

Notice explicative

CARTE HYDROGÉOLOGIQUE DE WALLONIE

Echelle : 1/25 000



Photos couverture © SPW-DGARNE(DGO 3)

Fontaine de l'ours à Andenne

Forage exploité

Argillère de Celles à Houyet

Puits et sonde de mesure de niveau piézométrique

Emergence (source)

Essai de traçage au Chantoir de Rostenne à Dinant

Galerie de Hesbaye

Extrait de la carte hydrogéologique de Hotton - Dochamps



HOTTON - DOCHAMPS

55/5-6

Ingrid **RUTHY**, Samuel **WILDEMEERSCH**, Alain **DASSARGUES**

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



NOTICE EXPLICATIVE

2014

Première version : Septembre 2006
Actualisation partielle : Mai 2014

Dépôt légal – **D/2014/12.796/13** - ISBN : **978-2-8056- 0166-8**

SERVICE PUBLIC DE WALLONIE

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

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 Cénozoïque.....	20
III.2.2. Cadre structural	21
IV. Cadre hydrogéologique	23
IV.1. Description des unités hydrogéologiques	25
IV.1.1. Unités hydrogéologiques du Cambro-silurien	25
IV.1.1.1. Aquiclude à niveaux aquitards du socle cambro-silurien	25
IV.1.1.2. Aquitard à niveaux aquifères du socle cambro-silurien	26
IV.1.1.3. Aquitard du socle cambro-silurien	26
IV.1.2. Unités hydrogéologiques du Dévonien.....	26
IV.1.2.1. Aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur	26
IV.1.2.2. Aquitard à niveaux aquifères de Villé.....	26
IV.1.2.3. Aquitard à niveaux aquicludes du Dévonien inférieur	27
IV.1.2.4. Aquitard de l'Eifelien	27
IV.1.2.5. Aquifère de l'Eifelien	27
IV.1.2.6. Aquifères des calcaires du Givetien.....	27
IV.1.2.7. Aquiclude du Frasnien	28
IV.1.2.8. Aquiclude du Famennien.....	28
IV.1.3. Unités hydrogéologiques du Cénozoïque (Quaternaire)	28
IV.1.3.1. Aquitard limoneux (non cartographié).....	28
IV.1.3.2. Aquifère alluvial.....	28
IV.2. Description de l'hydrogéologie de la carte	31
IV.2.1. La dépression de la Famenne	32
IV.2.2. La Calestienne	32
<i>Phénomènes karstiques</i>	32
IV.2.3. La crête développée sur la Formation de Lomme (Aquifère de l'Eifelien)	35
IV.2.4. L'Ardenne.....	38
IV.2.5. Le Massif de Stavelot	40
IV.2.6. Les aquifères alluviaux	41
IV.2.7. Coupes hydrogéologiques	41
IV.2.8. Caractère des nappes	42
IV.2.9. Piézométrie de la carte Hotton-Dochamps	43
V. Cadre hydrochimique	44
V.1. Caractéristiques hydrochimiques des eaux	45
V.1.1. La dépression de la Famenne	46
V.1.2. La Calestienne et la crête développée sur la Formation de Lomme.....	47
V.1.3. L'Ardenne.....	48
V.1.4. Le Massif de Stavelot	51
V.1.5. Les aquifères alluviaux.....	52
V.2. Problématique des nitrates	53
V.3. Qualité bactériologique	54
V.4. Pesticides	55

VI. Exploitation des aquifères	57
VII. Paramètres d'écoulement et de transport.....	60
VII.1. L'Ardenne.....	61
VII.2. Le Massif de Stavelot	63
VIII. Zones de protection.....	64
VIII.1. Cadre légal	64
VIII.2. Zones de prévention des captages de l'AIEC	66
VIII.3. Zones de prévention des captages de l'Administration Communale de MANhay.....	66
IX. Méthodologie d'élaboration de la carte hydrogéologique.....	70
IX.1. Origine des informations.....	70
IX.1.1. Données géologiques et connexes.....	70
IX.1.2. Données météorologiques et hydrologiques.....	71
IX.1.3. Données hydrogéologiques	71
IX.1.3.1. Localisation des ouvrages.....	71
IX.1.3.2. Données piézométriques.....	72
IX.1.3.3. Données hydrochimiques et tests sur les puits	72
IX.1.4. Autres données	73
IX.2. Base de données hydrogéologiques.....	73
IX.3. Poster de la carte hydrogéologique	73
IX.3.1. Carte hydrogéologique principale.....	74
IX.3.2. Carte des informations complémentaires et du caractère des nappes.....	74
IX.3.3. Carte des volumes d'eau prélevés	75
IX.3.4. Tableau de correspondance 'Géologie-Hydrogéologie'	75
IX.3.5. Coupes hydrogéologiques.....	75
X. Bibliographie.....	77
Annexe 1: Liste des abréviations des institutions et organismes	80
Annexe 2: Table des illustrations	82
Annexe 3: Carte de localisation.....	83
Annexe 4: Coordonnées géographiques des ouvrages cités dans la notice	84

AVANT-PROPOS

La réalisation de la carte hydrogéologique Hotton-Dochamps 55/5-6 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 2006¹. L'actualisation de cette carte a été effectuée en 2014 par Samuel Wildemeersch et Ingrid Ruthy. Elle 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 (ULg) dont le site 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 l'AIEC, la commune de Manhay et la SWDE. 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 édition de la carte hydrogéologique. Pour leur relecture attentive et constructive de la carte et de la notice, nous remercions Benjamin Gérard et Laurent Piront du bureau d'études GEOLYS.

La carte hydrogéologique est basée sur un maximum de données géologiques, hydrogéologiques et hydrochimiques disponibles auprès de divers organismes. 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, deux cartes thématiques et deux coupes, géologiques et hydrogéologique, ainsi qu'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 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. (2006). Carte hydrogéologique de Wallonie, Hotton-Dochamps, 55/5-6. 1:25000. Namur, Service Public de Wallonie, Direction générale opérationnelle Agriculture, Ressources naturelles et Environnement, 1 notice explicative de 50 p. + annexes

I. INTRODUCTION

La région couverte par la carte Hotton-Dochamps se situe en Province de Luxembourg, aux portes de l'Ardenne, à une cinquantaine de kilomètres, à vol d'oiseau, de Liège et de Namur (Figure I.1). Outre les ouvrages appartenant à des particuliers, dont de nombreux agriculteurs, les eaux souterraines de cette région sont exploitées pour la distribution publique d'eau potable par l'AIEC et l'administration communale de Manhay. Les principaux aquifères exploités sur cette carte sont logés dans les formations schisto-gréseuses (fissurées et fracturées) de l'Ardenne et dans les formations cambro-ordoviciennes du Massif de Stavelot.

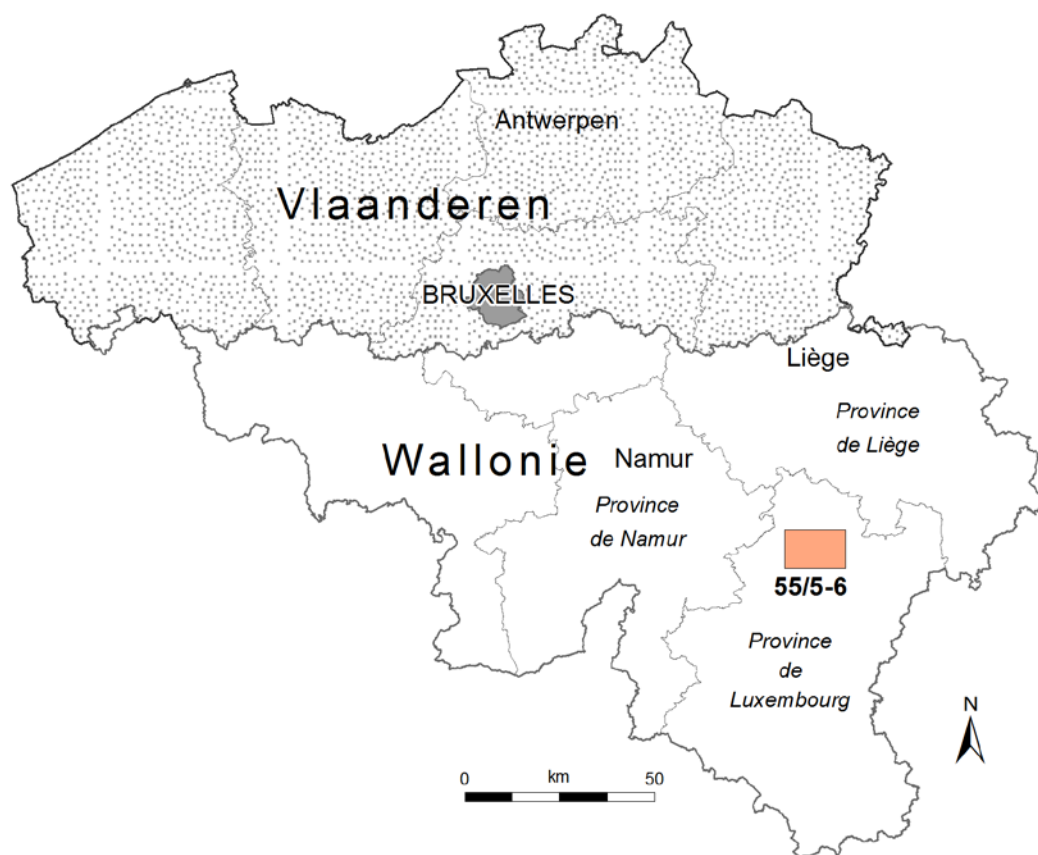


Figure I.1: Localisation de la carte Hotton-Dochamps

II. CADRES GEOGRAPHIQUE, GEOMORPHOLOGIQUE, HYDROGRAPHIQUE ET PEDOLOGIQUE

La région couverte par la carte Hotton-Dochamps est située en province de Luxembourg. Ses principales villes sont Hotton et Rendeux, suivies des communes de Marcourt, Samrée, Dochamps et Amonines.

Trois ensembles paysagers² se distinguent sur la zone cartographiée (figure II.1): l'Ensemble de la Dépression Fagne-Famenne et de sa bordure sud (09), l'Ensemble du haut plateau de l'Ardenne du nord-est (11), l'Ensemble du haut plateau de l'Ardenne centrale (12). Ce dernier ensemble occupe une très petite partie de la carte. Le faciès 'Replats et collines boisés d'Ourthe et Aisne', façonné par les rivières descendant du massif ardennais, est marqué par l'alternance des forêts et prairies entourant les villages. De cette bordure fameno-ardennaise, on monte, vers l'est, sur la 'Couronne forestière du haut plateau des Tailles, très peu habitée. Ce talus annonce les 'Sommets du haut plateau des Tailles où culmine la Baraque de Fraiture (652 m) située sur la commune de Vielsalm (carte voisine) (Droeven *et al.*, 2004).

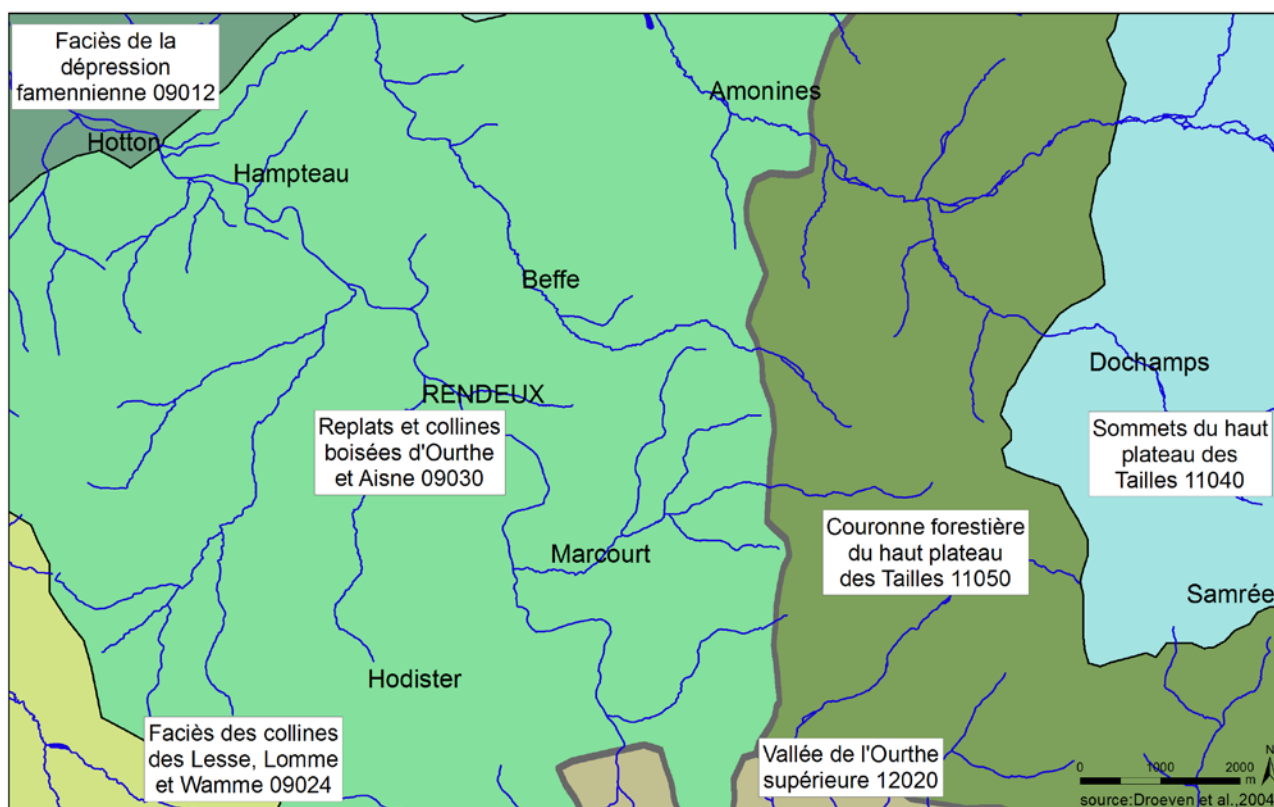


Figure II.1: Territoires paysagers - Hotton-Dochamps

Le relief de la région de Hotton-Dochamps est relativement contrasté (figure II.2). L'altitude du point bas de la carte est de 175 m, le long de l'Ourthe, dans la dépression de la Famenne. Ensuite l'altitude grimpe progressivement pour atteindre le plateau ardennais, au-delà de 550 m.

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).

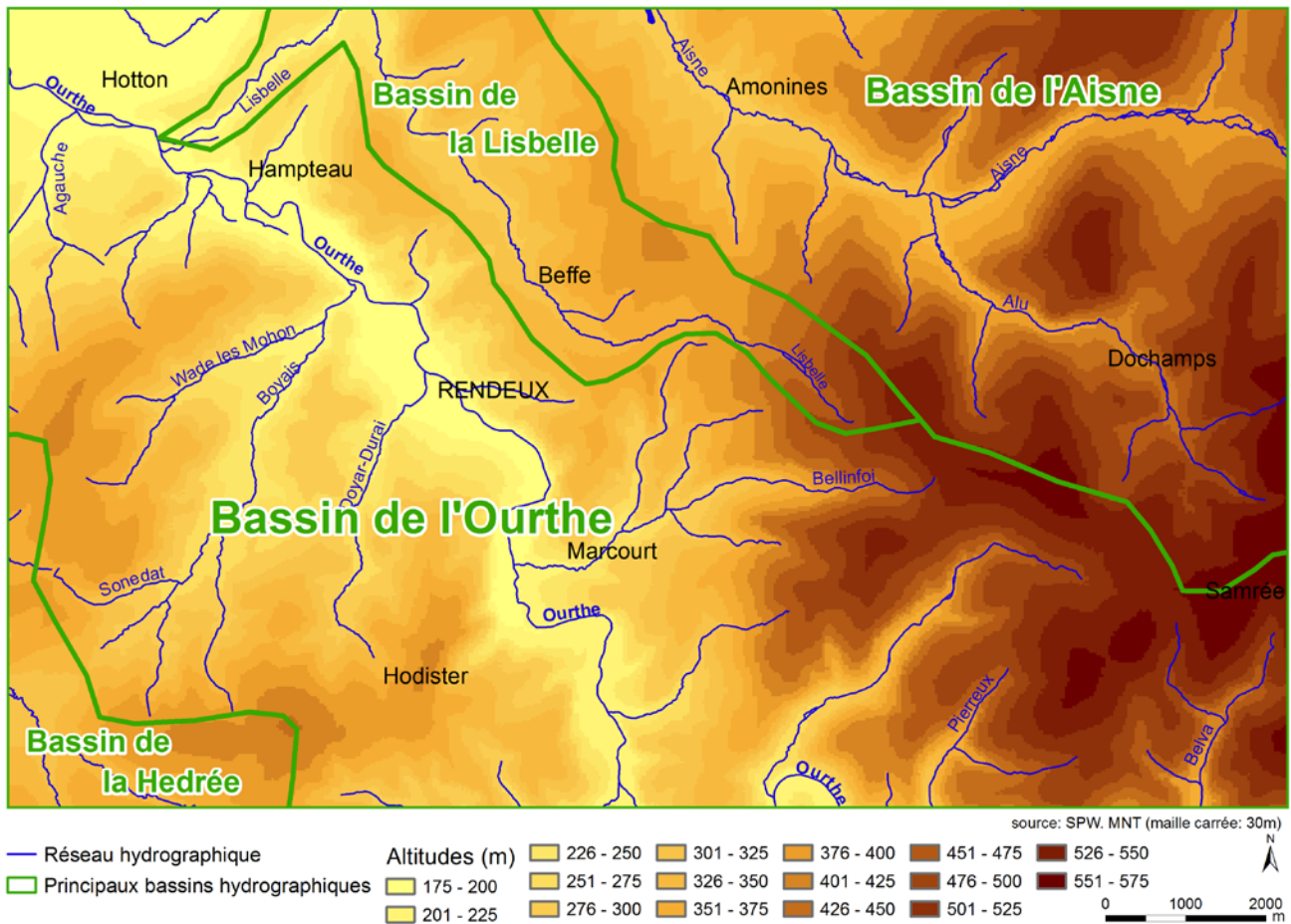


Figure II.2: Relief et bassins-versants – Hotton-Dochamps

La région couverte par la carte est située au droit de deux bassins hydrologiques majeurs: le bassin de l'Ourthe et le bassin de la Lesse. Quatre sous-bassins hydrographiques sont identifiés (Figure II.2) :

- le bassin de l'Aisne, au nord-est, qui couvre une superficie de 43,1 km² sur la carte. L'Aisne est un affluent de l'Ourthe et la rejoint à Bomal (carte 49/5-6 Hamoir – Ferrières);
- le bassin de la Lisbelle qui couvre une superficie de 15,7 km² sur la carte. La Lisbelle est le principal affluent de l'Ourthe sur cette carte (longueur: 13,6 km);
- le bassin de l'Ourthe, sensu stricto;
- le bassin de la Hedrée, au sud-ouest, qui couvre une superficie de 6,2 km² sur la carte. La Hedrée est un affluent de la Lesse.

La figure II.3 représente la carte d'occupation du sol de la région de Hotton-Dochamps (répartition selon les 6 classes du niveau 1). Ces données sont extraites de la carte numérique de l'occupation du sol wallon³. On constate que la forêt occupe la majeure partie de la carte (tableau II.1). Les centres villageois et les principales voies de communication sont aisément repérables (territoires artificialisés), ainsi que les carrières. Dans la zone boisée de la partie orientale de la carte, trois polygones rouges se détachent. Ce sont des sites d'activité extractive, ancienne, actuelle ou future. Les territoires agricoles sont essentiellement occupés par les prairies (47,3 km²).

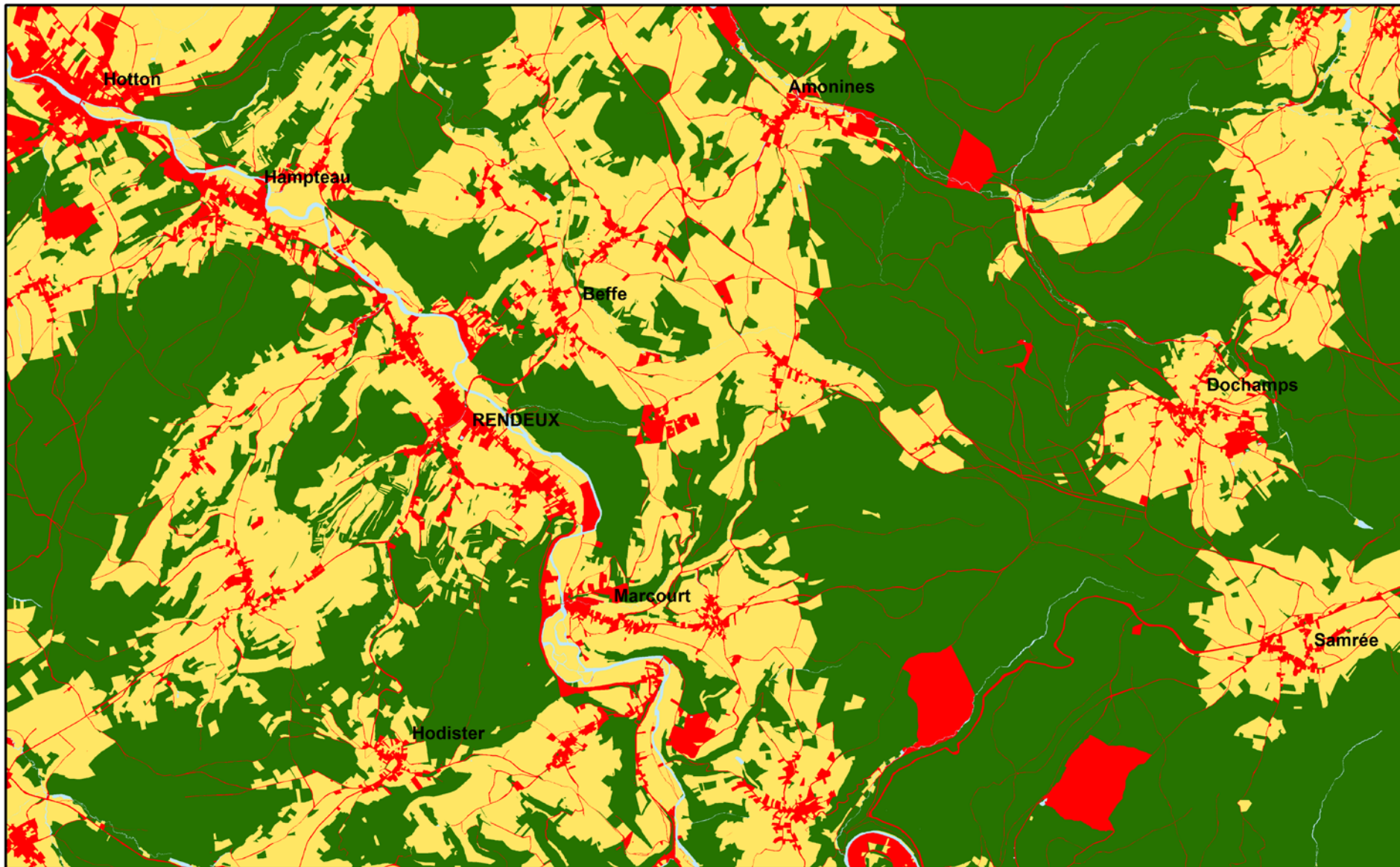
Tableau II.1: Répartition de l'occupation du sol – Hotton-Dochamps

Territoires artificialisés (dont les zones d'activité extractive)	13 km ²	8,1%
Territoires agricoles	56;5 km ²	35,5%
Forêts et milieux semi-naturels	89,5 km ²	55;9%
Surface en eau	1 km ²	0,6%
Zones humides	< 0,005 km ²	-

La carte des types de sol de Hotton-Dochamps indique une prépondérance des sols limono-caillouteux à charge schisto-gréseuse ou gréseuse et à drainage naturel favorable (figures II.5 & II.6). La nature de la charge caillouteuse des sols est directement liée à la roche-mère. Ainsi, les sols à charge calcaire se retrouvent davantage au droit des formations carbonatées; comme cela est observable dans le nord-ouest de la carte. Sur la Calestienne, les sols sont à charge calcaire ou contiennent du calcaire. Liée à la nature géologique des terrains sous-jacents, le drainage dans cette zone est très bon.

