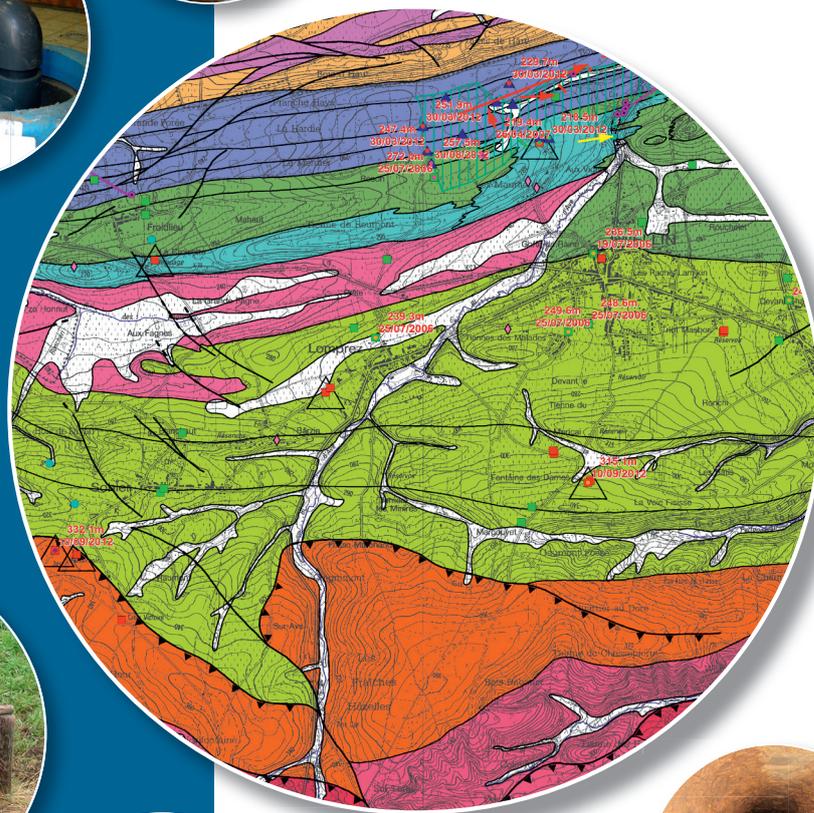


## Notice explicative

### CARTE HYDROGÉOLOGIQUE DE WALLONIE

Echelle : 1/25 000



Photos couverture © SPW-DGARNE(DGO 3)

Fontaine de l'ours à Andenne

Forage exploité

Argillère de Celles à Houyet

Puits et sonde de mesure de niveau piézométrique

Emergence (source)

Essai de traçage au Chantoir de Rostenne à Dinant

Galerie de Hesbaye

Extrait de la carte hydrogéologique de Pondrôme - Wellin

# PONDRÔME - WELLIN

## 59/5-6

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

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



## NOTICE EXPLICATIVE

2014

Première version : Septembre 2012  
Actualisation partielle : Janvier 2014

Dépôt légal – **D/2014/12.796/3** - ISBN : **978-2-8056- 0148-4**

**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

<b>CARTE HYDROGEOLOGIQUE DE WALLONIE .....</b>	<b>1</b>
<b>CARTE HYDROGEOLOGIQUE DE .....</b>	<b>2</b>
<b>AVANT-PROPOS.....</b>	<b>1</b>
<b>I. INTRODUCTION .....</b>	<b>3</b>
<b>II. CADRES GEOGRAPHIQUE, GEOMORPHOLOGIQUE ET HYDROGRAPHIQUE.....</b>	<b>4</b>
<b>III. CADRE GEOLOGIQUE .....</b>	<b>7</b>
III.1. CADRE GEOLOGIQUE GENERAL .....	7
III.1.1 Sédimentation dévonienne.....	7
III.1.2 L'orogénèse hercynienne .....	7
III.2. CADRE GEOLOGIQUE REGIONAL.....	8
III.2.1 Cadre lithostratigraphique .....	8
III.2.1.1. Paléozoïque.....	10
III.2.1.2. Cénozoïque .....	18
III.2.2 Cadre structural .....	19
III.2.2.1. Cadre géodynamique .....	19
III.2.2.2. Description régionale de la déformation .....	19
<b>IV. CADRE HYDROGEOLOGIQUE.....</b>	<b>23</b>
IV.1. DESCRIPTION DES UNITES HYDROGEOLOGIQUES.....	24
IV.1.1 Paléozoïque .....	25
IV.1.1.1. Aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur .....	25
IV.1.1.2. Aquitard à niveaux aquifères de Villé .....	26
IV.1.1.3. Aquiclude du Dévonien inférieur .....	26
IV.1.1.4. Aquifère à niveaux aquicludes du Dévonien inférieur .....	26
IV.1.1.5. Aquitard du Dévonien inférieur.....	27
IV.1.1.6. Aquiclude de l'Eifelien .....	27
IV.1.1.7. Aquitard de l'Eifelien .....	27
IV.1.1.8. Aquifère de l'Eifelien .....	27
IV.1.1.9. Aquifère des calcaires du Givetien.....	27
IV.1.1.10. Aquiclude du Frasnien .....	28
IV.1.1.11. Aquitard du Frasnien.....	28
IV.1.2 Cénozoïque.....	29
IV.1.2.1. Aquifère alluvial.....	29
IV.2. PHENOMENES KARSTIQUES .....	29
IV.2.1 Le vallon karstique du Ri d'Ave à Wellin.....	29
IV.2.2 Phénomènes karstiques de la Wimbe et du Gongon .....	31
IV.2.3 Phénomènes karstiques de la Lesse .....	32
IV.3. DESCRIPTION DE L'HYDROGEOLOGIE REGIONALE .....	34
IV.3.1 Cadre général .....	34
IV.3.1.1. Calcaires et grès de la Calestienne et de la Famenne (RWM023).....	35
IV.3.1.2. Grès et schistes du massif ardennais (RWM100) .....	35
IV.3.2 Évolution piézométrique des différentes unités hydrogéologiques .....	35
IV.3.2.1. Aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur .....	36
IV.3.2.2. Aquifère à niveaux aquicludes du Dévonien inférieur .....	37
IV.3.2.3. Aquitard du Dévonien inférieur.....	37
IV.3.2.4. Aquitard de l'Eifelien .....	39
IV.3.2.5. Aquifère de l'Eifelien .....	41
IV.3.2.6. Aquifère des calcaires du Givetien.....	43

IV.3.2.7. Conclusions.....	46
IV.4. COUPES HYDROGEOLOGIQUES.....	48
IV.5. CARACTERE LIBRE, SEMI-CAPTIF, CAPTIF DES NAPPES .....	50
<b>V. CADRE HYDROCHIMIQUE .....</b>	<b>52</b>
V.1. CARACTERISTIQUES HYDROCHIMIQUES DES EAUX .....	52
V.1.1 Aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur .....	53
V.1.2 Aquitard à niveaux aquifères de Villé .....	54
V.1.3 Aquifère à niveaux aquicludes du Dévonien inférieur .....	55
V.1.4 Aquitard du Dévonien inférieur .....	56
V.1.5 Aquifère de l'Eifelien .....	58
V.1.6 Commentaires.....	59
V.2. PROBLEMATIQUE DES NITRATES.....	62
V.2.1 Aquifère de l'Eifelien .....	64
V.2.2 Aquitard du Dévonien inférieur .....	65
V.2.3 Aquitard à niveaux aquifères de Villé .....	66
V.2.4 Aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur .....	67
V.1. PROBLEMATIQUE DES MICROPOLLUANTS .....	69
V.1.1 Pesticides.....	69
V.1.2 Métaux .....	71
V.2. QUALITE BACTERIOLOGIQUE.....	73
V.3. ETAT DES MASSES D'EAU.....	73
<b>VI. EXPLOITATION DES AQUIFERES .....</b>	<b>76</b>
VI.1. VOLUMES PRELEVES POUR LA DISTRIBUTION PUBLIQUE.....	77
VI.2. AUTRES VOLUMES CAPTES .....	80
<b>VII. PARAMETRES HYDROGEOLOGIQUES.....</b>	<b>81</b>
VII.1. PARAMETRES D'ECOULEMENT.....	81
VII.1.1 Captage I.N.A.S.E.P. de Pondsôme .....	82
VII.1.2 Site S.W.D.E. de GEMBES - SCOTTONS .....	83
VII.2. PARAMETRES DE TRANSPORT .....	84
VII.2.1 Carrière du Fond des Vaulx .....	84
VII.2.1.1. Essai multi-traçages en période de basses eaux.....	84
VII.2.1.2. Essai multi-traçages en période de hautes eaux.....	88
<b>VIII. ZONES DE PROTECTION .....</b>	<b>91</b>
VIII.1. CADRE LEGAL.....	91
VIII.1.1 Zone de prise d'eau ou zone I .....	91
VIII.1.2 Zones de prévention rapprochée et éloignée ou zones IIa et IIb .....	92
VIII.1.3 Zone de surveillance ou zone III.....	93
VIII.1.4 Mesures de protection .....	93
VIII.1. ZONES DE PREVENTION AUTOUR DES CAPTAGES.....	94
VIII.1.1 Zone de prévention arrêtée.....	94
VIII.1.2 Zone de prévention à l'enquête publique.....	95
VIII.1.3 Zones de prévention à définir .....	95
<b>IX. METHODOLOGIE D'ELABORATION DE LA CARTE HYDROGEOLOGIQUE .....</b>	<b>96</b>
IX.1. INTRODUCTION.....	96
IX.2. COLLECTE DE DONNEES .....	96
IX.2.1 Données géologiques et topographiques .....	96
IX.2.2 Données météorologiques et hydrologiques .....	96

IX.2.3 Données hydrogéologiques .....	96
IX.2.3.1. La banque de données BD HYDRO.....	97
IX.2.3.2. Localisation des ouvrages et sources .....	97
IX.2.3.3. Données piézométriques .....	97
IX.2.3.4. Données hydrochimiques.....	97
IX.3. CONSTRUCTION DE LA CARTE HYDROGEOLOGIQUE.....	97
<b>X. BIBLIOGRAPHIE.....</b>	<b>101</b>
<b>XI. ANNEXE 1: LISTE DES ABREVIATIONS .....</b>	<b>105</b>
<b>XII. ANNEXE 2 : TABLE DES OUVRAGES CITES DANS LA NOTICE .....</b>	<b>106</b>

## AVANT-PROPOS

La carte hydrogéologique Pondrôme - Wellin (59/5-6) s'inscrit dans le projet cartographique "Eaux souterraines" commandé et financé par le Service Public de Wallonie (S.P.W) : Direction générale opérationnelle Agriculture, Ressources naturelles et Environnement (DGO3). Quatre équipes universitaires collaborent à ce projet : l'Université de Namur (UNamur), l'Université de Mons (Faculté Polytechnique, Umons) et l'Université de Liège (ArGEnCO-GEO<sup>3</sup>-Hydrogéologie & Sciences et Gestion de l'Environnement, ULg-Campus d'Arlon, ULg).

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

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

La carte de Pondrôme – Wellin a été réalisée en 2012 par Ludovic Capette et le projet supervisé par le Prof. Vincent Hallet du Département de Géologie (UNamur). La carte a été revue et mise à jour partiellement en 2013 par S. Rekk avant son édition et sa publication sur Internet.

Les auteurs de la carte hydrogéologique remercient vivement Virginie Dumoulin et Sabine Blockmans, auteures de la carte géologique, pour leurs explications à propos de la géologie complexe de cette région. Il en va de même pour le Service Géologique de Belgique et en particulier le Dr. Eric Goemaere pour son aide précieuse dans la réalisation de ce document. Nous remercions également la Société Wallonne des Eaux (SWDE), l'Intercommunale Namuroise de Services Publics (INASEP) et les diverses administrations communales pour nous avoir fourni nombre de données et nous avoir permis l'accès à leurs ouvrages souterrains (captages, piézomètres). Il en va de même pour tous les bureaux d'études actifs dans le domaine de l'environnement qui nous ont fourni des données, ainsi que tous les titulaires privés (généralement du monde agricole) de puits pour nous avoir laissé accéder aux ouvrages lors de nos investigations sur le terrain et également les propriétaires des carrières présentes sur la carte (Fond des Vaux, Limites, etc.).

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

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

Depuis mai 2006, la carte hydrogéologique de Wallonie est consultable en ligne via le portail cartographique du Service public de Wallonie. Cette application WebGIS est disponible à l'adresse <http://environnement.wallonie.be/cartosig/cartehydrogeo>.

## I. INTRODUCTION

Située à environ 50 kilomètres au sud de Namur, la région couverte par la planchette 59/5-6 Pondrôme - Wellin s'étend principalement sur la Province de Luxembourg et dans une moindre mesure sur la Province de Namur (Figure I.1). La Wimbe, le Ri d'Ave et la Lesse sont les principaux cours d'eau de la planchette. La carte comprend des terrains schisto-gréseux du Dévonien inférieur pour la moitié sud et des terrains calcaires et schisteux du Dévonien moyen et supérieur pour la moitié nord. Les nappes logées dans ces calcaires sont les plus productives.

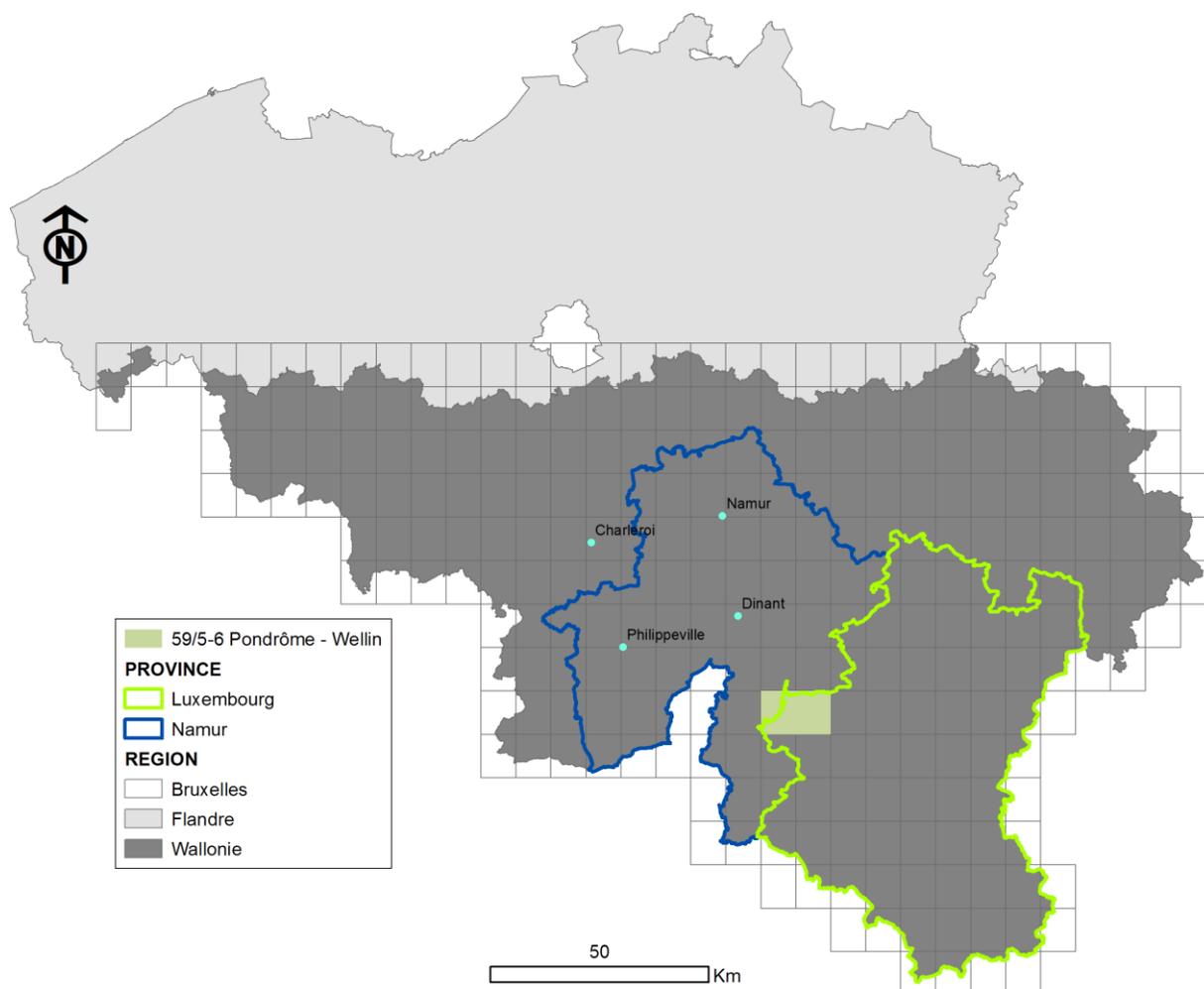


Figure I.1 : Localisation de la planchette Pondrôme - Wellin (planchette IGN 59/3-4, au 1/25 000)



La Fagne-Famenne<sup>1</sup> est une longue dépression argilo-schisteuse de 100 à 200 m d'altitude. Quelques collines surgissent dans la plaine : elles correspondent à des passées gréseuses dans les schistes ou à des monticules calcaires.

Les bassins versants les plus importants sont ceux :

- de la Lesse (64.6 km<sup>2</sup>) occupant l'est de la carte (Figure II.2) ;
- de la Wimbe (63.5 km<sup>2</sup>), occupant l'ouest de la carte (Figure II.2), affluent de la Lesse ;
- du Ri d'Ave (18.2 km<sup>2</sup>), coincé entre celui de la Lesse et de la Wimbe (Figure II.2), affluent de la Lesse ;
- de la Mache (13.2 km<sup>2</sup>), situé sous celui du Ri d'Ave (Figure II.2), affluent de la Lesse.

Les bassins versants de la Lhomme (0.4 km<sup>2</sup>, affluent de la Lesse), en bordure est, et de la Houille (0.04 km<sup>2</sup>, affluent de la Meuse), dans le coin sud-ouest de la carte, sont cités pour mémoire (Figure II.2).

Tous ces bassins alimentent le bassin versant majeur de la Meuse. Le chevelu principal (Lesse, Wimbe, Ri d'Ave) se fait grossièrement du sud vers le nord.

Deux stations limnimétriques mesurent les débits de la Lesse (L5021-Lesse) au nord de Resteigne et du ruisseau de Gembes (L6840-Daverdisse) au nord de Daverdisse carte (Figure II.2).

Pour comprendre la morphologie du réseau hydrographique actuel, il faut remonter au Cénozoïque. Les rivières de l'Ardenne prennent naissance sur la pénéplaine hercynienne recouverte de sables et d'argiles. Sur cette couverture meuble, les cours d'eau s'écoulent suivant la plus grande pente, du sud vers le nord, vers la ligne de rivage, située aux environs du sillon Sambre et Meuse. Ces rivières ont formé des méandres tout en s'enfonçant peu à peu. Vers la fin du Cénozoïque, le soulèvement de l'Ardenne a pris de l'ampleur, les rivières ont rencontré, au fond de leurs vallées naissantes, les roches dures du Paléozoïque. Mais comme leurs vallées étaient déjà tracées elles se sont enfoncées sur place, quelle que soit la nature des roches rencontrées (surimposition). Au climat tropical du Cénozoïque succéda un climat froid, annonçant les alternances des périodes glaciaires et interglaciaires du Quaternaire. Ce climat froid entraîna une érosion différentielle suivant la nature des roches. Les schistes étant moins résistants à la gélifraction, ils se sont érodés plus facilement donnant naissance aux vallées profondes que l'on connaît actuellement sur la carte 59/5-6 (Quinif *et al.*, 1991).

---

<sup>1</sup> La Fagne pour la partie à l'ouest de la Meuse et la Famenne pour celle à l'est.

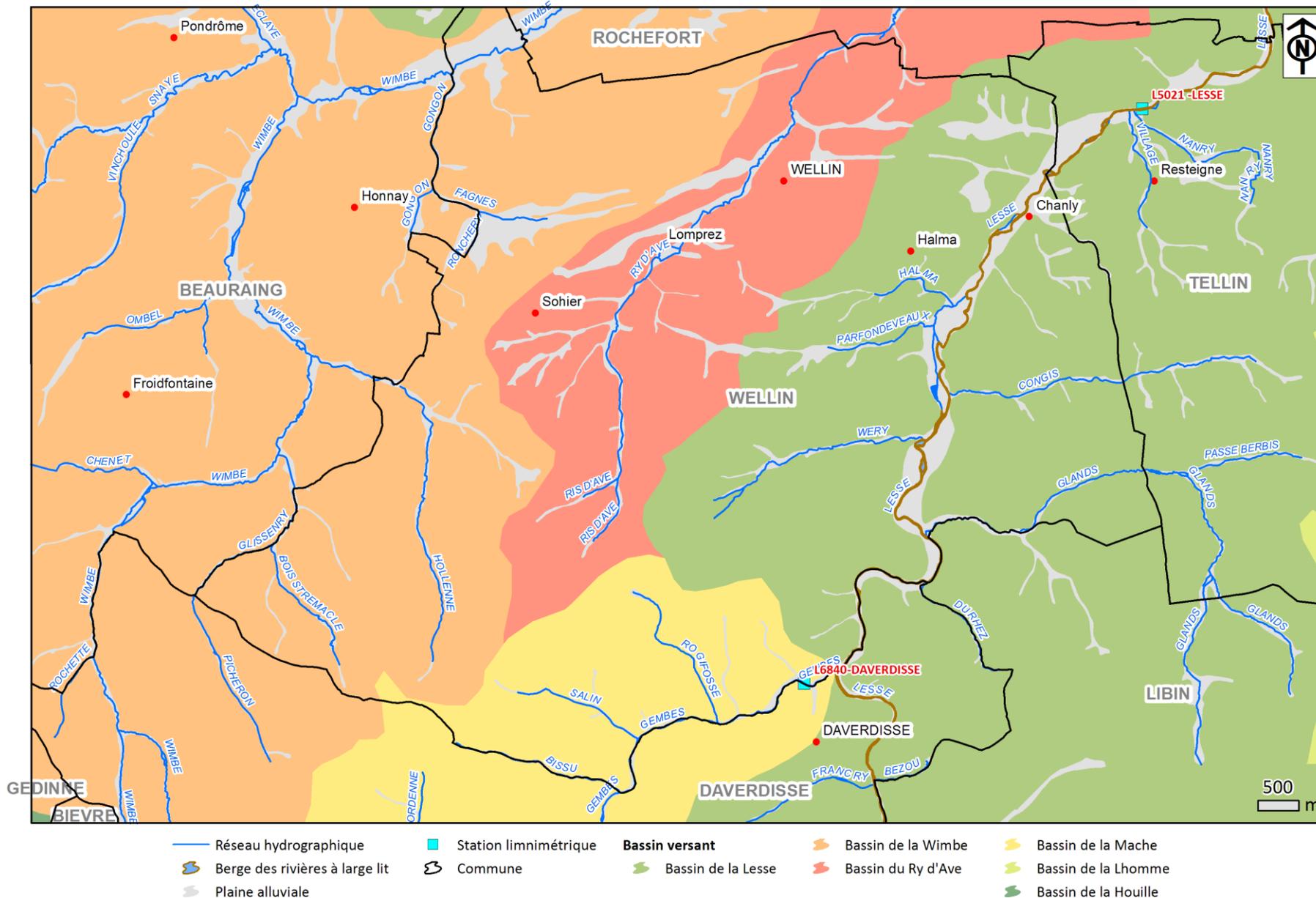


Figure II.2 : Carte du réseau hydrographique et des bassins versants de la région de Pondrôme – Wellin

## **III. CADRE GÉOLOGIQUE**

### **III.1. CADRE GÉOLOGIQUE GÉNÉRAL**

L'histoire géologique de la région se présente sous la forme d'une série de phases de sédimentation, de plissement et d'érosion brièvement décrites ci-après.

#### **III.1.1 Sédimentation dévonienne**

Les dépôts paléozoïques observés dans la région de Pondsôme – Wellin s'étendent du Lochkovien au Frasnien ([Tableau III.1](#)). A plus grande échelle, ces dépôts font partie de la transgression dévono-dinantienne dont la base se caractérise, en Ardenne, par une discordance majeure résultant de l'avancée de la transgression sur le socle calédonien érodé.

Cette région permet d'observer le passage de la sédimentation détritico terrigène du Dévonien inférieur vers une sédimentation de type carbonaté, qui caractérise le Givetien et le Frasnien. On remarque ainsi l'établissement d'un régime récifal, attesté par les bioconstructions de l'Eifelien et du Givetien puis, par les biohermes du Frasnien. Ces périodes de production carbonatée sont interrompues par des épisodes terrigènes d'importances diverses.

#### **III.1.2 L'orogénèse hercynienne**

Pendant une période s'étendant environ de -360 à -290 millions d'années, la pile sédimentaire dévono-carbonifère subit l'orogénèse hercynienne. Cette orogénèse marquerait la suture progressive des continents Gondwana et Laurasia qui formeront au Permo-Trias un super continent appelé Pangée.

La carte Pondsôme – Wellin est à cheval sur la bordure sud du Synclinorium de Dinant et la bordure nord de l'Anticlinorium de l'Ardenne ([Figure III.1](#)).

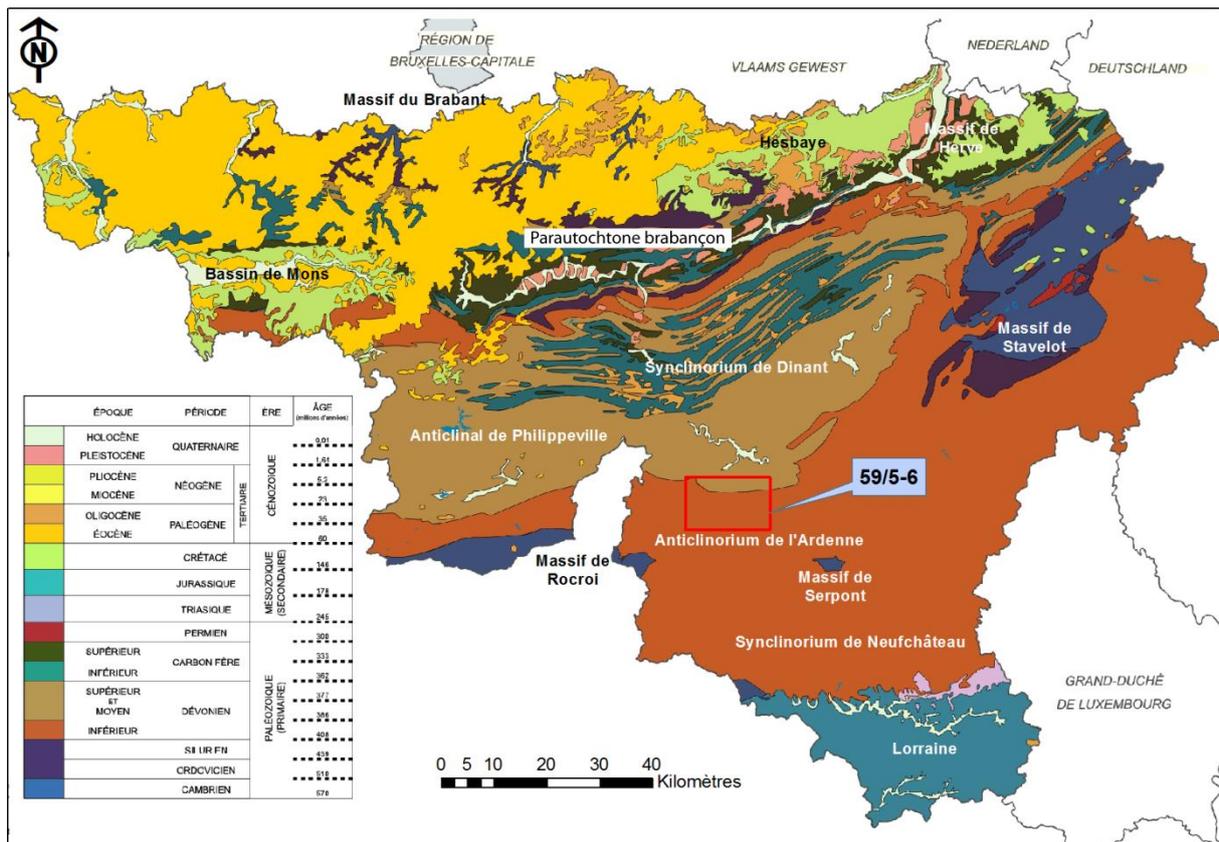


Figure III.1 : Localisation de la planchette 59/5-6 sur la carte géologique en Wallonie (de Béthune, 1961).

### III.2. CADRE GÉOLOGIQUE RÉGIONAL

La description lithologique des formations géologiques, des plus anciennes aux plus récentes, fait référence à la nouvelle carte géologique de Pondrôme - Wellin 59/5-6 au 1/25 000 (Dumoulin et Blockmans, 2013) qui sert de fond à la carte hydrogéologique. Pour cette dernière, les formations ont parfois été regroupées ou subdivisées en unités hydrogéologiques selon leurs caractéristiques hydrodynamiques.

#### III.2.1 Cadre lithostratigraphique

Sur l'étendue de cette carte, c'est le Dévonien inférieur qui domine sur environ les 2/3. On observe également, au nord, les terrains du Dévonien moyen et supérieur (Frasnien). L'ensemble des formations géologiques en présence est repris au [Tableau III.1](#).

Les descriptions lithologiques et stratigraphiques présentées ci-après sont issues de la notice explicative de la nouvelle carte géologique (Dumoulin et Blockmans, 2013), auquel est renvoyé le lecteur pour une description plus complète.

Tableau III.1 : Tableau lithostratigraphique de la carte de Pondrôme – Wellin.

ERE	SYSTEME	SERIE	ETAGE	Formation et Membre	Lithologie (d'après la carte géologique de V. Dumoulin et S. Blockmans, 2013)	Abréviations de la carte géologique			
CENOZOÏQUE	QUATERNAIRE	HOLOCENE		Alluvions modernes	Galets, graviers, sables, argiles et limons		AMO		
			FRASNIEN	Matagne	Schistes fins avec quelques nodules ou petites lentilles de grès. Quelques bancs de calcaires à la base	NM	MAT		
				Neuville	Schistes à abondants nodules calcaires		NEU		
				Grands Breux	Boussu-en-Fagne	Schistes à nodules de calcaire	GBR	BOU	
					Lion	Petites lentilles de calcaires massifs		LIO	
					Bieumont	Calcaires stratifiés, argileux dans la partie médiane		BMT	
				Moulin Liénaux	Ermitage	Schistes à nodules calcaires	NIML	ERM	
					Chalon	Calcaires argileux entrecoupés de schistes		CHA	
				Nismes	Schistes avec quelques niveaux calcaires à la base		NIS		
				GIVETIEN	Fromelennes	Alternance de calcaires construits et de calcaires fins bioclastiques		FRO	
					Mont d'Hairs	Alternance de biostromes et de niveaux calcaires fins		MHR	
					Terres d'Hairs	Calcaires argileux subnoduleux et bioclastiques		THR	
					Trois-Fontaines	Calcaires		TRF	
			EIFELIEN		Hanonet	Calcaires argileux subnoduleux		HNT	
					Lomme	Schistes, siltites et grès		LOM	
					Formation X	Calcaires grenus ou argileux, massifs ou stratifiés		WEL	
					Couvin	Calcaires grenus massifs	CBIW	CVN	
					Jemelle	Chavées		Schistes et siltites à niveaux calcaires. Dans le tiers supérieur, biohermes de calcaires massifs	BJ
						Vieux Moulin		Schistes et siltites	CVE
			VXM						
			EMSIEN		Eau Noire	Schistes carbonatés et calcaires subnoduleux	SE	ENR	
				Saint Joseph	Siltites, grès parfois carbonatés et calcaires argileux	STJ			
				Hierges	Siltites à grès à lumachelles parfois carbonatées	HH	HIE		
				Hampteau	Augmentation du caractère gréseux par rapport à la Formation de Hierges		HAM		
				Chooz	Schistes et siltites avec des bancs de grès		CHO		
				Vireux	Grès et grès quartzitique interstratifiés de niveaux argilo-silteux		VIR		
				Pesche	Siltites et schistes interstratifiés de bancs et de lentilles de grès et de lits coquilliers	PP	PES		
				Pernelle	Grès, grès quartzitiques et siltites fossilifères interstratifiés de schistes		PER		
				PRAGUIEN	La Roche	Schistes phylladeux et phyllades quartzeux avec quelques minces bancs de grès		LAR	
					Villé	Schistes et siltites à fraction carbonatée parfois fossilifères avec des niveaux de grès		VIL	
					Mirwart	Quartzites, grès quartzitiques et siltites localement interstratifiés de shales et de siltites		MIR	
				LOCHKOVIEN	Saint-Hubert	Schistes caverneux et siltites interstratifiés de grès parfois quartzitiques		STH	
					Oignies	Alternance de schistes et de siltites, en bancs épais, interstratifiés de bancs de grès ou de niveaux cellulés carbonatés		OIG	

### **III.2.1.1. Paléozoïque**

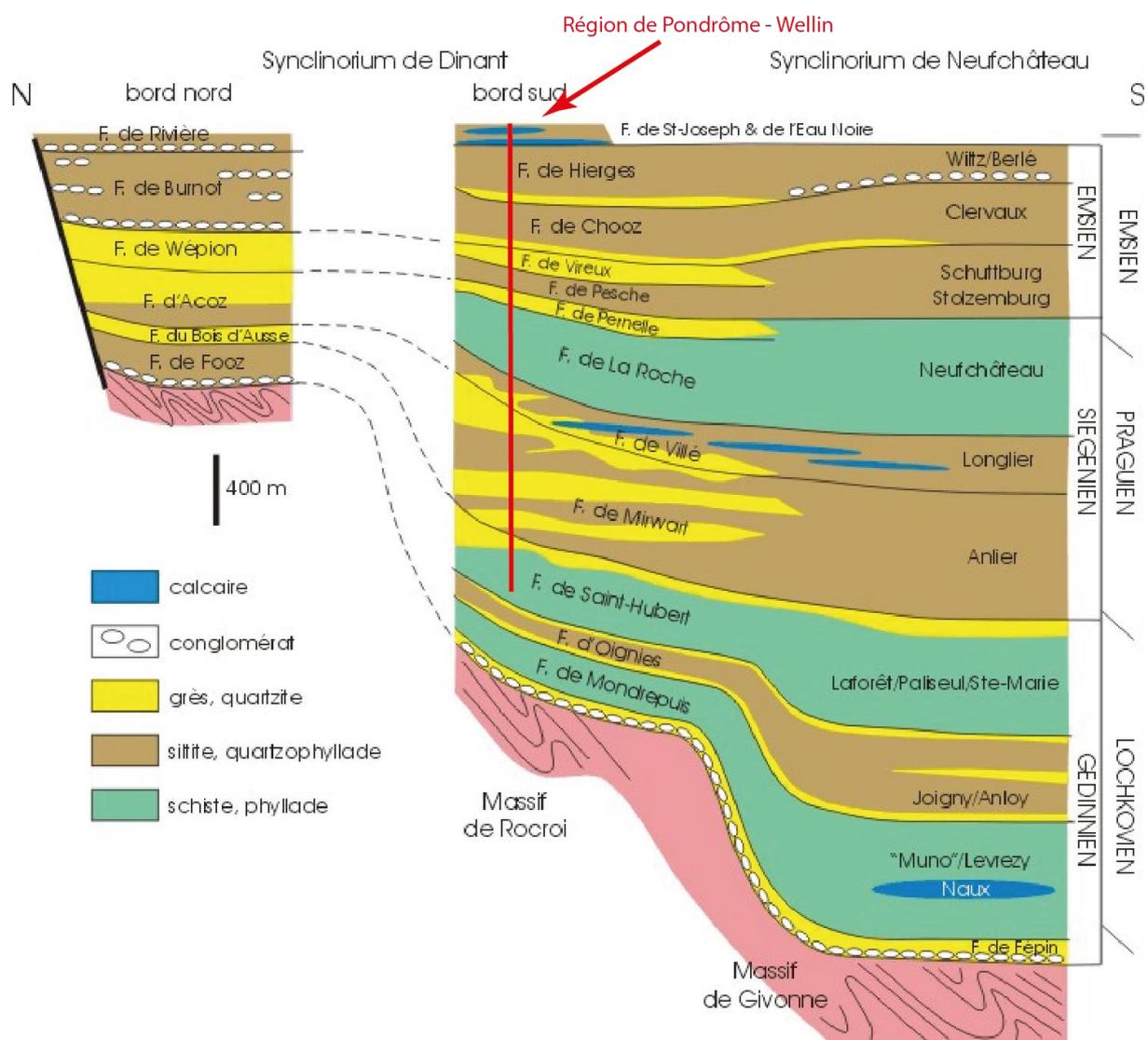
Le Paléozoïque de la carte Pondrôme - Wellin est représenté par le Système Dévonien uniquement (inférieur à supérieur).

#### *III.2.1.1.1. Dévonien inférieur*

Le Dévonien inférieur de la carte Pondrôme - Wellin est constitué du Lochkovien, du Praguien et de l'Emsien.

En Wallonie, depuis le Lochkovien, le contexte tectono-sédimentaire devient celui d'une marge passive en extension (Ardenne), suivie vers le large et vers le sud par un rift (Eifel-Moselle). Ces zones se caractérisent par des dépôts lacunaires, souvent peu profonds (*Boulvain et Pingot, 2011*).

La **Figure III.2** situe la région de Pondrôme – Wellin dans le transect nord-sud des dépôts du Dévonien inférieur, l'épaisseur des formations dévoniennes, et particulièrement du Dévonien inférieur, au sud.



**Figure III.2 : Situation dans le transect nord-sud des Synclinoria de Dinant et de Neufchâteau, durant le dépôt du Dévonien inférieur (Boulvain et Pingot, 2012)**

#### III.2.1.1.1. Lochkovien

L'Etage Lochkovien, sur la carte Pondrôme - Wellin, est uniquement représenté par les formations d'Oignies (OIG) et de de Saint-Hubert (STH).

La **Formation d'Oignies** n'est attestée que par quelques débris dans le coin sud-est de la carte, au nord-est de la carrière de Transinne. Elle est constituée d'une alternance de schistes et de siltites, en bancs épais, fréquemment interstratifiés de bancs parfois pluridécimétriques de grès ou de niveaux cellulés carbonatés. Son épaisseur n'est pas déterminable sur la carte mais l'épaisseur généralement admise est de 400 m (Godefroid et al., 1994).

La **Formation de Saint-Hubert** est composée d'un ensemble mal stratifié de schistes caverneux<sup>2</sup> et de siltites avec des intercalations de grès - quartzitiques ou non - parfois épaisses. Son épaisseur n'est pas déterminée sur cette carte mais est de l'ordre de 700 m (d'après la carte géologique de Wallonie n°58/7-8 Felenne - Vencimont, située à l'ouest).

#### III.2.1.1.1.2. Praguien

L'Étage Praguien, sur la carte Pondrôme - Wellin, est représenté par les formations de Mirwart (MIR), de Villé (VIL), de La Roche (LAR) et de Pèrnelle (PER). La base de la Formation de Mirwart débute au Lochkovien.

La **Formation de Mirwart** débute par des siltites schisteuses, surmontées par des niveaux de quartzites et de grès quartzitiques, séparés par des bancs de shales ou de siltites. Son épaisseur est de l'ordre de 550 à 600 m.

La **Formation de Villé** est une association de bancs de schistes et de siltites à fraction carbonatée parfois fossilifères, souvent laminaires et d'aspect subnoduleux avec de fréquents niveaux de grès. Son épaisseur est estimée à 250 m sur la carte voisine 58/7-8, située à l'ouest.

La **Formation de La Roche** est constituée de schistes phylladeux et de phyllades quartzeux avec quelques minces niveaux gréseux. Le passage entre la Formation de Villé et la Formation de La Roche se marque dans le paysage par une arête saillante due aux premiers phyllades de la Formation de La Roche. Son épaisseur est de l'ordre de 200 à 420 m (*Godefroid et al., 1994*).

La **Formation de Pèrnelle** est constituée de grès, de grès quartzitiques et de siltites fossilifères interstratifiés de schistes. Son épaisseur est de l'ordre de 45 à 60 m (*Godefroid et al., 1994*).

#### III.2.1.1.1.3. Emsien

L'Étage Emsien, sur la carte Pondrôme - Wellin, est représenté par les formations de Pesche (PES), de Vireux (VIR), de Chooz (CHO), de Hampteau (HAM), de Hierges (HIE), de Saint-Joseph (STJ) et de l'Eau Noire (ENR).

La **Formation de Pesche** est constituée de siltites et de schistes d'aspect souvent subnoduleux, interstratifiés de grès en bancs et en lentilles et de lits coquilliers. Son épaisseur est comprise entre 300 et 375 m.

Du fait du manque d'affleurements significatifs, les formations de **Pèrnelle** et de **Pesche**, sur la carte Pondrôme - Wellin, ont été regroupées en un seul ensemble (PP).

---

<sup>2</sup> Nodules carbonatés d'aspect carié suite à l'altération (dissolution) atmosphérique

La **Formation de Vireux** est constituée de grès et de grès quartzitiques avec des niveaux fossilifères séparés par des niveaux argilo-silteux ; riches en structures sédimentaires. Son épaisseur est de l'ordre de 300 à 350 m.

La **Formation de Chooz** est constituée de schistes et de siltites avec des bancs de grès. Elle se singularise par sa couleur rouge – lie-de-vin caractéristique. Son épaisseur est de l'ordre de 320 à 330 m.

La **Formation de Hampteau** représente un faciès de transition. Par rapport à la Formation de Hierges (voir ci-dessous), on constate une augmentation du caractère gréseux et l'apparition de niveaux grossiers. On estime son épaisseur entre 150 et 200 m.

La **Formation de Hierges** se compose de siltites à grès à lumachelles parfois carbonatées. Son épaisseur est de l'ordre de 300 à 350 m.

Sur la carte Ponderôme – Wellin, les formations de **Hampteau** et de **Hierges** ont été regroupées en un seul ensemble (**HH**), dont l'épaisseur totale est de l'ordre de 500 m.

La **Formation de Saint Joseph** est constituée de siltites, de grès parfois carbonatés et de calcaires argileux souvent finement bioclastiques. A la base, on distingue quelques bancs de calcaires francs d'aspect variable au sein de siltites.

