

MOUSCRON – ZWEVEGEM TEMPLEUVE – PECQ

29/5-6
37/1-2

Notice explicative

CARTE HYDROGÉOLOGIQUE DE WALLONIE

Echelle : 1/25 000



Wallonie

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 Mouscron – Zwevegem, Templeuve – Pecq



MOUSCRON – ZWEVEGEM, TEMPLEUVE – PECQ

29/5-6, 37/1-2

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

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



NOTICE EXPLICATIVE

2015

Première version : Septembre 2006
Actualisation partielle : Décembre 2014

Dépôt légal – **D/2015/12.796/3** - ISBN : **978-2-8056-0174-3**

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

TABLE DES MATIÈRES

Avant-propos	4
I. Introduction	5
II. Cadre géographique, géomorphologique et hydrographique	6
III. Cadre géologique	8
III.1. Cadre géologique régional	8
III.2. Cadre géologique de la carte	11
III.2.1. Cadre lithostratigraphique	11
III.2.2. Cadre structural	18
IV. Cadre hydrogéologique	20
IV.1. Description des unités hydrogéologiques	20
IV.1.1. Aquiclude à niveaux aquifères du socle cambro-silurien	20
IV.1.2. Aquiclude – aquitard du Givetien	22
IV.1.3. Aquiclude du Frasnien	22
IV.1.4. Aquifère des calcaires dévono-carbonifères	22
IV.1.5. Intercalation schisteuse des calcaires dévono-carbonifères	25
IV.1.6. Aquiclude des schistes du Carbonifère	25
IV.1.7. Aquiclude de remplissage du Hainaut	25
IV.1.8. Aquiclude des marnes du Turonien	26
IV.1.9. Aquifère des craies du Crétacé	27
IV.1.10. Aquiclude des argiles du Paléocène	27
IV.1.11. Aquifères des sables du Paléocène	28
IV.1.12. Aquiclude – aquitard des argiles de l’Eocène	29
IV.1.13. Aquifère des sables de l’Eocène et aquifère des sables du Miocène	29
IV.1.14. Aquiclude des argiles bartoniennes	30
IV.1.15. Aquifère alluvial	30
IV.1.16. Aquitard limoneux	30
IV.2. Description de l’hydrogéologie régionale	31
IV.2.1. Généralités	31
IV.2.2. Piézométrie de la carte 29/5-6 Mouscron – Zwevegem & 37/1-2 Templeuve – Pecq	36
IV.3. Phénomènes particuliers	41
IV.3.1. Karstification des calcaires du Dévono-Carbonifère	41
IV.3.2. Glissements de terrains	42

IV.3.3.	Aléa retrait-gonflement des argiles.....	43
IV.4.	Coupes hydrogéologiques.....	43
IV.5.	Caractère de couverture des nappes.....	44
IV.6.	Isohypses.....	44
IV.7.	Caractère des nappes.....	45
V.	Cadre hydrochimique.....	46
V.1.	Caractéristiques hydrochimiques des eaux.....	46
V.1.1.	Aquifère des calcaires dévono-carbonifères.....	46
V.1.2.	Aquifère des sables du Paléocène.....	49
V.1.3.	Aquiclude – aquitard des argiles de l’Eocène.....	50
V.1.4.	Aquifère alluvial.....	51
V.2.	Problématique des nitrates.....	52
V.3.	Qualité bactériologique.....	54
V.4.	Autres paramètres.....	55
VI.	Exploitation des aquifères.....	56
VI.1.	Exploitation de l’aquifère des calcaires dévono-carbonifères.....	57
VI.1.1.	Société de distribution publique d’eau potable.....	57
VI.1.2.	Entreprises et particuliers.....	60
VI.2.	l’aquifère des sables du Paleocène.....	60
VII.	Diagraphies.....	61
VIII.	Paramètres d’écoulement.....	61
IX.	Zones de protection.....	63
IX.1.	Cadre légal.....	63
IX.2.	Zones de prévention approuvées par arrêté ministériel.....	65
IX.3.	Zones de prévention à définir.....	65
X.	Méthodologie de l’élaboration de la carte hydrogéologique.....	66
X.1.	Origine des données.....	66
X.1.1.	Données géologiques.....	66
X.1.2.	Données météorologiques et hydrologiques.....	66
X.1.3.	Données hydrogéologiques.....	66
X.2.	Méthodologie de construction de la carte.....	68
X.2.1.	Banque de données hydrogéologiques.....	68

X.2.2.	Construction de la carte hydrogéologique	69
X.3.	Présentation du poster A0	69
X.3.1.	Carte hydrogéologique principale	70
X.3.2.	Carte des informations complémentaires et du caractère de couvertures des nappes.	71
X.3.3.	Carte des volumes prélevés	71
X.3.4.	Carte des isohypses	72
X.3.5.	Tableau de correspondance ‘Géologie – Hydrogéologie’	72
X.3.6.	Coupe hydrogéologique.....	72
X.3.7.	Avertissement.....	73
XI.	Références bibliographiques	74
Annexe 1.	Glossaire des abréviations.....	77
Annexe 2.	Carte de localisation	78
Annexe 3.	Coordonnées géographiques des ouvrages cités dans la notice.....	79
Annexe 4.	Tables des illustrations	81
Liste des figures.....		81
Liste des tableaux.....		82

AVANT-PROPOS

La réalisation de la carte hydrogéologique de Mouscron – Zwevegem & Templeuve – Pecq s'inscrit dans le cadre du programme de cartographie des ressources en eau souterraine wallonnes commandé et financé par le Service Public de Wallonie (SPW), Direction générale opérationnelle de l'Agriculture, des Ressources Naturelles et de l'Environnement (DGARNE – DGO 3). Quatre équipes universitaires collaborent à ce projet : l'Université de Namur (UNamur), la Faculté Polytechnique de l'Université de Mons (UMons) et deux départements de l'Université de Liège (ArGEnCO-GEO³-Hydrogéologie & Géologie de l'Environnement, et Sciences et Gestion de l'Environnement, ULg-Campus d'Arlon).

Les cartes hydrogéologiques se basent sur de nombreuses données géologiques, hydrogéologiques et hydrochimiques, recueillies par recherche bibliographique et auprès de divers organismes. Elles ont pour objectif d'informer sur l'extension, la géométrie et les caractéristiques hydrogéologiques, hydrodynamiques et hydrochimiques des aquifères, ainsi que sur leur exploitation. Elles s'adressent plus particulièrement à toute personne, société ou institution concernées par la problématique et la gestion, tant quantitative que qualitative, des ressources en eau. Elles reflètent l'état des connaissances au moment de leur publication.

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

La base de données hydrogéologiques de Wallonie (BD Hydro) est la principale source des données servant à l'élaboration des cartes hydrogéologiques. Elle est en perpétuelle amélioration afin d'aboutir à une base de données centralisée et régulièrement mise à jour (Wojda *et al.*, 2006).

La carte a été réalisée en 2005-2006 par Ir. Frédéric Habils et révisée en 2014 par Ir. Sylvie Roland. Le projet a été supervisé à la FPMS – UMons par Ir. Alain Rorive, chargé de cours. La révision permet de l'éditer, de la publier et de la diffuser par Internet et porte sur une actualisation partielle des données et notamment sur l'inventaire des ouvrages existants, les volumes d'eau prélevés et les zones de prévention. De même, le tableau de correspondance géologie – hydrogéologie a été actualisé.

La carte Mouscron – Zwevegem & Templeuve – Pecq révisée est destinée à être téléchargeable gratuitement sur Internet (notice explicative et poster au format PDF) ou consultable dynamiquement via une application WebGIS :

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

I. INTRODUCTION

La région couverte par la feuille 29/5-6 Mouscron – Zwevegem & 37/1-2 Templeuve – Pecq est située à l'extrémité nord-ouest de la province du Hainaut. Cette planche comprend également, au nord, une petite partie située en région flamande et à l'ouest, en France.

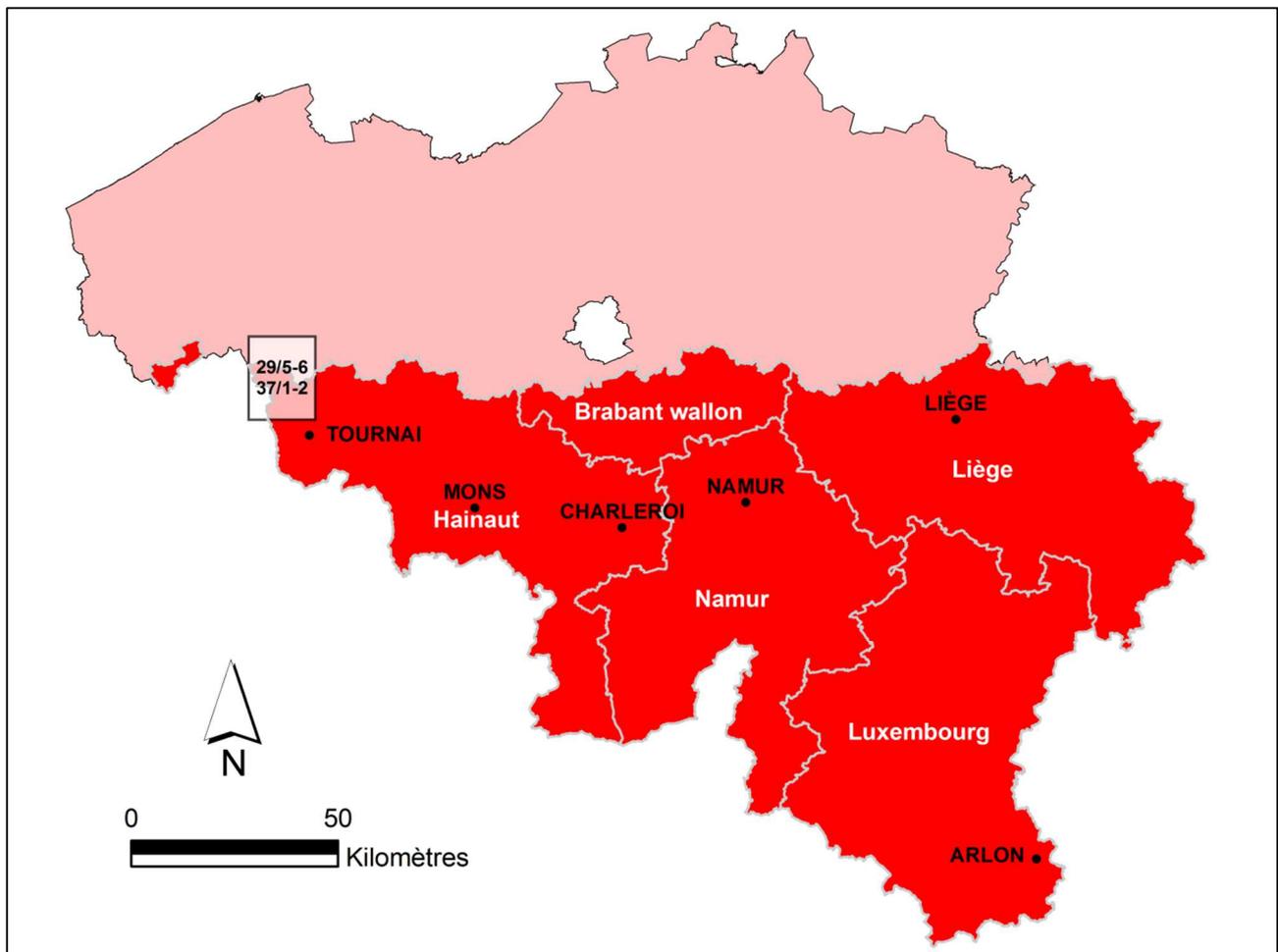


Figure I-1. Localisation de la carte 29/5-6 Mouscron – Zwevegem & 37/1-2 Templeuve – Pecq

L'eau, exploitée par les sociétés de distribution, mais aussi par les industriels ou à titre privé, vient principalement de l'aquifère des calcaires dévono-carbonifères, qui se retrouvent en profondeur sur une grande partie de la carte, ainsi que dans une moindre mesure de l'aquifère des sables paléogènes qui forment la couverture.

II. CADRE GÉOGRAPHIQUE, GÉOMORPHOLOGIQUE ET HYDROGRAPHIQUE

La région couverte par la feuille Mouscron – Zwevegem & Templeuve – Pecq est située dans les provinces du Hainaut, de Flandre Occidentale et de Flandre Orientale. Les communes concernées sont celles de Menen, Kortrijk, Zwevegem, Avelgem et Spiere-Helkijn pour la Flandre Occidentale, Mouscron, Estaimpuis, Tournai, Pecq et Celles pour le Hainaut (Figure II-1). La partie sud-ouest de la carte se situe en territoire français.

Les voies de communication principales sont l'autoroute A17 – E403 Tournai – Mouscron et la N50 Tournai – Kortrijk. La voie ferrée qui relie Tournai à Kortrijk traverse également la carte.

Aux niveaux géographique et géomorphologique, la carte se situe sur la plaine scaldienne du Tournaisis et est traversée dans sa partie sud et est par l'Escaut. Elle est caractérisée par une plaine alluviale vaste et étendue. En-dehors de cette plaine, c'est un paysage agricole sur un relief faiblement ondulé d'où émergent quelques collines plus marquées (le Mont Saint Aubert (147 mètres d'altitude), les collines de Mouscron et de Kooigem (environ 72,5 mètres d'altitude). L'urbanisation est fort développée dans la région mouscronnoise mais s'atténue vers le sud.

Le seul bassin hydrographique présent sur la carte est celui de l'Escaut. Ses principaux affluents sont le Canal de l'Espierres, la Grande Espierres, l'Esperlion, le Rieu du Pas à Wasmes et le Grand Courant d'Hérinnes.

II. Cadre géographique, géomorphologique et hydrographique

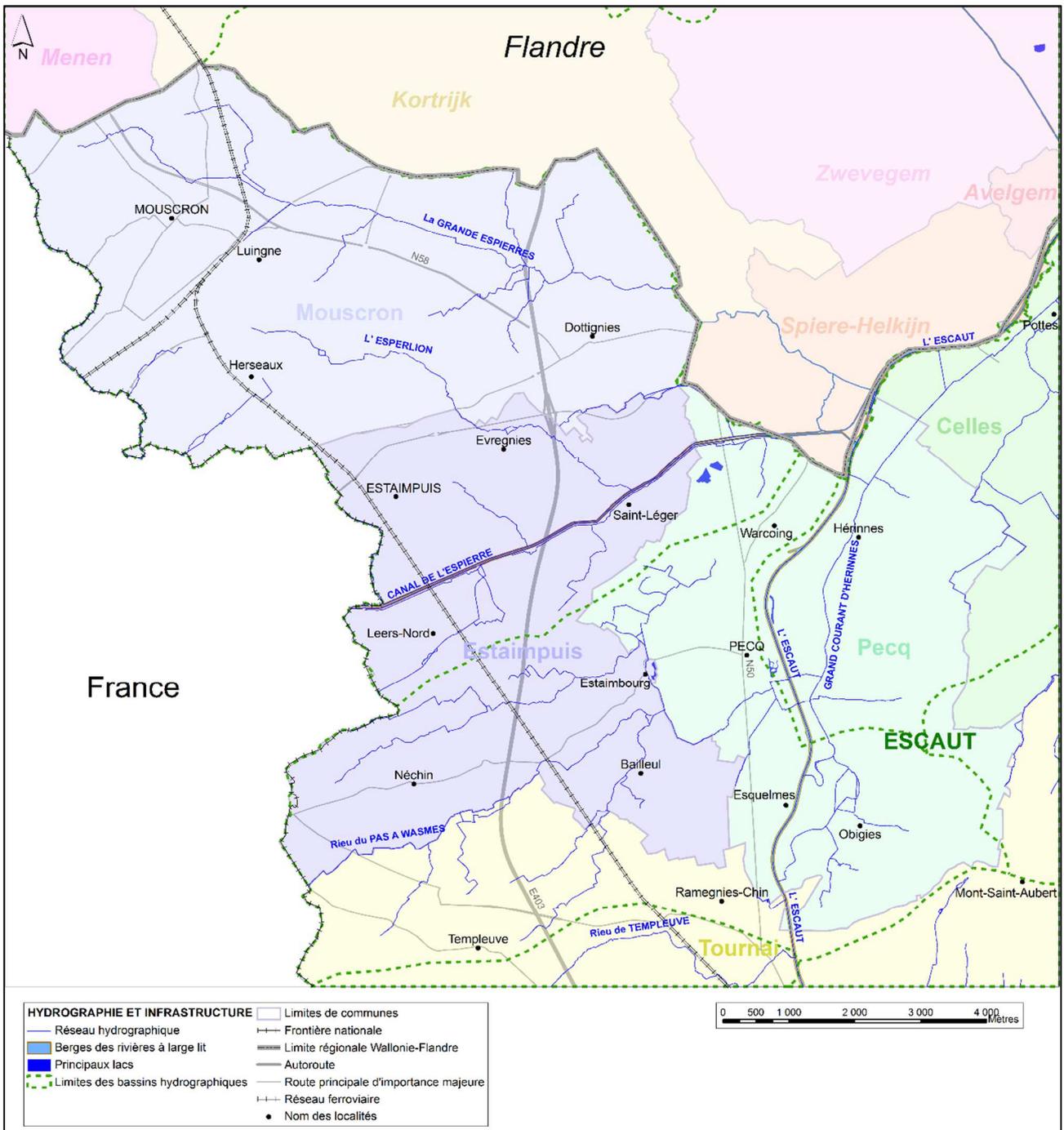


Figure II-1. Localisation des cours d'eau, lacs, limites des bassins hydrographiques, routes, limites des communes, frontières et localités

III. CADRE GÉOLOGIQUE

Le cadre géologique aborde dans un premier point la géologie régionale et dans un second point la géologie locale des cartes 29/5-6 Mouscron – Zwevegem & 37/1-2 Templeuve – Pecq.

III.1. CADRE GÉOLOGIQUE RÉGIONAL

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

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

La région couverte par les planches 29/5-6 Mouscron – Zwevegem & 37/1-2 Templeuve – Pecq est composée d'un socle paléozoïque recouvert par des formations méso-cénozoïques essentiellement tabulaires (Figure III-1).

Le socle paléozoïque se divise en deux parties (Figure III-2) : des terrains du Paléozoïque inférieur (Cambrien, Ordovicien et Silurien), qui appartiennent au Massif du Brabant, et des terrains qui les surmontent en discordance, d'âge dévono-carbonifère, représentant une entité géotectonique appelée classiquement « Bord nord du Parautochtone brabançon » (Belanger *et al.*, 2012).

Le Cambrien, l'Ordovicien et le Silurien sont composés essentiellement de roches silicoclastiques, souvent fines, plissées et montrant parfois une schistosité. Leur pendage varie entre 30 et 60°.

Les terrains dévoniens et carbonifères ont été décrits grâce à deux forages profonds de référence, ceux de Tournai (1270 mètres) (Hennebert & Doremus, 1997a) et de Leuze (1530 mètres) (Hennebert & Doremus, 1997b). Les pentes moyennes des terrains dévono-carbonifères mesurées sur carottes sont de 8° en moyenne.

III. Cadre géologique

Au-dessus, la couverture méso-cénozoïque comporte des terrains d'âges très variés. Les couches crétacées (marnes et craies) appartiennent à la frange nord du Bassin de Paris, tandis que les terrains cénozoïques (alternance complexe d'argiles et de sables) dépendent du bord sud du Bassin de la Mer du Nord. Tous sont quasi tabulaires, avec une pente passant du NO au NNO en remontant la série. Cette structure régulière est localement perturbée par la présence de poches karstiques profondes remplies de sédiments datant du Crétacé inférieur (Formation du Hainaut).

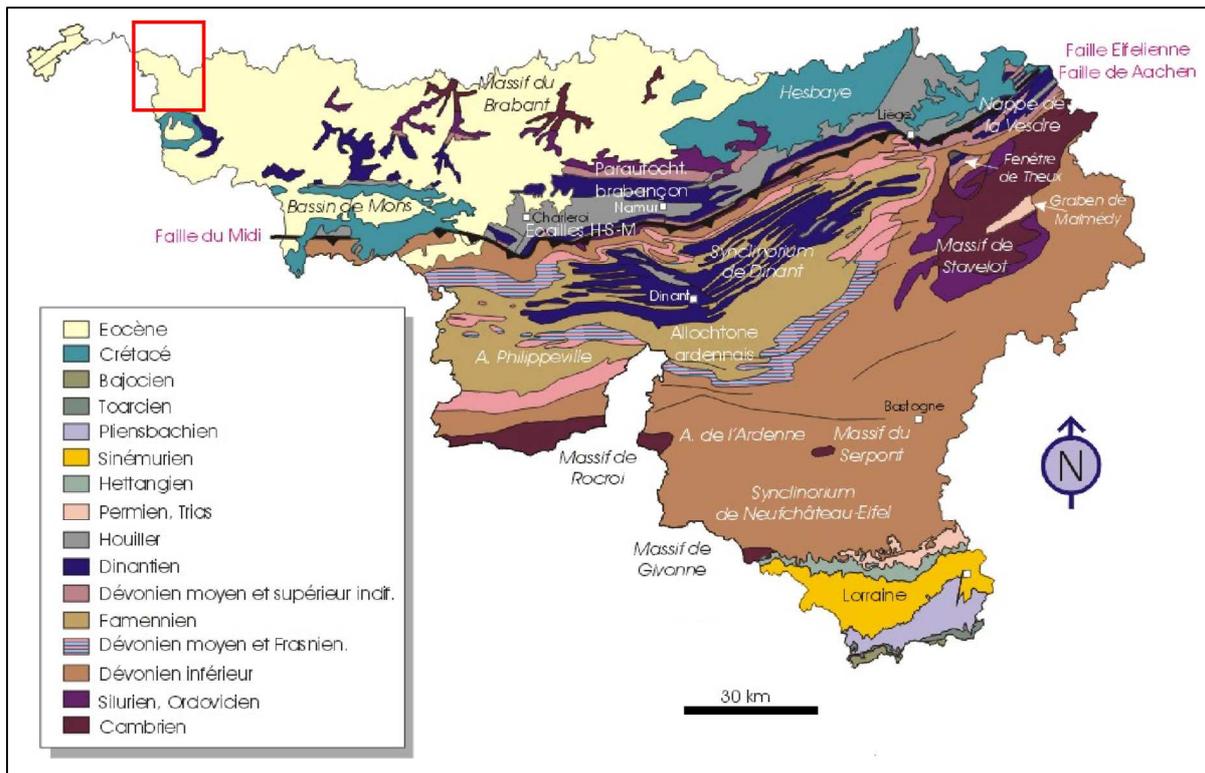


Figure III-1. Localisation des planches 29/5-6 Mouscron – Zwevegem & 37/1-2 Templeuve – Pecq sur la carte géologique de Wallonie (Boulvain & Pingot, 2014, modifié)

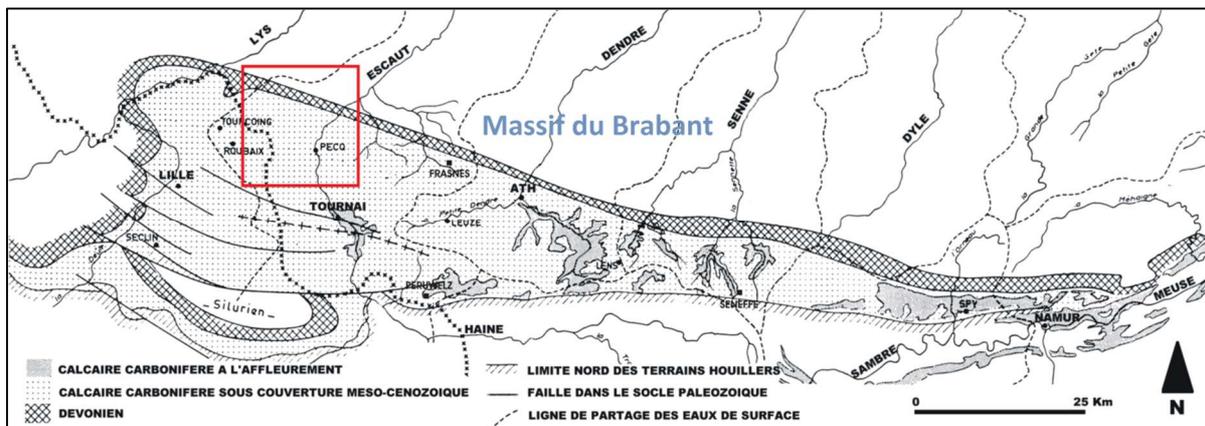


Figure III-2. Extension de la nappe des calcaires dévono-carbonifères du bord nord du Parautochtone brabançon (Youssef, 1973, modifié)

Les terrains quaternaires de la vallée de l'Escaut occupent une grande surface sur la carte. Cela peut s'expliquer par le creusement intense des vallées lors de l'avant dernière crise froide du Pléistocène (Saalien), engendrant la création d'une profonde dépression nommée « Vallée flamande ». Cette dépression a ensuite été envahie par la mer, entraînant son comblement d'abord par des sables marins et estuariens, puis par une épaisse couche de limons (Weichsélien).

En résumé, quatre grands ensembles lithostratigraphiques sont représentés sur la carte (Tableau III-1). On retrouve du plus ancien en plus récent :

- le socle paléozoïque, constitué par :
 - des schistes, siltites et grès du Silurien appartenant au Massif du Brabant ;
 - des schistes, grès, calcaires et dolomies du Dévonien ;
 - des calcaires du Carbonifère ;
- la couverture mésozoïque composée de dépôts crayeux et marneux du Crétacé (Cénomaniens au Santonien) ;
- la couverture cénozoïque constituée de dépôts sableux et argileux en alternance du Paléocène (Thanétien), de l'Eocène (Yprésien, Lutétien, Bartonien) et du Miocène (Tortonien) ;
- les alluvions quaternaires, parfois très épaisses, qui recouvrent dans les vallées, les formations citées ci-avant, ainsi que des limons quaternaires, non cartographiés, mais présents en épaisseur très variable.

III.2. CADRE GÉOLOGIQUE DE LA CARTE

Cette partie décrit sommairement la lithologie et la stratigraphie des différentes formations rencontrées sur cette carte. Cette description est issue du texte explicatif de la carte géologique de Wallonie 29/5-6 Mouscron – Zwevegem & 37/1-2 Templeuve – Pecq au 1/25 000, établie en 2005 et dressée par C. Vanneste et M. Hennebert, auquel est renvoyé le lecteur pour une description plus précise. Cette carte géologique sert de fond à la carte hydrogéologique.

III.2.1. Cadre lithostratigraphique

Le Tableau III-1 reprend toutes les subdivisions géologiques utilisées sur la carte de Mouscron – Zwevegem & Templeuve – Pecq. Les différentes formations sont décrites de la plus ancienne à la plus jeune.

III.2.1.1. Les formations du Paléozoïque

Sur la planche de Mouscron – Zwevegem & Templeuve – Pecq, le Paléozoïque est constitué des roches de l'Ordovico-Silurien, du Dévonien et du Carbonifère.

III.2.1.1.1. L'Ordovico-Silurien

Le socle du Massif du Brabant a été recoupé à la base de deux sondages de référence dans la région (Tournai et Leuze). Le socle du Massif du Brabant est constitué de schistes, de siltites, de niveaux de grès et de quartzites. Il est partout sous couverture sur cette carte mais se retrouve à l'affleurement vers l'est, sur la carte 38/1-2 de Mainvault – Lessines (Roland & Rorive, 2010, version provisoire) où elles sont mieux décrites.

