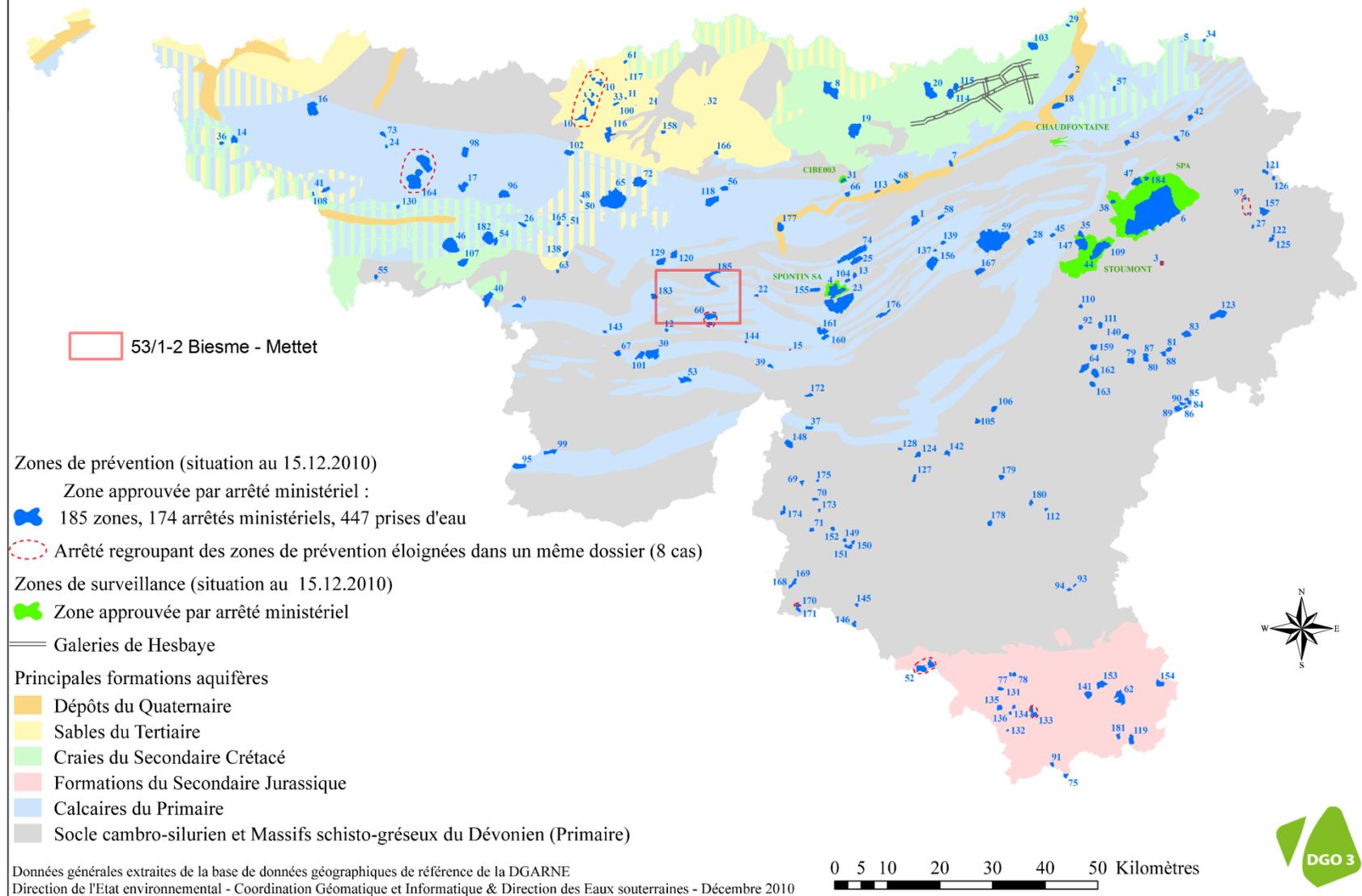


Figure VIII.3 : Zones de prévention arrêtées en Région Wallonne (État des nappes d'eau souterraines, décembre 2010, <http://environnement.wallonie.be/>).

VIII.2. ZONE DE PRÉVENTION AUTOUR DES CAPTAGES DE LA CARTE DE BIESME - METTET

L'ensemble des captages qui sont destinés à une distribution publique d'eau devront, dans un futur plus ou moins proche, faire l'objet d'une étude de délimitation des zones de prévention rapprochée et éloignée. Cette étude sera proposée au Service des Eaux Souterraines de la D'GARNE et arrêtée, après éventuelle révision, par signature du ministre wallon en charge de l'environnement. Les zones de prévention qui doivent être définies sont symbolisées, sur la carte principale accompagnant cette notice, par un triangle vide centré sur les captages concernés.

VIII.2.1. Zone de prévention arrêtée

Trois zones de prévention ont été arrêtées par le Gouvernement Wallon sur la carte de Biesme-Mettet. La première, arrêtée en date du 25/11/2004, concerne deux zones de captages traitées en un seul dossier. Il s'agit des captages à Biesmerée de la Carrière Lepoivre et de *Biesmerée-EST P3*, et à Stave du captage *Stave G1*, dont la zone de prévention est à cheval sur les cartes Biesme-Mettet 53/1-2 et Philippeville-Rosée 53/5-6 (60, [Figure VIII.3](#)). La deuxième zone, arrêtée en date du 8/04/2010, concerne les captages *Hymiée-Evrard* situés sur la carte Gozée-Nalinnes 52/3-4, à l'ouest de la carte Biesme – Mettet (183, [Figure VIII.3](#)). La troisième zone, arrêtée en date du 15/09/2010, concerne le captage de *Bambois - Grand Etang*, au nord-est de la carte ([Figure VIII.8](#)).

VIII.2.1.1. Carrière Lepoivre - Biesmerée-EST P3 et Stave G1

Les deux zones étudiées, d'une superficie de 2,5 km² pour Biesmerée et de 2 km² pour Stave couvrent d'une part les prises d'eau de la carrière Lepoivre (*Lepoivre P2, P4, P5* et *Exhaure*), de Biesmerée (*Biesmerée-EST P3*) et, d'autre part, de la prise d'eau de Stave (*Stave G1*). Tous ces ouvrages exploitent la nappe des calcaires carbonifères. Une campagne de prospection géophysique a été réalisée sur les deux sites en vue de préciser la géologie et la fracturation locale afin de localiser les régions plus favorables à l'implantation de 4 puits de reconnaissance et de 6 piézomètres. L'étude géophysique comprenait 7,5 km de traînés électriques, 5 sondages électriques, 2 carrés de résistivité et un levé géologique de la carrière Lepoivre avec étude des linéaments. La zone de prospection figure sur la Carte des Informations Complémentaires sur le poster. Onze essais de traçage ont été effectués (les paramètres d'écoulement et de transport calculés à partir des courbes de restitution sont donnés au [Chapitre VII.1](#)). Les puits de reconnaissance ont fait l'objet de tests de pompage pendant lesquels des échantillons ont été prélevés et analysés.

Les limites ont ensuite été établies par modélisation mathématique puis adaptées au plan de secteur. Les zones IIa et IIb sont présentée à la [Figure VIII.5](#).

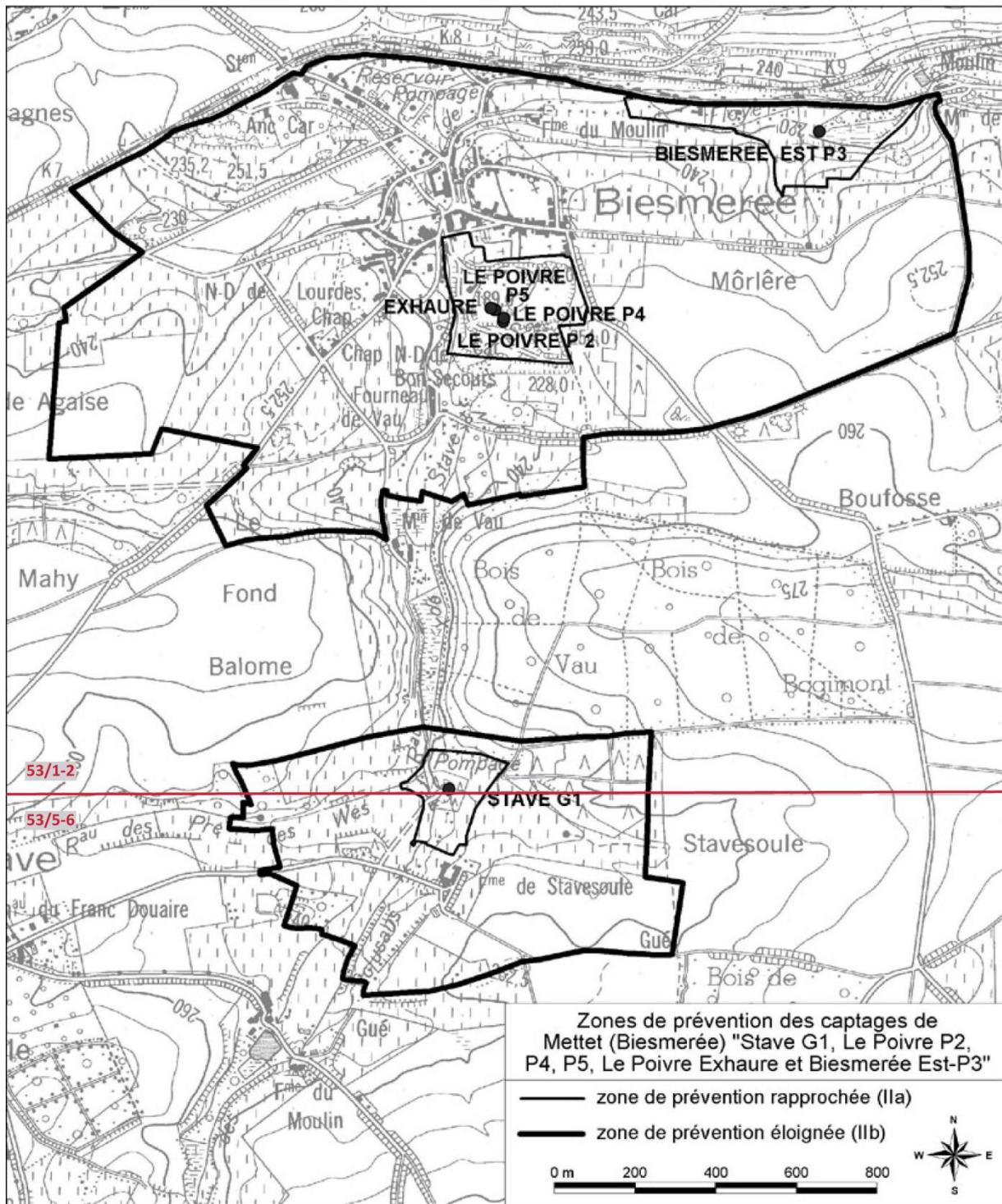


Figure VIII.4 : Extension de la zone de prévention Stave G1 sur les cartes 53/1-2 et 53/5-6.

