

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 Chastre - Gembloux



CHASTRE - GEMBLoux

40/5-6

Ingrid **RUTHY**, Alain **DASSARGUES**

Université de Liège
Sart-Tilman - Bâtiment B52 B-4000 Liège (Belgique)



NOTICE EXPLICATIVE

2015

Première édition : Mai 2001
Actualisation partielle : Septembre 2014

Dépôt légal – **D/2015/12.796/2** - ISBN : **978-2-8056-0173-6**

SERVICE PUBLIC DE WALLONIE

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

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

Table des matières

Avant-propos	3
I. Introduction	4
II. Cadres géographique, géomorphologique, hydrographique et pédologique	5
III. Cadre géologique	11
III.1. Cadre géologique régional.....	11
III.2. Cadre géologique de la carte	11
III.2.1. Cadre litho-stratigraphique.....	12
III.2.1.1. Formations du Paléozoïque	12
III.2.1.2. Formations du Mésozoïque	15
III.2.1.3. Formations du Cénozoïque.....	15
III.2.2. Cadre structural	17
IV. Cadre hydrogéologique.....	19
IV.1. Description des unités hydrogéologiques	21
IV.1.1. Unités hydrogéologiques du Cambro-silurien	21
IV.1.1.1. Aquifère du socle cambro-silurien	21
IV.1.1.2. Aquitard à niveaux aquifères du socle cambro-silurien	21
IV.1.1.3. Aquiclude du socle cambro-silurien	22
IV.1.1.4. Aquitard du socle cambro-silurien	22
IV.1.1.5. Aquiclude à niveaux aquifères du socle cambro-silurien	22
IV.1.2. Unités hydrogéologiques du Mésozoïque et du Cénozoïque	22
IV.1.2.1. Aquitard du Santonien (Crétacé).....	22
IV.1.2.2. Aquifère des sables de l'Eocène (Paléogène).....	22
IV.1.2.3. Aquitard limoneux (Quaternaire).....	23
IV.1.2.4. Aquifère alluvial (Quaternaire).....	23
IV.1.2.5. Nappe des remblais.....	23
IV.2. Description de l'hydrogéologie de la carte	25
IV.2.1. Aquifère des sables de l'Eocène	25
IV.2.2. Unités hydrogéologiques cambro-siluriennes du Massif du Brabant.....	31
IV.2.3. Coupes hydrogéologiques	39
IV.2.4. Caractère des nappes	39
IV.2.5. Piézométrie de la carte Chastre-Gembloux.....	39
V. Cadre hydrochimique	41
V.1. Caractéristiques hydrochimiques des eaux	43
V.1.1. Aquifère des sables bruxelliens (Eocène)	43
V.1.2. Unités hydrogéologiques du socle cambro-silurien du Massif du Brabant	44
V.1.3. Diagramme de Piper	46
V.2. Problématique des nitrates.....	47
V.3. Qualité bactériologique	51
V.4. Pesticides	52
V.5. Sites pollués	54
VI. Exploitation des aquifères.....	55
VII. Paramètres d'écoulement et de transport.....	58
VII.1. Aquifère des sables de l'Eocene	61
VII.2. Unités hydrogéologiques du Socle cambro-silurien	64

VIII. Zones de protection	67
VIII.1. Cadre légal	67
VIII.2. Zones de prévention des captages de la SWDE	69
VIII.3. Zones de prévention des captages de l'IECBW	70
IX. Méthodologie d'élaboration de la carte hydrogéologique.....	72
IX.1. Origine des informations.....	72
IX.1.1. Données géologiques et connexes.....	72
IX.1.2. Données météorologiques et hydrologiques.....	73
IX.1.3. Données hydrogéologiques	74
IX.1.3.1. Localisation des ouvrages.....	74
IX.1.3.2. Données piézométriques.....	74
IX.1.3.3. Données hydrochimiques et tests sur les puits	74
IX.1.4. Autres données	75
IX.2. Base de données hydrogéologiques.....	75
IX.3. Poster de la carte hydrogéologique	76
IX.3.1. Carte hydrogéologique principale.....	76
IX.3.2. Carte des informations complémentaires et du caractère des nappes.....	77
IX.3.3. Carte des volumes d'eau prélevés	77
IX.3.4. Carte des isohypses.....	78
IX.3.5. Tableau de correspondance 'Géologie-Hydrogéologie'	78
IX.3.6. Coupes hydrogéologiques.....	78
X. Bibliographie	79
Annexe 1: Liste des abréviations des institutions et organismes.....	82
Annexe 2: Table des illustrations.....	84
Annexe 3: Carte de localisation	86
Annexe 4: Coordonnées géographiques des ouvrages cités dans la notice.....	87

AVANT-PROPOS

La réalisation de la carte hydrogéologique Chastre-Gembloux 40/5-6 s'inscrit dans le cadre du programme de cartographie des ressources en eau souterraine de Wallonie, commandé et financé par le Service Public de Wallonie (SPW), Direction Générale opérationnelle de l'Agriculture, des Ressources naturelles et de l'Environnement (DGARNE-DGO3). Cette carte hydrogéologique a été réalisée par l'unité 'Hydrogéologie et Géologie de l'Environnement' du secteur GEO³ du département ArGEnCo de l'Université de Liège. Le projet a été supervisé par le professeur Alain Dassargues et la carte réalisée par Ingrid Ruthy. La première version de cette carte date de mai 2001¹. L'actualisation de cette carte a été réalisée en 2014 et prend en compte les données disponibles dans la base de données "BD-Hydro" (outil de travail commun aux équipes universitaires et à l'administration wallonne (DGARNE)). Ainsi les données concernées sont les zones de prévention, les volumes prélevés, les nouveaux ouvrages déclarés, des données piézométriques nouvelles encodées dans la base de données. Une collecte exhaustive de données complémentaires n'a pas été menée.

Collaborent au projet 'Carte hydrogéologique de Wallonie' l'Université de Mons (UMons), l'Université de Namur (UNamur) et l'Université de Liège – Campus d'Arlon (ULg-Arlon).

Les auteurs de la carte hydrogéologique remercient tous les bureaux d'études actifs dans le domaine de l'environnement qui ont fourni de nombreuses données. Nous remercions également la SWDE et l'IECBW ainsi que la SPAQuE. Nous remercions aussi tous les particuliers et industries qui nous ont permis de visiter leur prise d'eau et d'y faire quelques mesures, lors de la première version de la carte hydrogéologique. Pour leur relecture attentive et constructive de la carte et de la notice, nous remercions Marie Dachy (ing. géologue) et Ludovic Capette (UNamur).

La carte hydrogéologique est basée sur un maximum de données géologiques, hydrogéologiques et hydrochimiques. Elle a pour objectif d'informer de l'extension, de la géométrie et des caractéristiques hydrogéologiques, hydrodynamiques et hydrochimiques des aquifères, toutes personnes, sociétés ou institutions concernées par la gestion tant quantitative que qualitative des ressources en eaux.

Par un choix délibéré, toute superposition outrancière d'informations conduisant à réduire la lisibilité de la carte a été évitée. Dans ce but, outre la carte principale, trois cartes thématiques, une coupe hydrogéologique et un tableau litho-stratigraphique sont présentés.

Les données utilisées pour la réalisation de la carte ont été encodées dans une base de données (GDB-ArcGIS-Esri) qui a été remise à la Direction des Eaux Souterraines (SPW, DGO3 DGARNE).

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

¹ Ruthy I., Dassargues A. & Monjoie A. (2001). Carte hydrogéologique de Wallonie, Chastre-Gembloux, 40/5-6. 1:25000. Namur, Service Public de Wallonie, Direction générale opérationnelle Agriculture, Ressources naturelles et Environnement, 1 notice explicative de 36 p. + annexes

I. INTRODUCTION

Située dans le sud de la Province du Brabant Wallon et le nord de la Province de Namur, la carte Chastre-Gembloux se trouve entre Bruxelles, à 40 km au nord-ouest, et Namur à 20 km au sud-est (figure I.1). Le bassin hydrographique de la Dyle, affluent indirect de l'Escaut, occupe la majeure partie de la carte.

Les formations du Paléozoïque inférieur sont masquées par une importante couverture de terrains du Cénozoïque. Hydrogéologiquement, les principales ressources en eaux souterraines se trouvent dans les formations sableuses du Lutétien (Aquifère des sables bruxelliens-Eocène). Les horizons aquifères rencontrés dans les roches du Cambro-Silurien sont également exploités.

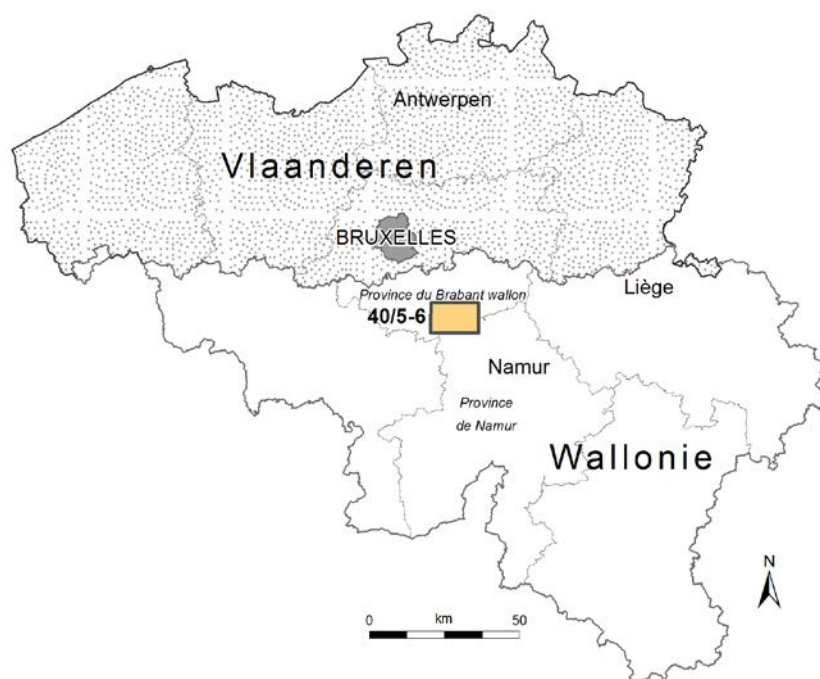


Figure I.1: Localisation de la carte Chastre-Gembloux

II. CADRES GEOGRAPHIQUE, GEOMORPHOLOGIQUE, HYDROGRAPHIQUE ET PEDOLOGIQUE

La région de Chastre-Gembloux, située dans la partie occidentale du plateau brabançon, est à vocation principalement agricole. Ses principales localités sont Gembloux (sud), Mont-Saint-Guibert/Court-Saint-Etienne (nord) et Chastre (centre).

Deux ensembles paysagers² se distinguent sur la zone cartographiée (figure II.1): les vallonnements brabançons (02) et les bas-plateaux limoneux brabançon et hesbignon (03) (Droeven *et al.*, 2004). Ce dernier ensemble occupe la majeure partie de la carte (environ 85 %) dont notamment deux faciès paysagers sont représentés. Cet ensemble paysager s'étend au nord du sillon Sambre-et-Meuse. Le Plateau agricole namurois (03013) en occupe la partie méridionale (versant mosan de la Hesbaye namuroise). Cette zone de plateau est entaillée par quelques vallées encaissées et arborées (dont l'Orneau). La Hesbaye brabançonne (03012) présente un relief calme de bas-plateaux. Cette région est essentiellement agricole, avec des grands champs ouverts sur les plateaux. Les bois occupent les versants plus abrupts et les prairies les vallées plus humides. Les villages suivent également le réseau hydrographique (site de vallée). Sur le plateau brabançon, à l'origine, l'habitat était groupé en village. Mais avec la périurbanisation, le bâti se densifie et se développe davantage le long des axes de communication (De Witte *et al.*, 2009).

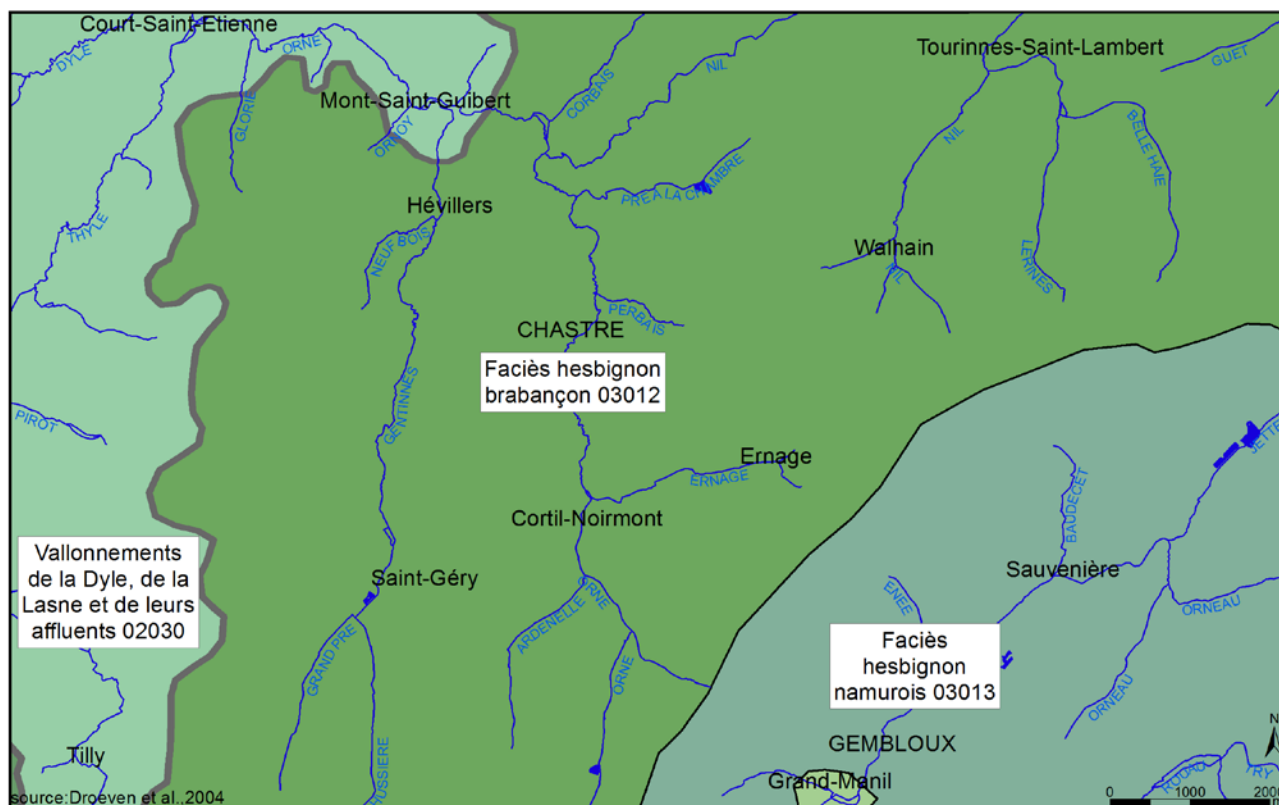


Figure II.1: Territoires paysagers - Chastre-Gembloux (Droeven *et al.*, 2004)

² 76 territoires paysagers regroupés en 13 ensembles sont distingués en Wallonie. Une carte de ces territoires paysagers, accompagnée d'une notice explicative, est disponible auprès du SPW. Les références complètes de cette publication sont données au chapitre XI (Droeven *et al.*, 2004).

Le relief de la région de Chastre-Gembloux est relativement calme, surface ondulée entaillée en plusieurs endroits par des cours d'eau (figure II.2). L'altitude du point bas de la carte est de 60-65 à Court-Saint-Etienne. La ligne de crête entre le bassin de la Meuse et de l'Escaut traverse la carte Chastre-Gembloux. Cette limite hydrographique importante est, cependant, peu marquée dans le paysage, avec des pentes faibles observées de part et d'autre de la crête de partage.

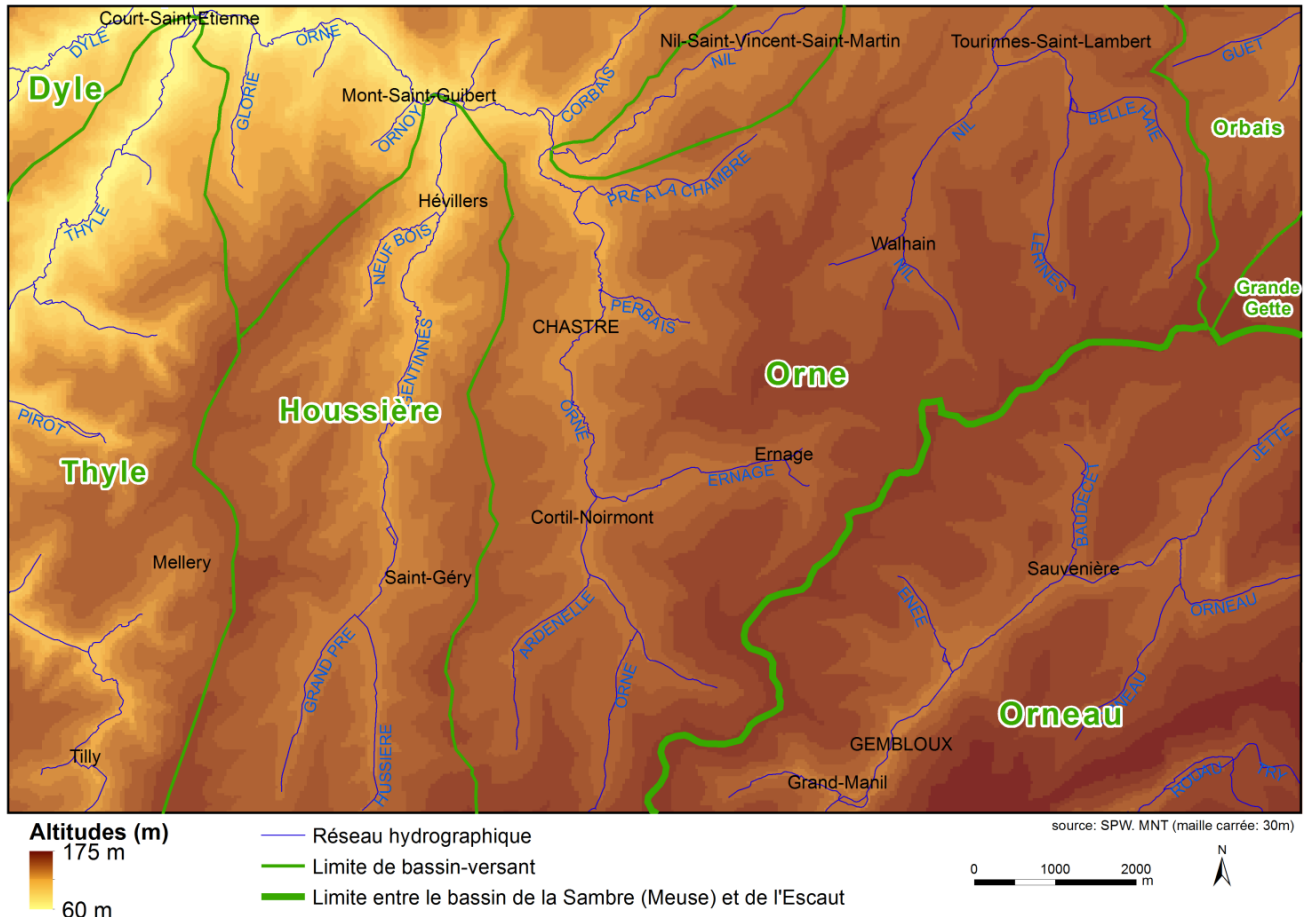


Figure II.2: Relief et bassins-versants – Chastre-Gembloux

Les eaux de surface de la carte Chastre-Gembloux font partie soit du bassin de l'Escaut, majoritaire, soit du bassin de la Meuse (dans le quart sud-est de la planche). Le réseau hydrographique est assez dense. La majorité des cours d'eau s'écoulent du sud vers le nord. Les principales rivières de la carte Chastre-Gembloux sont (figure II.2):

Bassin de la Meuse

- l'Orneau, de direction nord-est / sud-ouest, est un affluent la Sambre qui rejoint ensuite la Meuse à Namur. Lors de son passage sur la carte étudiée, il reçoit quelques ruisseaux. Son bassin-versant occupe 21 % de la superficie de la carte (33,6 km²);

Bassin de l'Escaut

- au nord-est, se trouve les têtes de bassin de la Grande Gette et de l'un de ses affluents, l'Orbais, occupant 4% de la carte, soit 6,4 km²;

- au nord-ouest, coule la Dyle, affluent du Rupel. Ce dernier rejoint l'Escaut à Rupelmonde (Kruibeke). La Dyle est le collecteur principal des eaux de surface s'écoulant sur le territoire de la carte Chastre-Gembloux;
- l'Orne, affluent de la Dyle au nord de Court-Saint-Etienne, reçoit:
 - le Nil, à Blanmont;
 - la Houssière (ou Gentinnes) à Mont-Saint-Guibert. Son bassin versant couvre 15,6 % de la carte (24,8 km²);
 - la Thyle à Court-Saint-Etienne. Son bassin occupe 14 % de la carte (22,4 km²).

La figure II.3 représente la carte d'occupation du sol de la région de Chastre-Gembloux (répartition selon les classes du niveau 1). Ces données sont extraites de la carte numérique de l'occupation du sol wallon³. On constate que les surfaces agricoles occupent la majeure partie de la carte. La répartition de l'affectation à l'intérieur de cette catégorie est reprise au tableau II.1. Les gros bourgs et les principales voies de communication sont aisément repérables (territoires artificialisés). On peut observer que l'habitat s'est d'abord développé principalement le long des cours d'eau et tend à s'étendre, modifiant le paysage rural traditionnel. Bien que l'agriculture soit le premier acteur économique de cette région, les activités tertiaires se développent de plus en plus, notamment dans la région gembloutoise. Les forêts occupent généralement les fonds de vallées et les versants comme dans le bassin de la Thyle (zone nord-ouest de la carte).

Tableau II.1: Répartition détaillée de l'occupation du sol - Territoires agricoles

Terres arables (essentiellement des cultures sarclées)	81,8 %
Surfaces enherbées (essentiellement des prairies permanentes)	16,5 %
Cultures permanentes (vergers)	0,7 %
Friches agricoles	1 %

³ La Carte de l'Occupation du Sol en Wallonie (COSW) est dressée au 1/10 000. Elle est basée sur les données cartographiques vectorielles à la Région wallonne. La couche de base est le PLI (Plan de Localisation Informatique – 1/10.000). On peut considérer en effet qu'il couvre l'ensemble du territoire régional, même si une partie de ce dernier n'est pas « cadastrée » (5 % du territoire wallon). La légende de la COSW est hiérarchisée en 5 niveaux de détails. Le niveau 1, le plus global, comporte 6 classes d'occupation du sol et le niveau 5, le plus détaillé, en contient 97. Pour plus d'informations: <http://geoportail.wallonie.be>

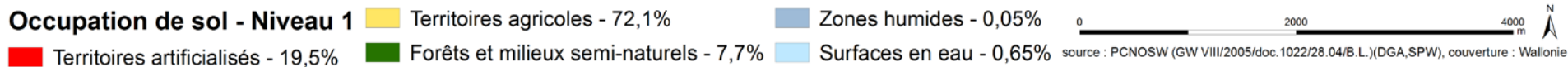
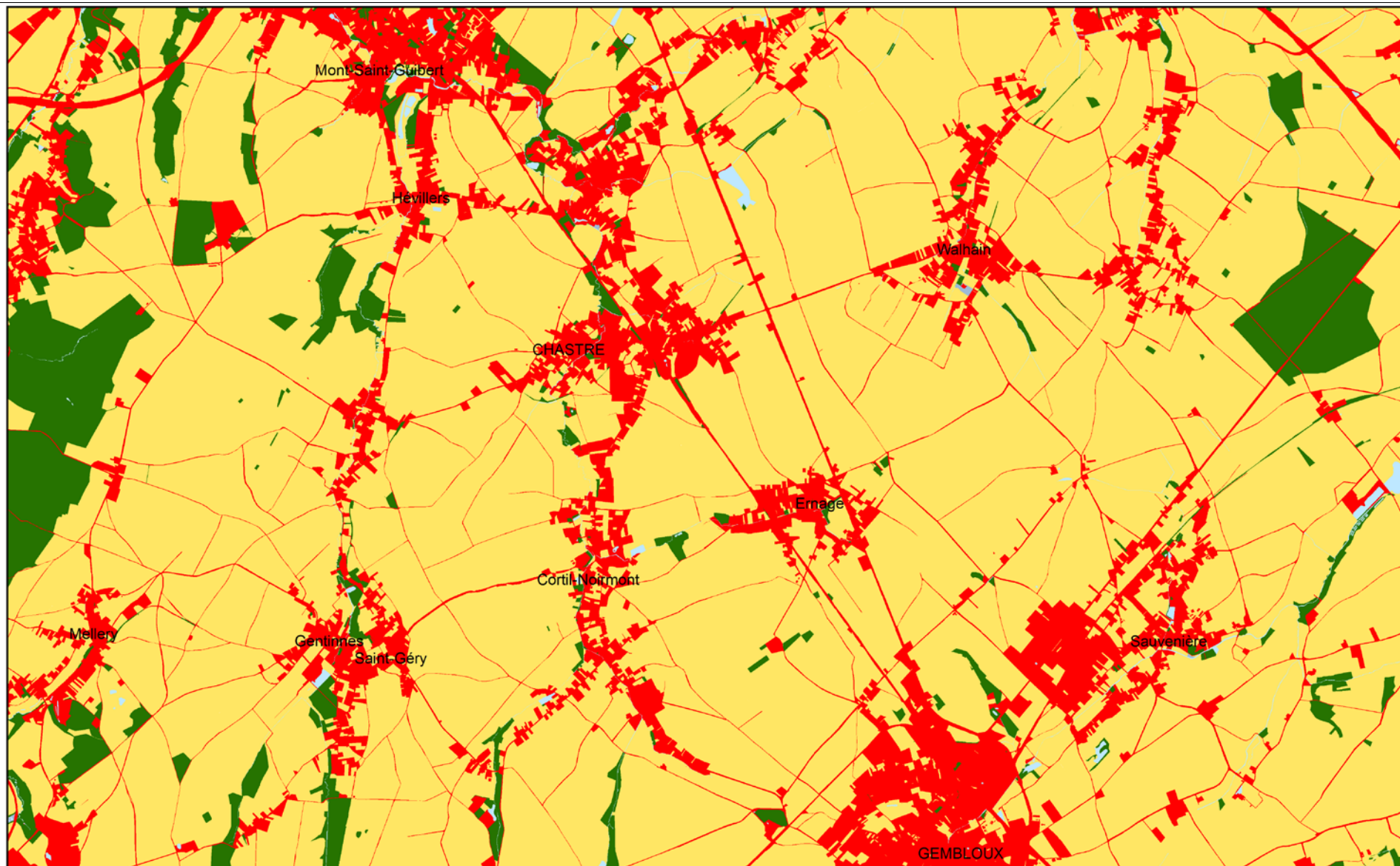


Figure II.3: Carte de l'occupation du sol – Chastre-Gembloux

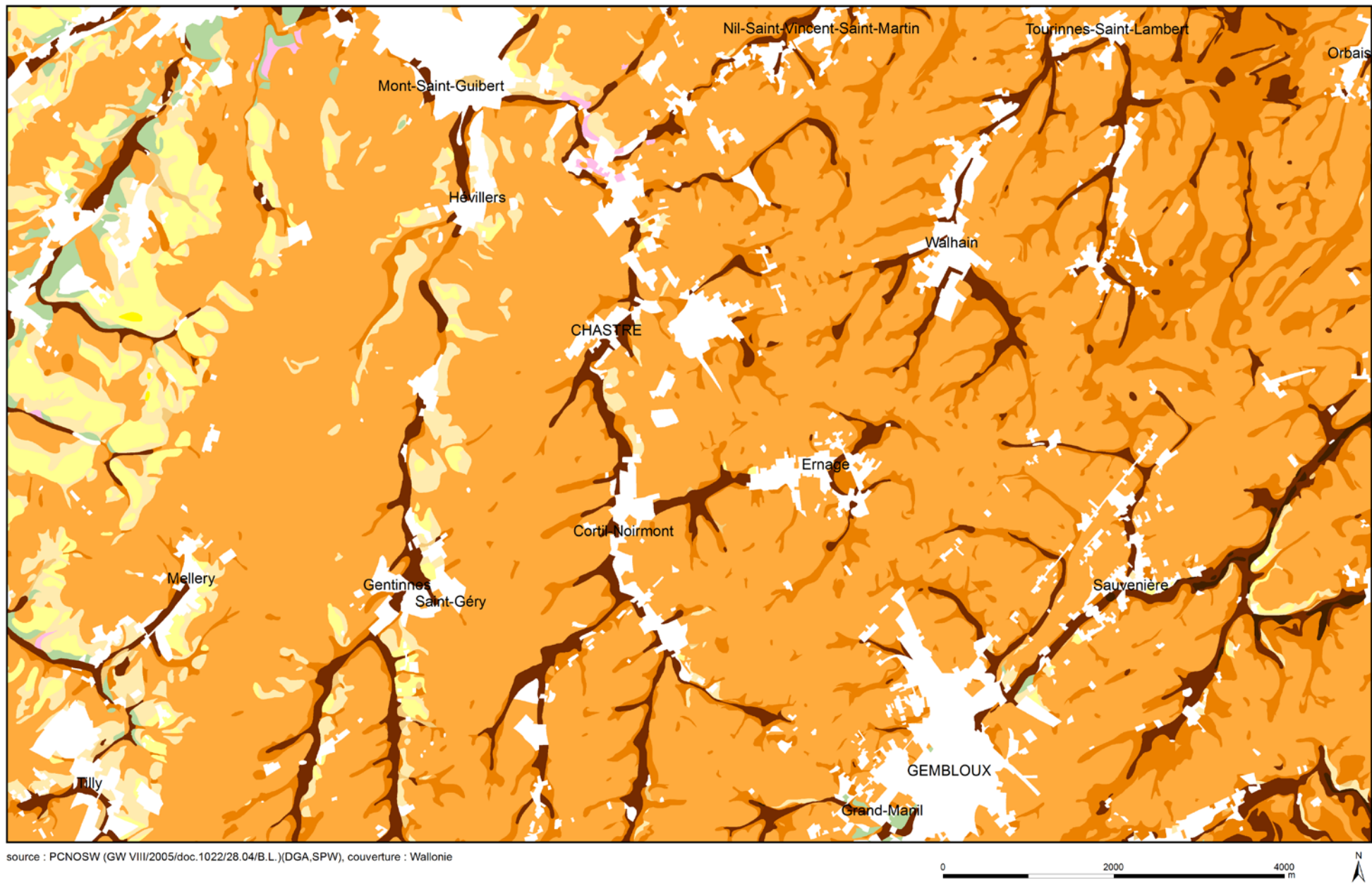


Figure II.4: Carte des types de sol – Chastre-Gembloux

La carte de Chastre-Gembloux, comme l'essentiel de la région située au nord de la Meuse, est marquée par un important manteau limoneux masquant les terrains sous-jacents. La carte des sols, présentée à la figure II.4, est assez homogène. Les "sols limoneux à drainage naturel favorable"⁴ représentent la classe dominante, type particulièrement favorable pour l'agriculture (figure II.5). Les fonds de vallée sont généralement caractérisés par des sols limoneux à drainage naturel modéré à imparfait et à drainage naturel assez pauvre à très pauvre.

La géologie des terrains sous-jacents se reflète dans la nature du sol. Ainsi, sur quelques zones, les sols sont davantage limono-sableux à sableux. Dans le fond des vallées, là où le socle paléozoïque affleure, une charge caillouteuse est présente. Sur la carte Chastre-Gembloux, on est en présence de sols à charge plutôt schisteuse et schisto-gréseuse.

La catégorie 'sols artificiels ou non cartographiés' occupe presque un cinquième du territoire cartographié. Cette classe comprend principalement les zones bâties, le réseau hydrographique, les infrastructures de transport.

Type de sol

- Sols tourbeux ou tourbières - 0,18%
- Sols sableux ou limono-sableux à drainage naturel excessif ou légèrement excessif - 2,91%
- Sols sableux ou limono-sableux à drainage naturel principalement modéré ou imparfait - 0,02%
- Sols sablo-limoneux à drainage naturel principalement favorable - 3,92%
- Sols sablo-limoneux à drainage naturel principalement modéré ou imparfait - 0,27%
- Sols limoneux à drainage naturel favorable- 61,19%
- Sols limoneux à drainage naturel modéré ou imparfait - 10,73%
- Sols limoneux à drainage naturel assez pauvre à très pauvre - 5,59%
- Sols limono-caillouteux à charge schisto-gréseuse ou gréseuse et à drainage naturel favorable - 0,12%
- Sols limono-caillouteux à charge schisteuse et à drainage naturel principalement favorable - 0,81%
- Sols artificiels ou non cartographiés - 14,26%

Figure II.5: Légende et répartition des types de sol – Chastre-Gembloux

⁴ Terminologie issue de la carte des sols de Wallonie. Pour plus d'informations: <http://cartopro3.valid.wallonie.be/CIGALE>

III. CADRE GEOLOGIQUE

III.1. CADRE GEOLOGIQUE REGIONAL

La carte Chastre-Gembloux fait partie du Massif calédonien du Brabant, sur sa bordure méridionale. Le Massif du Brabant (appelé aussi socle brabançon) est une structure autochtone formée de terrains cambro-siluriens, ayant subi l'orogénèse calédonienne. Ce domaine est peu affecté par la déformation varisque (Boulvain & Pingot, 2011; Belanger *et al.*, 2012). Ces terrains paléozoïques sont recouverts par une importante couverture de terrains mésozoïques et cénozoïques. Dès lors les roches du Cambro-Silurien affleurent essentiellement sur les flancs des vallées (érosion). Cette couverture de terrains meubles repose en discordance sur les roches paléozoïques. Au cours du Cénozoïque, à plusieurs reprises, un paléo-océan venant du nord s'est avancé vers le sud en déposant principalement des sédiments au nord du sillon Sambre-et-Meuse. Dans la région étudiée, ces dépôts, essentiellement d'âge paléogène, recouvrent le plateau brabançon (figure III.1).

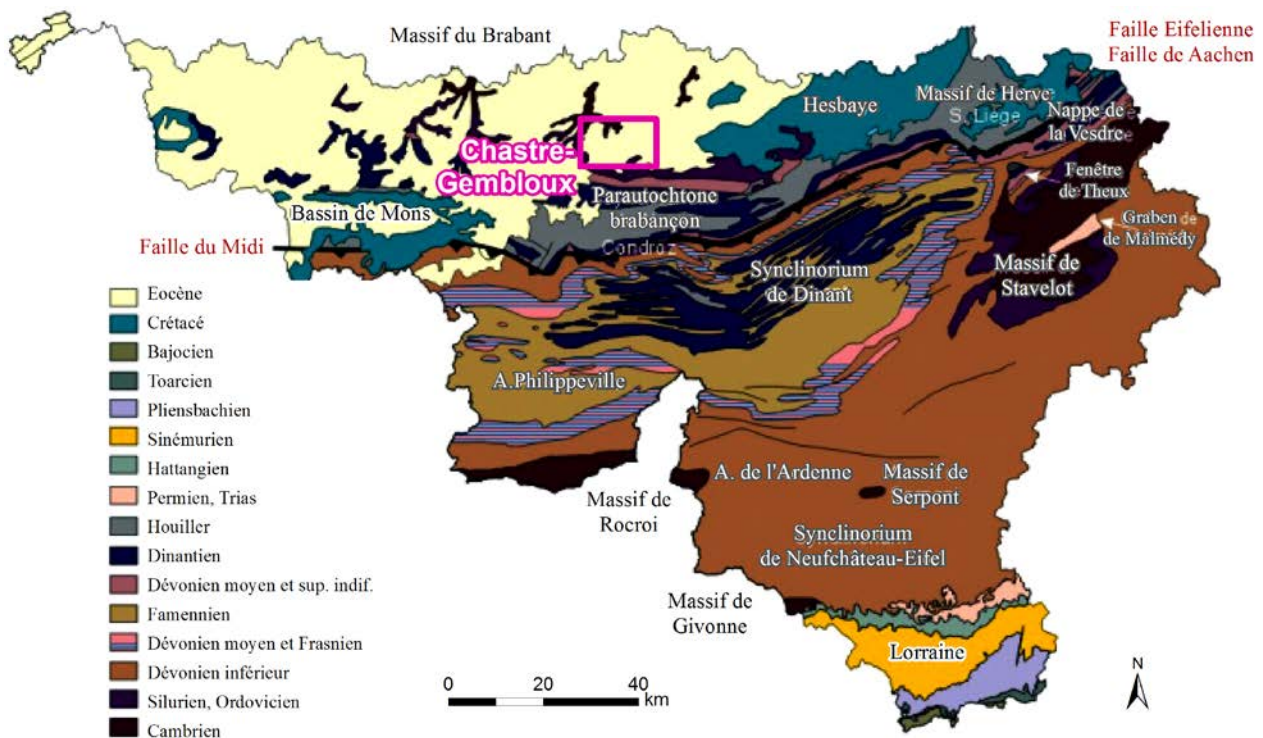


Figure III.1: Carte géologique de la Wallonie (Boulvain & Pingot, 2011; modifié)

III.2. CADRE GEOLOGIQUE DE LA CARTE

Les formations géologiques rencontrées sur la carte Chastre-Gembloux sont constituées de roches datées du Paléozoïque inférieur (Cambrien, Ordovicien, Silurien). Quelques failles ont été identifiées dans ces terrains. Ces formations du socle paléozoïque sont surmontées par des dépôts crétacés, par des sables cénozoïques, par des alluvions et de façon générale par les limons quaternaires.

La description lithologique des formations fait référence à la carte géologique Chastre-Gembloux au 1/25.000, dressée par Delcambre et Pingot (2002). Cette carte géologique sert de fond à la carte hydrogéologique; elle a été fournie sous format numérique par le Service Public de Wallonie.

III.2.1. Cadre litho-stratigraphique

III.2.1.1. Formations du Paléozoïque

Sur la carte Chastre-Gembloux, le Paléozoïque est représenté uniquement par les terrains cambro-ordovico-siluriens. Vu l'importante couverture de terrains plus récents, ils ne sont directement observables que sur les versants de quelques vallées, suite au travail de l'érosion (figure III.2). Ces roches, plissées et fracturées par les orogènes successives, ont ensuite été pénéplanées.