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.

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>



Occupation du sol - Niveau 1

source : PCNOSW (GW VIII/2005/doc.1022/28.04/B.L.)(DGA,SPW), couverture : Wallonie

■ Territoires artificialisés ■ Territoires agricoles ■ Forêts et milieux semi-naturels ■ Zones humides ■ Surface en eau



Figure II.3: Carte de l'occupation du sol – Hotton-Dochamps

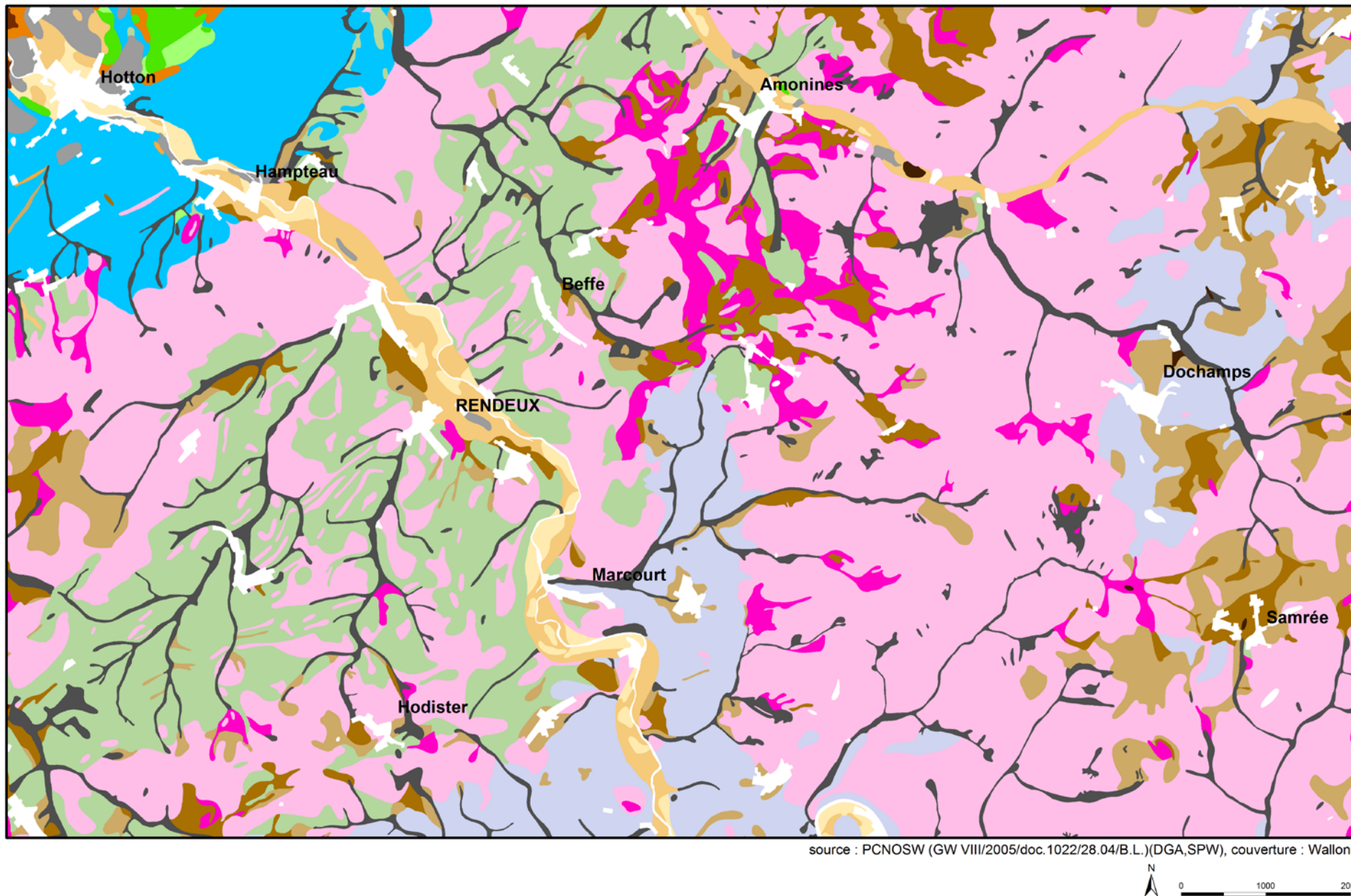


Figure II.4: Carte des types de sol – Hotton-Dochamps

-
- Sols tourbeux ou tourbières
 - Sols sableux ou limono-sableux à drainage naturel excessif ou légèrement excessif
 - Sols sableux ou limono-sableux à drainage naturel principalement modéré ou imparfait
 - Sols sablo-limoneux à drainage naturel principalement favorable
 - Sols sablo-limoneux à drainage naturel principalement modéré ou imparfait
 - Sols limoneux à drainage naturel favorable
 - Sols limoneux à drainage naturel modéré ou imparfait
 - Sols limoneux à drainage naturel assez pauvre à très pauvre
 - Sols argileux à drainage naturel favorable à imparfait
 - Sols argileux à drainage naturel assez pauvre à très pauvre
 - Sols limoneux peu caillouteux à drainage naturel favorable
 - Sols limoneux peu caillouteux à drainage naturel principalement modéré à assez pauvre
 - Sols limono-caillouteux à charge schisto-phylleuse et à drainage naturel quasi-exclusivement favorable
 - Sols limono-caillouteux à charge schisto-gréseuse ou gréseuse et à drainage naturel favorable
 - Sols limono-caillouteux à charge schisto-gréseuse ou gréseuse et à drainage naturel modéré à assez pauvre
 - Sols limono-caillouteux à charge schisteuse et à drainage naturel principalement favorable
 - Sols limono-caillouteux à charge psammitique ou schisto-psammitique et à drainage naturel principalement favorable
 - Sols limono-caillouteux à charge calcaire ou contenant du calcaire et à drainage naturel quasi-exclusivement favorable
 - Sols limono-caillouteux à charge de silice ou de gravier ou de conglomérat et à drainage naturel principalement favorable
 - Regroupement de complexes de sols de textures différentes et sur fortes pentes et de sols de fonds de vallons limoneux ou rocaillieux
 - Sols artificiels ou non cartographiés

Figure II.5: Légende de la carte des types de sol – Hotton-Dochamps

III. CADRE GEOLOGIQUE

III.1. CADRE GEOLOGIQUE REGIONAL

La carte Hotton-Dochamps se situe dans la zone axiale de l'Anticlinorium de l'Ardenne (figure III.1) (Boulvain & Pingot, 2011). Cette mégastructure géologique est composée d'un substratum cambro-silurien sur lequel reposent en discordance les formations sédimentaires dévono-carbonifères. L'axe de l'Anticlinorium de l'Ardenne est matérialisé par l'affleurement des massifs calédoniens de Rocroi, de Serpont et de Stavelot, plus spécifiquement dans la zone où s'opère un changement important de direction des couches. Ceux-ci séparent le Synclinorium de Neufchâteau-Eifel au sud, des Synclinoriums de Dinant et de Verviers au nord. Le coin nord-ouest de la carte est traversé par la Calestienne. Cette bande de calcaires dévoniens de la bordure méridionale du Synclinorium de Dinant forme un replat boutant contre le plateau ardennais.

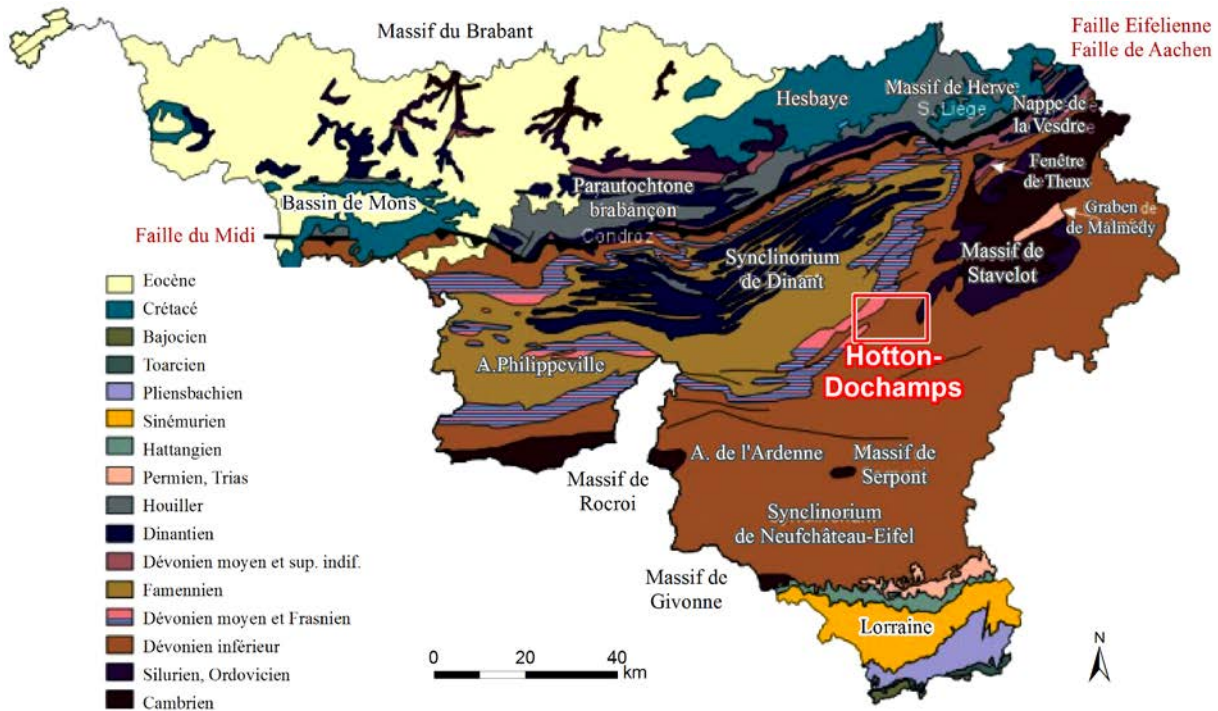


Figure III.1: Carte géologique de la Wallonie (Boulvain & Pingot, 2011; modifié)

III.2. CADRE GEOLOGIQUE DE LA CARTE

Les formations géologiques rencontrées au droit de la carte Hotton-Dochamps sont constituées de roches datant du Cambrien supérieur (Revinien) au Famennien. Elles appartiennent à l'Anticlinorium de l'Ardenne et au bord sud du Synclinorium de Dinant. Les dépôts quaternaires sont aussi présents sous forme de dépôts limoneux, de produits d'altération, d'éboulis de pentes, de colluvions ou d'alluvions modernes dans les vallées.

La description lithologique des formations et du cadre structural fait référence à la nouvelle carte géologique Hotton-Dochamps au 1/25.000 dressée par L.Dejonghe et L.Hance (2008). Cette carte géologique sert de fond à la carte hydrogéologique.

III.2.1. Cadre litho-stratigraphique

III.2.1.1. Formations du Paléozoïque

III.2.1.1.1 Cambrien

Le Cambrien est uniquement représenté par la **Formation de La Gleize (GLE)** sur la carte Hotton-Dochamps. Elle est constituée essentiellement de schistes graphiteux. Son épaisseur est de 300 m dans la partie nord du Massif de Stavelot (son épaisseur est inconnue dans la partie sud). Cette formation affleure très peu sur la carte Hotton-Dochamps et se retrouve juste dans la vallée de l'Alu, au sud de Dochamps (Figure III.2).

III.2.1.1.2 Ordovicien

Les sédiments de l'Ordovicien du Massif de Stavelot sont représentés par trois étages sur la carte Hotton-Dochamps (Tableau III.1). Ils forment le *Groupe de la Salm*. Ils affleurent dans la partie est de la carte (Figure III.2).

Tableau III.1: Ordovicien de la carte Hotton-Dochamps

Système	Série		Etage	Groupe	Formation
Ordovicien	Moyen	Llanvirn	Darrivillien	Salm	Bihain
		Arening			Volkhorien
	Inférieur		Trémadoc		Trémadocien

Trémadocien

Le Trémadocien est représenté par la **Formation de Jalhay (JAL)**. Elle est composée de schistes, phyllades et quartzophyllades vert olive, vert bleu ou gris foncé à noir (localement colorations violacées). Vers la base, des bancs des grès contenant parfois des fragments de schistes noirs sont observés. La formation est divisée en trois membres, de bas en haut, *Solwaster*, *Spa* et *Lierneux*. Difficilement distinguables, ils n'ont pas été différenciés cartographiquement. L'épaisseur de cette formation est de plus de 400 m dans la région-type de Jalhay.

Volkhorien

Le Volkhorien est représenté par la **Formation d'Ottre (OTT)**. Celle-ci est constituée de schistes phylladeux et de quartzophyllades bordeaux à violacés (parfois verdâtres). La formation comporte trois membres, de bas en haut, *Meuville*, *Les Plattes* et *Colahan*. Difficilement distinguables, ils n'ont pas été différenciés cartographiquement. L'épaisseur de la Formation d'Ottre est d'environ 150 m.

Darriwillien

Le Darriwillien est représenté par la **Formation de Bihain (BIH)**. Elle est essentiellement composée de quartzophyllades noirs et de schistes gréseux avec de minces bancs de grès. Deux membres s'y distinguent, de bas en haut, *Ruisseau d'Oneu* et *Salm-Château*. Ils n'ont pas été cartographiés séparément. L'épaisseur de cette formation est supérieure à 180 m au Sud du Massif de Stavelot. Toutefois, la formation est tronquée par faille sur la carte Hotton-Dochamps.

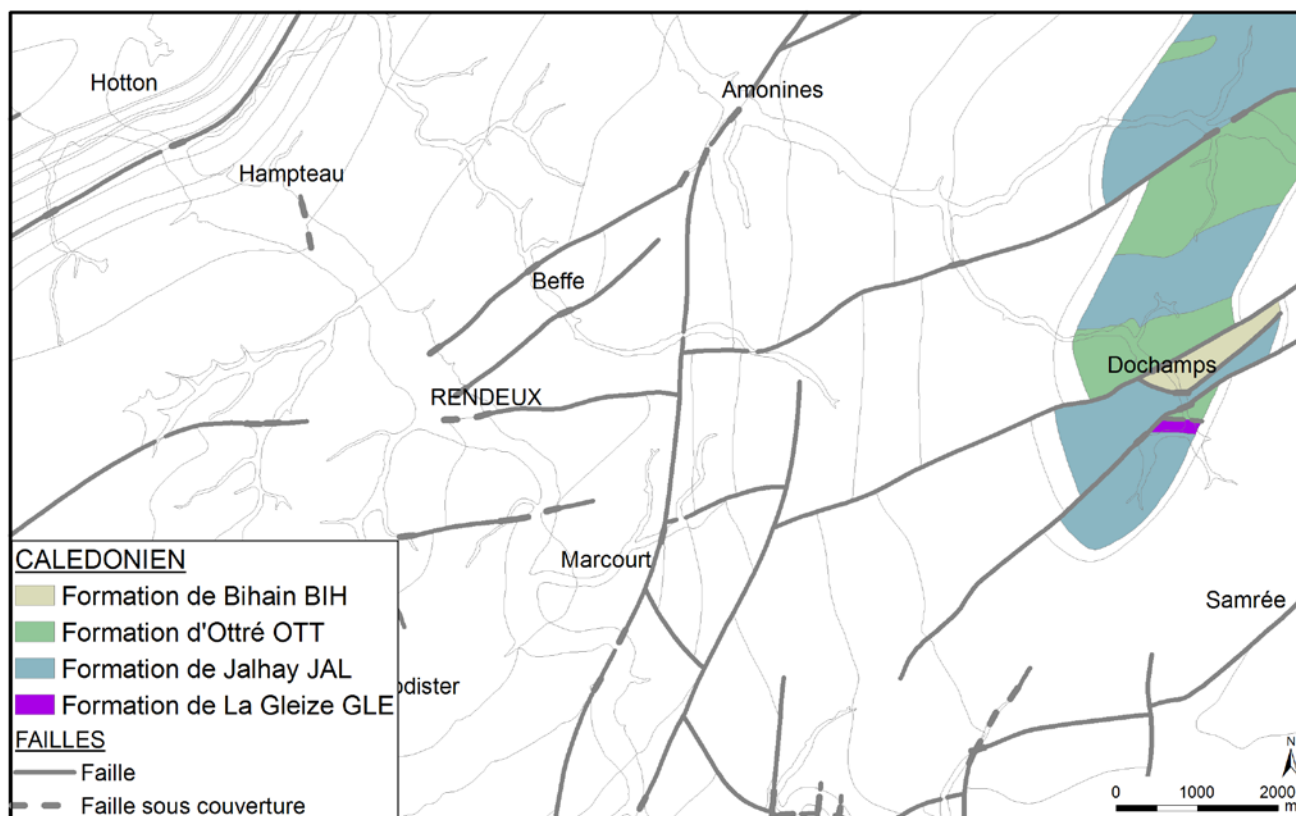


Figure III.2: Terrains calédoniens du Massif du Stavelot – Hotton-Dochamps

III.2.1.1.3 Dévonien

Tous les étages du Dévonien sont représentés sur la carte Hotton-Dochamps, depuis le Lochkovien au Famennien (Figure III.3).

Lochkovien

Trois formations représentent le Lochkovien sur la carte Hotton-Dochamps. Elles occupent environ un tiers de la carte (partie orientale). Tout d'abord, la **Formation de Fépin (FEP)**. Les grès grossiers à graveleux et les conglomérats, parfois kaolineux, dominent largement (Godefroid et *al.*, 1994). Toutefois, sur la planchette 55/6 Dochamps, cette formation présente une composition différente, à dominance de shales et de siltites bordeaux. Les grès graveleux conglomératiques se rencontrent plus souvent dans la partie supérieure de la formation qu'à sa base. Ils sont parfois

surmontés par des grès grossiers. En conséquence, les auteurs de la carte géologique ont adopté les critères cartographiques suivants pour caractériser cette formation: «*La Formation de Fépin englobe les shales et les siltites qui surmontent directement le socle du Massif de Stavelot et qui incorporent des niveaux de plusieurs mètres d'épaisseur de grès graveleux à conglomératiques. Elle englobe également les niveaux de grès grossiers qui surmontent par endroits quasi directement les niveaux de grès graveleux à conglomératiques*» (Dejonghe, 2008). Son épaisseur est très variable, d'environ 20 m au SE des Frêyeneu à 220 m dans la vallée de l'Alu, au NW de Dochamps.

La Formation de Mondrepuis fait défaut dans la région Hotton – Dochamps, par conséquent, la **Formation d'Oignies (OIG)** suit directement la Formation de Fépin. Cette formation est caractérisée par des niveaux de grès grossiers à bancs bien individualisés surtout dans la partie inférieure et par d'assez nombreux niveaux de grès argileux, micacés, gris verdâtre, parfois avec d'abondants points limoniteux rouille et des niveaux de siltites vertes ou bigarrées. Les grès sont parfois quatzitiques. Son épaisseur est comprise entre 700 m et 1200 m.

La **Formation de Saint-Hubert (STH)** est la dernière formation de cet étage. Elle est essentiellement constituée de shales verts, localement cellulés et de siltites vertes ou vert gris avec parfois des intercalations lenticulaires de niveaux épais de grès et de quartzites. Son épaisseur est comprise entre 550 et 700 m sur la planchette 55/6 Dochamps.

Praquien

Anciennement appelé le Siegenien, Le Praquien marque l'extension maximale de la transgression éo-dévonienne. Il débute par la **Formation de Mirwart (MIR)** caractérisée par une alternance irrégulière de phyllades, schistes et siltites bleu noir avec des quartzophyllades et des bancs ou des lentilles de quartzites et grès quatzitiques de teinte claire. Sa puissance, dans la région d'Hotton-Dochamps, est de l'ordre de 1050 m au bord SW du Massif de Stavelot.

La **Formation de Villé (VIL)** est caractérisée par des alternances de phyllades (shales, schistes et siltites) bleu sombre à lamines gréseuses rouille, de siltites et grès argileux gris ou bleus en bancs pluridécimétriques et de grès bleus, carbonatés, fossilifères, cariés superficiellement et limoniteux, en bancs pluridécimétriques. Localement, on observe le passage des grès carbonatés à des calcaires gréseux crinoïdiques, parfois noduleux. On observe aussi accessoirement des grès et quartzites parfois légèrement micacés. Son épaisseur est assez variable, comprise entre 250 m et 550 m.

La **Formation de La Roche (LAR)** est composée essentiellement de phyllades, phyllades silteux ou schistes phylladeux. Accessoirement, les phyllades renferment des intercalations de roches siliceuses, en nodules, en lentilles, en bancs isolés ou en paquets de bancs. Il s'agit de siltites, grès argileux et quartzites. La puissance totale de cette formation dans la région d'Hotton – Dochamps est estimée entre 300 m et 430 m.

Le **regroupement des formations de Jupille (JUP) et de Pèrnelle (PER)** est marqué par l'abondance de paquets de bancs très lenticulaires (pluricentimétriques à pluridécimétriques) de

grès parfois laminaires, parfois argileux. Ces niveaux gréseux sont intercalés dans des phyllades gris bleus. Cette formation est, en de nombreux endroits, tronquée par les failles, rendant difficile l'estimation de son épaisseur. Elle est comprise entre 420 m et plus de 600 m (aux alentours de Marcourt et de Jupille).