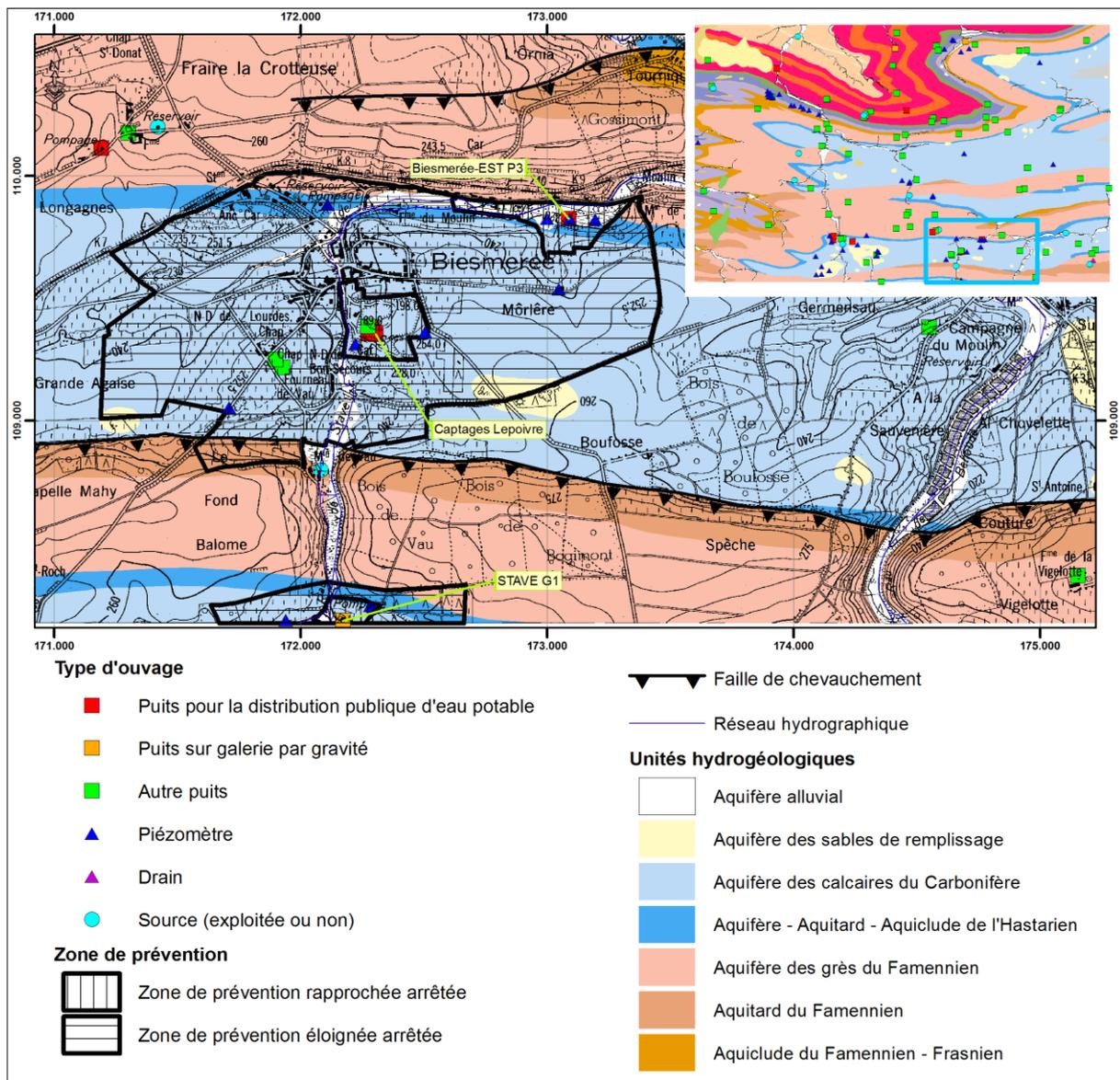


Figure VIII.5 : Zones de prévention des captages de la carrière Lepoivre et Stave G1 de la S.W.D.E dans leur contexte hydrogéologique.

VIII.2.1.2. Hymiée-Evrard

Cette zone de prévention est principalement sur la carte Gozée - Nalinnes 52/3-4, et seule une petite partie apparaît sur la carte de Biesme – Mettet (Figure VIII.6). Les prises d'eau de cette zone de prévention, exploitées par la S.W.D.E, sont toutes situées sur la carte Gozée - Nalinnes. Elles sont constituées de trois puits (Evrard P1, Evrard P2 et Hymiée P1) sollicitant la nappe libre des calcaires frasnien et givetien. Ces prises sont réparties sur deux sites distincts.

Les puits Evrard sont situés dans l'ancienne carrière Evrard. Evrard P1 (7,5 m de profondeur pour un diamètre de 1.5 m) communique avec une ancienne galerie et Evrard P2 (61 m de profondeur, 25 cm de diamètre). Ils fournissent un volume annuel de l'ordre de 880.000 à 1.000.000 m³.

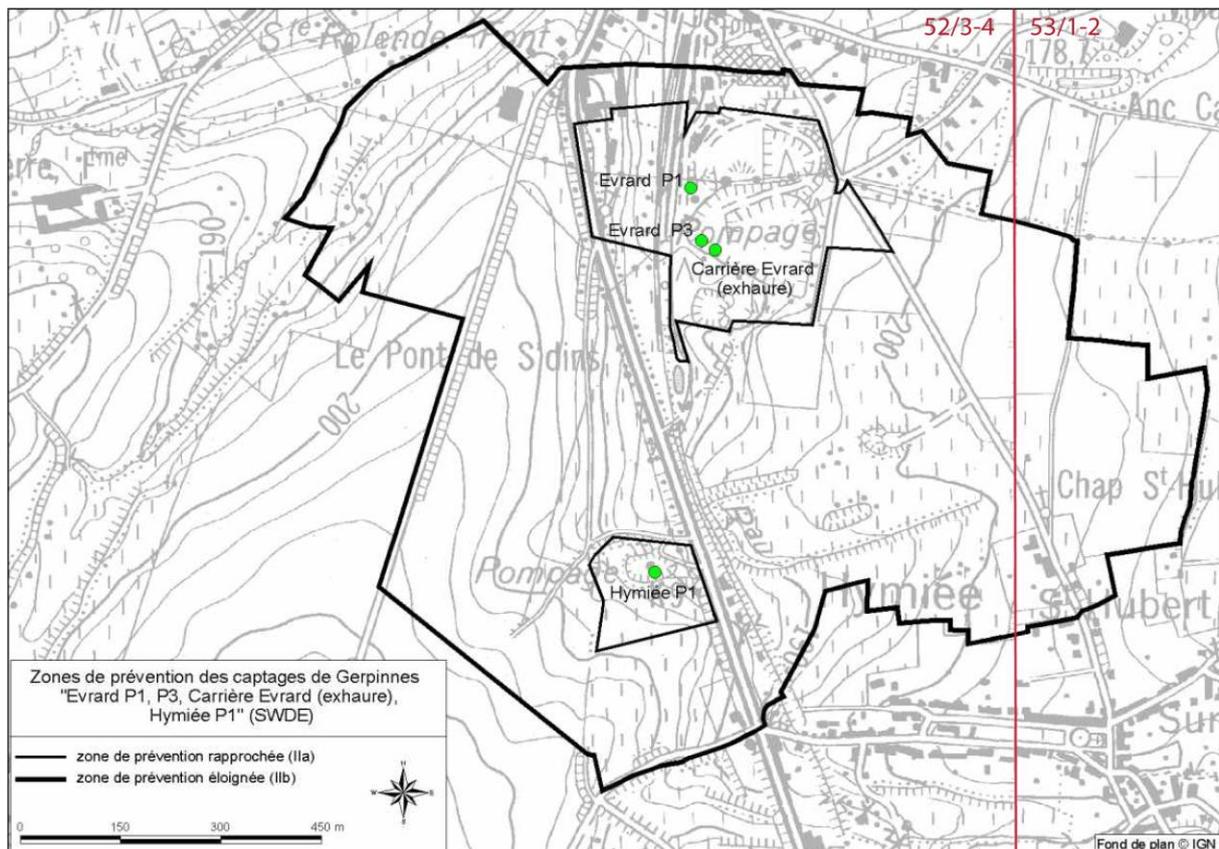


Figure VIII.6 : Extension de la zone de prévention Hymiée-Evrard sur les cartes 52/3-4 et 53/1-2.

Le puits Hymiée P1 (11 m de profondeur, 1.5 m de profondeur) est également situé dans une carrière mais plus petite et remblayée. Il fournit un volume annuel de 50.000 à 105.000 m³.

La vulnérabilité des sites réside dans la nature même de l'aquifère; calcaire karstifié, la proximité de l'agglomération de Gerpennes et du ruisseau d'Hanzinne présentant des pertes. L'étude du site comprend, une étude géophysique, la réalisation de deux piézomètres et quatre puits de reconnaissance, des essais de traçage et une modélisation mathématique des écoulements.

Zones de protection à l'enquête publique et dossiers particuliers

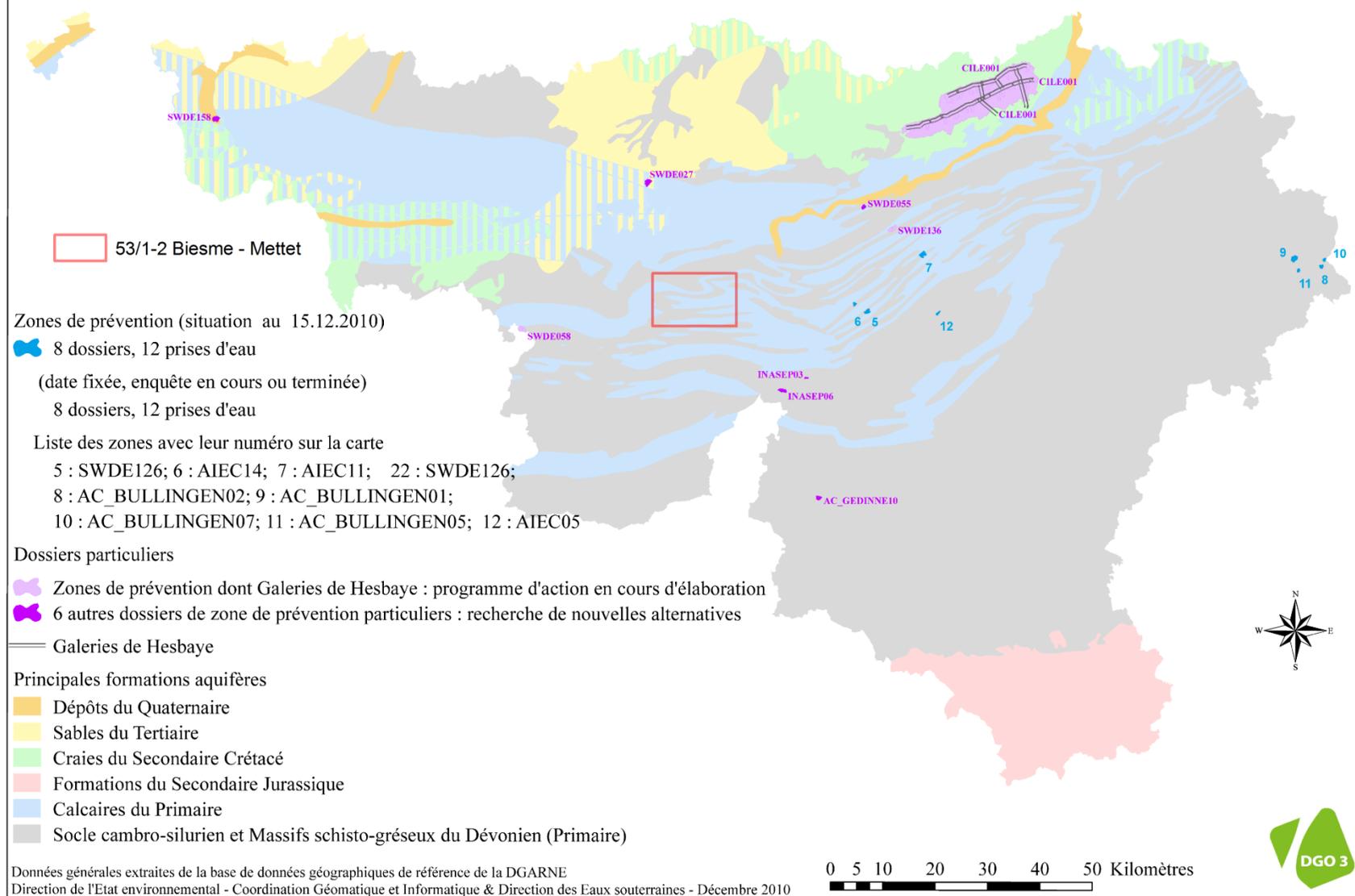


Figure VIII.7 : Zones de prévention à l'enquête publique en Région Wallonne (État des nappes d'eau souterraines, décembre 2010, <http://environnement.wallonie.be/>).

