

Notice explicative

CARTE HYDROGÉOLOGIQUE DE WALLONIE

Echelle : 1/25 000



Photos couverture © SPW-DGARNE(DGO3)

Fontaine de l'ours à Andenne

Forage exploité

Argillère de Celles à Houyet

Puits et sonde de mesure de niveau piézométrique

Emergence (source)

Essai de traçage au Chantoir de Rostenne à Dinant

Galerie de Hesbaye

Extrait de la carte hydrogéologique de Hertain - Tournai



HERTAIN - TOURNAI

37/5-6

Grégoire **BOUGARD**, Sylvie **ROLAND**, Julie **BASTIEN**, Alain **RORIVE**

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



NOTICE EXPLICATIVE

2009

Première édition : Juin 2001
Actualisation partielle : Juillet 2009

Dépôt légal – D/2009/12.796/5 - ISBN : 978-2-8056-0067-8

SERVICE PUBLIC DE WALLONIE

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

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

TABLE DES MATIÈRES

Avant-propos	4
I. Introduction.....	5
II. Cadres 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 litho-stratigraphique.....	11
III.2.1.1. Les formations du Paléozoïque.....	12
III.2.1.2. Les formations du Mésozoïque.....	14
III.2.1.3. Les formations du Cénozoïque.....	15
III.2.2. Cadre structural.....	16
IV. Cadre hydrogéologique.....	19
IV.1. Description des unités hydrogéologiques.....	19
IV.1.1. L'aquiclude des schistes du Carbonifère.....	19
IV.1.2. L'aquifère des calcaires du Carbonifère.....	19
IV.1.3. L'aquiclude de remplissage du Hainaut.....	22
IV.1.4. L'aquiclude des marnes du Turonien.....	22
IV.1.5. L'aquifère des craies du Crétacé.....	23
IV.1.6. L'aquiclude des argiles du Paléocène.....	24
IV.1.7. L'aquifère des sables du Paléocène.....	24
IV.1.8. L'aquiclude – aquitard des argiles de l'Eocène.....	24
IV.1.9. L'aquifère alluvial.....	24
IV.2. Description de l'hydrogéologie régionale.....	25
IV.2.1. Cadre général.....	25
IV.2.1.1. L'aquifère des calcaires du Carbonifère.....	25
IV.2.1.2. Les autres nappes.....	27
IV.2.2. Piézométrie de la planche 37/5-6 Hertain – Tournai.....	28
IV.2.3. Evolution piézométrique de l'aquifère des calcaires du Carbonifère.....	29
IV.3. Phénomènes karstiques.....	35
IV.4. Coupe géologique.....	36
IV.5. Caractère de la couverture des nappes.....	37

IV.6.	Isohyphes de la base et du toit de l'aquifère des calcaires du Carbonifère	38
IV.7.	Les carrières	38
V.	Cadre hydrochimique.....	40
V.1.	Caractéristiques hydrochimiques des eaux.....	40
V.1.1.	L'aquifère des calcaires du Carbonifère	40
V.1.2.	L'aquifère des craies du Crétacé	43
V.1.3.	L'aquiclude des marnes du Turonien	44
V.1.4.	L'aquifère des sables du Paléocène	46
V.2.	Problématique des nitrates	47
V.3.	Qualité bactériologique	49
V.3.1.	L'aquifère des calcaires du Carbonifère	49
V.3.2.	L'aquifère des craies du Crétacé	50
V.3.3.	Aquifère des sables du Paléocène.....	50
V.4.	Autres paramètres	51
VI.	Exploitation des aquifères	52
VI.1.	Volumes prélevés dans l'aquifère des calcaires du Carbonifère	53
VI.2.	Volumes prélevés dans les autres unités hydrogéologiques.....	57
VII.	Etudes géophysiques	57
VIII.	Paramètres d'écoulement et de transport.....	58
VIII.1.	Essais de pompage et de traçage sur le site Emprise	59
VIII.2.	Etude SIDEHO	61
IX.	Zones de protection.....	62
IX.1.	Cadre légal.....	62
IX.2.	Zones de prévention autour des captages.....	64
IX.2.1.	Zone de prévention arrêtée autour du captage 'Forage d'Ere'	65
IX.2.2.	Zone de prévention arrêtée autour du captage 'Chercq Cornet'	66
IX.2.3.	Zone de prévention proposée autour du captage 'Emprise IV'	67

X.	Méthodologie de l'élaboration de la carte hydrogéologique.....	68
X.1.	Données géologiques	68
X.2.	Données météorologiques et hydrologiques	68
X.3.	Données hydrogéologiques	68
X.3.1.	Localisation des ouvrages et des sources.....	68
X.3.2.	Données piézométriques	69
X.4.	Données hydrodynamiques	69
X.5.	Données hydrochimiques	69
X.6.	Banque de données hydrogéologiques.....	70
XI.	Références bibliographiques	71
Annexe 1.	Glossaire des abréviations.....	73
Annexe 2.	Carte de localisation	74
Annexe 3.	Coordonnées géographiques des ouvrages cités dans la notice.....	75

AVANT-PROPOS

La carte hydrogéologique Hertain – Tournai 37/5-6 s'inscrit dans le projet cartographique « Eaux souterraines » commandé et financé par le Service Public de Wallonie (SPW) : Direction générale opérationnelle de l'Agriculture, des Ressources naturelles et de l'Environnement (DGO3). Quatre équipes universitaires collaborent à ce projet : les Facultés Universitaires de Namur (FUNDP), la Faculté Polytechnique de l'Université de Mons (UMons) et deux départements de l'Université de Liège (ArGEnCO-GEO³-Hydrogéologie & Sciences et Gestion de l'Environnement, et ULg-Campus d'Arlon, ULg).

La carte a été réalisée en 2001 par Grégoire Bougard et révisée en 2010 par Ir. Julie Bastien et Ir. Sylvie Roland. Le projet a été supervisé à la FPMs – UMons par Ir. Alain Rorive (Professeur chargé du cours d'hydrogéologie).

La carte hydrogéologique est basée sur le plus grand nombre de données géologiques, hydrogéologiques et hydrochimiques disponibles auprès de divers organismes et acquises sur le terrain. Elle a pour objectif d'informer de l'extension, de la géométrie, de la piézométrie et des caractéristiques hydrodynamiques et hydrochimiques des nappes aquifères, ainsi que sur leur exploitation. Elle s'adresse plus particulièrement à toute personne, société ou institution concernée par la problématique et la gestion tant quantitative que qualitative des ressources en eau.

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

Toutes les données utilisées pour la réalisation de la carte ont été encodées dans une base de données sous le format « Microsoft – Access » dans l'optique, notamment, d'une mise à jour aisée.

Une mise à jour a été effectuée en 2009 – 2010. Elle porte sur une actualisation partielle des données et notamment sur l'inventaire des ouvrages existants, les évolutions piézométriques, les volumes d'eau prélevés, les zones de prévention, les couvertures des nappes et les analyses hydrochimiques. De même, le tableau de correspondance géologie – hydrogéologie a été réadapté.

La carte hydrogéologique Hertain – Tournai est 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 planche 37/5-6 Hertain – Tournai se situe dans le Hainaut occidental (voir Figure I.1), à la frontière avec la France.

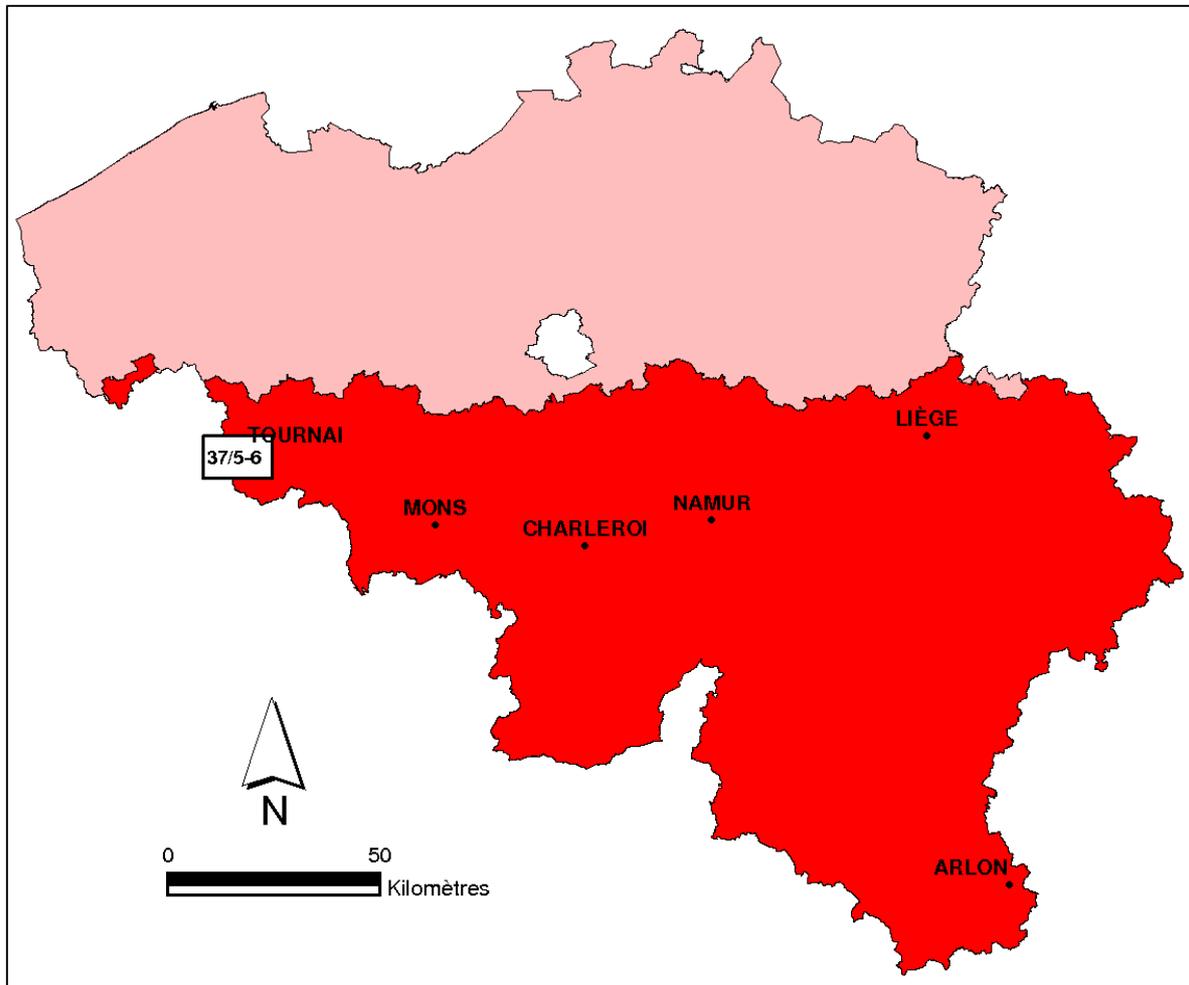


Figure I.1. Localisation de la carte 37/5-6 Hertain – Tournai

L'aquifère principal, présent sur toute l'étendue de la carte, est constitué des calcaires du Carbonifère. Il affleure dans la vallée de l'Escaut en bordure est de la carte. Ailleurs, les sédiments méso-cénozoïques le recouvrent et lui assurent une certaine protection contre la pollution. L'aquifère des calcaires du Carbonifère est exploité principalement par la S.W.D.E. (anciennement, les ouvrages appartenaient à la Régie des eaux de Tournai).

II. CADRES GEOGRAPHIQUE, GEOMORPHOLOGIQUE ET HYDROGRAPHIQUE

La région couverte par la feuille Hertain – Tournai est située dans la partie occidentale du Hainaut, dans l'arrondissement de Tournai. Elle est contiguë à la France par l'Ouest. Les communes concernées sont celles de Tournai, de Rumes et de Brunehaut (voir Figure II.1).

Le centre de la planche est occupé par des collines culminant à 80 mètres, entre Froidmont et Marquain. Ce relief est appelé « surélévation du Mélantois – Tournaisis ». Les points le plus bas se situent entre 10 et 15 mètres au niveau de l'Escaut.

Tournai, la plus grosse agglomération de la feuille, se trouve à l'Est de la carte. Elle est contournée par l'autoroute E42/E429 qui relie Lille à Mons. La nouvelle ligne TGV Bruxelles – Lille traverse la carte d'Est en Ouest.

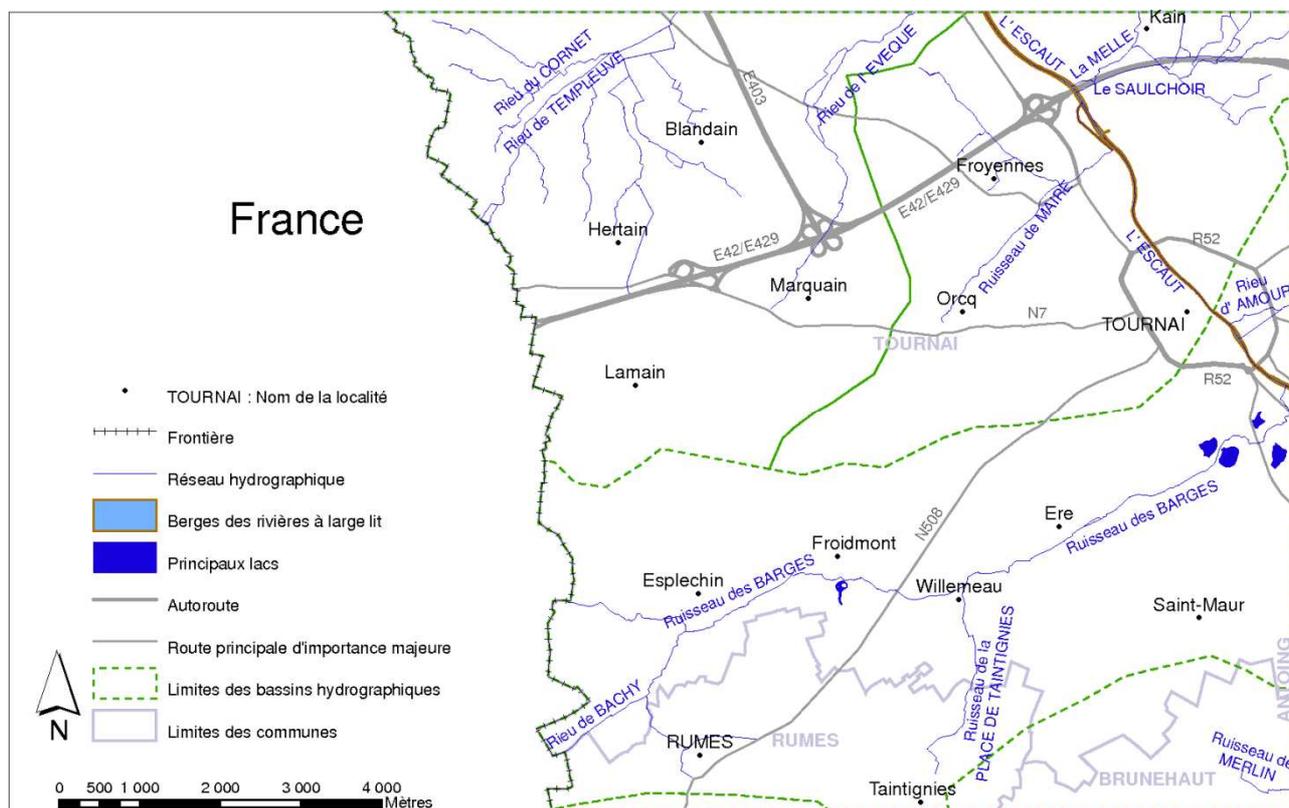


Figure II.1. Localisation des cours d'eau, lacs, berges, limites des bassins hydrographiques, routes, localités, frontière franco-belge et limites des communes sur la carte 37/5-6 Hertain – Tournai

Le bassin hydrographique principal, subdivisé en plusieurs bassins secondaires, est celui de l'Escaut – Lys. L'Escaut s'écoule dans le Nord – Est de la planche et traverse la ville de Tournai, sur les calcaires du Carbonifère et les marnes du Turonien. La direction et le sens d'écoulement des affluents sont directement dépendants de la géomorphologie des terrains méso-cénozoïques. Le fleuve comporte plusieurs affluents, dont le Ruisseau de Barges qui s'écoule dans la moitié sud de la carte, le Ruisseau de Maire, le Saulchoir, La Melle, les rieux du Cornet et de Templeuve ainsi que le rieu de l'Evêque qui s'écoulent dans la partie nord.

III. CADRE GÉOLOGIQUE

Le cadre géologique aborde dans un premier point la géologie régionale des calcaires du Carbonifère et dans un second point la géologie de la carte 37/5-6 Hertain – Tournai.

III.1. CADRE GÉOLOGIQUE RÉGIONAL

La planche 37/5-6 Hertain – Tournai se situe sur les calcaires du Carbonifère de la partie occidentale de l' « Unité Parautochtone de Namur » (anciennement dénommée « Synclinorium de Namur ») (voir Figure III.1). La région étudiée, dénommée « Tournaisis », est constituée d'un socle de roches paléozoïques affleurant à hauteur de Tournai. La dénomination « Tournaisis » est dérivée du nom de la ville de Tournai. Le Tournaisis désigne une zone géographique limitée vers le Sud et l'Ouest par la frontière française, au Nord par la limite nord des calcaires du Carbonifère de l'unité parautochtone de Namur et à l'Est par les agglomérations de Frasnes-lez-Anvaing, Leuze-en-Hainaut et Péruwelz. Le calcaire n'affleure qu'en de rares endroits, recouvert en discordance par des dépôts méso-cénozoïques d'épaisseur fortement variable. Le toit du calcaire est loin d'être parfaitement plan, en raison de l'altération possible de la partie supérieure ainsi que de nombreuses cavités et autres manifestations karstiques qui l'affectent.

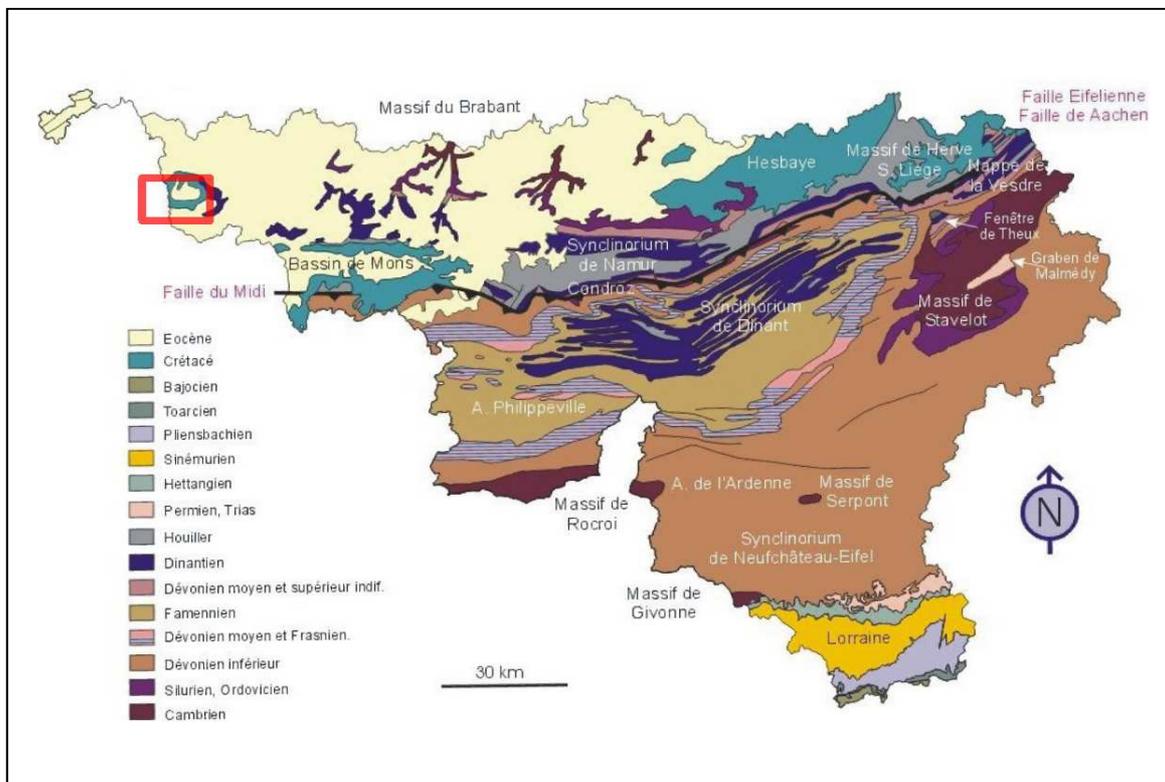


Figure III.1. Localisation de la planche 37/5-6 Hertain – Tournai sur la carte géologique de Wallonie (d'après F. Boulvain)

Le socle paléozoïque de la bordure nord de l'Unité Parautochtone de Namur est constitué de calcaires et dolomies du Carbonifère. Ces calcaires s'étendent de Namur à Lille, avec une extension nord – sud étroite d'environ 2 km aux alentours de Namur, et qui atteint un maximum d'environ 30 km dans le Tournaisis (Figure III.2). Au nord, ces couches reposent sur les formations terrigènes ou calcaires du Dévonien qui constituent la base de l'Unité Parautochtone de Namur. Les bancs de calcaires y sont globalement inclinés vers le Sud avec une pente faible d'environ 10°. A l'Est d'Ath, le pendage des couches des calcaires du Carbonifère est régulier vers le Sud. Au contraire, à l'Ouest, la bande des calcaires du Carbonifère s'élargit considérablement et la structure se complique en un synclinal, dit « Synclinal de Roubaix », suivi au Sud de l'« Anticlinal faillé du Mélantois – Tournaisis », juste au Sud de Tournai. Cette allure générale est perturbée par la présence de l'anticlinal de Frasnes-lez-Buissenal (voir III.2.2 Cadre structural, page 16). Au Sud, les calcaires du Carbonifère disparaissent en s'enfonçant sous des formations plus récentes (du Houiller). Il est possible alors de les retrouver à très grande profondeur (sondages géothermiques sous le bassin de Mons).

La couverture méso-cénozoïque est constituée, à la base, de marne et de craie du Crétacé. Viennent ensuite les sables et argiles paléocènes et éocènes. La carte de Hertain – Tournai se trouve à la jonction entre le bassin de Paris et le bassin flamand, ouvert au Nord vers le bassin de la Mer du Nord.