La **Formation de Pesche (PES)** marque la fin du Praguien. La limite avec l'Emsien est placée dans la partie inférieure de la formation. Elle est constituée par des shales et siltites gris bleu avec localement une tendance plus gréseuse et micacée ou encore noduleuse. On y observe aussi de minces bancs de grès argileux à ciment carbonaté, fossilifères, gris bleu et des bancs très lenticulaires (pluricentimétriques à métriques) de grès, grès quartzitiques et de quartzites. Sa puissance est d'environ 700 m.

Emsien

L'Emsien affleure uniquement sur la planchette 55/5 Hotton (Figure III.3). La direction des couches est SW-NE, elle se redresse dans la partie septentrionale de la carte.

La **Formation de Vireux (VIR)** est caractérisée par des quartzites et des grès plus ou moins pélitiques séparés par des bancs de shales et de siltites. La limite entre cette formation et la formation sous-jacente n'est pas évidente dans la région couverte par la carte Hotton–Dochamps. Les auteurs de la carte géologique ont, par conséquent, décidé de regrouper ces deux formations (*regroupement des Formations de Pesche et de Vireux (PV)*). L'épaisseur cumulée des Formations de Pesche et de Vireux est d'environ 700 m. L'apparition de la Formation de Vireux se traduit donc par une diminution de l'épaisseur de la Formation de Pesche.

La **Formation de Chooz (CHO)** est constituée principalement de shales et siltites bordeaux, rouges, verts et bigarrés où s'intercalent des lentilles et bancs de grès rouges ou verts plus ou moins argileux, en paquets pouvant dépasser 10 m d'épaisseur. Au sommet, les grès sont plus grossiers et lithiques. L'épaisseur de cette formation varie entre 600 m et 800 m.

La **Formation d'Hampteau (HAM)** marque la fin de l'Emsien. Elle se caractérise par des masses souvent épaisses de grès grossiers fréquemment graveleux ou avec des galets (centimétriques à pluricentimétriques) de quartz ou de grès. On observe quelques bancs de poudingues à éléments pluricentimétriques dans la partie supérieure. Ces masses gréseuses sont séparées par des niveaux de shales et de siltites. Deux membres sont identifiés, en bas, le *Membre de Hamouïle* et, en haut, le *Membre de Chaieneu*. La limite entre ceux-ci n'est pas aisée à établir sur cette carte, ils n'ont donc pas été distingués cartographiquement. L'épaisseur de la formation est assez variable, environ 500 m au SW à environ 1000 m au NE. Cette formation est à cheval sur l'Emsien supérieur et l'Eifelien inférieur.

Eifelien

L'Eifelien affleure sur une petite partie NW de la carte (Figure III.3).

La **Formation de Saint-Joseph (STJ)** est composée de shales, de schistes à siltites carbonatées, verts à bruns contenant de nombreux débris de coquilles et de crinoïdes. Son épaisseur n'est pas

déterminable sur cette carte. Pour information, elle est estimée à quelques dizaines de mètres sur la carte voisine d'Aye – Marche-en-Famenne.

La **Formation de l'Eau Noire (ENR)** est caractérisée par des shales et des schistes silteux vert brun à ciment carbonaté, bioclastique à nombreux débris de coquilles, crinoïdes et coraux solitaires, contenant des nodules de calcaire gris crinoïdique et coquiller. Son épaisseur n'est pas déterminable sur cette carte. Pour information, elle est estimée à quelques dizaines de mètres sur la carte Aye – Marche-en-Famenne. Ces deux dernières formations sont à cheval sur l'Emsien supérieur et la base de l'Eifelien.

La **Formation de Jemelle (JEM)** est composée de shales et de schistes silteux verts à ciment carbonaté régulièrement fossilifère avec essentiellement des coquilles de brachiopodes, des crinoïdes et des tabulés. Des lentilles et des nodules de calcaires sont fréquemment observés ainsi que des bancs centimétriques de grès silteux. Son épaisseur n'est pas déterminable sur cette carte. Pour information, elle est estimée à 300 m sur la carte Aye – Marche-en-Famenne.

Vu la grande ressemblance lithologique des Formations de Saint-Joseph, de l'Eau Noire et de Jemelle, les auteurs de la carte géologique ont décidé de les regrouper (*regroupement des Formations de Saint-Joseph, de l'Eau Noire et de Jemelle, SJ*).

La **Formation de la Lomme (LOM)** débute par un niveau, de 10 à 20 m d'épaisseur, de quartzite beige à ciment légèrement carbonaté et de grès argileux légèrement micacé et carbonaté, avec des passages de shales et siltites. Il est surmonté par des shales et siltites incorporant des lentilles ou bancs de calcaire argileux. Au centre de la formation, ce sont principalement des shales gréseux (épaisseur estimée entre 130 et 150 m). Au sommet se trouve un niveau de grès/quartzite (environ 20 m d'épaisseur), entouré par des calcaires, des calcaires dolomitiques, parfois gréseux, des shales, des calcschistes, des grès argileux. L'épaisseur de la Formation de la Lomme est comprise entre 160 m et 190 m.

La **Formation d'Hanonet (HNT)** clôture l'Eifelien et marque le passage de l'Eifelien au Givetien. Elle est constituée de calcaires argileux en bancs minces et localement de calcschistes. Son épaisseur n'est pas déterminable sur cette carte. Pour information, elle est estimée à moins d'1 m à 50 m sur la carte Aye – Marche-en-Famenne. Les caractères de la Formation d'Hanonet ne se distinguent pas nettement dans la région couverte par la carte Hotton – Dochamps, par conséquent, elle est regroupée avec la Formation de la Lomme (*regroupement des formations de Lomme et Hanonet (LH)*).

Givetien

Le Givetien affleure dans le coin NW de la carte Hotton-Dochamps. La direction générale des couches est SW-NE.

La **Formation de Trois-Fontaines (TRF)** est composée de calcaires crinoïdiques surmontés d'un biostrome à stromatopodes. On observe ensuite des calcaires fins, localement finement laminaires avec quelques passées bioclastiques.

La **Formation des Terres d'Haur** (**THR**) est caractérisée par un calcaire argileux foncé en bancs minces. D'une façon générale, cette formation est plus argileuse que la Formation de Trois-Fontaines. En l'absence de variation lithologique franche, ces deux formations sont regroupées cartographiquement (*regroupement des formations de Trois-Fontaines et de Terres d'Haur (TT)*). L'épaisseur de ce regroupement est d'environ 250 m.

La **Formation du Mont d'Haur** (**MHR**), épaisse d'environ 200 m, est constituée de calcaires massifs alternant avec des calcaires fins en bancs épais ainsi que de calcaire gris moyen à accumulations d'organismes de type biostrome.

La **Formation de Fromelennes** (**FRO**) est divisée en trois membres. De la base au sommet :

- *Membre de Flohimont* : calcaire argileux fossilifère alternant avec des passées de shales et schistes ;
- *Membre de Moulin Boreux* : calcaires fins parfois dolomitiques et calcaires construits par des stromatopodes ;
- *Membre du Fort Hulobiet* : calcschistes et calcaires argileux et/ou coquilliers.

Ces membres n'ont pas été distingués cartographiquement sur cette carte. Dans la région d'Hotton, l'épaisseur de cette formation est d'environ 200 m.

Les **Formations de Nismes** (**NIS**) et de **Presles** (**PRE**) sont regroupées sur la carte Hotton – Dochamps. L'épaisseur de l'ensemble est, dans la région couverte par la carte, d'environ 30 m. La Formation de Nismes est essentiellement constituée de shales avec des nodules calcaires épars ou alignés selon la stratification et quelques lentilles ou bancs de calcaires. La Formation de Presles est composée de calcaires argileux avec plusieurs niveaux d'hématite oolithique et de shales fins. La Formation de Nismes marque la limite entre le Givetien et le Frasnien.

Frasnien

La **Formation du Moulin Liénaux** (**MLX**) est, sur la carte Hotton–Dochamps ; représentée par deux membres (le Membre de l'Arche n'est pas présent). De bas en haut :

- *Membre de Chalon*: shales alternant avec des petits bancs de calcaires argileux. Au sommet, les bancs calcaires sont plus développés. Son épaisseur varie de 5 à 7 m.
- *Membre de l'Ermitage*: shales avec alignements de nodules calcaires et bancs de calcaires noduleux. L'épaisseur de ce membre est variable et peut atteindre 110 m.

Ces membres n'ont pas été distingués cartographiquement sur la carte étudiée.

La **Formation de Grands Breux (GBR)**, épaisse d'environ 150 m, est divisée en deux membres sur la carte Hotton-Dochamps (le Membre du Lion n'est pas présent). De bas en haut:

- *Membre de Bieumont*: calcaires argileux, noduleux, fins ou finement bioclastiques avec parfois des intercalations argileuses. Son épaisseur varie de 10 à 15 m.
- *Membre de Boussu-en-Fagne*: shales et schistes fins vert avec parfois des lits de nodules calcaires. Son épaisseur varie de 135 à 140 m.

Ces membres n'ont pas été distingués cartographiquement sur la carte étudiée.

La **Formation de Neuville (NEU)** est composée de shales fins, brun verdâtre, à nombreux nodules carbonatés passant à des calcaires très noduleux. Son épaisseur est estimée à environ 20 m.

La **Formation de Barvaux (BAR)** est constituée de schistes fins, violacés et/ou verts, avec des lentilles gréseuses intercalaires. Son épaisseur n'est pas déterminée sur la carte Hotton-Dochamps. A titre informatif, la puissance de la Formation de Barvaux sur la carte Aye – Marche-en-Famenne est comprise entre environ 10 m et plus de 90 m.

Famennien

La **Formation de la Famenne (FAM)** n'est présente que sur une petite zone située au nord-ouest de la carte. Elle est constituée de shales et schistes verts, parfois brun violacé à noirs, à intercalations lenticulaires de siltites gréseuses et/ou carbonatées.

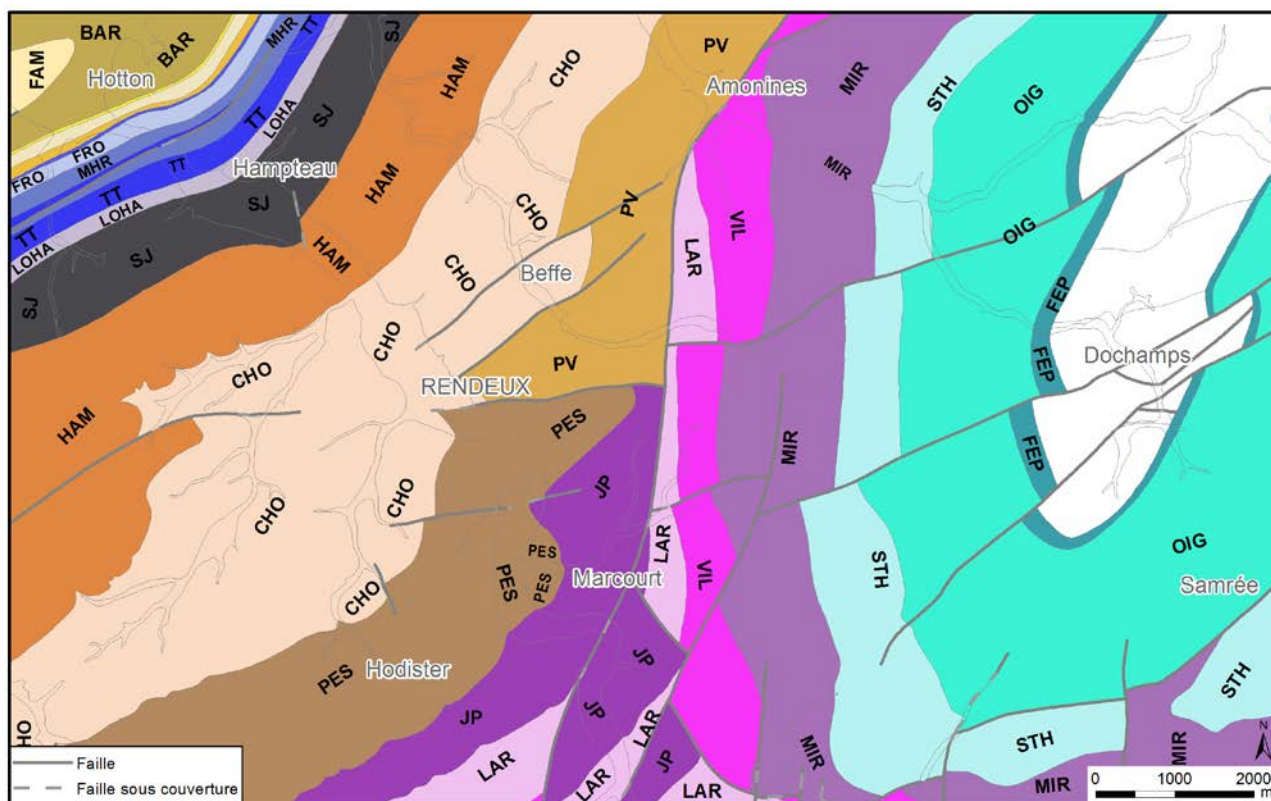


Figure III.3: Terrains varisques (Dévonien) – Hotton-Dochamps

III.2.1.2. Formations du Cénozoïque

III.2.1.2.4 Quaternaire

Les **alluvions modernes (AMO)**, localisées dans les fonds de vallée, sont formées de limon argileux, de silt, de sable et de gravier. Leur épaisseur est également variable, comprise entre quelques décimètres et quelques mètres. La plaine alluviale est constituée d'une série de tronçons tantôt larges, tantôt étroits, conditionnés par la nature lithologique du substratum. En aval d'Hotton, la plaine alluviale s'élargit après le passage des formations carbonatées. On arrive dans la dépression de la Famenne.

D'**autres dépôts quaternaires** sont aussi observés sur la carte Hotton – Dochamps. Ils ne sont pas cartographiés sur la carte hydrogéologique. Une couverture constituée par des limons d'origine éolienne (loess) s'étend sur l'ensemble de la région avec des épaisseurs variables selon l'endroit (pente douce ou replat et pente raide). Répartis au travers de la carte, des formations anthropiques sont également observées (remblais, décharges...), ainsi que des éboulis, dépôts de pente et colluvions.

III.2.2. Cadre structural

Trois grands ensembles tectoniques se distinguent sur la carte Hotton – Dochamps (Figure III.4). Dans le coin NW se trouve le bord méridional du Synclinorium de Dinant. Lui succède l'Anticlinorium de l'Ardenne, exposant les formations du Dévonien inférieur. Dans le coin NE se trouvent les formations cambro-ordoviциennes constituant l'extrémité SW du Massif de Stavelot.

Les formations dévoniennes de l'Ardenne de cette carte appartiennent à trois sous-ensembles: le flanc NW de l'Anticlinorium de Halleux (planchette 55/5 Hotton), le flanc septentrional du Synclinal de La Roche (extrémité sud de la planchette 55/6 Dochamps) et la périphérie du Massif de Stavelot (trois-quarts nord de la planchette 55/6 Dochamps).

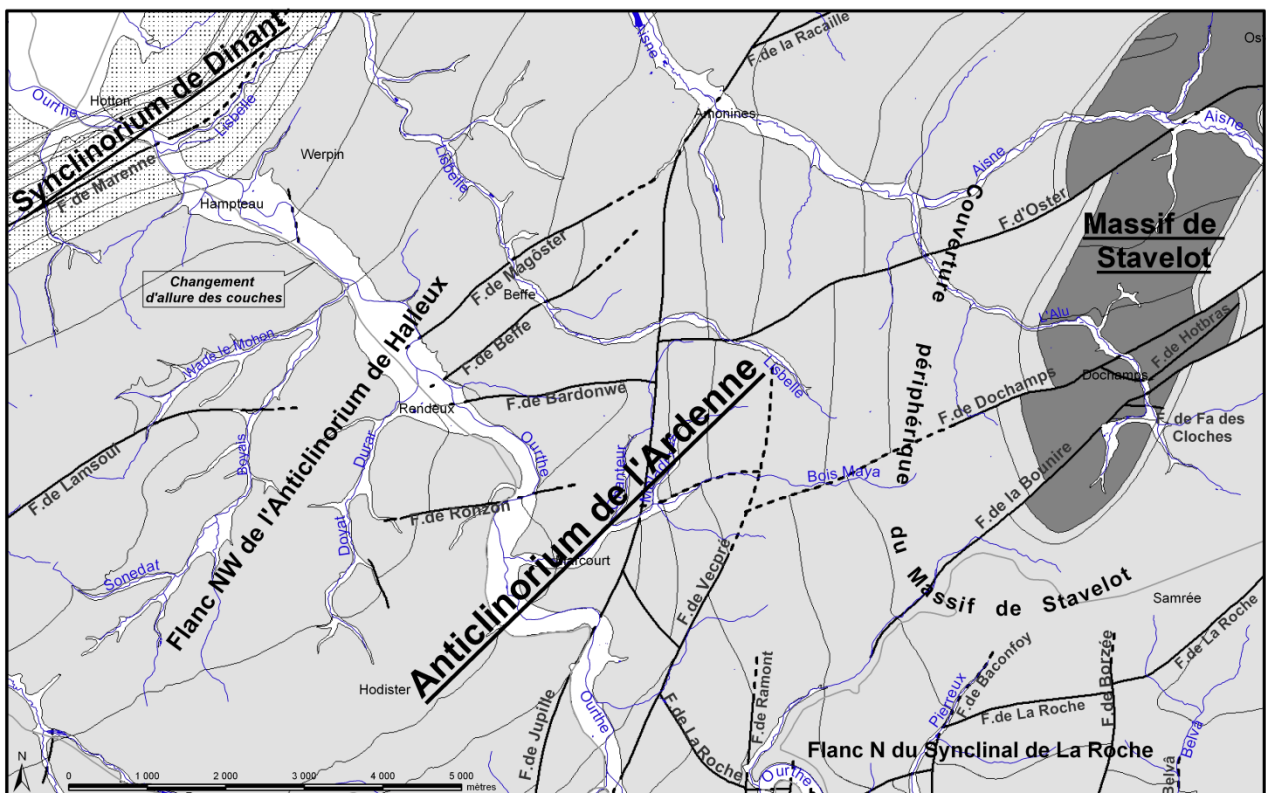


Figure III.4: Schéma de l'écorché du socle de la carte Hotton-Dochamps avec indications des principales failles

Les plis

Les formations dévoniennes de l'extrémité SW du Massif de Stavelot et de l'Anticlinorium de Halleux appartiennent à une même structure anticlinale majeure, dont la surface axiale est coudée pratiquement au niveau de la vallée de l'Ourthe. La direction de cette surface axiale passe de N45°E au droit de l'Anticlinorium de Halleux à N25°E pour les couches périphériques du Massif de Stavelot.

L'Anticlinorium de Halleux est une vaste structure en dôme à flancs peu inclinés, situé principalement sur la carte Champlon – La Roche-en-Ardenne. Son flanc NW affleure, depuis la Formation de Mirwart (SE) jusqu'à celle de Neuville (NW) sur une douzaine de kilomètres, sur la planchette 55/5 Hotton. Les couches sont en position normale jusqu'à un peu moins d'une dizaine

de kilomètres au NW de la surface axiale. Au-delà, sur environ 3 km, elles sont très redressées voire renversées. Ce changement d'allure s'opère à proximité de la limite entre les Formations d'Hampteau et de Saint-Joseph. La direction des couches dévoniennes situées dans la partie occidentale de la planchette 55/5 Hotton est de N70°E à N45°E. Vers l'est, les formations prennent une direction N45°E à N30°E, puis une orientation de plus en plus proche de la méridienne au fur et à mesure que l'on se rapproche du Massif de Stavelot (Dejonghe, 2008). Des plissements secondaires sont également observés.

La direction des couches dans le Massif de Stavelot oscille en général de 10 à 20° autour de la direction EW. Les pendages sont souvent compris entre 20 et 60°S. A proximité du Massif de Stavelot, les pendages mesurés dans les formations du Lochkovien paraissent très souvent aberrants. En effet, les pendages des couches de ces formations généralement faibles à moyens au-delà d'une centaine de mètres du contact Dévonien-Massif de Stavelot sont au contraire redressés à renversés à plusieurs endroits proches de ce contact (Dejonghe, 2008).

Les failles

Les failles et axes de fracturation jouent un rôle important dans l'hydrogéologie régionale puisqu'ils correspondent soit à des zones d'écoulement préférentiel des eaux souterraines, soit à des zones peu perméables (formant des écrans ou des seuils hydrogéologiques).

Six failles transversales sont identifiées sur la carte Hotton-Dochamps. D'ouest en est se trouve la faille de Jupille, de Vecpré, de Ramont, de Baconfoy, de Borzée et de Belvâ. Ces failles transversales sont soit de décrochement dextre (Jupille et Vecpré), soit normales (Ramont, Baconfoy, Belvâ), soit présentant une double composante, décrochante et normale (Borzée). La carte Hotton – Dochamps est coupée en deux par un couloir de décrochement dextre d'orientation N-S constitué par le prolongement des failles de Vecpré et de Jupille. Ce couloir est caractérisé par un rejet cumulé de l'ordre de 3,6 à 4 km. Toutes les formations et structures reconnues à l'est, sur la planchette 55/6 Dochamps, sont décalées vers le nord sur la planchette 55/5 Hotton.

Plusieurs failles longitudinales sont observées sur la carte Hotton-Dochamps. La faille de La Roche est une faille longitudinale normale, comme la faille de Lamsoul. Dans la région de Wahardai, il a été possible d'estimer le rejet vertical de cette dernière (de l'ordre de 300 m). De part et d'autre de la faille de Jupille, plusieurs failles longitudinales ont été identifiées. A l'ouest, on a les failles de Magôster, de Beffe, de Bardonwé et de Ronzon. La première est probablement une faille normale avec rejet horizontal d'environ 500 m. Les trois autres failles sont des failles inverses. A l'est, on a les failles de Dochamps, d'Oster, de la Bounire et la Racaille. Dans la région d'Hotton, des failles longitudinales de décrochements sont observées, la faille de Marenne (faille normale avec abaissement du compartiment S et à décrochement dextre) et des failles mineures dans l'ancienne carrière de Hampteau.

Dans le Massif de Stavelot, deux failles anté-lochkoviennes ont été identifiées, les failles de Fa des Cloches et de Hotbras.

IV. CADRE HYDROGEOLOGIQUE

Au niveau régional, hydrogéologiquement, la carte Hotton-Dochamps ne se situe pas au droit des aquifères wallons majeurs (figure IV.1). En Ardenne, les ressources en eau souterraine des terrains schisto-gréseux du Paléozoïque représentent des potentialités, certes non négligeables mais d'intérêt local. Les réserves en eau souterraine de Wallonie sont davantage logées dans les terrains calcaires dévono-carbonifères.

