

## 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 Wasseiges - Braives



# WASSEIGES - BRAIVES

## 41/5-6

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

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



### NOTICE EXPLICATIVE

2015

Première version : Avril 2008  
Actualisation partielle : Janvier 2015

Dépôt légal – **D/2015/12.796/5** - ISBN : **978-2-8056-0176-7**

**SERVICE PUBLIC DE WALLONIE**

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

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



<b>CARTE HYDROGEOLOGIQUE DE WALLONIE .....</b>	<b>1</b>
<b>NOTICE EXPLICATIVE .....</b>	<b>1</b>
<b>WASSEIGES – BRAIVES.....</b>	<b>1</b>
<b>CARTE HYDROGEOLOGIQUE DE .....</b>	<b>2</b>
<b>AVANT-PROPOS.....</b>	<b>3</b>
<b>I. INTRODUCTION .....</b>	<b>5</b>
<b>II. CADRES GEOGRAPHIQUE, GEOMORPHOLOGIQUE ET HYDROGRAPHIQUE.....</b>	<b>6</b>
<b>III. CADRE GEOLOGIQUE .....</b>	<b>10</b>
III.1. CADRE GEOLOGIQUE GENERAL .....	10
III.2. CADRE GEOLOGIQUE REGIONAL.....	11
III.2.1 Cadre lithostratigraphique .....	12
III.2.1.1. Paléozoïque.....	12
III.2.1.2. Mésozoïque.....	15
III.2.1.3. Cénozoïque .....	17
III.2.1.4. Quaternaire.....	18
III.2.2 Cadre structural.....	18
<b>IV. CADRE HYDROGEOLOGIQUE.....</b>	<b>21</b>
IV.1. DESCRIPTION DES UNITES HYDROGEOLOGIQUES.....	24
IV.1.1 Paléozoïque .....	24
IV.1.1.1. Aquiclude du socle cambro-silurien.....	24
IV.1.1.2. Aquitard à niveaux aquifères du Givetien.....	24
IV.1.1.3. Aquiclude du Frasnien .....	24
IV.1.1.4. Aquifère des calcaires du Frasnien .....	24
IV.1.1.5. Aquiclude du Famennien .....	26
IV.1.1.6. Aquifère de l'Hastarien.....	26
IV.1.1.7. Aquifère des calcaires du Carbonifère .....	26
IV.1.1.8. Aquiclude à niveaux aquifères du Houiller .....	26
IV.1.2 Mésozoïque .....	26
IV.1.2.1. Aquiclude des marnes du Campanien .....	26
IV.1.2.2. Aquifères des Craies du Crétacé .....	27
IV.1.3 Cénozoïque.....	27
IV.1.3.1. Aquifère des sables du Paléocène .....	27
IV.1.3.2. Aquifère des sables de l'Oligocène.....	27
IV.1.3.3. Aquifère des sables de remplissage et Aquiclude des argiles de remplissage .....	28
IV.1.3.4. Aquifère alluvial.....	28
IV.1.3.5. Aquitard limoneux .....	28
IV.2. PHENOMENES KARSTIQUES .....	28
IV.3. DESCRIPTION DE L'HYDROGEOLOGIE REGIONALE .....	30
IV.3.1 Cadre général .....	30
IV.3.2 Piézométrie et sens d'écoulement.....	32
IV.3.2.1. Nappes de fissures des roches plissées et fracturées du Paléozoïque : le socle cambro-silurien	32
IV.3.2.2. Nappe de fissures des calcaires karstifiés dévono-carbonifères.....	32
IV.3.2.3. Nappe de pores et de fissures des craies du Crétacé.....	37
IV.3.2.4. Nappes de pores du Paléocène et de l'Oligocène .....	40
IV.3.2.5. Conclusions.....	40
IV.4. COUPES HYDROGEOLOGIQUES.....	41
IV.5. CARACTERE LIBRE, SEMI-CAPTIF, CAPTIF DES NAPPES .....	46

<b>V. CADRE HYDROCHIMIQUE .....</b>	<b>48</b>
V.1. CARACTERISTIQUES HYDROCHIMIQUES DES EAUX .....	48
V.1.1 Aquifère des craies du Crétacé .....	48
V.1.2 Commentaires.....	51
V.2. PROBLEMATIQUE DES NITRATES.....	53
V.2.1 Aquifère des craies du Crétacé .....	54
V.1. PROBLEMATIQUE DES MICROPOLLUANTS .....	61
V.1.1 Pesticides.....	62
V.1.2 Métaux .....	65
V.2. QUALITE BACTERIOLOGIQUE.....	66
V.3. ETAT DES MASSES D'EAU.....	68
<b>VI. EXPLOITATION DES AQUIFERES .....</b>	<b>71</b>
VI.1. VOLUMES PRELEVES POUR LA DISTRIBUTION PUBLIQUE.....	72
VI.2. AUTRES VOLUMES CAPTES .....	72
<b>VII. PARAMETRES HYDROGEOLOGIQUES.....</b>	<b>74</b>
VII.1. PARAMETRES D'ECOULEMENT.....	74
VII.1.1 Aquifère des craies du Crétacé .....	75
VII.1.2 Aquitard limoneux .....	75
VII.2. PARAMETRES DE TRANSPORT .....	75
VII.2.1 Aquifère des craies du Crétacé .....	76
<b>VIII. ZONES DE PROTECTION .....</b>	<b>78</b>
VIII.1. CADRE LEGAL.....	78
VIII.1.1 Zone de prise d'eau ou zone I .....	78
VIII.1.2 Zones de prévention rapprochée et éloignée ou zones IIa et IIb .....	79
VIII.1.3 Zone de surveillance ou zone III.....	80
VIII.1.4 Mesures de protection .....	80
VIII.2. ZONES DE PREVENTION AUTOUR DES CAPTAGES.....	80
VIII.2.1 Zones de prévention arrêtées.....	81
VIII.2.2 Zone de prévention à l'enquête publique.....	82
VIII.2.3 Zones de prévention à définir .....	83
<b>IX. METHODOLOGIE D'ELABORATION DE LA CARTE HYDROGEOLOGIQUE .....</b>	<b>84</b>
IX.1. INTRODUCTION.....	84
IX.2. COLLECTE DE DONNEES .....	84
IX.2.1 Données géologiques et topographiques .....	84
IX.2.2 Données météorologiques et hydrologiques .....	84
IX.2.3 Données hydrogéologiques .....	85
IX.2.3.1. La banque de données BD HYDRO.....	85
IX.2.3.2. Localisation des ouvrages et sources .....	86
IX.2.3.3. Données piézométriques .....	86
IX.2.3.4. Données hydrochimiques.....	86
IX.3. CONSTRUCTION DE LA CARTE HYDROGEOLOGIQUE.....	86
<b>X. BIBLIOGRAPHIE.....</b>	<b>90</b>
<b>XI. ANNEXE 1: LISTE DES ABREVIATIONS .....</b>	<b>95</b>
<b>XII. ANNEXE 2 : TABLE DES OUVRAGES CITES DANS LA NOTICE .....</b>	<b>96</b>

## AVANT-PROPOS

La carte hydrogéologique Wasseiges - Braives (41/5-6) 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).

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 Wasseiges - Braives a été réalisée en 2007 par Aurélie Sorel et Samantha Rekk (licenciées en Sciences Géologiques, **Sorel et al., 2007**) 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 2014 par S. Rekk (Dr en Sciences) avant sa publication sur Internet.

Nous remercions la Société Wallonne des Eaux (SWDE) 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 (CARMEUSE SA, Carrière de Moha).

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, trois 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 entre les villes de Huy et de Hannut, à cheval sur la Meuse, au nord de la Meuse, la région couverte par la carte 41/5-6 Wasseiges - Braives s'étend principalement sur la Province de Liège et en partie sur la Province de Namur (*Figure I.1*).

La région appartient au territoire de la Hesbaye. Cette zone géographique densément peuplée est caractérisée par l'absence de massif forestier et l'ampleur des horizons découverts. L'importance de la couverture limoneuse fait la richesse des cultures pratiquées, principalement de betteraves sucrières et céréales, en alternance avec des vergers.

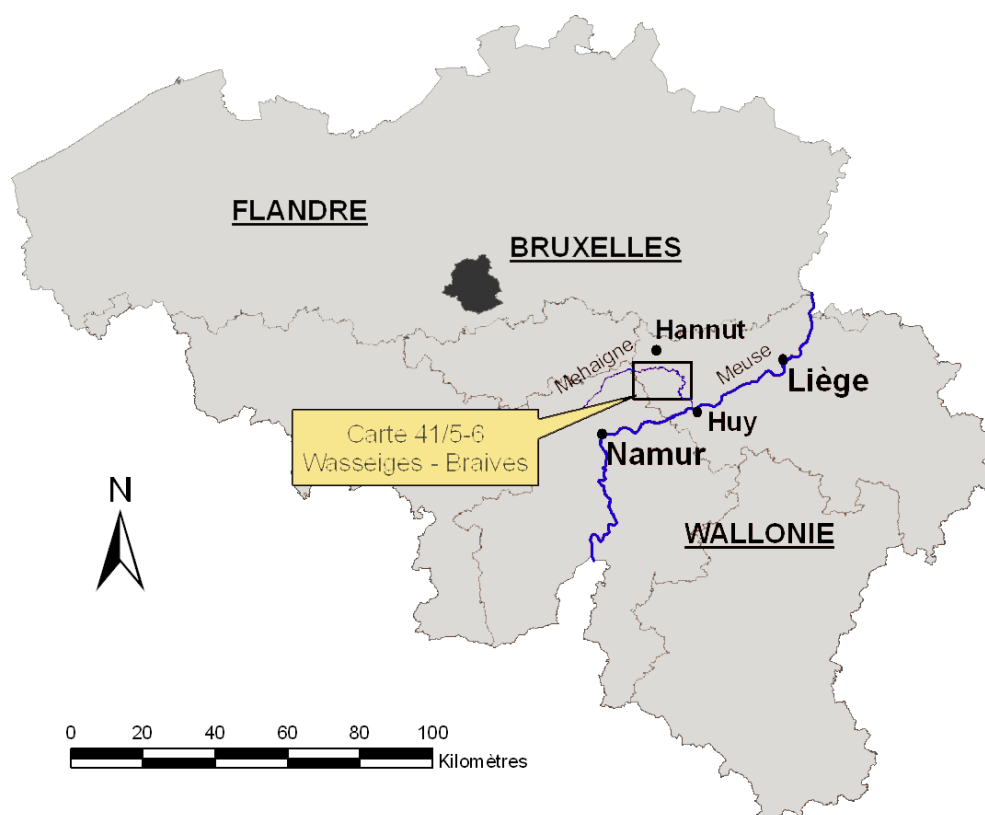


Figure I.1 : Localisation de la planche Wasseiges - Braives (planche IGN 41/5-6, au 1/25 000).

## II. CADRES GÉOGRAPHIQUE, GÉOMORPHOLOGIQUE ET HYDROGRAPHIQUE

D'une superficie de 160 km<sup>2</sup> (équivalent à une planche topographique au 1/25 000), la carte 41/5-6 Wasseiges - Braives s'étend majoritairement sur la Province de Liège, où elle couvre une partie du territoire des communes de Wasseiges, de Hannut, de Braives, de Villers-le-Bouillet, de Wanze, de Héron et de Burdinne ; ainsi qu'une partie de la commune de Fernelmont en Province de Namur.

Située en Moyenne Belgique, la région de Wasseiges - Braives couvre la partie occidentale de la Hesbaye dont la vocation agricole est bien ancrée dans le paysage. Aux environs de Braives, l'altitude culmine à 180 m environ. De vastes campagnes ouvertes, mollement ondulées par une succession de vallons secs, et parsemées de villages, assurent à la Hesbaye un bel exemple d'openfield<sup>1</sup>.

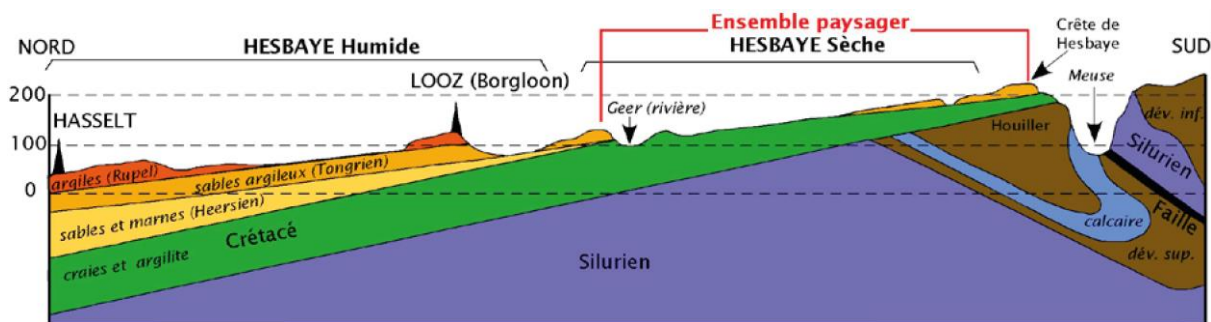


Figure II.1 : Coupe schématique du sous-sol de la Hesbaye (Mérenne et Van Gasse, 1978)

Une épaisse couche limoneuse, jusqu'à plus d'une dizaine de mètres, recouvre le sol de la région, permettant la pratique de nombreuses cultures. Les limons possèdent d'excellentes aptitudes agronomiques, qui varient cependant selon le drainage, directement influencé par la nature des roches sous-jacentes. Celles-ci ne sont pas partout les mêmes au sein de l'ensemble paysager. En fonction de leur perméabilité, les roches du sous-sol déterminent, en surface, un réseau hydrographique plus ou moins développé. Trois situations principales se rencontrent (CPDT, 2009) :

1. le limon repose sur de la craie. Du fait d'une bonne perméabilité de ce type de roche, l'eau s'infiltré facilement et profondément. Le réseau hydrographique est alors très peu développé. Les sols y sont plutôt secs ; c'est le domaine par excellence des grandes cultures. C'est le cas dans l'est de la Hesbaye et cette sous-région est d'ailleurs nommée « Hesbaye sèche » alors que le reste de la Hesbaye, vers l'ouest (cas 2 et 3), est nommée « Hesbaye humide » ;

<sup>1</sup> paysage découvert composé de parcelles non clôturées.



2. le limon repose sur des roches cohérentes telles que des calcaires, des schistes ou des grès. Sur ce type de roches cohérentes et nettement moins perméables, le limon peut devenir humide, rendant l'aptitude agronomique du sol plus médiocre ; des boisements ponctuent alors le plateau. Le réseau hydrographique est bien développé ;
3. le limon repose sur des sables parfois compactés en grès. Sur ces roches meubles ou faiblement indurées, la situation est intermédiaire et le drainage moyen ; les sols sont toujours favorables aux grandes cultures mais aussi aux prairies. Les rivières forment un réseau hydrographique de densité moyenne.

La carte Wasseiges - Braives se situe principalement dans le bassin hydrographique de la Meuse. Seul le coin nord-ouest de la carte se situe dans le bassin de l'Escaut.

Les bassins versants de la carte sont les suivants :

- le **bassin de la Mehaigne** (87,8 km<sup>2</sup>) occupe la partie centrale de la carte (*Figure II.2*), d'ouest en est : la **Mehaigne**, collecteur principal des eaux de la région, s'écoule d'ouest en est entre Wasseiges et Latinne, puis bifurque peu après Fallais en direction du sud vers Moha. La Mehaigne est un affluent direct de la Meuse juste en amont de Huy. Le bassin versant nord de la Mehaigne est peu étendu car la rivière suit de près la crête de partage des eaux des bassins de la Meuse et de l'Escaut ; il n'est occupé que par de petits vallons secs. La plupart des ruisseaux tributaires de la Mehaigne coulent dans des vallées marécageuses, très larges et peu encaissées. Les sols tourbeux ou fortement gleyifiés de la vallée de la Mehaigne posent d'ailleurs d'importants problèmes de drainage ;
- le **bassin du ruisseau de Meeffe** (33,2 km<sup>2</sup>) occupe le quart sud-ouest de la carte (*Figure II.2*) : le **ruisseau de Meeffe** s'écoule du sud vers le nord et se jette dans la Mehaigne au nord-ouest de la carte ;
- le **bassin de la Burdinale** (28,8 km<sup>2</sup>), à l'est du bassin du ruisseau de Meeffe (*Figure II.2*), occupe une position centrale sous le bassin de la Mehaigne : la **Burdinale** s'écoule d'ouest en est et se jette dans la Mehaigne au sud-est de la carte ;
- le **bassin du Geer** (7,5 km<sup>2</sup>) occupe une petite zone dans le coin NE de la carte (*Figure II.2*) ; le **Geer** est un affluent direct de la Meuse dans laquelle il se jette, à l'aval de Liège ;
- le **bassin de la Petite Gette** (3 km<sup>2</sup>) occupe une très petite zone dans le coin NW de la carte (*Figure II.2*) : la **Petite Gette** est un affluent indirect de l'Escaut via la Gette, le Démer, la Dyle et le Rupel.

Quatre stations de jaugeage se trouvent sur la carte (*Figure II.2*) :

- la station L6420 positionnée dans la Soile à Meeffe ;
- la station L6470 située dans la Mehaigne à Ambresin ;
- la station L6460 située dans la Burdinale au niveau d'Huccorgne ;
- la station 7144 située dans le Mehaigne à Huccorgne.

Les trois premières appartiennent à la Direction des Cours d'Eau non navigables (DCENN) et la quatrième au SPW (DGO3). Afin de mieux appréhender la gestion des cours d'eau, la DCNN a développé un réseau de 175 stations limnimétriques permettant de mesurer en continu des hauteurs d'eau et des débits sur l'ensemble de la Wallonie. L'ensemble des caractéristiques de ces stations est consultable sur le site <http://aqualim.environnement.wallonie.be>.

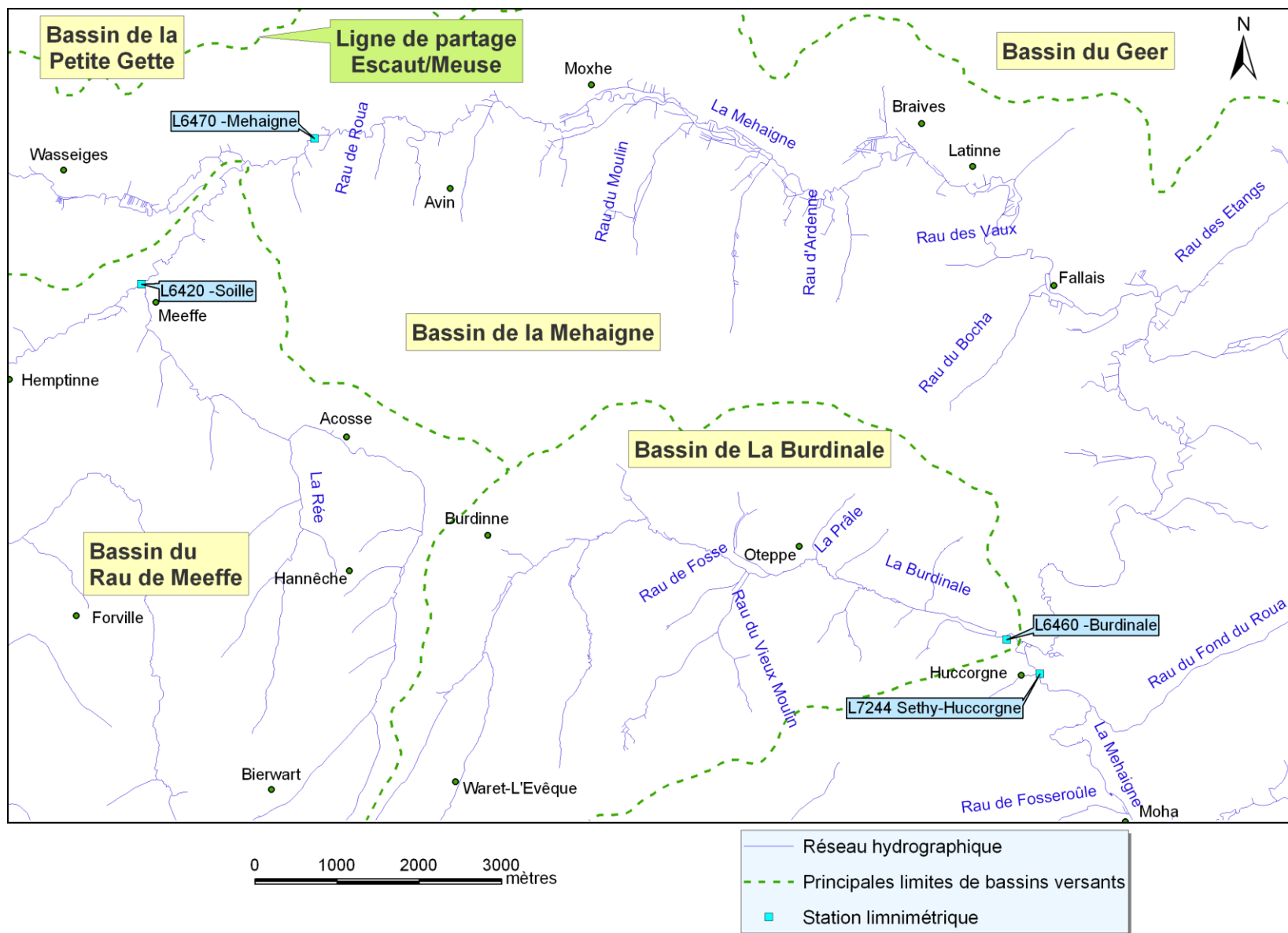


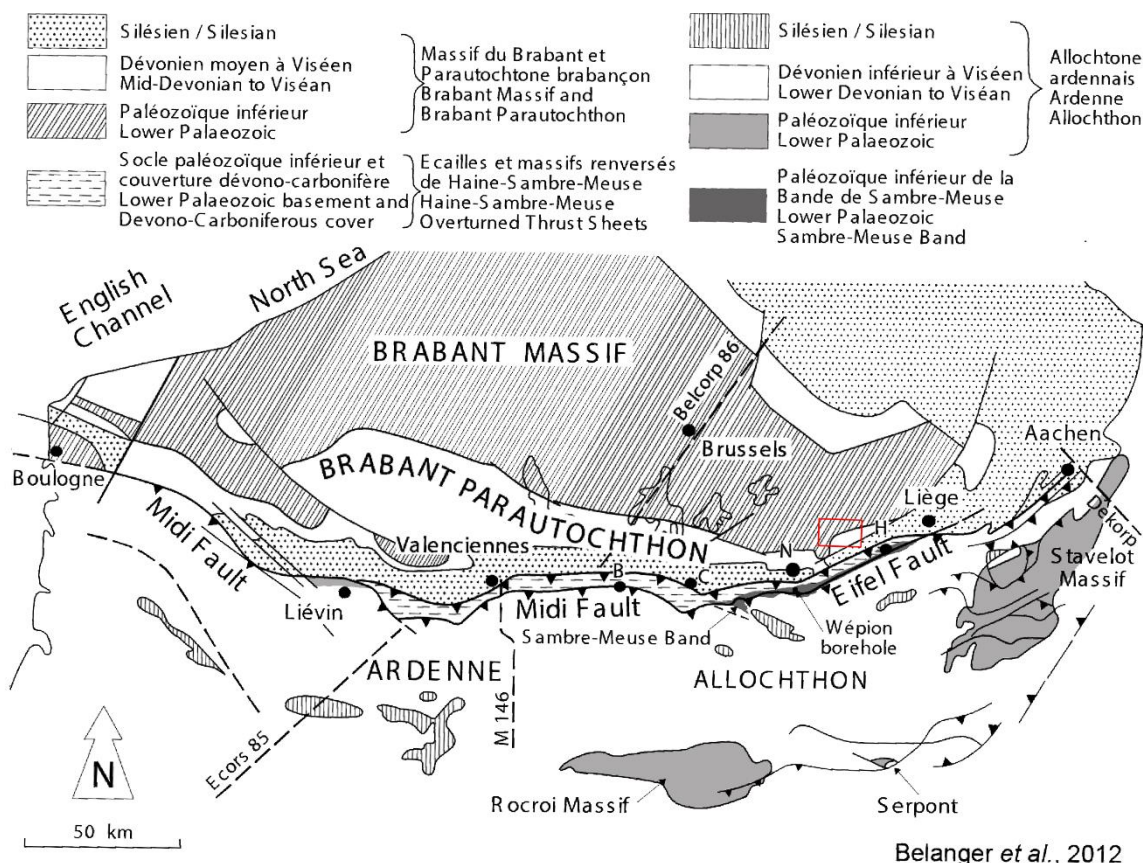
Figure II.2 : Carte du réseau hydrographique et des bassins versants de la région de Wasseiges - Braives

### III. CADRE GÉOLOGIQUE

#### III.1. CADRE GÉOLOGIQUE GÉNÉRAL

La carte Wasseiges - Braives appartient à la bordure sud du Massif du Brabant (*Figure III.1 et Figure III.2*). Les terrains du socle sont des roches détritiques terrigènes provenant de l'altération de roches volcaniques basiques au Cambrien inférieur et du démantèlement d'un complexe granito-gneissique au cours de l'Ordovicien (*André et al., 1986*). Ce socle a été plissé et fracturé lors du cycle orogénique calédonien, puis largement érodé en Wallonie. Il n'apparaît à l'affleurement que dans les vallées qui entaillent sa bordure méridionale, ce qui est le cas de la vallée de la Meuse. Au sud, il s'enfonce sous les terrains du Parautochtone brabançon dévono-carbonifère (*Figure III.2*).

Les couches sont disposées en plateaux, inclinées avec un faible pendage, entre 10 et 20° en moyenne, vers le sud. Elles sont limitées par la Faille Bordière qui laisse au sud le Sillon houiller dont le Comble Nord incline de 25° à 35° vers le sud.



**Figure III.1 : Localisation (cadre rouge) de la carte Wasseiges - Braives dans le Massif du Brabant (*Belanger et al., 2012*).**

Les craies du Campanien sont venues se déposer à la fin du Mésozoïque sur ce socle pénéplané (*Figure III.2*). Ces craies sont elles-mêmes surmontées, en discordance, par des formations sablo-argileuses tabulaires cénozoïques (landéniennes et tongriennes). La surface

de discordance entre le socle paléozoïque et la couverture mésozoïque est inclinée vers le nord. Au Quaternaire, la région a été recouverte d'une couche de limons éoliens (loëss), dont l'épaisseur varie suivant les endroits.

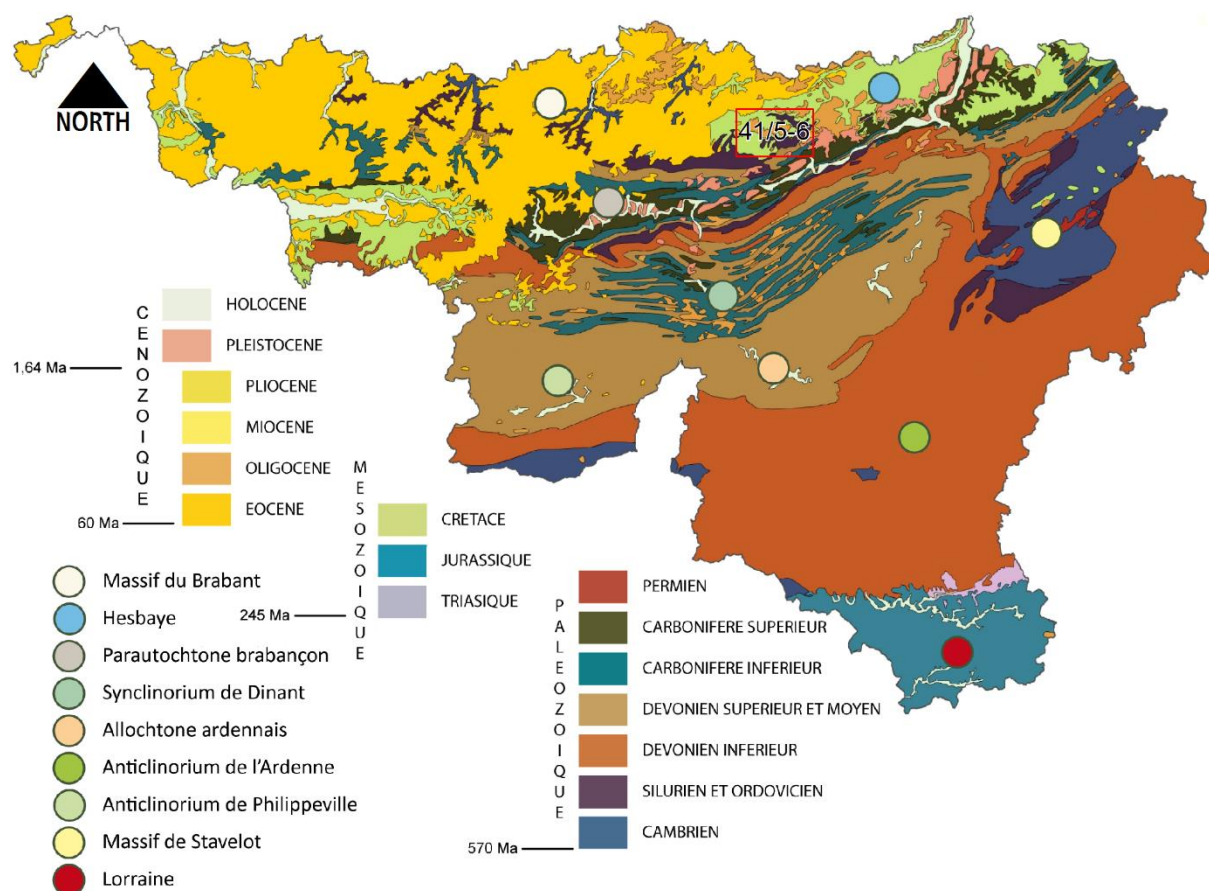


Figure III.2 : Localisation de la carte géologique Wasseiges – Braives en Wallonie (Boulvain, 2014).

### III.2. CADRE GÉOLOGIQUE RÉGIONAL

A défaut d'une carte géologique récente, la description lithologique des unités géologiques se réfère à la carte n°132 réalisée en 1903 par Stainier et Malaise. Ce document sert de fond à la carte hydrogéologique. L'ensemble des unités géologiques en présence est repris au [Tableau III.1.](#)

La nouvelle carte géologique de Wasseiges – Braives (41/5-6) a déjà été levée mais n'a pas encore été publiée. Elle est cependant consultable à la DGARNE sous réserve de modifications. L'état d'avancement des nouvelles cartes géologiques peut être consulté sur le site <http://geologie.wallonie.be/>.



**Tableau III.1 : Tableau lithostratigraphique de la carte 41/5-6 Wasseiges – Braives (Stainier et Malaise, 1903).**

D'après la nomenclature actuelle				D'après la carte géologique de Stainier & Malaise de 1903										
ERE	SYSTÈME	SERIE	ETAGE	SYSTÈME ETAGE	ASSISE	Lithologie	Abréviation							
CENOZOÏQUE	QUATERNAIRE					Alluvion	alm							
						Limon	q3n, q3m							
	PALEOGENE	OLIGOCENE				Dépôts continentaux	Argile	Ona						
							Amas de cailloux	Onx						
						RUPELIEN	TONGRIEN	Inférieure	Sable fin avec cailloutis à la base	Tg1				
								Supérieure	Sable fin avec glaise intercalée	L2				
		PALEOCENE	THANETIEN	LANDENIEN			Inférieure	Sable	L1d					
								Tuffeau et psammite	L1c					
								Sable argileux grossier	L1b					
								Silex et cailloux roulés	L1a					
MESOZOÏQUE	CRETACE	SUPERIEUR	CAMPANIEN			Nouvelles	Craie	Cp3c-b						
							Craie à silex	Cp3a						
						Herve	Sable, marnes, grès, argile, gravier de base	Cp2						
PALEOZOÏQUE	CARBONIFERE	PENNSYLVANIEN	INFERIEUR	BASHKIRIEN	HOULLIER	Supérieur	Grès, psammite, schiste avec houilles variées	H2						
						Inférieur	Poudingue, arkose	H1c						
							Grès souvent feldspathique, psammite, schiste, houille, terre-houille	H1b						
							Ampélite, sans houille	H1a						
						MISSISSIPPIEN	SUPERIEUR	SERPURKHOVIEN				Calcaire	V2c	
		Brèche calcaire	V2cx											
		Calcaire grenu avec cherts	V2b											
		Calcaire	V2a											
		Dinant	Dolomie	V1by										
		DEVONIEN	SUPERIEUR	FRASNIEN				Ecaussinnes	Dolomie	T2y				
	Hastièrre							Dolomie	T1y					
	Bovesse							Mariembourg	Schiste	Fa1b				
								Franc-Waret	Schiste	Frd				
								Rhisnes	Calcaire	Frc				
	MOYEN							GIVETIEN					Calcaire	Frbo
													Dolomie	Frbp
		Schiste	Frbm											
	SILURIEN						Siltite et poudingue de Mazy	Gvb						
							Schiste ou phyllade et psammite	SI2b						
							Tufs k�ratophyriques	Y						
	ORDOVICIEN						Schiste	SI2a						
							Inférieure	Schiste quartzeux	SI1b					

### III.2.1 Cadre lithostratigraphique

#### III.2.1.1. Paléozoïque

Le Paléozoïque de la carte Wasseiges - Braives est repr esent e par l'Ordovicien, le Silurien, le Dévonien et le Carbonifère ([Tableau III.1](#)).

D'après la carte géologique de 1903 de Stainier et Malaise, les formations du Massif du Brabant sont constitu es de terrains d'âge silurien. L'Ordovicien en tant que système est apparu plus tard et correspond au Silurien inférieur de la carte de 1903 tandis que le Silurien actuel correspond au Silurien supérieur.

Le Massif du Brabant occupe la majeure partie de la carte, à l'exception de la partie sud-est qui appartient à la couverture dévono-carbonifère du Massif du Brabant. Les sédiments du socle brabançon affleurent dans la vallée de la Meuse et de celles de ses affluents. La



couverture dévono-carbonifère du Massif de Brabant repose ici en discordance sur le socle brabançon par l'intermédiaire des roches givetiennes (*Stainier et Malaise, 1903*) ou frasniennes (*Coen-Aubert & Lacroix, 1985*).

#### III.2.1.1.1. **Silurien inférieur (actuellement Ordovicien)**

Le Silurien inférieur (SI1b) affleure sur une mince bande près de Séron, dans la commune de Fernelmont. Il est constitué de schistes quartzeux pailletés et pyritifères.