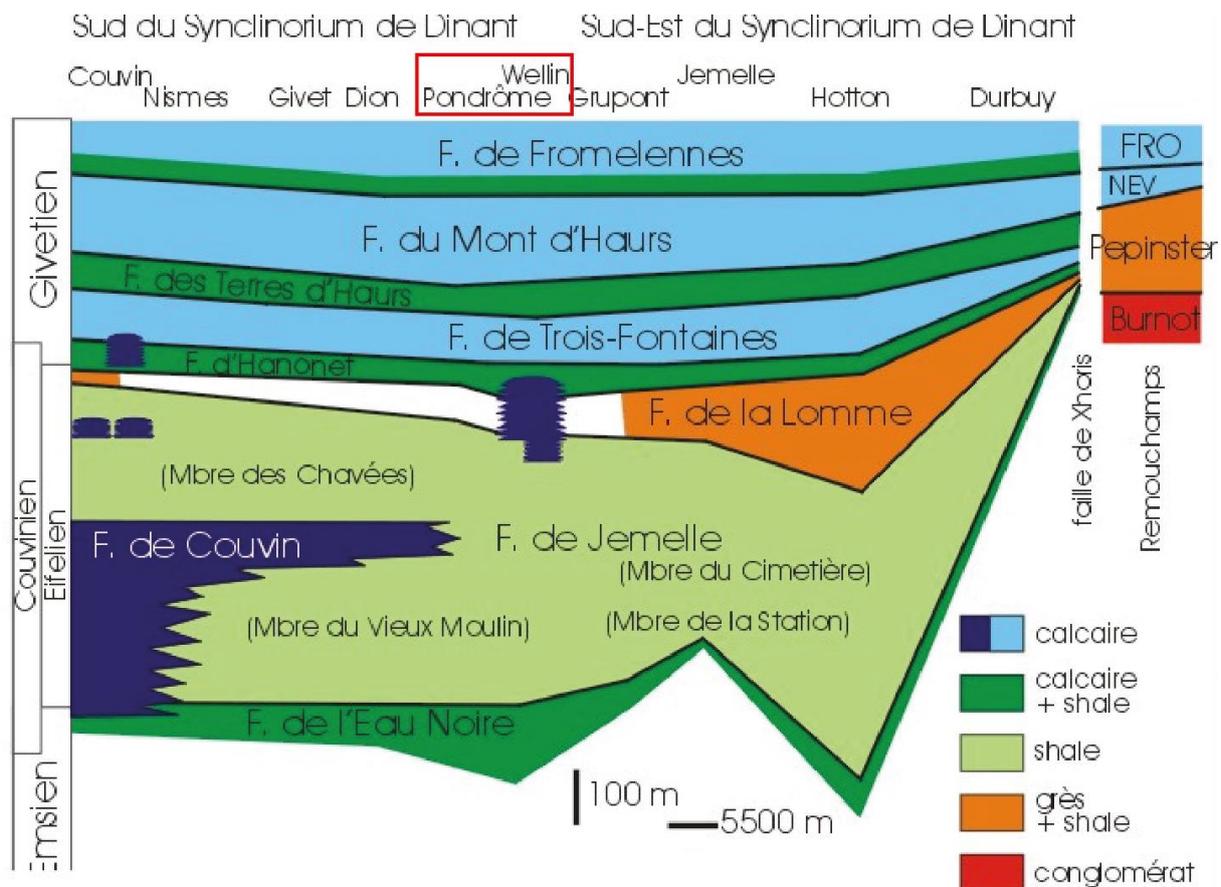
La **Formation de l'Eau Noire** est composée dans sa partie inférieure de schistes carbonatés et de calcaires subnoduleux. Au sommet, on retrouve un niveau d'environ 25 m d'épaisseur de calcaires francs d'aspect variable.

La mauvaise qualité des affleurements, sur la carte Ponderôme – Wellin, ne permet pas de distinguer les formations de Saint Joseph et de l'Eau Noire qui ont été regroupées en une seule unité (**SE**), dont l'épaisseur totale est estimée à 250 m.

#### III.2.1.1.2. *Dévonien moyen*

Le Dévonien moyen, sur la carte Ponderôme - Wellin, est constitué de l'Eifelien et du Givetien.

A l'aube du Dévonien moyen, un régime transgressif plus radical s'installe. Les faciès terrigènes cèdent la place à des faciès argilo-calcaires et aux premiers calcaires construits. La mer progresse vers le nord et des dépôts du Dévonien moyen se retrouvent dans les Ecailles Haine-Sambre-Meuse et le Parautochtone brabançon (*Boulvain et Pingot, 2011*). La **Figure III.3** présente les formations et faciès du Dévonien moyen au sud du Synclinorium de Dinant et dans la région de Ponderôme – Wellin.



**Figure III.3 : Formations et faciès du Dévonien moyen au sud du Synclinalorium de Dinant (d'après Bultynck et Dejonghe, 2001 et Dumoulin et Blockmans, 2008)**

#### III.2.1.1.2.1. Eifelien

L'Etage Eifelien, sur la carte Pondrôme - Wellin, est constitué par les formations de Jemelle (JEM), de Couvin (CVN), d'une "Formation x" (WEL), de la Lomme (LOM) et d'Hanonet (HNT). Le sommet de cette dernière appartient au Givetien.

La **Formation de Jemelle**, sur la carte Pondrôme – Wellin, comprend deux membres :

- le **Membre du Vieux Moulin** (VXM), constitué de schistes et de siltites à empreintes fossiles, dont l'épaisseur varie de 0 à 280 m ;
- le **Membre des Chavées** (CVE) constitué de schistes et de siltites à niveaux calcaires fossilifères. Dans le tiers supérieur, on observe des biohermes de calcaires massifs à organismes constructeurs. Ce membre a une épaisseur de l'ordre de 240 m.

A l'est du Ri d'Ave, il n'est plus possible de distinguer ces deux membres (Figure III.4). Dans cette partie de la carte, la Formation de Jemelle a une épaisseur de l'ordre de 585 m.

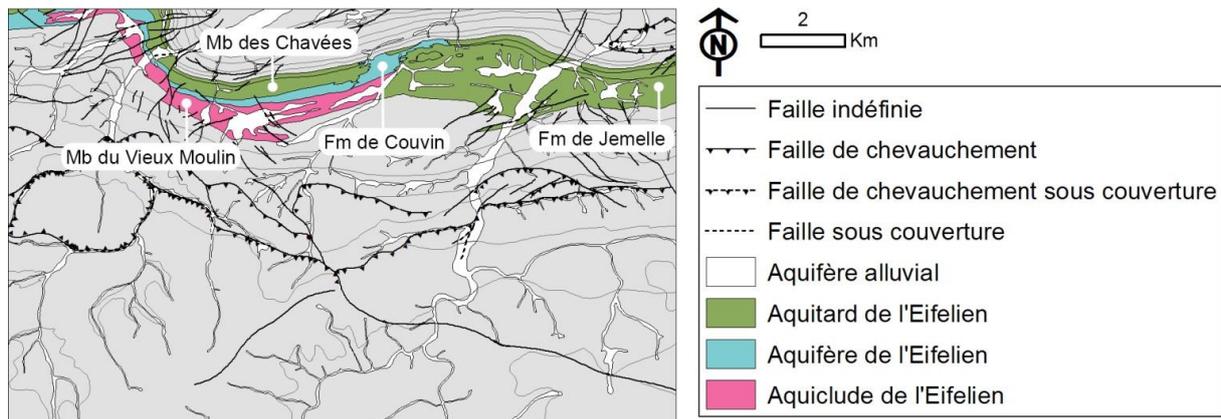


Figure III.4 : Localisation des Fm de Jemelle et de Couvin et des Mb du Vieux Moulin et des Chavées, sur la planchette 59/5-6.

La **Formation de Couvin** s'insère localement entre le Membre du Vieux Moulin et le Membre des Chavées (Figure III.4, Figure III.5). Elle est constituée de calcaires grenus et massifs riches en organismes constructeurs. Son épaisseur varie de 70 à 130 m en fonction du développement des lentilles. Elle peut atteindre 300 m à l'ouest de Pondrôme. Sur la carte, elle disparaît complètement à l'est de Wellin.

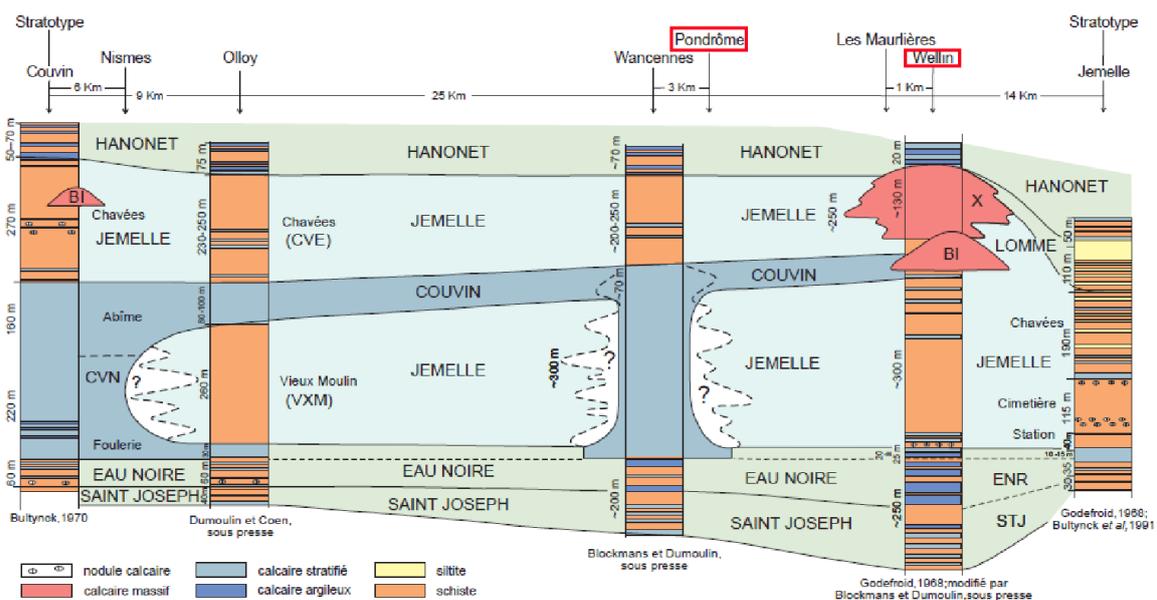


Figure III.5 : Variation latérale de faciès au sein de l'Eifelien entre les localités de Couvin, à l'ouest, et de Jemelle, à l'est (Dumoulin et Blockmans, 2008)

Les formations de Couvin et de Jemelle sont habituellement surmontées de la Formation d'Hanonet ou de la Lomme. A Wellin, la situation est autre. Après la Formation de Jemelle prennent place des calcaires lenticulaires crinoïdiques, stratifiés ou massifs, dolomitiques et souvent riches en coraux et stromatopores. D'extension très limitée, ce niveau décrit par Godefroid (1968) a été nommé **Formation X (WEL)** (Coen-Aubert, 1990 ;

Coen-Aubert et al., 1991 ; Bultynck et al., 1991 ; **Figure III.5**). Son épaisseur est d'au moins 120 m.

La **Formation de la Lomme** n'apparaît qu'à partir du nord-est de Wellin. Elle se compose de schistes, de siltites et de grès parfois laminaires bioclastiques parfois carbonatés ou à nodules calcaires. Son épaisseur varie de 0 à 130 m.

La **Formation d'Hanonet** se présente sous la forme de calcaires argileux bioclastiques souvent d'aspect subnoduleux. Au sommet, localement, on observe des calcaires crinoïdiques parfois laminaires. Son épaisseur est d'environ 75 m.

#### III.2.1.1.2.2. Givetien

L'Étage Givetien, sur la carte Ponderôme - Wellin, est constitué par les formations de Trois-Fontaines (TRF), des Terres d'Hours (THR), de Mont d'Hours (MHR) et de Fromelennes (FRO).

La **Formation de Trois-Fontaines** marque, dans la région de Wellin, le passage d'un système de rampe à un système de plate-forme (*Mamet et Préat, 2005*). Ce qui correspond à des calcaires grenus crinoïdiques suivis, soit d'un biostrome à stromatopores globuleux, soit d'un bioherme de calcaires grenus construits (rampe). Le tout est surmonté de calcaires fins ou alguaires finement laminaires (plate-forme). L'épaisseur totale de l'ensemble est d'environ 75 m.

La **Formation des Terres d'Hours** est constituée de calcaires argileux d'aspect subnoduleux et bioclastiques. A la base, on note la présence de niveaux à colonies de coraux. Son épaisseur est comprise entre 70 et 75 m.

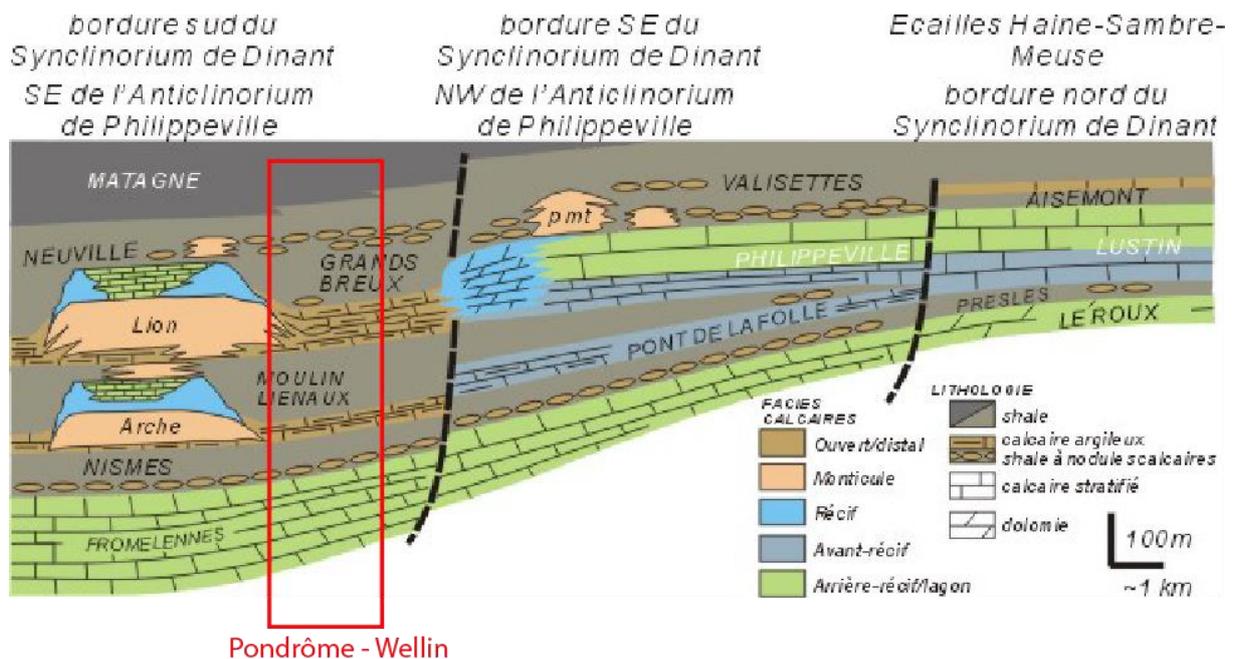
La **Formation de Mont d'Hours** consiste en une alternance de biostromes et de niveaux de calcaires foncés fins, souvent bioclastiques. Son épaisseur est d'environ 180 m.

La **Formation de Fromelennes** est représentée par une alternance cyclique de calcaires construits et de calcaires fins bioclastiques, parfois laminaires. Son épaisseur est de l'ordre de 140 m.

#### III.2.1.1.3. Dévonien supérieur

Le Dévonien supérieur, sur la carte Ponderôme - Wellin, est constitué du Frasnien uniquement.

Au Frasnien, la transgression entamée à l'Eifelien repousse le rivage très loin vers le nord. La mer recouvre la totalité du Massif du Brabant et atteint le Bassin de Campine. La sédimentation évolue vers des faciès mixtes calcaro-détritiques (*Boulvain et Pingot, 2011 ; Figure III.6*).



**Figure III.6 : Coupe méridienne dans le bassin de sédimentation frasnien, avant la phase de plissement varisque. Localisation de la région de Pondrôme – Wellin (d’après Boulvain et Pingot, 2012)**

### III.2.1.1.3.1. Frasnien

L'Etage Frasnien, sur la carte Pondrôme - Wellin, est constitué par les formations de Nismes (NIS), de Moulin Liénaux (MLX), des Grands Breux (GBR), de Neuville (NEU) et de Matagne (MAT). La base de la Formation de Nismes appartient au Givetien.

Après les faciès confinés de la Formation de Fromelennes, la base transgressive du Frasnien est caractérisée par environ 25 m de schistes (**Formation de Nismes**), avec localement quelques faciès carbonatés dans sa partie inférieure.

La **Formation de Moulin Liénaux**, sur la carte Pondrôme - Wellin, comprend deux membres :

- Le **Membre de Chalon** (CHA) qui consiste en un faisceau de bancs calcaires, formant parfois de petites lentilles, entrecoupés de schistes ;
- Le **Membre de l'Ermitage** (ERM), composé de schistes dans lesquels s'intercalent quelques alignements de nodules calcaires.

L'épaisseur totale de la Formation de Moulin Liénaux est de l'ordre de 130 m, dont une dizaine pour le Membre de Chalon.

Les formations de **Nismes** et de **Moulin Liénaux** sont difficilement distinguables sur la carte 59/5-6, elles ont donc été regroupées en une unité (NIML).

La **Formation de Grands Breux**, sur la carte Pondrôme – Wellin, est constituée par trois membres :

- Le **Membre de Bieumont** (BMT). Il s'agit d'un horizon de calcaire stratifié dont la partie médiane est plus argileuse, avec localement de petites lentilles de calcaire massif qui correspondent au **Membre du Lion**. L'épaisseur de cet ensemble varie de 20 à 40 m ;
- Le **Membre de Boussu-en-Fagne** est constitué de schistes avec quelques nodules calcaires, parfois alignés. Son épaisseur est de 80 m.

La **Formation de Neuville** est constituée de schistes à abondants nodules calcaires, formant des concentrations proches du banc. Son épaisseur est d'environ 125 m.

La **Formation de Matagne** se compose de schistes fins avec quelques nodules plats ou petites lentilles de grès. A la base, on distingue quelques bancs de calcaire. Son épaisseur est estimée à 70 m sur base du sondage de Focant (*Boulvain et Coen-Aubert, 1997*).

### **III.2.1.2. Cénozoïque**

#### III.2.1.2.1. *Holocène (Quaternaire)*

Les alluvions modernes des vallées (AMO) sont constituées de galets, de graviers, de sables, d'argiles et de limons. Ils sont le résultat de l'érosion du substrat local et régional. Leur texture est assez variable et un même profil peut présenter des couches successives très différentes.

### III.2.2 Cadre structural

Le cadre tectonique régional est décrit en détail dans le livret explicatif de la carte géologique (*Dumoulin et Blockmans, 2013*). Seules les informations principales sont reprises ci-dessous.

#### III.2.2.1. Cadre géodynamique

La zone couverte par cette carte appartient au domaine rhéno-hercynien, zone externe nord des Variscides. Cette position externe explique l'âge tardi-paléozoïque des déformations majeures rattachées à la phase asturienne débutant à la fin du Silésien. C'est à cette époque que le bloc plissé ardennais (*Allochtone Ardennais*) a été charrié vers le nord par l'intermédiaire de la *Faille du Midi* sur une série d'écaillés empilées (*Ecaillés du Parautochtone*). Ces dernières reposent sur le *Parautochtone Brabançon* (*Mansy et Lacquement, 2002*).

Les sédiments dévono-carbonifères caractéristiques du secteur concerné reposent en discordance sur des terrains cambro-siluriens, affleurant à la faveur de dômes anticlinaux formés au cours de l'orogénèse hercynienne. Le Massif de Rocroi, situé au sud-ouest de cette carte, est l'un d'entre eux. La pile sédimentaire datant du Paléozoïque inférieur qui le constitue a subi, antérieurement à l'orogénèse varisque, l'orogénèse calédonienne.

#### III.2.2.2. Description régionale de la déformation

La région cartographiée se situe dans une zone structurale particulière, soit à proximité d'un changement de direction notable des structures. Orientée NE-SW, à l'est de notre carte, cette direction passe globalement à E-W en direction de la Meuse. Les structures observées sur la carte Pondrôme – Wellin présentent par conséquent une relative complexité. Ainsi, si l'on reconnaît les mêmes domaines structuraux que sur la carte Felenne - Vencimont, située à l'ouest de Pondrôme - Wellin, ceux-ci sont affectés de structures multiples (**Figure III.7**).

A l'échelle régionale, la carte présente une vaste zone anticlinale à vergence nord où l'on distingue deux entités structurales séparées par une **zone intermédiaire** (*Dumoulin et Blockmans, 2013*) :

- le **domaine septentrional** correspond globalement au flanc court redressé de cette structure anticlinale ;
- le **domaine méridional** représente son flanc long en plateaux.

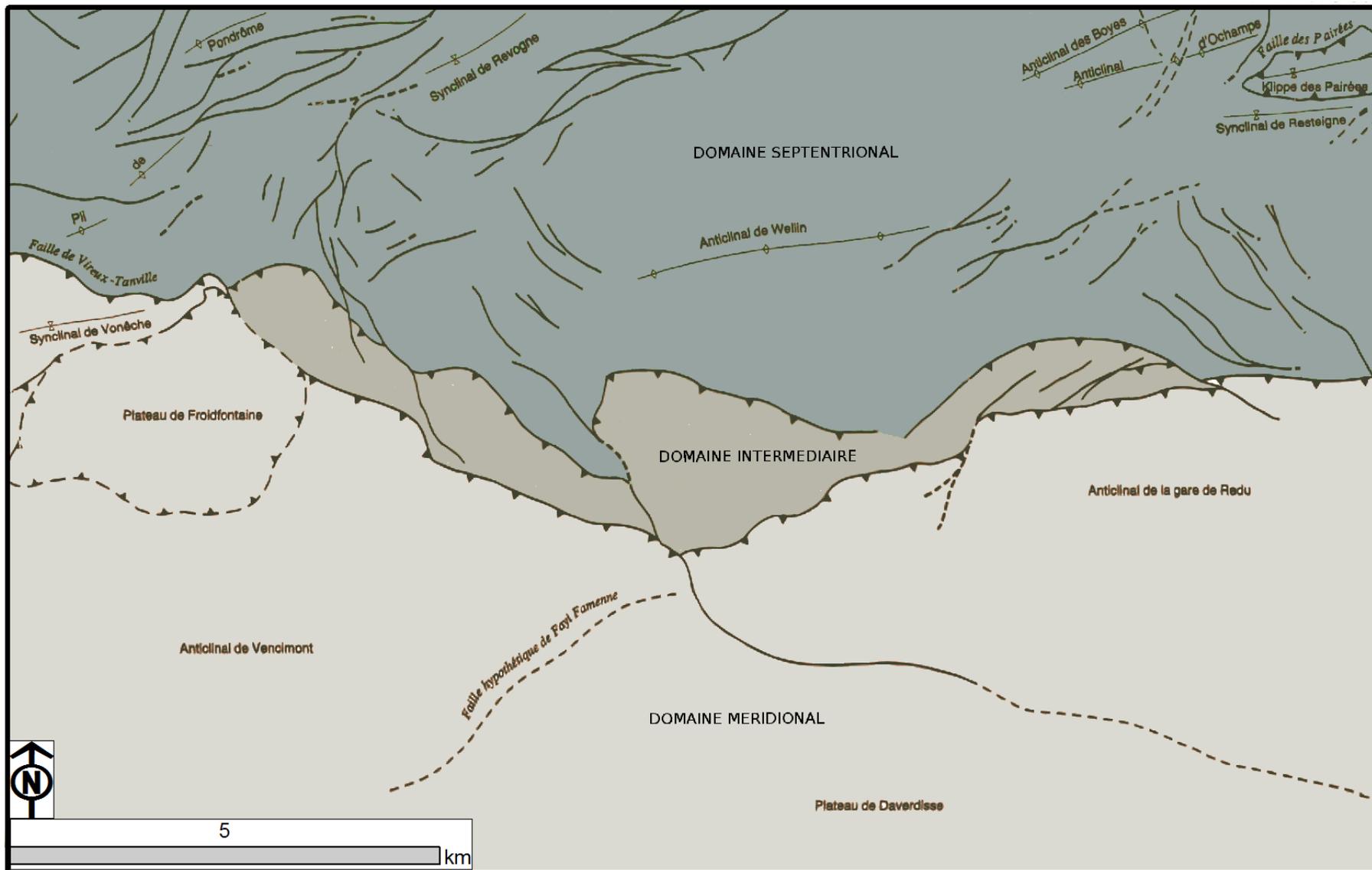


Figure III.7 : Carte structurale de Pondrôme – Wellin (d'après Dumoulin et Blockmans, 2013)

Des plis secondaires affectent les flancs de ce vaste anticlinal. Ces plis secondaires ont les mêmes caractéristiques que la structure majeure. Il s'agit de plis en chaise à vergence nord montant en escaliers vers le sud, présentant des grands dressants dans le domaine septentrional et de longues plateaux dans le domaine méridional.

#### III.2.2.2.1. *Domaine septentrional*

Ce domaine, limité au sud par une série de failles chevauchantes, forme une bande où l'allure des couches est très variable.

A l'ouest, elles dessinent le l'anticlinal de Pondrôme, ou "pli de Pondrôme", dont les deux flancs sont renversés, dessinant, en plan, une structure en Z (*Delvaux de Fenffe, 1990*).

Le Synclinal de Revogne, qui succède au "pli de Pondrôme", est constitué d'un cœur frasnien schisteux. Des horizons carbonatés (Mb de Bieumont, Fm de Neuville), formant de nets reliefs, permettent d'appréhender les structures de ce synclinal. La multiplication du Membre de Bieumont, par exemple, témoigne des nombreuses failles qui affectent le Frasnien.

En direction de l'est, les couches, globalement est-ouest, présentent de fréquentes variations de pendage, passant alternativement d'une allure normale à renversée. Au méridien de Wellin, une plateaux légèrement bombée et d'allure anticlinale (Anticlinal de Wellin) apparaît entre les localités de Sohier et de Chanly.

Enfin, à l'extrémité nord-est de la carte, apparaît une écaille tectonique (Klippe des Pairées) mettant en contact de part et d'autre les formations d'âge givetien (*Delvaux de Fenffe, 1985*).

Ce domaine septentrional est affecté de failles longitudinales et transversales, de rejet modéré, concentrées dans le cœur du pli de Pondrôme ainsi qu'à l'est et à l'ouest de l'Anticlinal de Wellin.

Notons que l'abondance des failles dans le domaine septentrional contraste avec leur faible densité dans le domaine méridional, plus au sud. Les lithologies fortement contrastées qui constituent le domaine septentrional permettent en effet de suivre relativement aisément les irrégularités des couches.

#### III.2.2.2.2. *Domaine méridional*

Ce domaine est bordé au nord par un réseau de failles chevauchantes en relais. A l'extrémité ouest, on y reconnaît le prolongement oriental de la Faille de Vireux - Tanville. Vers l'est, une série d'accidents se confond avec le réseau hydrographique.

On distingue d'ouest en est différentes entités :

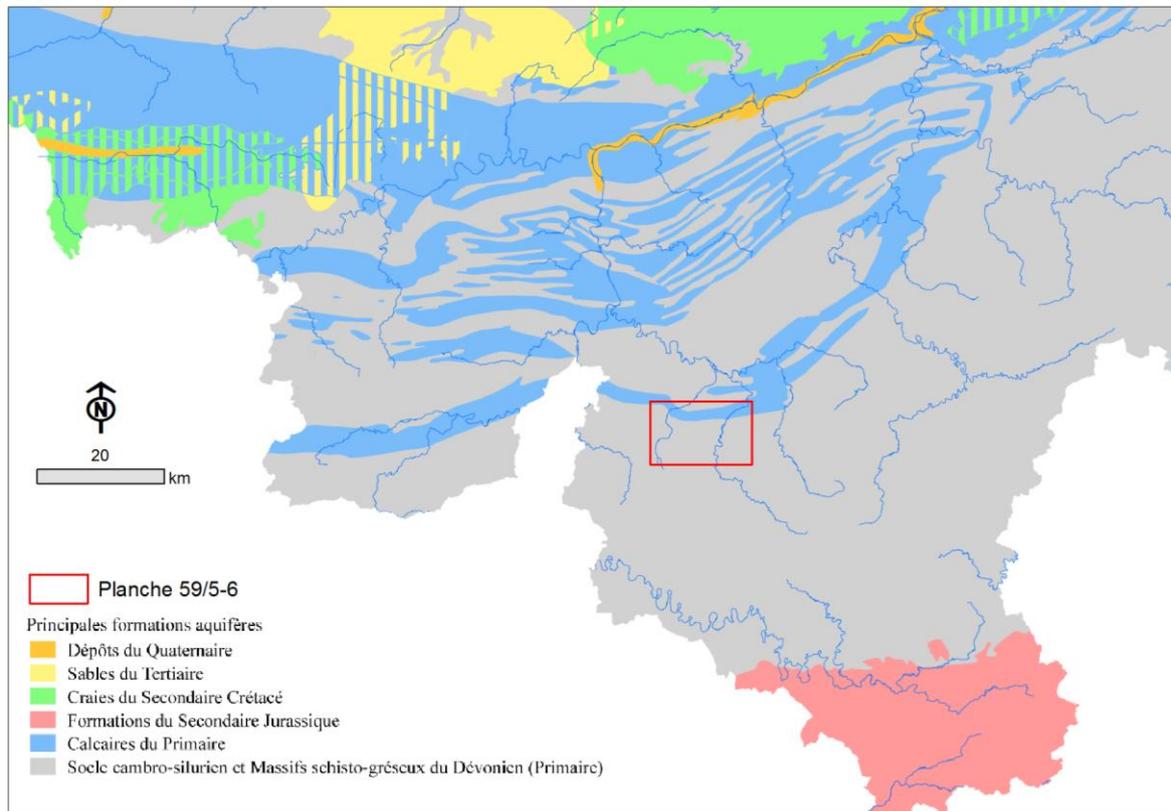
- le Synclinal de Vonêche encadré par deux failles dont au nord l'extrémité orientale de la Faille de Vireux - Tanville ;
- le Plateau de Froidfontaine dessine un large dôme porté par une faille plate ;
- l'Anticlinal de Vencimont, dont on perçoit ici l'extrémité orientale, est, à l'échelle régionale, un pli à vergence nord, affecté d'une multitude de plis secondaires ;
- l'Anticlinal de la Gare de Redu constitue également un pli à vergence nord affecté de plis secondaires ;
- le Plateau de Daverdisse se caractérise par des structures dont l'orientation diffère de celles des entités qui l'encadrent. Dans ce secteur, la schistosité a une direction plus est-ouest qu'ailleurs en Ardenne et la stratification a aussi des directions qui diffèrent de celles habituellement mesurées. Cette différence structurale implique l'existence de failles qui séparent cette entité de ses voisines.

#### III.2.2.2.3. *Domaine intermédiaire*

Le réseau de failles chevauchantes limitant les domaines septentrional et méridional constitue un accident majeur qui découpe cette zone intermédiaire en une série d'écaillés tectoniques aux structures parfois totalement renversées et au dépend de certaines formations qui tendent à disparaître.

## IV. CADRE HYDROGÉOLOGIQUE

A l'échelle de la Wallonie, la carte se situe majoritairement dans la formation aquifère principale baptisée "Socle cambro-silurien et Massifs schisto-gréseux du Dévonien (Primaire)" et une faible superficie, au nord, se trouve au droit des "Calcaires du Primaire" (Figure IV.1).



**Figure IV.1 : Localisation de la planchette 59/5-6 dans le contexte hydrogéologique de la Wallonie (d'après SPW – DGO 3, 2012**  
[http://environnement.wallonie.be/de/eso/atlas/pdf/c1\\_3\\_a3.pdf](http://environnement.wallonie.be/de/eso/atlas/pdf/c1_3_a3.pdf))

A l'échelle de la Wallonie (SPW – DGO 3, 2012), les **Calcaires du Primaire** regroupent les calcaires du Carbonifère et du Dévonien (Figure III.1). Les calcaires carbonifères 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. L'aquifère des Calcaire du Primaire alimente également en partie la région Bruxelloise.

Les **Massifs schisto-gréseux du Dévonien** rassemblent les schistes, les phyllades, les grès, les quartzophyllades et les quartzites fissurés du Dévonien. Cet aquifère constitue la nappe principale en Ardenne. Bien qu'étendu, il possède une faible capacité en comparaison de la nappe des **Calcaires du Primaire**. La nappe est contenue dans les zones superficielles, fissurées et altérées, et est souvent captée par drains et/ou par galeries

mais aussi par des puits. Cet aquifère reste malgré tout une ressource précieuse pour les régions isolées de l'Ardenne même si certaines sources peuvent s'assécher durant les périodes estivales.

Au niveau de la carte Pondrôme - Wellin, des nappes sont présentes dans toutes les formations géologiques affleurant dans la région. Leur comportement et leur productivité sont cependant fortement conditionnés par la nature et la structure de la roche dans laquelle l'eau est stockée. C'est pourquoi les formations géologiques sont regroupées (ou subdivisées) en unités hydrogéologiques, chacune étant caractérisée par un comportement hydrodynamique qui lui est propre en fonction de sa lithologie.

Trois termes sont utilisés pour qualifier le caractère plus ou moins perméable des formations rocheuses en hydrogéologie (*UNESCO-OMM, 1992*) :

- **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, sur le caractère globalement perméable, semi-perméable ou imperméable d'un ensemble de couches géologiques. Elles donnent une idée du potentiel économique que représentent les différentes unités hydrogéologiques en termes d'exploitation. Elles se basent principalement sur la description lithologique de ces unités. Il est important de noter que les différentes formations sont constituées de roches cohérentes dont le potentiel hydrogéologique dépend fortement du degré de fracturation-fissuration et/ou d'altération.

Les failles, fréquemment minéralisées (barite et calcite), peuvent constituer des zones de circulation préférentielles des eaux souterraines. Il en est de même pour les failles présentes sur la carte.

## **IV.1. DESCRIPTION DES UNITÉS HYDROGÉOLOGIQUES**

Les unités hydrogéologiques définies pour la carte Pondrôme – Wellin sont décrites ci-dessous dans l'ordre stratigraphique, de la plus ancienne à la plus récente. Elles sont reprises de manière synthétique dans le [Tableau IV.1](#), présent également sur le poster A0 accompagnant cette notice explicative.

**Tableau IV.1 : Tableau de correspondances lithostratigraphie - hydrogéologie de la carte  
Pondrôme – Wellin**

ERE	SYSTEME	SERIE	ETAGE	Formation et Membre	Lithologie (d'après la carte géologique de V. Dumoulin et S. Blockmans, 2013)	Abréviations de la carte géologique		Unité hydrogéologique							
CENOZOIQUE	QUATERNAIRE	HOLOCENE		Alluvions modernes	Galets, graviers, sables, argiles et limons		AMO	Aquifère alluvial							
PALÉOZOÏQUE	DEVONNIEN	DEVONNIEN SUPÉRIEUR	FRASNIEN	Matagne	Schistes fins avec quelques nodules ou petites lentilles de grès. Quelques bancs de calcaires à la base	NM	MAT	Aquiclude du Frasnien							
				Neuville	Schistes à abondants nodules calcaires		NEU								
				Grands Breux	Boussu-en-Fagne	Schistes à nodules de calcaire	GBR		LJO	ERM	Aquitard du Frasnien				
					Lion	Petites lentilles de calcaires massifs									
					Bieumont	Calcaires stratifiés, argileux dans la partie médiane						BMT	Aquifère des calcaires du Frasnien		
				Moulin Liénaux	Ermitage	Schistes à nodules calcaires	NIML		MLX	CHA	Aquiclude du Frasnien				
			Chalon		Calcaires argileux entrecoupés de schistes										
			Nismes	Schistes avec quelques niveaux calcaires à la base		NIS									
			DEVONNIEN MOYEN	GIVETIEN	Fromelennes	Alternance de calcaires construits et de calcaires fins bioclastiques	FRO	MHR	THR	Aquifère des calcaires du Givetien					
					Mont d'Hairs	Alternance de biostromes et de niveaux calcaires fins									
					Terres d'Hairs	Calcaires argileux subnoduleux et bioclastiques									
					Trois-Fontaines	Calcaires					TRF				
		EIFELIEN		Hanonet	Calcaires argileux subnoduleux	CBIW	JEM	BVE	VXM	Aquifère de l'Eifelien					
				Lomme	Schistes, siltites et grès						LOM				
				Formation X	Calcaires grenus ou argileux, massifs ou stratifiés						WEL				
				Couvin	Calcaires grenus massifs						CVN				
				Jemelle	Chavées						Schistes et siltites à niveaux calcaires. Dans le tiers supérieur, biohermes de calcaires massifs	JEM	BVE	VXM	Aquifère de l'Eifelien
					Vieux Moulin						Schistes et siltites				
		DEVONNIEN INFÉRIEUR	EMSIEN	Eau Noire	Schistes carbonatés et calcaires subnoduleux	SE	ENR	STJ	Aquifère à niveaux aquicludes du Dévonien inférieur						
				Saint Joseph	Siltites, grès parfois carbonatés et calcaires argileux										
				Hierges	Siltites à grès à lumachelles parfois carbonatées	HH	HIE	HAM							
				Hampreau	Augmentation du caractère gréseux par rapport à la Formation de Hierges										
				Chooz	Schistes et siltites avec des bancs de grès					CHO					
				Vireux	Grès et grès quartzitiques interstratifiés de niveaux argilo-silteux	VIR	Aquifère à niveaux aquicludes du Dévonien inférieur								
				Pesche	Siltites et schistes interstratifiés de bancs et de lentilles de grès et de lits coquilliers	PP	PES	PER		Aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur					
			Pernelle	Grès, grès quartzitiques et siltites fossilifères interstratifiés de schistes											
			PRAGUIEN	La Roche	Schistes phylladeux et phyllades quartzeux avec quelques minces bancs de grès		LAR	VIL	MIR	Aquiclude du Dévonien inférieur					
				Villé	Schistes et siltites à fraction carbonatée parfois fossilifères avec des niveaux de grès										
				Mirwart	Quartzites, grès quartzitiques et siltites localement interstratifiés de shales et de siltites										
			LOCHKOVIEN	Saint-Hubert	Schistes caverneux et siltites interstratifiés de grès parfois quartzitiques		STH	OIG	Aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur						
				Oignies	Alternance de schistes et de siltites, en bancs épais, interstratifiés de bancs de grès ou de niveaux cellulés carbonatés										

### IV.1.1 Paléozoïque

#### IV.1.1.1. Aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur

L'Aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur est l'unité hydrogéologique la plus étendue sur la carte Pondrôme – Wellin. Elle reprend les formations dont la lithologie

est dominée par la présence de shales et de siltites, ce qui permet de caractériser cette unité en termes d'aquiclude. Ces formations possèdent néanmoins de nombreux niveaux gréseux et/ou quartzitiques constituant des niveaux aquifères dans la mesure où ils sont altérés et fissurés.

Les formations qui composent cette unité sont celles de Saint-Hubert, de Mirwart, de Pèrnelle et de Pesche. Les propriétés hydrodynamiques de la Formation de Pèrnelle la rapprochent plus d'un aquitard à niveaux aquicludes mais comme elle est indissociable de la Formation de Pesche, elle a toutefois été reprise dans l'Aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur.

#### IV.1.1.2. Aquitard à niveaux aquifères de Villé

L'Aquitard à niveaux aquifères de Villé coïncide avec la Formation de Villé, située au centre de la carte. Cette unité se compose de schistes et de siltites avec une forte composante carbonatée qui lui confère un caractère aquitard. Les niveaux aquifères correspondent aux fréquents bancs de grès que l'on peut observer.

#### IV.1.1.3. Aquiclude du Dévonien inférieur

L'Aquiclude du Dévonien inférieur est peu étendu sur cette carte (Figure IV.2) car il correspond à la Formation de La Roche occupant une petite surface à l'ouest de la carte. Son caractère aquiclude découle de sa composition schisteuse et phylladeuse. L'épaisseur des quelques niveaux gréseux présents est trop négligeable pour qu'ils soient décrits comme niveaux aquifères.

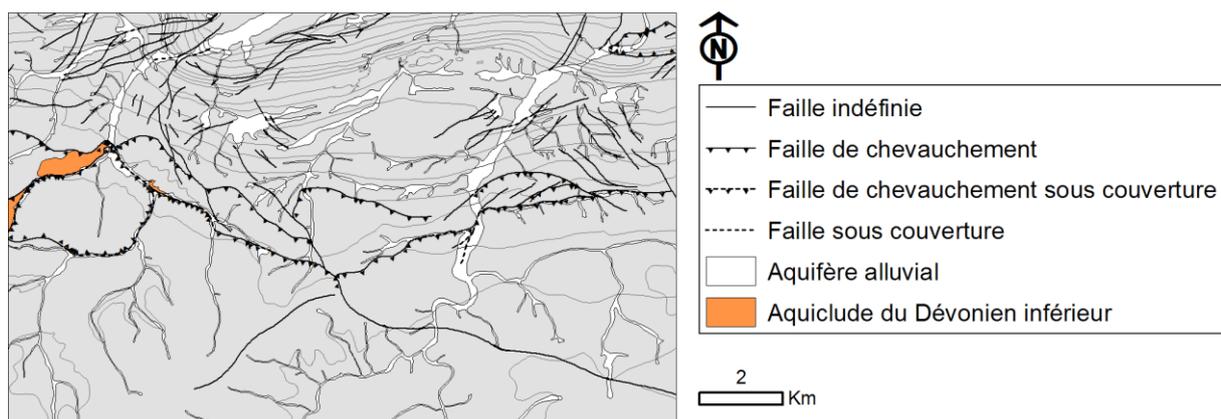


Figure IV.2 : Localisation de l'Aquiclude du Dévonien inférieur sur la carte Pondrôme – Wellin

#### IV.1.1.4. Aquifère à niveaux aquicludes du Dévonien inférieur

L'Aquifère à niveaux aquicludes du Dévonien inférieur comprend la Formation de Vireux qui se caractérise par la présence de grandes masses gréseuses séparées par de minces niveaux argilo-silteux. Les masses de grès expliquent la qualification d'aquifère de la

formation, tandis que les niveaux argilo-silteux constituent les niveaux aquicludes. Ces derniers sont toutefois négligeables vu leur faible épaisseur. Le niveau de fissuration et d'altération, pouvant varier localement, influence la qualité de cet aquifère.

#### **IV.1.1.5. Aquitard du Dévonien inférieur**

L'Aquitard du Dévonien inférieur est formé des formations de Chooz, d'Hampteau, de Hierges, de Saint Joseph et de l'Eau Noire dont les lithologies plus grossières les distinguent des aquicludes de la série du Dévonien inférieur. Cette unité est assez étendue sur carte Pondrôme – Wellin.

#### **IV.1.1.6. Aquiclude de l'Eifelien**

L'Aquiclude de l'Eifelien correspond au Membre du Vieux Moulin de la Formation de Jemelle. Il est constitué de schistes à la base et de siltites au sommet. Les passées argileuses sont fréquentes, donnant à l'ensemble une faible perméabilité justifiant le terme d'Aquiclude.

#### **IV.1.1.7. Aquitard de l'Eifelien**

L'Aquitard de l'Eifelien est constitué par le Membre des Chavées (Formation de Jemelle) et par les formations de la Lomme et d'Hanonet. Le Membre des Chavées est constitué d'épais bancs de schistes et de siltites avec des niveaux ou des nodules calcaires ; la Formation de la Lomme est formée de schistes, siltites et grès alors que la Formation d'Hanonet se compose essentiellement de calcaires argileux subnoduleux. Ces lithologies confèrent un caractère aquitard à l'ensemble.