III.2.1.1.2. Le Dévonien

La Formation du Bois de Bordeaux (BOR – Dévonien moyen, Givetien) représente les premières couches en discordance sur le socle du Massif du Brabant. Elle est divisée en trois membres (de la base au sommet : Mautiennes, Alvaux et Mazy) et correspond à des dépôts continentaux, alors que les roches sus-jacentes sont clairement d'origine marine. Le Membre des Mautiennes (30 à 55 mètres d'épaisseur) débute par un conglomérat et est suivi par des schistes et des grès rouges et verts, parfois carbonatés. Le Membre d'Alvaux (215 à 335 mètres d'épaisseur) est composé de calcaires, de grès et de schistes carbonatés et de nombreux niveaux anhydritiques peu épais. Le Membre de Mazy (70 à 100 mètres d'épaisseur) est constitué par des grès et des schistes rouges ainsi que des couches de calcaires gréseux au sommet.

Tableau III-1. Tableau lithostratigraphique de la carte de Mouscron – Zwevegem & Templeuve – Pecq

Ere	Système	Série	Etage	Formation	Membre	Abréviation	Lithologie		
CENOZOÏQUE	Quaternaire	Holocène		Alluvions modernes		AMO	Sables grossiers à fins, limons sableux, argiles plastiques, niveaux tourbeux		
		Pléistocène		Limons		LIM	Limons siliceux, argileux, calcaires très fins		
				Alluvions anciennes		ALA	Graviers de silex, grès, sables grossiers à fins et limons		
	Néogène	Miocène	Tortonien	Diest		DIE	Sables grossiers, limoniteux, bancs de grès, gravier de silex à la base		
	Paléogène	Eocène	Bartonien	Maldegem		LEMD	MDG	Argiles sableuses compactes	
				Lutétien	Lede		LED	Graviers de quartz grossier, sables fins à niveaux de grès calcaires	
			Yprésien	Gentbrugge		TLT	PAN	Argiles silteuses à bancs de grès	
					Mont Panisel		EGM	Sables fins, lentilles d'argiles au sommet	
					Egem		KTM	Silts fins argileux, silts grossiers à intercalations sableuses	
				Kortemark					
		Kortrijk	Aalbeke		KOR	AAL	Argiles finement silteuses		
			Mons-en-Pévèle			MEP	Sables silteux, grès, argiles silteuses		
		Paléocène	Thanétien	Hannut	Grandglise		HAN	GRA	Sables fins et intercalations argileuses
					Cherq			CHE	Sables argileux, argiles sableuses
					Louvil			LOU	Argiles plastiques et niveaux sableux
MESOZOÏQUE	Crétacé	Supérieur	Santonien	St-Vaast		SVA	Craies pures, craies mameuses à la base		
			Coniacien	Maisières		MAI	Craies grossières, craies sableuses		
			Turonien	Esplechin		ESP	Craies à silex		
				Vert Galand	Merlin	VEG	MER	Marnes, marnes crayeuses	
				Bruyelle	BRU				
		Cénomaniens	Cornet		COR	Conglomérat à matrice calcaire			
		Inférieur	Hainaut		HAI	Argiles, sables et cailloutis			
PALEOZOÏQUE	Carbonifère	Viséen	Moliniacien	Pecq		PEC	Calcaires et dolomies		
		Tournaisien	Ivorien	Antoing	Warchin	ANT	WAR	Calcaires argilo-siliceux	
					Gaurain-Ramecroix		GAU		
					Calonne supérieur		CAS		
					Calonne inférieur		CAI		
		Tournaisien	Tournai	Vaulx	TOU	VAU	Calcaires argilo-siliceux		
				Pont à Rieu		PAR			
				Providence		PRO			
				Allain		ALL			
				Crampont		CRA			
		Dévonien	Supérieur	Famennien	Orient		ORI	Schistes, calcschistes	
	Landelies					LAN	Calcaires, calcschistes		
	Pont d'Arcole					PDA	Schistes		
	Samme				Mévergnies	SAM	MEV	Grès dolomitiques, grès calcaires, calcaires, shales	
			Feluy	FEL	Calcaires oolitiques, gréseux ou dolomitiques				
	Moyen		Frasnien	Bois de la Rocq		BDR	Grès à intercalations de shales		
				Franc-Waret		FRW	Dolomies gréseuses, dolomies calcaires		
				Rhisnes		RHI	Calcaires et calcschistes, parfois dolomitiques		
		Bovesse			BOV	Schistes et calcaires			
Moyen	Givetien	Bois de Bordeaux	Mazy	BOR	MAZ	Grès, schistes et calcaires			
			Alvaux		ALV	Calcaires, grès et shales			
			Mautiennes		MAU	Conglomérat, schistes et grès			
Silurien	Ludlow	Gorstien				Schistes, siltites, grès			

La Formation de Bovesse (BOV – Dévonien supérieur, Frasnien) est constituée de schistes et de calcaires fins ou grossiers, crinoïdiques et nodulaires, sur 320 à 400 mètres d'épaisseur.

La Formation de Rhisnes (RHI – Dévonien supérieur, Frasnien) se compose de calcaires nodulaires et de calcaires argileux, parfois dolomitiques. L'épaisseur de la formation est comprise entre 15 et 85 mètres. La Formation de Rhisnes est considérée comme étant la base de l'aquifère des calcaires dévono-carbonifères et correspond à la limite nord de son extension sur la carte où elle est peu précise. Cette limite sous couverture est symbolisée par un tireté rouge.

La Formation de Franc-Waret (FRW – Dévonien supérieur, Frasnien à Famennien) est composée de dolomies gréseuses, devenant carbonatées vers le sommet. La base de cette formation est d'âge nettement frasnien. La formation ne dépasse pas 15 mètres d'épaisseur. Latéralement et vers l'est, un changement latéral de faciès en fait une formation à dominante schisteuse.

Seule la base de la Formation de la Samme appartient au Dévonien. Elle est représentée par le Membre du Bois de la Rocq (BDR – Dévonien supérieur, Famennien). C'est un ensemble de 25 à 30 mètres, gréseux à intercalations de shales, avec un poudingue à la base.

III.2.1.1.3. Le Carbonifère

Les parties moyenne et supérieure de la Formation de la Samme (SAM – Tournaisien, Hastarien) comprennent deux membres : ceux de Feluy et de Mévergnies. Le Membre de Feluy (FEL) se compose de calcaires très variés, oolithiques, gréseux ou dolomitiques, sur 10 à 50 mètres d'épaisseur. Le Membre de Mévergnies (MEV) montre une puissance de 20 mètres de grès dolomitique, avec quelques niveaux calcaires.

La Formation du Pont d'Arcole (PDA – Tournaisien, Hastarien) est faite de schistes sombres, accompagnés de petits niveaux de calcaire gréseux vers le milieu de la formation. Elle constitue un intercalaire plus schisteux dans la série des calcaires. Son épaisseur est comprise entre 15 et 25 mètres.

La Formation de Landelies (LAN – Tournaisien, Hastarien) correspond, dans sa partie inférieure et supérieure, à une alternance de calcaires crinoïdiques et de calcschistes. La partie médiane montre un calcaire plus massif. L'épaisseur de la formation est comprise entre 45 et 85 mètres.

La Formation de l'Orient (ORI – Tournaisien, Hastarien) est constituée, sur 25 à 60 mètres, de schistes et de calcschistes, gris foncé, avec plusieurs niveaux de calcaires crinoïdiques et

fossilifères, parfois gréseux. Cette formation peu perméable peut être considérée comme la base des formations aquifères qui la surmontent.

La Formation de Tournai (TOU – Tournaisien, Ivorien) correspond à la partie inférieure du « Calcaire de Tournai ». Elle regroupe le Membre du Crampon (CRA), le Membre d'Allain (ALL), le Membre de la Providence (PRO), le Membre de Pont-à-Rieu (PAR) et le Membre de Vaulx (VAU). La Formation de Tournai contient essentiellement des calcaires argilo-siliceux, gris foncé à noir, en bancs épais de 25 à 45 cm (en moyenne), séparés par des interbancs calcschisteux. Ces calcaires correspondent à des micrites, imprégnées de silice diagénétique microcristalline. Ils sont normalement peu argileux, sauf à la base (Membre du Crampon et, dans une moindre mesure, Membre d'Allain) où s'opère le passage d'une sédimentation à prédominance argileuse (Formation de l'Orient) vers une sédimentation presque essentiellement calcaire (Membres de la Providence et de Pont-à-Rieu). L'épaisseur de la Formation de Tournai est comprise entre 135 et 145 mètres.

La Formation d'Antoing (ANT – Tournaisien, Ivorien) regroupe le Membre de Calonne inférieur (CAI), le Membre de Calonne supérieur (CAS), le Membre de Gaurain-Ramecroix (GAU) et le Membre de Warchin (WAR). Elle est constituée essentiellement de calcaires argilo-siliceux, gris foncé à noir, en bancs épais de 20 à 80 cm, séparés par des joints de stratification, souvent minces, calcschisteux ou franchement argileux. La formation débute juste au-dessus du Gras Délit (passée d'argilite, épaisse de quelques centimètres à près de 20 cm, suivant les endroits, qui constitue un excellent niveau repère dans tout le gisement carrier du Tournaisien). La puissance de la formation est d'environ 270 mètres.

La Formation de Pecq (PEC – Tournaisien à Viséen, Ivorien à Molinacien) est constituée de roches assez massives, calcaires et dolomitiques, grenues, crinoïdiques, parfois silicifiées. Cette formation peut être considérée comme la formation sommitale de l'aquifère des calcaires dévono-carbonifères. L'épaisseur fait environ 70 – 80 mètres.

III.2.1.2. Les formations du Mésozoïque

La Formation du Hainaut (HAI – Crétacé inférieur) regroupe tous les dépôts sédimentaires compris entre les couches paléozoïques et celles marquant les transgressions du Crétacé supérieur. Il s'agit des dépôts « wealdiens » des auteurs précédents. La nature de ces terrains est variable, mais il s'agit toujours de dépôts continentaux, essentiellement des résidus de l'altération du socle paléozoïque. Ce sont :

- des argiles de décalcification ;
- des cailloutis roulés ou non ;
- des argiles noires, plastiques, avec ou sans lignite ;

- des sables blancs.

Cette formation, d'épaisseur variable (jusqu'à plusieurs dizaines de mètres), semble jalonner les manifestations karstiques et/ou les zones de fracturation importante. Dans les deux cas, la paléotopographie a favorisé la mise en place et la conservation de ces dépôts.

La Formation du Cornet (COR – Cénomaniens inférieurs) est constituée d'un conglomérat à matrice calcaire, ferrugineuse et glauconifère. Les galets sont essentiellement des débris du socle calcaire. Elle n'existe qu'à l'état de reliques, en remplissage de fractures ou de dépressions d'origine karstique. L'épaisseur de la formation est comprise entre 0 et 5 mètres. C'est une variation latérale de faciès de la Formation de Bernissart présente dans le bassin de Mons.

La Formation du Vert Galand (VEG – Turonien) regroupe les faciès marneux anciennement dénommés « Dièves » et « Fortes Toises », qui correspondent actuellement aux membres de Bruyelle et de Merlin. Le Membre de Bruyelle (BRU), épais habituellement de 5 à 15 mètres environ, ne semble pas être présent dans cette partie du Tournaisis. Il est constitué, de bas en haut, d'un cailloutis de transgression dans une matrice marneuse, de marnes gris-verdâtres et de marnes gris-blanchâtres. Le Membre de Merlin (MER) est constitué par des marnes gris-blanc à glauconie fine et de marnes crayeuses blanches contenant de nombreuses concrétions siliceuses grises. L'épaisseur du membre varie de 0 à 5 mètres.

La Formation d'Esplechin (ESP – Turonien supérieur), anciennement « Rabots », est constituée d'une craie blanchâtre, à gros silex noirs. L'épaisseur varie de 0 à 6 mètres.

La Formation de Maisières (MAI – Coniacien) se compose d'une craie très grossière, sableuse, dure, cohérente, avec la présence de quelques hardgrounds. Elle est surtout présente dans la partie nord de la carte. Son épaisseur est comprise entre 0 et 5 mètres.

La Formation de Saint-Vaast (SVA – Coniacien à Santonien) montre sur 0 à 10 mètres d'épaisseur une craie blanche, pure, pouvant être plus marneuse à la base. Elle se retrouve dans la partie nord de la région étudiée.

III.2.1.3. Les formations du Cénozoïque

Le Cénozoïque est scindé ici en trois systèmes : le Paléogène, le Néogène et le Quaternaire.

III.2.1.3.1. Le Paléogène

La Formation de Hannut (HAN – Paléocène, Thanétien) est une unité très hétérogène, qui a été divisée en trois membres sur cette planche (Louvil, Chercq et Grandglise). Le Membre de

Louvil (LOU) correspond à une argile plastique, alternant avec des niveaux sableux, et pouvant renfermer des silex remaniés et corrodés à la base. Son épaisseur est de 40 mètres au nord et de 15 à 20 mètres au sud. Le Membre de Chercq (CHE) montre, sur 5 à 15 mètres d'épaisseur, un sable argileux et une argile sableuse verte, avec parfois des silex altérés à la base. La fraction sableuse prend de plus en plus d'importance quand on remonte vers le sommet. Vers l'est et le sud-est, le Membre de Louvil peut disparaître et laisser place au Membre de Chercq. Le Membre de Grandglise (GRA) est un sable fin, vert, avec des intercalations argileuses. Son épaisseur est de 15 mètres au nord-est et de 5 mètres à l'est et au sud.

La Formation de Kortrijk (KOR – Eocène, Yprésien) est composée principalement de sédiments argileux, dont les différents membres (Orchies, Roubaix, Mons-en-Pévèle et Aalbeke) ont été cartographiés. Le Membre d'Orchies (ORC) est constitué par une argile plastique, lourde, dont la base peut être marquée par un lit de galets et/ou un paquet d'argile laminée de lentilles sableuses. L'épaisseur est de 40 mètres en moyenne. Le Membre de Roubaix (RBX) est assez hétérogène. De l'argile alterne avec des silts et des sables fins, avec localement même des intercalations de grès. Son épaisseur est de 40 mètres. Le Membre de Mons-en-Pévèle (MEP) montre une alternance entre des sables très fins et des silts, parfois indurés en grès vers le sommet, et des argiles silteuses. Le membre fait 30 mètres d'épaisseur. Enfin, le Membre d'Aalbeke (AAL), composé d'argile gris-bleu et finement silteuse, ne se retrouve qu'à l'extrême nord-ouest de la carte. Son épaisseur est d'environ 10 mètres.

La Formation de Tielt (TLT – Eocène, Yprésien) comprend sur plus de 5 mètres d'épaisseur, trois membres indifférenciés :

- le Membre de Kortemark (KTM) est représenté par un silt fin, argileux, passant à un silt grossier avec intercalations sableuses ;
- le Membre d'Egem (EGM) est un sable fin, avec des niveaux à lentilles d'argile au sommet ;
- le Membre du Mont Panise! (PAN) est composé, ici, par une argile silteuse à bancs de grès.

La Formation de Gentbrugge* (GEN – Eocène, Yprésien) est localisée uniquement au sommet du Mont-Saint-Aubert. A la base, se trouve une argile gris foncé, pouvant être légèrement silteuse, suivie de sables fins. Le sommet du niveau argileux peut induire la présence de sources.

* La Formation de Gent a été renommée 'Formation de Gentbrugge' par Laga *et al.*, 2001, le terme 'Gent' étant déjà utilisé dans le Quaternaire.

La distinction par rapport à la formation sous-jacente est difficile. L'épaisseur de la formation est de 10 à 15 mètres.

La Formation de Lede (LED – Eocène, Lutétien) est constituée d'un gravier de quartz grossier, surmonté d'un sable fin, comprenant habituellement quelques niveaux de grès calcaires. Son épaisseur est d'environ 1 mètre.

La Formation de Maldegem (MDG – Eocène, Bartonien) est représentée sur environ 5 mètres d'épaisseur, au Mont-Saint-Aubert, par une argile sableuse à compacte.

En raison de la faible épaisseur de la Formation de Lede, celle-ci et la Formation de Maldegem ont été regroupées (LEMD).

III.2.1.3.2. Le Néogène

La Formation de Diest (DIE – Miocène, Tortonien) rassemble les dépôts de la dernière transgression marine importante observée en Belgique. Il s'agit de sables grossiers, limoniteux, avec un gravier de silex à la base. Le sable peut être altéré en bancs de grès. La formation est épaisse d'environ 10 mètres. Il faut remarquer que si au nord du pays, la Formation de Diest correspond bien à un dépôt marin, dépendant du bassin de la Mer du Nord, il est probable qu'il s'agit, en réalité, ici, d'une formation sableuse plus ancienne, décalcifiée, altérée et limonitisée, sur la pénéplaine fini-tertiaire.

III.2.1.3.3. Le Quaternaire

Les alluvions anciennes (ALA – Pléistocène supérieur) regroupent principalement des alluvions fluviatiles, pouvant également contenir des colluvions de bas de versants. Il s'agit de graviers de silex, grès, ... accompagnés de sables grossiers à fins et de limons. L'épaisseur est très variable, de 0 à 20 mètres).

Même s'ils forment une couche quasi continue sur toute la carte, les dépôts limoneux (LIM – Pléistocène) n'ont pas été cartographiés. Ces limons sont très homogènes et composés de dépôts éoliens (poussières) siliceux, argileux, calcaires, très fins et légèrement poreux. Leur épaisseur varie de 3 à 9 mètres sur les versants des collines, et peut atteindre 20 mètres dans la vallée de l'Escaut.

Les alluvions modernes (AMO – Holocène) sont des dépôts de fond de vallée. Elles sont composées d'un mélange assez hétérogène de sables grossiers à fins, de limons sableux, d'argiles plastiques, et même la présence fréquente de niveaux tourbeux. A l'état naturel, l'Escaut présentait de nombreux méandres, qui ont été rectifiés pour faciliter la navigation. L'ancien tracé naturel permet toutefois de comprendre le relief ainsi que la structure peu profonde de la plaine

alluviale. Lors des crues de la rivière, les sédiments les plus grossiers (sables, limons) se sont déposés près des berges tandis que les sédiments les plus fins ont été se décanter dans les zones plus calmes, à plus grande distance du cours d'eau. Ce sont dans ces mêmes zones éloignées que se retrouvent des accumulations de végétaux flottés, responsables de la formation de tourbe. Cette ségrégation naturelle des différents matériaux, ainsi que leur compaction différentielle, va entraîner la formation de digues, enserrant la rivière et l'isolant de la zone inondable en contrebas, engendrant la création de région très humides, voire marécageuses. L'épaisseur est très variable, allant de 0 à plus de 10 mètres.

III.2.2. Cadre structural

Le cadre structural régional est décrit plus précisément dans le livret explicatif de la carte géologique de Wallonie (Vanneste & Hennebert, 2005). Les éléments principaux sont résumés ci-dessous.

III.2.2.1. L'ensemble varisque

La structure du socle paléozoïque est marquée par la superposition du bord nord du Parautochtone brabançon (Belanger *et al.*, 2012) au bord sud du Massif calédonien du Brabant. Ce dernier massif présente un aspect anticlinal très ample d'axe ONO – ESE. Seul le Silurien serait présent dans le coin nord-est de la carte, sous couverture méso-cénozoïque

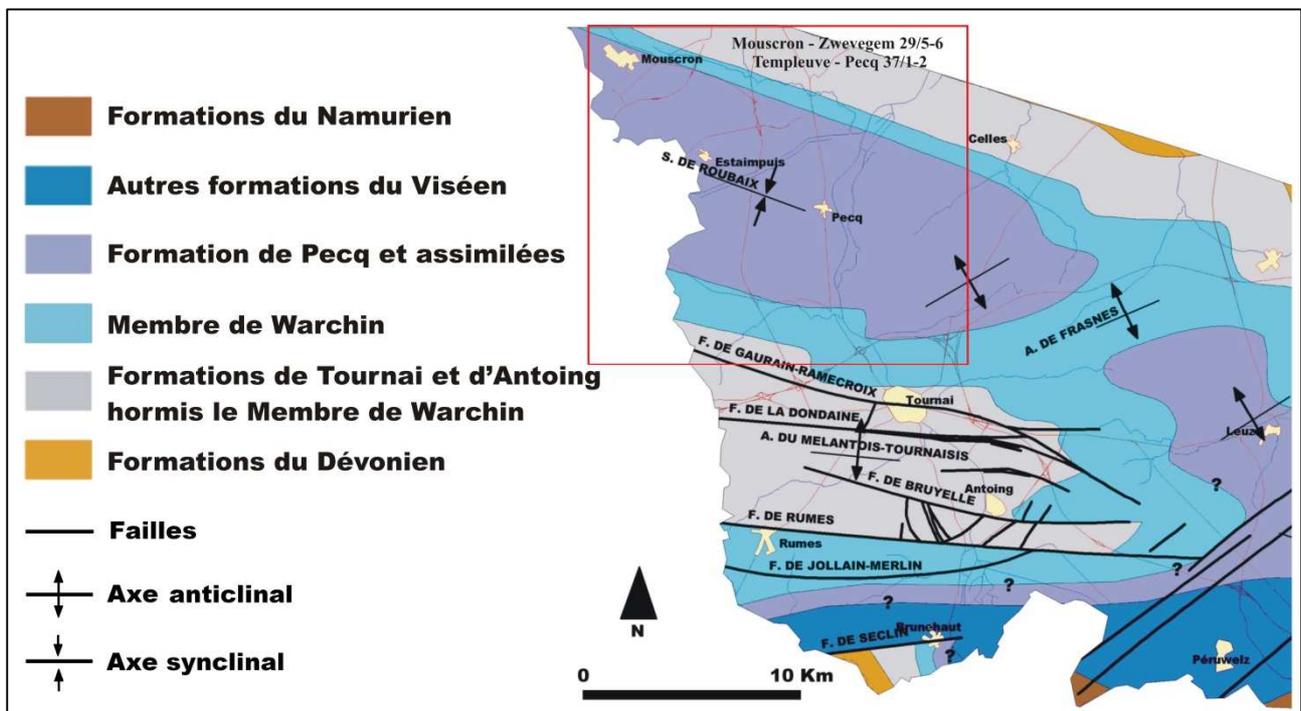


Figure III-3. Cadre structurale schématique du socle paléozoïque du Tournaisis (Kaufmann, 2000, modifié)

Le centre de la planche est occupé par le flanc nord du Synclinal de Roubaix – Leuze, limité au sud par l’Anticlinal faillé du Mélantois – Tournaisis.

III.2.2.2. L’ensemble méso-cénozoïque

Cette couverture est globalement tabulaire, avec une faible pente vers le NNO, comme pour la majorité des dépôts du bord sud du Bassin de la Mer du Nord. Le mouvement de remontée vers le sud est accentué par la présence, dans la partie méridionale de la carte, de l’Anticlinal du Mélantois – Tournaisis, qui a subi plusieurs phases de relèvements au cours du Cénozoïque.

IV. CADRE HYDROGÉOLOGIQUE

IV.1. DESCRIPTION DES UNITÉS HYDROGÉOLOGIQUES

Les unités hydrogéologiques définies pour la carte 29/5-6 Mouscron – Zwevegem & 37/1-2 Templeuve – Pecq sont décrites ci-dessous dans l'ordre stratigraphique, de la plus ancienne à la plus récente. Elles sont reprises dans le Tableau IV-1 synthétique ainsi que dans le tableau de correspondance du poster A0 joint à la notice.

Les formations géologiques sont regroupées en fonction de leurs caractéristiques hydrodynamiques. Trois termes sont utilisés pour décrire les unités hydrogéologiques, selon le caractère plus ou moins perméable des formations (Pfannkuch, 1990 ; UNESCO-OMM, 1992) :

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

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

Certaines formations géologiques voient leur faciès changer latéralement, il est donc possible qu'une même formation soit définie en termes d'aquifère sur une carte et en terme d'aquitard sur une carte voisine.

IV.1.1. Aquiclude à niveaux aquifères du socle cambro-silurien

L'aquiclude du socle cambro-silurien serait présent au nord-est de la carte sous une couverture sablo-argileuse méso-cénozoïque d'au moins 80 à 100 mètres d'épaisseur.

Deux types de nappes se distinguent dans le socle cambro-silurien : la nappe d'altération du sommet et la nappe des fissures sous-jacentes.

Tableau IV-1. Tableau de correspondance ‘Géologie – Hydrogéologie’ de la carte de Mouscron – Zwevegem & Templeuve – Pecq

Ere	Système	Série	Etage	Formation	Membre	Abréviation	Lithologie	Hydrogéologie	
CENOZOÏQUE	Quaternaire	Holocène		Alluvions modernes		AMO	Sables grossiers à fins, limons sableux, argiles plastiques, niveaux tourbeux	Aquifère alluvial	
		Pléistocène		Limons		LIM	Limons siliceux, argileux, calcaires très fins	Aquitard limoneux <i>(visible uniquement sur la coupe)</i>	
				Alluvions anciennes		ALA	Graviers de silex, grès, sables grossiers à fins et limons	Aquifère alluvial	
	Néogène	Miocène	Tortonien	Diest		DIE	Sables grossiers, limoniteux, bancs de grès, gravier de silex à la base	Aquifère des sables du Miocène	
	Paléogène	Eocène	Bartonien	Maldegem		LEMD	MDG	Argiles sableuses compactes	Aquifère des sables de l'Eocène
				Lutétien	Lede		LED	Graviers de quartz grossier, sables fins à niveaux de grès calcaires	
			Yprésien	Gentbrugge		GEN		Sables fins, argiles légèrement silteuses à la base	Aquiclude - aquitard des argiles de l'Eocène
					Tielt		Mont Panisel	TLT	PAN
					Egem	EGM	Sables fins, lentilles d'argiles au sommet		
					Kortemark	KTM	Silts fins argileux, silts grossiers à intercalations sableuses		
		Kortrijk	Aalbeke	KOR	AAL	Argiles finement silteuses	Aquiclude - aquitard des argiles de l'Eocène		
			Mons-en-Pèvele		MEP	Sables silteux, grès, argiles silteuses	Aquifère des sables de l'Eocène		
			Roubaix		RBX	Argiles, silts, sables fins	Aquiclude - aquitard des argiles de l'Eocène		
		Paléocène	Thanétien	Hannut	Grandglise	HAN	GRA	Sables fins et intercalations argileuses	Aquifère des sables du Paléocène
					Cherq		CHE	Sables argileux, argiles sableuses	Aquifère des sables du Paléocène
					Louvil		LOU	Argiles plastiques et niveaux sableux	Aquiclude des argiles du Paléocène
	MESOZOÏQUE	Crétacé	Supérieur	Santonien	St-Vaast		SVA	Craies pures, craies marneuses à la base	Aquifère des craies du Crétacé <i>(visible uniquement sur la coupe)</i>
				Coniacien	Maisières		MAI	Craies grossières, craies sableuses	
				Espéchin			ESP	Craies à silex	
			Turonien	Vert Galand	Merlin	VEG	MER	Marnes, marnes crayeuses	Aquiclude des marnes du Turonien
				Bruyelle	BRU				
Cénomaniens			Cornet		COR	Conglomérat à matrice calcaire			
Inférieur		Hainaut		HAI	Argiles, sables et cailloutis	Aquiclude de remplissage du Hainaut <i>(visible uniquement sur la coupe)</i>			
PALEOZOÏQUE	Carbonifère	Viséen	Moliniacien	Pecq		PEC	Calcaires et dolomies	Aquifère des calcaires dévono-carbonifères <i>(visible uniquement sur la coupe)</i>	
		Ivorien	Antoing	Warchin	ANT	WAR	Calcaires argilo-siliceux		
				Gaurain-Ramecroix		GAU			
				Calonne supérieur		CAS			
			Calonne inférieur	CAI					
		Tournaisien	Tournai	Vaulx	TOU	VAU	Calcaires argilo-siliceux		
				Pont à Rieu		PAR			
				Providence		PRO			
				Allain		ALL			
			Crampont	CRA					
	Hastarien	Orient		ORI	Schistes, calcschistes	Aquiclude des schistes du Carbonifère <i>(non cartographié)</i>			
		Landelies		LAN	Calcaires, calcschistes				
		Pont d'Arcole		PDA	Schistes	Intercalation schisteuse des calcaires dévono-carbonifères <i>(non cartographié)</i>			
		Samme	Mévergnies	SAM	MEV	Grès dolomitiques, grès calcaires, calcaires, shales	Aquifère des calcaires dévono-carbonifères <i>(non cartographié)</i>		
			Feluy		FEL	Calcaires oolitiques, gréseux ou dolomitiques			
			Bois de la Rocq		BDR	Grès à intercalations de shales			
		Dévonien	Supérieur	Famennien	Franc-Waret		FRW	Dolomies gréseuses, dolomies calcaires	
Frasnien	Rhisnes				RHI	Calcaires et calcschistes, parfois dolomitiques			
	Bovesse				BOV	Schistes et calcaires	Aquiclude du Frasnien <i>(non cartographié)</i>		
Moyen	Givetien		Bois de Bordeaux	Mazy	BOR	MAZ	Grès, schistes et calcaires	Aquiclude - aquitard du Givetien <i>(non cartographié)</i>	
			Alvaux	ALV		Calcaires, grès et shales			
	Mautiennes		MAU	Conglomérat, schistes et grès					
Silurien	Ludlow	Gorstien				Schistes, siltites, grès	Aquiclude à niveaux aquifères du socle cambro-silurien <i>(non cartographié)</i>		

L'importance du premier type de nappe est liée au taux d'altération des grès, des schistes et des siltites. Les premiers s'altèrent en sables pouvant contenir un aquifère local, tandis que les seconds donnent des argiles par altération, et donc des niveaux peu perméables. Le second type de nappe est dû aux différentes phases tectoniques ayant affecté le Massif du Brabant, ce qui

induit un taux de fissuration parfois élevé. Le rôle de ces fractures est notoire car elles sont capables de drainer d'importantes quantités d'eau, logées dans la zone d'altération du socle si leur remplissage est perméable (ce qui est le cas pour les formations gréseuses). Par contre, dans les schistes et dans les siltites, le remplissage argileux rend le massif peu perméable et improductif.