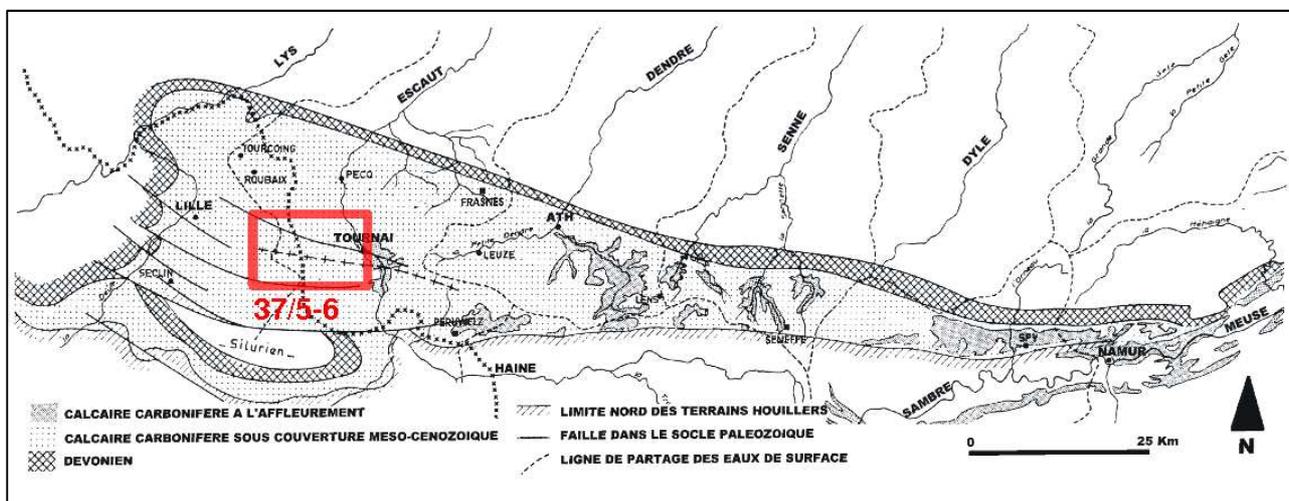


Figure III.2. Extension de la nappe des calcaires dévono-carbonifères du bord nord de l'Unité Parautochtone de Namur (d'après Youssouf H., 1973, modifié) et localisation de la planche 37/5-6 Hertain – Tournai

Dans la région, quatre grands ensembles lithostratigraphiques sont représentés (voir Tableau 1). On retrouve de bas en haut :

- le socle paléozoïque, constitué par :
 - les calcaires des formations de Tournai et d'Antoing, qui occupe le cœur de l'anticlinal du Mélandois – Tournaisis et dont l'axe passe par Tournai ;
 - les calcaires et dolomies de la Formation de Pecq ;
- la couverture mésozoïque (Crétacé supérieur), constituée principalement de marnes et craies du Turonien ;
- la couverture cénozoïque, composée de :
 - dépôts thanétiens, localement argileux à la base puis nettement sableux ;
 - dépôts yprésiens, essentiellement argileux.
- les alluvions quaternaires, parfois très épaisses, qui recouvrent les formations citées ci-avant (dans les vallées). De plus, une partie importante du Tournaisis est couverte par plusieurs mètres de limons éoliens quaternaires, non visibles sur la carte principale.

III.2. CADRE GÉOLOGIQUE DE LA CARTE

Cette partie décrit sommairement la lithologie et la stratigraphie des différentes formations rencontrées sur cette carte. Cette description est issue du texte explicatif de la nouvelle carte géologique 37/5-6 Hertain – Tournai au 1/25 000, dressée par M. Hennebert et P. Doremus et éditée en 1997 par le Ministère de la région wallonne*, auquel est renvoyé le lecteur pour une description plus précise. Cette carte géologique sert de fond à la carte hydrogéologique.

III.2.1. Cadre litho-stratigraphique

Du point de vue de la géologie locale, la planche 37/5-6 Hertain – Tournai se situe sur les calcaires du Carbonifère de la partie occidentale de l'Unité Parautochtone de Namur. La majeure partie de la planche est recouverte par les terrains du Crétacé supérieur (Turonien) et du Paléogène (Thanétien et Yprésien).

Le socle paléozoïque affleure essentiellement sur la partie est de la carte dans les vallées de l'Escaut, du Rieu de Barges et du Rieu du Merlin.

Le Tableau 1 ci-dessous reprend toutes les subdivisions géologiques utilisées dans la région de Hertain – Tournai. Les différentes formations sont ensuite décrites de la plus ancienne à la plus jeune.

* Le Ministère de la Région Wallonne est maintenant le Service Public de Wallonie.

Ere	Système	Série	Etage	Formation	Membre	Sigle	Lithologie	
Cénozoïque	Quaternaire	Holocène				AMO	Alluvions modernes - graviers, sables - limons	
		Pléistocène				ALA	Alluvions anciennes - sables, cailloutis de cherts et silex	
	Paléogène	Eocène	Yprésien	Kortrijk	Orchies		ORC	Argiles compactes à fines intercalations sableuses
		Paléocène	Thanétien	Hannut	Grandglise	HAN	GRA	Sables fins finement stratifiés
					Chercq		CHE	Tuffeaux
Louvil	LOU				Argiles sableuses			
Mésozoïque	Crétacé	Supérieur	Turonien	Esplechin		ESP	Craies	
				Vert Galand	Merlin	VEG	MER	Marnes
					Bruyelle	BRU	Marnes et cailloutis	
		Cénomanién	Cornet			COR	Poudingue à matrice calcaire et glauconifère	
		Inférieur		Hainaut			HAI	Argiles, cailloutis, argiles plastiques ligniteuses, sables
		Paléozoïque	Carbonifère	Viséen ?	Moliniacien ?	Pecq		PEC
Tournaisien	Ivorien			Antoing	Warchin	ANT	WAR	Calcaires argilo-siliceux avec minces joints de stratification calcschisteux
					Gaurain-Ramecroix		GAU	
					Calonne supérieur		CAS	
					Calonne inférieur		CAI	
				Tournai	Vaulx	TOU	VAU	Calcaires argilo-siliceux avec minces joints de stratification calcschisteux
					Pont-à-Rieu		PAR	
					Providence		PRO	
Allain	ALL							
Crampon	CRA							
Hastarien	Orient			ORI	Schistes et calcschistes			

Tableau 1. Tableau lithostratigraphique de la région de Hertain – Tournai

III.2.1.1. Les formations du Paléozoïque

Sur la planche 37/5-6 Hertain – Tournai, le Paléozoïque est constitué des calcaires du Carbonifère. Ceux-ci se divisent en deux séries : le Tournaisien et le Viséen. Cependant, la limite entre les deux est très mal connue dans le Hainaut occidental. Il est préférable de parler en terme de formation : d'une part la Formation de Pecq (calcaire et dolomie) et d'autre part, les formations d'Antoing et de Tournai (calcaires argilo-siliceux). Le Dévonien supérieur, le Dévonien moyen et le Silurien ont été rencontrés par sondage et à grande profondeur. Ils ne sont pas décrits dans la notice.

III.2.1.1.1. Le Carbonifère

La Formation de l'Orient (ORI – Tournaisien, Hastarien) est constituée de schistes et de calcschistes gris foncé, avec plusieurs niveaux crinoïdiques et fossilifères, accompagnés occasionnellement de calcaires gréseux. Son épaisseur est de 60 mètres.

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 est constituée essentiellement de calcaires argilo-siliceux gris foncé à noirs en bancs épais (25 à 45 centimètres, 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 (Membre de la Providence et Membre de Pont-à-Rieu). L'épaisseur de la Formation de Tournai est comprise entre 134 et 145 mètres.

La Formation d'Antoing (ANT – Tournaisien, Ivorien et Viséen, Moliniacien) correspond à la partie supérieure du « Calcaire de Tournai ». Elle 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). La formation est constituée essentiellement de calcaires argilo-siliceux gris foncé à noirs en bancs épais de 20 à 80 centimètres, séparés par de minces joints de stratification calcschisteux ou franchement argileux. Ces calcaires correspondent aussi à des micrites, souvent argileuses, imprégnées de silice diagénétique microcristalline. La formation débute juste au-dessus du *Gras Délit*. Celui-ci est une passée d'argilite, épaisse de quelques centimètres à près de 20 centimètres suivant les endroits, qui constitue un excellent niveau repère dans tout le gisement carrier du Tournaisis. La puissance de la formation est d'environ 270 mètres.

La Formation de Pecq (PEC – Viséen, Moliniacien) est constituée de roches assez massives, calcaires et dolomitiques, grenues, crinoïdiques, parfois silicifiées. Cette formation est épaisse de 70 mètres.

III.2.1.2. Les formations du Mésozoïque

III.2.1.2.1. Le Crétacé

La Formation du Hainaut (HAI – Crétacé inférieur) regroupe les dépôts sédimentaires compris entre la surface supérieure du socle paléozoïque et les couches marquant la transgression du Crétacé supérieur. La formation comporte des terrains de nature très variable. Il s'agit essentiellement :

- d'argile noire ou grise de décalcification des calcaires du Carbonifère ;
- de cailloutis roulés ou non, dont les éléments constitutifs sont issus du socle (cherts, quartz, etc.) ;
- d'argile noire plastique, avec ou sans lignite, de concrétions limonitiques et d'intercalations sableuses ;
- de sable blanc, d'argile noire avec parfois des débris de végétaux (voire des couches de lignite).

Toutefois, il s'agit presque toujours de dépôts à caractère continental, composés pour l'essentiel de résidus de l'altération du socle paléozoïque. Ces dépôts semblent jalonner les phénomènes karstiques intenses et les zones de fracturation importante. L'épaisseur est très variable, allant de quelques mètres à plusieurs dizaines de mètres.

La Formation du Cornet (COR – Crétacé supérieur, Cénomaniens) a été introduite pour désigner le « Tourtia de Tournai ». Sauf dans les fractures et les dépressions d'origine karstique, la formation n'a pas été conservée. Elle est constituée d'un conglomérat de galets (débris du socle paléozoïque) à ciment calcaire, ferrugineux et glauconifère. Son épaisseur est inférieure à 10 mètres et même, souvent de moins d'un mètre.

La Formation du Vert Galand (VEG – Crétacé supérieur, Turonien) est constituée du Membre de Bruyelle et du Membre de Merlin. Le Membre de Bruyelle (BRU) est épais de 5 à 20 mètres. Il correspond aux « Dièves moyennes » et « supérieures » (ancienne dénomination) ; les « Dièves inférieures », attribuées au Cénomaniens, ne semblent pas être présentes dans le 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 épais de 5 à 10 mètres. Il correspond, dans le Tournaisis, aux « Fortes Toises » (ancienne dénomination). Il est constitué de marnes gris blanc à glauconie fine et de marnes crayeuses blanches contenant de nombreuses indurations siliceuses.

La Formation d'Esplechin (ESP – Crétacé supérieur, Turonien) se limite à sa base sur la planche Hertain – Tournai. En allant vers la France, la formation devient plus épaisse et son sommet est connu. La formation est constituée d'une craie blanche à grise, à gros silex noirs. Elle présente des poches de dissolution au toit de la craie.

III.2.1.3. Les formations du Cénozoïque

III.2.1.3.1. Le Paléogène

La Formation de Hannut (HAN – Paléocène, Thanétien) se subdivise en trois membres. A la base des dépôts thanétiens se trouve le Membre de Louvil. Celui-ci passe, au-dessus et latéralement, au Membre de Chercq. Le sommet de la formation est occupé par le Membre de Grandglise. Le Membre de Louvil (LOU) est constitué, sur une épaisseur de 0 à 10 mètres, d'une argile grasse vert pâle, sableuse et glauconifère. Cette argile repose souvent sur un cailloutis de silex verdis. D'Ouest en Est, le caractère argileux s'amenuise et le caractère arénacé devient prépondérant. On passe alors au Membre de Chercq (CHE). Celui-ci est composé d'un tuffeau (grès friable) argileux à la base et de grès opalifère au sommet. Il est peu développé sur la carte Hertain – Tournai. Le Membre de Grandglise (GRA) est bien représenté sur la feuille. Son épaisseur est cependant très variable (de 2 à 35 mètres). Le membre est formé, de bas en haut, de sables verts, fins, glauconieux (lorsque la glauconie est oxydée, les sables deviennent jaunes), finement stratifiés, des niveaux de grès très durs et des sables blanchâtres.

La Formation de Kortrijk (KOR – Eocène, Yprésien) est représentée, sur la carte Hertain – Tournai, par un seul membre : le Membre d'Orchies. Celui-ci n'est présent qu'au sommet de quelques buttes dont celle de Saint Maur, au Sud-Est de la carte. Il se présente sous forme d'argiles plastiques et compactes, de teintes foncées, présentant parfois de fines intercalations sableuses et au sommet, d'argiles plus sableuses. L'épaisseur de la formation est de 10 mètres.

III.2.1.3.2. Le Quaternaire

Les limons (LIM – Pléistocène) ont une épaisseur variable (entre 0 et plus de 10 mètres) et conditionnée par le relief. Il s'agit principalement de limons ou de loess très homogènes jaunes, brunâtres. Localement, des accumulations de cailloux peuvent se rencontrer. Les limons ne sont pas représentés sur la carte hydrogéologique.

Les alluvions anciennes (ALA – Pléistocène) se rencontrent dans la vallée de l'Escaut ainsi que dans un certain nombre de vallées secondaires. Ces alluvions sont constituées principalement de sables et de cailloutis de cherts et silex. Au Nord de Tournai, le niveau de base du creusement de la vallée pléistocène de l'Escaut se situe sous la cote 0 mètre, alors que l'Escaut actuel coule à une altitude de 15 mètres.

Les alluvions modernes (AMO – Holocène) sont des dépôts fluviaux sablo-argileux de fond de vallée avec, localement, des intercalations de niveaux tourbeux et des niveaux de graviers ou de galets.

III.2.2. Cadre structural

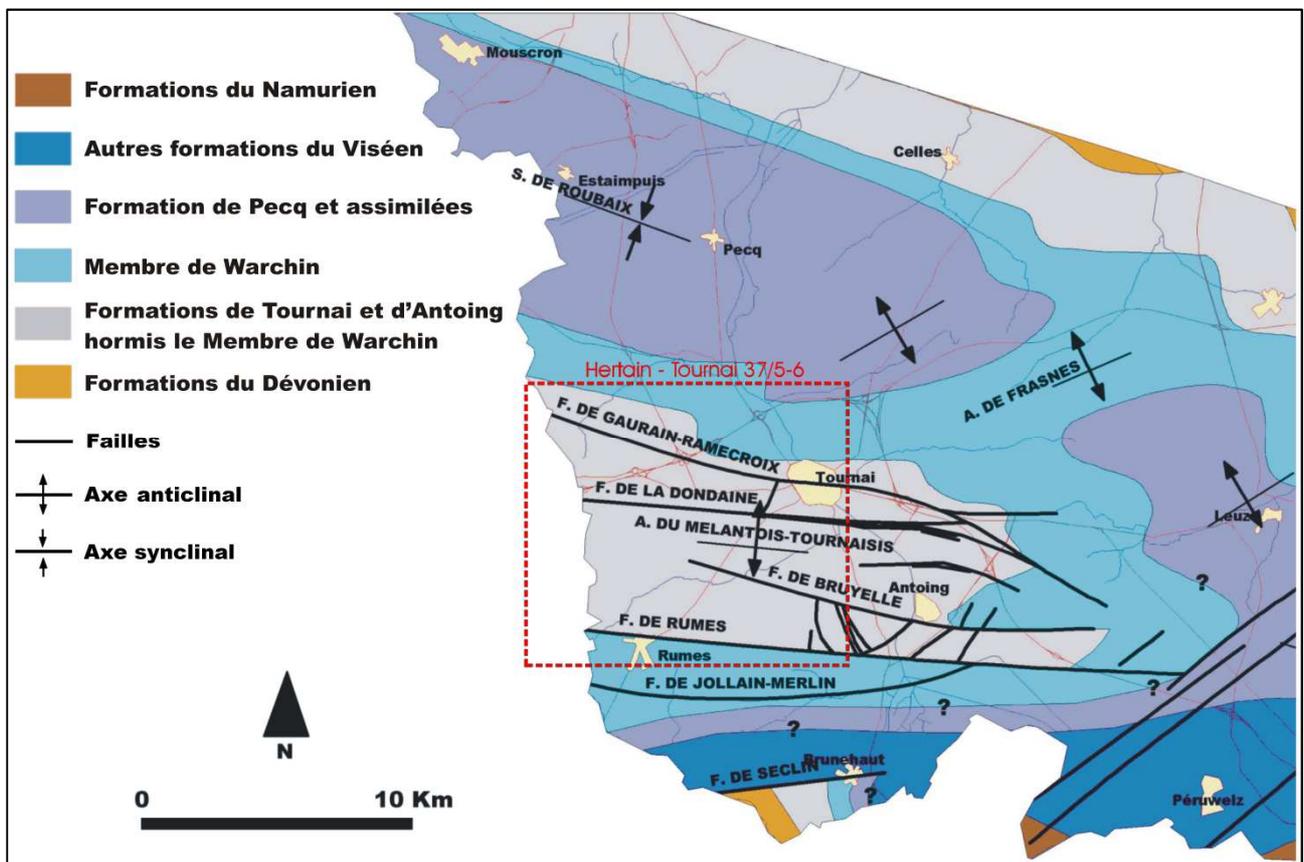


Figure III.3. Carte structurale schématique du socle paléozoïque du Tournaisis et localisation de la carte 37/5-6- Hertain – Tournai (source : Hennebert M. & Doremus P., 1997 ; Kaufmann, 2000 ; modifié)

Le substratum paléozoïque du Tournaisis appartient à la partie occidentale de l'Unité Parautochtone de Namur. Seule la tectonique des calcaires et dolomies carbonifères du Tournaisis sera examinée en détail par la suite. L'analyse structurale de la couverture méso-cénozoïque ne fera l'objet que de quelques remarques.

Le centre de la région et de la carte Hertain – Tournai est occupé par une structure appelée « Anticlinal faillé du Mélantois – Tournaisis » correspondant à une surélévation des terrains. Les Formations de Tournai et d'Antoing sont ramenées à l'affleurement à la faveur de cet anticlinal. Cette structure est mise en évidence, dans la partie est de la carte, par les vallées de l'Escaut et du Rieu de Barges qui entaillent la couverture méso-cénozoïque, faisant ainsi affleurer le socle paléozoïque. L'Anticlinal du Mélantois – Tournaisis est une structure ayant l'allure d'un horst d'axe orienté Est-Ouest qui s'ennoie vers l'Est. Il est affecté de grandes failles subverticales légèrement courbes et de direction générale Est-Ouest. Ce sont pour la plupart des failles décrochantes dextres. La Figure III.3 présente une synthèse de la structure basée sur les travaux de M. Hennebert et P. Doremus (1997) et de M. Hennebert (1998). Cette structure trouve son origine dans une compression oblique dextre tardi-hercynienne.

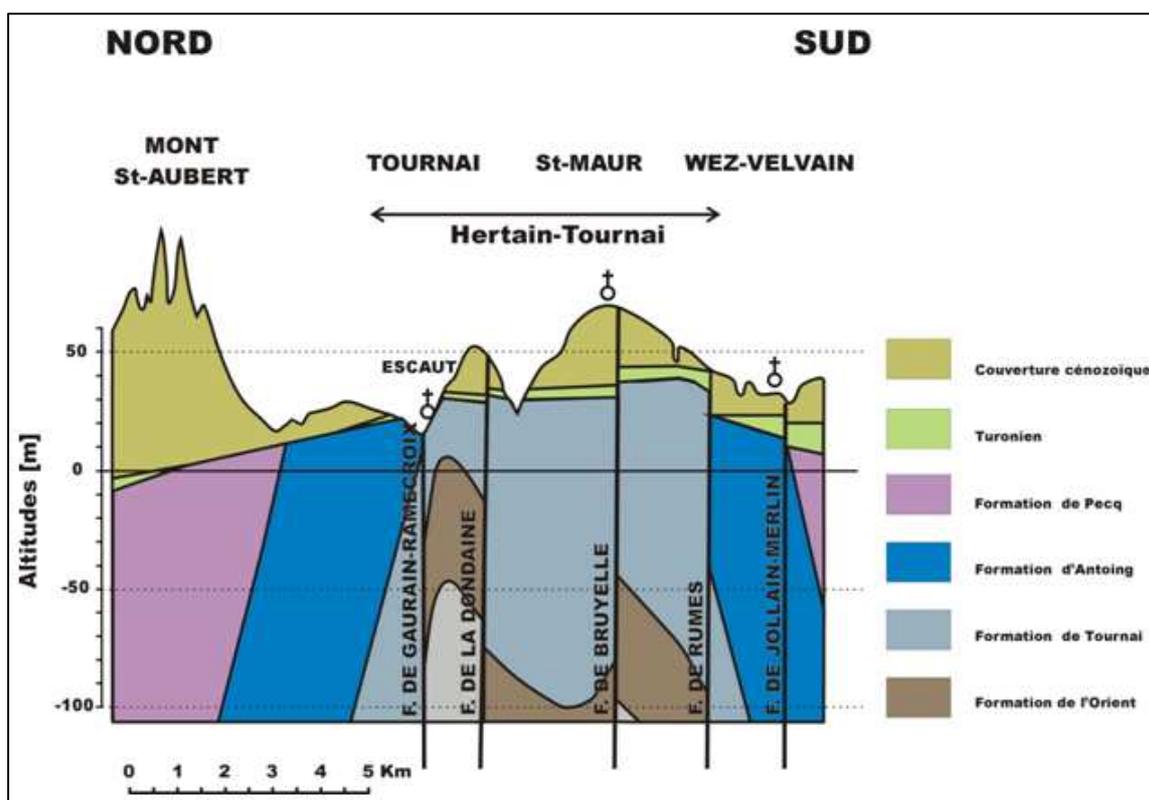


Figure III.4. Coupe Nord – Sud de l'Anticlinal faillé du Mélantois – Tournaisis (d'après M. Hennebert, 1998, modifié) – les hauteurs sont fortement exagérées (50 fois)

Sur la Figure III.4 et sur la coupe hydrogéologique du poster A0 joint à cette notice, il est possible d'observer que les blocs situés entre la faille de Gaurain-Ramecroix et celle du Rumes ont été surélevés*. La partie centrale de la structure, située entre les failles de la Dondaine et de Bruyelle, est légèrement affaissée par rapport aux blocs extérieurs (compris d'une part entre la faille de Gaurain-Ramecroix et celle de la Dondaine, et d'autre part entre la faille de Bruyelle et celle de Rumes).

Au point de vue de la structure et de la tectonique régionale, il faut également rajouter qu'au Nord de la faille de Gaurain-Ramecroix se développe une large structure synclinale appelée « Synclinal de Roubaix » (voir Figure III.3). Le cœur de ce synclinal est constitué des calcaires et dolomies de la Formation de Pecq. La continuité de cette structure d'axe ENE – WSW est perturbée vers l'Est par un ou plusieurs anticlinaux transverses, dont l'Anticlinal de Frasnes.

L'Anticlinal faillé du Mélantois – Tournaisis a connu plusieurs épisodes de rajeunissement méso-cénozoïques. En effet, les nombreux indices de mouvements tectoniques post-hercyniens sont loin d'être négligeables. Les rejets des failles (affectant les marnes turoniennes, les sédiments cénozoïques et même quaternaires) indiquent des déplacements lors de plusieurs phases distinctes. Des discordances angulaires locales entre le Thanétien et l'Yprésien, témoins de l'existence dans la région de mouvements tectoniques au cours de l'ère Tertiaire, ont également été observées.

* Les failles ont joué fortement à la fin du Carbonifère (environ 100 mètres de rejet vertical) et plus faiblement au Tertiaire (10 mètre maximum de rejet vertical).

IV. CADRE HYDROGÉOLOGIQUE

IV.1. DESCRIPTION DES UNITÉS HYDROGÉOLOGIQUES

Les unités hydrogéologiques définies pour la carte 37/5-6 Hertain - Tournai sont décrites ci-dessous dans l'ordre stratigraphique, de la plus ancienne à la plus jeune. Elles sont reprises dans le Tableau 2 synthétique ainsi que dans le tableau de correspondance du poster A0 joint à la notice. Selon les caractéristiques hydrodynamiques, les unités hydrogéologiques sont définies en termes de :

- Aquifère : formation perméable contenant de l'eau en quantité exploitable ;
- Aquitard : formation géologique de nature plutôt imperméable et semi-perméable dans laquelle l'écoulement se fait à une vitesse beaucoup plus réduite que dans un aquifère. Son exploitation est possible mais de productivité limitée ;
- Aquiclude : corps (couche, massif) de roches saturées, très faiblement conducteur d'eau souterraine, dont on ne peut extraire économiquement des quantités d'eau appréciables.

Plusieurs aquifères superposés, séparés par des niveaux imperméables, sont présents dans la région. L'aquifère principal est néanmoins celui qui se développe dans les calcaires du Carbonifère. D'autres aquifères superficiels existent dans la couverture méso-cénozoïque (craies turoniennes, sables et tuffeaux thanétiens, et alluvions quaternaires).