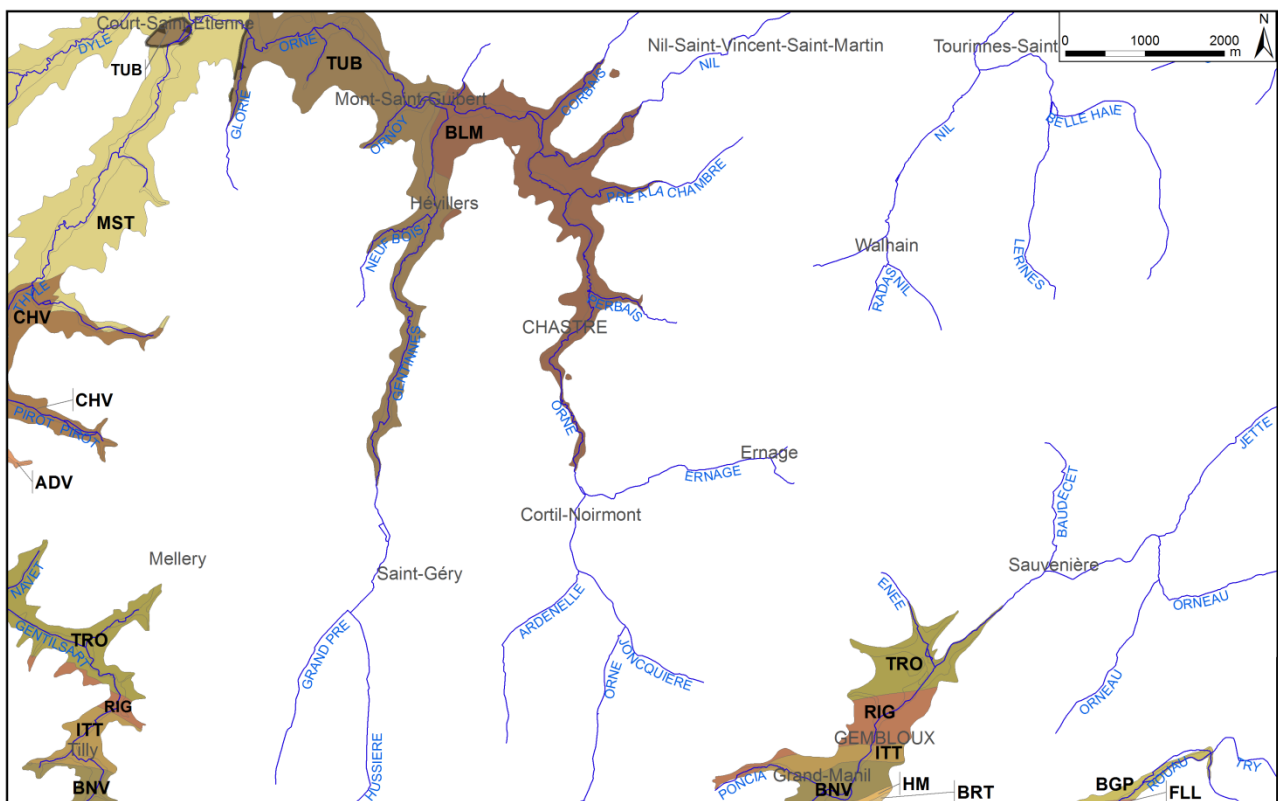


Figure III.2: Socle cambro-silurien (zones d'affleurements) – Chastre-Gembloux

III.2.1.1.1 Cambrien

Trois formations représentent ce système. Elles sont situées dans la moitié nord de la carte. Elles affleurent dans les vallées de la Dyle, de la Thyle et de l'Orne (figure III.2).

- La **Formation de Blanmont (BLM)** est composée de grès quartzitiques ou arkosiques en gros bancs mal stratifiés. Elle est traversée par des filons de quartz à apatite, épidote et tourmaline. Vers son sommet, des lentilles schisteuses sont parfois rencontrées. Ces roches affleurent dans la vallée de l'Orne, entre Cortil-Noirmont et Mont-Saint-Guibert. Son épaisseur n'est pas déterminée mais elle est certainement supérieure à 1000 m.

- La **Formation de Tubize (TUB)** est constituée de grès fins, de siltites et de schistes gris-vert. Elle est divisée en trois membres. Le faciès des deux premiers membres est turbiditique, à granoclassement (membre inférieur) et homogènes (membre intermédiaire). Le faciès supérieur présente des siltites massives grises à grains de magnétite. Cette formation affleure dans la vallée de la Houssière-Gentignes en aval de Saint-Géry ainsi que dans la vallée de l'Orne entre Mont-Saint-Guibert et Court-Saint-Etienne. Son épaisseur est difficile à estimer mais elle dépasse probablement 500 m.
- La **Formation de Mousty (MST)** comprend essentiellement des schistes noirs, manganésifères. Elle est divisée en trois membres. Le membre inférieur (Membre de Franquénies), composé de schistes gris foncés ou noirs et bancs lenticulaires de grès et des lentilles phanites (ces dernières n'affleurent pas sur la carte Chastre-Gembloux). Le membre intermédiaire est constitué de schistes ou de schistes gris-bleus à noirs et graphiteux. Au sommet, le Membre de Tangissart présente un caractère plus silteux. Ce membre est daté du Trémadocien (Ordovicien). Cette formation affleure dans les vallées de la Thyle et de la Dyle. Son épaisseur est de l'ordre de 500 m.

III.2.1.1.2 Ordovicien

Sur les flancs des vallées, dégagés par l'érosion, les formations de l'Ordovicien peuvent affleurer. Ce système est présent dans la moitié sud de la carte Chastre-Gembloux (figure III.2). L'épaisseur de l'Ordovicien est proche de 1,5 km dans le Massif du Brabant où le système est connu dans sa totalité. Sur la carte Chastre-Gembloux, huit formations affleurent.

- La **Formation de Chevillpont (CHV)** est composée de siltites gris foncé avec de minces (mm à cm) niveaux de grès clairs et quelques bancs (cm à dm) de grès à stratifications convolutées ou à granoclassement. Elle affleure dans la vallée de la Thyle. Son épaisseur est estimée entre 150 et 200 m.
- La **Formation de l'Abbaye de Villers (ADV)** est formée de grès et de siltites gris foncé et brun verdâtre micacés, fortement bioturbés, à barres lenticulaires de grès foncé hétérogène. Elle affleure sur une très petite zone dans une vallée affluente de la Thyle (ouest de la carte). Son épaisseur est de l'ordre de 100 à 150 m.
- La **Formation de Tribotte (TRO)** est caractérisée par ses faciès arénacés. Trois membres y sont distingués. Le premier est composé de grès gris-brun argileux, riche en micas et en feldspaths. Le second (Membre de Strichon) est formé de grès blanc à gris-jaune peu argileux. Les deux tiers supérieurs de la formation, Membre de Gentissart, sont composés de grès et de siltites gris-vert, très micacés, souvent divisés en gros bancs. Au sommet, les intercalations schisteuses et silteuses sont de plus en plus présentes. Cette formation affleure dans le bassin de la Thyle à l'ouest de Mellery et dans la vallée de l'Orneau au nord de Gembloux. Son épaisseur est estimée entre 200 et 300 m.
- La **Formation de Rigenée (RIG)** se présente sous la forme de schistes et de siltites noirs à gris-bleu à stratifications gréseuses. Elle affleure un peu dans la vallée de la Thyle, au nord de Tilly, où son épaisseur atteint 175 m. Elle affleure également dans la vallée de l'Orneau à Gembloux.

- La **Formation d'Iltre (ITT)** est composée d'une alternance de grès fins, de siltites et de schistes verdâtes à gris sombre, à stratifications entrecroisées et convolutées (turbidites). Elle affleure dans les vallées de la Thyle et de l'Orneau. Son épaisseur est inconnue.
- La **Formation de Bornival (BNV)** est constituée de schistes silteux verts, argileux, assez homogènes et micacés (Unité de la Chapelle Sainte Adèle), de siltites compactes (Unité du Cimetière de Grand-Manil) et de siltites gris foncé, généralement homogènes, parfois rubanés alternant avec des niveaux plus clairs et plus gréseux (Unité de La Vôte). Cette formation affleure au sud de Tilly dans la vallée de la Thyle ainsi qu'à hauteur de Gembloux (vallée de l'Orneau). L'épaisseur de ces terrains est évaluée entre 300 et 400 m.
- Le **regroupement des Formations de Huet et de Madot (HM)** est composé de siltites micacées fossilifères et gréseuses, avec de nombreuses imbrications limonitiques. L'épaisseur de ces terrains est d'environ 65 m. Dans la vallée de l'Orneau, le sommet du groupe renferme de minces dépôts volcano-sédimentaires (Horizon de la Porphyroïde de Grand-Manil). Ces roches affleurent dans la vallée de l'Orneau.
- La **Formation du Brutia (BRT)** est représentée par deux membres: le Membre inférieur et le Membre de l'Eurite de Nivelles (p). Le premier, d'une cinquantaine de mètres d'épaisseur, est composé de schistes et de siltites gris foncé assez compacts. Le second correspond à un dépôt gris clair d'ignimbrites consolidées montrant une altération blanchâtre. Son épaisseur est d'environ 40 m. Ainsi l'épaisseur de toute la formation totalise 80 à 100 m. Elle affleure dans le bassin de l'Orneau.

III.2.1.1.3 Silurien

Le Silurien affleure sur une très petite surface dans le sud de la carte, dans la vallée de l'Orneau (figure III.2). Ces roches ont été déformées une première fois lors de l'orogénèse calédonienne. Sur la carte Chastre-Gembloux, deux formations sont distinguées au sein de ce système.

- La **Formation du Bois-Grand-Père (BGP)** est composée de schistes gris foncé renfermant des bancs de grès micacé, parfois lenticulaires. Son épaisseur est estimée à environ 200 m.
- Constituée de siltites et schistes vert-gris, la **Formation de Fallais (FLL)** est épaisse d'environ 300 m. A son sommet, on observe quelques mètres de tuff volcanique, l'Horizon cinéritique de Pitet.

III.2.1.2. Formations du Mésozoïque

Les terrains mésozoïques sont peu représentés sur la carte Chastre-Gembloux. Ils y affleurent aussi très peu, uniquement dans la vallée du Rouau (affluent de l'Orneau).

III.2.1.2.1 Crétacé

Une seule formation de ce système est répertoriée sur la carte étudiée: la **Formation de Loncée (LON)**, d'âge Coniacien-Santonien. On peut l'observer au sud-est de la carte (figure III.3). Reposant en discordance sur les schistes siluriens altérés, elle est composée d'une argile sableuse glauconieuse à fragments crayeux à éclats de silex et riche en débris coquilliers. Son épaisseur est faible, de 0,2 à 2,5 m.

A l'échelle régionale, cette formation ne semble présente que sur une aire réduite, aux alentours de Loncée près de Gembloux (Robaszynsk *et al.*, 2001). Son extension antérieure plus large a été réduite par son remaniement dans les sables de la Formation de Bruxelles, souvent riches en grains de glauconie dans la partie inférieure (Delcambre & Pingot, 2008).

III.2.1.3. Formations du Cénozoïque

Les terrains du Cénozoïque sont présents sur toute la carte Chastre-Gembloux (figure III.3). Tous les étages géologiques ne sont, cependant, pas représentés, les épisodes de sédimentation ayant été entrecoupés de périodes d'érosion.

III.2.1.3.1 Paléogène

Eocène

La **Formation de Bruxelles (BXL)**, datant du Lutétien, est un ensemble hétérogène, composé de sable grossier à fin, glauconieux et carbonaté avec des intercalations de grès calcaireux, siliceux ou ferrugineux (hématite), stratifié ou fistuleux (concrétions). Le faciès siliceux se localise à la base de la formation, tandis que le faciès plus carbonaté se retrouve au sommet. A l'affleurement, les bancs de grès sont peu cohérents mais plus durs en profondeur.

L'épaisseur de ces sables est très variable, liée au paléorelief du socle paléozoïque (voir carte des isohypses). Elle est comprise entre 20 et 40 m, exceptionnellement 70 m (Laga *et al.*, 2001).

III.2.1.3.2 Quaternaire

Les formations quaternaires sont aussi représentées par le **laess** (limon d'origine éolienne, **LIM**). Leur épaisseur est très variable, entre 0 et 17 m. La puissance de la couverture limoneuse diminue vers le sud-ouest. Elle est également moins importante sur les versants que sur les plateaux.

Les **alluvions modernes (AMO)** sont composées de limon, de sable et d'argile avec des lentilles de graviers et parfois de tourbe. Elles sont localisées dans les fonds de vallées. Leur épaisseur est assez faible (quelques décimètres à 3 m).

Aux alentours de Mellery et de Mont-Saint-Guibert, quelques **remblais** sont identifiés. Il s'agit de dépôts anthropiques.

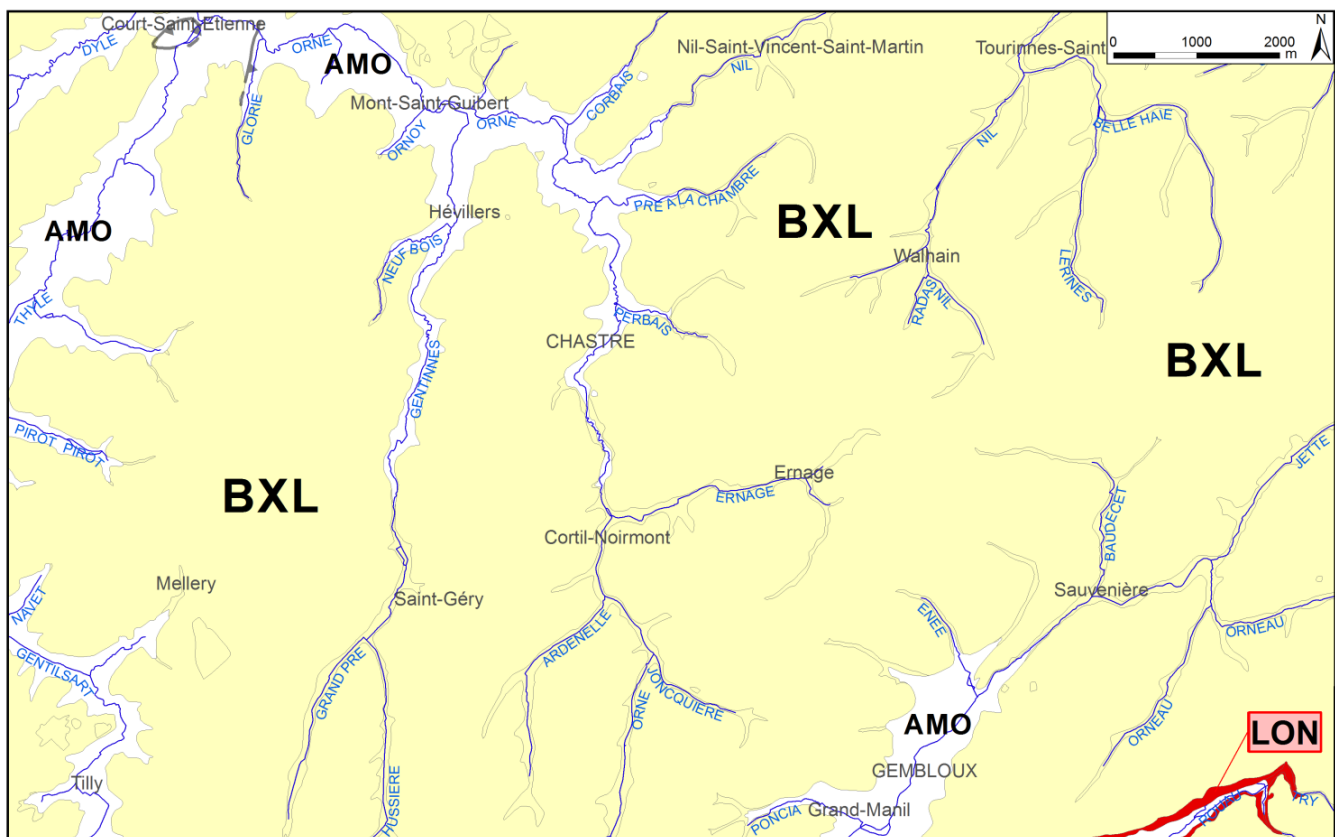


Figure III.3: Couverture méso-cénozoïque – Chastre-Gembloux

III.2.2. Cadre structural

La région de Chastre-Gembloux se situe au centre de la bordure méridionale du Massif du Brabant. Sur ce socle cambro-silurien plissé et faillé, repose en discordance une couverture tabulaire méso-cénozoïque (figure III.4). Comme pour le cadre litho-stratigraphique, les informations de ce chapitre sont issues de la notice de la carte géologique de Wallonie (Delcambre & Pingot, 2002). Les quelques lignes ci-dessous résument brièvement le contexte tectonique de la région de Chastre-Gembloux.

La couverture méso-cénozoïque tabulaire repose sur le socle calédonien érodé et imparfaitement aplani. Sur la carte Chastre-Gembloux, l'altitude du sommet du bed-rock varie entre 90 m au nord-ouest (Court-Saint-Etienne) et 165 m au sud-est (Gembloux). L'inclinaison moyenne est de 7 ‰ vers le nord. Ce paléorelief ne présente pas une surface régulière. Des décalages de plusieurs mètres sont observés. Ils sont dus à l'érosion différentielle ou à des rejets de fractures subverticales (cette hypothèse n'est cependant pas retenue par les auteurs de la carte géologique). La carte thématique 'Isohypses de l'aquifère des sables de l'Eocène' présente l'allure générale du toit du socle paléozoïque. Elles ont été tracées, par les auteurs de la carte géologique sur base des logs de forages et sur base des affleurements, avec interpolation manuelle.

Le socle calédonien plissé et faillé consiste le second ensemble structural de cette carte. Il est divisé en deux unités structurales, séparées par une faille de charriage (figure III.4). L'Unité Senette-Thyle-Orneau occupe environ les trois quarts du territoire de la carte. Elle affleure dans les vallées de la Thyle et de l'Orneau. L'Unité brabançonne supérieure chevauche l'unité précédente. Elle affleure dans la vallée de l'Orne et de ses affluents.

Des investigations de prospection géophysique menés dans la région ont mis en évidence la présence de plusieurs réseaux de failles. Dans le bassin-versant de la Houssière-Orne-Nil, deux réseaux de failles, de direction SW-NE et SSW-NNE, affectent le socle (Mukendi, 1987). Dans la région de Tilly, des études de géophysique combinées à l'analyse des linéaments par photos aériennes ont corroboré ces directions de fracturation (Amory et Geerkens, 1993). L'orientation du réseau hydrographique confirme ces interprétations.

Ces plis, ces fractures, ces failles jouent un rôle important dans l'hydrogéologie régionale puisqu'ils correspondent souvent à des zones d'écoulement préférentiel des eaux souterraines dans le socle paléozoïque.

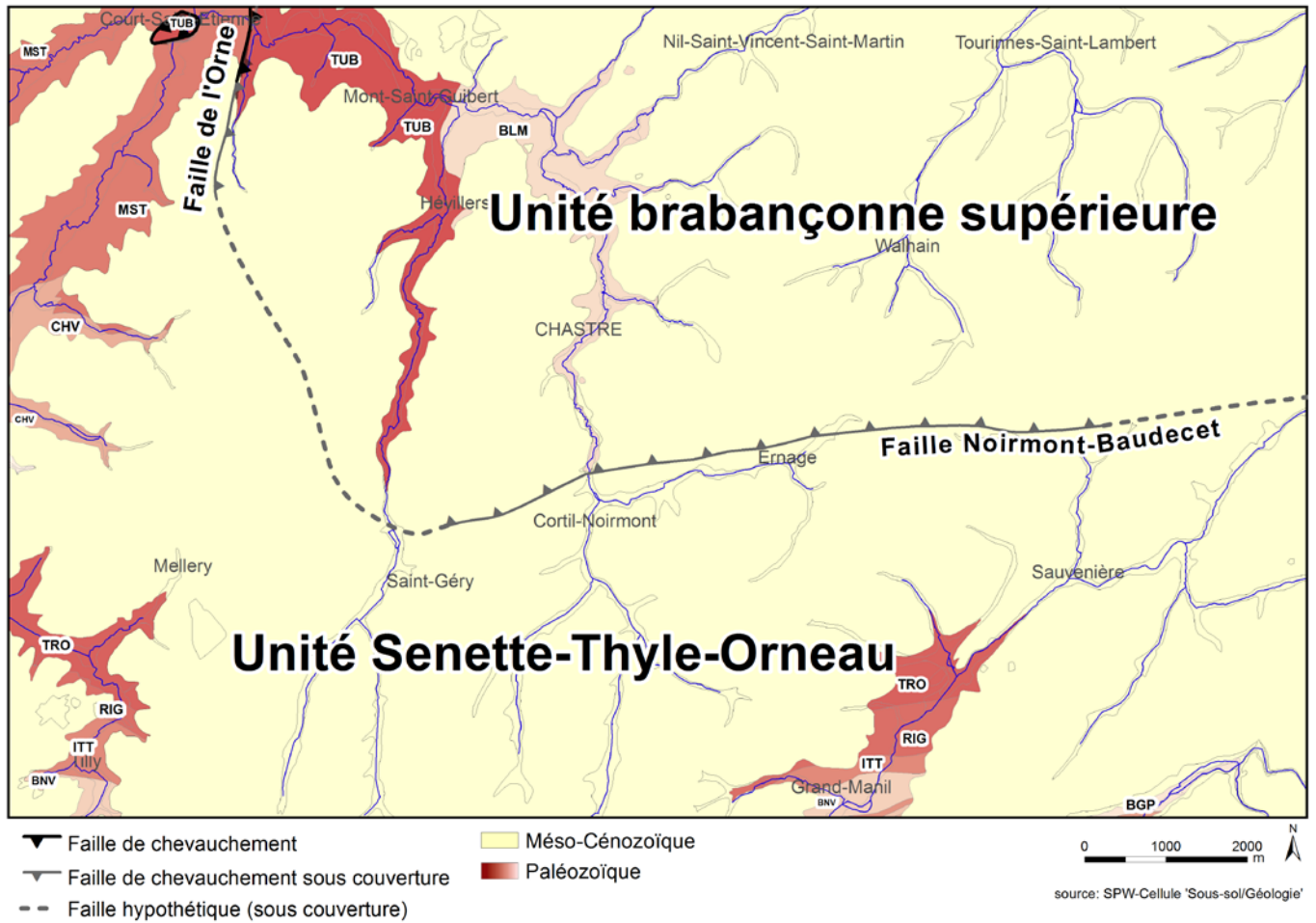


Figure III.4: Schéma géologique structural –Chastre-Gembloux

IV. CADRE HYDROGEOLOGIQUE

Au niveau régional, hydrogéologiquement, la carte Chastre-Gembloux fait partie de l'aquifère des sables du Cénozoïque, et plus spécifiquement l'aquifère des sables bruxelliens (figure IV.1). Sous cette nappe, d'importance régionale, se trouve le socle cambro-silurien du Massif du Brabant et localement des argiles sableuses mésozoïques. Les roches altérées et fracturées du Massif calédonien du Brabant renferment également des ressources en eau souterraine, présentant un intérêt local.

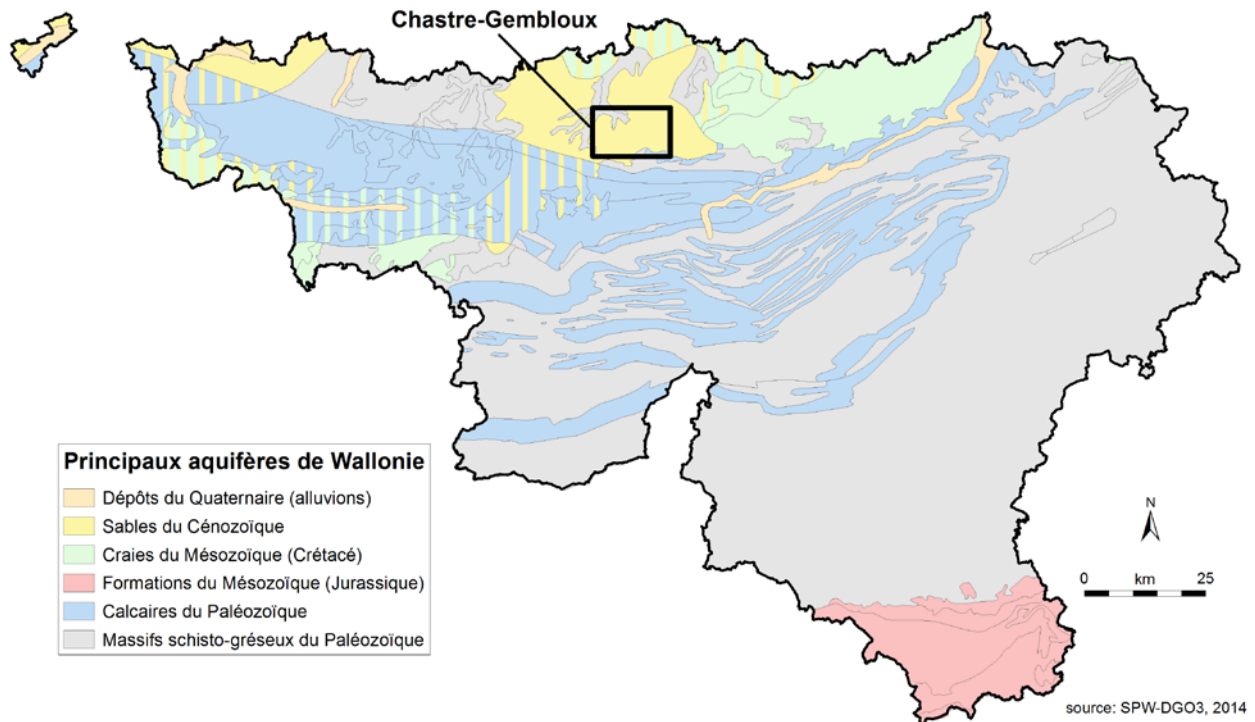


Figure IV.1: Principaux aquifères de Wallonie – Chastre-Gembloux (SPW-DGO3, 2014; modifié)

Les eaux souterraines sont présentes dans toutes les formations géologiques. Cependant, le comportement des eaux souterraines et la productivité sont fortement conditionnés par la nature et la structure de la roche dans laquelle l'eau est stockée. Ainsi, les formations géologiques sont regroupées/subdivisées en fonction de leurs caractéristiques hydrodynamiques. Trois termes sont utilisés pour décrire les unités hydrogéologiques selon le caractère plus ou moins perméable des formations (Pfannkuch, 1990; UNESCO-OMM, 1992):

- **Aquifère:** formation perméable contenant de l'eau en quantités exploitables;
- **Aquitard:** formation semi-perméable permettant le transit de flux à très faible vitesse et rendant la couche sous-jacente semi-captive;
- **Aquiclude:** couche ou massif de roches saturées de très faible conductivité hydraulique et dans lequel on ne peut extraire économiquement des quantités d'eau appréciables.

Ces définitions, assez subjectives, sont à manipuler avec précautions. Elles sont utilisées ici afin de renseigner, à une échelle régionale, le caractère globalement perméable, semi-perméable ou peu perméable d'un ensemble de couches géologiques. Elles donnent une idée du potentiel économique que représentent les différentes unités hydrogéologiques en termes d'exploitation. Elles se basent sur la description lithologique de ces unités (formations ou ensembles de formations). Certaines formations géologiques voient leur faciès changer latéralement, il est donc probable qu'une même formation soit définie en terme d'aquifère sur une carte et en termes d'aquitard sur une autre carte (raisonnement par carte).

Il est important de noter également que certaines des formations exposées sur le territoire couvert par la carte sont constituées de roches cohérentes dont le potentiel hydrogéologique dépend fortement du degré de fracturation-fissuration et/ou d'altération. Les failles, fréquemment minéralisées, peuvent constituer, selon la nature de leur remplissage, des zones de circulation préférentielles des eaux souterraines.

IV.1. DESCRIPTION DES UNITES HYDROGEOLOGIQUES

Au sein des roches cohérentes, la fissuration et l'altération peuvent modifier leur perméabilité. La fracturation va créer un réseau de fractures favorisant la circulation de l'eau. L'altération des roches induit des comportements différents selon leur lithologie. Trois comportements principaux se présentent:

- la roche est un carbonate: l'altération entraîne une dissolution de la roche et un agrandissement du réseau de fractures existant. La perméabilité est augmentée.
- la roche est un grès ou un quartzite: l'altération donne du sable, ce dernier présente une plus grande porosité efficace et la perméabilité est donc augmentée.
- la roche est un shale/schiste: l'altération donne une argile qui colmate le réseau de fractures. La perméabilité est diminuée.

Les cartes géologiques voisines de la carte Chastre-Gembloux sont toutes des cartes récemment levées à l'échelle 1/25.000 comme l'est la carte étudiée (édition: Service Public de Wallonie – DGO3). Ainsi, la continuité des formations géologiques et donc des unités hydrogéologiques est assurée. Cependant, cartographiquement, quelques petites discontinuités sont parfois observées, dues à des petits défauts de raccords entre les tracés géologiques. On y revient dans le chapitre consacré à la méthodologie ([Paragraphe IX.1.1](#)).

Les unités hydrogéologiques définies sur la carte Chastre-Gembloux sont décrites ci-dessous dans l'ordre stratigraphique, de la plus ancienne à la plus récente. Elles sont reprises de manière synthétique en fin de chapitre (tableau IV.1).

IV.1.1. Unités hydrogéologiques du Cambro-silurien

Les terrains du Paléozoïque inférieur de la carte Chastre-Gembloux appartiennent tous au Massif calédonien du Brabant. Recouverts par une épaisse couverture de terrains meubles du Méso-Cénozoïque, ils affleurent peu, se limitant aux fonds de certaines vallées et leurs versants.

IV.1.1.1. Aquifère du socle cambro-silurien

Les Formations de Blanmont (BLM, Cambrien) et de Tribotte (TRO, Ordovicien) sont composées de grès en bancs épais, tantôt quartzitique ou arkosique, tantôt argileux ou kaolineux. Ainsi, ces deux formations sont définies en tant qu'aquifère du socle cambro-silurien.

IV.1.1.2. Aquitard à niveaux aquifères du socle cambro-silurien

Plusieurs formations composent l'aquitard à niveaux aquifères du socle cambro-silurien:

- Formation de Tubize (TUB, Silurien);
- Formation de Chevillpont (CHV, Ordovicien);
- Groupe Huet-Madot (HM, Ordovicien);
- Formation de Brutia (BRT, Ordovicien) avec ses dépôts volcaniques (ρ).

La masse principale de cet ensemble, constituée de siltites et de schistes, peut être définie hydrogéologiquement comme un aquitard. Des bancs plus gréseux sont observés et améliorent les caractéristiques hydrodynamiques de l'ensemble.

IV.1.1.3. Aquiclude du socle cambro-silurien

Sur la carte Chastre-Gembloux, deux formations composent l'aquiclude du socle cambro-silurien: les Formations de Mousty (MST, Cambro-Ordovicien) et de Fallais (FLL, Silurien). Elles sont constituées essentiellement de schistes. Il faut néanmoins noter la présence de quelques rares bancs de grès (à la base) et d'un dépôt volcanique de quelques mètres (au sommet de la Formation de Fallais).

IV.1.1.4. Aquitard du socle cambro-silurien

L'aquitard du socle cambro-silurien est composé de siltites, de siltites gréseuses ou micacées, de schistes silteux et de schistes. Quelques barres lenticulaires gréseuses sont localement observées. Sur la carte Chastre-Gembloux, cette unité hydrogéologique comprend:

- la Formation de l'Abbaye de Villers (ADV, Ordovicien);
- la Formation d'Ittre (ITT, Ordovicien);
- la Formation de Bornival (BNV, Ordovicien).

IV.1.1.5. Aquiclude à niveaux aquifères du socle cambro-silurien

Les Formations de Rigenée (RIG, Ordovicien) et du Bois Grand-Père (BGP, Silurien) sont composées essentiellement de schistes et siltites entrecoupés de bancs de grès. Ainsi, ces terrains ont été définis en tant qu'aquiclude à niveaux aquifères.

IV.1.2. Unités hydrogéologiques du Mésozoïque et du Cénozoïque

IV.1.2.1. Aquitard du Santonien (Crétacé)

Composée d'argile sableuse glauconieuse à fragments crayeux, la Formation de Lonzée (LON) est définie en tant qu'aquitard du Santonien. Cette unité hydrogéologique, non continue sur l'ensemble du territoire de la carte, est intercalée entre les unités hydrogéologiques du socle paléozoïque et l'aquifère des sables bruxelliens. On la retrouve essentiellement dans la région de Lonzée (Gembloux), au sud-est de la carte.

IV.1.2.2. Aquifère des sables de l'Eocène (Paléogène)

Cette unité hydrogéologique est représentée par les sables de la Formation de Bruxelles (BXL). Il s'agit de sables très variables (sables grossiers à fins), localement indurés en grès à ciment carbonaté ou siliceux. Des lentilles, voire des horizons de sables glauconieux sont aussi présents. Cet aquifère constitue une ressource en eaux souterraines importantes et largement exploitée.

La nappe est libre sous la couche limoneuse qui constitue un filtre pour les eaux de percolation. Sa réalimentation dépend fortement des précipitations.

Historiquement, cette unité hydrogéologique a été appelée 'Aquifère des sables bruxelliens' (ou encore 'Nappe des sables bruxelliens'). Cette appellation est toujours fortement répandue aujourd'hui. Le terme 'Aquifère des sables de l'Eocène' est, certes plus exact géologiquement parlant, mais moins usuel. Dès lors, ces trois différents noms seront tous utilisés dans cette notice.

IV.1.2.3. Aquitard limoneux (Quaternaire)

Les limons, épais de quelques décimètres à quelques mètres, jouent un rôle protecteur lors de l'infiltration des eaux météoriques : infiltration retardée dans le temps et effet de filtration. Cependant, cette couverture limoneuse n'est pas uniforme sur l'ensemble de la carte. Ces dépôts n'ont pas été cartographiés sur la carte hydrogéologique mais sont repris dans le tableau synthétique 'Géologie-Hydrogéologie'.

IV.1.2.4. Aquifère alluvial (Quaternaire)

Les alluvions modernes sont composées principalement de graviers et de sables offrant des potentialités aquifères intéressantes, si leur extension le permet. Les limons et les argiles, autres constituants des alluvions, ont tendance à réduire la circulation des eaux souterraines (perméabilité moins bonne que celle des graviers et des sables). L'alimentation directe par les eaux météoriques est faible en raison de la surface, souvent, négligeable de la plaine alluviale. Ainsi, la majeure partie de l'alimentation de ces nappes vient de l'apport des versants, soit par écoulement hypodermique, soit par le déversement de la nappe du bed-rock lorsque celui-ci est aquifère. On peut supposer également des interactions entre la nappe et la rivière, celle-ci n'étant pas (ou peu) canalisée. Cette nappe, proche de la surface topographique, est très sensible aux diverses pollutions de surface.

IV.1.2.5. Nappe des remblais

Par remblais, on entend des dépôts de matériaux "inertes" divers (argile, gravier, sable, matériaux de construction) mais aussi déchets. Dans ces dépôts anthropiques, de petites zones saturées, souvent temporaires, peuvent se créer. Ce type d'unité hydrogéologique est souvent lié à des sites pollués.

Lorsque ces remblais sont saturés, le terme 'nappe' est utilisé pour bien faire la distinction entre les aquifères, aquitards, aquicludes 'naturels'. Cette nappe des remblais est, en effet, issue d'un remaniement de terrain.

Tableau IV.1: Tableau de correspondance entre la géologie et l'hydrogéologie – Chastre-Gembloux

Ere	Système	Série	Etage	Groupe	Formation	Membre	Lithologie	Abréviation	Hydrogéologie		
CENOZOIQUE	Quaternaire						Remblais	X	Nappe des remblais		
		Holocène			Alluvions modernes		Gravier, sable, limon, argile	AMO	Aquifère alluvial		
		Pléistocène			Limon		Loess	LIM	Aquitard limoneux (non cartographié)		
	Paléogène	Eocène	Lutétien		Bruxelles		Sable jaune souvent grossier et glauconieux à la base, Bancs de grès siliceux	BXL	Aquifère des sables de l'Eocène		
MESOZOIQUE	Crétacé	Sénonien	Santonien		Lonzée		Argile sableuse glauconieuse	LON	Aquitard du Santonien		
PALEOZOIQUE	Silurien	Llandovery	Telychien		Fallais		Schiste chloriteux avec dépôt tufacé au sommet	FLL	Aquiclude du socle cambro-silurien		
			Aeronien		Bois Grand-Père		Schiste, siltite, grès	BGP	Aquiclude à niveaux aquifères du socle cambro-silurien		
			Rhuddanien								
			Ordovicien	Ashgill	Rawthegean	Hirnantien		Brutia	Supérieur ou de Nivelles	Dépôt volcanique fort altéré de composition rhyolitique (tuff)	ρ
							Inférieur	Schiste et siltite	BRT		
	Huet-Madot					Madot		Schiste, siltite, siltite gréseuse, avec au sommet, lits de cinérite fossilifère (tuff)	HM	MAD	
						Huet				HUE	
	Caradoc						Bornival		Siltite et schiste silteux	BNV	Aquitard du socle cambro-silurien
							Ittre		Schiste et siltite gréseuse, micacés à stratifications entrecroisées et convolutés (turbidites)	ITT	Aquiclude à niveaux aquifères du socle cambro-silurien
							Rigenée		Schiste et siltite à straticulations gréseuses épisodiques	RIG	
							Tribotte		Grès argileux en bancs épais. Faciès des grès kaolineux	TRO	Aquifère du socle cambro-silurien
							Abbaye de Villers		Grès et siltite micacés, à barres lenticulaires de grès hétérogène	ADV	Aquitard du socle cambro-silurien
							Chevilpont		Siltite à bandes mm à cm de grès. Bancs dm de grès	CHV	Aquitard à niveaux aquifères du socle cambro-silurien
							Mousty		Schiste et siltite manganésifères. Rares bancs de grès (base). Alternance de schiste et intercalations schisteuses (sommets)	MST	Aquiclude du socle cambro-silurien
							Tubize		Grès fin, siltite, schiste. Faciès supérieur: siltite massive à grains de magnétite. Faciès inférieur turbiditique à granoclassement	TUB	Aquitard à niveaux aquifères du socle cambro-silurien
	Cambrien						Blanmont		Grès quartzitique ou arkosique en gros bancs mal stratifiés	BLM	Aquifère du socle cambro-silurien

IV.2. DESCRIPTION DE L'HYDROGEOLOGIE DE LA CARTE

L'aquifère des sables bruxelliens (Eocène) constitue la principale ressource en eaux souterraines de la carte Chastre-Gembloux. Cette nappe est exploitée pour l'approvisionnement en eau potable de la population de la région, ainsi que par des captages privés (industries, agriculteurs, particuliers). Les eaux logées dans le Massif calédonien du Brabant sont également exploitées, bien que toutes les unités hydrogéologiques du socle cambro-silurien ne soient pas sollicitées avec la même intensité. Les dépôts alluvionnaires sont relativement peu développés et représentent une ressource en eaux souterraines limitée (intérêt purement local, comparé à la plaine alluviale de la Meuse). Les limons quaternaires jouent le rôle de filtre pour les unités hydrogéologiques sous-jacentes. En période de forte pluviosité, de petites nappes perchées et temporaires peuvent y être observées.