La ligne rouge et noire discontinue qui traverse la carte principale dans le coin nord-est symbolise en pratique la limite sud de l'extension de l'aquiclude à niveaux aquifères du socle cambro-silurien car celui-ci s'enfonce rapidement sous les formations dévono-carbonifères.

IV.1.2. Aquiclude – aquitard du Givetien

La Formation du Bois de Bordeaux, composée d'un conglomérat, de schistes, de grès argileux, de calcaires contenant des schistes, des schistes gréseux, est très peu perméable. Cette formation ne constitue donc qu'un aquiclude, au mieux un aquitard grâce aux niveaux calcaires ou gréseux.

IV.1.3. Aquiclude du Frasnien

L'aquiclude du Frasnien comprend la formation schisteuse de Bovesse. Celle-ci constitue une base imperméable à l'aquifère des calcaires dévono-carbonifères sus-jacent.

IV.1.4. Aquifère des calcaires dévono-carbonifères

Un aquifère important se développe dans les calcaires et les dolomies du Dévono-Carbonifère*. C'est une des principales ressources en eau de Belgique et du nord de la France : près du quart des eaux captées en Wallonie sont issues de cet aquifère. Ceci est dû au fait que les joints de toutes natures, les fractures, les diaclases, la stratification et les failles confèrent aux calcaires du Dévono-Carbonifère une bonne perméabilité. De plus, la circulation d'eau associée aux processus chimiques a élargi les fissures en véritables conduits (karstification), formant ainsi des zones à circulation préférentielle.

Pour rappel, les calcaires et dolomies du Dévonien supérieur et Carbonifère inférieur du bord nord-ouest du Parautochtone brabançon s'étendent de Namur à Lille en une bande d'orientation générale est – ouest. Cette bande calcaire est large d'environ deux kilomètres à hauteur de Namur. Elle s'élargit vers l'ouest et atteint une trentaine de kilomètres d'extension nord-sud à hauteur de Tournai.

* L'aquifère des calcaires du Dévono-Carbonifère et l'aquifère des calcaires du Carbonifère sont deux appellations qui désignent le même aquifère. La différenciation se fait en fonction de la présence du Dévonien sur la carte.

La nappe des calcaires du Dévono-Carbonifère est limitée au nord par les formations du Dévonien moyen et supérieur et plonge au sud sous celles du Namurien et du Westphalien qui constituent le cœur du Parautochtone brabançon. La ligne verte et noire discontinue qui traverse la carte principale dans le coin nord-est symbolise la limite nord de l'extension de l'aquifère des calcaires dévono-carbonifères (correspondant à la base de la Formation de Rhisnes). Cette limite située sous couverture est peu précise et indiquée comme « supposée ».

Dans l'ouest du bassin, les failles normales, cisailantes dextres, orientées est-ouest délimitent le « Horst* du Tournaisis » et permettent de diviser l'aquifère des calcaires du Dévono-Carbonifère en plusieurs parties (Figure IV-1) :

- la zone de Pecq – Roubaix, au nord de la faille de Gaurain-Ramecroix ;
- la zone de Frasnes – Péruwelz – Seneffe, à l'est du dôme du Mélandois – Tournaisis et de l'anticlinal transverse de Frasnes ;
- une zone au sud de la faille de la Dondaine (Figure III-3), souvent rattachée à la zone de Frasnes – Péruwelz – Seneffe ;
- une zone comprise entre la faille de Gaurain-Ramecroix et celle de la Dondaine (Figure III-3).

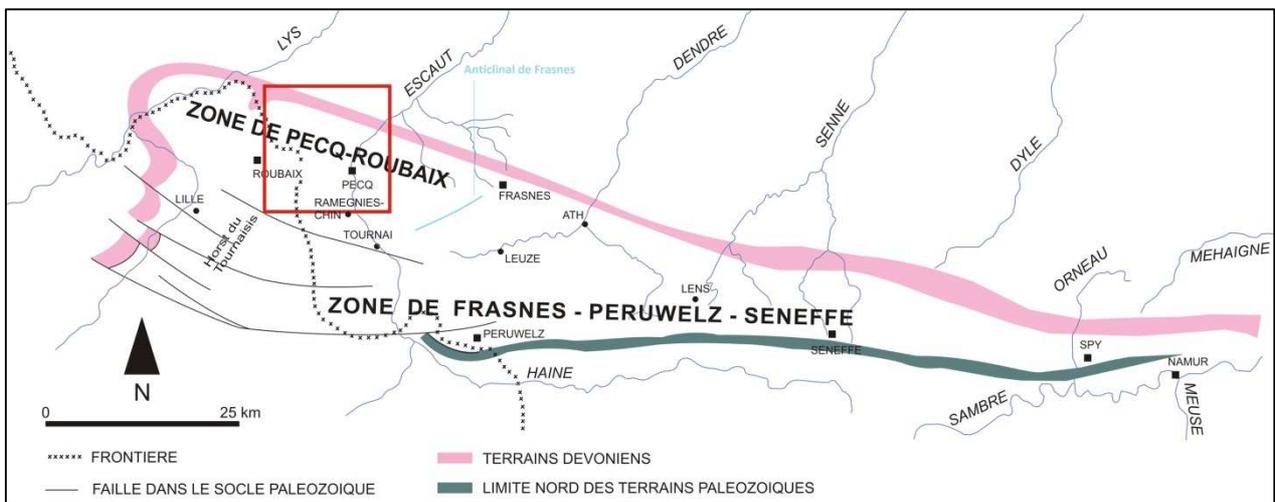


Figure IV-1. Divisions principales de la nappe des calcaires du Dévono-Carbonifère (Youssof, 1973, modifié) et localisation de la carte 29/5-6 Mouscron – Zwevegem & 37/1-2 Mouscron – Zwevegem

Globalement, la zone de Pecq – Roubaix se trouve sous une couverture de terrains imperméables ou peu perméables mésozoïques et cénozoïques (environ une dizaine de mètres de

* Horst : structure tectonique constituée par des failles normales de même direction, limitant des compartiments de plus en plus abaissés en s'éloignant du milieu de la structure (Foucault & Raoult, 2005).

marnes, sables argileux et argiles), ce qui lui confère un caractère globalement captif. Cependant, la nappe n'est pas partout sous pression car le sommet de l'aquifère est actuellement dénoyé sur une grande partie de la zone (voir coupe hydrogéologique du poster A0).

Par ailleurs, entre Tournai et Ramegnies-Chin, il n'y a pas de couverture imperméable, ce qui entraîne une percolation des nappes superficielles vers le calcaire sous-jacent (FPMS, 1998, 1996).

Par contre, dans la zone de Frasnes – Péruwelz – Seneffe, la couverture des calcaires du Dévono-Carbonifère est souvent moins épaisse et est perméable à semi-perméable. Cela confère à cette partie de l'aquifère un caractère libre à semi-libre ou semi-captif.

Cependant, à l'échelle de la carte, les zones qui ont été définies pour l'ensemble de l'aquifère des calcaires du Dévono-Carbonifère, n'ont plus beaucoup de sens. Si l'anticlinal de Frasnes sépare en théorie la zone libre de Frasnes – Péruwelz – Seneffe et la zone captive de Pecq – Roubaix, il ne constitue pas une barrière hydrogéologique étanche, comme il a parfois été considéré. En effet, à cet endroit, si l'épaisseur des couches aquifères réduit la transmissivité, les deux zones restent néanmoins en continuité hydraulique permettant l'écoulement de l'est vers l'ouest.

L'axe de l'anticlinal de Frasnes se trouve au sud de la carte voisine (carte 37/3-4 Celles – Frasnes-lez-Anvaing) (Figure III-3). A l'ouest de cet axe débute la zone de Pecq – Roubaix (Figure IV-1). Cette zone devrait être naturellement captive dans sa quasi-totalité en raison de la présence en couverture de plusieurs dizaines de mètres de terrains très peu perméables du Méso-Cénozoïque (marnes turoniennes et/ou d'argiles thanétiennes). Toutefois, la nappe n'est plus captive car le sommet de l'aquifère est dénoyé sur une importante partie de la superficie. Cette zone est peu réalimentée par l'infiltration des eaux météoriques, sauf dans la région de Tournai, où l'absence de couverture peut entraîner une drainance des nappes superficielles vers les calcaires sous-jacents.

Les formations constituant l'aquifère des calcaires du Dévono-Carbonifère sont, de la plus récente à la plus ancienne :

- la Formation de Pecq pour le Moliniacien (Viséen) ;
- les formations d'Antoing et de Tournai pour l'Ivorien (Tournaisien) ;
- la Formation de Landelies, les membres de Mévergnies et de Feluy de la Formation de la Samme pour l'Hastarien (Tournaisien) ;
- le Membre de Bois de la Rocq de la Formation de la Samme, les formations de Franc-Waret et de Rhisnes pour le Famennien et le Frasnien (Dévonien supérieur).

La Formation de Pecq présente, sous recouvrement méso-cénozoïque, des calcaires crinoïdiques très dolomités (dolomies crinoïdiques). Elle est considérée comme la formation sommitale de l'aquifère des calcaires du Dévono-Carbonifère.

Le Membre de Warchin (de la Formation d'Antoing) est constitué de calcaires plus siliceux. Ce membre est moins aquifère que la Formation de Pecq, mais ils sont tous deux affectés par le karst (IV.3.1. Karstification des calcaires du Dévono-Carbonifère).

Les Formations d'Antoing et de Tournai, constituées de calcaires plus argileux, sont beaucoup moins aquifères que la Formation de Pecq.

Les autres formations (Landelies, Samme, Franc-Waret et Rhisnes) présentent des lithologies plus diversifiées : grès, calcaires, dolomie, schistes...

Vu la présence de la Formation imperméable de l'Orient, il est possible que ces dernières formations ne soient pas en continuité hydraulique avec les Formations de Tournai et d'Antoing et que l'aquifère des calcaires du Dévono-Carbonifère soit compartimenté.

IV.1.5. Intercalation schisteuse des calcaires dévono-carbonifères

La Formation de Pont d'Arcole est constituée principalement de shales (schistes). Vu sa faible épaisseur (15 à 25 mètres), elle ne constitue qu'une intercalation schisteuse au sein de l'aquifère des calcaires du Dévono-Carbonifère. Elle séparerait la Formation de Landelies de celle de la Samme.

IV.1.6. Aquiclude des schistes du Carbonifère

La Formation de l'Orient comporte principalement des schistes et des calcschistes et constitue une barrière peu perméable au sein de l'aquifère des calcaires dévono-carbonifères. En effet, sous cette formation aquiclude se retrouvent d'autres terrains aquifères, de lithologie diverse (grès, calcaires, dolomies) et dont l'âge va du Frasnien au Tournaisien inférieur. En raison de la présence continue des schistes de l'Orient (d'une épaisseur de 25 à 60 mètres) et du manque d'information hydrogéologique pour cette région, il est malaisé de se prononcer sur une éventuelle continuité entre les calcaires sus-jacents et les calcaires sous-jacents.

IV.1.7. Aquiclude de remplissage du Hainaut

La Formation du Hainaut, appartenant au Crétacé inférieur, est constituée de dépôts à caractère continental, d'altération du socle paléozoïque (argile, sable, cailloutis, ...). Cette formation est peu perméable. Les dépôts sont le témoin de la karstification intense des calcaires

du Dévono-Carbonifère et semblent jalonner les phénomènes karstiques et les zones de fracturation. Cette unité n'est visible que sur la coupe du poster A0 joint à cette notice.

IV.1.8. Aquiclude des marnes du Turonien

L'aquiclude des marnes du Turonien est constitué principalement par les membres de Merlin et de Bruyelle de la Formation du Vert Galand. Il est composé essentiellement de marnes (argiles calcaireuses), argileuses à la base et de plus en plus crayeuses vers le sommet. Lorsque la composante crayeuse est suffisante, les marnes deviennent indurées, fissurées et craquelées. Alors que cette unité était considérée au départ comme peu perméable, certains captages ont montré depuis peu qu'elle pouvait être perméable et productive par endroit (cf. Captage de Jollain – Merlin sur la carte 44/3-4 de Laplaigne – Péruwelz (Roland *et al.*, 2010)). Cela peut avoir une grande importance quant à la continuité hydraulique entre les calcaires dévono-carbonifères et les craies du Crétacé, mais qu'il reste à vérifier. La Figure IV-2 présente l'extension des marnes turoniennes au-dessus de l'aquifère des calcaires dévono-carbonifères.

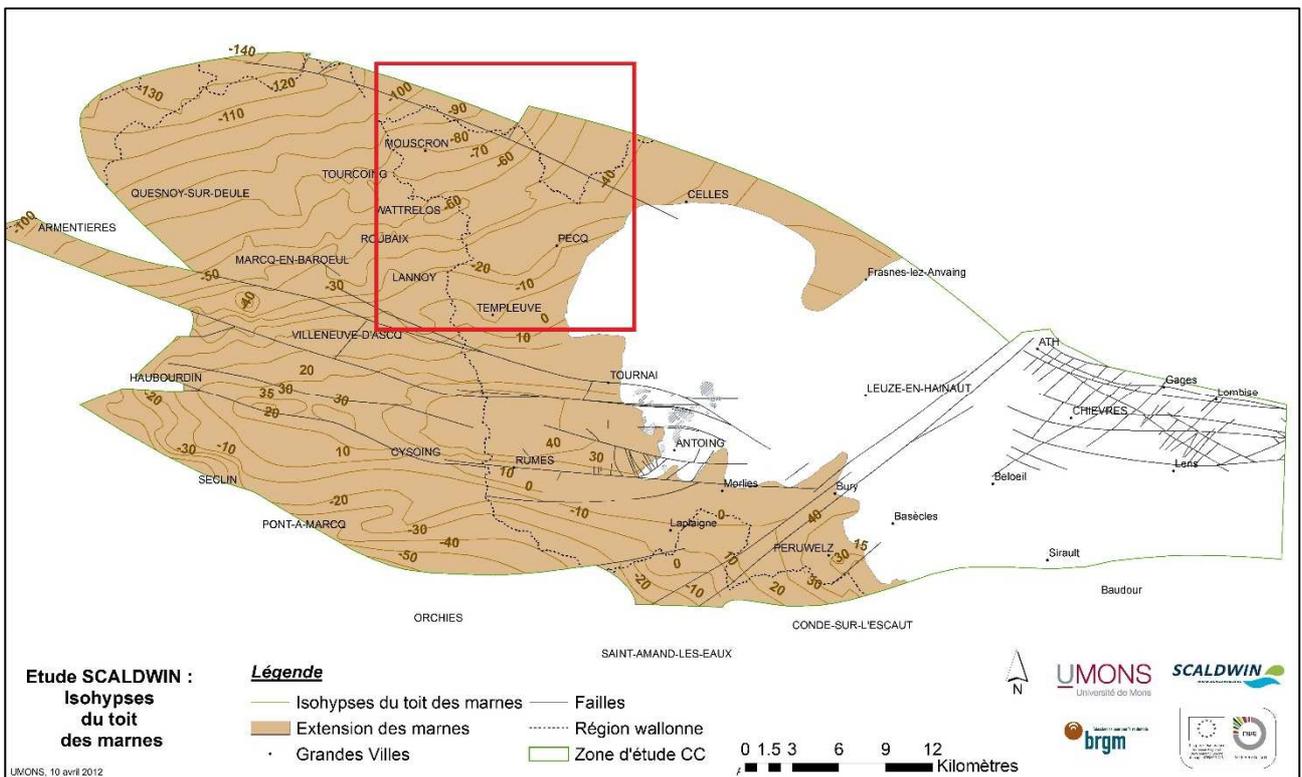


Figure IV-2. Extension des marnes au-dessus de l'aquifère des calcaires dévono-carbonifères (Rorive & Bastien, 2012, modifié)

IV.1.9. Aquifère des craies du Crétacé

La nappe des craies correspond aux formations crayeuses d'Esplechin, de Maisières et de St-Vaast, encadrées par les marnes turoniennes à la base et par les argiles de Louvil au sommet. Sur cette carte, il s'agit d'un aquifère peu épais, une vingtaine de mètres maximum à l'extrémité nord-ouest de la feuille (aux alentours de Mouscron), et recouvert d'une importante couverture cénozoïque. Si elle n'a que peu d'intérêt sur cette carte, cette nappe devient beaucoup plus importante en termes d'exploitation en France (nappe des craies du Bassin de Paris) (Figure IV-3).

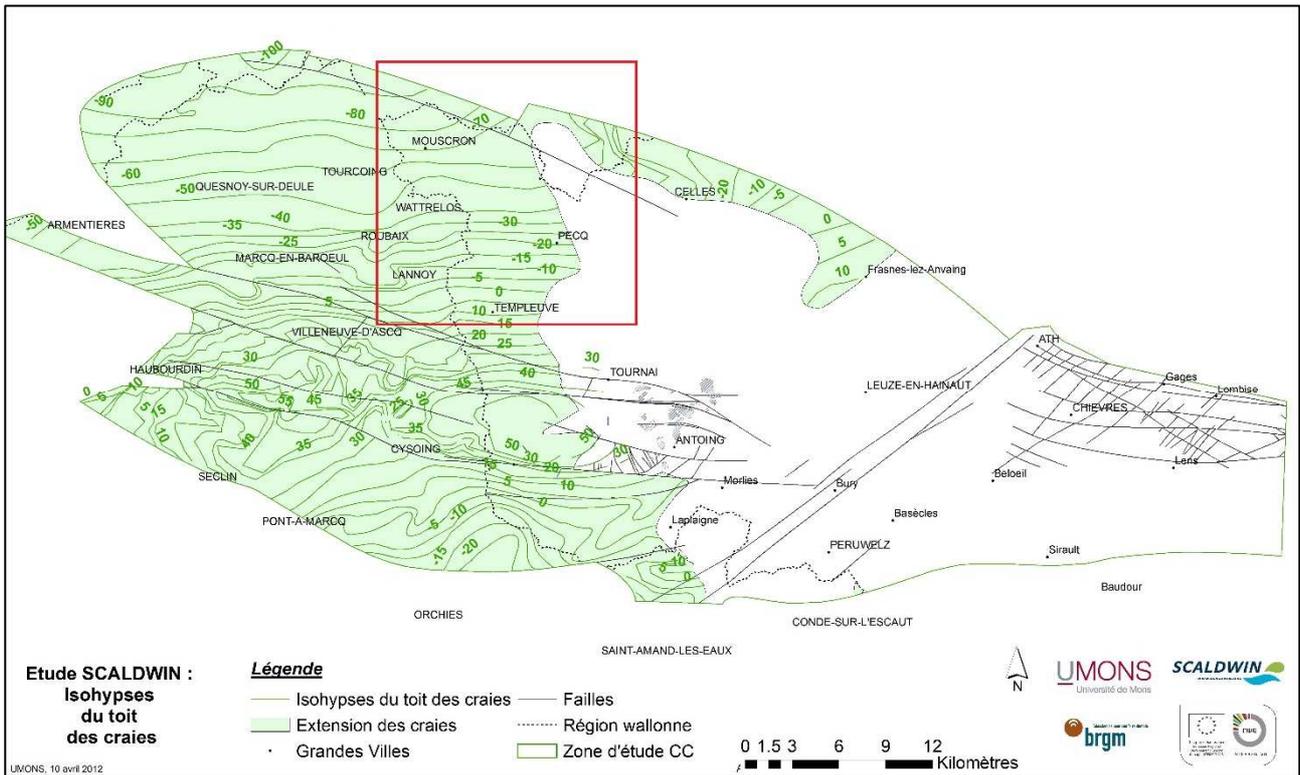


Figure IV-3. Extension et isohypses du toit des craies du Crétacé au-dessus de l'aquifère des calcaires dévono-carbonifères (Rorive & Bastien, 2012, modifié)

La craie est un aquifère qui présente une double porosité : une porosité d'interstice et une porosité de fissures. C'est essentiellement la seconde qui confère aux craies leur bonne conductivité hydraulique.

IV.1.10. Aquiclude des argiles du Paléocène

L'aquiclude des argiles du Paléocène est constitué par quelques mètres d'argiles plastiques sableuses du Membre de Louvil de la Formation de Hannut. Il forme une séparation, hydraulique entre l'aquifère des craies du Crétacé et l'aquifère des sables du Paléocène. Son épaisseur est plus importante au nord (40 mètres) qu'au sud (15-20 mètres). Il disparaît vers l'est et le sud-est.

IV.1.11. Aquifères des sables du Paléocène

Cet aquifère reprend les membres sableux (Chercq et Grandglise) de la Formation de Hannut et montre une puissance maximale d'une vingtaine de mètres. Il est séparé hydrauliquement des aquifères sous-jacents par le membre argileux de Louvil. Par contre, il se retrouve en certains endroits en contact avec la nappe logée dans les alluvions de la vallée de l'Escaut, lorsque la formation argileuse de Kortrijk a été érodée.

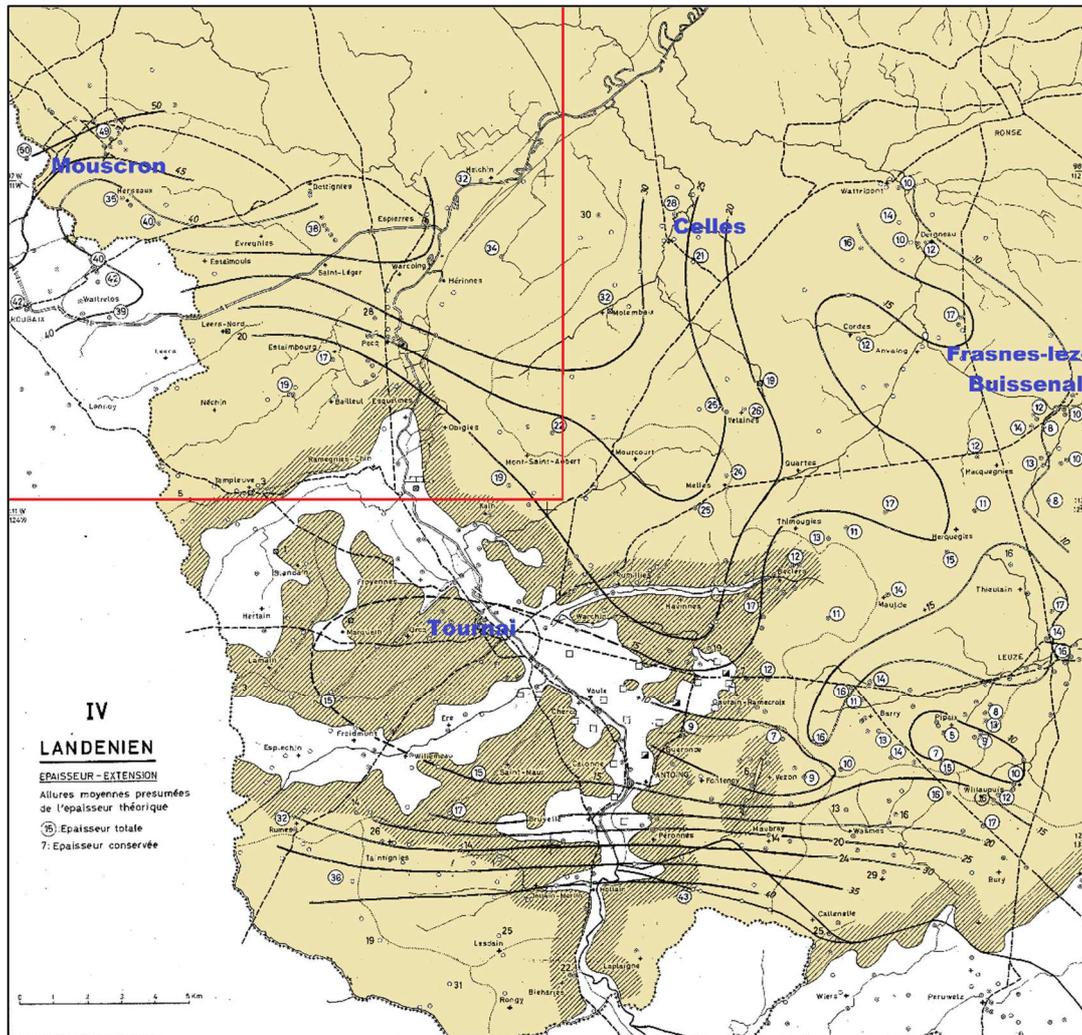


Figure IV-4. Extension et épaisseur de l'aquifère des sables (landeniens) du Paléocène et localisation de la carte Mouscron - Zwevegem & Templeuve - Pecq, en rouge (d'après Gulinck & Legrand, 1970, modifié)

L'extension de cet aquifère est assez grande. Il est repris sous le nom de « sables des Flandres ». Il s'étend vers le nord et l'ouest jusqu'à la côte de la Manche. Vers le sud, l'aquifère descend jusqu'à Lille, où il devient affleurant sur une large et longue bande qui permet la réalimentation de la nappe (carte 28/6-7 & 36/2 de Mesen – Wervik & Le Bizet (Roland & Rorive,

2011, version provisoire)). Dans le Tournaisis, il est présent presque partout sauf dans les vallées qui entaillent la couverture cénozoïque (Figure IV-4).