#### III.2.1.1.2. **Silurien supérieur (Silurien)**

Le Silurien supérieur se compose de schistes (SI2a) surmontés de phyllades et de psammites (SI2b) avec quelques intrusions de roches magmatiques (tufs, rhyolites, porphyroïdes). Le sommet de ces terrains comporte des argiles d'altération. Ces roches siluriennes affleurent dans le fond des vallées de la Burdinale et de la Mehaigne pour autant que l'érosion ait suffisamment entaillé les dépôts post-paléozoïques.

#### III.2.1.1.3. **Dévonien**

Le Dévonien est constitué du Givetien, du Frasnien et du Famennien.

##### III.2.1.1.3.1. *Etage Givetien*

Le Givetien de la carte wasseiges – Braives se compose de siltites et du poudingue de Mazy du Gvb.

*Sur la carte de 1903, Stainier décrit ces roches comme étant le Poudingue de Mazy. D'après des études plus récentes (Coen-Aubert et Lacroix, 1985), ces roches appartiendraient à une formation différente de celle de Mazy et seraient datées du Frasnien inférieur.*

##### III.2.1.1.3.2. *Etage Frasnien*

Le Frasnien se compose de l'Assise de Bovesse, de l'Assise de Rhisnes et de l'Assise de Franc-Waret. La première assise constitue la base du Frasnien et est composée de trois niveaux ; le Frbm schisteux, le Frbo constitué de calcaires construits et le Frby constitué de dolomies. L'épaisseur de cette assise serait d'environ 80 m. La seconde assise est constituée majoritairement de calcaires nodulaires (Frc) et la troisième, au sommet, est constituée de schistes (Frd).

##### III.2.1.1.3.3. *Etage Famennien*

Le Famennien est constitué par l'Assise de Mariembourg (Fa1b). Cette dernière débute par un niveau d'oligiste oolithique auquel se superposent des schistes.

#### III.2.1.1.4. **Carbonifère**

Le Carbonifère de la carte de Wasseiges - Braives est constitué du Tournaisien (T), du Viséen (V) et du Houiller (H).

##### III.2.1.1.4.1. Etage Tournaisien

Le Tournaisien est constitué par les dolomies à crinoïdes de l'Assise d'Hastière (T1y) et d'Ecaussines (T2y). Ces dolomies peuvent être intercalées de schistes.

##### III.2.1.1.4.2. Etage Viséen

Le Viséen comporte deux assises : l'Assise de Dinant constituée par les grandes dolomies et calcaires oolithiques (V1by) et l'Assise de Visé constituée par des calcaires (V2a), des calcaires grenus (V2b), une grande brèche calcaire (V2cx) et un autre niveau de calcaire (V2c).

L'exploitation de la carrière de Moha à Wanze a permis de préciser la lithologie des calcaires viséens rencontrés sur la carte (*Carmeuse SA, 1997*). On trouve, du plus ancien au plus jeune :

- l'encrinite de Flémalle (V1a) : calcaire gris, crinoïdique et dolomitisé surtout à la base ;
- l'Oolithe des Avins (V1a) : calcaire oolithique, grenu et localement dolomitisé ;
- le Calcaire de Terwagne (V1b) formé, à sa base, par une succession de calcaires fins localement bréchoïdes avec quelques passées d'argiles kaolinitiques, et ensuite une série de calcaires foncés, finement grenus, bien stratifiés. Sa partie supérieure est stratifiée, foncée, massive et comporte à son sommet quelques liserés schisteux de 1 à 2 cm ;
- le Calcaire de Neffe (V2a) constitué de calcaire clair massif et fréquemment oolithique d'une puissance de 40 m. Son sommet est marqué par le Banc d'Or de Bachant, qui est un horizon de cinérite grise altérée localement en jaune ;
- le Calcaire de Lives (V2b) : calcaires foncés, épais d'une centaine de mètres dans la région de Moha, comportant des joints schisteux dans sa partie supérieure. On distingue, au sein de la formation, les sous-unités suivantes (de la plus ancienne à la plus jeune) :
  - V2b  $\alpha$  : six séquences inférieures dont la faune s'enrichit progressivement ;
  - V2b  $\beta$  : grosse séquence avec quelques lits kaolinitiques et quelques niveaux à cherts. Présence de calcaires fins dans la partie supérieure et de nombreux coraux dans la partie inférieure ;
  - V2b  $\gamma$  : six séquences supérieures à faune très riche et quelques niveaux à cherts ;
  - V2b  $\delta$  : unité entièrement bioclastique à nombreux cherts et lits très riches en coraux ;
  - V2b  $\epsilon$  : unité organoclastique grise à fréquents coraux et brachiopodes ;

- le Calcaire de Seilles (V3a) débute par un lit argileux surmonté d'une vingtaine de séquences de calcaires alternativement clairs et foncés généralement massifs à chapeau stromatolitique.

La limite entre le V3 et la partie inférieure du Groupe Houiller n'est pas observable à Moha.

#### III.2.1.1.4.3. Houiller

Le Houiller (H) est un ancien nom désignant les grès, les siltites et les schistes bashkiriens (Pennsylvanien) et le Serpukhovien. Suivant le niveau stratigraphique, ces terrains sont pourvus ou non de couches de houille. D'un point de vue lithologique, on peut le subdiviser en une partie inférieure à houille maigre, le Namurien (H1) et en une partie supérieure, le Westphalien (H2).

Le H1 est subdivisé en trois unités :

- le H1a constitué d'ampélites<sup>2</sup> dépourvues de houille ;
- le H1b constitué de grès souvent feldspathiques, de conglomérats, de psammites<sup>3</sup>, de schistes et de houille maigre. Les sédiments argileux y sont prépondérants ;
- le H1c constitué de grès feldspathiques et d'un horizon de poudingue et d'arkose.

Au sommet du H1 apparaît un horizon de grès grossier à microconglomératique, désigné sous le nom de Poudingue Houiller, constitué de grains de charbon et de fragments de bois flottés.

Le H2 est principalement composé de schistes houillers avec des niveaux de grès, de schistes, de psammites et de couches de charbon. Ces roches sont caractérisées par une sédimentation rythmique et des variations latérales nombreuses et rapides, surtout dans les grès de la base des séquences. On y observe également des lits paléofluviatiles érodant des formations sous-jacentes et comblés par des dépôts sableux. Le sommet du H2 n'est pas atteint sur la carte Wasseiges – Braives, son épaisseur n'est dès lors pas connue.

### III.2.1.2. Mésozoïque

#### III.2.1.2.1. Crétacé

##### III.2.1.2.1.1. Etage Campanien

Seul le Crétacé supérieur (Campanien) est présent sur la carte Wasseiges – Braives. En Hesbaye, dans la région de Wasseiges-Braives, sont présentes les assises de Herve et de Nouvelles, de bas en haut :

---

<sup>2</sup> Roche schisteuse, noirâtre, dérivée d'argile riche en matière organique et en pyrite.

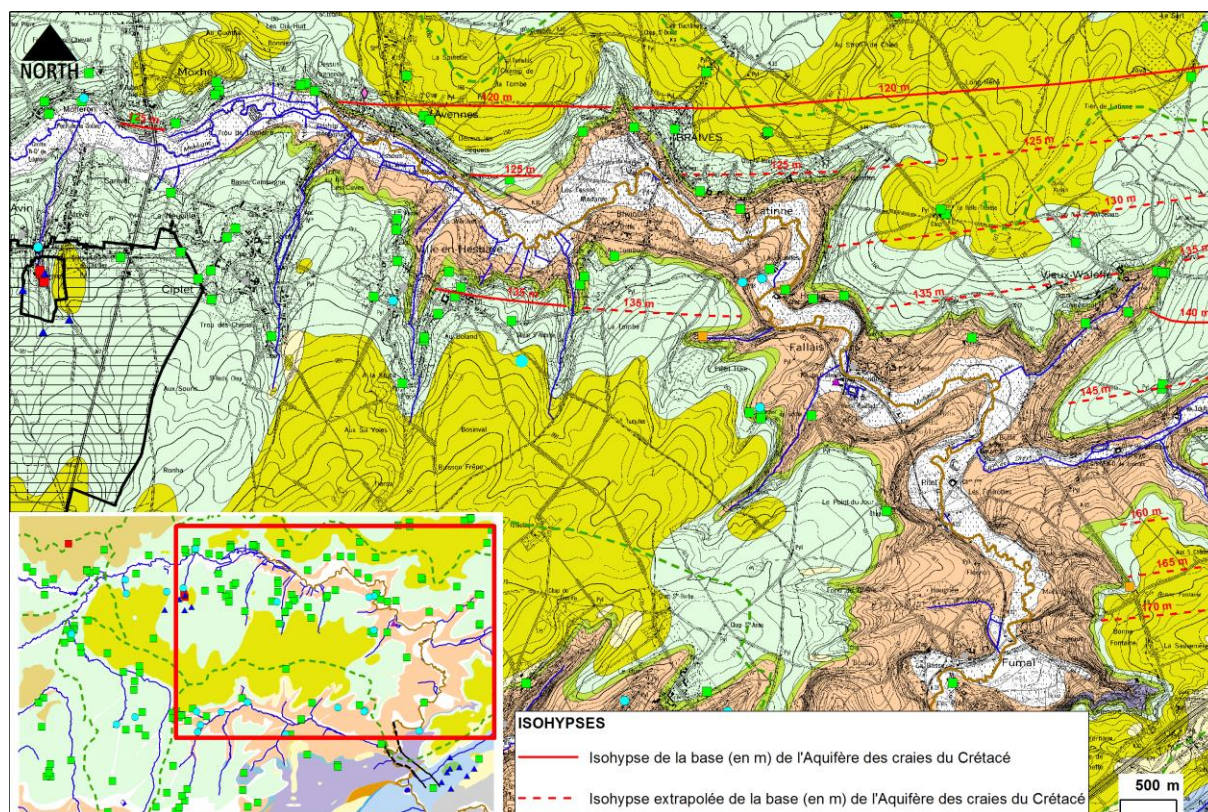
<sup>3</sup> Grès à ciment fréquemment argileux, riche en micas détritiques groupés en minces lits, d'où un délitage facile en plaquettes.

L'**Assise de Herve** (Cp2) consiste en un matériau marneux contenant 20 à 35 % de carbonates de calcium ( $\text{CaCO}_3$ ). Elle se compose essentiellement de marne blanche glauconifère, parfois sableuse, avec présence de sable ou de grès glauconifère et d'argile séléniteuse. La base est fréquemment soulignée par un fin conglomérat à cailloux arrondis de quartz, de quartzites, de grès, de schistes ou encore de calcaires. Des rognons de pyrite et de marcassite y abondent. Vers le sommet, elle devient plus crayeuse et se charge en glauconie (*Thorez et Monjoie, 1973*). Son épaisseur, qui croît vers l'est, ne fait que quelques mètres dans la région de Wasseiges – Braives.

L'**Assise de Nouvelles** (Cp3) se subdivise en un niveau de craies à silex noirs à la base (Craies d'Obourg, Cp3a) et un niveau de craies (craies de Nouvelles, Cp3c-b). Définie comme craie blanche, ou craie inférieure, elle se présente en bancs réguliers, inclinés de 1 à 2 % vers le NNE, et totalise une vingtaine de mètres d'épaisseur maximum ; soit les deux tiers de la puissance globale des craies dans la région de la Hesbaye. La fraction carbonatée avoisine les 95% avec quelques rares silex isolés. On observe, au sommet, un conglomérat à silex (Sx), issu de la dissolution de la craie (faciès d'altération) dont l'épaisseur, très variable, fait quelques mètres.

Les assises du Crétacé se terminent en biseau vers le sud. Au sud de la Meuse, on ne trouve plus que le conglomérat à silex.

La carte des isohypses de la base de l'aquifère des craies (*Figure III.3*) a été réalisée dans la région de Braives à partir de la carte située à l'est, 41/7-8 Jehaye - Bodegnée-St Georges.



**Figure III.3 : Carte des isohypses de la base de l'Aquifère des craies du Crétacé dans la région de Braives.**

### III.2.1.3. Cénozoïque

Les dépôts cénozoïques recouvrent principalement les terrains mésozoïques avec des épaisseurs variables. Ils subsistent aussi sous forme de lambeaux sur les terrains paléozoïques.

#### III.2.1.3.1. Eocène

##### III.2.1.3.1.1. Etage Landénien

Le Landénien se subdivise en deux assises :

L'Assise inférieure (L1) se compose à sa base par un niveau de silex corrodés et de cailloux blancs (L1a) surmontés par des sables glauconifères argileux grossiers (L1b). Vient ensuite un niveau de psammites et de tufeau (L1c). Le sommet de l'unité se termine par un niveau de sable glauconifère (L1d).

L'Assise supérieure (L2) est constituée de sables fins avec des niveaux de glaise intercalés.

#### III.2.1.3.2. Oligocène

Au sein de l'Oligocène se trouve les sables du Tg1 et les dépôts continentaux (O). Leur épaisseur est variable.

#### III.2.1.3.2.1. Etage Tongrien

Sur la carte, le Tongrien (Tg) comprend des sables fins parfois argileux avec un cailloutis à la base. Ils peuvent reposer directement sur les dépôts du Mésozoïque.

#### III.2.1.3.2.2. Dépôts supérieurs continentaux

Ces dépôts sont composés par un assemblage d'argiles (argiles plastiques d'Andenne, Ona) et de cailloux blancs (Onx). Sur la carte à l'est (41/7-8 Jehay-Bodegnée - Saint-Georges-sur-Meuse), ces dépôts évoluent vers des sables graveleux feldspathiques avec des amas de cailloux, de grès blanc et de glaises plastiques.

Ils subsistent piégés dans des paléokarsts et sous forme de lambeaux sur les terrains paléozoïques.

#### III.2.1.4. Quaternaire

Les roches du Quaternaire consistent en des alluvions modernes ou anciennes formées de galets, de graviers, de sables, d'argiles et de limons.

L'extension des alluvions des anciennes vallées n'a pas été cartographiée sur la carte géologique de 1903 de Stainier et Malaise mais on retrouve des annotations aux endroits où leur présence est attestée. Il s'agit de cailloutis des terrasses des grandes vallées (q2m), d'éléments remaniés d'origine voisine (q2o) et de limons (q3n, q3m) qui affleurent un peu partout sur la carte.

Les alluvions modernes (alm) sont constituées de graviers, de sables et d'argiles déposés au cours du quaternaire par la Meuse et ses affluents.

Un manteau limoneux recouvre les plateaux. Ces limons éoliens sont parfois épais de plus de 10 m (épaisseur entre 2 et 20 m).

### III.2.2 Cadre structural

Les terrains de la carte Perwez - Eghezée se répartissent en deux ensembles séparés par une surface de discordance angulaire :

- le socle brabançon ou Massif de Brabant, plissé et faillé ;
- la couverture méso-cénozoïque monoclinale.

Le socle brabançon est composé d'un ensemble de roches silicoclastiques d'âge cambrien à silurien, plissées et fracturées lors de la phase acadienne du cycle orogénique calédonien, auquel s'ajoute éventuellement une partie de la couverture dévonienne, non déformée lors du cycle orogénique hercynien, et reposant en discordance sur le socle (**Belanger et al., 2012**).



Cette couverture est formée de couches en plateures, de direction générale N65°E à pendage régulier d'une quinzaine de degrés vers le sud.

D'après les travaux récents de Pingot et Delcambre **(2006)** sur la nouvelle carte géologique située à l'ouest (Perwez – Eghezée, 40/7-8), une faille majeure de chevauchement existerait au sein du socle brabançon. Cette faille, dite de « l'Orne – Noirmont – Baudecet », traverse toute la carte Perwez – Eghezée d'ouest en est et se poursuit fort probablement sur la carte de Wasseiges – Braives (*Figure III.4*). Sur cette dernière carte, son tracé devrait évoluer d'ouest en est, en partant de Wasseiges et en allant vers Braives, en suivant le cours de la Meuse, qui en serait le témoignage le plus évident. Comme pour la carte voisine de Perwez - Eghezée, le socle paléozoïque de la carte Wasseiges – Braives doit vraisemblablement être divisé en deux unités tectoniques séparées par la faille de charriage de l'Orne – Noirmont - Baudecet. Ces deux unités structurales sont **(Pingot et Delcambre, 2006)** :

- l'Unité Senette - Thyle - Orneau. Elle occuperait la partie méridionale de la carte et comprendrait les terrains d'âge Cambrien supérieur à Silurien (*Figure III.4*) ;
- l'Unité brabançonne supérieure, charriée du nord vers le sud sur la précédente. Elle renfermerait les terrains d'âge Cambrien inférieur (*Figure III.4*).

Les dépôts méso-cénozoïques se superposent, avec un léger pendage nord, sur le socle paléozoïque imparfaitement aplani.

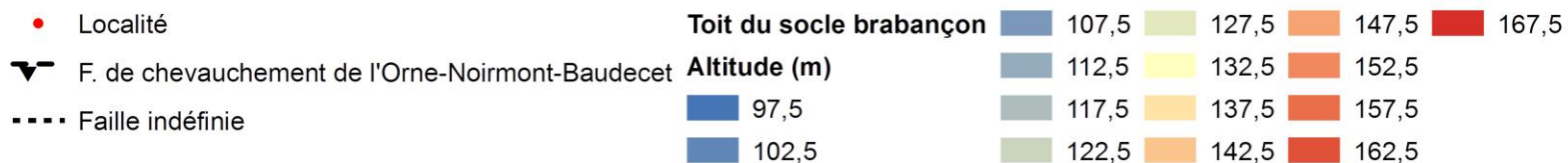
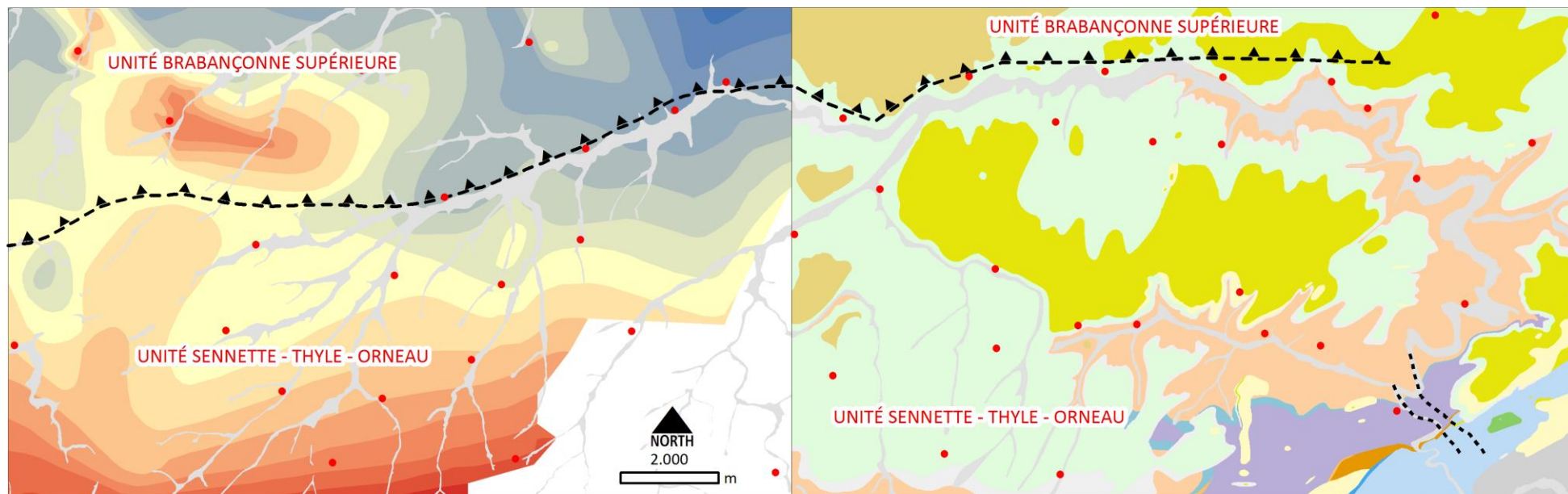
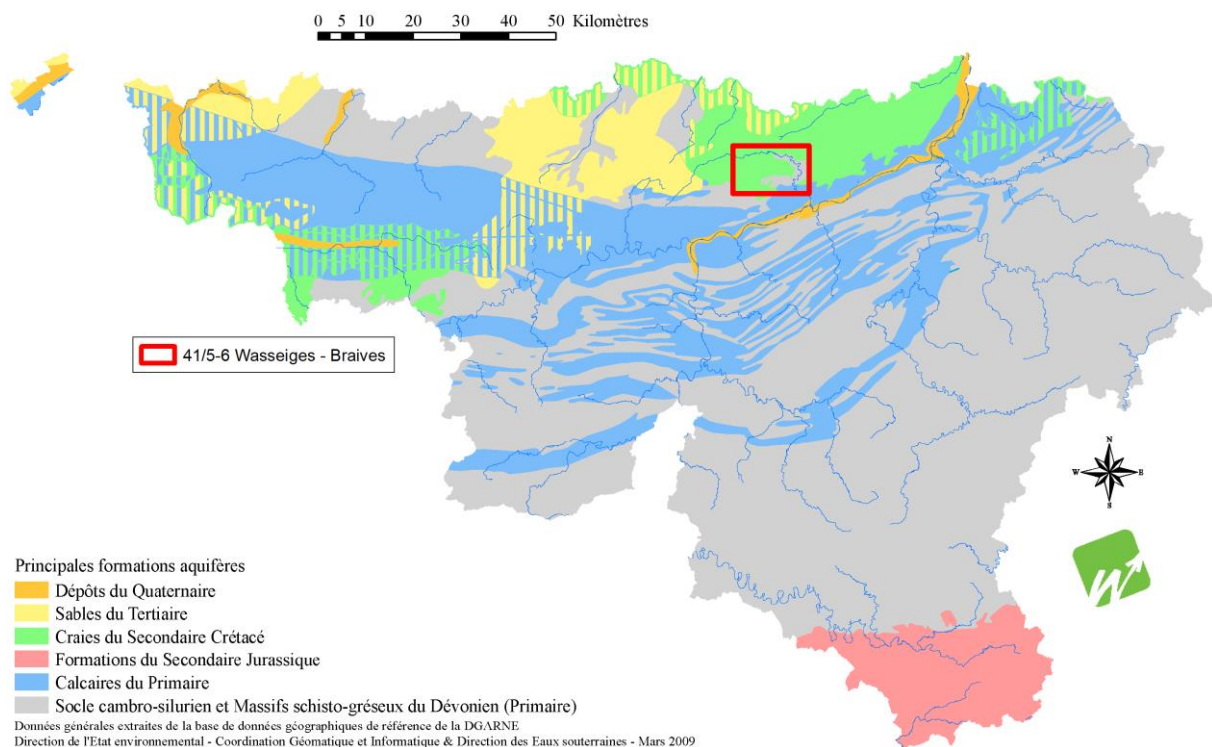


Figure III.4 : A gauche, paléotopographie du socle brabançon de la carte Perwez - Eghezée (40/7-8) (d'après Pingot et Delcambre, 2006) et à droite, carte hydrogéologique de Wasseiges - Braives avec les failles de *Stainier* et *Malaise* (1903) et le tracé hypothétique de la faille de chevauchement de l'Orne-Noirmont-Baudécet décrite par Pingot et Delcambre (2006) pour la carte 40/7-8.

## IV. CADRE HYDROGÉOLOGIQUE

A l'échelle de la Wallonie (*Figure IV.1*), la carte se situe à cheval sur trois « formations » aquifères principales : les « Craies du Secondaire Crétacé » superposées sur « Socle cambro-silurien et Massifs schisto-gréseux du Dévonien (Primaire) » et sur les « Calcaires du Primaire ».



**Figure IV.1 : Localisation de la planche 41/5-6 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, les « **Craies du Secondaire Crétacé** » comprennent les nappes suivantes :

- des craies de Hesbaye, délimitées par les vallées de la Meuse, de la Mehaigne et du Geer ;
- des craies du Brabant et des deux Flandres, captives sous couverture cénozoïque ;
- des craies du Pays de Herve, encadrées par la Meuse et la Vesdre ;
- du Crétacé indifférencié du Pays de Herve ;
- des craies du Bassin de Mons. Ces dernières se situent dans la dépression du Bassin de la Haine, cuvette comblée localement par plus de 300 m de sédiments d'âge Crétacé. L'aquifère est composé d'un ensemble de formations carbonatées plus ou moins perméables. C'est un aquifère majeur qui se prolonge à l'ouest, au-delà de la frontière française dans le bassin de l'Escaut ;
- du Crétacé indifférencié du Hainaut.

Les « **Calcaires du Primaire** » regroupent les calcaires du Carbonifère et du Dévonien. 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. 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.

Au niveau de la carte Wasseiges - Braives, 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 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*) :

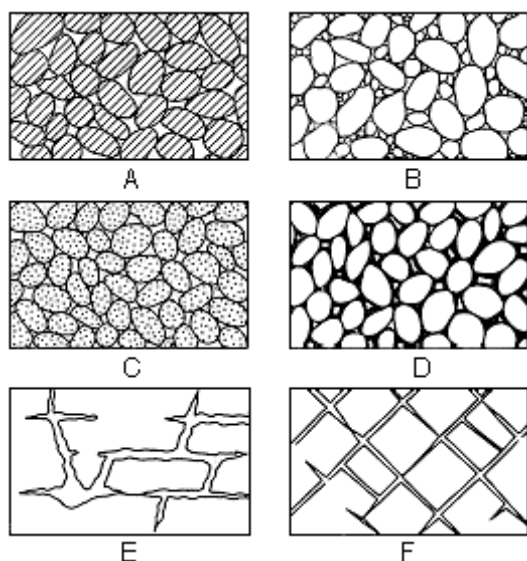
- **Aquifère** : formation perméable permettant d'exploiter de grandes quantités d'eaux souterraines ;
- **Aquitard** : formation semi-perméable dans laquelle l'écoulement se fait à une vitesse plus réduite que dans un aquifère, son exploitation est possible mais de capacité limitée ;
- **Aquiclude**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

Ces définitions assez subjectives sont à manipuler avec précaution. Elles sont utilisées ici afin de renseigner, à une échelle régionale, sur le caractère globalement perméable, semi-perméable ou peu perméable d'un ensemble de couches géologiques. Elles donnent une idée du potentiel économique que représentent les différentes unités hydrogéologiques en termes d'exploitation. Elles se basent 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 (quartz, calcite, etc.), peuvent constituer des zones de circulation préférentielles des eaux souterraines, du moins dans les calcaires et les grès.

De manière générale c'est la porosité efficace (la capacité pour une roche saturée de libérer un fluide par drainage gravitaire) et la perméabilité, proportionnelle à la granulométrie des grains, qui va déterminer le caractère plus ou moins aquifère d'une roche meuble ([Tableau IV.1](#)). Les roches cohérentes sont, en principe, peu perméables. Néanmoins, la fissuration, l'altération ou la dissolution peuvent modifier leur perméabilité ([Figure IV.2](#)) :

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



**Figure IV.2 : Différents types de porosité dans les roches meubles et cohérentes.**  
**A, Roche sédimentaire de granulométrie triée, porosité élevée ; B, roche sédimentaire de granulométrie mal triée, porosité faible ; C, roche sédimentaire de granulométrie triée et constituée de grains poreux, porosité très élevée ; D, roche sédimentaire de granulométrie triée mais dont la porosité est diminuée par une précipitation minéral dans les interstices ; E, roches cohérentes rendues poreuses par dissolution ; F, roches cohérentes rendues poreuses par fracturation (Meinzer, 1923).**

**Tableau IV.1 : Exemple de porosité totale, porosité efficace et perméabilité des principaux types de roches (d'après Banton, 1997 et Castany, 1982, modifié).**

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

## IV.1. DESCRIPTION DES UNITÉS HYDROGÉOLOGIQUES

Les unités hydrogéologiques définies pour la carte Wasseiges - Braives sont décrites ci-dessous dans l'ordre stratigraphique, de la plus ancienne à la plus récente. Elles sont reprises de manière synthétique dans le [Tableau IV.2](#), présent également sur le poster A0 accompagnant cette notice explicative.

### IV.1.1 Paléozoïque

#### IV.1.1.1. *Aquiclude du socle cambro-silurien*

Les schistes et phyllades peu perméables du socle brabançon (SI1b, SI2a, SI2b) forment l'Aquiclude du socle cambro-silurien.

#### IV.1.1.2. *Aquitard à niveaux aquifères du Givetien*

L'Aquitard à niveaux aquifères du Givetien est formé de siltites avec quelques bancs de calcaire finement grenu. Les siltites (aquitard) présentent une perméabilité meilleure que les schistes et les niveaux de calcaires constituent les niveaux aquifères.

#### IV.1.1.3. *Aquiclude du Frasnien*

L'Aquiclude du Frasnien est constitué par les schistes peu perméables frasniens, Frbm et Frd.

#### IV.1.1.4. *Aquifère des calcaires du Frasnien*

L'Aquifère des calcaires du Frasnien est constitué par les niveaux de calcaires karstifiés et fracturés du Frasnien, de bonne perméabilité, de l'Assise de Bovesse et de Rhisnes.



**Tableau IV.2 : Tableau de correspondances lithostratigraphie - hydrogéologie de la carte Wasseiges – Braives**

D'après la nomenclature actuelle				D'après la carte géologique de Stainier & Malaise de 1903				Unités hydrogéologiques					
ERE	SYSTÈME	SERIE	ETAGE	SYSTÈME ETAGE	ASSISE	Lithologie	Abréviation						
CENOZOÏQUE	QUATERNAIRE					Alluvion	alm	Aquitard limoneux non représenté ni sur le poster ni sur la coupe					
						Limon	q3n, q3m		Aquifère alluvial				
	PALEOGENE	OLIGOCENE				Dépôts continentaux	Argile	Ona	Aquiclude des argiles de remplissage				
							RUPELIEN	TONGRIEN	Inférieure	Sable fin avec cailloutis à la base	Tg1	Aquifère des sables de l'Oligocène	
									THANETIEN	LANDENIEN	Supérieure	Sable fin avec glaise intercalée	L2
		Inférieure	Sable	L1d									
			Tuffeau et psammite	L1c									
		Sable argileux grossier	L1b										
	Silex et cailloux roulés	L1a											
	MESOZOÏQUE	CRETACE	SUPERIEUR	CAMPANIEN			Nouvelles	Craie	Cp3c-b	Aquifère des craies du Crétacé			
Craie à silex							Cp3a						
Herve							Sable, marne, grès, argile, gravier de base	Cp2	Aquiclude des marnes du Campinien				
PALEOZOÏQUE	CARBONIFERE	PENNSYLVANIEN	INFERIEUR	BASHKIRIEN	HOULLER	Supérieur	Grès, psammite, schiste avec houilles variées	H2	Aquiclude à niveaux aquifères du Houiller				
						Inférieur	Poudingue, arkose	H1c					
							Grès souvent feldspathique, psammite, schiste, houille, terre-houille	H1b					
												Ampélite, sans houille	H1a
						MISSISSIPPIEN	SUPERIEUR	SERPURKHOVIEN		VISEEN		Visé	Calcaire
		Brèche calcaire	V2cx										
		Calcaire grenu avec cherts	V2b										
		Calcaire	V2a										
		Dinant	Dolomie	V1by									
		Ecaussines	Dolomie	T2y	Aquifère de l'Hastarien								
	Hastière	Dolomie	T1y										
	DEVONIEN	SUPERIEUR		FAMENNIEN			Mariembourg	Schiste	Fa1b	Aquiclude du Famennien			
							Franc-Waret	Schiste	Frd	Aquiclude du Frasnien			
				FRASNIEN			Rhisnes	Calcaire	Frc	Aquifère des calcaires du Frasnien			
							Bovesse	Calcaire	Frbo				
			Dolomie	Frby									
			Schiste	Frbm	Aquiclude du Frasnien								
		MOYEN	GIVETIEN				Siltite et poudingue de Mazy	Gvb	Aquitard à niveaux aquifères du Givetien				
		SILURIEN			SILURIEN		Supérieure	Schiste ou phyllade et psammite	SI2b	Aquiclude du socle cambro-silurien			
			Tufs kéraatophyriques	Y									
		Schiste	SI2a										
ORDOVICIEN					Inférieure	Schiste quartzeux	SI1b						

#### **IV.1.1.5. Aquiclude du Famennien**

L'Aquiclude du Famennien est constitué par les schistes peu perméables du Famennien (Assise de Mariembourg).

#### **IV.1.1.6. Aquifère de l'Hastarien**

L'Aquifère de l'Hastarien est composé des dolomies fracturés et karstifiés du Tournaisien inférieur (T1). Ces dolomies peuvent être intercalées de schistes ce qui peut mener à une compartimentation de la nappe.

#### **IV.1.1.7. Aquifère des calcaires du Carbonifère**

L'Aquifère des calcaires du Carbonifère est composé de l'ensemble des calcaires du Tournaisien supérieur (T2) et du Viséen (V1 et V2). Ces calcaires, fracturés et karstifiés, présentent généralement une excellente perméabilité. Ces calcaires ont une forte capacité d'emmagasinement liée à leur karstification et à leur fracturation. Leur perméabilité est importante, ce qui permet de les recharger assez aisément mais les rend aussi très vulnérables aux pollutions.

#### **IV.1.1.8. Aquiclude à niveaux aquifères du Houiller**

L'Aquiclude à niveaux aquifères du Houiller est composé des roches détritiques du Houiller. L'ensemble, plutôt dominé par les schistes, est peu perméable (aquiclude) et les niveaux plus gréseux constitueront les niveaux plus perméables (aquifères). La répartition des réseaux de fissures est assez aléatoire. Les débits qui peuvent être extraits dans ces zones productives (si les ouvertures ne sont pas colmatées par des argiles d'altération) sont faibles, de l'ordre de quelques m<sup>3</sup>/h. Cette eau présente souvent une minéralisation élevée en fer et en sulfates, ainsi qu'un pH acide, liés à l'altération des sulfures de fer (pyrites) souvent abondants dans ces formations. Le sommet de ces terrains est souvent altéré, laissant en place une couche d'argile d'altération plus ou moins épaisse et discontinue.

### **IV.1.2 Mésozoïque**

Les craies du Crétacé supérieur (Campanien) constituent un aquifère de fissures et de pores. L'eau y circule principalement dans les joints et les diaclases.