IV.1.1. L'aquiclude des schistes du Carbonifère

La Formation de l'Orient est constituée principalement de schistes et de calcschistes. Elle est considérée comme la formation de base, imperméable, de l'aquifère des calcaires du Carbonifère. Elle est visible dans l'anticlinal du Mélantois-Tournais sur la coupe de la Figure III.4 et sur le poster A0 joint à la notice.

IV.1.2. L'aquifère des calcaires du Carbonifère

Un aquifère important se développe dans les calcaires et les dolomies du Carbonifère inférieur. 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 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.

Ere	Système	Série	Etage	Formation	Membre	Sigle	Lithologie	Hydrogéologie			
Cénozoïque	Quaternaire	Holocène				AMO	Alluvions modernes - graviers, sables - limons	Aquifère alluvial			
		Pléistocène				ALA	Alluvions anciennes - sables, cailloutis de cherts et silex				
	Paléogène	Eocène	Yprésien	Kortrijk	Orchies		ORC	Argiles compactes à fines intercalations sableuses	Aquiclude - aquitard des argiles de l'Eocène		
		Paléocène	Thanétien	Hannut	Grandglise	HAN	GRA	Sables fins finement stratifiés	Aquifère des sables du Paléocène		
					Chercq		CHE	Tuffeaux			
					Louvil		LOU	Argiles sableuses			
Mésozoïque	Crétacé	Supérieur	Turonien	Esplechin		ESP	Craies	Aquifère des craies du Crétacé			
				Vert Galand	Merlin Bruyelle	VEG	MER BRU	Marnes Marnes et cailloutis	Aquiclude des marnes du Turonien		
			Cénomanién	Cornet			COR	Poudingue à matrice calcaire et glauconifère			
			Inférieur	Hainaut			HAI	Argiles, cailloutis, argiles plastiques ligniteuses, sables	Aquiclude de remplissage du Hainaut		
		Paléozoïque	Carbonifère	Viséen ?	Moliniacien ?	Pecq		PEC	Calcaires et dolomies	Aquifère des calcaires du Carbonifère	
				Tournaisien	Ivorien	Antoing	Warchin		WAR		Calcaires argilo-siliceux avec minces joints de stratification calcschisteux
							Gaurain-Ramecroix		GAU		
							Calonne supérieur		CAS		
Calonne inférieur							CAI				
Tournai	Vaulx					VAU	Calcaires argilo-siliceux avec minces joints de stratification calcschisteux				
	Pont-à-Rieu					PAR					
	Providence				TOU	PRO					
	Allain					ALL					
Crampon				CRA							
Hastarien	Orient			ORI	Schistes et calcschistes	Aquiclude des schistes du Carbonifère					

Tableau 2. Tableau de correspondance 'Géologie – Hydrogéologie' de la région de Hertain – Tournai

Pour rappel, les calcaires et dolomies du Carbonifère inférieur du bord nord - ouest de l'Unité Parautochtone de Namur 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.

La nappe des calcaires du 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 « Synclinorium de Namur ».

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 Carbonifère en plusieurs parties (voir 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 Mélantois – Tournaisis et de l'anticlinal transverse de Frasnes ;
- une zone au Sud de la faille de la Dondaine, souvent rattachée à la zone de Frasnes – Péruwelz – Seneffe ;
- une zone comprise entre la faille de Gaurain-Ramecroix et celle de la Dondaine.

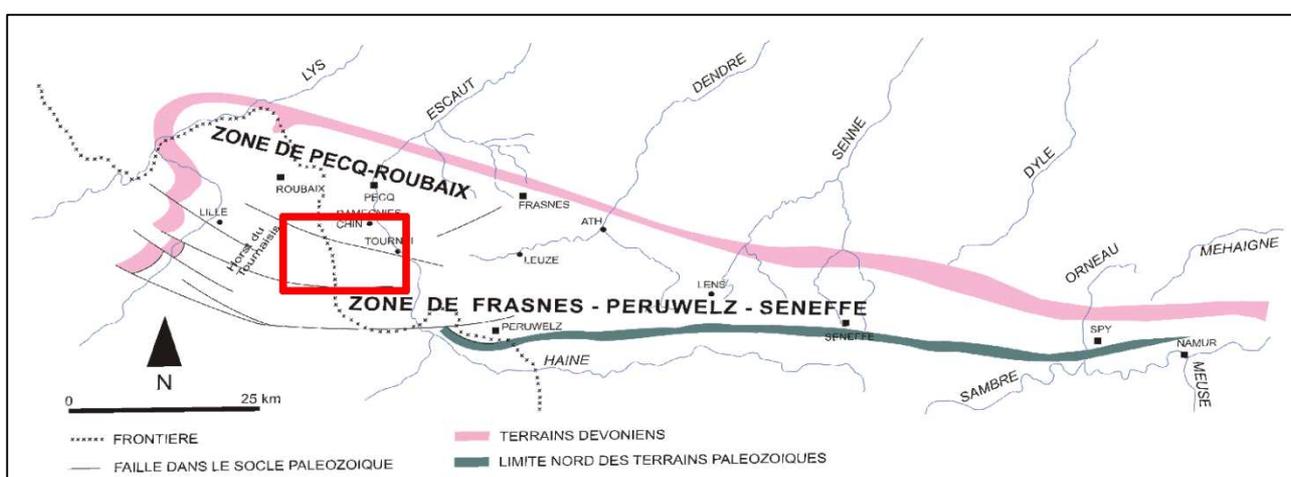


Figure IV.1. Divisions principales de la nappe des calcaires du Carbonifère (d'après Youssouf H., 1973, modifié) et localisation de la carte 37/5-6 Hertain – Tournai

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 marnes, sables argileux et argiles), ce qui lui confère un caractère 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.

Par ailleurs, entre Tournai et Ramegnies-Chin, il n'y a pas de couverture imperméable, ce qui entraîne une drainage des nappes superficielles vers les calcaires du Carbonifère sous-jacent (Rapport du projet « Transhennuyère »).

* 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 (source : Dictionnaire de Géologie, A. Foucault et J.-F. Raoult).

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

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

- la Formation de Pecq ;
- la Formation d'Antoing ;
- la Formation de Tournai.

La Formation de Pecq est présente au Nord de la carte, sous recouvrement méso-cénozoïque. Ce sont des calcaires crinoïdiques plus ou moins dolomités, parfois silicifiés. La Formation de Pecq est considérée comme la formation sommitale de l'aquifère des calcaires du Carbonifère. Le Membre de Warchin (de la Formation d'Antoing) est constituée de calcaires plus siliceux. Ce membre est moins aquifère que la Formation de Pecq, mais ils sont tous deux affectés par le karst. Les formations d'Antoing et de Tournai sont beaucoup moins aquifères que la Formation de Pecq (voir VIII. Paramètres d'écoulement et de transport, page 58).

IV.1.3. L'aquiclude de remplissage du Hainaut

La Formation du Hainaut, appartenant au Crétacé, 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 Carbonifère et semblent jalonner les phénomènes karstiques et les zones de fracturation.

IV.1.4. L'aquiclude des marnes du Turonien

L'aquiclude des marnes du Turonien est constituée principalement par la Formation du Vert Galand (Turonien), composée essentiellement de marnes (mélange de calcaire et d'argile). La Formation du Cornet, appartenant au Cénomaniens, est assimilée à cette unité, car elle possède une matrice à composante marneuse et n'est présente qu'à l'état de relique dans le Tournaisis.

* F.P.Ms., 1996 : Le projet « Transhennuyère » : son influence sur la nappe aquifère du calcaire carbonifère dans la région de Péruwelz – Rapport Final, 42 p.

F.P.Ms., 1998 : Le projet « Transhennuyère » Actualisation de l'étude : Influence sur la nappe aquifère du calcaire carbonifère dans la région de Péruwelz, 14 p.

IV.1.5. L'aquifère des craies du Crétacé

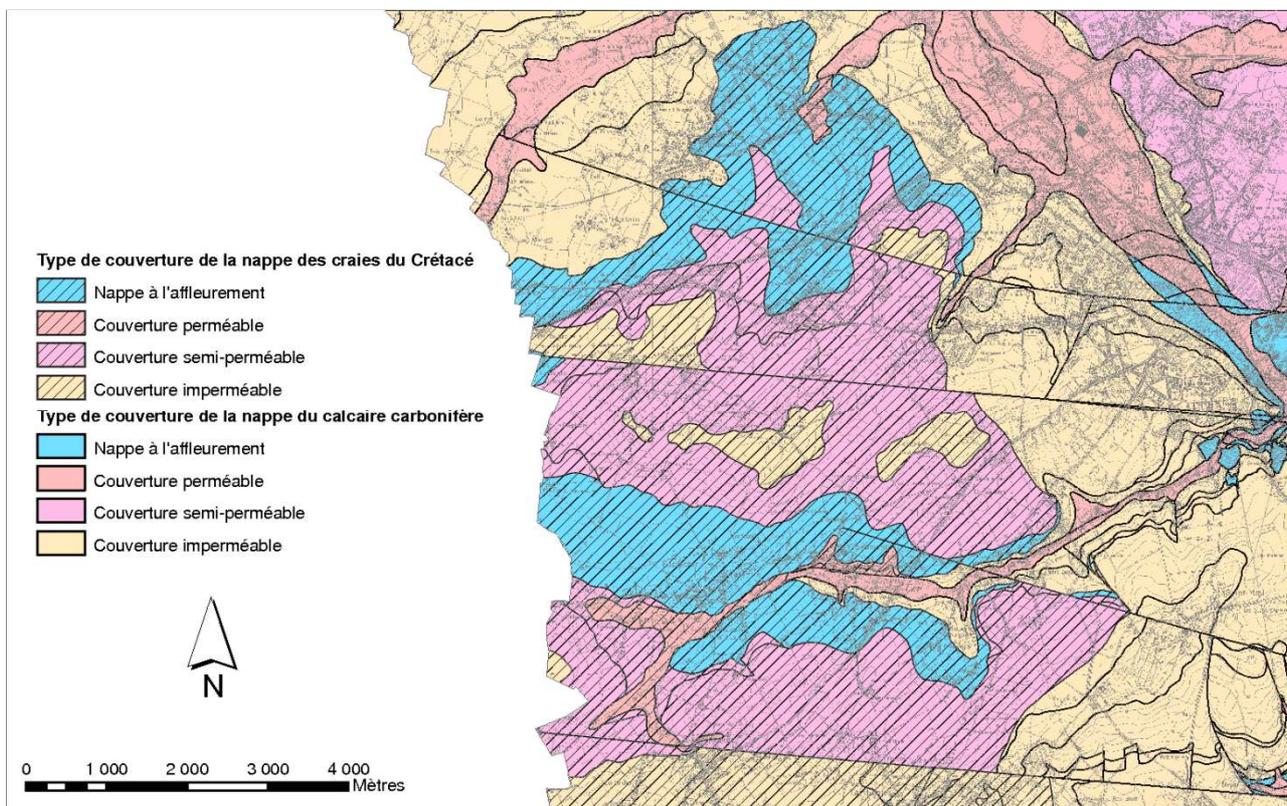


Figure IV.2. Carte du caractère de la couverture des nappes des craies du Crétacé et des calcaires du Carbonifère – l'extension des craies est symbolisée par la trame hachurée

L'extension de l'aquifère des craies du Crétacé inférieur, représenté par une trame hachurée, est visible sur la carte thématique « Carte des informations complémentaire et des caractères de couverture des nappes » au 1/50 000 et sur la Figure IV.2.

Cet aquifère est peu épais (il s'épaissit en direction de la France) et est hydrauliquement séparé de l'aquifère des calcaires du Carbonifère par l'aquiclude des marnes du Turonien. Il est peu exploité en Belgique, mais beaucoup plus en France.

L'aquifère des craies du Crétacé affleure sur une bonne partie de la carte. Par endroit, il est recouvert par les argiles sableuses et les sables du Thanétien (Membre de Louvil et Membre de Grandglise). Cette couverture semi-perméable lui assure une certaine protection et lui donne un caractère semi-captif.

IV.1.6. L'aquiclude des argiles du Paléocène

L'aquiclude des argiles du Paléocène est constitué par les argiles sableuses du Membre de Louvil (Formation de Hannut). Son épaisseur est faible (inférieure à 10 mètres) et augmente vers l'Ouest et le Nord-Ouest mais reste insuffisante pour former une barrière hydrogéologique imperméable.

IV.1.7. L'aquifère des sables du Paléocène

L'aquifère des sables du Paléocène se compose des membres de Chercq et de Grandglise (Formation de Hannut). Le Membre de Chercq, constitué de tuffeau, est perméable. Mais, c'est principalement le Membre de Grandglise, composé de sables (thanétiens), qui contient une nappe.

Par endroit, ces sables sont au contact de l'aquifère des craies du Crétacé, et dans le Nord – Est, au contact du l'aquifère des calcaires du Carbonifère. Les nappes sont alors en continuité hydraulique.

IV.1.8. L'aquiclude – aquitard des argiles de l'Eocène

Les argiles compactes du Membre d'Orchies (Formation de Kortrijk) forment l'aquiclude des argiles de l'Eocène. Elles sont peu perméables et constituent une couche de protection pour les aquifères sous-jacents. Cependant, le Membre d'Orchies a une faible épaisseur et est peu étendu.

IV.1.9. L'aquifère alluvial

Les premières nappes rencontrées dans les vallées, toujours superficielles, sont celles respectivement des alluvions modernes de l'Holocène et des alluvions anciennes du Pléistocène de l'Escaut et du Rieu de Barges.

Ces alluvions très hétérogènes sont constituées de lentilles sableuses et argileuses, qui en font un aquifère discontinu à nappe libre. Cette nappe superficielle contenue dans les alluvions est en relation directe avec l'aquifère des calcaires du Carbonifère à Tournai, au Sud de Tournai et dans la partie aval du Rieu de Barges (calcaire à l'affleurement). Ceci amène à considérer ces deux aquifères en continuité hydraulique et en intercommunication avec l'Escaut drainante.

Ailleurs, l'aquifère alluvial repose sur l'aquiclude des marnes du Turonien (peu perméable à imperméable), et, dans la partie amont du Rieu de Barges, sur l'aquifère des craies du Crétacé. A cet endroit, le cours d'eau est en relation avec l'aquifère des craies.

IV.2. DESCRIPTION DE L'HYDROGÉOLOGIE RÉGIONALE

IV.2.1. Cadre général

IV.2.1.1. L'aquifère des calcaires du Carbonifère

Dans son ensemble, depuis Namur à l'Est, jusqu'à la frontière française à l'Ouest, la nappe des calcaires du Carbonifère présente un écoulement d'orientation générale E-W. A 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.

Avant la révolution industrielle, le niveau piézométrique de la nappe des calcaires du 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 siècle passé, la nappe des calcaires du 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. 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 antérieur. Cette baisse des niveaux piézométriques a commencé à se faire sentir nettement dans le nord du Tournaisis vers 1930. La Figure IV.3 ci-dessous présente l'allure de la surface piézométrique des années 1990 dans le Tournaisis. Plusieurs zones différentes s'en dégagent :

- sur l'Anticlinal faillé du Mélantois-Tournaisis, les niveaux sont localement rabattus dans la zone des carrières (situées sur la carte 37/7-8 Antoing – Leuze) dont l'influence est visible sur la carte piézométrique ;
- au Sud de l'anticlinal et dans l'Est du Tournaisis, les niveaux restent proches de l'équilibre naturel. Dans l'Est, la carte des isopièzes montre l'existence d'une crête de partage située au Sud de Leuze. Au Nord de cette crête, les eaux s'écoulent vers le bassin de la Dendre alors qu'au Sud, elles se dirigent vers le bassin des Vernes de Basècles et de Bury. Dans le Sud-Est du Tournaisis, la nappe est localement artésienne, en particulier dans la région de Péruwelz ;
- le relèvement des calcschistes de l'Orient entre les failles de Gaurain-Ramecroix et de la Dondaine joue le rôle de barrière hydrogéologique (A. Rorive & M. Hennebert, 1997). Vers l'Est, les anticlinaux transverses (anticlinal de Frasnes-lez-Anvaing) isolent encore un peu plus la partie Nord-Ouest de la nappe.

Ces constatations ont amené les hydrogéologues à distinguer différentes zones au sein de la nappe des calcaires du Carbonifère, citées et expliquées au point IV.1.2, page 19).

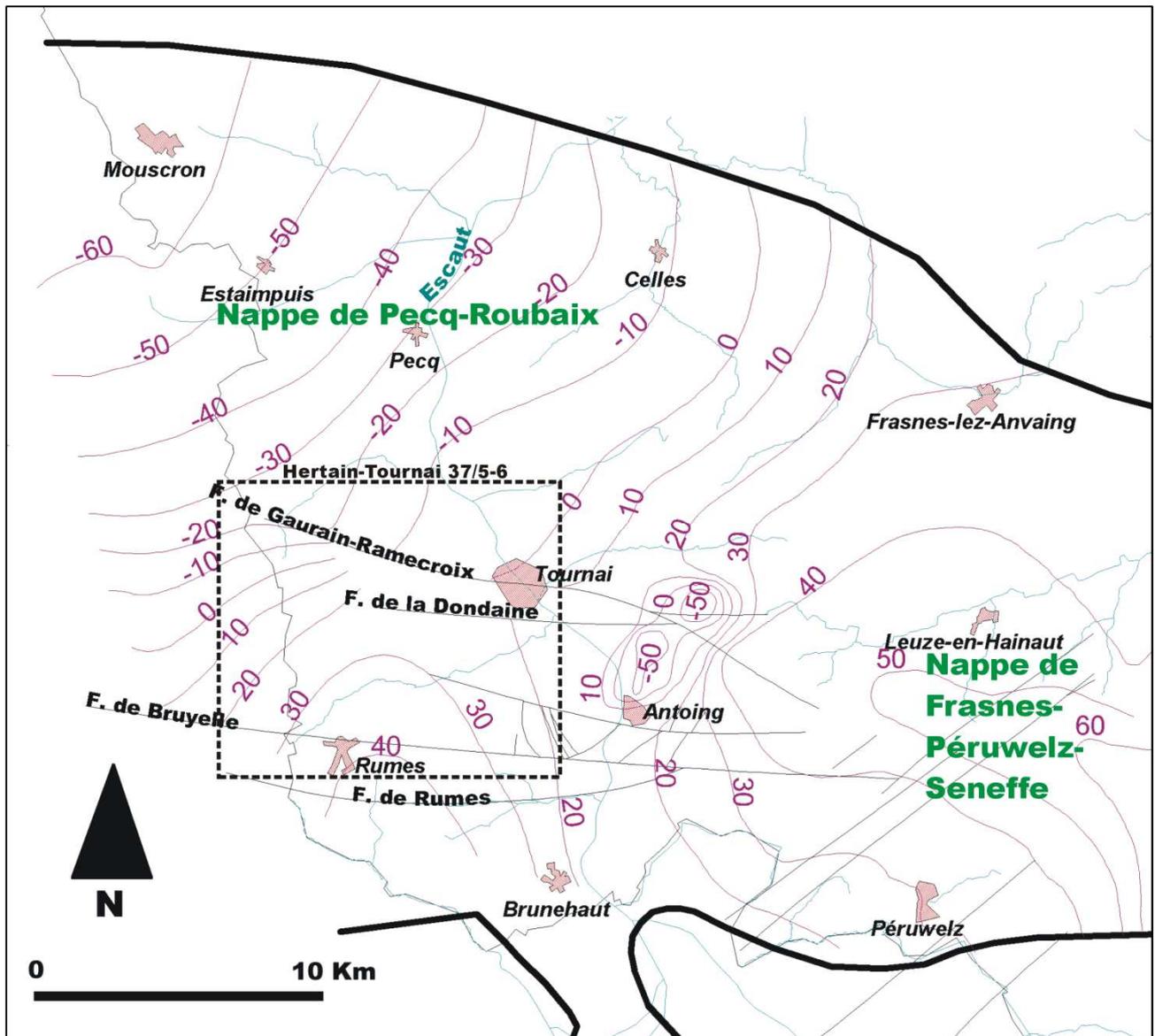


Figure IV.3. Carte piézométrique de la nappe des calcaires du Carbonifère dans le Tournaisis vers 1990
(d'après A. Rorive et M. Hennebert, inédit)

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

- l'infiltration des eaux météoriques dans les zones d'affleurement des calcaires et dans les zones à couverture perméable (sables thanétiens, limons et alluvions quaternaires) ;
- la drainance dans les zones où le socle paléozoïque est surmonté par des formations semi-perméables (marnes turonienne).

Contrairement à la zone de Frasnés – Péruwelz – Seneffe, la zone de Pecq – Roubaix est peu réalimentée par l'infiltration des eaux de pluie.

En particulier, dans le Tournaisis, les zones d'affleurement sont limitées et s'observent plus à l'Est (carte 37/7-8 Antoing – Leuze). Les principales zones d'alimentation directe dans le Tournaisis se situent donc :

- le long du cours de l'Escaut à hauteur de l'Anticlinal faillé du Mélantois – Tournaisis ;
- dans la dépression du Rieu d'Amour et du Rieu de Warchin, rive droite de l'Escaut au Sud du Mont St-Aubert ;
- entre Bury, Péruwelz et Thumaide dans l'angle Sud – Est de la région ;
- dans la vallée de la petite Dendre en amont de Leuze.

IV.2.1.2. Les autres nappes

Dans les terrains de couverture, plusieurs nappes peuvent se développer suite à l'alternance de formations imperméables et de formations perméables. Les nappes qui se développent dans la couverture méso-cénozoïque sont moins connues que celle des calcaires du Carbonifère du fait du moindre intérêt économique.

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

Les niveaux potentiellement aquifères sont les limons quaternaires, les alluvions quaternaires, les sables du Thanétien (Membres de Chercq et de Grandglise de la Formation de Hannut) et les craies du Turonien supérieur (Formation d'Esplechin). Parmi ceux-ci, seules les formations quaternaires et les sables thanétiens sont susceptibles de receler une nappe importante dans la région du Tournaisis. Les craies aquifères, très exploitées en France (vu l'épaisseur plus importante), le sont beaucoup moins dans le Tournaisis.

IV.2.2. Piézométrie de la planche 37/5-6 Hertain – Tournai

Les mesures prises dans les ouvrages (puits, piézomètres) établis dans les calcaires du Carbonifère ont permis d'établir des courbes isopièzes (symbolisées par des traits rouges avec indication de la cote altimétrique). Ces dernières ont été reportées sur le fond topographique de la carte principale au 1/25 000 du poster A0 accompagnant cette notice. Les courbes piézométriques ont été tracées pour la nappe des calcaires du Carbonifère. Par manque de données, la piézométrie n'a pu être tracée à la frontière française.

Quelques cotes piézométriques ponctuelles sont disponibles pour la nappe des craies crétacées. Elles n'ont pas permis de tracer la piézométrie de l'aquifère des craies du Crétacé, mais ont été reportées sur la carte.

L'étude de la piézométrie de la planche Hertain – Tournai a nécessité la mise en place d'un réseau de mesures piézométriques. En juin 2001, une campagne de mesure piézométrique a été effectuée sur ce réseau. Parmi 133 points recensés et existants en 2001, 92 ouvrages ont été estimés fiables pour des mesures de la piézométrie de la nappe des calcaires du Carbonifère et de la nappe des craies du Crétacé.

Sur ces 92 ouvrages, 42 se trouvent implantés dans l'aquifère des calcaires du Carbonifère, 18 dans l'aquifère des craies du Crétacé, 13 dans l'aquiclude des marnes du Turonien, 19 dans l'aquifère des sables du Paléocène et les limons.