#### **IV.1.1.8. Aquifère de l'Eifelien**

L'Aquifère de l'Eifelien est composé par les formations de Couvin et "X", constituées de calcaire. Cette unité présente clairement un caractère aquifère grâce à sa porosité de fissures importante (diaclasses et stratification). La dissolution affectant ces roches favorise également la circulation des eaux souterraines. On retrouve d'ailleurs des phénomènes karstiques dans cette unité, comme le Chantoir Mathot ou les pertes secondaires du Ri d'Ave (voir point [IV.2](#), p. 29).

#### **IV.1.1.9. Aquifère des calcaires du Givetien**

L'Aquifère des calcaires du Givetien est composé des quatre formations givetiennes ; Trois-Fontaines, Terres d'Hours, Mont d'Hours et Fromelennes, toutes constituées de calcaire. La Formation des Terres d'Hours contient également des passées argileuses. La stratification et la fracturation de ces calcaires, localement accompagnées par une

karstification plus ou moins poussée (notamment aux environs de Wellin et Honnay, voir point IV.2, p. 29), permettent de considérer cette unité comme aquifère.

#### IV.1.1.10. Aquiclude du Frasnien

L'Aquiclude du Frasnien est constitué par les formations de Nismes, de Moulin Liénaux, de Neuville et de Matagne. Ces roches schisteuses ont une très faible conductivité hydraulique justifiant le terme d'aquiclude. Le Membre de Chalon (Formation de Moulin Liénaux) et la Formation de Neuville pourraient, au vu de leur lithologie, être considérés comme aquitards mais, sur la carte Pondsôme - Wellin, elles sont regroupées avec d'autres membre ou formation, ce qui ne permet pas de les distinguer (Tableau IV.1).

#### IV.1.1.11. Aquitard du Frasnien

L'Aquitard du Frasnien, très peu étendu sur la carte Pondsôme – Wellin, est constitué par la Formation de Grands Breux (Figure IV.3). Cette formation est constituée, à sa base, par le Membre de Bieumont de lithologie calcaire. La fracturation et la karstification de ces calcaires leur confèrent une très bonne conductivité hydraulique. Localement, la présence de niveaux plus argileux, principalement observés dans la partie médiane de ce membre, peuvent limiter les potentialités de cet aquifère. Cet horizon est surmonté par le membre schisteux de Boussu-en-Fagne. Ces schistes, de faible perméabilité, sont parfois riches en nodules de calcaires, épars ou formant des alignements. A la base et au sommet de ce membre, ces concentrations de nodules peuvent aller jusqu'à former des bancs calcaires. Cette fraction carbonatée doit très certainement augmenter la conductivité hydraulique de ce membre schisteux. De manière anecdotique, des monticules carbonatés se rencontrent dans cette formation et forment le Membre du Lion.

Sur la carte Pondsôme - Wellin, les membres de la Fm des Grands Breux n'ont pu être distingués, ils sont dès lors rassemblés en une seule unité dont la conductivité globale se rapproche de celle d'un aquitard.

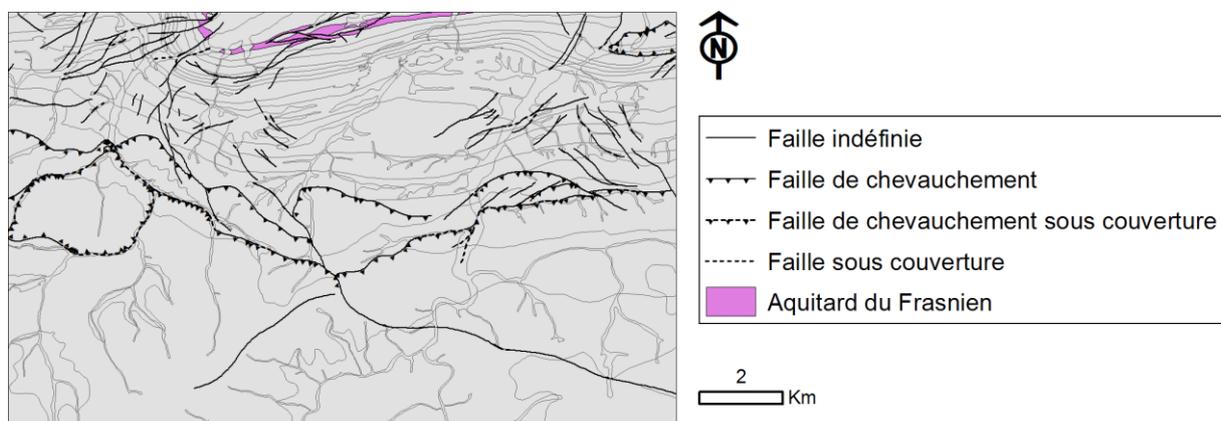


Figure IV.3 : Localisation de l'Aquitard du Frasnien sur la carte Pondsôme – Wellin

## IV.1.2 Cénozoïque

### IV.1.2.1. *Aquifère alluvial*

L'Aquifère alluvial est composé des alluvions modernes et anciennes. La conductivité hydraulique des alluvions est fonction de leur granulométrie puisqu'il s'agit de roches meubles. Les zones sablo-graveleuses seront plus perméable que les zones limono-argileuses. Ces sédiments peuvent donc former des aquifères locaux. Néanmoins, vu leur faible épaisseur et la nature souvent argileuse des formations avoisinantes, les potentialités hydrogéologiques des alluvions doivent être limitées.

## IV.2. PHÉNOMÈNES KARSTIQUES

Les calcaires dévoniens qui constituent la Calestienne sont, comme la plupart des formations carbonatées que l'on rencontre en Wallonie, plus ou moins karstifiés. En effet, l'intense fracturation de ces roches, liée au plissement hercynien, et la forte solubilité des carbonates qui les constituent permettent la formation de réseaux de pertes, de dolines et de cavités souterraines, au développement parfois plurikilométrique.

Les massifs calcaires karstifiés présentent des perméabilités assez élevées qui permettent généralement d'y exploiter de gros volumes d'eau en vue, notamment, d'une distribution publique. Cette karstification implique aussi que ces aquifères sont d'une grande vulnérabilité face aux pollutions. En effet, malgré le rôle de filtre joué par la mince couverture du Cénozoïque, 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.

### IV.2.1 Le vallon karstique du Ri d'Ave à Wellin

Le "karst de Wellin" a été inventorié par la CWEPS lors de la réalisation de l'Atlas du Karst du Luxembourg en 1994. Il s'agit d'un système karstique actif, situé dans les calcaires Eifelo – Givetien, avec rivière souterraine (Figure IV.4).

La karstification de cette zone est, par endroits, très active<sup>3</sup>. Avant d'être canalisé le Ri d'Ave s'engouffrait sous terre au *Chantoir Mathot*<sup>4</sup> dès son contact avec les calcaires

<sup>3</sup> Ce qui pose d'importants problèmes de stabilité de sol. Ceux-ci doivent être pris en compte dans l'aménagement du territoire, en particulier lorsqu'ils affectent des ouvrages d'art, comme c'est le cas avec les piliers du viaduc de l'autoroute E411, situé juste sur le parcours souterrain du Ri d'Ave.

<sup>4</sup> Avant que les eaux du Ri d'Ave soient canalisées en surface à hauteur du Chantoir Mathot, une partie des eaux du Ri d'Ave allaient dans les *Pertes secondaires du Ri d'Ave*, en hiver, lorsque le chantoir Mathot était saturé. Aujourd'hui ces pertes, situées dans une ancienne carrière à une centaine de mètres du point d'absorption principal, ne sont plus alimentées.

eiféliens, en aval de Wellin (Figure IV.4). Actuellement cette ancienne perte totale du Ri d'Ave ne fonctionne qu'en période de crue. Cette vaste dépression de 20 m de diamètre se trouve 3 m sous le niveau du ruisseau.

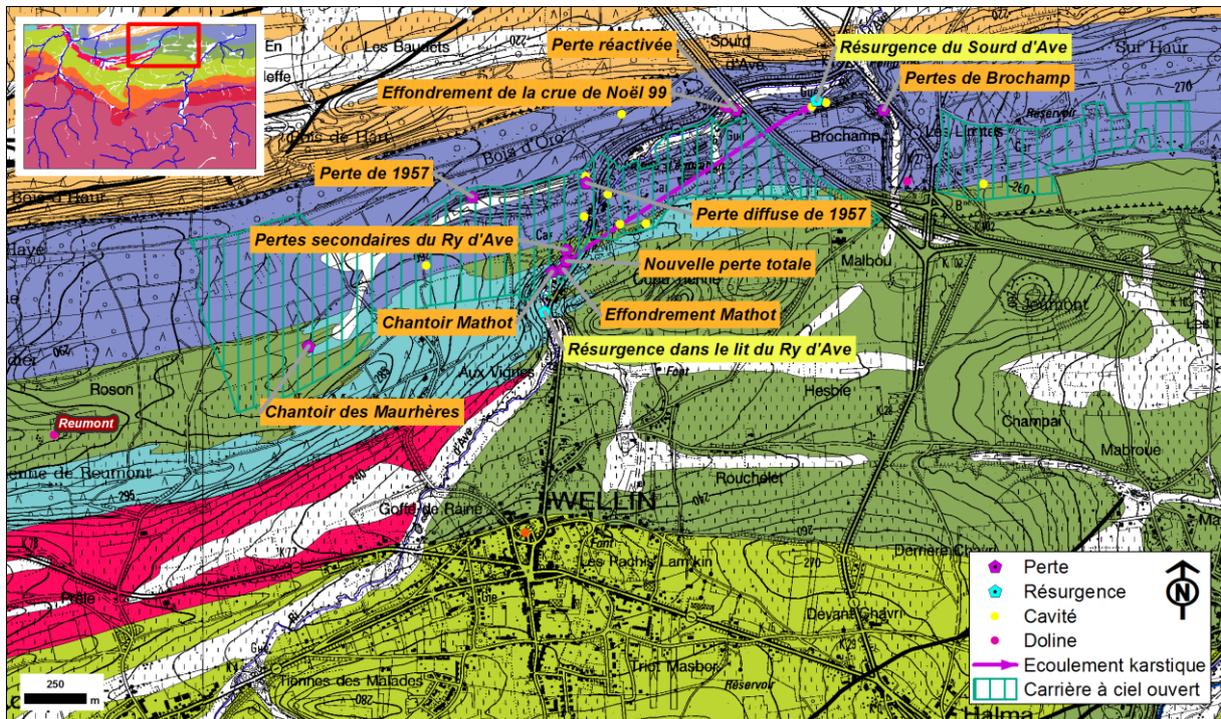


Figure IV.4 : Phénomènes karstiques répertoriés aux environs de Wellin et du Ri d'Ave.

Depuis que le lit du Ri d'Ave est bétonné, l'eau s'écoule en bord de route et reçoit l'apport des eaux de l'autoroute. Les infiltrations dans le calcaire semblent évitées par un film plastique qui rend le réseau imperméable (AKWA).

L'Effondrement Mathot, situé dans le lit du ruisseau du Ri d'Ave 30 m en aval du Chantoir Mathot, date probablement d'octobre 1999. Les eaux qui s'y perdent rejoignent la circulation d'eau souterraine du Ri d'Ave.

Ce système est très actif, en 2003 une nouvelle perte totale c'était formée. Par quatre fois rebouchées complètement, cette perte se rouvre systématiquement. Le dernier rebouchage connu date de novembre 2006 (Van Wittenberge, 2008).

La Résurgence dans le lit du Ri d'Ave est partiellement aménagée et débouche dans une petite cuvette bétonnée dans le lit même du ruisseau.

Après un parcours souterrain de 1 270 m le Ri d'Ave réapparaît à la Résurgence du Sourd d'Ave, dans les calcaires givetiens de la Formation de Mont d'Haur. Sur son trajet souterrain, reconnu par traçage, s'alignent des phénomènes karstiques tels que des cavités et des dolines dont certains constituent des regards sur la circulation souterraine du Ri d'Ave.

Ce site est en zone d'extension d'extraction et la Carrière du Fond des Vaulx, située à cheval sur le parcours du Ri d'Ave ([Figure IV.4](#)), peut également avoir une incidence sur le système karstique du Ri d'Ave (voir [IV.3.2.6](#)). En effet cette carrière, tout comme le lit du ruisseau, entaille profondément le calcaire, modifiant la topographie, les écoulements et l'alimentation en eau vers le Ri d'Ave, tant au niveau des écoulements de surface que des circulations souterraines (*Michel, 2001*).

Il est à remarquer que la résurgence du Sourd d'Ave comprend deux émergences d'eau caractérisées par des conductivités électriques très différentes : La résurgence principale a une conductivité de l'ordre de 1 000  $\mu\text{S}/\text{cm}$  et la seconde de l'ordre de 500  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Des analyses complémentaires récentes (*Bouxin et Michel, 2013*) confirment que les eaux des deux émergences ont des origines différentes.

#### **IV.2.2 Phénomènes karstiques de la Wimbe et du Gongon**

Contrairement au Ri d'Ave, aucune perte ou résurgence importante n'est connue le long de la Wimbe. Seule une petite résurgence canalisée (*Résurgence de Honnay, Figure IV.5*) s'observe près de la nationale reliant Pondsôme à Wellin, au lieu-dit "Les Quatre Bras".

Deux pertes (*Pertes partielles du Gongon*) et une résurgence (*Résurgence du ry de Mahaut*) s'observent le long du Ruisseau de Gongon, affluent de la Wimbe. Il existerait une connexion entre la *Résurgence du ry de Mahaut* et la *Perte du Chantoir de l'Eglise de Froidlieu*, affectant le ry de Mahaut ; petit ruisseau situé au nord de Froidlieu (*Dumoulin et Blockmans, 2013*).

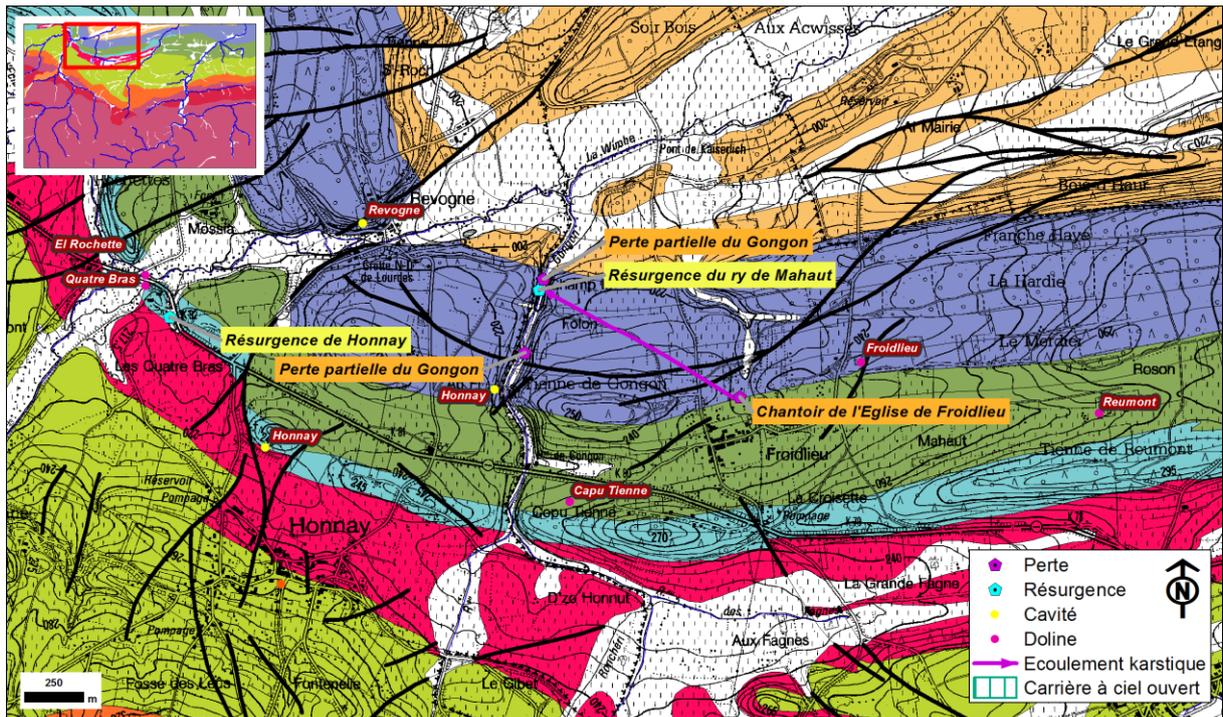


Figure IV.5 : Phénomènes karstiques répertoriés aux environs de la Wimbe à Revogne

### IV.2.3 Phénomènes karstiques de la Lesse

Au nord-est de la carte et au nord de Resteigne, la Lesse traverse les calcaires givetiens. Son cours est, ici, totalement aérien. Un ensemble de résurgences jalonnent son cours.

Les 3 *Résurgences du Méandre recoupé*, les plus en amont (Figure IV.6), alimentent un méandre recoupé de la Lesse et sont en liaison avec les pertes du Ry des Boyes, situées sur la carte à l'est Grupont - Saint-Hubert (Rekk et Dossin, 2005 ; Servais, 2006 ; Bonniver et al., 2010).

La *Petite résurgence d'Herdal*, petite venue d'eau en bord de Lesse, est une résurgence probable des pertes du ruisseau de Tellin ou du Ry des Boyes.

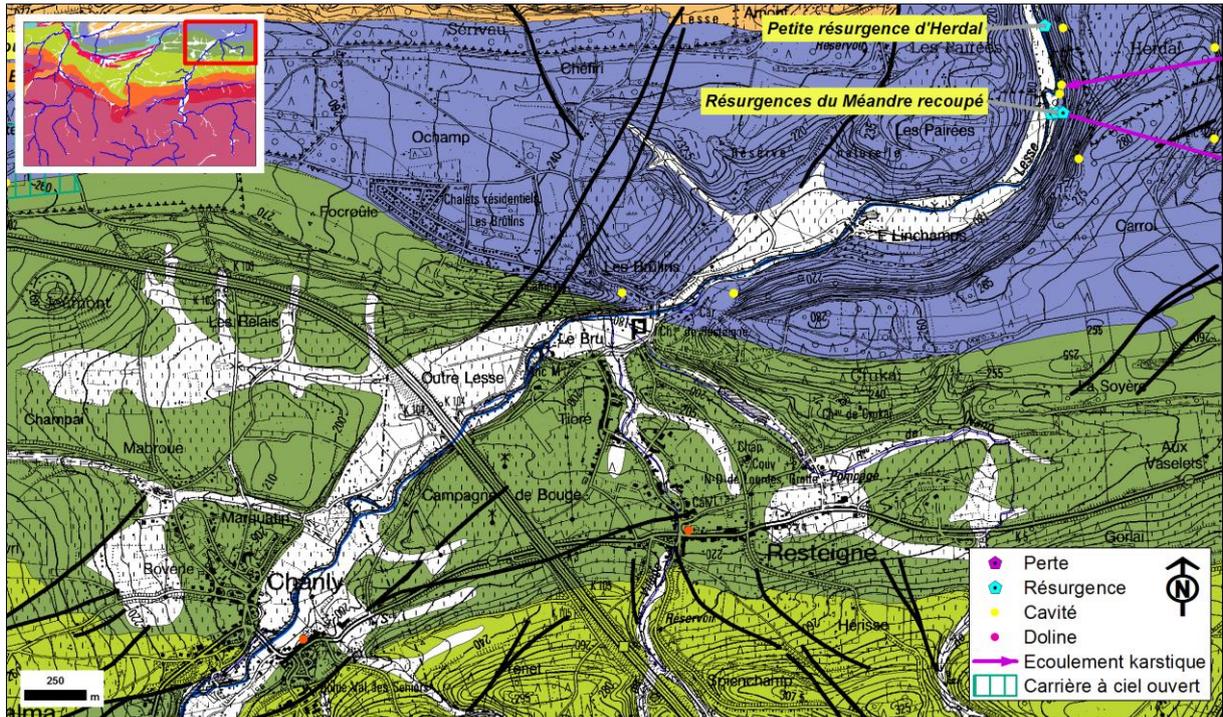


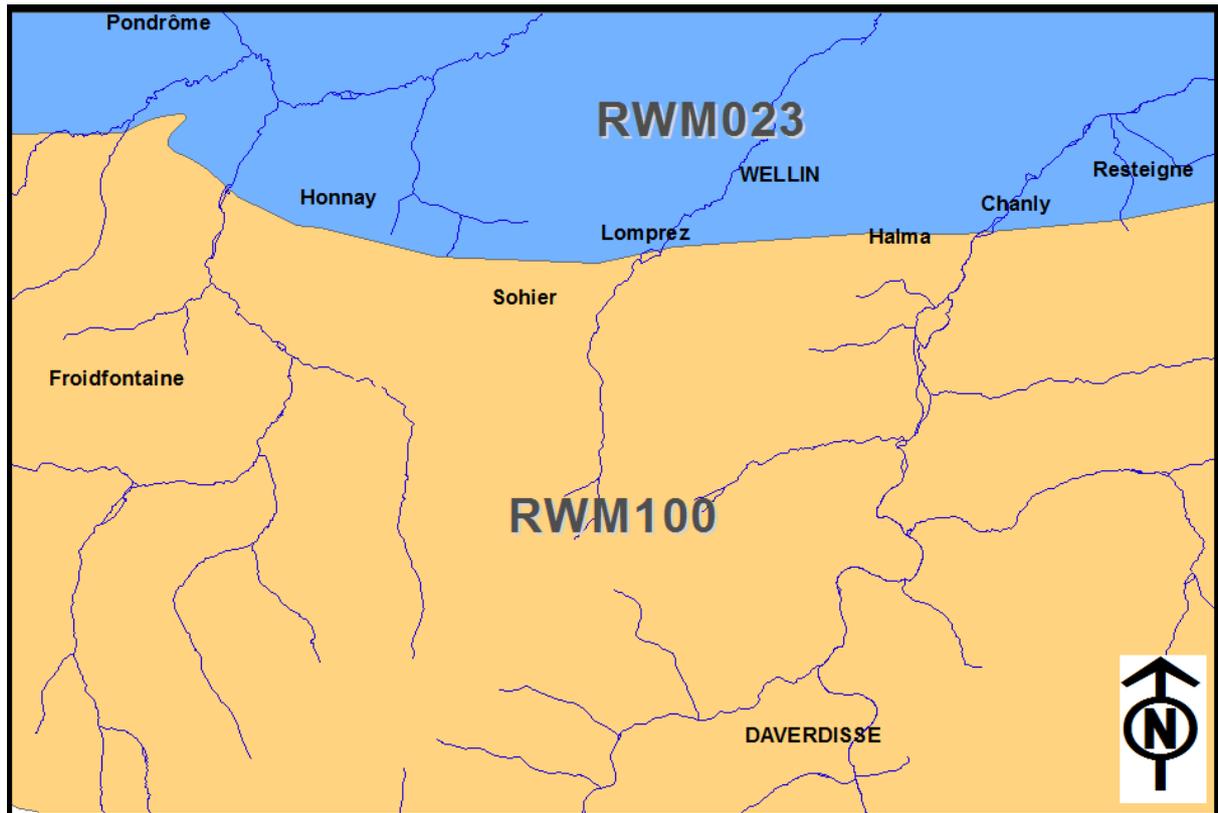
Figure IV.6 : Phénomènes karstiques répertoriés aux environs de la Lesse à Restaigne

### IV.3. DESCRIPTION DE L'HYDROGÉOLOGIE RÉGIONALE

#### IV.3.1 Cadre général

Deux masses d'eau souterraines<sup>5</sup> sont distinguées sur la carte Ponderôme - Wellin (Figure IV.7) :

- Les "Calcaires et grès de la Calestienne et de la Famenne" (RWM023) ;
- Les "Grès et schistes du massif ardennais : Lesse, Ourthe, Amblève et Vesdre" (RWM100).



— Réseau hydrographique

2

#### Masses d'eau souterraines

Km

Calcaires et grès de la Calestienne et de la Famenne

Grès et schistes du massif ardennais : Lesse, Ourthe, Amblève et Vesdre

Figure IV.7 : Masses d'eau souterraines sur la carte Ponderôme - Wellin

<sup>5</sup> Afin de mieux gérer la ressource en eau souterraine, la Directive cadre sur l'Eau (Directive 2000/60/CE) a introduit le concept de masse d'eau souterraine, mieux adapté à la gestion des eaux à l'intérieur des districts hydrographiques (bassins hydrographiques à large échelle) : "Une masse d'eau souterraine est un volume distinct d'eau souterraine à l'intérieur d'un ou de plusieurs aquifères".

#### **IV.3.1.1. Calcaires et grès de la Calestienne et de la Famenne (RWM023)**

Sur la carte Pondrôme - Wellin seule la Calestienne est représentée.

Hormis les niveaux schisteux (Membre de Vieux Moulin dans la Formation de Jemelle), dont les potentialités hydrogéologiques restent limitées à une exploitation modeste et locale, les principales ressources en eau souterraine sont contenues dans les aquifères calcaires de l'Eifelien, du Givetien et du Frasnien. Ces unités hydrogéologiques y constituent des aquifères de fissures, localement plus ou moins fortement karstifiés, permettant le prélèvement d'importants volumes d'eau souterraine.

Cette masse d'eau est exploitée, sur la carte Pondrôme - Wellin, tant par les sociétés de distribution d'eau (S.W.D.E. et I.N.A.S.E.P) que par les administrations communales, les industries et les particuliers.

#### **IV.3.1.2. Grès et schistes du massif ardennais (RWM100)**

Les réserves aquifères de cette masse d'eau sont limitées, mais d'un grand intérêt pour l'alimentation, notamment à l'étiage, du réseau hydrographique ainsi que pour les besoins de consommation locale (distribution à petite échelle, usage domestique et agricole). On y distingue deux types de réservoirs :

- Les nappes superficielles logées dans le manteau d'altération (libres et peu productives, mais suffisantes pour une consommation à petite échelle) ;
- Les nappes profondes contenues dans les niveaux gréseux et quartzitiques fracturés.

Ces deux types de nappes sont en continuité hydraulique. Notons toutefois que, si les failles sont potentiellement aquifères, elles peuvent être comblées d'argiles, principal produit d'altération des schistes et des phyllades. Le rendement global de ce type d'aquifère est donc assez faible.

### **IV.3.2 Évolution piézométrique des différentes unités hydrogéologiques**

Peu de données piézométriques sont disponibles pour la carte 59/5-6, il a néanmoins été possible de rassembler des chroniques et/ou des cotes ponctuelles pour la plupart des aquifères présents sur la carte.

Ces données proviennent soit :

- des mesures effectuées dans le cadre de la réalisation de cette carte (en 2012) au droit de puits de particuliers, piézomètres ou puits de distribution ;
- de mesures effectuées et fournies par les sociétés de distribution d'eau, les carrières ou les bureaux d'études ;

- de mesures réalisées par le Service Public de Wallonie.

#### IV.3.2.1. Aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur

Cette unité hydrogéologique est principalement schisteuse avec des intercalations de bancs gréseux ou quartzitiques. Une telle lithologie laisse supposer un niveau piézométrique relativement proche de la surface topographique (nappe subaffleurante) dans les vallées et plus profond au niveau des crêtes.

Des niveaux profonds ont effectivement été observés dans l'ouvrage "PUITS INASEP" (profondeur inconnue) à Froidfontaine (Figure IV.8), alors que des niveaux affleurants ont été observés dans le puits "GARE" à Froidfontaine (Figure IV.8), profond de 101 m, et dans le puits de la S.W.D.E. "FAYS FAMENNE P1" (Figure IV.9), profond de 35 m. Les résultats des mesures piézométriques sont reprises dans le Tableau IV.2.

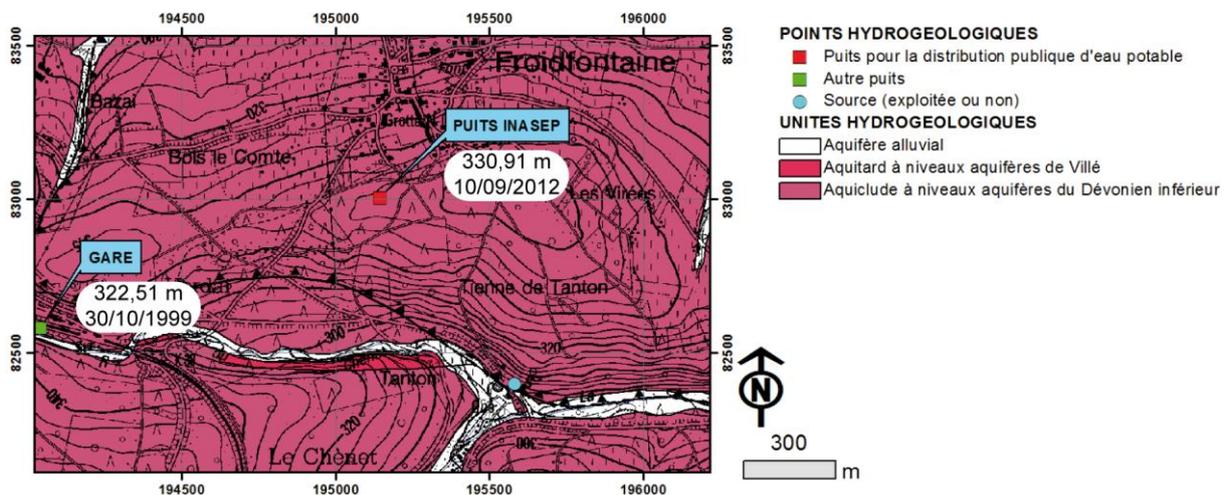


Figure IV.8 : Localisation des ouvrages "PUITS INASEP" et "GARE" à Froidfontaine sollicitant l'Aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur

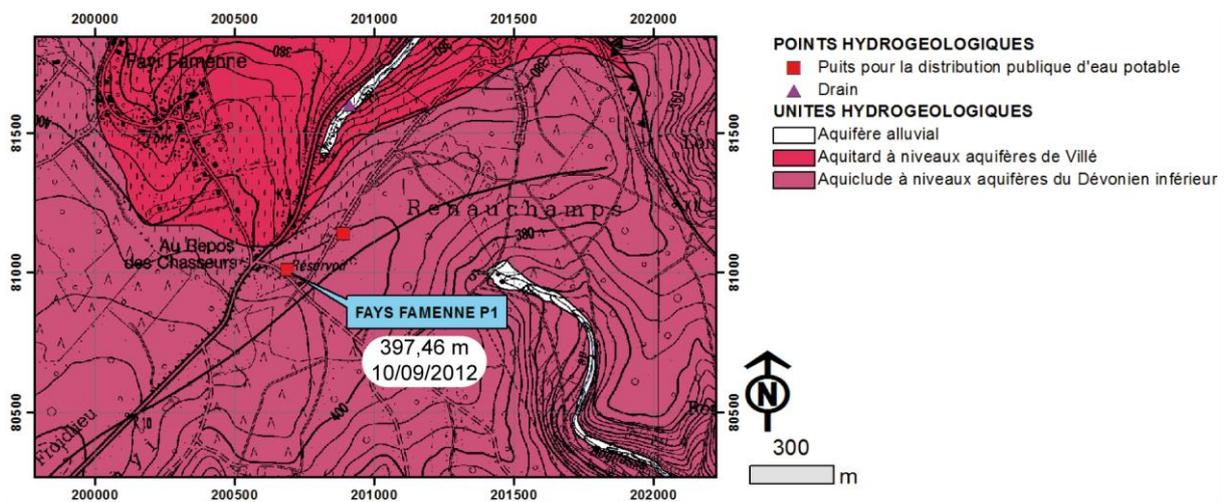


Figure IV.9 : Localisation du puits "FAYS FAMENNE P1" de la S.W.D.E. sollicitant l'Aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur.

**Tableau IV.2 : Mesure piézométriques effectuées sur les ouvrages Puits INASEP, GARE, et FAYS FAMENNE P1 sollicitant l'Aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur**

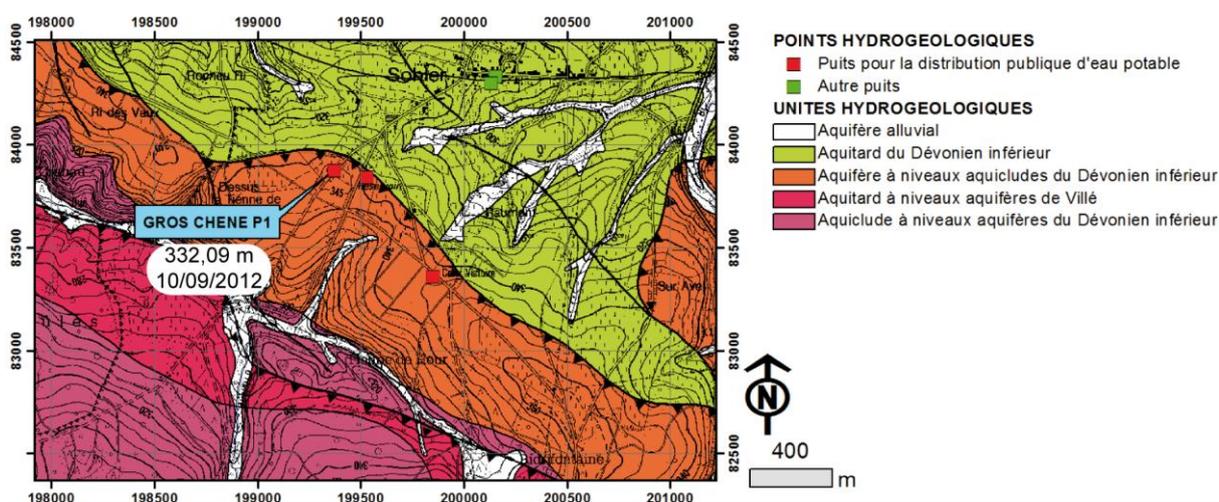
Ouvrage	Niveau piézométrique (m)	Cote piézométrique (m)	Date
PUITS I.N.A.S.E.P.	15,79	330,91	10/09/2012
GARE	1,60	322,51	30/10/1999
FAYS FAMENNE P1	2,54	397,46	10/09/2012

Dans cette unité, les sens d'écoulements sont fortement liés à la topographie et au réseau hydrographique. La nappe se trouve en général proche de la surface et son profil épouse la topographie. Les sommets topographiques sont supposés indiquer l'emplacement des crêtes hydrogéologiques. Les écoulements se font alors théoriquement des points hauts vers les points bas, en direction des cours d'eau qui sont drainants. 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.

#### IV.3.2.2. Aquifère à niveaux aquicludes du Dévonien inférieur

Cette unité est la plus sollicitée de la carte Pondrôme - Wellin. Sa composante gréseuse lui confère une plus grande perméabilité qui se traduit par un niveau piézométrique plus rabattu ; le toit de la nappe est donc situé à une profondeur plus importante par rapport aux aquicludes et aquitards de la carte.

Le puits SWDE "GROS CHENE P1" au sud de Sohier (Figure IV.10), profond de 90 m, indiquait, le 10/09/2012, une nappe à 12,91 m de profondeur, soit à une altitude de 332,09 m.



**Figure IV.10 : Localisation du puits "GROS CHENE P1" à Sohier**

#### IV.3.2.3. Aquitard du Dévonien inférieur

Six ouvrages aux environs de Wellin (Figure IV.11) ont fait l'objet de mesures piézométriques dont les résultats sont synthétisés au Tableau IV.3.

Les mesures sont en accord avec une perméabilité d'aquitard. Des niveaux piézométriques d'une dizaine de mètres sur les points hauts et lorsqu'on s'éloigne des exutoires (puits ROSSION, DAMBLY, BOSSEAU) et des niveaux subaffleurant proches des exutoires (puits LES HAYETTES, MARGOUILLET P1).

Le puits GOLINVEAUX fait exception dans cet ensemble de mesures. Ce puits, situé dans une zone alluvionnaire d'un affluent non pérenne du Ri d'Ave (Figure IV.11), indiquait, le 25/07/2006, une nappe à 16,9 m de profondeur (Tableau IV.3), soit sous le niveau du thalweg du Ri d'Ave s'écoulant au sud. Ce qui indiquerait que cette section du Ri d'Ave est infiltrante.

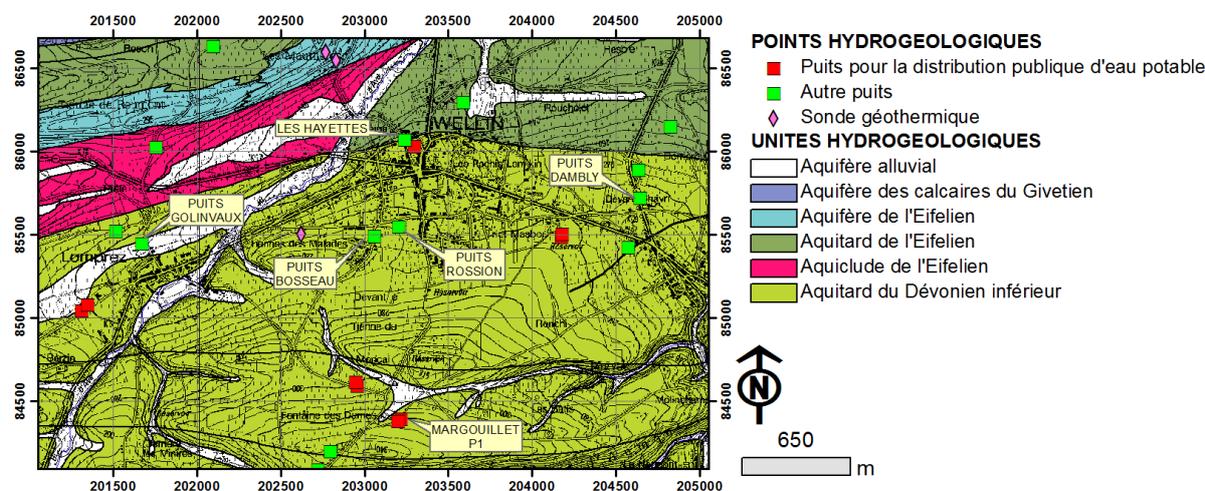


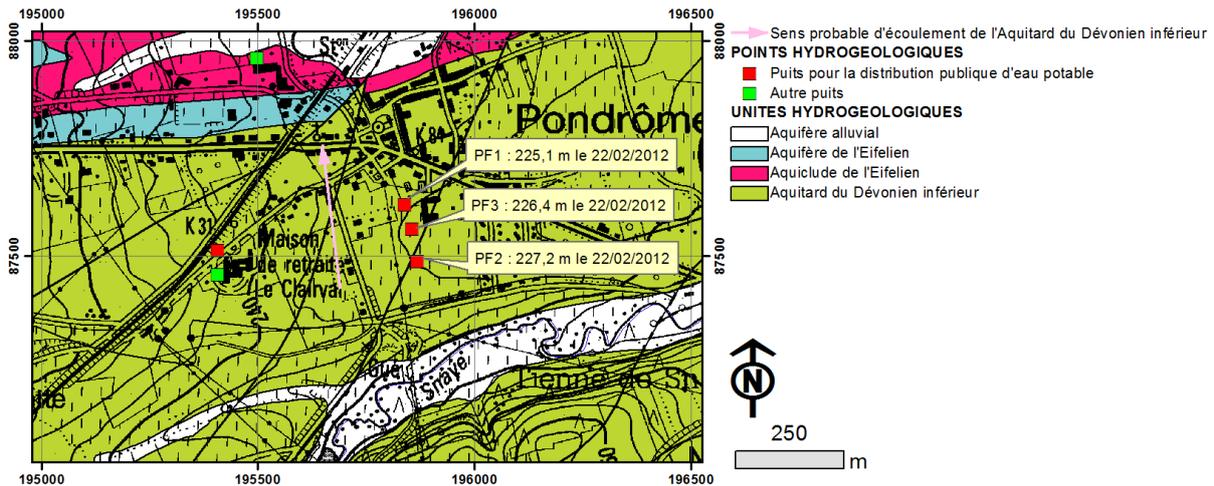
Figure IV.11 : Localisation des ouvrages ayant fait l'objet de mesures piézométriques dans l'Aquitard du Dévonien inférieur (région de Wellin)

Tableau IV.3 : Mesures piézométriques effectuées sur les ouvrages exploitants l'Aquitard du Dévonien inférieur aux environs de Wellin

Ouvrage	Niveau piézométrique (m)	Cote piézométrique (m)	Date
LES HAYETTES	5,64	236,46	19/07/2006
PUITS GOLINVAUX	16,90	239,33	25/07/2006
PUITS BOSSEAU	14,50	249,64	25/07/2006
PUITS ROSSION	15,70	248,57	25/07/2006
PUITS DAMBLY	10,88	245,39	25/07/2006
MARGOUILLET P1	4,87	315,13	10/09/2012

Le captage de Pondrôme de l'INASEP (Figure IV.12), composé de trois puits forés à 85 m de profondeur, sollicite également l'Aquitard du Dévonien.

Les niveaux piézométriques varient de 2,5 à 5 m de profondeur. Ils ont permis de définir un sens d'écoulement local vers le nord (Figure IV.12), en direction de l'Aquifère de l'Eifelien qui joue probablement le rôle de drain. Il est possible également que le gradient se fasse en direction du NE. Les deux drains les plus logiques étant les calcaires de l'Eifelien au nord du captage et l'Esclaye à l'est.



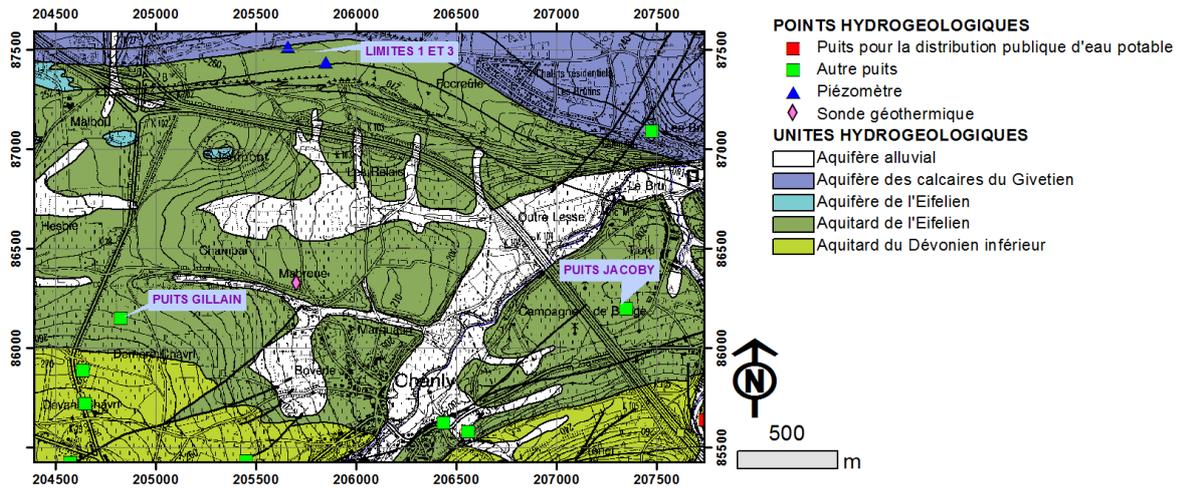
**Figure IV.12 : Situation du captage INASEP de Pondrôme et sens probable de l'écoulement de la nappe aquifère**

Les mesures prises à différents moments de l'année 2012 donnent systématiquement le même sens d'écoulement, ce qui permet de situer une crête hydrogéologique entre le puits PF2 et la Snaye qui s'écoulent au sud du captage (Figure IV.12), probablement sur la rue de la Tannerie qui se déroule à cet endroit.