#### **IV.1.2.1. Aquiclude des marnes du Campanien**

L'Aquiclude des marnes du Campanien est formé par l'Assise de Herve (Cp2). Cette assise de nature marneuse est peu perméable mais les niveaux de grès, de sable ou le gravier de base

pourront constituer des zones de meilleure perméabilité. Néanmoins, la présence de pyrite, de marcassite et de glauconie risque de nuire à la qualité de l'eau.

#### **IV.1.2.2. Aquifères des Craies du Crétacé**

L'Aquifère des craies du Crétacé est formé par l'Assise de Nouvelles, crayeuse. La perméabilité et la porosité des craies varient fortement selon l'échelle de grandeur (*Dassargues & Monjoie, 1993*) :

- à l'échelle microscopique (cm), la craie est un matériau légèrement compact dont la porosité atteint 40 %. Ceci ne permet qu'une faible et lente circulation de l'eau (conductivité hydraulique de l'ordre de  $1.10^{-9}$  m/s). L'eau contenue dans une telle roche n'est que très difficilement libérée, sauf au travers de microfissures qui augmentent localement la perméabilité de la craie. Cette porosité de pore favorise principalement le stockage de l'eau qui peut ensuite s'écouler via les fissures ;
- à l'échelle macroscopique (m), des réseaux de fissures, plus ou moins importants, élèvent de façon significative la conductivité hydraulique ( $\sim 1.10^{-4}$  m/s). La porosité efficace liée aux fissures représente environ 5 % d'eau facilement mobilisable ;
- à l'échelle de la nappe (km), les zones faillées augmentent encore la perméabilité qui peut atteindre  $1.10^{-3}$  m/s. La porosité efficace de fissures est alors de 10 à 15 %. D'autre part, lors du creusement des galeries captantes de Hesbaye, des conduits karstiques d'ouverture centimétrique ont été recoupés. Les fortes perméabilités et porosités peuvent également être mesurées au sommet des craies, du fait de la forte altération par dissolution, notamment dans la zone de battement de la nappe.

La région de Wasseiges – Braives se situe à l'extrémité occidentale de l'aquifère crayeux de la Hesbaye, dont la superficie, d'environ 350 km<sup>2</sup>, correspond au bassin hydrographique du Geer (au nord-est de la carte).

### **IV.1.3 Cénozoïque**

#### **IV.1.3.1. Aquifère des sables du Paléocène**

L'Aquifère des sables du Paléocène est constitué du Landénien (L), composé principalement de sables et de sable argileux dont la perméabilité est bonne. Les niveaux plus argileux diminueront la perméabilité.

#### **IV.1.3.2. Aquifère des sables de l'Oligocène**

L'Aquifère des sables de l'Oligocène est constitué par les sables fin du Tongrien (Oligocène) de bonne perméabilité.

#### **IV.1.3.3. Aquifère des sables de remplissage et Aquiclude des argiles de remplissage**

L'Aquifère des sables de remplissage et l'Aquiclude des argiles de remplissage sont respectivement constitués par des cailloux blancs (Onx) et un assemblage d'argiles (argiles plastiques d'Andenne, Ona). Etant donné la variation latérale qui semble exister vers l'est (sables graveleux feldspathiques avec amas de cailloux, de grès blanc et de glaises plastiques, voir [III.2.1.3.2.2 Dépôts supérieurs continentaux, p. 18](#)) et le fait que ces dépôts apparaissent généralement coincés dans des paléokarst, les affleurements d'Onx ont été classés comme « Aquifère des sables de remplissage » bien qu'ils apparaissent également sous forme de nappes plus étendue vers l'est.

#### **IV.1.3.4. Aquifère alluvial**

L'Aquifère alluvial est formé par les alluvions modernes des cours d'eau, composées principalement de sables et de graviers roulés. Ces derniers offrent des potentialités aquifères intéressantes si leur extension le permet. Leur conductivité hydraulique est fonction de leur granulométrie. Les zones sablo-graveleuses conduiront bien mieux l'eau que les zones limono-argileuses. Ces sédiments peuvent donc former des aquifères locaux.

Le fond de la vallée de la Meuse et de ses affluents est couvert de dépôts alluvionnaires ; graveleux à sablo-graveleux dans le lit mineur, ces dépôts sont surtout argileux à argilo-limoneux dans la large plaine alluviale développée sur le substratum schisteux du Silurien.

#### **IV.1.3.5. Aquitard limoneux**

L'Aquitard limoneux est formé par les limons ; silt argilo-calcaire, de faible perméabilité. Cet aquitard forme une couverture épaisse (entre 2 et 20 m) sur les autres unités hydrogéologiques. Sur le poster A0, il n'est pas représenté. Il n'a pas vraiment de potentialité hydrogéologique mais il joue un rôle majeur dans la protection des nappes sous-jacentes et peut générer des retards d'infiltration.

## **IV.2. PHÉNOMÈNES KARSTIQUES**

La craie, présente dans le Bassin crétacé de la Hesbaye, est trop peu cohérente pour donner lieu à des cavités importantes durables. Dès que naissent de tels vides, la craie sus-jacente s'y effondre. Elle ne comporte donc pas de phénomènes karstiques répertoriés sur la carte Wasseiges - Braives. Cependant, sa pureté, sa forte porosité, sa faible cohérence et sa puissance de plusieurs dizaines de mètres par endroits en font un terrain d'élection des dolines et des fissures (comblées par du limon sus-jacent).

Par contre, les calcaires dévono-carbonifères présents sur la carte de Wasseiges – Braives sont, comme la plupart des formations carbonatées rencontrées en Wallonie, plus ou moins fortement

karstifiés. En effet, l'intense fracturation de ces roches, liée au plissement varisque, et la forte solubilité des minéraux (carbonates) qui les constituent, permettent la formation de réseaux de pertes, de dolines et de cavités souterraines au développement parfois plurikilométrique.

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

Peu de phénomènes karstiques intéressants (De Broyer et al., 2002), d'un point de vue hydrogéologique, affectent les calcaires dévono-carbonifères de la carte de Wasseiges – Braives excepté la résurgence du *Trou du Loup*, au sud-est de Huccorgne, sur la rive droite du Fond du Roua, affluent de la Mehaigne.

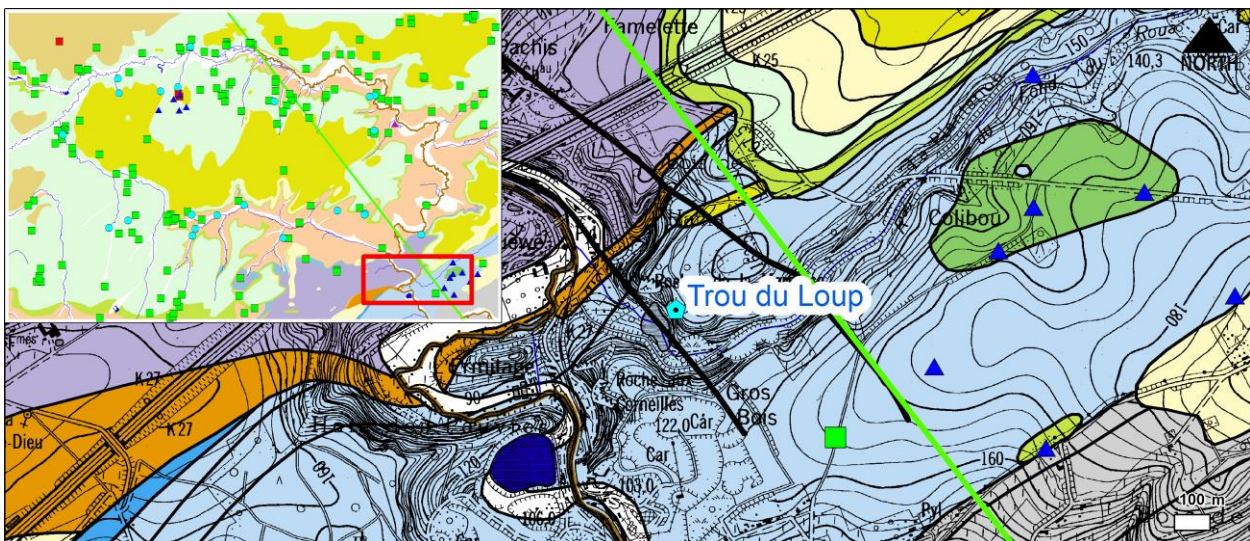


Figure IV.3 : Localisation de la résurgence du *Trou du Loup*.



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

### IV.3.1 Cadre général

Les nappes d'eau souterraine de la carte Wasseiges – Braives appartiennent pour leur plus grande part à la masse d'eau<sup>4</sup> RWM041 « Sables et Craies du bassin de la Meuse » (*Figure IV.4*). Seul le coin nord-est appartient à la masse d'eau RWM040 « Craie du Geer ». La masse d'eau RWM041 se superpose à la masse d'eau RWE160 « Socle du Brabant ». Le coin sud-est appartient à la masse d'eau RWM011 « Calcaires du bassin de la Meuse bord nord ».

Les ressources en eau souterraine de la carte de Wasseiges – Braives se compose donc d'un ensemble de nappes superposées contenues dans les roches du socle paléozoïque jusque dans les roches cénozoïques. Plusieurs types de nappes peuvent être décrits :

- Les nappes de fissures des roches plissées et fracturées du socle paléozoïque appartenant à la masse d'eau RWE160. La partie superficielle de ces roches paléozoïques, désagrégée de manière hétérogène en argile et/ou sable par l'altération météorique, constitue un manteau d'altération contenant une nappe de porosité de pores. Cette franche altérée, lorsqu'il s'agit d'argile, constitue un niveau peu perméable qui ralentit la percolation des eaux de la nappe contenue dans la couverture méso-cénozoïque.
- La nappe de fissures des calcaires karstifiés dévono-carbonifères appartenant à la masse d'eau RWM011 ;
- La nappe de porosité de pores et de fissures des craies du Mésozoïque (Crétacé) appartenant à la masse d'eau RWM040 et RWM041 ;
- Les nappes de porosité de pores du Cénozoïque appartenant à la masse d'eau RWM041. Les sables Paléocène et Oligocène constituent une nappe libre à perméabilité d'interstices. Les qualités hydrodynamiques de ces nappes dépendent de la granulométrie des roches (sables, argiles).

Les aquifères présentant les plus grandes potentialités, sur la carte étudiée, sont les craies du Mésozoïque et les calcaires dévono-carbonifères.

---

<sup>4</sup> Une masse d'eau est un volume distinct d'eau souterraine à l'intérieur d'un ou de plusieurs aquifères (voir le site sur l'**Etat des nappes** <http://environnement.wallonie.be/de/eso/atlas/#5.1>, chapitre V.1 Masses d'eau souterraine et le site sur la **Directive Cadre sur l'eau** <http://spw.wallonie.be/dce/spip.php?article71>.

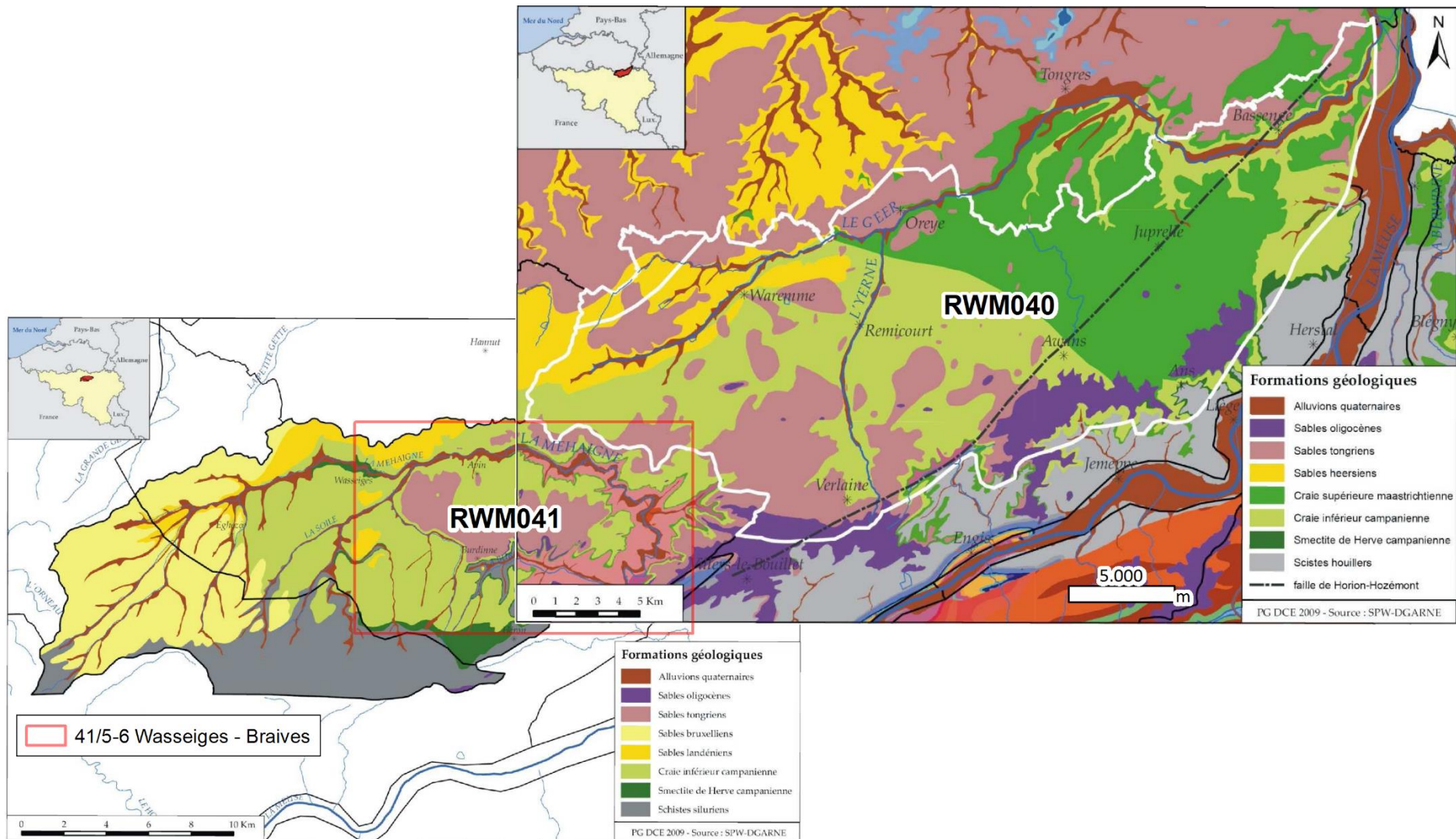


Figure IV.4 : Situation géographique des masses d'eau des "Sables et Craies du bassin de la Meuse"(RWM041), des "Craie du Geer" (RWM040) et localisation de la carte Wasseiges – Braives (S.P.W., Juin 2010, v.1.14), (S.P.W., juin 2010, v.1.19).



### **IV.3.2 Piézométrie et sens d'écoulement**

Il existe peu de données piézométriques pour les aquifères présents sur la carte de Wasseiges-Braives. Elles proviennent soit :

- de campagnes de mesures effectuées dans le cadre de la réalisation de cette carte au droit de puits de particuliers ;
- des relevés annuels effectués par la SWDE au droit des piézomètres forés sur le site d'Avin ;
- des données reçues par la société Carmeuse sur la carrière de Moha à Wanze.

#### **IV.3.2.1. Nappes de fissures des roches plissées et fracturées du Paléozoïque : le socle cambro-silurien**

Sous les dépôts mésozoïques et cénozoïques se trouve l'Aquiclude du socle cambro-silurien. La nappe contenue dans ce socle est séparé de l'Aquifère des craies par un niveau relativement peu perméable, l'Aquiclude des marnes du Campanien (smectite de Herve). L'Aquifère du socle cambro-silurien affleure au droit des vallées, creusées par la Meuse et ses affluents. L'aquifère étant peu perméable, l'allure de la nappe est fortement influencée par la topographie et le réseau hydrographique qui est drainant. Les mesures effectuées dans les puits peu profonds creusés dans le socle indiquent que la nappe y est subaffleurente ; les niveaux se situent entre la surface et 2 m de profondeur.

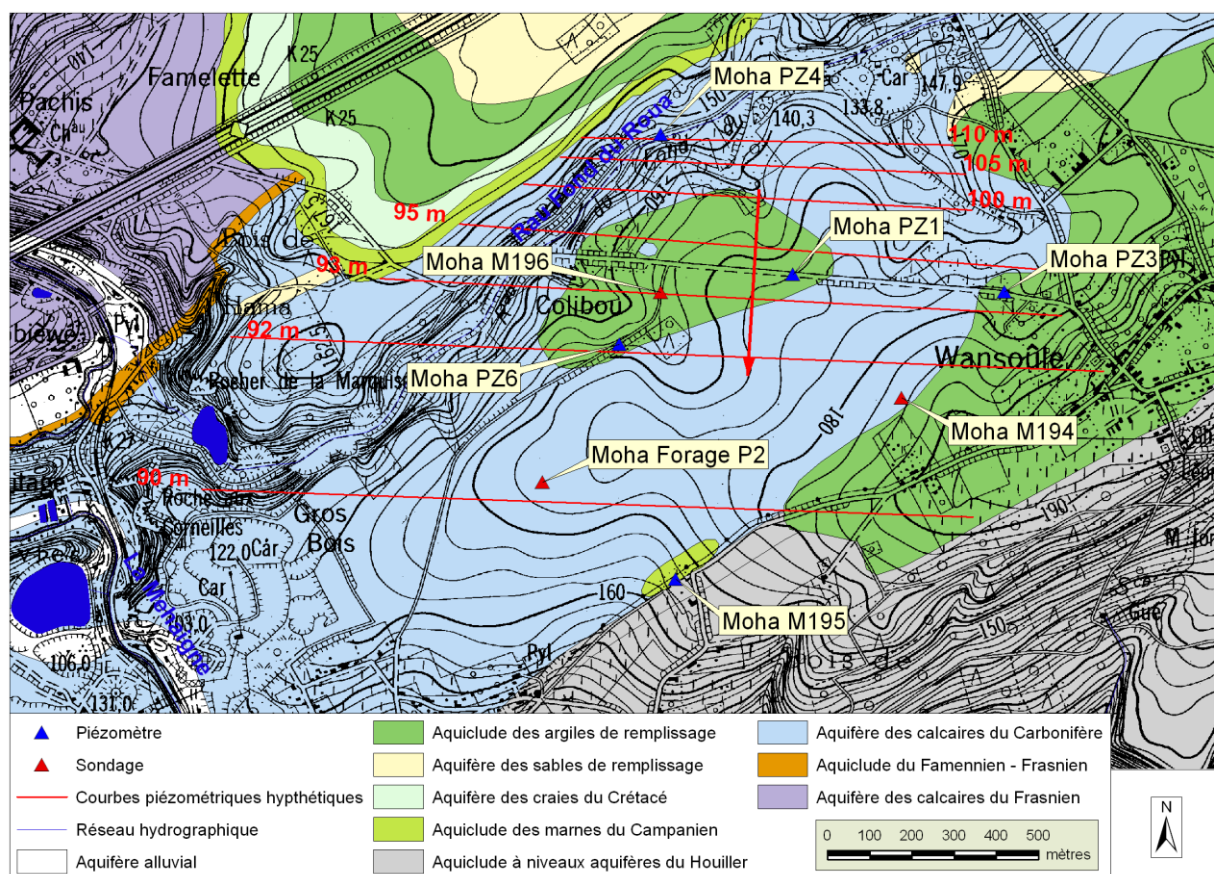
#### **IV.3.2.2. Nappe de fissures des calcaires karstifiés dévono-carbonifères**

Sur la carte de Wasseiges-Braives, les calcaires dévono-carbonifères présentent un léger pendage, vers le sud et le sud-est, de 10 à 15° en moyenne.

L'étude réalisée par CARMEUSE (*Rapport Carmeuse SA, 1997*) dans le cadre de l'extension de la carrière de Moha a permis de tracer approximativement les isopièzes, à la date 1<sup>er</sup> juillet 1997, de la nappe des calcaires carbonifères (*Figure IV.5*) au niveau de la carrière de Moha, grâce aux mesures prises dans les ouvrages<sup>5</sup> Moha M194, M195, M196, Forage P2, PZ1, PZ3 (*Figure IV.5*) et PZ5 (*Figure IV.9*).

---

<sup>5</sup> La profondeur exacte de ces forages n'est pas connue



**Figure IV.5 : Tracé approximatif des isopièzes de la nappe des calcaires dévono-carbonifère, localisation de la carrière de Moha et de ses forages.**

Dans la fosse d'extraction au NE (Wansoûle), l'écoulement des eaux souterraines se fait du nord vers le sud. Dans la partie nord de cette fosse, le gradient hydraulique est plus élevé que dans la partie sud. Cela peut être dû à la présence de niveaux moins perméables (dolomies et schistes) au nord, de la mise en charge de la nappe par les eaux de surface (infiltration des eaux de ruissellement dans le vallon du Fond du Roua ; ce dernier étant perché et donc infiltrant) ou de la nappe des craies. Le ruisseau du Fond du Roua, affluent en rive gauche de la Mehaigne, est un cours d'eau intermittent, ne fonctionnant que grâce au ruissellement. C'est donc la Mehaigne, dont le thalweg est à 80 m d'altitude, qui constitue le collecteur principal des eaux souterraines des calcaires dévono-carbonifères, du moins en dehors de la zone située entre les deux fosses d'extraction de la carrière de Moha, où la Mehaigne est infiltrante du fait de l'exhaure.

Les piézomètres Moha PZ1, PZ3 et PZ4 ont fait l'objet d'un relevé piézométrique de mai à novembre 2007, période pendant laquelle, normalement, les niveaux baissent graduellement. L'amplitude des variations ne dépasse pas 1 m pour l'ensemble des piézomètres. Le PZ1 (Figure IV.6) a enregistré des niveaux variant entre 79 et 80 m de profondeur, le PZ3 (Figure IV.7) entre 85 et 86 m et le PZ4 (Figure IV.8) entre 37 et 38 m.

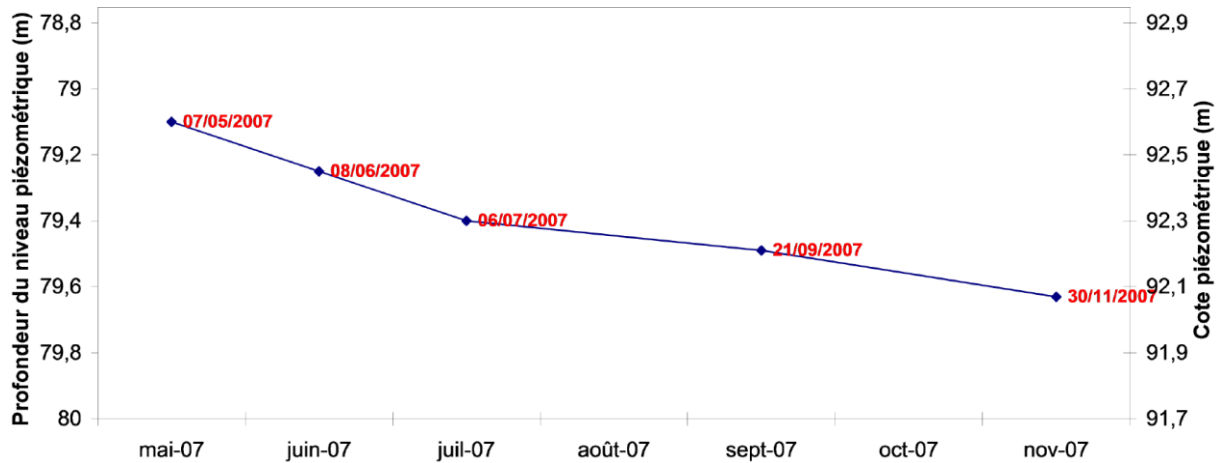


Figure IV.6 : Evolution piézométrique du PZ1 à Moha, entre mai et novembre 2007

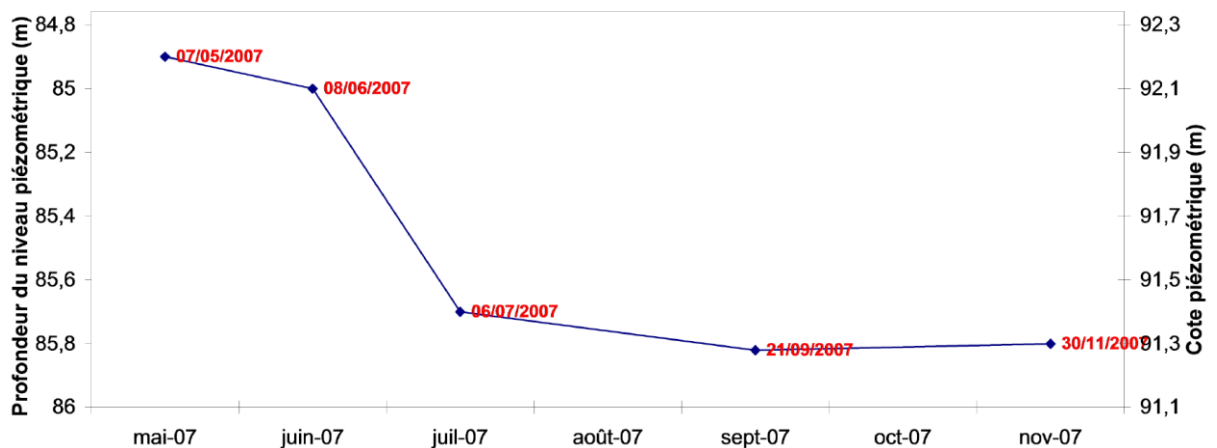


Figure IV.7 : Evolution piézométrique du PZ3 à Moha, entre mai et novembre 2007

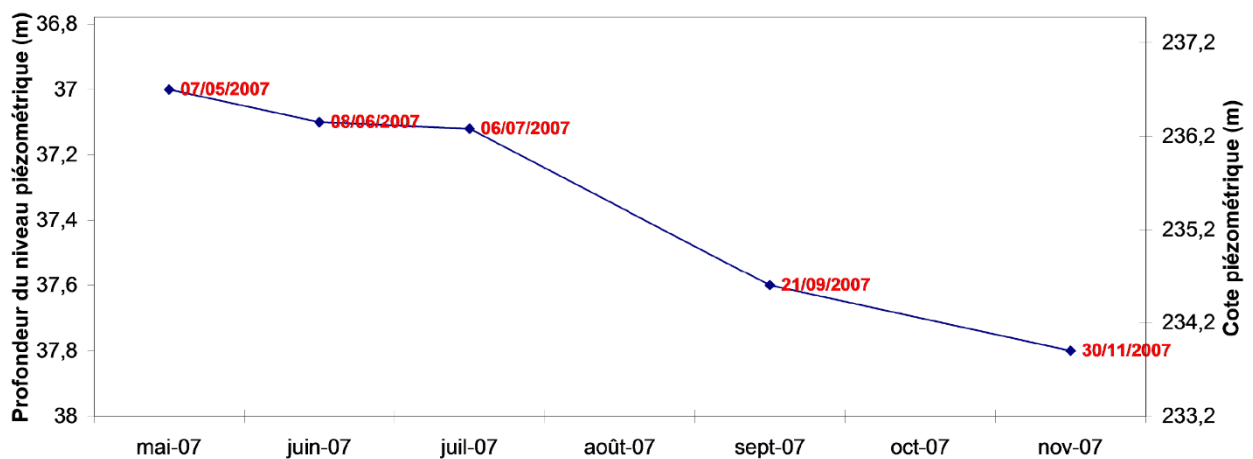


Figure IV.8 : Evolution piézométrique du PZ4 à Moha, entre mai et novembre 2007

Moha PZ2 et Moha PZ5, situés au SW de la carrière (Figure IV.9), en rive droite de la Mehaigne, mais sur la carte située au sud (48/1-2 Andenne - Couthuin), ont également fait l'objet de relevés piézométriques entre mai et novembre 2007 (Figure IV.10 et Figure IV.11). La fluctuation enregistrée est, comme pour les autres ouvrages cités plus haut, de 1 m au maximum sur la période de mesures. Le gradient hydraulique est donc d'environ 1 % entre Moha PZ2 et



Moha PZ5 distants de 345 m. Ce gradient est faible et indique une perméabilité élevée. Dans cette zone l'écoulement se fait du PZ2 vers le PZ5, soit du NE vers le SW, à l'opposé de la Mehaigne.

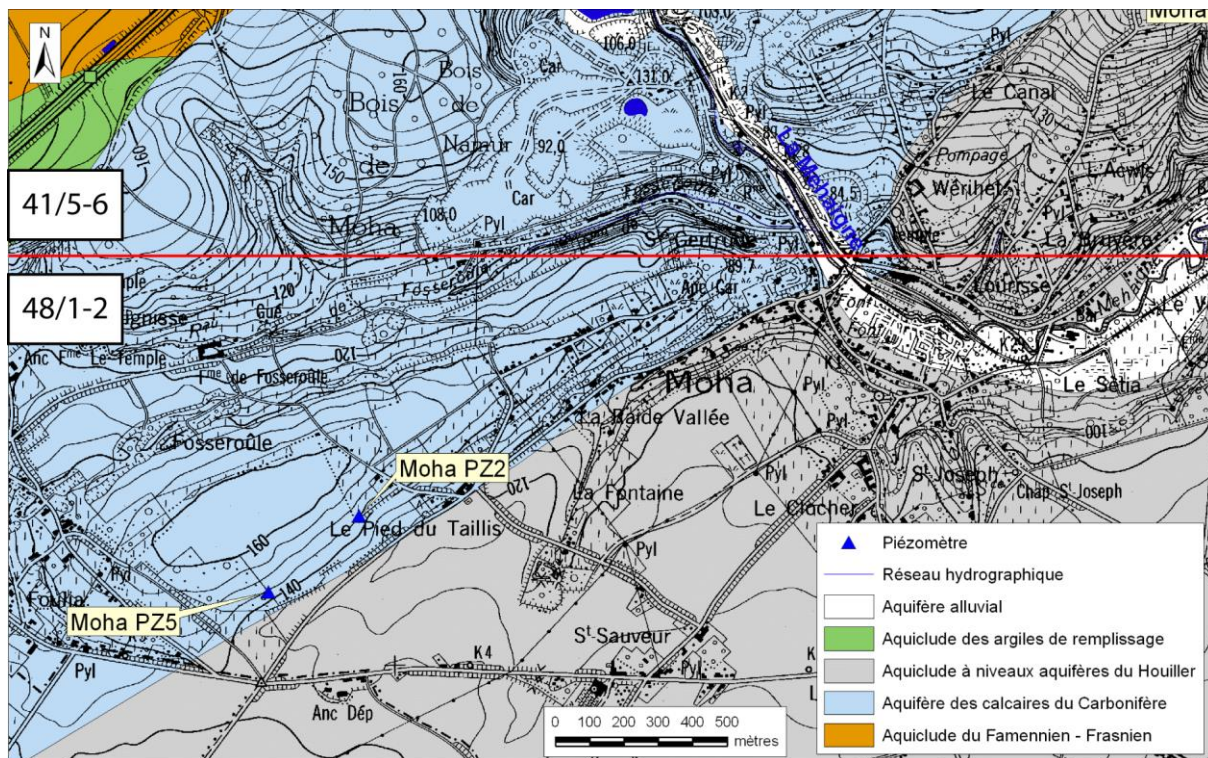


Figure IV.9 : Localisation des piézomètres Moha PZ2 et Moha PZ5, au SW de Moha.

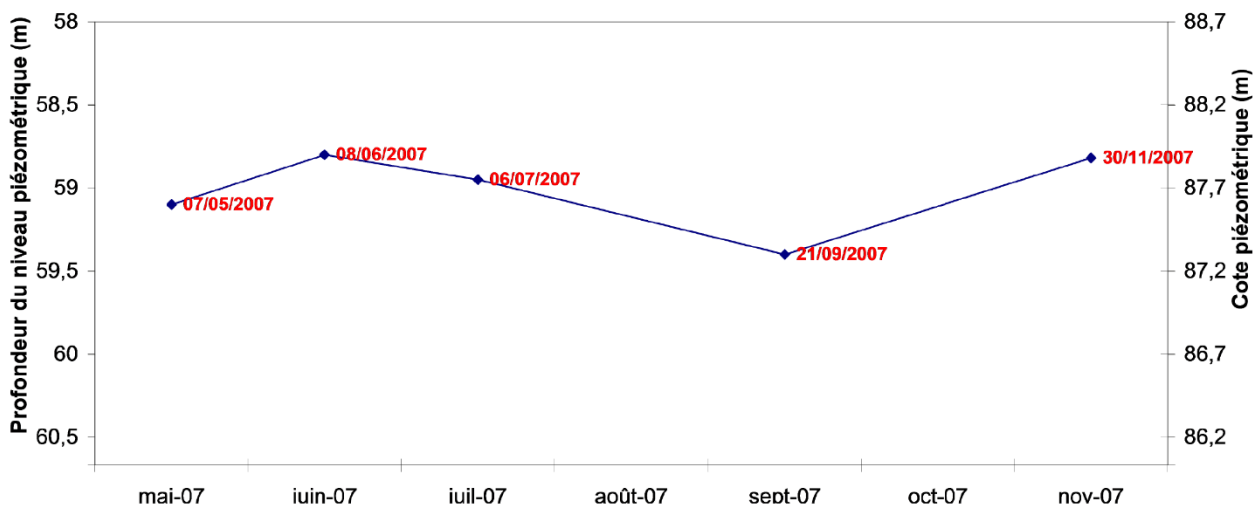


Figure IV.10 : Evolution piézométrique du PZ2 à Moha, entre mai et novembre 2007

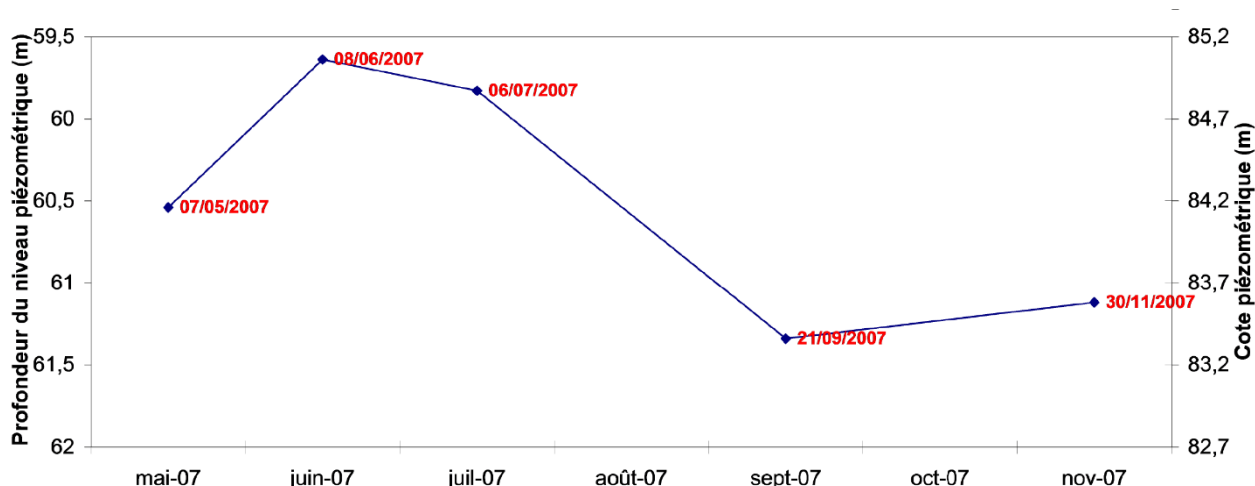


Figure IV.11 : Evolution piézométrique du PZ5 à Moha, entre mai et novembre 2007

Les données piézométriques relevées sur les piézomètres de la carrière de Moha entre mai 2007 et mai 2011 (Figure IV.12) montre une remontée globale du niveau de la nappe des calcaires entre mai 2008 et janvier 2010, suivi d'une baisse globale durant au moins jusqu'en mai 2011. L'hypothèse d'une cyclicité pourrait être envisagée mais devrait être vérifiée par une série de données supplémentaires.