Plusieurs zones aux évolutions piézométriques différentes se dégagent :

- Au Sud – Sud-Est de la carte (Sud de la faille de la Dondaine), la nappe est drainée vers le Nord-Est par l'Escaut et l'exhaure des carrières situées sur la carte Antoing – Leuze au Nord d'Antoing. Cette nappe est semi-captive à Ere, Saint-Maur et captive vers le Sud-Ouest à Froidmont ;
- Au Nord de la faille de Gaurain-Ramecroix, où l'effet de seuil hydrogéologique joué par le bloc compris entre les failles de Gaurain-Ramecroix et de la Dondaine est bien marqué, la piézométrie montre un écoulement vers le Nord-Ouest, c'est-à-dire vers le centre de la nappe de Pecq – Roubaix. La piézométrie est déformée dans la vallée de l'Escaut suite à l'exploitation des captages de la S.W.D.E. et non à un drainage des eaux vers l'Escaut (qui coule sur les marnes, à cet endroit). Dans cette zone, le toit du socle paléozoïque plonge vers le nord (voir la « carte des isohypses de la base et du toit de l'aquifère des calcaires du Carbonifère ») et est surmonté de dépôts marneux peu perméables (exception faite pour le centre de Tournai). La nappe y était initialement captive mais le sommet de l'aquifère est actuellement légèrement dénoyé entre Kain et Froyennes et davantage en allant

vers le Nord – Nord-Ouest (Blandain). A Blandain, la nappe présente un dénoyage de 20 mètres ;

- La zone entre la faille de Gaurain-Ramecroix et la faille de la Dondaine, pour laquelle la piézométrie n'a pu être tracée par manque de données, marque la discontinuité des valeurs de charges hydrauliques entre la zone au Nord et la zone au Sud définies ci-dessus.

IV.2.3. Evolution piézométrique de l'aquifère des calcaires du Carbonifère

La fluctuation piézométrique est illustrée uniquement pour la nappe des calcaires du Carbonifère. Quatre zones de l'aquifère sont couvertes :

- la première zone (voir Figure IV.4 et Figure IV.5) se situe à Willemeau sur le Rieu de Barges ; trois ouvrages sont considérés : 'Place de Willemeau', 'Etude Sideho (645.22)' et 'sans nom' sont tous trois des piézomètres (de profondeur inconnue) de l'ancienne S.I.D.E.H.O.. Ils sont implantés dans l'aquifère captif des calcaires sous couverture de l'aquiclude des marnes du Turonien ;
- la deuxième zone (voir Figure IV.4 et Figure IV.6) se situe au Sud de Tournai, à proximité des anciennes carrières de Barges-Delwart et du Cornet. Il se trouve également sur le Rieu de Barges, mais plus en aval de la première zone, juste avant l'Escaut. Deux ouvrages sont représentés : 'Rieu de Barges' et 'Rue d'en bas', appartenant anciennement à la S.I.D.E.H.O. sont surveillés par la Région Wallonne. Ce sont des piézomètres implantés dans l'aquifère libre des calcaires (sous les alluvions). Leur profondeur est de respectivement 6.9 mètres et 10 mètres ;
- la troisième zone (voir Figure IV.4 et Figure IV.7) se situe au Nord de Tournai, dans le zoning commercial et le Faubourg de Maire, sur l'Escaut. Quatre piézomètres de la S.W.D.E. sont implantés dans l'aquifère libre des calcaires du Carbonifère, sous l'aquifère alluvial. 'Faubourg de Maire. PZ A.de emprise I.' a une profondeur de 26 mètres, 'Faubourg de Maire. PZ B.de emprise I.' a une profondeur de 85 mètres, 'Zoning Commercial.PZB de emprise III. (ELDI.)' a une profondeur de 32 mètres et 'Zoning Commercial. Témoin de emprise III.' a une profondeur de 24 mètres. Les ouvrages du zoning commercial sont distants des ouvrages du Faubourg du Maire de presque 800 mètres. Ces quatre ouvrages permettent de surveiller les captages Emprise I et Emprise III ;

- la quatrième zone (voir Figure IV.4 et Figure IV.8) se situe plus au Nord – Ouest de la carte, près de Blandain. Le piézomètre ‘Cocriamont (SGB 303)’ a une profondeur de 53 mètres. Il traverse l’aquiclude des marnes avant d’atteindre l’aquifère, surexploité à cet endroit, des calcaires du Carbonifère.

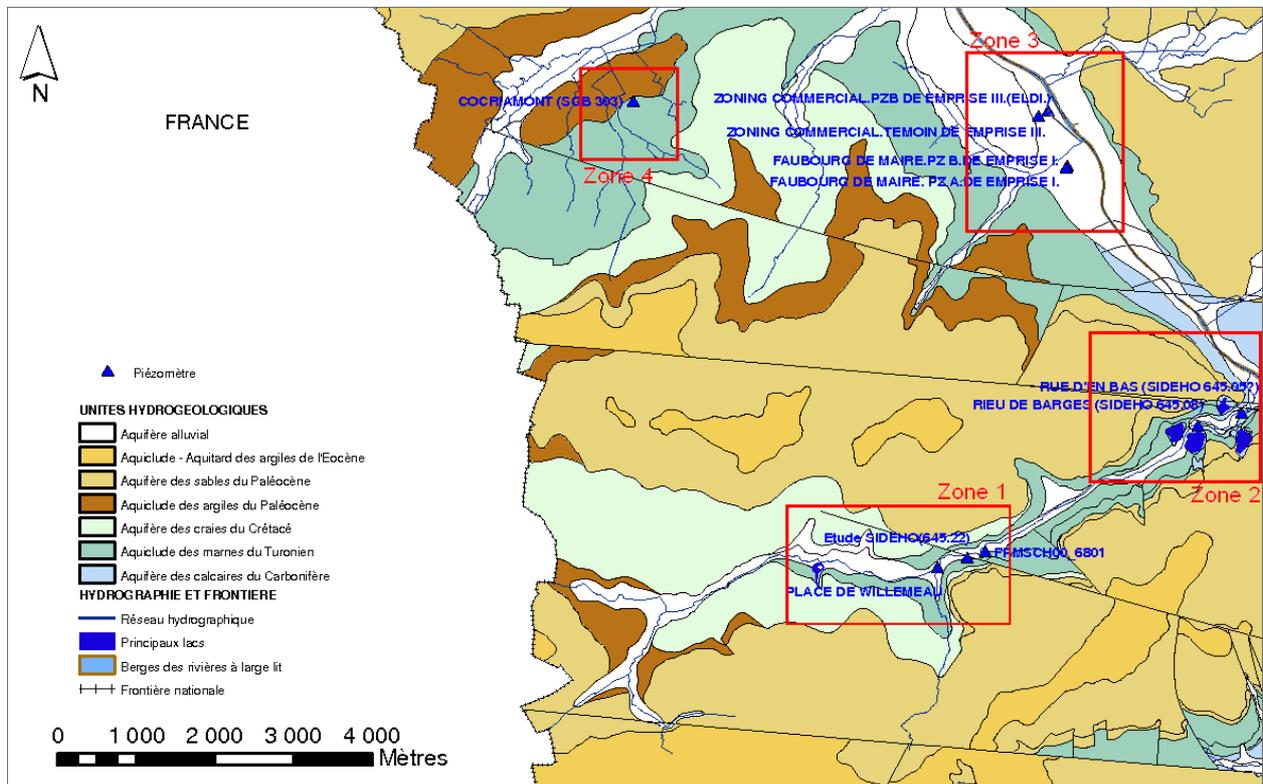


Figure IV.4. Localisation des différents piézomètres suivis

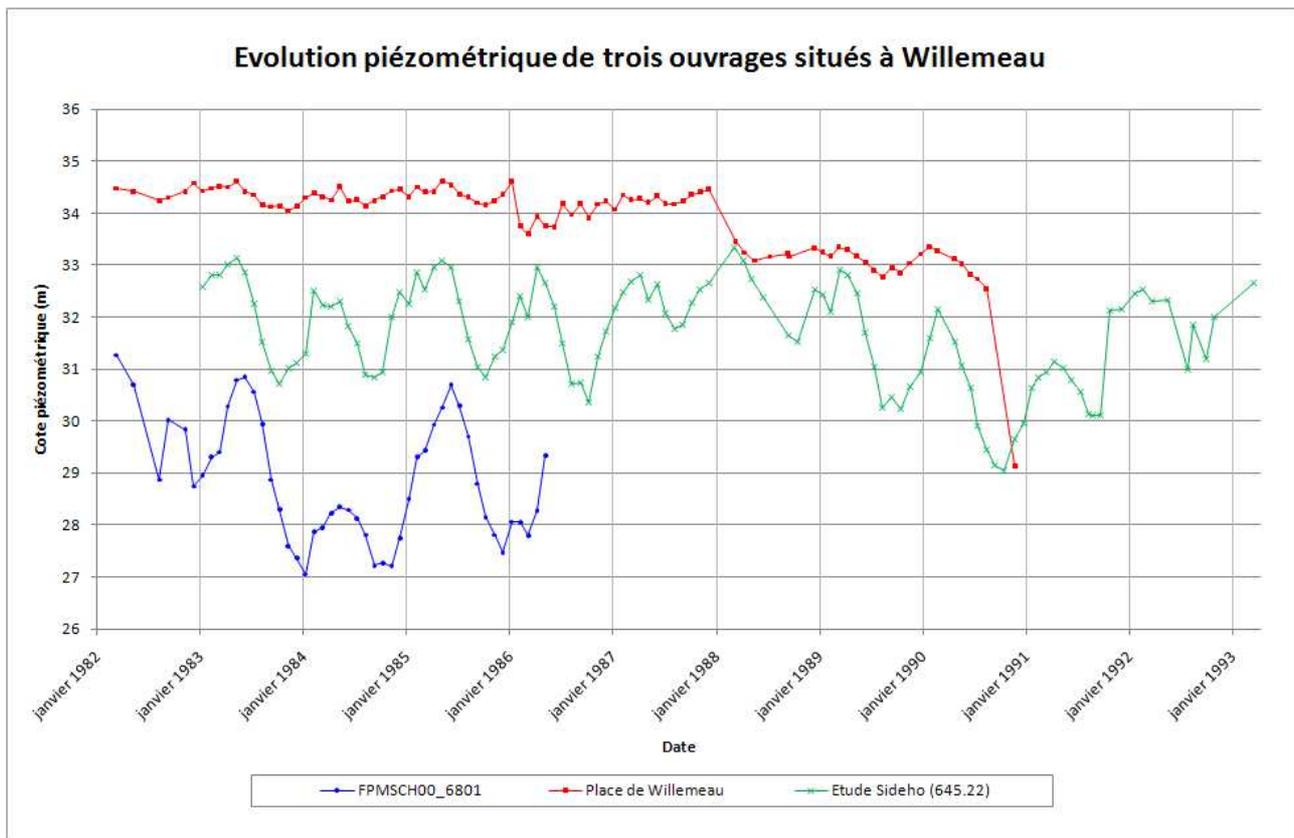


Figure IV.5. Evolution piézométrique de trois ouvrages situés à Willemeau (Place de Willemeau, Etude Sideho (645.22) et FPMSC00_6801)

Zone 1

Les piézomètres ('Place de Willemeau', 'Etude Sideho (645.22)' et 'sans nom') sont mesurés depuis 1982 et 1983 (voir Figure IV.5). Seul le troisième piézomètre n'a pas été suivi au-delà de 1986. Les deux autres ont été suivis jusqu'en 1991 et 1993. Ces trois ouvrages ne présentent pas tous la même évolution. 'Place de Willemeau' montre un niveau piézométrique presque constant sur toute la période de suivi. En 1988, il présente cependant une baisse d'un peu plus d'un mètre et durant l'année 1990 une baisse de trois mètres.

A l'exception de l'ouvrage 'Place de Willemeau' et sur toute la période de relevé, il est possible d'observer les fluctuations saisonnières du niveau de la nappe des calcaires du Carbonifère. L'amplitude de variation est de 2 à 3 mètres pour 'Etude Sideho (645.22)'. Pour cet ouvrage, le niveau reste compris entre 30 et 33,5 mètres. Vers la fin de l'année 1990, le niveau descend à 29 mètres. Les périodes de hautes et de basses eaux (cyclicité pluriannuelle) sont reconnaissables ici.

L'ouvrage 'FPMSC00_6801', sur sa période de suivi, montre les mêmes variations que 'Place de Willemeau'. Son niveau piézométrique est légèrement plus bas, entre 27 et 31 mètres.

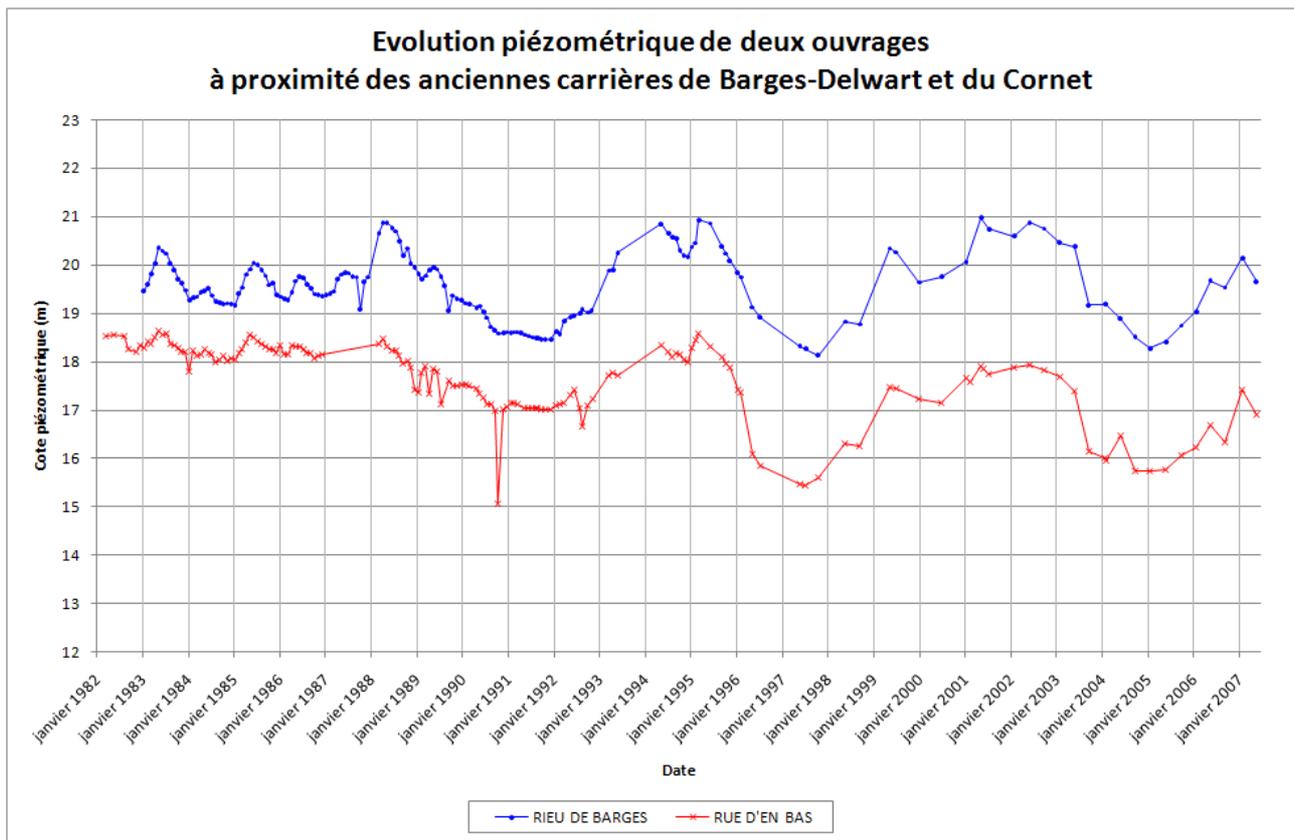


Figure IV.6. Evolution piézométrique de deux ouvrages situés à proximité des anciennes carrières de Barges-Delwart et du Cornet (Rieu de Barges et Rue d'en bas)

Zone 2

Les piézomètres 'Rue d'en bas' et 'Rieu de Barges' sont mesurés depuis 1982 et 1983. La Figure IV.6 montre qu'ils évoluent de façon similaire avec une différence de niveau piézométrique comprise entre 1 et 3.5 mètres.

Principalement entre 1982 et 1988, le niveau de la nappe des calcaires du Carbonifère fluctue de manière saisonnière. Il est probablement régi par le niveau de base du Rieu de Barges. A partir de 1988, des fluctuations pluriannuelles peuvent être distinguées. Les périodes de basses eaux s'observent entre 1991 et 1992, entre 1996 et 1998 et entre 2004 et 2006. Les périodes de hautes eaux s'observent entre 1994 et 1996 et entre 2001 et 2003. Il est possible que 2007 – 2008 soit une période de hautes eaux. Ces fluctuations pluriannuelles ont une amplitude d'environ 3 mètres.

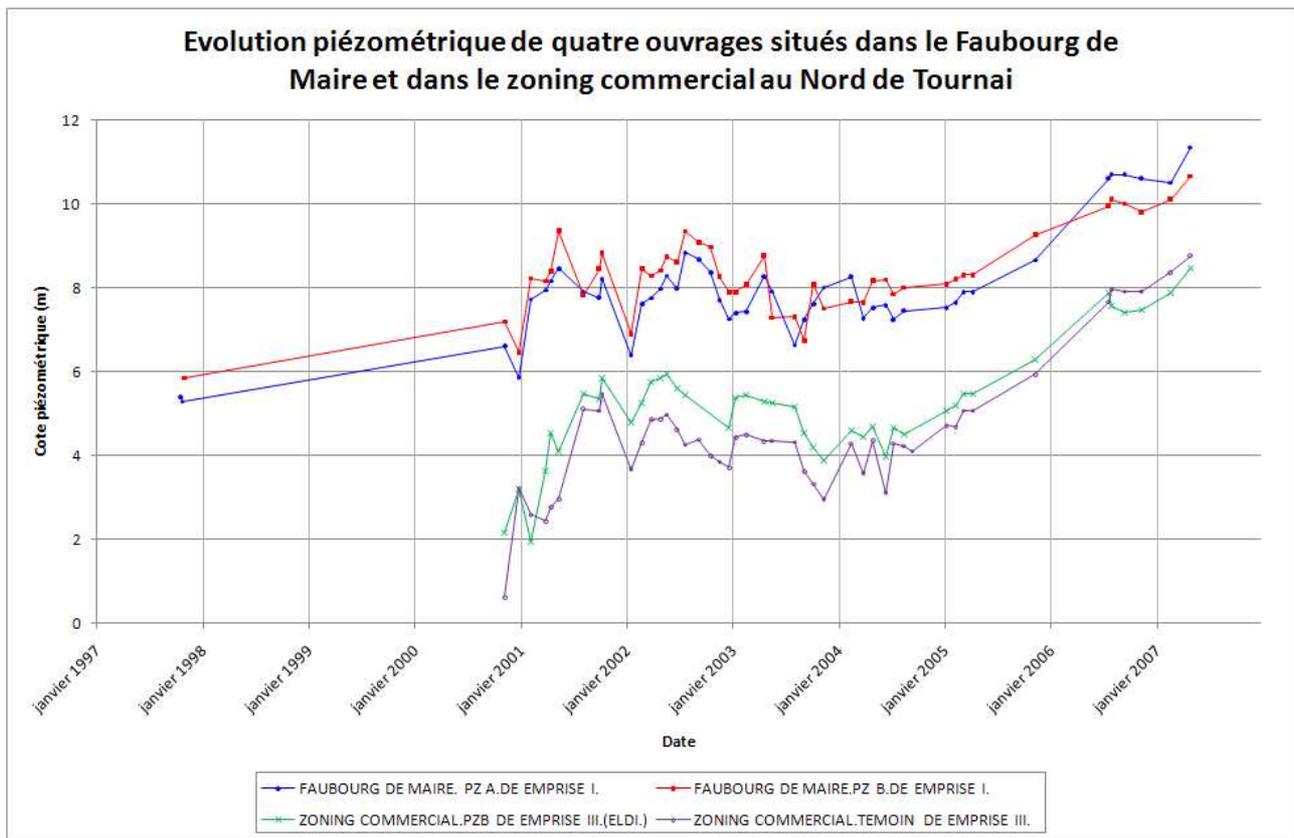


Figure IV.7. Evolution piézométrique de quatre ouvrages situés dans le Faubourg de Maire et dans le zoning commercial au Nord de Tournai ('Faubourg de Maire. PZA de Emprise I', 'Faubourg de Maire. PZB de Emprise I', 'Zoning commercial. PZB de Emprise III (Eldi)' et 'Zoning commercial. Temoin de Emprise III')

Zone 3

Les quatre ouvrages situés au Nord de Tournai ont été suivis régulièrement depuis 2001 jusqu'en 2007 (voir Figure IV.7). Pour les deux piézomètres du captage l'Emprise I (Faubourg du Maire), une mesure piézométrique avait été prise en 1997. Les niveaux piézométriques de ces quatre ouvrages présentent la même évolution. Sur les 800 mètres d'écart entre les deux groupes de piézomètres, la nappe de l'aquifère des calcaires du Carbonifère montre une différence de hauteur d'environ 4 mètres.

Entre 2001 et 2004, les fluctuations saisonnières sont visibles, quelque soit l'ouvrage considéré. Ensuite les niveaux remontent. Entre 2004 et 2007, les niveaux d'eau sont remontés de 4 mètres. Cette remontée soudaine est liée à la forte diminution de prélèvement des captages Emprise I et Emprise III.

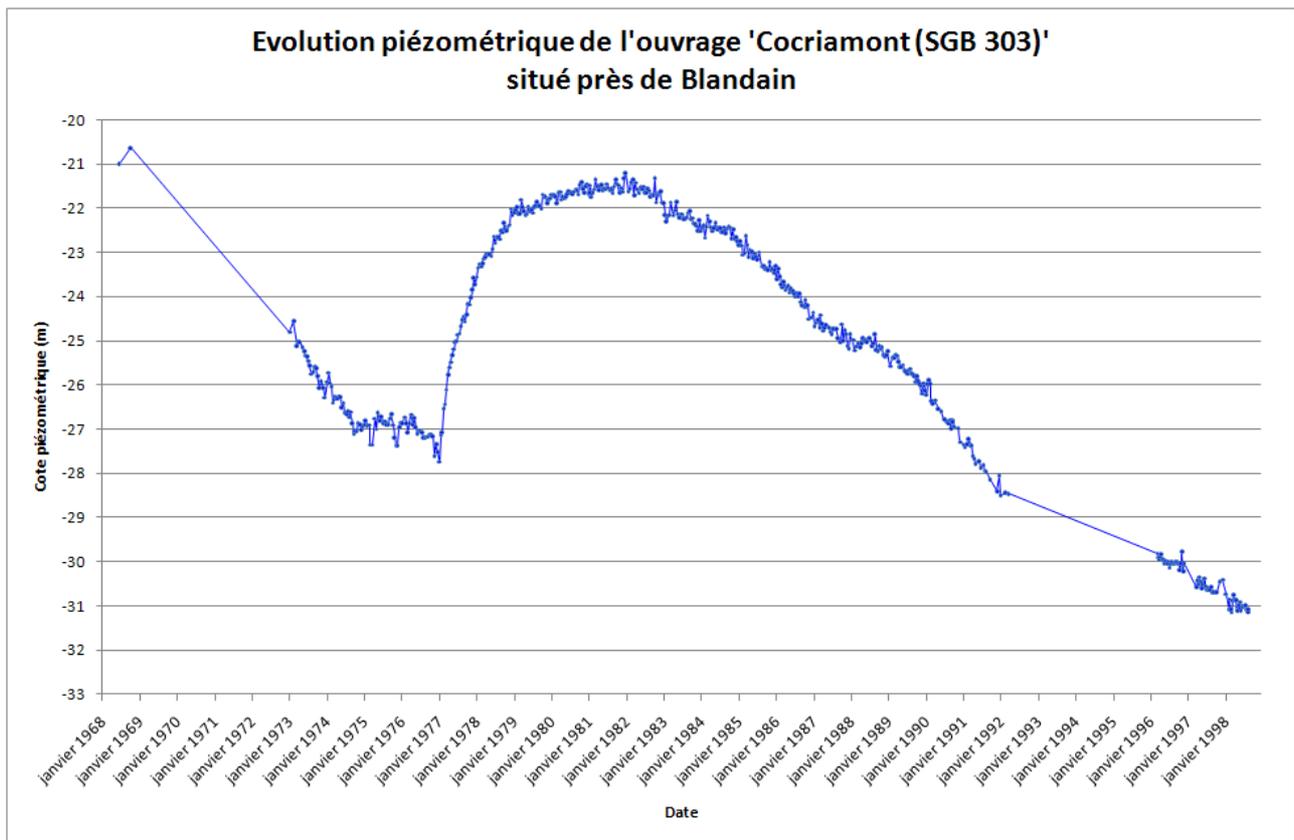


Figure IV.8. Evolution piézométrique de l'ouvrage 'Cocriamont (SGB 303), situé près de Blandain

Zone 4

La Figure IV.8 met en évidence la surexploitation de la nappe des calcaires du Carbonifère dans la zone de Pecq-Roubaix. En effet, le niveau piézométrique présente une forte baisse : environ 10 mètres en 30 ans. Entre 1968 et 1977, le niveau passe de - 21 mètres à - 28 mètres. En 1977, un puits naturel dans le lit de l'Escaut à hauteur de Kain, a provoqué une perte temporaire d'eau de l'Escaut vers la nappe, entraînant une remontée des eaux dans l'aquifère, d'environ 7 mètres. Vers 1982, le niveau d'eau recommence à baisser progressivement, jusqu'à - 31 mètres en 1998. Malheureusement, cet ouvrage n'a pas été suivi au-delà.