Une carte simplifiée et un tableau, présentés en annexe, reprennent l'ensemble des puits, des piézomètres, des sources et autres points d'accès à la nappe cités dans le texte.

IV.2.1. Aquifère des sables de l'Eocène

Les sables cénozoïques présents sur la carte Chastre-Gembloux forment l'aquifère principal de la région: la nappe des sables bruxelliens. Cet aquifère repose, en discordance, sur le socle paléozoïque. Ainsi, il joue le rôle de tampon entre les précipitations et l'alimentation des horizons aquifères sous-jacents. Les eaux précipitées atteignent les unités hydrogéologiques sous la couverture sableuse par drainance *per descendum*. Dans le coin sud-est de la carte, là où l'argile sableuse de Loncée a été repérée, la recharge de l'aquifère du socle est retardée par rapport aux zones dépourvues de ce niveau aquitard.

Les sables grossiers souvent glauconieux à la base sont la lithologie dominante de l'aquifère des sables bruxelliens (Eocène). Quelques bancs de grès indurés à ciment carbonaté caractérisent aussi cette unité hydrogéologique. Le socle paléozoïque sur lequel ces sables reposent est semi-perméable. Ainsi la base de l'aquifère est parfois marquée par une ligne de sources au contact entre le bed-rock et les sables. Plusieurs prises d'eau, fonctionnant gravitairement, sont d'ailleurs répertoriées sur le territoire couvert par la carte étudiée. En moyenne, 23 millions de m³ sont prélevés annuellement dans l'ensemble de cet aquifère, soit environ 5 % du volume total prélevé en Wallonie en eaux souterraines (SPW-DGO3, 2014). Cette réserve d'eau souterraine importante est largement sollicitée sur la carte Chastre-Gembloux où la nappe couvre presque la totalité de la superficie. Cet aquifère est exploité par des compagnies d'eau (distribution publique d'eau potable), par quelques entreprises, par des agriculteurs et des particuliers,

La piézométrie de la nappe des sables bruxelliens est conditionnée par le réseau hydrographique. Celui-ci joue le rôle de niveau de base et draine la nappe. Les eaux souterraines se dirigent vers les ruisseaux et les rivières qui incisent cette unité hydrogéologique. Le Dyle constitue l'exutoire principal de l'aquifère des sables bruxelliens. Globalement, le sens de l'écoulement souterrain au sein de la nappe des sables bruxelliens sur la carte étudiée est vers le nord-ouest. La nappe logée dans ces sables est libre (figure IV.2).

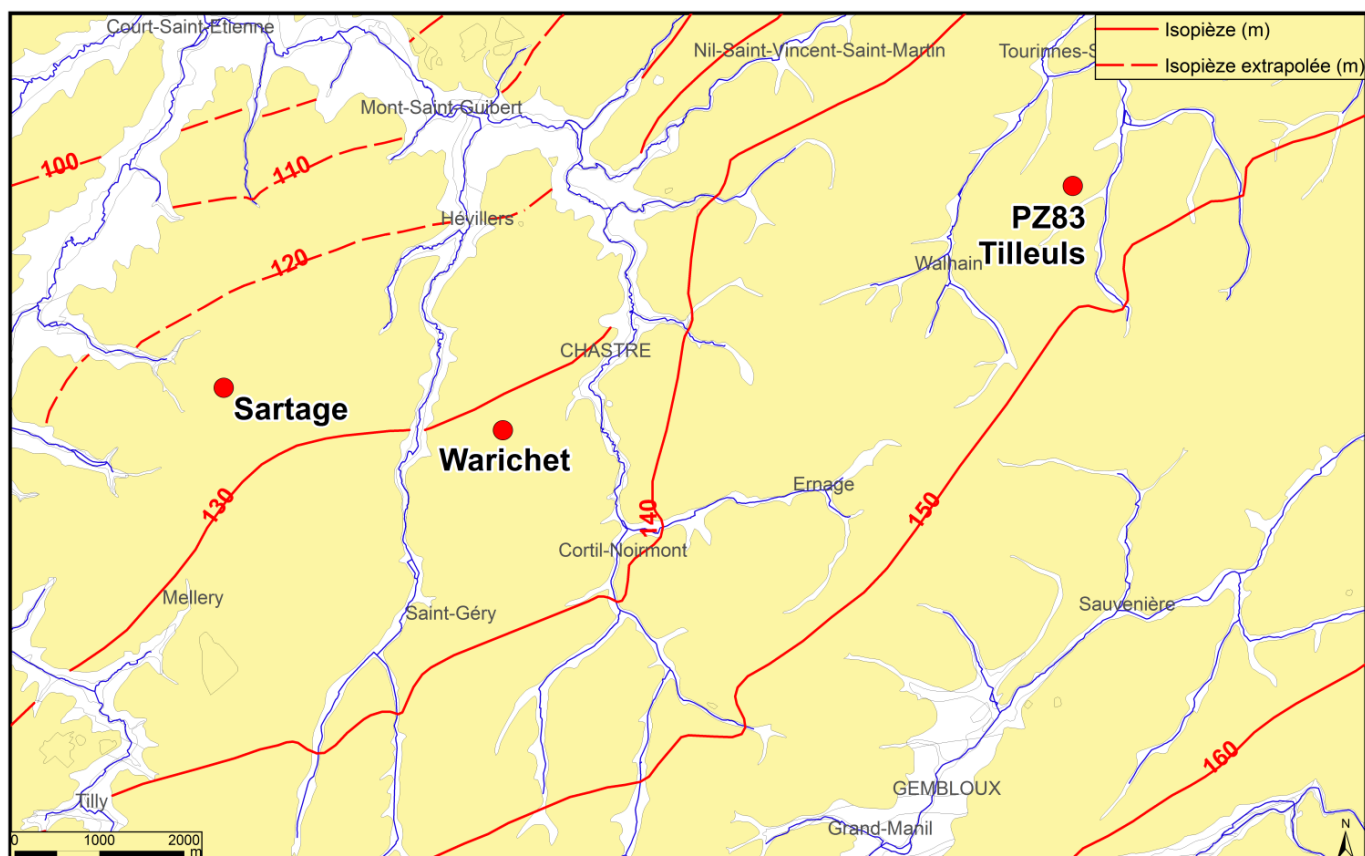


Figure IV.2: Carte piézométrique de l'aquifère des sables de l'Eocène de juillet 1988 - Localisation des points avec historiques piézométriques (40/5-6)

Quelques puits, crépinés dans l'aquifère des sables bruxelliens, font (ou ont fait) l'objet d'un suivi piézométrique régulier. Ces mesures permettent de mieux comprendre le fonctionnement de l'aquifère. Les chroniques piézométriques de trois puits (figure IV.2) sont analysées ci-dessous.

Le piézomètre PZ83-Tilleuls (40/6/2/078) fait partie du réseau général de surveillance de l'état quantitatif, mis en place par la Direction des Eaux Souterraines du SPW ([PIEZEAU](#)). Des mesures piézométriques y sont collectées régulièrement depuis 1986. Ce forage est équipé d'une station de mesure automatisée depuis l'automne 2010. L'altitude moyenne du toit de la nappe des sables bruxelliens sur la période 1986-2014 est de 146,9 m (figure IV.3). L'eau se situe, généralement, entre 9 et 11 m de profondeur. L'amplitude des variations du niveau d'eau est relativement faible, entre 1 et 2,5 m (maximum 3,5 – 4 m).

Le niveau piézométrique suit une cyclicité saisonnière. Celle-ci est particulièrement bien visible sur la figure IV.4 (zoom sur les années 2010-2014). Les basses eaux sont observées fin de l'automne-début de l'hiver (novembre-décembre). Dès le mois de janvier, le niveau piézométrique remonte jusqu'au mois de février environ (hautes eaux). Dès le printemps, la nappe redescend jusqu'à l'automne. Ce schéma peut être ponctuellement perturbé suite à des épisodes pluvieux orageux ou des averses. L'année 2011 est marquée par une moyenne élevée des températures (année la plus chaude enregistrée à Uccle depuis 1833) et par un léger déficit en précipitations. Néanmoins au mois d'août 2011, deux épisodes orageux intenses se sont succédés. Ces précipitations se

lisent dans une remontée temporaire du niveau piézométrique sur le graphe de la figure IV.4.a. D'autres petits pics piézométriques se marquent lors des périodes de vidange de la nappe: épisodes pluvieux de l'été 2012, du mois de novembre 2013, du mois d'aout 2014.

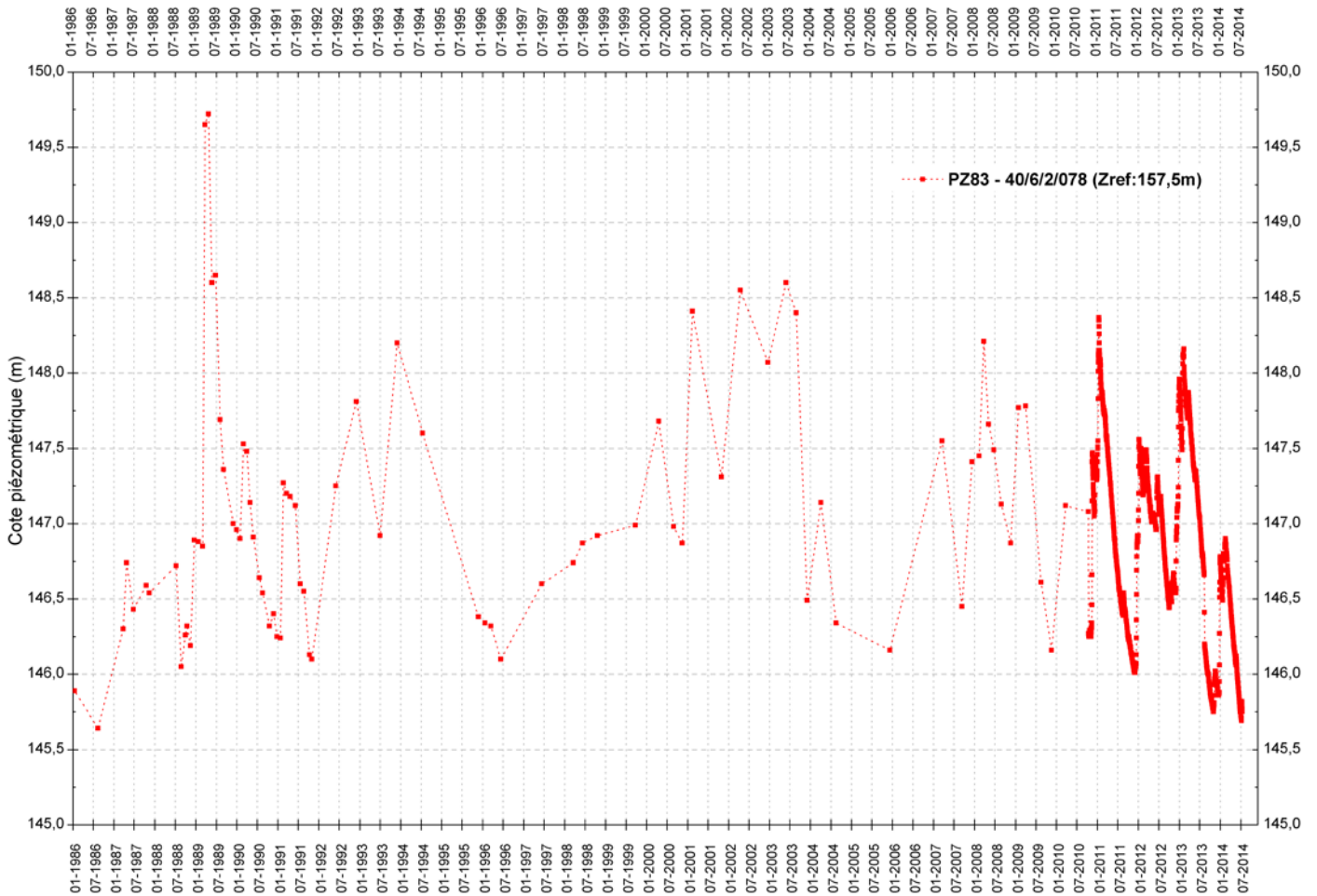


Figure IV.3: Fluctuations piézométriques de l'aquifère des sables de l'Eocène - PZ83-Tilleuls - 1986-2014

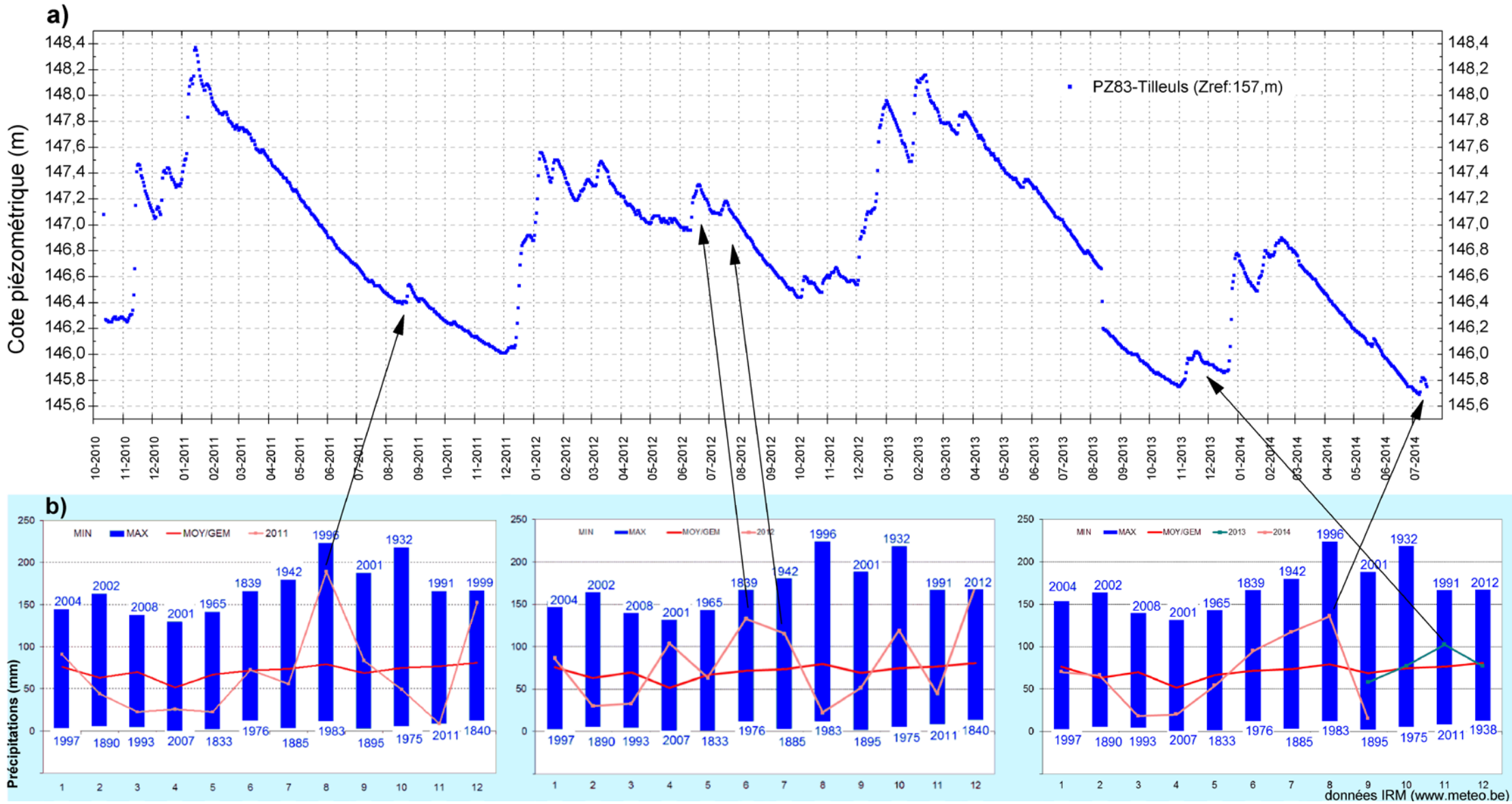


Figure IV.4: (a) Fluctuations piézométriques de l'aquifère des sables de l'Eocène, PZ83-Tilleuls, 2011 à 2014 (SPW) – (b) Quantités mensuelles de précipitations à Uccle (Belgique) (mm), de 2011 à 2014. Normales (1981-2010) et extrêmes absolus depuis 1833 (IRM)

Avec respectivement 814,9 et 815,9 mm, les années 2011 et 2013 sont légèrement déficitaires pour les précipitations, par rapport à la normale 1981-2010 (852,4 mm)⁵. Cette diminution de la recharge s'inscrit sur la courbe piézométrique qui atteint un niveau bas en novembre tant en 2011 qu'en 2013. Le manque de relevés réguliers avant 2010 ne permet pas de statuer sur une cyclicité interannuelle.

D'autres chroniques piézométriques sont disponibles pour caractériser la nappe des sables bruxelliens. Sur une vingtaine d'année, le niveau d'eau au droit des puits Warichet et Sartage a été mesuré (figures IV.2 et IV.5). L'évolution de ces niveaux piézométriques est parallèle. Les amplitudes observées sont un peu différentes. Elles sont, respectivement, de 2 à 3 m et de 1 à 1,5 m autour des niveaux moyens de 133,2 m pour Warichet et de 127,2 m pour Sartage (les valeurs, sans doute erronées, de juin 1996 ne sont pas prises en compte dans ces chiffres). L'évolution piézométrique du PZ83-Tilleuls est remise, à titre indicatif, sur le graphique IV.5.

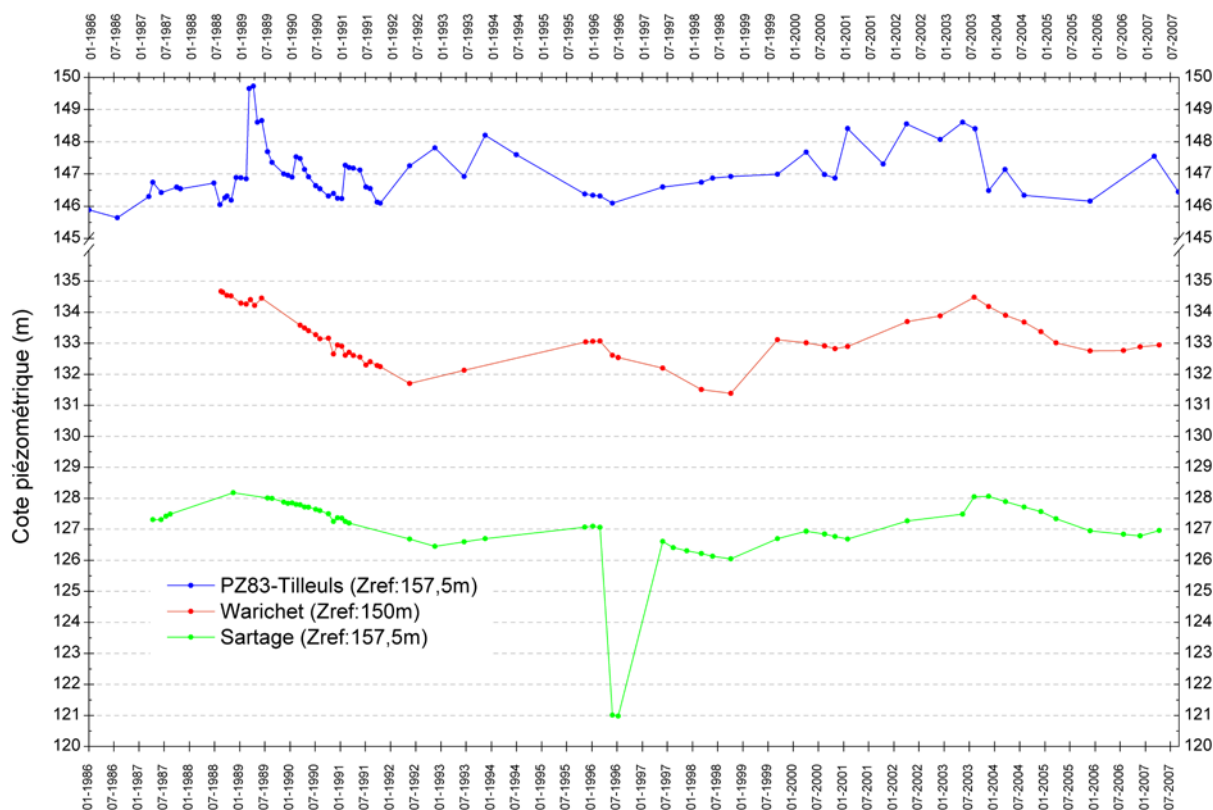


Figure IV.5: Fluctuations piézométriques de l'aquifère des sables de l'Eocène: Warichet-Sartage-Tilleuls - 1987 à 2007

Localement, généralement au droit des sites de captages, il est possible de préciser l'allure et le comportement de l'aquifère sollicité suite à diverses investigations de terrain. Ainsi, les sites de Marbais et de Perbais ont été étudiés par la SWDE (figure IV.6). A Perbais, d'après les logs géologiques, l'épaisseur des sables varie entre 5 et 15 m. Le niveau d'eau est situé entre 1 et 4 m sous la surface topographique. Les essais de pompage ont montré, qu'en ce lieu, l'aquifère des sables est relativement homogène tant en termes de perméabilité que de capacité (SWDE, 1999).

⁵ Les informations climatiques sont tirées des bilans mensuels et annuels publiés par l'Institut royal météorologique (IRM) sur son site Internet www.meteo.be

Vers le sud-ouest, à Marbais, l'épaisseur de l'aquifère sableux est plus importante, de l'ordre d'un vingtaine de mètres. Les niveaux d'eau mesurés (lors de l'étude) indiquent une nappe à une profondeur de 15 à 20 m (SWDE, 1994). Ces deux prises d'eau ne sont plus exploitées par la SWDE pour des raisons d'ensablement et/ou de qualité des eaux.

Dans la vallée de l'Ornoy (figure IV.6), l'IECBW a foré deux piézomètres et réalisé des tests dans le cadre de l'établissement des zones de prévention (BCG, 2009a). La prise d'eau consiste en une galerie, longue de 60 m, creusée à flanc de coteau. A 50 m au nord-est du captage, se trouve la source du ruisseau de l'Ornoy. Le niveau d'eau a été suivi régulièrement de janvier 2007 à mars 2008. Au piézomètre Pz-Or-01, la cote piézométrique a oscillé entre 107,4 et 107,8 m, tandis qu'au Pz-Or-02, entre 108,5 et 108,8 m. Entre ces deux points, le gradient piézométrique est de 2,16 %. Leurs courbes piézométriques ont une évolution parallèle et de faibles amplitudes (0,4 à 0,5 m). Les hautes eaux se situent en hiver. Dès le printemps, on observe la vidange de l'aquifère. Au droit du captage, le niveau piézométrique de la nappe se maintient aux alentours de 104 m. Ainsi, aux environs du site de l'Ornoy, les eaux souterraines s'écoulent vers le NNE, avec un gradient de 1 à 2 %. Les résultats des essais de pompage indiquent que l'aquifère, dans cette zone, est hétérogène (présence d'horizons moins perméables). Les tests de traçages ont aussi été menés. Un très faible taux de restitution a été observé. Les causes possibles sont multiples dont une trop grande dilution au point de restitution supposé (galerie), l'inexactitude du trajet supposé des traceurs, la mobilité au sein de la nappe plus lente qu'estimée. Les résultats des tests (pompage et traçage) sont détaillés au [chapitre VII.1](#).

Dans la zone de Mellery, et principalement à proximité de l'ancienne décharge, l'aquifère des sables bruxelliens (Eocène) a été contaminé et a fait l'objet de multiples études. Une centaine de piézomètres ont été forés. Dans cette région, la nappe s'écoule vers le nord-ouest, en direction du ruisseau du Tobais (ou Abrancou) qui joue le rôle de drain naturel. Le gradient naturel de la nappe sur ce site est de 0,6 % (SPAQuE, 1996).

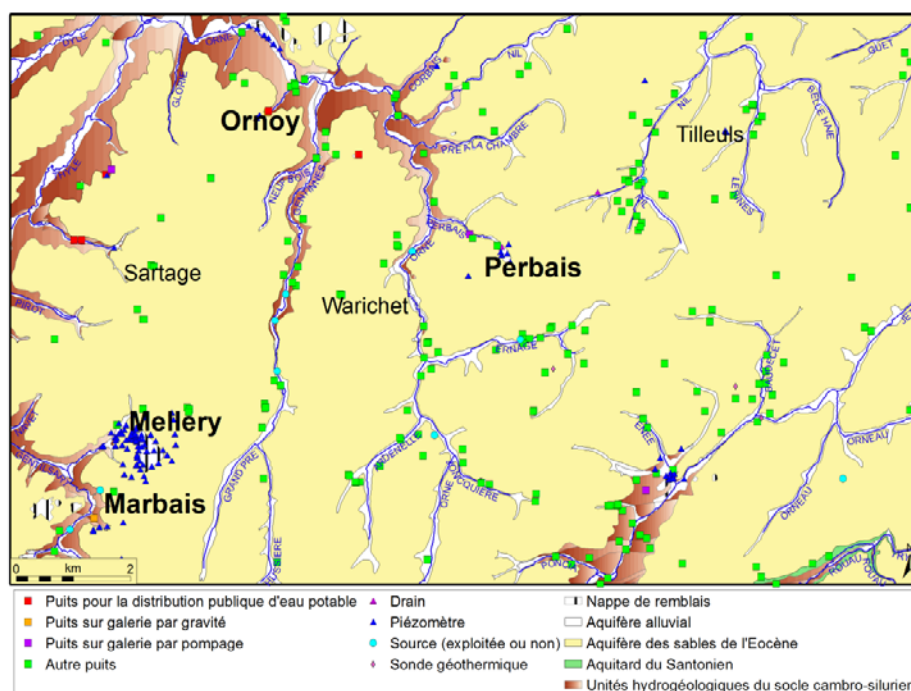


Figure IV.6: Localisation des sites de captage (en gras) sollicitant la nappe des sables bruxelliens (40/5-6)

IV.2.2. Unités hydrogéologiques cambro-siluriennes du Massif du Brabant

Plusieurs unités hydrogéologiques sont identifiées au sein des formations géologiques du Massif du Brabant. Sur la carte Chastre-Gembloux, on distingue:

- l'Aquifère du socle cambro-silurien;
- l'Aquitard à niveaux aquifères du socle cambro-silurien;
- l'Aquiclude du socle cambro-silurien;
- l'Aquitard du socle cambro-silurien;
- l'Aquiclude à niveaux aquifères du socle cambro-silurien.

Quelle que soit l'unité hydrogéologique considérée, le schéma hydrogéologique est similaire dans ces terrains. Deux types de nappes sont distingués dans le socle ordovico-silurien: (1) une nappe superficielle dans le manteau d'altération du sommet du bed-rock et, (2) la nappe profonde logée dans les fissures et les fractures du bed-rock.

L'importance de la première nappe est liée au taux d'altération des grès, quartzites, siltites et schistes. Le produit d'altération des grès et des quartzites étant le sable, ils peuvent constituer un aquifère intéressant. Par contre, les schistes et les siltites s'altérant en argile constitueront une couche moins perméable, aquiclude ou aquitard. Ce type de nappe, souvent perchée, est généralement de faible capacité et temporaire; elle est rechargée par les importantes précipitations automnales et hivernales. Durant les périodes sèches, l'aquifère se vide via les sources et le réseau hydrographique et peut finir par se tarir (en fonction de sa capacité et des précipitations antérieures). Ce type d'aquifère est très vulnérable aux activités développées en surface.

Le second type de nappe est dû aux différentes phases tectoniques qui ont affecté le Massif du Brabant induisant un taux de fissuration élevé, particulièrement intéressant dans les niveaux gréseux et quartzitiques. Les failles, fractures, fissures jouent un rôle important dans ce type d'aquifère; en fonction de leur géométrie (ouverture, orientation, densité...). Dans les formations grés-quartzitiques, elles vont drainer les eaux souterraines (parfois en quantité importante) que ce soit les eaux logées dans le manteau d'altération ou dans le socle fissuré. Par contre, dans les schistes et les phyllades, la nature argileuse du remplissage des failles et fractures va réduire les écoulements souterrains. Les failles auront un rôle d'écran ou de seuil hydrogéologique. Ainsi, dans cette nappe profonde, la quantité d'eau qui peut être stockée dans les fractures et fissures du bed-rock et la facilité avec laquelle celle-ci peut s'y déplacer dépendra essentiellement de la nature de la roche. Des tests effectués dans des puits ont montré que, généralement, les 50 premiers mètres de l'aquifère sont les plus productifs et que cette productivité diminue avec la profondeur. Ce type d'aquifère est généralement mieux protégé des activités anthropiques. Les couches moins perméables (shales, schistes) peuvent rendre localement la nappe sous-jacente captive.

Le socle cambro-silurien est présent sur l'entièreté de la carte Chastre-Gembloux et est presque totalement recouvert par les sables bruxelliens (85 % de la superficie de la carte). Il affleure dans certaines vallées. A titre indicatif, en 1984, cet aquifère assurait 5 % de la production en eau pour la distribution en Brabant Wallon (IBW, 1987). A l'échelle de la Wallonie, les prélèvements dans le Massif cambro-silurien du Brabant représentent 1 % du volume total annuel (SPW-DGO3, 2014).

Le nombre d'ouvrages sollicitant les unités hydrogéologiques du socle cambro-silurien de la carte Chastre-Gembloux est faible (comparé aux ouvrages implantés dans les sables bruxelliens). Seulement quelques sites, généralement ceux des compagnies de distribution d'eau, ont été étudiés dans le cadre du permis d'exploitation et/ou de la délimitation des zones de prévention.

Sur le territoire de la commune de Gembloux, la SWDE exploite la galerie Rabauby, longue de 78 m et complètement noyée. Creusée à 13 m de profondeur et accessible via un puits de large diamètre (2,3 m), elle est implantée au toit du socle paléozoïque dans les alluvions quaternaires. Elle draine donc ces alluvions et le Massif du Brabant ainsi que les sables bruxelliens environnants (alimentation indirecte). Plusieurs piézomètres et puits de reconnaissance ont été forés autour du captage afin de mieux connaître le contexte hydrogéologique du site (SWDE, 2004; ECOFOX, 2005). Excepté le Pz7, tous les forages sont crépinés dans le socle cambro-silurien (figure IV.7).

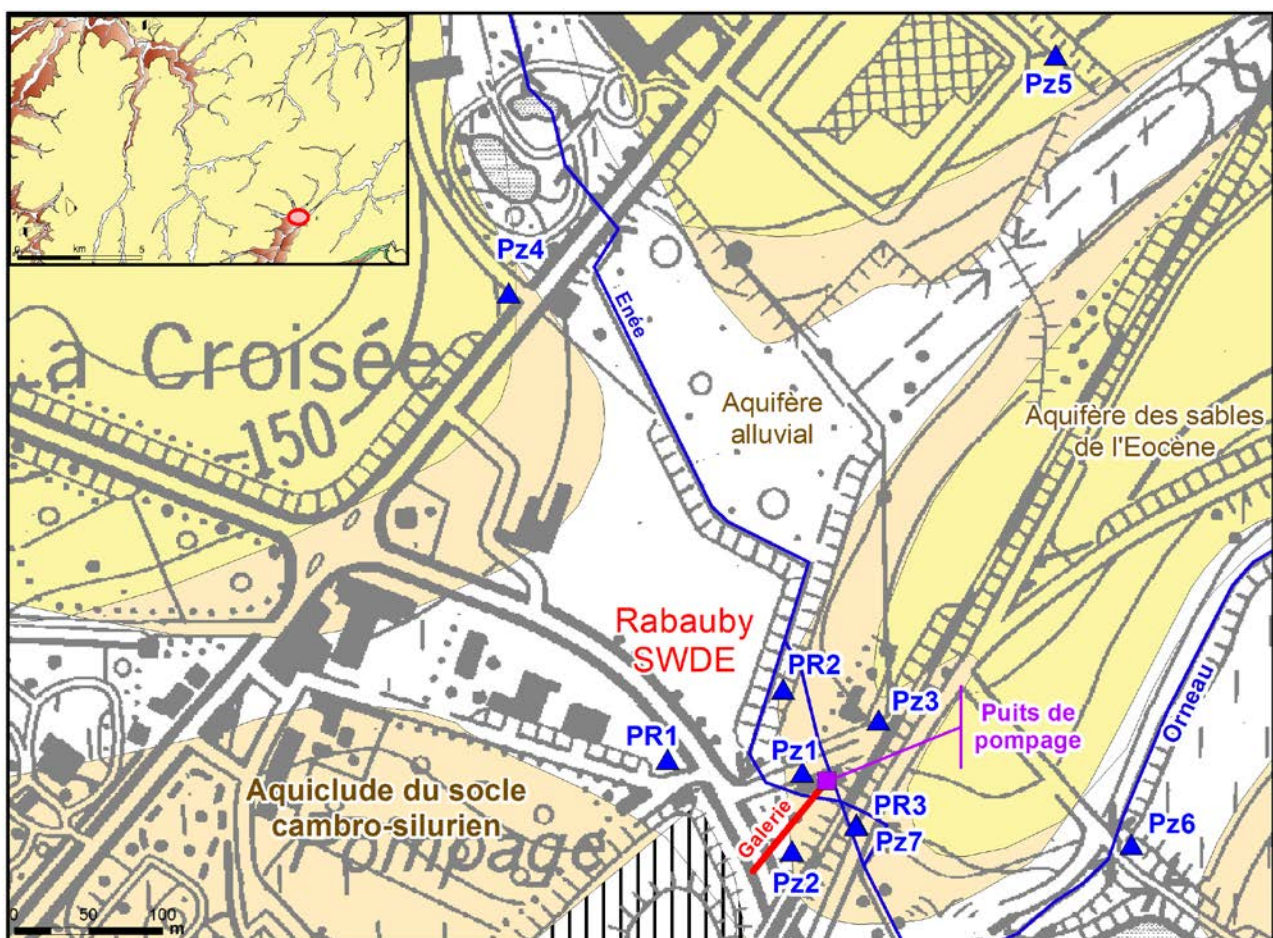


Figure IV.7: Site de Rabauby, SWDE. Localisation des ouvrages

Les niveaux d'eau sont relevés annuellement dans les piézomètres (figure IV.8). L'eau se situe à une profondeur comprise entre 1,4 et 4,9 m depuis le sol. L'amplitude piézométrique mesurée sur la période d'observation (2005-2014) est très faible. Elle varie entre 20 cm et 1,4 m. Sur base de ces données, il est, en outre, difficile de définir les périodes de hautes-eaux/basses-eaux. La nappe du socle paléozoïque s'écoule vers l'Orneau, avec un drainage dirigé NW-SE, avec un rabattement local induit par la galerie. La nappe est semi-captive à captive selon l'épaisseur des argiles d'altération et des alluvions. L'implantation du piézomètre Pz6 en bordure de l'Orneau a permis, suite au traçage réalisé par ECOFOX (2006a), de définir que l'Orneau draine la nappe

logée dans le bed-rock. La rivière a donc un rôle de barrière hydrogéologique entre Pz6 et la galerie. Cependant, la modélisation mathématique (ECOFOX, 2006b) a montré que lorsque le débit capté à la galerie augmente, une chute importante de la piézométrie est calculée avec une extension de la zone d'appel. Ainsi on constate que la zone d'alimentation de la galerie s'étend jusqu'à l'Orneau. La rivière perd donc son caractère drainant et peut alimenter la galerie via la circulation d'eau à travers le socle cambro-silurien altéré. L'implantation du piézomètre Pz7 a pour but d'étudier les échanges potentiels entre l'aquifère alluvial et la nappe logée dans le socle cambro-silurien (et le caractère captif de cette dernière). Ce forage, de faible profondeur (3,1 m), est situé à proximité du puits PR3 crépiné dans le socle (profondeur: 18 m). Quelques mesures ont été réalisées en 2005 (ECOFOX, 2006 a & b). A chaque fois; le Pz7 était sec, tandis que l'eau était à environ 3,5-4 m du sol dans PR3 (où toit du socle à 5 m). La nappe logée dans les terrains altérés du Massif du Brabant est donc captive en ce lieu. L'implantation des piézomètres Pz4 et Pz5 avait pour objectif de mieux connaître le rôle de la nappe des sables. En fait, seul le Pz5 a recoupé les sables montrant un niveau piézométrique supérieur à celui de la nappe du socle. Ainsi l'alimentation de la nappe logée dans le socle paléozoïque par drainance verticale des nappes sus-jacentes existe (comme le montre la figure IV.8). Par conséquent, les pollutions de surface (agricoles et autres) risquent de se retrouver, *in fine*, dans les eaux prélevées à la galerie.