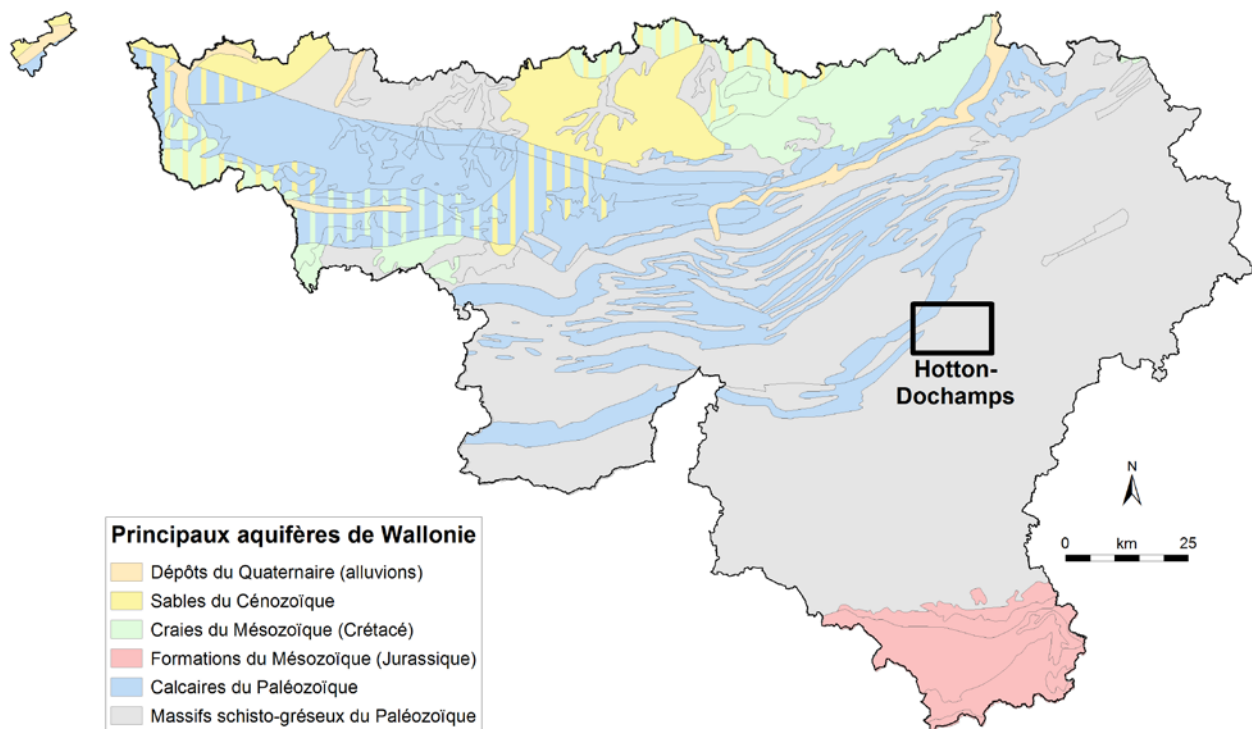


Figure IV.1: Principaux aquifères de Wallonie – Carte de Hotton-Dochamps (SPW-DGO3, 2013; modifié)

Quelle que soit la formation géologique, de l'eau y est présente. 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 la plupart des différentes 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.

La classification des formations géologiques en unités hydrogéologiques de la carte Hotton-Dochamps diffère légèrement de celle de certaines cartes avoisinantes. Ces différences s'expliquent, entre autres, par des changements de faciès au sein d'une même formation géologique. Cartographiquement, quelques discontinuités sont observées avec certaines cartes voisines. Elles sont expliquées dans le chapitre consacré à la méthodologie ([Paragraphe IX.1.1](#)).

Les unités hydrogéologiques définies sur la carte Hotton-Dochamps sont décrites ci-dessous dans l'ordre stratigraphique. Elles sont reprises de manière synthétique en fin de chapitre (tableau IV.2).

IV.1.1. Unités hydrogéologiques du Cambro-silurien⁴

Les terrains du Paléozoïque inférieur de la carte Hotton-Dochamps appartiennent tous au Massif calédonien de Stavelot. Ils affleurent dans la partie orientale de la carte. Trois unités hydrogéologiques y sont définies.

IV.1.1.1. Aquiclude à niveaux aquitards du socle cambro-silurien

Sur la carte Hotton-Dochamps, deux formations composent cette unité hydrogéologique: La Gleize et Otré. Sur cette carte, la Formation de La Gleize est essentiellement schisteuse et, par conséquent, est très peu perméable. Cette caractéristique devrait conduire, ici, à classer cette formation en tant qu'aquiclude du Cambro-Silurien. Cependant, vers le nord du Massif de Stavelot, cette formation est composée d'une alternance de schistes et de quartzophyllades. Ainsi, dans un souci de continuité avec les unités hydrogéologiques définies pour le Massif de Stavelot, la Formation de La Gleize est intégrée, sur la présente carte, malgré son faciès phylladeux, à l'aquiclude à niveaux aquitard du socle cambro-silurien.

La Formation d'Otré, constituée de schistes phylladeux et de quartzophyllades, est définie comme aquiclude à niveaux aquitards puisqu'il s'agit d'un terrain très peu perméable entrecoupé par quelques horizons plus perméables.

⁴ Le terme générique 'Cambro-Silurien' est utilisé même si, sur cette carte, les formations du Cambrien sont absentes.

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

Composée de schistes, de phyllades, de quartzophyllades et de bancs de grès, cette unité hydrogéologique est caractérisée comme aquitard à niveaux aquifères, les niveaux plus gréseux pouvant constituer localement des zones potentiellement exploitables. La formation géologique formant cette unité hydrogéologique est la Formation de Jalhay.

IV.1.1.3. Aquitard du socle cambro-silurien

Composée de quartzophyllades, de schistes gréseux et de minces bancs de grès, cette unité hydrogéologique est caractérisée comme aquitard puisqu'il s'agit de formations avec un potentiel hydrogéologique limité.

IV.1.2. Unités hydrogéologiques du Dévonien

IV.1.2.1. Aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur

Constituée essentiellement de shales, schistes et siltites, cette unité hydrogéologique est globalement caractérisée comme aquiclude. Toutefois, les horizons et niveaux lenticulaires de grès et de grès argileux observés dans la plupart des formations composant cette unité peuvent constituer des horizons aquifères exploitables. Dans les terrains schisteux, le remplissage des failles généralement argileux leur confère un rôle d'écran peu perméable ou de seuil hydrogéologique réduisant la circulation des eaux souterraines. Les formations regroupées au sein de l'aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur sont les Formations de Fépin, Oignies, Saint-Hubert, Mirwart, La Roche, Jupille/Pèrnelle, Pesche, Vireux et Chooz

IV.1.2.2. Aquitard à niveaux aquifères de Villé

Caractérisée par des alternances de phyllades, de siltites, de grès argileux et de grès carbonatés, la Formation de Villé se différencie des autres formations du Dévonien inférieur essentiellement du point de vue hydrogéochimique. De plus, localement, les grès carbonatés passent à des calcaires gréseux. Ces niveaux gréso-calcaires, souvent fracturés, ont une conductivité hydraulique plus importante que les horizons schisto-silteux et constituent ainsi des niveaux aquifères locaux. Les failles dans ces terrains vont jouer un rôle différent selon qu'elles affectent des roches gréseuses ou des roches silteuses. Le remplissage des fissures ouvertes dans les bancs de grès fracturés sera davantage sableux et, par conséquent, perméable, alors que dans les siltites, les fractures sont généralement colmatées par un remplissage argileux peu perméable. La Formation de Villé présente une teneur fossilifère carbonatée plus importante que les autres terrains du Dévonien inférieur. Cette caractéristique peut s'observer dans le faciès légèrement calcaire des eaux. Cette formation, s'individualisant des autres unités hydrogéologiques du Dévonien inférieur, est définie en tant qu'aquitard à niveaux aquifères de Villé.

IV.1.2.3. Aquitard à niveaux aquicludes du Dévonien inférieur

Composée d'une alternance de grès, de shales et de siltites en bancs ou blocs pluridécimétriques à métriques, cette unité hydrogéologique est caractérisée par des conductivités hydrauliques relativement faibles et est, par conséquent, définie en tant qu'aquitard à niveaux aquicludes dans les horizons silteux. Les failles joueront le rôle de seuil hydrogéologique ou de drain en fonction de la nature des roches et des produits d'altération. La formation géologique formant cette unité hydrogéologique est la Formation d'Hampteau

IV.1.2.4. Aquitard de l'Eifelien

L'aquitard de l'Eifelien est constitué par les Formations de Saint-Joseph, de l'Eau Noire et de Jemelle. Ces formations ont été cartographiées ensemble. Leur lithologie est dominée par les shales et schistes silteux à ciment carbonaté avec des nodules ou lentilles de calcaires et des bancs centimétriques de grès. Quoique les conductivités hydrauliques au sein de cet ensemble puissent varier fortement d'un niveau à l'autre il est qualifié globalement d'aquitard.

IV.1.2.5. Aquifère de l'Eifelien

Les Formations de la Lomme et de Hanonet, regroupées cartographiquement, constituent l'aquifère de l'Eifelien. Composée de grès francs et de quartzites parfois carbonatés en bancs pluricentimétriques à pluridécimétriques avec des intercalations de shales gréseux, la Formation de la Lomme offre des potentialités aquifères non négligeables dans les horizons altérés et fissurés. La Formation de Hanonet est caractérisée par des calcaires argileux et des shales carbonatés. Ces horizons présentent une conductivité hydraulique plus faible que ceux de la Formation de la Lomme.

IV.1.2.6. Aquifères des calcaires du Givetien

Les formations carbonatées du Dévonien présentent des potentialités aquifères intéressantes, étant donné une conductivité hydraulique et une porosité de fissures élevées liées à la fracturation intense et à la karstification. L'Etage Givetien de la région de Hotton – Dochamps, de la Formation de Trois-Fontaines à la Formation de Fromelennes, est à dominance carbonatée. Il s'agit de calcaires fins, parfois massifs, et généralement bien stratifiés. Quelques fines couches de shales et de schistes carbonatés s'intercalent dans la Formation des Terres d'Hairs (aquitard). Le Membre de Flohimont (Formation de Fromelennes) présente également un faciès à dominance argileuse (aquitard). Quoique présentant un comportement hydraulique différent du reste du Givetien, ils sont inclus dans cette unité étant donné qu'ils n'ont pas été distingués cartographiquement.

Ainsi, les roches carbonatées du Givetien forment un important système aquifère où la circulation des eaux souterraines peut néanmoins être localement réduite en présence de passées plus schisteuses.

D'une manière générale, les nappes calcaires karstiques sont alimentées selon deux modes distincts:

- par infiltration diffuse et retardée des eaux météoriques à travers la couverture de limons;
- par infiltration préférentielle et concentrée via les nombreuses pertes.

IV.1.2.7. Aquiclude du Frasnien

Le Frasnien comprend plusieurs formations (ou membres) à dominance argileuse. Constituées de shales et de schistes fins, ces roches présentent une conductivité hydraulique faible leur conférant un caractère aquiclude.

A la base du Frasnien, la Formation de Nismes/Presles et le Membre de l'Ermitage (Formation du Moulin Liénaux) constituent un seuil hydrogéologique formant la limite septentrionale de l'aquifère des calcaires du Givetien. Les membres de la Formation du Moulin Liénaux n'ayant pas été distingués lors du levé géologique, ils sont cartographiés ensemble sous le terme d'aquiclude.

Le Membre de Boussu-en-Fagne (Formation de Grands-Breux), la Formation de Neuville et la Formation de Barvaux, composées de shales et schistes fins avec localement des nodules calcaires ou des lentilles gréseuses, sont également définis en tant qu'aquiclude. Néanmoins, dans les niveaux carbonatés, des petites nappes peuvent se développer, permettant une exploitation très locale. Quoique présentant un faciès plus carbonaté, le Membre de Bieumont (Formation de Grands-Breux) n'est pas différencié cartographiquement du Membre de Boussu-en-Fagne, par conséquent, il est inclus dans l'aquiclude du Frasnien.

IV.1.2.8. Aquiclude du Famennien

Cette unité hydrogéologique est composée par la Formation de la Famenne qui n'est présente que sur une petite zone située au Nord-Ouest de la carte. Celle-ci est constituée principalement de shales et de schistes très peu perméables.

IV.1.3. Unités hydrogéologiques du Cénozoïque (Quaternaire)

IV.1.3.1. Aquitard limoneux (non cartographié)

Bien que non cartographiés sur la carte géologique et non repris dans le tableau synthétique 'Géologie-Hydrogéologie' du poster de la carte hydrogéologique, les limons participent au contexte hydrogéologique d'une région. Ces dépôts éoliens, 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.

IV.1.3.2. Aquifère alluvial

Les alluvions modernes sont composées principalement de graviers et de sables offrant des potentialités aquifères intéressantes, si leur extension le permet. 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.

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

Ere	Système	Série	Etage	Groupe	Formation	Membre	Lithologie	Abréviation	Hydrogéologie				
Cénozoïque	Quaternaire	Holocène			Alluvions modernes		limons argileux, silts, sables et graviers	AMO	Aquifère alluvial				
			Supérieur	Famennien	Famenne		shales et schistes à intercalations lenticulaires de siltites gréseuses et/ou carbonatées	FAM	Aquiclude du Famennien				
					Frasnien	Barvaux		schistes fins avec intercalations de lentilles gréseuses	BAR	Aquiclude			
						Neuville		shales à nodules carbonatés et calcaires noduleux	NEU				
				Grand Breux		Boussu-en-Fagne	shales et schistes fins avec lits de nodules calcaires	GBR					
				Moyen	Givetien	Moulin Liénaux	Ermitage	shales à nodules calcaires et bancs de calcaires noduleux	MLX	Aquiclude du			
						Chalon	shales avec bancs de calcaires argileux	Aquiclude					
						Nismes Presles		shales à nodules calcaires et lentilles calcaires calcaires argileux	NIS PRE	NP	Frasnien		
					Inférieur	Eifélien	Fromelennes	Fort Hulobiet	calcschistes et calcaires argileux	FRO	Aquiclude		
								Moulin Boreux	calcaires fins parfois dolomitiques et calcaires		Aquifère		
								Flohimont	calcaires argileux, shales et schistes		Aquiclude		
				Mont d'Hours			calcaires massifs et calcaires fins	MHR	des calcaires				
				Terres d'Hours			calcaires argileux	THR	Aquiclude				
			Trois-Fontaines			calcaires et calcaires fins	TRF	TT	Aquifère du Givetien				
			Dévonien	Eifélien		Hanonet		calcaires argileux et calcschistes	HNT	LOHA	Aquiclude		
						Lomme		grès et quartzites à ciment carbonaté, shales gréseux	LOM	LOHA	Aquifère de l'Eifélien		
						Jemelle		shales et schistes silteux carbonatés avec nodules calcaires et bancs de grès silteux	JEM	SJ	Aquifère de l'Eifélien		
				Eau Noire		shales et schistes silteux carbonatés avec nodules de calcaires	ENR						
				Saint-Joseph		shales et schistes à siltites carbonatées	STJ						
				Paléozoïque	Dévonien	Supérieur	Emsien	Hampreau	Chaieneu	grès grossiers et poudingues	HAM	Aquifère à niveaux aquicludes du Dévonien inférieur	
			Hamoûle					grès grossiers souvent graveleux, shales et siltites					
			Chooz						shales et siltites avec lentilles et bancs de grès plus ou moins argileux	CHO	Aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur		
			Inférieur				Praguien	Vireux		quartzites et grès avec bancs de shales et de siltites		VIR	PV
								Pesche		shales et siltites avec bancs de grès argileux carbonatés et lentilles de grès, grès quartzitiques et quartzites		PES	
								Jupille/Pèrnelle		phyllades avec bancs de grès		JUP/PER	JP
			Moyen			Lochkovien	La Roche		phyllades, phyllades silteux et schistes phylladeux avec intercalations de siltites, grès argileux et quartzites	LAR		Aquifère à niveaux aquifères de Villé	
							Villé		phyllades, siltites, grès argileux, grès carbonatés et calcaires gréseux	VIL			
							Mirwart		phyllades, schistes, siltites et quartzophyllades avec bancs de quartzites et grès quartzitiques	MIR			
						Inférieur	Saint-Hubert		shales et siltites avec intercalations de niveaux de grès et de quartzites	STH	Aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur		
							Oignies		grès grossiers et grès argileux avec des niveaux de siltites	OIG			
							Fépin		shales, siltites, grès graveleux à conglomératiques et grès grossiers	FEP			
			OrdoVICIEN	Moyen	Salm	Darrivié	Bihain	Salm-Château	quartzophyllades et schistes gréseux avec minces bancs de grès	BIH	Aquifère du socle cambro-silurien		
							Otré	Ruisseau d'Oneu	schistes phylladeux et quartzophyllades	OTT	Aquiclude à niveaux aquifères du socle cambro-silurien		
								Colahan					
				Inférieur	Trémadocien	Jalhay	Lierneux	schistes, phyllades, quartzophyllades et bancs de grès à la base	JAL	Aquifère à niveaux aquifères du socle cambro-silurien			
							Spa						
Solwaster													
Cambrien	Supérieur	Revinien	Revin	La Gleize		schistes graphiteux	GLE	Aquiclude à niveaux aquifères du socle cambro-silurien					

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

La carte Hotton–Dochamps peut être divisée en plusieurs entités hydrogéologiques. La dépression de la Famenne, au nord-ouest de la carte, est suivie par la bande calcaire de la Calestienne, elle-même suivie par une crête gréseuse allongée selon la direction NE-SW et correspondant à la Formation de Lomme (Aquifère de l'Eifelien). La majeure partie de la carte est ensuite occupée par l'Ardenne. Le Massif de Stavelot, constitué de terrains d'âge cambro-ordovicien, est localisé au nord-est de la carte. Les plaines alluviales de l'Ourthe et de ses affluents majeurs peuvent aussi constituer ponctuellement des réservoirs d'eau souterraine exploitables. Les limons, épais de quelques mètres, jouent un rôle protecteur lors de l'infiltration des eaux météoriques.

La structure de ce sous-chapitre consacré à la description de l'hydrogéologie de la région étudiée se base sur ce découpage litho-structural (figure IV.2). En l'absence de données précises, les principales informations relatives à l'hydrogéologie régionale sont déduites des observations cartographiques et de terrain, tant géologiques que géomorphologiques. Plusieurs phénomènes karstiques sont également observés dans les formations carbonatées. Ils sont localisés essentiellement dans les calcaires givetiens de la Calestienne. Ils sont détaillés dans ce chapitre.

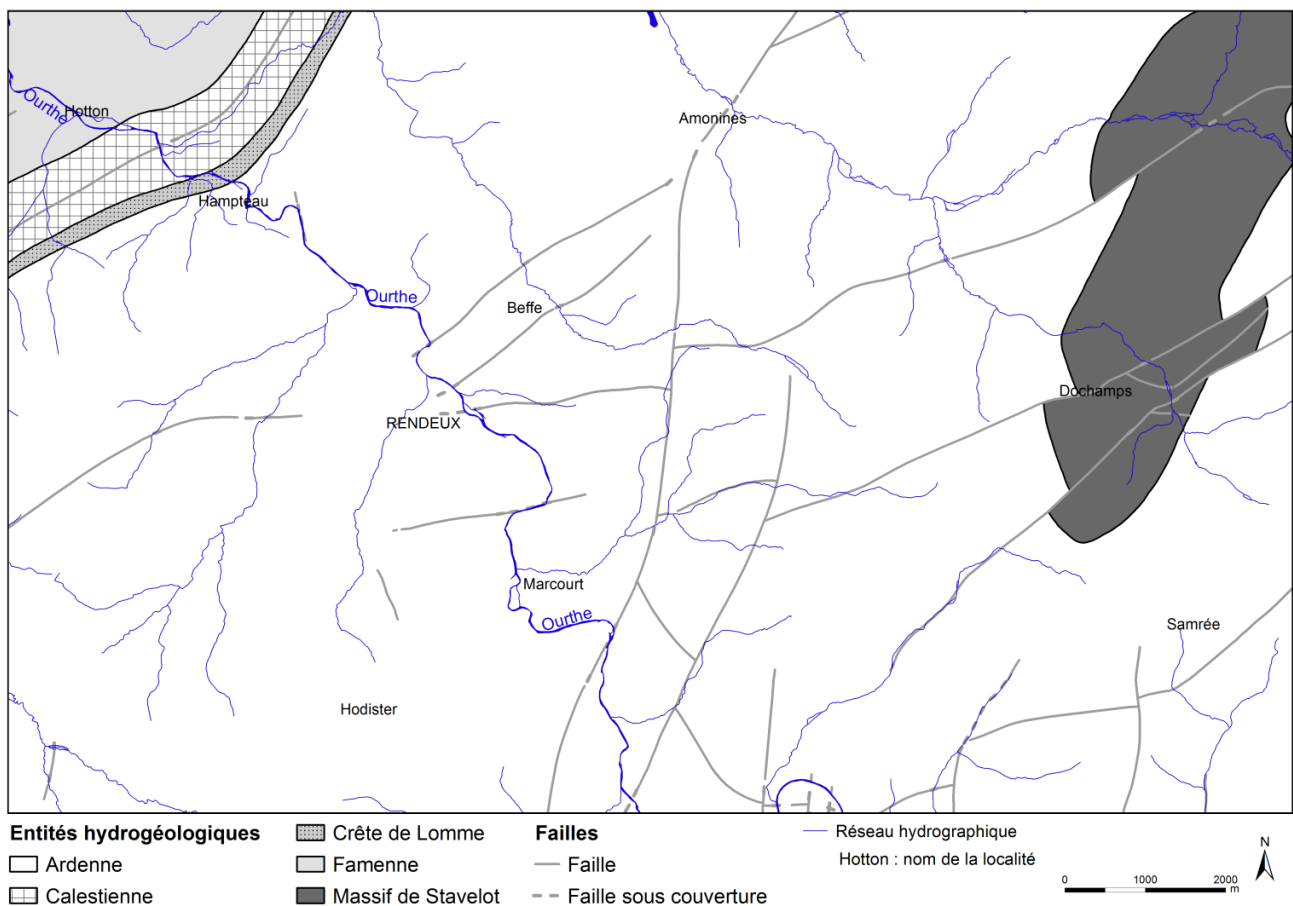


Figure IV.2: Entités hydrogéologiques de la carte Hotton-Dochamps

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

IV.2.1. La dépression de la Famenne

Quoique cette entité hydrogéologique soit qualifiée d'aquiclude (Aquiclude du Frasien essentiellement), il existe des potentialités aquifères localisées dans les horizons plus gréseux, dans les niveaux de calcaires argileux ainsi que dans les lentilles calcaires. Trois puits sollicitent cette unité hydrogéologique sur la carte Hotton-Dochamps. Les niveaux d'eau mesurés au sein de l'aquiclude sont relativement proches de la surface topographique, en corrélation avec une faible conductivité hydraulique des terrains schisto-gréseux. Pour le puits P-Jonction, l'eau est à une profondeur de 1,7 m soit à une cote d'environ 176 m (01/1996). L'eau du puits P-Atsma est à 7,1 m de profondeur, soit à une cote d'environ 179 m (03/2006).