#### **IV.3.2.4. Aquitard de l'Eifelien**

Cinq ouvrages sollicitant l'Aquitard de l'Eifelien ont fait l'objet de mesures ponctuelles.

Les quatre premiers sont tous situés dans la région de Chanly, village situé sur la Lesse (Figure IV.13). Les piézomètres LIMITES 1 (Figure IV.13, au nord) et 3 (Figure IV.13, au sud) indiquent une nappe profonde entre 30 et 20 m respectivement (Tableau IV.4). Le rabattement est plus important sur le piézomètre LIMITES 1, le plus proche de l'Aquifère des calcaires du Givetien qui jouent le rôle de drain. Ces importants rabattements, pour un aquitard, sont à mettre en relation avec la proximité des calcaires du Givetien, de perméabilité élevée, et de la Lesse, drainant fortement la nappe de ces calcaires et imposant un niveau de base bas. Ces deux cotes pourraient indiquer un gradient local de la nappe de l'Aquitard de l'Eifelien en direction du nord, vers les calcaires du Givetien et non vers la Lesse, exutoire pourtant important de cet aquifère.



**Figure IV.13 : Situation des ouvrages de l'Aquitard de l'Eifelien ayant fait l'objet de mesures ponctuelles**

Les puits JACOBY et GILLAIN indiquent une nappe entre 2,8 et 5,4 m de profondeur ce qui, au vu de leur situation, est en accord avec la perméabilité attendue de ce type d'aquifère.

**Tableau IV.4 : Mesures piézométriques effectuées sur les ouvrages exploitants l'Aquitard de l'Eifelien**

Ouvrage	Niveau piézométrique (m)	Cote piézométrique (m)	Date
LIMITES 1	30,50	229,50	21/03/2012
LIMITES 3	20,50	239,50	21/03/2012
PUIITS GILLAIN	5,38	244,62	04/07/2012
PUIITS JACOBY	2,80	202,20	24/08/2012

Plus à l'ouest, la Carrière du Fond des Vaulx, à Wellin, dispose d'un piézomètre de 64,75 m de profondeur, foré dans la l'Aquitard de l'Eifelien (Fm d'Hanonet) (CFV\_F06, [Figure IV.14](#)) et ayant fait l'objet d'une chronique piézométrique de 2006 à 2008 ([Figure IV.15](#)). La nappe se situe à une profondeur variant entre 14 et 19 m et l'amplitude des variations saisonnières, de l'ordre de 5 m, est assez faible. Le 30/08/2012, la nappe était à 18,43 m de profondeur. L'importance du rabattement et la faible variation saisonnière serait à mettre en relation avec la proximité des aquifères givetiens au nord et eifelien à l'est.

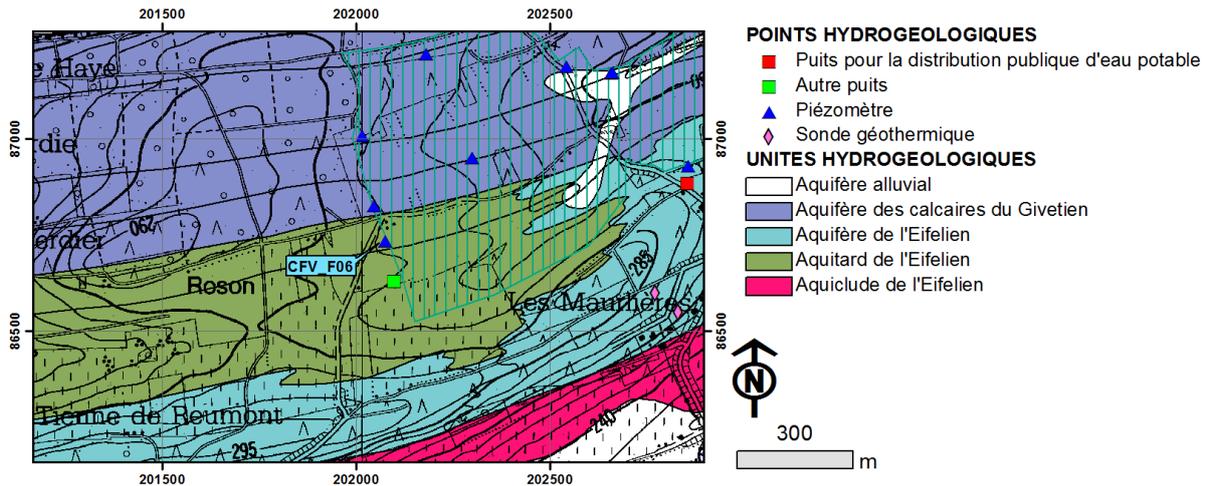


Figure IV.14 : Situation du piézomètre CFV\_F06 dans la carrière du Fond des Vaux (hachuré vert).

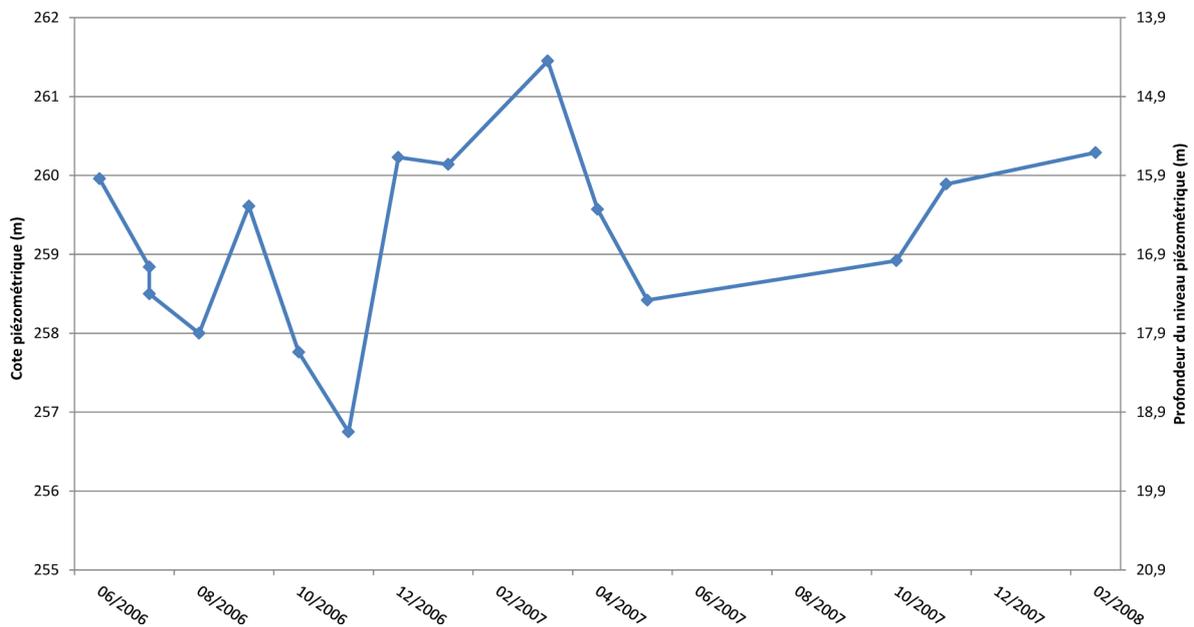


Figure IV.15 : Evolution piézométrique du piézomètre CFV\_F06, sis dans l'Aquitard de l'Eifelien, entre juin 2006 et février 2008

#### IV.3.2.5. Aquifère de l'Eifelien

Au niveau de l'Aquifère de l'Eifelien, seul le piézomètre CFV\_X appartenant à la Carrière du Fond des Vaux (Figure IV.16), d'une profondeur de 100 m, a fait l'objet de mesures piézométriques régulières entre 2006 et 2008 (Figure IV.17). Quelques mesures ont également été prises en 2012, lors de la réalisation de cette carte.

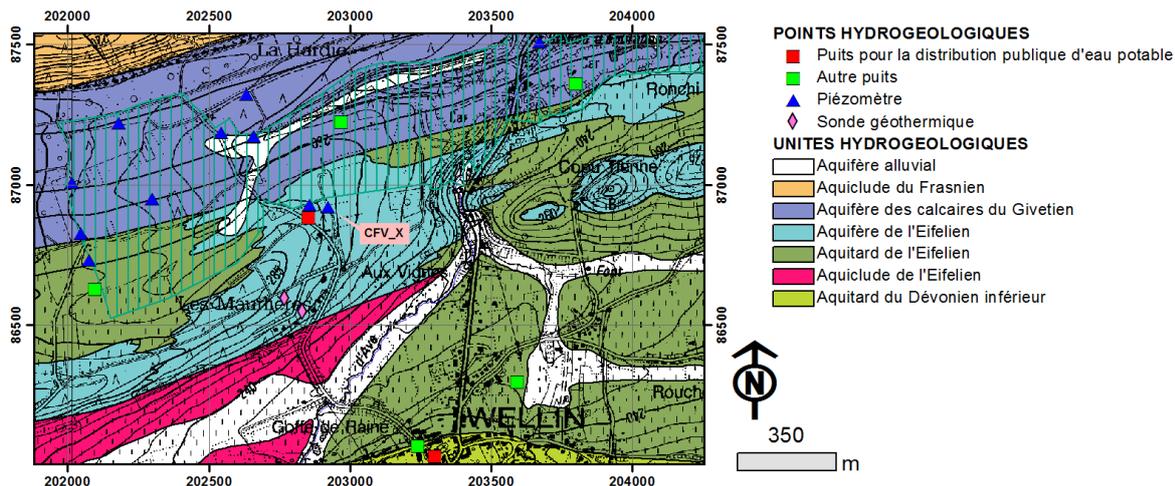


Figure IV.16 : Localisation du piézomètre CFV\_X de la Carrière Fond des Vaulx à Wellin

La nappe est à une profondeur importante, entre 43 et 51 m. En période de hautes eaux, la nappe est en équilibre avec le Ri d'Ave, s'écoulant à l'est, dont le thalweg est à une altitude d'environ 220 m. En période de basses eaux, la nappe se situe sous le Ri d'Ave qui devient infiltrant. La fluctuation saisonnière au niveau du piézomètre CFV\_X est de l'ordre de 8 m. L'écoulement local devrait se faire d'ouest en est, en direction du Ri d'Ave.

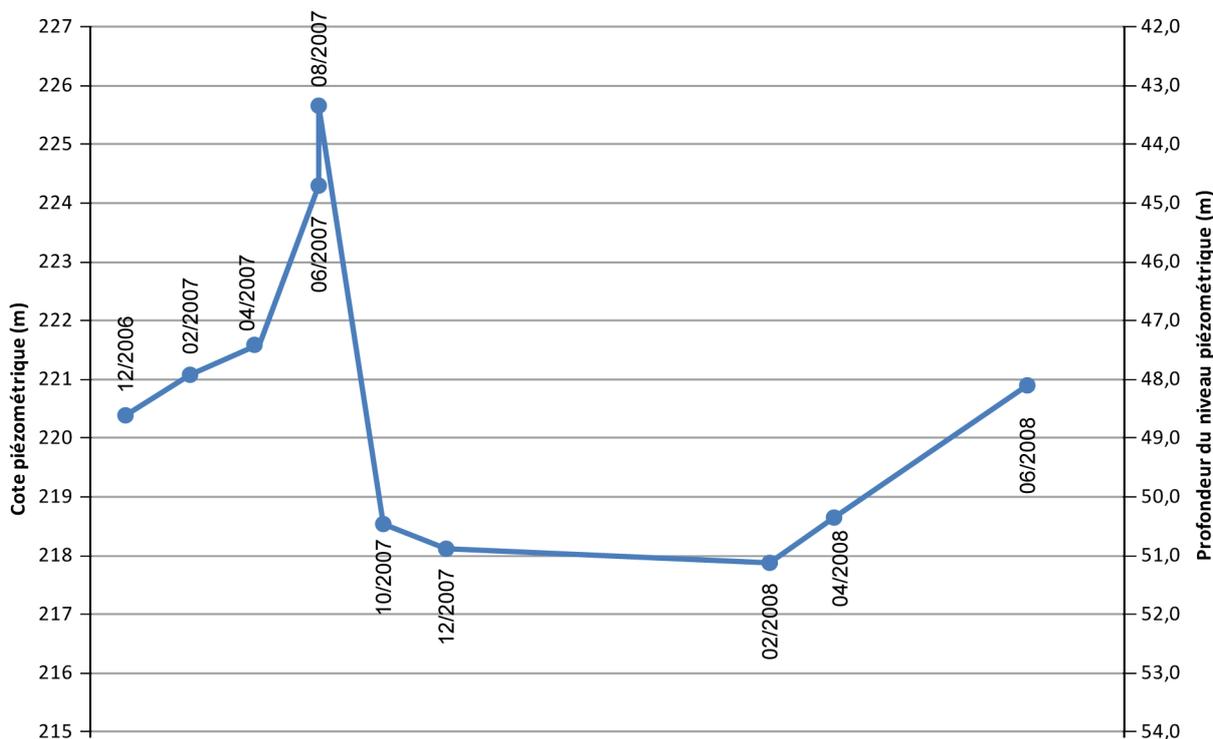


Figure IV.17 : Evolution piézométrique du piézomètre CFV\_X, sis dans l'Aquifère des calcaires du Givetien, entre décembre 2006 et juin 2008.

La *Résurgence de Honnay*, au NW de Honnay, nous indique que la nappe est subaffleurante et probablement en équilibre locale avec la Wimbe.

#### IV.3.2.6. Aquifère des calcaires du Givetien

Cet aquifère est fortement karstifié comme un témoignent les nombreux phénomènes karstiques décrits au chapitre IV.2. Ceci a pour conséquence une perméabilité élevée de cette masse calcaire et une nappe plus ou moins fortement rabattue. Les exutoires principaux sont les cours d'eau lorsqu'ils sont drainants (Wimbe, Ri d'Ave et Lesse) et les résurgences karstiques.

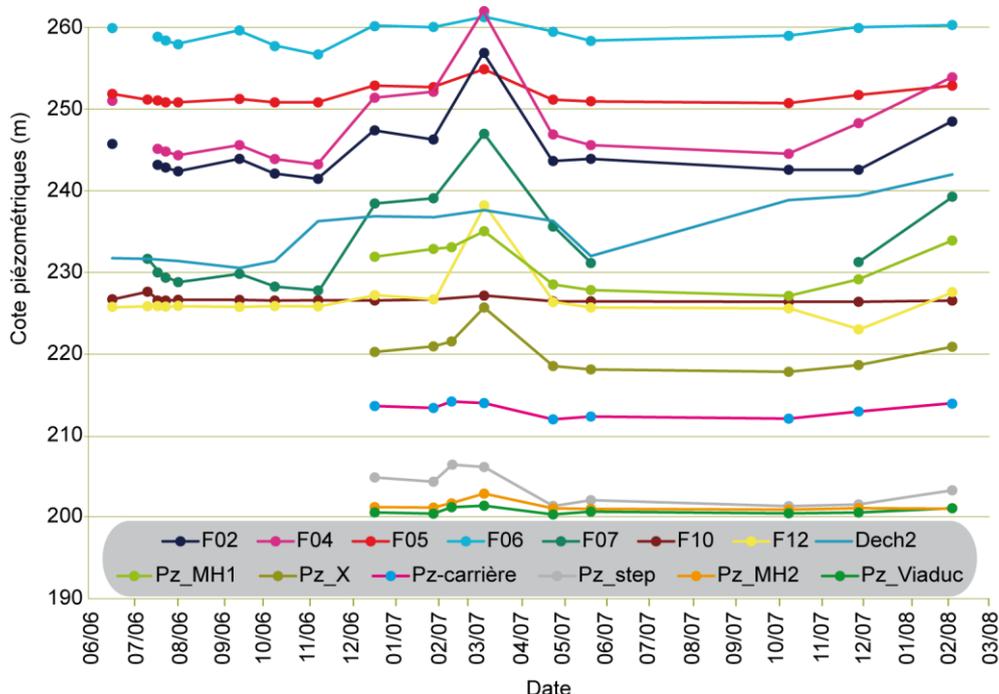
Excepté au niveau de la Carrière du Fond des Vaulx, située au nord de Wellin, aucune mesure piézométrique n'est disponible pour cet aquifère. Les phénomènes karstiques et les connexions pertes-résurgences nous permettent cependant de déduire un certains nombres d'informations pour les zones traversées par la Wimbe et la Lesse :

- Au niveau de la Wimbe, à l'ouest de la carte :
  - L'absence de perte et de résurgence sur la Wimbe, l'existence de la *Résurgence du Ry de Mahaut* sur le Gongon, dans les calcaires givetiens, et de la *Résurgence de Honnay*, dans les calcaires couviniens à l'amont des calcaires givetiens, indique que la Wimbe est très probablement drainante lors de sa traversée des calcaires givetiens et qu'elle en constituerait le niveau de base locale ;
  - La *Perte partielle du Gongon* indique que le Gongon serait infiltrant dans la partie amont de sa traversée des calcaires givetiens ;
  - La *Résurgence du Ry de Mahaut* indique que le Gongon serait drainant dans la partie aval de sa traversée des calcaires givetiens ;
  - La relative proximité de la *Résurgence du Ry de Mahaut* et de la *Perte partielle du Gongon* indique qu'il y aurait probablement une variation saisonnière du niveau piézométrique avec passage d'un mode drainant vers un mode infiltrant du Gongon.
- Au niveau de la Lesse, à l'est de la carte :
  - les *Résurgences du Méandre recoupé* et la *Petite résurgence d'Herdal* indiquent que la Lesse est drainante dans cette partie des calcaires et qu'elle doit constituer un niveau de base locale, ce qui est confirmé, en rive droite, par une série de traçages (*Bonniver, 2011*) ;

Au niveau de la carrière du Fond des Vaulx, une étude hydrogéologique approfondie réalisée par la Faculté Polytechnique de Mons entre juin 2006 et juin 2008 (*Van Wittenberge, 2008*), dans le cadre d'un approfondissement de la carrière à la cote 185 m, soit sous le

niveau du toit de la nappe apporte des informations importantes en termes de piézométrie pour cette zone de l'Aquifère des calcaires du Givetien :

- L'exutoire de l'aquifère à cet endroit est principalement la résurgence du Sourd d'Ave puisque le Ri d'Ave est en grande partie infiltrant dans sa zone amont dans les calcaires ;
- L'amplitude des variations saisonnières va en diminuant en direction du Ri d'Ave et de la résurgence du Sourd d'Ave ; de l'ordre de 20 m pour le piézomètre le plus éloigné (CFV\_F04), elle tombe à presque 0 m pour le CVF\_Viaduc situé à l'exutoire du système.
- Des hauteurs piézométriques mesurées entre 2006 et 2008, *Van Wittenberge* (2008, **Figure IV.18**) a établi une tendance des sens d'écoulement au niveau de la carrière du Fond des Vaultx (**Figure IV.19**). Cette carte piézométrique reste malgré tout délicate car (i) elle concerne un milieu karstique et (ii) depuis lors, le permis d'approfondissement a été accepté (2011) ce qui, à terme, par le biais de l'exhaure, pourrait modifier la piézométrie locale<sup>6</sup>.



**Figure IV.18 : Evolution piézométrique, entre juin 2006 et février 2008, des piézomètres de la carrière du Fond des Vaultx (CFV) (source : *Van Wittenberge, 2008, modifié*).**

<sup>6</sup> Pour atteindre la cote 185 m, l'exhaure devra être augmentée considérablement ; de 11 000 m<sup>3</sup>/an à ~1 209 600 m<sup>3</sup>/an (pour une année pluvieuse), ce qui aura nécessairement des répercussions sur la piézométrie locale (*Van Wittenberge, 2008*) et sur l'activité karstique.

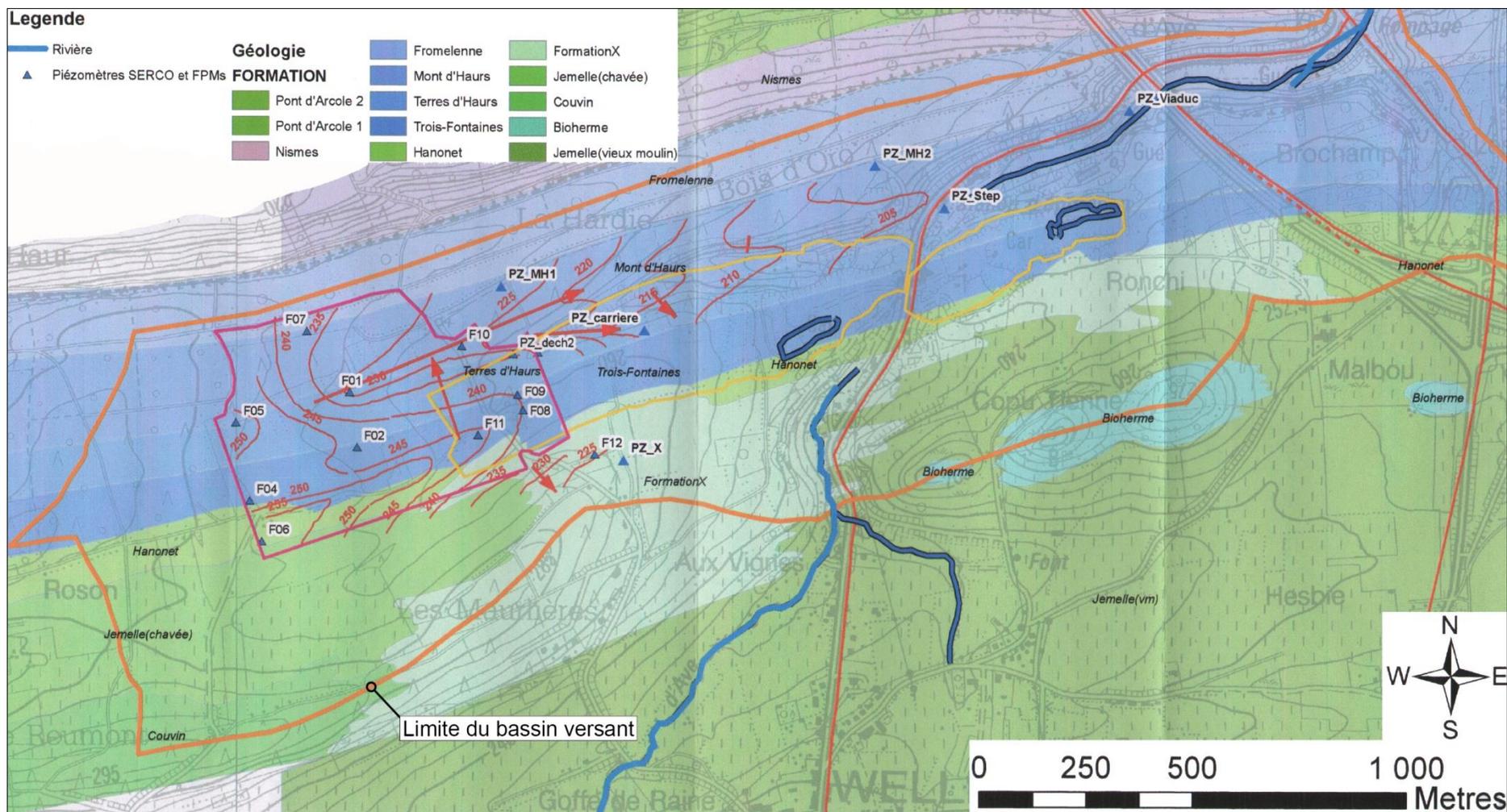


Figure IV.19 : Carte piézométrique au niveau de la carrière du Fond des Vaulx (novembre 2007) (source : Van Wittenberge, 2008).

Après plusieurs campagnes piézométriques, Van Wittenberge (2008) met en évidence une crête de partage des eaux souterraines dans l'axe du piézomètre F11, à cheval sur la limite entre l'Aquifère des calcaires du Givetien et l'Aquitard de l'Eifelien (Figure IV.19). Au nord de cette crête de partage, les eaux s'écoulent vers un axe de drainance aligné sur les piézomètres F01 et F10 en direction du NE, et au sud de la crête de partage les eaux s'écoulent vers F12 et Pz\_X. L'écoulement suivant l'axe F01-F10 rejoint le Ri d'Ave souterrain<sup>7</sup> pour s'achever à la résurgence du Sourd d'Ave.

Un essai de traçage (Van Wittenberge, 2008) confirme la connexion existant entre le *Chantoir Mathot* et (i) la résurgence du Sourd d'Ave et (ii) le plan d'eau occupant le fond de fosse de la carrière à l'est du Ri d'Ave. Les vitesses de transfert du traceur et les taux de restitution indiquent qu'il existe un "petit" conduit vers le plan d'eau et un conduit principal vers la résurgence du Sourd d'Ave.

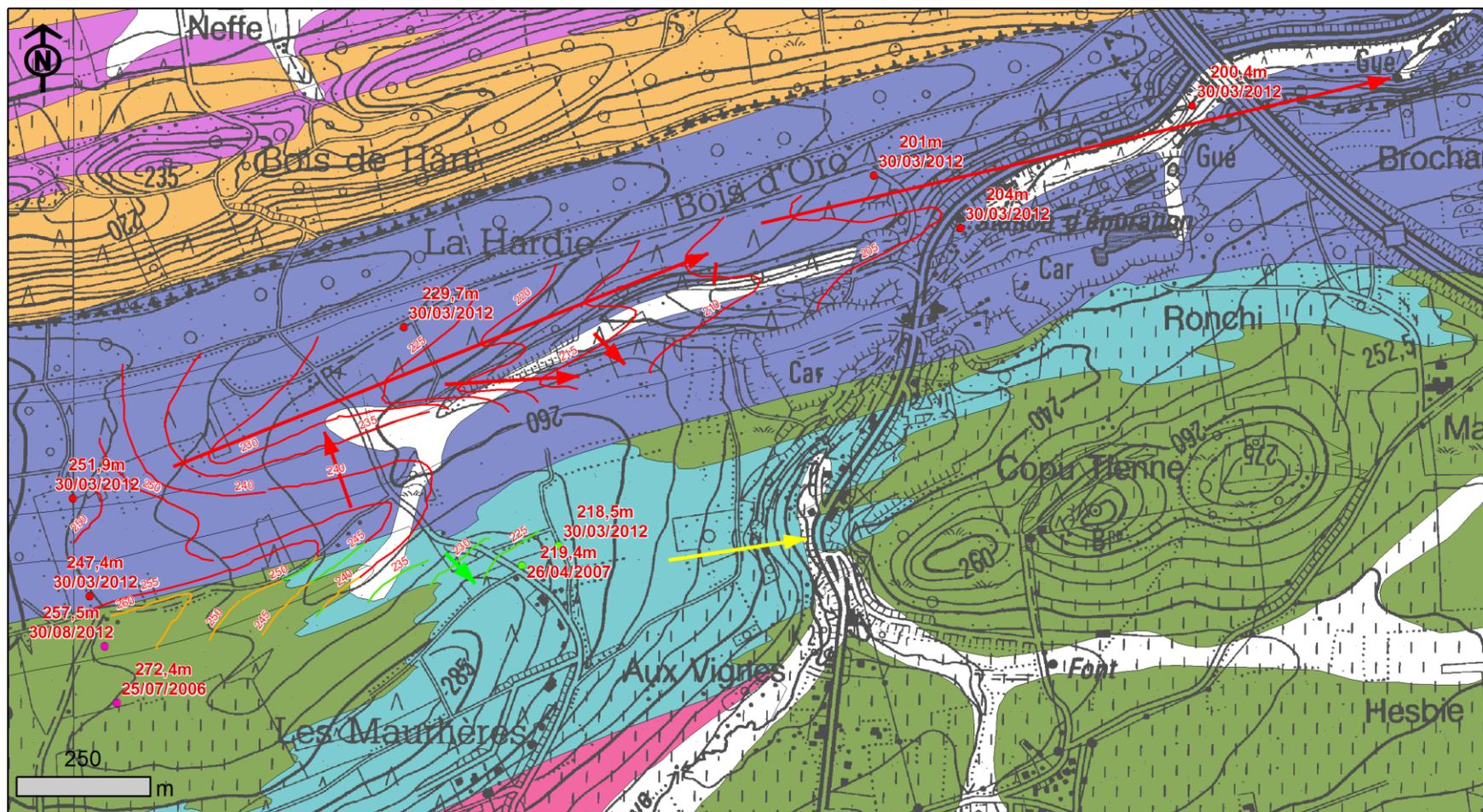
Globalement les eaux de la nappe des calcaires du Givetien s'écoulent donc en direction du NE (Figure IV.20), vers la résurgence du Sourd d'Ave qui constitue un niveau de base locale avec le Ri d'Ave souterrain.

#### **IV.3.2.7. Conclusions**

Les niveaux piézométriques les moins profonds (nappe affleurante à subaffleurante) s'observent généralement dans les terrains de faible perméabilité (aquifères schisto-gréseux du Dévonien inférieur et du Frasnien). Les niveaux les plus profonds (20 à plus de 40 m) sont mesurés dans les terrains de perméabilité plus élevée (aquifères calcaire du Dévonien moyen).

---

<sup>7</sup> La connexion entre le F10 et la résurgence du Sourd d'Ave a été mise en évidence par Van Wittenberge (2008).



Cote ponctuelle (en m) et date de	Sens probable d'écoulement de	Isopièze principale de novembre 2007 (en m) de	Unité hydrogéologique
● l'Aquifère des calcaires du Givetien 2013	→ l'Aquifère de l'Eifelien	— l'Aquifère des calcaires du Givetien	□ Aquifère alluvial
● l'Aquifère de l'Eifelien	→ novembre 2007	— l'Aquifère de l'Eifelien	■ Aquiclude du Frasnien
● l'Aquitard de l'Eifelien	→ l'Aquifère des calcaires du Givetien	— l'Aquitard de l'Eifelien	■ Aquifère des calcaires du Givetien
	→ l'Aquifère de l'Eifelien		■ Aquitard de l'Eifelien
			■ Aquifère de l'Eifelien
			■ Aquiclude de l'Eifelien

Figure IV.20 : Carte piézométrique au niveau de la carrière du Fond des Vaux (novembre 2007) et sens d'écoulement probable des nappes de l'Aquifère de l'Eifelien et de l'Aquifère des calcaires du Givetien.

## IV.4. COUPES HYDROGÉOLOGIQUES

Afin de mieux visualiser et de mieux comprendre la structure géologique et le comportement des nappes de la région de Pondrôme - Wellin, une coupe hydrogéologique a été réalisée (Figure IV.22). La position de la coupe (Figure IV.21) a été choisie pour illustrer au mieux la géologie (structures) et l'hydrogéologie (niveaux piézométriques, unités hydrogéologiques) de la zone cartographiée.

Le trait de coupe, orienté N-S, passe, au nord, entre la carrière du Fond des Vaulx et la carrière des Limites, traverse la localité d'Halma et le cours de la Lesse en plusieurs endroits avant de se terminer, au sud, au lieu-dit "Durhez", dans le Bois de Mohimont. La piézométrie décrite ne vaut que pour la région située au droit de la coupe.

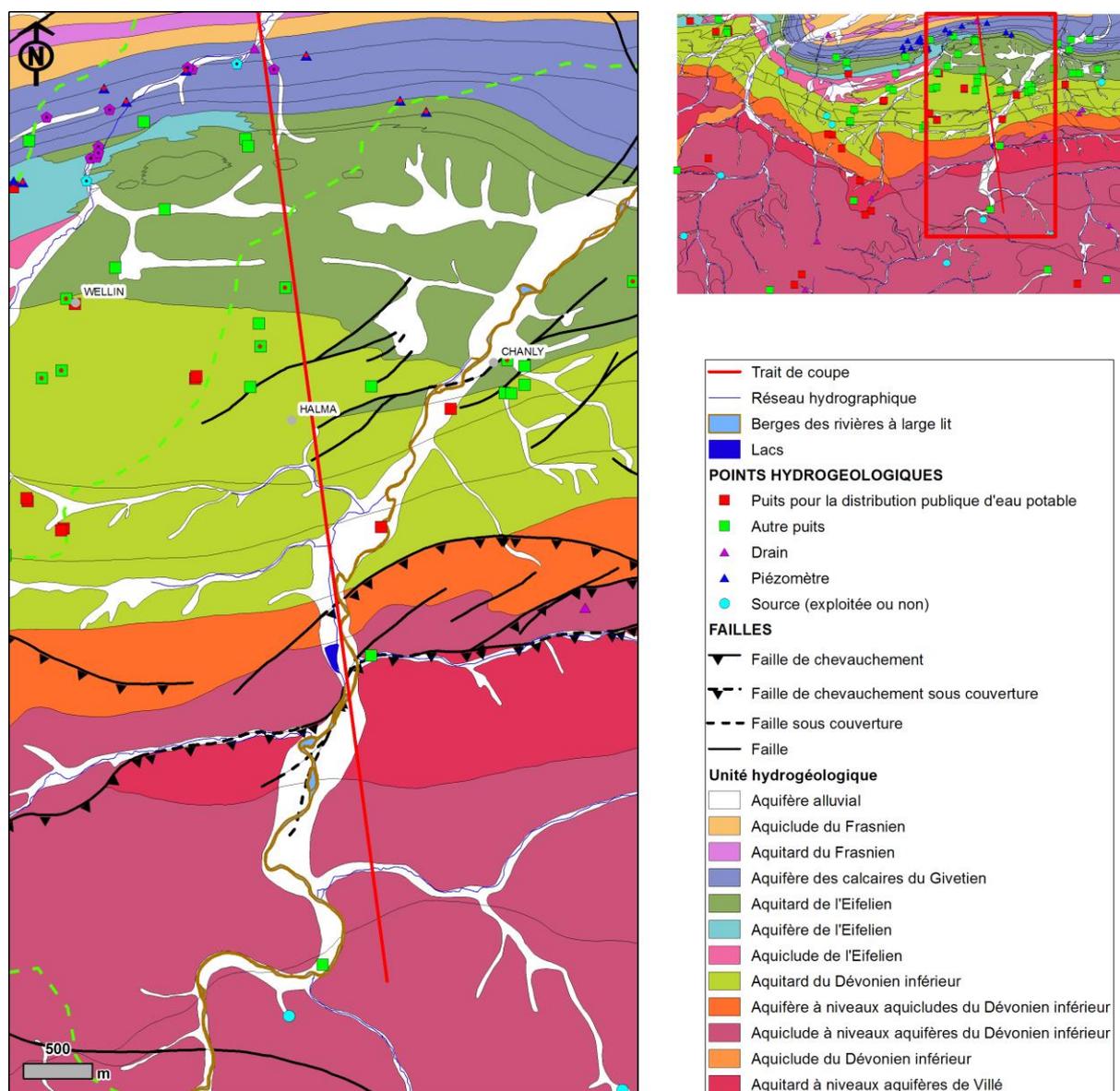


Figure IV.21 : Localisation du trait de coupe nord-sud sur la carte 59/5-6.

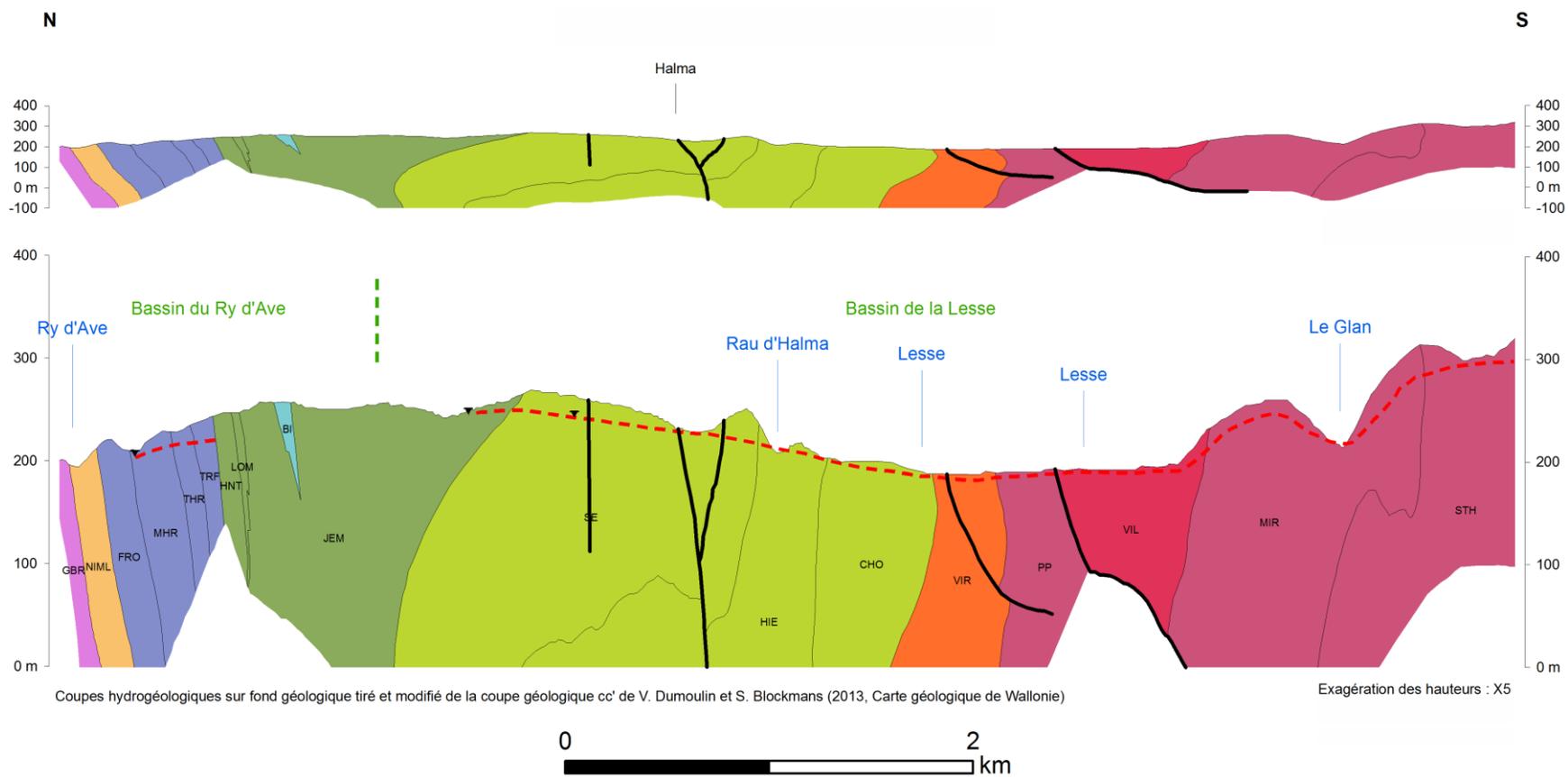


Figure IV.22 : Coupes hydrogéologiques de la planchette 59/5-6.

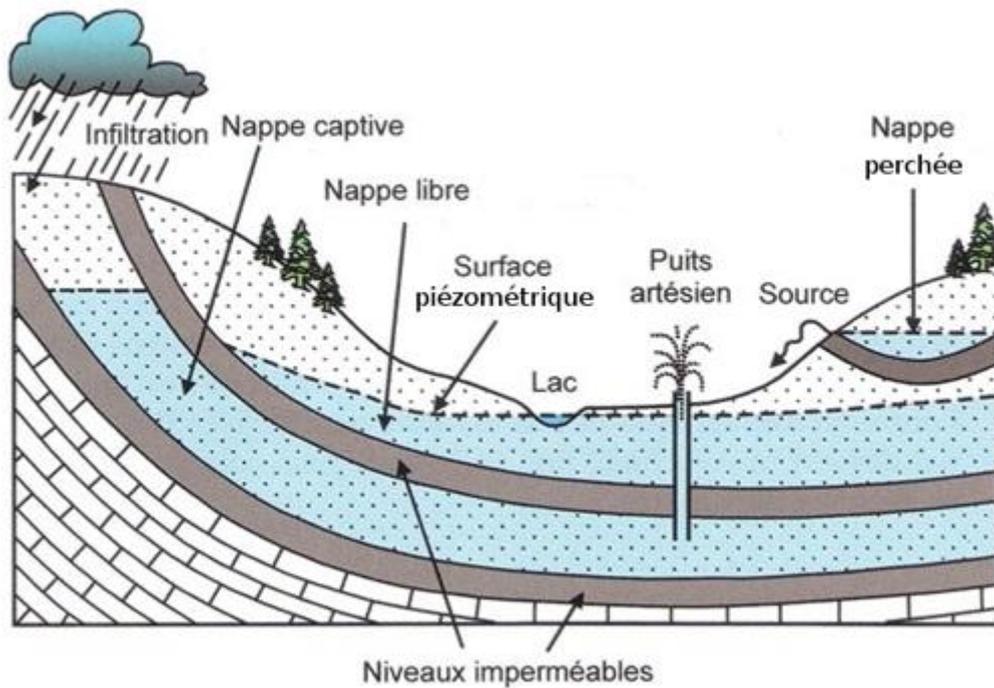
D'un point de vue géomorphologique, cette coupe traverse la Calestienne, au nord, puis le plateau ardennais, au sud. D'un point de vue hydrogéologique, la Calestienne est marquée par les aquifères calcaires (frasniens, givetiens et eiféliens) mais limitée à l'extrême nord par les schistes frasniens. Dans les calcaires, on observera des niveaux piézométriques relativement profonds, dans les schistes les nappes seront subaffleurantes. Au niveau de l'Ardenne, le niveau des nappes sera subaffleurant mais pourra descendre jusqu'à une dizaine de mètres de profondeur sous les crêtes topographiques. Le tracé du niveau piézométrique dans cette partie de la coupe (au sud de l'Aquitard du Dévonien inférieur) dépendra fortement de la topographie et du réseau hydrographique.

Dans l'Aquitard à niveaux aquifères de Villé et l'Aquifère à niveaux aquicludes du Dévonien inférieur, on peut s'attendre à des nappes plus rabattues puisque ces dernières sont plus perméables que les formations qui les entourent (Figure IV.22).

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

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

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



**Figure IV.23 : Représentation schématique des différents types de nappes (Dejonghe, 2007, modifié)**

Sur la planchette 59/5-6, les nappes contenues dans l'ensemble des formations sont considérées comme libres pour une profondeur de forage de l'ordre de 100 m. Bien sûr, à plus grande profondeur, en fonction des structures, une nappe libre peut se transformer en nappe captive selon le pendage et la densité des axes de fractures ou des plans de stratification.

Ce caractère libre est représenté sur la carte des informations complémentaires et du caractère des nappes sur le poster A0 joint à cette notice.

## V. CADRE HYDROCHIMIQUE

Ce chapitre dresse un aperçu de la composition chimique des eaux souterraines dans la région de Pondrôme – Wellin, ainsi que les préoccupations principales liées à leur qualité.