Sur la carte des isohypses du toit de l'aquifère des calcaires du Carbonifère, le sommet des calcaires se trouve entre 0 et - 5 mètres aux environs de l'ouvrage 'Cocriamont (SGB 303)'. Cela signifie que les calcaires sont dénoyés de 20 à 30 mètres. Cela peut entraîner la formation de puits naturels, comme en témoignent les effondrements de 1977. Le projet « Transhennuyère » a été mis en place pour diminuer le dénoiement de la zone de Pecq-Roubaix. Ce projet est expliqué dans la partie VI.1, page 53.

IV.3. PHÉNOMÈNES KARSTIQUES

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 Carbonifère et lui confère, par ailleurs, une bonne à très bonne perméabilité d'ensemble.

La karstification du calcaire peut également se présenter localement soit sous la forme d'un conduit karstique rempli ou non de sédiments, soit sous forme d'une zone altérée. En cas d'abaissement de la nappe, ces formes peuvent aboutir à la formation de puits naturels (localisation de 17 effondrements karstiques sur la carte principale du poster A0 joint à cette notice).

En effet, lorsque le calcaire est noyé, c'est-à-dire si la surface piézométrique se trouve au-dessus du toit du calcaire, l'état est généralement stable. Mais si le rabattement de la nappe est important, dénoyant le calcaire, la karstification est (ré)activée et des désordres d'ordre géotechnique peuvent apparaître sous forme de « puits naturels ».

Une étude^{*} montre que, selon toute vraisemblance, les puits naturels se forment préférentiellement suite à la conjonction de plusieurs facteurs :

- l'existence de galeries juste sous la couverture meuble surmontant les calcaires ;
- l'abaissement important de la nappe sous le niveau des galeries ;
- une circulation d'eau suffisamment énergétique pour décolmater les galeries par érosion et créer les vides indispensables à l'initialisation de fontis^{**}. Une fois le fontis initié, le plafond de celui-ci remonte progressivement jusqu'à la surface, créant un effondrement soudain.

^{*} Kaufmann O., 2000 : Les effondrements karstiques du Tournaisis : genèse, évolution, localisation, prévention, thèse présentée à la F.P.Ms. pour l'obtention du grade de Docteur en Science appliquée.

^{**} Fontis : Effondrement au toit d'une cavité ou d'une galerie souterraine (source : Dictionnaire de géologie, A. Foucault et J.-F. Raoult).

IV.4. COUPE GÉOLOGIQUE

Afin de mieux visualiser et de mieux comprendre la structure géologique et le comportement hydrogéologique des différentes unités présentes dans la région de Hertain – Tournai, une coupe géologique et une coupe hydrogéologique, avec exagération des hauteurs d'un facteur 10 ont été insérées dans le poster A0 joint à cette notice. L'exagération des hauteurs des hauteurs permet une meilleure lisibilité des données hydrogéologiques et met en évidence les structures influençant l'hydrogéologie locale. Le trait A1 – A2, orienté Nord-Sud, se situe dans la partie est de la carte. Il commence au Nord près de Kain, passe par Tournai et Saint-Maur pour se terminer à Merlin.

La coupe est calée sur la coupe géologique tracée par M. Hennebert et P. Doremus (1997). Elle montre la géologie (structure et lithologie) et l'hydrogéologie (unités hydrogéologiques, surface piézométrique) de la zone cartographiée.

Les calcaires du Carbonifère sont recouverts sur toute la longueur de la coupe par une couverture quasi continue constituée, de bas en haut, depuis le toit des calcaires par les marnes turoniennes du Membre de Bruyelle (Formation Vert Galand), par les sables et le tuffeau de la Formation de Hannut (Membre de Chercq et de Grandglise) et par les argiles du Membre d'Orchies (Formation de Kortrijk). Les marnes sont bien visibles dans la partie sud de la coupe. Les sables sont présents partout avec une épaisseur variable. Les argiles se trouvent aux endroits les plus élevés. Entre les failles de Gaurain-Ramecroix et de la Dondaine, les calcaires qui présentent une très faible épaisseur, surmontent les schistes de la Formation de l'Orient.

Le trait recoupe également les vallées de l'Escaut et du Rieu de Barges. Le niveau piézométrique (juin 2001) de la nappe des calcaires du Carbonifère est symbolisé par une ligne rouge dans la coupe hydrogéologique. La surface piézométrique est relativement proche du toit de l'aquifère des calcaires du Carbonifère, sauf en quelques endroits où les calcaire est dénoyé de quelques mètres. Au Nord, le niveau piézométrique se situe autour de la nappe des sables la nappe des calcaires y est captive.

IV.5. CARACTÈRE DE LA COUVERTURE DES NAPPES

Les couvertures des nappes de la planche 37/5-6 Hertain – Tournai ont été définies comme perméables, semi-perméables ou imperméables par rapport aux nappes sous-jacentes, à savoir celle des calcaires du Carbonifère ou celle des Craies du Crétacé (voir « Carte des informations complémentaires et des caractères de couverture des nappes »* au 1/50 000 sur le poster A0 joint à la notice). Les nappes sont considérées comme libres lorsqu'elles sont à l'affleurement ou sous couverture perméable à semi-perméable.

Le calcaire n'affleure que dans la partie orientale de la carte, à Tournai et au Sud de cette ville. Cette région, située entre les failles de Gaurain-Ramecroix et de la Dondaine, a subi un soulèvement engendrant une diminution de l'épaisseur de l'aquifère et l'apparition des calcschistes à faible profondeur. Cette zone est très peu productive, voire stérile. Toujours à hauteur de Tournai, mais au Nord de la faille de Gaurain-Ramecroix, le calcaire de la Formation d'Antoing affleure et est très épais**. Excepté cette partie de la carte où il affleure, le calcaire est immédiatement recouvert par des marnes turoniennes semi-perméables et, en l'absence de celles-ci, par des sables thanétiens (Formation de Hannut) perméables. La zone située au sud de la faille de la Dondaine est semi-captive, peu exploitée et drainée par l'Escaut et l'exhaure des carrières.

La nappe des craies (figurée par une trame hachurée) apparaît à l'affleurement (ou sous couverture limoneuse) dans la partie ouest de la carte (Froidmont, Esplechin, Blandain et surtout en France). Elle se trouve sous couverture semi-perméable de sables thanétiens (Membre de Grandglise) et d'argiles sableuses (Membre de Louvil). La couverture de la nappe des craies est imperméable lorsqu'il s'agit d'argiles yprésiennes (Membre d'Orchies, au Sud de la Faille de Rumes et sur quelques buttes au centre de la carte).

* 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 comme l'existence. Les zones de prospection géophysiques sont également représentées.

** Sur la « Carte des isohypses de la base et du toit de l'aquifère du Calcaire Carbonifère » au 1/50 000, l'épaisseur de l'aquifère peut être estimée à environ 215 mètres.

IV.6. ISOHYPSES DE LA BASE ET DU TOIT DE L'AQUIFÈRE DES CALCAIRES DU CARBONIFÈRE

Seules les isohypses de la base et du toit de l'aquifère des calcaires du Carbonifère ont été tracées. Cet aquifère est l'aquifère régional principal limité à sa base par la Formation de l'Orient (calcschistes) et au sommet par les Formations du Cornet et du Vert Galand (marnes). Toutefois, un second aquifère (craies du Crétacé), de plus en plus épais vers la partie occidentale de la carte se superpose à celui des calcaires du Carbonifère. En France, cet aquifère est très sollicité.

Cette carte permet d'estimer l'épaisseur de l'aquifère des calcaires du Carbonifère en un point donné. Toutefois, vu le petit nombre de sondages ayant atteint la base des calcaires du Carbonifère, il n'a pas été possible d'établir la carte des isohypses de la base à partir de ces données. Elle a donc été établie grâce aux isohypses d'un niveau bien connu, le « Gras-délit ». Pour obtenir la base du calcaire (la base du Membre de Crampon), il faut soustraire 140 mètres à la cote du gras-délit, en faisant donc l'hypothèse que l'épaisseur de la Formation de Tournai est constante. Une autre hypothèse a été faite : la verticalité des failles. Malgré ces approximations, le résultat obtenu est une approximation relativement fidèle de la base des calcaires du Carbonifère. La carte de la base et du sommet de l'aquifère des calcaires du Carbonifère a été dressée et fournie par M. Hennebert co-auteur de la carte géologique de cette région.

IV.7. LES CARRIÈRES

Sur la carte 37/5-6 de Hertain – Tournai, il ne reste que d'anciennes carrières actuellement sous eau. Il s'agit des anciennes carrières de Barges Dutoit, de Barges Delwart, du Cornet et Deranne dite Dumon.

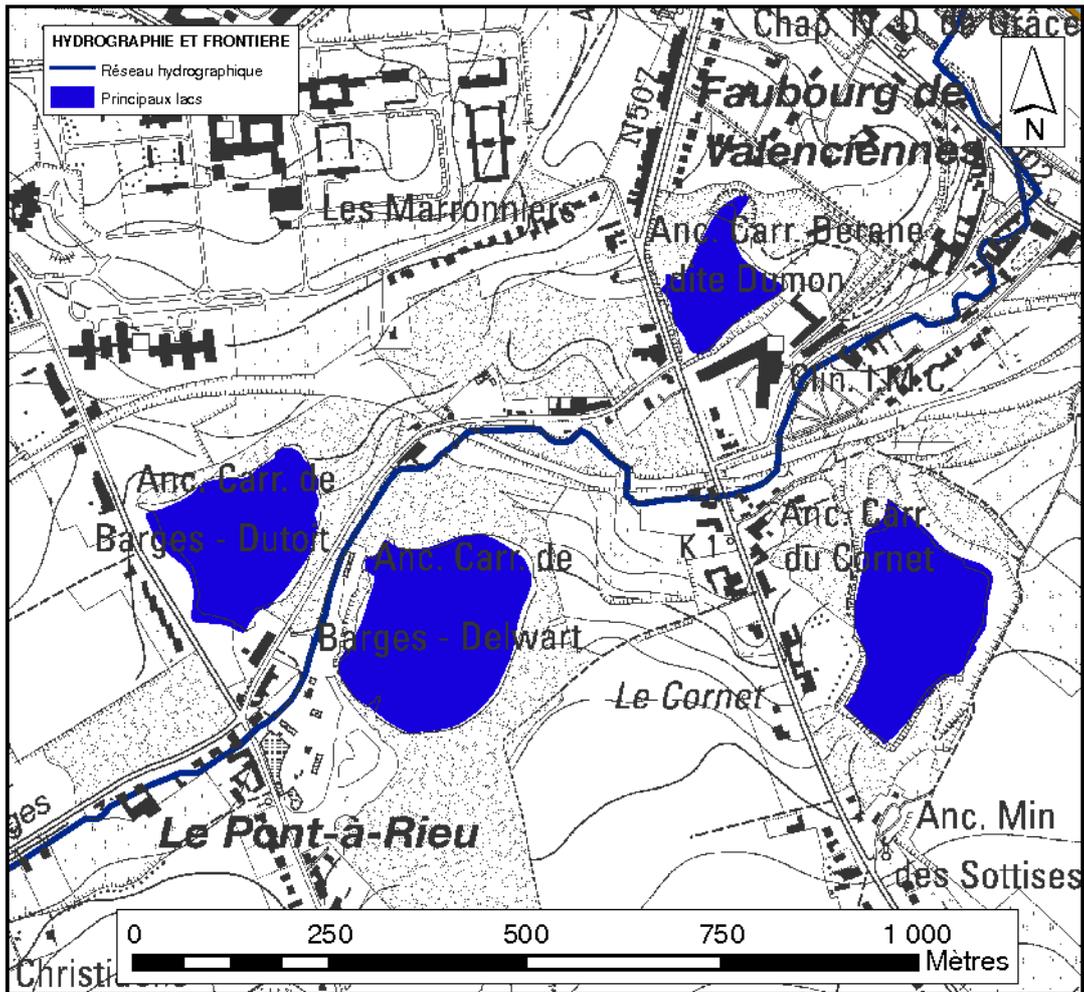


Figure IV.9. Localisation des anciennes carrières

V. CADRE HYDROCHIMIQUE

Aucune campagne particulière de prélèvement chimique n'a été organisée dans le cadre de la réalisation des cartes hydrogéologiques. Ce point reprend les données existantes dans la base de données BD Hydro. Les points où des analyses chimiques sont disponibles ont été reportés sur la « Carte des informations complémentaires et des caractères de couverture des nappes » au 1/50 000 du poster A0 joint à cette notice. Quatre unités hydrogéologiques sont caractérisées : l'aquifère des calcaires du Carbonifère, l'aquifère des craies du Crétacé, l'aquiclude des marnes du Turonien et l'aquifère des sables du Paléocène.

V.1. CARACTERISTIQUES HYDROCHIMIQUES DES EAUX

V.1.1. L'aquifère des calcaires du Carbonifère

Des données hydrochimiques sont disponibles pour l'aquifère des calcaires du Carbonifère. Les données reprises ci-dessous datent de mai 2003 pour les ouvrages de la S.W.D.E. : 'Forage d'Ere', 'Emprise 2', 'Constantin Emprise 4', 'Chercq Cornet' et 'Pont des trous casino 2 : P2'. L'analyse de 'Taintignies R Florent' date de juin 2006.

Ouvrages		Normes	Forage d'Ere Prof : 45 m 05/05/2003	Emprise 2 Prof : 160 m 05/05/2003	Constantin Emprise 4 Prof : 65m 05/05/2003
pH	unités pH	6,5 à 9,2	7,08	7,14	6,99
Conductivité	µS/cm à 20°C	2100	966	1226	1191
Turbidité	NTU	4	0,29	64	24
Dureté totale	°français	67,5	55,60	66,90	68,90
Oxygène dissous (in-situ)	mg/l O ₂		4,20	4,40	1,90
Alcalinité totale (TAC)	français		31,90	42,60	36,80
Aluminium	µg/l Al	200	12	18	10
Calcium	mg/l Ca	270	171,90	223,40	225
Magnésium	mg/l Mg	50	23,50	21,10	23
Ammonium	mg/l NH ₄	0,5	0,03	0,67	1,98
Manganèse	µg/l Mn	50	< 2	256	202
Sodium	mg/l Na	200	18,30	51,90	35,90
Potassium	mg/l K	12	3,39	6,92	6,95
Fer (total) dissous	µg/l Fe	200	20	4558	2604
Sulfates	mg/l SO ₄	250	141	196	240
Chlorures	mg/l Cl	250	62,76	73,41	70,86
Nitrates	mg/l NO ₃	50	23,20	2,10	2,30
Nitrites	mg/l NO ₂	0,5	0,82	0	0
Silice	mg/l SiO ₂		21,70	18,10	19
Oxydabilité (KMnO ₄)	mg/l O ₂	5	0,40	1,10	1,36

Tableau 3. Analyses chimiques des ouvrages 'Forage d'Ere' (S.W.D.E.), 'Emprise 2' (S.W.D.E.) et 'Constantin Emprise 4' (S.W.D.E.) et normes wallonnes de potabilité des eaux de distribution

Ouvrages		Normes	Chercq Cornet Prof : 64 m 05/05/2003	PONT DES TROUS CASINO 2 : P2 Prof : 65,7 m 05/05/2003	Taintignies R Florent Prof : 35 m 20/06/2006
pH	unités pH	6,5 à 9,2	7,27	7,19	7,26
Conductivité	µS/cm à 20°C	2100	873	1059	712
Turbidité	NTU	4	2,20	0,94	< 1,5
Dureté totale	°français	67,5	47,80	54	41,50
Oxygène dissous (in-situ)	mg/l O ₂		4,90	3,60	7
Alcalinité totale (TAC)	français		26	34,10	26,60
Aluminium	µg/l Al	200	19	8	< 10
Calcium	mg/l Ca	270	151,90	176,80	153
Magnésium	mg/l Mg	50	19,80	17,80	10
Ammonium	mg/l NH ₄	0,5	0,01	0,04	< 0,05
Manganèse	µg/l Mn	50	4	10	5
Sodium	mg/l Na	200	23	44,40	21
Potassium	mg/l K	12	5,38	16,40	4,20
Fer (total) dissous	µg/l Fe	200	342	302	10
Sulfates	mg/l SO ₄	250	153	161	92
Chlorures	mg/l Cl	250	51,79	59,49	47
Nitrates	mg/l NO ₃	50	9,27	44,40	12,90
Nitrites	mg/l NO ₂	0,5	0,01	0	< 0,01
Silice	mg/l SiO ₂		18,40	12,10	24
Oxydabilité (KMnO ₄)	mg/l O ₂	5	0,50	0,94	< 0,05

Tableau 4. Analyses chimiques des ouvrages 'Chercq Cornet' (S.W.D.E.), 'Pont des trous casino 2 : P2' (S.W.D.E) et 'Taintignies R Florent' et normes wallonnes de potabilité des eaux de distribution

Les eaux de la nappe des calcaires du Carbonifère sont normalement de type bicarbonaté calcique. Elles présentent une forte minéralisation (conductivité élevée, entre 712 et 1226 µS/cm 20°C) du fait notamment de la teneur élevée en calcium (variant entre 150 et 225 mg/l). La dureté est, par conséquent, très élevée : le minimum est à 41,50°français et le maximum est à 68,90°français, dépassant ainsi la norme wallonne (67,5°français). La teneur en magnésium varie entre 10 et 23,5 mg/l. L'ouvrage 'Emprise 2', le plus profond (120 mètres), possède la valeur la plus élevée de conductivité. De même, 'Taintignies R Florent', le moins profond (35 mètres) présente la valeur de conductivité la plus basse. Le pH a une tendance à être légèrement alcalin, ce qui est normal dans un aquifère calcaire.

La concentration en oxygène dissout est faible. L'oxydabilité au permanganate de potassium (KMnO₄) est un paramètre qui met en évidence la demande chimique en oxygène. C'est une image de la présence d'ions et de matière organiques pouvant être oxydées. Dans les ouvrages présentés, cette demande chimique est faible. La turbidité, représentant les particules (argiles, limons, matières organiques, colloïdes) en suspension, est généralement peu élevée sauf en deux endroits, où la norme est fortement dépassée ('Emprise 2' et 'Constantin emprise 4').

Le fer et le manganèse sont présents naturellement dans les sols. Ils proviennent de l'altération des roches et peuvent se retrouver dissous dans les eaux souterraines à des concentrations très variables. En certains endroits, les teneurs en ces éléments sont élevées et dépassent largement les normes de potabilité. C'est le cas, dans les ouvrages 'Emprise 2', 'Constantin Emprise 4', 'Chercq Cornet' et 'Pont des trous Casino 2 : P2'. Certains ouvrages présentent également des teneurs élevées (dépassant la norme de potabilité) en ions ammonium. C'est le cas pour 'Emprise 2' et 'Constantin Emprise 4'. La concentration en aluminium est faible.

Les teneurs en nitrates restent généralement sous les normes de potabilité (50 mg/l). Elles vont de 2,10 mg/l (pour 'Emprise 2') à 44,40 mg/l (pour 'Pont des trous Casino 2 : P2'). Les concentrations en nitrites sont proches de zéro sauf au 'Forage d'Ere', où la norme de 0,5 mg/l est dépassée.

V.1.2. L'aquifère des craies du Crétacé

Concernant l'aquifère des craies du Crétacé de la carte Hertain – Tournai, il n'existe que deux ouvrages sur lesquels des analyses hydrochimiques ont été réalisées : la source 'Fontaine d'Esplechin' et le puits 'Orcq Landaise P2'. Pour ce premier ouvrage, deux analyses sont disponibles, pour mars 2006 et 2007.

Ouvrages		Normes	Fontaine d'Esplechin Source 28/03/2006	Fontaine d'Esplechin Source 06/03/2007	Orcq Landaise P2 Prof : 27 m 28/03/2006
pH	unités pH	6,5 à 9,2	6,96	7,05	7,24
Conductivité	µS/cm à 20°C	2100	959	956	901
Turbidité	NTU	4	< 1,5	< 1,5	< 1,5
Dureté totale	°français	67,5	56,10	47,80	57,40
Oxygène dissous (in-situ)	mg/l O ₂		6,73	7,30	8,57
Alcalinité totale (TAC)	français		29	29,20	32,50
Aluminium	µg/l Al	200	< 10	-	< 10
Calcium	mg/l Ca	270	186	167	176
Magnésium	mg/l Mg	50	16,30	14,90	23
Ammonium	mg/l NH ₄	0,5	< 0,05	0	< 0,05
Manganèse	µg/l Mn	50	< 5	-	< 5
Sodium	mg/l Na	200	23	19,90	17,60
Potassium	mg/l K	12	10,30	10,20	3,30
Fer (total) dissous	µg/l Fe	200	< 2	-	< 2
Sulfates	mg/l SO ₄	250	118	128	100
Chlorures	mg/l Cl	250	59	-	47
Nitrates	mg/l NO ₃	50	70	76	50
Nitrites	mg/l NO ₂	0,5	< 0,01	0	< 0,01
Silice	mg/l SiO ₂		26	-	28
Oxydabilité (KMnO ₄)	mg/l O ₂	5	0,80	1,90	1,10

Tableau 5. Analyses chimiques de la source 'Fontaine d'Esplechin' (mars 2006 et mars 2007) et de l'ouvrage 'Orcq Landaise P2' et normes wallonnes de potabilité des eaux de distribution

Les eaux de la 'Fontaine d'Esplechin' sont de type bicarbonaté calcique. Tout comme pour la nappe des calcaires, elles présentent une forte minéralisation (conductivité élevée, de 901 à 959 µS/cm à 20°C) du fait de la teneur élevée en calcium (186 mg/l en 2006). La dureté est, par conséquent, très élevée (47,8 à 56,1 français). La teneur en magnésium varie entre 14,90 et 23 mg/l. Le pH varie légèrement autour de 7.

Les valeurs de concentration en oxygène dissout (mesurés dans deux ouvrages) sont un peu plus élevées dans l'aquifère des craies du Crétacé que dans celui des calcaires du Carbonifère. L'oxydabilité au permanganate de potassium (KMnO₄) indique que la demande chimique en oxygène est faible. La turbidité, et donc les matières en suspension, sont faibles.