IV.1.12. Aquiclude – aquitard des argiles de l’Eocène

Les unités à composante argileuse importante sont considérées généralement comme aquiclude, mais lorsque la composante sableuse augmente, elles se transforment alors plutôt en aquitards. L’aquiclude – aquitard des argiles de l’Eocène est représenté par les membres d’Orchies, de Roubaix et d’Aalbeke de la Formation de Kortrijk ainsi que par la Formation de Gentbrugge. Les membres d’Orchies et de Roubaix sont constitués par des argiles lourdes et plastiques, en alternance avec des silts à sables très fins. C’est le Membre d’Orchies qui a la plus grande extension. En dehors de la plaine de l’Escaut, il recouvre tout le reste de la carte sur une quarantaine de mètres d’épaisseur. Le Membre de Roubaix le surmonte au nord-ouest de la carte et s’étend à l’ouest vers la France et au nord vers la Flandre. Ces deux membres forment ainsi une épaisse couverture peu perméable qui protège les aquifères sous-jacents.

Le Membre d’Aalbeke est séparé des deux membres précédents par celui de Mons-en-Pévèle qui forme un aquifère sableux de 30 mètres d’épaisseur. Le Membre d’Aalbeke est constitué par des argiles lourdes et compactes, très finement silteuses. Il n’affleure qu’au sommet des collines de Mouscron (au nord et nord-ouest) sur 10 mètres d’épaisseur.

La Formation de Gentbrugge est constituée, à la base, par des argiles puis par des sables fins. Elle est séparée du Membre d’Aalbeke par la Formation de Tielt. Elle est également affleurante, sur 10 à 15 mètres d’épaisseur, au sommet du Mont-Saint-Aubert.

Les sommets de ces niveaux argileux sont souvent marqués, dans les versants, par des niveaux de sources, au contact des sables sur les argiles. Des glissements de terrains affectent assez souvent cette région (voir IV.3.2. Glissements de terrains).

IV.1.13. Aquifère des sables de l’Eocène et aquifère des sables du Miocène

L’aquifère des sables de l’Eocène se compose du Membre de Mons-en-Pévèle de la Formation de Kortrijk (Yprésien), de la Formation de Tielt (Yprésien) et de celle de Lede (Lutétien). Cette dernière, très mince, a été regroupée avec la Formation de Maldegem, principalement argileuse et est reprise sous l’unité « Aquiclude des argiles bartoniennes ». Le Membre d’Aalbeke et la Formation de Gentbrugge, argileux, viennent séparer les différents niveaux sableux. De même, les argiles des Membres d’Orchies et de Roubaix de la Formation de Kortrijk séparent hydrauliquement l’aquifère des sables de l’Eocène de l’aquifère des sables thanétiens.

L'aquifère des sables du Miocène est composé de la Formation de Diest. Cet aquifère repose sur les argiles de la Formation de Maldegem.

Ces deux aquifères contiennent des nappes perchées bien individualisées, qui s'observent essentiellement au sommet des collines de la région, et pour cette carte, au sommet du Mont-Saint-Aubert. S'ils n'ont pas un grand intérêt en terme d'exploitation, ces aquifères sont le siège de phénomènes géotechniques à surveiller (voir IV.3.2. Glissements de terrains).

IV.1.14. Aquiclude des argiles bartoniennes

L'aquiclude des argiles bartoniennes se compose de la Formation de Maldegem. Elle est présente uniquement au Mont-Saint-Aubert et est représentée par une argile sableuse à compacte, lourde.

Parce qu'elle est très mince et difficilement cartographiable, la Formation de Lede, sableuse et aquifère, a été regroupée avec la Formation de Maldegem.

IV.1.15. Aquifère alluvial

L'aquifère alluvial reprend les alluvions anciennes du Pléistocène et les alluvions modernes de l'Holocène. Ces alluvions constituent les premières nappes rencontrées dans les vallées. Elles sont essentiellement constituées de dépôts sableux, résultant du comblement de la paléo-vallée de l'Escaut. Cet aquifère repose de manière générale sur une épaisse couche d'argiles yprésiennes mais en raison d'importants phénomènes d'érosion, la nappe alluviale peut se retrouver en contact avec les sables thanétiens et même avec les calcaires dévono-carbonifères. C'est le cas notamment dans la région de Kain – Pont-à-Chin (au sud de la carte). Cet endroit constitue une zone d'infiltration préférentielle. La nappe superficielle contenue dans l'aquifère alluvial est vulnérable aux diverses pollutions et au tarissement en période sèche.

IV.1.16. Aquitard limoneux

L'aquitard limoneux est formé de limons siliceux, argileux et calcaires. Présent superficiellement sur toute la région, il n'est pas représenté sur la carte pour ne pas cacher les formations sous-jacentes. Il est toutefois visible sur la coupe hydrogéologique.

IV.2. DESCRIPTION DE L'HYDROGÉOLOGIE RÉGIONALE

IV.2.1. Généralités

Concernant l'hydrogéologie régionale de la carte de Mouscron – Zwevegem & Templeuve – Pecq, trois aquifères intéressants sont distingués, correspondant à trois masses d'eau souterraine* qui les définissent administrativement (Figure IV-5) à savoir :

- l'aquifère des calcaires du Dévono-Carbonifère de la masse d'eau RWE060 des calcaires du Tournaisis ;
- l'aquifère des craies du Crétacé de la masse d'eau RWE032 des Craies de la Deûle ;
- l'aquifère des sables du Paléocène de la masse d'eau RWE061 des sables du Thanétien des Flandres.

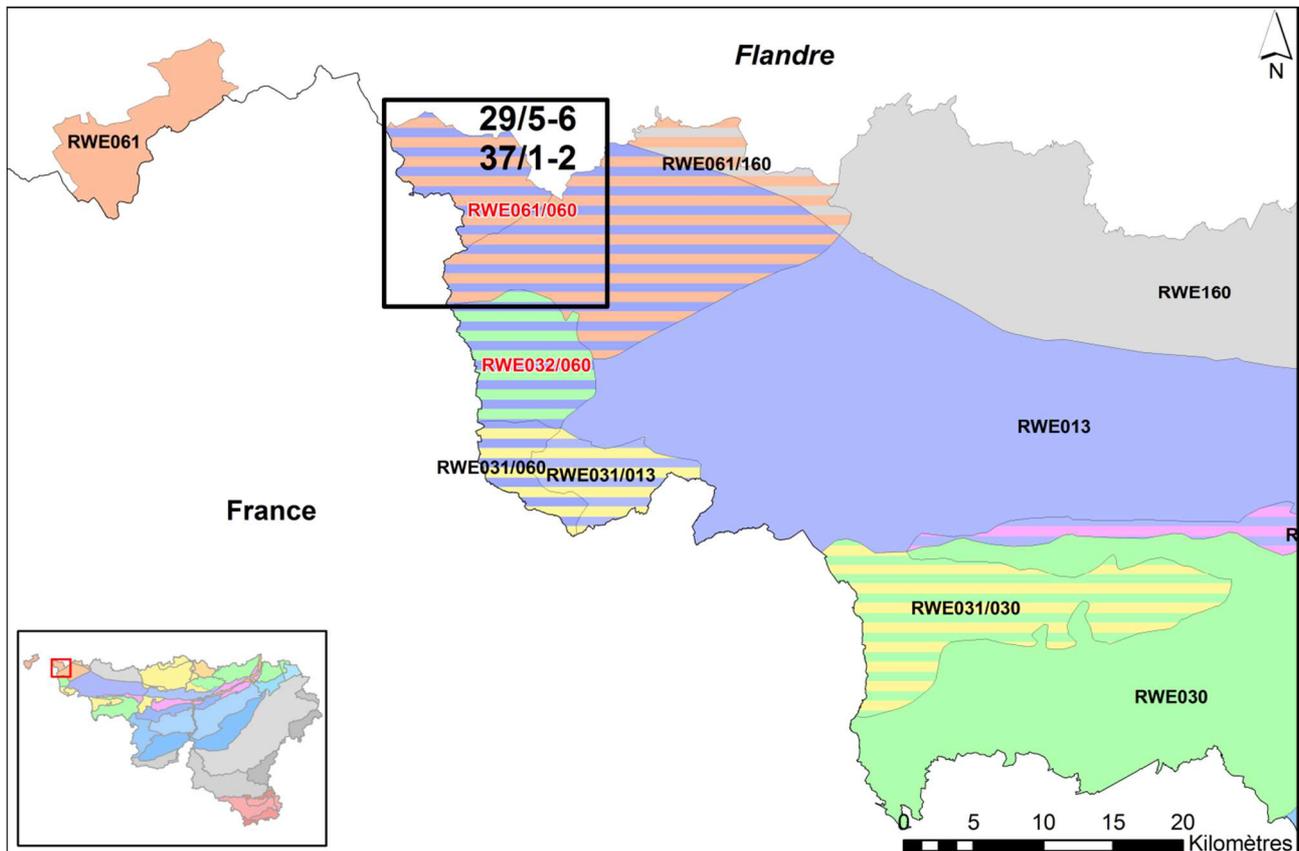


Figure IV-5. Localisation de la carte 29/5-6 Mouscron – Zwevegem & 37/1-2 Templeuve – Pecq par rapport aux masses d'eau RWE032, RWE060 et RWE061 (SPW-DGO 3, 2014)

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

L'aquifère des calcaires du Dévono-Carbonifère est le plus connu et le plus intéressant du fait de son extension, de sa productivité et de son grand intérêt économique. D'autres nappes se développent dans la couverture méso-cénozoïque suite à l'alternance de formations imperméables et de formations perméables.

Les niveaux imperméables sont constitués par les marnes turoniennes (Formation du Vert Galand), les argiles thanétiennes (Membre de Louvil de la Formation de Hannut), les argiles yprésiennes (Membres d'Orchies, de Roubaix et d'Aalbeke de la Formation de Kortrijk), les argiles silteuses de la Formation de Gentbrugge et les argiles bartoniennes (Formation de Maldegem).

Les niveaux potentiellement aquifères sont les craies du Turonien supérieur, Coniacien et Santonien (formations d'Esplechin, Maisières et Saint-Vaast), les sables du Thanétien (Membres de Chercq et de Grandglise de la Formation de Hannut), les sables de l'Eocène (Membre de Mons-en-Pévèle de la Formation de Kortrijk, les Formations de Tielt, de Gent et de Lede), les sables du Miocène (Formation de Diest) et enfin les limons et alluvions quaternaires.

Parmi ces niveaux aquifères, seuls les sables thanétiens sont susceptibles de receler une nappe importante dans le Tournaisis. Les craies aquifères, très exploitées en France (vu l'épaisseur plus importante), le sont beaucoup moins dans le Tournaisis.

IV.2.1.1. L'aquifère des calcaires dévono-carbonifères

L'aquifère des calcaires dévono-carbonifères concerne, dans cette région, la masse d'eau souterraine RWE060 des calcaires du Tournaisis. La limite ouest de la masse d'eau est marquée arbitrairement par la frontière franco-belge. A l'est, la limite administrative correspond approximativement à l'anticlinal de Frasnès. L'aquifère des calcaires continue dans la masse d'eau RWE013 des calcaires de Péruwelz – Ath – Soignies. Cette limite sépare les deux régions calcaires dans lesquelles les régimes d'exploitations et la gestion des ressources en eau sont différents.

Dans son ensemble, depuis Namur à l'est, jusqu'à la frontière française à l'ouest, la nappe des calcaires du Dévono-Carbonifère présente un écoulement d'orientation générale E-O. Toutefois, à proximité des zones où les rivières comme la Sennette, la Senne et la Petite Dendre sont drainantes, les écoulements présentent une composante vers le nord, c'est-à-dire dans la direction de l'écoulement du réseau hydrographique qui draine la nappe. De même, les eaux auront aussi tendance à converger vers les exutoires artificiels comme les puits de production et les carrières. Ces zones se remarquent aisément par des isopièzes fermées (Rorive & Bastien, 2012).

Avant la révolution industrielle, le niveau piézométrique de la nappe des calcaires du Dévono-Carbonifère devait s'équilibrer avec celui des plaines alluviales des rivières dans l'ensemble du Tournaisis. A cette époque, l'écoulement de la nappe se faisait essentiellement vers l'Escaut le long duquel de nombreuses émergences existaient en aval de Tournai.

Depuis le début du XX^{ème} siècle, la nappe des calcaires du Dévono-Carbonifère a fait l'objet d'une intense exploitation dans le Tournaisis et la région de Lille – Roubaix. Au nord de Tournai, au sein du synclinal de Roubaix, les niveaux piézométriques ont baissé de manière importante. Un abaissement progressif du niveau piézométrique de l'ordre d'un mètre par an était enregistré avant 1955 (Vergari, 1997). Dans la région de Mouscron, ils se situent actuellement sous le niveau de la mer vers la cote - 60 mètres, soit de l'ordre de 80 mètres sous le niveau d'équilibre initial. Cette baisse des niveaux piézométriques a commencé à se faire sentir nettement dans le nord du Tournaisis vers 1930. L'Escaut s'est retrouvée progressivement perchée par rapport au niveau de la nappe et a perdu son rôle d'exutoire naturel de l'aquifère au nord de Tournai.

La Figure IV-6 présente l'allure de la surface piézométrique tracée en octobre 2010 dans le cadre du projet Interreg IVB-NWE « ScaldWIN » (Rorive & Bastien, 2012).

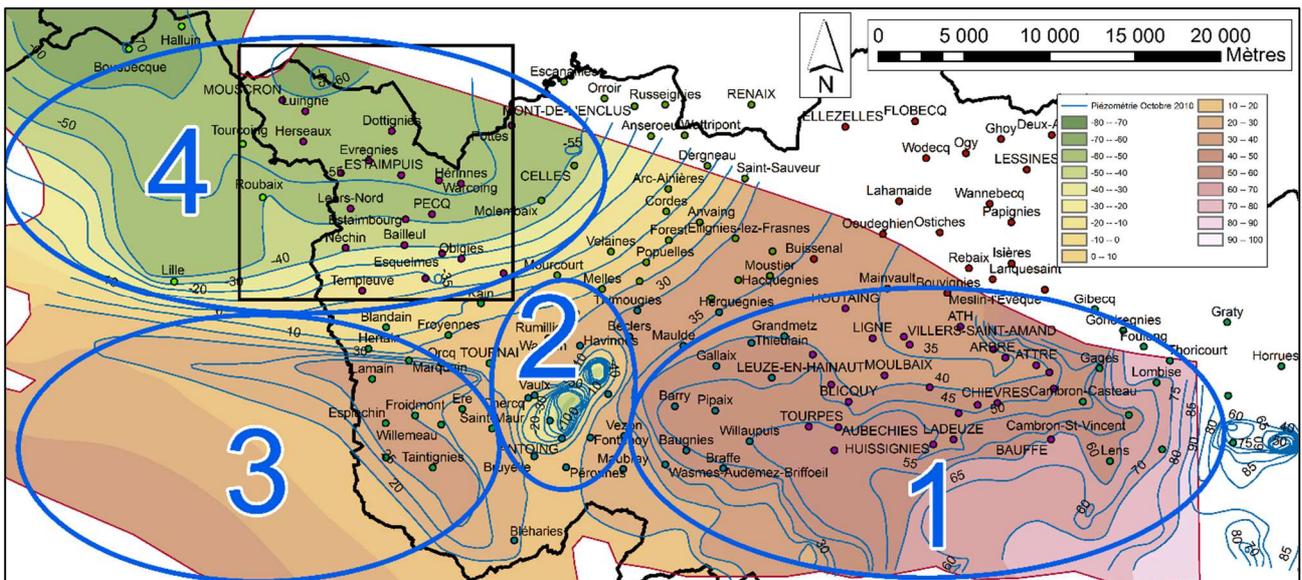


Figure IV-6. Carte piézométrique de la nappe des calcaires dévono-carbonifères dans la partie ouest du Tournaisis (Octobre 2010) (Rorive & Bastien, 2012, modifié)

Quatre secteurs (Rorive & Bastien, 2012) se dégagent :

1. Le secteur est (Leuze – Tourpes – Bauffe – Lens) : La nappe a un régime hydraulique libre ou semi-libre. La recharge s'effectue principalement par l'infiltration des eaux météoriques. La nappe est globalement à l'équilibre. Les eaux souterraines s'écoulent

du centre de cette zone vers le nord-ouest et les zones surexploitées ou vers les cours d'eau qui leur servent d'exutoires naturels.

2. Le secteur centre (au sud-est de Tournai) : L'exhaure des carrières provoquent des rabattements importants (jusqu'à -50 mètres). En première approximation, le rayon d'influence de cette exhaure est de l'ordre de 5 km autour des carrières.
3. Le secteur sud-ouest (entre Lille et Bléharies) : La remontée des calcschistes, couche peu perméable, dans le Horst du Tournaisis suivant un axe est-ouest Lille – Tournai, semble séparer les secteurs sud et nord de l'aquifère. Au sud du Horst, la piézométrie est soulignée par un dôme (20 à 30 mètres d'altitude). A partir de ce dôme, les écoulements se font vers le sud-ouest et vers la France, vers le sud-est et vers l'Escaut, drainant.
4. Le secteur nord (entre Tournai et Halluin) : A partir de la région de Tournai, les écoulements sont dirigés vers le nord-ouest, où la surexploitation historique de la nappe a abaissé très fortement le niveau piézométrique (niveaux d'eau les plus bas : -74,7 mètres à Bousbecque et -65 mètres à Mouscron).

En conclusion, la majorité des écoulements s'effectue suivant un sens est-ouest, depuis la Belgique où l'aquifère est en régime libre, jusqu'en France où il est captif. Au sud de Lille, un compartiment du Carbonifère apparaît comme faiblement connecté au reste de l'aquifère, du fait du relèvement des calcschistes de l'Orient, peu perméables, dans le Horst du Tournaisis. Les zones d'exploitation (carrières du Tournaisis, captages de Roubaix et de Mouscron, captages de Spiere Helkijn en région flamande) représentent actuellement les points bas de l'aquifère et régissent une grande partie de l'écoulement à l'échelle régionale.

En ce qui concerne l'alimentation de la nappe des calcaires du Dévono-Carbonifère, celle-ci se fait essentiellement selon deux modalités :

- l'infiltration des eaux météoriques dans la zone est où les calcaires affleurent ou sont recouverts par une couverture perméable ou semi-perméable (sables thanétiens, limons et alluvions quaternaires) ;
- la drainance dans les zones où le socle paléozoïque est surmonté par des formations peu perméables (marnes turoniennes), à l'ouest.

Contrairement à la zone de Frasnés – Péruwelz – Seneffe, la zone de Pecq – Roubaix est peu réalimentée par drainance des terrains supérieurs. Cette drainance est limitée par les marnes turoniennes peu perméables.

IV.2.1.2. L'aquifère des craies du Crétacé

Les craies de la carte Mouscron – Zwevegem & Templeuve – Pecq font partie de la nappe des craies du Bassin de Paris dont la grande partie est située en France.

Globalement, la nappe des craies est abondamment exploitée en France et y constitue une ressource importante en eau potable. Sur la carte, la nappe est peu épaisse (inférieure à 20 mètres), absente dans la partie est, peu productive et est située sous une épaisse couverture cénozoïque argilo-sableuse. Son accès est dès lors limité. Il n'a pas été possible d'en tracer une piézométrie.

Sur la carte Mouscron – Zwevegem & Templeuve – Pecq, il n'existe aucun ouvrage implanté dans l'aquifère des craies du Crétacé.

IV.2.1.3. Rôle de l'aquiclude des marnes turoniennes

Jusqu'il y a peu, les marnes du Turonien étaient considérées comme imperméables et aquicludes, formant une barrière hydrogéologique entre l'aquifère des craies du Crétacé et l'aquifère des calcaires du Dévono-Carbonifère. Toutefois, des marnes perméables et productives ont été rencontrées dans le Tournaisis (captages de la SWDE à Jollain-Merlin (carte 44/3-4 Laplaigne – Peruwelz (Roland *et al.*, 2010)), sondages piézométriques (forés dans le cadre du projet Interreg IVB-NWE « ScaldWIN »). Certains affleurements indiquent également que les marnes peuvent être localement indurées, fissurées et craquelées (tranchées du TGV, carrière du Cornet, au sud de Tournai).

Une relation hydraulique entre l'aquifère des craies du Crétacé et l'aquifère des calcaires du Dévono-Carbonifère pourrait donc être possible en certains endroits.

IV.2.1.4. L'aquifère des sables du Paléocène

L'aquifère des sables du Paléocène de la carte de Mouscron – Zwevegem & Templeuve - Pecq fait partie de la masse d'eau RWE061 des sables des Flandres.

Pour rappel, l'aquifère des sables du Paléocène (et non la masse d'eau RWE061 limitée administrativement à la Wallonie) s'étend vers le nord et le sud. Il est affleurant sur une large et longue bande qui permet la réalimentation de la nappe.

IV.2.2. Piézométrie de la carte 29/5-6 Mouscron – Zwevegem & 37/1-2 Templeuve – Pecq

La carte principale au 1/25 000 du poster A0 donne des indications sur la piézométrie (isopièzes et/ou cotes ponctuelles) de l'aquifère des calcaires dévono-carbonifères (en rouge), de l'aquifère des sables du Paléocène (cotes ponctuelles en bleu), de l'aquiclude – aquitard des argiles de l'Eocène (cotes ponctuelles en vert) et de l'aquifère alluvial (cotes ponctuelles en gris). La piézométrie de ces différentes unités est décrite ci-dessous.

IV.2.2.1. Piézométrie de l'aquifère des calcaires dévono-carbonifères

Dans le cadre du projet Interreg « ScaldWIN » (Rorive & Bastien, 2012), une campagne piézométrique a été réalisée en octobre 2010. La zone d'étude du projet comprenait 290 ouvrages implantés dans les calcaires dévono-carbonifères. Ce réseau de mesure a permis le tracé d'une carte piézométrique commune franco-belge (Figure IV-6). Un extrait de cette carte piézométrique a été repris sur la carte principale du poster A0 et est présentée à la Figure IV-7.

La piézométrie de l'aquifère des calcaires dévono-carbonifères montre un écoulement globalement sud-nord, avec une composante est-ouest dans la partie nord de la carte. Les gradients hydrauliques sont nettement plus importants au sud de la carte. Entre Estaimpuis, Hérinnes et Mouscron, il est possible d'observer une zone où le niveau d'eau varie peu (cinq mètres maximum). Dans la région de Mouscron, les isopièzes se resserrent à nouveau, en raison des importants captages qui sont présents.

Les fluctuations piézométriques mesurées en différents points de la nappe sont illustrées par les graphiques de la Figure IV-8. La localisation des différents ouvrages suivis est reprise sur la Figure IV-7.

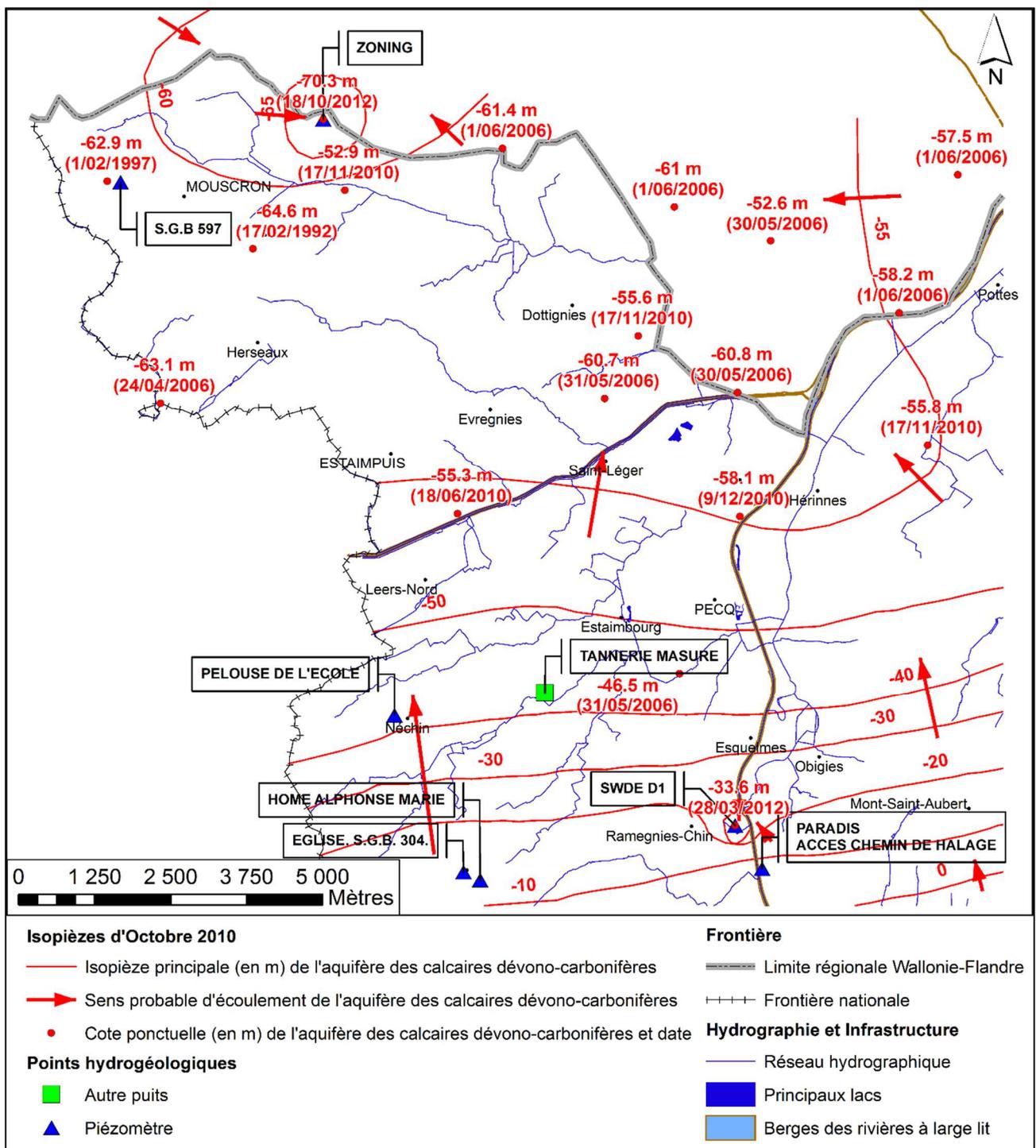


Figure IV-7. Piézométrie (octobre 2010) (Rorive & Bastien, 2012) de l'aquifère des calcaires dévono-carbonifères et localisation des ouvrages suivis

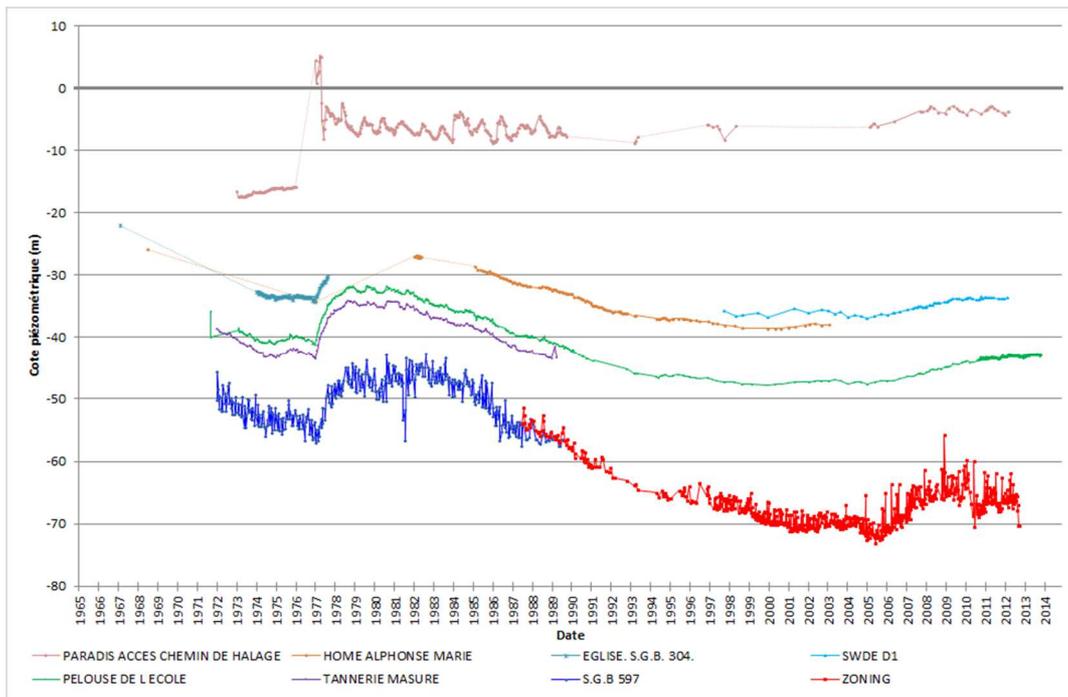


Figure IV-8. Evolutions piézométriques dans l'aquifère des calcaires dévono-carbonifères en différents ouvrages

Sur ces graphiques, il est possible d'observer :

- Entre 1967 et 1977, une baisse générale du niveau d'eau de l'ordre d'une dizaine de mètres, voire plus ;
- En 1977, un évènement majeur provoque une brusque remontée du niveau de l'eau dans les calcaires. Cet évènement, correspondant à la perte de l'Escaut dans les calcaires sous l'effet de phénomènes karstiques (puits naturels), se marque très bien sur les enregistrements piézométriques en différents endroits de la carte ;
- De 1979-1980 jusqu'en 2000, le niveau piézométrique baisse à nouveau, de manière régulière (environ 1 mètre par an) ;
- A la suite de la mise en place du projet de la Transhennuyère* en 2002, le niveau d'eau s'est stabilisé et depuis 2006, remonte lentement, jusqu'à une nouvelle stabilisation en 2010.