L'aquifère sollicité est constitué des nappes des calcaires du Frasnien et du Givetien. Ces deux nappes étant séparé l'une de l'autre par l'Aquiclude du Frasnien (Fm de Nismes). Ces formations hydrogéologiques sont plissées, faillées et ennoyées.

L'aquifère frasnien supérieur est constitué du Membre d'Hymiée (Formation de Lustin) et de la Formation de Philippeville. L'aquifère givetien inférieur est constitué des formations de Roux et de Nèvremont.

VIII.2.1.3. Captage de Bambois – Grand Etang

La région étudiée pour cette zone de prévention couvre une superficie d'environ 3.6 km. Douze trainées électriques ont été exécutées permettant la réalisation de trois profils au nord du lac de Bambois et trois autres à l'ouest, au sud et au sud-est du lac. Ces trainées mettent en évidence une grande variation lithologique (calcaire, grès, schistes). Huit sondages ont été réalisés et mettent en évidence que la couverture est épaisse de 1 à 2 m seulement. Afin de caractériser les paramètres hydrogéologiques ainsi que les écoulements souterrains, des essais de pompage et de traçage ont été effectués.

Le *Captage de Bambois* est constitué par une galerie drainante, située 8 m sous le fond du lac de Bambois, dont la profondeur est ici de 3 m. Il capte une dizaine de sources dont la principale s'appelle le *Blanc Bouillon*. Son débit d'exploitation est de 60 à 80 m³/h.

L'alimentation des sources est principalement assurée par la Formation calcaire de Lustin, appartenant à l'Aquifères des calcaires du Carbonifère. Les nombreuses fractures assurent également une alimentation venant des grès du Famennien. Cet apport est nettement moins important que celui de la Formation de Lustin.

Quatre piézomètre ont été forés et ont permis la réalisation de pompages d'essais qui ont mis en évidence des caractéristiques différentes d'un endroit à l'autre :

- Au sud-ouest du Lac de Bambois, la nappe est captive et protégée par une couche d'argile épaisse d'environ 6.5 m à cet endroit, l'aquifère, représenté par les calcaires de la Formation de Lustin, présente une perméabilité comprise entre $5 \cdot 10^{-5}$ et $1 \cdot 10^{-4}$ m/s. le coefficient d'emmagasinement est proche de 0.25% (valeur confirmé par les traçages) ;
- Au sud-est du lac, la nappe est libre. L'aquifère y est constitué par les grès du Famennien dont la perméabilité est comprise entre $8 \cdot 10^{-6}$ et $1 \cdot 10^{-5}$ m/s, pour les grès non ou peu fracturés, et entre $2 \cdot 10^{-5}$ et $6 \cdot 10^{-6}$ m/s pour les grès fracturés.

La nappe étant captive dans sa plus grande superficie utile à l'alimentation du captage, une seule zone de prévention a été déterminée.

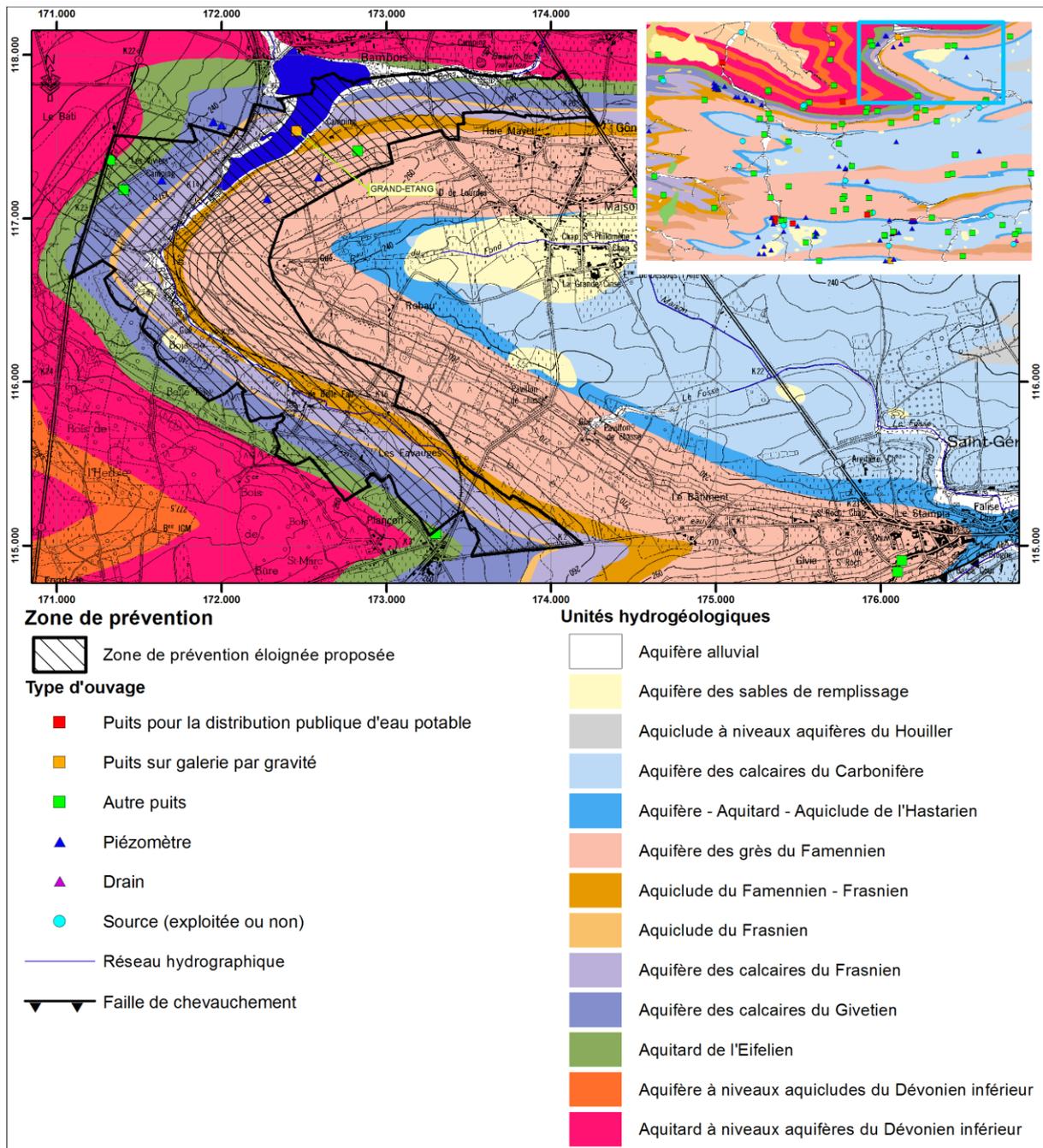


Figure VIII.8 : Zone de prévention proposée du captage *Grand-Etang* de l'INASEP.

VIII.2.2. Zone de prévention à l'enquête publique

Une seule zone de prévention est à l'enquête publique sur la carte de Biesme-Mettet : Grand-Etang (Figure VIII.7).

VIII.2.3. Zones de prévention à définir

La S.W.D.E. possède d'autres sites de captage sur la planche Biesme-Mettet. Une étude hydrogéologique pour les captages de *Bastin P1*, *Sauvegarde P2* et *Fallon P3* à Oret est en cours de réalisation. Le tracé des zones de prévention pour ces captages n'est pas encore établi au moment de la rédaction de cette notice. Ces zones à définir sont symbolisées sur la carte par un triangle vide autour des prises d'eau.

L'A.I.E.M. est concernée pour 6 ouvrages ; *Oret Captage*, [Figure VIII.10](#), *Rabooz*, *Cloquettes-PP*, [Figure VIII.11](#), *Captage de Bonsin* [Figure VIII.12](#), *Saint Laurent* [Figure VIII.14](#), *Campagne de Devant les Bois*, [Figure VIII.13](#)).

Zones de prévention programmées ou en cours d'étude

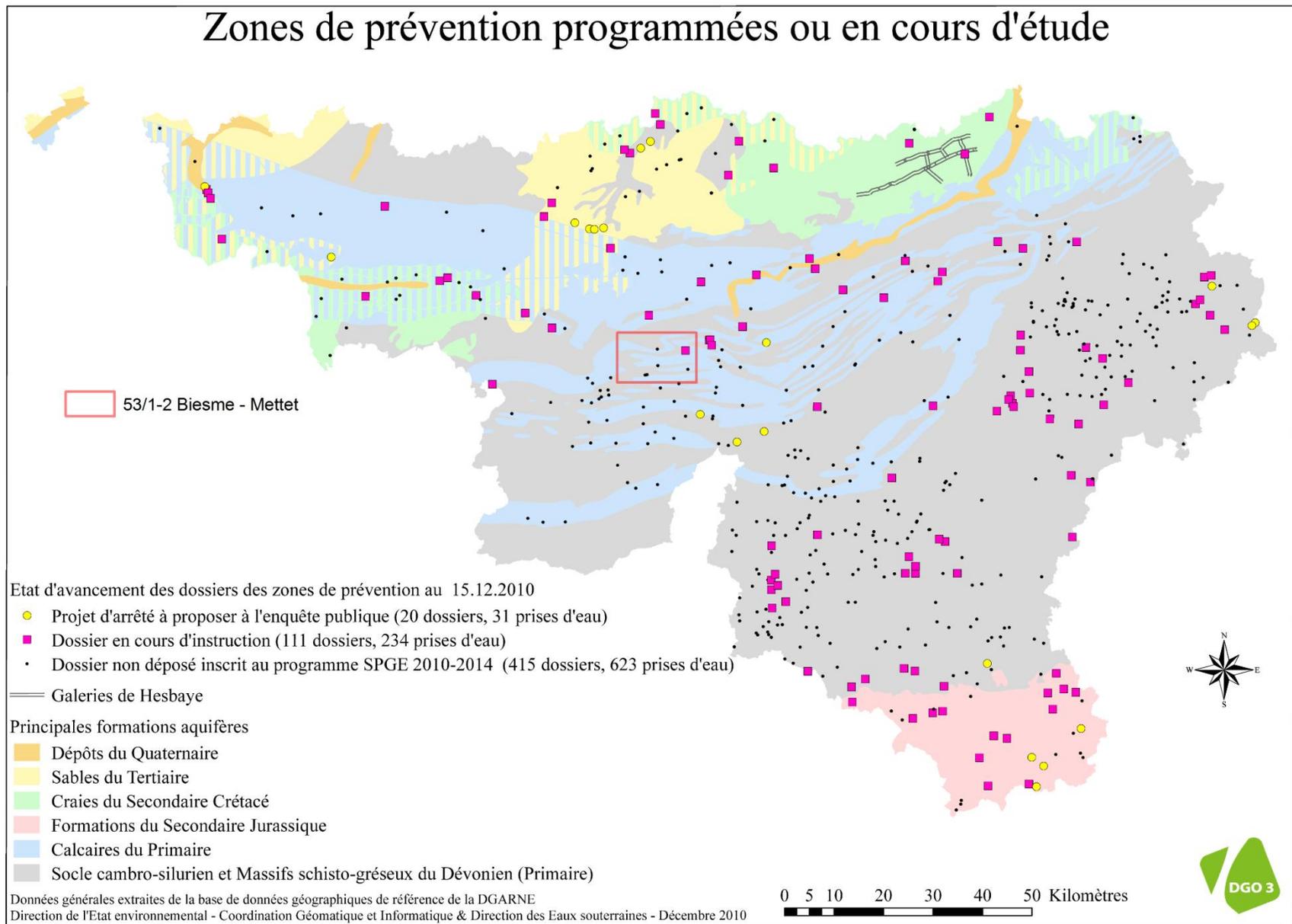


Figure VIII.9 : Zones de prévention à en cours d'étude en Région Wallonne (État des nappes d'eau souterraines, décembre 2010, <http://environnement.wallonie.be/>).