L'analyse de 2006 montre que les concentrations en fer, manganèse et aluminium sont faibles. Cependant, une seule analyse ne permet pas de tirer des conclusions concernant les teneurs en ces éléments.

Les teneurs en nitrates en mars 2006 et mars 2007 sont élevées et dépassent la norme de potabilité (50 mg/l) : respectivement 70 et 76 mg/l. La source, de caractère plus superficiel, est très vulnérable aux nitrates et autres polluants. Les concentrations en nitrites, par contre sont très faibles.

V.1.3. L'aquiclude des marnes du Turonien

Quelques données hydrochimiques sont disponibles pour l'aquiclude des marnes du Turonien. Les données datent de mars 2006. Elles concernent un puits traditionnel 'Blandain Mazurel' et une source 'Fontaine Saint Eloi'.

Ouvrages		Normes	Blandain Mazurel Prof : 12 m 28/03/2006	Fontaine St Eloi Source 28/03/2006
pH	unités pH	6,5 à 9,2	-	7,01
Conductivité	µS/cm à 20°C	2100	936	948
Turbidité	NTU	4	-	2,92
Dureté totale	°français	67,5	54,20	55,60
Oxygène dissous (in-situ)	mg/l O ₂		9,53	7,68
Alcalinité totale (TAC)	français		29,50	29,60
Aluminium	µg/l Al	200	< 10	< 10
Calcium	mg/l Ca	270	183	189
Magnésium	mg/l Mg	50	-	20
Ammonium	mg/l NH ₄	0,5	< 0,05	< 0,05
Manganèse	µg/l Mn	50	< 5	< 5
Sodium	mg/l Na	200	24	17,80
Potassium	mg/l K	12	13,50	2,70
Fer (total) dissous	µg/l Fe	200	2,20	< 2
Sulfates	mg/l SO ₄	250	114	130
Chlorures	mg/l Cl	250	58	61
Nitrates	mg/l NO ₃	50	58	50
Nitrites	mg/l NO ₂	0,5	< 0,01	< 0,01
Silice	mg/l SiO ₂		21	29
Oxydabilité (KMnO₄)	mg/l O ₂	5	0,90	0,70

Tableau 6. Analyses chimiques de 'Blandain Mazurel' et 'Fontaine St Eloi' et normes wallonnes de potabilité des eaux de distribution

Les eaux de l'aquiclude des marnes du Turonien présentent les mêmes gammes de concentration et de paramètres que l'aquifère des craies. Les eaux sont de type bicarbonaté calcique et présentent une forte minéralisation (conductivité élevée, d'environ 942 $\mu\text{S}/\text{cm}$ à 20°C) du fait de la teneur élevée en calcium (186 mg/l en 2006). La dureté est, par conséquent, très élevée : entre 54,2 et 55,6 français. La teneur en magnésium est de 20 mg/l à la Fontaine Saint Eloi. Le pH vaut 7,01. La concentration en potassium dépasse légèrement la norme dans l'ouvrage Blandain Mazurel.

Les eaux sont fortement concentrées en oxygène dissous. L'oxydabilité au permanganate de potassium (KMnO_4) indique que la demande chimique en oxygène est faible. La turbidité est un peu plus élevée que dans le cas de l'aquifère des craies.

L'analyse de 2006 montre que les concentrations en fer, manganèse et aluminium sont très faibles.

Les teneurs en nitrates en mars 2006 dépassent légèrement les normes de potabilité (50 mg/l) : 50 et 58 mg/l. Les concentrations en nitrites sont très faibles.

V.1.4. L'aquifère des sables du Paléocène

Une seule analyse hydrochimique est disponible pour l'aquifère des sables du Paléocène et concerne un puits traditionnel ('Taintignies Corbeau') de 6,3 mètres de profondeur. Les données les plus complètes datent de septembre 2005.

Ouvrages		Normes	Taintignies Corbeau Prof : 6,3 m 05/09/2005
pH	unités pH	6,5 à 9,2	7,04
Conductivité	µS/cm à 20°C	2100	1798
Turbidité	NTU	4	8,73
Dureté totale	°français	67,5	95,10
Oxygène dissous (in-situ)	mg/l O ₂		7,85
Alcalinité totale (TAC)	français		55,70
Aluminium	µg/l Al	200	16,20
Calcium	mg/l Ca	270	299
Magnésium	mg/l Mg	50	52
Ammonium	mg/l NH ₄	0,5	3,20
Manganèse	µg/l Mn	50	758
Sodium	mg/l Na	200	64
Potassium	mg/l K	12	21
Fer (total) dissous	µg/l Fe	200	136
Sulfates	mg/l SO ₄	250	112
Chlorures	mg/l Cl	250	257
Nitrates	mg/l NO ₃	50	18,20
Nitrites	mg/l NO ₂	0,5	0,07
Silice	mg/l SiO ₂		25
Oxydabilité (KMnO ₄)	mg/l O ₂	5	3,20

Tableau 7. Analyse chimique de 'Taintignies Corbeau' et normes wallonnes de potabilité des eaux de distribution

La conductivité de cet ouvrage est très élevée, plus encore que dans les calcaires. La dureté totale dépasse aussi les normes. Les teneurs en calcium et magnésium les dépassent également, ce qui explique la conductivité et la dureté élevée. Cependant, pour un aquifère sableux, ces valeurs sont anormalement grandes. Ces valeurs correspondraient plutôt au tuffeau du Membre de Chercq.

La concentration en oxygène dissout est inférieure à la valeur guide fixée à 10 mg/l. L'oxydabilité au permanganate de potassium (KMnO₄) est un peu plus élevée que dans les autres ouvrages analysés ci-avant. La turbidité est fortement élevée et vaut plus du double de la valeur normale.

Les concentrations en fer et aluminium sont moyennes. Seule la teneur en manganèse dépasse la norme. La teneur en nitrate est relativement faible (18,2 mg/l). La concentration en nitrite est faible.

V.2. PROBLÉMATIQUE DES NITRATES

Les nitrates constituent la principale altération des eaux souterraines et sont essentiellement d'origine agricole (utilisation des engrais). C'est pourquoi, depuis quelques années, ces substances font l'objet d'un suivi régulier de la part des sociétés de distribution d'eau notamment.

Une surveillance des teneurs en nitrates dans les nappes, exercée en application de la directive européenne 91/676/CEE, vise à identifier les zones vulnérables à l'infiltration des nitrates. Ces zones vulnérables sont des périmètres de protection des eaux souterraines dont l'objectif est de limiter les apports en nitrates d'origine agricole. La Figure V.1 reprend les différentes zones vulnérables existantes actuellement en Wallonie.

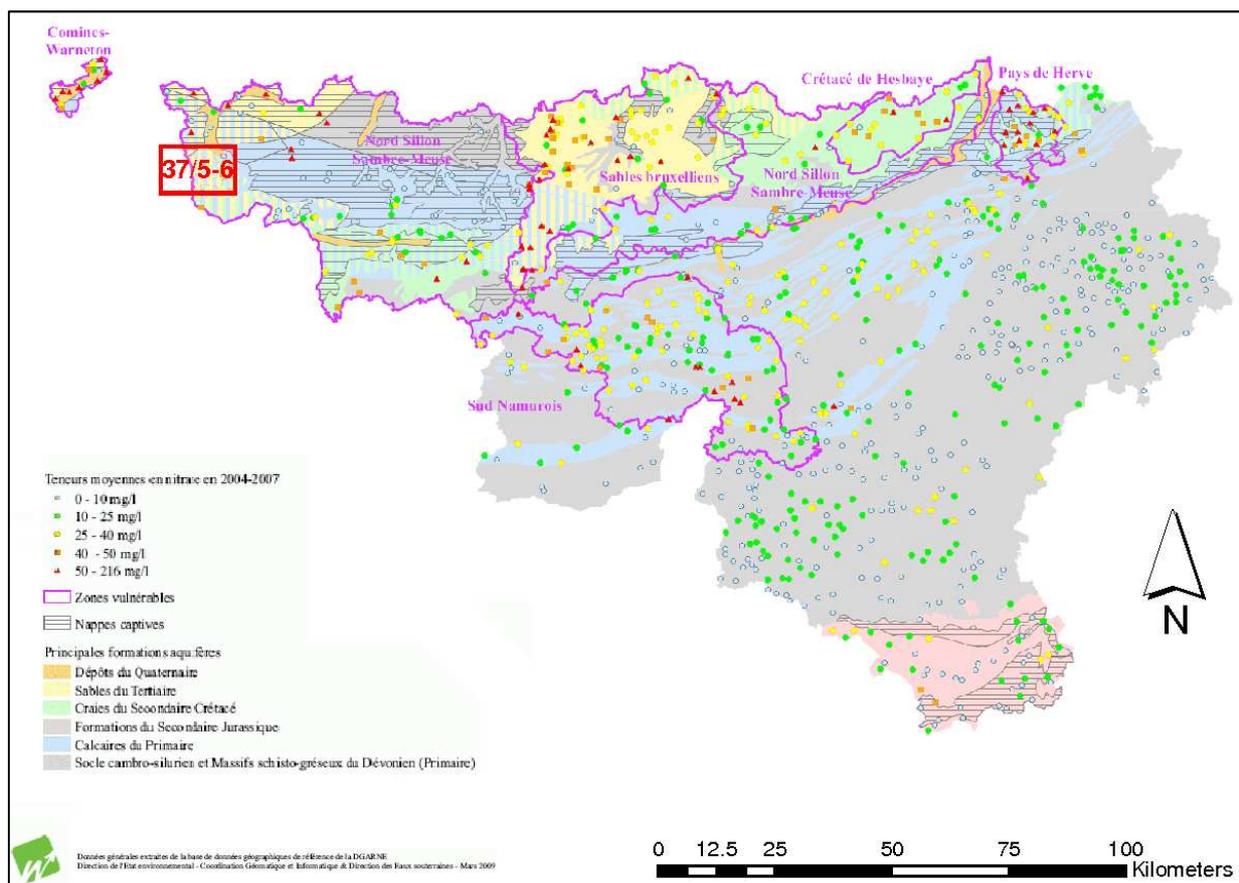


Figure V.1. Zones vulnérables aux nitrates arrêtées en Wallonie (source : Etat des nappes d'eau souterraine de la Wallonie <http://environnement.wallonie.be/de/eso/atlas/> et localisation de la carte 37/5-6 Hertain – Tournai

Dans les tableaux précédents (Tableau 3 à Tableau 7), les normes légales de concentrations en nitrates sont parfois dépassées. Pour certains ouvrages de l'aquifère des calcaires du Carbonifère, il a été possible de tracer les évolutions de la teneur en nitrates en fonction du temps (voir Figure V.2). Le 'Pont des trous casino 2 : P2' présente, de 1994 à 2003, des teneurs en nitrates proches de la norme légale, parfois supérieures. Le 'Forage d'Ere' montre des teneurs en nitrates oscillant autour de 20 mg/l, et 'Chercq Cornet' autour de 10 mg/l. Seul 'Emprise 2' présente des concentrations très faibles.

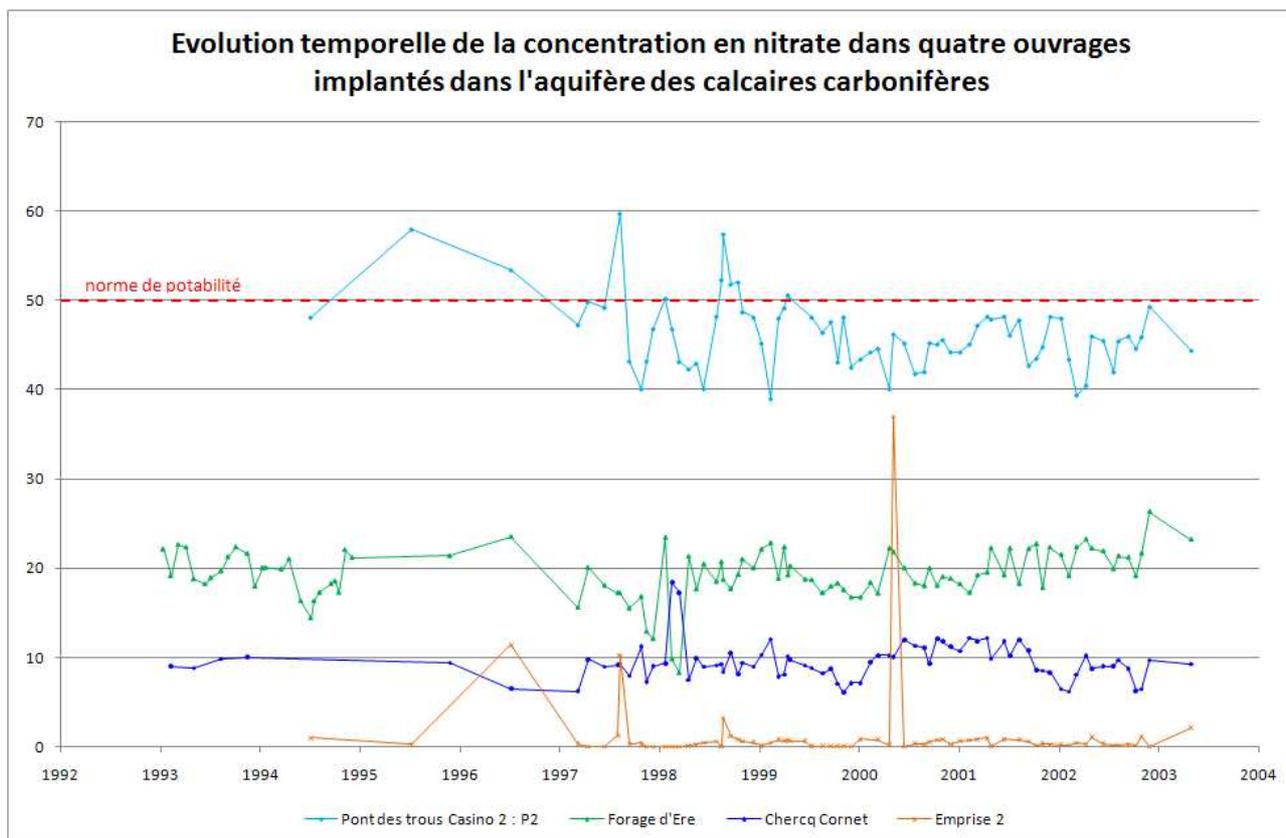


Figure V.2. Evolution de la teneur en nitrate dans les ouvrages 'Pont des Trous casino 2 : P2', 'Forage d'Ere', 'Chercq Cornet' et 'Emprise 2', établis dans l'aquifère des calcaires du Carbonifère

Etant donné des concentrations en nitrates pouvant dépasser la norme légale, l'entièreté de la région de Hertain – Tournai a été placée en zone vulnérable aux nitrates (voir « carte des informations complémentaires et du caractère de la couverture des nappes » au 1/50 000 du poster A0 joint à cette notice). Il s'agit de la zone Nord du sillon Sambre et Meuse (voir Figure V.1). Cette dernière a été désignée vulnérable à partir du 1^{er} janvier 2007 par arrêté ministériel le 22 décembre 2006.

V.3. QUALITÉ BACTÉRIOLOGIQUE

La plupart des ouvrages cités dans cette partie hydrochimique ont également été analysés au point de vue bactériologique. Dans ce qui suit, quelques ouvrages implantés dans l'aquifère des calcaires du Carbonifère, l'aquifère des craies du Crétacé et l'aquifère des sables du Paléocène ont été analysés au niveau bactériologique.

V.3.1. L'aquifère des calcaires du Carbonifère

Ouvrages		Normes	<i>Puits d'Ere</i> Prof : 45 m 09/05/2000	<i>Emprise 2</i> Prof : 160 m 09/05/2000	<i>Constantin</i> <i>Emprise 4</i> Prof : 65 m 09/05/2000	<i>Chercq Cornet</i> Prof : 64 m 09/05/2000
Germes totaux à 22°C	Nbre/ml		-	-	-	-
Coliformes totaux	Nbre/100ml	0	2	0	1	0
Streptocoques fécaux	Nbre/100ml	0	1	0	0	0
Clostridia-sulfito-réducteurs	Nbre/20ml	0	0	0	0	0

Tableau 8. Analyses bactériologiques des ouvrages 'Puits d'Ere', 'Emprise 2', 'Emprise 4' et 'Puits du Cornet' et normes wallonnes actuelles de potabilité des eaux de distribution

Ouvrages		Normes	<i>Pont des trous</i> <i>casino 2 : P2</i> Prof : 65,7 m 09/05/2000	<i>Taintignies R.</i> <i>Florent</i> Prof : 50 m 20/06/2006	<i>Près du Maire</i> <i>Emprise3</i> Prof : 60 m 09/05/2000	<i>Pont des trous</i> <i>Casino 3</i> Prof : 48,4 m 09/05/2000
Germes totaux à 22°C	Nbre/ml		-	25	-	-
Coliformes totaux	Nbre/100ml	0	21	180	1	1
Streptocoques fécaux	Nbre/100ml	0	3	-	0	0
Clostridia-sulfito-réducteurs	Nbre/20ml	0	0	-	0	0

Tableau 9. Analyses bactériologiques des ouvrages 'Pont des trous', 'R Florent', 'Puits III Emprise' et 'Puits 3 Casino' et normes wallonnes actuelles de potabilité des eaux de distributions

Les ouvrages analysés semblent peu contaminés. 'Taintignies R. Florent' est le plus contaminé avec un comptage de 25 germes/ml à 22°C et 180 coliformes totaux par 100 ml. Les autres ouvrages présentent peu ou pas de germes. Aucun clostridia-sulfito-réducteur n'a été compté. Quelques streptocoques fécaux ont été repérés dans le 'Forage d'Ere' et le 'Pont des trous'. L'origine de la contamination bactériologique n'est pas principalement fécale.

V.3.2. L'aquifère des craies du Crétacé

Ouvrages		Normes	<i>Orcq Landaise P2 Prof : 27 m 28/03/2006</i>
Germes totaux à 22°C	Nbre/ml		37
Germes totaux à 37°C	Nbre/ml		1
Coliformes totaux	Nbre/100ml	0	0

Tableau 10. Analyses bactériologiques de l'ouvrage 'Orcq Landaise P2' et normes wallonnes actuelles de potabilité des eaux de distributions

Seuls des germes totaux se retrouvent dans l'eau après incubation. L'eau de cet ouvrage n'est pas fortement polluée. Cette analyse seule ne permet pas de caractériser l'aquifère des craies du Crétacé.

V.3.3. Aquifère des sables du Paléocène

Ouvrages		Normes	<i>Taintignies Corbeau Prof 6,3: m 05/09/2005</i>
Germes totaux à 22°C	Nbre/ml		12800
Germes totaux à 37°C	Nbre/ml		10400
Coliformes totaux	Nbre/100ml	0	999

Tableau 11. Analyses bactériologiques de l'ouvrage 'Taintignies Corbeau' et normes wallonnes actuelles de potabilité des eaux de distribution

L'ouvrage 'Taintignies Corbeau' est fortement contaminé. Les germes après incubation et les coliformes se retrouvent en très grand nombre. Cette analyse seule ne permet pas de caractériser l'aquifère des sables du Paléocène, mais montre qu'il est plus vulnérable aux contaminations étant donné qu'il s'agit d'un puits superficiel, peu profond.

V.4. AUTRES PARAMETRES

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.

Certains ouvrages implantés dans l'aquifère des calcaires du Carbonifère ('Forage d'Ere', 'Emprise 2', 'Emprise 4', 'Puits du Cornet', 'Pont des trous casino' et 'R Florent') ont été analysés au niveau des pesticides, hydrocarbures et autres. Aucune substances n'a été retrouvée ou alors en très faible quantité.

VI. EXPLOITATION DES AQUIFÈRES

Sur la carte thématique de Hertain – Tournai « Carte des volumes prélevés » au 1/50 000, tous les ouvrages recensés et existants en avril 2009, sans distinction de nature, ont été reportés (puits, piézomètres, 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 l'usage industriel ou privé) 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 2005.

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

L'exploitation d'une prise d'eau souterraine est soumise à de nombreux aléas et donc, peut être variable. Les contraintes techniques de l'ouvrage, l'activité économique liée à ce captage, et l'évolution des conditions hydrogéologiques de la nappe sollicitée, peuvent perturber les capacités de production. La présentation des volumes moyens prélevés sur la « Carte des volumes prélevés » correspond à la moyenne des cinq dernières années (2004-2008) (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.

La nappe la plus exploitée de la carte de Hertain – Tournai est la nappe des calcaires du Carbonifère. Celle-ci est exploitée principalement par la S.W.D.E.. Quelques captages de capacité moyenne sollicitent l'aquifère des craies du Crétacé.

VI.1. VOLUMES PRELEVES DANS L'AQUIFERE DES CALCAIRES DU CARBONIFERE

Globalement, les ressources moyennes en eau de la partie belge de la nappe des calcaires du Carbonifère sont évaluées entre 130 et 150 millions de mètres cubes par an. Les prélèvements dans la partie belge de la nappe des calcaires du Carbonifère totalisent près de 110 millions de mètres cubes d'eau par an, ce qui reste inférieur aux ressources globales disponibles (A. Rorive & M. Hennebert, 1997). Toutefois, il est connu que, du fait du contexte géologique expliqué ci-dessus et de la mauvaise répartition géographique des prélèvements, la nappe est localement surexploitée au Nord de Tournai (zone de Pecq – Roubaix).

Cet aquifère étant surexploité, le projet « Transhennuyère » a été mis en place par la S.W.D.E. 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.

L'examen des graphiques des suivis piézométriques de la région a permis de constater une stabilisation, voire une remontée du niveau de l'eau depuis la mise en service des installations en 2001 (voir Figure IV.6 et Figure IV.7). Les nappes restent toutefois sensibles aux variations climatiques (en particulier, les précipitations) qui sont à la base de leur réalimentation.

Sur la carte 37/5-6 de Hertain – Tournai, l'aquifère des calcaires du Carbonifère est exploité par la S.W.D.E. mais aussi pour un usage privé ou industriel. La S.W.D.E. exploite l'aquifère en plusieurs endroits :

- à l'Est du village d'Ere, le captage 'Forage d'Ere' est constitué d'un puits de 45 mètres de profondeur. Le volume pompé en 1999 était de 857 634 m³, et en 2005, de 414 106 m³. Le volume moyen prélevé est de 710 190 m³ entre 2001 et 2005 ;
- au Nord-Est de la carrière du Cornet, le captage 'Chercq Cornet' est constitué d'un puits de 64 mètres de profondeur, sur lequel ont été prélevés 606 494 m³ d'eau en 1999 ;
- au Nord de Tournai, les captages 'Pont des trous casino 2 : P2', 'Pont des trous casino 3' et 'Pont des trous casino 4' se trouvent dans les anciens bâtiments de la Régie des Eaux de Tournai. Le P2 a une profondeur de 65,7 m, le P3 et le P4 sont

profonds de 48,4 mètres. Le P4 est exploité en fonction des besoins. En 1999, le volume capté dans le P2 a été de 126 675 m³. Le P3 n'a pas été utilisé et le P4 a prélevé 319 m³ ;

- aussi au Nord de Tournai, dans la vallée de l'Escaut, les puits 'Emprise I' et 'Emprise II', situés l'un à côté de l'autre, ont respectivement une profondeur de 27,50 mètres et de 160 mètres. Le puits 'Emprise III', situé au Sud des sorties de l'autoroute, a une profondeur de 100 mètres. Le puits 'Emprise IV', à l'Est de l'Ecole St-Luc, possède une profondeur de 65 mètres. Au total, cela représente un volume moyen d'un peu plus de 2 000 000 m³/an pour les quatre ouvrages.

Le tableau suivant donne le volume prélevé en 2005 ainsi que le volume moyen prélevé sur les cinq dernières années (entre 2001 et 2005).