* Cet aquifère étant surexploité, le projet « Transhennuyère » a été mis en place par la SWDE et a été effectif en 2001. Son but est de réduire le déficit de la nappe dans la zone de Pecq – Roubaix. Il consiste principalement à valoriser une partie de l'eau d'exhaure des grandes carrières de calcaire de la région, situées sur la carte 37/7-8 Antoing – Leuze. Il s'agit de la carrière d'Antoing (anciennement carrière de Cimescaut), de la carrière du Milieu et de la Carrière Lemay. La potabilisation de ces eaux industrielles nécessite un mélange avec de l'eau souterraine provenant de la nappe de Peruwelz – Seneffe (5 puits de distribution) ainsi qu'un traitement de potabilisation et d'adoucissement. Le volume produit annuellement depuis la mise en service en 2001 est de l'ordre de 7 millions de m³.

Ce scénario semble beaucoup moins marqué dans le suivi du niveau d'eau dans l'ouvrage « Paradis accès chemin de Halage », pourtant situé à proximité de l'Escaut. Celui-ci présente de nettes fluctuations annuelles qui montrent que la nappe est libre ou semi-libre dans ce secteur.

IV.2.2.2. Piézométrie de l'aquifère des sables du Paléocène et de l'aquifère alluvial

La Figure IV-9 reprend les différentes mesures ponctuelles relevées dans les ouvrages sollicitant l'aquifère des sables du Paléocène et dans ceux implantés dans l'aquifère alluvial (aquifère étendu et important sur cette carte).

Globalement, dans la plaine alluviale, les deux aquifères étant en continuité hydraulique, les cotes piézométriques ont tendance à s'équilibrer autour de 10 à 20 mètres environ. En s'éloignant du centre de la plaine, les sables du Paléocène se retrouvent sous couverture peu perméables des argiles de l'Eocène. Les cotes sont alors beaucoup plus basses : - 15 mètres au nord de la carte, 0 à - 5 mètres au centre et 10 à 20 mètres au sud.

Quelques historiques piézométriques concernant l'aquifère des sables du Paléocène et l'aquifère alluvial sont disponibles (Figure IV-10). Certains de ces historiques (quatre sites de contrôle à Pecq, Celles, Estaimpuis et Mouscron) ont été repris dans l'état des lieux de la masse d'eau RWE061 des sables des Flandres (SPW-DGO 3, 2010). Il ressort qu'indépendamment de l'alternance saisonnière des périodes de basses et de hautes eaux, les niveaux relevés montrent une allure stable ; une légère tendance à la hausse du niveau d'eau, de quelques mètres sur une quarantaine d'années, peut être constatée. L'ensemble de la masse d'eau a été évaluée en bon état quantitatif, les prélèvements n'étant pas susceptibles d'engendrer un impact significatif sur les eaux souterraines ou de surface (SPW-DGO 3, 2010).

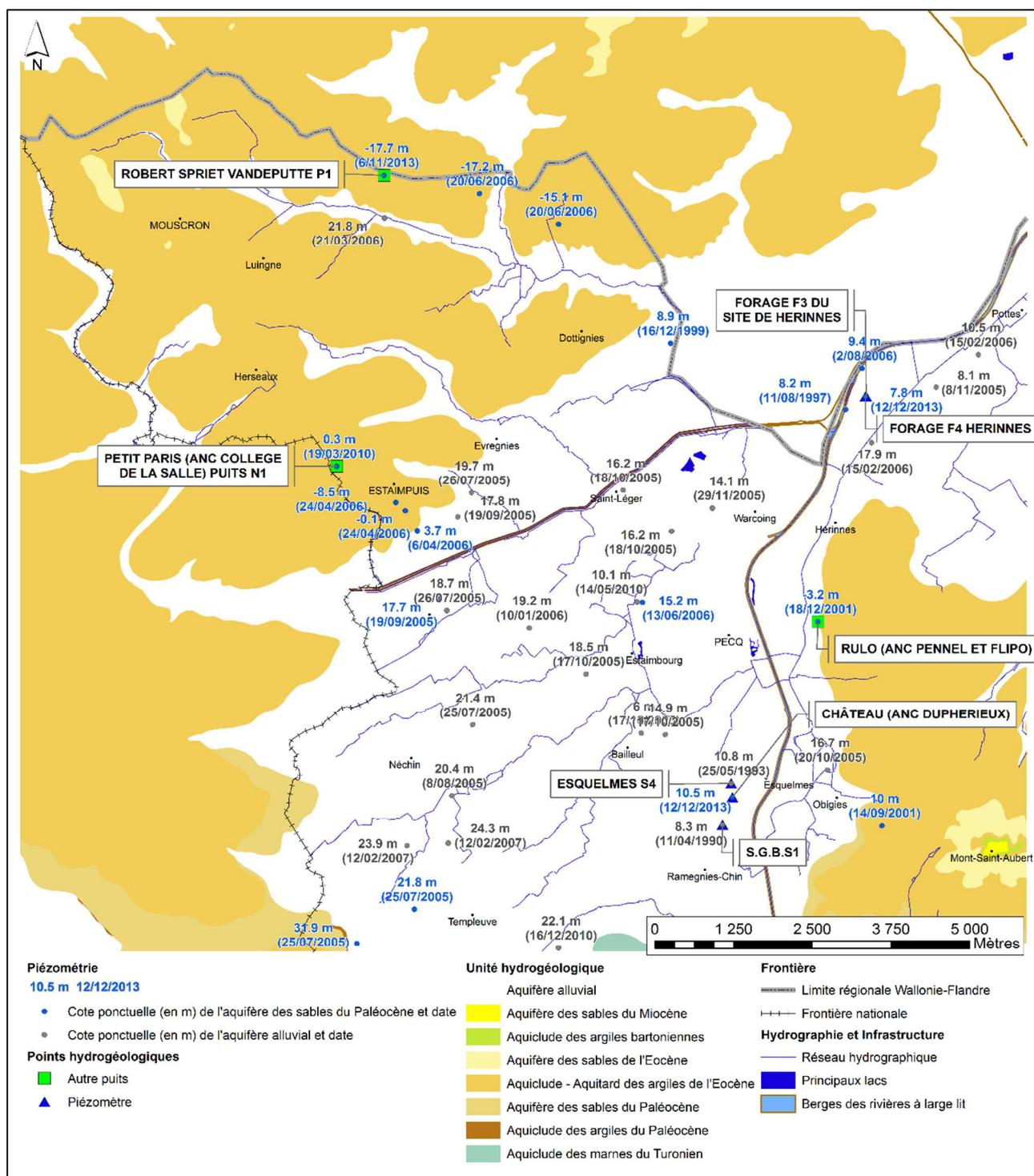


Figure IV-9. Cotes piézométriques ponctuelles dans l'aquifère des sables du Paléocène et dans l'aquifère alluvial. Localisation des ouvrages suivis

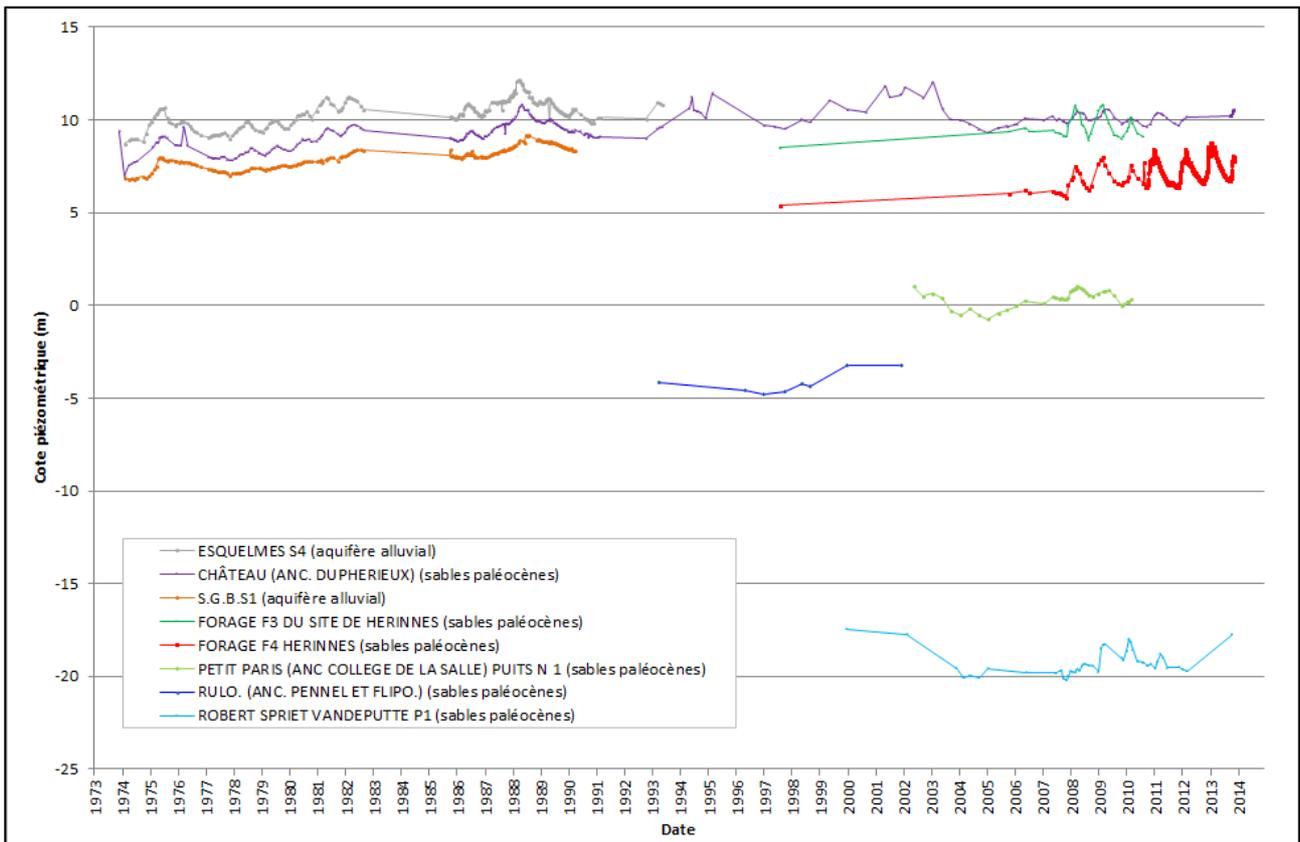


Figure IV-10. Evolutions piézométriques d'ouvrages implantés dans l'aquifère des sables du Paléocène

IV.3. PHÉNOMÈNES PARTICULIERS

IV.3.1. Karstification des calcaires du Dévono-Carbonifère

La circulation de l'eau dans les fractures des roches a permis la dissolution du calcaire et l'élargissement des fissures. Ce phénomène de karstification semble généralisé dans la nappe des calcaires du Dévono-Carbonifère dans le Tournaisis et lui confère, par ailleurs, une bonne à très bonne perméabilité d'ensemble.

La karstification du calcaire se présente sous plusieurs formes, plus ou moins marquées et localisées :

- les grottes et conduits karstiques (aussi appelé endokarsts), développés principalement dans les fractures sous un régime de détente tectonique ;
- les karsts sous couverture ou cryptodolines ;
- les puits naturels.

Ces derniers sont très connus, car leurs effets par effets par effondrement soudain du sol sont souvent spectaculaires. Leur genèse est la suivante :

1. L'endokarst préexistant doit avoir été érodé lors des périodes continentales, avant de se faire recouvrir par les différents terrains méso-cénozoïques lors des phases de transgression. La couverture se trouve de la sorte en communication directe avec le calcaire fracturé.
2. Le niveau de la nappe baisse, entraînant un déséquilibre qui déclenche le soutirage progressif des matériaux comblant le réseau karstique et la création de vides. Cette baisse de niveau des eaux dans la région est due à la surexploitation de la nappe ou, un peu plus au sud, à l'exhaure des grandes carrières du Tournaisis.
3. Le vide ainsi créé remonte progressivement vers la surface sous un phénomène de fontis, jusqu'à percer la surface avec effondrement brutal du sol.
4. Les zones les plus favorables à la formation de puits naturels sont les zones d'infiltration des eaux de surface ou des nappes superficielles vers l'aquifère des calcaires dévono-carbonifères.

Les puits naturels ont été très nombreux dans la partie méridionale de la carte, dans un triangle formé par les villes de Toufflers (France), Hérinnes et Kain. La plus grande concentration de ces phénomènes se trouve dans la région de Kain, endroit où les marnes turoniennes ont été totalement érodées sous les terrains quaternaires. Seules les alluvions récentes maintiennent l'Escaut dans son lit. En janvier 1977, de nombreux puits naturels se sont ouverts, perçant le lit de l'Escaut, provoquant du coup une intrusion directe des eaux de surface dans la nappe des calcaires dévono-carbonifères et une remontée du niveau des eaux, bien observable sur la Figure IV-8.

IV.3.2. Glissements de terrains

Parmi les collines présentes sur la carte, certaines présentent des versants à pente assez raide, pouvant être le siège de glissements de terrain. Le sommet de ces collines est constitué d'une épaisse couche sableuse, reposant sur des niveaux plus argileux. Lors de périodes à forte pluviosité, quand les sables sont saturés en eau, les couches plus imperméables servent de surface de drainage vers les versants, où l'eau sort sous forme de sources. Ces niveaux peuvent devenir instables et les sables saturés en eau glissent sur les argiles sous-jacentes, sous forme de lentilles de glissement. Ils doivent être pris en considération pour la stabilité des ouvrages et des constructions. Le contact « sable / argile » est particulièrement à surveiller.

IV.3.3. Aléa retrait-gonflement des argiles

Les phénomènes de retrait-gonflement des argiles de certains terrains argileux provoquent des tassements différentiels qui se manifestent par des désordres géotechniques. Ces phénomènes apparaissent lors de sécheresses estivales exceptionnelles. Ils sont dus pour l'essentiel à des variations de volume des formations argileuses sous l'effet de l'évolution de la teneur en eau (Barchi *et al.*, 2006). Les variations de volumes sont spécifiques de certains matériaux argileux dit « gonflants », en particulier ceux appartenant au groupe des smectites et certains minéraux argileux interstratifiés (vermiculites et certaines chlorites).

Sur la carte de Mouscron – Zwevegem & Templeuve – Pecq, les membres d'Orchies et de Roubaix de la Formation de Kortrijk (KOR) sont susceptibles de présenter ce risque. Ils peuvent contenir une forte proportion de smectite et de minéraux interstratifiés. Mais il faut toutefois relativiser ce phénomène, car les argiles de la Formation de Kortrijk sont recouvertes de plusieurs mètres de limons éoliens qui sont moins influencés par ce phénomène.

IV.4. COUPES HYDROGÉOLOGIQUES

Afin de mieux visualiser et de mieux comprendre la structure géologique et le comportement hydrogéologique des différentes unités présentes sur la carte de Mouscron – Zwevegem & Templeuve – Pecq, une coupe hydrogéologique a été insérée dans le poster A0 joint à cette notice. Cette coupe A – A' a été tracée selon un axe NO – SE. L'échelle verticale a été exagérée d'un facteur 10, ce qui permet de mettre en évidence les structures influençant l'hydrogéologie locale. Le trait de coupe commence au nord-ouest de Mouscron, traverse cette ville, passe ensuite à proximité de Herseaux, Estaimpuis, Saint-Léger, Pecq, recoupe l'Escaut et se termine au Mont-Saint-Aubert.

Cette coupe est calée sur la coupe géologique a – a' tracée par Vanneste & Hennebert en 2005 (Carte Géologique de Wallonie). Elle montre la géologie (structure et lithologie) et l'hydrogéologie (unités hydrogéologiques et coupes de la surface piézométrique) de la zone cartographiée. La coupe, issue de la carte géologique, a dû être corrigée. En effet, la couche des marnes du Turonien est absente au sud-est de la carte et se termine en biseau sous la plaine alluviale de l'Escaut.

La coupe A – A' montre la couverture méso-cénozoïque reposant sur les calcaires dévono-carbonifères. Il est possible d'observer l'alternance des sables (aquifère) et des argiles (aquiclude) sur la colline du Mont-Saint-Aubert.

La niveau piézométrique de l'aquifère des calcaires dévono-carbonifères (Octobre 2010) issu du projet ScaldWIN (Rorive & Bastien, 2012) est reporté sur la coupe et montre la limite de captivité de la nappe des calcaires dévono-carbonifères en octobre 2010.

IV.5. CARACTÈRE DE COUVERTURE DES NAPPES

Sur la « carte des informations complémentaires et des caractères de couverture des nappes »* au 1/50 000 sur le poster A0 joint à cette notice, figurent les caractères perméable, imperméable et/ou semi-perméable de la couverture des nappes.

La couverture des nappes pour la carte Mouscron – Zwevegem & Templeuve – Pecq a été définie comme peu perméable par rapport à la nappe principale du socle, à savoir celle des calcaires dévono-carbonifères et celle du socle cambro-silurien. En effet, les terrains paléozoïques se retrouvent sous une épaisse couche de couverture, composée essentiellement de marnes (du Turonien) et d'argiles (du Paléocène et de l'Eocène).

L'aquifère des sables éocènes et celui du Miocène, visibles au sommet des hautes collines, sont à l'affleurement. L'aquifère des alluvions peut également être considéré à l'affleurement mais il se retrouve toutefois en grande partie sous une couche limoneuse, non cartographiée, et dont l'épaisseur est très variable. Ces aquifères sont considérés comme libres.

L'aquifère des sables du Paléocène est généralement sous couverture peu perméable des argiles de l'Eocène. Toutefois, au sud de la carte, visible localement de part et d'autre de la plaine alluviale, cet aquifère peut se retrouver à l'affleurement, la couverture argileuse étant entaillée par l'Escaut.

L'aquifère des craies du Crétacé est quant à lui directement sous couverture peu perméable des argiles du Paléocène.

IV.6. ISOHYPSES

L'aquifère des calcaires dévono-carbonifères occupe la partie méridionale de la carte. Il est limité stratigraphiquement au sommet par les marnes turoniennes. Les isohypses du toit de cet aquifère sont figurées en rouge sur la « carte des isohypses de la base et du toit des aquifères » au 1/50 000 sur le poster A0 joint à cette notice. Les isohypses montrent que le sommet du socle paléozoïque s'abaisse du sud-est (+5 mètres) vers le nord-ouest (-120 mètres). Les isohypses de

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

la base n'ont pu être établies en raison de l'épaisseur considérable de cet aquifère des calcaires dévono-carbonifères, entraînant en conséquence que peu de sondages ont atteint la base des calcaires.

Les isohypses du toit de l'aquiclude des marnes du Turonien sont aussi figurées en vert sur la carte. Etant tirée de l'étude « ScaldWIN », l'extension figurée sur la carte des marnes et des craies est ici limitée à l'extension nord des calcaires. En réalité, elles s'étendent plus au nord sans être cartographiée sur la carte. Les marnes reposent sur le socle paléozoïque. Elles sont absentes au sud-est de la carte (Figure IV-2). Comme le sommet du socle paléozoïque, le toit de l'aquiclude des marnes s'abaisse du sud (0 mètre) vers le nord-ouest (-100 mètres). En comparant les isohypses du toit du socle et celles du toit des marnes, on en déduit l'épaisseur de cette couche : globalement, au sud, elle est d'environ 5 mètres et au nord, elle est d'environ 10 mètres. Elle peut atteindre une trentaine de mètres selon les endroits.

Les isohypses du toit de l'aquifère des craies du Crétacé sont figurées en bleu sur la même carte. Les craies sont présentes généralement à l'ouest et au nord de la carte. Le toit de l'aquifère des craies passe de la cote +10 mètres au sud à la cote -90 mètres au nord. Les craies peuvent être présentes au nord-est, mais l'épaisseur est beaucoup plus difficile à estimer. En effet, dans les descriptions des sondages, le passage des craies aux marnes est progressif et la limite entre les deux est parfois difficile à déterminer de façon précise.

IV.7. CARACTÈRE DES NAPPES

Sur la « carte des isohypses de la base et du toit des aquifères » au 1/50 000 sur le poster A0 joint à cette notice, le caractère libre et/ou captif de l'aquifère des calcaires dévono-carbonifères est également représenté. Cette information est obtenue par croisement entre les isohypses du toit de l'aquifère des calcaires dévono-carbonifères et les isopièzes (tracées suivant les relevés d'octobre 2010) dans cet aquifère, dans la zone où les marnes turoniennes sont présentes. Quand l'aquifère des calcaires dévono-carbonifères est captif (zone nord-ouest), le niveau piézométrique est plus haut que le toit des calcaires et l'aquifère se retrouve sous pression sous l'aquiclude des marnes du Turonien. En zone libre, soit l'aquifère est dénoyé (niveau piézométrique sous le toit de l'aquifère, sous couverture marneuse ou argileuse), sous la couverture est perméable (absence des marnes notamment) et permet le battement libre de la nappe.

V. CADRE HYDROCHIMIQUE

Aucune campagne particulière d'analyses chimiques n'a été organisée dans le cadre de la réalisation de la carte hydrogéologique. Ce chapitre reprend les données existantes dans la base de données de la BD Hydro, alimentée par les résultats fournis par les sociétés publiques de distribution d'eau et/ou publiées à l'occasion d'études particulières (protection des captages,...). Les sites pour lesquels des analyses chimiques sont disponibles ont été reportés sur la carte thématique au 1/50 000 « *Carte des informations complémentaires et des caractères de couverture de nappes* » du poster A0 qui accompagne cette notice. A partir de ces données disponibles, il a été possible de caractériser l'hydrochimie de l'aquifère des calcaires dévono-carbonifères, l'aquifère des sables du Paléocène, l'aquiclude – aquitard des argiles de l'Eocène et l'aquifère alluvial. Dû à un manque de données, les autres unités hydrogéologiques ne le sont pas.

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

V.1. CARACTÉRISTIQUES HYDROCHIMIQUES DES EAUX

V.1.1. Aquifère des calcaires dévono-carbonifères

De nombreuses données hydrochimiques existent pour l'aquifère des calcaires dévono-carbonifères. Le Tableau V-1 présente les analyses chimiques des eaux pour quatre puits : « Pecq Saint-Léger A5 bis (1006-007) » de 148 mètres de profondeur, situé entre Dottignies et Saint-Léger, « Pecq Saint-Léger B1 (1006-008) » de 103 mètres de profondeur au nord de Pecq, « Pecq Saint-Léger C4bis (1006-016) » de 140 mètres de profondeur au sud de Pecq, tous trois propriétés de la SWDE (mais exploités par De Watergroep) et enfin un puits appartenant à la SWDE et géré par l'IEG de Mouscron, « Risquons Tout P5 », de 205 mètres de profondeur. Les analyses datent de 2010 pour les trois premiers et de 2011 pour le dernier.

Le Tableau V-2 présente les analyses chimiques des eaux du puits « Estaimbourg » de 115 mètres de profondeur appartenant à la tannerie Masure Dhalluin Fils SA et « Site Motte Forage 1 » de 190 mètres de profondeur de l'IEG. L'analyse de l'eau du puits « Estaimbourg » date de 2013. Celle du puits de l'IEG date de 2007. Ce site n'est plus actif depuis cette date.

Lorsque certains paramètres sont manquants, des valeurs antérieures (1997, 1999 et 2000, 2004 ou 2007) sont données à titre indicatif. Les valeurs seuils RW* sont également données dans les différents tableaux présentés.

Tableau V-1. Analyse hydrochimique dans quatre ouvrages de la SWDE et/ou de la VMW exploitant l'aquifère des calcaires dévono-carbonifères et valeurs seuil RW du Code de l'Eau

Analyses, Unités et Valeurs Seuil RW		Ouvrage		Pecq Saint-Léger A5 bis (1006-007) (SWDE et De Watergroep) (23/02/2010)	Pecq Saint-Léger B1 (1006-008) (SWDE et De Watergroep) (13/04/2010)	Pecq Saint-Léger C4 bis (1006-016) (SWDE et De Watergroep) (31/03/2010)	Risquons Tout P5 (SWDE et IEG) (14/06/2011)
		unités					
pH	unités pH	6,5 à 9,45	7,27	6,96	6,93	7,58	
Conductivité	µS/cm à 20°C	2500	918	893	1048	753	
Turbidité	NTU	4	LQ ⁽²⁾	LQ	LQ	0,4	
Dureté totale	° français	67,5	49	49	59	37,4	
Oxygène dissous (in-situ)	mg/l O ₂		1,1	4,9	3	- (0,4 en 01/97)	
Alcalinité totale (TAC)	°français		37,1	33,4	33,6	- (37,8 en 01/97)	
Aluminium	µg/l Al	200	8	5	5	LQ	
Calcium	mg/l Ca	270	130,8	148,2	173,1	89,8	
Magnésium	mg/l Mg	50	40	33	38	36,4	
Ammonium	mg/l NH ₄	0,5	0,42	0,31	0,45	- (0,34 en 01/97)	
Manganèse	µg/l Mn	50	23	24	105	0,3	
Sodium	mg/l Na	200	29	26	29	33,6	
Potassium	mg/l K		16	11	9	14	
Fer (sur filtré 0,4 µ)	µg/l Fe	200	844	756	1955	20	
Sulfates	mg/l SO ₄	250	127	156	253	73,2	
Chlorures	mg/l Cl	250	51	44	53	31,7	
Nitrates	mg/l NO ₃	50 ⁽¹⁾	LQ	LQ	LQ	1,2	
Nitrites	mg/l NO ₂	0,5	0,01	0,01	0,02	LQ	
Silice	mg/l SiO ₂		- (15 en 02/99)	- (14,7 en 02/99)	- (15,8 en 06/00)	- (16,3 en 01/97)	
Oxydabilité (KMnO₄)	mg/l O ₂	5	- (1,4 en 02/99)	- (1,2 en 02/99)	- (1,7 en 06/00)	0,42	

Sauf (1) : Norme de qualité européenne - (2) LQ signifie Limite de Quantification, - est noté en l'absence de résultat

L'eau prélevée dans les ouvrages de De Watergroep montre des caractéristiques chimiques semblables à celles généralement observées pour la nappe des calcaires carbonifères du Tournaisis. La teneur en calcium peut être assez variable (de 89 à 173 mg/l). L'eau est dure à très dure. Il s'agit d'une eau de type bicarbonatée calcique, présentant une minéralisation (conductivité) élevée, toujours supérieure à 700 µS/cm. Le pH est neutre mais peut être légèrement alcalin, ce qui est normal dans un aquifère calcaire. Les eaux des calcaires dévono-carbonifères sont en général très ferrugineuses. Ces hautes teneurs en fer impliquent souvent un

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

traitement de déferrisation préalable des eaux. La concentration en manganèse est variable, mais reste généralement faible.