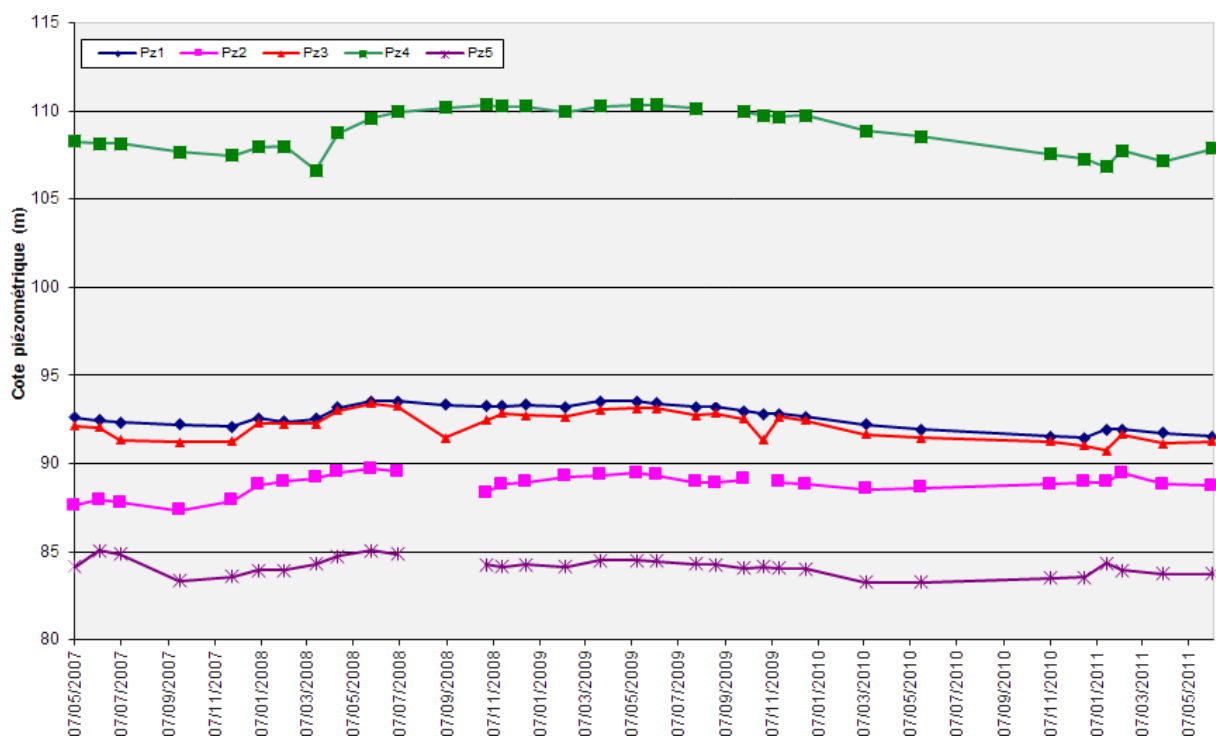


Figure IV.12 : Evolution piézométrique des piézomètres PZ1 à PZ5 de la carrière de Moha, entre mai 2007 et mai 2011.

Au nord, la nappe des calcaires du Frasnien est également drainée par la Mehaigne qui constitue le niveau de base à la cote de 90 m. La nature carbonatée de cet aquifère ainsi que la présence de la Mehaigne doivent induire un fort rabattement de la nappe. Bien que peu

connu d'un point de vue hydrogéologique, cet aquifère constitue un potentiel non négligeable en ressources en eaux souterraines au vu de sa nature carbonatée et de son extension géographique.

#### IV.3.2.3. Nappe de pores et de fissures des craies du Crétacé

A l'échelle de la masse d'eau, les écoulements souterrains des craies de Hesbaye se font du sud vers le nord. A l'inverse de la Hesbaye « sèche » (bassin du Geer, RWM040), tout le linéaire des cours d'eau de la masse d'eau des craies du bassin de la Meuse (RWM041) est ici en connexion avec la masse d'eau souterraine (SPW, Juin 2010, v.1.14). Dès lors, les cours d'eau jouent un rôle actif dans la piézométrie de cette nappe.

La masse d'eau RWM041 s'étend sur une superficie de 305 km<sup>2</sup> et correspond en grande partie au bassin hydrographique de la Meuse.

L'étude réalisée dans le cadre de l'établissement des zones de prévention autour des captages du site d'Avin à Hannut, ont permis de préciser l'allure de la nappe des craies du Crétacé de la région. Le captage d'Avin se situe en rive droite de la Meuse (Figure IV.13). En condition d'équilibre, l'écoulement se fait en direction de la Meuse au nord confirmant le caractère drainant de ce dernière.

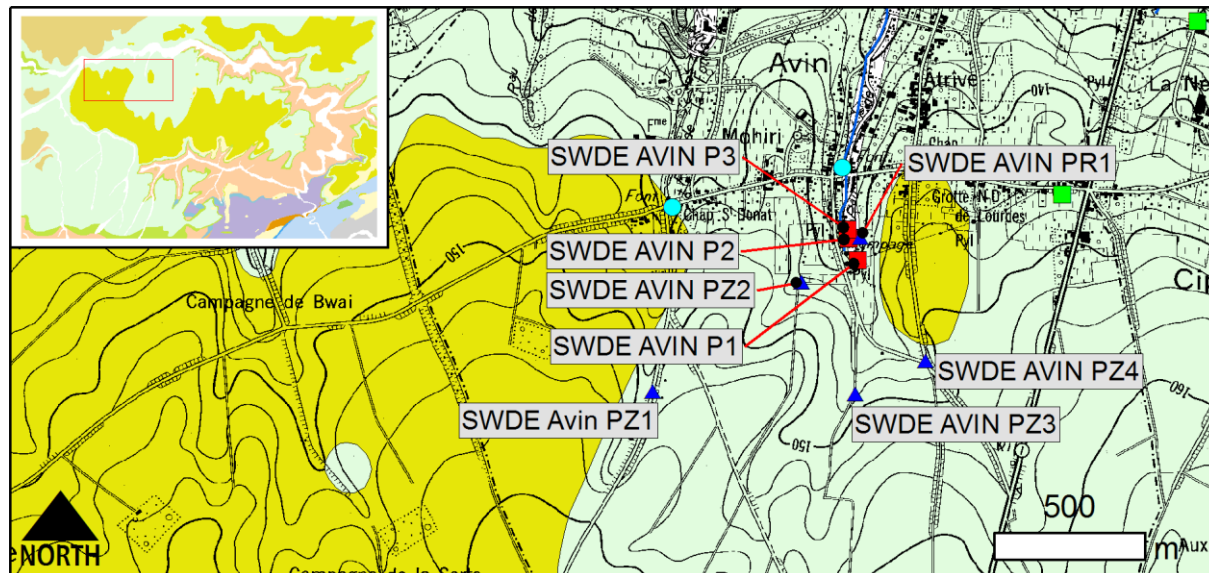


Figure IV.13 : Localisation des puits du captage d'Avin exploité par la SWDE (commune de Hannut).

Le site comprend deux puits, AVIN P1 et AVIN P2, forés respectivement jusqu'à une profondeur de 24,5 et 37,5 m :

- le puits AVIN P1 traverse la craie sur une épaisseur de 15 m après 1 m de limons. Sous les craies, le forage traverse environ 2 m de craies sableuse

glauconifère à gravillons (Cp2) avant d'atteindre les phyllades du socle paléozoïque. A l'équilibre (en l'absence de pompage), le niveau piézométrique du puits AVIN P1 est à 3,7 m de profondeur (le 01/08/07), soit une cote altimétrique de 136 m ;

- Le puits AVIN P2 traverse environ 13 m de craies sous une couche d'argile limoneuse et de limons d'1,7 m d'épaisseur. Le forage traverse ensuite 15 m de schistes et phyllades altérés.

Quatre piézomètres (Avin PZ1 à Avin PZ4) et un puits de reconnaissance (AVIN PR1) ont été forés à proximité des puits AVIN P1 et AVIN P2. Ces piézomètres font l'objet d'un relevé annuel par les agents de la SWDE. Quelques données pour les années 2005 à 2007 sont reprises dans le [Tableau IV.3](#).

**Tableau IV.3 : Niveaux piézométriques relevés au droit des piézomètres de la SWDE**

Ouvrage	Profondeur du puits (m)	Z <sub>sol</sub> (m)	Date	Mesure (m)	Cote (m)
Avin PZ1	26	148	18/07/2005	9,53	138,47
			01/07/2006	10,98	137,02
			01/08/2007	11,45	136,55
Avin PZ2	26	142.35	02/07/1997	7,15	135,2
Avin PZ3	26	146.12	02/07/1997	4,82	141,3
			18/07/2005	3,43	142,69
Avin PZ4	24	146.14	02/07/1997	9,04	137,1
			18/07/2005	8,34	137,8
			01/07/2006	10,08	136,06
			01/08/2007	10,81	135,33

Le puits AVIN PR1 a fait l'objet d'un relevé mensuel entre 1996 et 2007. Outre les cycles annuels basses eaux/hautes eaux, bien visibles en 2001, 2002 et 2003 sur la [Figure IV.14](#), les niveaux mesurés montrent une cyclicité d'une période de 10 ans. Après une période de basses eaux jusque novembre 1998, les niveaux montent graduellement jusqu'à un maximum entre mars et mai 2003. Les niveaux redescendent ensuite linéairement jusque janvier 2007, qui marque la fin de la période de basses eaux. L'amplitude totale du cycle est de 5 m. Les cycles annuels varient quant à eux d'environ 1 m. Notons que cette cyclicité s'observe également au droit de la nappe de Hesbaye (RWM040).

L'analyse des cotes piézométriques mesurées au droit de ces différents ouvrages montre bien une direction d'écoulement orientée du sud vers le nord, depuis AVIN PZ3 vers AVIN PR1.

Les pompages au droit des deux puits AVIN P1 et AVIN P2 peuvent néanmoins modifier localement les écoulements en créant un cône de rabattement ; la cote piézométrique d'exploitation au droit des puits étant d'environ 128 m pour le puits AVIN P2 et de 125 m pour le puits AVIN P1.



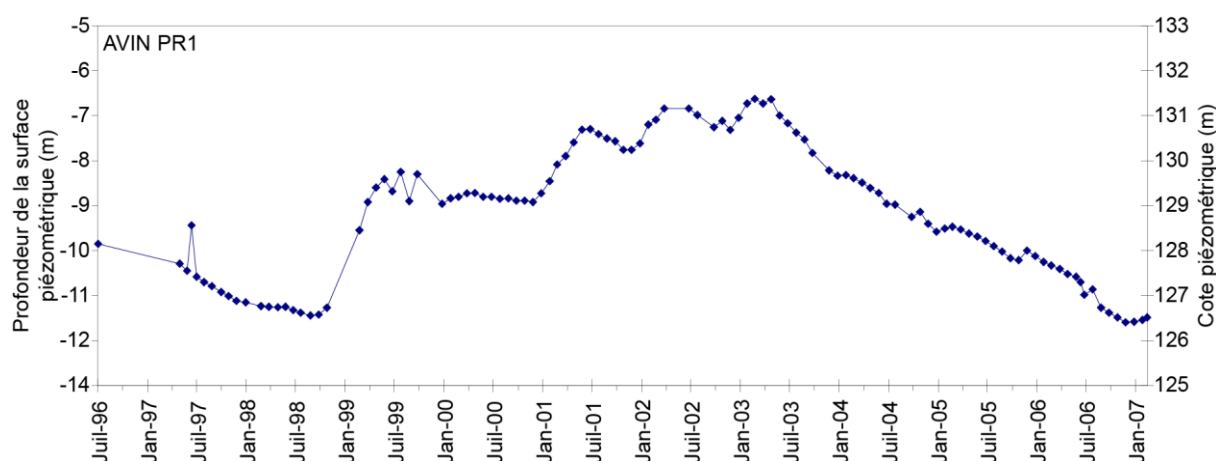


Figure IV.14 : Evolution piézométrique du puits AVIN PR1

Les quelques mesures prises au droit de puits de particuliers (*Tableau IV.4 et Figure IV.15*) sollicitant l'Aquifère des craies du Crétacé ont permis d'estimer les variations du niveau piézométrique, entre 1 à 25 m de profondeur, en fonction de leur éloignement par rapport à un exutoire ou un axe de drainage et de leur situation topographique.

Tableau IV.4 : Niveaux piézométriques de la nappe des craies du Crétacé sur la carte Wasseiges – Braives.

Ouvrage	Profondeur du puits (m)	Z <sub>sol</sub> (m)	Date	Mesure (m)	Cote (m)
BRAIVES	72	150,5	31/07/07	24,3	126
TOU013	31,5	152,5	28/03/1984	24,4	128,1
WAL034	20	152,5	28/03/1984	19,7	132,8
WRD023	17,1	147,5	08/02/07	16,4	131,1
MARECHAL	67	156	01/08/2007	12,7	143,3

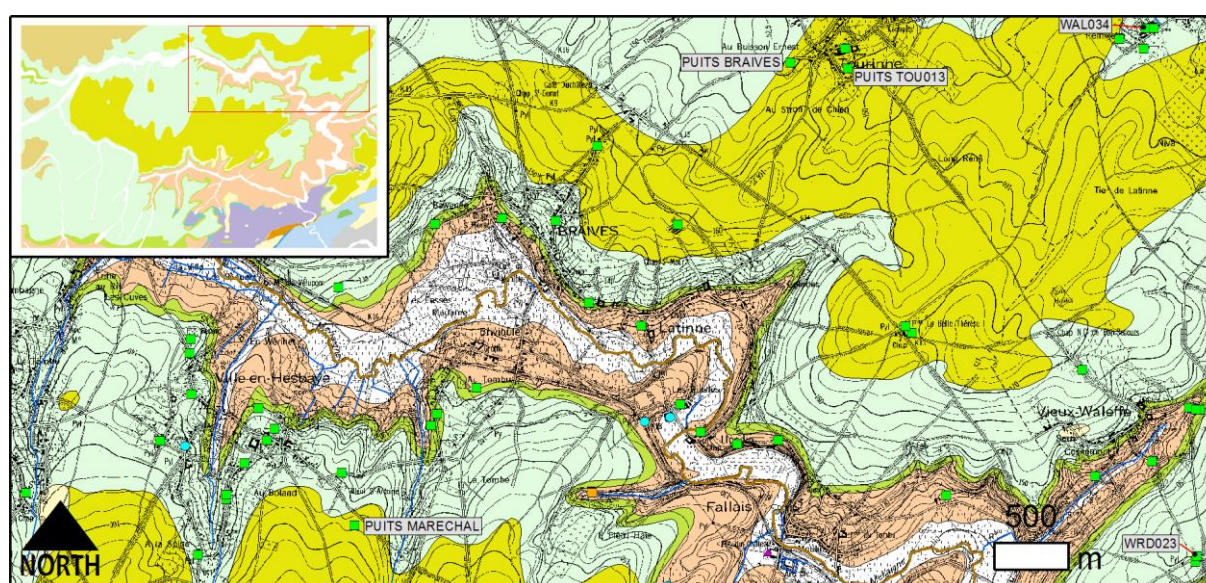


Figure IV.15 : Localisation des ouvrages BRAIVES, TOU013, WAL024, WRD024 et MARECHAL sollicitant la nappe des craies du Crétacé.

#### **IV.3.2.4. Nappes de pores du Paléocène et de l'Oligocène**

Au vu de la lithologie sableuse, assurant une relativement bonne perméabilité, on peut supposer que l'écoulement dans l'Aquifère des sables du Paléocène et de l'Oligocène s'oriente en direction des exutoires naturels. Cependant, sur la carte Wasseiges - Braives, peu de cours d'eau recoupent ces aquifères qui doivent vraisemblablement fonctionner plutôt comme des aquifères perchés, caractérisés par une mise en charge facile de la nappe par infiltration, et une décharge (vidange) par drainage, via quelques cours d'eau, et par drainance vers la nappe des craies du Crétacé.

Les limons qui recouvrent les aquifères des sables du Paléocène ou de l'Oligocène étant perméables à semi-perméables, en principe, l'alimentation de la nappe se fait par infiltration des eaux météoriques. Cette couverture limoneuse, souvent fort épaisse, joue un rôle :

- de filtre pour les eaux d'infiltration<sup>6</sup> ;
- important dans le retard à l'infiltration des nappes sous-jacentes cénozoïque et mésozoïque ;
- dans la cyclicité pluriannuelle du niveau piézométrique des craies du Crétacé.

#### **IV.3.2.5. Conclusions**

Les cours d'eau présents sur cette carte sont, en condition naturelle, généralement drainants. Ils influencent donc la piézométrie locale. Ils localisent une zone où le niveau piézométrique rejoint la cote des thalwegs. Ce réseau hydrographique est alimenté par les nappes, par écoulement diffus (déversement de la nappe) et ponctuel (sources).

L'épaisseur de l'Aquifère des craies du Crétacé s'accroît vers le nord à mesure de l'enfoncement de la base des craies. La nappe des craies du Geer (RWM040) ainsi qu'une partie de la nappe des craies de la Mehaigne (RWM041), dans le quart NE de la planchette, s'écoulent globalement du sud vers le nord. Pour le reste de la planchette, les écoulements dans la nappe des craies doivent se faire en direction de la Mehaigne, du nord vers le sud en rive gauche et du sud vers le nord en rive droite. De plus, comme d'autres cours d'eau drainants voient leurs thalwegs en contact avec l'Aquifère des craies du Crétacé, des variations dans les sens d'écoulements souterrains peuvent se produire localement. Une partie des eaux de la nappe des craies du bassin de la Mehaigne (RWM041), sur la carte Wasseiges – Braives, est donc exportées vers le bassin de la Meuse puisque la Mehaigne s'y jette en amont de Huy. Pour la nappe des craies du Crétacé, la période de hautes eaux se situerait aux alentours de mai-juin et la période de basses eaux aux alentours du mois de

---

<sup>6</sup> Ce rôle de filtre n'est cependant pas suffisant que pour protéger complètement des effluents nocifs.

septembre. Pour toute la carte, les niveaux piézométriques varient de 1 à 25 m, en fonction de leur éloignement par rapport à un exutoire ou un axe de drainage et leur élévation.

Dans les calcaires carbonifères, situés au SE de la carte, la nappe se situe à une profondeur importante, jusqu'à 86 m, en fonction de la topographie et de la situation de l'ouvrage par rapport au niveau de base local, la Mehaigne. En rive gauche de la Mehaigne, les écoulements souterrains se font du nord vers le sud avec un gradient plus important au nord qu'au sud. Localement, le ruisseau du Fond du Roua est infiltrant ainsi que la Mehaigne entre les deux fosses d'extraction de la carrière de Moha, du fait de l'exhaure. Ailleurs la Mehaigne draine les calcaires dévono-carbonifères.

Pour les nappes du socle, la surface piézométrique est subaffleurante, à des profondeurs variant entre la surface et 2 m, d'après les mesures prises. Les sens d'écoulement souterrains sont fonction de la topographie et des exutoires et peuvent être assimilés aux sens d'écoulement du ruissellement.

Pour les aquifères des sables du Paléocène et de l'Oligocène, aucune mesure piézométrique ne permet d'estimer la profondeur à laquelle se rencontre la surface piézométrique. Les sens d'écoulements locaux devraient être imposés par la topographie et les exutoires (sources, cours d'eau).

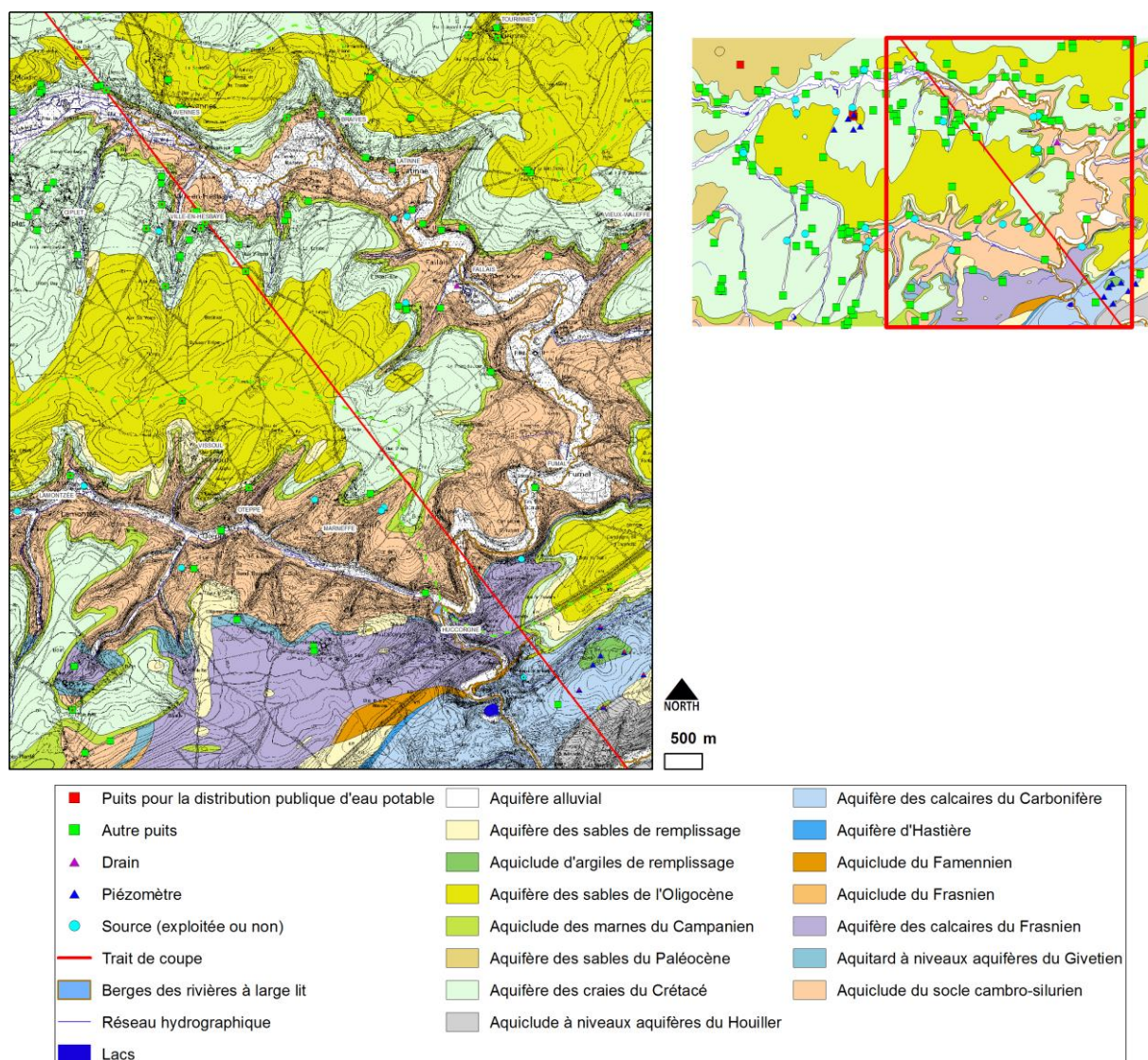
#### IV.4. COUPES HYDROGÉOLOGIQUES

Afin de mieux visualiser et de mieux comprendre la structure géologique et le comportement des nappes de la région de Wasseiges - Braives, une coupe hydrogéologique a été réalisée (*Figure IV.19*). La position de cette coupe (*Figure IV.16*) 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 NW-SE, (*Figure IV.16*) passe, au nord, à proximité du village d'Avennes. Il traverse ensuite le village de Ville-en-Hesbaye et passe à l'est du village d'Huccorgne. Le trait aboutit dans les terrains du Houiller, situés au SE de la carte.

La description hydrogéologique qui suit se fait du NW au SE.





**Figure IV.16 : Localisation du trait de coupe NW-SE sur la carte 41/5-6**

Au NW, les roches ordovico-siluriennes sont surmontées, en discordance, par les craies et les marnes du Campanien inclinées vers le NNW. En aval d'Avennes, la Mehaigne et ses affluents drainent la nappe du socle ordovico-silurien qui affleure, dont ils constituent les niveaux piézométriques de base locaux. Les formations du socle étant peu perméables, l'allure de la nappe est fortement influencée par la topographie. Les niveaux piézométriques mesurés dans l'Aquifère des craies du Crétacé, plus perméables, sont plus profonds et moins influencés par la topographie.

Dans l'Aquifère des craies du Crétacé, la coupe passe sur ou à proximité de plusieurs puits pour lesquels une mesure piézométrique est disponible. Du nord au sud, ces dernières sont :

A Avennes, la coupe passe par le puits MOXHE 25 (Figure IV.17), profond de 4 m, sis dans les marnes du Campanien, en rive gauche de la Mehaigne. Un niveau de 1,3 m de profondeur a été mesuré le 31/07/07, soit une altitude d'environ 125 m. Au sud d'Avennes, l'axe recoupe la



Mehaigne, qui impose un niveau de base à l'altitude de 120 m. Ceci confirme un sens d'écoulement du nord vers le sud pour la nappe des craies situées au nord de la Mehaigne et dont le thalweg recoupe l'Aquifère des craies du Crétacé.

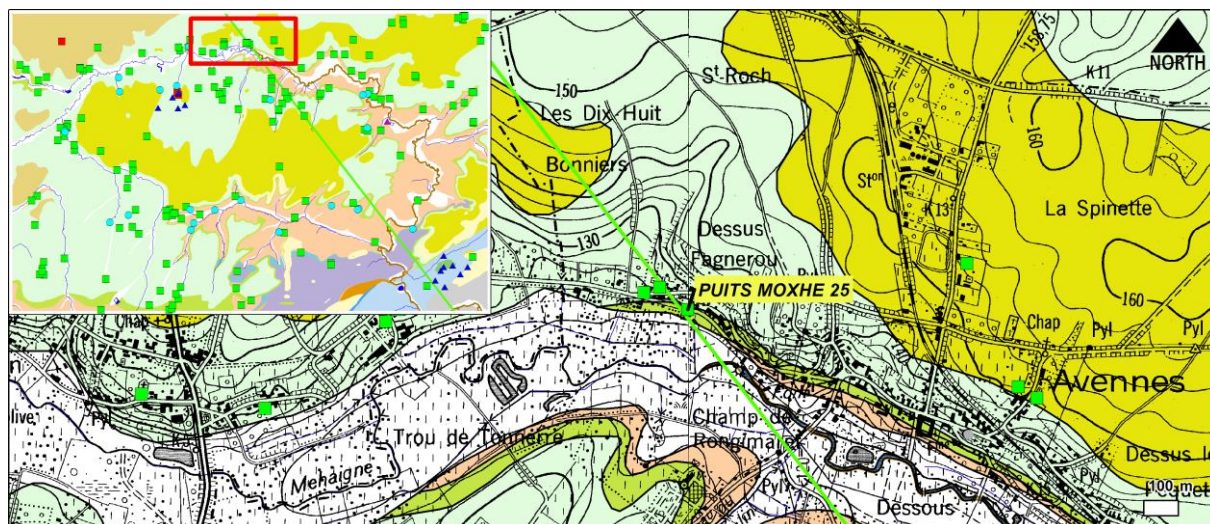


Figure IV.17 : localisation du puits MOXHE 25 situé à l'ouest d'Avennes.

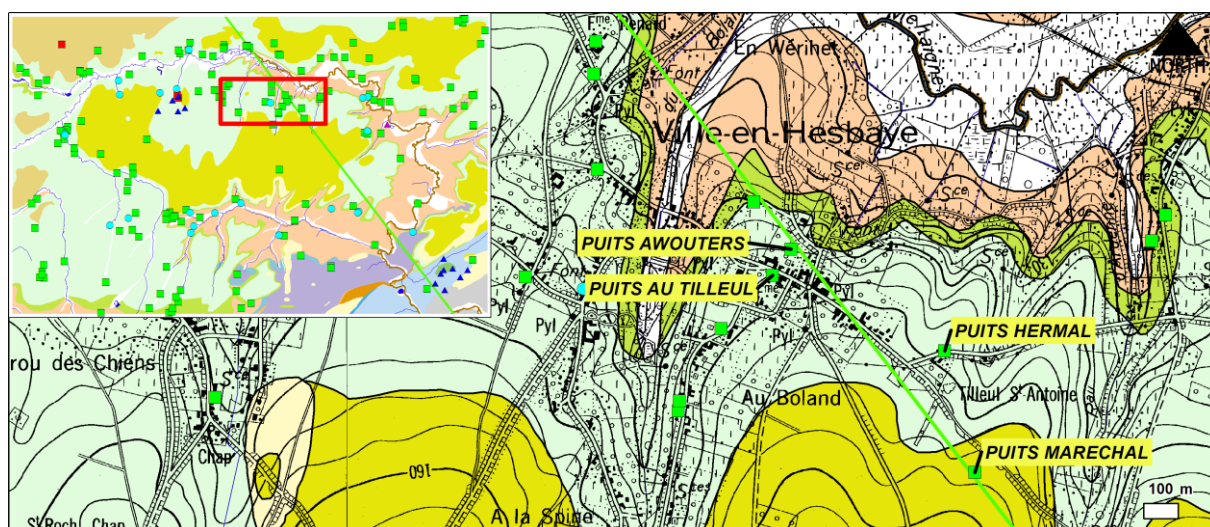


Figure IV.18 : localisation des puits AWOUTERS, AU TILLEUL, HERMAL et MARECHAL sollicitant la nappe des craies du crétacé du bassin de la Mehaigne au sud de Ville-en-Hesbaye.

A hauteur de Ville-en-Hesbaye, en rive droite de la Mehaigne, la coupe passe à proximité de quatre puits situés à une altitude croissante (Figure IV.18). Du nord au sud :

- Le puits AWOUTERS, profond de 9 m, a enregistré un niveau de 7,1 m le 01/08/07, soit une altitude de 137,4 m ;
- Le puits AU TILLEUL, profond de 11 m, a enregistré un niveau de 9,9 m le 01/08/07, soit une altitude de 137,6 m ;
- Le puits HERMAL, profond d'environ 10 m, a enregistré un niveau de 8,4 m le 08/02/07, soit une altitude de 140,6 m ;

- Le puits MARECHAL, profond de 36 m, a enregistré un niveau de 12,7 m le 08/02/07, soit une altitude de 143,8 m.

Ces mesures confirment un écoulement local dirigé du sud vers le nord en direction de la Mehaigne.

Au centre de la planchette sont localisés des lambeaux de sables cénozoïques surmontant les craies. Cette zone est totalement entourée du réseau hydrographique constitué par la Mehaigne et ses affluents. Les écoulements souterrains se font verticalement par drainance, vers la nappe des craies, et localement en direction des cours d'eau.

Les niveaux piézométriques mesurés dans les aquifères des calcaires dévono-carbonifères, plus perméables, sont plus profonds et peu influencés par la topographie.

Dans le coin sud-est de la planchette, le trait de coupe, parallèle à la Mehaigne passe par une première crête topographique de 160 m d'altitude constituée des calcaires frasniens et par une seconde crête formée des calcaires viséens (170 m d'altitude). Ces calcaires constituent deux aquifères séparés par un niveau peu perméable (shales du Famennien) qui joue le rôle de barrière hydrogéologique. Il y a donc peu ou très peu de communication entre ces deux aquifères, drainés par la Mehaigne, qui s'écoule en direction du sud-est. Les mesures piézométriques effectuées dans les piézomètres de la carrière de Moha à Wanze ont montré qu'en rive gauche de la Mehaigne, l'écoulement des eaux souterraines dans les calcaires carbonifères est dirigé du nord vers le sud avec drainage des eaux par la Mehaigne, qui constitue, à la cote 80 m, le niveau de base. Le ruisseau du Fond du Roua y est infiltrant : la nappe est donc fortement rabattue au droit de la crête (les niveaux peuvent descendre jusque 86 m de profondeur au droit du MOHA PZ3).

Les calcaires frasniens sont également entaillés par un vallon sec en rive gauche de la Mehaigne, débutant au lieu-dit « Les Croupettes » : la nappe est probablement fortement rabattue au droit de vallon sec.

Dans les formations peu perméables du Houiller à l'extrême sud, l'écoulement se fait selon la topographie. La Mehaigne traverse ces terrains, au niveau de son thalweg, entre les cotes 80 m et 75 m.