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 les éventuelles pollutions, la composition de l'eau souterraine analysée doit être telle que les concentrations en polluants respectent les normes de qualité et les valeurs seuils inscrites à l'annexe XIV du Code de l'eau (.):

**Tableau V.1 : Normes et/ou valeurs seuils des paramètres chimiques intervenant dans la dégradation des masses d'eau souterraines**

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 <sub>4</sub> /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
Mercure	1 µg/l
Nickel	20 µg/l
Phosphore total	1,15 mg/l P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
Plomb	10 µg/l
Sulfates	250 mg/l
Trichloréthylène	10 µg/l
Tétrachloréthylène	10 µg/l
Zinc	200 µg/l

### V.1. CARACTÉRISTIQUES HYDROCHIMIQUES DES EAUX

Les analyses chimiques ne sont pas nombreuses sur la planchette 59/5-6, toutefois, des analyses sont disponibles pour l'Aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur, pour l'Aquitard à niveaux aquifères de Villé, pour l'Aquifère à niveaux aquicludes du Dévonien inférieur, pour l'Aquitard du Dévonien inférieur et pour l'Aquifère de l'Eifelien. Ces

analyses proviennent des sociétés de distribution d'eau (SWDE et INASEP) ou des communes.

### V.1.1 Aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur

Trois analyses chimiques sont disponibles pour l'Aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur (Tableau V.2). Elles concernent le puits "FAYS FAMENNE P1" et les drains "SOURCES BAS S1" et "CAPTAGE DE GEMBES" ; tous sont la propriété de la SWDE (Figure V.1).

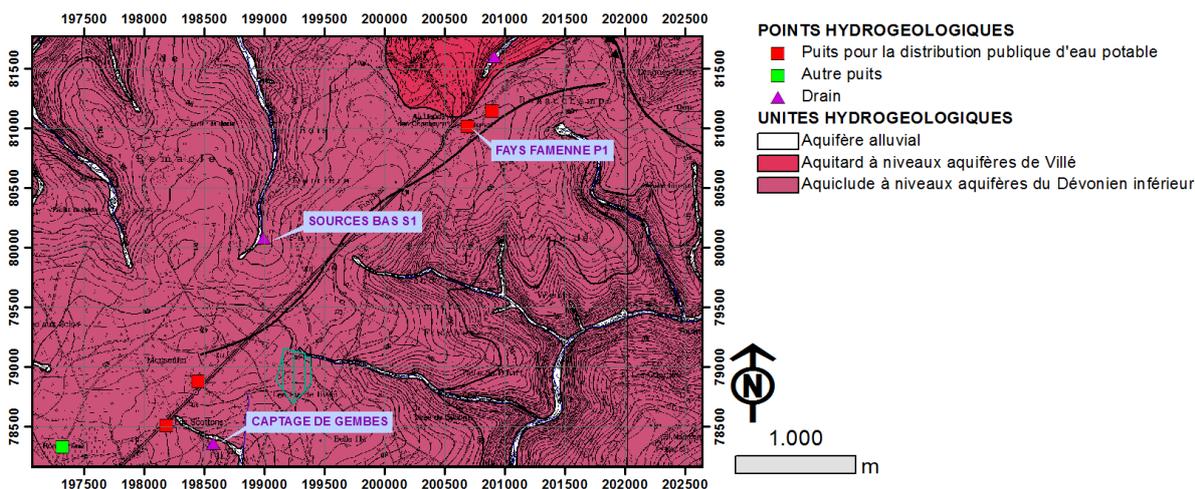


Figure V.1 : Localisation des ouvrages, sollicitant l'Aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur et ayant fait l'objet d'analyses chimiques.

L'eau de ces ouvrages est non calcique (7,21 mg/l de Ca), pauvre en magnésium (1,47 à 9,55 mg/l), en chlorures (4,43 à 21,50 mg/l) et en sulfates (1,23 à 5,5 mg/l).

Les deux drains captent les eaux du manteau d'altération, de conductivité faible (50,8 à 126  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) et de pH légèrement acide (5,7 à 6,1). Le puits, profond de 35 m, capte une eau moins mélangée aux eaux météoriques, de pH légèrement basique (7,9) et de conductivités légèrement plus élevée (173  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ). Pour ces trois ouvrages l'eau est peu minéralisée.

Tableau V.2 : Analyses chimiques pour l'Aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur

PARAMETRE	UNITE	Norme/valeur seuil	FAYS FAMENNE P1 (puits)	SOURCES BAS S1 (Drain)	CAPTAGE DE GEMBES (Drain)
Profondeur (m)			35		
Date de prélèvement			28/01/2004	04/02/2004	30/08/2004
pH	unité pH	6,5 à 9,2	7,9	6,1	5,7
Conductivité électrique	$\mu\text{S}/\text{cm}$	2100	173,6	50,8	126,0
Dureté totale	°F	67,5	8,0	1,5	3,5
Aluminium	$\mu\text{g}/\text{l Al}$	200	3,26	144,20	<10
Calcium	$\text{mg}/\text{l Ca}$	270	16,42	3,70	6,23
Sodium	$\text{mg}/\text{l Na}$	200	0	5,37	5,50
Potassium	$\text{mg}/\text{l K}$		0,17	0,41	6,30

PARAMETRE	UNITE	Norme/valeur seuil	FAYS FAMENNE P1 (puits)	SOURCES BAS S1 (Drain)	CAPTAGE DE GEMBES (Drain)
Magnésium	mg/l Mg	50	9,55	1,47	4,25
Fer (total dissous)	µg/l Fe	200		140	51
Manganèse	µg/l Mn	50	1161	6,62	5,0
Chlorures	mg/l Cl	250	4,43	9,18	21,50
Nitrates	mg/l NO <sub>3</sub>	50	0,07	3,36	25,0
Nitrites	mg/l NO <sub>2</sub>	0,5	0	0,01	0,03
Ammonium	mg/l NH <sub>4</sub>	0,5	0,08	0,006	0,02
Phosphates	µg/l PO <sub>4</sub>		0	0	0,24
Sulfates	mg/l SO <sub>4</sub>	250	1,23	4,50	5,50
TAC	° F		9,21	0,3	1,25

Aucun des ouvrages ne présente un dépassement de la norme de potabilité au niveau des nitrates (0,07 à 25 mg/l).

Le puits "FAYS FAMENNE P1" présente un fort dépassement de la valeur seuil de potabilité en manganèse (1 161 µg/l) mais un traitement simple des eaux permet toutefois de revenir à une concentration normale. Pour les deux drains l'eau est pauvre en manganèse (5 à 6,62 µg/l).

Ces compositions chimiques sont tout à fait habituelles pour des nappes superficielles logées dans le manteau d'altération.

### V.1.2 Aquitard à niveaux aquifères de Villé

Plusieurs analyses chimiques sont disponibles pour l'Aquitard à niveaux aquifère de Villé mais elles ne concernent qu'un seul ouvrage ; le drain "AVE D1" (Figure V.2) La plus récente est reprise au Tableau V.3.

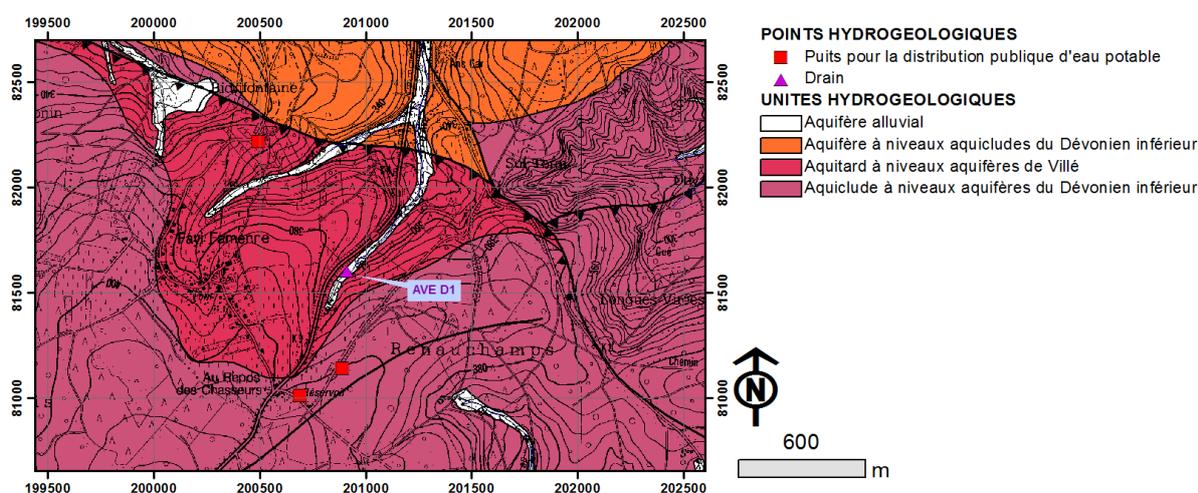


Figure V.2 : Localisation du drain "AVE D1", sollicitant l'Aquitard à niveaux aquifères de Villé et ayant fait l'objet d'analyses chimiques.

**Tableau V.3 : Analyses chimiques pour l'Aquitard à niveaux aquifères de Villé.**

PARAMETRE	UNITE	Norme/valeur seuil	AVE D1 (Drain)
Date de prélèvement			31/03/2004
pH	unité pH	6,5 à 9,2	7,32
Conductivité électrique	µS/cm	2100	102
Dureté totale	°F	67,5	3,28
Aluminium	µg/l Al	200	20,81
Calcium	mg/l Ca	270	7,21
Sodium	mg/l Na	200	6,19
Potassium	mg/l K		0,78
Magnésium	mg/l Mg	50	3,58
Manganèse	µg/l Mn	50	4,42
Chlorures	mg/l Cl	250	10,44
Nitrates	mg/l NO <sub>3</sub>	50	9,69
Nitrites	mg/l NO <sub>2</sub>	0,5	0
Ammonium	mg/l NH <sub>4</sub>	0,5	0,01
Phosphates	µg/l PO <sub>4</sub>		0
Sulfates	mg/l SO <sub>4</sub>	250	7,17
TAC	° F		1,47

Cette eau est légèrement basique (7,32) et peu minéralisée (102 µS/cm). Elle est non calcique (7,21 mg/l de Ca), pauvre en magnésium (3,58 mg/l), en manganèse (4,42 µg/l), en chlorures (10,44 mg/l), en nitrates (9,69 mg/l) et en sulfates (7,17 mg/l). Aucun dépassement de norme ou de valeurs seuils de potabilité n'est constaté.

### V.1.3 Aquifère à niveaux aquicludes du Dévonien inférieur

Plusieurs analyses chimiques sont également disponibles pour l'Aquifère à niveaux aquicludes du Dévonien inférieur mais elles ne concernent aussi qu'un seul ouvrage ; le "PUITS SERCHIEBE", situé au sud de Sohier (Figure V.3). L'analyse la plus récente 2004 est présentée au Tableau V.4.

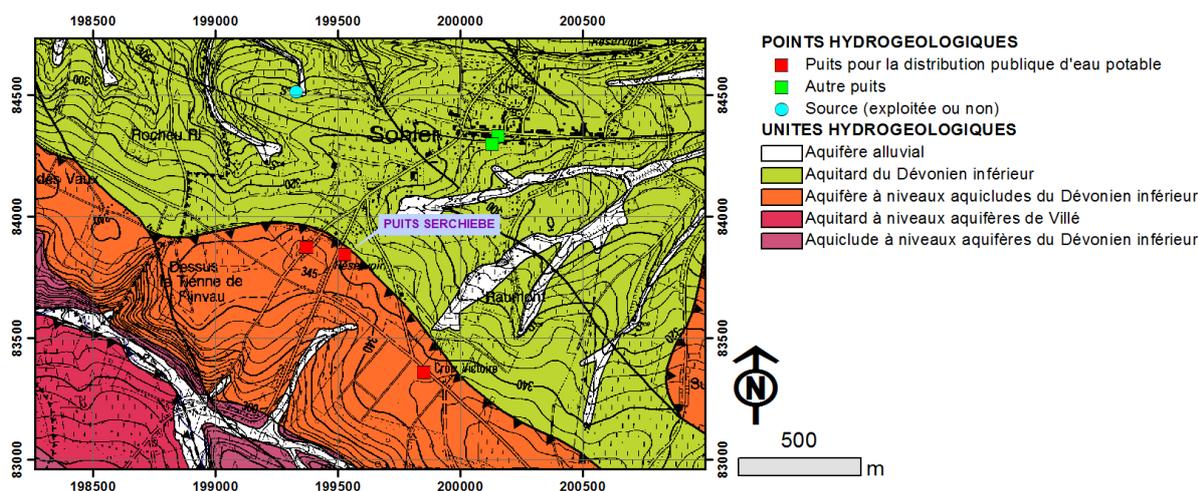


Figure V.3 : Localisation du "PUITS SERCHIEBE", sollicitant l'Aquifère à niveaux aquicludes du Dévonien inférieur et ayant fait l'objet d'analyses chimiques.

Tableau V.4 : Analyses chimiques pour l'Aquifère à niveaux aquicludes du Dévonien inférieur.

PARAMETRE	UNITE	Norme/valeur seuil	PUITS SERCHIEBE
Date de prélèvement			03/03/2004
pH	unité pH	6,5 à 9,2	6,98
Conductivité électrique	μS/cm	2100	104
Dureté totale	°F	67,5	3,80
Aluminium	μg/l Al	200	21,78
Calcium	mg/l Ca	270	9,52
Sodium	mg/l Na	200	7,22
Potassium	mg/l K		0,89
Magnésium	mg/l Mg	50	3,44
Manganèse	μg/l Mn	50	2,57
Chlorures	mg/l Cl	250	19,75
Nitrates	mg/l NO <sub>3</sub>	50	9,98
Nitrites	mg/l NO <sub>2</sub>	0,5	0
Ammonium	mg/l NH <sub>4</sub>	0,5	0
Phosphates	μg/l PO <sub>4</sub>		0
Sulfates	mg/l SO <sub>4</sub>	250	7,34
TAC	° F		4

L'eau de ce puits présente un pH neutre (6,98) et une faible conductivité (100 μS/cm). Elle est pauvre en calcium (9,52 mg/l), en magnésium (3,44 mg/l), en manganèse (2,57 mg/l), en chlorures (19,75 mg/l), en nitrates (9,98 mg/l) et en sulfates (7,34 mg/l). La conductivité est faible (104 μS/cm). Aucun dépassement de norme ou de valeurs seuils de potabilité n'est constaté.

#### V.1.4 Aquitard du Dévonien inférieur

Plusieurs analyses chimiques sont également disponibles pour l'Aquitard du Dévonien inférieur (Tableau V.5) et concernent deux ouvrages ; le puits "Pondrôme PF1"

(Figure IV.12), appartenant à l'I.N.A.S.E.P., et le puits "MINERAL P1" (Figure V.4), propriété de la S.W.D.E.

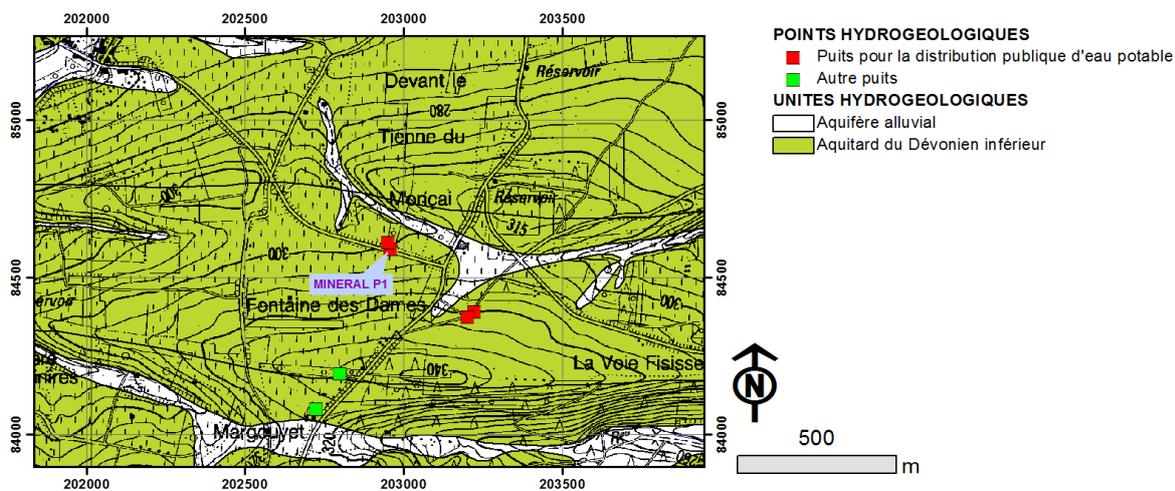


Figure V.4 : Localisation du puits "MINERAL P1", sollicitant l'Aquitard du Dévonien inférieur et ayant fait l'objet d'analyses chimiques.

Tableau V.5 : Analyses chimiques pour l'Aquitard du Dévonien inférieur.

PARAMETRE	UNITE	Norme/valeur seuil	Pondrôme PF1	MINERAL P1
Date de prélèvement			06/10/2010	08/10/2003
pH	unité pH	6,5 à 9,2	7,23	6,83
Conductivité électrique	µS/cm	2100	704	244
Dureté totale	°F	67,5	35,4	11,2
Aluminium	µg/l Al	200	0	15,68
Calcium	mg/l Ca	270	127,7	37,62
Sodium	mg/l Na	200	18	8,2
Potassium	mg/l K		6,8	0,7
Magnésium	mg/l Mg	50	8,5	4,4
Manganèse	µg/l Mn	50	0,7	1,3
Chlorures	mg/l Cl	250	49,4	16,1
Nitrates	mg/l NO <sub>3</sub>	50	24,3	4,5
Nitrites	mg/l NO <sub>2</sub>	0,5	0	0
Ammonium	mg/l NH <sub>4</sub>	0,5	0	0,02
Phosphates	µg/l PO <sub>4</sub>		0	0
Sulfates	mg/l SO <sub>4</sub>	250	40,3	15
TAC	°F		30	8,9

Excepté pour leur pH proche de la neutralité (6,83 et 7,23) et pour leur faible teneur en magnésium (4,4 à 8,5 mg/l) et en manganèse (0,7 à 1,3 µg/l), l'eau de ces deux ouvrages est assez différente.

L'eau du puits "Pondrôme PF1" présente une conductivité moyenne (704 µS/cm), une dureté élevée (35,4 °F), une teneur en calcium relativement importante (127,7 mg/l), contient

quelques chlorures (49,4 mg/l) et quelques sulfates (40,3 mg/l) et présente une légère pollution en nitrates (24,3 mg/l).

L'eau du puits MINERAL P1 présente une conductivité plus faible (244  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), ainsi qu'une dureté plus basse (11,2 °F), en relation avec une teneur en calcium plus basse (37,62 mg/l). Elle est plus pauvre en chlorures (16,1 mg/l), en sulfates (15 mg/l) et ne présente pas de pollution en nitrates (4,5 mg/l).

### V.1.5 Aquifère de l'Eifelien

Plusieurs analyses chimiques sont également disponibles pour l'Aquifère de l'Eifelien (Tableau V.6) et concernent deux ouvrages ; les puits "FROIDIEU" et "LA MAURLIERE" (Figure V.5), appartenant à la S.W.D.E.

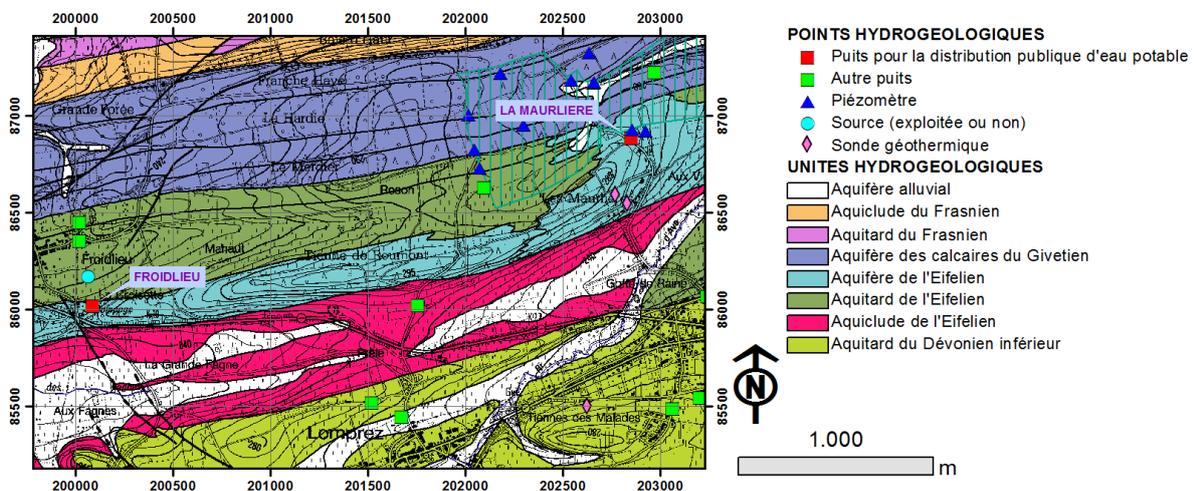


Figure V.5 : Localisation des puits "FROIDIEU" et "LA MAURLIERE", sollicitant l'Aquifère de l'Eifelien et ayant fait l'objet d'analyses chimiques.

Le pH de ces eaux est pratiquement neutre (7,1 à 7,2) et leur conductivité moyenne (690 et 704  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ). Leur teneur en calcium est relativement importante (122,6 et 133,9 mg/l), ce qui produit une forte dureté (37,1 et 40,2 °F). Leur teneur en magnésium est variable (8,7 à 23,3 mg/l) et leur teneur en manganèse est faible (0,4 à 8,7  $\mu\text{g}/\text{l}$ ). Elles contiennent quelques chlorures (23,5 et 28,5 mg/l) et quelques sulfates (31,7 et 40,7 mg/l).

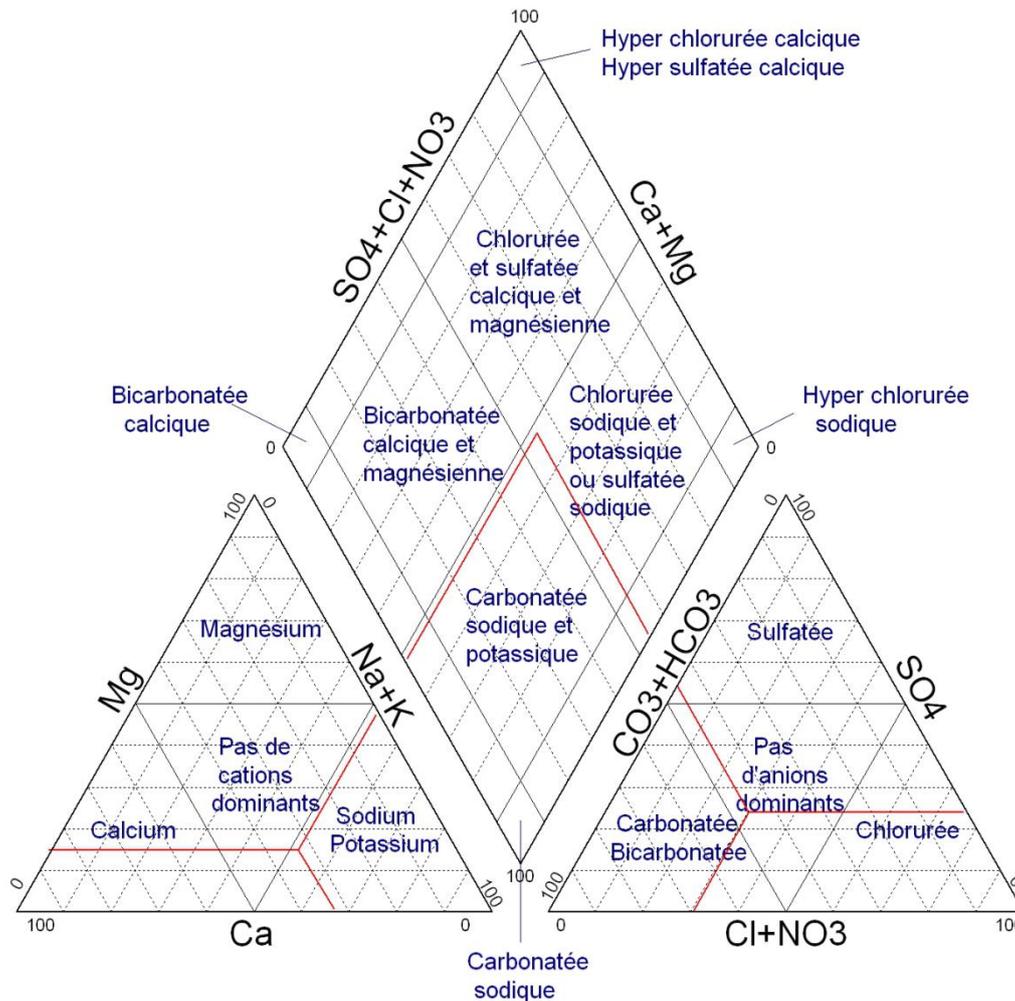
Aucun dépassement de la norme de potabilité en nitrate n'est constaté (9,8 et 27,3 mg/l).

**Tableau V.6 : Analyses chimiques pour l'aquifère de l'Eifelien**

PARAMETRE	UNITE	Norme/valeur seuil	FROIDIEU	LA MAURLIERE
Date de prélèvement			19/11/2003	13/08/2003
pH	unité pH	6,5 à 9,2	7,19	7,09
Conductivité électrique	µS/cm	2100	704	690
Dureté totale	°F	67,5	40,2	37,1
Aluminium	µg/l Al	200	1,3	0
Calcium	mg/l Ca	270	122,6	133,9
Sodium	mg/l Na	200	14,1	3,6
Potassium	mg/l K		0,9	0,03
Magnésium	mg/l Mg	50	23,3	8,7
Manganèse	µg/l Mn	50	0,4	8,7
Chlorures	mg/l Cl	250	28,5	23,5
Nitrates	mg/l NO3	50	9,8	27,3
Nitrites	mg/l NO2	0,5	0	0
Ammonium	mg/l NH4	0,5	0	0,01
Phosphates	µg/l PO4		0	0
Sulfates	mg/l SO4	250	40,7	31,7
TAC	° F		35	32

### V.1.6 Commentaires

Les analyses reprises ci-dessus donnent un premier aperçu des compositions chimiques des eaux souterraines susceptibles d'être rencontrées sur la carte Pondrôme - Wellin. Les résultats des analyses chimiques sont généralement traités avec un diagramme de Piper ([Figure V.6](#)), dans lequel on ne considère que les concentrations relatives des cations et des anions supérieures à 10 %. Les deux diagrammes triangulaires permettent de visualiser les faciès anionique et cationique des échantillons d'eau, tandis que le diagramme losangique propose un faciès global.

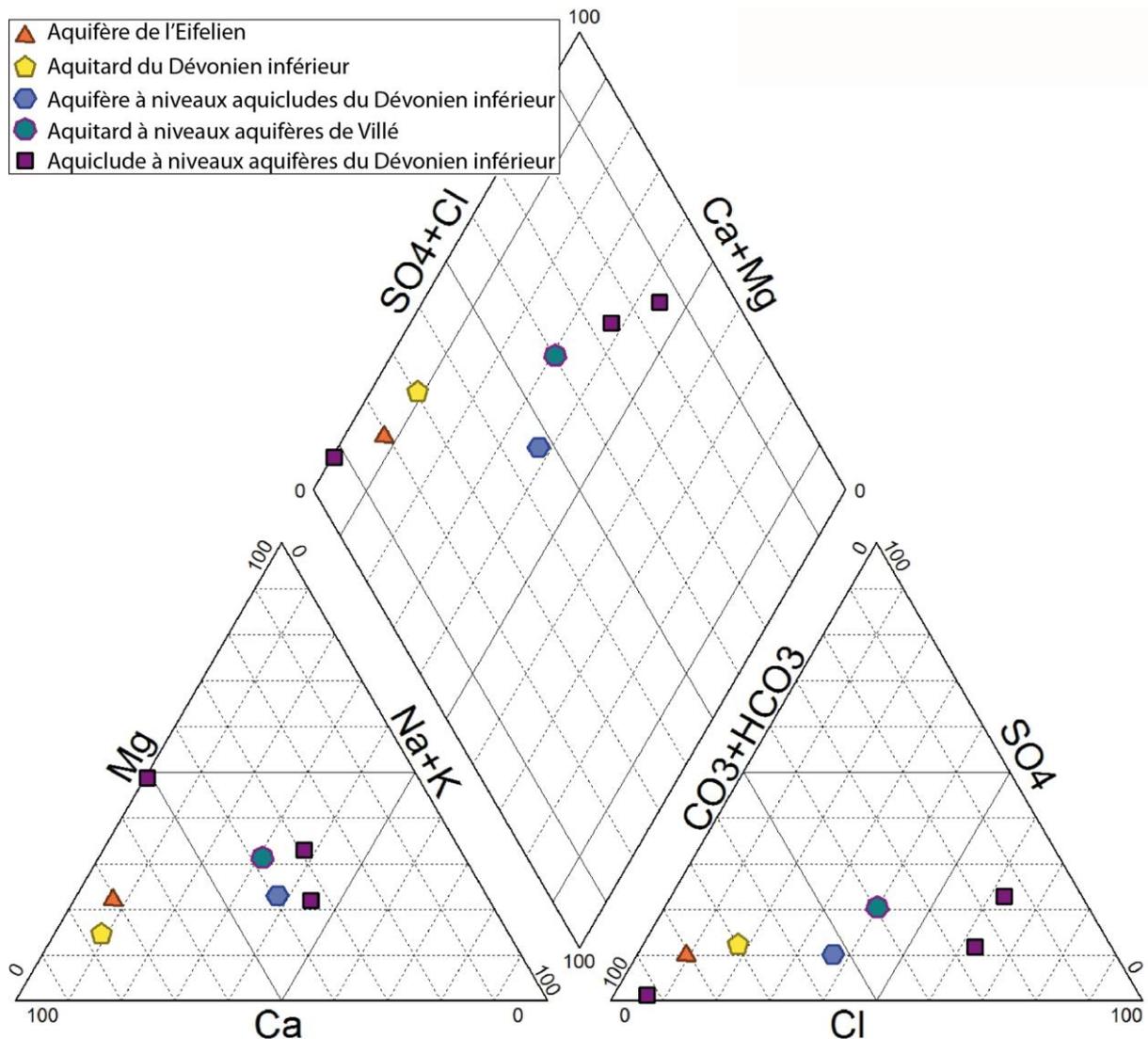


**Figure V.6 : Classification hydrochimique des eaux souterraines selon un diagramme de Piper (d'après Fetter, 2001, modifié)**

La **Figure V.7** reprend sur le digramme Piper (*Fetter, 2001*), pour la carte Pondrôme - Wellin, la position des unités hydrogéologiques pour lesquelles une analyse est disponible. Trois types d'eau apparaissent sur le diagramme de Piper :

- le type "**Chlorurée et sulfatée calcique et magnésienne**" reprenant les eaux de l'Aquitard à niveaux aquifères de Villé et de l'Aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur ;
- le type "**Bicarbonatée calcique et magnésienne**" reprenant les eaux de l'Aquifère à niveaux aquicludes du Dévonien inférieur ;
- le type "**Bicarbonatée calcique**" reprenant les eaux de l'Aquifère de l'Eifelien et de l'Aquitard du Dévonien inférieur.

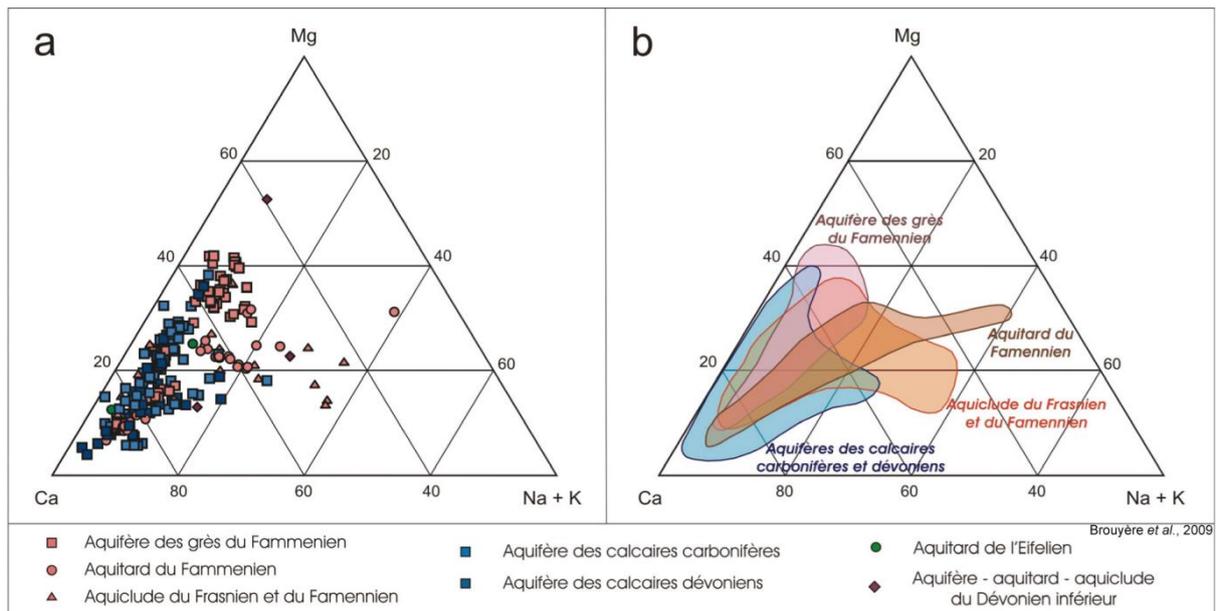
Pour les deux premières il n'y a pas de cations dominants car elles présentent toutes des teneurs faibles en ces éléments



**Figure V.7 : Position des analyses hydrochimiques des eaux de la planchette 59/5-6 sur le diagramme de Piper.**

Brouyère *et al.* (2009) ont étudié les masses d'eau RWM022 et RWM023. Cette dernière est présente sur la carte Pondrôme – Wellin. La [Figure V.8](#) présente la distribution des analyses chimiques d'eaux souterraines, réalisées dans les masses d'eau RWM022 et RWM023, dans le triangle des cations de Piper par unité hydrogéologique.

Généralement, une conductivité électrique comprise entre 150 et 450  $\mu S/cm$  sera représentative d'un aquiclude du Famennien tandis qu'une conductivité électrique supérieure à 450  $\mu S/cm$  le sera d'un aquifère calcaire. Au-delà de 850  $\mu S/cm$ , on peut considérer une influence anthropique plus ou moins importante (Brouyère *et al.*, 2009). Les analyses où la conductivité électrique est supérieure à 850  $\mu S/cm$  présentent systématiquement des concentrations  $[Cl^-+SO_4^{2-}] > 150$  mg/l.



**Figure V.8 : (a) Distribution, dans le triangle des cations et par unité hydrogéologique, des analyses d'eaux souterraines réalisées dans les masses d'eau RWM022 et RWM023 ainsi que dans les contextes hydrogéologiques similaires proches, (b) domaines de composition chimiques des principales unités hydrogéologiques rencontrées dans ces masses d'eau (Brouyère *et al.*, 2009).**

## V.2. PROBLÉMATIQUE DES NITRATES

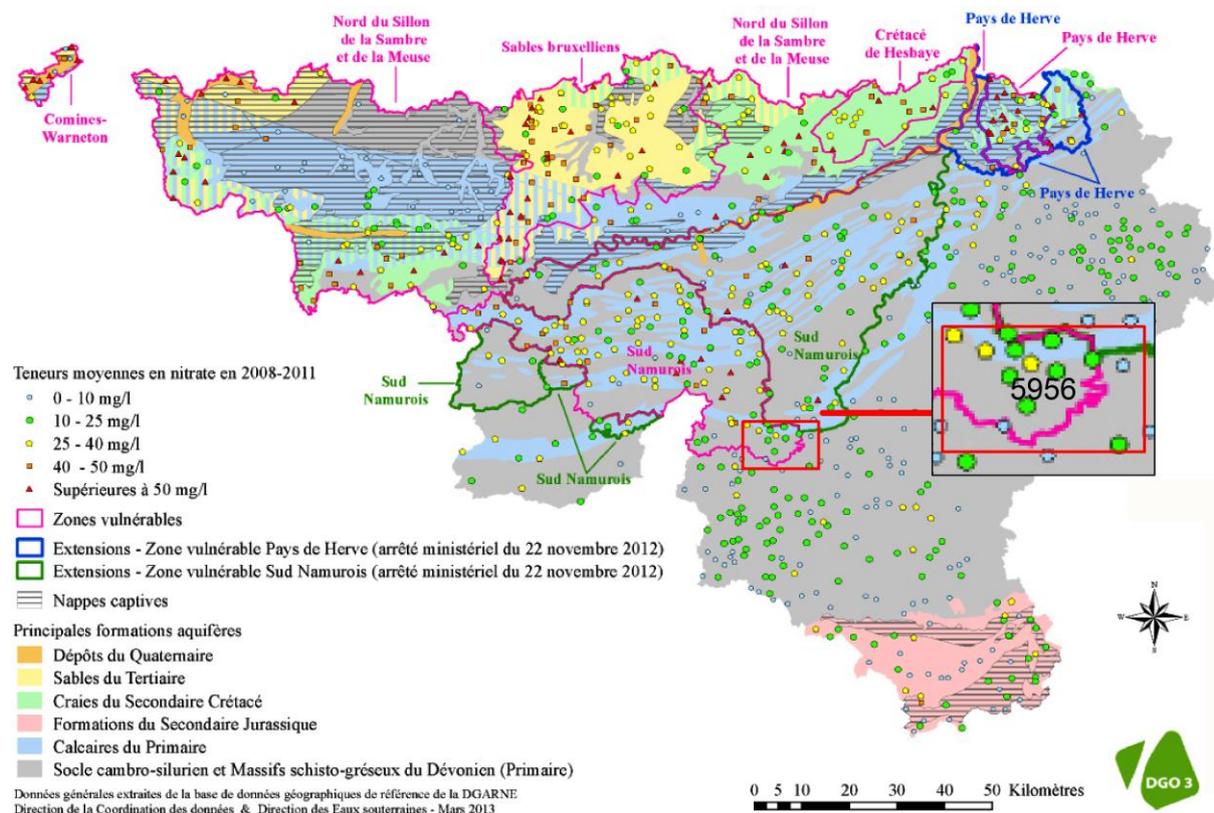
Afin de limiter les apports (essentiellement agricoles) en nitrates, des zones vulnérables ont été délimitées dans le cadre de la Directive Européenne Nitrates (91/976/CEE). Elles sont établies afin de protéger les eaux de surface et les eaux souterraines contre la pollution par les nitrates d'origine agricole (Figure V.9). Pour plus d'informations, le site [www.nitrawal.be](http://www.nitrawal.be) peut être consulté.

La carte Pondrôme - Wellin se situe dans la zone "Sud Namurois" + "Extension Sud Namurois". Actuellement, et suivant le réseau de surveillance des nappes d'eau souterraine de la Région wallonne, les teneurs en nitrates de cette région varient entre 0 et plus de 40 mg/l. On distingue :

- les ouvrages dont les teneurs en nitrates sont comprises entre 0 et 10 mg/ et sollicitant principalement les nappes du socle cambro-silurien et/ou des sédiments détritiques du Dévonien ;
- les ouvrages dont les teneurs en nitrates sont comprises entre 10 et 25 mg/ et sollicitant les nappes du socle cambro-silurien et/ou des sédiments détritiques du Dévonien et/ou les calcaires paléozoïques ;
- les ouvrages dont les teneurs en nitrates sont comprises entre 25 et 40 mg/ et sollicitant les nappes des sédiments détritiques du Dévonien.

A l'état naturel, les eaux souterraines sont pauvres en nitrates ( $\text{NO}_3 < 10 \text{ mg/l}$ ). On peut considérer qu'une teneur en nitrates supérieure à 10 mg/l traduit une influence anthropique significative (Brouyère et al., 2009), la valeur de 50 mg/l étant la teneur maximum acceptée pour une eau potable. La plupart des captages du réseau de surveillance de la Région wallonne de la carte Pondrôme - Wellin présenteraient donc des teneurs d'origine anthropique.

Dix ouvrages (Figure V.10) de la carte Pondrôme – Wellin, sollicitant quatre aquifères différents, possèdent des chroniques en nitrates et sont discutées ci-dessous.



**Figure V.9 : Teneurs moyennes en nitrate entre 2008 et 2011 sur les ouvrages du réseau de surveillance du Service public de Wallonie et localisation de la carte Pondrôme - Wellin ([http://environnement.wallonie.be/de/eso/atlas/pdf/c3\\_2\\_a4.pdf](http://environnement.wallonie.be/de/eso/atlas/pdf/c3_2_a4.pdf), (mars 2013). Source : SPW-DGO 3 (2013). Etat des nappes d'eau souterraine de la Wallonie.**

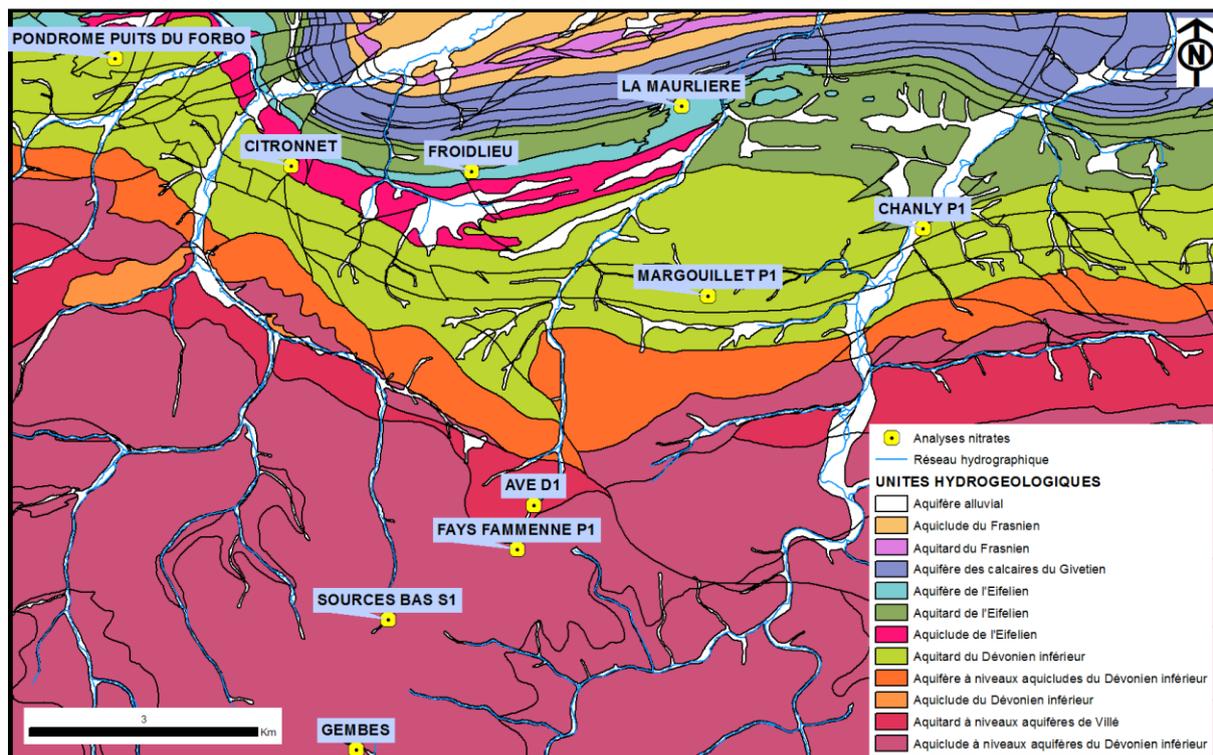


Figure V.10 : Situation des ouvrages disposant de chroniques des teneurs en nitrates sur la carte Pondrôme – Wellin

### V.2.1 Aquifère de l'Eifelien

Pour l'Aquifère de l'Eifelien, des données nitrates sont disponibles de 1995 à 2006 pour les puits LA MAURLIERE (Figure V.12) et FROIDIEU (Figure V.11).