A noter aussi, les concentrations variables et parfois élevées en sulfates dans l'aquifère des calcaires dévono-carbonifères. La présence de sulfates est due à l'oxydation des pyrites présentes dans les argiles et les sables de la Formation du Hainaut (Wealdien). L'évolution de ces concentrations est surveillée par les distributeurs publics d'eau potable (De Smet, 2014).

Tableau V-2. Analyse hydrochimique dans deux ouvrages exploitant l'aquifère des calcaires dévono-carbonifères et valeurs seuil RW du Code de l'Eau

Analyses, Unités et Valeurs Seuil RW			Ouvrage	
			Estaimbourg (18/02/2013)	Site Motte Forage 1 (12/06/2007)
pH	unités pH	6,5 à 9,45	7,19	- (7,28 en 02/07)
Conductivité	µS/cm à 20°C	2500	989	- (769 en 02/07)
Turbidité	NTU	4	< 1	- (0,4 en 02/07)
Dureté totale	° français	67,5	49,5	38,8
Oxygène dissous (in-situ)	mg/l O ₂		8,1	- (1,98 en 01/04)
Alcalinité totale (TAC)	° français		35,1	36,7
Aluminium	µg/l Al	200	< 20	LQ ⁽²⁾
Calcium	mg/l Ca	270	137	100,7
Magnésium	mg/l Mg	50	37	33,1
Ammonium	mg/l NH ₄	0,5	1,11	- (0,3 en 02/07)
Manganèse	µg/l Mn	50	26	6,2
Sodium	mg/l Na	200	37	30
Potassium	mg/l K		12,3	13,6
Fer (sur filtré 0,4 µ)	µg/l Fe	200	-	- (385 en 02/07)
Fer (extractible)	µg/l Fe	200	824	-
Sulfates	mg/l SO ₄	250	164	60,5
Chlorures	mg/l Cl	250	60	29,7
Nitrates	mg/l NO ₃	50 ⁽¹⁾	< 0,1	- (LQ en 02/07)
Nitrites	mg/l NO ₂	0,5	LQ	- (0,01 en 02/07)
Silice	mg/l SiO ₂		12	5,7
Oxydabilité (KMnO₄)	mg/l O ₂	5	1,4	0,37

Sauf (1) : Norme de qualité européenne - (2) LQ signifie Limite de Quantification, - est noté en l'absence de résultat

V.1.2. Aquifère des sables du Paléocène

Le Tableau V-3 présente les valeurs chimiques de l'eau du puits « Leers Nord R des Oiseaux » situé au sud du Canal de l'Espierres et à l'est de la frontière franco-belge. Il a une profondeur de 24 mètres. Les analyses datent de 2013 et, lorsque certains paramètres sont manquants, des valeurs antérieures (2011) sont données à titre indicatif.

Tableau V-3. Analyse hydrochimique dans un ouvrage exploitant l'aquifère des sables du Paléocène et valeurs seuil RW du Code de l'Eau

Analyses, Unités et Valeurs Seuil RW		Ouvrage	
		Leers Nord R des Oiseaux (18/02/2013)	
pH	unités pH	6,5 à 9,45	7,21
Conductivité	µS/cm à 20°C	2500	798
Turbidité	NTU	4	1,99
Dureté totale	° français	67,5	- (42,2 en 08/11)
Oxygène dissous (in-situ)	mg/l O ₂		0,44
Alcalinité totale (TAC)	°français		- (24,3 en 08/11)
Aluminium	µg/l Al	200	< 20
Calcium	mg/l Ca	270	- (137 en 08/11)
Magnésium	mg/l Mg	50	- (19,4 en 08/11)
Ammonium	mg/l NH ₄	0,5	0,37
Manganèse	µg/l Mn	50	482
Sodium	mg/l Na	200	- (12,3 en 08/11)
Potassium	mg/l K		3,9
Fer (extractible)	µg/l Fe	200	2650
Sulfates	mg/l SO ₄	250	- (99 en 08/11)
Chlorures	mg/l Cl	250	- (47 en 08/11)
Nitrates	mg/l NO ₃	50 ⁽¹⁾	< 0,1
Nitrites	mg/l NO ₂	0,5	LQ ⁽²⁾
Silice	mg/l SiO ₂		19
Oxydabilité (KMnO₄)	mg/l O ₂	5	1,3

Sauf (1) : Norme de qualité européenne - (2) LQ signifie Limite de Quantification, - est noté en l'absence de résultat

L'eau de l'aquifère des sables du Paléocène possède une minéralisation importante (conductivité de près de 800 µS/cm) et est très dure (42,2 °F). L'eau est du type bicarbonaté calcique. Cette eau ressemble assez à celle de l'aquifère des calcaires dévono-carbonifères : la concentration en calcium est semblable, celle en fer est également très élevée, ce qui nécessite d'appliquer un traitement de déferrisation. Toutefois, la concentration en magnésium est plus faible (inférieure à 20 mg/l) que celle de l'eau des calcaires dévono-carbonifères (comprise entre 30 et 40 mg/l).

La turbidité, représentant les particules (argiles, limons, matières organiques, colloïdes) en suspension est plus élevée dans l'eau de l'aquifère des sables du Paléocène que dans celle des calcaires dévono-carbonifères. Le manganèse est élevé et dépasse la valeur seuil.

Il est évident que cette seule analyse ne permet pas de caractériser l'aquifère des sables du Paléocène. Cette analyse est donc à prendre avec précaution !

V.1.3. Aquiclude – aquitard des argiles de l'Eocène

Le Tableau V-4 présente des analyses chimiques d'eau de deux ouvrages implanté dans l'aquiclude – aquitard des argiles de l'Eocène. Situé au nord d'Herseaux, le puits « Herseaux Barberie » a une profondeur de 8 mètres. L'analyse date de 2006. Situé à l'est d'Herseaux, le puits « Herseaux Long Bout » a 6,7 mètres de profondeur. L'analyse date de 2011.

Tableau V-4. Analyse hydrochimique dans deux ouvrages exploitant l'aquiclude – aquitard des argiles de l'Eocène et valeurs seuil RW du Code de l'Eau

Analyses, Unités et Valeurs Seuil RW		Ouvrage		
			Herseaux Barberie (01/08/2006)	Herseaux Long Bout (18/02/2013)
pH	unités pH	6,5 à 9,45	7,18	7,1
Conductivité	µS/cm à 20°C	2500	912	1081
Turbidité	NTU	4	< 1,5	< 1
Dureté totale	° français	67,5	46,6	45,3
Oxygène dissous (in-situ)	mg/l O ₂		3,7	2,22
Alcalinité totale (TAC)	° français		35	35,1
Aluminium	µg/l Al	200	< 10	- (39 en 12/11)
Calcium	mg/l Ca	270	137	142
Magnésium	mg/l Mg	50	26	24
Ammonium	mg/l NH ₄	0,5	LQ ⁽²⁾	0,4
Manganèse	µg/l Mn	50	45	- (371 en 12/11)
Sodium	mg/l Na	200	44	47
Potassium	mg/l K		28	47
Fer (sur filtré 0,4 µ)	µg/l Fe	200	2,6	- (< 5 en 12/11)
Fer (extractible)	µg/l Fe	200	-	- (61 en 12/11)
Sulfates	mg/l SO ₄	250	146	128
Chlorures	mg/l Cl	250	44	96
Nitrates	mg/l NO ₃	50 ⁽¹⁾	6,4	28
Nitrites	mg/l NO ₂	0,5	0,025	0,019
Silice	mg/l SiO ₂		17,5	- (20 en 12/11)
Oxydabilité (KMnO₄)	mg/l O ₂	5	17,5	2

Sauf (1) : Norme de qualité européenne - (2) LQ signifie Limite de Quantification, - est noté en l'absence de résultat

Cette eau a une minéralisation très importante et est très dure. Les concentrations en fer sont assez variables mais sous la valeur seuil. La concentration en manganèse est variable et

dépasse parfois la valeur seuil. Les teneurs en nitrates non négligeables indiquent que la nappe d'eau est superficielle et donc vulnérable aux pollutions.

V.1.4. Aquifère alluvial

Le Tableau V-5 présente les résultats d'analyse d'eau prélevé dans deux puits. Le premier « Néchin impasse de l'Eglise » se situe à Néchin et a une profondeur de 15 mètre. Le second « Warcoing Ch des Bois », à Warcoing, a une profondeur de 20 mètres. Les analyses datent respectivement de 2011 et de 2013.

Tableau V-5. Analyses hydrochimiques dans deux ouvrages exploitant l'aquifère alluvial et valeurs seuil RW du Code de l'Eau

Analyses, Unités et Valeurs Seuil RW		Ouvrage		
			Néchin Impasse de l'Eglise (02/08/2011)	Warcoing Ch des Bois (18/02/2013)
pH	unités pH	6,5 à 9,45	7,09	7,25
Conductivité	µS/cm à 20°C	2500	1257	1022
Turbidité	NTU	4	2,27	1,72
Dureté totale	° français	67,5	47,4	59,3
Oxygène dissous (in-situ)	mg/l O ₂		1,1	4,37
Alcalinité totale (TAC)	°français		40,5	43,5
Aluminium	µg/l Al	200	< 20	< 20
Calcium	mg/l Ca	270	153	195
Magnésium	mg/l Mg	50	23	26
Ammonium	mg/l NH ₄	0,5	0,51	0,81
Manganèse	µg/l Mn	50	23	305
Sodium	mg/l Na	200	86	27
Potassium	mg/l K		59	2,1
Fer (sur filtré 0,4 µ)	µg/l Fe	200	< 5	-
Fer (extractible)	µg/l Fe	200	< 5	746
Sulfates	mg/l SO ₄	250	144	131
Chlorures	mg/l Cl	250	60	55
Nitrates	mg/l NO ₃	50	94	2,9
Nitrites	mg/l NO ₂	0,5	0,039	0,035
Silice	mg/l SiO ₂		16	30
Oxydabilité (KMnO₄)	mg/l O ₂	5	1,5	1,7

Sauf (1) : Norme de qualité européenne - est noté en l'absence de résultat

Ces eaux ont une minéralisation très importante et sont très dures. Les concentrations en calcium sont généralement plus élevées que dans les analyses des unités hydrogéologiques précédentes. Les concentrations en fer et manganèses sont assez variables.

Les teneurs en nitrates sont élevées et peuvent dépasser la norme de qualité européenne de 50 mg/l.

V.2. PROBLÉMATIQUE DES NITRATES

Les nitrates font, depuis plusieurs années, l'objet de contrôles réguliers de la part des sociétés de distribution d'eau. La norme européenne est de 50 mg de nitrates (NO₃) par litre d'eau au maximum. Pour protéger les eaux de surface et souterraines de la pollution par les nitrates, six « zones vulnérables » ont été désignées par arrêtés ministériels (Figure V-1). Depuis novembre 2012, certaines zones ont été revues et étendues (Pays de Herve et Sud Namurois). Cette désignation implique l'application d'un programme d'action précis dont les mesures ont été arrêtées dans le Programme de Gestion Durable de l'Azote en agriculture (PGDA)*. Un réseau de surveillance mis en place par le SPW permet de suivre les teneurs en nitrates et d'évaluer de manière cohérente et complète l'état des ressources en eau souterraines (SPW-DGO 3, 2014).

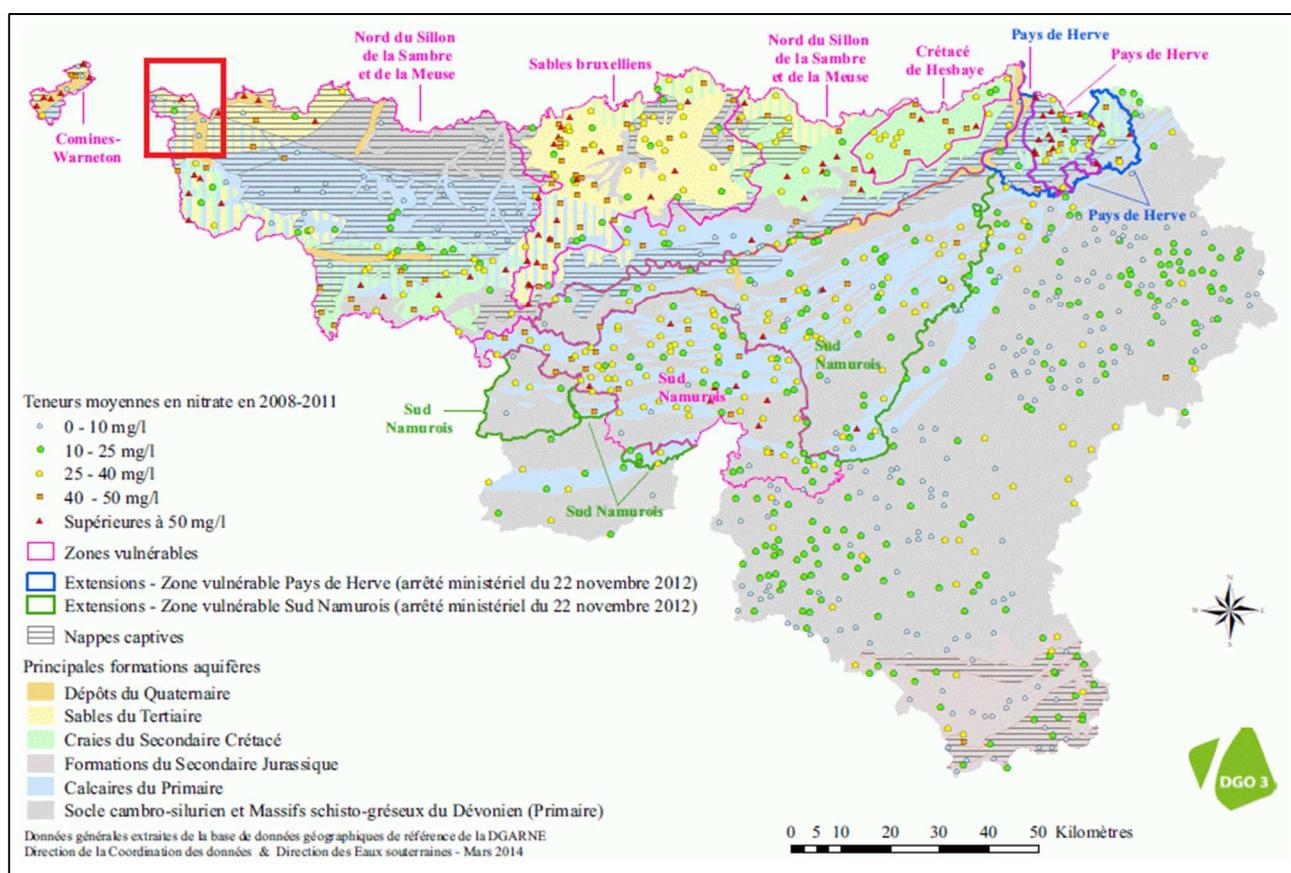


Figure V-1. Zones vulnérables aux nitrates arrêtées en Wallonie (SPW-DGO 3, 2014) et localisation de la carte 29/5-6 Mouscron – Zwevegem & 37/1-2 Templeuve – Pecq

* Livre II du Code de l'Environnement contenant le Code de l'Eau, Version Coordonnée, arrêté par le Gouvernement Wallon – articles R188 à R232.

<http://environnement.wallonie.be/legis/Codeenvironnement/codeeaucoordonne.htm>

Le site www.nitrawal.be peut également être consulté.

Dans les tableaux présentés dans la partie V.1. Caractéristiques hydrochimiques des eaux, les teneurs en nitrate varient fortement selon que l'unité hydrogéologique soit située en surface ou en profondeur, protégé par une couverture argileuse. Sur le graphique de la Figure V-2, il est possible d'observer :

- l'aquifère des calcaires dévono-carbonifères (en bleu) présente des concentrations en nitrates très faibles. Cela s'explique par la présence de la couverture argileuse qui protège l'aquifère sous-jacent des pollutions aux nitrates notamment. Il en est de même pour l'aquifère des sables du Paléocène, non représenté sur le graphique ;
- l'aquiclude – aquitard des argiles de l'Eocène, qui constitue la couverture imperméable des aquifères sous-jacents, peut présenter des concentrations en nitrates soit très faible, soit moyenne et sous la norme des 50 mg/l, soit très élevées, supérieures à cette norme ;
- l'aquifère alluvial, superficiel et donc vulnérable, présente globalement des valeurs largement supérieures à la norme de qualité européenne.

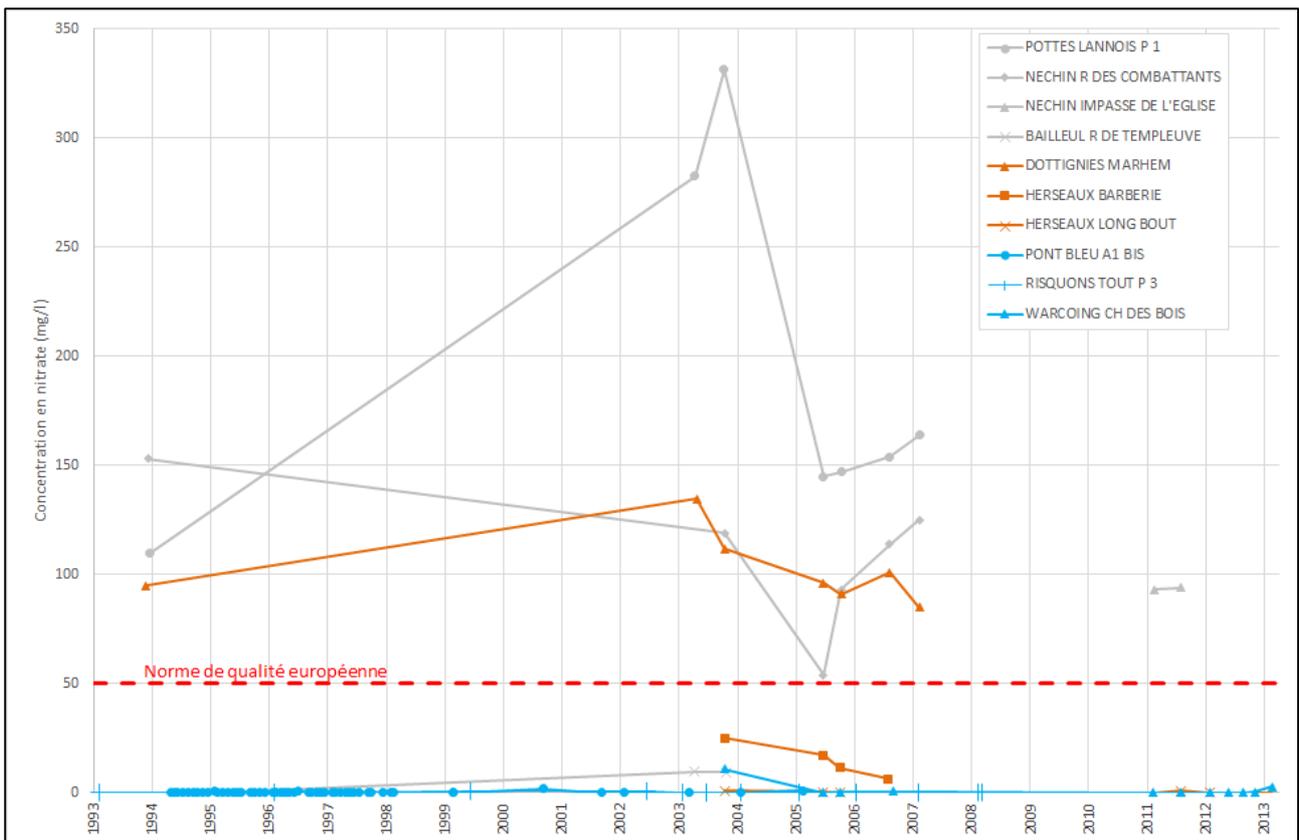


Figure V-2. Evolution de la concentration en nitrates dans différents ouvrages (en gris : aquifère alluvial, en orange : aquiclude – aquitard des argiles de l'Eocène et en bleu : aquifère des calcaires dévono-carbonifères)

La totalité de la carte est répertoriée dans la zone vulnérable « Nord Sillon de la Sambre et de la Meuse ».

Par ailleurs, depuis le 1^{er} janvier 2007, l'entièreté de la Flandre est désignée comme « zone vulnérable aux nitrates » dans le cadre de la Directive européenne « Nitrates ». Pour plus d'informations sur les zones vulnérables aux nitrates en Flandre, consultez le site internet DOV*. La carte 29/5-6 Mouscron – Zwevegem & 37/1-2 Templeuve – Pecq est ainsi entièrement couverte par ces zones (voir carte des informations complémentaires sur le poster A0 joint à cette notice).

V.3. QUALITÉ BACTÉRIOLOGIQUE

La qualité bactériologique des eaux prélevées dans les ouvrages sollicitant l'aquifère des calcaires dévono-carbonifères est généralement bonne (aucune bactérie n'y est observée). L'eau prélevée dans les ouvrages « Herseaux Barberie », « Herseaux Long Bout » (sollicitant l'aquiclude – aquitard des argiles de l'Eocène), « Leers Nord R des Oiseaux » (sollicitant l'aquifère des sables du Paléocène) et « Warcoing Ch des Bois » (sollicitant l'aquifère alluvial) montre la présence de coliformes totaux, d'Escherichia Coli et/ou d'entérocoques (Tableau V-6). La présence de germes non pathogènes nécessite généralement partout un traitement par chloration.

Tableau V-6. Analyse bactériologique des puits « Herseaux Barberie », « Herseaux Long Bout », « Leers Nord R des Oiseaux » et « Warcoing Ch des Bois » et valeurs seuil RW du Code de l'Eau

Ouvrages		Valeurs Seuil	Herseaux Barberie		Herseaux Long Bout	Leers Nord R des Oiseaux	Warcoing Ch des Bois
Date			03/10/2005	01/08/2006	01/12/2011	02/08/2011	02/08/2011
Unité hydrogéologique	Nbre/100ml		Aquiclude – aquitard des argiles de l'Eocène			Aquifère des sables du Paléocène	Aquifère alluvial
Coliformes totaux	Nbre/100ml	0	310	3	18	10	3
Escherichia Coli	Nbre 100ml	0	110	0	0	0	0
Entérocoques	Nbre/100ml	0	92	1	0	0	1

* <https://dov.vlaanderen.be>

V.4. AUTRES PARAMÈTRES

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

Sur l'ensemble des ouvrages analysés, trois présentent des valeurs élevées en certains pesticides dans leurs dernières analyses :

- « Herseaux Long Bout » (sollicitant l'aquiclude – aquitard des argiles de l'Eocène) montre des valeurs non négligeables en chloridazon, isoproturon et un dépassement du seuil en bentazone (analyse de 2013) ;
- « Néchin Impasse de l'Eglise » (Aquifère alluvial) montre des concentrations non négligeables en déséthyl atrazine et en linuron (analyse de 2011) ;
- « Warcoing Ch des Bois » (Aquifère alluvial) montre des concentrations faibles mais non négligeable en déséthyl atrazine et en chloridazon et un dépassement de la valeur seuil en bentazone (analyse de 2013).

En ce qui concerne l'eau des calcaires dévono-carbonifères, on ne remarque aucun problème en ce qui concerne les pesticides, ce qui est relation avec le caractère captif et la couverture imperméable de la nappe.

VI. EXPLOITATION DES AQUIFÈRES

Sur la carte thématique de Mouscron – Zwevegem & Templeuve – Pecq « Carte des volumes prélevés » au 1/50 000, tous les ouvrages recensés et existants en mai 2014 ont été reportés sans distinction de nature (puits, piézomètres, puits sur galerie par gravité, sources, ...). Un symbolisme différent est attribué selon la nappe dans laquelle est établi l'ouvrage. Sa couleur correspond à celle de l'aquifère atteint.

Pour les ouvrages de prise d'eau dont le débit est connu, des pastilles rouges (pour les sociétés de distribution d'eau) ou vertes (pour les industriels ou particuliers) de diamètre proportionnel au débit prélevé ont été utilisées comme indicateur. Les données représentées par des pastilles pleines sont les dernières disponibles et datent de l'année 2012.

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

L'exploitation d'une prise d'eau souterraine est soumise à de nombreux aléas et donc, peut être variable. Les contraintes techniques de l'ouvrage, l'activité économique liée à ce captage, et l'évolution des conditions hydrogéologiques de la nappe sollicitée, peuvent perturber les capacités de production. La présentation des volumes moyens prélevés sur la « Carte des volumes prélevés » correspond à la moyenne des cinq dernières années (2008-2012) (basés sur les déclarations des titulaires de prise d'eau). Ces volumes moyens prélevés sont symbolisés par des cercles de couleur bleue (diamètre proportionnel au débit prélevé). Ils illustrent de manière plus réaliste l'exploitation des eaux souterraines sur la carte étudiée. Ces valeurs moyennes ne sont pas représentatives du potentiel d'exploitation ni de l'exploitation réelle des nappes. Elles reflètent simplement l'importance d'un site d'exploitation pendant les cinq années considérées. Parmi ces dernières, il se peut que certaines d'entre elles soient restées sans prélèvement pendant plusieurs années.

Seules les principales unités hydrogéologiques sont analysées ci-dessous : l'aquifère des calcaires dévono-carbonifères et l'aquifère des sables du Paléocène. Sur la carte Mouscron – Zwevegem & Templeuve – Pecq, un peu plus de 12 millions de m³ d'eau ont été prélevés en 2012, toutes unités hydrogéologiques confondues. Entre 2008 et 2012, le volume annuel moyen d'eau prélevé sur la carte s'élève à environ 11 955 000 m³/an.

Les ressources en eau de cette nappe, pour sa partie belge, sont évaluées entre 130 et 150 millions de m³/an. Les prélèvements, estimés à quelques 94 millions de m³ en 2010 (SPW-DGO 3, 2014) restent en deçà des ressources disponibles. Toutefois, il est bien connu que, du fait du contexte hydrogéologique et de la mauvaise répartition géographique des prélèvements, la nappe est fortement surexploitée au nord de Tournai.