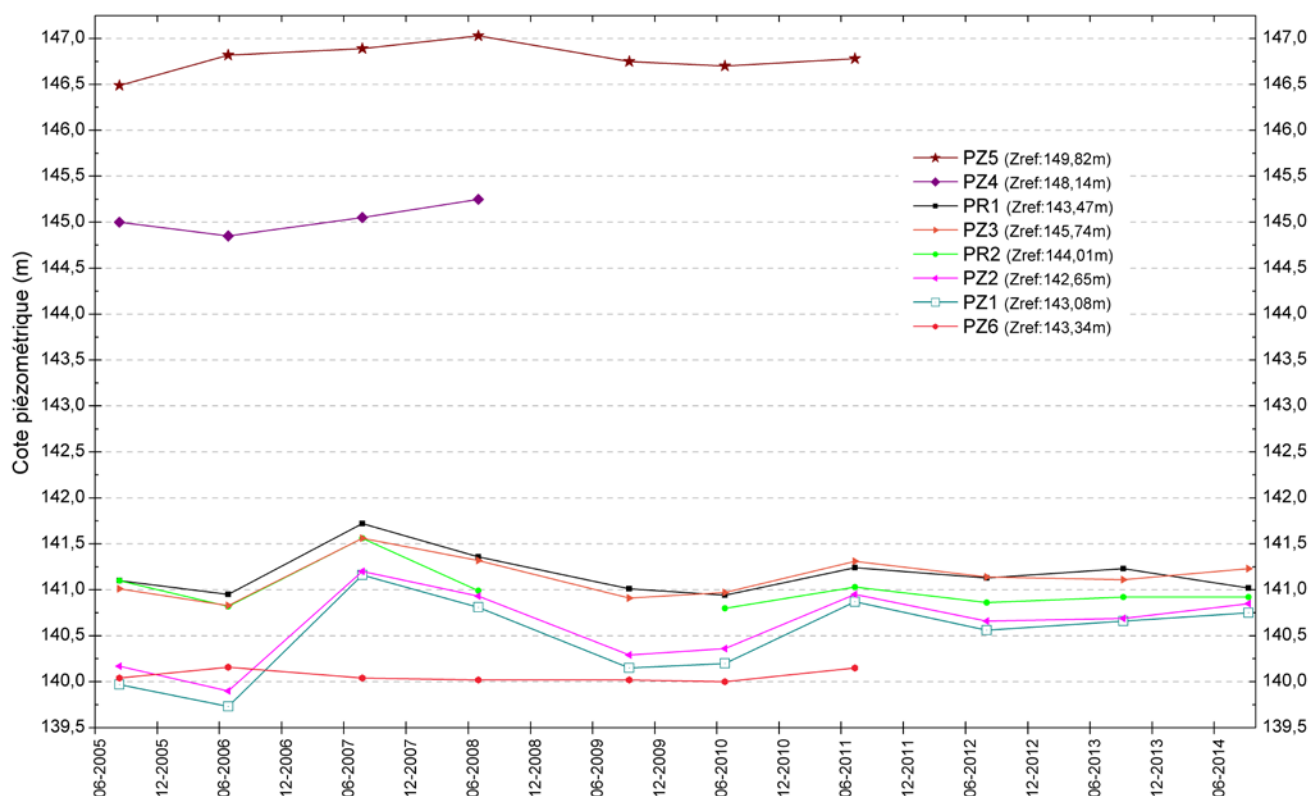


Figure IV.8: Fluctuations piézométriques de la nappe du socle cambro-silurien – Site de Rabauby (Gembloux) – 2005-2014

Sur le site de Perbais (figure IV.9), un drain capte les eaux de la nappe des sables bruxelliens. Un puits de reconnaissance (PR1) a été foré dans le socle brabançon afin de déterminer les caractéristiques hydrogéologiques et de cerner l'éventuelle relation entre la nappe des sables et la nappe logée dans les terrains altérés et fracturés du bed-rock cambro-silurien (SWDE, 1999). Ce puits, profond de 28 m, recoupe 15 m de terrains quaternaires ensuite le bed-rock altéré puis sain.

Le niveau piézométrique s'équilibre à 8-9 m de la surface topographique et donc dans la couverture limoneuse (figure IV.10). Lors de l'essai de pompage au PR1, aucun impact n'a été détecté sur les niveaux piézométriques des puits voisins (Pz1, Pz2, Pz3, Pz4, Pz5), creusés dans les sables éocènes (figure IV.9). Au droit de ce site, la nappe logée dans les terrains cambro-siluriens du Massif du Brabant est captive.

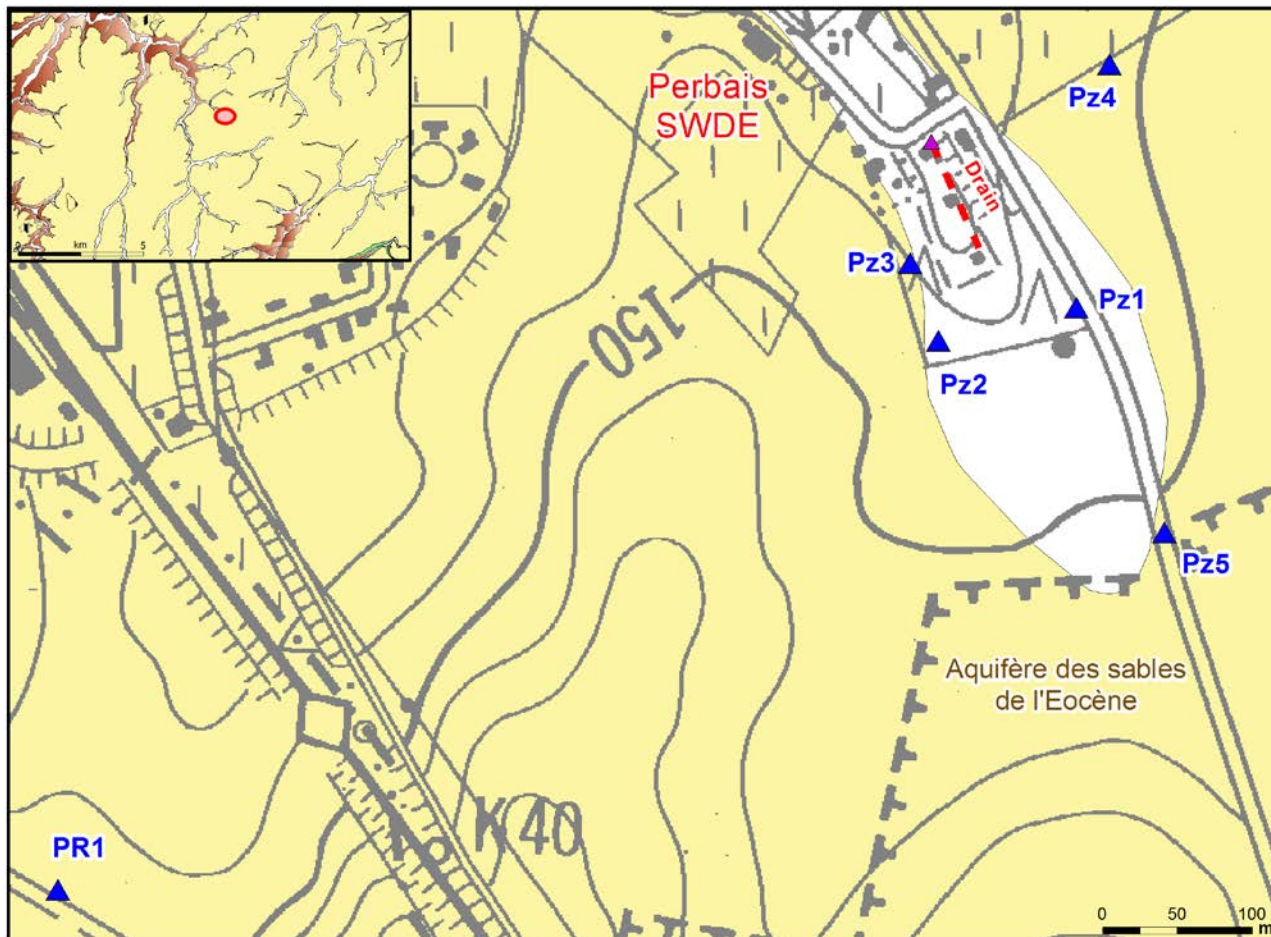


Figure IV.9: Site de Perbais, SWDE. Localisation des ouvrages

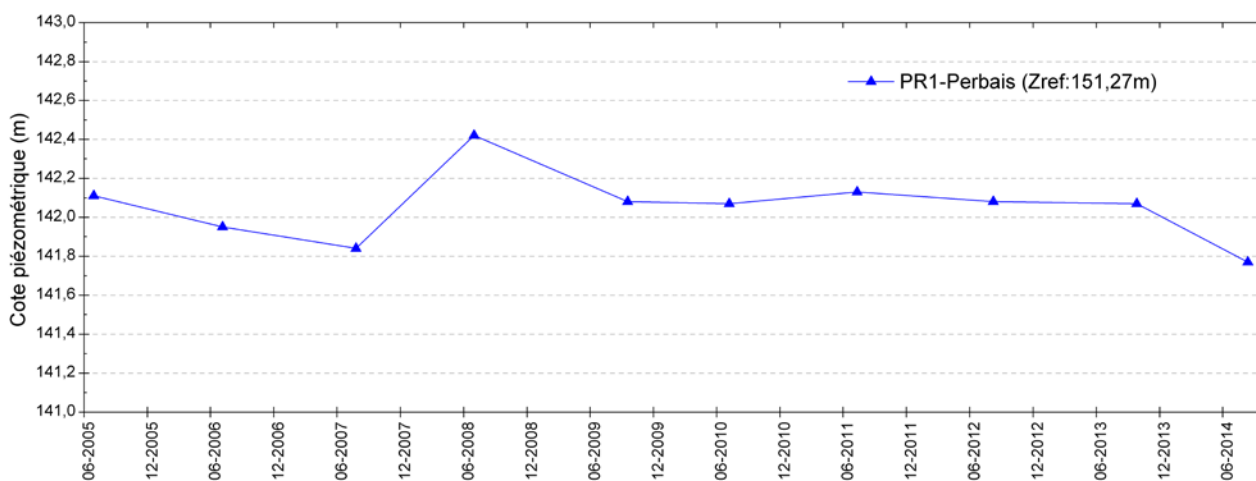


Figure IV.10: Fluctuations piézométriques de la nappe du socle cambro-silurien – Site de Perbais (Walhain) – 2005-2014

L'IECBW relève mensuellement, depuis de nombreuses années, les niveaux d'eau dans ses captages sollicitant le socle cambro-silurien du Massif du Brabant. Sur la carte Chastre-Gembloux,

cela concerne les sites, toujours exploités, de Sainte-Gertrude et de Sart-Messire-Guillaume (La Chapelle). Les niveaux d'eau sont mesurés soit directement avec le puits en fonctionnement, soit après l'arrêt du pompage et un temps de repos d'une demi-heure. Il s'agit donc de niveaux dynamiques (ou encore, au repos, non-stabilisés). Dès lors, l'interprétation de ces courbes piézométriques s'avère délicate. Nous disposons de quelques données sur les débits pompés simultanément aux mesures piézométriques. Compte tenu de ces circonstances de mesures, il n'est pas possible de caractériser le comportement hydrogéologique naturel de la nappe du socle. L'identification des périodes de hautes eaux et de basses eaux ne peut se faire.

A Court-Saint-Etienne, le site 'Sainte-Gertrude' compte deux puits d'exploitation, P1 et P2, et un piézomètre, Pz-Stger-01 (figure IV.11). Tous ces ouvrages sont crépinés dans le socle cambro-silurien. Au repos, le niveau d'eau dans le puits P1 se situe environ 5 m au-dessus du toit du socle (10 m d'argile d'altération sont observées en P1). Tandis qu'en P2, le niveau piézométrique est artésien. Aucune mesure n'est disponible au droit du piézomètre (Pz-Stger-01). Les données piézométriques aux P1 et P2, associées aux résultats des essais de pompage ([chapitre VII.2](#)) et aux logs géologiques, permettent de déterminer que la nappe du socle est captive.

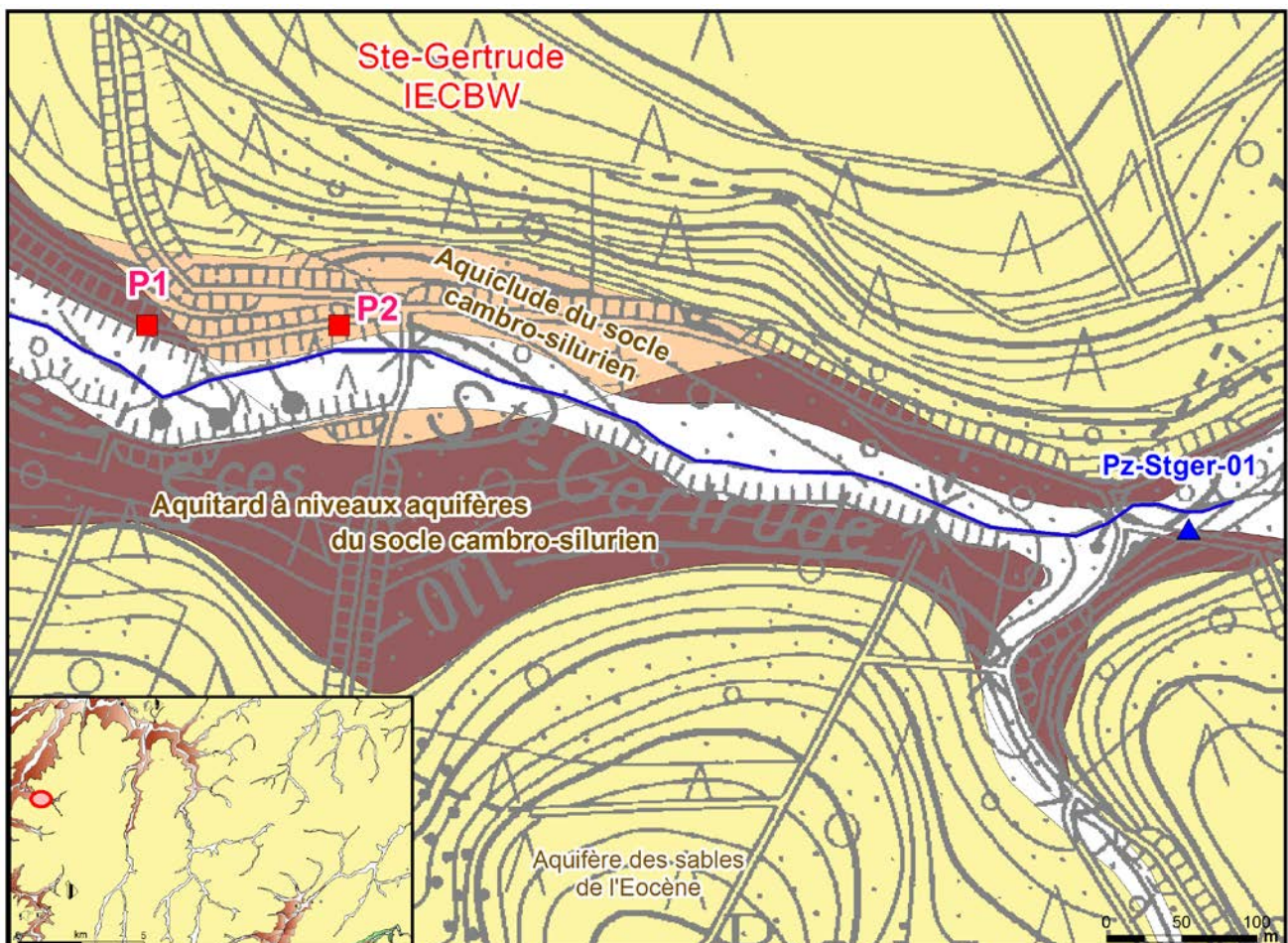


Figure IV.11: Site de Sainte-Gertrude, IECBW. Localisation des ouvrages

Les chroniques piézométriques (niveaux dynamiques) des puits P1 et P2 sont présentées à la figure IV.12. Avec les précautions d'usage, quelques informations peuvent en être tirées. Le débit

des puits était de 40 m³/h en moyenne par ouvrage, avant mars 1997. Ensuite jusqu'en 2001⁶, il était d'environ 30 m³/h. Ce changement de régime n'a pas modifié les niveaux piézométriques. D'une manière générale, l'évolution piézométrique des deux puits de production est parallèle. Deux paliers de décroissance, à mettre en correspondance avec une augmentation du volume total prélevé, sont observés: 2004 et 2008. En 2010, les volumes pompés ont été les plus importants. Ce fait se remarque dans la chute du niveau piézométrique, surtout au P1. L'année 2011 est une année déficitaire (par rapport à la normale 1981-2010) en termes de précipitations, le volume prélevé est moindre qu'en 2010, pourtant le niveau de la nappe reste bas. En 2012, les pompages dans ces deux puits n'ont pas été continus (la moitié de prélèvements en moins par rapport aux autres années). Ces arrêts sont nettement marqués dans les relevés piézométriques.

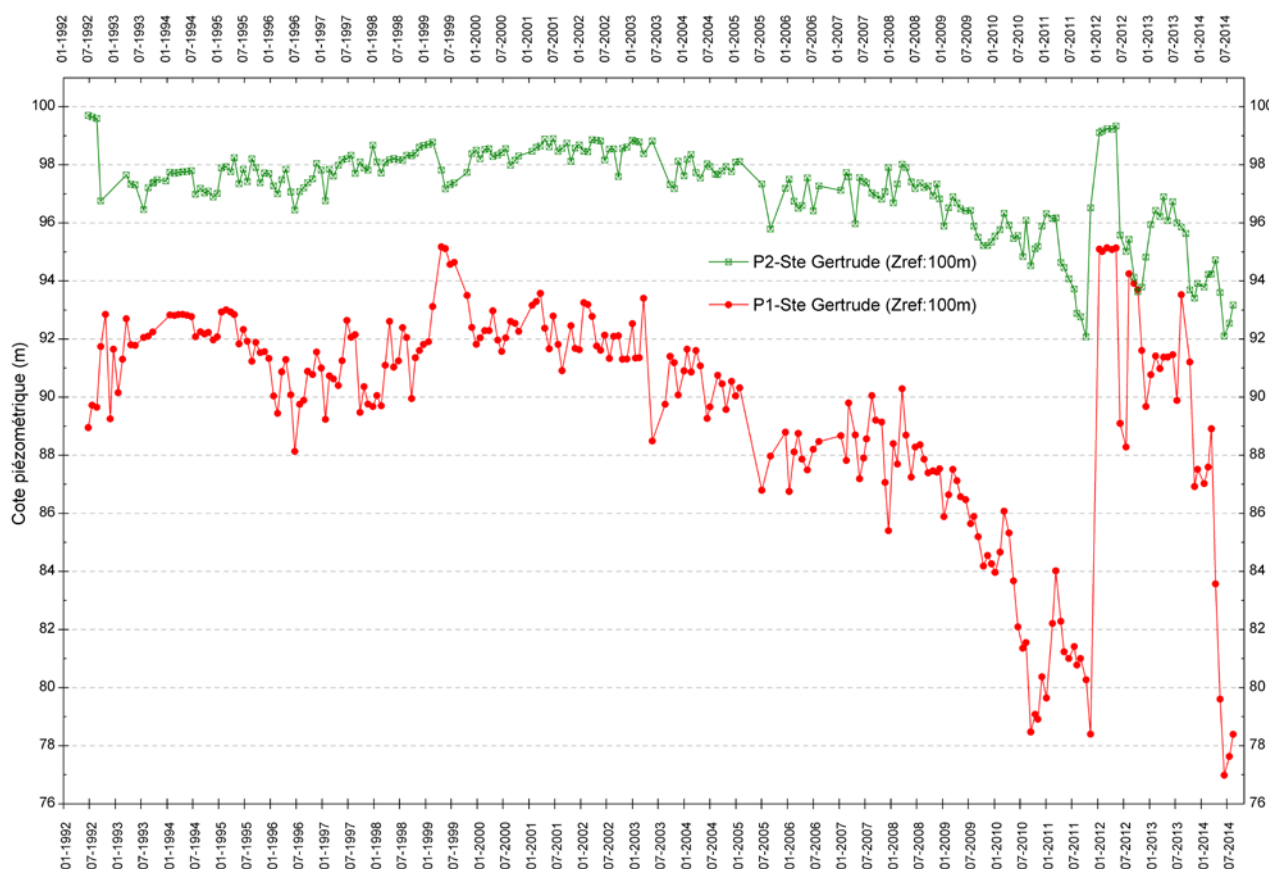


Figure IV.12: Fluctuations piézométriques de la nappe du socle cambro-silurien – Site de Ste-Gertrude – 1992-2014

A Sart-Messire-Guillaume, l'IECBW capte les eaux logées dans la nappe fissurée du socle cambro-silurien via un puits foré d'une cinquantaine de mètres de profondeur, "P-Chapelle", sans avoir recoupé les sables éocènes. Sur la carte de la figure IV.13, sont également repris deux piézomètres. L'ancien piézomètre a été rebouché en octobre 1997. Le piézomètre "Pz-Cha-01" a été foré en décembre 2006 (BCG, 2009b). Celui-ci, d'une profondeur de 42 m, traverse des limons quaternaires sur 5 m, ensuite 4 m d'argile (socle altéré) et dès 9 m de profondeur, le bed-rock sain fracturé. Cet ouvrage est équipé en doublet (tubage 2" dans la nappe superficielle quaternaire et tubage 125/111 crépiné dans la nappe du socle cambro-silurien). Les terrains meubles quaternaires sont secs. Il n'y a pas d'écoulement dans ces terrains superficiels. Alors que le niveau

⁶ Après cette date (2001), nous ne disposons plus des débits simultanés mesurés lors de la prise du niveau piézométrique.

d'eau mesuré aux mêmes moments (déc. 2006 et mars 2007) dans le piézomètre profond est, respectivement, à 6,73 m et 6,45 m du sol. L'eau remonte dans les argiles d'altération (sèches lors du forage). Aux alentours du puits P-Chapelle, la nappe logée dans le socle cambro-silurien ne semble pas ou peu alimentée par les terrains superficiels, car ceux-ci ont partiellement saturés. Cette conclusion devrait néanmoins être validée sur base d'une plus longue période d'observation (cycle hydrologique complet). Logiquement, l'aquifère des sables, situé en amont piézométrique de ces ouvrages, est vraisemblablement saturé et alimente le socle. La coupe hydrogéologique, reprise sur le poster A0, passe à proximité de cette prise d'eau. La situation décrite ci-dessus y est bien illustrée. La nappe logée dans les sables bruxelliens se biseaute vers le nord au niveau du petit plateau entre le Ry de Ste-Gertrude et la Thyle.

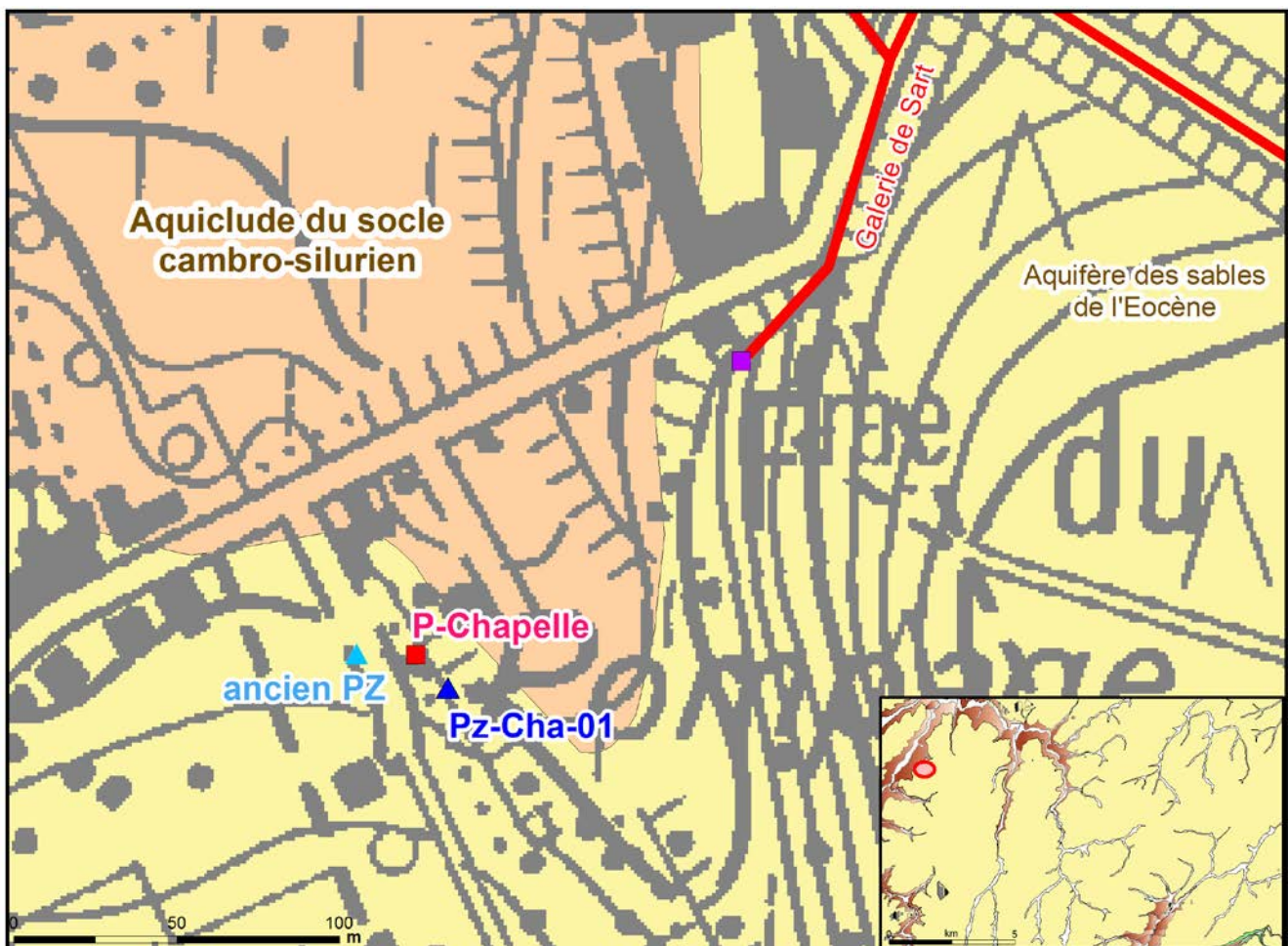


Figure IV.13: Site de Sart-Messire-Guillaume. IECBW. Localisation des ouvrages

Au repos, la nappe logée dans les terrains fissurés du socle cambro-silurien est captive. Le niveau statique, dans le puits de production, remonte au-dessus de la base des schistes altérés et de l'argile d'altération (eau à environ 5-6 m sous la surface du sol, épaisseur de la frange altérée: 9-10 m). En mode d'exploitation, le niveau piézométrique baisse et la nappe devient libre. Ce caractère est très local car la nappe reste captive au "Pz-Cha-01". De janvier 2007 à avril 2008, le niveau piézométrique au "Pz-Cha-01" a été régulièrement suivi, ainsi qu'au puits de production (mars à sept 2007). N'ayant pas obtenu les données brutes, l'analyse des données faites par le bureau d'étude est la suivante: "Le niveau piézométrique dans le piézomètre PZ-Cha-01 est nettement influencé par le pompage au puits "P-Chapelle". Sur l'ensemble de la période

d'acquisition des mesures, les rabattements ainsi que les remontées du niveau piézométrique sont clairement observés dans le piézomètre lors des phases de pompage et des périodes d'arrêt du puits de production" (BCG, 2009b). Logiquement, le rabattement mesuré au Pz-Cha-01, lors de l'essai de pompage, est nettement plus faible que celui au puits (tableau IV.2). La distance entre les ouvrages est de 10,4 m.

Tableau IV.2: Débits et rabattements mesurés sur P-Chapelle et Pz-Cha-01 lors des essais de pompage (BCG, 2009b)

Débit (m ³ /h)	Rabattement P-Chapelle	Rabattement Pz-Cha-01	Débit (m ³ /h)	Rabattement P-Chapelle	Rabattement Pz-Cha-01
11,8	4,25	0,1	18,5	8,42	0,34
14,2	5,44	0,12	20,6	12,59	0,56
16,1	6,5	0,24			

Le niveau productif de la nappe se localise sous la couche argileuse d'altération, soit 9 m. La tranche supérieure du socle sain, composée de quartzophyllades très fracturés (entre 9 et 14 m), correspond à une zone où le débit est important.

Depuis 1987, des relevés mensuels du niveau d'eau dans les ouvrages du site de Sart-Messire-Guillaume sont effectués (figure IV.14). S'agissant de niveaux dynamiques, peu de renseignements utiles sur le comportement hydrogéologique naturel de la nappe pourront être déduits. Quelques observations, sur l'ancien piézomètre, sont aussi à négliger: durant la période d'octobre 1990 à septembre 1992, le niveau est "bloqué" à 104 m. Sur la période 1987-2001⁷, le débit moyen d'exploitation est de 30 m³/h (minimum: 14 m³/h; maximum: 38 m³/h). Durant l'année 1991, le débit pompé a fortement augmenté et la recharge hivernale a été faible, provoquant une chute d'une trentaine de mètres de la cote piézométrique au droit du puits d'exploitation. On peut aussi observer, qu'entre janvier 1994 et juillet 1996 où le pompage était moins intense, les niveaux d'eau sont remontés progressivement dans les deux forages, suivant une évolution relativement similaire.

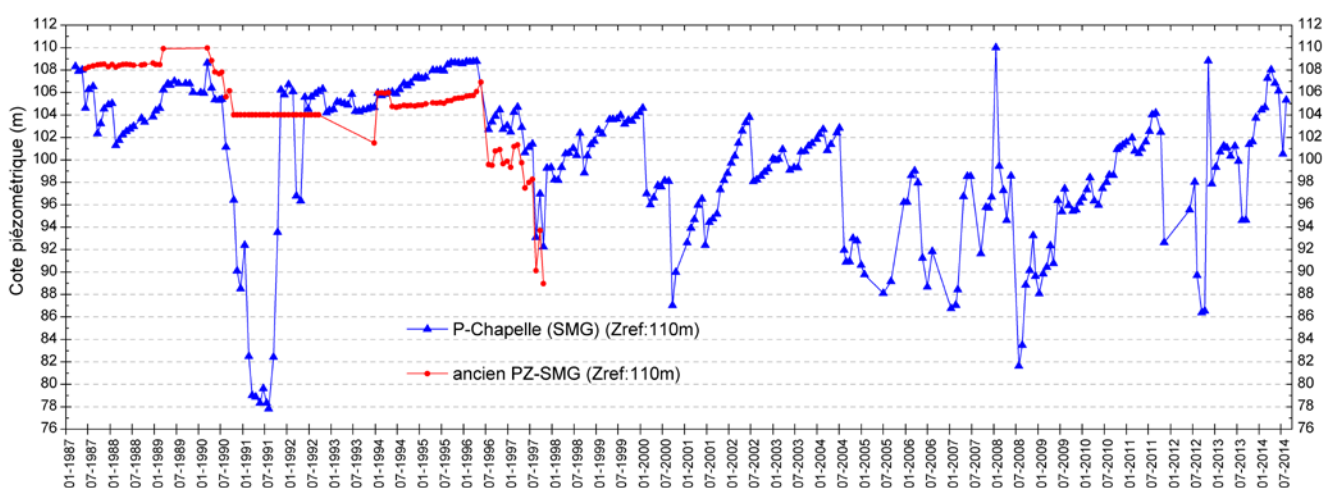


Figure IV.14: Fluctuations piézométriques de la nappe du socle cambro-silurien – Site de Sart-Messire-Guillaume – 1987-2014

⁷ Après cette date (2001), nous ne disposons plus des débits simultanés mesurés lors de la prise du niveau piézométrique.

IV.2.3. Coupes hydrogéologiques

La coupe, orientée nord-sud, traverse les localités de Court-Saint-Etienne, Sart-Messire-Guillaume, Mellery et Tilly. Hydrographiquement, elle est située dans le bassin-versant de la Dyle, et dans le bassin de la Thyle (affluent de la Dyle). Deux coupes ont été dressées, sur le même axe mais avec une échelle des hauteurs différente. L'échelle horizontale des coupes est au 25 000^{ème}, l'échelle verticale est de 1/25 000 pour l'une et de 1/5000 pour l'autre. Ce facteur d'exagération des hauteurs (X5) permet une meilleure visibilité du niveau piézométrique, reporté sur cette coupe. Cette coupe est basée sur la coupe AA' de Delcambre et Pingot (2002).

La coupe traverse plusieurs des unités hydrogéologiques présentes sur la carte Chastre-Gembloux. Les unités hydrogéologiques cambro-siluriennes du socle brabançon affleurent dans les fonds de vallée (suite à l'érosion des terrains du Cénozoïque). Ces terrains du Paléozoïque sont fortement plissés. Les sables bruxelliens (Eocène) reposent en discordance sur ce socle pénéplané. L'épaisseur de cette couverture tabulaire, à pendage nord, n'est pas constante. Elle va dépendre du paléorelief du socle. La piézométrie de l'aquifère des sables bruxelliens est tracée sur la coupe (situation de juillet 1988). L'épaisseur saturée est variable. Cette nappe est drainée par le réseau hydrographique. Le sens général de l'écoulement des eaux souterraines est dirigé vers le nord. Quelques niveaux piézométriques ponctuels, mesurés dans des puits implantés dans le socle paléozoïque et situés à proximité de l'axe de la coupe, sont repris sur la coupe.

IV.2.4. Caractère des nappes

Le caractère des nappes rencontrées est également spécifié : nappe libre, nappe semi-captive (semi-libre) ou nappe captive. Cette information est cartographiée sur l'une des cartes thématiques présentées sur le poster. La nappe caractérisée est la première nappe rencontrée (nappe à l'affleurement, sous la couverture limoneuse). Sur la carte Chastre-Gembloux, la nappe logée dans les sables bruxelliens (Eocène) est considérée globalement comme libre. Les nappes du socle cambro-silurien, d'après les résultats des essais de pompage menés (voir [chapitre VII](#)), sont classées en tant que nappes semi-captives. Il faut cependant rester prudent. Là où la nature de la couverture change et/ou la couverture quaternaire est moins épaisse, la nappe sous-jacente retrouve un caractère libre. En outre, dans ces formations du Paléozoïque inférieur, les niveaux plus schisteux peuvent rendre localement captives les nappes logées dans les terrains gréseux. Dans la région de Gembloux, l'aquitard du Santonien (Formation de Lonzé), là où il est observé, peut localement rendre la nappe sous-jacente captive.

IV.2.5. Piézométrie de la carte Chastre-Gembloux

Les données piézométriques relatives à la carte Chastre-Gembloux sont reprises via des isopièzes ou via des cotes piézométriques ponctuelles. Des isopièzes n'ont pu être tracées que pour l'aquifère des sables de l'Eocène (identifié également sous le nom d'aquifère des sables bruxelliens). Les données piézométriques éparses, tant dans le temps que dans l'espace, combinées à un contexte hydrogéologique complexe, ne permettent pas de tracer des isopièzes

pour les unités hydrogéologiques du socle cambro-silurien. Dès lors, les cotes ponctuelles, avec la date de prise de la mesure, sont reportées sur la carte principale (1/25.000). L'analyse détaillée des données piézométriques est abordée dans les sous-chapitres précédents.

Les isopièzes, repris sur la carte principale du poster, sont tracées sur base d'une campagne de mesures réalisée en juillet 1988. Elles donnent l'allure générale de la nappe logée dans les sables bruxelliens (Eocène). L'écoulement régional des eaux souterraines est dirigé vers le nord-ouest, en direction de la Dyle. Cette rivière constitue le niveau de base de la nappe des sables bruxelliens. Localement, la direction de l'écoulement, tel qu'indiquée par la piézométrie régionale, peut être orientée différemment en fonction des conditions hydrogéologiques du milieu. De nombreuses sources (exutoires de l'aquifère) jaillissent en pied de versant, au contact des unités hydrogéologiques sous-jacentes moins perméables. Elles alimentent les ruisseaux et rivières. Le drainage de la nappe des sables par le réseau hydrographique se marque dans la forme des isopièzes à proximité des cours d'eau. La nappe peut localement affleurer dans les fonds de vallée créant des zones humides (aires marécageuses ou plans d'eau). Sur la carte Chastre-Gembloux, la cote piézométrique maximale se situe dans le sud-est, aux alentours de 160 m. Le toit de la nappe est aux environs de la cote 100 m au nord-ouest de la carte.

Sur la carte Chastre-Gembloux, les données piézométriques disponibles au droit de puits crépinés dans le socle cambro-silurien montrent une nappe sous pression, mise en charge par les terrains sus-jacents (nappe captive). En situation de repos, les niveaux piézométriques s'équilibrent, généralement, à quelques mètres de profondeur. En certains lieux, cette nappe peut-être artésienne.

V. CADRE HYDROCHIMIQUE

Les analyses chimiques présentées dans les paragraphes suivants ont été réalisées sur des eaux brutes, non encore traitées en vue de leur consommation. Nous ne disposons pas de données suffisantes pour préciser le cadre hydrochimique de toutes les unités hydrogéologiques de la carte.

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

Plusieurs excavations ont existé sur le territoire de la carte Chastre-Gembloux (grès, quartzites, sables, argiles...). A ce jour, deux sablières sont toujours en activité à Mont-Saint-Guibert et à Noirmont. La plupart des sites sont, aujourd'hui, fermés. Ces anciens sites d'extraction abandonnés et parfois remblayés avec des déchets et matériaux divers sont des points d'infiltration privilégiés vers les eaux souterraines, tout comme le sont les dolines, chantoirs et autres phénomènes karstiques. Ces excavations remblayées souvent sans imperméabilisation adéquate constituent donc des sources potentielles de pollution de la nappe des sables bruxelliens (Eocène). Les eaux logées dans le socle cambro-silurien peuvent également être affectées en cas d'absence de couches moins perméables protectrices (Yprésien et Landenien). Tel est le cas dans la région de Chastre-Gembloux où ces formations font défaut à l'exception de la vallée de l'Orneau. Ces sources potentielles de pollution sont donc des lieux à surveiller. Notons que quelques carrières sont encore en activité dans la région.

Un inventaire de ces données est disponible auprès des autorités régionales (DGARNE et DGATLPE). Depuis 1998, la DGARNE a mis en place un réseau de contrôle des centres d'enfouissement technique. Ce réseau est géré par l'ISSeP. Des informations sont disponibles via le portail Web du Service Public de Wallonie: <http://environnement.wallonie.be/data/dechets/cet/>. La SPAQuE a inventorié les sites potentiellement contaminés en Wallonie. Ils sont répertoriés dans une banque de données, WALSOLS, consultable sur <http://www.walsols.be/>. Sur la carte Chastre-Gembloux, quatre sites sont répertoriés dans cette base de données (tableau V.1 & figure V.8 au sous-chapitre V.5).

Tableau V.1: Sites WALSOLS repris sur la carte Chastre-Gembloux

<u>Commune</u>	<u>Nom</u>	<u>Code</u>
Gembloux	7 voleurs	Nr-1706-02
	Coutellerie Piérard	Nr-1705-01
Mont-Saint-Guibert	Papeterie de Mont-Saint-Guibert	Bt-1503-02
Villers-la-ville	Décharge de Mellery	Bt-2402-01

Dans le cadre de la mise en œuvre de la Directive cadre sur l'eau (Directive 2000/60/CE), le Service Public de Wallonie a établi un programme de surveillance des 33 masses d'eau définies en Wallonie (http://environnement.wallonie.be/directive_eau). Au niveau des eaux souterraines, un réseau de surveillance de l'état quantitatif et qualitatif a été élaboré et finalisé en décembre 2006. Sur le territoire couvert par la carte, plusieurs masses d'eau souterraine sont distinguées (figure V.1). Sur le territoire de la carte Chastre-Gembloux, on dénombre 9 points du réseau de surveillance, établis dans les masses d'eau souterraine RWE051 et RWE160.