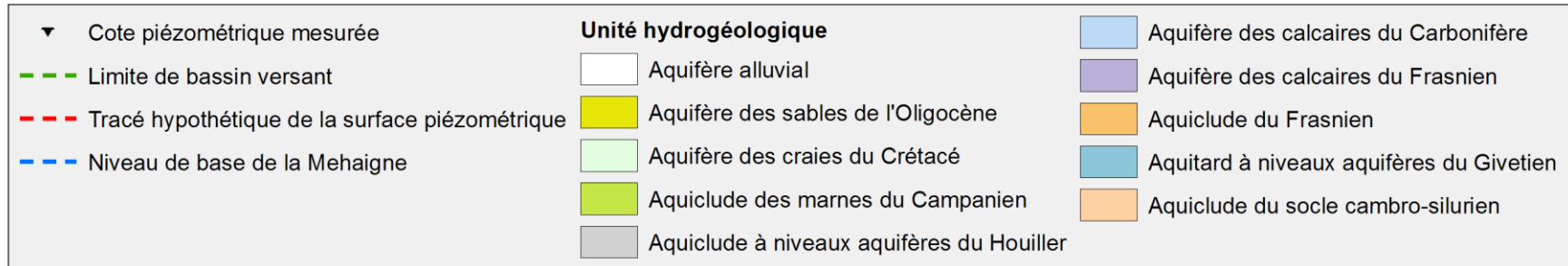
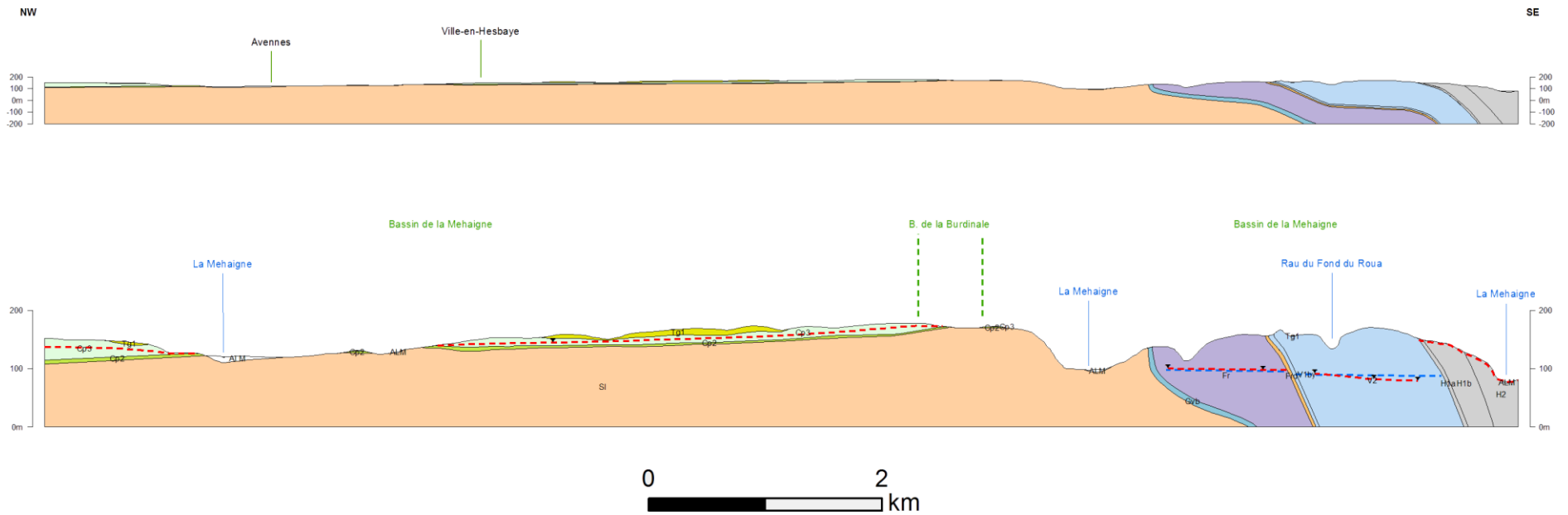


Figure IV.19 : Coupes hydrogéologiques de la planche 41/5-6.

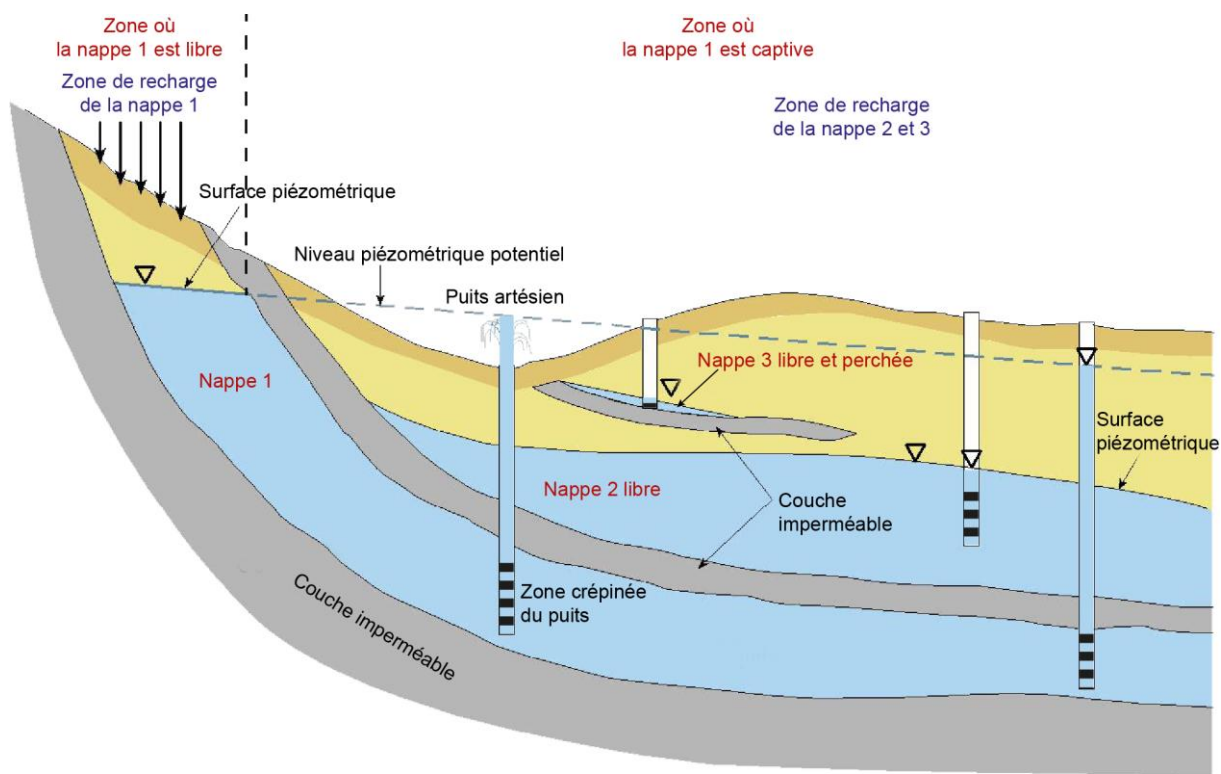
## IV.5. CARACTÈRE LIBRE, SEMI-CAPTIF, CAPTIF DES NAPPES

Les différents types de nappes (*Figure IV.20*) peuvent être définis comme suit (*Poehls & Smith, 2009*) :

- Nappe libre : nappe n'étant pas mise sous pression par des roches peu perméables 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 se recharge principalement par infiltration liées aux précipitations. 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.

Les craies du Crétacé constituent l'aquifère principal de la carte de Wasseiges-Braives. La nappe qu'il contient est considérée comme libre sur l'ensemble de la carte. Il en est de même des nappes situées dans les calcaires dévono-carbonifères qui constituent le deuxième aquifère principal de la carte. Ces nappes sont toutes recouvertes par une couverture limoneuse dont l'épaisseur peut atteindre 20 m. Cette couverture peut être considérée comme perméable ; elle ne rend donc pas captive ces nappes sous-jacentes. Elle joue plutôt un rôle filtrant et retardateur en cas d'une éventuelle pollution.

Sous les craies, l'Aquiclude des marnes du Campanien peut rendre l'Aquiclude du socle cambro-silurien captif. Cette captivité n'a pas été représentée sur la « Carte des informations complémentaires et du caractère des nappes » ( présente sur le poster A0 joint à cette notice) car cet aquifère possède un faible potentiel.



Modified after Harlan and others, 1989

**Figure IV.20 : Représentation schématique des différents types de nappes**  
 (<http://coloradogeologicalsurvey.org/apps/wateratlas/downloads.html>, modifié)

## V. CADRE HYDROCHIMIQUE

Ce chapitre dresse un aperçu de la composition chimique des eaux souterraines dans la région de Wasseiges – Braives, ainsi que les principales problématiques liées à leur qualité

### V.1. CARACTÉRISTIQUES HYDROCHIMIQUES DES EAUX

Les échantillons analysés concernent uniquement les eaux de l'Aquifère des craies du Crétacé. Les analyses proviennent de campagnes d'échantillonnage effectuées par la SWDE sur les captages d'Avin (au nord de la carte Wasseiges – Braives), et par l'ISSEP sur des puits de particuliers. La CILE a également conduit une campagne d'échantillonnage en 1984 sur des puits de particuliers situés à l'est de la carte, en rive gauche de la Mehaigne. Les résultats des analyses d'eau provenant de ces puits sont décrits ci-dessous.

#### V.1.1 Aquifère des craies du Crétacé

Les analyses chimiques ([Tableau V.1](#)) effectuées dans les ouvrages implantés dans les craies du Crétacé concernent :

- les puits du captage d'Avin exploité par la SWDE ([Figure IV.13, p. 37](#)) dans la commune de Hannut. Il s'agit des puits AVIN P1 et AVIN P2 forés jusque 24,5 et 37,5 m de profondeur respectivement et de deux piézomètres, AVIN PR1 et AVIN PZ1 forés jusque 26 m ;
- le puits DUTILLEUX (puits de particulier), profond de 7 m, à Forville ([Figure V.1](#)) ;
- le puits MERCIER P2 (exploitant agricole), peu profond, situé à Vieux-Waleffe ([Figure V.2](#)) ;
- le puits TOU013 (exploitant agricole), profond de 31 m, situé à Tourinne ([Figure V.2](#)) ;
- le puits WRD023 (exploitant agricole), profond de 17,1 m, situé au SE de Vieux-Waleffe ([Figure V.2](#)) ;
- le puits WAL034 (exploitant agricole), profond de 20 m, situé à Waleffe-St-Georges ([Figure V.2](#)).



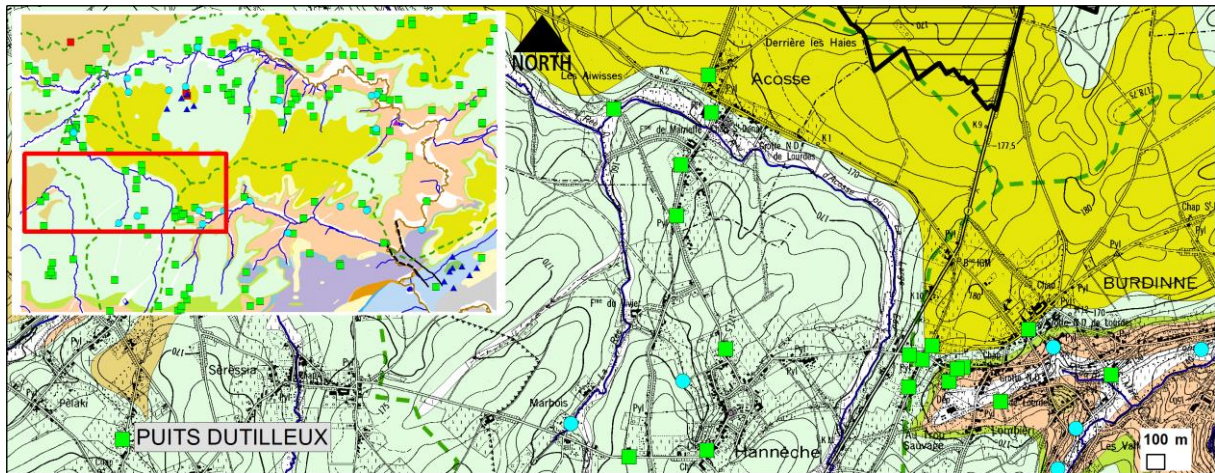


Figure V.1 : Localisation du puits Dutilleux au nord de Forville.

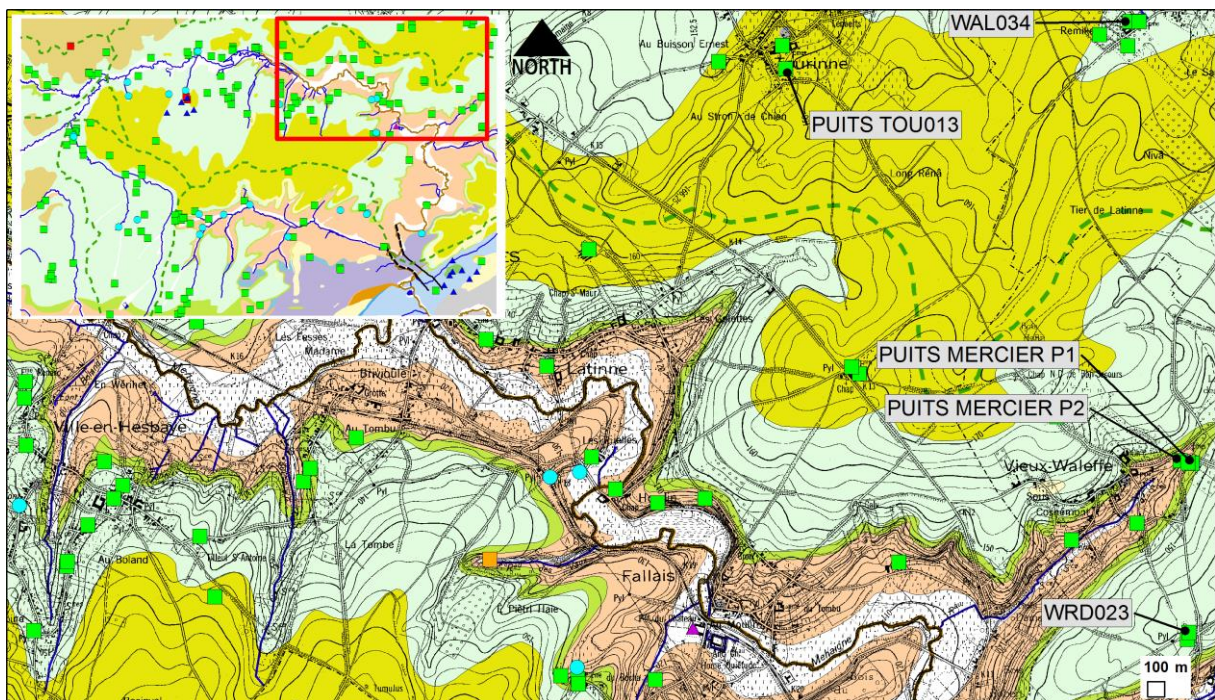


Figure V.2 : Localisation des puits MERCIER P2 à Vieux-Waleffe, du puits TOU013 à Tourinne, du puits WRD023 et du puits WAL034.

**Tableau V.1 : Analyses chimiques disponibles pour l'Aquifère des craies du Crétacé.**

PARAMETRES	UNITES	NORME	AVIN P1		AVIN P2	AVIN PZ1	AVIN PR1	DUTILLEUX	MERCIER P2	TOU013	WAL034	WRD023
Profondeur (m)			24,5		37,5	26	26	7	<15	31	20	17,1
Date de prélèvement			31/01/00	27/10/05	08/02/06	05/07/96	17/07/96	18/10/05	25/04/06	01/01/84	01/01/84	01/01/84
pH	unité pH	6,5 à 9,2	7,1	7,1	7,5	7,1	7,1	7,0	7,0	7,1	7,2	7,1
Conductivité électrique	µS/cm	2100	757	773	690	615	819	939	807	1050	995	1140
Dureté totale	°F	67,5	42,7	39,6	38	40	39,2	56,1	46,5	-	-	-
Aluminium	µg/l Al	200	5	3,3	7	15	102	<10	<10	-	-	-
Calcium	mg/l Ca	270	154,3	142,2	134,9	147,1	144,5	189	151	213,8	147,28	165,6
Sodium	mg/l Na	200	11	12,0	10,7	10,3	11,1	18,8	24,6	93,2	21,14	8,0
Potassium	mg/l K		1,2	1,2	1	0,9	0,8	0	4,6	11,1	67,59	3,0
Magnésium	mg/l Mg	50	10	10,1	10,5	9,8	9,5	26	13,4	30,7	19,58	16,2
Fer (total dissous)	µg/l Fe	200	0	0	101	6	9	9,7	<2	74	21	68,5
Manganèse	µg/l Mn	50	5	6,0	6,2	1	2	163	<5	-	-	-
Chlorures	mg/l Cl	250	54,6	-	52,4	53,9	53,9	71	56	135,01	52,61	85,3
Nitrates	mg/l NO <sub>3</sub>	50	30,2	36,7	27	39	36,2	2	48	148,6	76,14	128,3
Nitrites	mg/l NO <sub>2</sub>	0,5	-	0	0	0	0	-	0	0,01	0,01	0,29
Ammonium	mg/l NH <sub>4</sub>	0,5	0	0	<0,02	0	0	<0,05	0	0,01	0,01	0,01
Phosphates	µg/l PO <sub>4</sub>		-	-	250	-	-	-	-	110	330	160
Sulfates	mg/l SO <sub>4</sub>	250	71,7	-	61,6	66,7	66,3	73	67,9	236,4	174,9	146,0
TAC	° F		26,9	29	26,1	-	-	35,7	28,8	-	-	-
Hydrogénocarbonates	mg/l HCO <sub>3</sub>		328,3	354,0	318,5	-	-	435,7	351,5	-	-	-

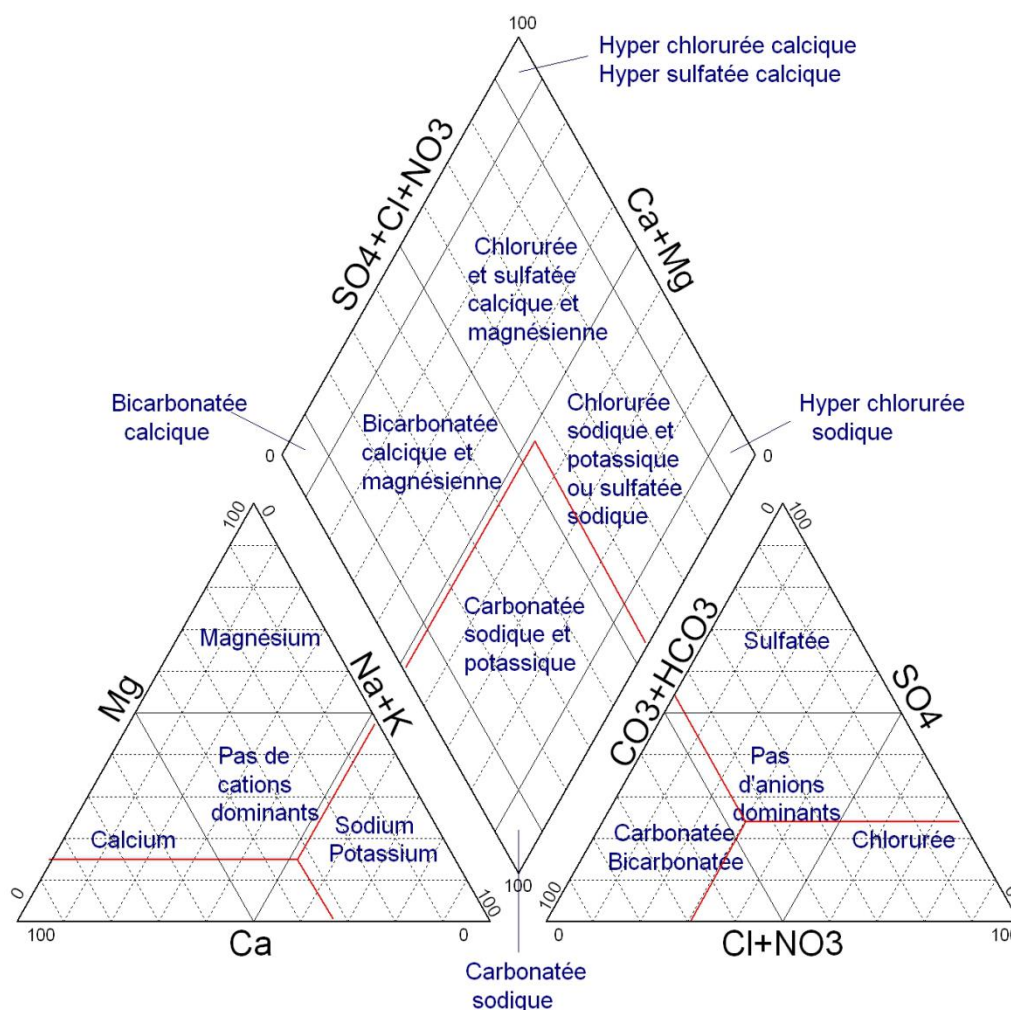


Les eaux prélevées sont caractéristiques des aquifères crayeux : elles sont neutres à légèrement basiques (pH : 7,0 à 7,5), bicarbonatées ( $\text{HCO}_3^- > 300 \text{ mg/l}$ ) et fortement minéralisées (conductivité  $> 600 \mu\text{S/cm}$ ). La dureté des eaux, liée à la concentration en ions calcium et magnésium, est très élevée : jusqu'à  $56,1^\circ\text{F}$  pour le puits DUTILLEUX.

Excepté le puits DUTILLEUX, tous ces puits montrent de fortes concentrations en nitrates (27 à  $148,6 \text{ mg/l}$ ), la norme de potabilité étant de  $50 \text{ mg/l}$ . Les teneurs en chlorures ou en sulfates peuvent atteindre des valeurs importantes,  $135 \text{ mg/l}$  et  $236 \text{ mg/l}$  respectivement. Ces concentrations importantes en nitrates, en sulfates ou en phosphates pour divers ouvrages est indicatrice d'une pollution. Cette dernière peut avoir de multiples origines (engrais phosphatés, purin, fosses d'aisance, ...). Ces données montrent la grande vulnérabilité de l'aquifère des craies face aux effluents provenant de la surface.

### **V.1.2 Commentaires**

Les analyses reprises ci-dessus donnent un premier aperçu des compositions chimiques des eaux souterraines susceptibles d'être rencontrées sur la carte Wasseiges - Braives. Les résultats des analyses chimiques sont généralement traités avec un diagramme de Piper (*Figure V.3*), dans lequel ne sont considérées 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.3 : Classification hydrochimique des eaux souterraines selon un diagramme de Piper (d'après Fetter, 2001, modifié)**

Les données hydrochimiques disponibles dans la région de Wasseiges – Braives permettent de classer les eaux souterraines de l'Aquifère des craies du Crétacé dans les eaux bicarbonatées calciques (*Figure V.4*). Les trois puits de particuliers échantillonnés par la CILE (TOU013, WAL034, WRD023) se décalent légèrement vers les pôles chlorures et sulfates, dû aux teneurs importantes en ces deux éléments dans les eaux analysées.

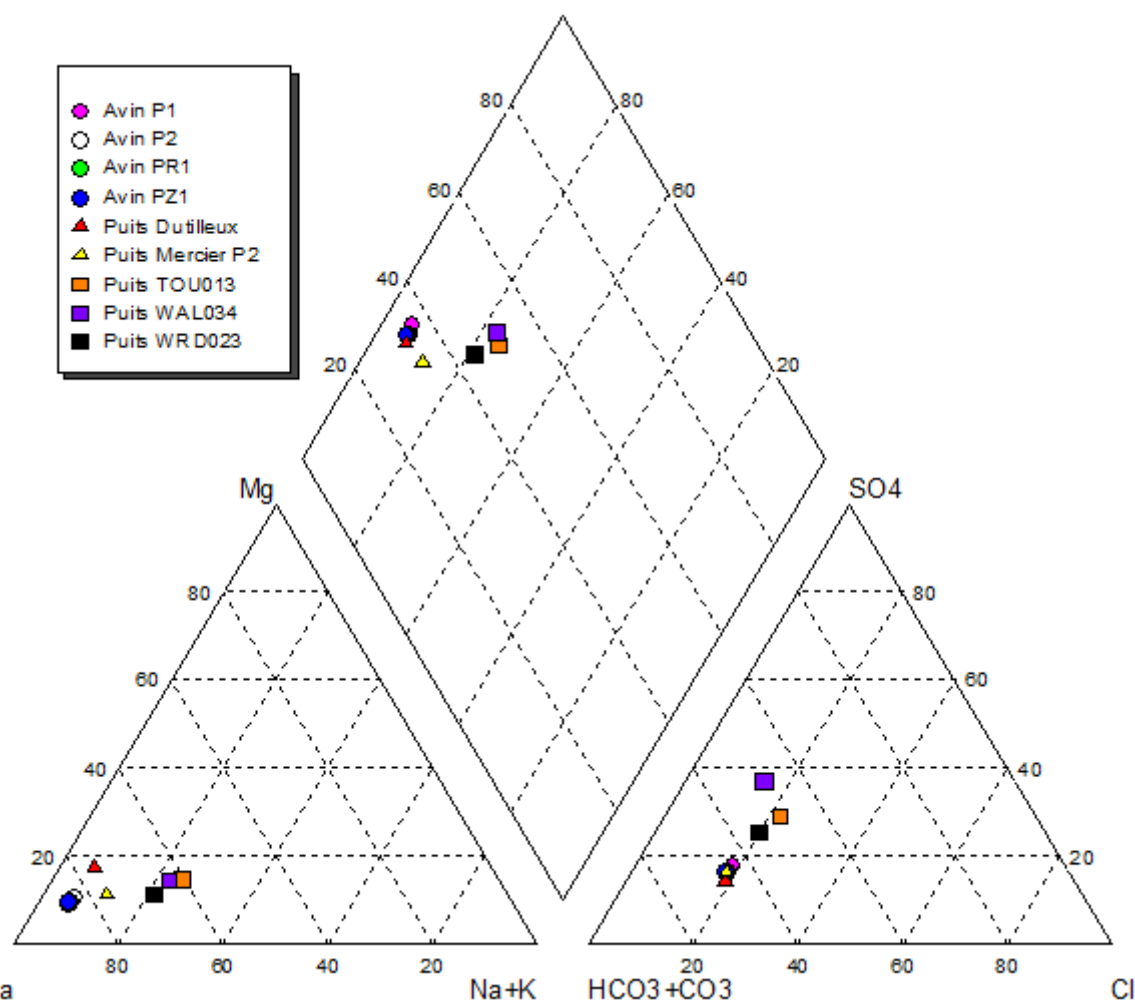


Figure V.4 : Diagramme de Piper des analyses chimiques des eaux de l'Aquifère des craies du Crétacé de la carte Wasseiges – Braives.

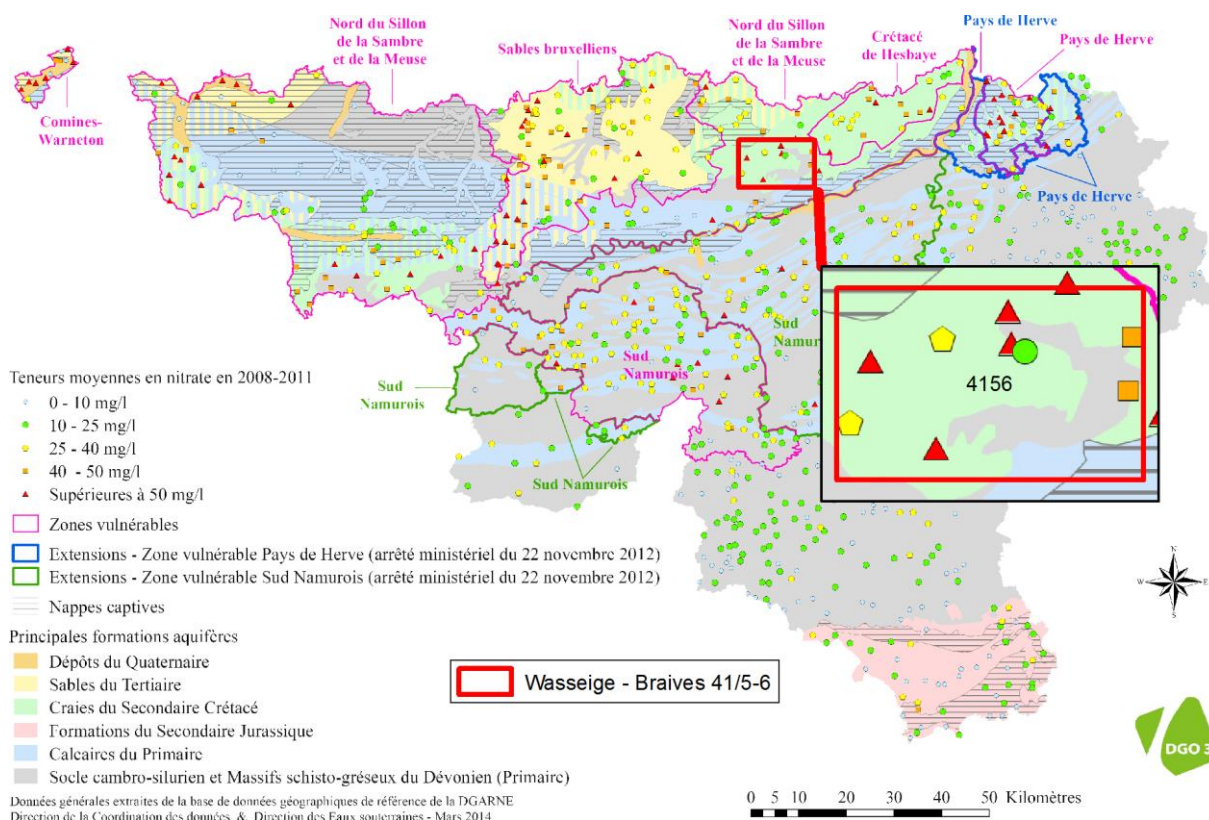
Généralement, une conductivité électrique comprise entre 150 et 450  $\mu\text{S}/\text{cm}$  sera représentative d'un aquiclude du Famennien tandis qu'une conductivité électrique supérieure à 450  $\mu\text{S}/\text{cm}$  le sera d'un aquifère carbonaté. Au-delà de 850  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , on peut considérer une influence anthropique plus ou moins importante (Brouyère et al., 2009). Les analyses où la conductivité électrique est supérieure à 850  $\mu\text{S}/\text{cm}$  présente systématiquement des concentrations  $[\text{Cl} + \text{SO}_4] > 150 \text{ mg/l}$ . Ce qui est le cas pour les puits TOU013, WAL034, WRD023 et quasiment du puits DUTILLEUX.

## 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. Ces zones vulnérables, au nombre de 6 actuellement (« Sables Bruxelliens », « Crétacé de Hesbaye », « Comines-Warneton », « Pays de Herve », « Sud Namurois » et « Nord du sillon Sambre et Meuse »), couvrent des territoires où les teneurs en

nitrate des eaux souterraines dépassent la norme de potabilité des 50 mg/l ou risquent de la dépasser (Figure V.5). Pour plus d'informations, le site [www.nitrawal.be](http://www.nitrawal.be) peut être consulté.

La carte Wasseiges - Braives se situe dans la zone « Nord du Sillon de la Sambre et de la Meuse » (Figure V.5). Actuellement, et suivant le réseau de surveillance des nappes d'eau souterraine du SPW, les teneurs en nitrates de cette région varient entre 10 et plus de 50 mg/l (Figure V.5). Tous les ouvrages inclus dans ce réseau de surveillance, sur la planchette Wasseiges – Braives, sollicitent la nappe des craies du Crétacé.



**Figure V.5 : 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 Wasseiges - Braives ([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 2014). Source : SPW-DGO 3 (2013). Etat des nappes d'eau souterraine de la Wallonie.**

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 du SPW sur la carte Wasseiges - Braives présenteraient donc des teneurs d'origine anthropique.

### V.2.1 Aquifère des craies du Crétacé

Depuis plusieurs années, les diverses compagnies de distribution d'eau constatent une lente mais constante augmentation des teneurs en nitrates dans la nappe aquifère de Hesbaye, qui

a été décrétée « zone vulnérable » par la Région Wallonne (Arrêté ministériel du 28 juillet 1994). Plusieurs études hydrochimiques relatives à l'évolution et à la répartition des teneurs en nitrates dans la nappe aquifère de Hesbaye ont été réalisées dans le cadre du Programme Action Hesbaye (1996) financé par les Communautés Européennes, la Région Wallonne, la CILE, la SWDE, et réalisé par les équipes du Centre de Recherche Agronomique de l'Etat de Gembloux (CRAGx), les Laboratoires de Géologie de l'Ingénieur, d'Hydrogéologie et de Prospection Géophysique (LGIH) de l'Université de Liège et par l'Unité d'Hydraulique Agricole des Facultés Agronomiques de Gembloux (UHAGx).

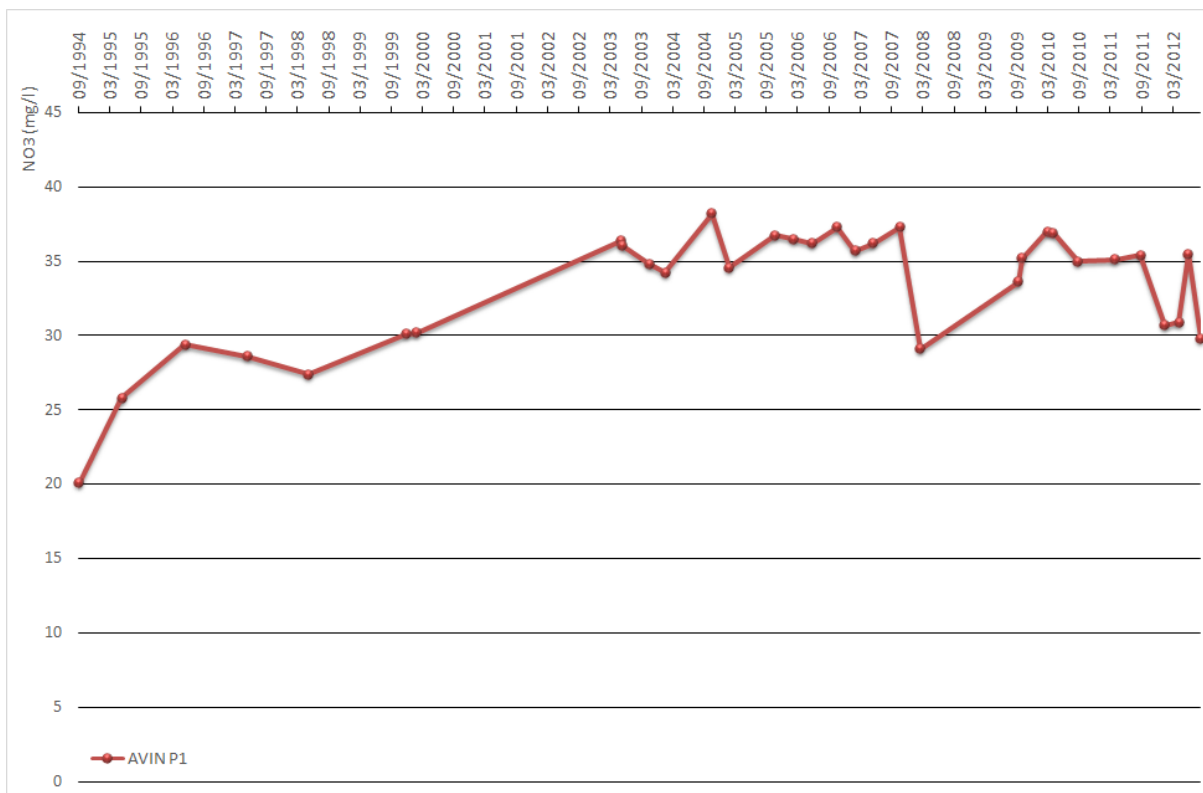
Diverses études (*Hallet, 1998*) ont démontré que les teneurs en nitrates sont fortement dépendantes des fluctuations piézométriques et de l'infiltration efficace. Pour les pollutions considérées comme diffuses, les concentrations sont minimales en périodes de rabattement de la nappe et maximales en périodes de remontée ; ce phénomène est sans doute lié au décrochement du niveau piézométrique de la nappe, dont la vitesse de rabattement, de 0,6 m par mois, est parfois plus rapide que l'infiltration en zone non saturée qui correspondrait à 0,1 à 0,2 m par mois (*Dautrebande et al., 1999*). Pour les pollutions plus ponctuelles, les concentrations seraient moins élevées en périodes de hautes eaux suite à l'augmentation du gradient de la nappe et à une plus grande dilution.