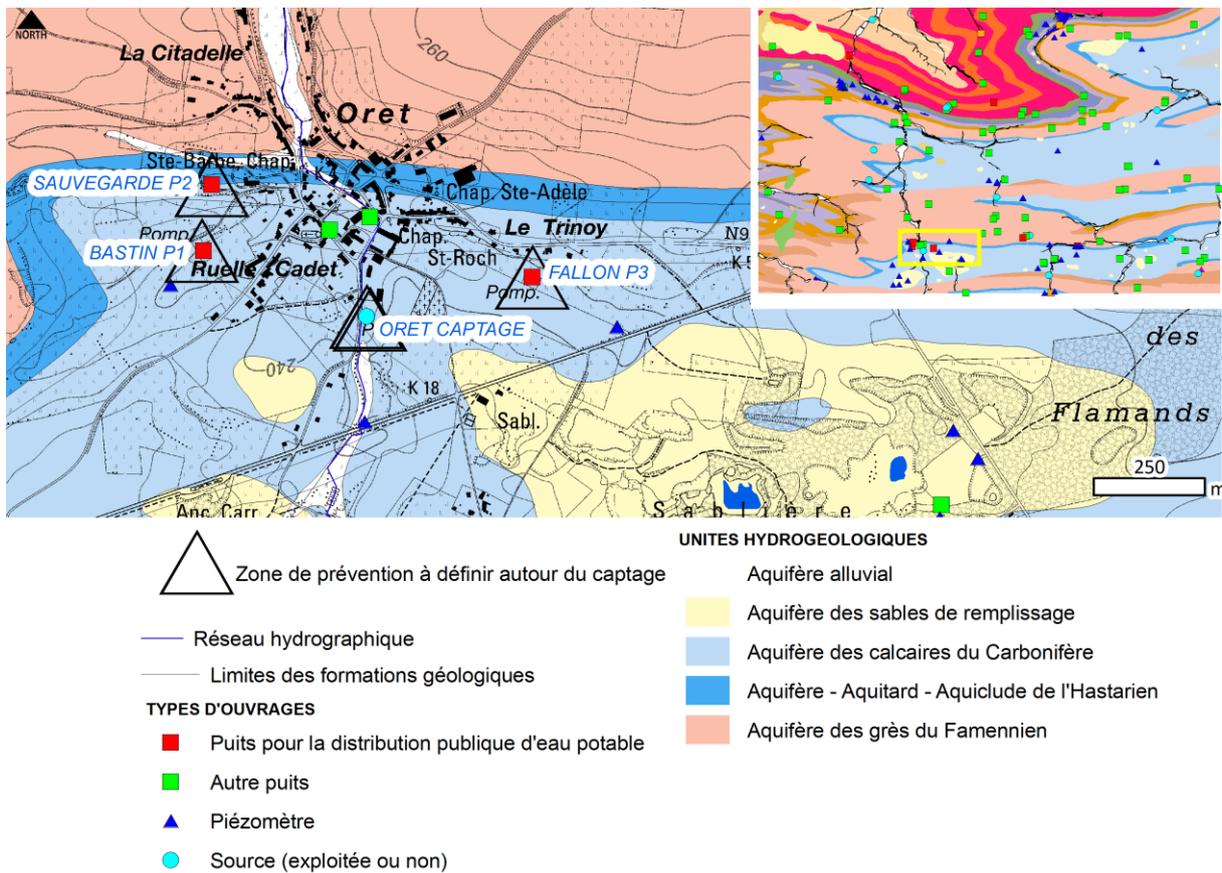


Figure VIII.10 : Localisation des zones de prévention à définir des captages *Sauvegarde P2*, *Bastin P1*, *Fallon P3* et *Oret Captage*.

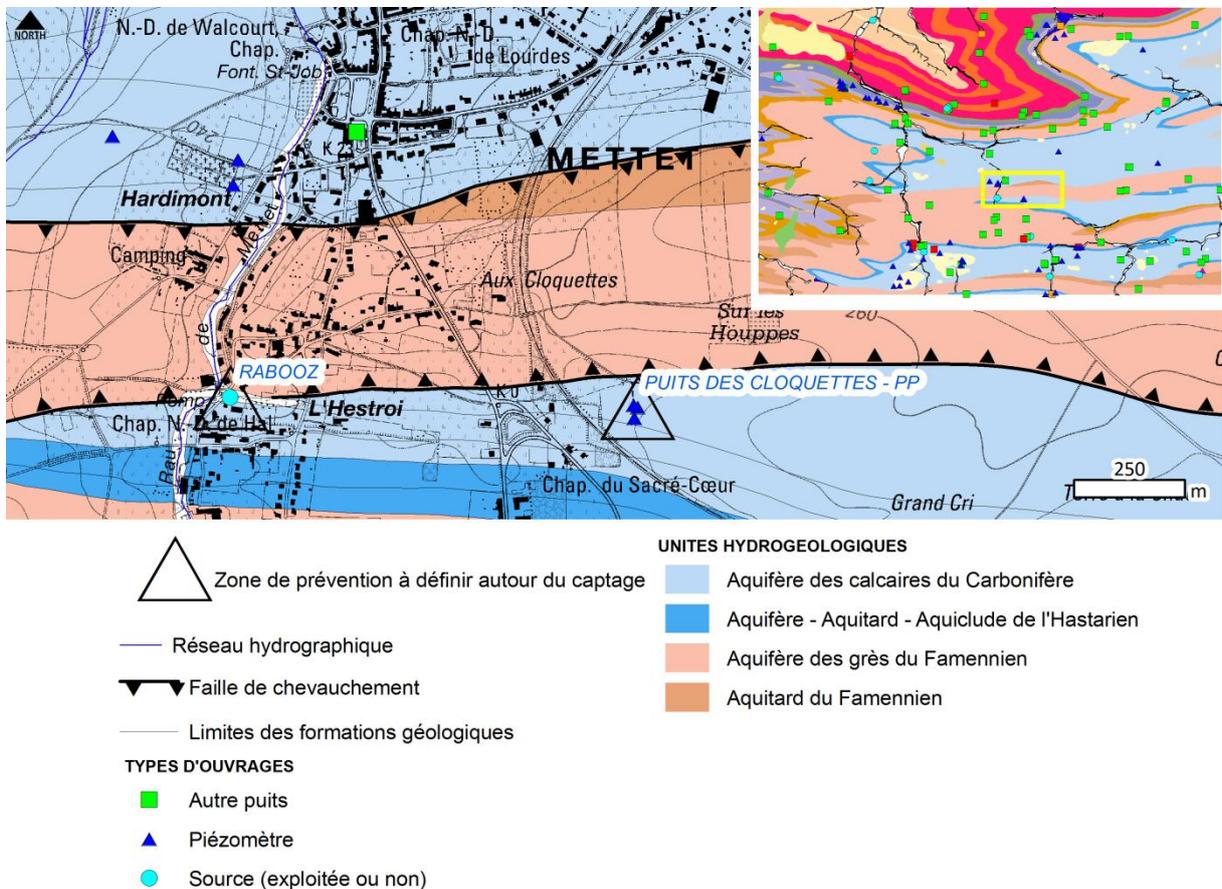


Figure VIII.11 : Localisation des zones de prévention à définir des captages *Rabooz* et *Cloquettes-PP*.

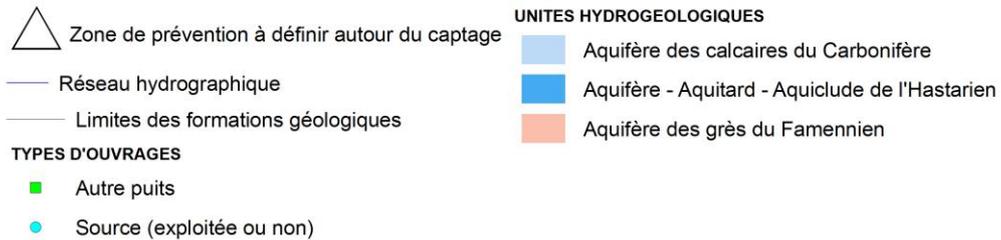
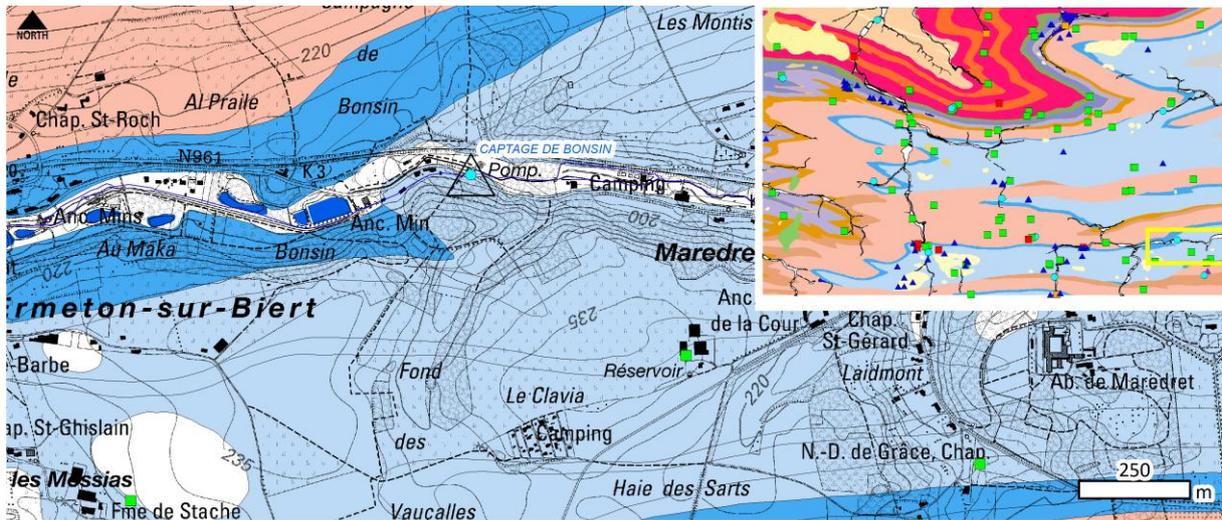


Figure VIII.12 : Localisation des zones de prévention à définir du Captage de Bonsin.