VI.1. EXPLOITATION DE L'AQUIFERE DES CALCAIRES DEVONO-CARBONIFERES

VI.1.1. Société de distribution publique d'eau potable

L'eau de l'aquifère des calcaires dévono-carbonifères est exploitée, en région wallonne, d'une part par une collaboration entre l'IEG dans la région de Mouscron et la SWDE (site « Risquons Tout »), d'autre part par une collaboration entre la De Watergroep et la SWDE dans la région de Pecq (sites de Pont Bleu, Petit Lannoi et Trieu de Wasmes). En région flamande, De Watergroep exploite l'eau de la région de Spiere Helkijn.

Le site de « Risquons Tout », appartenant à la SWDE et exploité par l'IEG, est constitué de 5 puits dans la région de Mouscron. La graphique de la Figure VI-1 donne les volumes prélevés par les captages de ce site de 1994 à 2012. En 12 ans, les volumes prélevés ont diminué de près de 3 000 000 m³ pour l'ensemble du site. Il y a une légère augmentation des prélèvements depuis 2007 à hauteur de 4 000 000 m³/an pour l'ensemble du site.

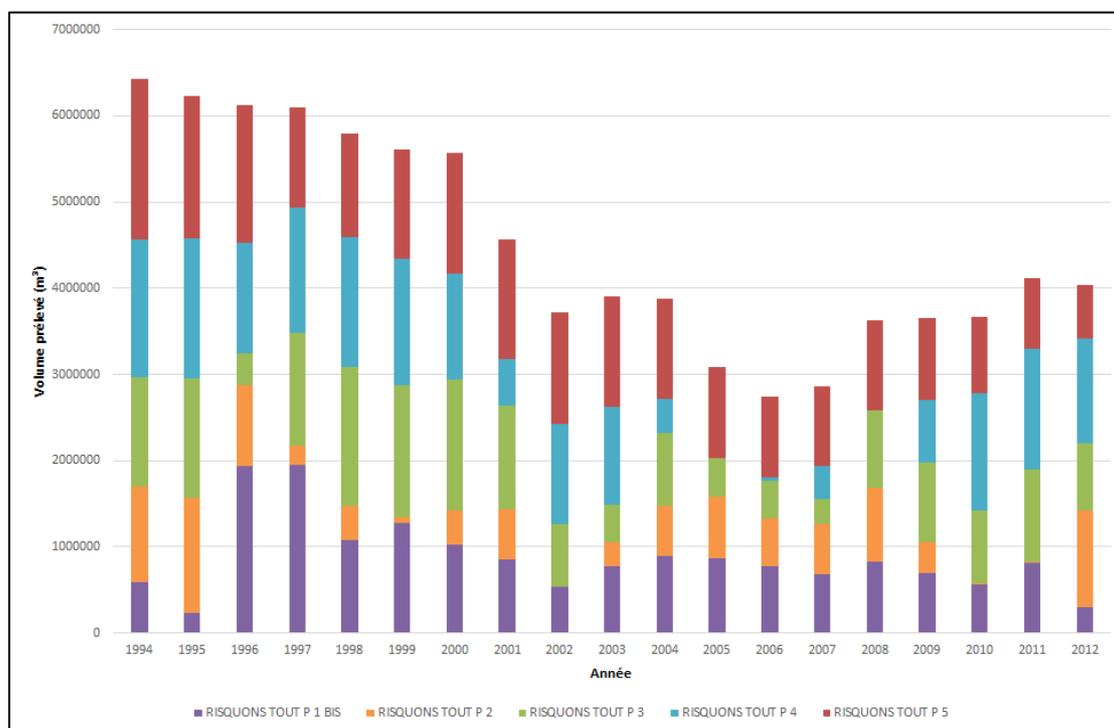


Figure VI-1. Volume prélevé dans les différents captages du site « Risquons Tout » de 1994 à 2012

Le Tableau VI-1 donne les volumes prélevés par les cinq ouvrages du site. Le P1bis est le moins productif en termes de volumes d'eau prélevés (environ 300 000 m³ en 2012). Le P4 est le plus productif des cinq, que ce soit en 2012 (un peu plus de 1 220 000 m³) ou entre 2008 et 2012 (un peu plus de 940 000 m³/an).

Tableau VI-1. Volumes prélevés en 2012 et volumes moyens prélevés entre 2008 et 2012 par les captages du site « Risquons Tout » (SWDE-IEG)

Nom de l'ouvrage	Volume prélevé en 2012	Volume moyen prélevé entre 2008 et 2012
<i>Risquons Tout P1bis</i>	300 742	641 142
<i>Risquons Tout P2</i>	1 117 198	468 548,4
<i>Risquons Tout P3</i>	777 116	905 874,8
<i>Risquons Tout P4</i>	1 221 930	940 287
<i>Risquons Tout P5</i>	623 618	865 978,4

La SWDE possède trois sites de captage exploités par De Watergroep :

- Entre Dottignies et Saint-Léger : Pecq Saint-Léger « A » (5 ouvrages) ;
- Au nord de Pecq : Pecq Saint-Léger « B » (1 ouvrage) ;
- Au sud de Pecq : Pecq Saint-Léger « C » (6 ouvrages).

La graphique de la Figure VI-2 donne les volumes prélevés par les captages des sites A en vert), B (en rouge) et C (en bleu) de 1992 à 2012. Les volumes prélevés varient de 4 000 000 à 8 500 000 m³, pour l'ensemble des 3 sites. En 2012, le volume total des trois sites tourne autour de 5 000 000 m³.

VI. Exploitation des aquifères

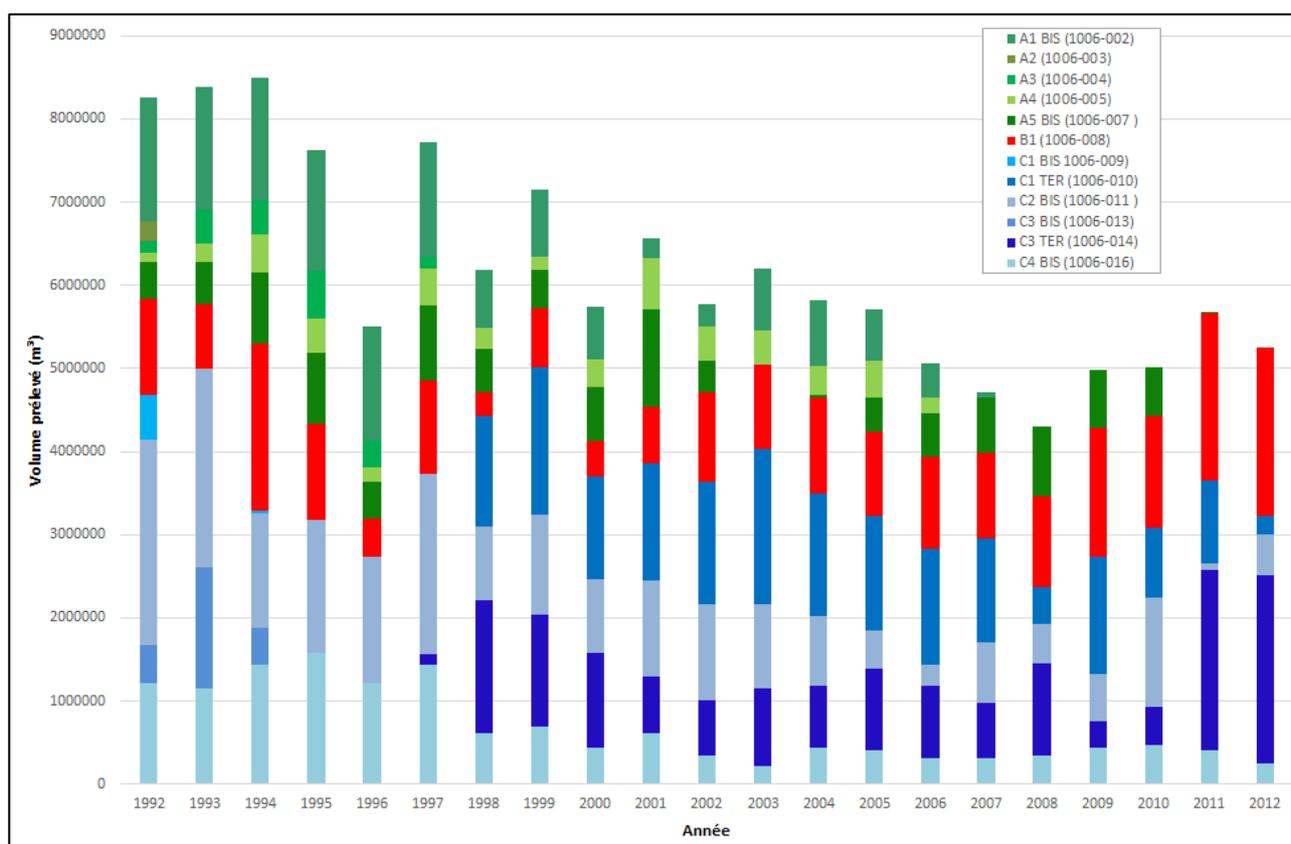


Figure VI-2. Volume prélevé dans les différents captages des trois sites « Pecq Saint-Léger » (Site A dans les tons verts, Site B en rouge et Site C dans les tons bleus) (SWDE et De Watergroep de 1992 à 2012)

Tableau VI-2. Volumes prélevés en 2012 et volumes moyens prélevés entre 2008 et 2012 par les captages Pecq Saint-Léger (sites A, B et C) (SWDE et De Watergroep)

Nom de l'ouvrage	Volume prélevé en 2012	Volume moyen prélevé entre 2008 et 2012
A1 bis (1006-002)	0	0
A2 (1006-003)	0	0
A3 (1006-004)	0	0
A4 (1006-005)	0	0
A5 bis (1006-007)	0	533 441,5
B1 (1006-008)	2 034 486	1 603 957,6
C1 bis (1006-009)	0	0
C1 ter (1006-010)	207 576	778 222
C2 bis (1006-011)	490 183	590 351,8
C3 bis (1006-013)	0	0
C3 ter (1006-014)	2 270 108	1 259 177,4
C4 bis (1006-016)	249 629	383 021,4

La Figure VI-2 et le Tableau VI-2 montrent que le site A est de moins en moins actif. Les ouvrages sont progressivement abandonnés. En 2012, les puits n'ont plus été sollicités sur ce site. Le captage de « Petit Lannoi B1 » est de plus en plus productif en termes de volumes prélevés et

compense l'abandon du site A. Un peu plus de 2 000 000 m³ ont été prélevés en 2012. Les ouvrages du site C sont bien actifs à l'exception de C1bis et de C3bis. En 2012, le C3ter a prélevé un peu plus de 2 270 000 m³. Le volume total prélevé sur le site C s'élève à un peu plus de 3 200 000 m³ en 2012.

En région flamande, à Spiere Helkijn, De Watergroep possède et exploite une série de 12 captages situés le long de l'Escaut. Le volume moyen prélevé entre 2008 et 2012 pour l'ensemble de ces captages est de 9 179 319 m³/an.

VI.1.2. Entreprises et particuliers

Concernant les entreprises, on en compte un peu plus d'une quinzaine actives en 2012 sur la carte de Mouscron – Zwevegem & Templeuve – Pecq. Le volume total prélevé dans les calcaires sur l'ensemble des entreprises s'élève à 2 602 814 m³.

En 2012, la société la plus active, en termes de volumes prélevés, est Mydibel SA, entreprise de transformation de pomme de terre : le site a prélevé un peu plus de 413 000 m³ (ce qui représente 16 % du volume total d'eau prélevée par les entreprises dans les calcaires) dont 343 186 m³ sur son puits P2. Cet ouvrage a prélevé un volume moyen annuel d'un peu moins de 300 000 m³/an entre 2008 et 2012.

Une autre entreprise aussi active est celle de Provital Industries SA (fabrication d'alimentation animale). En 2012, le site a prélevé 293 521 m³ d'eau (soit 11 % du volume total d'eau prélevée par les entreprises dans les calcaires). Entre 2008 et 2012, le volume moyen annuel prélevé est de 321 218 m³/an.

Concernant les particuliers, peu nombreux sur la carte, le volume moyen prélevé s'élève à 23 421 m³/an, entre 2008 et 2012. Aucun volume n'a été déclaré pour 2012.

VI.2. L'AQUIFERE DES SABLES DU PALEOCENE

Sur la carte de Mouscron – Zwevegem & Templeuve – Pecq, l'aquifère des sables du Paléocène est généralement exploité par les entreprises de la région et par quelques particuliers.

En 2012, le volume d'eau prélevé dans l'aquifère des sables du Paléocène s'élève à 218 720 m³. Le volume prélevé par les entreprises est de 209 778 m³ (soit 96 % du volume total dans cette unité). Le reste (moins de 9 000 m³) est prélevé par les particuliers.

L'entreprise qui prélève le plus d'eau, en 2012, est MC Bride – Yplon SA (fabrication de produits d'entretien) avec 120 197 m³ sur leur site comprenant deux puits. Entre 2008 et 2012, le « Puits 1 » a prélevé un volume moyen annuel de 75 107 m³/an et le « Puits 2 » 74 318 m³/an.

VII. DIAGRAPHIES

Des diagraphies ont été réalisées sur des forages et sondages forés à proximité d'un important effondrement survenu en mai 1995 à Obigies. Ces essais ont été menés dans le cadre de l'étude des mécanismes d'effondrement karstiques (Kaufmann, 2000). Ils ont permis de différencier les différentes formations et de mettre en évidence les zones déconsolidées. A partir de ces différentes observations, les étapes du déroulement de l'effondrement d'Obigies ont été reconstituées.

Sur la carte thématique au 1/50 000 « *Carte des informations complémentaires et des caractères de couverture des nappes* » du poster A0, la diagraphie effectuée à l'aplomb de l'effondrement d'Obigies est signalé par un carré orange. D'autres diagraphies ont été réalisées sur des forages et sondages forés à proximité. Ces derniers n'ont toutefois pas été reportés sur la carte.

VIII. PARAMÈTRES D'ÉCOULEMENT

Les essais de pompage sont des tests fréquemment réalisés sur les forages et puits de captage dans divers types d'études (zones de prévention, études de risques ou d'incidence, nouveaux captages,...). Ils visent à quantifier les paramètres qui régissent la circulation des eaux souterraines dans le sous-sol. Pour les principaux, il s'agit de la conductivité, de la transmissivité et du coefficient d'emmagasinement.

La conductivité hydraulique K , exprimée en [m/s] : est la propriété d'un corps, d'un milieu solide – notamment un sol, une roche – à se laisser traverser par un fluide, notamment l'eau, sous l'effet d'un gradient de potentiel.

La transmissivité T , exprimée en [m²/s] : est la propriété d'un aquifère à être traversé par l'eau sur toute sa hauteur. Elle exprime le débit d'eau qui s'écoule, par unité de largeur L et sur toute l'épaisseur e d'un aquifère, sous l'effet d'une unité de gradient hydraulique i . Par simplification, la transmissivité est souvent exprimée comme étant égale au produit de la conductivité hydraulique K par l'épaisseur e de l'aquifère (Castany, 1998).

Le coefficient d'emmagasinement S [sans dimension] exprime le rapport du volume d'eau libéré ou emmagasiné, par unité de surface de l'aquifère, à la variation de charge hydraulique correspondante (Castany, 1998). Dans le cas d'une nappe libre, sa valeur se rapproche de celle de la porosité efficace.

Il n'existe pas d'ouvrages sur la carte de Mouscron – Zwevegem & Templeuve – Pecq pour lesquels sont disponibles des données hydrogéologiques précises concernant les paramètres

d'écoulement. Néanmoins, pour l'aquifère des calcaires dévono-carbonifères, différentes études effectuées sur les cartes voisines donnent les caractéristiques hydrodynamiques suivantes :

- Pour la région de Tournai (carte 37/6, Bougard *et al.*, 2009) :
 - transmissivité : de $0,6 \cdot 10^{-3}$ à $1,5 \cdot 10^{-2}$ m²/s ;
 - coefficient d'emmagasinement : 0,68 (\pm 0,08) % ;
- pour la région de Celles (carte 37/3, Roland *et al.*, 2014) :
 - transmissivité moyenne : de 4,6 à $4,9 \cdot 10^{-3}$ m²/s ;
 - conductivité hydraulique moyenne : $1,2 \cdot 10^{-4}$ m/s ;
 - coefficient d'emmagasinement : de 0,06 à 0,33 %.

IX. ZONES DE PROTECTION

IX.1. CADRE LÉGAL

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

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

Zone I ou zone de prise d'eau

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

Zone IIa et IIb ou zone de prévention rapprochée et éloignée

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

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

- la zone de prévention rapprochée (zone IIa) :

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

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

* Arrêté de l'Exécutif régional wallon du 14/11/1991 relatif aux prises d'eau souterraine, aux zones de prises d'eau, de prévention et de surveillance et à la recharge artificielle des nappes d'eau souterraine, abrogé par l'arrêté du 3 mars 2005 relatif au livre II du code de l'Environnement, contenant le Code de l'Eau (M.B. du 12/04/2005, p. 15068) – voir le site web <http://environnement.wallonie.be>

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

- la zone de prévention éloignée (zone IIb) :

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

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

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

Zone III : zone de surveillance

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

Mesures de protection

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

La Société Publique de Gestion de l'Eau (SPGE)* assure la gestion financière des dossiers concernant la protection des eaux potabilisables distribuées par réseaux, par le biais de contrats de service passés avec les producteurs d'eau. Pour financer les recherches relatives à la

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

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

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

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

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

IX.2. ZONES DE PRÉVENTION APPROUVÉES PAR ARRÊTÉ MINISTÉRIEL

A ce jour, il n'existe aucune zone de prévention approuvée par arrêté ministériel en région wallonne. En région flamande, les zones de prévention concernent les ouvrages de la De Watergroep situés à Spiere Helkijn, le long de l'Escaut. L'aquifère des calcaires dévono-carbonifères étant sous une importante couverture peu perméable, il n'est pas considéré comme vulnérable et les zones de prévention sont rapprochées et correspondent aux limites cadastrales autour des ouvrages.

Plus d'informations concernant la délimitation des zones de prévention en Flandre sont disponibles à l'adresse :

<https://dov.vlaanderen.be/dovweb/html/3waterwingebieden.html#afbakening>

IX.3. ZONES DE PRÉVENTION À DÉFINIR

A ce jour, 14 ouvrages sont en attente de définition de zone de prévention. Il s'agit de :

- six puits de la SWDE : « Risquons Tout P1bis » à « - P5 » et « Puits Trieu Mareserie P1 » ;
- de huit puits de la SWDE (mais exploité par De Watergroep) : « Pecq – Saint Léger
 - A1 bis (1006-002) » ;
 - A4 (1006-005) » ;
 - A5 (1006-006) » ;
 - B1 (1006-008) » ;
 - C1 ter (1006-010) » ;
 - C2 bis (1006-011) » ;
 - C3 ter (1006-014) » ;
 - C4 bis (1006-016) ».

X. MÉTHODOLOGIE DE L'ÉLABORATION DE LA CARTE HYDROGÉOLOGIQUE

Le présent chapitre donne les principales sources d'informations géologiques, hydrologiques et hydrogéologiques utilisées. Il décrit également l'utilisation de ces données, l'encodage et l'interprétation qui a été faite, permettant la réalisation de la carte hydrogéologique de Wallonie 29/5-6 Mouscron – Zwevegem & 37/1-24 Templeuve – Pecq et de sa notice explicative. La structure du poster au format A0 est également présentée.

X.1. ORIGINE DES DONNÉES

X.1.1. Données géologiques

La carte géologique servant de base à la carte hydrogéologique est celle établie en 2005 par C. Vanneste et M. Hennebert. Grâce à la description des lithologies des différentes formations géologiques, il est possible de caractériser les différentes unités hydrogéologiques en y apportant diverses nuances.

Des discontinuités entre les limites géologiques et/ou hydrogéologiques apparaissent avec la carte voisine Hertain – Tournai (Bougard *et al.*, 2009 ; Hennebert & Doremus, 1997a) située au sud. Sur cette carte, les alluvions anciennes, dont l'importance a été sous-estimée à l'époque par les géologues, n'ont pas été représentées. Les formations du Cénozoïque sont donc visibles sur la carte de Hertain – Tournai et sous couverture des alluvions anciennes sur la carte Mouscron – Zwevegem & Templeuve – Pecq.

X.1.2. Données météorologiques et hydrologiques

Sur la carte 29/5-6 & 37/1-2, il existe cinq stations limnimétriques appartenant à la DCENN (Estaimpuis – Espierres L6450, Pecq – Pas à Wasmes L6910, Dottignies – Grande Espierres L6960, Petit Espierres L6500 et Dottignies – Grande Espierres L7650) et trois stations climatiques appartenant à l'IRM (Néchin D7, Herinnes D12 et Mouscron D15).

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

X.1.3. Données hydrogéologiques

X.1.3.1. Localisation des ouvrages et des sources

Dans la banque de données hydrogéologiques du Service Public de Wallonie, 488 ouvrages ont été encodés. La plupart de ces ouvrages ont été visités sur le terrain. Pour la plupart, leur position géographique a pu être corrigée, leurs type et profondeur ont pu être déterminés et une mesure de niveau d'eau a été réalisée lorsque c'était possible (tête de puits

accessible). Le travail d'enquête auprès des habitants de la région permet aussi d'obtenir d'autres renseignements concernant les ouvrages.

Finalement, après mise à jour, 310 ouvrages ont été recensés en 2014 et reportés sur la carte hydrogéologique 29/5-6 Mouscron – Zwevegem & 37/1-2 Templeuve – Pecq. Cet ensemble est constitué de 32 puits pour la distribution publique d'eau potable, 164 autres puits possédant une autorisation d'exploitation, 2 sources (exploitées ou non) et 112 points (piézomètres ou puits) où des mesures piézométriques seraient praticables*.

X.1.3.2. Données piézométriques

Au cours de la campagne de mesure en 2005-2006 pour la première version de la carte, 167 ouvrages ont été recensés sur le terrain et 111 d'entre eux ont permis d'effectuer des relevés piézométriques. Ces mesures ainsi que des mesures antérieures et postérieures sont figurées sur la carte principale du poster A0. Toutes les mesures réalisées sur le terrain ont été encodées dans la base de données hydrogéologiques BD Hydro.

Sur la carte principale du poster A0, un tri a été effectué et 91 mesures ponctuelles ont été gardées et reportées. Ces mesures sont réparties selon le Tableau X-1 :

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

Unité hydrogéologique	<i>Nombre de mesures reportées</i>
Aquifère alluvial	23
Aquiclude – aquitard des argiles de l'Eocène	14
Aquifère des sables du Paléocène	18
Aquifère des calcaires dévono-carbonifères	36

Aussi, certains ouvrages sont suivis régulièrement. Cela a permis de réaliser les graphiques de l'évolution piézométrique.

X.1.3.3. Données des paramètres hydrochimiques

Les données hydrochimiques proviennent de la banque de données physico-chimiques des captages d'eau souterraine CALYPSO (Qualité des Eaux Potabilisables et Souterraines) du Service Public de Wallonie, elle-même alimentée par des informations en provenance des sociétés

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

de distribution d'eau, des bureaux d'études. Les analyses les plus complètes et les plus récentes possibles sont présentées dans cette notice. Les résultats sont ensuite analysés et comparés entre les différentes unités hydrogéologiques.

Sur l'ensemble de la carte, sont dénombrés 32 ouvrages caractérisés par un total de 6 914 analyses chimiques.

X.1.3.4. Données des paramètres hydrodynamiques

Il n'existe pas d'ouvrages sur la carte de Mouscron – Zwevegem & Templeuve – Pecq pour lesquels sont disponibles des données hydrogéologiques précises concernant les paramètres d'écoulement. Des données et considérations hydrodynamiques ont été reprises de différentes études effectuées sur les cartes voisines (37/5-6 Hertain – Tournai (Bougard *et al.*, 2009) et 37/3-4 Celles – Frasnes-lez-Anvaing (Roland *et al.*, 2014)). Les références de ces différents rapports sont données dans la bibliographie.

X.1.3.5. Autres données

Sur la carte de Mouscron – Zwevegem & Templeuve – Pecq, les zones vulnérables aux nitrates, les zones de prévention autour des captages en région flamande et celles à définir en région wallonne y sont figurées.

X.2. MÉTHODOLOGIE DE CONSTRUCTION DE LA CARTE

X.2.1. Banque de données hydrogéologiques

De telles données, aussi complexes et plus ou moins abondantes, nécessitent une organisation structurée de manière à optimiser leur stockage, leur gestion et leur mise à jour. Ainsi une base de données hydrogéologiques géorelationnelle a été développée (Gogu, 2000, Gogu *et al.*, 2001). Cette première version de la base de données BD Hydro a été régulièrement améliorée.

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

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.

Ainsi les données détaillées de l'hydrochimie, de la piézométrie, des volumes exploités, les divers tests (diagraphies, essais de pompage, essai de traçage, prospection géophysique), fournissant notamment les paramètres d'écoulement et de transport, des informations relatives à la localisation des prises d'eau (puits, sources, piézomètres,...), leurs caractéristiques techniques, de la géologie telles que les descriptions de logs de forage et d'autres données administratives sont stockées dans la BD Hydro sous l'autorité de la DGARNE-DGO 3*. La base de données est également enrichie avec les informations sur les études, rapports et autres documents hydrogéologiques écrits. Ces renseignements se présentent sous la forme de métadonnées. Les données peuvent être demandées au Service Public de Wallonie qui décide de leur accessibilité au cas par cas.

X.2.2. Construction de la carte hydrogéologique

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

X.3. PRESENTATION DU POSTER A0

La carte hydrogéologique se compose de deux posters reprenant plusieurs éléments :

- la carte hydrogéologique principale au 1/25 000 ;
- les cartes thématiques au 1/50 000 :
 - carte des informations complémentaires et des caractères de couverture des nappes ;
 - carte des volumes d'eau prélevés ;
 - carte des isohypses de la base et du toit des aquifères ;
- la coupe hydrogéologique ;
- le tableau de correspondance entre la géologie et l'hydrogéologie ;

* Direction Générale Opérationnelle de l'Agriculture, des Ressources naturelles et de l'Environnement du SPW. Département de l'Etude du Milieu naturel et agricole. Direction de la Coordination des données. Avenue Prince de Liège, 15 – B-5100 Jambes, Belgique

- la carte de Belgique (au 1/5 000 000) où est localisée la carte étudiée.

X.3.1. Carte hydrogéologique principale

La carte principale comprend plusieurs couches d'information :

- le fond topographique de la carte IGN au 1/10 000 (sous licence SPW-DGO 3) ;
- le réseau hydrographique ;
- les unités hydrogéologiques ;
- la localisation des points d'eau constitués par :
 - des puits des sociétés de distribution d'eau ;
 - des puits de sociétés industrielles ;
 - des puits privés exploités et déclarés au Service Public de Wallonie ;
 - des puits non exploités, mais équipés d'une pompe ;
 - des sources exploitées ou non ;
 - des piézomètres, ces derniers étant considérés comme tout point d'accès à la nappe, non exploité (forages de petit diamètre, puits non équipés) ;
 - les captages actifs en région flamande (données DOV) ;
 - les piézomètres et réseau de mesures en région flamande (données DOV) ;
- les stations limnimétriques et climatiques ;
- les isopièzes : représentant la piézométrie partielle de l'aquifère des calcaires dévono-carbonifères ;
- le sens probable d'écoulement souterrain de l'aquifère des calcaires dévono-carbonifères ;
- les cotes piézométriques ponctuelles pour les différentes unités hydrogéologiques rencontrées, avec la date de la mesure ;
- le trait localisant le tracé la coupe hydrogéologique ;
- les zones de prévention autour des captages en région flamande (données DOV) ;
- les points de captage en attente de la définition de leur zone de prévention.