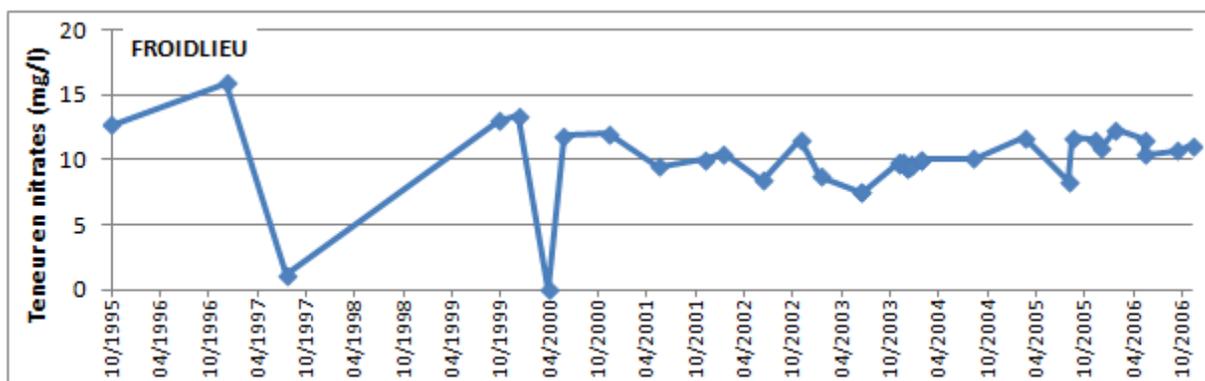


Figure V.11 : Evolution de la teneur en nitrates pour le puits "FROIDIEU" de 1995 à 2006

Cet aquifère n'a pas présenté de dépassement de la norme de potabilité en nitrate entre 1995 et 2006. Pour FROIDIEU, la teneur est restée stable, aux environs de 10 mg/l, entre 2000 et 2006. Par contre pour LA MAURLIERE, captage situé en zone agricole, les teneurs mesurées semblent en augmentation depuis 2004 et atteignaient 40 mg/l en 2006. Bien qu'il n'y ait pas de données plus récentes, ces valeurs montrent bien la forte vulnérabilité des aquifères calcaires.

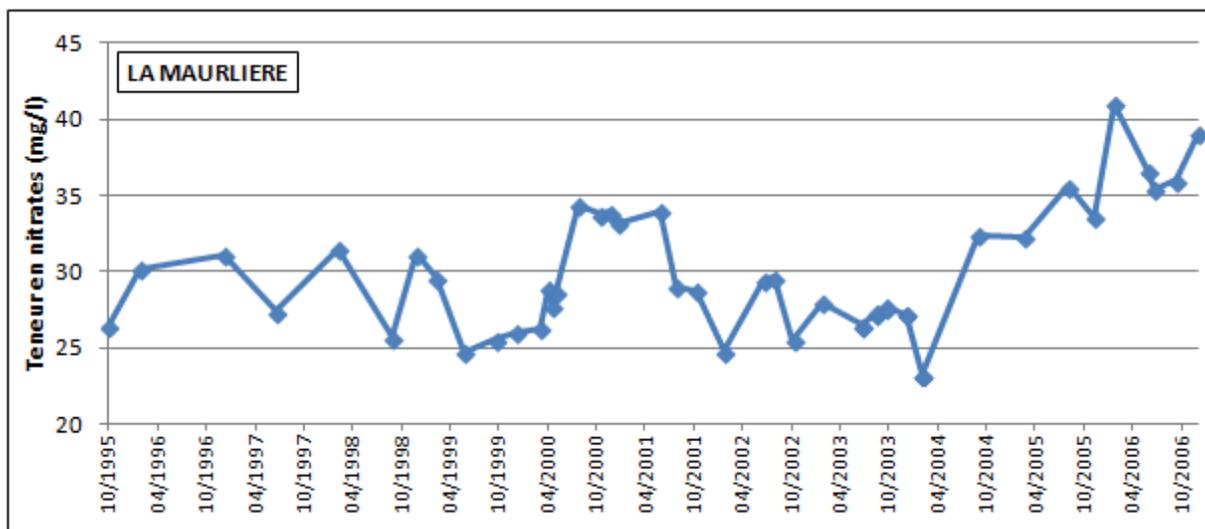


Figure V.12 : Evolution de la teneur en nitrates pour le puits "LA MAURLIERE" de 1995 à 2006

## V.2.2 Aquitard du Dévonien inférieur

Pour l'Aquitard du Dévonien inférieur, des données nitrates sont disponibles de 1995 à 2006 pour les puits (Figure V.10) :

- PONDROME PUIITS DU FORBO de 1988 à 2007 (Figure V.13) ;
- CITRONNET de 1988 à 2006 (Figure V.14) ;
- MARGOUILLET P1 de 1995 à 2006 (Figure V.15) ;
- CHANLY P1 de 1996 à 2006 (Figure V.16).

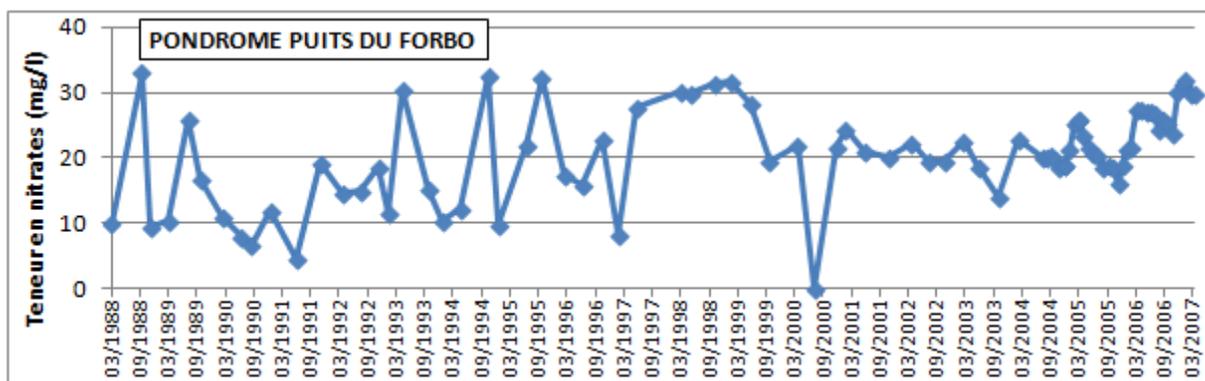


Figure V.13 : Evolution de la teneur en nitrates pour le puits "PONDROME PUIITS DU FORBO", entre 1988 et 2007, sollicitant l'Aquitard du Dévonien inférieur.

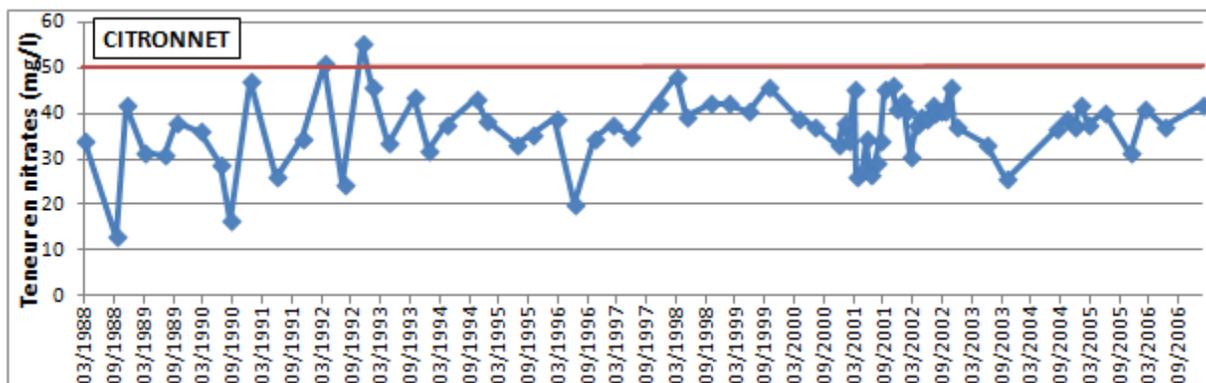


Figure V.14 : Evolution de la teneur en nitrates pour la source CITRONNET, entre 1988 et 2006, sollicitant l'Aquitard du Dévonien inférieur.

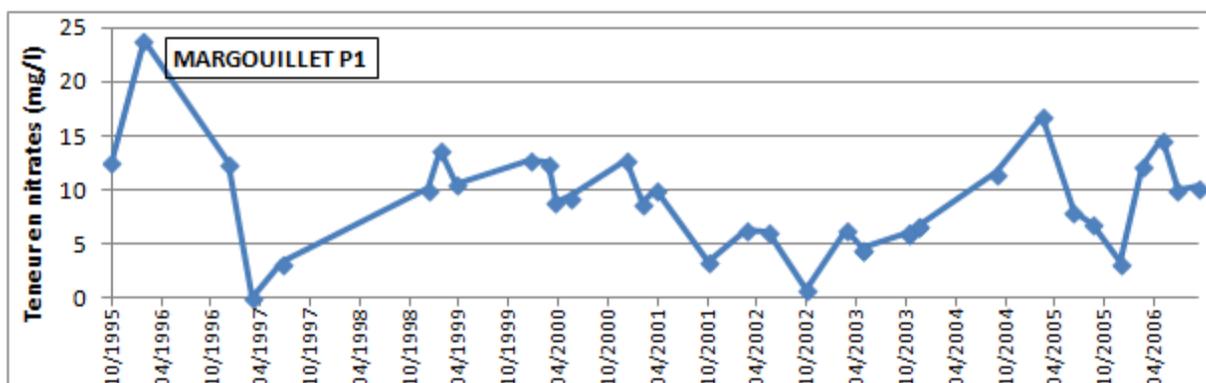


Figure V.15 : Evolution de la teneur en nitrates pour le puits MARGOUILLET P1, entre 1995 et 2006, sollicitant l'Aquitard du Dévonien inférieur.

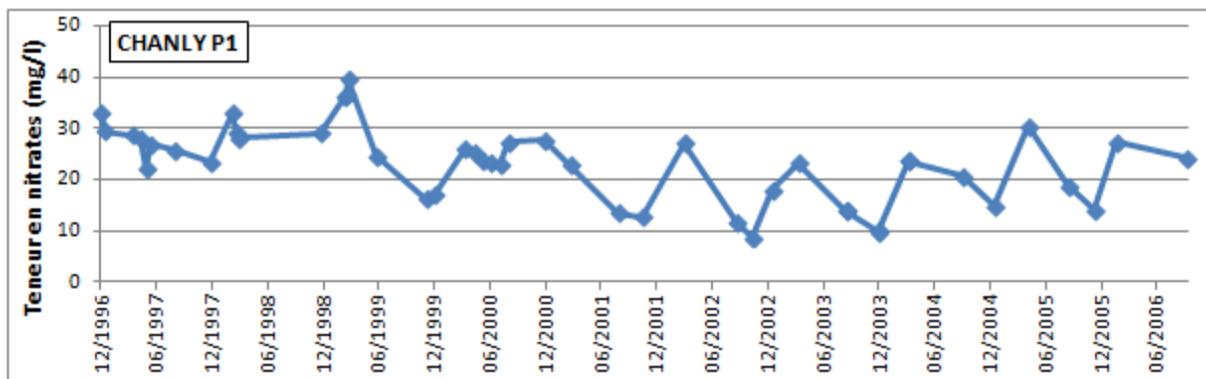


Figure V.16 : Evolution de la teneur en nitrates pour le puits CHANLY P1, entre 1996 et 2006, sollicitant l'Aquitard du Dévonien inférieur.

L'Aquitard du Dévonien inférieur semble aussi particulièrement vulnérable avec des teneurs moyennes se situant entre 20 et 30 mg/l. La source CITRONNET montre un dépassement de la norme de 50 mg/l entre 1991 et 1992.

### V.2.3 Aquitard à niveaux aquifères de Villé

Pour l'Aquitard à niveaux aquifères de Villé, des données nitrates sont disponibles de 1995 à 2005 pour le drain AVE D1 (Figure V.17).

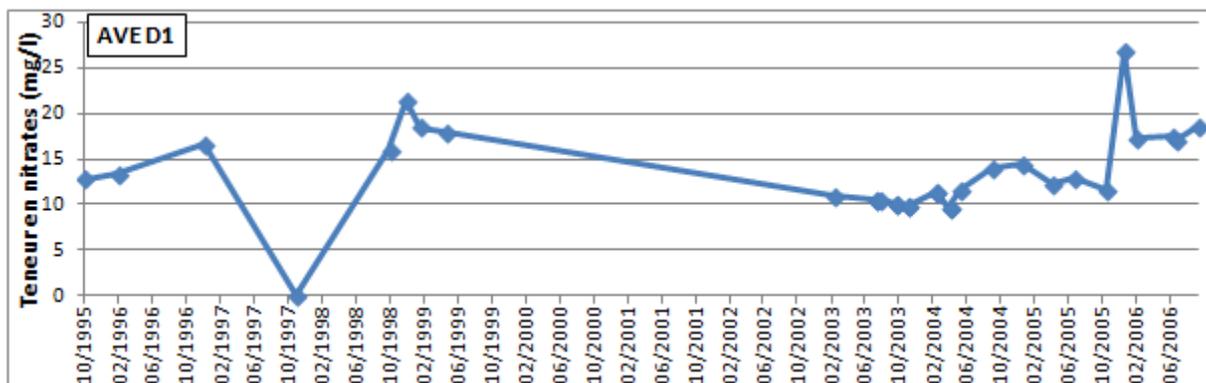


Figure V.17 : Evolution de la teneur en nitrates pour le drain AVE D1, entre 1995 et 2005, sollicitant Aquitard à niveaux aquifères de Villé.

La teneur moyenne en nitrates est de 15 mg/l depuis 1995, sans dépassement de la norme de potabilité. Les teneurs semblent malgré tout en hausse depuis 2003 (entre 10 et 25 mg/l). Les eaux exploitées ici proviennent du manteau d'altération, plus sensible aux pollutions en nitrates que la nappe profonde de ce type d'aquifère.

#### V.2.4 Aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur

Pour l'Aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur, des données nitrates sont disponibles pour :

- le puits FAYS FAMENNE P1, profond de 35 m, entre 1996 et 2006 (Figure V.18) ;
- la source SOURCES BAS S1 entre 1995 et 2006 (Figure V.19) ;
- le puits GEMBES, de profondeur inconnue, entre 1993 et 2006 (Figure V.20).

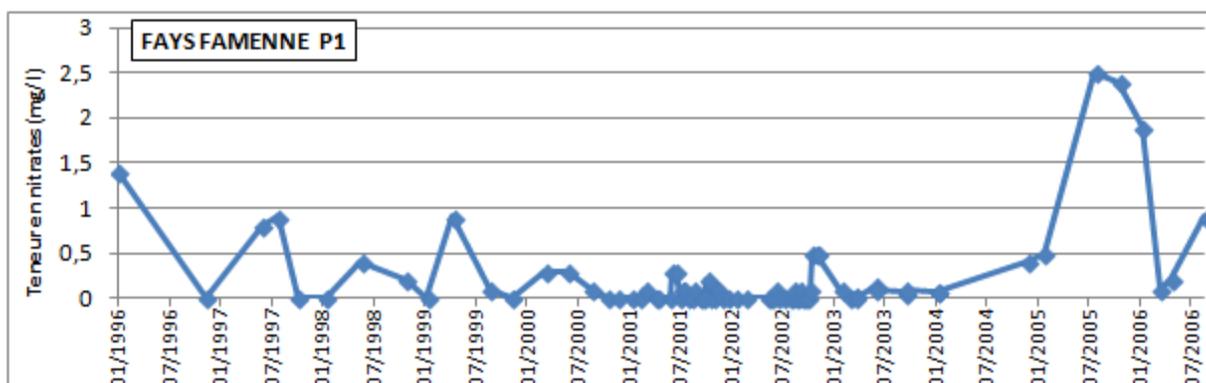


Figure V.18 : Evolution de la teneur en nitrates pour le puits FAYS FAMENNE P1, entre 1996 et 2006, sollicitant l'Aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur.

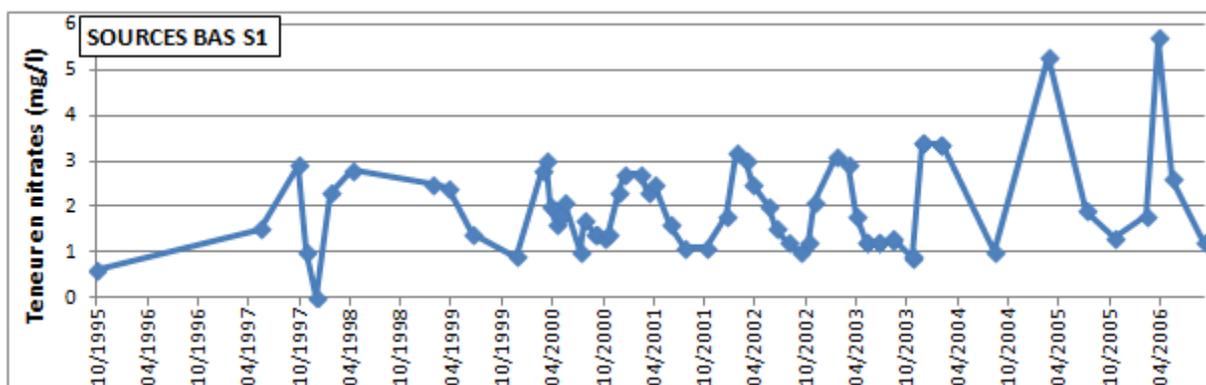


Figure V.19 : Evolution de la teneur en nitrates pour le captage SOURCES BAS S1, entre 1995 et 2006, sollicitant l'Aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur.

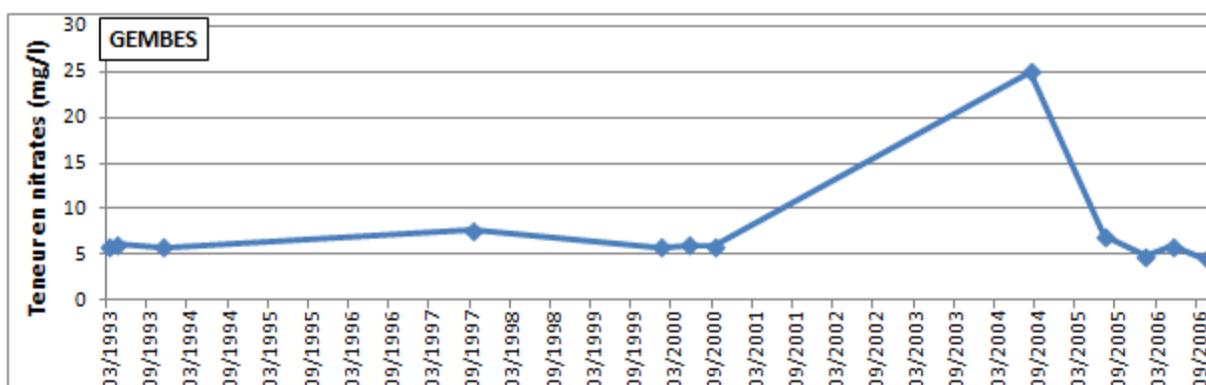


Figure V.20 : Evolution de la teneur en nitrates pour le captage GEMBES, entre 1993 et 2006, sollicitant l'Aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur

Au vu des teneurs en nitrates disponibles, inférieures à 10 mg/l, il semble que l'Aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur est le mieux protégé des pollutions en nitrates. Cela pourrait être mis en relation avec sa perméabilité plus faible.

En conclusion, sur la carte Pondrôme - Wellin, la nappe la plus sensible aux pollutions en nitrates est l'Aquitard du Dévonien inférieur, suivie par l'Aquifère de l'Eifelien. Ce fait, qui peut sembler étonnant, est le résultat de la combinaison de deux facteurs principaux ; la vulnérabilité intrinsèque de l'aquifère (fissuration, karstification, etc.) et l'occupation qui est faite du sol (agriculture, industrie, prairie, habitat, etc.).

## V.1. PROBLÉMATIQUE DES MICROPOLLUANTS

Depuis quelques années, les micropolluants, dont font partie les pesticides et les métaux lourds, sont recherchés dans les eaux de distribution.

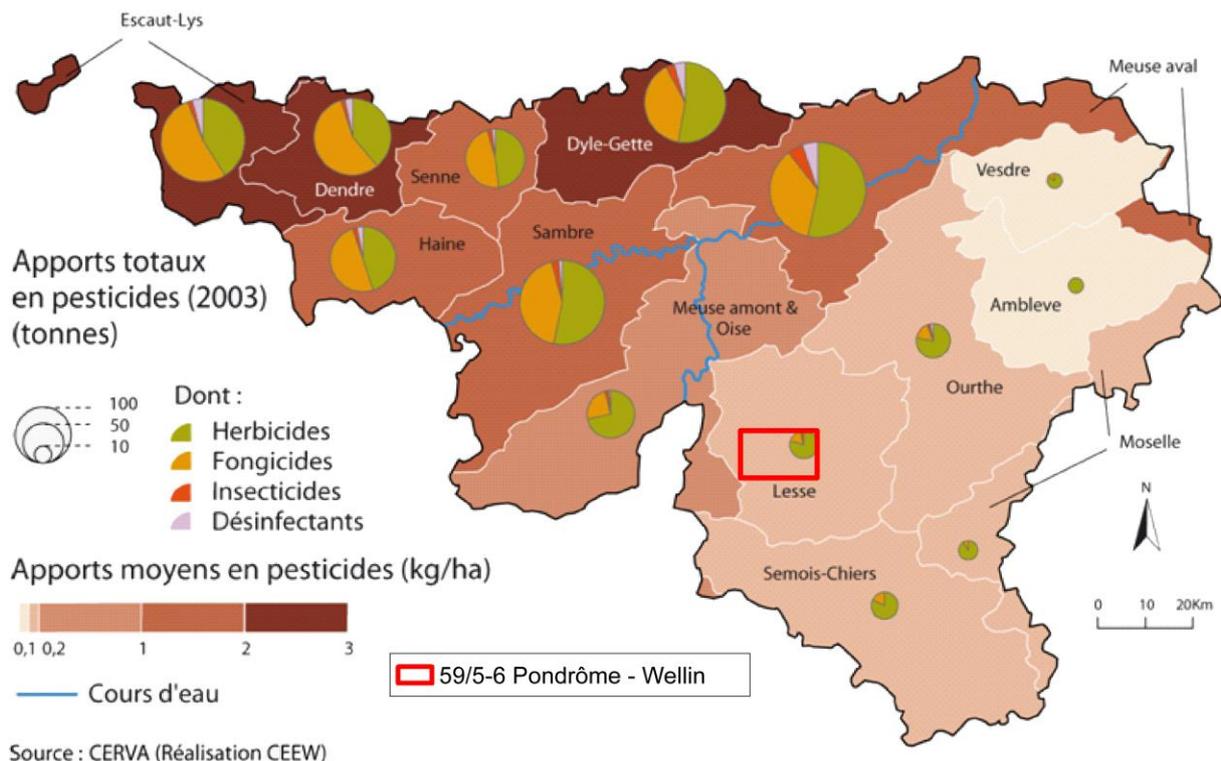
*Les micropolluants présents dans l'eau comprennent une multitude de composés minéraux et organiques dont les effets sur les organismes vivants peuvent être toxiques à de très faibles concentrations (de l'ordre généralement du microgramme par litre) [...]. Les eaux souterraines sont, quant à elles, contaminées suite à l'infiltration des micropolluants dans le sol et le sous-sol. On distingue les apports ponctuels où les sources de pollution sont clairement identifiées (rejets industriels, pollution accidentelle, rejets des eaux usées domestiques), des sources diffuses liées principalement aux activités agricoles et aux retombées atmosphériques [...]. Plus de 400 substances font l'objet d'un suivi régulier dans les eaux wallonnes afin, notamment, de respecter les réglementations en vigueur. (Cellule Etat de l'Environnement Wallon, 2006-2007).*

### V.1.1 Pesticides

Il est à noter que le taux total de pollution des eaux souterraines dépend des quantités de substances actives utilisées mais également des modes d'application et du devenir des molécules (produit de dégradation, rémanence). Lorsque les conditions d'utilisation sont respectées, 90 % des molécules non assimilées par la végétation peuvent être dégradées dans l'horizon superficiel du sol via des processus biologiques et physico-chimiques. Dans le cas d'utilisation sur des surfaces imperméables (asphalte, pavés,...) ou semi-perméables (gravier, ballast,...), 40 à 60 % des pesticides appliqués peuvent être entraînés par les eaux de ruissellement.

Les sous-bassins hydrographiques où les apports en pesticides sont les plus importants (Escaut-Lys, Dyle-Gette, Dendre, Senne, Haine, Sambre et Meuse aval, **Figure V.21**) correspondent aux régions agricoles où les grandes cultures dominent (Campine hennuyère, Condroz et Régions limoneuses et sablo-limoneuses). Il est à remarquer que si plus de la moitié des pesticides est utilisée par les agriculteurs et les horticulteurs, un tiers l'est par les particuliers dans le cadre du jardinage.

La carte Pondsôme - Wellin se situe quasi entièrement dans le bassin hydrographique de la Lesse où les apports moyens en pesticides pour l'année 2003 se situaient en dessous de 0,2 kg/ha, soit un apport faible.



**Figure V.21 : Apport total et moyens en pesticides, en tonnes pour l'année 2003, par sous-bassins hydrographique (Cellule Etat de l'Environnement Wallon, 2006-2007) et localisation de la carte Pondsôme - Wellin.**

Parmi les herbicides, les plus problématiques sont l'atrazine et son principal métabolite (la déséthylatrazine), le bentazone et le 2,6-dichlorobenzamide, produit de dégradation du dichlobenyl. L'atrazine, bien que définitivement interdite depuis septembre 2005, est le pesticide le plus communément détecté en concentrations élevées dans les eaux souterraines, en raison notamment de sa mobilité et de sa persistance dans les sols et les aquifères. Les distributeurs d'eau notent cependant une diminution progressive de la pollution à l'atrazine depuis 2002.

Certains herbicides sont l'apanage des agriculteurs, comme les produits dérivés du groupe chimique Triazine (Atrazine, Simazine, Propazine), qui sont des herbicides sélectifs utilisés principalement pour la culture du maïs, ou la Bentazone, utilisée dans les cultures céréalières, de la pomme de terre, du lin, des haricots et petits pois,... D'autres, comme le Diuron, sont plutôt utilisés par les particuliers (jardin et potager) et les communes (entretien des voiries et lieux publics).

Le **Tableau V.7** reprend les pesticides les plus importants analysés dans divers ouvrages présents sur la carte. Ces analyses ne montrent aucun dépassement des normes de potabilité de 100 ng/l.

**Tableau V.7 : Teneurs en pesticides principaux pour quelques captages de la région de Pondsôme – Wellin.**

Paramètre	Unité	Norme	Froidieu	La Maurliere	Pondsôme Pf1	Citronnet	Margouillet P1	Chanly P1	Ave D1	Fays Famenne P1	Source S Bas S1
Date			19/11/2003	13/8/2003	6/10/2010	7/4/2010	15/10/2003	26/11/2003	24/9/2003	26/11/2003	22/10/2003
Atrazine	ng/l	100	0	0	22	0	5	7	0	0	0
Simazine	ng/l	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Déséthyl atrazine	ng/l	100	0	10	18	0	9	12	0	0	0
Chlortoluron	ng/l	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Diuron	ng/l	100	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Isoproturon	ng/l	100	0	0	2	0	0	0	0	0	0

### V.1.2 Métaux

Les métaux représentent les micropolluants minéraux que l'on appelle aussi les éléments traces métalliques (ETM). Les principaux ETM que l'on trouve dans les eaux sont le cadmium (Cd), le plomb (Pb), le chrome (Cr), le mercure (Hg), l'arsenic (As), le cuivre (Cu), le zinc (Zn) et le nickel (Ni). Ces éléments sont présents naturellement dans les roches et les sols. Les concentrations actuelles résultent cependant pour la plupart de diverses activités humaines (sidérurgie, tannerie, transport routier, effluents agricoles...). Tous les hauts niveaux d'ETM ne sont pas le résultat d'une pollution mais peuvent résulter, dans certaines régions, du bruit de fond pédogéochimique (p. ex. : plomb dans la région de Plombières) (*Cellule Etat de l'Environnement Wallon, 2006-2007*).

Le **Tableau V.8** présente les analyses en métaux les plus récentes disponibles pour la carte Pondsôme - Wellin. Les dépassements des valeurs seuils de potabilité sont rares. Deux ouvrages faisaient exception en 2004 :

- Le drain AVE D1, sollicitant l'Aquitard à niveaux aquifères de Villé, présentait le 31/03/2004 une teneur en plomb de 20,3 µg/l, soit le double de la valeur seuil de potabilité (10 µg/l) ;
- Le puits FAYS FAMENNE P1, sollicitant l'Aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur, présentait le 11/02/2004 un important excès en manganèse (920,6 µg/l) par rapport à la valeur seuil de potabilité (50 µg/l).

Il est à noter qu'un traitement simple des eaux peut facilement éliminer ces éléments indésirables.

Tableau V.8 : Teneurs en métaux lourds pour quelques ouvrages de la carte de Pondrôme – Wellin.

Paramètre	Unité	Valeur seuil	Aquifère de l'Eifelien		Aquitard du Dévonien inférieur			Aquitard à Niveaux aquifères de Villé	Aquiclide à niveaux aquifères du Dévonien inférieur		
			FROIDIEU	LA MAURLIERE	PONDRÔME PF1	CITRONNET	MARGUILLET P1	AVE D1	FAYS FAMENNE P1	SOURCES BAS S1	GEMBES
Date		AGW 15/01/04	19/11/2003	22/10/2003	06/10/2010	07/04/2010	15/10/2003	31/03/2004	11/02/2004	04/02/2004	30/08/2004
Antimoine	µg/l	5	0,1	0	0,1	0	0,3	0	0,1	0,2	<1
Arsenic	µg/l	10	0,4	0,9	0,2	0,2	0,6	0	0,6	0,2	<0,7
Bore	µg/l	1000	6,9	18,4	30	11	18,6	17,3	6,8	5,1	18,0
Cadmium	µg/l	5	0,05	0	0	0	0,12	0,02	0,04	0,33	<0,5
Chrome (total)	µg/l	20	1,7	1,4	0,8	1,2	0,6	0,3	0,6	0,3	1,5
Cuivre	µg/l	100	2,1	11,6	17,8	0	0	<u>45,2</u>	1,1	0,6	2,4
Fer (total) dissous	µg/l	200			0	9					51
Manganèse	µg/l	50	0,5	1,3	0,7	0	0,7	4,4	920,6	6,6	5,0
Mercure	µg/l	1	0		0	0	0				<0,1
Nickel	µg/l	20	0	0	0	0	0	7,8	1,7	6,0	9,9
Plomb	µg/l	10	0,6	1,6	0,7	0	0,9	20,3	0,6	0,6	7,8
Selenium	µg/l	10	1,2	1,7	0	0	1,0	0	0	0,2	<0,4
Zinc	µg/l	200	3,8	33,5	17	0	0,4	33,9	17,5	25,0	4,0

## V.2. QUALITÉ BACTÉRIOLOGIQUE

On trouve naturellement dans l'eau des microorganismes (bactéries, virus, protozoaires, ...), dont certains sont pathogènes pour l'homme. Dans les pays occidentaux, les problèmes liés à leur présence sont bien maîtrisés grâce aux contrôles de la qualité microbiologique de l'eau de distribution, et aux traitements de désinfection qui ont été systématisés dès le début du XXe siècle. La qualité microbiologique de l'eau est évaluée en mesurant la présence de bactéries indicatrices de contamination fécale (entérocoques, E. Coli, coliformes). Dans les eaux de surface, elles sont naturellement présentes en plus grand nombre que dans les eaux souterraines. Ainsi, seule la moitié des prélèvements d'eaux de surface présente avant traitement des teneurs en coliformes totaux correspondant à la meilleure classe de qualité SEQ Eau (maximum 50 unités par 100 ml), alors qu'ils sont plus de 98 % pour les eaux issues de puits forés. La législation actuelle impose l'absence (0 unités formant colonies/100 ml) de ces bactéries indicatrices dans l'eau de distribution, ce qui nécessite des traitements de désinfection (Cellule Etat de l'Environnement Wallon, 2006-2007).

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

Seuls les ouvrages PONDROME PF1 et CITRONNET disposent d'analyses bactériologiques récentes (Tableau V.9). Le puits PONDROME PF1, sollicitant l'Aquitard du Dévonien inférieur, produisait au 06/10/2010 une eau polluée en bactéries.

La source CITRONNET, sollicitant l'Aquitard du Dévonien inférieur, donnait au 07/04/2010 une eau de bonne qualité générale d'un point de vue bactériologique.

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

**Tableau V.9 : Résultats des analyses microbiologiques pour le puits PONDROME PF1 et la source CITRONNET.**

Paramètre	Valeur seuil	Unité	PONDROME PF1	CITRONNET
Date			06/10/2010	07/04/2010
Coliformes totaux	0	Colonies/100 ml	33	2
Entérocoques	0	Colonies/100 ml	1	0
Escherichia Coli	0	Colonies/100 ml	3	0
Germes totaux à 22°C	0	Colonies/ml	48	4

## V.3. ETAT DES MASSES D'EAU SOUTERRAINE

En ce qui concerne le bon état chimique des masses d'eau souterraine, la composition de l'eau souterraine, mesurée aux différents points du réseau principal de surveillance, doit être telle que les concentrations en polluants respectent les normes de qualité et les valeurs seuils inscrites à l'annexe XIV du Code de l'eau (Tableau V.1).

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. Les masses d'eau classées en mauvais état l'ont été

pour cause de nitrates (7), combinaison pesticides et nitrates (3), autres polluants (2) ou de prélèvements excessifs (1). Les causes de la dégradation des eaux souterraines ont été regroupées comme suit :

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

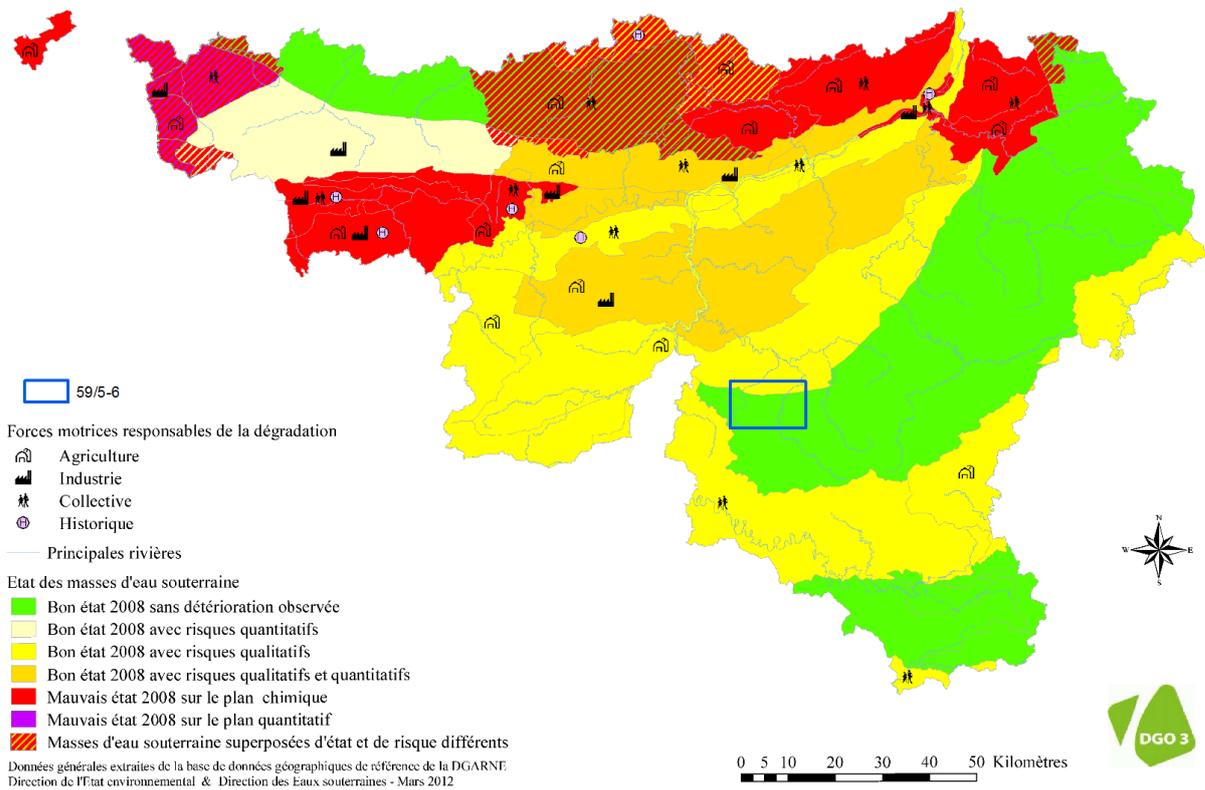
**L'industrie** (toutes catégories d'entreprises), dont les pressions sont considérées comme ponctuelles, et qui provoquent des altérations en macro-polluants, des risques d'introduction de micro-polluants (métaux, composés organiques) et des risques quantitatifs (industrie extractive) ;

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

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

La **Figure V.22** indique l'état des masses d'eau pour 2008 en fonction des causes de leur dégradation. Les masses d'eau concernées par la planchette Pondsôme - Wellin étaient :

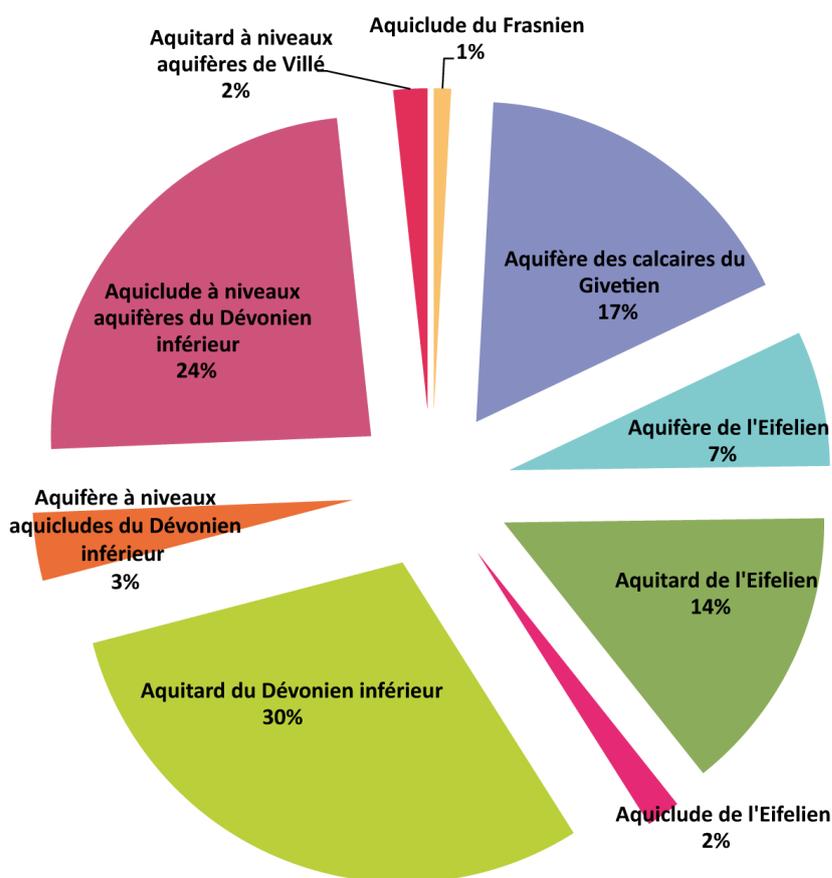
- soit en "bon état avec risques qualitatifs" pour la masse d'eau RWM023 correspondant à la Calestienne ;
- soit en "bon état sans détérioration observée" pour la masse d'eau RWM100 qui correspond au Massif Ardennais.



**Figure V.22 : Etat des masses d'eau pour l'année 2008 et causes de leur dégradations (SPW – DGO 3, 2012, [http://environnement.wallonie.be/de/eso/atlas/figures/c5\\_5.gif](http://environnement.wallonie.be/de/eso/atlas/figures/c5_5.gif))**

## VI. EXPLOITATION DES AQUIFÈRES

La planchette Pondrôme - Wellin compte 130 ouvrages. La grande majorité des volumes extraits sont destinés à la distribution publique d'eau potable. Les autres captages sont principalement exploités pour un usage agricole, industriel, privé. La S.W.D.E. et l'I.N.A.S.E.P. sont les principaux exploitants des eaux souterraines sur la carte, on retrouve également quelques captages gérés par des administrations communales (Rochefort et Tellin). La répartition des ouvrages entre les différentes nappes est représentée schématiquement à la **Figure VI.1**.



**Figure VI.1 : Répartition des ouvrages entre les différentes unités hydrogéologiques de la carte Pondrôme - Wellin.**

Le document cartographique joint à cette notice contient une carte thématique des volumes qui reprend les volumes pompés pour l'année 2011 ainsi que les moyennes par an de 2007 à 2011.

L'exploitation d'une prise d'eau souterraine est soumise à de nombreux aléas et donc peut être variable. Les contraintes techniques de l'ouvrage, l'activité économique liée à ce captage, l'évolution des conditions hydrogéologiques de la nappe sollicitée et les éventuelles pollutions, peuvent limiter les capacités de production. La présentation des volumes moyens prélevés sur la Carte des volumes, correspond à la moyenne des années 2007 à 2011 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 non utilisées certaines années.

A l'échelle de la Wallonie, les volumes soutirés dans les aquifères présents sur la carte Pondrôme - Wellin sont relativement faibles.

## VI.1. VOLUMES PRÉLEVÉS POUR LA DISTRIBUTION PUBLIQUE

La distribution publique se fait principalement par la S.W.D.E. et l'I.N.A.S.E.P et quelques puits sont encore exploités par les communes de Tellin, de Libin et de Rochefort.

Le **Tableau VI.1** reprend la liste des captages qui font ou ont fait l'objet d'une exploitation sur la carte Pondrôme - Wellin. Ils sont localisés sur la **Figure VI.2**. 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).