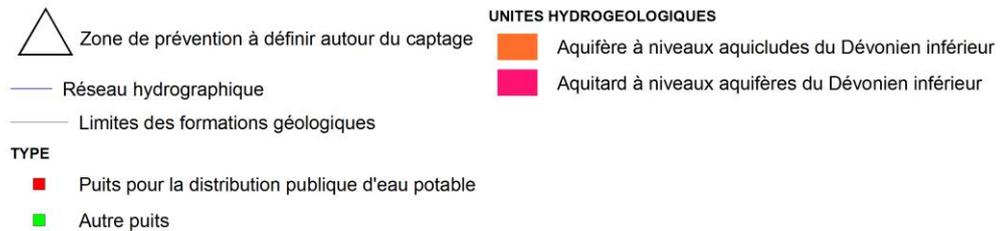
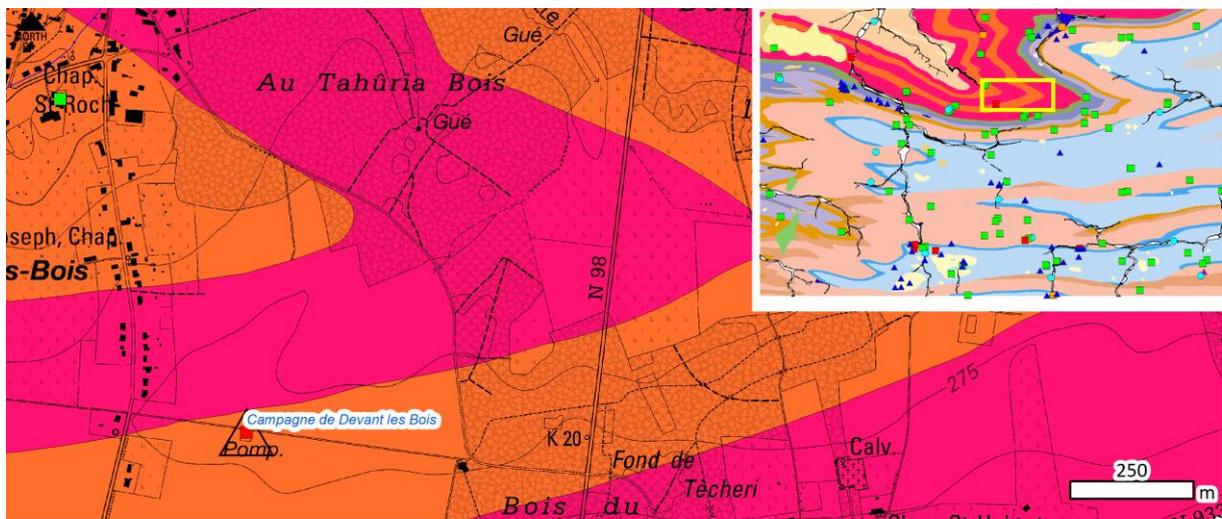


Figure VIII.13 : Localisation des zones de prévention à définir du captage Campagne de Devant les Bois.

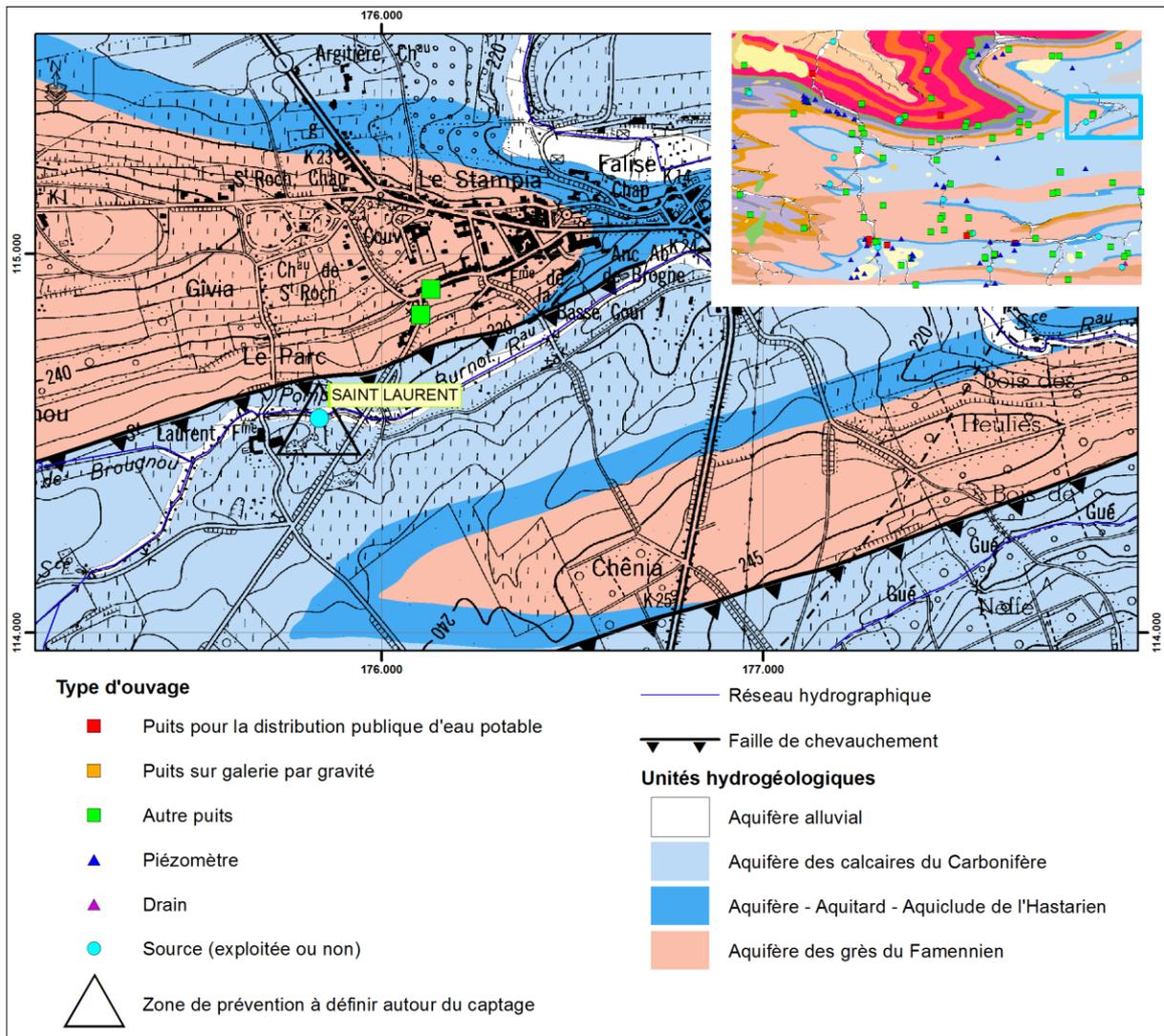


Figure VIII.14 : Localisation des zones de prévention à définir du captage *Saint Laurent*.

IX. MÉTHODOLOGIE D'ÉLABORATION DE LA CARTE HYDROGÉOLOGIQUE

IX.1. INTRODUCTION

La réalisation de la carte hydrogéologique Biesme - Mettet (53/1-2) est basée essentiellement sur un travail de synthèse des données existantes provenant de sources multiples et variées. Ces données sont en outre complétées par des campagnes de mesures et de recherches d'information sur le terrain. Les informations récoltées sont ensuite stockées dans une banque de données géorelationnelle BD Hydro.

IX.2. COLLECTE DE DONNÉES

IX.2.1. Données existantes

La première étape de la réalisation de la carte hydrogéologique est la collecte de données auprès de sources multiples et variées.

La majorité des données proviennent des bases de données (Base de données des captages "Dix-Sous", Base de données géographiques de référence, Banque de données hydrogéologiques BD HYDRO, la base de données hydrochimiques "CALYPSO") de la Direction Générale des Ressources Naturelles et environnementales de la Région wallonne.

D'autres données comme les anciens fonds géologiques et les fonds topographiques (récents et anciens) proviennent respectivement du Service Géologique de Belgique et de l'Institut National Géographique de Belgique.

Des compléments de données diverses (études, enquêtes sur le terrain, thèses, compte rendus de travaux, tests, rapports de recherche, etc.) ont été collectés auprès des :

- producteurs d'eau : Sociétés de distribution d'eau, Services communaux, Associations intercommunales, Sociétés d'embouteillage d'eau ;
- universités ;
- sociétés de forage et carriers ;
- bureaux d'études en environnement ;
- industries ;
- particuliers.

IX.2.2. Campagnes de mesures sur le terrain

Un travail important est mené sur terrain afin de vérifier, compléter et parfois corriger les données collectées. En effet, certaines données reçues des administrations contiennent peu d'informations techniques sur les puits des particuliers qui sont nombreux et dont les volumes extraits sont généralement assez faibles. Le travail sur le terrain consiste essentielle-

ment à vérifier la position de quelques ouvrages et à y effectuer des mesures de niveau d'eau (hauteur piézométrique) récentes. Il permet aussi d'enquêter auprès du propriétaire sur l'historique et les caractéristiques du captage. Ces visites de terrain permettent donc de récolter de nouvelles données et de mieux connaître la zone à cartographier.

IX.3. MÉTHODOLOGIE DE CONSTRUCTION DE LA CARTE

IX.3.1. Encodage dans une banque de données

De telles données, aussi complexes et plus ou moins abondantes, nécessitent une organisation structurée de manière à optimiser leur stockage, leur gestion et leur mise à jour. Ainsi une base de données hydrogéologiques géorelationnelle a été développée (*Gogu, 2000, Gogu et al., 2001*). Cette première version de la base de données BD HYDRO a été régulièrement améliorée. Dans un souci d'homogénéité entre les équipes et d'autres institutions (dont l'administration wallonne, DGARNE³), la base de données a été révisée. Le but est de créer un outil de travail commun et performant, répondant aux besoins des spécialistes impliqués dans la gestion des eaux souterraines. Les données hydrogéologiques dispersées géographiquement devaient être disponibles dans une seule base de données centralisée. Ainsi les données détaillées de l'hydrochimie, de la piézométrie, des volumes exploités, des paramètres d'écoulement et de transport, de la géologie, telles que les descriptions de log de forage et d'autres données administratives ou autre sont stockées dans la BD HYDRO qui se trouve à la DGARNE. Ces données peuvent être demandées à la Région qui décide de leur accessibilité au cas par cas. L'ensemble des données collectées est encodé dans la base de données géorelationnelle, BD HYDRO (*Wojda et al, 2005*). Elle regroupe toutes les informations disponibles en matière d'hydrogéologie en Région wallonne. Parmi les nombreuses et diverses données de la BD HYDRO on trouve des informations relatives à la localisation des prises d'eau (puits, sources, piézomètres,...), leurs caractéristiques géologiques et techniques, ainsi que des données sur la piézométrie, la qualité physicochimique des eaux souterraines, les volumes prélevés... Les divers tests (diagrapies, 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.

Pour l'élaboration des différentes parties de la carte hydrogéologique, certaines données cartographiques sont numérisées et harmonisées.

IX.3.2. Construction de la carte hydrogéologique

Les unités hydrogéologiques sont directement dérivées de la nouvelle carte géologique (*Dejonghe et Hance, 2001*), publiée par le Ministère de la Région Wallonne (DGARNE). Les uni-

³ Direction générale opérationnelle Agriculture, Ressources naturelles et Environnement (DGO3). Département de l'Etude du Milieu naturel et agricole - Direction de l'Etat environnemental. Coordination Géomatique et Informatique. Avenue Prince de Liège 15 - B-5100 Jambes, Belgique.

tés hydrogéologiques sont définies principalement sur base de la lithologie des formations géologiques mais aussi sur des critères piézométriques et géométriques. Dans certains cas, plusieurs formations géologiques superposées sont groupées en une seule unité hydrogéologique en tant qu'aquifère, aquiclude ou aquitard, selon leurs caractéristiques hydrogéologiques. Dans d'autre cas, la même formation géologique peut être scindée en plusieurs niveaux aquifères si elle est entrecoupée par des niveaux aquicludes suffisamment imperméables.