IV.2.2. La Calestienne

D'après les données disponibles, aucun ouvrage de prise ne sollicite l'aquifère des calcaires Givetien de la Calestienne sur la carte Hotton-Dochamps. Seuls quelques piézomètres et sondes géothermiques y sont recensés, mais aucun prélèvement d'eau n'est effectué.

Plusieurs carrières ont jadis été exploitées essentiellement pour les granulats, la chaux ou encore les pierres de taille dans les Formations de Fromelennes, Trois-Fontaines et Terres d'Hours. Ces anciennes carrières abandonnées et parfois remblayées avec des déchets et matériaux divers peuvent constituer des points d'infiltration privilégiés vers les eaux souterraines, à l'instar des dolines, chantoirs et autres phénomènes karstiques. Ces chemins directs de la surface vers les eaux souterraines pour les pollutions potentielles sont donc des lieux à surveiller.

Phénomènes karstiques

Les phénomènes karstiques recensés sur la carte Hotton-Dochamps se concentrent dans la bande calcaire de la Calestienne (calcaires dévoniens). Au total, sur 28 phénomènes recensés, 5 sont des chantoirs et 5 sont des résurgences. Les autres sont des grottes, des dolines, des cavités et des abris-sous-roche (CWE PSS, 1996). Le plus remarquable de ces phénomènes est sans nul doute la grotte de Hotton qui, avec ses six kilomètres de galerie reconnus actuellement, occupe le second rang dans la liste des plus grands phénomènes karstiques du pays.

En amont de Hotton, deux zones se distinguent de part et d'autre de l'Ourthe (figure IV.3):

- en rive droite, le système karstique de la vallée de l'Isbelle;
- en rive gauche, le système karstique de la grotte de Hotton et le système karstique de la vallée de l'Agache.

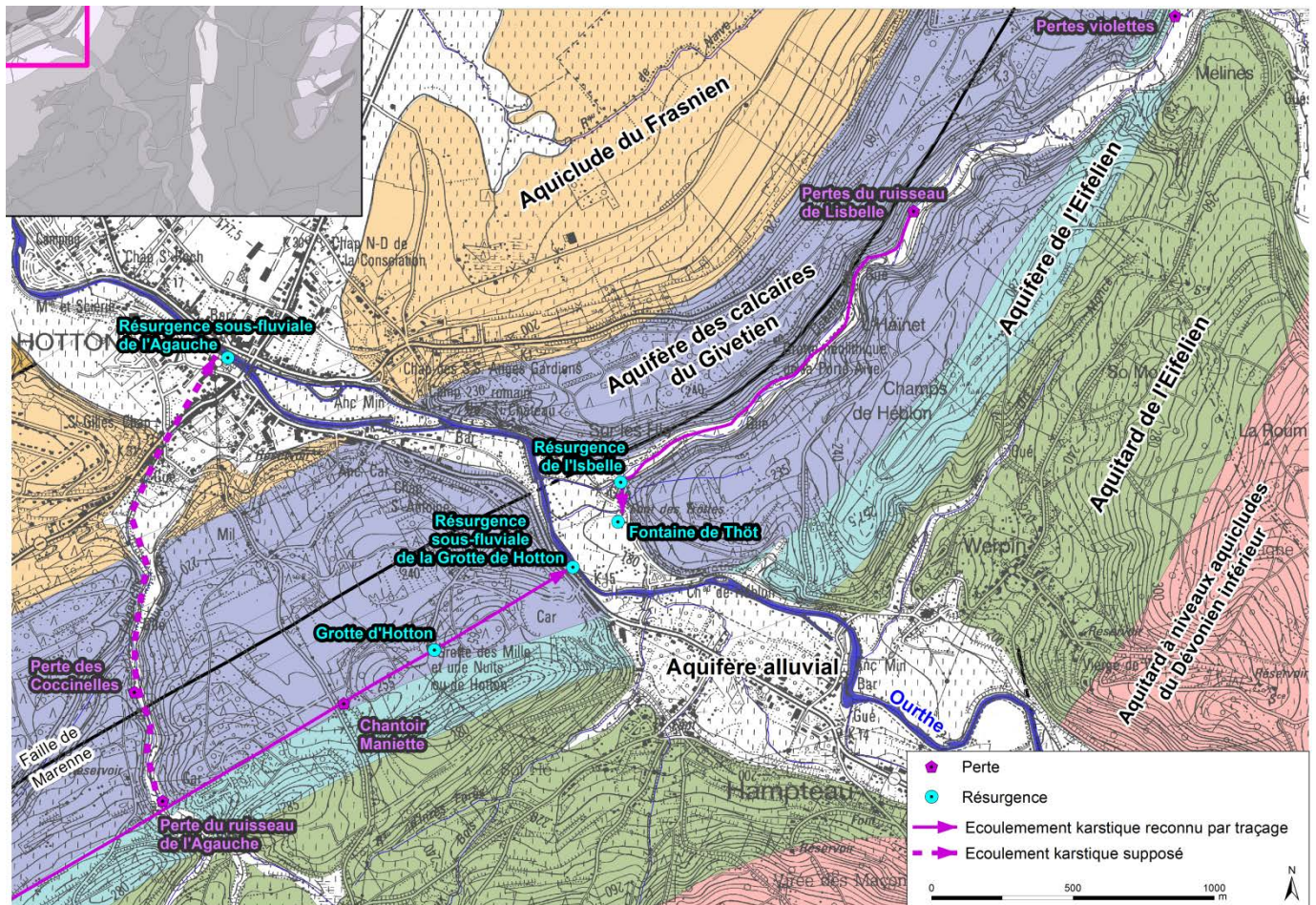


Figure IV.3: Phénomènes karstiques sur la carte Hotton-Dochamps

Système karstique de la vallée de l'Isbelle

Le ruisseau de l'Isbelle prend naissance sur les terrains schisto-gréseux du Dévonien inférieur situés sur les contreforts de l'Ardenne. Elle s'écoule, du sud-est vers le nord-ouest, sur un substratum relativement peu perméable. A Mélines, le ruisseau change de direction et de substratum. Le ruisseau de l'Isbelle s'écoule alors du nord-est vers le sud-ouest sur le substratum calcaire de la Caestienne (voir carte hydrogéologique).

La tête de ce système karstique est vraisemblablement la zone de pertes partielles pérennes à Mélines ("Pertes violettes"). Vers l'aval, le ruisseau de l'Isbelle se perd totalement dans un chapelet de pertes diffuses pérennes dans le lit du ruisseau (sur une distance de 200 m). D'autres pertes non repérées existent en aval du site sur le parcours du ruisseau. Ces eaux ressortent probablement à la résurgence de l'Isbelle (temporaire) et la Fontaine du Thôt (pérenne). Cette résurgence se situe au contact de deux formations litho-stratigraphiques distinctes (MHR et TRF+THR, cette dernière présente un faciès plus argileux). Cette relation hydrogéologique n'a jamais été prouvée par traçage en bonne et due forme. Dans le lit aérien de ce ruisseau partiellement souterrain, on peut observer plusieurs points de pertes et de résurgences temporaires fonctionnant de manière intermittente en fonction des débits.

Récemment, Grebeude (2003) a émis une nouvelle hypothèse sur le fonctionnement du système karstique de l'Isbelle. A Mélines, au sein des calcaires, on note la présence de deux petites failles

locales (en-dehors de cette carte et situées directement au nord, au niveau du méandre du ruisseau), parallèles entre elles et peu distantes l'une de l'autre, perpendiculaires à l'Ourthe et pratiquement de même direction que les bancs et que la vallée de l'Isbelle. Selon l'auteur, ces failles ont influencé la conduite des eaux de surface, induisant la création de deux systèmes hydrogéologiques distincts. *"Lorsque l'Isbelle entre en contact avec la première faille, elle change de direction, la suivant quelque temps, l'eau se perd de-ci de-là sur une certaine distance, en tout ou en partie suivant le débit, puis elle quitte cet axe, et part presque perpendiculairement, recoupe les bancs jusqu'à atteindre la seconde faille. Là l'Isbelle change à nouveau de direction, suivant la seconde faille. L'eau excédentaire, lorsqu'il y en a, s'y perd totalement, et parfois partiellement par très fort débit. Dans ce dernier cas, le trop plein réamorçait alors tout le cours aérien, et donc le lit de l'Isbelle jusqu'à son débouché dans l'Ourthe. En aval, deux résurgences distinctes, et de fonctionnement dissocié, correspondent bien aux deux niveaux de pertes de l'Isbelle, et attestent de l'existence de deux systèmes hydrogéologiques distincts."* Cette nouvelle hypothèse devrait toutefois être confirmée par des essais de traçage. Ainsi, en fonction du débit des eaux, l'activité de ces systèmes varie fortement:

- En régime normal et en période d'étiage, l'eau "perdue" au niveau de la première faille alimente la résurgence de la Fontaine de Thôt. Le cours normal de l'Isbelle est dans ce cas à sec à l'aval de ces pertes. Il s'agit de la disposition la plus fréquente (plusieurs mois par an).
- En régime de petite crue (précipitations faibles et constantes ou orages), on assiste à un phénomène de saturation des premières pertes et l'eau s'écoule ainsi plus en aval pour venir se perdre dans la seconde série de pertes diffuses, probablement au niveau de la seconde faille. L'eau de ces pertes alimente la résurgence de l'Isbelle. Le second système hydrogéologique de la vallée de l'Isbelle serait ainsi activé. Dans cette configuration, les deux systèmes fonctionnent simultanément.
- En régime de crue ou de fonte des neiges, les secondes pertes saturent également et le cours aérien de l'Isbelle est réamorçé. Cette disposition est assez rare (quelques jours à quelques semaines par an).

Des perturbations peuvent évidemment modifier ce schéma, telles que l'obstruction des pertes par des branchages, débris, cailloux et sédiments.

Système karstique de la grotte de Hotton

La grotte de Hotton correspond au collecteur d'un vaste bassin d'alimentation (18 à 20 km²). La tête de ce système karstique est vraisemblablement la perte impénétrable du Château de Verdenne (planchette 54/8), située 5-6 km à vol d'oiseau de la résurgence dans l'Ourthe. Aux eaux météoritiques (infiltration diffuse) s'ajoutent celles issues de sept ruisseaux venant des hauteurs schisto-gréseux au SSE de la bande calcaire. Aucun n'a de circulation pérenne. Ces ruisseaux s'écoulent plus ou moins parallèlement à l'Ourthe et disparaissent au niveau d'une ligne de chantoirs et de grottes orientée WSW-ENE. Cette ligne de chantoirs correspond plus ou moins à la limite entre les shales eiféliens et les calcaires givetiens. Ces pertes avaient déjà été mises en évidence au début du XX^{ème} siècle (Van den Broeck *et al*, 1910). Sur la carte Hotton-Dochamps,

on peut observer le chantoir Maniette et, vers l'ouest, le chantoir de l'Alouette (ou Perte du ruisseau de l'Agauche). Nous reviendrons sur ce dernier dans le paragraphe suivant.

Une série d'essais de traçage ont été menés au droit des pertes "Trou du Moulin", "Trou du Souci" et "Chantoir de Magnî" (planchette 54/8). Ces essais ont permis d'établir la liaison avec la Grotte d'Hotton et sa résurgence sous-fluviale dans l'Ourthe, en aval d'Hampteau.

La grotte de Hotton, découverte en 1958, se développe sur 5 niveaux dont le niveau inférieur est parcouru par une rivière souterraine. Cette cavité est une grotte-couloir, présentant une grande extension longitudinale, dépassant le kilomètre et une faible extension latérale (de l'ordre de 15 m). Elle est richement concrétionnée et riche en fossile (Givetien). On peut y observer de nombreux spéléothèmes⁵ de toutes sortes et de toutes dimensions. Elle a fait l'objet de plusieurs études spéléologiques (caractérisation du réseau, géomorphologie karstique, datations, sédimentologie...). Quinif (Grebeude et Quinif, 1993), dans le cadre d'une étude générale des dépôts de la grotte d'Hotton, a étudié plus spécifiquement la galerie supérieure en y effectuant une datation U/Th de ces planches stalagmitiques. L'âge du plancher supérieur est estimé à 376 000 années. Pour plus de détails, le lecteur est invité à consulter l'article paru sur le sujet (voir références bibliographiques).

Système karstique de la vallée de l'Agauche

En régime normal, le lit de l'Agauche est à sec en aval du chantoir de l'Alouette (perte du ruisseau de l'Agauche). Cependant, lors de périodes de fortes crues et vu que ce chantoir a été partiellement obstrué par les travaux de la carrière, la perte sature et un ruisseau se forme. Le ruisseau de l'Agauche, temporaire, se perd quelques fois au long de son parcours aérien, entre autres au droit de la perte des Coccinelles. Celle-ci alimente un sous-écoulement noyé (altitude proche de celle de l'Ourthe). Le retour en surface se fait par une résurgence sous-fluviale temporaire dans l'Ourthe, au centre du village de Hotton (Grebeude et Quinif, 1993). Cette liaison n'a pas été vérifiée par un essai de traçage.

IV.2.3. La crête développée sur la Formation de Lomme (Aquifère de l'Eifelien)

Les grès, parfois carbonatés, constituent la lithologie dominante de la Formation de la Lomme. Localement, des horizons de calcaires argilo-gréseux, de grès argileux et de siltites sont observés. Cette formation affleure en une bande orientée NE-SW et dont la largeur ne dépasse pas 300 m.

Deux types de nappe peuvent être rencontrés dans ces terrains:

- Une nappe superficielle développée dans le manteau d'altération dont l'importance est directement liée au taux d'altération de la roche-mère. Les grès s'altérant en sables peuvent contenir un aquifère intéressant, par contre, les siltites s'altérant en argile sont pratiquement imperméables. Les réserves de ces nappes superficielles sont variables et

⁵ Spéléothème: terme désignant tous les dépôts minéraux dans une grotte (stalactites, coulées stalagmitiques, fleurs minérales, etc).

soumises aux variations climatiques. L'eau qu'elles renferment est, en outre, particulièrement sensible aux activités anthropiques en surface.

- Une nappe plus profonde logée dans les fissures et fractures de la roche. L'importance de cet aquifère sous-jacent est liée au degré de fissuration de la roche. Si leur remplissage est perméable, le rôle des failles est notoire car elles sont capables de drainer des quantités importantes d'eau logée dans la zone d'altération du socle. C'est généralement le cas dans les formations gréseuses. Par contre, dans des terrains silteux, le remplissage des failles est souvent argileux ce qui leur confère un rôle d'écran ou de seuil hydrogéologique. Les failles peuvent aussi compartimenter l'aquifère en mettant en contact des couches de lithologie différente.

Les niveaux de siltites peuvent jouer localement le rôle de barrière hydrogéologique en réduisant la circulation des eaux souterraines (aquitard).

Des investigations de terrains, tant des campagnes de prospection géophysique que des forages et essais hydrogéologiques, permettraient de mieux définir les potentialités aquifères de cette zone.

Dans le cadre du plan de réhabilitation de la carrière "L'Alouette" à Hotton (Figure IV.4), plusieurs études environnementales ont été réalisées sous la tutelle de la SPAQuE (FUL, 1994; Tauw, 2003). Cette ancienne carrière de grès arkosique (Formation de la Lomme) a été exploitée jusqu'au début des années 1990 comme décharge. Il s'agit principalement d'un dépôt de déchets inertes et verts avec néanmoins quelques irrégularités (déchets agricoles et ménagers et encombrants). Quelques forages ont été exécutés dans le massif de déchets et aux alentours immédiats et des niveaux d'eau ont été mesurés. A la figure IV.5 sont reprises les cotes piézométriques au droit du piézomètre P1. En octobre 2003, l'eau dans le piézomètre P101 (Zref:255 m) était à 47 m de profondeur et le piézomètre P201 (Zref:261 m) était tari. Ne disposant pas d'une chronique sur plusieurs années, aucune conclusion définitive ne peut être formulée. Il est important de noter que cette décharge présente un risque de pollution potentielle pour l'environnement (faune, flore, sol, eau...). Il est nécessaire de continuer les investigations et de poursuivre la surveillance environnementale par la réalisation régulière de prélèvements. De plus, sa position "haute" par rapport au niveau de base de l'Ourthe laisse supposer que le gradient est orienté vers le cours d'eau, avec un risque de migration des polluants éventuels.

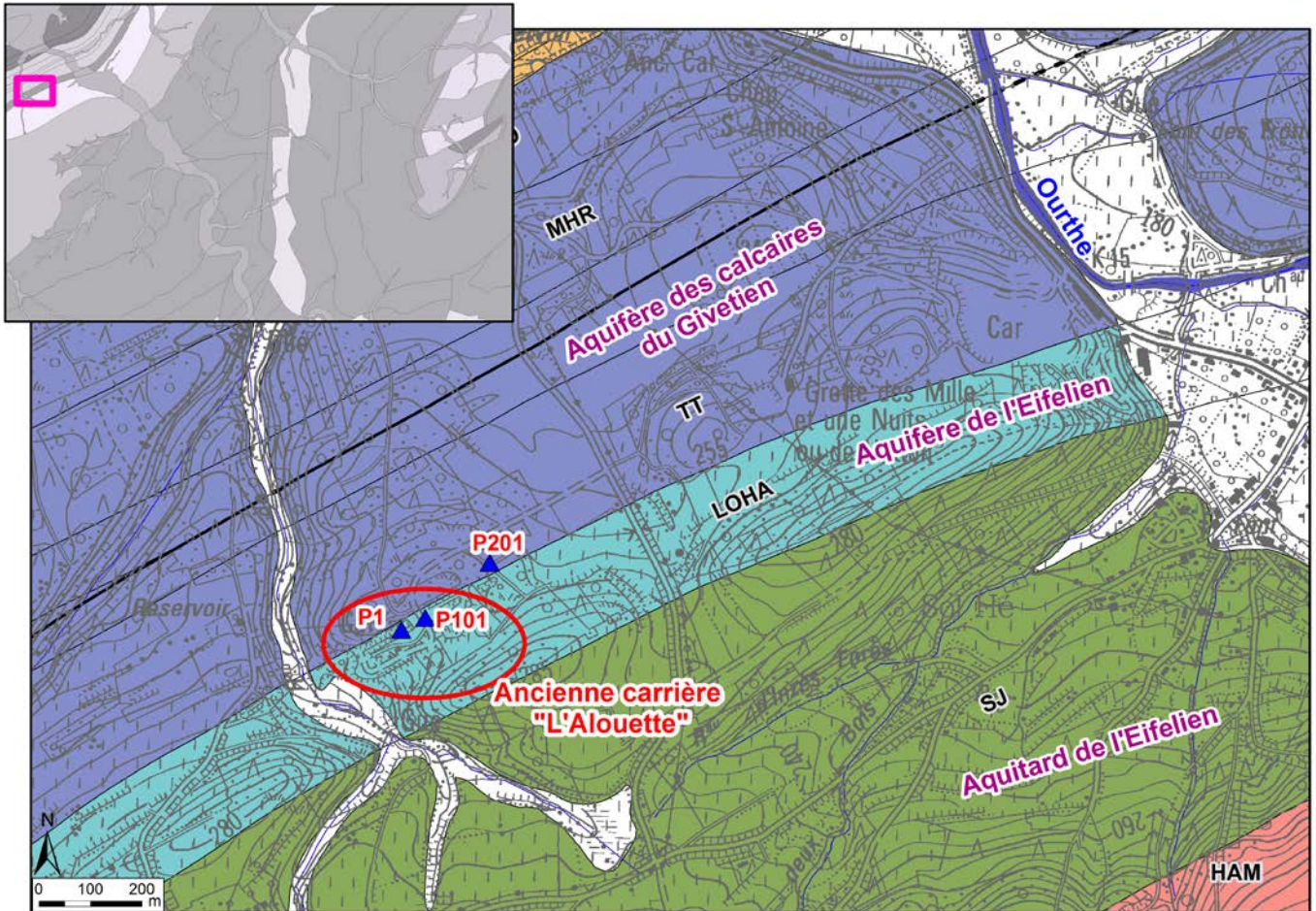


Figure IV.4: Localisation de l'ancienne carrière "L'Alouette" – Hotton

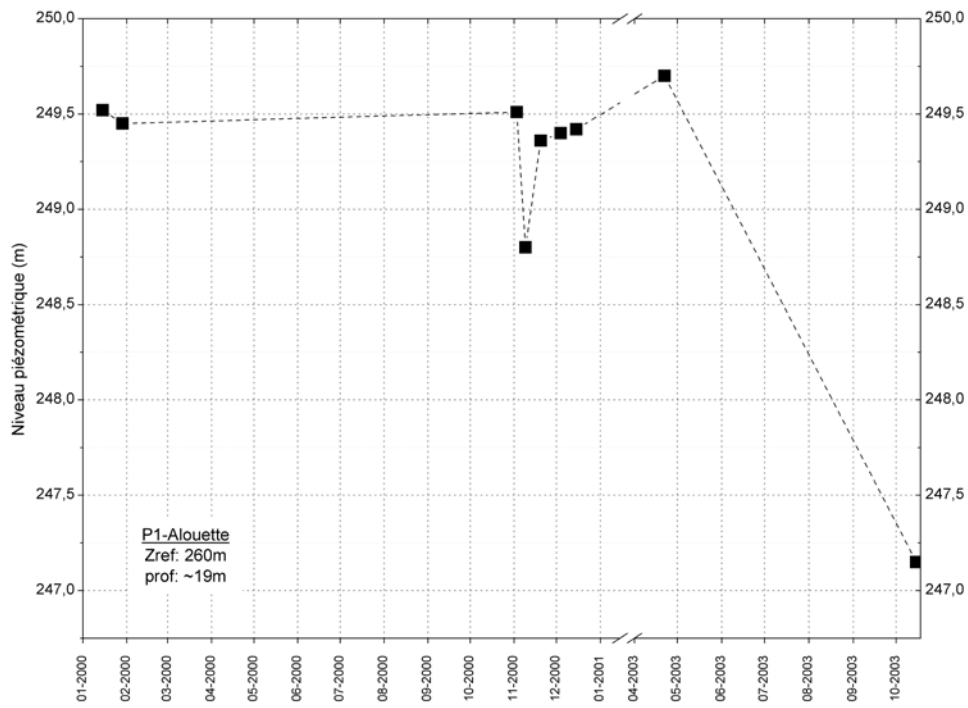


Figure IV.5: Evolution piézométrique - Forage 'Alouette P1'-Hotton

IV.2.4. L'Ardenne

Au droit de la carte Hotton-Dochamps, les formations géologiques constituant l'Ardenne appartiennent aux étages allant du Lochkovien à l'Eifelien. Les unités hydrogéologiques concernées sont:

- l'aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur composé essentiellement de schistes et de siltites avec quelques niveaux lenticulaires de grès;
- l'aquitard à niveaux aquifères de Villé avec ses niveaux de grès carbonatés et calcaires gréseux;
- l'aquitard à niveaux aquicludes du Dévonien inférieur composé de grès fins à grossiers en bancs alternant avec des niveaux de siltites;
- l'aquitard de l'Eifelien, composé de shales et de schistes à ciment carbonaté avec des bancs de grès calcaires et argilo-calcaires ainsi que des lentilles de calcaires.