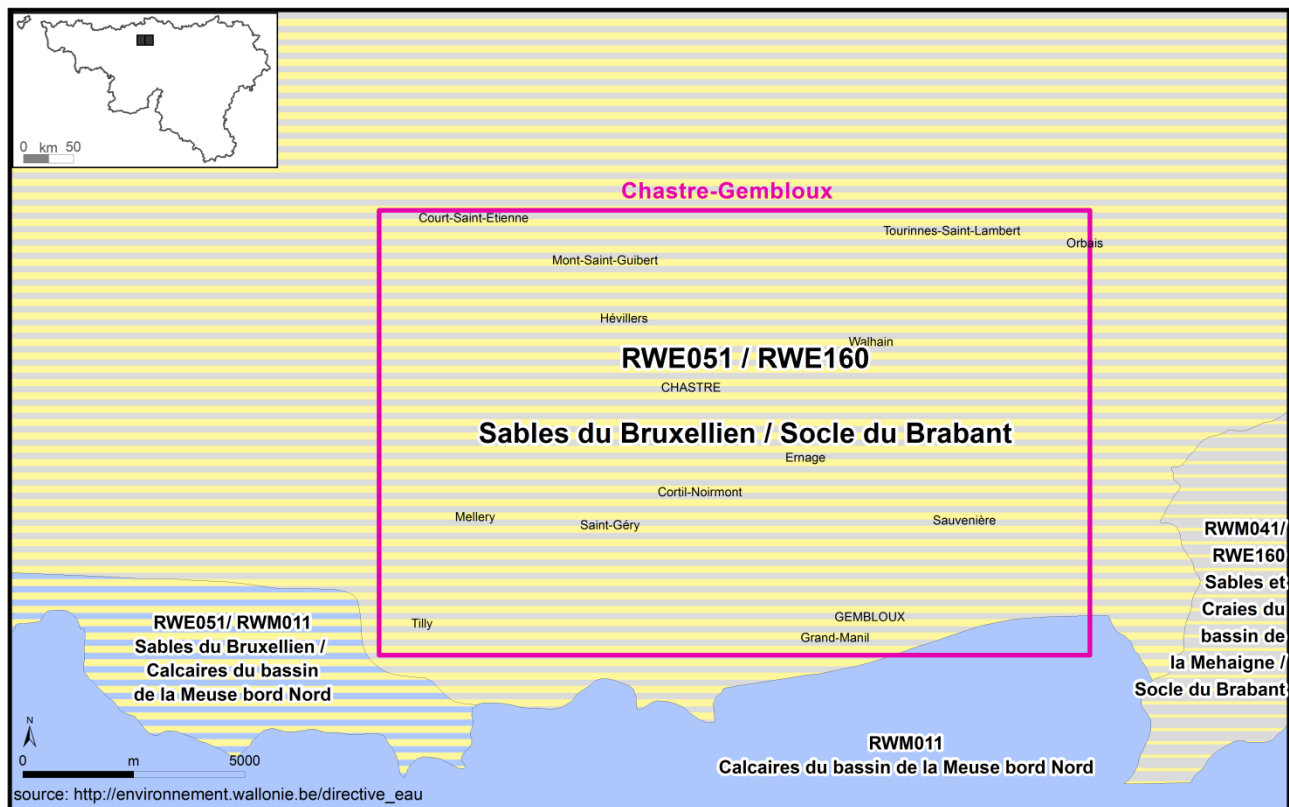


Figure V.1: Masses d'eau souterraine –Chastre-Gembloux

V.1. CARACTERISTIQUES HYDROCHIMIQUES DES EAUX

Les analyses disponibles pour définir le faciès hydrochimique des eaux logées dans les terrains de la carte Chastre-Gembloux sont essentiellement issues des captages destinés à la distribution publique d'eau potable. Quelques analyses proviennent du réseau de surveillance qualitative du SPW. Afin de compléter les données hydrochimiques issues d'échantillons de prises d'eau localisées sur la carte Chastre-Gembloux, sont reprises à titre indicatif les informations sur la géochimie des aquifères de "l'Etat des nappes d'eau souterraine de la Wallonie" (SPW-DGO3, 2014). Ces résultats sont à considérer globalement. Ils sont représentatifs d'une masse d'eau souterraine dans son ensemble.

V.1.1. Aquifère des sables bruxelliens (Eocène)

Les eaux souterraines issues de l'aquifère des sables bruxelliens (Eocène) sont de type Ca-HCO₃-SO₄(-NO₃)(tableau V.2). Le pH est neutre à légèrement acide. Les conductivités sont moyennes à élevées. La dureté et l'alcalinité de l'eau sont moyennes. Les teneurs en nitrates y sont souvent importantes, avec des dépassements de la norme de potabilité. Le fer mesuré dans ces eaux souterraines, bien que de faible valeur sur les points de cette carte, peut être dû à la présence de bancs de grès à ciment ferrugineux dans la Formation de Bruxelles ou/et au bed-rock cambrosilurien sous-jacent. Les teneurs en calcium-magnésien sont liées au faciès localement carbonaté de ces sables.

Tableau V.2: Caractéristiques hydrochimiques de l'aquifère des sables bruxelliens

Elément	Unité	Niveau-guide RW	Galerie de l'Ornoy (IECBW)	Galerie de Sart (IECBW)	Pré Boulouf	St-Géry 11 - Corsal	Sables bruxelliens
		Code de l'Eau	27/11/2013	07/10/2003	04/06/2012	03/07/2013 (04/06/2012)	1994-2000
pH		6,5 à 9,5	6,85	6,78	6,69	7,14 (7,12)	7
Conductivité (K20)	µS/cm	2500	522	551	447	842 (845)	722
Dureté totale (TH)	°F	67,5	25,3	25,3	23,4	(44,9)	38,1
Alcalinité totale (TAC)	°F	-	13,5	10,3	15,3	(28,5)	-
Calcium	mg/l	270*	84	82,2	76	(163)	131,4
Magnésium	mg/l	50*	9,4	11,6	11	(10)	10,5
Sodium	mg/l	150	16	16,4	20	(23)	14,9
Potassium	mg/l	12	1	3,6	2,3	5,5 (3,8)	1,94
Bicarbonates	mg/l	-	-	-	-	-	268,8
Strontium	µg/l	750**	173(26/10/2011)	194	172	(763)	353
Fer total dissous	µg/l	200*	9,7	<20	9	(22)	10
Manganèse	µg/l	50*	2,9	9	93	(19,4)	3
Sulfates	mg/l	250*	114,3	104,2	55	(92)	77,5
Chlorures	mg/l	200	28,5	47,5	34	(46)	47,2
Fluorures	mg/l	0,1 (1,5*)	0,063	0,08	0,14	(0,11)	0,1
Nitrates	mg/l	50	52,5	41,1	11,3	87 (77)	40,3
Nitrites	mg/l	0,1	<0,03	0,01	<0,02	0,02 (<0,02)	<0,02
Ammonium	mg/l	0,5*	<0,05	0,01	0,06	<0,02 (<0,02)	0,01
Silice (SiO ₂)	mg/l	-	13,8	7,1	8	(27)	26

* norme de potabilité à défaut de valeur-guide ** selon la Directive européenne

SPW-DGO3,
2014

V.1.2. Unités hydrogéologiques du socle cambro-silurien du Massif du Brabant

Les eaux du socle cambro-silurien sont moyennement minéralisées. Elles sont de type bicarbonaté calcique et sulfaté, avec un pH neutre à légèrement acide. Les résultats d'analyses donnés dans le tableau V.3 présentent une grande variabilité. La conductivité, la dureté, l'alcalinité des eaux prélevées ont des valeurs relativement disparates. Généralement, ces eaux sont douces à moyennement dures, avec un taux d'alcalinité faible à moyen. Les eaux prélevées au puits d'Héவில்ers et dans la galerie Rabauty se distinguent des autres échantillons (minéralisation, dureté, alcalinité plus élevées). Le puits d'Héவில்ers est crépiné dans quelques mètres de sables avant d'atteindre le socle fissuré. La galerie de Rabauty, creusée au toit du socle paléozoïque, draine également des eaux issues de la nappe des sables bruxelliens. Ceci explique, ainsi, que l'eau prélevée dans ces prises d'eau est plus minéralisée et présente un faciès carbonaté plus marqué (niveaux carbonatés indurés dans les sables).

Les eaux de ces terrains présentent des teneurs importantes en fer et en manganèse, nettement supérieures aux normes-guides. Un traitement adéquat (oxydation, précipitation et filtration) est généralement requis avant la mise en réseau pour la distribution publique d'eau potable. Les puits P1 et P2-St-Gertrude sont particulièrement concernés. L'IECBW dispose d'une station de déferrisation et démanganisation afin de traiter les eaux pompées dans ces puits.

Excepté pour les ouvrages sollicitant aussi la nappe des sables bruxelliens, les concentrations en nitrates sont très faibles. Néanmoins, le puits de Sart-Messire-Guillaume, appelé aussi P-Chapelle, présente des teneurs importantes pour la nappe du socle paléozoïque. Cette valeur laisse supposer des échanges entre la nappe des sables bruxelliens et la nappe du socle cambro-silurien.

Tableau V.3: Caractéristiques hydrochimiques des eaux logées dans le socle cambro-silurien du Massif du Brabant

Élément	Unité	Niveau-guide RW	P1 Ste-Gertrude (IECBW)	P2 Ste-Gertrude (IECBW)	P-Chapelle – SMG (IECBW)	P-Héவில்ers (IECBW)	Rabauby (SWDE)	Socle cambro-silurien du Massif du Brabant
Unité hydrogéologique du socle cambro-silurien			Aquitard à niveaux aquifères	Aquiclude	Aquiclude	Aquifère	Aquifère	
		Code de l'Eau	27/11/2013	27/11/2013	27/11/2013	19/10/2004	03/02/2014	1994-2000
pH		6,5 à 9,5	6,39	6,54	6,77	6,75	6,9	7,2
Conductivité (K20)	µS/cm	2500	452	438	498	683	1186	627
Dureté totale (TH)	°F	67,5	18,1	19,8	24,2	35,8	69	30,2
Alcalinité totale (TAC)	°F	-	5,7	9,2	12,5	21,8 (07/10/2003)	38,4	-
Calcium	mg/l	270*	55	63	80	121,8	222,7	101,5
Magnésium	mg/l	50*	10,5	10,1	10,3	13	32,6	13,7
Sodium	mg/l	150	14,5	13	15,5	10,9	41,3	16,4
Potassium	mg/l	12	6,6	4,6	1,6	1,7	2,1	2,51
Bicarbonates	mg/l	-	-	-	-	-	-	212,6
Strontium	µg/l	750**	115 (26/10/2011)	144 (26/10/2011)	171 (26/10/2011)	301	466,8	254
Fer total dissous	µg/l	200*	12626,6	4324,7	59,9	25	28	647
Manganèse	µg/l	50*	4636,3	2873,6	63,3	15	1198	402
Sulfates	mg/l	250*	144,2	108,2	84,4	80,3	223	87,6
Chlorures	mg/l	200	31,6	30,4	29,1	47,2	68	45,3
Fluorures	mg/l	0,1 (1,5*)	0,071	0,077	0,06	0,09	0,1	0,11
Nitrates	mg/l	50	<1	<1	25,2	14,3	13,1	15,9
Nitrites	mg/l	0,1	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,04	0,02
Ammonium	mg/l	0,5*	0,21	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,03
Silice (SiO ₂)	mg/l	-	12,9	12,2	13,7	10,9	15,8	13,6
* norme de potabilité à défaut de valeur-guide ** selon la Directive européenne								SPW-DGO3, 2014

V.1.3. Diagramme de Piper

Le diagramme de Piper permet d'identifier rapidement les faciès hydrochimiques des eaux souterraines. Il est composé de deux diagrammes ternaires dans lesquels sont reportés les proportions en cations et en anions. Le troisième diagramme reprend une synthèse des deux précédents et permet de rapidement caractériser l'eau analysée. Chaque sommet des triangles représente 100% d'un des trois constituants. Pour les cations, on représente en général Ca^{++} , Mg^{++} et $Na^+ + K^+$ tandis que pour les anions, il s'agit de $Cl + NO_3^-$, SO_4^{--} et $HCO_3^- + CO_3^{--}$ (proportions relatives).

Les analyses hydrochimiques des deux tableaux précédents ont été introduites dans le diagramme ternaire de Piper afin de déterminer le faciès chimique des eaux souterraines de la carte Chastre-Gembloux (figure V.2). Comme pour eaux souterraines en Wallonie (SPW-DGO3, 2014), il y a peu de diversité: les eaux souterraines logées dans les aquifères de la région Chastre-Gembloux sont de type bicarbonaté calcique. Les eaux des sables bruxelliens et du socle cambro-silurien sont très proches (interconnexions entre ces deux nappes). Quelques légères spécificités se dégagent, néanmoins. Les eaux issues des sables bruxelliens sont légèrement plus calciques, tandis que les eaux du socle paléozoïque sont plus sulfatées.

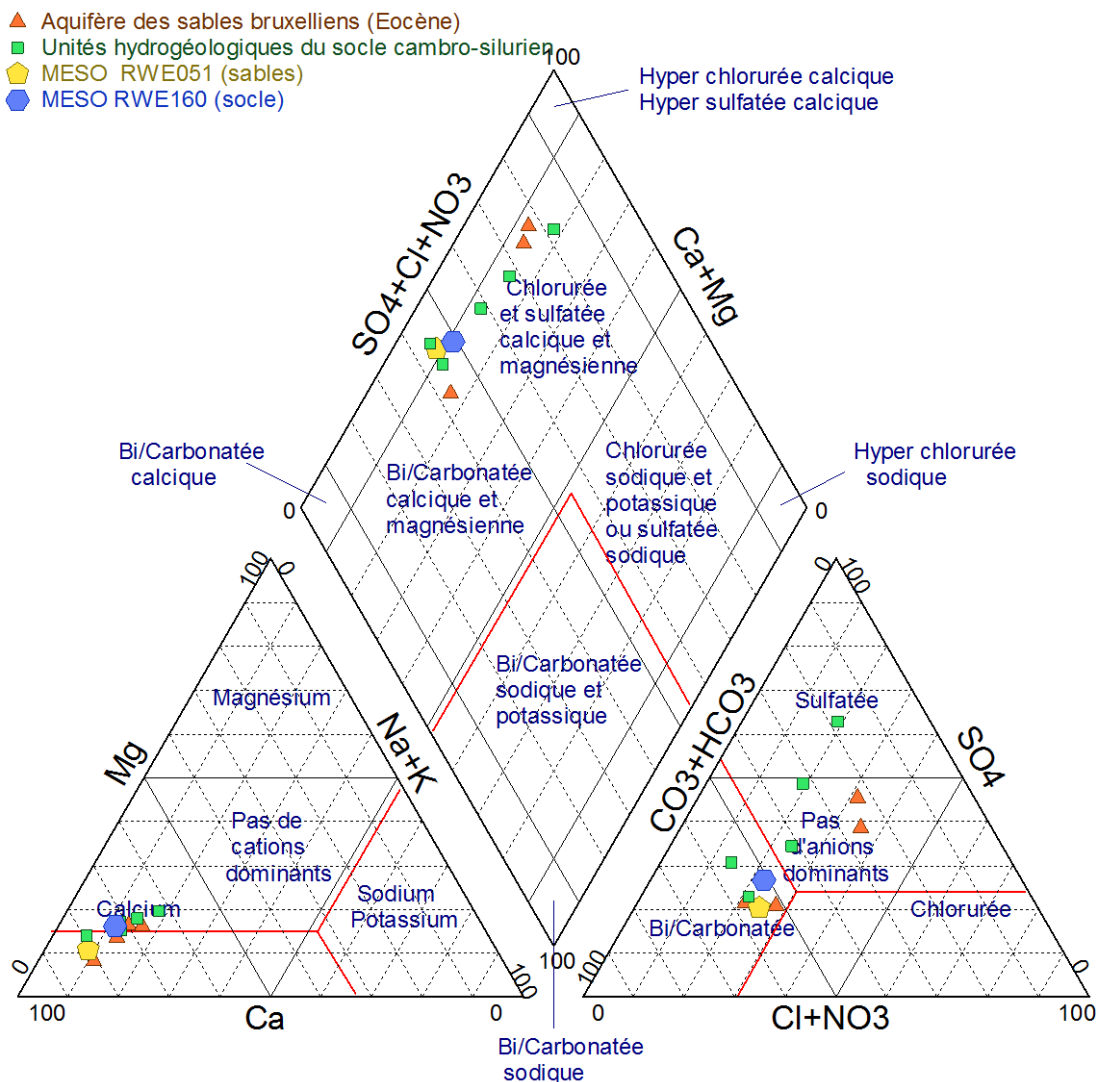


Figure V.2: Diagramme de Piper – Chastre-Gembloux

V.2. PROBLEMATIQUE DES NITRATES

Pour protéger les eaux contre la pollution par les nitrates, plusieurs "zones vulnérables" ont été désignées par arrêtés ministériels (figure V.3). Elles ont pour objet la protection des eaux souterraines contre la pollution par les nitrates à partir de sources agricoles. Cette désignation implique l'application d'un programme d'action précis dont les mesures ont été définies au travers du Programme de Gestion Durable de l'Azote en agriculture (PGDA). Pour plus d'informations, voir www.nitrawal.be.

Le territoire couvert par la carte Chastre-Gembloux est entièrement inclus dans l'une des "zones vulnérables" aux nitrates définies par le gouvernement wallon. Une petite partie au sud-est de la carte appartient à la zone vulnérable du Nord du sillon "Sambre & Meuse" (AGW 22/12/2006). Cependant, la majorité de la superficie de la carte fait partie de la zone vulnérable des sables bruxelliens (AGW 28/07/1994).

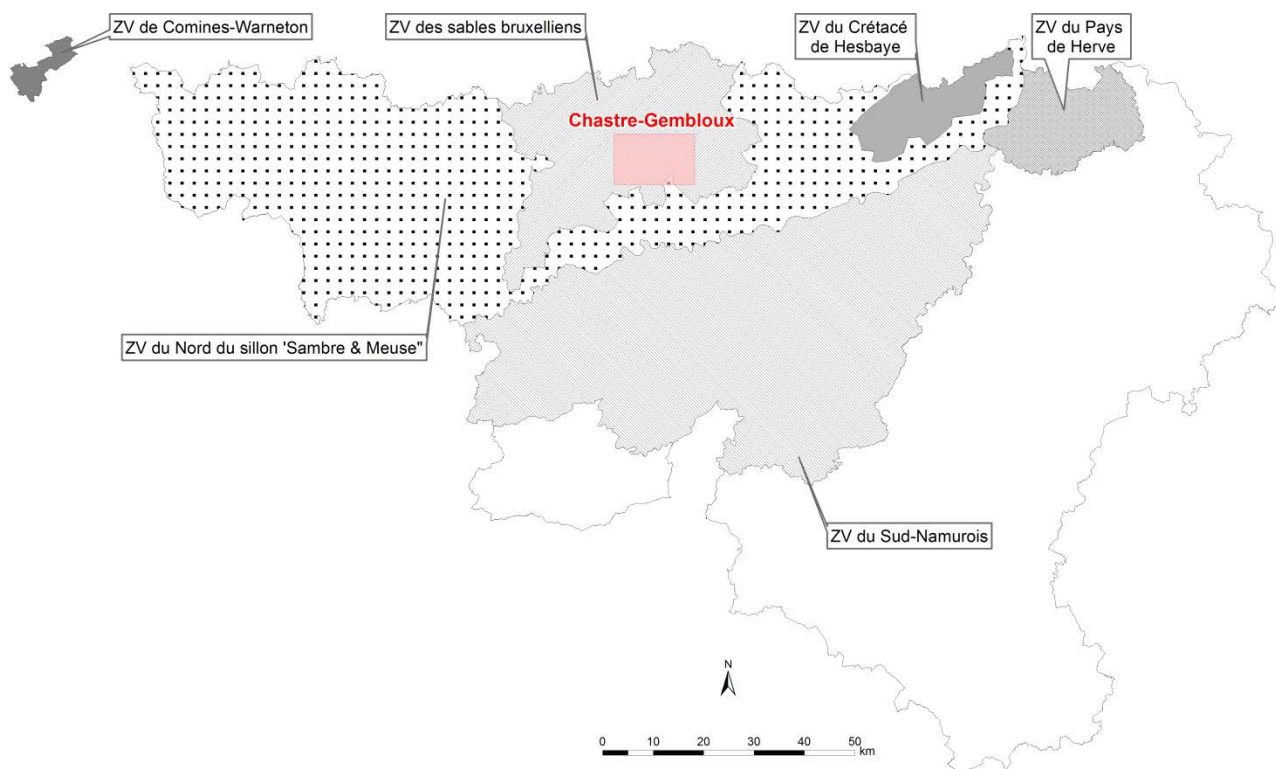


Figure V.3: Zones vulnérables aux nitrates – Chastre-Gembloux

Depuis plusieurs années, les compagnies de distribution d'eau mais aussi l'administration wallonne (SPW-DGARNE-DESO) surveillent de manière très régulière les concentrations en nitrates de leurs différents ouvrages (captages et/ou piézomètres). Les figures suivantes présentent les courbes décrivant l'évolution temporelle des teneurs en nitrates de la nappe des sables bruxelliens et de la nappe logée dans le socle altéré et fissuré du socle cambro-silurien sur la carte Chastre-Gembloux. La teneur maximale admise en Wallonie est 50 mg NO₃/l.

Les teneurs en nitrates mesurées dans les ouvrages sollicitant l'aquifère des sables bruxelliens sont élevées, dépassant régulièrement la norme de potabilité (figure V.4). Ainsi, sur base des données disponibles, la teneur moyenne pour le puits St-Géry et la Fontaine St-Georges sont, respectivement, de 87 et 73 mg/l. Les concentrations relevées aux galeries de l'Ornoy et de Sart avoisinent les 48 mg/l. On note, pour ces galeries, une légère diminution des teneurs en nitrates depuis une dizaine d'années. Le drain de Perbais et la galerie de Tilly présentent des teneurs en nitrates inférieures mais néanmoins non négligeables.

Le rapport interuniversitaire sur les ressources en eau du bassin de la Dyle avait fait état d'une progression constante des teneurs en nitrates des sources du bassin sur une période allant de 1974 à 1981 (FDS, 1981).

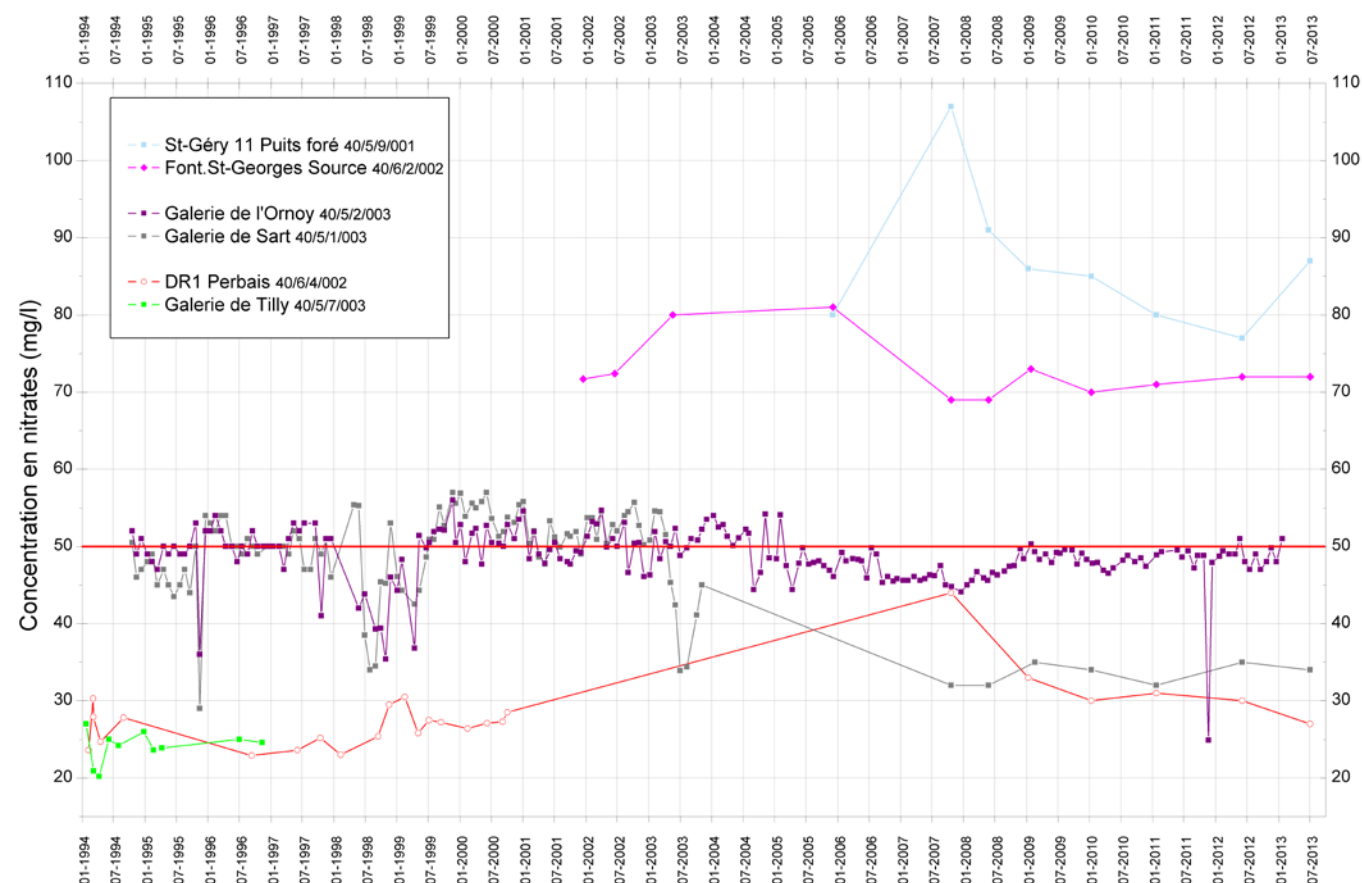


Figure V.4: Evolution des concentrations en nitrates dans l'aquifère des sables bruxelliens (Eocène) – Chastre-Gembloux

Les teneurs en nitrates mesurées dans les eaux prélevées issues des unités hydrogéologiques du socle cambro-silurien du Massif du Brabant sont non négligeables (figure V.5). La norme de potabilité n'est, certes, pas dépassée. Mais les concentrations mesurées sont élevées pour ce type d'aquifère, excepté pour le puits P1 Ste-Geترude. Ce forage sollicite des horizons aquifères profonds du socle paléozoïque (nappe captive).

Les valeurs en nitrates observées à la galerie de Rabauby sont liées à la position et aux caractéristiques du captage. Cette galerie, creusée au sommet du bed-rock paléozoïque, draine aussi les eaux logées dans les alluvions de l'Orneau et dans les sables bruxelliens environnants. Ces deux nappes, libres, sont contaminés par les nitrates dus aux activités anthropiques de surface, telle que l'agriculture. Sur la période d'observation, la teneur moyenne en nitrates à la galerie de Rabauby est de l'ordre de 13 mg/l.

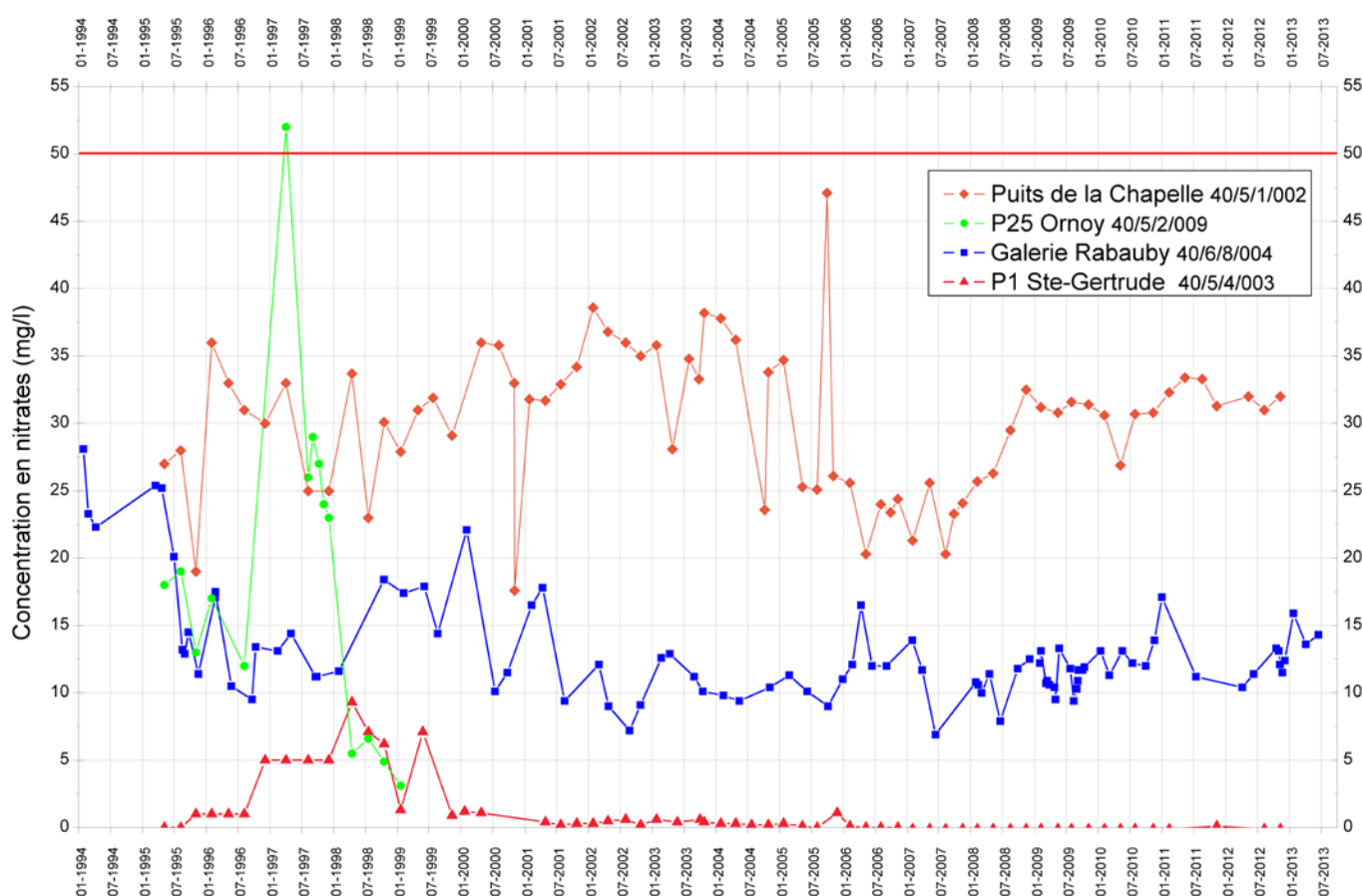


Figure V.5: Evolution des concentrations en nitrates dans les eaux du socle cambro-silurien du Massif du Brabant – Chastre-Gembloux

Les concentrations en nitrates relevées au puits de la Chapelle sont importantes. Elles fluctuent entre 17 et 47 mg/l, avec une moyenne de l'ordre de 30 mg/l. De 1994 à 2004, on constate une augmentation régulière des nitrates pour atteindre un palier aux alentours de 35 mg/l. Entre 2004 et 2008, les teneurs baissent aux environs de 20 mg/l. Dès 2008, une nouvelle hausse est amorcée, avec un palier stabilité aux alentours de 30 mg/l. Lors de l'étude des zones de prévention de cette prise d'eau, l'évolution des nitrates entre 1994 et 2008 a été analysée (BCG; 2009b). Elle a été mise en parallèle avec les fluctuations piézométriques de la nappe des sables bruxelliens et de la nappe du socle cambro-silurien (figure V.6). "Quelques années pluvieuses ont

porté le niveau piézométrique à un maximum au cours de l'hiver 2003-2004 pour retrouver les valeurs de 1999 vers le milieu de l'année 2008, correspondant à la succession d'une série d'années plus humides et plus sèches du point de vue de l'infiltration efficace. L'évolution des nitrates semble suivre la même allure. Ainsi, une infiltration plus efficace entrainerait, vers la nappe, une plus grande quantité de nitrates stockés dans les basses couches du sol arable. Inversement, la diminution de la pluviosité retarderait quelque peu l'entrée des nitrates dans la nappe. Cette comparaison sort renforcée par la corrélation directe entre les teneurs en nitrates et la piézométrie de la nappe des sables et du socle qui ne reflète que la pluie efficace. Ce comportement traduit bien l'alimentation partielle de la nappe du socle, exploitée au puits de la Chapelle, par l'aquifère des sables bruxelliens" (BCG, 2009b).

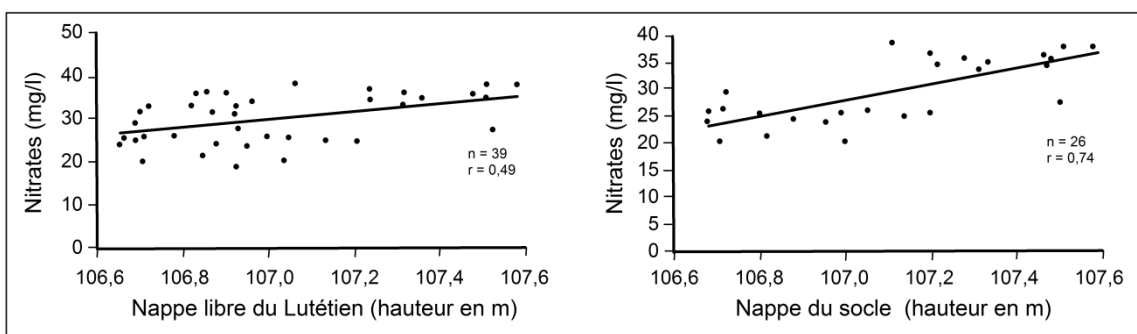


Figure V.6: Corrélation entre les nitrates et la piézométrie des sables et du socle. (Puits de la Chapelle, IECBW)(BCG, 2009b)

V.3. QUALITE BACTERIOLOGIQUE

Les paramètres microbiologiques des eaux destinées à la distribution publique sont régulièrement mesurés par les compagnies d'eau. Ainsi, la qualité microbiologique des eaux est mesurée à partir de la présence de bactéries indicatrices de contamination fécale telles que les entérocoques, E. Coli ou les coliformes). D'après les données disponibles, les eaux souterraines des nappes de la carte Chastre-Gembloux présentent, en général, une bonne qualité microbiologique. Les tableaux V.4 & V.5 présentent, à titre indicatif, quelques analyses bactériologiques des eaux souterraines de la carte étudiée. Une chloration est opérée avant la distribution de l'eau sur le réseau.

Tableau V.4: Paramètres microbiologiques des eaux de l'aquifère des sables bruxelliens

Paramètre		Niveau-guide RW	Galerie de l'Ornoy (IECBW)	Pré Boulouf	St-Géry 11 - Corsal
		Code de l'Eau	27/11/2013	04/06/2012	04/06/2012
Germes totaux à 22°C	nbre / ml	-	0	-	-
Germes totaux à 37°C	nbre / ml	-	-	0	4
Coliformes totaux	nbre / 100 ml	0	0	0	1
Coliformes fécaux	nbre / 100 ml	0	-	-	-
Escherichia coli	nbre / 100 ml	0	0	0	1
Entérocoques fécaux	nbre / 100 ml	0	0	0	1
Clostridium perfringens	nbre / 100 ml	0	-	-	-

Tableau V.5 Paramètres microbiologiques des eaux logées dans le socle cambro-silurien du Massif du Brabant

Paramètre		Niveau-guide RW	P1 Ste-Gertrude (IECBW)	P2 Ste-Gertrude (IECBW)	P-Chapelle – SMG (IECBW)	Rabauby (SWDE)
		Code de l'Eau	27/11/2013	27/11/2013	27/11/2013	03/02/2014
Germes totaux à 22°C	nbre / ml	-	0	1	0	300
Germes totaux à 37°C	nbre / ml	-	-	-	-	300
Coliformes totaux	nbre / 100 ml	0	0	0	0	5
Coliformes fécaux	nbre / 100 ml	0	-	-	-	-
Escherichia coli	nbre / 100 ml	0	0	0	0	0
Entérocoques fécaux	nbre / 100 ml	0	0	0	0	0
Clostridium perfringens	nbre / 100 ml	0	-	-	0	2

V.4. PESTICIDES

La présence de pesticides dans les eaux potabilisables devient, au même titre que les nitrates, relativement préoccupante. Depuis plusieurs années, une centaine de pesticides sont recherchés dans les eaux souterraines destinées à la consommation humaine. Les herbicides font partie des micropolluants les plus problématiques, qu'ils soient d'usage agricole ou non agricole, dans le sens où ils impliquent des traitements de potabilisation spécifiques et parfois très coûteux (SPW-DGO3, 2014; ICEW, 2012).

La figure V.7 montre l'impact des pesticides sur la qualité des eaux souterraines wallonnes. Cette carte illustre l'indicateur 'Pesticides dans les eaux souterraines (n°91) de l'analyse des composantes de l'environnement présentée dans le rapport sur l'état de l'environnement wallon 'Les Indicateurs clés de l'Environnement Wallon 2012' (ICEW, 2012). Cet indicateur rend compte de manière simplifiée et globale de la qualité des eaux souterraines wallonnes par rapport aux pesticides. Les indices⁸ de qualité révèlent que les aquifères de la région de Chastre-Gembloux sont classés en catégorie 'Moyenne' pour l'altération 'Pesticides', avec quelques sites préoccupants (points rouges et oranges).