Sur la carte des unités hydrogéologiques figurent les unités à l'affleurement. Une bonne compréhension de cette carte doit tenir compte des coupes géologiques et hydrogéologiques ainsi que du tableau de correspondance entre les formations géologiques et les unités hydrogéologiques. L'ensemble des unités hydrogéologiques, définies en Wallonie dans le cadre du projet carte des eaux souterraines, est inventorié dans un tableau récapitulatif avec le nom et la couleur respectifs de chaque unité.

Le type de couverture d'une nappe est déterminé sur base de la lithologie des formations géologiques qui affleurent sur la carte géologique. Plusieurs possibilités sont alors envisagées : nappe à l'affleurement, nappe sous couverture perméable, nappe sous couverture imperméable et nappe sous couverture semi-perméable. Dans le cas de la superposition de plusieurs nappes, c'est la couverture de la nappe principale qui est considérée et dans d'autres cas, c'est la couverture de la nappe supérieure qui est représentée.

Les données ponctuelles, encodées dans la BD HYDRO sont structurées dans différentes requêtes. Celles-ci sont créées sur base du numéro de la carte et sur d'autres critères selon le type d'information. Chaque requête sera ensuite chargée dans la couche appropriée de la donnée géographique numérisée et projetée sur la carte correspondante.

On retrouve dans cette catégorie, les points hydrogéologiques, les points nappes, les cotes piézométriques ponctuelles, les mesures (chimie, pompage, traçage et diagraphie), les volumes prélevés sur une année, les points karst, les cotes isohypses ponctuels, les stations (climatiques et limnimétriques) et les zones de prévention à définir.

Les isopièzes sont tracés par interpolation des cotes piézométriques mesurées, des cotes altimétriques des sources et des niveaux des cours d'eau. Il faut s'assurer que les cotes piézométriques considérées appartiennent à la même nappe, en examinant la profondeur de l'ouvrage et son équipement (niveaux des crépines). Les sources et les niveaux des cours d'eau doivent aussi être en continuité hydraulique avec la nappe en question. Si par contre, les cotes piézométriques ne sont pas suffisamment bien réparties sur la carte, ou si la nappe n'est pas continue, il est très difficile de tracer des isopièzes. Dans ce cas, seuls des cotes ponctuelles sont présentés sur la carte avec la mention de la date de mesure.

Les isohypses sont tracés par interpolation des cotes ponctuelles de la base ou du sommet d'un aquifère d'après les données de forage. Ces données sont complétées par les cotes altimétriques des contacts à l'affleurement de cet aquifère avec les unités hydrogéologiques

voisines. Son contact avec l'unité sous-jacente détermine sa base, alors que son contact avec l'unité sus-jacente détermine son sommet. Si les unités hydrogéologiques ont une structure tabulaire, les isohypses peuvent être assez facilement extrapolés. Dans le cas de structures plissées et faillées, comme sur carte Biesme - Mettet (53/1-2), il est impossible de tracer de tels isohypses.

Pour la carte Biesme - Mettet (53/1-2), les données piézométriques ne sont pas très abondantes. Elles proviennent notamment des campagnes piézométriques bimensuelles effectuées dans le cadre de la réalisation de cette carte sur des puits appartenant à des particuliers, de la banque de données de la Région Wallonne, et des administrations communales.

Par un choix délibéré, la version papier de la carte hydrogéologique veut éviter toute superposition outrancière d'informations conduisant à réduire sa lisibilité. Dans ce but, outre la carte principale, trois cartes thématiques, une coupe hydrogéologique et un tableau lithostratigraphique sont réalisés pour chaque planche.

Chaque carte hydrogéologique est composée d'une notice explicative avec complément d'information et d'un poster au format A0 qui contient :

- une carte principale (CP) au 1/25 000, reprenant la topographie, le réseau hydrographique, les unités hydrogéologiques en terme d'aquifère, d'aquiclude ou d'aquitard, les zones de prévention, les ouvrages selon leur type (puits, piézomètre, source, galerie etc.), la piézométrie à une date donnée (isopièzes ou, à défaut, cotes ponctuelles de la nappe), les phénomènes karstiques, etc. ;
- une ou plusieurs coupes hydrogéologiques montrant la structure des unités hydrogéologiques et le niveau piézométrique à une date donnée ;
- un tableau de correspondance entre les formations géologiques et les unités hydrogéologiques ;
- deux ou trois cartes thématiques au 1/50 000 complétant l'information donnée par la carte principale :
 - une carte des volumes (CV) où est repris l'ensemble des ouvrages (puits, piézomètres, sources,...) différenciés selon les principaux aquifères sollicités, ainsi que les volumes pompés et déclarés dans les différentes nappes en distinguant les volumes prélevés pour la distribution publique d'eau potable et des autres volumes prélevés (par les industries, les agriculteurs, les particuliers, etc.) ;
 - une carte des informations complémentaires, du caractère de la nappe et/ou de la couverture (CC) sur laquelle figurent les ouvrages pour lesquels des données hydrochimiques sont disponibles, les sites où divers tests (essais de

pompage, traçages, diagraphies, ...) ont été réalisés, les zones investiguées par prospection géophysique, ou reconnues comme vulnérables aux nitrates ;

- lorsque l'information existe, une carte des isohypses de la base et du toit de l'aquifère (CI), qui montre les aspects structuraux des aquifères principaux et leur épaisseur. Cette carte n'est pas toujours disponible, étant donné le contexte géologique (tectonique) et la disponibilité des données (log de forage).

IX.4. 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 HHYDRO* a été régulièrement améliorée.

Dans un souci d'homogénéité entre les équipes et d'autres institutions (dont l'administration wallonne, DGARNE⁴), la base de données a été révisée. Le but est de créer un outil de travail commun et performant, répondant aux besoins des spécialistes impliqués dans la gestion des eaux souterraines. Les données hydrogéologiques dispersées géographiquement devaient être disponibles dans une seule base de données centralisée.

Ainsi les données détaillées de l'hydrochimie, de la piézométrie, des volumes exploités, des paramètres d'écoulement et de transport, de géologie telles que les descriptions de log de forage et d'autres données administratives ou autre sont stockées dans la *BD HHYDRO* qui se trouve à 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 HHYDRO* (*Wojda et al, 2005*). Elle regroupe toutes les informations disponibles en matière d'hydrogéologie en Région wallonne. Parmi les nombreuses et diverses données de la *BD HHYDRO* 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 HHYDRO*. 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.

⁴ Direction générale opérationnelle Agriculture, Ressources naturelles et Environnement (DGO3). Département de l'Etude du Milieu naturel et agricole - Direction de l'Etat environnemental. Coordination Géomatique et Informatique. Avenue Prince de Liège 15 - B-5100 Jambes, Belgique

X. BIBLIOGRAPHIE

BCG, 2006, Commune de Fosses-la-Ville, Captage du Lac de Bambois, Détermination des zones de prévention, PHASE III, Traçages – Bilan – Détermination des zones de prévention. *Rapport Bureau Conseil en Géologie, I.N.A.S.E.P.*

COMITE SCIENTIFIQUE DE LA CONSERVATION DE LA NATURE ET DE LA PROTECTION DES EAUX A.S.B.L., 2001, Bassin hydrographique de la Molinee. Vol. 1 : Facteurs abiotiques. *D.G.R.N.E.*

CRA, 2007, Analyse de la pollution survenue au captage de Biesmerée (Mettet). Réduction des contaminations des eaux souterraines et des captages en particulier par les pesticides. *SPGE.*

DE BROYER, C., THYS, G., FAIRON, J., MICHEL, G., 2002, Atlas du Karst wallon, Inventaire cartographique des sites karstiques et des rivières souterraines de Wallonie. *Direction Générale des Ressources Naturelles et de l'Environnement - Commission Wallonne d'Etude et de Protection des Sites Souterrains asbl.*

DELCAMBRE, B., PINGOT, J.-L., 2004, Carte géologique de Wallonie, planchette 53/1-2 Biesme - Mettet et sa notice explicative. *Ministère de la Région Wallonne.*

FETTER, C.W., 2001, Applied hydrogeology. Fourth Edition. *Prentice Hall, 2001. p. 598.*

LGIH-AIEM 981, 1998, Projet d'extension du cimetière Saint-Gérard (Mettet). *LGIH.*

LGIH-BEP 882, 1988, Projet de décharge classe 2 à Mettet. Etude géologique et hydrogéologique.

LGIH-ELEC 983, 1998, Ancienne carrière de Marmor à Gougnyes. Etude de caractérisation du dépôt de cendres volcaniques.

LGIH-ESM 894, 1989, Etude des potentialités aquifères du calcaire carbonifère de l'Entre-Sambre-et-Meuse.

LGIH-INT 891, 1989, Carrière de Marmor-Gougnyes. Etude géologique et hydrogéologique.

LGIH-NJ 861, 1986, Nicolas-Jacquet. Source Saint-Pierre à Franière. Etude géologique.

POCHON, A. & ZWAHLEN, F., 2003, Délimitation des zones de protection des eaux souterraines en milieu fissuré – Guide pratique. L'environnement pratique. *Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage, Office fédéral des eaux et de la géologie, Berne, 83 p.*

POSEL, S., 1997, Etude hydrogéologique du bassin de la Molinee. Captage de Bonsin. Mémoire de fin d'étude. *ULg.*

RODIER, J., 1996, L'analyse de l'eau. 8ème Edition. *Dunod, p. 1384.*

S.W.D.E. non publié, Dossier zones de prévention des captages "Evrard P1", "Evrard P3", "Evrard exhauré" et "Hymiée P1".

S.W.D.E., 1989, Captage de la carrière Lepoivre (Mettet), forage d'un puits P5 et développement du puits P4 existant.

S.W.D.E., 1987. Exécution d'un puits d'exploitation P3 à Mettet (anciennement Biesmerée-Est).

S.W.D.E. 064, 2002, Dossier zone de prévention des captages Lepoivre P2, Lepoivre P4, Lepoivre P5, Lepoivre Exhaure, Biesmerée-Est P3 et Stave G1.

S.W.D.E.-RT118, 1999, Réalisation de 6 piézomètres et 4 puits de reconnaissance PR1 à PR4 à Mettet (Biesmerée et Stave) dans le cadre de l'étude des zones de prévention des prises d'eau: Biesmerée-Est P3, Lepoivre P2, Lepoivre P4, Lepoivre P5, Lepoivre exhauré et Stave G1.

S.W.D.E.- RT154, 2003, Réalisation de deux piézomètres (PZ1 et PZ2) et quatre puits de reconnaissance (PR1 à PR4) à Gerpennes dans le cadre de l'étude des zones de prévention des prises d'eau "Evrard P1" et "Hymiée P1".

S.W.D.E. - RT163, 2003, Réalisation de trois piézomètres (PZ1 à PZ3) et trois puits de reconnaissance (PR1 à PR3) à Mettet (Oret et Mettet) "Bastin P1" et "Fallon P3".

SGB-013, 1981, Sources de Biesme - "Ferme de la Belle Haie".

SGB-398, 1991, Forage de sondages de reconnaissance et puits de pompage à Mettet. Etude et pompage d'essai.

SGB-400, 1991, Forage dans le calcaire carbonifère : Bassin de Dinant, Condroz et Entre-Sambre-et-Meuse. Forage et pompage d'essai à Mettet.

SPAQuE SHt3602-01D, 2003, Site carrière de Gougnes à Gerpennes. Etude de caractérisation d'une ancienne décharge.

SPAQuE SNr1407-02, 1997, Etude du projet de plan du CET du site "Vieux Fourneau" à Oret.

SPAQuE SNr2501-01, 1993, Caractérisation du dépotoir de Biesme.

SPAQuE SNr2506-01D, 2004, Etude de caractérisation du site "Le Trou des Flamands" à Oret.