Deux types de nappes peuvent se rencontrer dans ces terrains :

- une nappe superficielle (nappe libre) développée dans le manteau d'altération. Cet aquifère perché est généralement de faible capacité et temporaire; il est rechargé par les importantes précipitations automnales et hivernales. Lors des périodes sèches, il 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 exercées en surface.
- une nappe profonde dans les niveaux fracturés et fissurés. La quantité d'eau qui peut être stockée dans ces fractures et la facilité avec laquelle celle-ci peut s'y déplacer dépend essentiellement de la nature de la roche. Ce type d'aquifère est généralement mieux protégé des activités anthropiques de surface. Les couches moins perméables (shales et schistes) peuvent rendre localement la nappe sous-jacente captive.

Cette entité hydrogéologique est drainée principalement par l'Ourthe, l'Aisne (et l'Alu) et l'Isabelle qui la traversent du sud-est au nord-ouest.

Quelques études hydrogéologiques (mesures piézométriques, essais de pompage, prospection géophysique) ont été réalisées au droit des sites de captage destinés à la distribution publique d'eau, permettant ainsi de mieux connaître localement le comportement hydrogéologique des différentes unités hydrogéologiques rencontrées (entité hydrogéologique:Ardenne). Sur le territoire de la carte de Hotton-Dochamps, l'AIEC possède plusieurs ouvrages dont quelques-uns sont exploités: la source Ménil, le puits Ménil inférieur et sporadiquement le puits Hampteau inférieur. Les autres ouvrages ne sont plus exploités pour des raisons de vétusté, de vulnérabilité du captage ou de faible productivité. Quelques rapports techniques ont été réalisés par la FUL dans le cadre des demandes d'autorisation (FUL-Aquigrout Consult, 1995).

A Ménil-Favay, deux forages ont été exécutés en 1985: le puits Ménil inférieur (65 m de profondeur) et le puits Ménil supérieur (69,5 m de profondeur). Le puits Ménil inférieur est artésien

jaillissant. Le puits Ménil supérieur, inexploité, présentait, après équipement (22/04/1985), un niveau statique à environ 1,2 m sous le sol, soit une cote piézométrique à 381,8 m. Toutefois, ce puits présente aussi un caractère artésien (observé le 24/09/1996 par Fontaine). L'artésianisme est dû à la zone d'alimentation du puits qui, composée de deux aquifères à pendages 45°N, est plus haute que le sommet du puits. Le premier aquifère, de nature gréseuse, traversé par le puits inférieur se marque, au niveau de l'hydrochimie par de fortes concentrations en fer et manganèse. Le second aquifère, de nature plus carbonaté, se marque par une dureté totale élevée. Les niveaux aquifères traversés par ces puits peuvent présenter localement un caractère faiblement captif qui évolue en fonction du temps (et de l'évolution du rabattement) vers une nappe libre (Fontaine, 1997). En 1985 et en automne 1996, des essais de pompage ont été menés (FUL-Aquiground Consult, 1995 a & b; Fontaine, 1997). Les valeurs de transmissivités obtenues, de l'ordre de 10^{-4} à 10^{-5} m²/s, sont relativement faibles et cohérentes avec la nature schisto-gréseuse des terrains. Ces valeurs décroissent au cours de l'essai indiquant qu'on atteint des zones moins perméables (liée probablement à une diminution de la fissuration en profondeur). Lors des tests menés par Fontaine (1997), les courbes caractéristiques mettent en évidence le faible artésianisme des puits de Ménil.

A Hampteau, l'AIEC exploite un de ses deux forages, le puits Hampteau inférieur (66,5 m de profondeur). Comme à Ménil-Favay, l'eau de ces puits doit subir une déferrisation. Lors de sa réalisation, le niveau d'eau au repos dans le puits Hampteau inférieur se trouvait à 10 m de profondeur, soit une cote piézométrique de 252 m. En mai 1994, la cote piézométrique était de 248,5 m et, en août 1996, de 244 m. Le niveau d'eau dans le puits Hampteau supérieur se situait à une profondeur de 24,15 m, soit une cote piézométrique d'environ 275 m le 14/07/1997. La nappe est libre dans cette zone. Les essais de pompage menés montrent des valeurs de transmissivités décroissantes en cours de pompage, attestant que des zones moins perméables sont atteintes (FUL-Aquiground Consult, 1995d).

Quelques données sont également disponibles pour le puits de la Laiterie de Chéoux. Ce forage de 105 m de profondeur recoupe des terrains schisto-gréseux rougeâtres (sur 82 m) et des grès gris (sur les derniers 23 m). Selon les données du foreur, ce puits est naturellement artésien jaillissant. Vu la disposition des couches inclinées vers le nord, l'infiltration et la mise en charge doivent probablement correspondre aux zones d'affleurements, vers le sud, des niveaux gréseux rencontrés dans le forage, qui constituent la zone d'alimentation de la nappe. Les venues d'eau rencontrées lors du forage sont situées à 30-35 m de profondeur (3-4 m³/h) et à 80-85 m de profondeur (2 m³/h). Le niveau d'eau mesuré en mars 2006 (-17,3 m, soit une cote de 232,7 m) montre que le caractère artésien n'est pas permanent. Ce puits étant exploité pour les besoins de la laiterie, il est probable que le niveau mesuré ne soit pas un niveau statique (il s'agit sans doute d'un niveau non stabilisé en régime de pompage).

Sur le territoire de la planchette 55/6 Dochamps, l'administration communale de Manhay possède quelques ouvrages. Le forage Bénasse III et le drain Freyneux sollicitent les eaux logées dans l'entité hydrogéologique de l'Ardenne et sont toujours en exploitation pour la distribution publique d'eau potable. Le forage Bénasse III, profond de 75 m, a été testé en février 1995. Le rabattement induit par cet essai longue durée (41h de pompage au débit de 3,6 m³/h) ne s'est pas stabilisé. Il

était de 15 m en fin d'essai (eau à 2,44 m au départ). Le rabattement résiduel (4h après l'arrêt de la pompe) était toujours de 3,5 m. Les valeurs de transmissivités obtenues sont d'environ 10^{-5} m²/s. La non-stabilisation du rabattement, l'importance de celui-ci et le fait que ce test ait été réalisé en période de hautes eaux indiquent que le débit maximal de l'ouvrage serait de l'ordre de 3 m³/h (FUL-Aquigrout Consult, 1995 f & i).

Les grès, quartzites, et quartzophyllades du massif ardennais ont jadis été exploités dans plusieurs carrières. Actuellement, la carrière de Cielle est toujours en activité. Les autres sites ont été abandonnés, parfois remblayés avec des déchets et matériaux divers. Ces zones peuvent constituer des points d'infiltration privilégiés vers les eaux souterraines. Ces chemins directs depuis la surface vers les eaux souterraines sont donc des lieux à surveiller.

Un inventaire de ces données est disponible auprès des autorités régionales (SPW). 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/>.

IV.2.5. Le Massif de Stavelot

Le socle cambro-ordovicien renferme deux types de nappes: la nappe d'altération du sommet sous la pénéplaine et la nappe de fissures sous-jacente.

L'importance du premier type de nappes est liée au taux d'altération différentielle des grès, quartzites, siltites et schistes. Les grès et les quartzites s'altèrent en sables qui peuvent contenir un aquifère intéressant, par contre, les schistes s'altèrent en argile qui sont pratiquement imperméables. Les réserves de ces nappes superficielles sont variables et soumises aux variations climatiques.

Le second type de nappes est lié aux différentes phases tectoniques qui ont affecté le massif de Stavelot (cycle calédonien et cycle hercynien) et induit un taux de fissuration élevé, particulièrement intéressant dans les niveaux gréseux et quartzitiques. Le rôle des failles est notoire car elles sont capables de drainer des quantités importantes d'eau logée dans la zone d'altération du socle à condition que leur remplissage soit perméable. C'est généralement le cas des failles dans les formations gréso-quartzitiques, par contre dans les schistes et phyllades, leur remplissage, souvent argileux, leur confère un rôle d'écran ou de seuil hydrogéologique.

Les terrains cambro-ordoviens constituent des réservoirs naturels pour l'alimentation du réseau hydrographique ainsi que des localités avoisinantes. Certes, il ne s'agit pas d'une ressource en eau souterraine d'importance régionale mais son intérêt pour la distribution locale est certain. Cette entité hydrogéologique est drainée au nord par l'Aisne et au sud par le ruisseau de l'Alu. La région de Dochamps, Lamormenil, Oster est caractérisée par la présence de nombreuses sources et zones marécageuses. Ces zones humides apparaissent généralement au contact des grès et des schistes et particulièrement lorsque des schistes produisent un manteau d'altération argileux situé en contrebas topographique de zones plus gréseuses qui se caractérisent par un manteau d'altération plus sableux et donc plus aquifère. Ce type de dispositif peut créer de petites nappes temporaires locales.

Quelques captages exploitent cette entité hydrogéologique sur la carte Hotton-Dochamps (voir carte hydrogéologique). A Dochamps, lors de l'implantation du forage du puits du camping « La Petite Suisse » (85 m de profondeur), une étude succincte a été menée (FUL, 1995a). Plusieurs venues d'eau ont été rencontrées lors du forage. La première, vers 14 m de profondeur, a été colmatée parce qu'elle correspondait probablement à de l'eau superficielle. Ce niveau correspond à la cote altimétrique du ruisseau tout proche (à 200 m vers l'est). Les venues d'eau suivantes se situent dans la zone de résistivité plus faible (identifiée par la prospection géophysique). La venue d'eau la plus importante est située à 70 m de profondeur et correspond à un changement de lithologie et au passage probable d'une faille. Le niveau statique de l'eau se situe à 10 m de profondeur soit une cote piézométrique de 450 m. Les venues d'eau exploitées par l'ouvrage sont apparemment liées aux circulations souterraines causées par la faille de Dochamps. Elle est située à une cinquantaine de mètres au nord du puits. La nappe exploitée semble captive ou semi-captive (horizon plus gréseux intercalé dans un massif schisteux peu perméable).

L'administration communale de Manhay possède quelques ouvrages exploitant les eaux logées dans le Massif de Stavelot: Dr-Moulin Crahay, P-Freyneux, P-Lamorménil et Dr-Lamorménil. En janvier 1995, des essais de pompage, par paliers (de 0,9 à 2 m³/h) puis longue durée (43-45h), ont été réalisés (FUL-Aquigroud Consult, 1995 g & h). Les rabattements observés étaient assez faibles (de quelques décimètres à moins d'un mètre). Les valeurs de transmissivités calculées sont de l'ordre de 10⁻⁴ m²/s. Le graphique du rabattement-temps montre bien que les fluctuations naturelles de la nappe (recharge-décharge) sont plus importantes que le rabattement induit par le pompage. La nappe sollicitée, avec un niveau fort sensible aux précipitations, dépend d'une alimentation des couches superficielles. Cette situation confère à cette nappe une vulnérabilité relativement importante et probablement une chute de productivité du captage en période de sécheresse. Les essais ayant dû être conduits en-dehors des périodes sèches, les paramètres hydrodynamiques de l'aquifère en période sèche sont actuellement inconnus.

IV.2.6. Les aquifères alluviaux

D'après les données disponibles, une quinzaine de puits sollicitent l'aquifère alluvial des vallées de la carte Hotton-Dochamps. La majorité de ces ouvrages sont des puits traditionnels et localisés essentiellement dans la plaine alluviale de l'Ourthe. Les niveaux d'eau mesurés sont proches de la surface topographique (quelques décimètres à un ou deux mètres). Les volumes prélevés sont souvent faibles et presque exclusivement destinés à un usage privé. Quelques ouvrages implantés dans la plaine sollicitent également l'aquifère du bed-rock, leur permettant d'augmenter les volumes prélevés.

IV.2.7. Coupes hydrogéologiques

La coupe, orientée approximativement NW-SE, traverse les localités de Hotton, Hampteau, Waharday, Chéoux et Hodister. Elle est située entièrement dans le bassin-versant de l'Ourthe, rivière recoupée dans la partie septentrionale de la coupe. La majorité des unités hydrogéologiques présentes sur la carte Hotton-Dochamps.

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 la coupe géologique et de 1/5000 pour la coupe hydrogéologique. 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 Dejonghe et Hance (2008), complétée au nord pour couvrir toute la largeur de la carte. Quelques niveaux piézométriques, situés à proximité de l'axe de la coupe, y sont reportés.

La coupe traverse toutes les entités géologiques de la carte Hotton-Dochamps, excepté le Massif de Stavelot. Du nord au sud, elle démarre sur la bordure méridionale de la dépression de la Famenne (Famennien et Frasnien) et puis elle transverse la Calestienne (Givetien) et la crête développée par la Formation de Lomme (Eifelien). Ensuite, la majorité de la coupe est établie sur le massif ardennais (Dévonien inférieur).

Hydrogéologiquement, la plupart des unités sont représentées sur cette coupe. Là où la donnée est disponible, des niveaux d'eau sont reportés. Dans l'aquiclude schisteux du Frasnien, ces quelques niveaux piézométriques sont très proches de la surface topographique. La profondeur de deux des trois puits mesurés (les puits les plus septentrionaux) est élevée (64 m et 25 m). Cela signifie que ces puits captent, très certainement, la nappe logée dans les horizons profonds fracturés (nappe sous pression). Quant à la troisième valeur piézométrique caractérisant l'aquiclude frasnien, elle a été mesurée dans un puits peu profond (3,5 m) captant la nappe superficielle logée dans le manteau d'altération. Le niveau d'eau mesuré dans l'aquifère de l'Eifelien est plus profond, reflétant le caractère plus perméable de cette unité hydrogéologique. La piézométrie dans ce massif calcaire (Givetien et Eifelien) est aussi fortement conditionnée par l'Ourthe, exutoire naturel de ces aquifères. Vers le sud, dans l'aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur, quelques niveaux piézométriques mesurés au droit de puits profonds sont également indiqués.

IV.2.8. Caractère des nappes

Le caractère des nappes rencontrées est spécifié : nappe libre, nappe semi-captive (semi-libre) ou nappe captive. Cette détermination est basée sur le contexte géologique et hydrogéologique régional. Sur la carte Hotton-Dochamps, toutes les nappes sont considérées comme des nappes libres. Notons que si on choisit de caractériser la première nappe rencontrée (nappe à l'affleurement, sous la couverture limoneuse). Les nappes logées dans les horizons schisto-gréseux du Dévonien sont souvent considérées comme semi-captives. En effet, dans ces terrains, la nappe peut se retrouver en charge sous les couches plus argileuses (shales, siltites, phyllades, argile d'altération). Dans les formations du Paléozoïque inférieur (Cambro-Silurien), les niveaux plus schisteux peuvent également rendre localement captives les nappes logées dans les terrains gréseux. La nappe supérieure qui est logée dans le manteau d'altération est toujours libre. Cette information est cartographiée sur l'une des cartes thématiques présentées sur le poster.

IV.2.9. Piézométrie de la carte Hotton-Dochamps

Les données piézométriques disponibles sont très peu nombreuses pour les unités hydrogéologiques de la carte Hotton-Dochamps. Elles concernent un nombre limité d'ouvrages (± 25). On note aussi le peu de données historiques. Une grande superficie de la carte étudiée appartient à l'Ardenne. Le contexte hydrogéologique relativement complexe de la région ajoute à la difficulté de tracer des isopièzes. Ainsi, des cotes ponctuelles, avec la date de prise de la mesure, sont reportées sur la carte principale (1/25 000).

A défaut d'une couverture piézométrique complète permettant de détailler le sens de l'écoulement souterrain, le niveau de la nappe ou encore le gradient piézométrique, seules des considérations générales peuvent être émises. Le réseau hydrographique pérenne constitue, en général, l'exutoire des nappes aquifères (drainage), indiquant ainsi le sens global de l'écoulement des eaux souterraines. L'Ourthe constitue le niveau de base des aquifères de la région qu'elle recoupe. Les réseaux karstiques qui se sont développés dans la Calestienne confirment le rôle de l'Ourthe, en tant qu'exutoire naturel des aquifères.

Dans les aquifères calcaires, la nappe est susceptible d'être plus rabattue que dans les autres unités hydrogéologiques, présentant ainsi des niveaux d'eau relativement profonds. Les écarts entre les hautes eaux et les basses eaux sont plus marqués. Dans les aquifères moins perméables, la surface piézométrique est souvent proche de la surface topographique et est davantage influencée par la topographie. Dans les unités hydrogéologiques de nature gréseuse, schisto-gréseux, quartzitique ou quartzo-phylladeuse, on rencontre généralement deux types de nappes: nappe superficielle et nappe profonde. Généralement, le schéma piézométrique décrit ci-après est observé dans ces terrains. Des niveaux d'eau peu profonds sont relevés, entre environ 0,1 et 10 m par rapport à la surface topographique, indiquant une nappe subaffleurante. Des profondeurs d'eau plus importantes sont aussi observées, entre environ 10 et 60 m par rapport au sol. Ces niveaux d'eau caractérisent la nappe logée dans les terrains plus fracturés et gréseux du bed-rock. Ces horizons aquifères peuvent localement être semi-captifs à captifs.

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 carrières ont jadis été exploitées sur la carte Hotton – Dochamps. Des minerais ont été localement exploités (plomb, manganèse) dans les régions de Lignièrès, Amonines et Dochamps. 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 chemins directs depuis la surface vers les eaux souterraines sont donc des lieux à surveiller.

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 Hotton-Dochamps, un seul site est répertorié dans cette base de données: L'Alouette à Hotton – Lx1803-02. Quelques informations sur la qualité des eaux de ce site sont présentées au paragraphe V.1.2.

Dans le cadre de la mise en œuvre de la Directive cadre sur l'eau (Directive 2000/60/CE, en abrégé DCE), 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, deux masses d'eau souterraine sont distinguées (figure V.1):

- les calcaires et grès de la Calestienne et de la Famenne – RWM023
- les grès et schistes du massif ardennais – RWM100

L'état global DCE de ces masses d'eau est synthétisé dans le tableau V.1. Pour la masse d'eau RWM023, le paramètre 'nitrates' est classé comme 'moyen'. Cependant, il concerne une petite partie de la masse d'eau, située en dehors de la carte étudiée (Hastièrre, Beauraing). Mais aucune

tendance généralisée à la hausse n'est mise en évidence (DGARNE-DESO et Protectis-Cellule DCE, 2010).

Tableau V.1: Etat des masses d'eau souterraines de la carte Hotton-Dochamps

MESO	Etat global	Etat chimique	Etat quantitatif	Paramètre déclassant
RWM023	Bon	Bon	Bon	Aucun
RWM 100	Bon	Bon	Bon	Aucun

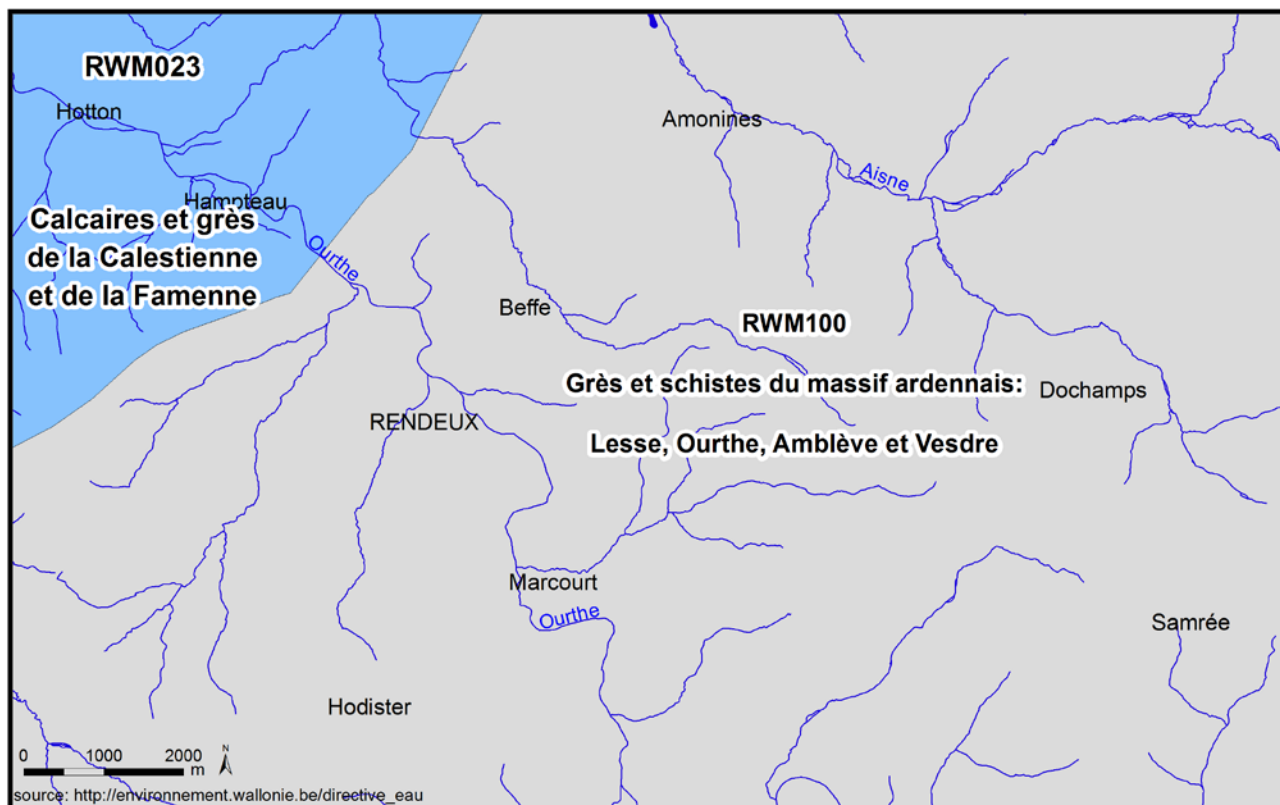


Figure V.1: Masses d'eau souterraine – Fleurus-Spy

V.1. CARACTERISTIQUES HYDROCHIMIQUES DES EAUX

Les analyses disponibles pour définir le faciès hydrochimique des eaux logées dans les terrains de la carte Hotton-Dochamps sont essentiellement issues des captages destinés à la distribution publique d'eau potable et de la campagne de terrain réalisée lors de la première version de la carte (2006). Quelques analyses proviennent du réseau de surveillance qualitative du SPW. Cependant, toutes les unités hydrogéologiques de la carte étudiée ne pourront être caractérisées hydrochimiquement. Afin de compléter les données hydrochimiques issues d'échantillons de prises d'eau localisées sur la carte Hotton-Dochamps, 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. La dépression de la Famenne

Les eaux des terrains schisto-gréseux de la dépression de la Famenne présentent, en général, une minéralisation moyenne (dureté et conductivité moyennes) avec un pH basique. Peu d'ouvrages sollicitent cette nappe sur la carte Hotton – Dochamps, par conséquent, peu d'analyses sont disponibles. Les résultats d'analyses présentés dans le tableau V.2 proviennent d'un prélèvement réalisé dans un puits privé à Hotton, ainsi que la composition moyenne pour les eaux issues du massif schisto-gréseux du Synclinorium de Dinant. Le profil des eaux du puits Atsma indique une eau plus minéralisée (calcium, bicarbonates) que la moyenne établie pour l'aquifère schisto-gréseux.