IMPACT DES PRODUITS PHYTOPHARMACEUTIQUES SUR LA QUALITÉ DES EAUX SOUTERRAINES

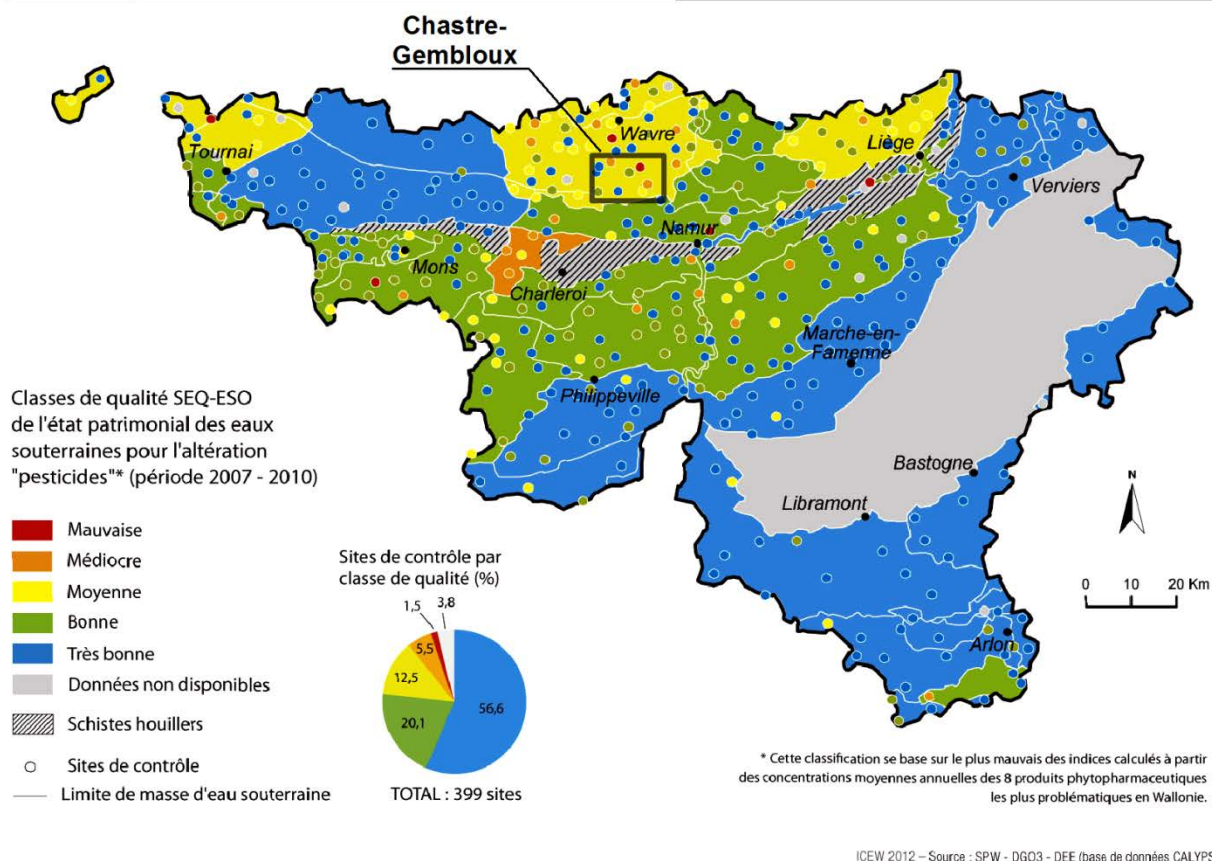


Figure V.7: Pesticides en Région wallonne (ICEW, 2012; carte 19 modifiée)

⁸ Indice calculé à partir des concentrations moyennes annuelles en atrazine, déséthylatrazine, simazine, diuron, isoproturon, chlortoluron, bromacil, bentazone et 2,6-dichlorobenzamide (BAM)

D'après les données disponibles, certaines prises d'eau souterraine de la carte Chastre-Gembloux sont concernées par une pollution aux pesticides (tableaux V.6 & V7). La nappe des sables bruxelliens est particulièrement touchée. Bien que l'utilisation de l'atrazine soit interdite depuis septembre 2005, des concentrations importantes en atrazine et son métabolite, le déséthyl-atrazine, sont détectées dans la nappe des sables bruxelliens. Il est de même pour un autre herbicide, le dichlorobenzamide⁹ également détecté dans les eaux souterraines. Les eaux logées dans le socle cambro-silurien sont moins affectées par cette contamination aux pesticides. La galerie de Rabauby est affectée car cette prise d'eau draine également les aquifères libres (alluvions et sables bruxelliens). A propos des autres produits phytosanitaires, les concentrations restent largement sous les valeurs maximales admises par le Code de l'Eau (généralement 100 ng/l).

Tableau V.6: Principaux pesticides analysés dans les eaux de l'aquifère des sables bruxelliens

Pesticide	Niveau-guide	Galerie de l'Ornoy (IECBW)	Pré Boulouf	St-Géry 11 - Corsal
	Code de l'eau	27/11/2013	04/06/2012	04/06/2012
Atrazine (ng/l)	100	118	10	11
Déséthyl Atrazine (ng/l)	100	151	10	21
Simazine (ng/l)	100	< 10	10	10
Diuron (ng/l)	100	< 10	10	10
Isoproturon (ng/l)	100	< 10	10	10
Chlortoluron (ng/l)	100	< 10	10	10
Bromacile (ng/l)	100	< 10	10	10
Bentazone (ng/l)	100	< 10	10	10
2,6-dichlorobenzamide (BAM) (ng/l)	200	< 10	10	15

Tableau V.7: Principaux pesticides analysés dans les eaux logées dans le socle cambro-silurien du Massif du Brabant

Pesticide	Niveau-guide	P1 Ste-Gertrude (IECBW)	P2 Ste-Gertrude (IECBW)	P-Chapelle – SMG (IECBW)	Rabauby (SWDE)
	Code de l'eau	27/11/2013	27/11/2013	27/11/2013	03/02/2014
Atrazine (ng/l)	100	< 10	< 10	< 10	20
Déséthyl Atrazine (ng/l)	100	< 10	< 10	11	58
Simazine (ng/l)	100	< 10	< 10	< 10	< 3
Diuron (ng/l)	100	< 10	< 10	< 10	< 1
Isoproturon (ng/l)	100	< 10	< 10	< 10	< 1
Chlortoluron (ng/l)	100	< 10	< 10	< 10	< 1
Bromacile (ng/l)	100	< 10	< 10	< 10	19
Bentazone (ng/l)	100	< 10	< 10	10	2
2,6-dichlorobenzamide (BAM) (ng/l)	200	< 10	< 10	< 10	45

⁹ 2,6-dichlorobenzamide (BAM): produit de dégradation principal de la matière active herbicide "dichlobenil"

V.5. SITES POLLUES

Ce chapitre aborde, surtout, le cas du "*Décharge de Mellery*", situé à Villers-la-Ville, dans le quart sud-ouest de la carte Chastre-Gembloux (figure V.8). Cette ancienne sablière, dont l'exploitation débuta en 1976, a été remblayée essentiellement par des déchets variés de nature industrielle dès 1981. Le volume de déchets est estimé entre 850 000 et 1 000 000 m³, sur une superficie totale de 25 hectares. En 1988-1989, une pollution visuelle et olfactive (eaux et gaz) alerte les riverains. En 1989, la décharge est fermée par les autorités wallonnes. Les premières investigations sur les pollutions observées sont menées. Les pollutions recensées dans les eaux souterraines sont, essentiellement, les BTEX, les composés halogénés volatils et les dérivés d'anilines. Deux panaches de pollution ont été clairement identifiés en direction du village, vers le ruisseau du Tobais. Dès 1990, les travaux d'assainissement ont débuté. Les investigations et les travaux de réhabilitation se sont étalés sur près de 10 ans. Les travaux de réhabilitation ont consisté en la mise en place d'une couverture étanche sur l'ensemble du site, en l'installation d'un système de gestion du biogaz (réseau d'extraction et torchère) et d'un système de gestion des eaux souterraines (pompages et station d'épuration)(SPAQuE, 2008). A partir de 2003, suite à la nette diminution de la production de méthane, les biogaz ont été traités par filtration sur charbon actif en remplacement des torchères. En outre, le suivi analytique de 2008 confirme l'atténuation progressive de la pollution des eaux souterraines. La mise en service, dès 1998, de puits de pompage a permis de réduire la propagation vers le village des panaches de pollution observés dans les eaux souterraines (SPAQuE, 2009). Aujourd'hui, le site réhabilité apparaît comme une vaste zone enherbée légèrement vallonnée, avec des puits/piézomètres de contrôle et des tuyaux en de nombreux endroits. Le site reste sous surveillance particulière pour la qualité des eaux souterraines dans la zone nord-ouest de l'ancienne décharge.

Le site "7 voleurs" est situé en bordure du village de Grand-Leez (Gembloux)(figure V.8). Cette ancienne sablière a été utilisée, dès les années 1980, comme décharge (déchets inertes, ménagers et assimilés, ferrailles, pneus) sur une superficie de 6,8 hectares. Le site est assez éloigné de l'habitat, excepté quelques maisons situées à l'ouest. Les eaux souterraines sur ce site sont polluées par des huiles minérales, des hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) (contamination généralisée) et par des métaux lourds (contamination locale). La nappe dans cette zone est drainée par le Tri, s'écoulant au sud et à l'ouest du site (SPAQuE, 2007).

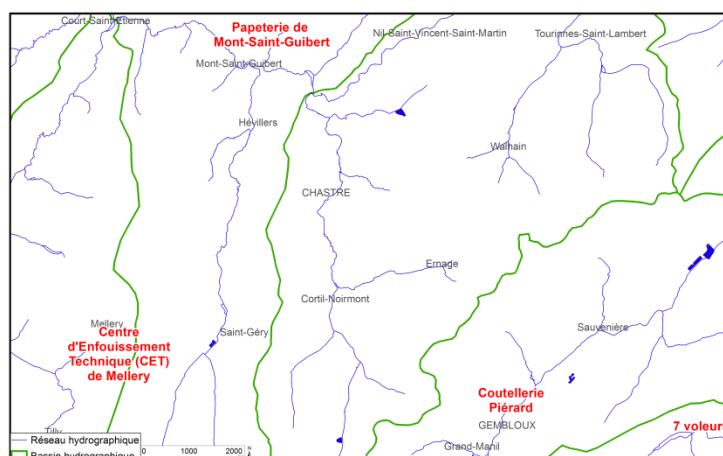


Figure V.8: Localisation des sites répertoriés dans la base de données Walsols (SPAQuE)

VI. EXPLOITATION DES AQUIFERES

Les eaux souterraines exploitées au droit de la carte Chastre-Gembloux sont issues de la nappe des sables bruxelliens (Eocène) et des horizons aquifères du socle cambro-silurien du Massif du Brabant. En termes de volumes prélevés, elles sont majoritairement sollicitées par les compagnies de distribution publique d'eau potable. En termes de points de prélèvements, les captages privés sont majoritaires mais avec des débits nettement moindres.

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

Sur la carte thématique intitulée « Carte des volumes d'eau prélevés », les volumes sont classés selon différentes catégories : les prélèvements d'eau destinés à la distribution publique d'eau potable (pastilles rouges) et les prélèvements à usage privé¹⁰ (pastilles vertes). Les volumes présentés sont des volumes de l'année 2013 pour les ouvrages de distribution publique d'eau et de 2012 pour les « autres volumes ». Sur cette même carte, sont aussi reportés les volumes moyens sur 5 ans, ici 2008-2012. 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 5 années considérées. Parmi ces dernières, il se peut que certaines d'entre elles soient des années sans prélèvement.

Prélèvements destinés à la distribution publique d'eau potable

Sur la carte Chastre-Gembloux, cinq captages destinés à l'approvisionnement en eau potable de la population sont toujours en activité. Deux producteurs/distributeurs d'eau sont présents sur le territoire de cette carte: la Société Wallonne des Eaux (SWDE) et l'Intercommunale des Eaux du Brabant Wallon (IECBW). La SWDE, sur cette carte, fournit en eau potable les communes de Gembloux, Chastre et Walhain. L'IECBW a été instituée en 1962 suite à la dissolution de la Compagnie Intercommunale des eaux du Centre du Brabant Wallon (fondée en 1912). Actuellement, elle alimente presque 80 000 foyers, soit plus de la moitié des habitants du Brabant Wallon, répartis sur 13 communes. Parmi les communes situées sur la carte Chastre-Gembloux, l'IECBW alimente Villers-la-Ville, Court-Saint-Etienne, Mont-Saint-Guibert et Genappe (Bousval).

La SWDE exploite la galerie de Rabauby à Gembloux. Cette prise d'eau sollicite la nappe logée dans la frange altérée de l'aquifère du socle cambro-silurien et la nappe alluviale ainsi que la nappe des sables bruxelliens environnants. Le volume moyen prélevé, établi sur la période 2000-2013, est d'environ 135 000 m³/an, soit 370 m³/j (figure VI.1).

¹⁰ La catégorie « Autres volumes » regroupe les volumes à usage privé, c'est-à-dire les prélèvements des particuliers, des agriculteurs, des industries... tout prélèvement d'eau souterraine qui n'est pas destinée à la distribution publique d'eau potable.

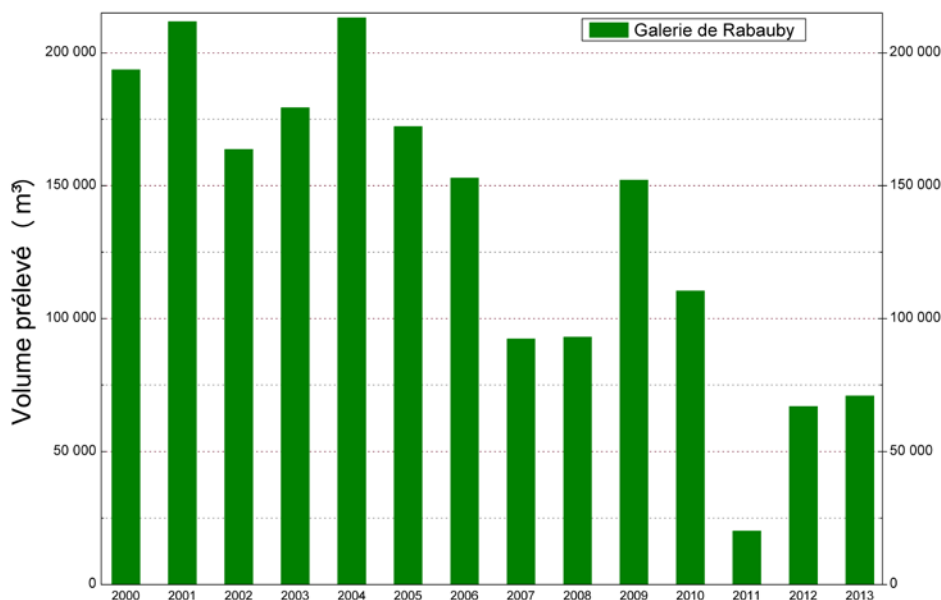


Figure VI.1: Volumes prélevés au captage de Rabauby (SWDE) – Carte Chastre-Gembloux

L'IECBW exploite trois puits forés dans le socle cambro-silurien du Massif du Brabant. Le site de Sainte-Gertrude, situé dans le bassin de la Thyle, est composé de deux puits, profonds d'une trentaine de mètres. Ils sont utilisés en alternance pour des raisons de capacité de la station de traitement (déferrisation et démantanisation). En moyenne, ce sont 200 000 m³/an d'eau qui sont pompés au droit de ce site, soit environ 550 m³/j. Le forage P1 (92 000 m³/an) est implanté dans l'aquitard à niveaux aquifères du socle cambro-silurien. Le forage P2 (108 000 m³/an) sollicite les horizons de siltites manganésifères et de grès de l'aquiclude du socle cambro-silurien (Formation de Mousty).

A Sart-Messire-Guillaume, l'intercommunale exploite un puits foré de 52 m. Le puits de la Chapelle sollicite l'aquiclude du socle cambro-silurien. Le volume moyen de ce captage est d'environ 122 500 m³ par an, soit environ 350 m³/j (figure VI.2).

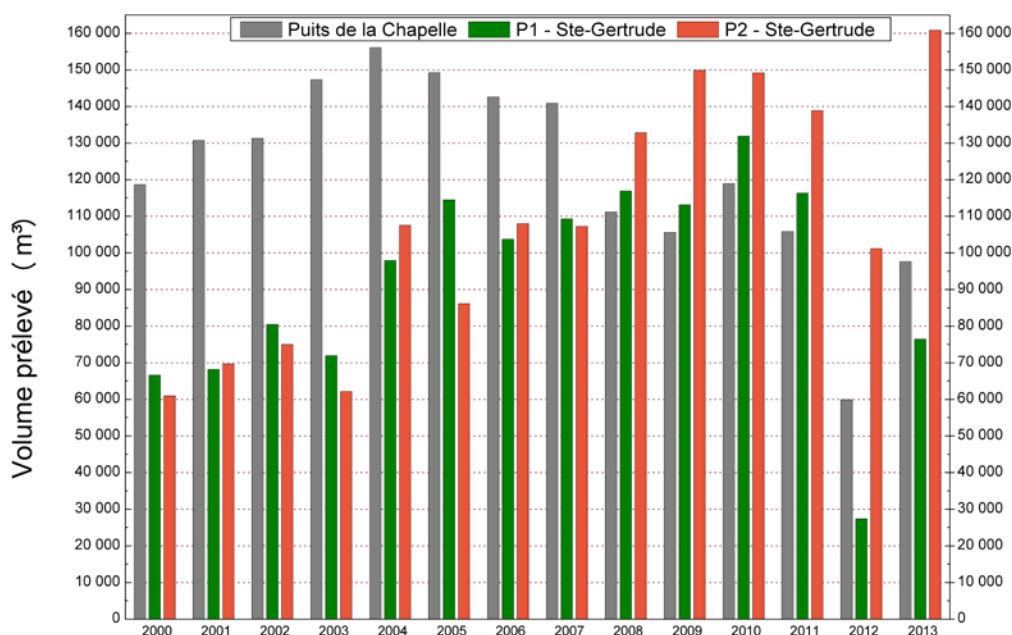


Figure VI.2: Volumes prélevés par l'IECBW dans l'aquifère du socle cambro-silurien. Carte Chastre-Gembloux

A proximité des sources de l'Ornoy, au sud de Mont-Saint-Guibert, l'IECBW possède une galerie drainant les eaux logées dans l'aquifère des sables bruxelliens (Eocène). Le volume prélevé annuellement est d'environ 92 000 m³, soit 250 m³/j (moyenne établie sur la période 2000-2013)(figure VI.3).

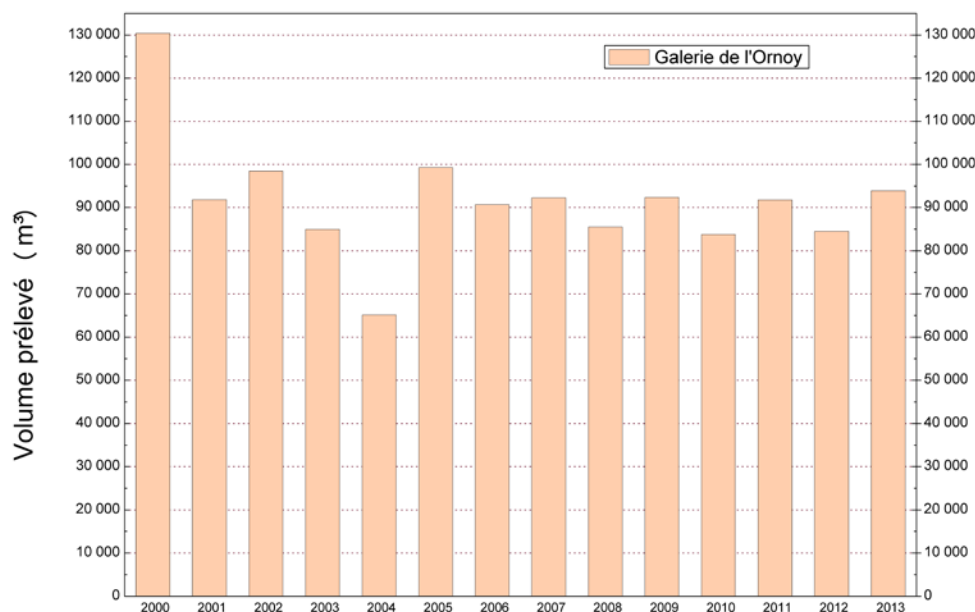


Figure VI.3: Volumes prélevés par l'IECBW dans l'aquifère des sables bruxelliens (Eocène). Carte Chastre-Gembloux

Autres prélèvements (carrières, industries, agriculteurs, particuliers)

Ce paragraphe est basé sur les données collectées par l'administration wallonne (SPW). Il est certain que tous les puits privés ne disposent pas de données (ouvrages non déclarés, volumes prélevés non communiqués, absence de compteur...).

Un grand nombre de captages privés est enregistré sur la carte Chastre-Gembloux, sollicitant essentiellement la nappe des sables bruxelliens. Plusieurs puits sont également forés dans les terrains cambro-siluriens du Massif du Brabant. Le volume total prélevé par l'ensemble des prises d'eau privées n'atteint pas la moitié du volume prélevé pour l'approvisionnement public en eau potable. Entre 2008 et 2012, le volume annuel moyen des captages privés est aux alentours de 200 000 m³ contre 510 000 m³ pour les prises d'eau publiques. En effet, le volume extrait par captage privé est compris entre quelques m³ à 4000 m³ par an. Plus de la moitié des captages privés de la carte étudiée prélèvent entre 1 et 1000 m³ par an. Il s'agit essentiellement de prises d'eau de particuliers et d'agriculteurs.

Des volumes plus importants sont prélevés par quelques sociétés. La société "Belgomalt" (malterie) à Gembloux possède plusieurs puits, sollicitant la nappe des sables bruxelliens et/ou l'aquifère altéré du socle cambro-silurien. Le volume total prélevé par les différents puits de la société est de l'ordre de 110 000 à 120 000 m³ par an. A Tilly (Villers-la-Ville), la société Sidech (société industrielle d'études et d'exploitations chimiques) exploite un puits; à raison de 40 000 m³/an en moyenne.

VII. PARAMETRES D'ÉCOULEMENT ET DE TRANSPORT

L'objectif des tests sur le terrain (essais de pompage, tests d'injection, traçages...) est souvent de définir les caractéristiques hydrauliques de l'aquifère à l'aide de méthodes d'interprétation basées sur des solutions analytiques simplifiées ou sur la calibration de modèles numériques. Les principaux paramètres caractérisant l'écoulement d'eau souterraine et le transport de solutés sont respectivement, la conductivité hydraulique (K), le coefficient d'emmagasinement spécifique (S_s), la porosité effective de drainage, la porosité effective de transport et la dispersivité longitudinale.

Remarques

- La transmissivité (T) est l'intégration de la conductivité hydraulique (K) sur une épaisseur saturée donnée pour ramener le plus souvent l'écoulement à un processus 2D. Cette épaisseur est habituellement l'épaisseur totale de l'aquifère si il s'agit d'un aquifère captif et la hauteur d'eau saturée (très variable) si il s'agit d'un aquifère libre.
- Le coefficient d'emmagasinement est également une grandeur 2D intégrant le coefficient d'emmagasinement spécifique sur l'épaisseur de l'aquifère pour les nappes captives. Pour les nappes libres, le coefficient d'emmagasinement est approximé par la porosité effective (ou efficace) de drainage.

Vu la multitude et la complexité des méthodes et concepts utilisés pour leur définition et leur détermination, la description détaillée de ces notions sort du cadre de cette notice. Nous invitons le lecteur à consulter le site Internet de la carte hydrogéologique de Wallonie (<http://environnement.wallonie.be/cartosig/cartehydrogeo/concepts.htm>). Les concepts majeurs de l'hydrogéologie y sont abordés de manière simplifiée et quelques références bibliographiques y sont renseignées.

A titre indicatif, les tableaux VII.1 et VII.2 présentent quelques valeurs de conductivité hydraulique selon le type de terrain (roche meuble ou indurée, lithologie, degré de fissuration...). Il faut remarquer que la valeur de ce paramètre varie fortement en fonction de l'échelle d'investigation. Ainsi, on parle de conductivité hydraulique soit à l'échelle 'macroscopique' pour des mesures effectuées en laboratoires sur des échantillons, soit à l'échelle 'mégascopique' pour les valeurs relatives à la zone réellement investiguée par des essais menés sur le terrain.

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

K en m/s	10	1	10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻³	10 ⁻⁴	10 ⁻⁵	10 ⁻⁶	10 ⁻⁷	10 ⁻⁸	10 ⁻⁹	10 ⁻¹⁰	10 ⁻¹¹
Granulométrie homogène	gravier pur			sable pur		sable très fin			limons		argile		
Granulométrie variée	gravier gros&moy		gravier et sable		sable et limons argileux								

Tableau VII.2: Intervalles de valeurs indicatives pour la conductivité hydraulique de différentes lithologies (échelles macroscopique & mégascopique) (Dassargues, 2010)

Lithologie		K (m/s)
Granites et Gneiss	avec fissures	$1 \times 10^{-7} - 1 \times 10^{-4}$
	sans fissure	$1 \times 10^{-14} - 1 \times 10^{-10}$
Basaltes	avec fissures	$1 \times 10^{-7} - 1 \times 10^{-3}$
	sans fissure	$1 \times 10^{-12} - 1 \times 10^{-9}$
Quartzites	avec fissures	$1 \times 10^{-7} - 1 \times 10^{-4}$
	sans fissure	$1 \times 10^{-12} - 1 \times 10^{-9}$
Shales (argilites)		$1 \times 10^{-13} - 1 \times 10^{-9}$
Schistes (argilites schistosées)		$1 \times 10^{-9} - 1 \times 10^{-5}$
Calcaires	karstifiés	$1 \times 10^{-5} - 1 \times 10^{-1}$
	avec fissures	$1 \times 10^{-9} - 1 \times 10^{-3}$
	sans fissure	$1 \times 10^{-12} - 1 \times 10^{-9}$
Grès	avec fissures	$1 \times 10^{-5} - 1 \times 10^{-3}$
	sans fissure	$1 \times 10^{-9} - 1 \times 10^{-5}$
Craies		$1 \times 10^{-6} - 1 \times 10^{-3}$
Tufs volcaniques		$1 \times 10^{-7} - 1 \times 10^{-3}$
Graviers		$1 \times 10^{-4} - 1 \times 10^{-1}$
Sables		$1 \times 10^{-6} - 1 \times 10^{-2}$
Silts, limons		$1 \times 10^{-9} - 1 \times 10^{-4}$
Argiles et limons		$1 \times 10^{-13} - 1 \times 10^{-7}$

Le sous-sol, constitué de terrains meubles ou de roches consolidées, peut aussi être caractérisé par ses porosités. Pour l'écoulement des eaux souterraines, seule la porosité effective (ou efficace) de drainage est considérée car sa valeur tient lieu de coefficient d'emménagement en nappe libre. A titre indicatif, le tableau VII.3 reprend quelques intervalles de valeurs de porosité totale et porosité effective de drainage en fonction du type de roches. Comme pour la conductivité hydraulique, ce paramètre est dépendant de l'échelle d'investigation (laboratoire – terrain).

Tableau VII.3: Intervalles de valeurs indicatives pour la porosité (n) et la porosité effective de drainage (n_e) de différentes lithologies (échelles macroscopique & mégascopique) (Dassargues, 2010)

Lithologie	n (%)	n _e (%)
Granites et Gneiss	0,02 - 2	0,1 - 2*
Quartzites	0,5 - 2	0 - 2*
Shales (argilites)	0,1 - 7,5	0,1 - 1*
Schistes (argilites schistosées)	0,1 - 7,5	0,1 - 2*
Calcaires et Dolomies primaires	0,5 - 15	0,1 - 14*
Dolomies secondaires	10 - 30	5 - 15*
Craies	0,5 - 45	0,5 - 15*
Grès, Psammites	3 - 38	3 - 25
Tufs volcaniques	30 - 40	5 - 15
Graviers	15 - 25	5 - 25
Sables	15 - 35	5 - 25
Silts	30 - 45	5 - 15
Argiles et limons	40 - 70	0,1 - 3

*dépendante de la fissuration

Toutes les unités hydrogéologiques présentes sur la carte Chastre-Gembloux n'ont pas fait l'objet d'études permettant de définir les paramètres hydrodynamiques des aquifères. De telles études approfondies sont généralement menés sur des sites de captages importants, sur des sites pollués (ou avec suspicion de pollution des eaux souterraines) ou encore lors de recherches de ressources en eaux. L'aquifère des sables bruxelliens (Eocène) est abondamment documenté. Plusieurs unités hydrogéologiques du socle cambro-silurien sont également abordées dans ce chapitre.

La plupart des sites de captage de la SWDE ou de l'IECBW, implantés sur la carte de Chastre-Gembloux, ont fait l'objet d'études hydrogéologiques. Des essais de pompage suivis, parfois, de tests de traçage ont été menés sur les puits de reconnaissance et les piézomètres de ces sites (figure VII.1).

Il est important de noter que les valeurs des paramètres d'écoulement et de transport calculés sont spécifiques à chaque site étudié pour une période donnée et ne peuvent être extrapolés à l'ensemble de l'aquifère.

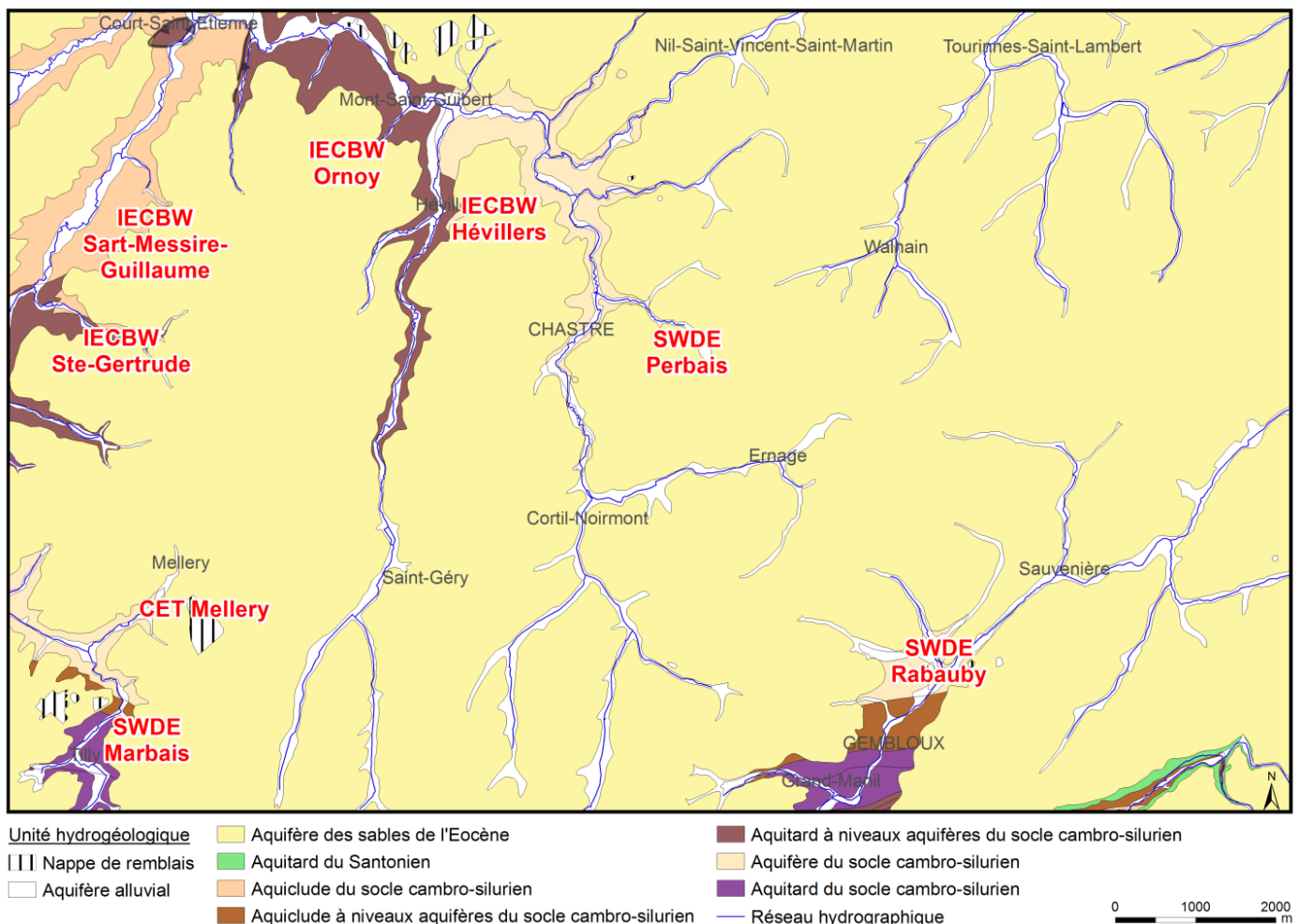


Figure VII.1: Localisation des sites avec des tests de pompage et/ou traçage sur la carte Chastre-Gembloux

VII.1. AQUIFERE DES SABLES DE L'EOCENE

La nappe des sables bruxelliens a fait l'objet d'une étude régionale sur les ressources en eau du Brabant Wallon, financée par la Région Wallonne (IBW, 1987). Les paramètres hydrodynamiques calculés présentent une gamme de valeurs moyennement étendue, témoignant de la relative hétérogénéité, à l'échelle régionale, de cette masse d'eau souterraine. Les transmissivités sont comprises entre $2,9 \times 10^{-5}$ et 12×10^{-3} m²/s. Les conductivités hydrauliques varient globalement entre $1,4 \times 10^{-6}$ et 6×10^{-3} m/s.

- *Perbais (Walhain)*

Le site de captage de Perbais à Walhain (SWDE) est composé de drains sollicitant la nappe des sables bruxelliens. Plusieurs forages ont été exécutés en 1998 dont 5 piézomètres sollicitant la nappe des sables (le puits de reconnaissance capte la nappe du socle paléozoïque). Cette prise d'eau n'est plus utilisée aujourd'hui pour des raisons d'ensablement, de qualité de l'eau et difficultés rencontrées pour la protection du captage. Des essais de pompage ont été menés (SWDE, 1999).

Excepté pour le Pz1, les pompages d'essai n'ont compté qu'un seul débit (pompage: 8h; remontée: 6h). Au droit de ce site, l'épaisseur de l'aquifère des sables bruxelliens est comprise entre 5 et 15 m. Les courbes caractéristiques obtenues sont typiques d'une nappe libre. Le niveau d'eau a été systématiquement suivi dans les forages voisins. L'effet des pompages n'a été ressenti qu'au niveau de certains piézomètres lors des pompages au Pz1, Pz2 et Pz3. Le tableau VII.4 résume les caractéristiques des essais et leurs résultats.

Tableau VII.4: Caractéristiques des essais de pompage - Valeurs des paramètres K et T de la nappe des sables bruxelliens à Perbais-Walhain (SWDE, 1999)

Nom de l'ouvrage	Débit (m ³ /h)	Rabattement en fin de pompage (m)	Epaisseur d'aquifère e (m)	Transmissivité T (m ² /s)		Conductivité hydraulique K (m/s) calculée selon $K = T/e$		Coefficient d'emmagasinement
				Pompage	Remontée	Pompage	Remontée	
Pz1-Perbais	4 à 14	1,45 à 6,26	15	1 à 5×10^{-3}	$1,4 \times 10^{-4}$ $4,7 \times 10^{-3}$	$6,7 \times 10^{-5}$ à $3,3 \times 10^{-4}$	$9,6 \times 10^{-6}$ $3,13 \times 10^{-4}$	0,000458
Pz2-Perbais	5;5	7,89	11	5×10^{-5} 3×10^{-4}	$6,2 \times 10^{-5}$ $1,26 \times 10^{-3}$	$4,55 \times 10^{-6}$ $2,72 \times 10^{-5}$	$5,63 \times 10^{-6}$ $1,15 \times 10^{-4}$	0,000422
Pz3-Perbais	6	6,11	8	1×10^{-4} 3×10^{-4}	8×10^{-5} 1×10^{-3}	$1,25 \times 10^{-5}$ $3,75 \times 10^{-5}$	1×10^{-5} $1,25 \times 10^{-4}$	-
Pz4-Perbais	5,7	6,02	5	5×10^{-5} 1×10^{-4}	1×10^{-4} 9×10^{-4}	1×10^{-5} 2×10^{-5}	2×10^{-5} $1,8 \times 10^{-4}$	-
Pz5-Perbais	5,7	2,92	13	$1,5 \times 10^{-3}$	4×10^{-4} 3×10^{-3}	$1,15 \times 10^{-4}$	$3,08 \times 10^{-5}$ $2,31 \times 10^{-4}$	-

- *Marbais (Tilly, Villers-la-Ville)*

Des essais de pompage ont été réalisés sur le site de Marbais à Tilly (SWDE), situé dans la vallée du Ry de Gentilsart (bassin de la Dyle). Sur les cinq piézomètres du site, deux seulement ont recoupé les sables bruxelliens, Pz4 et Pz5. Le pompage a duré 23 heures suivies d'une heure de remontée. Les caractéristiques des essais de pompage menés sur ces ouvrages et les résultats sont présentés dans le tableau VII.5. La conductivité hydraulique moyenne de la nappe des sables

bruxelliens au droit de ce site est estimée à 4×10^{-5} m/s. Aucune influence des pompages n'a été observée sur leur niveau piézométrique suivi dans les forages proches (SWDE, 1994).

Tableau VII.5: Caractéristiques des essais de pompage sur Pz4 et Pz5 - Valeurs des paramètres K et T de la nappe des sables bruxelliens à Marbais-Tilly (SWDE, 1994)

Nom de l'ouvrage	Débit (m ³ /h)	Rabattement en fin de pompage (m)	Epaisseur d'aquifère (m)	Transmissivité moyenne T (m ² /s)	Conductivité hydraulique moyenne K (m/s)
Pz4-Marbais	4,4	1,7	22	$1,32 \times 10^{-3}$	6×10^{-5}
Pz5-Marbais	1,43	2,33	22	$3,76 \times 10^{-4}$	$1,71 \times 10^{-5}$

- *Ornoy (Mont-Saint-Guibert)*

Deux piézomètres ont été forés sur le site de captage de la galerie de l'Ornoy à Mont-St-Guibert (IECBW), dans le cadre de l'établissement des zones de prévention (BCG, 2009a). Sur chaque d'eux, un essai de pompage a été mené (3 paliers enchaînés avec remontée en fin de test et suivi piézométrique dans l'autre forage, et un essai 'longue durée'). Les débits sont compris entre 1,5 et 4,3 m³/h pour Pz-Or-01, entre 1,8 et 3,6 m³/h pour Pz-Or-02. La transmissivité moyenne de l'aquifère au droit de ce site est comprise entre $4,87 \times 10^{-3}$ et $5,16 \times 10^{-3}$ m²/s. La conductivité hydraulique est comprise entre $6,3 \times 10^{-4}$ et $1,21 \times 10^{-3}$ m/s, avec une épaisseur d'aquifère de 6 à 8 m (hauteur crépinée des piézomètres). Les coefficients d'emmagasinement sont faibles, compris entre 1×10^{-3} et $1,5 \times 10^{-2}$. Le rayon d'influence est faible (maximum 60 m).