Au droit de la carte Wasseiges – Braives, nous ne disposons pas d'un historique des teneurs en nitrates des eaux de l'Aquifère des craies du Crétacé permettant d'analyser leur évolution au cours du temps. Le lecteur peut consulter les cartes voisines (41/3-4 Waremme - Momalle et 41/7-8 Jehay-Bodegnée - St-Georges) pour les données sur l'évolution des concentrations en nitrates dans la nappe de Hesbaye. Les données relatives aux concentrations en nitrates relevées dans les puits de la carte Wasseiges – Braives proviennent :

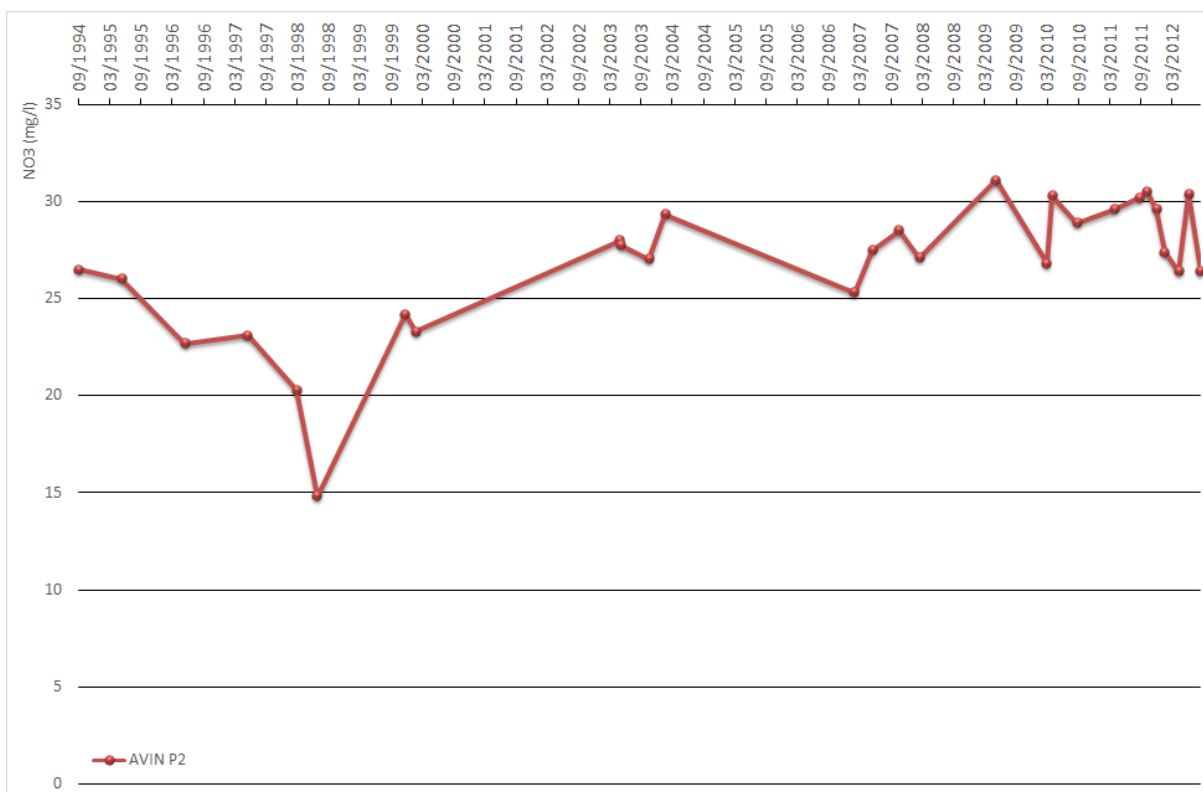
- de la SWDE pour les puits et piézomètres forés dans la zone du captage d'Avin ;
- de la DGARNE et de la CILE pour quelques puits de particuliers.

Les puits du captage d'Avin, appartenant à la SWDE, ont fait l'objet d'un contrôle des teneurs en nitrates depuis 1994. La [Figure V.6](#) montre l'évolution de la teneur en nitrates des puits AVIN P1 et P2 entre 1994 et 2012. Durant cette période, malgré des périodes de baisse des concentrations, la tendance est plutôt à la hausse. Entre juillet 2010 et août 2012, les teneurs en nitrates du puits AVIN P1 se situaient entre 30 et 35 mg/l. Si le puits AVIN P2 montre des concentrations plus faibles, de 25 à 31 mg/l pour la même période, ces teneurs restent toutefois élevées.





**Figure V.6 : Evolution de la teneur en nitrate du captage AVIN P1 entre 1994 et 2012.**



**Figure V.7 : Evolution de la teneur en nitrate du captage AVIN P2 entre 1994 et 2012.**

La galerie FUMAL G1, (*Figure V.9*) qui n'est plus en exploitation, a également fait l'objet d'analyses entre 2005 et 2007 (*Figure V.8*). Les analyses de ces échantillons, prélevés à une

faible profondeur, montrent des concentrations supérieures, entre 40 et 45 mg/l, par rapport à celles des échantillons prélevés dans les puits profonds.

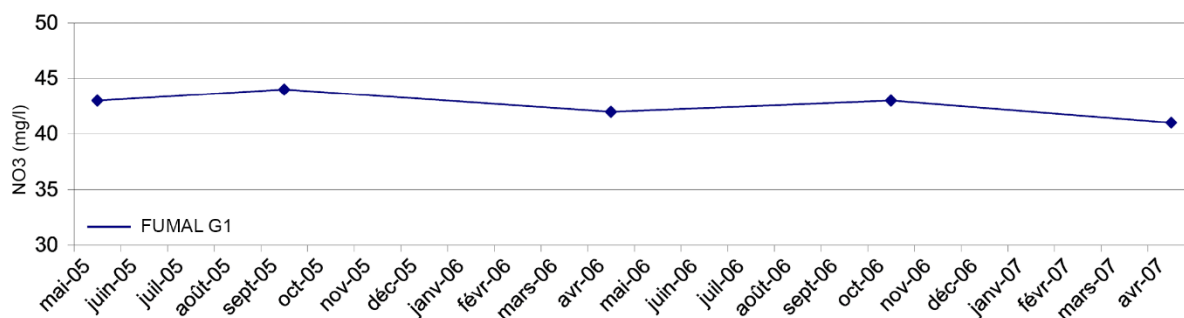


Figure V.8 : Evolution de la teneur en nitrate du captage de FUMAL G1 entre 2005 et 2007.

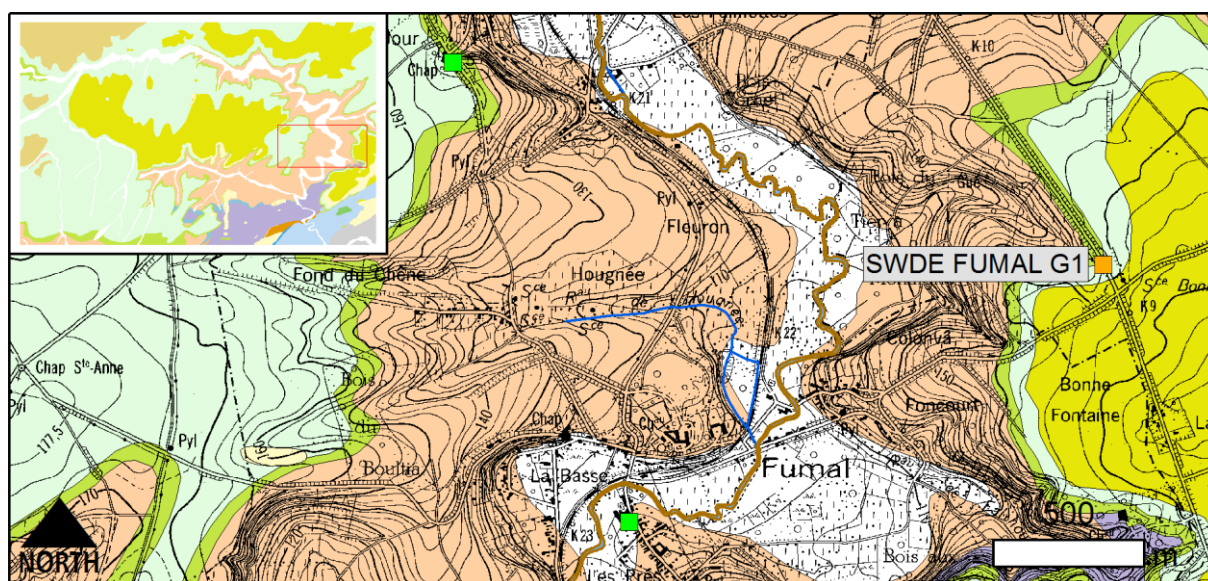
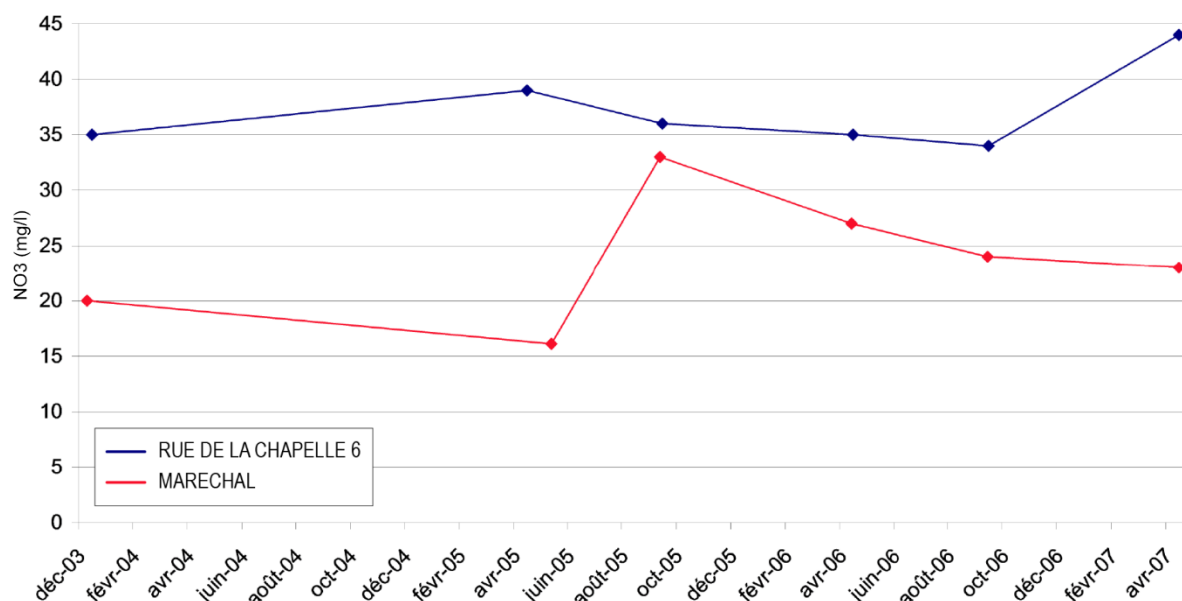


Figure V.9 : Localisation du captage de FUMAL G1 au NE de Fumal.

Outre les captages, quelques puits de particuliers sollicitant la nappe des craies du Crétacé ont également fait l'objet d'analyses en nitrates. Les concentrations en nitrates du puits MARÉCHAL, profond de 36 m et situé à Ville-en-Hesbaye, varient entre 15 et 35 mg/l (Figure V.10) entre décembre 2003 et avril 2007. La nappe est peut-être un peu protégée par la couche de sable tongrien qui recouvre les craies au droit de ce puits. Le puits RUE DE LA CHAPELLE 6, profonde de 35 m et situé à Avennes, présente des concentrations en nitrates moyennes de 35 mg/l (Figure V.10).



**Figure V.10 : Evolution de la teneur en nitrate du puits MARECHAL et RUE DE LA CHAPELLE 6 entre décembre 2003 et avril 2007.**

Le puits MERCIER P2 est un puits traditionnel, profond de moins de <15 m et situé à Vieux-Waleffe. Les concentrations en nitrates, mesurées entre septembre 2005 et mars 2013, varient entre 28 et 67 mg/l (Figure V.11). Comme pour le puits DUTILEUX (voir ci-dessous), depuis le pic de 2010, les concentrations semblent à la baisse, malgré un pic à 64 mg/l en janvier 2013. Les pics se produisent le plus souvent en janvier, ce qui exprime bien le phénomène d'abaissement du toit de la nappe en période d'été, avec diminution des concentrations, du fait d'une infiltration moins rapide des polluants. Ce phénomène est encore plus marqué sur le puits DUTILLEUX.

Entre octobre 2005 et février 2013, le puits DUTILLEUX, profond de 7 m et situé à Forville, présente des concentrations en nitrates très variables, allant de quelques mg/l jusqu'à 76 mg/l (Figure V.12). Une tendance à la diminution semble se marquer depuis le pic de 2010.

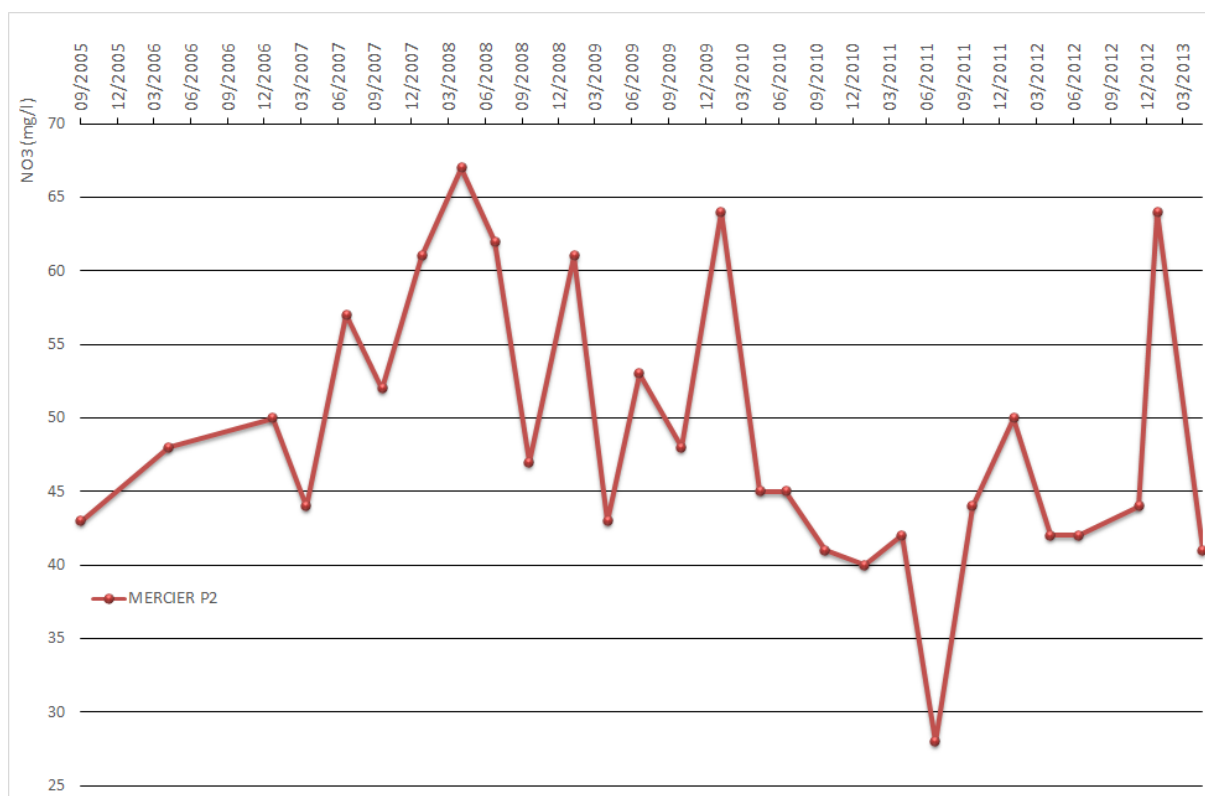


Figure V.11 : Evolution de la teneur en nitrate des puits MERCIER P2 entre septembre 2005 et mars 2012.

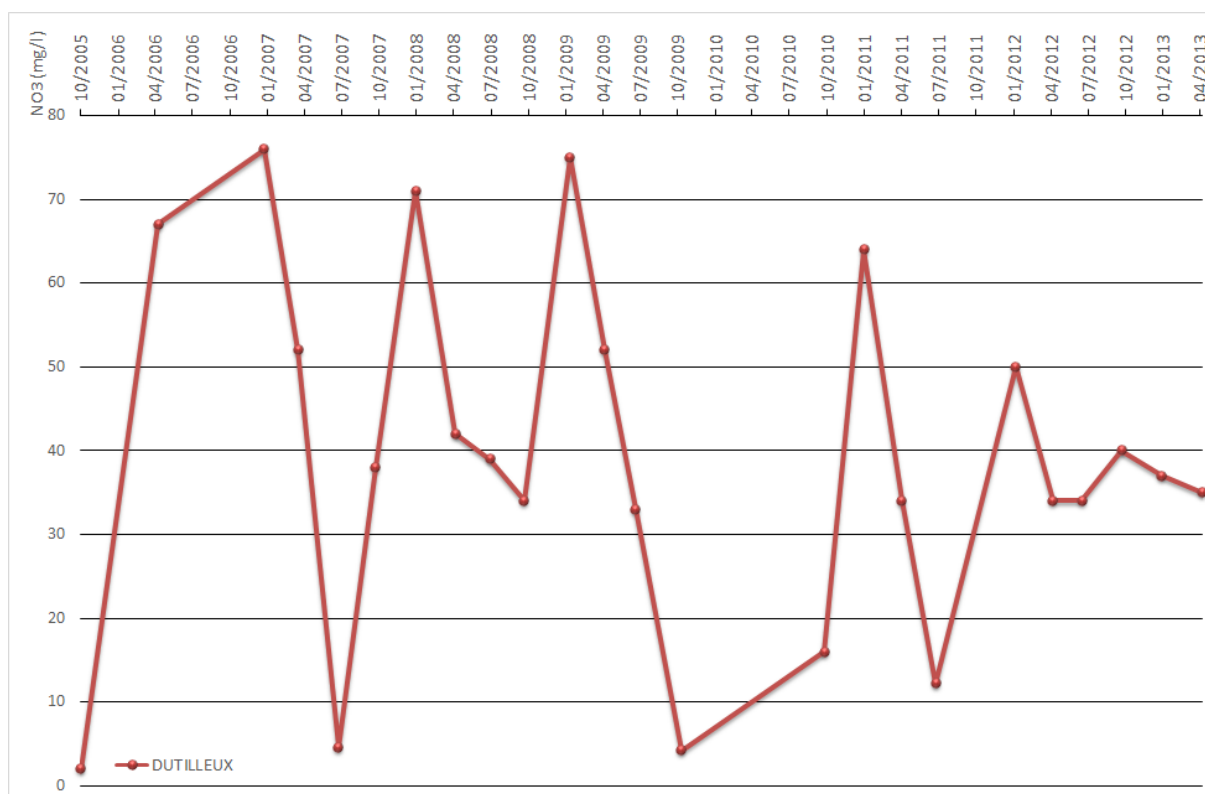


Figure V.12 : Evolution de la teneur en nitrate des puits DUTILLEUX entre octobre 2005 et février 2013.

Le puits DU CROCCQ 1, profond de 8 m et situé à Meeffe, présente d'importantes fluctuations, entre 20 mg/l et 157 mg/l (Figure V.13). Les valeurs restent souvent largement supérieures à la norme des 50 mg/l. Le puits DU MOINIL 2, profond de 11 m et situé à Warêt-l'Evêque, présente également des variations importantes variant entre 40 et 140 mg/l (Figure V.13).

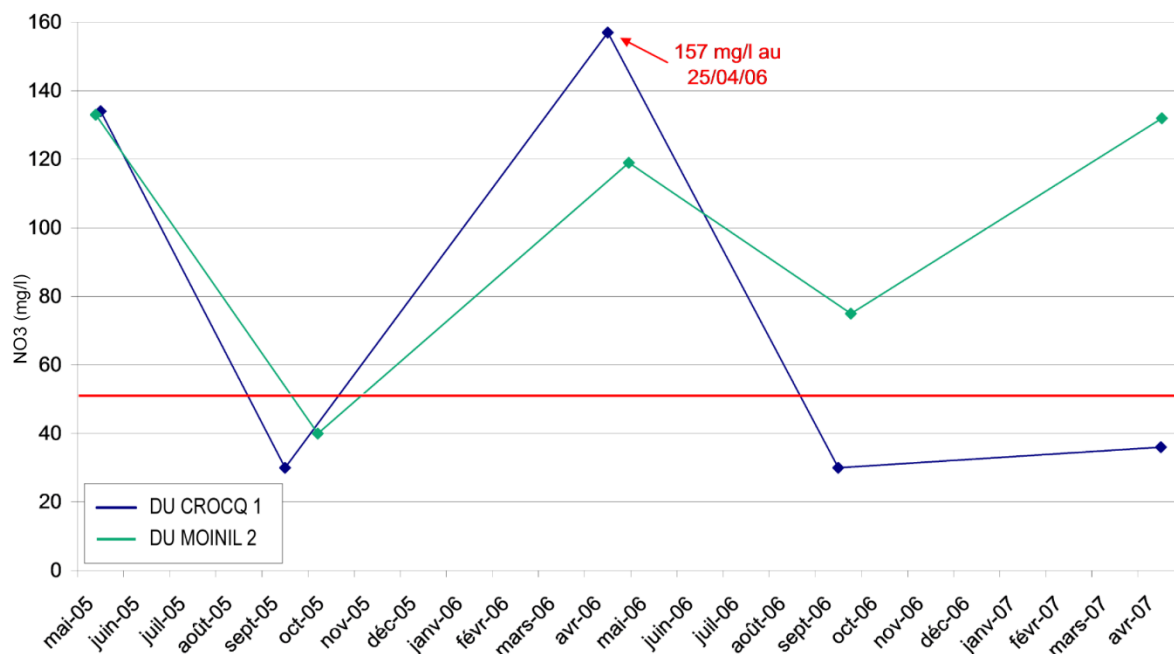


Figure V.13 : Evolution de la teneur en nitrate des puits DU CROCCQ 1 et DU MOINIL 2 entre avril 2005 et avril 2007

Le puits DELBROUCK est un puits peu profond situé à Ville-en-Hesbaye. Les teneurs en nitrates mesurées entre septembre 2005 et avril 2007 varient peu et sont presque toujours au-dessus de la norme des 50 mg/l (Figure V.14).

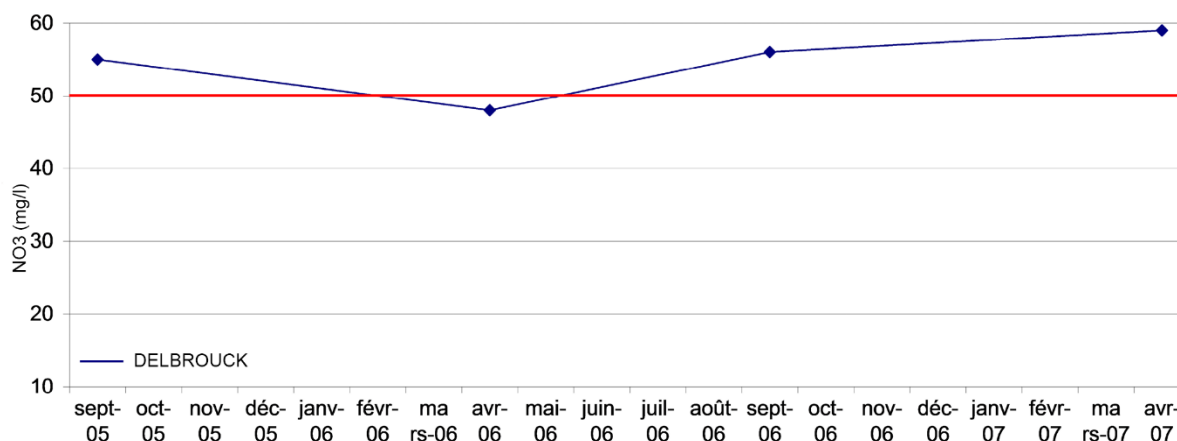


Figure V.14 : Evolution de la teneur en nitrate du puits DELBROUCK entre septembre 2005 et avril 2007



**On constate que les puits traditionnels, de fermes ou de particuliers, dont la profondeur est généralement inférieure à 15 m, présentent les taux en nitrates les plus élevés, par rapport aux puits forés plus profondément.**

Trois autres puits de particuliers ont été échantillonnés par la CILE en 1984 et 1993 (TOU013, WAL034 et WRD023). Les résultats des analyses ([Tableau V.2](#)) montrent, comme pour les autres puits analysés jusqu'ici, que les teneurs en nitrates peuvent être très importantes (jusque 148,6 mg/l pour le puits TOU013).

**Tableau V.2 : Concentrations en nitrates des puits échantillonnés par la CILE**

Ouvrage	Prof. (m)	Date	Elément	Teneur (mg/l)
WRD023	17,1	01/01/84	Nitrates	128,3
			Nitrites	0,3
			Ammonium	0,01
		04/11/93	Nitrates	5,2
			Nitrites	0
			Ammonium	0
WAL034	20	01/01/84	Nitrates	76,1
			Nitrites	0
			Ammonium	0
		26/10/93	Nitrates	99,1
			Nitrites	0
			Ammonium	0
TOU013	31	01/01/84	Nitrates	148,6
			Nitrites	0
			Ammonium	0
		27/10/93	Nitrates	135,0
			Nitrites	0
			Ammonium	0

En conclusion, il est évident que la nappe des craies du Crétacé est très sensible à la pollution des effluents en provenance de la surface. Ce fait 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.

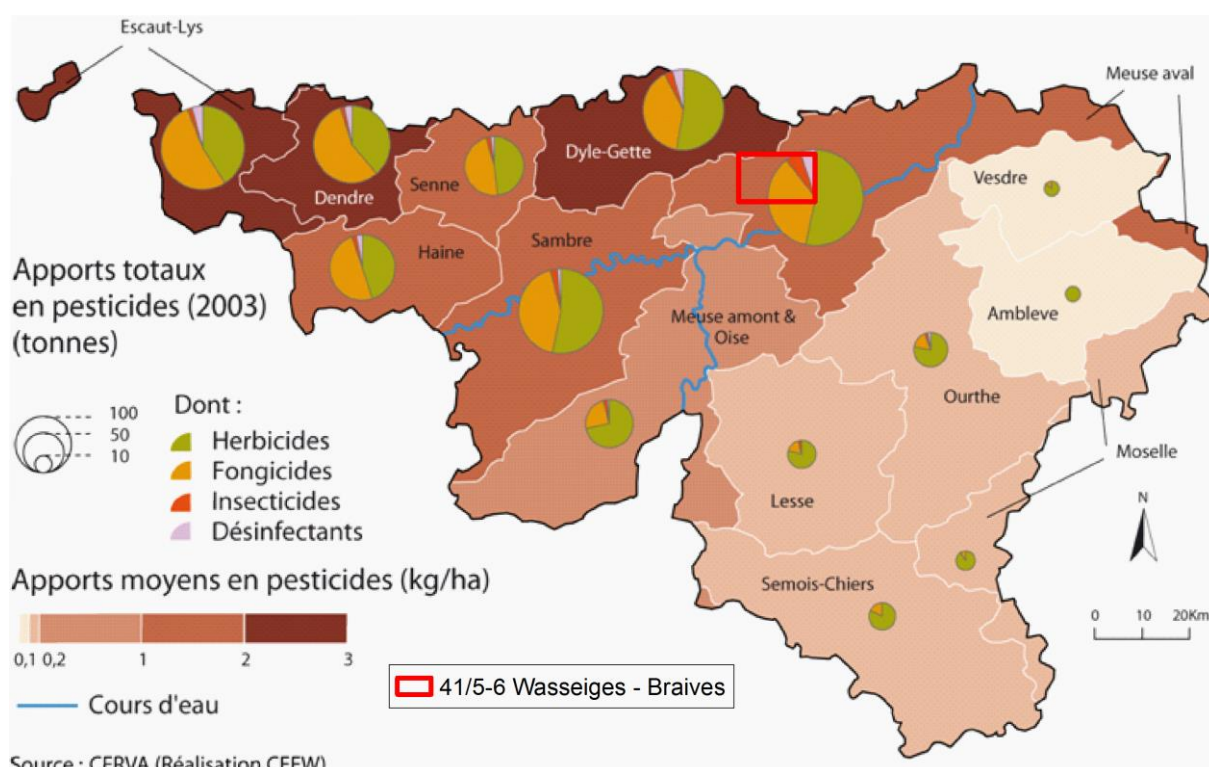
*Les micropolluants présents dans l'eau comprennent une multitude de composés minéraux et organiques dont les effets sur les organismes vivants peuvent être toxiques à de très faibles concentrations (de l'ordre généralement du microgramme par litre) [...]. Les eaux souterraines sont, quant à elles, contaminées 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.15*) 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 Wasseiges - Braives se situe quasi entièrement dans le bassin de la Meuse aval où les apports moyens en pesticides pour l'année 2003 se situaient entre 1 et 2 kg/ha (*Figure V.15*), soit un apport moyen supérieur.



**Figure V.15 : 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 Wasseiges - Braives.**

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.3](#) reprend quelques analyses disponibles pour les pesticides les plus importants ainsi que la quantité en pesticides totaux analysés pour les puits de production de la SWDE, quelques piézomètres et quelques puits de particuliers sollicitant la nappe des craies du Crétacé. D'après les données existantes, les normes de potabilité ne sont jamais dépassées même si la quantité de pesticides peut parfois être relativement importante (>80 ng/l). Afin d'éviter tout risque, les eaux sont systématiquement traitées.

**Tableau V.3 : Teneurs en pesticides (2012 et 2013) pour quelques ouvrages de la carte Wasseiges – Braives sollicitant la nappe des craies du Crétacé.**

Paramètre	Unité	Norme	AVIN P1	AVIN P2	DUTILLEUX	MERCIER P2
Date			05/06/12	14/06/12	14/01/13	14/01/13
Atrazine	ng/l	100	5	9	<10	69
Bentazone	ng/l	100	27	4	/	24
Bromacile	ng/l	100	0	3	/	<10
Chlortoluron	ng/l	100	0	1	<10	<10
Déséthylatrazine	ng/l	100	10	17	30	338
Diuron	ng/l	100	0	2	<10	<10
Isoproturon	ng/l	100	0	0	<10	<10
Simazine	ng/l	100	0	0	<10	21
Propazine	ng/l	100	0	1	<10	<10
2,6 - dichlorobenzamide	ng/l	100	0	4	<10	89
Pesticides totaux	µg/l	0.5	0,05	0,04	/	/

Au niveau de l'atrazine, si les tendances semblent effectivement à la baisse depuis 1994 pour les captages AVIN P1 et P2 ([Figure V.16](#), [Figure V.17](#)), cela n'est pas le cas du puits MERCIER P2 qui lui, montre une augmentation de ses concentrations en atrazine depuis 2005 ([Figure V.18](#)).

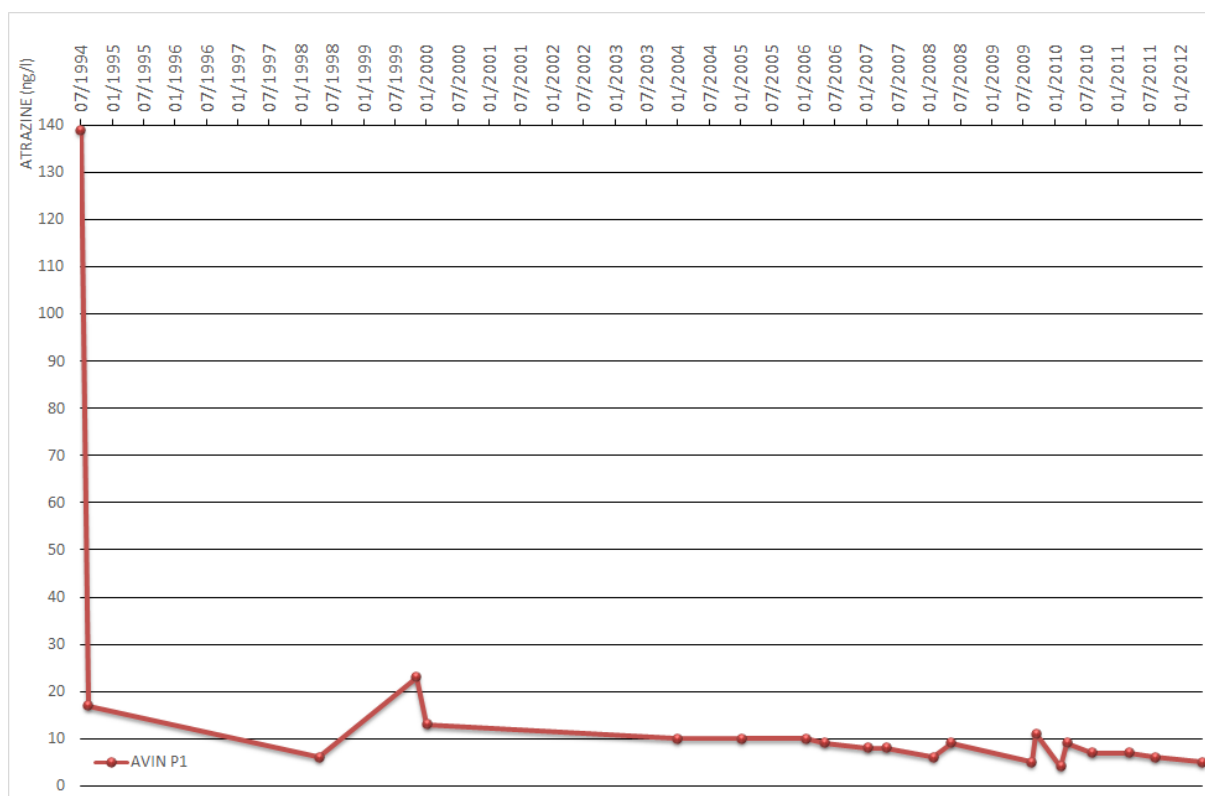


Figure V.16 : évolution de la concentration en atrazine dans le captage AVIN P1 entre juillet 1994 et janvier 2012.