Tableau de bord de l'environnement Wallon, 2010, Cellule Etat de l'environnement wallon, Rapport sur l'état de l'environnement wallon. *SPW-DGARNE-DEE.*

THORNTHWAITE, C.W., MATTER, J.R., 1955, The water balance. *Centeron N.J., Laboratory of Climatology*, 1955. pp. 1-86. *Publication 8*.

XI. TABLE DES ILLUSTRATIONS

Figure I.1: Localisation de la carte Biesme-Mettet (planche IGN 53/1-2, au 1/25 000).	6
Figure II.1 : Carte du réseau hydrographique et des bassins versants de la région de Biesme - Mettet.	9
Figure III.1 : Localisation de la carte géologique de Biesme-Mettet (BOULVAIN, 2007).	11
Figure III.2 : Carte structurale simplifiée de la planchette 53/1-2 Biesme - Mettet.	26
Figure IV.1 : Masses d'eau souterraines en Wallonie (Etat des nappes d'eau, mars 2010, http://environnement.wallonie.be).	29
Figure IV.2 : Les principales formations aquifères de Wallonie et localisation de la planchette Biesme - Mettet (http://environnement.wallonie.be)	30
Figure IV.3 : Localisation de l'Aquiclude du socle cambro-silurien.	35
Figure IV.4 : Localisation de l'Aquifère du socle cambro-silurien.	36
Figure IV.5 : Localisation de l'Aquitard à niveaux aquifères du Dévonien inférieur.	37
Figure IV.6 : Localisation de l'Aquifère à niveaux aquicludes du Dévonien inférieur.	38
Figure IV.7 : Localisation de l'Aquitard de l'Eifelien.	39
Figure IV.8 : Localisation de l'Aquifère des calcaires du Givetien.	40
Figure IV.9 : Localisation de l'Aquiclude du Frasnien.	41
Figure IV.10 : Localisation de l'Aquifère des calcaires du Frasnien.	42
Figure IV.11 : Localisation de l'Aquiclude du Famennien-Frasnien.	43
Figure IV.12 : Localisation de l'Aquifère des grès du Famennien.	44
Figure IV.13 : Localisation de l'Aquitard du Famennien.	45
Figure IV.14 : Localisation de l'Aquifère, aquitard, aquiclude de l'Hastarien.	46
Figure IV.15 : Localisation de l'Aquifère des calcaires du Carbonifère.	47
Figure IV.16 : Localisation de l'Aquiclude à niveaux aquifères du Houiller.	48
Figure IV.17 : Localisation de l'Aquifères des sables du Paléocène.	49
Figure IV.18 : Localisation de l'Aquifère des sables de l'Eocène.	50
Figure IV.19 : Localisation de l'Aquifère des sables de remplissage.	51
Figure IV.20 : Localisation de l'Aquifère alluvial.	52
Figure IV.21 : Localisation de l'Aquiclude des argiles de remplissage.	53
Figure IV.22 : Localisation des phénomènes karstiques sur la carte de Biesme - Mettet.	56
Figure IV.23 : Système karstique de la vallée de la Molinee.	58
Figure IV.24 : Système karstique de la vallée du Burnot.	60
Figure IV.25 : Système karstique de la vallée de la Biesme.	62
Figure IV.26 : Système karstique de la vallée du Ruisseau de Fosses.	63
Figure IV.27 : Système karstique de la vallée du ruisseau d'Hanzinne.	64
Figure IV.28 : Système karstique de la vallée du Thyria.	65
Figure IV.29 : Calcul de l'eau utile pour la station de Saint-Gérard en 2006	68
Figure IV.30 : Calcul de l'eau utile pour la station de Gerpennes en 2006	69
Figure IV.31 : localisation du puits Ferme du Temple.	71
Figure IV.32 : Localisation des puits Vitriaval, Puylaert et Crépin.	72
Figure IV.33 : Evolution du niveau piézométrique du puits <i>Vitriaval</i> .	73
Figure IV.34 : Evolution du niveau piézométrique dans un puits de particulier (puits Crépin).	74
Figure IV.35 : Evolution du niveau piézométrique dans un puits de particulier (puits Puylaert).	74
Figure IV.36 : localisation du piézomètre SWDE PZ1 Gerpennes.	77

Figure IV.37 : localisation des carrières de Gougnyes.	78
Figure IV.38 : Localisation du captage Grand-Etang, dans le lac de Bambois.	79
Figure IV.39 : localisation du puits Saint-Gérard passage à niveau.	80
Figure IV.40 : Localisation du puits Doneux I.	81
Figure IV.41 : Localisation du puits Derese à Pontaury.	82
Figure IV.42 : Evolution du niveau piézométrique du puits Derese à Pontaury.	82
Figure IV.43 : localisation du puits Communal à Hanzinne.	83
Figure IV.44 : Evolution du niveau piézométrique du puits Communal.	83
Figure IV.45 : localisation du puits Boccart à Somtet.	86
Figure IV.46 : Evolution du niveau piézométrique dans un puits de particulier à Somtet (Puits Boccart).	86
Figure IV.47 : localisation des puits Cervo et Donneux II à Oret.	88
Figure IV.48 : localisation du puits Graux et du piézomètre Pz3 Etude ESM à Graux.	89
Figure IV.49 : localisation du puits Ebénisterie.	91
Figure IV.50 : Evolution du niveau piézométrique du puits Ebénisterie à Mettet, profond de 16,8 m.	91
Figure IV.51 : localisation du piézomètre Puits de Hardimont-S1 à Mettet.	92
Figure IV.52 : Evolution du niveau piézométrique dans un ancien puits de l'A.I.E.M. utilisé comme piézomètre (Puits Hardimont, foré jusqu'à 70 m).	92
Figure IV.53 : localisation des puits <i>Rue Bois l'Évêque II</i> et <i>Sandow</i> au sud d'Oret.	93
Figure IV.54 : Evolution du niveau piézométrique dans un puits des sablières de Mettet (Puits Bois l'Évêque, foré jusque 38 m).	94
Figure IV.55 : localisation des ouvrages <i>SWDE PR4 Stavesoul</i> , <i>SWDE PZ5 Stavesoul</i> et <i>Stave G1</i> au nord de Stave.	95
Figure IV.56 : Evolution du niveau piézométrique d'un piézomètre de la S.W.D.E. à Stave (PR4, foré jusque 35 m).	95
Figure IV.57 : Evolution du niveau piézométrique dans un piézomètre de la S.W.D.E. (PZ5, foré jusque 35 m).	96
Figure IV.58 : Evolution du niveau piézométrique d'un puits de particulier au sud d'Oret (Puits Sandow, puits traditionnel de 15 m).	96
Figure IV.59 : localisation des captages de la Carrière Lepoivre et des piézomètres de la SWDE au sud de Biesmerée (SWDE PZ2, PZ3 Biesmerée et PR2, PR3 Lepoivre).	97
Figure IV.60 : Localisation du trait de coupe.	99
Figure IV.61 : Coupes géologique et hydrogéologique de la carte de Biesme - Mettet.	100
Figure IV.62 : Informations sur les nappes libres et captives de Biesme-Mettet.	103
Figure IV.63 : Localisation du puits <i>Biesmerée-EST P3</i> .	104
Figure IV.64 : Localisation des piézomètres PZBA1 à 4 autour du lac de Bambois et du captage <i>Grand Etang</i> .	105
Figure IV.65 : localisation des piézomètres implantés dans les anciennes carrières de Gougnyes.	106
Figure IV.66: Relation entre la distance du puits à la zone d'affleurement de la couche plus perméable et la profondeur à laquelle il recoupe celle-ci.	107
Figure IV.67 : Localisation de la carrière de Gougnyes.	109
Figure IV.68 : Localisation de la carrière du Tri d'Hymiée.	110
Figure IV.69 : localisation de la carrière de La Marchauderie.	111
Figure IV.70 : Localisation de la carrière des Six Bonniers.	112
Figure IV.71 : Localisation des sablières de Mettet.	113

Figure IV.72 : Localisation de la carrière M.P.G.	114
Figure V.1 : Localisation du puits <i>Campagne de Devant les Bois</i> et <i>Vitrival</i> .	116
Figure V.2 : Localisation de la Fontaine de Villers-Poterie.	119
Figure V.3 : localisation de l'échantillon pris dans la ravine près de Gougnes.	120
Figure V.4 : Localisation du captage <i>Grand-Etang</i> .	121
Figure V.5 : Localisation des prises d'échantillon dans les carrières à Gougnes.	122
Figure V.6 : Localisation du puits <i>Doneux I</i> .	125
Figure V.7 : Localisation de la Source Beau Chêne.	127
Figure V.8 : Localisation de la Source Fraire (A.I.E.M.).	128
Figure V.9: localisation du puits <i>Bambois</i> .	130
Figure V.10 : Localisation de la Source <i>Biesme-Ferme de la Belle Haie</i> .	131
Figure V.11 : Localisation des puits Battaglia et Marcolin.	132
Figure V.12: localisation des ouvrages <i>Biesmerée-EST P3</i> , <i>SWDE PR3 LEPOIVRE</i> , <i>SWDE PR2 LEPOIVRE</i> , puits <i>LEPOIVRE</i> , <i>SWDE PZ4 Stavesoul</i> , et <i>STAVE G1</i>	137
Figure V.13 : localisation des piézomètres HARDIMONT S1 et DES CLOQUETTES-PP.	138
Figure V.14 : localisation des puits <i>SAUVEGARDE P2</i> , <i>BASTIN P1</i> , et <i>FALLON P3</i> .	139
Figure V.15: localisation du puits NOTRE-DAME DE GRACE.	140
Figure V.16 : Classification hydrochimique des eaux souterraines selon un diagramme de Piper (FETTER, 2001).	141
Figure V.17 : Position des analyses hydrochimiques de (○) l'aquifère à niveaux aquicludes du Dévonien inférieur, (▼) l'Aquifère des calcaires du Givetien, (□) l'Aquifère des calcaires du Frasnien, (*) l'Aquitard du Famennien, (●) l'aquifère des grès du Famennien, (▲) aquifère des calcaires du Carbonifère sur le diagramme de Piper.	142
Figure V.18 : Zones vulnérables aux nitrates arrêtées en Wallonie. Localisation de la carte de Biesme - Mettet en bordure sud de la zone vulnérable du namurois.	143
Figure V.19 : Nitrates dans les eaux souterraines (État des nappes d'eau souterraines, mars 2010, http://environnement.wallonie.be/).	144
Figure V.20 : Localisation du puits Campagne de Devant les Bois de l'A.I.E.M.	146
Figure V.21 : Evolution de la teneur en nitrate du captage de Devant les Bois entre décembre 1992 et mai 2004 (source : A.I.E.M.).	146
Figure V.22 : Localisation du puits sur galerie de Grand Etang.	147
Figure V.23 : Evolution de la teneur en nitrate du captage de Grand Etang entre 1986 et 2006 (source : RW).	148
Figure V.24 : Localisation de la source Hameau Fraire.	149
Figure V.25 : Evolution de la teneur en nitrate de la source Hameau Fraire entre octobre 1988 et mai 2004 (source : A.I.E.M.).	150
Figure V.26 : Localisation du captage "Pompage de Oret".	151
Figure V.27 : Evolution de la teneur en nitrate du pompage de Oret (I.N.A.S.E.P.) entre 1986 et 2005 (source : RW).	152
Figure V.28 : Localisation des ouvrages <i>Bastin P1</i> , <i>Oret Captage</i> et <i>Fallon P3</i> .	153
Figure V.29 : Localisation des captages <i>Lepoivre P2</i> , <i>P4</i> , <i>P5</i> , <i>Biesmerée-EST P3</i> et de la galerie Stave G1.	154
Figure V.30 : Localisation de la source <i>Captage de Bonsin</i> .	155
Figure V.31 : Localisation de la source <i>Saint Laurent</i> .	156
Figure V.32 : Localisation de la source <i>Rabooz</i> .	157