En novembre 2007, un traçage a été réalisé à partir des deux piézomètres du site (BCG, 2009a). La galerie de l'Ornoy constitua le point d'échantillonnage (récupération des traceurs). Les deux traceurs fluorescents ont été détectés au captage. Sur base des courbes de restitution, les paramètres de transport ont été déterminés par le bureau d'étude BCG (tableau VII.6). Mais malheureusement, ces valeurs ne sont pas fiables.

Tableau VII.6: Valeurs des paramètres liés au test de traçage au droit du site de la galerie de l'Ornoy, Mont-St-Guibert - Nappe des sables bruxelliens (BCG, 2009a)

Nom de l'ouvrage	Traceur (kg)	Distance (m) Injection/Restitution	Facteur de restitution	Vitesse de 1 ^{ère} arrivée (m/s)	Vitesse modale (m/s)
Pz-Or-01	Sulfo-rhodamine B (2)	82,5	$7,2 \times 10^{-4}$	$7,16 \times 10^{-4}$	$6,61 \times 10^{-4}$
Pz-Or-02	Uranine (0,79)	130;2	$5,2 \times 10^{-3}$	$2,18 \times 10^{-4}$	$2,14 \times 10^{-4}$

- *Mellery (Villers-la-Ville)*

Le site de l'ancienne décharge de Mellery a été largement étudié. De nombreux forages y ont été réalisés (dans les déchets, dans les sables éocènes, dans les roches cambro-siluriennes). Plusieurs essais de pompage ont été effectués. Les conductivités hydrauliques obtenues, pour la nappe des sables bruxelliens, sont comprises entre $2,6 \times 10^{-3}$ et $6,3 \times 10^{-4}$ m/s et les transmissivités entre $3,6 \times 10^{-2}$ et $7,3 \times 10^{-3}$ m²/s (com.pers.SPAQuE). Des tests de traçage ont permis de mieux caractériser les paramètres hydrodynamiques de la nappe des sables bruxelliens. En conditions naturelles d'écoulement, une vitesse advective de l'ordre de 0,1 m/h a été mesurée.

La dispersivité longitudinale ajustée par calibration d'un modèle sur les résultats du traçage est de l'ordre de 10 m, la dispersivité transversale étant estimée à 0,5 m. La porosité efficace est comprise entre 3,5 et 5,8 %, pouvant atteindre 10 % (SPAQuE, 1996).

VII.2. UNITES HYDROGEOLOGIQUES DU SOCLE CAMBRO-SILURIEN

Sur la carte Chastre-Gembloux, plusieurs captages, dédiés à la distribution publique, sollicitent les eaux logées dans les terrains altérés et fracturés du socle paléozoïque du Massif du Brabant. Des essais de pompage et des traçages y ont été menés afin de mieux connaître les potentialités de la nappe et dans le cadre de la détermination des zones de prévention (figure VII.1).

- *Perbais (Walhain)*

Sur le site de Perbais (SWDE), le puits de reconnaissance, PR1, atteint les quartzites de la Formation de Blanmont (Aquifère du socle cambro-silurien), sans rencontrer les sables éocènes. Un essai de pompage, par paliers avec remontée, a été réalisé sur ce forage ($Q = 2; 9,4; 12 \text{ m}^3/\text{h}$). La durée des deux premiers paliers est de 8 heures et de 15 heures pour le troisième palier. Les remontées sont identiques pour les 3 paliers, à savoir 6 heures. Les rabattements mesurés en fin de pompage sont, respectivement, de 1,4 m, 6,2 m et 10,25 m. Les niveaux d'eau ont été suivis dans les piézomètres voisins, crépinés dans l'aquifère des sables bruxelliens. Aucune influence significative et interprétable n'a été observée. Les résultats de cet essai de pompage sont résumés dans le tableau VII.7.

Tableau VII.7: Valeurs des paramètres K et T de la nappe du socle cambro-silurien à Perbais-Walhain (SWDE, 1999)

Nom de l'ouvrage	Epaisseur d'aquifère considérée = hauteur crépinée (m)	Transmissivité T (m^2/s)		Conductivité hydraulique K (m/s)	
		Pompage	Remontée	Pompage	Remontée
PR1-Perbais	13	2 à 5×10^{-4}	2 à 8×10^{-4}	1,5 à $3,8 \times 10^{-5}$	1,5 à $6,2 \times 10^{-5}$

- *Hévillers (Mont-Saint-Guibert)*

La transmissivité calculée pour le puits d'Hévillers (vallée de la Houssière) est de $1 \times 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$. La conductivité hydraulique, déterminée avec la hauteur crépinée du puits (35 m), vaut $2,8 \times 10^{-6} \text{ m/s}$. Le coefficient d'emmagasinement est égal à 1×10^{-5} (com.pers. IECBW, 2001).

- *Ornoy (Mont-Saint-Guibert)*

A proximité de la galerie de l'Ornoy, l'IECBW a un puits foré dans le socle cambro-silurien (P30), ainsi qu'un ancien puits (P25), aujourd'hui rebouché. Des essais de pompage ont été menés. La transmissivité moyenne calculée est de $3 \times 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$. La conductivité hydraulique, déterminée avec la hauteur crépinée du puits P30 (31 m), vaut $9,7 \times 10^{-6} \text{ m/s}$. Le coefficient d'emmagasinement est égal à $1,5 \times 10^{-5}$ (com.pers. IECBW, 2001).

- *Sart-Messire-Guillaume*

Afin de mieux connaître les caractéristiques hydrodynamiques de la nappe alimentant le puits 'La Chapelle' à Sart-Messire-Guillaume (IECBW), des essais de pompage ont été effectués. Le test par paliers enchainés (5) avec remontée et suivi dans un ancien puits (aujourd'hui remblayé) mené

en 1987 a été réinterprété par BCG (2009b). Ce bureau d'étude a réalisé un autre essai en 2007, toujours avec cinq paliers enchainés avec remontée et suivi dans Pz-Cha-01 (nouveau piézomètre, foré en décembre 2006) (BCG, 2009b). Les caractéristiques et les conclusions de ces deux campagnes sont synthétisées dans le tableau VII.8. L'épaisseur d'aquifère considérée, pour tous les calculs de paramètres liés à ce site, est égale à 32 m, soit la hauteur crépinée du piézomètre Pz-Cha-01.

Tableau VII.8: Caractéristiques des essais de pompage - Valeurs des paramètres K et T de la nappe du socle cambro-silurien à Sart-Messire-Guillaume (BCG, 2009b)

	Puits	Débits ou Distance P-Pz	Transmissivité T (m ² /s)	Conductivité hydraulique K (m/s) calculée selon $K = T/e$	Coefficient d'emmagasinement
1987	P-Chapelle	12 à 30 m ³ /h	$1,3 \times 10^{-2}$ à $1,6 \times 10^{-2}$	$4,09 \times 10^{-4}$ à $4,91 \times 10^{-4}$	
	P-Cha / Ancien puits (Pz)	14,5 m	$4,7 \times 10^{-3}$ à $1,5 \times 10^{-2}$	$1,5 \times 10^{-4}$ à $4,7 \times 10^{-4}$	0,7 à 17,9 %
2007	P-Chapelle	12 à 21 m ³ /h	$1,31 \times 10^{-3}$ à $1,14 \times 10^{-2}$	$4,09 \times 10^{-5}$ à $3,56 \times 10^{-4}$	
	P-Cha / Pz-Cha-01	10,4 m	$5,03 \times 10^{-4}$ à $2,05 \times 10^{-2}$	$1,57 \times 10^{-5}$ à $6,42 \times 10^{-4}$	5,22 à 13,23 %

- *Ste-Gertrude*

Un essai de pompage mené en 1983 sur le puits P1-Ste-Gertrude (IECBW) a été réinterprété par le bureau d'étude BCG (2006). Il s'agissait d'un pompage par paliers enchainés avec remontée en fin de test. Trois débits ont été testés (10,8-22,3-33 m³/h). Les paramètres hydrodynamiques ont été calculés par la méthode Cooper-Jacob. Le niveau d'eau a été suivi dans le forage voisin, P2, situé à 125 m. Les transmissivités calculées sont comprises entre $9,4 \times 10^{-5}$ et $6,4 \times 10^{-4}$ m²/s. Les conductivités hydrauliques varient entre $3,5 \times 10^{-6}$ et $2,4 \times 10^{-5}$ m/s, au droit du puits P1. Pour les terrains saturés entre P1 et P2, les valeurs sont plus élevées. Les transmissivités sont comprises entre $7,6 \times 10^{-4}$ et $2,8 \times 10^{-3}$ m/s, les conductivités hydrauliques entre $3,6 \times 10^{-5}$ et $1,3 \times 10^{-4}$ m/s. Le rayon d'influence du pompage en P1 est important, témoin d'une nappe captive (comme les niveaux piézométriques artésiens en P2). Cependant, le calcul du coefficient d'emmagasinement moyen fournit une valeur de 0,066 %, peu concordante avec une nappe captive.

- *Rabauby (Gembloux)*

Plusieurs forages ont été réalisés aux environs de la galerie captante 'Rabauby' à Gembloux. Des essais de pompage ont été menés sur les trois puits de reconnaissance (SWDE, 2004). Chaque puits a été testé avec trois paliers de débit avec suivi de la remontée (durées: pompage entre 6 et 12 h; remontée entre 4 et 10 h). Les niveaux d'eau ont été surveillés dans les autres forages. Les résultats de ces essais sont synthétisés dans le tableau VII.9. Les transmissivités ont été calculées par la méthode de Theis, les conductivités hydrauliques en ont été déduites (sur base de la hauteur crépinée). Les valeurs des coefficients d'emmagasinement indiquent que la nappe du socle cambro-silurien au droit de ce site a un caractère semi-captif à captif, conditionné par l'épaisseur du glaciaire argileux de la couverture alluviale.

Tableau VII.9: Valeurs des paramètres K et T de la nappe du socle cambro-silurien à Rabauby (Gembloux)(SWDE, 2004)

Nom de l'ouvrage	Débit (m ³ /h)	Hauteur crépinée e (m)	Transmissivité T (m ² /s)		Conductivité hydraulique K (m/s) calculée selon K = T/e		Coefficient d'emmagasinement moyen
			Pompage	Remontée	Pompage	Remontée	
PR1-Rabauby	9,75 à 16,04	12	1,8 à $1,6 \times 10^{-3}$	$9,2 \times 10^{-4}$ à 1×10^{-3}	$1,5$ à $1,3 \times 10^{-4}$	8×10^{-5} à 1×10^{-4}	$6,5 \times 10^{-4}$
PR2-Rabauby	10,05 à 37,01	5	$4,6 \times 10^{-4}$ à 2×10^{-2}	$8,3 \times 10^{-4}$ à $1,4 \times 10^{-2}$	9×10^{-5} à $1,4 \times 10^{-3}$	$7,2 \times 10^{-4}$ à $1,7 \times 10^{-3}$	$1,1 \times 10^{-3}$
PR3-Rabauby	26,53 à 35,80	12	$1,9 \times 10^{-4}$ à $4,5 \times 10^{-3}$	$4,7 \times 10^{-4}$ à $2,1 \times 10^{-3}$	$1,6 \times 10^{-5}$ à $3,7 \times 10^{-4}$	$7,8 \times 10^{-5}$ à $2,3 \times 10^{-4}$	1 à 2×10^{-3}

Un multi-traçage a été effectué sur le site 'Rabauby' (ECOFOX; 2006a). Six traceurs ont été injectés. L'échantillonnage a été mené sur deux points: la galerie captante G1 (éch.automatique) et l'Orneau (éch. manuel). Les caractéristiques et les résultats de cette campagne de traçage sont synthétisés dans le tableau VII.10. Seulement deux des six traceurs ont été détectés à la galerie. Le naphthionate n'a pas été observé à la galerie mais dans la rivière, l'Orneau. La première arrivée est observée seulement 3 heures après l'injection. Etant donné le pas d'échantillonnage, les paramètres hydrodispersifs n'ont pu être calculés.

Tableau VII.10: Valeurs des paramètres liés au test de traçage sur le site de Rabauby, Gembloux (ECOFOX, 2006a)

Nom de l'ouvrage	Traceur (kg)	Distance Injection/Restitution G1(m)	Taux de restitution (%)	Vitesse de 1 ^{ère} arrivée (m/h)	Vitesse modale (m/h)	Porosité effective de transport n _e (%)	Dispersivité longitudinale (m)	Dispersivité transversale (m)
Pz2	Chlorure de lithium (20)	51,9	49,75	2,13	0,61	2 à 3	35 à 50	9
Pz4	Sulfo-rhodamine B (2)	404,51	-					
Pz5	Uranine (3)	501,2	-					
Pz6	Naphtionate (8)	256,9	Restitution observée dans l'Orneau					
PR2	Iodure de potassium (5)	68,9	57,71	6,34	0,87	2 à 3	35 à 50	8
PR3	Chlorure de strontium (10)	35,3	-					

- *Mellery (Villers-la-Ville)*

Dans le cadre des études de réhabilitation de la décharge de Mellery, parmi la centaine de forages réalisés, certains ont atteint le socle cambro-silurien. Des essais Lugeon y ont été effectués. Les conductivités hydrauliques obtenues sont comprises entre $1,4 \times 10^{-4}$ et $8,3 \times 10^{-9}$ m/s, selon la pression effective utilisée et la profondeur de l'essai (bed-rock altéré/fracturé)(BUGECO, 1994).

Des traçages ont également été réalisés à partir de piézomètres forés dans le socle. Dans le sommet altéré, une vitesse advective de l'ordre de 0,24 m/h a été mesurée dans des conditions naturelles d'écoulement (SPAQuE, 1996).

VIII. ZONES DE PROTECTION

VIII.1. CADRE LEGAL

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 wallonne¹¹ 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).

1° Zone de prise d'eau ou zone I

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

2° Zones de prévention rapprochée et éloignée ou zones IIa et IIb

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

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

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

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

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

¹¹ Arrêté de l'Exécutif régional wallon du 14 novembre 1991 relatif aux prises d'eau souterraines, aux zones de prise d'eau, de prévention et de surveillance et à la recharge artificielle des nappes d'eau souterraine, abrogé par l'arrêté du GW du 3 mars 2005 relatif au livre II du code de l'Environnement, contenant le Code de l'eau (M.B. du 12/04/2005, p.15068)

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

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

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

3° Zone de surveillance ou zone III

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

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

Mesure de prévention

Diverses mesures de protection ont été définies par les autorités compétentes pour les différentes zones. Ces mesures concernent notamment l'utilisation et le stockage de produits dangereux, d'engrais ou de pesticides, les puits perdus, les nouveaux cimetières, les parkings,... Elles visent à réduire au maximum les risques de contamination de la nappe. Toutes ces mesures sont décrites aux articles R.162 à R.170 de l'Arrêté du Gouvernement Wallon du 12 février 2009¹².

La Société publique de Gestion de l'Eau¹³ assure la gestion financière des dossiers concernant la protection des eaux probabilisables 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 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>).

¹² 12 février 2009 : AGW modifiant le livre II du Code de l'Environnement constituant les Codes de l'eau et 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)

¹³ SPGE, instituée par le décret du 15 avril 1999

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 par carte de chaque zone actuellement soumise à l'enquête publique (http://environnement.wallonie.be/zones_prevention/).

VIII.2. ZONES DE PREVENTION DES CAPTAGES DE LA SWDE

Sur le territoire de la commune de Gembloux, se trouve le site de captage de Rabauby (galerie drainante). Une étude hydrogéologique a été menée afin de délimiter les zones de prévention (SWDE, 2004 & 2006; ECOFOX, 2005, 2006a, 2006b). La délimitation de ces zones de prévention (code SPW: SWDE129) est basée sur le temps de transfert de l'eau souterraine dans la zone saturée jusqu'aux prises d'eau, pour un débit maximal d'eau prélevé sur l'ouvrage de prise d'eau de 50 m³ par heure pour la zone de prévention rapprochée et de 26 m³ par heure pour la zone de prévention éloignée. Les limites calculées par le modèle ont ensuite été déplacées afin d'être matérialisables sur le terrain (figure VIII.1).

Ces zones de prévention ont été arrêtées par le Ministre wallon en date du 10 mars 2009: *Arrêté ministériel relatif à l'établissement des zones de prévention rapprochée et éloignée de l'ouvrage de prise d'eau souterraine de catégorie B (potabilisable) dénommé Rabauby G1 sis sur le territoire de la commune de Gembloux (M.B. 16.04.2009).*

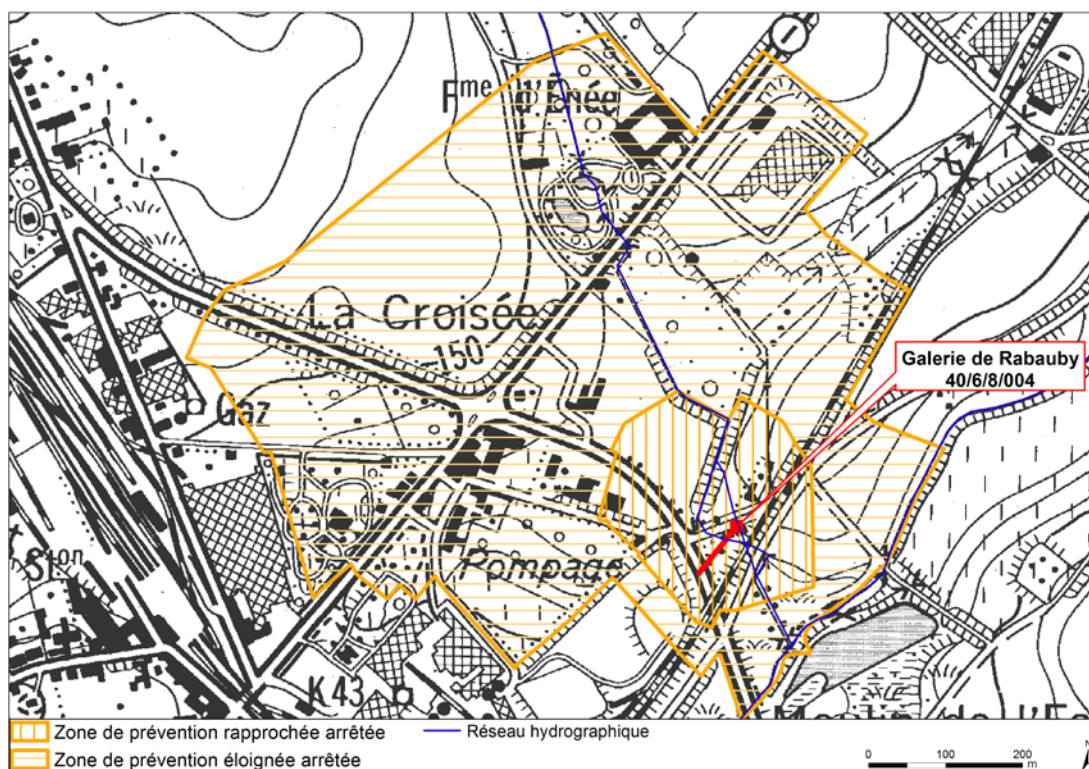


Figure VIII.1: Zones de prévention arrêtées autour du captage de Rabauby (SWDE)

Les autres sites de captage de la SWDE, situés sur la carte Chastre-Gembloux, sont hors-service. Ils ne seront plus remis en exploitation. Dès lors aucune zone de prévention autour de ces sites n'est requise.

VIII.3. ZONES DE PREVENTION DES CAPTAGES DE L'IECBW

Dans la vallée de la Thyle (affluent de la Dyle), l'IECBW exploite, à Sainte-Gertrude, les eaux logées dans la nappe du socle paléozoïque du Massif du Brabant, via deux puits forés. Considérant l'aspect captif de la nappe exploitée, il n'y a pas lieu d'établir une zone de prévention rapprochée. La délimitation de la zone de prévention éloignée est basée sur le temps de transfert de l'eau souterraine dans la zone saturée jusqu'aux prises d'eau, en région de pompage et en niveau de basses eaux (BCG, 2006). Ensuite les limites de la zone de protection (code SPW: IECBW03) ont été ajustées sur base des limites cadastrales et urbanistiques permettant le repérage de la zone sur le terrain (figure VIII.2).

Ces zones de prévention ont été arrêtées par le Ministre wallon en date du 30 décembre 2008: *Arrêté ministériel relatif à l'établissement de la zone de prévention éloignée des ouvrages de prise d'eau souterraine de catégorie B (potabilisable) dénommés Sainte-Gertrude 1 et 2 sis sur le territoire de la commune de Court-Saint-Etienne (M.B. 24.02.2009).*

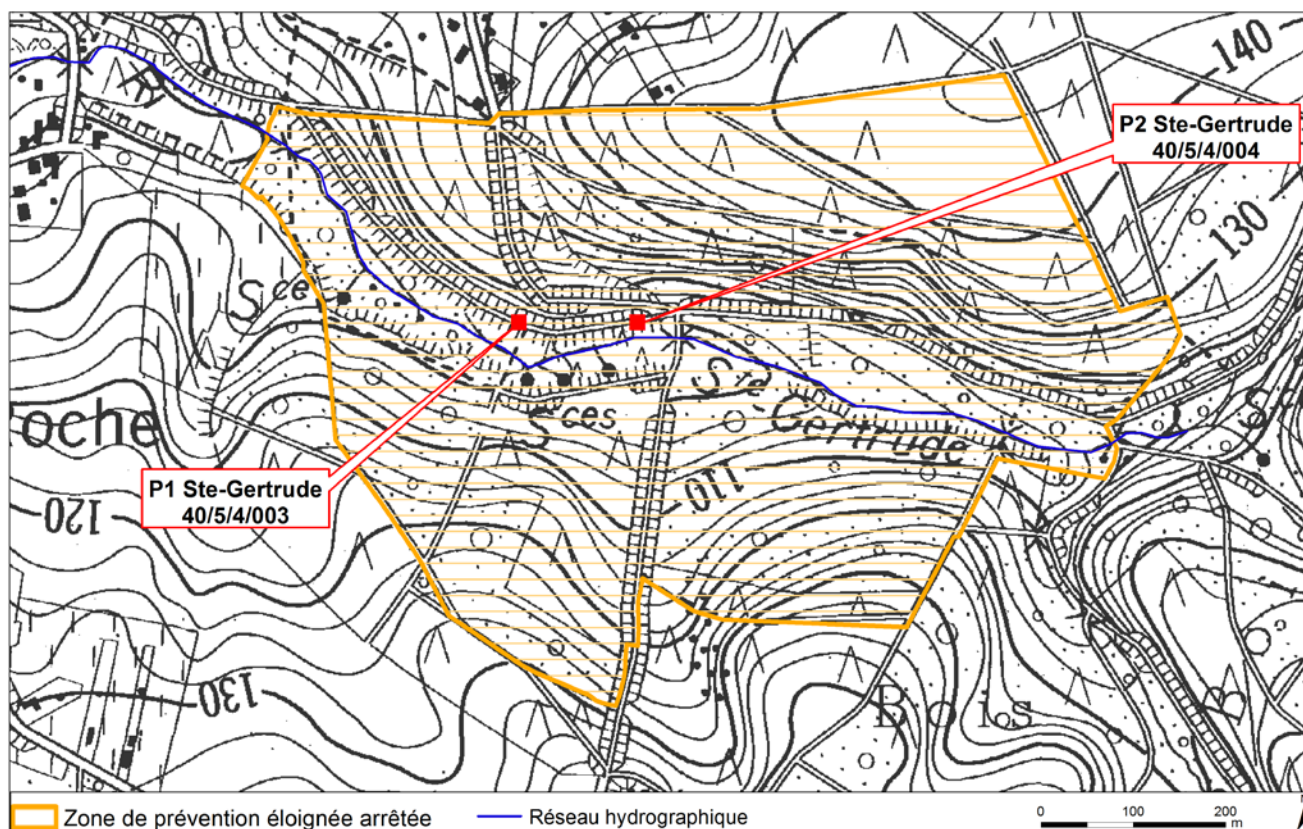


Figure VIII.2: Zones de prévention arrêtées autour du captage Ste-Gertrude (IECBW)

Concernant les autres sites de prise d'eau de l'IECBW localisés sur la carte Chastre-Gembloux, deux captages sont toujours en activité. Cependant, aucune zone de prévention n'est à ce jour officiellement définie. Les dossiers de délimitation des zones de prévention sont déposés à l'administration wallonne (SPW). Le tableau VIII.1 dresse la liste de ces captages, repris également sur la carte de la figure VIII.3.

En l'absence de données, il convient habituellement de se référer provisoirement aux distances fixes forfaitaires définies dans la législation soit :

- pour la zone IIa : une distance horizontale minimale de 35 mètres à partir des installations de surface, dans le cas d'un puits, et par deux lignes situées à 25 mètres au minimum de part et d'autre de la projection en surface de l'axe longitudinal dans le cas d'une galerie ;
- pour la zone IIb : une distance horizontale 1 000 mètres.

Remarquons que la détermination des zones par la méthode des distances fixes ne tient pas compte de l'existence :

- d'un gradient régional qui limite les risques de pollution des captages à partir de l'aval et augmentent ces mêmes risques vers l'amont ;
- de l'hétérogénéité des formations;
- d'axes d'écoulement préférentiel et de phénomènes karstiques.

Tableau VIII.1: Captages soumis à zone de prévention mais non encore définies – IECBW - Chastre-Gembloux

Captage	Etat	Code RW	Type	Unité hydrogéologique	Commune
Puits de la Chapelle (Sart-Messire-Guillaume)	En service	40/5/1/002	Puits foré	Socle cambro-silurien	Court-Saint-Etienne
Galerie de l'Ornoy - Héவில்lers	En service	40/5/2/003	Galerie	Sables bruxelliens	Mont-Saint-Guibert

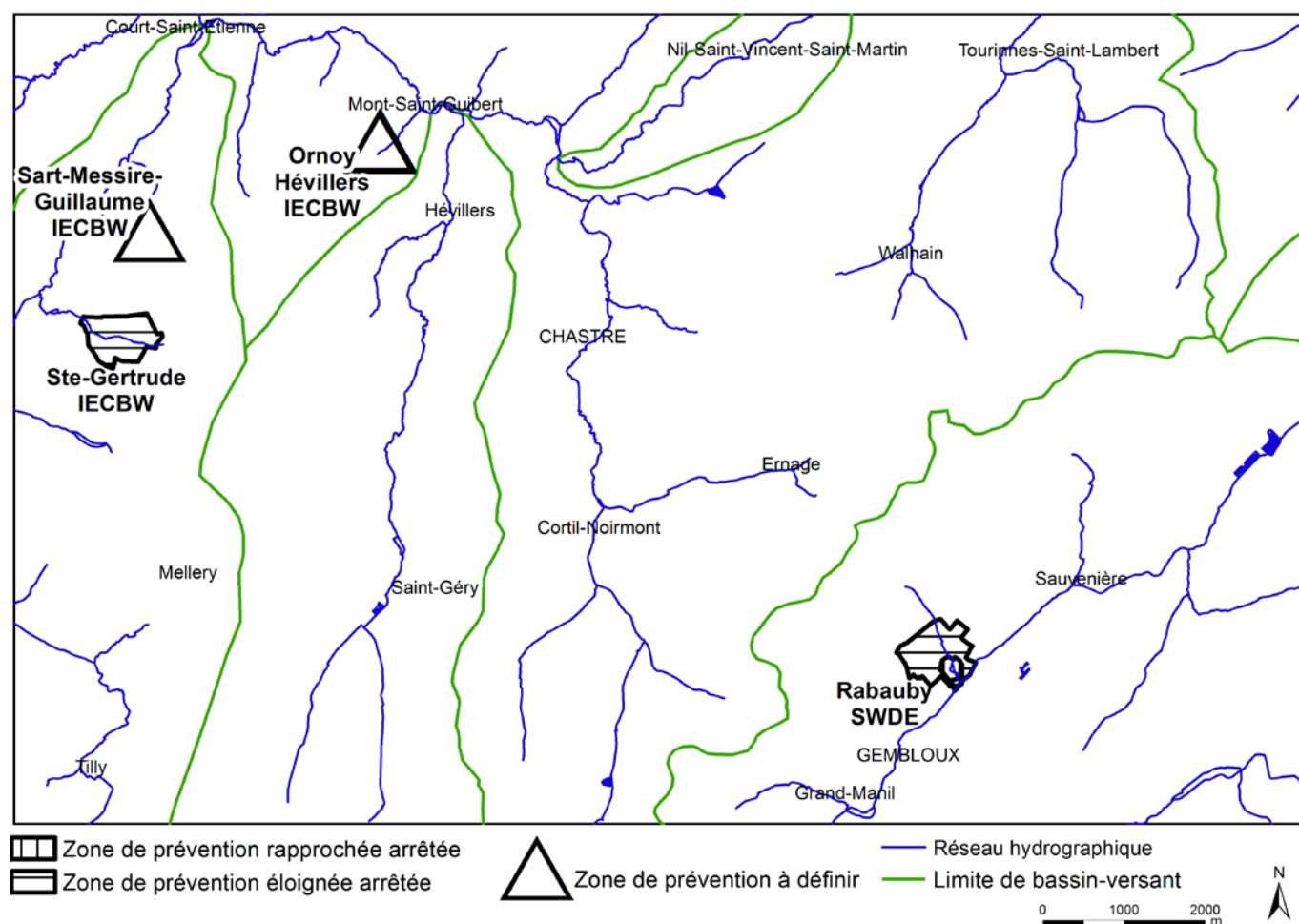


Figure VIII.3: Zones de prévention autour des captages –Chastre-Gembloux

IX. METHODOLOGIE D'ELABORATION DE LA CARTE HYDROGEOLOGIQUE

Ce chapitre décrit brièvement les données géologiques, hydrologiques et hydrogéologiques utilisées pour construire la carte hydrogéologique Chastre-Gembloux. Il aborde les principales sources d'informations disponibles pour la région étudiée. Les données collectées sont encodées dans une base de données structurée et mises en cartes. La structure du poster, au format A0, est également présentée dans ce chapitre.

IX.1. ORIGINE DES INFORMATIONS

IX.1.1. Données géologiques et connexes

La nouvelle carte géologique Chastre-Gembloux est utilisée comme fond de référence pour la construction de la carte hydrogéologique. Cette carte a été dressée par B Delcambre et JL Pingot en 2002. Elle a été fournie sous format vectoriel par le Service Public de Wallonie (Cellule 'Géologie'), ainsi que la coupe géologique nord-sud.

Des discontinuités avec les cartes voisines entre les limites géologiques et/ou hydrogéologiques peuvent apparaître. Cependant, concernant la carte Chastre-Gembloux, elles sont minimales. En effet, la carte étudiée et ses voisines sont, toutes, des cartes récentes (cartes levées dans le cadre de la révision de la nouvelle carte géologique de Wallonie, projet chapeauté par le Service Public de Wallonie). Dès lors, les disparités dues à l'utilisation de fonds géologiques de générations ou d'échelles différentes n'ont pas lieu d'être. La continuité des unités hydrogéologiques est assurée, excepté avec la carte située au nord, Wavre – Chaumont-Gistoux. Cette situation est temporaire. En effet, lors de la mise à jour de cette carte, les unités hydrogéologiques (essentiellement celles du Cambro-Silurien) seront harmonisées. Néanmoins, de légères différences sont observées avec les cartes situées au sud, à l'est et à l'ouest, soit Fleurus-Spy (47/1-2), Perwez-Eghezée (40/7-8) et Nivelles-Genappe (39/7-8), respectivement. Ces cartes géologiques, récentes (respectivement 2008, 2006 et 2001), sont éditées par le Service Public de Wallonie au 1/25.000. Ces discontinuités sont minimales. Elles ne concernent que quelques raccords. Ces défauts d'assemblage sont issus de la carte géologique elle-même. Cela ne nuit nullement à la compréhension du contexte hydrogéologique tant local que régional.

Le tracé des isohypses du toit du socle paléozoïque a également été mis à disposition par le SPW-Cellule 'Géologie'. Il a été réalisé par les auteurs de la carte géologique Chastre-Gembloux. Les données ponctuelles sur le toit des sables éocènes (Lutécien, Formation de Bruxelles) proviennent des archives du Service Géologique de Belgique, des divers rapports techniques dont ceux du site du CET de Mellery.

Plusieurs sites de la région étudiée ont fait l'objet d'investigations géophysiques. Ces zones de prospections géophysiques ont été localisées sur la carte hydrogéologique. Le type de prospection géophysique menée et les références bibliographiques sont mentionnées. Sur la carte Chastre-Gembloux, ces investigations ont été réalisées dans le cadre de l'établissement des zones de

prévention autour des captages publics, lors d'étude de site (ex: CET de Mellery), pour des études plus globales sur la ressource en eau souterraine. Elles ont permis de préciser le contexte géologique de la zone prospectée (lithologie et structure) dans le but de mieux de déterminer l'emplacement le plus adéquat pour des forages, de définir la nature et l'épaisseur des terrains meubles, de localiser des failles, des axes de fracturation ou des linéaments, de situer l'altitude du sommet du bed-rock paléozoïque.

- Centre d'Enfouissement Technique (CET) de Mellery (High & Deep, 1993; LGIH, 1993a,b): sondages électriques et sondages sismiques.
- Site de Tilly (Amory & Geerkens, 1993): sondages électriques, sondages sismiques, traînés électriques, électromagnétisme et magnétométrie.
- Site de Gentinnes (Mukendi, 1987): sondages sismiques.
- Sablière de Grand-Leez à Gembloux (LGIH, 1988): sondages électriques et sondages sismiques.
- Bassin versant d'Orne-Houssière-Nil (De Maet, 1976; Mukendi, 1987): sondages sismiques.

IX.1.2. Données météorologiques et hydrologiques

Sur le territoire de la carte Chastre-Gembloux, il y a trois stations météorologiques. Toutes appartiennent à l'Institut Royal Météorologique.

- Station Ernage-Gembloux (FS91) où les précipitations et les températures sont mesurées depuis 01/1963.
- Station Chastre-Blanmont (FS31) où les précipitations et les températures sont mesurées depuis 01/1959.
- Station Court-Saint-Etienne (FS36) où les précipitations et les températures sont mesurées depuis 04/1992.

Quatre stations limnimétriques permanentes sont répertoriées sur le territoire de la carte Chastre-Gembloux. Elles font partie du réseau de surveillance hydrométrique, Aqualim, géré par la Direction des cours d'eau non navigables du SPW.

- Station L5460 – Suzeryl, établie sur la Thyle et en service depuis 04/1973.
- Station L7540 – Beurieu, établie sur l'Orne et en service depuis 05/2011.
- Station L7520 – Blanmont, établie sur l'Orne et en service depuis 05/2011.
- Station L7750 – Nil-St-Vincent, établie sur le Nil et en service depuis 03/2012.

IX.1.3. Données hydrogéologiques

IX.1.3.1. Localisation des ouvrages

Dans la base de données BD-Hydro et la GeoDataBase (liée au projet SIG de la carte hydrogéologique), 336 ouvrages ont été encodés dont 205 puits (puits forés et puits traditionnels), 110 piézomètres, 6 puits sur galerie, 2 drains. Sont aussi encodées des informations concernant 10 sources (exploitées ou non) et 3 forages pour sonde géothermique. Ces données proviennent de sociétés de distribution d'eau, d'administrations communales, d'industriels, de divers rapports techniques (voir liste bibliographique), de particuliers et de la base de données de Service Public de Wallonie (10-sous: <http://carto1.wallonie.be/10SousInt>).

Le tracé des galeries et des drains figure sur la carte principale au 1/25.000. Pour une question de visibilité, elle n'est pas reprise sur les cartes thématiques (dont l'échelle est 1/50.000). Ces tracés, lorsqu'ils existent, ont été fournis par les sociétés de distribution publique d'eau. Il s'agit généralement de tracés approximatifs, n'ayant pas systématiquement fait l'objet d'un levé précis par un géomètre. Sur la carte Chastre-Gembloux, on dénombre six ouvrages linéaires de prise d'eau. Aujourd'hui, deux sont toujours exploités. Les autres sont abandonnés pour des raisons de rendement, de qualité ou de gestion de réseau.

- Galerie de l'Ornoy – Héவில்lers, IECBW, en activité.
- Galerie de Sart – Court-St-Etienne, IECBW, hors-service.
- Galerie de Rabauby – Gembloux, SWDE, en activité.
- Galerie Tilly (Fontaine d'Ansaire) – Villers-la-Ville (Marbais), SWDE, hors-service.
- Galerie de Perbais - Walhain, SWDE, hors-service.
- Drain de Perbais - Walhain, SWDE, hors-service.

IX.1.3.2. Données piézométriques

Dans la base de données, on dispose d'au moins un niveau d'eau pour 85 puits/piézomètres. Plusieurs piézomètres, souvent appartenant à un réseau de surveillance, ont des chroniques piézométriques relativement importantes, portant à plus de 2600 le nombre total de niveaux piézométriques encodés. Ces données concernent essentiellement l'aquifère des sables de l'Eocène.

IX.1.3.3. Données hydrochimiques et tests sur les puits

L'essentiel des données hydrochimiques ont été fournies par la Direction des Eaux Souterraines (BD-Calypso, DESO-SPW). La SWDE, IECBW, divers rapports et les prélèvements faits lors des campagnes de terrain ont complété ce jeu initial.

Ainsi, 90 sites (puits et piézomètres, drains, galeries, sources) sont concernés, comptabilisant environ 11 000 valeurs. Ces analyses caractérisent surtout les eaux logées dans l'aquifère des sables de l'Eocène et dans les unités hydrogéologiques du socle cambro-silurien. Ces points, où des données chimiques sont disponibles, sont reportés sur la carte thématique des informations

complémentaires et du caractère des nappes. Le [chapitre V](#) décrit, plus en détails, le cadre hydrochimique des unités hydrogéologiques rencontrées sur la carte Chastre-Gembloux.

Divers tests sont parfois menés sur les puits, tels que des diagraphies, des essais de pompage, des tests de traçage afin de mieux connaître le contexte hydrogéologique dans lequel ces ouvrages sont implantés. Ces données proviennent généralement des sociétés de distribution publique d'eau, d'études hydrogéologiques diverses. Le résultat de ces tests (essais de pompage et traçage essentiellement) est synthétisé au [chapitre VII](#). Sur la carte thématique des informations complémentaires, les puits ayant fait l'objet de tels tests sont mis en évidence par divers symboles.

IX.1.4. Autres données

La carte hydrogéologique de Wallonie est composée aussi d'informations relatives aux zones de prévention autour des captages, aux zones vulnérables aux nitrates, etc. En fonction de la région étudiée, ces couches d'informations ne se sont pas toujours présentes.