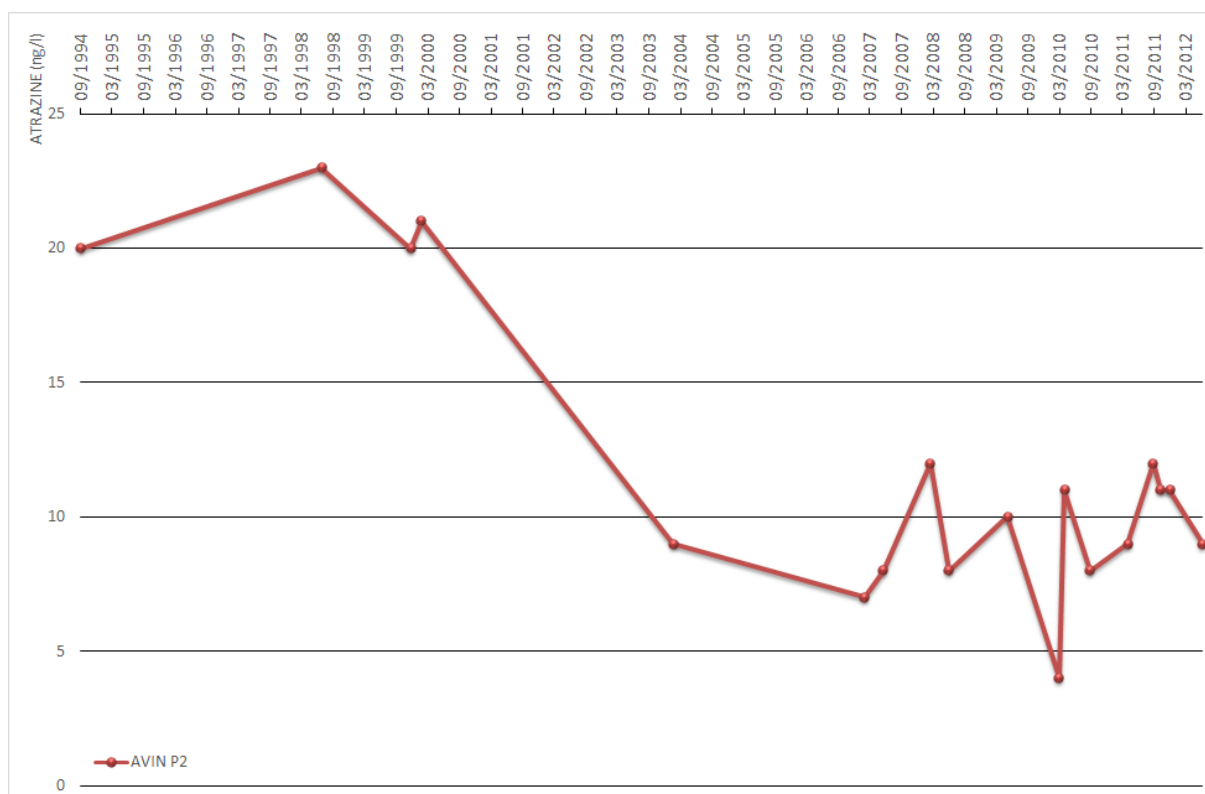


Figure V.17 : évolution de la concentration en atrazine dans le captage AVIN P2 entre septembre 1994 et mars 2012.

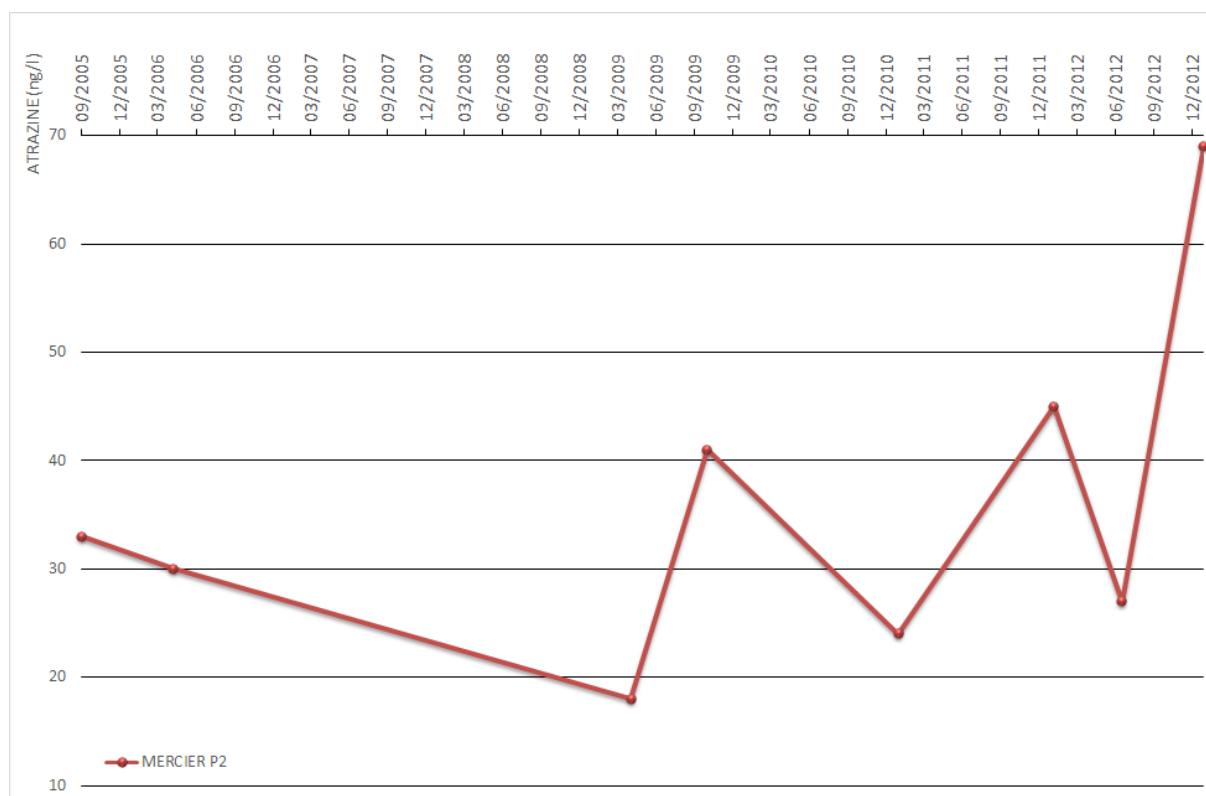


Figure V.18 : évolution de la concentration en atrazine dans le puits MERCIER P2 entre septembre 2005 et novembre 2012.

### 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.4](#) présente les analyses en métaux les plus récentes disponibles pour la carte Wasseiges – Braives pour les captages de la SWDE. Les métaux lourds sont présents en quantités négligeables. Les concentrations restent généralement inférieures aux normes de potabilité. Il est à noter qu'un traitement simple des eaux peut facilement éliminer ces éléments indésirables.

Tableau V.4 : Teneurs en métaux lourds de quelques ouvrages de la carte Wasseiges – Braives sollicitant la nappe des craies du Crétacé.



Paramètre	Unité	Norme	AVIN P1	AVIN P2	AVIN PZ1	DUTILLEUX
Date		AGW 15/01/04	17/08/12	21/08/12	05/07/96	02/07/12
Antimoine	µg/l	5	0	0	0	<1
Arsenic	µg/l	10	0.4	0.5	0	<1
Bore	µg/l	1000	3	6	12.6	22
Cadmium	µg/l	5	0	0	0	0.04
Chrome (total)	µg/l	20	2.1	1.6	2	<1
Cuivre	µg/l	100	1.6	0.9	0	9.8
Fer (total) dissous	µg/l	200	33	68	6	22
Manganèse	µg/l	50	7.6	4.2	1	5.6
Mercur	µg/l	1	0	0	0	<0.05
Nickel	µg/l	20	0	0	0	2.8
Plomb	µg/l	10	0.5	0.2	0.9	<1
Sélénium	µg/l	10	1.4	2.1	-	<1
Zinc	µg/l	200	23	23	6.9	179

## 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 XX<sup>e</sup> 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.

Les eaux captées par les ouvrages de la SWDE font régulièrement l'objet d'analyses en germes, bactéries et pesticides. Sur la carte de Wasseiges-Braives, les analyses ne montrent pas de pollution par les germes et bactéries pour les captages AVIN P1 et P2. Nous ne disposons pas des données historiques pour les autres captages. Par contre, les eaux prélevées au droit de quelques puits de particuliers montrent des contaminations parfois très importantes en germes et bactéries ([Tableau V.5](#)).

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.5 : Résultats des analyses microbiologiques pour quelques ouvrages de la carte Wasseiges – Braives sollicitant la nappe des craies du Crétacé.**

Paramètre	Unité	AVIN		DUTILLEUX	MERCIER P2	DU CROCQ 1	SOCEBLI
		P1	P2				
Date		17/08/12	21/08/12	23/01/12	03/07/2012	25/04/06	23/10/97
Coliformes totaux	Colonies/100 ml	0	0	48	2070	260	0
Entérocoques	Colonies/100 ml	0	0	226	13	0	-
Escherichia Coli	Colonies/100 ml	0	0	54	17	8	-
Germes totaux à 22 °C	Colonies/ml	7	4	1900	/	370	12
Germes totaux à 36 °C	Colonies/ml	0	4	/	135	-	1

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

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

En ce qui concerne le bon état chimique, la composition de l'eau souterraine, mesurée aux différents points du réseau principal de surveillance, doit être telle que les concentrations en polluants respectent les normes de qualité et les valeurs seuils inscrites à l'annexe XIV du Code de l'eau ([Tableau V.6](#)).

Sur cette base, l'état global des 33 masses d'eau souterraine de la Région wallonne a été 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.

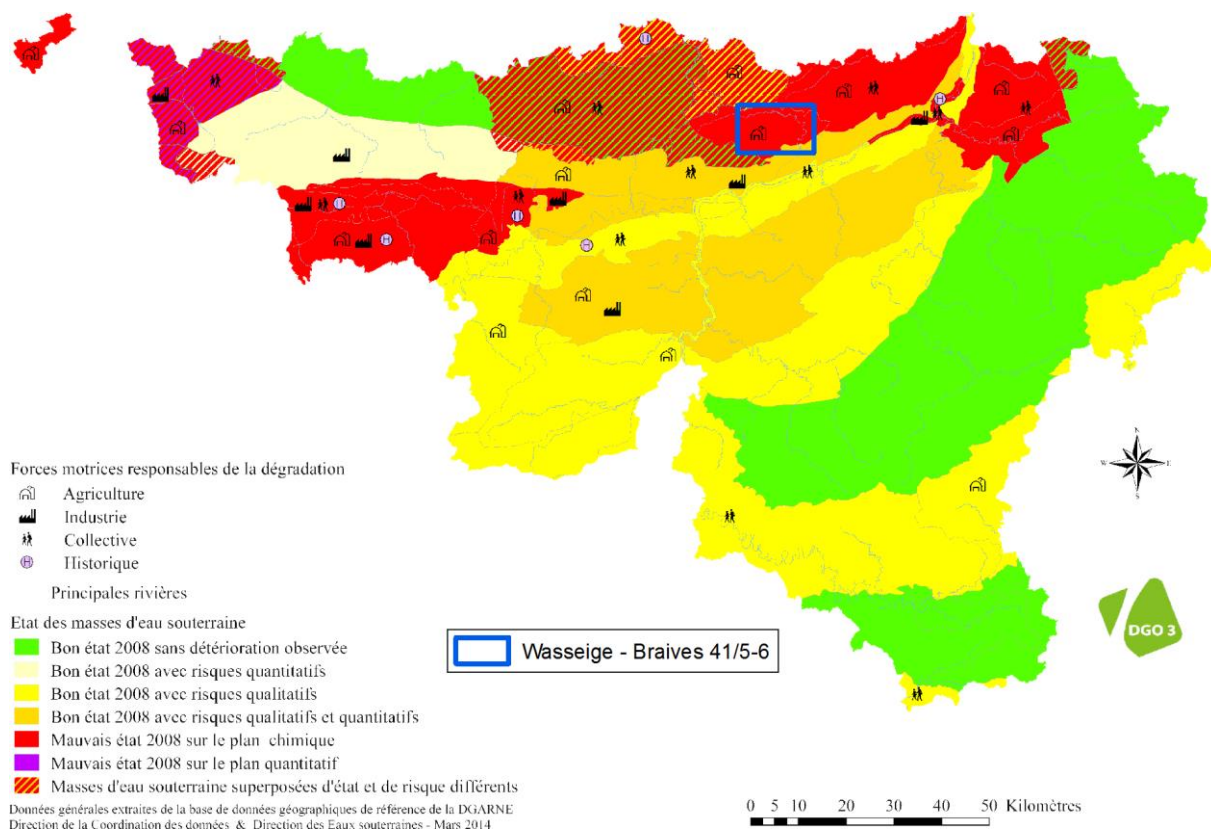
**Tableau V.6 : Valeurs seuils des paramètres chimiques intervenant dans la dégradation des masses d'eau souterraines (*Etat des nappes d'eau souterraine de Wallonie, mars 2014, chap V.5, <http://environnement.wallonie.be/de/eso/atlas/>*)**

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
Mercuré	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

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.19](#) indique l'état des masses d'eau pour 2008 en fonction des causes de leur dégradation. Les masses d'eau concernées par la planche Wasseiges - Braives étaient :

- soit en "mauvais état 2008 sur le plan chimique" pour les masses d'eau RWM040 (Crétacé du bassin du Geer) à l'est et RWM041 (Sables et Craies du bassin de la Meuse) à l'ouest ;
- soit en "bon état 2008 avec risques qualitatifs et quantitatifs" pour la masse d'eau RWM011 (Calcaires du bassin de la Meuse bord Nord).



**Figure V.19 : Etat des masses d'eau pour l'année 2008 et causes de leur dégradations (Etat des nappes d'eau souterraine de la Wallonie, mars 2014, [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 planche de Wasseiges - Braives compte 207 ouvrages. La plus grande partie de ces ouvrages sollicite les nappes pour des besoins agricoles et d'autres particuliers. Quelques ouvrages servent à l'exhaure pour la carrière de Moha, au SE de la carte, et un site de captage de la SWDE comprenant trois puits (captage d'Avin) produit de l'eau potable à des fins de distribution publique. La répartition des ouvrages entre les différentes nappes est représentée schématiquement au [Tableau VI.1](#).

**Tableau VI.1 : Répartition des ouvrages entre les différentes unités hydrogéologiques de la carte Wasseiges - Braives.**

Nappe sollicitée	Nombre d'ouvrages
Aquifère des craies du Crétacé	115
Aquiclude du socle cambro-silurien	45
Aquifère alluvial	19
Aquifère des calcaires du Carbonifère	9
Aquiclude des marnes du Campanien	6
Aquifère des sables de l'Oligocène	6
Aquifère des calcaires du Frasnien	4
Aquifère des sables du Paléocène	1
Aquifère des sables de remplissage	1
Aquitard à niveaux aquifères du Givetien	1

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 2008 à 2012.

L'exploitation d'une prise d'eau souterraine est soumise à de nombreux aléas et donc peut être variable. Les contraintes techniques de l'ouvrage, l'activité économique liée à ce captage, l'évolution des conditions hydrogéologiques de la nappe sollicitée et les éventuelles pollutions peuvent limiter les capacités de production. La présentation des volumes moyens prélevés sur la Carte des volumes, correspond à la moyenne des années 2008 à 2012 encodées par l'administration (basés sur les déclarations des titulaires de prise d'eau). Ils illustrent de manière plus réaliste l'exploitation des eaux souterraines sur la carte étudiée. Ces valeurs moyennes ne sont pas représentatives du potentiel d'exploitation ni de l'exploitation réelle des nappes mais reflètent l'importance d'un site d'exploitation pendant les cinq années considérées. Parmi ces dernières, il se peut que certaines d'entre elles soient non utilisées certaines années.

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

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

Les captages de la carte Wasseiges – Braives sont constitués de deux galeries (FUMAL G1, *Figure V.9, p. 57*, et LATINNE G1, *Figure VI.1*), hors service actuellement, et de deux puits (AVIN P1 et P2, *Figure IV.13, p. 37*). La distribution publique d'eau potable se fait par la SWDE qui exploite le captage d'Avin composé de trois puits sollicitant la nappe des craies du Crétacé dont seuls deux sont en service (AVIN P1 et P2).

Le *Tableau VI.2* reprend la liste des captages qui font ou ont fait l'objet d'une exploitation sur la carte Wasseiges - Braives. 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).

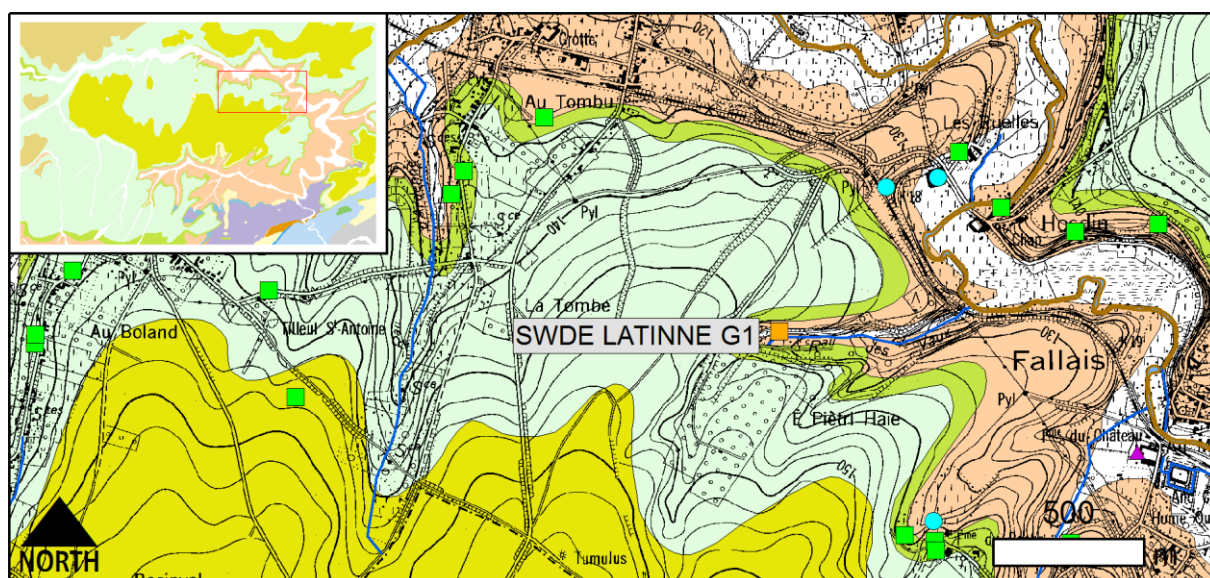


Figure VI.1 : localisation du captage LATINNE G1.

En 2011 la répartition des volumes soutirés était la suivante :

- AVIN P1 a prélevé un volume compris entre 500 001 et 1 000 000 m<sup>3</sup>/an ;
- AVIN P2 a prélevé un volume compris entre 100 001 et 500 000 m<sup>3</sup>/an.

**Tableau VI.2 : Liste des captages qui ont fait et/ou font encore l'objet d'une exploitation par un distributeur public d'eau potable sur la carte Wasseiges - Braives. Les volumes indiqués sont les plus récents connus.**

Ouvrage	Type	Profondeur (m)	Exploitant	Aquifère	Volume (m <sup>3</sup> /an)	Année	Remarque
LATINNE G1	Puits sur galerie	/	SWDE	Craies du Crétacé	9 603	1991	Hors service
FUMAL G1	Puits sur galerie	/			-		Hors service
AVIN P1	Puits foré	24,5			586 075	2011	
AVIN P2	Puits foré	37,5			346 737	2011	

## VI.2. AUTRES VOLUMES CAPTÉS

Outre la distribution publique, les nappes aquifères de Wasseiges – Braives sont exploitées à plus petite échelle, souvent pour un usage agricole ou domestique. Peu d'informations sont

disponibles quant à ce type de volumes pompés mais ceux-ci excèdent rarement les 1 000 m<sup>3</sup>/an.

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 CARRIERE DE MOHA, exploité par S.A. CARMEUSE, ayant soutiré 1 857 724 m<sup>3</sup> pour de l'exhaure dans la nappe de l'Aquifère des calcaires du Carbonifère.
- Le puits BRAIVES, situé à Tourinne, ayant soutiré 12 800 m<sup>3</sup> dans la nappe de l'Aquifère des craies du Crétacé ;
- Le puits PONCELET, situé à l'ouest de Fallais, ayant soutiré 10 000 m<sup>3</sup> dans la nappe de l'Aquiclude du socle cambro-silurien ;
- Le puits DU PARC-CHATEAU D'OTEPPE, situé à Oteppe, ayant soutiré 9 900 m<sup>3</sup> dans la nappe de l'Aquifère alluvial.

## 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 hauteur 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	

Des données hydrogéologiques précises, concernant les paramètres d'écoulement et de transport de l'eau dans les craies, ont pu être déterminées lors de diverses campagnes d'essais de pompage et de traçage réalisées pour la SWDE, dans le cadre de la réalisation du captage d'Avin et de la réalisation des zones de prévention autour du site. A cela s'ajoute quelques données provenant de rapports et études diverses.

### VII.1.1 Aquifère des craies du Crétacé

Pour le captage d'Avin, les transmissivités calculées, déduites des pompages d'essai réalisés en 1974, varient entre  $9 \times 10^{-3}$  et  $2 \times 10^{-2}$  m<sup>2</sup>/s. Les valeurs de transmissivité obtenues pour les pompages d'essai les plus récents sont comprises entre  $3,16 \times 10^{-2}$  et  $3,69 \times 10^{-2}$  m<sup>2</sup>/s. La perméabilité calculée est de l'ordre de  $2,0 \times 10^{-4}$  m/s.

Pour la nappe des craies de Hesbaye, Hallet et Monjoie (1996) ont montré que les valeurs de perméabilité calculées varient entre  $1 \times 10^{-4}$  m/s et  $1 \times 10^{-2}$  m/s pour les axes de fissuration et les zones altérées et entre  $1 \times 10^{-6}$  et  $1 \times 10^{-4}$  m/s pour la matrice crayeuse.

### VII.1.2 Aquitard limoneux

Des valeurs de perméabilité comprises entre  $10^{-7}$  à  $10^{-6}$  m/s ont été obtenues pour les limons argileux recouvrant les craies à Cipllet (LGIH, CIP911, 1991).

## 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, ...).



### VII.2.1 Aquifère des craies du Crétacé

Quelques valeurs de paramètres de transport sont disponibles pour la nappe des craies du Crétacé sur la carte Wasseiges-Braives. Des essais de traçage ont en effet été réalisés à partir des piézomètres de la SWDE sur le site d'Avin. Le [Tableau VII.2](#) reprend les différents paramètres calculés à partir des courbes de restitution de ces traçages. La [Figure VII.1](#) reprend la direction des écoulements souterrains mis en évidence par essais de traçage.

Seul le naphthionate injecté au puits AVIN PR1 a été récupéré à la prise d'eau AVIN P2, distant de 38 m. Le taux de récupération, 96 %, est très important. La porosité efficace calculée pour la restitution est de 3 %, ce qui est assez élevé. La valeur de dispersivité, 22 m, est relativement importante pour des craies.

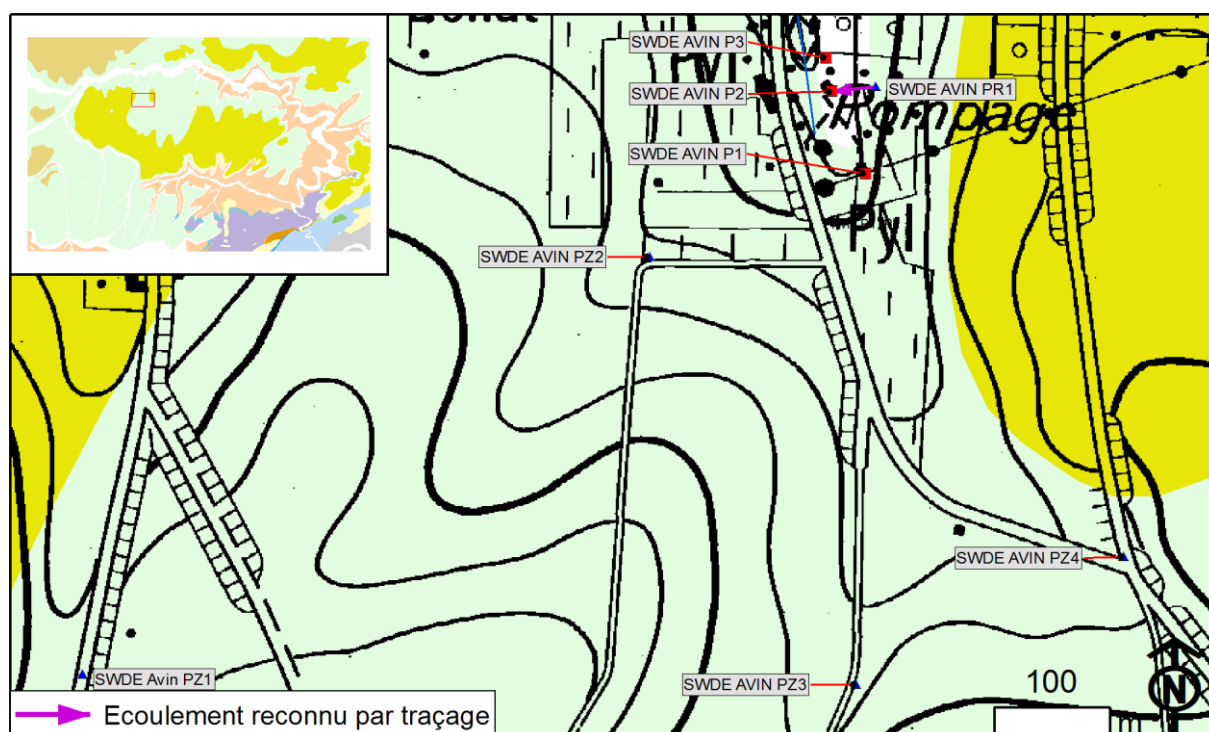


Figure VII.1 : Ecoulement reconnu par traçage dans les craies du Crétacé aux environs d'Avin

Tableau VII.2 : Paramètres calculés à partir des courbes de restitution des traceurs (Source : SWDE)

Ouvrage (Injection)	Ouvrage (restitution)	Distance (m)	Porosité efficace (%)	Dispersivité longitudinale (m)	Vitesse de 1 <sup>er</sup> arrivée (m/h)	Vitesse modale (m/h)
AVIN PZ2	Pas de restitution					
AVIN PZ3						
AVIN PZ4						
AVIN PR1	AVIN P2	38	3	22	37,8	3

Ces résultats témoignent de la présence d'un axe d'écoulement préférentiel entre le puits AVIN PR1 et la prise d'eau AVIN P2. Cet axe est vraisemblablement lié à des conduits d'origine karstique développés au départ de réseaux de fissures dans les craies. Les données

récoltées n'excluent cependant pas l'existence de conduits dans d'autres directions ainsi que l'existence de zones peu perméables.

La simulation par modèle mathématique de nombreux essais de traçage a permis de préciser les valeurs des paramètres de transport de la nappe des craies de Hesbaye (*Hallet, 1997*). Les valeurs de dispersivité longitudinale obtenues pour les différents traçages dans les craies de Hesbaye augmentent en fonction de la distance considérée et du degré d'altération et de fissuration des craies (*Hallet, 1998*) :

- dans la craie fissurée mais peu altérée, les valeurs de dispersivité augmentent de manière linéaire en fonction de la distance de traçage selon une droite d'équation :  $\alpha_L = 0,002 + 0,14 d$  dans laquelle  $d$  est la distance de traçage ;
- dans la craie fissurée et altérée, dans les poches de dissolution, ou dans la matrice crayeuse, les valeurs de dispersivité sont les plus élevées et indépendantes des distances de traçage (plus de 50 m) ;
- dans les fissures, là où des vitesses de transfert supérieures à 50 m/h ont été mesurées et où les processus de transport se font principalement par advection, les valeurs de dispersivité calculées sont généralement très faibles, de l'ordre de quelques mètres, indépendamment des distances de traçage.

En Hesbaye, la porosité efficace varie fortement (entre 0,5 et 7 %), ce qui démontre la grande hétérogénéité du milieu crayeux.

Les traçages ont également mis en évidence la forte hétérogénéité du milieu crayeux avec des vitesses de transfert très variables suivant la présence ou non d'axes de fracturations. Des vitesses de 5 à 15 m/h, correspondant à la première arrivée de traceurs, sont les plus fréquemment mesurées. Les valeurs extrêmes varient entre 0,67 m/h au sein de la matrice crayeuse et 120 m/h au droit de fissures ouvertes.

Les échanges entre l'eau mobile et l'eau immobile jouent un rôle essentiel en milieu crayeux (*Brouyère et al., 1997*). La proportion d'eau immobile varie entre 8 et 42 %. Le coefficient de transfert de l'eau mobile vers l'eau immobile varie entre  $1 \times 10^{-5}$  et  $9,8 \times 10^{-8} \text{ s}^{-1}$ . Ce coefficient semble peu influencé par la taille du domaine investigué.

## 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>7</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).

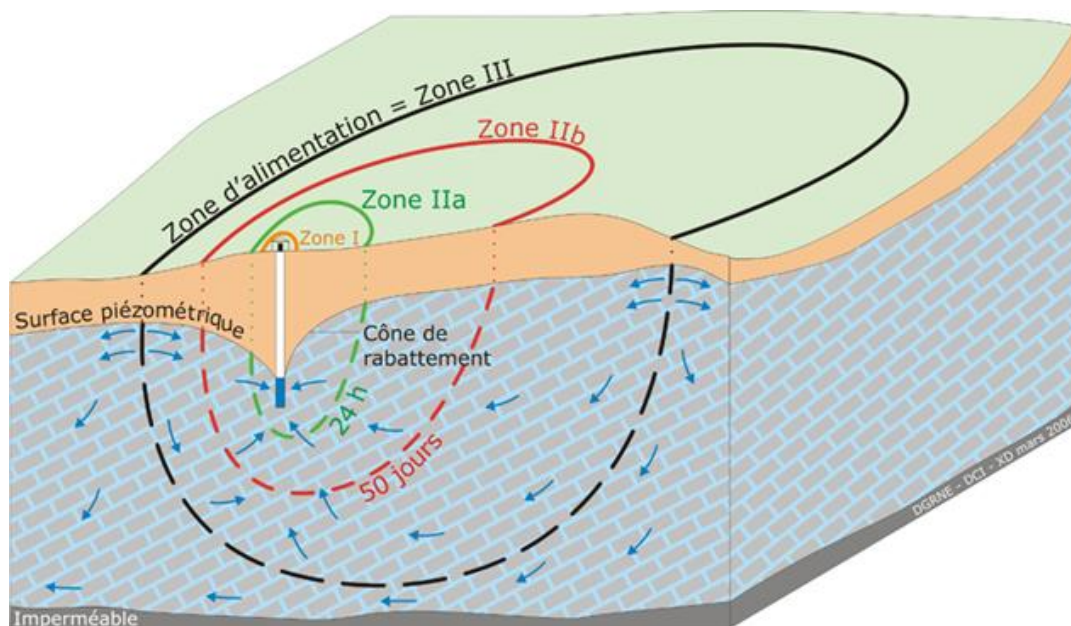


Figure VIII.1 : Zones de protection en Région Wallonne (source : Etat des nappes d'eau souterraine de Wallonie (2012), <http://environnement.wallonie.be/de/eso/atlas/index.htm>).

#### 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>7</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 (parcelles cadastrales par exemple), 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>8</sup>.

La Société publique de Gestion de l'Eau<sup>9</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/)).

## **VIII.2. 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

---

<sup>8</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>9</sup> SPGE, instituée par le décret du 15 avril 1999



des zones de prévention rapprochée et éloignée. Cette étude sera proposée par le producteur d'eau, réalisée soit par le producteur d'eau soit par un bureau d'étude. Ces travaux sont financés par la SPGE. Par la suite, l'étude est soumise à la Direction des Eaux Souterraines du SPW-DGO3 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.2.1 Zones de prévention arrêtées**

A la date du mois mars 2014 (<http://environnement.wallonie.be/de/eso/atlas/versions.htm>) une zones de prévention arrêtées étaient recensée sur la carte Wasseiges – Braives, la zone de prévention « AVIN P1, P2 » (Code SWDE035). Cette zone de prévention concerne les puits AVIN P1 et AVIN P2 du captages d'Avin (communes d'Hannut) (*Figure VIII.2*) exploité par la SWDE et sollicitant principalement la nappe de l'Aquifère des craies du Crétacé. Une étude hydrogéologique complète a été réalisée afin d'établir les limites de cette zone de prévention ; elle comprenait de la prospection géophysique, le forage d'un puits de reconnaissance et de quatre piézomètres sur lesquels des essais de pompage et de traçage ont été réalisés, ainsi que des analyses hydrochimiques. Les limites ont été établies par modélisation mathématique puis adaptées au plan de secteur. Les zones IIa et IIb s'étirent selon l'axe préférentiel d'écoulement et de transport orienté du sud vers le nord. L'extension de la partie nord-est, en direction de Ciplet, dépend de l'extension du karst développé selon l'axe P2-PR1.