Ouvrage	Volume prélevé en 2005 (m ³)	Volume moyen annuel prélevé entre 2001 et 2005 (m ³ /an)
Forage d'Ere	414 106	710 190
Chercq Cornet	533 590	567 598
Pont des trous casino2 : P2	- (55 152 en 2004)	95 722
Pont des trous casino 3	- (341 en 2004)	341
Pont des trous casino 4	- (286 en 2003)	57
Puits I Emprise	1 650	200 906
Emprise 2	- (16 196 en 2004)	45 614
Près du Maire Emprise 3	2 394	295 666
Constantin Emprise 4	480 297	1 464 273

Tableau 12. Volumes prélevés dans l'aquifère des calcaires du Carbonifère par les ouvrages de la S.W.D.E. (en 2005, 2004 ou 2003) et volume moyen prélevé entre 2001 et 2005)

Les quatre graphiques suivants (Figure VI.1 à Figure VI.4) montrent l'historique des volumes prélevés dans les calcaires du Carbonifère par les ouvrages de la S.W.D.E. entre 1970 et 2007. Sur les Figure VI.1 et Figure VI.2, on remarque que les volumes prélevés ont été adaptés pour diminuer les prises d'eau dans la nappe surexploitée de Pecq-Roubaix.

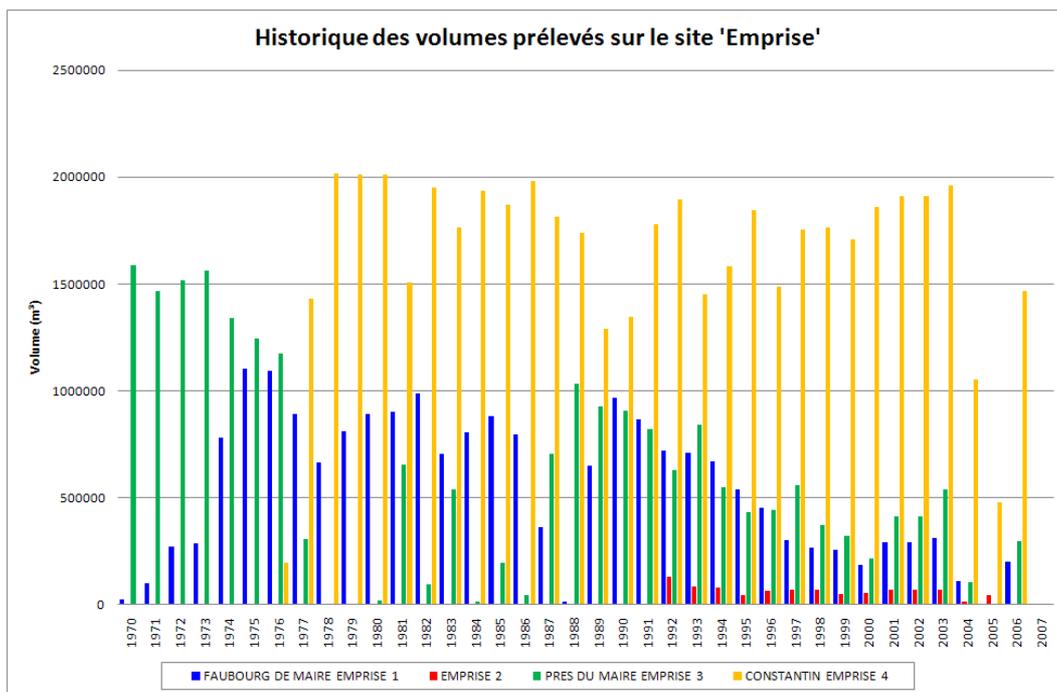


Figure VI.1. Historique des volumes prélevés dans les calcaires du Carbonifère sur le site 'Emprise' de la S.W.D.E. entre 1970 et 2007

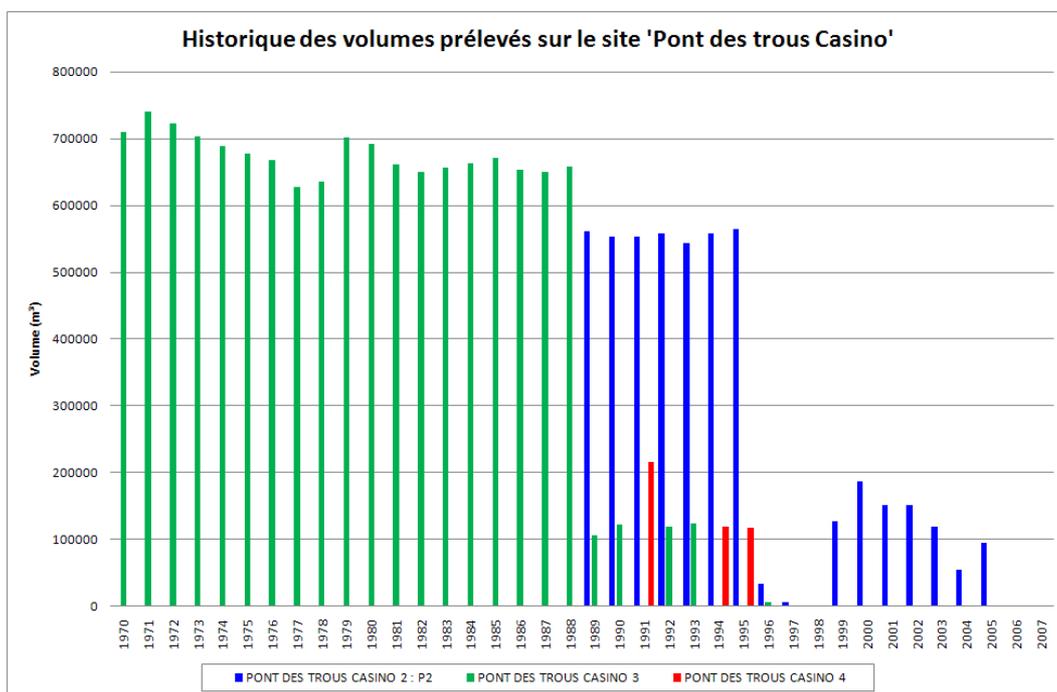


Figure VI.2. Historique des volumes prélevés dans les calcaires du Carbonifère sur le site 'Pont des trous Casino' de la S.W.D.E. entre 1970 et 2007

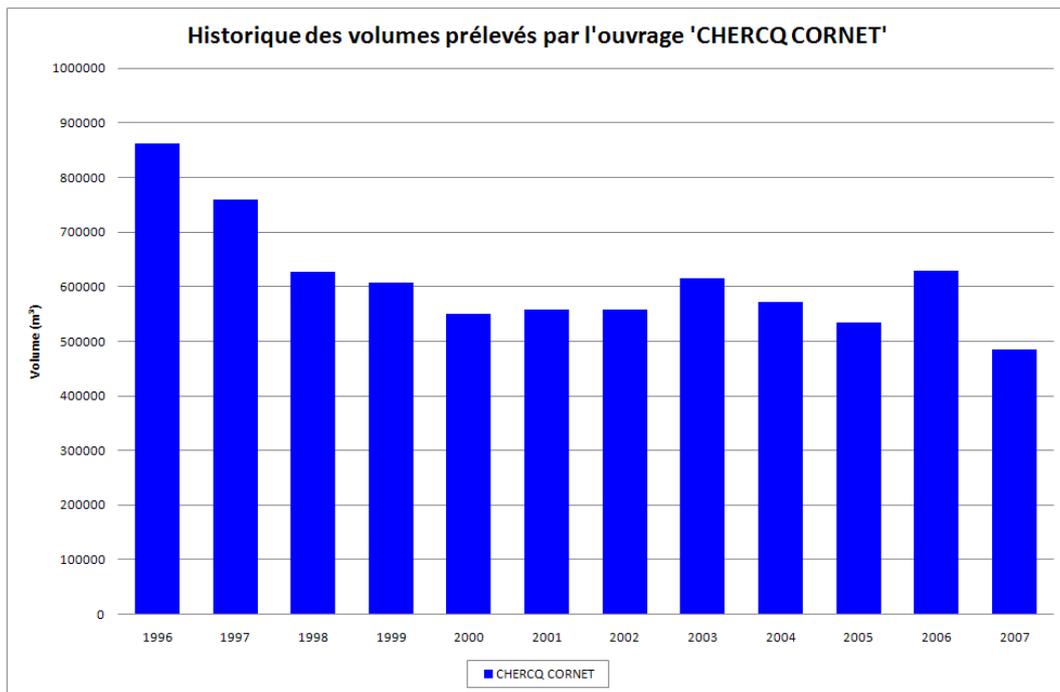


Figure VI.3. Historique des volumes prélevés dans les calcaires du Carbonifère par l'ouvrage 'Chercq Cornet' de la S.W.D.E. entre 1996 et 2007

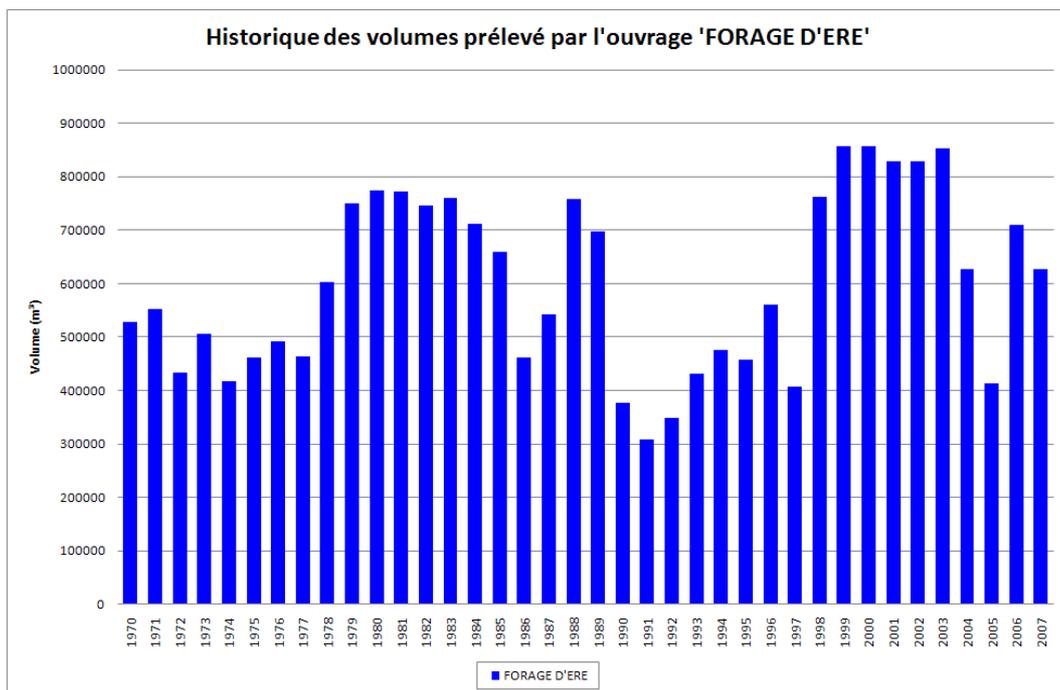


Figure VI.4. Historique des volumes prélevés dans les calcaires du Carbonifère par l'ouvrage 'Forage d'Ere' de la S.W.D.E. entre 1970 et 2007

L'aquifère des calcaires du Carbonifère est également exploité pour des usages privés ou industriels. Le volume prélevé s'élève à 83 039 m³ en 2005 (contre 133 642 m³ en 1999). Un peu moins de 85% de ce volume est prélevé par la firme Initial Textile NV, située au Nord de Tournai. Entre 2001 et 2005, le volume moyen prélevé dans l'aquifère des calcaires du Carbonifère a été de 94 145 m³/an.

VI.2. VOLUMES PRELEVES DANS LES AUTRES UNITES HYDROGEOLOGIQUES

Du côté belge de la frontière, la nappe des craies du Crétacée est principalement exploitée par des particuliers. En 2005, sept ouvrages y ont captés 6 669 m³ d'eau. Dans l'aquifère alluvial, trois ouvrages ont prélevé 2 652 m³ et dans l'aquifère des sables du Paléocène, 405 m³ ont été prélevés par un puits.

Entre 2001 et 2005, 10 867 m³/an ont été prélevés dans l'aquifère des craies du Crétacé, 3 211 m³/an dans l'aquifère alluvial et 1 724 m³/an dans l'aquifère des sables du Paléocène.

Les débits qui précèdent ne tiennent évidemment compte que des volumes déclarés. Il reste des ouvrages dont les volumes prélevés sont connus. Cependant, c'est la nappe sollicitée qui n'a pu être déterminée, faute d'indication précise.

VII. ETUDES GÉOPHYSIQUES

En 2005, la sprl Bureau Conseil en Géologie a réalisé pour la S.W.D.E. une étude géophysique dans la région de Tournai. Cette étude a pour objectif la recherche de nouvelles ressources en eau. Sur la carte Hertain – Tournai, la zone de prospection géophysique se scinde en deux petites surfaces situées à l'Est de Ere (zone 1) et à l'Est de Barges (zone 2).

Cette campagne est composée de huit couples de sondages électriques et sismiques. Cette étude a mis en évidence :

- les limons de surface sur une épaisseur de 1 à 5 mètres ;
- les marnes de la Formation du Vert Galand sur une épaisseur de 9 à 13 mètres ;
- le calcaire sain à une profondeur de 10 à 16 mètres ;
- en plusieurs endroits, un calcaire altéré et saturé sous le calcaire sain, à une profondeur de 23 à 30 mètres et sur une épaisseur de 10 à 17 mètres.

VIII. PARAMÈTRES D'ÉCOULEMENT ET DE TRANSPORT

Des données hydrogéologiques précises concernant les paramètres d'écoulement et de transport sont relativement rares pour la région de Hertain – Tournai. Les points où des essais ont été réalisés pour déterminer ces paramètres sont reportés sur la « *Carte des informations complémentaires et des caractères de couverture des nappes* » au 1/50 000 du poster A0 joint à cette notice.

VIII.1. ESSAIS DE POMPAGE ET DE TRAÇAGE SUR LE SITE EMPRISE

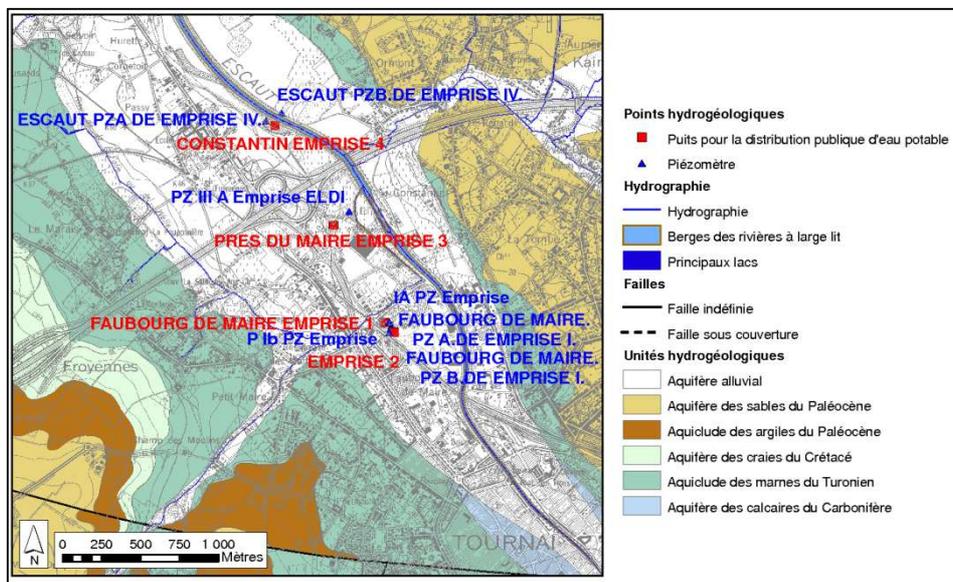


Figure VIII.1. Localisation des ouvrages du site 'Emprise'

Des essais de pompage* ont été réalisés sur le site 'Emprise' de la S.W.D.E.. Ils concernent les ouvrages Emprise I ('Faubourg de Maire Emprise 1'), Emprise II ('Emprise 2') et Emprise III ('Près du Maire Emprise 3'). La localisation de ces ouvrages se trouve à la Figure VIII.1. Les résultats de transmissivité T et du coefficient d'emmagasinement S sont repris ci-dessous :

- Emprises I et II :

Un essai de pompage de courte durée réalisé au puits I en utilisant un débit de pompage constant de 60 m³/h, le puits II servant de piézomètre, a permis le calcul des paramètres suivants :

- Transmissivité $T = 6 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$
- Coefficient d'emmagasinement (au piézomètre) $S = 0,76 \%$

* Les essais de pompage sont des tests réalisés sur les puits dans divers types d'études (zones de prévention, étude de risque, etc.) qui permettent de quantifier l'efficacité de la circulation des eaux souterraines et d'estimer le débit que peut fournir un ouvrage.

- Emprise III :

Un essai de pompage au puits III, en utilisant plusieurs débits de pompage (30, 60 et 100 m³/h) et le piézomètre PZa (localisé à 13,5 mètres du forage) a permis le calcul des paramètres suivants :

- Transmissivité $T = 1,5 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2/\text{s}$
- Coefficient d'emmagasinement (au piézomètre) $S = 0,6 \%$

Ces deux valeurs de transmissivité évaluent la fonction conductrice de l'aquifère. La valeur de $1,5 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2/\text{s}$ à Emprise III dans le Viséen témoigne d'une meilleure transmissivité que celle observée aux puits forés Emprises I et II dans le Tournaisien ($T = 6 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$).

Trois essais de traçage ont été réalisés sur les ouvrages Emprise I, II et III. Les résultats obtenus ont montré que le transport se faisait en milieu fissuré de type karstique. La circulation s'effectue par fissures, fractures ou karsts et le sens des circulations au niveau local peut être différent du sens des circulations au niveau régional (indiqué par la piézométrie). Les vitesses réelles d'écoulement sont de l'ordre de 0,4 m/h. Rien n'a permis de conclure que la fissuration soit homogène et isotrope dans les calcaires, ce qui implique que les circulations sont complexes (écoulement non radial convergent).

VIII.2. ETUDE SIDEHO

En 1982 et 1984, dans le cadre de conventions entre la Région Wallonne et de l'ancienne SIDEHO, plusieurs études ont été réalisées. Elles ont fourni les valeurs de paramètres hydrogéologiques suivantes :

- pour les calcaires et dolomies compacts :

la transmissivité $T = 1 \cdot 10^{-4}$ à $6 \cdot 10^{-3}$ m²/s ;

- pour les calcaires et dolomies fracturés et/ou karstifiés :

la transmissivité $T = 3 \cdot 10^{-3}$ à $8 \cdot 10^{-2}$ m²/s (Forage d'Ere de l'usine MEURA).

A noter que l'essai de pompage à l'usine MEURA (X = 81 975 ; Y = 144600) a montré un rabattement influencé par la limite imperméable au niveau de la Faille de Gaurain-Ramecroix. Celle-ci remonte les calcschistes de la Formation de l'Orient peu perméable au niveau du Tournaisien supérieur perméable.

Les valeurs de perméabilité suivantes sont extraites du rapport :

- pour la craie : $K = 4 \cdot 10^{-5}$ à $2 \cdot 10^{-3}$ m/s ;
- pour les sables et tuffeaux thanétiens : $K = 2 \cdot 10^{-5}$ à $1 \cdot 10^{-4}$ m/s
($K_{\text{verticale}} = 2$ à 4 m/j) ;
- pour les limons : $K = 1 \cdot 10^{-9}$ à $3 \cdot 10^{-7}$ m/s.

IX. ZONES DE PROTECTION

IX.1. CADRE LÉGAL

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

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

Zone I ou zone de prise d'eau

La zone de prise d'eau est l'aire géographique délimitée par la ligne située à 10 m 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, dans le cas d'un puits, et

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

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

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

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

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

Zone de surveillance

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

Mesures de protection

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

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

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

A ce jour, deux zones de prévention ont été arrêtées de manière officielle et une troisième est proposée. Ces zones s'appliquent respectivement aux ouvrages de la S.W.D.E. : 'Forage d'Ere', 'Chercq Cornet' et 'Constantin Emprise IV'.

Les zones de prévention ont été déterminées sur base des temps de transfert d'un polluant suite à l'élaboration de modèles mathématiques. Ces délimitations sont reportées sur la carte principale au 1/25 000 du poster A0 joint à cette notice.

Six autres ouvrages sont en attente de définition de zone de prévention. Ils sont signalés par un triangle noir sur la carte principale. Il s'agit des ouvrages 'Tournai P7', 'Faubourg du Maire Emprise 1', 'Près du Maire Emprise 3', 'Pont du Trou Casino 2', 'Pont des trous Casino 3' et 'Emprise 2'.

* SPGE, instituée par le décret du 15 avril 1999

IX.2.1. Zone de prévention arrêtée autour du captage 'Forage d'Ere'

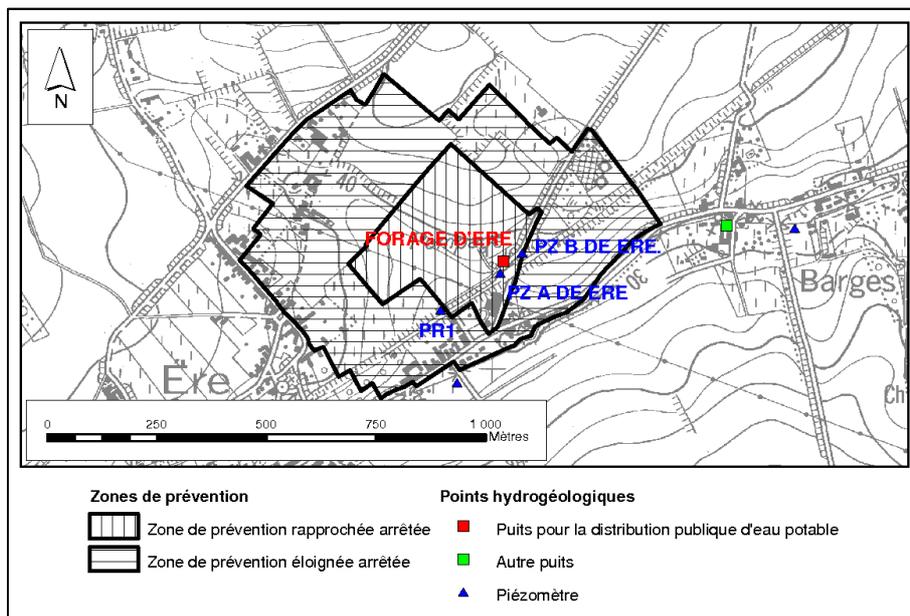


Figure IX.1. Zones de prévention rapprochée et éloignée arrêtées autour du captage 'Forage d'Ere'

Cette zone (voir Figure IX.1), située au Sud – Ouest de Tournai, comprend un puits qui exploite l'aquifère des calcaires du Carbonifère. La zone a été délimitée sur base du critère du temps de transfert, suite à l'élaboration d'un modèle mathématique ainsi que sur base des limites cadastrales. L'arrêté ministériel a été acté le 09 octobre 2003 et publié au Moniteur le 18 novembre de la même année. Il est consultable à l'adresse : <http://environnement.wallonie.be/legis/EAU/easou059.htm>.