En 2011 la répartition des volumes soutirés est la suivante :

- Deux ouvrages ont pompé des volumes compris entre 50 001 et 100 000 m<sup>3</sup>/an : PONDROME PF1 avec 69 170 m<sup>3</sup> et CHANLY P1 avec 68 546 m<sup>3</sup>. Tous les deux sollicitent l'Aquitard du Dévonien inférieur ;
- Cinq ouvrages ont pompé des volumes compris entre 10 001 et 50 000 m<sup>3</sup>/an ; CAPTAGE DE GEMBES (39 034 m<sup>3</sup>, Aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur), HAIE DE DEVANT LA FANGE (27 641 m<sup>3</sup>, Aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur), CAPTAGE DE REVOGNE (27 353 m<sup>3</sup>, Aquiclude du Frasnien), FROIDIEU (19 216 m<sup>3</sup>, Aquifère de l'Eifelien) et CITRONNET (11 551 m<sup>3</sup>, Aquitard du Dévonien inférieur) ;
- Deux ouvrages ont pompé des volumes compris entre 1 001 et 10 000 m<sup>3</sup>/an : FAYS FAMMENNE P1 (9 769 m<sup>3</sup>, Aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur) et PONDROME PUIITS DU FORBO (3 050 m<sup>3</sup>, Aquitard du Dévonien inférieur) ;
- Le puits NOUVEAU PUIITS BIHAIN a pompé 929 m<sup>3</sup> dans l'Aquitard du Dévonien inférieur.

**Tableau VI.1 : Liste des captages qui ont fait et/ou font encore l'objet d'une exploitation par un distributeur publique d'eau potable sur la carte Pondsôme - Wellin. Les volumes indiqués sont les plus récents connus. Les couleurs sont celles des nappes sollicitées.**

Nom de l'ouvrage	Type d'ouvrage	Distributeur publique	Volume prélevé (m³/an)
SCOTTONS NOUVEAU PUIITS	Puits	S.W.D.E.	3 252 (1996)
SCOTTONS ANCIEN PUIITS	Puits	S.W.D.E.	166 (2004)
CAPTAGE DE GEMBES	Drain	S.W.D.E.	39 034 (2011)
SOURCE BAS S1	Drain	S.W.D.E.	23 700 (2009)
FAYS FAMENNE P1	Puits	S.W.D.E.	9 769 (2011)
RENAUCHAMPS	Puits	S.W.D.E.	/
BOIS DE TRANSINNE-SOURCE	Drain	COMMUNE DE TELLIN	/
HAIE DEVANT LA FANGE	Puits	COMMUNE DE LIBIN	27 641 (2011)
PUIITS I.N.A.S.E.P.	Puits	I.N.A.S.E.P.	3 981 (1995)
LES FONDENAU	Drain	S.W.D.E.	/
AVE (EX SERCHIEBE) D1	Drain	S.W.D.E.	1 200 (2009)
BIDRIFONTAINE - PUIITS 1	Puits	S.W.D.E.	/
PUIITS SERCHIEBE	Puits	S.W.D.E.	/
CROIX VICTOIRE	Puits	S.W.D.E.	/
GROS CHENE P1	Puits	S.W.D.E.	904 (2008)
FOCHALLE DES SOURIS (RESTEIGNE)	Drain	COMMUNE DE TELLIN	/
PONDROME PUIITS DU FORBO	Puits	I.N.A.S.E.P.	3 050 (2011)
PONDROME PF1	Puits	I.N.A.S.E.P.	69 170 (2011)
PONDROME PF2	Puits	I.N.A.S.E.P.	/
PONDROME PF3	Puits	I.N.A.S.E.P.	/
CITRONNET	Source	I.N.A.S.E.P.	11 551 (2011)
NOUVEAU PUIITS BIHAIN	Puits	I.N.A.S.E.P.	929 (2011)
ANCIEN PUIITS BIHAIN	Puits	S.W.D.E.	17 040 (1994)
MINERAL P1	Puits	S.W.D.E.	22 (2003)
LES HOUSSETS -	Puits	S.W.D.E.	14 341 (1994)
MARGOUILLET P1	Puits	S.W.D.E.	11 344 (2007)
HALMA P1	Puits	S.W.D.E.	125 (1999)
PUIITS DE L'EGLISE P1	Puits	S.W.D.E.	/
BRULONS - CHESTREE	Puits	S.W.D.E.	/
CHANLY P1 (EX-MONLEWE)	Puits	S.W.D.E.	68 546 (2011)
SPIENCHAMPS (RESTEIGNE)	Puits	COMMUNE DE TELLIN	4 694 (2005)
BOIS THOMAS	Source	COMMUNE DE TELLIN	/
FOCHALLE DES SOURIS-SOURCE B	Drain	COMMUNE DE TELLIN	/
LA MAURLIERE	Puits	S.W.D.E.	212 (2008)
FROIDIEU	Puits	S.W.D.E.	19 216 (2011)
PUIITS TILLEUL	Puits	I.N.A.S.E.P.	/
CAPTAGE DE REVOGNE	Drain	COMMUNE DE ROCHEFORT	30 154 (2012)

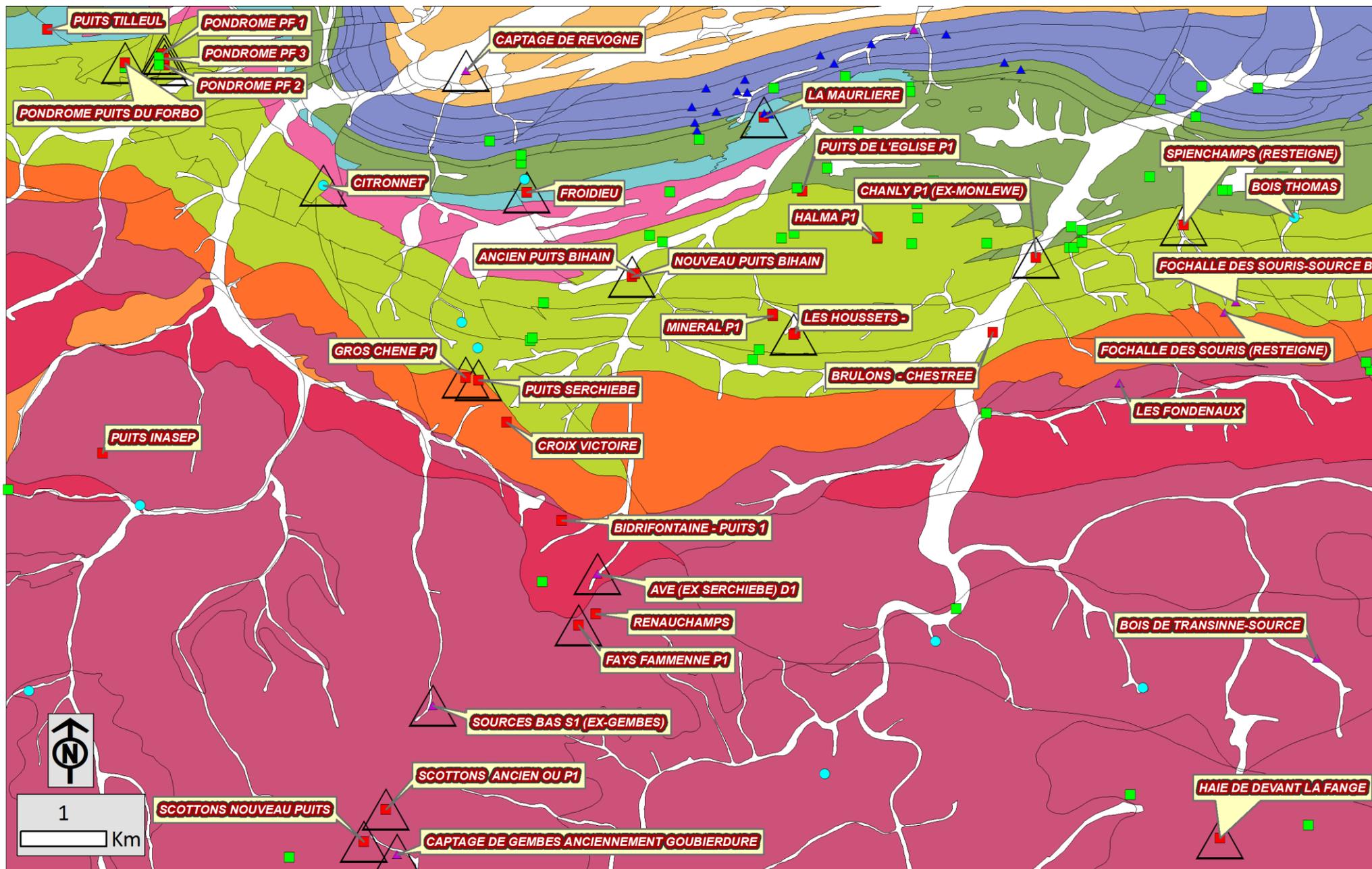


Figure VI.2 : localisation des captages de la carte Pondrôme - Wellin.

## VI.2. AUTRES VOLUMES CAPTÉS

Outre la distribution publique, les nappes aquifères peuvent être exploitées à plus petite échelle, souvent pour un usage agricole ou domestique. Nous ne disposons que de peu d'informations quant à ce type de volumes pompés mais ceux-ci excèdent rarement les 1 000 m<sup>3</sup> par an sur la carte Pondsôme - Wellin.

Parmi les ouvrages privés ayant soutiré, en 2011, des volumes supérieurs à 3 000 m<sup>3</sup>/an citons plus particulièrement les ouvrages suivants :

- Le puits BARRIERE DE TRANSINNE, appartenant à la carrière CBR de Transinne, ayant soutiré 53 940 m<sup>3</sup> pour de l'exhaure.
- Le drain SOURD D'AVE appartenant à la carrière LIMITES, à Wellin, ayant soutiré 31 282 m<sup>3</sup> pour le lavage du minerai ;
- Le puits SPINOIR appartenant à la carrière du FOND DES VAULX, à Wellin, ayant soutiré 9 807 m<sup>3</sup> pour de l'exhaure.

## VII. PARAMÈTRES HYDROGÉOLOGIQUES

### 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 transmissivité et la perméabilité :

- Transmissivité  $T$  en  $m^2/s$  (*Castany & Margat, 1977*) :
  - Paramètre régissant le flux d'eau qui s'écoule par unité de largeur de la zone saturée d'un aquifère continu (mesurée selon une direction orthogonale à celle de l'écoulement), et par unité de gradient hydraulique ;
  - Produit de la perméabilité (de Darcy)  $K$  (m/s) par la puissance aquifère  $b$  (m), en milieu isotrope, ou produit de la composante du tenseur de perméabilité parallèle à la direction d'écoulement par la puissance aquifère (orthogonale à cette direction), en milieu anisotrope.
- Perméabilité  $K$  en m/s :
  - Propriété d'un corps, d'un milieu solide - notamment un sol, une roche - à se laisser pénétrer et traverser par un fluide, notamment l'eau, sous l'effet d'un gradient de potentiel ;
  - Paramètre exprimant quantitativement cette propriété, relativement aux caractéristiques du fluide, notamment l'eau : flux pouvant passer à travers une section unitaire du milieu considéré, sous l'effet d'une unité de gradient de charge hydraulique, dans des conditions déterminées de pression et de température (grandeur homogène à une vitesse).

La relation entre transmissivité et perméabilité peut être représentée par la formule  $T = K.b$ , où  $b$  est la puissance de l'aquifère ou la hauteur du niveau crépiné dans le cas d'un puits tubé. Le [Tableau VII.1](#) représente l'influence de la granulométrie des sédiments meubles sur la perméabilité.

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

K en m/s	10	1	10 <sup>-1</sup>	10 <sup>-2</sup>	10 <sup>-3</sup>	10 <sup>-4</sup>	10 <sup>-5</sup>	10 <sup>-6</sup>	10 <sup>-7</sup>	10 <sup>-8</sup>	10 <sup>-9</sup>	10 <sup>-10</sup>	10 <sup>-11</sup>
Granulométrie homogène	gravier pur			sable pur		sable très fin			limons		argile		
Granulométrie variée	gravier gros&moy		gravier et sable			sable et limons argileux							
degrés de perméabilité	TRES BONNE - BONNE					MAUVAISE					NULLE		
type de formation	PERMEABLE					SEMI-PERMEABLE					IMPERMEABLE		

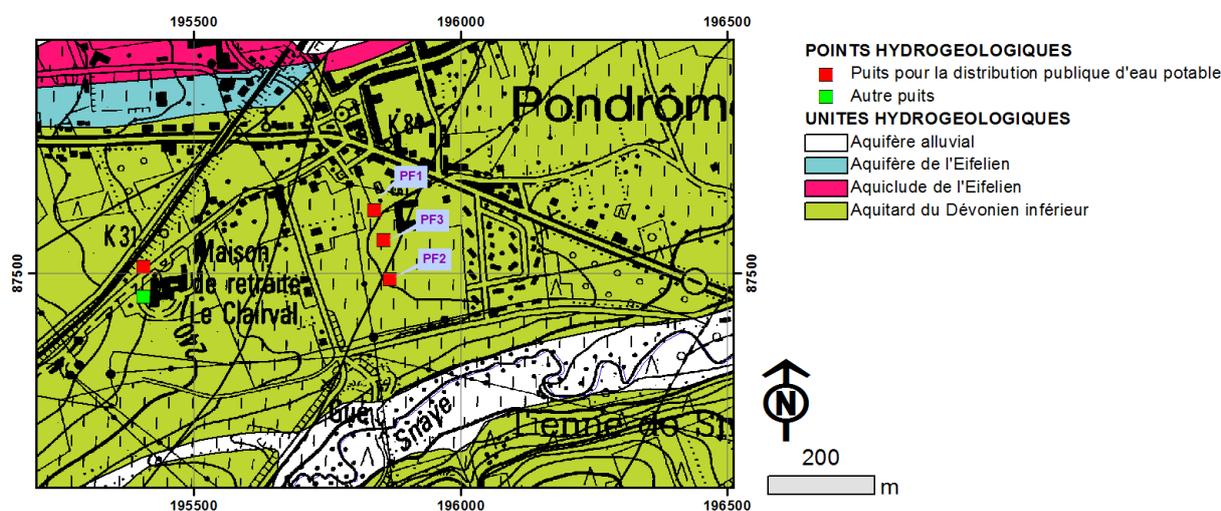
Sur la carte Pondrôme - Wellin, des études ont été menées par l'I.N.A.S.E.P. et la S.W.D.E. dans le but, d'une part d'estimer les potentialités des captages et, d'autre part, de déterminer les zones de prévention autour de ces mêmes captages. Les résultats sont résumés ci-après.

### VII.1.1 Captage I.N.A.S.E.P. de Pondrôme

Le captage I.N.A.S.E.P. de Pondrôme est constitué d'une batterie de trois puits sollicitant l'Aquitard du Dévonien inférieur (Figure VII.1). En 1999, deux paliers de pompage ont été réalisés sur le puits PF1 en vue de sa mise en service. Suite à cet essai, les caractéristiques de l'Aquitard du Dévonien inférieur dans les environs du puits ont pu être calculées (Tableau VII.2).

**Tableau VII.2 : Caractéristiques de l'essai de pompage réalisé en 2007 sur le puits PF1 du captage de Pondrôme. Transmissivité et perméabilité calculées (I.N.A.S.E.P., 2007).**

Palier n°	Hauteur crépinée (m)	Durée pompage/remontée (en heures, minutes)	Date	Débit moyen (m <sup>3</sup> /h)	Transmissivité (m <sup>2</sup> /s)	Perméabilité (m/s)
1	74	5h/1h20	23/01/99	7,0	4,69.10 <sup>-4</sup>	6,34.10 <sup>-6</sup>
2	74	6h/1h	30/01/99	8,8	4,45.10 <sup>-4</sup>	6,01.10 <sup>-6</sup>



**Figure VII.1 : Situation du captage de Pondrôme constitué de la batterie de puits PF1 à PF3.**

Dans les deux cas, la stabilisation du niveau dynamique a été atteinte en moins de quatre heures. Les perméabilités calculées (Tableau VII.2) peuvent être qualifiées de mauvaises.

### VII.1.2 Site S.W.D.E. de GEMBES - SCOTTONS

Le captage de la S.W.D.E. de GEMBES - SCOTTONS est constitué de deux puits (SCOTTONS P1 et P2) et d'un drain (GEMBES) sollicitant l'Aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur (Figure VII.2). Un essai de pompage a été réalisé sur le puits SCOTTONS P2, en 1991, composé de deux paliers : à 2,8 et 7,8 m<sup>3</sup>/h (le débit maximal du puits étant de 8,2 m<sup>3</sup>/h).

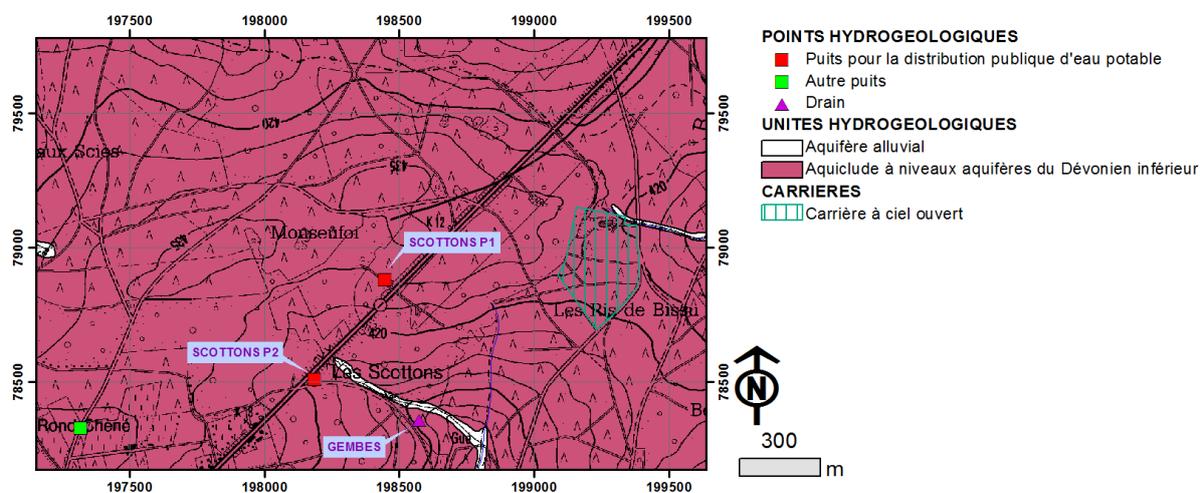


Figure VII.2 : Localisation du captage de la S.W.D.E. de GEMBES – SCOTTONS constitué de deux puits (SCOTTONS P1 et P2) et d'un drain (GEMBES).

Suite à cet essai, les caractéristiques de l'Aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur dans les environs du puits ont pu être calculées (Tableau VII.3).

Tableau VII.3 : Caractéristiques de l'essai de pompage réalisé sur le puits SCOTTONS P2 en 1991. Transmissivité et perméabilité calculée.

Palier Remontée	Hauteur crépinée (m)	Débit (m <sup>3</sup> /h)	Transmissivité (m <sup>2</sup> /s)	Perméabilité (m/s)
Palier 1	104	2,8	4,80.10 <sup>-4</sup>	4,62.10 <sup>-6</sup>
Remontée 1	104	6,8	3,05.10 <sup>-4</sup>	2,93.10 <sup>-6</sup>
Palier 2	104	7,8	1,55.10 <sup>-4</sup>	1,49.10 <sup>-6</sup>
Remontée 2	104	5,3	1,30.10 <sup>-4</sup>	1,25.10 <sup>-6</sup>
Palier 3	104	8,2	1,04.10 <sup>-4</sup>	1,00.10 <sup>-6</sup>

Les valeurs de perméabilités obtenues oscillent pour la plupart entre 1.10<sup>-6</sup> et 2.10<sup>-6</sup> m/s excepté pour le palier 1 qui montre des valeurs sensiblement plus élevées. Cette perméabilité peut être qualifiée de mauvaise.

Il est à remarquer que ces valeurs restent valables à l'échelle du puits. Dans les roches cohérentes, la conductivité hydraulique peut varier très fortement selon le degré d'altération et/ou de fissuration.

## **VII.2. PARAMÈTRES DE TRANSPORT**

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

Les essais de traçage renseignent sur les temps de transfert d'une substance miscible dans la nappe dans les conditions expérimentales. Ils permettent de calculer les paramètres de transport (porosité, dispersivité, ...).

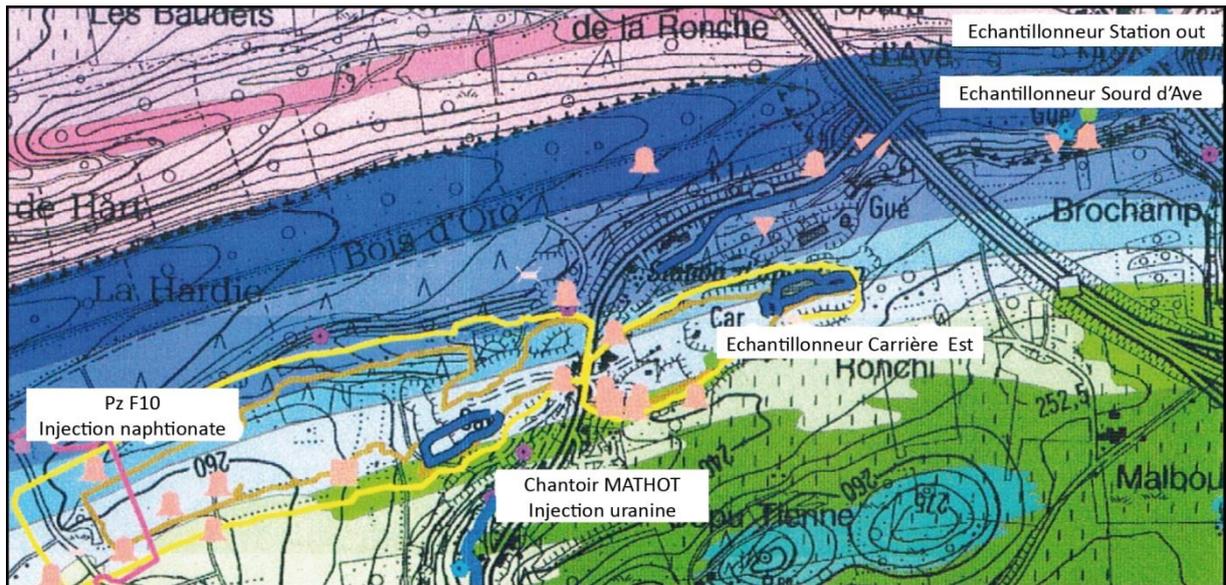
Sur la carte Pondrôme - Wellin, des essais de traçage ont été réalisés au niveau de la carrière du FOND DES VAULX, à Wellin.

### **VII.2.1 Carrière du Fond des Vaulx**

Deux essais multi-traçages ont été menés, l'un en période d'étiage, l'autre en période de hautes eaux (*Van Wittenberge, 2008*).

#### **VII.2.1.1. Essai multi-traçages en période de basses eaux**

Les essais en période de basses eaux ont été réalisés le 16/10/2006. De l'uranine a été injectée au chantoir MATHOT et du naphionate a été injecté au piézomètre F10. Trois sorties du système aquifère ont été échantillonnées (Carrière Est, Sourd d'Ave et Station out, [Figure VII.3](#)). Les résultats de ces essais sont repris au [Tableau VII.4](#) pour l'uranine et au [Tableau VII.5](#) pour le naphionate et synthétiser sur la [Figure VII.4](#).



**Figure VII.3 : Points d'injection et d'échantillonnage des traçages réalisés en période de basses eaux sur le site de la carrière du FOND DES VAULX (Van Wittenberge, 2008, modifié).**

Tableau VII.4 : Résultats du traçage à l'uranine en période de basses eaux entre le chantoir MATHOT et les trois résurgences échantillonnées (Carrière, Sourd d'Ave et Station out (Source : Van Wittenberge, 2008).

Site injection	Q (m³/sec) site injection	tracé ur	Masse injectée (g)	Site échantillonnage	Q (m³/sec)	Q éch/Q inj	Connexion	Distance (m)	Arrivée lère (h)	Arrivée modale (h)	V max (m/h)	V modale (m/h)	Conc. Modale (ppb)	TR (%)	Calcul TR	t moyenne	v moyen	dispersivité (m)	coef dispersion D1 (m²/jour)
Chantoir Mathot	0.0026	ur	50	Carrière	0.00219	0.8	oui	600	26	36.25	23	17	58.6	16	q=cste	39.4777	15.1985	7.71258	117.2192938
				Sourd d'ave	0.014	5.4	oui	1275	101.5	119.75	13	11	4.5	10	q=cste	119.623	10.6585	4.35317	46.39840476
														50	intégration ΔQ				
Auberge	0.028	10.8	oui	1560	104.25	121.75	15	13	4	71.9	intégration ΔQ	121.007	12.8918	5.21548	67.23677264				

Tableau VII.5 : Résultats du traçage au naphthionate en période de basses eaux entre le chantoir MATHOT et les trois résurgences échantillonnées (Carrière, Sourd d'Ave et Station out (Source : Van Wittenberge, 2008).

Site injection	Masse injectée (g)	Site échantillonnage	Q (m³/sec)	Q éch/Q inj	Connexion	Distance (m)	Arrivée lère (h)	Arrivée modale (h)	V max (m/h)	Vitesse modale (m/h)	Conc. Modale (ppb)	TR (%)		
Pz 10	1000	Carrière	0.00219	/ chasse eau 1.5 à 2 m³	oui	1357	94.25	115.58	14	12	5.8	5.4		
								203.58					7	13.9
		Sourd d'ave	0.014		oui	2018	80.58	92.17	25	22	9	4.8	9.1	50
								219.58		30				
		Auberge	0.028		oui	2303	?	76.58	> 10	30	10	10.9	76.5	
								233.8		10				

Taux de restitution essai traçage 16/10/06 URANINE.NAPHTIONATE

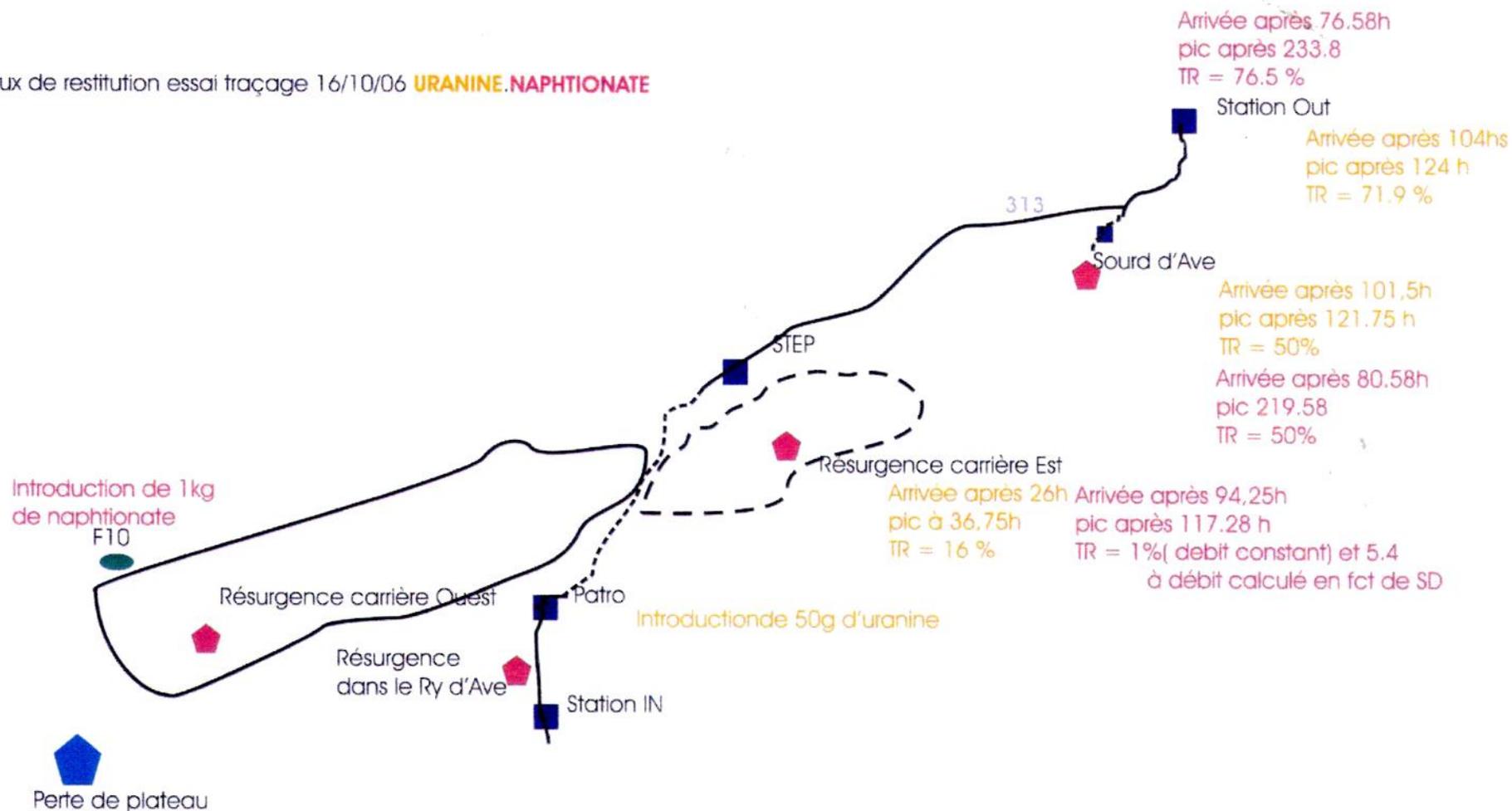
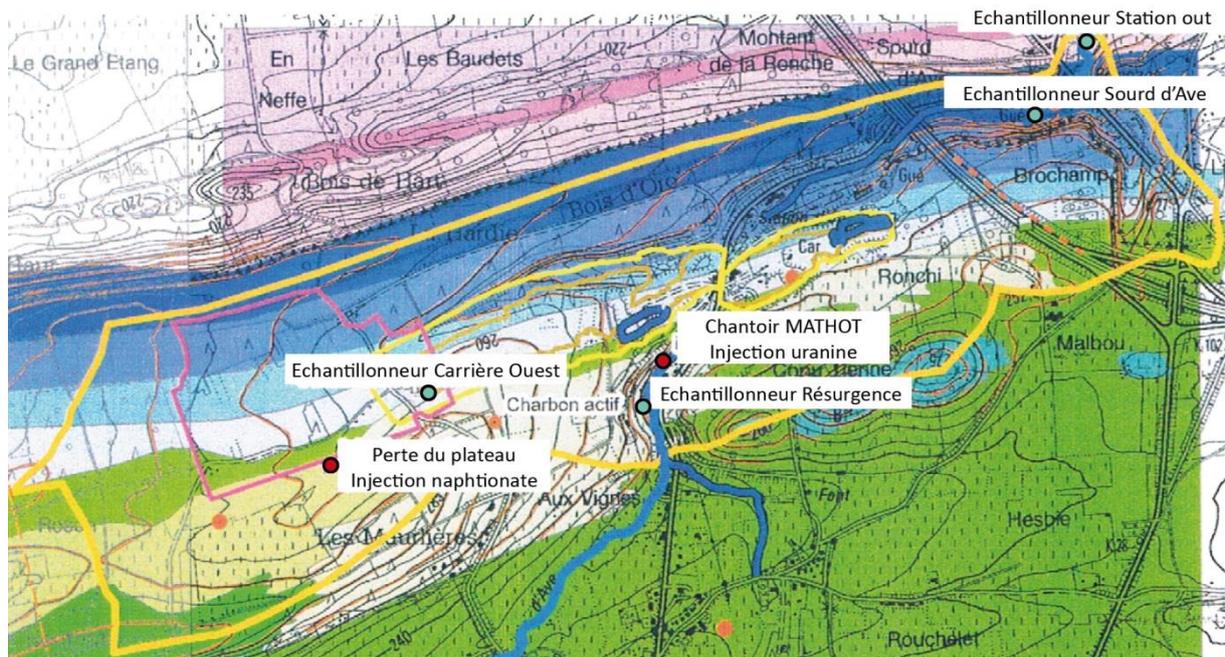


Figure VII.4 : Schéma des résultats de l'essai multi-traçage, sur le site de la carrière du FOND DES VAULX, en période de basses eaux (source : Van Wittenberge, 2008).

### VII.2.1.2. Essai multi-traçages en période de hautes eaux

Les essais en période de hautes eaux ont été réalisés au mois de mars 2007. De l'uranine a été introduit au Chantoir MATHOT et du naphthionate a été injecté au droit de la Perte du plateau (Figure VII.5). Quatre sorties du système ont été échantillonnées (Carrière Ouest, Résurgence, Sourd d'Ave et Station out, Figure VII.5). Le Tableau VII.6 synthétise les différents paramètres observés et calculés lors de l'essai multi traçage et sont schématisés à la Figure VII.6.



**Figure VII.5 : Points d'injection et d'échantillonnage des traçages réalisés en périodes de hautes eaux sur le site de la carrière du FOND DES VAULX (source : Van Wittenberge, 2008, modifié)**

Il est à noter que les valeurs des paramètres sont spécifiques au site étudié et ne peuvent être extrapolés à l'ensemble de l'aquifère.

Tableau VII.6 : Résultats de l'essai multi traçage en période de hautes eaux (source : Van Wittenberge, 2008).

Site injection	Q (m³/sec) site injection	traceur	Masse injectée (g)	Site échantillonnage	Q (m³/sec)	Q (L/h)	Q éch/Q inj	Connexion	Distance (m)	Arrivée 1ère (h)	Arrivée modale (h)	Vitesse max (m/h)	Vitesse modale (m/h)	Conc. Modale (ppb)	TR (t)	Calcul TR
Chantoir Mathot	0.1214	uranine	150													
				Sourd d'ave	0.1273	458280	1.0	oui	1275	15.74	25.74	81	50	13.1	48.8	q= cste
				Auberge	0.2812	1012320	2.3	oui	1560	20.74	26.74	75	58	6.2	44	intégration ΔQ
															53.25	q= cste
perte de plateau		naphtionate	1000	Carrière Ouest	0.002249	8096.4	/ chasse eau 10 l	oui	400	3.58	5.92	112	68	4025.3	14.29	q= cste
				résurgence rivière	0.001	3600		oui	925	14.49	116.16	64	8	1.4	0.75	q= cste
				Sourd d'ave	0.1273	458280			2310	89.98	127.48	26	18	1.6	1.15	q= cste
				Auberge	0.2812	1012320			2550	71.49	122.5	36	20.816327	1.4	4.94	intégration sur Q

Taux de restitution essai traçage 14/03/07 **URANINE.NAPHTIONATE**

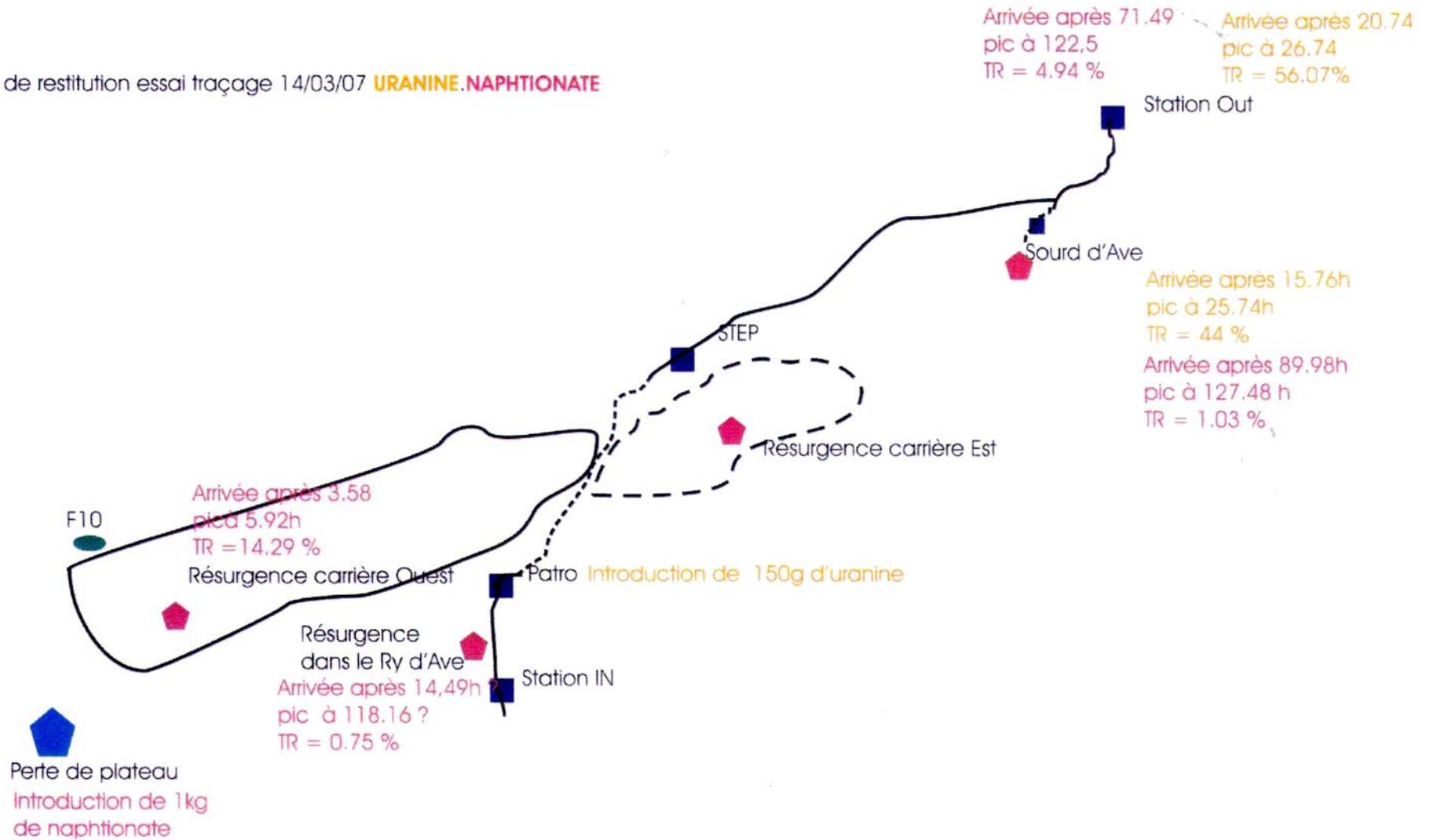


Figure VII.6 : Schéma des résultats de l'essai multi traçage en période de hautes eaux (source : Van Wittenberge, 2008).

## 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 qui menacent leur qualité.

Afin de limiter les risques de contamination des captages, des périmètres de prévention doivent être mis en place. La législation wallonne<sup>8</sup> définit 4 niveaux de protection à mesure que l'on s'éloigne du captage : zones de prise d'eau (Zone I), de prévention (Zones IIa et IIb) et de surveillance (Zone III).

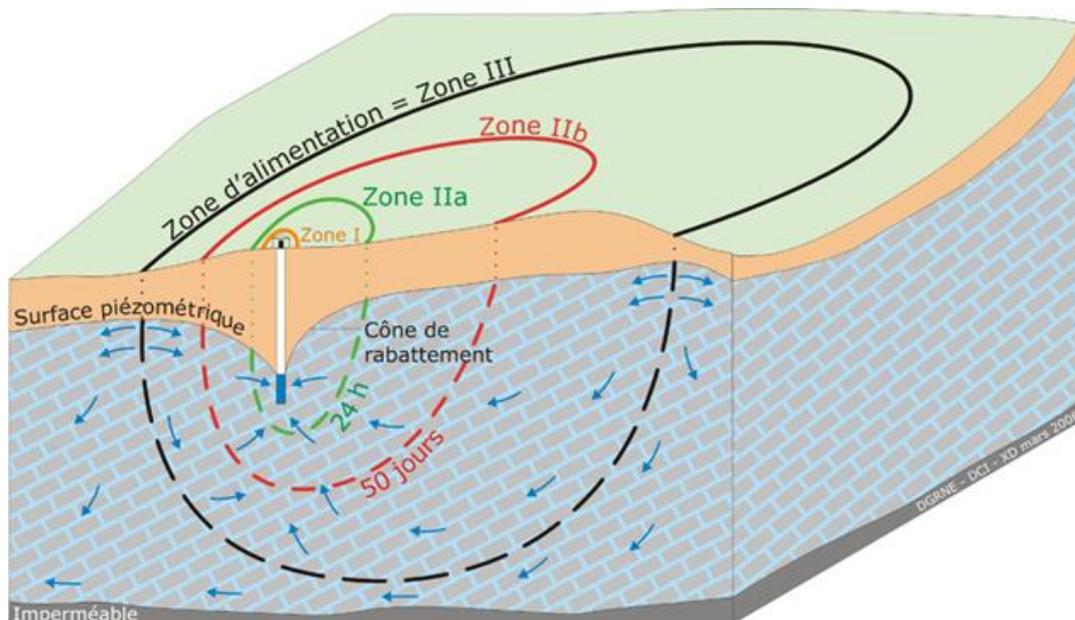


Figure VIII.1 : Zones de protection en Région Wallonne (SPW – DGO 3, 2012), <http://environnement.wallonie.be/de/eso/atlas/index.htm>.

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

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

<sup>8</sup> Arrêté de l'Exécutif régional wallon du 14 novembre 1991 relatif aux prises d'eau souterraines, aux zones de prise d'eau, de prévention et de surveillance et à la recharge artificielle des nappes d'eau souterraine, abrogé par l'arrêté du GW du 3 mars 2005 relatif au livre II du code de l'Environnement, contenant le Code de (M.B. du 12/04/2005, p. 15068).

### VIII.1.2 Zones de prévention rapprochée et éloignée ou zones IIa et IIb

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

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

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

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

*A défaut de données suffisantes permettant de définir la zone IIa selon le critère des temps de transfert, la législation suggère de délimiter la zone IIa par une ligne située à une distance horizontale minimale de 35 mètres à partir des installations de surface, dans le cas d'un puits, et par deux lignes situées à 25 mètres au minimum de part et d'autre de la projection en surface de l'axe longitudinal dans le cas d'une galerie. En milieu karstique, tous les points préférentiels de pénétration (doline et pertes) donc la liaison avec le captage est établie sont classés en zone IIa.*

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

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

- 100 m pour les formations aquifères sableuses ;
- 500 m pour les formations aquifères graveleuses ;
- 1 000 m pour les formations aquifères fissurés ou karstiques.

### **VIII.1.3 Zone de surveillance ou zone III**

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

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

### **VIII.1.4 Mesures de protection**

Diverses mesures de protection ont été définies par les autorités compétentes pour les différentes zones. Ces mesures concernent notamment l'utilisation et le stockage de produits dangereux, d'engrais ou de pesticides, les puits perdus, les nouveaux cimetières, les parkings,... Elles visent à réduire au maximum les risques de contamination de la nappe. Toutes ces mesures sont décrites aux articles R.162 à R.170 de l'Arrêté du Gouvernement Wallon du 12 février 2009<sup>9</sup>.

La Société publique de Gestion de l'Eau<sup>10</sup> assure la gestion financière des dossiers concernant la protection des eaux potabilisables distribuées par réseaux, par le biais de contrats de service passés avec les producteurs d'eau. Pour financer les recherches relatives à la délimitation des zones de prévention et indemniser tout particulier ou toute société dont les biens doivent être mis en conformité avec la législation, une redevance de 0,107 € est prélevée sur chaque m<sup>3</sup> fourni par les sociétés de distribution d'eau.

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

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

---

<sup>9</sup> 12 février 2009: AGW modifiant le Livre II du Code de l'Environnement constituant les Code de l'Eau en ce qui concerne les prises d'eau souterraine, les zones de prises d'eau, de prévention et de surveillance (M.B. du 27/04/2009, p.33035).