Tableau V.2: Caractéristiques hydrochimiques de l'aquiclude du Frasien (Dépression de la Famenne)

Élément	Unité	Niveau-guide RW	Puits Atsma	Massif schisto-gréseux du bassin de Dinant (Aq10)
		Code de l'Eau	11/05/2006	1994-2000
pH		6,5 à 9,5	7,77	7,3
Conductivité (K20)	µS/cm	2100	595	443
Dureté totale (TH)	°F	67,5	35,6	22,1
Alcalinité totale (TAC)	°F	-	30,7	-
Calcium	mg/l	270*	127	65,7
Magnésium	mg/l	50*	9,5	11,9
Sodium	mg/l	150	10,4	9,1
Potassium	mg/l	12	4,8	1,82
Bicarbonates	mg/l	-	371,8	185,1
Strontium	µg/l	750**	-	102
Fer total dissous	µg/l	200*	80	71
Manganèse	µg/l	50*	22	41
Sulfates	mg/l	250*	24,4	31,6
Chlorures	mg/l	200	23,6	23,1
Fluorures	mg/l	0,1 (1,5*)	<0,2	0,07
Nitrates	mg/l	50	9,9	26,5
Nitrites	mg/l	0,1	<0,2	0,01
Ammonium	mg/l	0,5*	0,4	0
Silice (SiO ₂)	mg/l	-	4,8	13,2
* norme de potabilité à défaut de valeur-guide ** selon la Directive européenne				SPW-DGO3, 2014

V.1.2. La Calestienne et la crête développée sur la Formation de Lomme

Les eaux logées dans l'aquifère calcaire dévonien de la Calestienne présentent un faciès bicarbonaté calcique avec un pH basique et une minéralisation et une dureté moyennes à élevées. Au tableau V.3 sont repris les résultats d'analyses effectuées sur un échantillon d'eau prélevé au droit de la rivière souterraine de la grotte de Hotton et l'analyse de la composition moyenne des eaux issues des calcaires dévoniens du Synclinorium de Dinant (excepté les émergences karstiques). Les résultats de la Grotte de Hotton ne sont pas représentatifs de la qualité des eaux logées dans l'aquifère calcaire de la Calestienne. En effet, cette résurgence collecte les eaux d'un système karstique très développé, par lequel transitent des quantités d'eau importantes (mélange eaux souterraines et eaux de surface très probable)(voir chapitre IV.2.2). Ainsi, les concentrations pour les différents paramètres chimiques restent relativement basses pour une eau qui serait uniquement issue de terrains calcaires.

Tableau V.3: Caractéristiques hydrochimiques de l'aquifère des calcaires du Dévonien (La Calestienne)

Elément	Unité	Niveau-guide RW	Grotte de Hotton (résurgence karstique)	Calcaires dévoniens du bassin de Dinant (Aq12)
		Code de l'Eau	19/03/2013	1994-2000
pH		6,5 à 9,5	6,31	7,3
Conductivité (K20)	µS/cm	2100	335	599
Dureté totale (TH)	°F	67,5	15,3	32,6
Alcalinité totale (TAC)	°F	-	11,4	-
Calcium	mg/l	270*	51	112,1
Magnésium	mg/l	50*	6,4	12,7
Sodium	mg/l	150	14,6	10
Potassium	mg/l	12	3,2	1,86
Bicarbonates	mg/l	-	-	306,8
Strontium	µg/l	750**	-	192
Fer total dissous	µg/l	200*	-	27
Manganèse	µg/l	50*	29	2
Sulfates	mg/l	250*	24	39,9
Chlorures	mg/l	200	29	28,3
Fluorures	mg/l	0,1 (1,5*)	-	0,07
Nitrates	mg/l	50	15,5	31,1
Nitrites	mg/l	0,1	<0,05	0
Ammonium	mg/l	0,5*	<0,05	0
Silice (SiO ₂)	mg/l	-	6	8,6
* norme de potabilité à défaut de valeur-guide				SPW-DGO3, 2014
** selon la Directive européenne				

Aucune donnée sur l'hydrochimie de l'aquifère de l'Eifelien (recouvrant l'entité "Crête développée sur la Formation de Lomme) n'est disponible, excepté les données du suivi environnemental du site "L'alouette" géré par la SPAQuE (voir chapitre IV.2.3). Depuis le début de la surveillance, les eaux prélevées en périphérie du site se caractérisent par des contaminations en phtalates (additifs utilisés assez couramment dans les matières plastiques). Cette atteinte à la qualité des eaux souterraines reste limitée. Une surveillance de ce site est nécessaire (SPAQuE, 2006 & 2007).

V.1.3. L'Ardenne

Plusieurs unités hydrogéologiques définissent l'entité hydrogéologique de l'Ardenne sur la carte Hotton – Dochamps. Le cadre hydrochimique est, par conséquent, étudié selon ces différentes unités en fonction des données disponibles. En général, les eaux du massif ardennais présentent des concentrations en fer et manganèse importantes requérant un traitement adéquat. Les concentrations en nitrates sont souvent faibles, excepté pour quelques ouvrages de faible profondeur.

Aquitard à niveaux aquicludes du Dévonien inférieur

Peu d'analyses complètes sont disponibles au droit des ouvrages sollicitant l'aquitard à niveaux aquicludes du Dévonien inférieur. Le tableau V.4 reprend quelques résultats d'analyses. Les eaux sont basiques et moyennement minéralisées. Les concentrations en nitrates sont faibles.

Tableau V.4: Caractéristiques hydrochimiques des eaux logées dans l'aquitard à niveaux aquicludes du Dévonien inférieur

Élément	Unité	Niveau-guide RW	P-Hampteau Inférieur	Source Ménil	P-Pireau	P-Wy	Massif schisto-gréseux de l'Ardenne (Aq10)
		Code de l'Eau	12/08/2003	15/10/2003	07/05/2006	13/04/2006	1994-2000
pH		6,5 à 9,5	8,09	7,7	7,86	7,91	6,5
Conductivité (K20)	µS/cm	2100	297	233	512	505	165
Dureté totale (TH)	°F	67,5	10,9	12	30,6	30	5,1
Alcalinité totale (TAC)	°F	-	-	-	23,7	22,9	-
Calcium	mg/l	270*	-	-	106,8	104,15	12,9
Magnésium	mg/l	50*	-	-	9,4	9,6	4,1
Sodium	mg/l	150	-	-	9,5	9,5	7,4
Potassium	mg/l	12	-	-	1,5	1,5	1
Bicarbonates	mg/l	-	-	-	286,6	276,7	37,3
Strontium	µg/l	750**					49
Fer total dissous	µg/l	200*	<20	87	5	1	17
Manganèse	µg/l	50*	-	26,5	1	<5	19
Sulfates	mg/l	250*	-	-	29,6	28,7	7
Chlorures	mg/l	200	24,6	7	30,7	28,2	16
Fluorures	mg/l	0,1 (1,5*)					0,05
Nitrates	mg/l	50	5,3	4,4	12,8	13,15	
Nitrites	mg/l	0,1	<0,01	<0,01	<0,2	<0,2	0
Ammonium	mg/l	0,5*	0,2	<0,01	0,53	0,55	0,01
Silice (SiO ₂)	mg/l	-	-	-	8,4	6,8	6,2
* norme de potabilité à défaut de valeur-guide							SPW-DGO3, 2014
** selon la Directive européenne							

Aquitard à niveaux aquifères de Villé

Le tableau V.5 présente les résultats d'analyses d'un échantillon prélevé dans un puits privé à Cielle (profondeur de l'ouvrage: 40 m). Il s'agit d'une eau peu minéralisée et de pH basique. Les teneurs en produits azotés sont relativement faibles. Cette analyse ne reflète pas la minéralisation particulière qui est, généralement, observée dans les eaux de cette unité hydrogéologique, à savoir un faciès bicarbonaté calcique marqué. En effet, l'aquitard à niveaux aquifères de Villé est individualisé des autres unités hydrogéologiques du Dévonien inférieur pour la présence de nodules calcaires et de passées carbonatées.

Tableau V.5: Caractéristiques hydrochimiques des eaux d'un puits privé sollicitant l'aquitard à niveaux aquifères de Villé

Élément	Unité	Niveau-guide RW	Puits Bosquée
		Code de l'Eau	20/07/2006
pH		6,5 à 9,5	7,89
Conductivité (K20)	µS/cm	2100	185
Dureté totale (TH)	°F	67,5	7,4
Alcalinité totale (TAC)	°F	-	5,3
Calcium	mg/l	270*	14,7
Magnésium	mg/l	50*	9
Sodium	mg/l	150	9,8
Potassium	mg/l	12	1,6
Bicarbonates	mg/l	-	64
Strontium	µg/l	750**	-
Fer total dissous	µg/l	200*	18
Manganèse	µg/l	50*	<5
Sulfates	mg/l	250*	15,4
Chlorures	mg/l	200	17,4
Fluorures	mg/l	0,1 (1,5*)	-
Nitrates	mg/l	50	6,7
Nitrites	mg/l	0,1	<0,2
Ammonium	mg/l	0,5*	1,3
Silice (SiO ₂)	mg/l	-	6,3
* norme de potabilité à défaut de valeur-guide			
** selon la Directive européenne			

Aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur

Quelques prélèvements d'eau ont été effectués durant le printemps et l'été 2006 par l'ULg afin d'avoir quelques données hydrochimiques sur cette unité hydrogéologique. Le tableau V.6 présente les résultats de quelques analyses effectuées sur des échantillons prélevés dans des puits privés. Les puits Borlon et Mathieu sont des puits traditionnels de faible profondeur. Les eaux de cette unité hydrogéologique sont faiblement à modérément minéralisées. Cependant, le puits P-Mathieu présente, au moment de l'échantillonnage, une minéralisation plus marquée. On y observe, en effet, des teneurs en sodium et en chlorures élevées. Le prélèvement a eu lieu à la sortie de l'hiver, ces concentrations importantes sont très probablement liées à l'épandage de sel de déneigement sur les routes. Quelques prises d'eau présentent aussi des teneurs en fer et en manganèse élevées, signatures hydrogéochimiques des eaux logées dans les terrains du socle ardennais.

Tableau V.6: Caractéristiques hydrochimiques des eaux logées dans l'aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur

Élément	Unité	Niveau-guide RW	P-Laiterie Chéoux	PF-Poirrier	P-Vandeput	P-Borlon	P-Mathieu	Massif schisto-gréseux de l'Ardenne (Aq10)
		Code de l'Eau	11/05/2006	02/03/2006	06/05/2006	07/07/2006	13/04/2006	1994-2000
pH		6,5 à 9,5	7,7	7,87	7,91	7,98	8	6,5
Conductivité (K20)	µS/cm	2100	167	590	474	264,1	959	165
Dureté totale (TH)	°F	67,5	5,5	36,6	26,9	11,1	38,2	5,1
Alcalinité totale (TAC)	°F	-	3,1	30,4	20	9,5	32	-
Calcium	mg/l	270*	13,7	131	92,2	31,75	135,4	12,9
Magnésium	mg/l	50*	5,1	9,45	9,5	7,8	10,6	4,1
Sodium	mg/l	150	11,6	9,1	9,5	14,2	90,64	7,4
Potassium	mg/l	12	3,5	3,32	1,5	4	6,36	1
Bicarbonates	mg/l	-	37,56	367,56	241,6	114,56	385,8	37,3
Strontium	µg/l	750**	-	-	-	-	-	49
Fer total dissous	µg/l	200*	120	48	<5	56	128	17
Manganèse	µg/l	50*	15	10	<5	5	56	19
Sulfates	mg/l	250*	14,9	26,8	29,2	10,37	41,9	7
Chlorures	mg/l	200	19,2	27,3	27,98	23,24	138,5	16
Fluorures	mg/l	0,1 (1,5*)	-	-	-	-	-	0,05
Nitrates	mg/l	50	12,01	10,62	12,9	6,83	1,31	
Nitrites	mg/l	0,1	0,75	<0,2	<0,2	<0,2	0,836	0
Ammonium	mg/l	0,5*	0,63	0,76	0,49	0,242	0,55	0,01
Silice (SiO ₂)	mg/l	-	5,6	8,1	7,8	6,31	5,7	6,2
* norme de potabilité à défaut de valeur-guide ** selon la Directive européenne								SPW-DGO3, 2014

V.1.4. Le Massif de Stavelot

Quelques analyses chimiques sur les eaux logées dans le Massif de Stavelot sont disponibles. Il s'agit d'une eau peu minéralisée et de dureté et d'alcalinité très faibles. Les teneurs en fer et manganèse peuvent parfois être importantes. Le tableau V.7 présente quelques résultats d'analyses.

Tableau V.7: Caractéristiques hydrochimiques des eaux logées dans le Massif de Stavelot

Elément	Unité	Niveau-guide RW	P-Lamorménil	P-La Petite Suisse	P-Euro-Camping	Socle cambro-silurien de l'Ardenne (Aq13)
		Code de l'Eau	18/07/2001	30/01/1997	20/07/2006	1994-2000
pH		6,5 à 9,5	6,32	7	7,82	6
Conductivité (K20)	µS/cm	2100	68	219	153,4	82
Dureté totale (TH)	°F	67,5	2,1	10,6	7,3	2,5
Alcalinité totale (TAC)	°F	-	1,43	9,5	5,3	-
Calcium	mg/l	270*	4,3	24,6	15,8	6
Magnésium	mg/l	50*	2,5	13	8,1	2,1
Sodium	mg/l	150	2,6	6,1	4,5	5,3
Potassium	mg/l	12	0,3	52	0,88	0,76
Bicarbonates	mg/l	-	-	116	64,08	14,6
Strontium	µg/l	750**	-	-	-	19
Fer total dissous	µg/l	200*	44	<60	13	116
Manganèse	µg/l	50*	1	69	73	30
Sulfates	mg/l	250*	1,48	19,6	12,3	5,9
Chlorures	mg/l	200	4,6	7,6	7,6	9,5
Fluorures	mg/l	0,1 (1,5*)	-	-	-	0,05
Nitrates	mg/l	50	6,5	<1	11,87	6,6
Nitrites	mg/l	0,1	0,01	<0,05	<0,2	0
Ammonium	mg/l	0,5*	<0,05	<0,02	0,59	0
Silice (SiO ₂)	mg/l	-	6,4	-	6,6	6,2
* norme de potabilité à défaut de valeur-guide ** selon la Directive européenne						SPW-DGO3, 2014

V.1.5. Les aquifères alluviaux

Quelques puits exploitent la nappe alluviale de l'Ourthe. Il s'agit de puits de faible profondeur à usage privé et modéré (faibles volumes prélevés). Le tableau V.8 présente les résultats d'analyses effectuées sur des échantillons prélevés dans deux puits sollicitant la nappe alluviale de l'Ourthe. Sur base de ces deux seules analyses, on peut remarquer que les eaux de la nappe alluviale présentent différents faciès de minéralisation. Cette diversité est due à la nature du bed-rock ou de ses versants alimentant la nappe alluviale. La proximité avec la rivière va aussi influencer le faciès hydrochimique des eaux souterraines (selon la position du captage, un effet de dilution peut se marquer). Le contexte anthropique est également à prendre en compte. Souvent les activités humaines sont davantage développées dans la plaine alluviale, pouvant être la source de pollutions diverses. Le puits P-Nicloux présente un faciès plus minéralisé que le puits P-Tronlet, plus proche de la rivière. On peut poser comme hypothèse que cette minéralisation plus marquée est due à la présence de bancs plus gréseux au sein du bed-rock sous la plaine alluviale. Cette prise d'eau semble également davantage concernée, au moment du prélèvement, par une pollution anthropique. Les teneurs en composés azotés sont moyennement élevées.

Tableau V.8: Caractéristiques hydrochimiques des eaux logées dans les alluvions

Élément	Unité	Niveau-guide RW	P-Tronlet	P-Nicloux
		Code de l'Eau	20/07/2006	20/07/2006
pH		6,5 à 9,5	7,72	8,04
Conductivité (K20)	µS/cm	2100	142,9	475,4
Dureté totale (TH)	°F	67,5	5,8	7,1
Alcalinité totale (TAC)	°F	-	4,1	18,8
Calcium	mg/l	270*	11,3	19,7
Magnésium	mg/l	50*	7,2	5,2
Sodium	mg/l	150	7,5	92,6
Potassium	mg/l	12	1,35	7,2
Bicarbonates	mg/l	-	49,7	226,4
Strontium	µg/l	750**	-	-
Fer total dissous	µg/l	200*	191	48
Manganèse	µg/l	50*	10	3
Sulfates	mg/l	250*	12	10,2
Chlorures	mg/l	200	13,13	28,9
Fluorures	mg/l	0,1 (1,5*)	-	-
Nitrates	mg/l	50	5	31,9
Nitrites	mg/l	0,1	<0,2	4,36
Ammonium	mg/l	0,5*	0,579	<0,1
Silice (SiO ₂)	mg/l	-	2,7	2,9
* norme de potabilité à défaut de valeur-guide ** selon la Directive européenne				

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.2). 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 arrêtées dans le code de "bonne pratique agricole". Pour plus d'informations, voir www.nitrawal.be.

Le territoire couvert par la carte Hotton-Dochamps n'est inclus dans aucune de ces zones vulnérables aux nitrates définies par le gouvernement wallon.

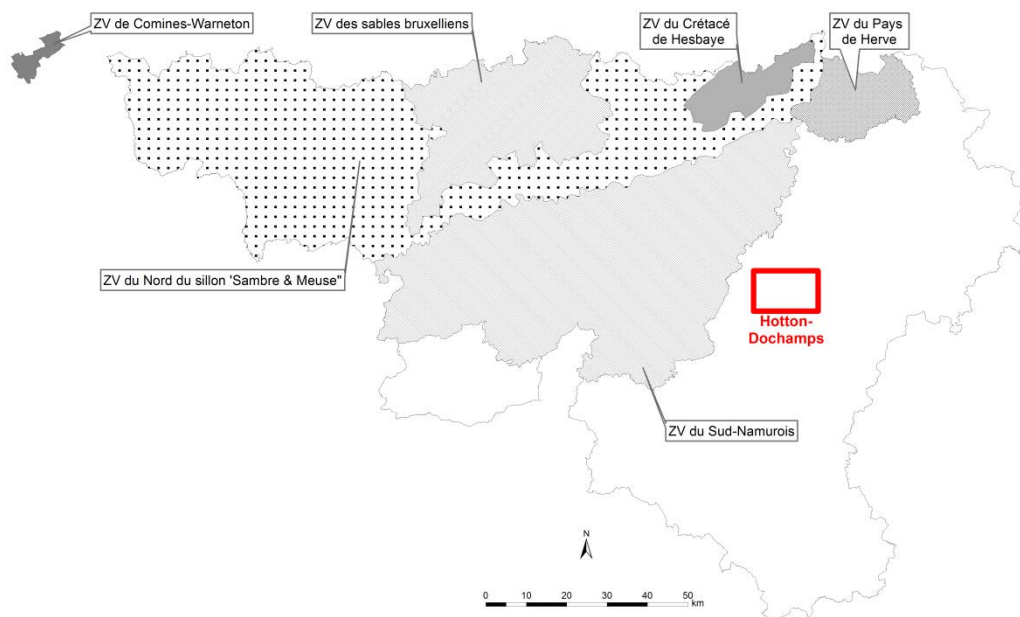


Figure V.2: Zones vulnérables aux nitrates – Hotton-Dochamps

Depuis plusieurs années, les compagnies de distribution d'eau surveillent de manière très régulière les concentrations en nitrates de leurs différents captages. La teneur maximale admise en Wallonie est 50 mg NO₃/l. On ne dispose pas de suffisamment de données pour présenter un historique représentatif de l'évolution des concentrations des nitrates dans les eaux souterraines pour l'ensemble des unités hydrogéologiques présentes sur la carte Hotton–Dochamps.

D'après les données disponibles, les concentrations en nitrates des eaux souterraines de la carte étudiée ne dépassent pas les normes de potabilité. La figure V.3 présente l'évolution des concentrations en nitrates au cours du temps au droit de quelques ouvrages dont d'anciens captages de la SWDE (hors service aujourd'hui). On ne dispose que de peu de données historiques au droit des ouvrages de distribution publique toujours en activité. Des données ponctuelles sont également disponibles pour quelques ouvrages de prise d'eau de distribution (Bénasse III, Lamorménil P et Dr, Freyneux P et Dr, Ménil). Les concentrations en nitrates sont généralement inférieures à 10 mg/l avec parfois quelques pics aux alentours de 15 mg/l. Des teneurs en nitrates plus importantes sont localement observées au droit de puits privés. Il s'agit souvent de puits traditionnels, de faible profondeur.