IX.2.2. Zone de prévention arrêtée autour du captage 'Chercq Cornet'

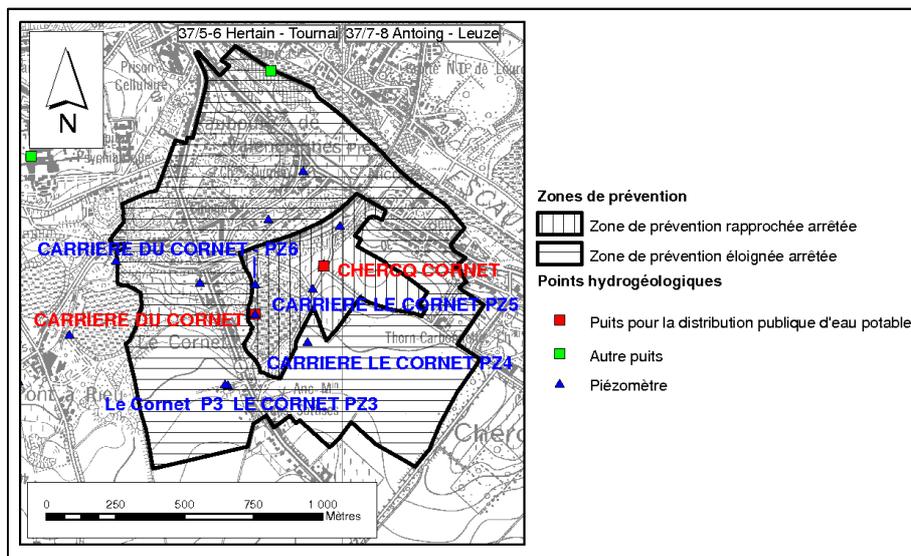


Figure IX.2. Zones de prévention rapprochée et éloignée arrêtées autour du captage 'Chercq Cornet'

Cette zone (voir Figure IX.2), située à l'Est de la carte et sur la carte voisine 37/7-8 Antoing – Leuze, comprend deux captages qui exploitent l'aquifère des calcaires du Carbonifère. La zone a été délimitée sur base du critère du temps de transfert, suite à l'élaboration d'un modèle mathématique ainsi que sur base des limites cadastrales. L'arrêté ministériel a été acté le 08 novembre 2002 et publié au Moniteur le 10 décembre de la même année. Il est consultable à l'adresse : <http://environnement.wallonie.be/legis/EAU/easou036.htm>.

IX.2.3. Zone de prévention proposée autour du captage 'Emprise IV'

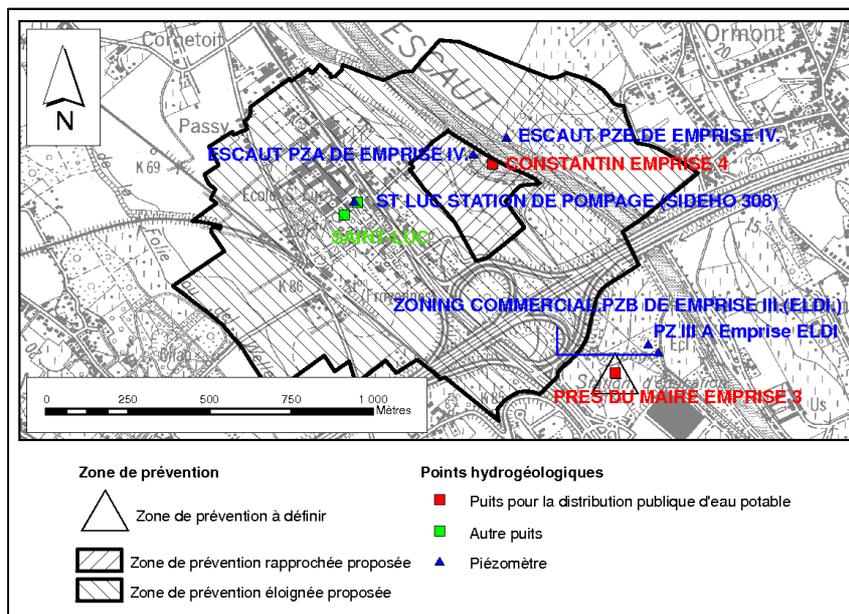


Figure IX.3. Zones de prévention rapprochée et éloignée proposées autour du captage 'Constantin Emprise 4'

Cette zone (voir Figure IX.3) est située au Nord – Ouest de Tournai. Elle comprend un captage qui exploite l'aquifère des calcaires du Carbonifère. Cette zone est en attente d'être officialisée par un arrêté ministériel. Une étude a été réalisée par la Régie des eaux de Tournai en mars 1999, sur les ouvrages nommés 'Emprise I, II et III' dans le but de délimiter les zones de prévention. Des essais de pompage et de traçage avaient été réalisés, ainsi qu'un modèle d'écoulement et de transport. Etant donné les paramètres hydrodynamiques et les débits pompés, les zones de prévention éloignées doivent être assez étendues, notamment celles de l'ouvrage 'Emprise III'. La Figure IX.4 suivante montre les zones de prévention proposées en 1999.

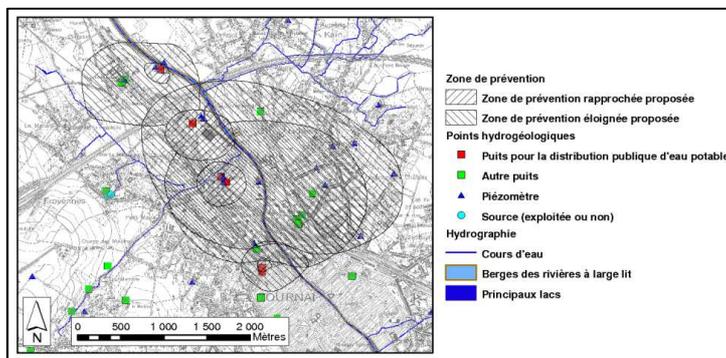


Figure IX.4. Anciennes zones de prévention rapprochée et éloignée proposées sur le site 'Emprise' (1999)

X. MÉTHODOLOGIE DE L'ÉLABORATION DE LA CARTE HYDROGÉOLOGIQUE

Le présent chapitre donne les principales sources d'informations géologiques, hydrologiques et hydrogéologiques utilisées. Elle décrit également l'utilisation de ces données et l'interprétation qui a été faite, permettant la réalisation de la carte hydrogéologique de Wallonie 37/5-6 Hertain – Tournai et de sa notice explicative.

X.1. DONNÉES GÉOLOGIQUES

La carte géologique servant de base à la carte hydrogéologique est celle établie en 1997 par M. Hennebert et P. Doremus, et publiée par le Ministère de la Région Wallonne (D.G.R.N.E.). Grâce à la description des lithologies des différentes formations géologiques, il est possible de caractériser les différentes unités hydrogéologiques en y apportant diverses nuances.

Les données géologiques proviennent des descriptions de forages disponibles principalement au Service Géologique de Belgique (S.G.B.).

Des données concernant les phénomènes karstiques sont disponibles dans l'atlas du karst wallon. Un inventaire des effondrements karstiques (puits naturels) a été réalisé dans le Tournaisis par Dr. Kaufmann O. Ces données sont importées dans la carte.

X.2. DONNÉES MÉTÉOROLOGIQUES ET HYDROLOGIQUES

Sur la carte 37/5-6 Hertain – Tournai, il existe trois stations climatiques (appartenant à l'I.R.M. et au S.E.T.H.Y.) et deux stations limnimétriques (appartenant à la D.C.E.N.N. et au S.E.T.H.Y.). Elles sont figurées sur la carte.

X.3. DONNÉES HYDROGÉOLOGIQUES

X.3.1. Localisation des ouvrages et des sources

Dans la banque de données hydrogéologiques de la Région Wallonne, 547 ouvrages ont été encodés. A peu près la moitié de ces ouvrages ont été visités sur le terrain en 2001. Ainsi, 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 sur la majorité d'entre eux. La principale difficulté rencontrée sur le terrain est la localisation de certains ouvrages. Beaucoup sont mal situés, voire pas situés. Reste ensuite le travail d'enquête auprès des habitants de la région qui permet d'obtenir les renseignements utiles concernant les ouvrages et l'accord pour une mesure du niveau piézométrique.

Au final, après mise à jour, 224 ouvrages ont été recensés en 2008 et reportés sur la carte hydrogéologique 37/5-6 Hertain – Tournai. Cet ensemble est constitué par 12 puits destinés à la distribution publique d'eau potable, 112 puits qui ne sont pas destinés à la distribution publique d'eau potable mais possédant une autorisation (industries, agriculteurs, privés ...), 92 piézomètres et 8 sources (exploitées ou non).

X.3.2. Données piézométriques

En 2001, 133 ouvrages existants avaient été introduits dans la banque de données et reportés sur la carte au 1/25 000. Mais seulement 91 ouvrages étaient mesurables et ont permis de tracer la piézométrie de la nappe des calcaires du Carbonifère. Cette piézométrie a été reprise dans la mise-à-jour. Elle a été corrigée localement et comparée avec des données piézométriques plus récentes afin de vérifier qu'il n'y a pas eu de changement important.

Certaines mesures ont été prises lors de relevés ponctuels dans le cadre de diverses études (Etude S.I.D.E.H.O.), d'autres sont prises mensuellement par les producteurs d'eau dans les piézomètres et les puits.

D'autres données piézométriques ponctuelles (juin 2001) concernant les autres unités hydrogéologiques ont été ajoutées afin de compléter le projet.

X.4. DONNEES HYDRODYNAMIQUES

Les données et considérations hydrodynamiques proviennent, d'une part, d'un rapport de synthèse pour la délimitation des zones de prévention des captages 'Emprises I, II et III' de l'ancienne Régie des Eaux de Tournai et d'autre part d'une étude hydrogéologique de la nappe des calcaires du Carbonifère du bord nord du bassin de Namur, réalisée par la S.I.D.E.H.O. en 1982.

X.5. DONNÉES HYDROCHIMIQUES

Les données hydrochimiques proviennent, pour la plupart, de la banque de données hydrogéologiques de la Région Wallonne. Ces données ont été mises à jour et complétées par rapport à la première édition de cette notice.

X.6. 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 qui réalisent les cartes hydrogéologiques et d'autres institutions (dont l'administration wallonne, DGARNE), la base de données a été révisée. Le but est de créer un outil de travail commun et performant, répondant aux besoins des spécialistes impliqués dans la gestion des eaux souterraines. Les données hydrogéologiques dispersées géographiquement devaient être disponibles dans une seule base de données centralisée.

Ainsi les données détaillées de l'hydrochimie, de la piézométrie, des volumes exploités, des paramètres d'écoulement et de transport, de géologie telles que les descriptions de log de forage et d'autres données administratives ou autres sont stockées dans la BD Hydro sous l'autorité de DGARNE*. Ces données peuvent être demandées à la Région qui décide de leur accessibilité au cas par cas. L'ensemble des données collectées est encodé dans la base de données géorelationnelle, BD Hydro (Wojda et al, 2005). Elle regroupe toutes les informations disponibles en matière d'hydrogéologie en Région wallonne. Parmi les nombreuses et diverses données de la BD Hydro on trouve des informations relatives à la localisation des prises d'eau (puits, sources, piézomètres,...), leurs caractéristiques géologiques et techniques, ainsi que des données sur la piézométrie, la qualité physico-chimique des eaux souterraines, les volumes prélevés... Les divers tests (diagraphies, essais de pompage, essais de traçage, prospection géophysique) sont également encodés dans la BD Hydro. Elle est également enrichie avec les informations sur les études, rapports et autres documents hydrogéologiques écrits. Ces renseignements se présentent sous la forme de métadonnées.

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

XI. REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

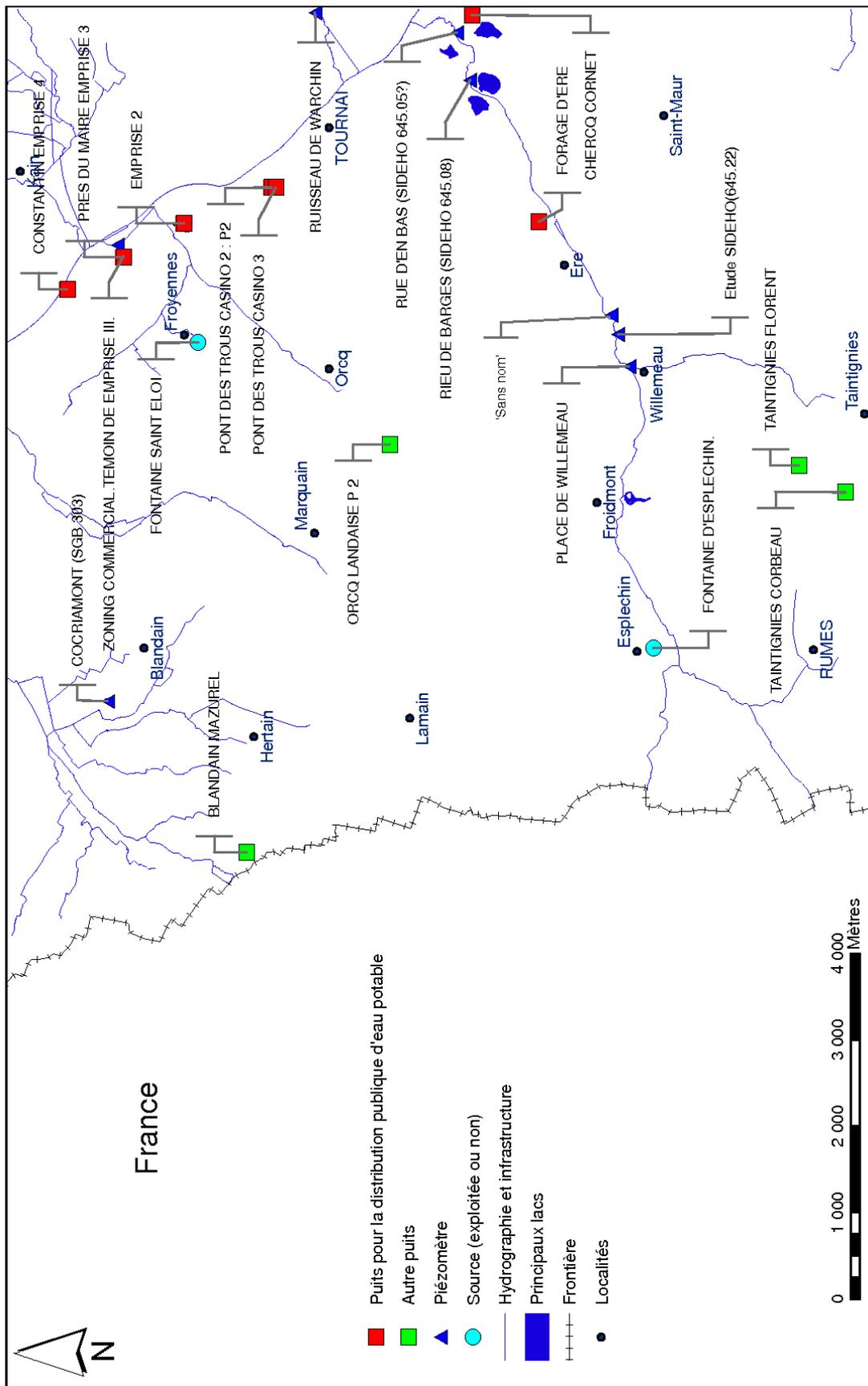
- **Biron J-P. & Closset M.** (2006) : Transhennuyère : la gestion durable d'une ressource en eau souterraine, 2 p.
- **Bougard G.** (2001) : Carte hydrogéologique de Wallonie et notice explicative. Planche de Hertain – Tournai (37/5-6) au 1/25 000. Faculté Polytechnique de Mons.
- **De Marsily G.** (1981) : Hydrogéologie quantitative. Collection sciences de la terre, éd. Masson.
- **Demey Th.** (1996) : Autorisations&Permis ; Environnements et gestion. Ed. Samsom. Kluwer Editorial.
- **Foucault A., Raoult J.-F.** (2005). Dictionnaire de Géologie, 6ème édition, Edition Dunod.
- **F.P.Ms.** (1996) : Le projet « Transhennuyère » : son influence sur la nappe aquifère du calcaire carbonifère dans la région de Péruwelz – Rapport Final, 42 p.
- **F.P.Ms.** (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., Dassonville G.** (1969) : La nappe aquifère franco-belge du Calcaire Carbonifère. Bulletin de la Société Belge de Géologie, Paléontologie et hydrologie, T.78, fasc.3-4, pp.235-251.
- **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.** (1998) : L'anticlinal faillé du Mélantois-Tournaisis fait partie d'une « structure en fleur positive » tardi-varisque. Ann. Soc. Géol. du Nord, T. 6 (2ème série), pp. 65-78.
- **Hennebert M., Doremus P.** (1997) : Carte géologique de Wallonie et notice explicative. Planche de Hertain – Tournai (37/5-6) au 1/25 000, éditée par le Ministère de la Région Wallonne.

- **Hennebert M., Doremus P.** (1997) : Carte géologique de Wallonie et notice explicative. Planche d'Antoing – Leuze (37/7-8) au 1/25 000, éditée par le Ministère de la Région Wallonne.
- **Kaufmann O.** (2000) : Les effondrements karstiques du Tournaisis : genèse, évolution, localisation, prévention. Thèse présentée à la F.P.Ms. pour l'obtention du grade de Docteur en Science Appliquées.
- **Legrand R., Neybergh** (1979) : La nappe aquifère du calcaire carbonifère du Tournaisis. Professional Paper 1979/8, Service Géologique de Belgique.
- **Mengeot A.** (2000) : Carte hydrogéologique de Wallonie et notice explicative. Planche d'Antoing – Leuze (37/7-8) au 1/25 000. Faculté Polytechnique de Mons.
- **Roisin F.** (1987) : Le Calcaire Carbonifère du Tournaisis. Les eaux souterraines en Wallonie, Bilan et Perspectives, ESO '87 : Ministère de la Région Wallonne.
- **Rorive A., Hennebert M.** (1997). Nappe du calcaire carbonifère du Tournaisis : nouvelle interprétation du rôle de "barrière hydrogéologique" de la faille de Gaurain-Ramecroix, Résumés du Colloque Artois-Brabant, 9-11 avril 1997, Mons, Belgique, 1 p.
- **S.I.D.E.H.O.** (1982) : La nappe du Calcaire Carbonifère du bord Nord du Bassin de Namur : Etude hydrogéologique et projet de mise en valeur.
- **Youssouf H.** (1973). Hydrologie karstique du calcaire carbonifère de la Belgique et du Nord de la France – synthèse des données acquises en 1972. Thèse de la Fac. Sc. de l'Univ. Lille, 126 p.
- **Tractebel Development Engineering** (1999) : Délimitation des zones de prévention des captages Emprise I, II et III, Régie des eaux de Tournai. Rapport de synthèse
- **Faculté Polytechnique de Mons.** Craies et Calcaires en Hainaut, de la géologie à l'exploitation.

ANNEXE 1. GLOSSAIRE DES ABREVIATIONS

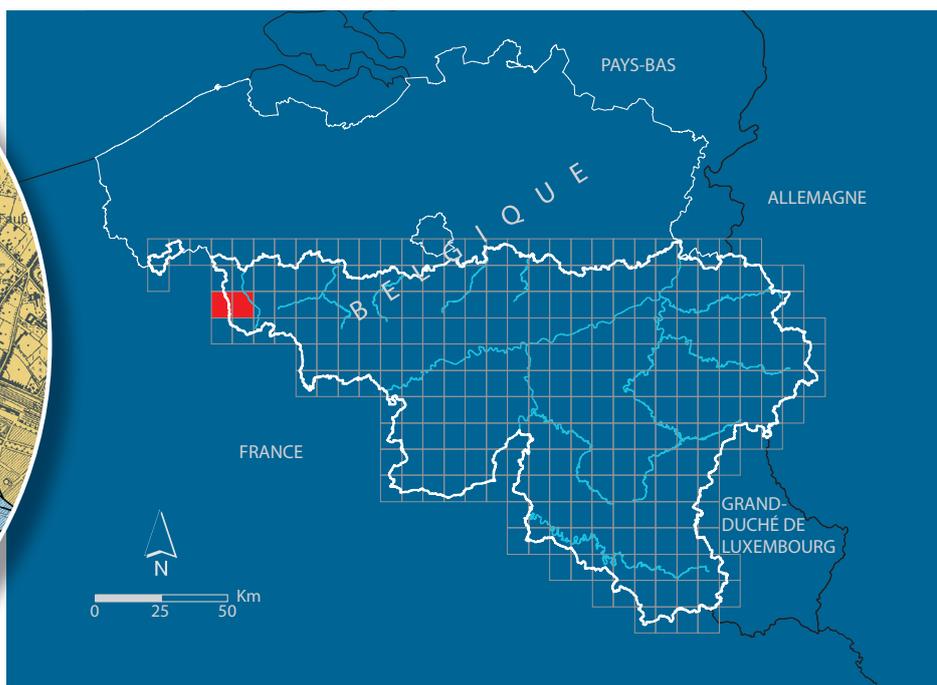
- C.W.E.P.S.S. : Commission Wallonne d'Etude et de Protection des Sites Souterrains
- D.C.E.N.N. : Direction des Cours d'Eau Non Navigables
- DGO3 : Direction générale opérationnelle Agriculture, Ressources naturelles et Environnement
- F.P.Ms. : Faculté Polytechnique de Mons
- F.U.N.D.P. : Facultés Universitaires Notre-Dame de la Paix de Namur
- I.G.N. : Institut Géographique National
- I.R.M. : Institut Royal Météorologique
- Ma : Millions d'années
- S.E.T.H.Y. : Service d'Etudes Hydrologiques du M.E.T. (Ministère de l'Equipement et du transport)
- S.G.B. : Service Géologique de Belgique
- S.I.D.E.H.O. : Société Intercommunale de Développement Economique et d'aménagement du territoire du Hainaut Occidental
- S.P.W. : Service publique Wallonie
- S.W.D.E. : Société Wallonne des Distributions d'Eau
- U.Lg. : Université de Liège

ANNEXE 2. CARTE DE LOCALISATION



ANNEXE 3. COORDONNEES GEOGRAPHIQUES DES OUVRAGES CITES DANS LA NOTICE

Nom de l'ouvrage	X (m)	Y (m)	Zsol (m)	Type d'ouvrage	Profondeur (m)
- (sans nom)	78 475	141 200	33	-	-
Blandain Mazurel	72 241	145 383	32,5	Puits traditionnel	12
Chercq Cornet	81 849	142 802	37,5	Puits foré	64
Cocriamont (SGB 303)	73 992	146 976	25,84	Puits foré	53
Constantin Emprise 4	78 773	147 439	16,31	Puits foré	65
Emprise 2	79 536	146 104	~ 20	Puits foré	160
Etude Sideho (645.22)	78 250	141 125	34,65	Puits foré	-
Faubourg de Maire Pz A de Emprise I	79 520	146 148	~ 20	Puits foré	26
Faubourg de Maire Pz B de Emprise I	79 512	146 128	~ 20	Puits foré	85
Fontaine d'Esplechin	74 619	140 721	47	Source	-
Fontaine Saint Eloi	78 154	145 939	25	Source	-
Forage d'Ere	79 556	142 031	34,64	Puits foré	45
Orcq Landaise P2	76 976	143 743	53	Puits foré	27
Place de Willemeau	77 875	141 200	34,65	Puits foré	-
Pont des trous casino 2 : P2	79 952	145 098	17,25	Puits foré	65,7
Pont des trous casino 3	79 952	145 048	17,53	Puits foré	48,4
Près du Maire Emprise 3	79 146	146 796	14,99	Puits foré	100
Rieu de Barges	81 748	142 821	25,8	Puits foré	10
Rue d'en Bas	81 748	142 973	19,82	Puits foré	6,9
Ruisseau de Warchin	81 975	144 600	18,66	Puits foré	-
Taintignies Corbeau	76 419	138 520	65	Puits foré	6,3
Taintignies Florent	76 730	139 055	63	Puits foré	25
Zoning commercial. Pz B de Emprise III (Eldi)	79 280	146 860	~ 20	Puits foré	32
Zoning commercial. Temoin de Emprise III	79 152	146 792	~ 20	Puits foré	24



Dépôt légal : D/2009/12.796/5 – ISBN : 978-2-8056-0067-8

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