<sup>10</sup> SPGE, instituée par le décret du 15 avril 1999

## VIII.1. ZONES DE PRÉVENTION AUTOUR DES CAPTAGES

L'ensemble des captages qui sont destinés à une distribution publique d'eau ou à un usage alimentaire devra, dans un futur plus ou moins proche, faire l'objet d'une étude de délimitation des zones de prévention rapprochée et éloignée. Cette étude sera proposée au Service des Eaux Souterraines de la DGRNE 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. Les zones de prévention arrêtées sont quant à elles représentées en hachuré vertical pour une zone rapprochée et horizontal pour une zone éloignée.

### VIII.1.1 Zone de prévention arrêtée

A la date du mois mars 2013, une seule zone de prévention arrêtée était recensée sur la carte Pondrôme - Wellin : la zone de prévention "Fochalle des Souris (Resteigne)" (Code AC\_TELLIN03). Cette zones de prévention concerne le drain FOCHALLE DES SOURIS (RESTEIGNE) (Figure VIII.2) exploité par la commune de Tellin et sollicitant la nappe de l'Aquiclude du Dévonien inférieur.

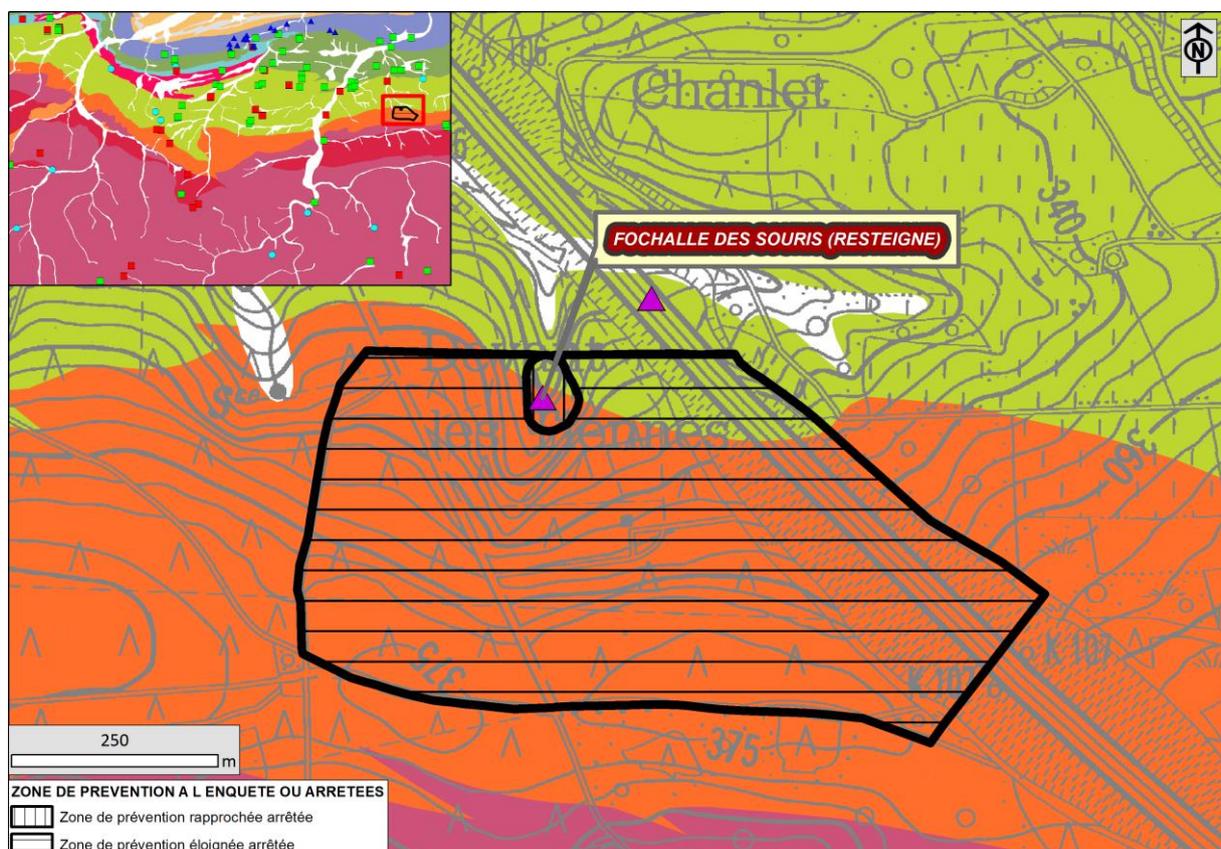


Figure VIII.2 : Zones de prévention arrêtée sur la carte Pondrôme – Wellin.

### VIII.1.2 Zone de prévention à l'enquête publique

A la date du mois de mars 2013, aucune zone de prévention n'était à l'enquête publique sur la carte de Pondsôme - Wellin.

### VIII.1.3 Zones de prévention à définir

A la date du mois de mars 2013, 21 captages sur la carte de Pondsôme - Wellin faisaient l'objet d'une zone de prévention à définir (Figure VIII.3).

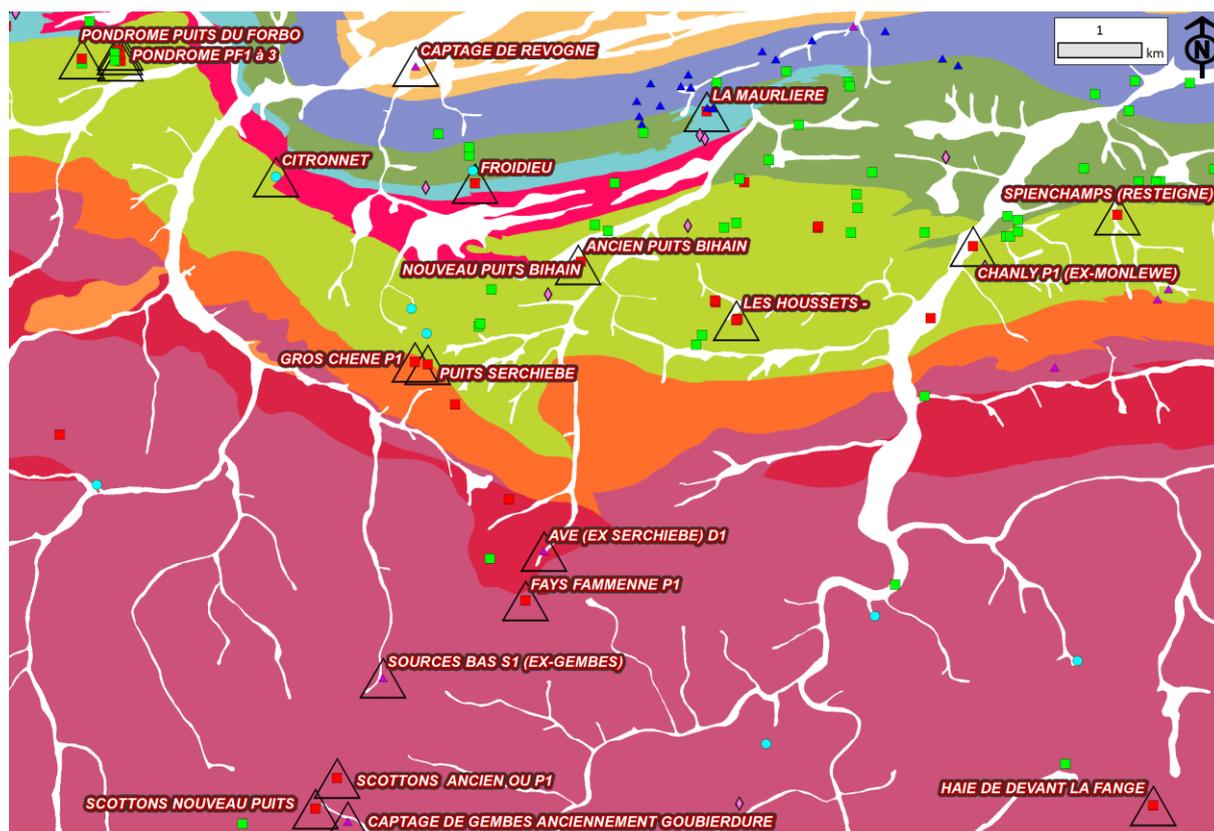


Figure VIII.3 : Zones de prévention à définir sur la carte Pondsôme - Wellin.

Ces zones de prévention à définir concernent :

- 12 ouvrages exploités par la S.W.D.E. (CAPTAGE DE GEMBES, SCOTTONS NOUVEAU PUIITS, SCOTTONS ANCIEN, SOURCES BAS S1, FAYS FAMMENNE, AVE D1, PUIITS SERCHIEBE, GROS CHENE P1, MARGOUILLET P1, CHANLY P1, LA MAURLIERE, FROIDIEU) ;
- 6 ouvrages exploités par l'I.N.A.S.E.P. (NOUVEAU PUIITS BIHAIN, CITRONNET, PONDROME PF1 à PF3, PONDROME PUIITS DU FORBO) ;
- 1 ouvrage exploité par le service communal de Libin (HAIE DE DEVANT LA FANGE) ;
- 1 ouvrage exploité par le service communal de Tellin (SPIENCHAMPS (RESTEIGNE) ;
- 1 ouvrage exploité par l'administration communal de Rochefort (CAPTAGE DE REVOGNE).

## **IX. MÉTHODOLOGIE D'ÉLABORATION DE LA CARTE HYDROGÉOLOGIQUE**

Le présent chapitre décrit brièvement les principales sources d'informations - géologiques, hydrologiques, hydrogéologiques - et la méthode de travail adoptée pour la construction de la carte de de Ponderôme – Wellin.

### **IX.1. INTRODUCTION**

La réalisation de la carte hydrogéologique Ponderôme - Wellin (59/5-6) 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 nommée "BD Hydro".

### **IX.2. COLLECTE DE DONNÉES**

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

#### **IX.2.1 Données géologiques et topographiques**

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

Les unités hydrogéologiques sont directement dérivées de la carte géologique de Wallonie. Les fonds topographiques (récents et anciens) proviennent de l'Institut National Géographique de Belgique (sous licence SPW et transmis par la DGO 3 du SPW).

#### **IX.2.2 Données météorologiques et hydrologiques**

Les informations limnimétriques proviennent de la DCENN en ce qui concerne les stations de jaugeage L6840-Daverdisse (X : 203 558, Y : 79 880) et L5021-Lesse (X : 207 730, Y : 86 925) La carrière du Fond des Vaulx dispose également d'une station de contrôle sur l'un de leurs bassins (X : 203 262, Y : 87 271). Il n'y a pas de stations climatiques sur la carte Ponderôme – Wellin.

#### **IX.2.3 Données hydrogéologiques**

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 DGARNE du SPW.

#### **IX.2.3.1. La banque de données BD HYDRO**

Les données utilisées pour la construction de la carte hydrogéologique sont complexes et plus ou moins abondantes. Elles nécessitent de ce fait 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*). 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 D.G.A.R.N.E. Ces données peuvent être demandées à la Direction des Eaux souterraines du SPW qui décide de leur accessibilité au cas par cas.

#### **IX.2.3.2. Localisation des ouvrages et sources**

Les données sur les ouvrages proviennent de la BD HYDRO, des sociétés de distribution d'eau, des communes, des agriculteurs et des particuliers.

#### **IX.2.3.3. Données piézométriques**

Les données piézométriques proviennent des données collectées lors d'études hydrogéologiques par la Région Wallonne et des bureaux d'études ainsi que des mesures piézométriques effectuées dans le cadre de la réalisation de cette carte en 2012, sur des piézomètres et des puits appartenant à des sociétés de distribution, des particuliers ou des agriculteurs. Deux cents soixante-cinq valeurs sont disponibles pour trente-six ouvrages.

#### **IX.2.3.4. Données hydrochimiques**

Les données hydrochimiques ont, pour la plupart, été fournies par la banque de données de la Région Wallonne CALYPSO. Environ 5 500 valeurs de paramètres chimiques, concernaient 22 ouvrages, ont été encodées dans la banque de données BD HYDRO.

### **IX.3. CONSTRUCTION DE LA CARTE HYDROGÉOLOGIQUE**

Les limites des unités hydrogéologiques sont directement dérivées de la carte géologique de Wallonie 59/5-6 Ponderôme – Wellin (2013). Les types d'unités hydrogéologiques sont définis principalement sur base de la lithologie de cette carte (*Dumoulin et Blockmans, 2013*). Dans certains cas, plusieurs unités géologiques superposées sont groupées en une seule unité hydrogéologique en tant qu'aquifère, aquiclude ou aquitard, selon leurs caractéristiques hydrodynamiques.

Sur la carte principale, les unités hydrogéologiques représentées sont celles sous la couche de limon et 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 de la Wallonie", est inventorié dans un tableau récapitulatif avec le nom et la couleur respectifs de chaque unité.

Des discontinuités entre les limites géologiques et/ou hydrogéologiques, avec les cartes voisines apparaissent avec la carte 64/1-2 Haut-Fays - Redu située au sud et la carte 59/1-2 Houyet – Han-sur-Lesse située au nord. Elles sont le résultat de l'utilisation de fonds géologiques anciens ; Forir (1900) pour la carte de Houyet – Han-sur-Lesse et Asselbergs (1946) pour la carte de Haut-Fays – redu, alors que la carte hydrogéologique Ponderôme - Wellin 59/5-6 a été réalisée avec le nouveau fond géologique de Dumoulin et Blockmans (sous presse). La façon dont sont actuellement levées les nouvelles cartes géologiques ayant changé (critères lithostratigraphiques plutôt que biostratigraphiques), des discontinuités entre les unités géologiques existent entre les différentes générations. Les cartes hydrogéologiques sont toujours réalisées avec le fond géologique le plus récent et disponible à la publication au SPW. Dès lors il se peut que des cartes réalisées avec des nouveaux fonds côtoient des cartes faites avec des anciens fonds, ce qui explique les discontinuités. Pour des cartes géologiques récentes, des conditions de levé différentes (quantité d'affleurement) et des variations latérales de faciès peuvent également entraîner des limites ou des formations géologiques différentes, avec pour conséquence des unités hydrogéologiques différentes et donc des discontinuités.

Le type de couverture d'une nappe est déterminé sur la base de la lithologie des formations géologiques d'âge cénozoïque ou quaternaire qui affleurent sur la carte géologique dans la mesure où ceux-ci ont une importance suffisante pour avoir une influence sur la nappe sous-jacente. 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. Aucune couverture importante n'est présente sur la carte Ponderôme - Wellin, c'est pourquoi toutes les nappes sont classées "Nappe à l'affleurement".

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 cotes isohypses ponctuelles, les stations (climatiques et limnimétriques) et les zones de prévention à définir.

Au total, 130 ouvrages ont été encodés dans la banque de données BD HYDRO. Ces ouvrages comprennent 29 puits de distribution, 9 drains, 53 puits de particuliers, 18 piézomètres et 10 sources et 11 sondes géothermiques. Ces données proviennent des communes, d'agriculteurs, de particuliers et de la banque de données du Service public de Wallonie (DixSous).

Les données piézométriques proviennent d'études hydrogéologiques de sociétés de distribution et de bureaux d'études ainsi que de campagnes piézométriques effectuées dans le cadre de la réalisation de cette carte, en 2012, sur des piézomètres (S.W.D.E., I.N.A.S.E.P.) et sur des puits appartenant à des particuliers ou des agriculteurs.

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 planchette.

La 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 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.

## X. BIBLIOGRAPHIE

**BLOCKMANS, S. ET DUMOULIN, V. (2013) :**

Felenne – Vencimont 58/7-8. Carte géologique de Wallonie. Ed. Ministère de la Région Wallonne

**BONNIVER, I. (2011) :**

Etude hydrogéologique et dimensionnement par modélisation du "Système-Traçage" du réseau karstique de Han-sur-Lesse (Massif de Boine-Belgique), Thèse de doctorat, FUNDP-Namur, Presses universitaires de Namur, 323 p.

**BONNIVER, I. ; ROCHEZ, G. ET HALLET, V. (2010) :**

Hydrogéologie du massif de Boine (Han-sur-Lesse). Synthèse des essais de traçage réalisés dans le cadre d'une caractérisation hydrogéologique des calcaires givetiens du Massif de Boine, *Eco Karst*, 81, 1-4

**BOULVAIN, F. ET PINGOT, J.-L. (2011) :**

Genèse du sous-sol de la Wallonie, Académie royale de Belgique, Mémoire de la Classe des Sciences, Tome XXXIV, n°2082, 190 p.

**BOULVAIN, F. ET PINGOT, J.-L. (2012) :**

Introduction à la géologie de la Wallonie, Université de Liège, <http://www2.ulg.ac.be/geolsed/geolwal/geolwal.htm>

**BOULVAIN, F. ET COEN-AUBERT, M. (1997) :**

Le sondage de Focant: lithostratigraphie et implications structurales, *Memoirs of the Geological Survey of Belgium*, 43, 74 p.

**BOUXIN, G. ET MICHEL, G. (2013)**

La résurgence du Sourd d'Ave. *Ecokarst* n°93.

**BROUYÈRE, S., GESELS, J., JAMIN, P., ROBERT, T., THOMAS, L., DASSARGUES, A., BASTIEN, J., VAN WITTENBERGE, F., RORIVE, A., DOSSIN, F., LACOUR, J.-L., LE MADEC, D., NOGARÈDE, P., HALLET, V., 2009**

Caractérisation hydrogéologique et support à la mise en œuvre de la Directive Européenne 2000/60 sur les masses d'eau souterraine en Région Wallonne (Projet Synclin'EAU), délivrable D.5.11 – partie RWM022 et RWM023. *Convention RW et SPGE-Aquapole*.

**BULTYNCK, P. ; COEN-AUBERT, M. ; DEJONGHE, L. ; GODEFROID, J. ; HANCE, L. ; LACROIX, D. ; PRÉAT, A. ; STAINIER, P. ; STEEMANS, PH. ; STREEL, M. ET TOURNEUR, F. (1991) :**

Les formations du Dévonien moyen de la Belgique, Mémoire pour l'explication des Cartes Géologiques et Minières de Belgique, 30, 106 p.

**BULTYNCK, P. & DEJONGHE, L. (2001) :**

Devonian lithostratigraphic units (Belgium), *Geologica Belgica*, 4/1-2, 39-69

**CASTANY G., MARGAT J. (1977) :**

Dictionnaire français d'hydrogéologie, éditions du BRGM.

**CASTANY, G. (1998) :**

Hydrogéologie, principes et méthodes, Dunod, 236 p.

**CELLULE ETAT DE L'ENVIRONNEMENT WALLON (2006-2007) :**

Rapport analytique sur l'état de l'environnement wallon 2006-2007. MRW – DGARNE, 736 p.

**COEN-AUBERT, M. (1990) :**

Description de quelques Rugueux coloniaux du Couvinien supérieur de Wellin (bord sud du Bassin de Dinant), Bulletin de l'Institut royal des Sciences naturelles de Belgique, Sciences de la Terre, 62, 5-21

**COEN-AUBERT, M. ; MAMET, B. ; PRÉAT, A. ET TOURNEUR, F. (1991) :**

Sédimentologie, paléoécologie et paléontologie des calcaires crinoïdiques au voisinage de la limite Eifélien-Givetien à Wellin (bord sud du Synclinorium de Dinant, Belgique), Mémoire pour l'Explication des Cartes Géologiques et Minières de Belgique, 31, 61 p.

**DE BÉTHUNE, P. (1961) :**

Carte de la géologie de la Belgique in Atlas de Belgique, planchette 8. Académie royale de Belgique, Comité national de géographie, Commission de l'Atlas national, Bruxelles

**DE BROYER C., THYS G., FAIRON J. ET MICHEL G. (2002) :**

Atlas du Karst wallon, Inventaire cartographique des sites karstiques et des rivières souterraines de Wallonie. DGRNE (Direction Générale des Ressources Naturelles et de l'Environnement) – CWEPS (Commission Wallonne d'Etude et de Protection des Sites Souterrains asbl.

**DEJONGHE, L. (2007) :**

Guide de lecture des cartes géologiques de Wallonie au 1/25 000, 3<sup>ème</sup> édition, Ministère de la Région Wallonne, 51 p.

**DELVAUX DE FENFFE, D. (1985) :**

Géologie et tectonique du Parc de Lesse et Lomme au bord sud du Bassin de Dinant (Rochefort, Belgique), Bull. Soc. belge Géol., Bruxelles, 94, 81-95

**DELVAUX DE FENFFE, D. (1990) :**

Structures tardi- et post-hercyniennes dans le bord sud du Synclinorium de Dinant, entre Han-sur-Lesse et Beauraing (Belgique), Ann. Soc. Géol. Belgique, 112 (2), 317-325

**DUMOULIN, V. ET BLOCKMANS, S. (2008) :**

Le passage latéral entre les formations de Couvin et de Jemelle (Eifélien) au bord sud du Synclinorium de Dinant (Belgique) : introduction du Membre du Vieux Moulin – Formation de Jemelle, Geologica Belgica, 11, 25-33

**DUMOULIN, V. ET BLOCKMANS, S. (SOUS PRESSE) :**

Pondrôme – Wellin 59/5-6. Carte géologique de Wallonie. Ed. Ministère de la Région Wallonne

**FETTER, C.W. (2001) :**

Applied hydrogeology, Fourth Edition, Prentice Hall, 598 p.

**GODEFROID, J. (1968) :**

Contribution à l'étude du Couvinien entre Wellin et Jemelle (Bord sud du Bassin de Dinant), Mémoires de l'Académie royale de Belgique, Classe Sciences, 2ème série, 17/3, 79 p.

**GODEFROID, J. & STAINIER, P. (1982) :**

Lithostratigraphy and biostratigraphy of the Belgian Siegenian on the south and south-east borders of the Dinant Synclinorium, Cour. Forsch.-Inst. Senckenberg, 55, 139-164

**GODEFROID, J. ET STAINIER, P. (1988) :**

Les Formations de Vireux et de Chooz (Emsien Inférieur et Moyen) au bord sud du Synclinorium de Dinant entre les villages d'Olloy-sur-Viroin (Belgique) à l'Ouest et de Chooz (France) à l'Est, Bull. Inst. r. Sc. nat. Belg., Sc. Terre, 58, 95-173

**GODEFROID, J. ; BLIECK, A. ; BULTINCK, K. ; DEJONGHE, L. ; GERIENNE, P. ; HANCE, L. ; MEILLEZ, F. ; STAINIER, P. ET STEEMANS, PH. (1994) :**

Les formations du Dévonien inférieur du Massif de la Vesdre, de la fenêtre de Theux et du Synclinorium de Dinant (Belgique, France), Mém. Expl. Cartes Géol. et Minières de la Belgique, 38 p.

**GOGU, R.C. (2000) :**

Advances in groundwater protection strategy using vulnerability mapping and hydrogeological GIS databases, Thèse de doctorat, LGIH, Fac. Sciences Appliquées, Université de Liège, inédit

**GOGU, R.C. ; CARABIN, G. ; HALLET, V. ; PETERS, V. ET DASSARGUES, A. (2001) :**

GIS-based hydrogeological database and groundwater modelling, Hydrogeology Journal, 9, 555-569

**I.N.A.S.E.P. (2007) :**

Commune de Beauraing, captage de Pondrôme – Demande d'autorisation de captage et détermination des zones de prévention, étude de SPRL Bureau Conseil en Géologie

**MAMET, B. ET PRÉAT, A. (2005) :**

Microfaciès d'une lentille biohermale à la limite Eifelien/Givetien (Wellin, bord sud du Synclinorium de Dinant), Geologica Belgica, 8/3, 85-111

**MANSY, J.-L. ET LACQUEMENT, F. (2002) :**

Le Paléozoïque du Nord de la France et de la Belgique, Géologues, Rev. off. de l'Union française des Géologues, 133-134, 7-24

**MICHEL, G. (2001) :**

Le vallon karstique du Ri d'Ave à Wellin (province de Luxembourg), Eco Karst, 46, 2-8

**NOGARÈDE, P. ; REKK, S. ET HALLET, V. (2011) :**

Carte hydrogéologique de Wallonie, Planchettes Houyet – Han-sur-Lesse n° 59/1-2. Edition : Service public de Wallonie, DGO3 (DGARNE), Belgique, Dépôt légal D/2011/12.796/4 - ISBN 978-2-8056-0095-1

**POEHLS, D.J. & SMITH, G.J. (2009) :**

Encyclopedic Dictionary of Hydrogeology, Elsevier Academic press, 517 p.

**QUINIF, Y. ET AL. (1991) :**

Couvin-Nismes, Lapiaz n° 8, Revue de l'Equipe Spéléo du Centre et de Mons, 32 p.

**REKK, S. ET DOSSIN, F. (2005) :**

Carte hydrogéologique de Wallonie, Planchettes Grupont – Saint-Hubert n° 59/7-8, Edition : Service public de Wallonie, DGO3 (DGARNE), Belgique

**SCHUDEL, B. ; BIAGGI, D. ; DERVEY, T. ; KOZEL, R. ; MÜLLER, I. ; ROSS, J. H. ET SCHINDLER, U. (2002) :**

Utilisation des traceurs artificiels en hydrogéologie – Guide pratique, Groupe de travail Traçage de la Société suisse d'hydrogéologie SSH, rapp. OFEG, série Géol. 3, 87 p.

**SERVAIS, A. (2006) :**

Contribution à l'étude hydrogéologique des calcaires givetiens du bassin versant de la Lesse, Mémoire Lic. Sci. Géologiques, Université Libre de Bruxelles, 89 p.

**S.P.W. - D.G.O. 3 (2012).**

Etat des nappes d'eau souterraine de la Wallonie. Edition : Service public de Wallonie, DGO 3 (DGARNE), Belgique. Dépôt légal D/2012/11802/106 - ISBN : 978-2-8056-0111-8.

**THORNTON C.W., MATHER J.R. (1995) :**

The water balance, Publication 8, 1-86, Centeron N.J., Laboratory of Climatology.

**UNESCO-OMM, 1992**

Glossaire international d'hydrologie, seconde édition, 413 p.

**VAN DEN BROECK, E. ; MARTEL, E.-A. ET RAHIR, E. (1910) :**

Les cavernes et les rivières souterraines de la Belgique, Tome 1 : Les calcaires dévoniens du Bassin de Dinant, Bruxelles, pp. 125-133

**VAN WITTENBERGE, F., (2008) :**

Etude hydrogéologique approfondie des Carrières du Fond des Vaulx à Wellin, Rapport final, Version 2.0, Mars 2008, Faculté Polytechnique de Mons, Service Géologique

**WOJDA, P. ; DACHY, M. ; POPESCU, C. ; RUTHY, I. ; GARDIN, N. ; BROUYÈRE, S. ET DASSARGUES, A. (2005) :**

Appui à la conception de la structure, à l'interfaçage et à l'enrichissement de la base de données hydrogéologiques de la Région wallonne, Convention subsidiée par Service public de Wallonie, DGARNE – Université de Liège.

## XI. ANNEXE 1: LISTE DES ABRÉVIATIONS

**CWEPSS** : Commission Wallonne d'Etude et de Protection des Sites Souterrains  
<http://www.cwepss.org>

**DGARNE** : Service public de Wallonie. Direction Générale de l'Agriculture, des Ressources naturelles et de l'Environnement. DGO3  
Avenue Prince de Liège, 15 à 5100 JAMBES  
<http://environnement.wallonie.be/>

**DCENN** : Direction des Cours d'Eau Non Navigables  
Direction des Eaux Souterraines  
Depuis le 1<sup>er</sup> août 2008, Ministère wallon de l'Équipement et des Transports et le Ministère de la Région wallonne ont fusionné pour donner naissance au Service public de Wallonie. Ainsi la DGRNE est reprise dans la Direction générale opérationnelle 3 (DGO3) dont les domaines de compétences sont l'Agriculture, les Ressources naturelles et l'Environnement. La Direction des Eaux Souterraines est incluse dans le Département de l'Environnement et de l'Eau.

**I.N.A.S.E.P.** : Intercommunale Namuroise de Services Publics  
<http://www.inasep.be>

**IRM** : Institut Royal Météorologique, Section Climatologie.  
Avenue Circulaire, 3 à 1180 BRUXELLES  
<http://www.meteo.oma.be/IRM-KMI/>

**SETHY** : Service d'études hydrologiques

**SGB** : Service Géologique de Belgique.  
Département VII de l'Institut royal des Sciences Naturelles de Belgique  
Rue Jenner, 13 à 1000 BRUXELLES  
<http://www.sciencesnaturelles.be/geology>

**S.W.D.E.** : Société Wallonne des Eaux  
<http://www.swde.be>

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

**S.P.W.**  
Service Public de Wallonie. Place Joséphine-Charlotte 2, 5100 Jambes (Namur)-Belgique (<http://spw.wallonie.be>).

## XII. ANNEXE 2 : TABLE DES OUVRAGES CITÉS DANS LA NOTICE

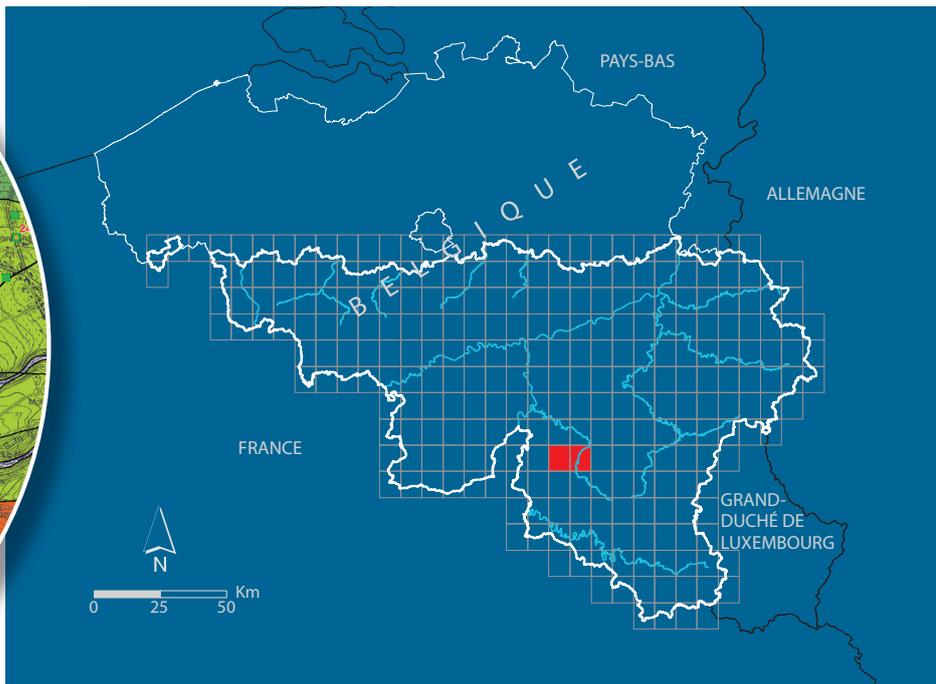
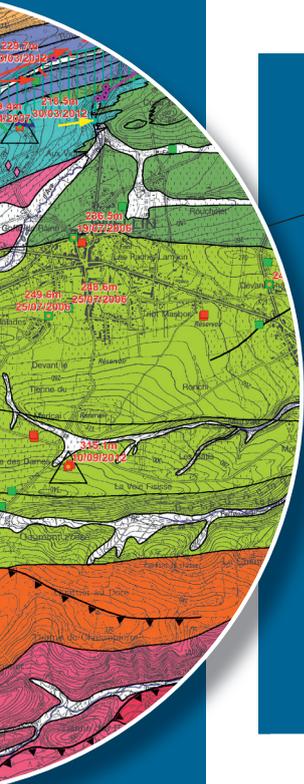
NUMERO	IDRW	CODERW	NOM	TITULAIRE	EXPLOITANT	TYPE	X	Y	PROF
DIXSOU00_21802	1164	5961010	SPINOIR	CARRIERES DU FOND DES VAULX S.A.	VAN VLODORP BRUNO	Autre ouvrage	203800	87360	21
DIXSOU00_22597	1358	5956004	BIDRIFONTAINE - PUIITS 1	SWDE	SWDE	Puits des sociétés de distribution publique	200495	82220	0
DIXSOU00_22946	1465	5961001	PUIITS DE L'EGLISE P1	SWDE	SWDE	Puits des sociétés de distribution publique	203300	86030	35
DIXSOU00_23949	1774	5969002	BOIS DE TRANSINNE-SOURCE	COMMUNE DE TELLIN	COMMUNE DE TELLIN	Drain	209300	80630	0
DIXSOU00_24020	18	5953005	CAPTAGE DE REVOGNE	COMMUNE DE ROCHEFORT	COMMUNE DE ROCHEFORT	Drain	199380	87423	0
DIXSOU00_24891	2172	5954003	PUIITS INASEP	I.N.A.S.E.P.	MONSIEUR LIBERTIAU	Puits des sociétés de distribution publique	195143	83002	0
DIXSOU00_25424	2631	5965002	BRULONS - CHESTREE	S.W.D.E.	SWDE	Puits des sociétés de distribution publique	205520	84400	48
DIXSOU00_25520	2705	5959003	RENAUCHAMPS	S.W.D.E.	SWDE	Puits des sociétés de distribution publique	200890	81140	35
DIXSOU00_25662	2797	5958001	SOURCES BAS S1 (EX-GEMBES)	S.W.D.E.	SWDE	Drain	198993	80083	0
DIXSOU00_26072	3082	5963002	BOIS THOMAS	COMMUNE DE TELLIN	COMMUNE DE TELLIN	Source	209035	85725	0
DIXSOU00_26003	3001	5964004	MINERAL P1	SWDE	SWDE	Puits des sociétés de distribution publique	202958	84588	0
DIXSOU00_26129	3204	5956001	PUIITS SERCHIEBE	SWDE	SWDE	Puits des sociétés de distribution publique	199527	83843	0
DIXSOU00_26252	3510	5956005	AVE (EX SERCHIEBE) D1	SWDE	SWDE	Drain	200911	81602	0
DIXSOU00_26293	3616	5961002	HALMA P1	SWDE	SWDE	Puits des sociétés de distribution publique	204174	85484	33
DIXSOU00_26406	3918	5961006	LA MAURLIERE	SWDE	SWDE	Puits des sociétés de distribution publique	202853	86883	33
DIXSOU00_26409	3922	5969003	BARRIERE DE TRANSINNE	S.A. CIMENTERIES C.B.R.	PH. DELPORTE - P. KOCH	Autre ouvrage	209200	78700	0
DIXSOU00_26512	4196	5952001	CITRONNET	I.N.A.S.E.P.	MONSIEUR LIBERTIAU	Source	197717	86096	0
DIXSOU00_26567	4347	5953007	NOUVEAU PUIITS BIHAIN	I.N.A.S.E.P.	MONSIEUR LIBERTIAU	Puits des sociétés de distribution publique	201316	85041	0
DIXSOU00_26592	4418	5966001	FOCHALLE DES SOURIS (RESTEIGNE)	COMMUNE DE TELLIN	COMMUNE DE TELLIN	Drain	208223	84629	0
DIXSOU00_26662	4593	5951003	PONDROME PUIITS DU FORBO	I.N.A.S.E.P.	MONSIEUR LIBERTIAU	Puits des sociétés de distribution publique	195406	87512	0
DIXSOU00_26726	478	5965001	LES FONDENAUX	SWDE	SWDE	Drain	207000	83810	0
DIXSOU00_26760	4882	5964001	LES HOUSSETS -	SWDE	SWDE	Puits des sociétés de distribution publique	203220	84390	56
DIXSOU00_26798	4979	5958002	SCOTTONS ANCIEN OU P1	SWDE	SWDE	Puits des sociétés de distribution publique	198447	78881	80
DIXSOU00_26954	5381	5956002	CROIX VICTOIRE	SWDE	SWDE	Puits des sociétés de distribution publique	199850	83360	0

NUMERO	IDRW	CODERW	NOM	TITULAIRE	EXPLOITANT	TYPE	X	Y	PROF
DIXSOU00_26967	5414	5962001	CHANLY P1 (EX-MONLEWE)	SWDE	SWDE	Puits des sociétés de distribution publique	206024	85264	15
DIXSOU00_27084	5720	5962005	PUITS JACOBY	JACOBY BERNARD	JACOBY BERNARD	Autre ouvrage	207347	86195	5
DIXSOU00_27224	6082	5961007	SOURD D'AVE	CARRIERE DES LIMITES	JEAN MARC FONZE	Drain	204601	87900	0
DIXSOU00_27266	6206	5953004	FROIDIEU	SWDE	SWDE	Puits des sociétés de distribution publique	200090	86016	0
DIXSOU00_27404	6573	5966002	FOCHALLE DES SOURIS-SOURCE B	COMMUNE DE TELLIN	COMMUNE DE TELLIN	Drain	208355	84750	0
DIXSOU00_27466	6734	5951004	PUITS TILLEUL	INASEP	INASEP	Puits des sociétés de distribution publique	194500	87900	0
DIXSOU00_27468	6739	5959001	FAYS FAMMENNE P1	SWDE	SWDE	Puits des sociétés de distribution publique	200689	81011	35
DIXSOU00_28073	8451	5953008	PUITS GOLINVAUX	GOLINVAUX ARTHUR	GOLINVAUX ARTHUR	Autre ouvrage	201673	85444	0
DIXSOU00_28171	8878	5954002	GARE	BETONAC S.A.	LOWEL HERMAN	Autre ouvrage	194043	82581	101
DIXSOU00_28276	909	5963001	SPIENCHAMPS (RESTEIGNE)	COMMUNE DE TELLIN	COMMUNE DE TELLIN	Puits des sociétés de distribution publique	207744	85638	50
DIXSOU00_28375	928	5958004	SCOTTONS NOUVEAU PUIITS ou P2	SWDE	S.W.D.E.	Puits des sociétés de distribution publique	198186	78510	125
DIXSOU02_65560	33292	5951006	PONDROME PF 1	INASEP	I.N.A.S.E.P.	Puits des sociétés de distribution publique	195838	87619	85
DIXSOU02_65561	33293	5951007	PONDROME PF 2	INASEP	I.N.A.S.E.P.	Puits des sociétés de distribution publique	195867	87488	0
DIXSOU02_65562	33294	5951008	PONDROME PF 3	INASEP	I.N.A.S.E.P.	Puits des sociétés de distribution publique	195856	87562	0
FPMSC02_31775	0	0	CFV_F02	CARRIERE FOND DES VAULX S.A.	CARRIERE FOND DES VAULX S.A.	Piézomètre	202298	86951	64
FPMSC02_31776	0	0	CFV_F04	CARRIERE FOND DES VAULX S.A.	CARRIERE FOND DES VAULX S.A.	Piézomètre	202046	86826	64
FPMSC02_31777	0	0	CFV_F05	CARRIERE FOND DES VAULX S.A.	CARRIERE FOND DES VAULX S.A.	Piézomètre	202015	87007	65
FPMSC02_31778	0	0	CFV_F06	CARRIERE FOND DES VAULX S.A.	CARRIERE FOND DES VAULX S.A.	Piézomètre	202074	86733	65
FPMSC02_31779	0	0	CFV_F07	CARRIERE FOND DES VAULX S.A.	CARRIERE FOND DES VAULX S.A.	Piézomètre	202180	87220	66
FPMSC02_31780	0	0	CFV_F10	CARRIERE FOND DES VAULX S.A.	CARRIERE FOND DES VAULX S.A.	Piézomètre	202542	87187	65
FPMSC02_31781	0	0	CFV_F12	CARRIERE FOND DES VAULX S.A.	CARRIERE FOND DES VAULX S.A.	Piézomètre	202855	86928	65
FPMSC02_31783	0	0	CFV_dech2	CARRIERE FOND DES VAULX S.A.	CARRIERE FOND DES VAULX S.A.	Piézomètre	202660	87173	42
FPMSC02_31930	0	0	CFV_Viaduc	CARRIERE FOND DES VAULX S.A.	CARRIERE FOND DES VAULX S.A.	Piézomètre	204105	87735	20
FPMSC02_31931	0	0	CFV_Step	CARRIERE FOND DES VAULX S.A.	CARRIERE FOND DES VAULX S.A.	Piézomètre	203672	87509	32
FPMSC02_31932	0	0	CFV_X	CARRIERE FOND DES VAULX S.A.	CARRIERE FOND DES VAULX S.A.	Piézomètre	202922	86920	100
FPMSC02_31933	0	0	CFV_CarriPre	CARRIERE FOND DES VAULX S.A.	CARRIERE FOND DES VAULX S.A.	Autre ouvrage	202969	87223	51
FPMSC02_31934	0	0	CFV_MH1	CARRIERE FOND DES VAULX S.A.	CARRIERE FOND DES VAULX S.A.	Piézomètre	202633	87325	100
FPMSC02_31935	0	0	CFV_MH2	CARRIERE FOND DES VAULX S.A.	CARRIERE FOND DES VAULX S.A.	Piézomètre	203511	87606	99
FUNDPN02_17548 9	0	0	LIMITES 1	CARRIERE DES LIMITES	JEAN MARC FONZE	Piézomètre	205658	87517	0
FUNDPN02_17549	0	0	LIMITES 3	CARRIERE DES LIMITES	JEAN MARC FONZE	Piézomètre	205846	87438	0

NUMERO	IDRW	CODERW	NOM	TITULAIRE	EXPLOITANT	TYPE	X	Y	PROF
1									
DIXSOU00_27598	7111	5958003	CAPTAGE DE GEMMES ANCIENNEMENT GOUBIERDURE	SWDE	S.W.D.E.	Drain	198573	78359	0
DIXSOU00_27755	7537	5956003	GROS CHENE P1	SWDE	S.W.D.E.	Puits des sociétés de distribution publique	199372	83874	90
DIXSOU00_27918	7937	5969001	HAIE DE DEVANT LA FANGE	COMMUNE DE LIBIN	COMMUNE DE LIBIN	Puits des sociétés de distribution publique	208170	78550	73
DIXSOU00_27959	8047	5953001	ANCIEN PUIITS BIHAIN	SWDE	S.W.D.E.	Puits des sociétés de distribution publique	201350	85075	40
DIXSOU00_28023	8223	5961008	PUITS LES HAYETTES	GERARD ALBERT	IDEM	Autre ouvrage	203239	86068	30
DIXSOU00_28061	838	5964003	MARGOUILLET P1	SWDE	S.W.D.E.	Puits des sociétés de distribution publique	203201	84374	50
DIXSOU00_28066	8444	5961012	PUITS BOSSEAU	MONSIEUR BOSSEAU	MONSIEUR BOSSEAU	Autre ouvrage	203060	85488	30
DIXSOU00_28067	8445	5961013	PUITS ROSSION	ROSSION ANDRE	ROSSION ANDRE	Autre ouvrage	203204	85544	35
DIXSOU00_28068	8446	5961014	PUITS DAMBLY	M DAMBLY	M DAMBLY	Autre ouvrage	204646	85720	44
DIXSOU00_28072	8450	5962007	PUITS GILLAIN	GILLAIN HERVE	GILLAIN HERVE	Autre ouvrage	204825	86148	0







SPW | Éditions, CARTES

Dépôt légal : D/2014/12.796/3 – ISBN : 978-2-8056-0148-4

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

N° Vert du SPW : 0800 11 901 - [www.wallonie.be](http://www.wallonie.be)