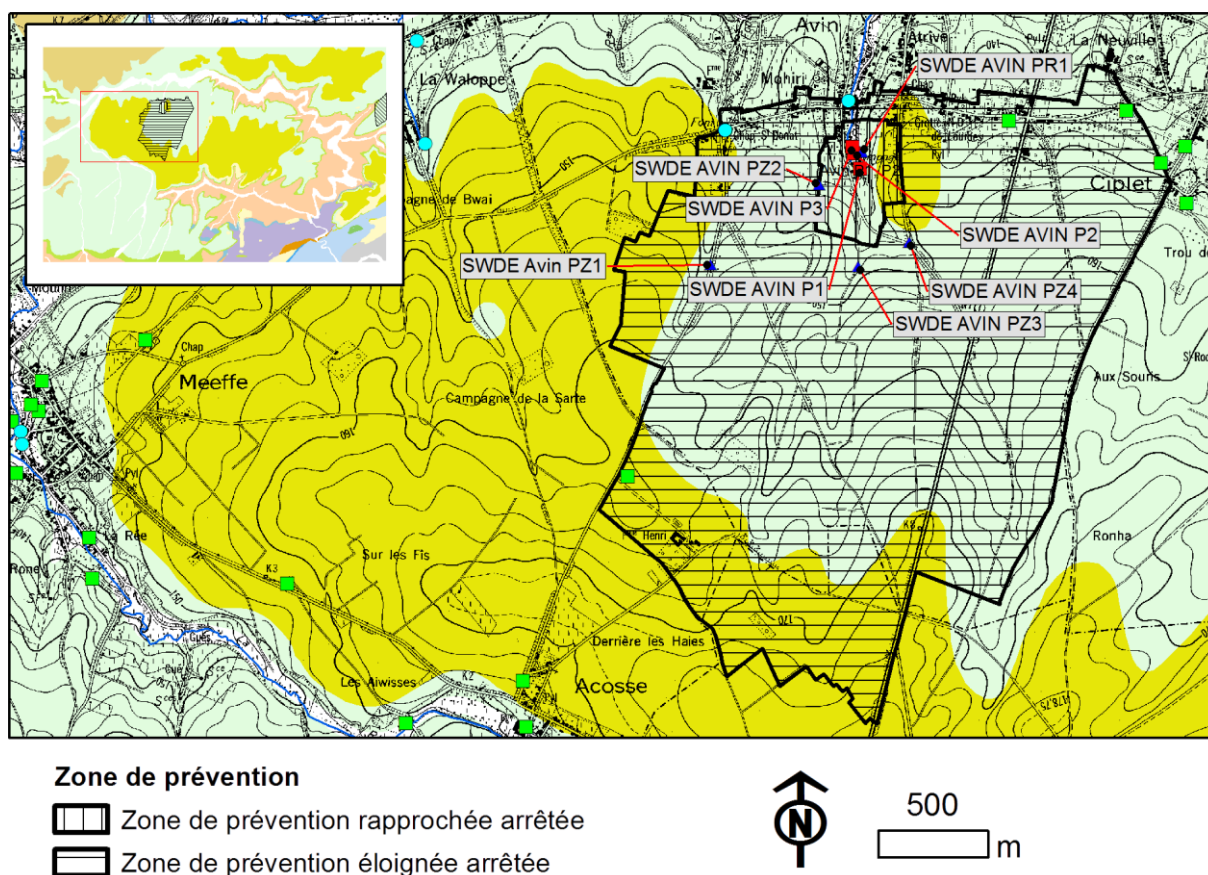


Figure VIII.2 : Zones de prévention arrêtée du captage d'Avin exploité par la SWDE

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

A la date du mois de mars 2014 (<http://environnement.wallonie.be/de/eso/atlas/versions.htm>), aucune zone de prévention n'était à l'enquête publique sur la carte de Wasseiges – Braives mais une zone est proposée : la zone de prévention « Galeries de Hesbaye » (Code CILE001). Cette zone de prévention concerne les galeries captantes de Hesbaye (Figure VIII.3) exploitées par la C.I.L.E. et sollicitant la nappe de l'Aquifère des craies du Crétacé. Seule une petite partie de cette zone de prévention se trouve sur la carte Wasseiges – Braives (Figure VIII.3), les galeries étant situées sur la carte à l'est (41/7-8 Jehay - Bodegnée-Saint-Goerges sur Meuse).

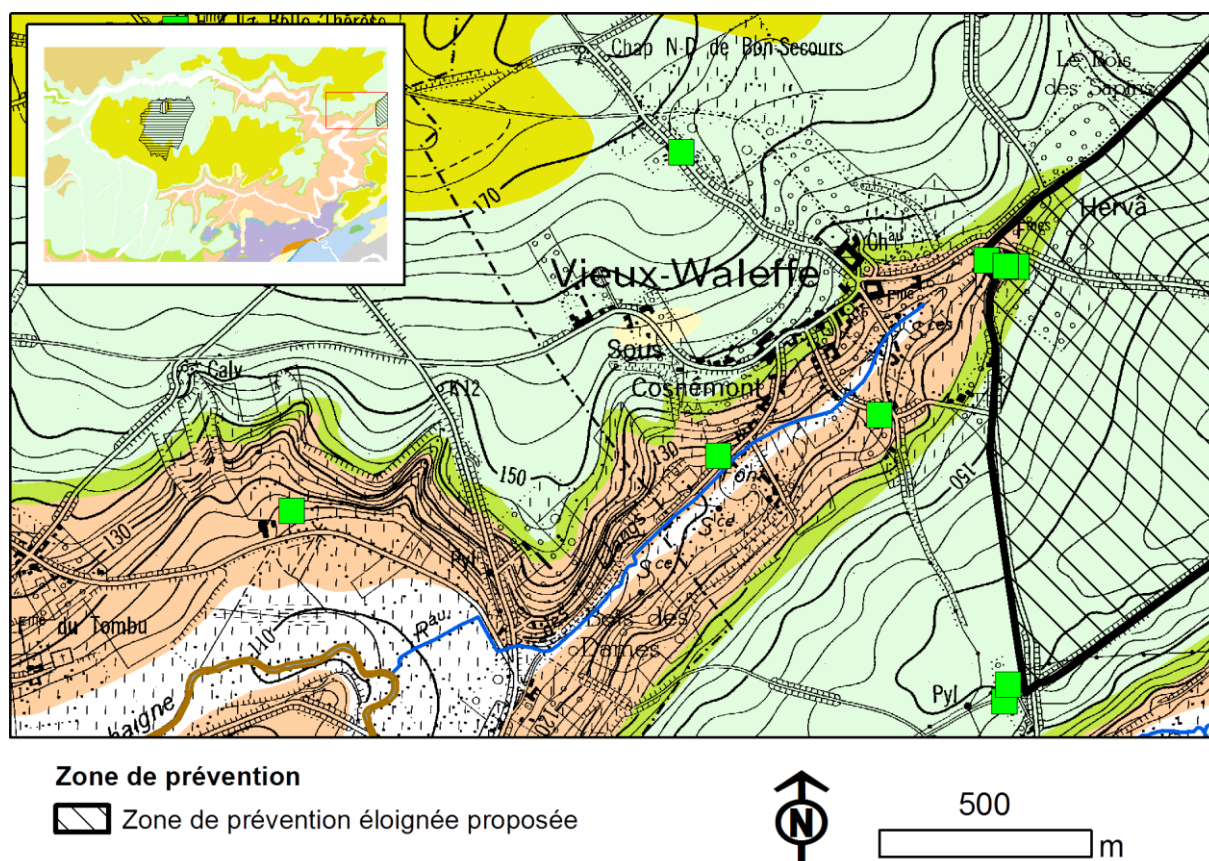


Figure VIII.3 : Extension de la zone de prévention proposée des « Galeries de Hesbaye » sur la carte Wasseiges - Braives.

### VIII.2.3 Zones de prévention à définir

A la date du mois de mars 2014 (<http://environnement.wallonie.be/de/eso/atlas/versions.htm>), aucun captage sur la carte de Wasseiges - Braives ne faisait l'objet d'une zone de prévention à définir.

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

Le présent chapitre décrit brièvement les principales sources d'informations géologiques, hydrologiques et hydrogéologiques disponibles pour la région de Wasseiges - Braives.

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

La réalisation de la carte hydrogéologique Wasseiges - Braives (41/5-6) 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**

Une station météorologique est localisée dans la commune de Fernelmont sur la carte Wasseiges – Braives. Il s'agit de la station de FORVILLE (G20) appartenant au réseau de l'IRM. Elle mesure les précipitations et la température depuis août 1987. Quatre stations de jaugeage se trouvent sur la carte. Trois stations appartiennent à la DCENN (<http://aqualim.environnement.wallonie.be>) :

- la station L6420 située dans la Soile à Meeffe (Coord. Lamb. X : 195 674 ; Y : 144 692) ;
- la station L6470 située dans la Mehaigne à Ambresin (Coord. Lamb. X : 197 780 ; Y : 146 465) ;
- la station L6460 située dans la Burdinale à Huccorgne (Coord. Lamb. X : 206 230 ; Y : 140 436).

Le MET possède également une station de jaugeage dans la Mehaigne à Huccorgne (station n°7244) (Coord . Lamb. X : 206 605 ; Y : 139 950)

(<http://voies-hydrauliques.wallonie.be/opencms/opencms/fr/hydro/Actuelle/crue/index.html>).

### **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*). Cette première version de la base de données BD HYDRO a été régulièrement améliorée. Dans un souci d'homogénéité entre les équipes et d'autres institutions (dont l'administration wallonne, D.G.A.R.N.E.), la base de données a été révisée. Le but est de créer un outil de travail commun et performant, répondant aux besoins des spécialistes impliqués dans la gestion des eaux souterraines. Les données hydrogéologiques dispersées géographiquement devaient être disponibles dans une seule base de données centralisée. Ainsi les données détaillées de l'hydrochimie, de la piézométrie, des volumes exploités, des paramètres d'écoulement et de transport, de la géologie, telles que les descriptions de log de forage et d'autres données administratives ou autre sont stockées dans la BD HYDRO qui se trouve à la 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. L'ensemble des données collectées est encodé dans la base de données géorelationnelle, BD HYDRO (*Wojda, et al., 2005*). Elle regroupe toutes les informations disponibles en matière d'hydrogéologie en Région wallonne. Parmi les nombreuses et diverses données de la BD HYDRO on trouve des informations relatives à la localisation des prises d'eau (puits, sources, piézomètres,...), leurs caractéristiques géologiques et techniques, ainsi que des données sur la piézométrie, la qualité physicochimique des eaux souterraines, les volumes prélevés... Les divers tests (diagraphies, essais de pompage, essais de traçage, prospection géophysique) sont également encodés dans la BD HYDRO. Elle est également enrichie avec les informations sur les études, rapports et autres documents hydrogéologiques écrits. Ces renseignements se présentent sous la forme de métadonnées.



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

#### **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 auprès des sociétés de distribution, des études hydrogéologiques et des campagnes piézométriques effectuées dans le cadre de la réalisation de cette carte, sur des puits appartenant à des particuliers et des agriculteurs.

Deux cents valeurs sont disponibles pour une trentaine d'ouvrages. Ces mesures concernent les puits appartenant aux sociétés de distribution d'eau, aux carriers (Carmeuse SA), aux particuliers et aux agriculteurs.

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

Les données hydrochimiques ont, pour la plupart, été fournies par la banque de données « CALYPSO » du SPW-DGO3 et par les sociétés de distribution d'eau. Environ 2 600 valeurs de paramètres chimiques ont été encodées dans la banque de données BD HYDRO et concernent quinze puits et une galerie.

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

Les unités hydrogéologiques sont directement dérivées de la carte tracée en 1903 par Malaise et Stainier (carte n°132, Wasseiges – Braives). 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 ainsi que des variations d'unités hydrogéologiques, avec les cartes voisines apparaissent avec la carte

40/7-8 Perwez – Eghezée (*Capette et al., 2012*), située à l'ouest, et la carte 41/1-2 Hannut – Montenaeken, située au nord. Elles sont le résultat de l'utilisation de nouveaux fonds géologiques pour la réalisation de ces deux dernières cartes alors que la carte Wasseiges – Braives a été réalisée avec l'ancien fond géologique de 1903. La façon dont sont actuellement levées les nouvelles cartes géologiques ayant changé (critères lithostratigraphiques plutôt que chronostratigraphiques), 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.

Des discontinuités, entre les limites géologiques et/ou hydrogéologiques, avec les cartes voisines apparaissent avec la carte 41/7-8 Jehay – Bodegnée-Saint-Georges-sur-Meuse (*Ruthy et al., 2010*) située à l'est et la carte 48/1-2 Andenne - Couthuin (*Goffinet et al., 2014*) située au sud, toutes deux réalisées avec un ancien fond géologique. Elles sont liées soit au fait que les raccords entre anciennes cartes n'étaient pas gérés de façon détaillée, soit à des descriptions lithologiques plus détaillées sur une carte par rapport à l'autre ou encore à des conditions de levé différentes (affleurements peu nombreux rendant la délimitation des assises impossible).

Le type de couverture d'une nappe est déterminé sur la base de la lithologie des formations géologiques d'âge cénozoïque ou quaternaire affleurant sur la carte géologique dans la mesure où ceux-ci ont une importance suffisante que 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 peu perméable et nappe sous couverture semi-perméable. Dans le cas de la superposition de plusieurs nappes, c'est la couverture de la nappe principale qui est considérée et dans d'autres cas, c'est la couverture de la nappe supérieure qui est représentée.

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

On retrouve dans cette catégorie, les points hydrogéologiques, les points nappes, les cotes piézométriques ponctuelles, les mesures (chimie, pompage, traçage et diagraphie), les

volumes prélevés sur une année, les cotes isohypses ponctuelles, les stations (climatiques et limnimétriques) et les zones de prévention à définir.

Au total, 207 ouvrages ont été encodés dans la banque de données BD HYDRO. Ces ouvrages comprennent 4 puits de distribution, 160 puits de particuliers, 13 piézomètres, 2 puits sur galeries par gravité, 1 drains, 23 sources (exploitées ou non), 2 sondes géothermiques et 2 ouvrages indéterminés. Ces données proviennent des sociétés de distribution d'eau (SWDE), des carriers (Carmeuse), des communes, d'agriculteurs, de particuliers et de la banque de données de la Région Wallonne.

Les données piézométriques proviennent d'études hydrogéologiques de sociétés de distribution (SWDE) et de bureaux d'études ainsi que de campagnes piézométriques effectuées dans le cadre de la réalisation de cette carte, en 2007, sur des piézomètres 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 planche.

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 (fond IGN ancien 1/10 000 sous licence SPW), 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. ;
- deux 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 ;
- trois cartes thématiques au 1/50 000 complétant l'information donnée par la carte principale :
  - une carte des volumes (CV) où est repris l'ensemble des ouvrages (puits, piézomètres, sources,..) différenciés selon les principaux aquifères sollicités, ainsi que les volumes pompés et déclarés dans les différentes nappes en distinguant les volumes prélevés pour la

distribution publique d'eau potable et des autres volumes prélevés (par les industries, les agriculteurs, les particuliers, etc.) ;

- une carte des informations complémentaires, du caractère de la nappe et/ou de la couverture (CC) sur laquelle figurent les ouvrages pour lesquels des données hydrochimiques sont disponibles, les sites où divers tests (essais de pompage, traçages, diagraphies, ...) ont été réalisés, les zones investiguées par prospection géophysique, ou reconnues comme vulnérables aux nitrates ;
- une carte des isohypses (CI) montrant les cotes ponctuelles de la base et du toit de l'Aquifère des craies du Crétacé et du toit de l'Aquiclude du socle cambro-silurien, ainsi que les isohypses de la base et du toit de l'Aquifère des craies du Crétacé.

## X. BIBLIOGRAPHIE

**ANDRÉ, L., DEUTSCH, S., HERTOGEN, J., 1986**

Trace-element and Nd isotopes in shales as indexes of provenance and crustal growth: the early Paleozoic from Brabant Massif (Belgium). *Chem. Geol.*, 57, 101-115.

**ASSELBERGHS, E., 1936**

Le Dévonien du bord nord du Bassin de Namur. *Mém. I. Géol. Louvain, Tome 10*, p 273-279.

**BANTON, O. ET BANGOY, L., 1997**

Hydrogéologie : Multiscience environnementale des eaux souterraines. Presses Univ. Québec/ AUPELF, 460 p.

**BELANGER, I., DELABY, S., DELCAMBRE, B., GHYSEL, P., HENNEBERT, M., LALOUX, M., MARION, J.-M., MOTTEQUIN, B., PINGOT, J.-L., 2012**

Rédéfinition des unités structurales du front varisque utilisées dans le cadre de la nouvelle Carte géologique de Wallonie (Belgique). *Geologica Belgica*, 15/3, pp. 169-175.

**BOULVAIN, 2014**

Une introduction à la géologie de la wallonie. Site internet consulté en mai 2014 <http://www2.ulg.ac.be/geolsed/geolwal/geolwal.htm>.

**BROUYÈRE, S., HALLET, V., DASSARGUES, A., 1997**

Effets de retard et de piégeage des polluants dus à la présence d'eau immobile dans le milieu souterrain : importance de ces effets et modélisation. Colloque national 1997 du Comité belge de Géologie de l'Ingénieur. Katholieke Universiteit Leuven.

**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*.

**CAPETTE L., REKK S., HALLET V., 2012**

Carte hydrogéologique de Wallonie, Planchettes Perwez - Eghezée n°40/7-8. Edition: Service public de Wallonie, DGO 3 (DGARNE), Belgique, Dépôt légal D/2012/12.796/1 - ISBN 978-2-8056-0098-2.

**CASTANY G., MARGAT J., 1977**

Dictionnaire français d'hydrogéologie, éditions du BRGM.

**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. ET LACROIX, D., 1985**

Le Frasnien dans la partie orientale du Bord Nord du Synclinorium de Namur. *Bulletin de la Société belge de Géologie Tome 94-2*, pp. 117-128.

**CPDT, 2009**

Atlas des Paysages de Wallonie n°2, Les Plateaux brabançon et hesbignon. Ed. Conférence Permanente pour le Développement Territorial, Luc Maréchal, SPW-DGO4, Namur.

**DAMIEAN, G., 1953-54**

Sur la tectonique de détail et la stratigraphie du Dévonien et du Dinantien de la vallée de la Meuse. *Ann. Soc. 77*, p. 361-371.

**DASSARGUES & MONJOIE, 1993**

Les aquifères crayeux en Belgique. *Hydrogéologie*, (2), 135-145.

**DAUTREBANDE, S., DEWEZ, A., CASÉE, C., HENNEBERT, P., 1999**

Nitrate leaching at regional scale: an implicit example of the hydrotope concept application. Modelling of transport processes in soils at various scales in time and space. EurAgEng Soil and Water Interest Group's International Workshop, Leuven, Belgium.

**DEBACKER, N. T., HERBOSCH, A., SINTUBIN, M., 2004**

The supposed thrust fault in the Dyle-Thyle outcrop area (southern Brabant Massif, Belgium) re-interpreted as a folded low-angle extensional detachment. *Geologica Belgica Tome8/3*, p. 53-69.

**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) – CWEPSS (Commission Wallonne d'Etude et de Protection des Sites Souterrains asbl).

**FETTER, CW., 2001**

*Applied hydrogeology*. Fourth Edition, Prentice Hall.

**GOFFINET F., RUTHY I., CÉSAR E., DASSARGUES A., 2014**

Carte hydrogéologique de Wallonie, Planchettes Andenne - Couthuin n°48/1-2. Edition: Service public de Wallonie, DGO 3 (DGRNE), Belgique, Dépôt légal D/2014/12.796/5 - ISBN 978-2-8056- 0151-4.

**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

**HALLET, V., MONJOIE, A., 1996**

*Programme-action Hesbaye*. Rapport scientifique-LGIH. Ministère de la Région Wallonne, DGRNE.

**HALLET, V., 1998**

Etude de la contamination de la nappe aquifère de Hesbaye par les nitrates : Hydrogéologie, hydrochimie et modélisation mathématique des processus d'écoulement et de transport en milieu saturé. Thèse en sciences non publiée, Université de Liège, Liège.

**HALLET, V., 1997**

Caractérisation des paramètres hydrodynamiques et hydrodispersifs de la craie de Hesbaye (Belgique). *Ann. Soc. Géol. Du Nord T5 (2<sup>ème</sup> série)*, pp. 305-310.

**HALLET, V., DASSARGUES, A., 1998**

*Effective porosity values used in calibrated transport, simulations in a fissured and slightly karstified chalk aquifer*. Groundwater Quality 1998, M. Herbert & K. Kovar (Eds.), Tübinger Geowissenschaftliche Arbeiten (TGA), C36, pp. 124-126.

**LEGRAND, R., 1968**

Le Massif du Brabant. Mém. Expl. Cartes Géologiques et Minières de la Belgique n°9. 148 p.

**MEINZER O. E., 1923**

*Outline of ground-water hydrology*, with definitions : U. S. Geol. Survey, Water-Supply Paper 494, pp. 1-71.

**MÉRENNE, E. ET VAN GASSE, J., 1978**

*La Belgique dans la Communauté européenne*. Ed. Groupe de Boeck SA (Wesmael-Charlie), Bruxelles.

**POEHLS, D.J. & SMITH, G.J., 2009**

Encyclopedic Dictionary of Hydrogeology, Elsevier Academic press.

**PINGOT, J.-L. ET DELCAMBRE, B., 2006**

Carte géologique de Wallonie. Planchette 40/7-8 Perwez - Eghezée et sa notice explicative. *Ministère de la Région Wallonne, DGRNE*.

**RUTHY I., DASSARGUES A., 2010**

Carte hydrogéologique de Wallonie, Planchettes Jehay-Bodegnée - Saint-Georgessur-Meuse n°41/7-8. Edition: Service public de Wallonie, DGO 3 (DGARNE), Belgique, Dépôt légal –D/2010/12.796/8 - ISBN 978-2-8056-0076-0.

**STAINIER X. ET MALAISE M., 1903**

Carte géologique n°131, Wasseiges - Braives au 1/40 000 publié par la Commission Géologique de Belgique.

**SOREL, A., REKK, S. ET HALLET, V., 2007**

Carte hydrogéologique de Wallonie, Planches Wasseiges – Braives n° 41/5-6. Edition : Service public de Wallonie, DGO3 (DGARNE).

**S.P.W. - DGO 3, JUIN 2010, v.1.14**

District hydrographique international de la Meuse : Etat des lieux de la masse d'eau souterraine RWM041: "Sables et Craies de la Mehaigne ". *DGARNE*.

**S.P.W. - DGO 3, JUIN 2010, v.1.19**

District hydrographique international de la Meuse : Etat des lieux de la masse d'eau souterraine RWM040: "Craies du Geer". *DGRNE*.

**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.

**THOREZ J., MONJOIE A., 1973**

Lithologie et assemblage argileux de la smectite de Herve et des craies campaniennes et maatrichtiennes dans le Nord-Est de la Belgique. Annales de la société Géologique de Belgique, T. 96, 1973, pp. 651-970.

**THORNTHWAITTE 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.

**VERNIERS, J., 1983**

The Silurian of the Mehaigne area (Brabant Massif), Belgium. Lithostratigraphy and features of the sedimentary basin. Professional Paper 1983/8, n °203. 117 p.

**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.

**RAPPORT D'EXPERTISE**

**CARMEUSE SA, 1997**

Etude d'incidences sur l'environnement. Demande de permis d'extraction : projet d'extension de la carrière de Moha. Rive gauche de la Mehaigne. Moha-Wanze.

**CILE/951, 1995**

Etude des zones de protection des captages de la CILE. Phase 1. Galeries captantes de Hesbaye.

**FUNDP SWDE/01/2005, 2005**

Estimation des potentialités hydrogéologiques de la région d'Andoy-Mozet – Province de Namur. 14 p. Non publié.

**LGIH CIP911, 1991**

Etude géophysique des « prés Laurent » à Cipllet-Braives.

**LGIH CIP912, 1991**

Etude hydrogéologique des « prés Laurent » à Cipllet-Braives.

**LGIH CAR921, 1992**

Carrière de Moha. Site « Le Château ». Aménagement en décharge de classe 3.

**LGIH CAR 931, 1993**

Carrière de Moha (Wanze).

**RW2000-02, 2000**

Nappe aquifère de Hesbaye. Rapport final.

**SWDE, 1997**

Dossier technique, 1997. Réalisation de quatre piézomètres (PZ1 à PZ4) et d'un puits de reconnaissance (PR1) à Hannut (anciennement Avin).

## XI. ANNEXE 1: LISTE DES ABRÉVIATIONS

**C.W.E.P.S.S.** : Commission Wallonne d'Etude et de Protection des Sites Souterrains  
<http://www.cwepss.org>

**C.I.L.E.** : Compagnie Intercommunale Liégeoise des Eaux

**D.G.A.R.N.E.** : 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/>

**D.C.E.N.N.** : 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>

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

**ISSEP** : Institut Scientifique de Service Public  
<http://www.issep.be/>

**LGIH** : Laboratoire de Géologie de l'Ingénieur, d'Hydrogéologie et de Prospection Géophysique, Université de Liège.

**M.E.T.** : Ministère wallon de l'Equipement et des Transports

**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>

**SPGE** : Société Publique de la Gestion de l'Eau

**SWDE** : Société Wallonne des Eaux  
<http://www.swde.be>

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

**UHAGx** : Unité d'Hydraulique Agricole des Facultés Agronomiques de Gembloux.



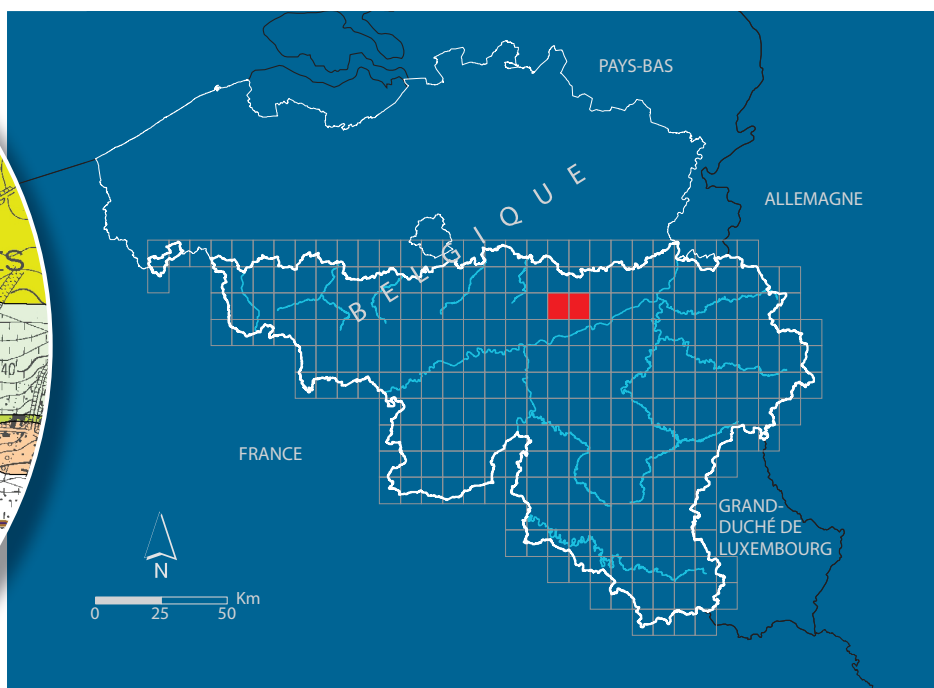
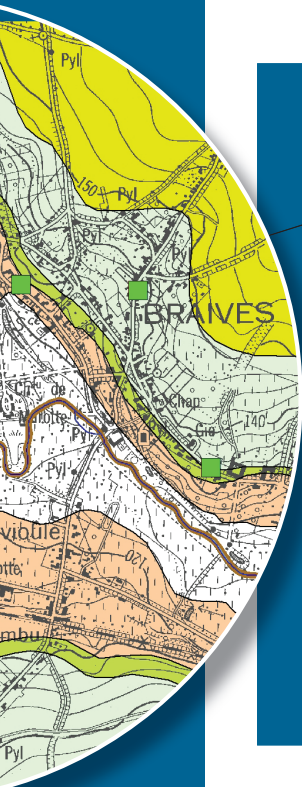
## XII. ANNEXE 2 : TABLE DES OUVRAGES CITÉS DANS LA NOTICE

NUMERO	IDRW	CODERW	NOM	TITULAIRE	EXPLOITANT	TYPE	X (m)	Y (m)	PROF (m)
DIXSOU00_28038	8269	4169002	CARRIERE DE MOHA	S.A.CARMEUSE	VAN DEN BULKE MONIQUE	Autre puits	207.960	139.020	-
FUNDPN03_101151	0	0	Moha Forage P2	SA CARMEUSE	SA CARMEUSE	Piézomètre	208.240	139.220	-
FUNDPN03_101148	0	0	Moha M194	SA CARMEUSE	SA CARMEUSE	Piézomètre	209.090	139.420	-
FUNDPN03_101149	0	0	Moha M195	SA CARMEUSE	SA CARMEUSE	Piézomètre	208.555	138.990	-
FUNDPN03_101150	0	0	Moha M196	SA CARMEUSE	SA CARMEUSE	Piézomètre	208.520	139.670	63
FUNDPN03_101142	0	0	Moha PZ1	SA CARMEUSE	SA CARMEUSE	Piézomètre	208.833	139.713	-
FUNDPN03_101144	0	0	Moha PZ3	SA CARMEUSE	SA CARMEUSE	Piézomètre	209.334	139.671	-
DIXSOU00_22092	12303	4161007	PUITS AU TILLEUL	DUFOUR RENE	DUFOUR RENE	Autre puits	203.255	145.299	10
DIXSOU00_22042	12182	4161001	PUITS AWOUTERS	AWOUTERS FREDDY JOSEPH LOUIS CH. GH.	AWOUTERS FREDDY JOSEPH LOUIS CH. GH.	Autre puits	203.308	145.376	9
DIXSOU00_27073	5695	4162003	PUITS BRAIVES	MESSIEURS LIMBORT LUC ET PHILIPPE	MESSIEURS LIMBORT LUC ET PHILIPPE	Autre puits	206.780	147.842	72
DIXSOU00_21728	11454	4161002	PUITS DELBROUCK	DELBROUCK JULES ET JOSETTE	DELBROUCK JULES ET JOSETTE	Autre puits	203.105	145.145	8
DIXSOU00_21915	11878	4154005	PUITS DU CROCQ 1	BEGON ANDRE	BEGON ANDRE	Autre puits	195.650	144.330	6
DIXSOU00_21939	11923	4158002	PUITS DU MOINIL 2	RIGO MARC	RIGO MARC	Autre puits	199.215	139.758	11
DIXSOU00_27977	810	4167003	PUITS DU PARC- CHATEAU D'OTEPPE	CAMPING L'HIRONDELLE	MONSIEUR MAERTENS L.	Autre puits	203.523	141.303	-
DIXSOU00_27837	7727	4157007	PUITS DUTILLEUX	DUTILLEUX BERNARD	DUTILLEUX BERNARD	Autre puits	194.801	141.066	10
DIXSOU00_31296	30871	4165004	PUITS FORÉ PONCELET	PONCELET ANDRÉ	PONCELET ANDRÉ	Autre puits	205.860	144.269	70
DIXSOU00_22043	12183	4161006	PUITS HERMAL	HERMAL JOSEE MARIE LOUISE E.A.G.	MADAME AWOUTERS	Autre puits	203.756	145.080	10
DIXSOU00_25959	2969	4164002	PUITS MARECHAL	MONSIEUR MARECHAL JEAN-MARIE	MARECHAL JEAN-MARIE	Autre puits	203.844	144.727	67
DIXSOU00_26925	5307	4163001	PUITS MERCIER P2	MERCIER ANDRE	MERCIER ANDRÉ	Autre puits	209.470	145.520	15
DIXSOU00_21901	11845	4161011	PUITS MOXHE 25	LAROCK ROGER	LAROCK ROGER	Autre puits	202.012	147.115	4
DIXSOU00_22282	1283	4163003	PUITS SOCEBLI	SOCEBLI BELGIUM SPRL	M. CARTUYVELS FREDERIC	Autre puits	209.220	148.078	30
ULGGE00_15090	0	0	PUITS TOU013	Minsart	Minsart	Autre puits	207.170	147.800	32
DIXSOU00_22169	12484	4161008	RUE DE LA CHAPELLE 6	LISEIN JOSE ET FREDERIC	LISEIN JOSE	Autre puits	203.029	146.858	34
DIXSOU00_26470	4082	4153001	SWDE AVIN P1	SWDE	SWDE	Puits des sociétés de distribution	199.614	145.425	25

NUMERO	IDRW	CODERW	NOM	TITULAIRE	EXPLOITANT	TYPE	X (m)	Y (m)	PROF (m)
DIXSOU00_27288	625	4153002	SWDE AVIN P2	SWDE	SWDE	Puits des sociétés de distribution	199.585	145.496	38
DIXSOU02_65335	34851	4152002	SWDE AVIN PR1	SWDE	SWDE	Piézomètre	199.623	145.500	26
FUNDPN03_101083	0	0	SWDE Avin PZ1	SWDE	SWDE	Piézomètre	198.935	144.991	26
FUNDPN03_101084	0	0	SWDE AVIN PZ2	SWDE	SWDE	Piézomètre	199.427	145.353	26
FUNDPN03_101085	0	0	SWDE AVIN PZ3	SWDE	SWDE	Piézomètre	199.606	144.982	26
FUNDPN03_101086	0	0	SWDE AVIN PZ4	SWDE	SWDE	Piézomètre	199.838	145.093	24
DIXSOU00_26296	362	4166003	SWDE FUMAL G1	SWDE	SWDE	Puits sur galerie par gravité	209.230	142.730	-
DIXSOU00_22603	136	4162001	SWDE LATINNE G1	SWDE	SWDE	Puits sur galerie par gravité	205.446	144.945	-
ULGGEO00_15086	0	0	WAL034	Thysen	Thysen	Autre puits	209.175	148.075	20
ULGGEO00_15085	0	0	WRD023	De Kegen	De Kegen	Autre puits	209.520	144.520	17







SPW | Éditions, CARTES

Dépôt légal : D/2015/12.796/5 – ISBN : 978-2-8056-0176-7

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

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