La carte Chastre-Gembloux est complètement située en zones vulnérables aux nitrates (Nord du sillon Sambre & Meuse et Sables bruxelliens)([paragraphe V.2](#)). Deux prises d'eau ont leurs zones de prévention déterminées et approuvées. Deux autres captages sont soumis à zones de prévention. A ce jour, la délimitation de ces zones n'est pas encore établies (voir [chapitre VIII](#)).

IX.2. BASE DE DONNEES HYDROGEOLOGIQUES

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

Dans un souci d'homogénéité entre les équipes et d'autres institutions (dont l'administration wallonne, 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 (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.

IX.3. POSTER DE LA CARTE HYDROGEOLOGIQUE

Le poster de la carte hydrogéologique est composé de plusieurs éléments:

- la carte hydrogéologique principale (1/25.000);
- les cartes thématiques (1/50.000):
 - Carte des informations complémentaires et du caractère des nappes;
 - Carte des volumes d'eau prélevés;
 - Carte des isohypses de l'aquifère principal;
- les coupes hydrogéologiques;
- le tableau de correspondance 'Géologie-Hydrogéologie';
- la carte de la Belgique (1/5.000.000) où est localisée la carte étudiée.

IX.3.1. Carte hydrogéologique principale

La carte principale (1/25 000) comprend plusieurs couches d'informations :

- le fond topographique de la carte IGN 1/10 000;
- le réseau hydrographique;
- les unités hydrogéologiques;
- les failles;
- les galeries et les drains;
- les piézomètres;
- les puits des sociétés de distribution d'eau;
- les puits privés exploités et déclarés au Service Public de Wallonie;
- les sources exploitées ou non;
- les puits d'accès aux galeries et drains;
- les sondes géothermiques;
- les stations climatiques;
- les stations limnimétriques;
- les isopièzes: la carte piézométrique présentée est celle de l'aquifère des sables bruxelliens (Eocène) (juillet 1988);
- le sens général de l'écoulement souterrain (pour la nappe des sables bruxelliens);
- à défaut de carte piézométrique, des valeurs de niveau d'eau pour les autres unités hydrogéologiques, avec la date de la mesure;
- les zones de prévention IIa et IIb approuvées;
- les zones de prévention à définir;
- le trait localisant le tracé de la coupe hydrogéologique.

IX.3.2. Carte des informations complémentaires et du caractère des nappes

Cette carte localise les différents sites où des données quantitatives ou qualitatives sont disponibles (analyses chimiques, diagraphies, essais de pompage, essais de traçage). Des informations sur l'état hydrochimique des unités hydrogéologiques de la carte étudiée sont détaillées dans le [chapitre V](#). Plusieurs essais de pompage ont été réalisés dans cette région. Les paramètres hydrodynamiques mesurés et calculés sont présentés dans le [chapitre VII](#).

Le caractère des nappes rencontrées est également spécifié. Il s'agit de définir si les nappes sont libres, semi-captives (semi-libres) ou captives (voir [chapitre IV.2.4](#)).

Les zones de prospections géophysiques sont également localisées. Le but de ces investigations géophysiques est de mieux connaître le sous-sol, ses caractéristiques géométriques, la nature des terrains en vue, entre autres, d'optimiser l'implantation des futures puits et piézomètres. La carte hydrogéologique n'ayant pas pour objectif de présenter en détails les méthodes employées et les résultats obtenus, une simple liste des sites étudiés est dressée. Pour plus d'informations sur les campagnes de prospection géophysique, le lecteur est invité à consulter les dossiers mentionnés au paragraphe IX.1.1.

La totalité de la superficie de la carte Chastre-Gembloux est située en zones vulnérables aux nitrates. Plus d'informations sur les nitrates sont disponibles au [paragraphe V.2](#).

IX.3.3. Carte des volumes d'eau prélevés

Sur cette carte thématique, sont reportés l'ensemble des points hydrogéologiques (forages, drains, sources, résurgences/pertes) classés selon l'unité hydrogéologique sollicitée. La majorité des ouvrages sont crépinés dans l'aquifère des sables de l'Eocène. Beaucoup d'autres atteignent le socle cambro-silurien du Massif du Brabant. Quelques ouvrages, piézomètres de contrôle du CET de Mellery, ont été forés au sein même de la décharge et n'ont pas traversé l'entièreté des déchets. Ils sont rangés dans la catégorie 'Nappe des remblais'. Pour plusieurs ouvrages, il n'a pas été possible de déterminer dans quelle formation géologique ils ont été implantés ne disposant pas d'information sur le log géologique ou/et la profondeur du puits.

Cette carte, au 50.000^{ème}, reprend également les volumes d'eau prélevés annuellement, informations extraites de la base de données de la Région Wallonne "dix-sous" (DGARNE). Les volumes représentés sont les volumes déclarés par les titulaires au Service Public de Wallonie. Deux catégories de volumes sont répertoriées sur la carte Chastre-Gembloux, les volumes destinés à la distribution publique d'eau potable et les autres volumes (particuliers, agriculteurs, industries...). Les données présentées sur cette carte sont les volumes prélevés (selon les déclarations des titulaires), respectivement, en 2012 et 2013

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, sur cette carte thématiques, des volumes moyens prélevés,

correspond à la moyenne des cinq dernières années (2008-2012) (basés sur les déclarations des titulaires de prise d'eau). Ils illustrent de manière plus réaliste l'exploitation des eaux souterraines sur la carte étudiée. Ces valeurs moyennes ne sont pas représentatives du potentiel d'exploitation ni de l'exploitation réelle des nappes. 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 des années sans prélèvement. Le [chapitre VI](#) consacré à l'exploitation des aquifères reprend l'historique des principaux captages de la carte.

IX.3.4. Carte des isohypses

L'aquifère principal de la carte Chastre-Gembloux, logé dans les sables bruxelliens (Eocène), est limité à sa base par le socle cambro-silurien du Massif du Brabant et au sommet par les dépôts quaternaires. Sur cette carte thématique sont reprises les isohypses du toit du socle paléozoïque, en d'autres mot, de la base de l'aquifère des sables, excepté là où la Formation de Loncée est présente (surface très réduite sur la carte Chastre-Gembloux). Ce tracé donne une image de l'allure de l'écorché du socle (tel que présenté sur la carte géologique Chastre-Gembloux). L'épaisseur des sables étant variable, tout comme celle des limons les recouvrant, et en l'absence d'un jeu de données géologiques suffisants (logs de forages, par ex.), les données relatives au toit de l'aquifère des sables de l'Eocène sont ponctuelles.

IX.3.5. Tableau de correspondance 'Géologie-Hydrogéologie'

Le tableau lithostratigraphique reprend la liste des différentes formations géologiques susceptibles d'être rencontrées sur la carte Chastre-Gembloux, traduites en termes d'unités hydrogéologiques. La définition de ces unités est présentée en détails dans le [chapitre IV](#).

IX.3.6. Coupes hydrogéologiques

Parmi les éléments présentés sur le poster de la carte hydrogéologique Chastre-Gembloux figurent les coupes hydrogéologiques. Elles permettent de comprendre dans son ensemble le contexte géologique de la région. Les grandes structures géologiques y apparaissent. Cette coupe est basée de la carte géologique aa' de Delcambre & Pingot (2001). Sur la coupe avec exagération des hauteurs (facteur d'échelle X5), là où la donnée est disponible, des informations sur le niveau piézométrique des nappes ont été indiquées. Ces coupes sont commentées, en détails, au [paragraphe IV.2.4](#).

X. BIBLIOGRAPHIE

Amory C. & Geerkens B. (1993): Etude hydrogéologique de la nappe aquifère de Tilly. Travail de fin d'étude. Fac.Sc.Appliquées. Université de Liège.

BCG (2006): IECBW: Court-Saint-Etienne. Captage de Sainte-Gertrude. Etude des zones de prévention. Bureau Conseil en Géologie. Octobre 2006. 60 p + figures-tableaux + annexes

BCG (2009a): IECBW: Mont-Saint-Guibert – Galerie de l'Ornoy – Etude des zones de prévention. Bureau Conseil en Géologie. Février 2009. 95 p + figures-tableaux + annexes

BCG (2009b): IECBW: Sart-Messire-Guillaume – Puits de la Chapelle – Etude des zones de prévention. Bureau Conseil en Géologie. Mars 2009. 80 p + figures-tableaux + annexes

Belanger I., Delaby S., Delcambre B., Ghysel P., Hennebert M., Laloux M., Marion JM., Mottequin B., Pingot JL. (2012): Redéfinition des unités structurales du front varisque utilisées dans le cadre de la nouvelle Carte géologique de Wallonie (Belgique). *Geologica Belgica*, 15/3 : 169-175

Boulvain F. & Pingot JL. (2011): Genèse du sous-sol de la Wallonie. Classe des Sciences, Collection in-8, ISSN 0365-0936 ; 34. *Académie royale de Belgique*, 190 pp

BUGECO (1994). SPAQuE Mellery. Campagne de neuf forages. Géologie. Essais Lugeon et essais Lefranc. Rapport BU-296.

Castany, G. (1998) : Hydrogéologie, principes et méthodes, *Dunod*, 236 p.

Dassargues, A. (2010): Hydrogéologie, Notes de cours, Université de Liège, non publié.

Delcambre B & Pingot JL. (2002): Carte géologique de Chastre-Gembloux 40/5-6 (1/25.000), *Service Public de Wallonie, DGARNE*, Namur. Carte et notice (72 p.).

Delcambre B & Pingot JL. (2008): Carte géologique de Fleurus-Spy 47/1-2 (1/25.000), *Service Public de Wallonie, DGARNE*, Namur. Carte et notice (96 p.).

De Maet B. (1976): Etude hydrologique et hydrogéologique du bassin de la Houssière, sous-bassin de la Dyle – Commune de Perwez (Brabant). Travail de fin d'étude, Fac.Sc.Appliquées. Université de Liège..

De Witte C., Neuray C., Nielsen M., Pons T., Van Der Kaa, C. & Godart M-F., Teller J. (direction scientifique). (2009): 2.Les Plateaux brabançon et hesbignon, Collection : Atlas des Paysages de Wallonie, *Conférence permanente du développement territorial*, Service public de Wallonie, Namur; pp 283 <http://cpdt.wallonie.be/old/Data/publications/atlas-paysages/3/All.pdf>

DGARNE-Direction des Eaux souterraines et Protectis-Cellule DCE. (2010): Directive cadre de l'eau. Etat des lieux des districts hydrographiques. Fiches de caractérisation des masses d'eau souterraine. juin 2010.

http://environnement.wallonie.be/directive_eau/edl_ssb/GuideFichesMESO_v1_20.pdf

<http://spw.wallonie.be/dce/fme/RWE051.pdf>

<http://spw.wallonie.be/dce/fme/RWE160.pdf>

Droeven E., Feltz C. & Kummert M. (2004): Les territoires paysagers de Wallonie. *Conférence permanente du développement territorial, Etudes et Documents 4, Service public de Wallonie, Namur, pp 74.*

ECOFOX (2005). Réalisation de quatre piézomètres complémentaires dans le cadre de la détermination des périmètres de protection. SWDE. Prise d'eau de Gembloux; Rabauby G1. Rapport SWDE/GBX/2005/07.

ECOFOX (2006a). Essai de multitraçage dans le cadre de l'établissement des zones de prévention. SWDE. Prise d'eau de Gembloux; Rabauby G1. Rapport SWDE/GBX/2006/01.

ECOFOX (2006b). Modélisation mathématique des écoulements et du transport dans le cadre de l'établissement des zones de prévention. SWDE. Prise d'eau de Gembloux; Rabauby G1. Rapport SWDE/GBLX/2006/02.

FDS (1981): Ressources en eau du bassin de la Dyle en amont d'Archennes. Projet 3/11. Commission hydrogéologique. Université Catholique de Louvain. Rapport final. inédit

Gogu R.C. (2000): Advances in groundwater protection strategy using vulnerability mapping and hydrogeological GIS databases, *Thèse de doctorat, Université de Liège.*

Gogu R.C., Carabin G., Hallet V., Peters V., Dassargues A., (2001): GIS-based hydrogeological databases and groundwater modelling, *Hydrogeology Journal: 9 : 555-569.*

High & Deep (1988): Ancienne décharge de Mellery. Etude géophysique (profils sismiques-réfraction et sondages électriques). Etude SPAQuE 93/31.

IBW (1987): Etude des ressources en eau du Brabant Wallon. Contrat Région Wallonne – Intercommunale du Brabant Wallon

ICEW (2012): Les Indicateurs Clés de l'Environnement Wallon (ICEW 2012)- Direction de l'Etat Environnemental - SPW - DGARNE - DEMNA – DEE- <http://etat.environnement.wallonie.be>

Laga P., Louwye S., Geets S. (2001): Paleogene and Neogene lithostratigraphic units (Belgium). In Bultynck & Dejonghe, eds., *Guide to a revised lithostratigraphic scale of Belgium. Geologica Belgica, 4(1-2): 135-152.*

LGIH (1988): Sablière de Grand-Leez. Commune de Gembloux. Etude géologique. BEP/881

LGIH (1993a): Décharge de Mellery. Prospection géophysique pour implantation du mur emboué. SPAQ/931

LGIH (1993b): Décharge de Mellery. Réinterprétation de la prospection High & Deep. SPAQ/932

Mukendi T (1987): Etude hydrogéologique du bassin versant de l'Orne en amont de Beurieu (sous-bassin de la Dyle). Thèse de doctorat. Inst.Sc.Nat. Université Catholique de Louvain.

Pfannkuch, H-O. (1990): Elsevier's Dictionary of Environmental Hydrogeology, *Elsevier.*

- Robaszynski F., Dhondt A.V., Jagt J.W.M.** (2001): Cretaceous lithostratigraphic units (Belgium). In Bultynck & Dejonghe, eds., *Guide to a revised lithostratigraphic scale of Belgium*, Geologica Belgica, 4 (1-2), 121-134.
- Ruthy I., Dassargues A. & Monjoie A.** (2001). Carte hydrogéologique de Wallonie, Chastre-Gembloux, 40/5-6. 1:25000. Namur, Service Public de Wallonie, Direction générale opérationnelle Agriculture, Ressources naturelles et Environnement, 1 notice explicative de 36 p. + annexes
- SPAQuE** (1996). Mellery. Essais de traçage – Synthèse de l'étude réalisée par ECOFOX (MEL/ECO/95.16 et 96.04) – MEL/SP/96.07
- SPAQuE** (2007). Site "7 voleurs" à Gembloux. Nr1706-002. Fiche d'information (mise à jour 08/06/2007). <http://www.walsols.be/pdfs/1191/2973.pdf>
- SPAQuE** (2008, 2009). Site "Décharge de Mellery" à Villers-la-Ville. Bt2402-001. Fiche d'information (mise à jour 18/02/2009). <http://www.walsols.be/pdfs/2667/3187.pdf>. Fiche technique. <http://www.walsols.be/pdfs/2667/157.pdf> Surveillance environnementale: bilan 2008. <http://www.walsols.be/pdfs/2667/3186.pdf>
- SPW-DGO3** (2014). Etat des nappes d'eau souterraine de Wallonie. Edition : Service public de Wallonie, DGO 3 (D GARNE), Belgique. Dépôt légal D/2014/11802/11 - ISBN 978-2-8056-0142-2 <http://environnement.wallonie.be/de/eso/atlas/>
- SWDE** (1994): Exécution de cinq piézomètres à Villers-la-Ville (Anct. Marbais et Tilly). Service Protection des Ressources et Captages. Rapport technique n°33 (mai 1994).
- SWDE** (1999): Forage d'un puits de reconnaissance PR1 et de cinq piézomètres (Pz1 à Pz5) à Walhain (Walhain-St-Paul) dans le cadre de l'étude des zones de prévention des prises d'eau de Perbais D1. Service Protection des Ressources et Captages. Rapport technique n°103 (mars 1999).
- SWDE** (2004): Réalisation de trois puits de reconnaissance (PR1 à PR3) et de trois piézomètres (Pz1 à Pz3) à Gembloux dans le cadre de l'étude des zones de prévention de la prise d'eau 'Rabauby G1'. Service Protection des Ressources et Captages. Rapport technique n°170 (aout 2004).
- UNESCO-OMM**, (1992): Glossaire International d'Hydrologie, seconde édition, 413p
- Wojda, P., Dachy, M., Popescu, C., Ruthy, I., Gardin, N., Brouyère, S. & Dassargues, A.** (2005): Appui à la conception de la structure, à l'interfaçage et à l'enrichissement de la base de données hydrogéologiques de la Région wallonne, *Convention subsidiée par Service public de Wallonie, D GARNE – Université de Liège*

ANNEXE 1: LISTE DES ABREVIATIONS DES INSTITUTIONS ET ORGANISMES

- **HGE-GEO³** : Hydrogéologie & Géologie de l'Environnement- GEO³ - ArGEnCo – ULg
Bâtiment B52, niveau –1, Sart-Tilman à 4000 LIEGE
[Site Web](http://www.ulg.ac.be) + site Web <http://www.ulg.ac.be>
- **IECBW**: Intercommunale des Eaux du Centre du Brabant Wallon
Rue Emile François 27
1474 GENAPPE (WAYS)
<http://www.iecbw.be>
- **IRM**: Institut Royal Météorologique, Section Climatologie.
Avenue Circulaire, 3 à 1180 BRUXELLES
<http://www.meteo.be>
- **ISSeP**: Institut Scientifique de Service Public
Rue du Chéra, 200 à 4000 LIEGE
<http://www.issep.be>
- **LGIH** : Laboratoires de Géologie de l'Ingénieur, d'Hydrogéologie et de Prospection Géophysique, Université de Liège
Suite la succession du Professeur A.Monjoie, les activités sont poursuivies au sein d'ArGEnCo, GEO³
- **SGB**: Service Géologique de Belgique.
Département VII de l'Institut royal des Sciences Naturelles de Belgique
Rue Jenner, 13 à 1000 BRUXELLES
<http://www.sciencesnaturelles.be/geology>
- **SPAQuE**: Société Publique d'Aide à la Qualité de l'Environnement
Boulevard d'Avroy, 38/6 à 4000 LIEGE
<http://www.spaque.be>
Site Web Walsols <http://www.walsols.be>
- Service Public de Wallonie (**SPW**)
Depuis le 1^{er} août 2008, Ministère wallon de l'Équipement et des Transports et le Service public de Wallonie ont fusionné pour donner naissance au **Service public de Wallonie**. Ainsi la DGRNE est reprise dans la Direction générale opérationnelle 3 (DGO3) dont les domaines de compétences sont l'Agriculture, les Ressources naturelles et l'Environnement. La Direction des Eaux Souterraines est incluse dans le Département de l'Environnement et de l'Eau.
DGO3 - Direction générale opérationnelle Agriculture, Ressources naturelles et Environnement (DGARNE)

Département de l'Environnement et de l'Eau

Direction des Eaux souterraines (**DESO**) & Direction des Eaux de Surface

Avenue Prince de Liège, 15 à 5100 Jambes

<http://environnement.wallonie.be/> - <http://aqualim.environnement.wallonie.be> -

<http://piezo.environnement.wallonie.be/>

DGO2: Direction générale opérationnelle de la Mobilité et des Voies hydrauliques – **SETHY**:

Direction des voies hydrauliques (D.G.2) - Division des Études et des Programmes- Direction des Etudes hydrologiques et des Statistiques + service d'études hydrologiques (SETHY)(D.212).

Boulevard du Nord, 8 à 5000 NAMUR

Depuis le 1^{er} août 2008, ce service fait partie de la Direction Générale Opérationnelle Mobilité et Voies Hydrauliques (DGO2), Département des études et de l'appui à la gestion.

Anciennement, ce service faisait partie du Ministère wallon de l'Équipement et des Transports (MET) devenu SPW.

<http://voies-hydrauliques.wallonie.be>

<http://voies-hydrauliques.wallonie.be/opencms/opencms/fr/hydro/crue/>

DGO4: Direction générale opérationnelle - Aménagement du territoire, Logement, Patrimoine et Énergie (DGTALPE)

▪ **SWDE** : Société Wallonne des Eaux

Rue de la Concorde, 41 à 4800 VERVIERS

<http://www.swde.be>

ANNEXE 2: TABLE DES ILLUSTRATIONS

Liste des figures

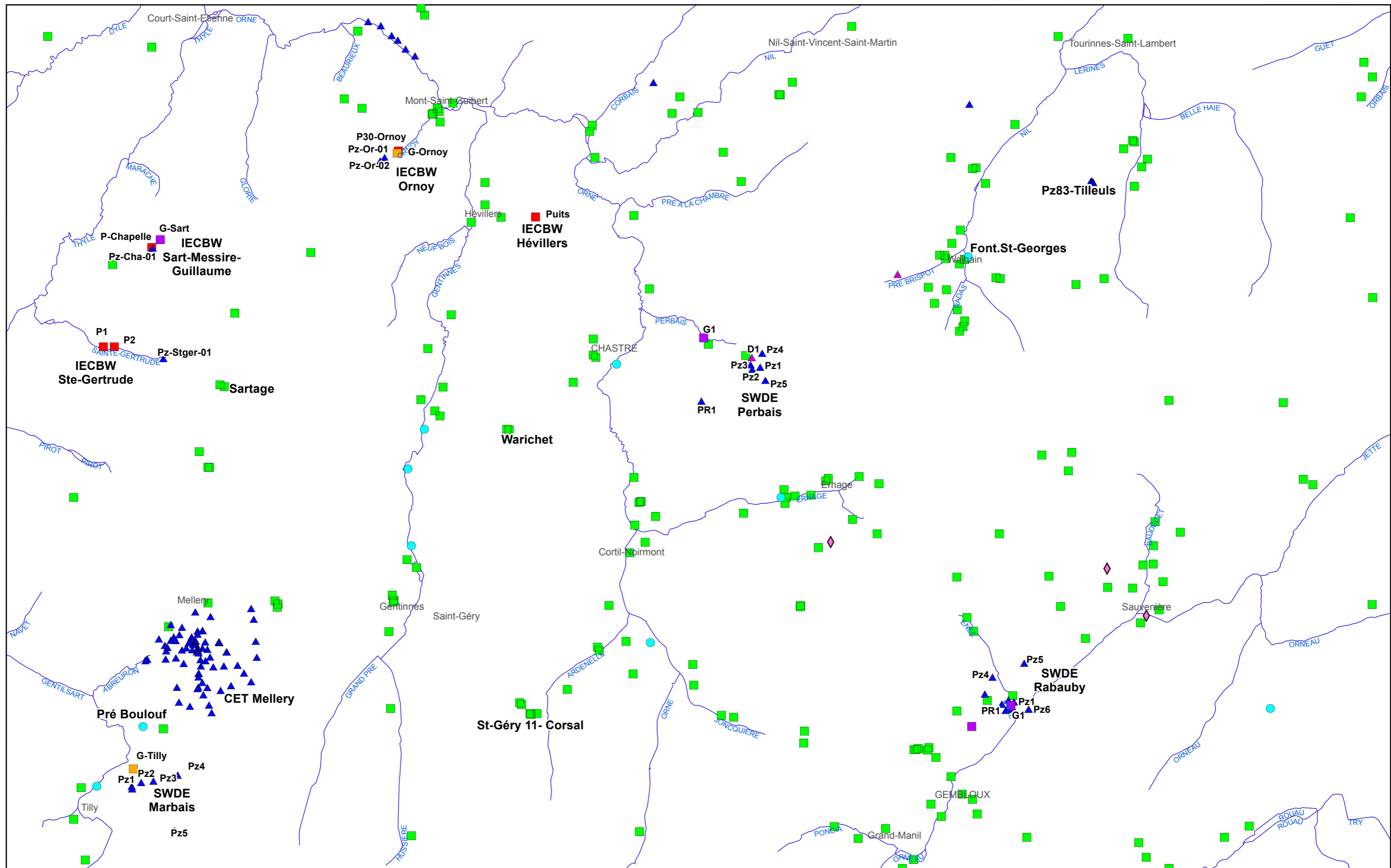
Figure I.1: Localisation de la carte Chastre-Gembloux	4
Figure II.1: Territoires paysagers - Chastre-Gembloux (Droeven <i>et al.</i> , 2004)	5
Figure II.2: Relief et bassins-versants – Chastre-Gembloux.....	6
Figure II.3: Carte de l'occupation du sol – Chastre-Gembloux.....	8
Figure II.4: Carte des types de sol – Chastre-Gembloux	9
Figure III.1: Carte géologique de la Wallonie (Boulvain & Pingot, 2011; modifié)	11
Figure III.2: Socle cambro-silurien (zones d'affleurements) – Chastre-Gembloux	12
Figure III.3: Couverture méso-cénozoïque – Chastre-Gembloux.....	16
Figure III.4: Schéma géologique structural –Chastre-Gembloux	18
Figure IV.1: Principaux aquifères de Wallonie – Chastre-Gembloux (SPW-DGO3, 2014; modifié)	19
Figure IV.2: Carte piézométrique de l'aquifère des sables de l'Eocène de juillet 1988 - Localisation des points avec historiques piézométriques (40/5-6)	26
Figure IV.3: Fluctuations piézométriques de l'aquifère des sables de l'Eocène - PZ83-Tilleuls - 1986-2014	27
Figure IV.4: (a) Fluctuations piézométriques de l'aquifère des sables de l'Eocène, PZ83-Tilleuls, 2011 à 2014 (SPW) – (b) Quantités mensuelles de précipitations à Uccle (Belgique) (mm), de 2011 à 2014. Normales (1981-2010) et extrêmes absolus depuis 1833 (IRM)	28
Figure IV.5: Fluctuations piézométriques de l'aquifère des sables de l'Eocène: Warichet-Sartage-Tilleuls - 1987 à 2007.....	29
Figure IV.6: Localisation des sites de captage sollicitant la nappe des sables bruxelliens (40/5-6)	30
Figure IV.7: Site de Rabauty, SWDE. Localisation des ouvrages	32
Figure IV.8: Fluctuations piézométriques de la nappe du socle cambro-silurien – Site de Rabauty (Gembloux) – 2005-2014	33
Figure IV.9: Site de Perbais, SWDE. Localisation des ouvrages.....	34
Figure IV.10: Fluctuations piézométriques de la nappe du socle cambro-silurien – Site de Perbais (Walhain) – 2005-2014	34
Figure IV.11: Site de Sainte-Gertrude, IECBW. Localisation des ouvrages	35
Figure IV.12: Fluctuations piézométriques de la nappe du socle cambro-silurien – Site de Ste-Gertrude – 1992-2014	36
Figure IV.13: Site de Sart-Messire-Guillaume. IECBW. Localisation des ouvrages	37
Figure IV.14: Fluctuations piézométriques de la nappe du socle cambro-silurien – Site de Sart-Messire-Guillaume – 1987-2014	38
Figure V.1: Masses d'eau souterraine –Chastre-Gembloux.....	42
Figure V.2: Diagramme de Piper – Chastre-Gembloux	46
Figure V.3: Zones vulnérables aux nitrates – Chastre-Gembloux.....	47
Figure V.4: Evolution des concentrations en nitrates dans l'aquifère des sables bruxelliens (Eocène) – Chastre-Gembloux.....	48
Figure V.5: Evolution des concentrations en nitrates dans les eaux du socle cambro-silurien du Massif du Brabant – Chastre-Gembloux.....	49
Figure V.6: Corrélations entre les nitrates et la piézométrie des sables et du socle. (Puits de la Chapelle, IECBW)(BCG, 2009b)	50
Figure V.7: Pesticides en Région wallonne (ICEW, 2012; carte 19 modifiée)	52
Figure V.8: Localisation des sites répertoriés dans la base de données Walsols (SPAQuE)	54
Figure VI.1: Volumes prélevés au captage de Rabauty (SWDE) – Carte Chastre-Gembloux	56

Figure VI.2: Volumes prélevés par l'IECBW dans l'aquifère du socle cambro-silurien. Carte Chastre-Gembloux...	56
Figure VI.3: Volumes prélevés par l'IECBW dans l'aquifère des sables bruxelliens (Eocène). Carte Chastre-Gembloux	57
Figure VII.1: Localisation des sites avec des tests de pompage et/ou traçage sur la carte Chastre-Gembloux.....	60
Figure VIII.1: Zones de prévention arrêtées autour du captage de Rabauby (SWDE)	69
Figure VIII.2: Zones de prévention arrêtées autour du captage Ste-Gertrude (IECBW)	70
Figure VIII.3: Zones de prévention autour des captages –Chastre-Gembloux	71

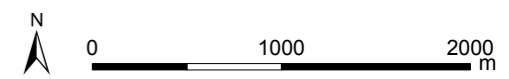
Liste des tableaux

Tableau II.1: Répartition détaillée de l'occupation du sol - Territoires agricoles	7
Tableau IV.1: Tableau de correspondance entre la géologie et l'hydrogéologie – Chastre-Gembloux	24
Tableau IV.2: Débits et rabattements mesurés sur P-Chapelle et Pz-Cha-01 lors des essais de pompage (BCG, 2009b)	38
Tableau V.1: Sites WALSOLS repris sur la carte Chastre-Gembloux	41
Tableau V.2: Caractéristiques hydrochimiques de l'aquifère des sables bruxelliens	43
Tableau V.3: Caractéristiques hydrochimiques des eaux logées dans le socle cambro-silurien du Massif du Brabant.....	45
Tableau V.4: Paramètres microbiologiques des eaux de l'aquifère des sables bruxelliens.....	51
Tableau V.5 Paramètres microbiologiques des eaux logées dans le socle cambro-silurien du Massif du Brabant.....	51
Tableau V.6: Principaux pesticides analysés dans les eaux de l'aquifère des sables bruxelliens	53
Tableau V.7: Principaux pesticides analysés dans les eaux logées dans le socle cambro-silurien du Massif du Brabant.....	53
Tableau VII.1: Valeurs du coefficient de perméabilité en fonction de la granulométrie (Castany, 1998).....	58
Tableau VII.2: Intervalles de valeurs indicatives pour la conductivité hydraulique de différentes lithologies (échelles macroscopique & mégascopique) (Dassargues, 2010).....	59
Tableau VII.3: Intervalles de valeurs indicatives pour la porosité (n) et la porosité effective de drainage (ne) de différentes lithologies (échelles macroscopique & mégascopique) (Dassargues, 2010).....	59
Tableau VII.4: Caractéristiques des essais de pompage - Valeurs des paramètres K et T de la nappe des sables bruxelliens à Perbais-Walhain (SWDE, 1999).....	61
Tableau VII.5: Caractéristiques des essais de pompage sur Pz4 et Pz5 - Valeurs des paramètres K et T de la nappe des sables bruxelliens à Marbais-Tilly (SWDE, 1994).....	62
Tableau VII.6: Valeurs des paramètres liés au test de traçage au droit du site de la galerie de l'Ornoy, Mont-St-Guibert - Nappe des sables bruxelliens (BCG, 2009a)	62
Tableau VII.7: Valeurs des paramètres K et T de la nappe du socle cambro-silurien à Perbais-Walhain (SWDE, 1999)	64
Tableau VII.8: Caractéristiques des essais de pompage - Valeurs des paramètres K et T de la nappe du socle cambro-silurien à Sart-Messire-Guillaume (BCG, 2009b)	65
Tableau VII.9: Valeurs des paramètres K et T de la nappe du socle cambro-silurien à Rabauby (Gembloux)(SWDE, 2004)	66
Tableau VII.10: Valeurs des paramètres liés au test de traçage sur le site de Rabauby, Gembloux (ECOFOX, 2006a)	66
Tableau VIII.1: Captages soumis à zone de prévention mais non encore définies – IECBW - Chastre-Gembloux ..	71

ANNEXE 3: CARTE DE LOCALISATION



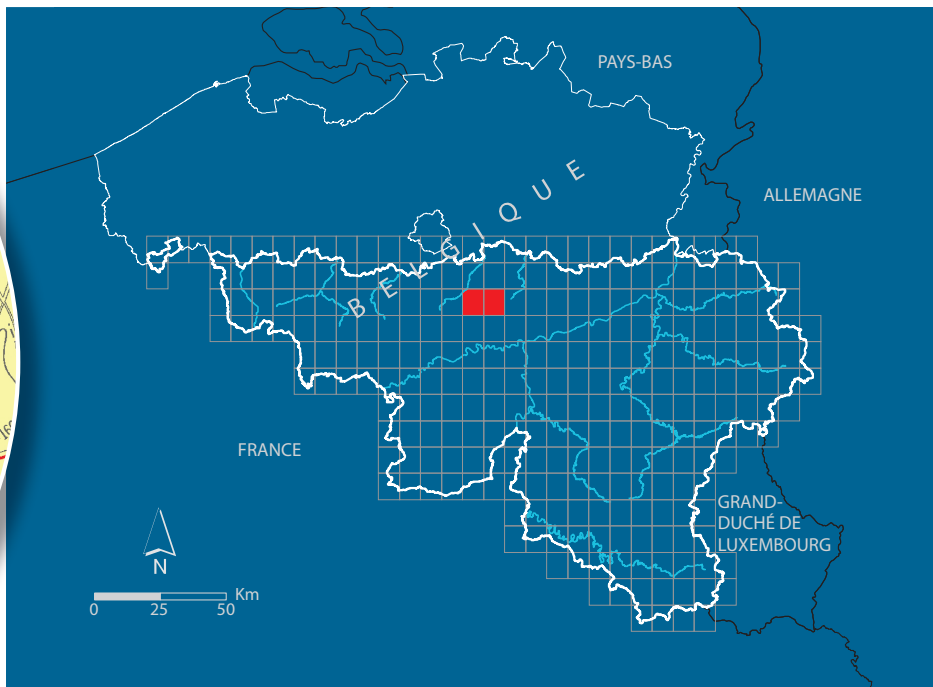
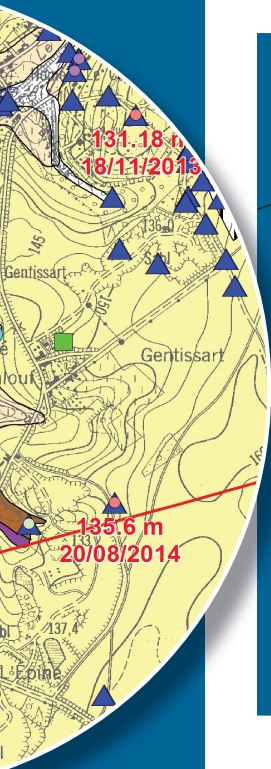
- Puits pour la distribution publique d'eau potable
- Puits sur galerie par gravité
- Puits sur galerie par pompage
- Autre puits
- ▲ Drain
- ▲ Piézomètre
- Source (exploitée ou non)
- ◆ Sonde géothermique
- Réseau hydrographique



ANNEXE 4: COORDONNEES GEOGRAPHIQUES DES OUVRAGES CITES DANS LA NOTICE

Nom	Code RW	Identifiant RW	X(m)	Y(m)	Type	Prof.(m)
Sartage	40/5/4/065	6675	164540	143750	Piézomètre	42,5
Warichet	40/5/6/057	347	167830	143250	Piézomètre	21,5
Pz83-Tilleuls	40/6/2/078	83	174550	146130	Piézomètre	36
Perbais D1 (SWDE)	40/6/4/002	13	170632	144085	Drain	3
Perbais G1 (SWDE)	40/6/4/001	6198	170075	144315	Galerie	13,2
Perbais Pz1 (SWDE)			170729	143974	Piézomètre	18
Perbais Pz2 (SWDE)			170636	143952	Piézomètre	16
Perbais Pz3 (SWDE)			170618	144004	Piézomètre	16
Perbais Pz4 (SWDE)			170751	144137	Piézomètre	10
Perbais Pz5 (SWDE)			170788	143824	Piézomètre	20,5
Perbais PR1 (SWDE)			170048	143583	Piézomètre	28
Galerie de Tilly (Marbais) (SWDE)	40/5/7/003	4474	163490	139331	Galerie	
Marbais Pz1 (SWDE)			163470	139133	Piézomètre	13
Marbais Pz2 (SWDE)			163580	139175	Piézomètre	25
Marbais Pz3 (SWDE)			163720	139190	Piézomètre	15
Marbais Pz4 (SWDE)			164000	139260	Piézomètre	24
Marbais Pz5 (SWDE)			163965	138620	Piézomètre	32
Galerie de Rabauby (SWDE)	40/6/8/004	3472	173624	140065	Galerie	12,9
Rabauby Pz1 (SWDE)			173608	140071	Piézomètre	12
Rabauby Pz2 (SWDE)			170601	140018	Piézomètre	13
Rabauby Pz3 (SWDE)			173659	140106	Piézomètre	22
Rabauby Pz4 (SWDE)			173411	140393	Piézomètre	10
Rabauby Pz5 (SWDE)			173778	140553	Piézomètre	7
Rabauby Pz6 (SWDE)			173829	140022	Piézomètre	10.5
Rabauby Pz7 (SWDE)			173644	140035	Piézomètre	3.1

Rabauby PR1 (SWDE)			173517	170080	Piézomètre	16
Rabauby PR2 (SWDE)			173595	140127	Piézomètre	13
Rabauby PR3 (SWDE)			173644	140036	Piézomètre	18
Galerie de l'Ornoy (IECBW)	40/5/2/003	1527	166538	146450	Galerie	4
P30 - Ornoy (IECBW)	40/5/2/008	3967	166549	146473	Puits foré	51
P25 - Ornoy (IECBW)	40/5/2/009	6132	166700	145585	N'existe plus	
Pz-Or-01 (IECBW)			166390	146400	Piézomètre	11
Pz-Or-02 (IECBW)			166340	146360	Piézomètre	16
Ste-Gertrude P1 (IECBW)	40/5/4/003	965	163142	144210	Puits foré	36
Ste-Gertrude P2 (IECBW)	40/5/4/004	3131	163270	144210	Puits foré	30
Pz-Stger-01 (IECBW)			163835	144075	Piézomètre	40
Sart-Messire-Guillaume – P-Chapelle	40/5/1/002	3743	163700	145360	Puits foré	50
Pz-Cha-01 (IECBW)			163710	145350	Piézomètre	42
Ancien Pz – SMG-Chapelle (IECBW)			163680	145360	N'existe plus	
Galerie de Sart (IECBW)	40/5/1/003	5912	163800	145450	Galerie	6
P1-Héவில்lers (IECBW)	40/5/3/002	3289	168134	145711	Puits foré	50
Pré Boulouf	40/5/7/001	132	163600	139820	Source	
St-Géry 11-Corsal	40/5/9/001	8056	168080	139960	Puits foré	
Font.St-Georges Source	40/6/2/002	545	173130	145250	Source	



SPW | Éditions, CARTES

Dépôt légal : D/2015/12.796/2 – ISBN : 978-2-8056- 0173-6

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

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