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

Cette carte localise différents sites pour lesquels des données quantitatives ou qualitatives existent (analyses chimiques et diagraphie). Elle reprend l'extension de la zone vulnérable aux nitrates du « Nord du sillon de la Sambre et de la Meuse ». Elle reprend également l'extension des zones vulnérables en région flamande. Le caractère des différentes couvertures des nappes rencontrées est également figuré.

X.3.3. Carte des volumes prélevés

Cette carte situe l'ensemble des ouvrages recensés et existants en 2014 sur l'étendue de la carte, en discernant :

- les ouvrages (puits, piézomètres, sources) différenciés selon l'aquifère qu'ils sollicitent. Les couleurs des symboles utilisés sont en relation avec la couleur de la nappe sollicitée ;
- les volumes déclarés pour l'année 2012 par les captages des sociétés de distribution d'eau représentées par des pastilles rouges de diamètre proportionnel aux débits captés ;
- les volumes déclarés pour l'année 2012 par les puits privés exploités par des particuliers ou des industries représentées par des pastilles vertes de diamètre proportionnel aux débits captés ;
- les volumes moyens prélevés, correspondant à la moyenne des cinq dernières années (2008-2012) (basés sur les déclarations des titulaires des prises d'eau). Ils reflètent simplement l'importance d'un site d'exploitation pendant les cinq années considérées.

X.3.4. Carte des isohypses

Les isohypses du toit des calcaires dévono-carbonifères sont issues du projet ScaldWIN. Elles ont tracées à partir des cartes du SGB (Gulinck & Legrand, 1970), de descriptions de plus de 600 sondages et des cartes de la VUB sur l'étude du socle du Brabant (Rorive & Bastien, 2012).

Les isohypses du toit du socle paléozoïque du Massif du Brabant ont été tracées au 1/200 000 en 2005 par le Service Géologique (SGB), dépendant de l'Institut Royal Belge des Sciences Naturelles (IRBSN) ; la version numérique est fournie par la Databank Ondergrond Vlaanderen* (DOV).

Les isohypses du toit du socle paléozoïque du Massif du Brabant sont tracés en brun et celles du socle dévono-carbonifère en rouge sur la carte thématique des isohypses de la base et du toit des aquifères du poster joint à cette notice.

Les isohypses du toit de l'aquiclude des marnes du Turonien et celles de l'aquifère des craies du Crétacé sont également issus du projet ScaldWIN. Elles sont tracées respectivement en vert et en bleu.

X.3.5. Tableau de correspondance 'Géologie – Hydrogéologie'

Le tableau lithostratigraphique reprend la liste des différentes formations géologiques et unités hydrogéologiques susceptibles d'être rencontrées sur l'étendue de la carte. La description lithologique des formations géologiques fait référence à la carte géologique de Wallonie Mouscron – Zwevegem & Templeuve – Pecq de C. Vanneste et M. Hennebert, dressée en 2005.

X.3.6. Coupe hydrogéologique

Parmi les éléments présentés sur le poster de la carte hydrogéologique figure la coupe hydrogéologique. Elle permet de comprendre le contexte géologique et hydrogéologique de la région. La coupe est issue de la Carte Géologique de Wallonie de Vanneste & Hennebert (2005), sur laquelle ont été ajoutées des informations sur les niveaux d'eau souterraine. Une modification du tracé concernant l'aquiclude des marnes du Turonien a dû être effectuée, celui-ci étant absent au sud-est de la carte.

* Site de la Databank Ondergrond Vlaanderen (DOV) : <https://dov.vlaanderen.be>

X.3.7. Avertissement

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

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

XI. RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Barchi, P., Badinier, G., Capron, A., Patin, M.** (2006) : Cartographie de l'aléa retrait-gonflement des argiles dans le département du Pas-de-Calais. Rapport final. BRGM/RP-53817-FR, BRGM 129 p., 23 ill., 4 ann., 3 cartes h.-t.
- Belanger, I., Delaby, S., Delcambre, B., Ghysel, P., Hennebert, M., Laloux, M., Marion, J.-M., Mottequin, B., Pingot, J.-L.** (2012) : Redéfinition des unités structurales du front varisque utilisées dans le cadre de la nouvelle Carte géologique de Wallonie (Belgique). *Geologica Belgica*, 15/3, pp. 169–175
- Bougard, G., Roland, S., Bastien, J., Rorive, A.** (2009) : Carte hydrogéologique de Wallonie, Planchettes Hertain - Tournai n° 37/5-6. Edition : Service public de Wallonie, DGO 3 (DGARNE), Belgique. Dépôt légal D/2009/12.796/5. ISSN D/2009/12.796/5 - ISBN 978-2-8056-0067-8
- Boulvain, F., Pingot, J.-L.** (2014) : Une Introduction à la géologie de la Wallonie. Cours en ligne (<http://www2.ulg.ac.be/geolsed/geolwal/geolwal.htm>)
- Castany, G.** (1998) : Hydrogéologie. Principes et méthode. Edition : Dunod, Paris - ISBN 2 10 004171 1
- De Smet, D.** (2014) : Kolenkalk aquifer in Vlaanderen. Watervoerende lagen & grondwater in België / Aquifères & eaux souterraines en Belgique. A. Dassargues & K. Walraevens (ed.) - Academia Press. ISBN 978 90 382 2364 3, 217–226 pp.
- Foucault, A., Raoult, J.-F.** (2005) : Dictionnaire de Géologie, 6e édition. Edition : Dunod - ISBN 2 10 049071 0
- FPMS** (1996) : Le projet « Transhennuyère » : son influence sur la nappe aquifère du calcaire carbonifère dans la région de Péruwelz. Rapport final. 42 p.
- FPMS** (1998) : Le projet « Transhennuyère » Actualisation de l'étude: Influence sur la nappe aquifère du calcaire carbonifère dans la région de Péruwelz. 14 p.
- Gulinck, M., Legrand, R.** (1970) : Carte hydrogéologique au 1/50 000 du Tournaisis. Mémoire pour servir à l'explication des cartes géologiques et minières de la Belgique. Service Géologique de Belgique
- Hennebert, M., Doremus, P.** (1997a) : Carte géologique de Wallonie au 1/25 000ème (avec notice explicative), Planche Hertain - Tournai n° 37/5-6. Edition : Ministère de la Région Wallonne, Direction Générale des Ressources Naturelles et de l'Environnement

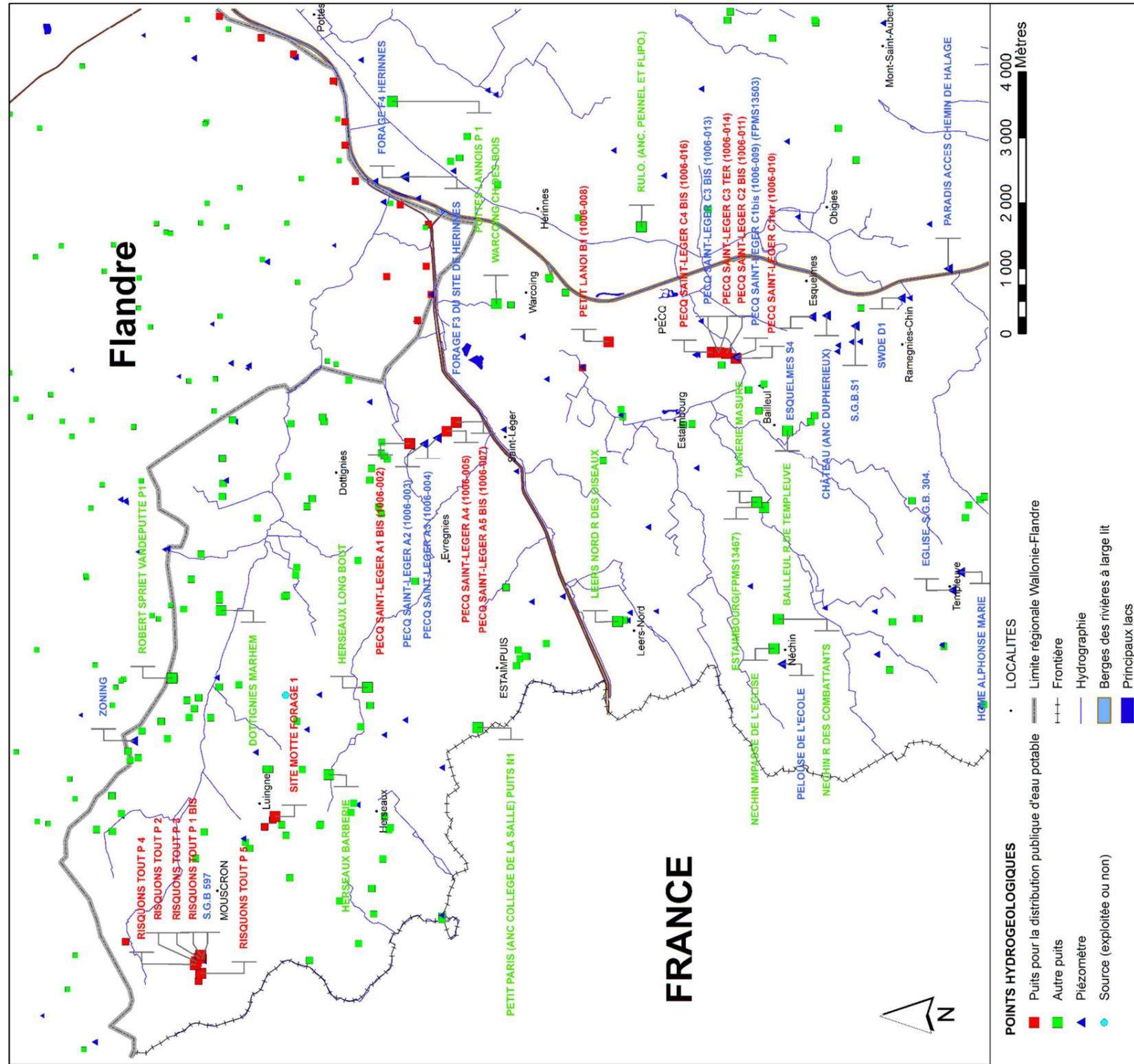
- Hennebert, M., Doremus, P.** (1997b) : Carte géologique de Wallonie au 1/25 000ème (avec notice explicative), Planche Antoing - Leuze n° 37/7-8. Edition : Ministère de la Région Wallonne, Direction Générale des Ressources Naturelles et de l'Environnement
- Kaufmann, O.** (2000) : Les effondrements karstiques du Tournaisis : genèse, évolution, localisation, prévention. Tome I et II. Thèse de doctorat. Faculté Polytechnique de Mons
- Laga, P., Louwye, S., Geets, S.** (2001) : Paleogene lithostratigraphic units (Belgium). In Bultynck & Dejonghe, eds., Guide to revised lithostratigraphic scale of Belgium. *Geologica Belgica*, Brussels, 4/1-2 135–152
- Pfannkuch, H.-O.** (1990) : Elseviers Dictionary of Environmental Hydrogeology. Elsevier Science Publishers, xii+332 pp.
- Roland, S., Habils, F., Rorive, A.** (2010) : Carte hydrogéologique de Wallonie, Planchettes Laplaigne - Péruwelz n° 44/3-4. Edition : Service public de Wallonie, DGO 3 (DGARNE), Belgique. Dépôt légal D/2010/12.796/7 - ISBN 978-2-8056-0075-3
- Roland, S., Habils, F., Rorive, A.** (2014) : Carte hydrogéologique de Wallonie, Planchettes Avelgem - Ronse n° 29/7-8 & Celles - Frasnes-lez-Anvaing n° 37/3-42 (à paraître). Edition : Service public de Wallonie, DGO 3 (DGARNE), Belgique
- Roland, S., Rorive, A.** (2010) : Carte hydrogéologique de Wallonie, Planchettes Mainvault - Lessines n° 38/1-2 & Flobecq - Brakel n° 30/5-6 (version provisoire). Edition : Service public de Wallonie, DGO 3 (DGARNE), Belgique
- Roland, S., Rorive, A.** (2011) : Carte hydrogéologique de Wallonie, Planchettes Mesen - Wervik & Le Bizet n°28/6-7 & 36/2 (version provisoire). Edition : Service public de Wallonie, DGO 3 (DGARNE), Belgique
- Rorive, A., Bastien, J.** (2012) : Aquifère transfrontalier des calcaires carbonifère du district hydrographique international de l'Escaut. Projet Interrreg IVB-NWE "ScaldWIN", Convention UMons et RW.
- SPW-DGO 3** (2010) : Etat des lieux de la masse d'eau RWE061 "Sables des Flandres" Service public de Wallonie, DGO 3 (DGARNE), Belgique 26 p.
- SPW-DGO 3** (2014) : Etat des nappes d'eau souterraine de la Wallonie. Edition : Service public de Wallonie, DGO 3 (DGARNE), Belgique, Dépôt légal D/2014/11802/11 - ISBN: 978-2-8056-0142-2. (<http://environnement.wallonie.be/de/eso/atlas/>)
- UNESCO-OMM** (1992) : Glossaire International d'Hydrologie. Seconde édition révisée. 413 p.

- Vanneste, C., Hennebert, M.** (2005) : Carte géologique de Wallonie au 1/25 000ème (avec notice explicative), Planche Mouscron - Zwevegem n° 29/5-6 & Templeuve - Pecq n° 37/1-2. Edition : Ministère de la Région Wallonne, Direction Générale des Ressources Naturelles et de l'Environnement. Dépôt légal D/2005/5322/67. ISSN D/2005/5322/67
- Vergari, A.** (1997) : Contraintes paléokarstiques dans l'exploitation du calcaire Carbonifère sur le bord nord du synclinorium de Namur en Hainaut occidental. Thèse de doctorat. Faculté Polytechnique de Mons
- Wojda, P., Dachy, M., Popescu, C., Ruthy, I., Gardin, N.** (2006) : Manuel d'utilisation de la banque de données hydrogéologiques de la Région Wallonne 44 p.
- Yussof, H.** (1973) : Hydrologie karstique du calcaire carbonifère de la Belgique et du Nord de la France. Synthèse des données acquises en 1972. Thèse de doctorat. Faculté des Sciences de l'Université de Lille

ANNEXE 1. GLOSSAIRE DES ABRÉVIATIONS

- AGW : Arrêté du Gouvernement Wallon
- ArGEnCO – GEO³ : Architecture, Géologie, Environnement et Constructions – Géotechnologies, Hydrogéologie, Prospection Géophysique
- DGARNE – DGO 3 (anciennement DGRNE) : Direction Générale Opérationnelle de l'Agriculture, des Ressources Naturelles et de l'Environnement du SPW
- DOV : Databank Ondergrond Vlaanderen
- FPMs. : Faculté Polytechnique de Mons
- IEG : Intercommunale d'Etude et de Gestion
- IGN : Institut Géographique National de Belgique
- IRM : Institut Royal Météorologique
- IRBSN : Institut Royal Belge des Sciences Naturelles
- LQ : Limite de Quantification
- Ma : Millions d'années
- MB : Moniteur Belge
- PGDA : Programme de Gestion Durable de l'Azote en agriculture
- SPGE : Société Publique de Gestion de l'Eau
- SPW : Service Public de Wallonie
- SWDE : Société Wallonne des Eaux
- ULg : Université de Liège
- UMons : Université de Mons
- VUB : Vrije Universiteit Brussel

ANNEXE 2. CARTE DE LOCALISATION



ANNEXE 3. COORDONNÉES GÉOGRAPHIQUES DES OUVRAGES CITÉS DANS LA NOTICE

Nom de l'ouvrage	X (m)	Y (m)	Zsol (m)	Type d'ouvrage	Profondeur (m)
BAILLEUL R DE TEMPLEUVE	75585	151240	20	Puits foré	20
CHÂTEAU (ANC DUPHERIEUX)	77338	150649	16,86	Puits foré	19
DOTTIGNIES MARHEM	72835	159889	85,5	Puits traditionnel	4,5
EGLISE S.G.B 304	73150	148730	29,96	Puits foré	69
ESQUELMES S4	77320	150870	17,15	Puits foré	
ESTAIMBOURG	74408	151597	20	Puits foré	115
FORAGE F3 DU SITE DE HERINNES	79464	157089	14,07	Puits foré	18
FORAGE F4 HERINNES	79452	157087	14,34	Puits foré	37
HERSEAUX BARBERIE	70324	158246	34	Puits traditionnel	8
HERSEAUX LONG BOUT	71660	157654	27,5	Puits traditionnel	6,7
HOME ALPHONSE MARIE	73425	148600	27,3	Puits foré	90
LEERS NORD R DES OISEAUX	72665	153835	18	Puits foré	24
NECHIN IMPASSE DE L'EGLISE	72253	151445	26	Puits foré	15
NECHIN R DES COMBATTANTS	72700	151380	25	Puits foré	8
PARADIS ACCES CHEMIN DE HALAGE	78060	148790	15,92	Puits foré	41,2
PECQ SAINT-LEGER A1 BIS (1006-002)	75391	157010	18,44	Puits foré	116,5
PECQ SAINT-LEGER A2 (1006-003)	75385	156795	19,64	Puits foré	116,73
PECQ SAINT-LEGER A3 (1006-004)	75475	156593	19,41	Puits foré	118,47
PECQ SAINT –LEGER A4 (1006-005)	75579	156442	19,07	Puits foré	113,10
PECQ SAINT-LEGER A5 BIS (1006-007)	75715	156301	18,80	Puits de production	145,40
PECQ SAINT –LEGER B1 (1006-008)	76941	153971	21,08	Puits de production	103,23
PECQ SAINT-LEGER C1 BIS (1006-009)	76706	152034	19,5	Puits foré	105,74
PECQ SAINT-LEGER C1 TER (1006-010)	76688	152022	14,80	Puits foré	140,40
PECQ SAINT-LEGER C2 BIS (1006-011)	76766	152172	18,63	Puits foré	83,10
PECQ SAINT-LEGER C3 BIS (1006-013)	76775	152298	20	Puits foré	114,13
PECQ SAINT-LEGER C3 TER (1006-014)	76778	152285	19,43	Puits foré	125,16
PECQ SAINT-LEGER C4 BIS (1006-016)	76781	152393	20,90	Puits de production	134,36

Nom de l'ouvrage	X (m)	Y (m)	Zsol (m)	Type d'ouvrage	Profondeur (m)
PELOUSE DE L'ECOLE	72015	151331	27,15	Puits foré	83,2
PETIT PARIS (ANC COLLEGE DE LA SALLE) N1	71049	155970	35	Puits foré	110
POTTE LANNOIS P1	80615	157277	14	Puits foré	14
RISQUONS TOUT P1 BIS	67571	160198	68,87	Puits foré	205
RISQUONS TOUT P2	67473	160269	70,07	Puits foré	205
RISQUONS TOUT P3	67525	160223	69,5	Puits foré	216
RISQUONS TOUT P4	67430	160286	69,65	Puits foré	220
RISQUONS TOUT P5	67295	160199	61,58	Puits de production	205
ROBERT SPRIET VANDEPUTTE P1	71802	160640	42,3	Puits foré	76,5
RULO (ANC PENNEL ET FLIPO)	78700	153470	18	Puits foré	42,5
S.G.B 597	67510	160180	70,01	Puits foré	-
S.G.B S1	77180	150210	15,98	-	-
SITE MOTTE FORAGE 1	69689	159066	49,45	Puits foré	190,5
SWDE D1	77615	149505	18,3	Puits foré	100
TANNERIE MASURE	74490	151710	20,5	Puits foré	75
WARCOING CH DES BOIS	77523	155683	18	Puits foré	80
ZONING	70845	161225	52,19	Puits foré	150

ANNEXE 4. TABLES DES ILLUSTRATIONS

LISTE DES FIGURES

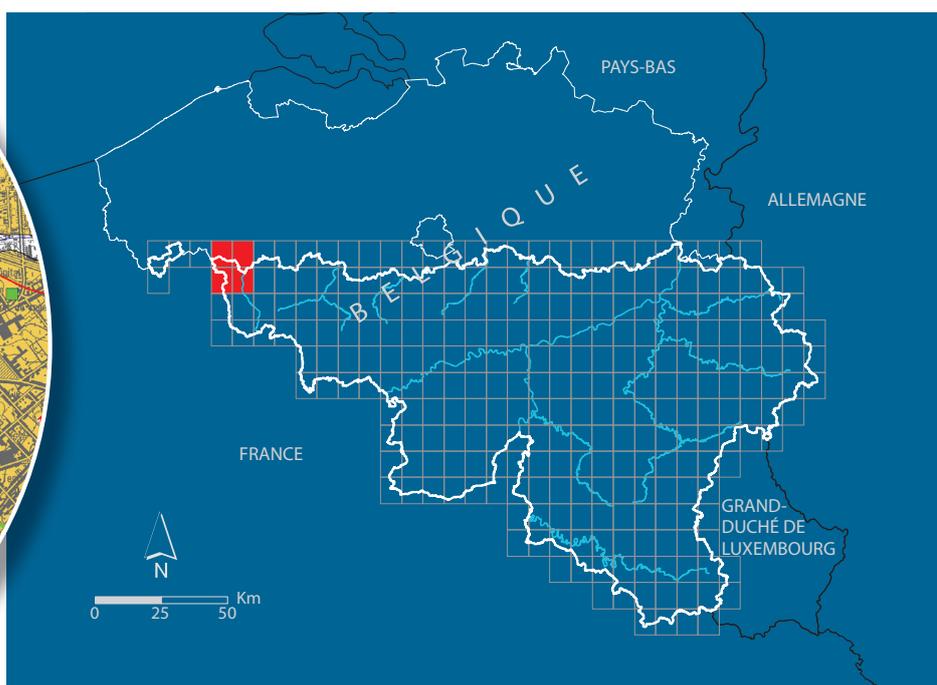
Figure I-1. Localisation de la carte 29/5-6 Mouscron – Zwevegem & 37/1-2 Templeuve – Pecq	5
Figure II-1. Localisation des cours d'eau, lacs, limites des bassins hydrographiques, routes, limites des communes, frontières et localités	7
Figure III-1. Localisation des planches 29/5-6 Mouscron – Zwevegem & 37/1-2 Templeuve – Pecq sur la carte géologique de Wallonie (Boulvain & Pingot, 2014, modifié)	9
Figure III-2. Extension de la nappe des calcaires dévono-carbonifères du bord nord du Parautochtone brabançon (Youssof, 1973, modifié).....	9
Figure III-3. Cadre structurale schématique du socle paléozoïque du Tournaisis (Kaufmann, 2000, modifié).....	18
Figure IV-1. Divisions principales de la nappe des calcaires du Dévono-Carbonifère (Youssof, 1973, modifié) et localisation de la carte 29/5-6 Mouscron – Zwevegem & 37/1-2 Mouscron – Zwevegem	23
Figure IV-2. Extension des marnes au-dessus de l'aquifère des calcaires dévono-carbonifères (Rorive & Bastien, 2012, modifié).....	26
Figure IV-3. Extension et isohypses du toit des craies du Crétacé au-dessus de l'aquifère des calcaires dévono-carbonifères (Rorive & Bastien, 2012, modifié).....	27
Figure IV-4. Extension et épaisseur de l'aquifère des sables (landeniens) du Paléocène et localisation de la carte Mouscron - Zwevegem & Templeuve - Pecq, en rouge (d'après Gulinck & Legrand, 1970, modifié)	28
Figure IV-5. Localisation de la carte 29/5-6 Mouscron – Zwevegem & 37/1-2 Templeuve – Pecq par rapport aux masses d'eau RWE032, RWE060 et RWE061 (SPW-DGO 3, 2014)	31
Figure IV-6. Carte piézométrique de la nappe des calcaires dévono-carbonifères dans la partie ouest du Tournaisis (Octobre 2010) (Rorive & Bastien, 2012, modifié)	33
Figure IV-7. Piézométrie (octobre 2010) (Rorive & Bastien, 2012) de l'aquifère des calcaires dévono-carbonifères et localisation des ouvrages suivis	37
Figure IV-8. Evolutions piézométriques dans l'aquifère des calcaires dévono-carbonifères en différents ouvrages	38

Figure IV-9. Cotes piézométriques ponctuelles dans l'aquifère des sables du Paléocène et dans l'aquifère alluvial. Localisation des ouvrages suivis.....	40
Figure IV-10. Evolutions piézométriques d'ouvrages implantés dans l'aquifère des sables du Paléocène.....	41
Figure V-1. Zones vulnérables aux nitrates arrêtées en Wallonie (SPW-DGO 3, 2014) et localisation de la carte 29/5-6 Mouscron – Zwevegem & 37/1-2 Templeuve – Pecq.....	52
Figure V-2. Evolution de la concentration en nitrates dans différents ouvrages (en gris : aquifère alluvial, en orange : aquiclude – aquitard des argiles de l'Eocène et en bleu : aquifère des calcaires dévono-carbonifères).....	53
Figure VI-1. Volume prélevé dans les différents captages du site « Risquons Tout » de 1994 à 2012.....	57
Figure VI-2. Volume prélevé dans les différents captages des trois sites « Pecq Saint-Léger » (Site A dans les tons verts, Site B en rouge et Site C dans les tons bleus) (SWDE et De Watergroep de 1992 à 2012).....	59

LISTE DES TABLEAUX

Tableau III-1. Tableau lithostratigraphique de la carte de Mouscron – Zwevegem & Templeuve – Pecq.....	12
Tableau IV-1. Tableau de correspondance 'Géologie – Hydrogéologie' de la carte de Mouscron – Zwevegem & Templeuve – Pecq.....	21
Tableau V-1. Analyse hydrochimique dans quatre ouvrages de la SWDE et/ou de la VMW exploitant l'aquifère des calcaires dévono-carbonifères et valeurs seuil RW du Code de l'Eau.....	47
Tableau V-2. Analyse hydrochimique dans deux ouvrages exploitant l'aquifère des calcaires dévono-carbonifères et valeurs seuil RW du Code de l'Eau.....	48
Tableau V-3. Analyse hydrochimique dans un ouvrage exploitant l'aquifère des sables du Paléocène et valeurs seuil RW du Code de l'Eau.....	49
Tableau V-4. Analyse hydrochimique dans deux ouvrages exploitant l'aquiclude – aquitard des argiles de l'Eocène et valeurs seuil RW du Code de l'Eau.....	50
Tableau V-5. Analyses hydrochimiques dans deux ouvrages exploitant l'aquifère alluvial et valeurs seuil RW du Code de l'Eau.....	51

Tableau V-6. Analyse bactériologique des puits « Herseaux Barberie », « Herseaux Long Bout », « Leers Nord R des Oiseaux » et « Warcoing Ch des Bois » et valeurs seuil RW du Code de l'Eau	54
Tableau VI-1. Volumes prélevés en 2012 et volumes moyens prélevés entre 2008 et 2012 par les captages du site « Risquons Tout » (SWDE-IEG).....	58
Tableau VI-2. Volumes prélevés en 2012 et volumes moyens prélevés entre 2008 et 2012 par les captages Pecq Saint-Léger (sites A, B et C) (SWDE et De Watergroep)	59
Tableau X-1. Nombre de mesures reportées sur la carte principale du poster A0.....	67



SPW | Éditions, CARTES

Dépôt légal : D/2015/12.796/3 – ISBN : 978-2-8056-0174-3

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