Figure V.33 : Evolution de la teneur en nitrate de la source Rabooz entre septembre 1985 et mai 2004 (source : A.I.E.M.).	158
Figure V.34 : Evolution de la teneur en nitrate de la source Oret Captage entre octobre 1988 et décembre 2005 (source : A.I.E.M.).	158
Figure V.35 : Evolution de la teneur en nitrate de la source de Bonsin entre septembre 1985 et décembre 2005 (source : A.I.E.M.).	159
Figure V.36 : Evolution de la teneur en nitrate de la source de <i>Saint Laurent</i> entre septembre 1985 et novembre 2005 (source : A.I.E.M.).	159
Figure V.37: Evolution de la teneur en nitrate du captage <i>Lepoivre P2</i> entre 1994 et 2005 (source : RW).	160
Figure V.38 : Evolution de la teneur en nitrate du captage <i>Lepoivre P4</i> entre 1992 et 2005 (source : RW).	160
Figure V.39 : Evolution de la teneur en nitrate du captage <i>Lepoivre P5</i> entre 1996 et 2005 (source : RW).	161
Figure V.40 : Evolution de la teneur en nitrate du captage <i>Bastin P1</i> entre 1994 et 2005 (source : RW).	161
Figure V.41 : Evolution de la teneur en nitrate du captage de Biesmerée Est P3 entre 1994 et 2005 (source : RW).	162
Figure V.42 : Evolution de la teneur en nitrate du captage de <i>Fallon P3</i> entre 1994 et 2005 (source : RW).	162
Figure V.43 : Evolution de la teneur en nitrate du captage de <i>Stave G1</i> entre 1994 et 2005 (source : RW).	163
Figure V.44 : Carte des teneurs maximums en nitrate atteintes entre 1988 et 2006.	164
Figure V.45 : sites de contrôle de la qualité des eaux souterraines répartis selon le pesticides présentant la concentration la plus élevée, en Région wallonne (période 2005-2008) (<i>Tableau de bord de l'environnement Wallon, 2010</i>).	166
Figure V.46 : Indice de qualité pour les pesticides en Région Wallonne (État des nappes d'eau souterraines, mars 2010, http://environnement.wallonie.be/).	167
Figure V.47 : Etat des masses d'eau pour l'année 2008 et causes de leur dégradations (Etat des nappes d'eau, mars 2010, http://environnement.wallonie.be/).	173
Figure VI.1 : Prises d'eau en activité en Région wallonne et localisation de la planchette Biesme - Mettet (http://environnement.wallonie.be/)	176
Figure VI.2 : Volumes cumulés prélevés depuis 1999 jusque 2007 dans les Calcaires du Primaire et dans les massifs schisto-gréseux du Primaire (d'après les données reprises du Tableau VI.3, p.182).	177
Figure VI.3 : Prélèvement par aquifère en Région wallonne et localisation de la planchette Biesme - Mettet (http://environnement.wallonie.be/).	178
Figure VI.4 : Principale prises d'eau en Région wallonne et localisation de la planchette Biesme - Mettet (http://environnement.wallonie.be/).	180
Figure VI.5 : Localisation des ouvrages <i>Lepoivre Exhaure</i> , P5, P2, <i>Biesmerée-EST P3</i> et <i>Stave G1</i> .	183
Figure VI.6 : Localisation des ouvrages <i>Bastin P1</i> , <i>Sauvegarde P2</i> , <i>Fallon P3</i> et <i>Oret Captage</i> .	184
Figure VI.7 : Localisation de la source Rabooz.	185
Figure VI.8 : Localisation de la source Saint Laurent.	186
Figure VI.9 : Localisation de la source Captage de Bonsin.	187
Figure VI.10 : Localisation de l'ouvrage <i>Grand-Etang</i> .	188
Figure VI.11 : Localisation de l'ouvrage Hameau Devant les Bois.	189
Figure VI.12 : Localisation des ouvrages <i>Hameau de Fraire</i> source et puits.	190
Figure VI.13 : Localisation de la source <i>Pompage de Oret</i> .	191
Figure VII.1 : Localisation des ouvrages <i>Puits Hardimont – S1</i> , <i>Puits des Cloquettes – PP, S4, S5, S6 et S8</i> , ayant l'objet d'un test de pompage dans la région de Mettet.	194

Figure VII.2 : Localisation des ouvrages <i>Marmor PZ1, PZ2, FG1 et FG2</i> ayant l'objet d'un test de pompage dans la région de Gougnies (Carrière Marmor).	195
Figure VII.3 : Localisation des puits ayant l'objet d'un test de pompage dans la région de Biesmerée.	196
Figure VII.4 : Localisation des piézomètres de la SWDE ayant l'objet d'un test de pompage dans la région d'Oret.	197
Figure VII.5 : Localisation du piézomètre PIEZO 3 Etude E-S-M.	198
Figure VII.6 : Localisation du puits Bocart Stéphane.	199
Figure VII.7 : Localisation des écoulements souterrains mis en évidence par traçage aux environs du lac de Bambois dans le cadre des zones de prévention (BCG, 2006).	201
Figure VII.8 : Localisation des écoulements souterrains mis en évidence par essais de traçage aux environs de Biesmerée dans le cadre des zones de prévention à établir autour des captages de la S.W.D.E. (S.W.D.E., 2002).	202
Figure VIII.1 : Représentation schématique de quatre aquifères caractérisés par une hétérogénéité croissante, a) milieu poreux homogène, b) milieu fissuré faiblement hétérogène, c) milieu fissuré hétérogène, d) milieu karstique très hétérogène (<i>Pochon et Zwahlen, 2003</i>).	205
Figure VIII.2 : Représentation théorique des zones de prévention autour d'un captage (http://environnement.wallonie.be/).	207
Figure VIII.3 : Zones de prévention arrêtées en Région Wallonne (État des nappes d'eau souterraines, décembre 2010, http://environnement.wallonie.be/).	208
Figure VIII.4 : Extension de la zone de prévention Stave G1 sur les cartes 53/1-2 et 53/5-6.	210
Figure VIII.5 : Zones de prévention des captages de la carrière Lepoivre et Stave G1 de la S.W.D.E dans leur contexte hydrogéologique.	211
Figure VIII.6 : Extension de la zone de prévention Hymiee-Evrard sur les cartes 52/3-4 et 53/1-2.	212
Figure VIII.7 : Zones de prévention à l'enquête publique en Région Wallonne (État des nappes d'eau souterraines, décembre 2010, http://environnement.wallonie.be/).	213
Figure VIII.8 : Zone de prévention proposée du captage <i>Grand-Etang</i> de l'INASEP.	215
Figure VIII.9 : Zones de prévention à en cours d'étude en Région Wallonne (État des nappes d'eau souterraines, décembre 2010, http://environnement.wallonie.be/).	217
Figure VIII.10 : Localisation des zones de prévention à définir des captages <i>Sauvegarde P2, Bastin P1, Fallon P3</i> et <i>Oret Captage</i> .	218
Figure VIII.11 : Localisation des zones de prévention à définir des captages <i>Rabooz</i> et <i>Cloquettes-PP</i> .	218
Figure VIII.12 : Localisation des zones de prévention à définir du <i>Captage de Bonsin</i> .	219
Figure VIII.13 : Localisation des zones de prévention à définir du captage <i>Campagne de Devant les Bois</i> .	219
Figure VIII.14 : Localisation des zones de prévention à définir du captage <i>Saint Laurent</i> .	220
Tableau III.1 : Tableau lithostratigraphique de la planchette 53/1-2 Biesme – Mettet.	13
Tableau IV.1 : Classification du caractère perméable des formations suivant la granulométrie des roches meubles	32
Tableau IV.2 : Tableau de correspondance géologie – hydrogéologie de la carte 53/1-2 Biesme - Mettet.	33
Tableau IV.3 : Cotes piézométriques ponctuelles pour quelques puits de particulier implantés dans les formations aquifères du Famennien.	85
Tableau IV.4 : Mesures piézométriques ponctuelles pour les puits implantés dans les calcaires du Carbonifère.	90

Tableau V.1 : Résultats des analyses chimiques effectuées dans l'aquifère à niveaux aquicludes du Dévonien inférieur.	115
Tableau V.2: Résultats des analyses chimiques réalisées sur deux échantillons provenant de l'Aquifère des calcaires du Givetien (Formation de Nèvreumont).	118
Tableau V.3 : Résultats des analyses chimiques pour les calcaires du Frasnien.	123
Tableau V.4 : Résultats des analyses chimiques pour l'Aquiclude du Famennien-Frasnien.	124
Tableau V.5 : Résultats des analyses chimiques pour la Source Beau Chêne.	126
Tableau V.6 : Résultats des analyses chimiques pour l'aquifère des grès du Famennien.	129
Tableau V.7 : Résultats des analyses chimiques pour l'aquifère des calcaires carbonifères.	134
Tableau V.8 : Résultats des analyses chimiques pour l'aquifère des calcaires carbonifères (suite).	134
Tableau V.9 : Résultats des analyses chimiques effectuées sur les sources des calcaires carbonifères.	135
Tableau V.10: Résultats des analyses microbiologiques pour la région de Biesme-Mettet (Source : S.W.D.E.).Autres paramètres	165
Tableau V.11: Teneurs en pesticides principaux (famille des herbicides) pour l'Aquifère des calcaires du Carbonifère de Biesme-Mettet (Source : RW-DGRNE, S.W.D.E.).	168
Tableau V.12 : Teneurs en pesticides principaux (famille des herbicides) pour l'Aquifère des calcaires du Carbonifère de Biesme-Mettet (Suite, Source : RW-DGRNE, S.W.D.E.).	168
Tableau V.13 : Profil des pesticides incriminés dans la pollution en 2006 sur le captage Lepoivre P4 de Biesmerée (CRA, 2007).	169
Tableau V.14 : Résultats des analyses réalisées au captage Lepoivre P4 de la SWDE en ng/l (CRA, 2007).	169
Tableau V.15: Teneurs en métaux lourds des eaux souterraines des aquifères des calcaires du Carbonifères et du Frasnien (Source : RW-DGRNE, S.W.D.E.).	170
Tableau V.16 : Valeurs seuils des paramètres chimiques intervenant dans la dégradation des masses d'eau souterraines (http://environnement.wallonie.be/).	171
Tableau VI.1 Distribution des ouvrages entre les différentes nappes de la carte Biesme - Mettet.	174
Tableau VI.2 : Liste des captages de la carte Biesme – Mettet (Source : RW-DGRNE, S.W.D.E., A.I.E.M., I.N.A.S.E.P.).	181
Tableau VI.3 : Prélèvements annuels (1999 - 2007) dans les principaux aquifères de Wallonie (http://environnement.wallonie.be/).	182
Tableau VII.1 : Paramètres hydrodynamiques déterminés pour quelques ouvrages dans la région de Biesme - Mettet.	193
Tableau VII.2 : Paramètres calculés à partir des courbes de restitution des traceurs (Source : S.W.D.E.).	203

XII. GLOSSAIRE DES ABRÉVIATIONS

A.I.E.M. : Association Intercommunale des Eaux de la Molignée

AKWA : Atlas du Karst Wallon

BCG : Bureau Conseil en Géologie

DGRNE : Direction Générale des Ressources Naturelles et de l'Environnement

I.N.A.S.E.P. : Intercommunale Namuroise de Service Public

M : Mètre

Prof. : Profondeur

RW : Région Wallonne

S.W.D.E. : Société Wallonne de Distribution d'Eau

SPAQuE : Société Publique d'Aide à la Qualité de l'Environnement

SGB : Service Géologique de Belgique

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