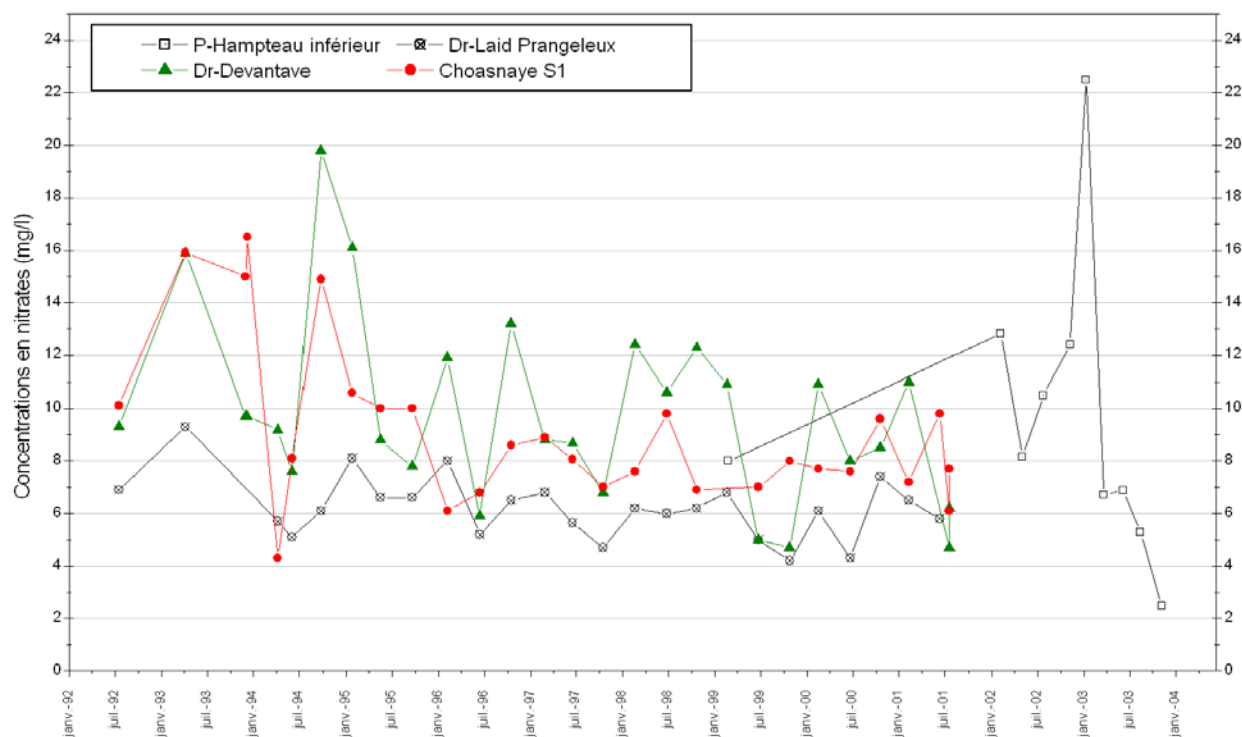


Figure V.3: Evolution des concentrations en nitrates dans les eaux captées sur la carte Hotton-Dochamps

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).

On ne dispose pas de résultats récents sur la qualité bactériologique des eaux souterraines de la carte Hotton–Dochamps. Cependant, il semble que ces eaux ne présentent pas d'anomalies importantes au niveau bactériologique. Occasionnellement, on a constaté la présence de coliformes fécaux et totaux et de streptocoques fécaux. Toutefois, de nombreuses colonies, avec une tendance à la hausse, ont été observées dans des prélèvements effectués dans la rivière souterraine de la grotte de Hotton depuis 2007 (Tableau V.9). Cette tendance à la hausse devrait être surveillée dans le futur pour une éventuelle confirmation.

Tableau V.9: Analyses bactériologiques des eaux de la grotte de Hotton

	07/2007	25/05/2009	19/10/2009	19/03/2013
Coliformes totaux (nb/100 ml)	1500	1700	730	4410
Germes totaux à 22°C (nb/ml)	1610	3200	3300	5100*
*germes totaux à 36°C (nb/ml) au lieu de 22°C				

D'une manière générale, les eaux issues des aquifères de la région de Hotton – Dochamps ne nécessitent aucun traitement à l'exception d'une légère chloration afin de se garantir contre la présence de germes dans le réseau de distribution.

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.4 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 indices⁶ de qualité révèlent que les aquifères investigués de la région de Hotton-Dochamps sont classés en catégorie 'Bonne' pour l'altération 'Pesticides'. Cette zone ne concerne qu'une petite partie au nord-est de la carte. Le reste du territoire de la carte Hotton-Dochamps, à savoir l'Ardenne, n'a pas fait l'objet d'une étude sur les pesticides.

IMPACT DES PRODUITS PHYTOPHARMEUTIQUES SUR LA QUALITÉ DES EAUX SOUTERRAINES

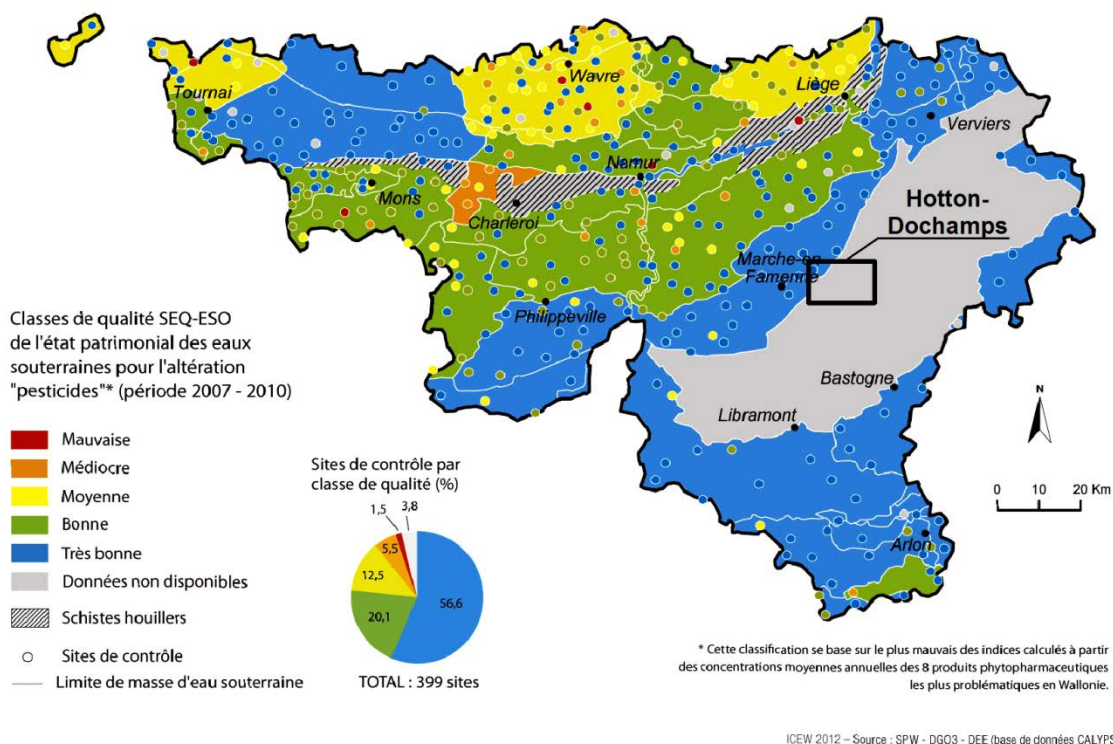


Figure V.4: Pesticides en Région wallonne (ICEW, 2012; carte 19 modifiée)

⁶ 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, à ce jour, aucune contamination marquée des eaux souterraines par les pesticides n'est observée. A l'instar des analyses microbiologiques, les analyses sur les pesticides concernent généralement exclusivement les eaux captées par les ouvrages publics et destinées à la distribution et aucune donnée récente n'est disponible. Les concentrations, par produit ou pour l'ensemble des pesticides, restent largement sous la norme de potabilité. Les valeurs maximales admises par le Code de l'Eau pour la plupart de ces produits phytosanitaires (ici, essentiellement des herbicides) sont de 100 ng/l. Cinq types de pesticides sont systématiquement recherchés lors des analyses spécifiques: l'atrazine et son métabolite, le déséthyl-atrazine, la simazine, le diuron et l'isoproturon. Des traces d'atrazine et de ses produits de dégradation (déséthylatrazine) ont été occasionnellement observées dans les eaux de la grotte de Hotton. Cependant, aucune conclusion ne peut être tirée étant donné le faible nombre d'analyses disponibles.

VI. EXPLOITATION DES AQUIFERES

Toutes les entités hydrogéologiques de la région Hotton–Dochamps ne sont pas exploitées. Environ 20 % des ouvrages souterrains recensés sur cette carte sont exploités (déclaration officielle de prélèvements). D'après les données disponibles, aucun captage ne prélève de l'eau dans les aquifères des calcaires givetiens (Calestienne) et de l'Eifelien. La nappe alluviale de l'Ourthe est sans doute exploitée localement par des petits puits privés. Cependant, aucune information n'est disponible.

Outre des ouvrages appartenant à des particuliers, les eaux souterraines de la carte Hotton–Dochamps sont exploitées pour la distribution publique d'eau potable par l'Association Intercommunale des Eaux du Condroz (AIEC) et l'administration communale de Manhay. Tous les captages de la Société Wallonne des Eaux (SWDE), situés sur cette carte, sont hors service pour des raisons de vétusté, de vulnérabilité du site ou de trop faible production.

Les données présentées dans ce chapitre ne concernent que les prises d'eau situées en Wallonie. Elles 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 privé⁷ (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.

Les données concernant les volumes des captages de l'administration communale de Manhay sont à considérer avec précaution. En effet, malgré nos demandes, les données fournies sont lacunaires. Les volumes annuels prélevés au droit de plusieurs des captages communaux entre les années 2010 et 2013 font défaut (voir paragraphes suivants). Ainsi, sur la carte thématique des volumes, la catégorie 'Distribution publique d'eau potable' est malheureusement incomplète.

⁷ 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.

Prélèvements destinés à la distribution publique d'eau potable

Sur la carte Hotton-Dochamps, les ouvrages de prise d'eau souterraine destinée à la distribution publique sont localisés dans les entités hydrogéologiques suivantes: l'Ardenne et le Massif de Stavelot. Les eaux souterraines de la Famenne et de la Calestienne ne sont pas exploitées à des fins de distribution publique d'eau potable, sur cette carte.

L'**AIEC** possède plusieurs captages dont deux sont toujours en activité. Ils sollicitent l'*aquitard à niveaux aquicludes du Dévonien inférieur de l'Ardenne*. Ces ouvrages desservent essentiellement la commune de Hotton. Un aperçu des volumes prélevés par ces prises d'eau depuis 2002 est donné à la figure VI.1.

A Ménil-Favay, le volume moyen prélevé à la Source Ménil, entre 2002 et 2013, est d'environ 46 250 m³/an. Pour la même période, le volume pompé au puits Ménil inférieur est compris entre 14 000 et 35 300 m³/an.

Le puits Hampteau inférieur est exploité sporadiquement et pour de très faibles volumes depuis 2006 (en moyenne 15 m³/an). Avant cette date, les volumes prélevés étaient assez variables d'une année à l'autre (entre 5000 et 22 000 m³/an, moyenne: 15 000 m³/an).

L'**Administration Communale de Manhay** exploite également les eaux logées dans le Massif ardennais via deux captages. Ces prises d'eau sollicitent l'*aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur*. Sur la figure VI.1 sont repris, par année et par captage, les volumes d'eau prélevés. La moyenne des volumes prélevés entre 2002 et 2013 au drain de Freyneux est de l'ordre de 4000 m³/an. Au puits Bénasse III, elle avoisine aussi 4000 m³/an.

L'Administration Communale de Manhay exploite aussi quatre ouvrages localisés dans le Massif de Stavelot. La prise d'eau Moulin Crahay draine les eaux logées dans l'*aquiclude à niveaux aquitards du socle cambro-silurien*. Le volume moyen prélevé par cet ouvrage est de 8750 m³/an, sur la période 2000-2008. Depuis le 1er janvier 2009, ce captage n'est plus en activité (hors-service). Le puits Freyneux ainsi que la source et le puits Lamorménil sollicitent l'*aquitard à niveaux aquifères du socle cambro-silurien*. Le puits Freyneux n'est plus employé de manière soutenue depuis 2007. Avant cette date, environ 3600 m³ étaient pompés en moyen par an. Au puits Lamorménil sont pompés annuellement environ 10 000 m³ (moyenne établie sur la période 2002-2013). On ne dispose pas d'information sur les prélèvements au droit de la source 'Lamorménil'. Peut-être peut-on supposer que les volumes du site 'Lamorménil' sont mesurés avec un seul compteur.

Autres prélèvements (industries, agriculteurs, particuliers)

Une soixantaine d'ouvrages de prise d'eau privés sollicitent ou ont sollicité l'une des unités hydrogéologiques de la carte Hotton-Dochamps. Parmi les ouvrages recensés, quelques-uns sont situés dans la dépression de la Famenne (*Aquiclude du Frasnien*). Les volumes prélevés, à usage privé, y sont peu importants. Ils varient entre 950 et 2800 m³/an.

Les eaux logées dans les terrains schisto-gréseux du Massif ardennais sont aussi exploitées par les particuliers et quelques entreprises (*unités hydrogéologiques du Dévonien inférieur*). A Chéoux, la laiterie a prélevé en moyenne 25 000 m³ d'eau par an entre 2000 et 2011. Les volumes prélevés par les particuliers et les agriculteurs sont nettement plus faibles. Ils varient entre 100 et 2500 m³/an. La commune de Manhay possède quelques ouvrages de prise d'eau (autres que ceux cités ci-dessus) et y a installé des citernes mises à disposition des agriculteurs (ces volumes sont classés dans la catégorie "Autre volume prélevé" de la carte thématique des volumes, étant donné qu'ils ne sont pas destinés à la distribution publique d'eau potable).

Quelques puits de particuliers exploitent également les eaux logées dans le Massif de Stavelot (*unités hydrogéologiques du socle cambro-silurien*). Parmi ceux-ci, il y a deux campings dont les volumes sont également variables d'une année à l'autre, entre 500 et 5000 m³/an.

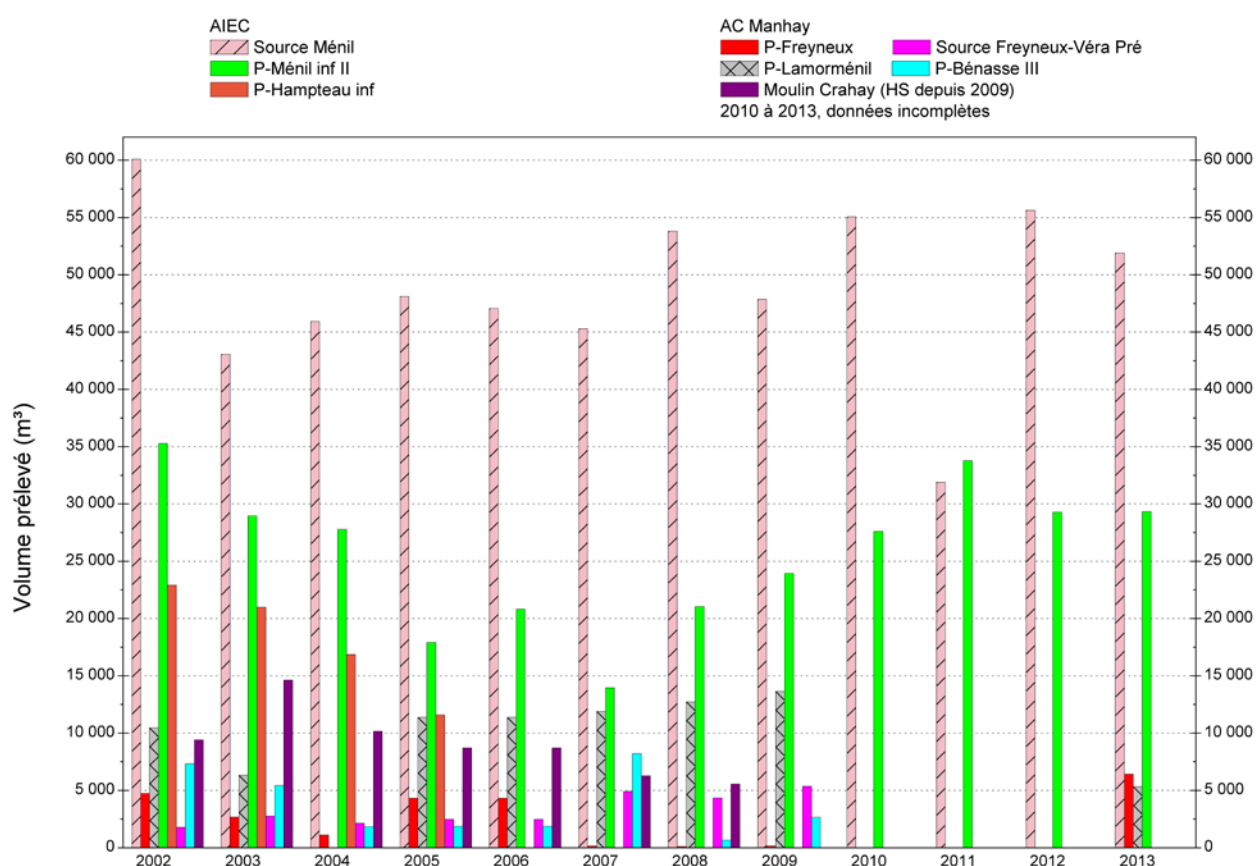


Figure VI.1: Volumes prélevés par captage public et par an - Hotton-Dochamps

VII. PARAMETRES D'ÉCOULEMENT ET DE TRANSPORT

Toutes les unités hydrogéologiques présentes sur la carte Hotton-Dochamps n'ont pas fait l'objet d'études permettant de définir les paramètres hydrodynamiques des aquifères. De telles études approfondies sont généralement menées 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. Les quelques sites où des essais de pompage ont été menés sont ceux des distributeurs publics d'eau, AIEC et commune de Manhay (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 et ne peuvent être extrapolés à l'ensemble de l'aquifère.

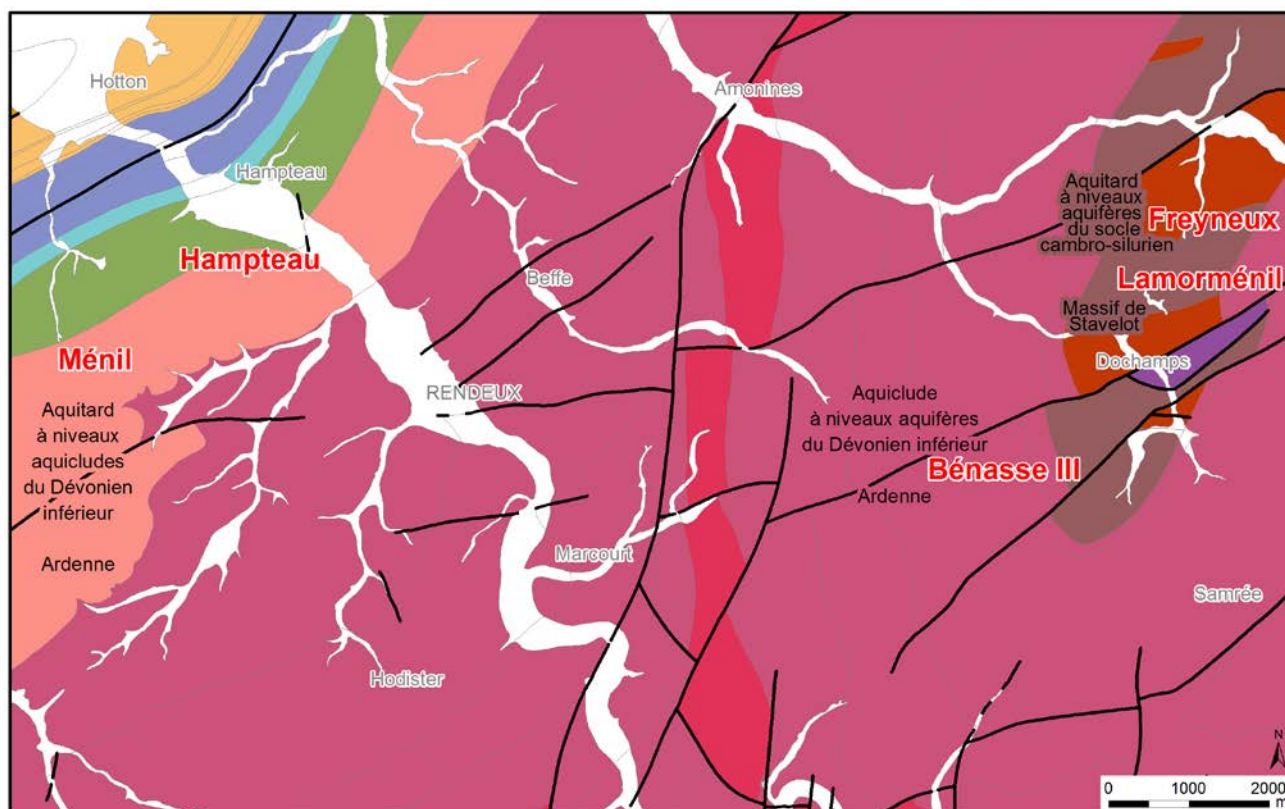


Figure VII.1: Localisation des sites avec des tests de pompage sur la carte Hotton-Dochamps

VII.1. L'ARDENNE

Quelques essais de pompage ont été réalisés à la demande de l'AIEC.

A Ménil-Favay, deux essais de pompage ont été menés sur le puits Ménil Inférieur. Le 21 août 1985, le Service Géologique de Belgique (SGB) a entrepris un essai par paliers et de longue durée (2 paliers de 6 jours aux débits de 7,16 et 12 m³/h avec remontée en fin d'essai). Le puits était, initialement, artésien et, même après un temps assez long, le rabattement ne tendait pas à se stabiliser. Les deux paliers ont fait l'objet d'une interprétation en régime transitoire avec une correction des temps par la méthode de Cooper-Jacob. Les transmissivités calculées sont présentées au tableau VII.1. Les conductivités hydrauliques sont estimées en fonction de la hauteur crépinée (46 m) (FUL-Aquiground Consult, 1995a).

Tableau VII.1: Paramètres d'écoulement au droit du puits Ménil Inférieur

	Q (m ³ /h)	T (premier tronçon) (m ² /s)	T (premier tronçon) (m ² /s)	K (m/s)
Q1	7,16	6,9×10 ⁻⁴	1,5×10 ⁻⁴	1,50×10 ⁻⁵ à 3,40×10 ⁻⁶
Q2	12,00	3,0×10 ⁻⁴	8,7×10 ⁻⁴	6,52×10 ⁻⁶ à 1,90×10 ⁻⁵
Remontée	9,58	6,6×10 ⁻⁴	2,8×10 ⁻⁴	1,73×10 ⁻⁵ à 3,90×10 ⁻⁶

En novembre 1996, un autre essai de longue durée (65 h à un débit de 14,6 m³/h avec remontée de 5 h en fin d'essai) a été réalisé (Fontaine, 1997). Le puits était aussi, initialement, artésien. Les transmissivités calculées sont comprises entre 23×10⁻⁴ et 1,4×10⁻⁴ m²/s en pompage et entre 3,3×10⁻⁴ et 8×10⁻⁴ m²/s en remontée. Tout comme lors du premier essai, les transmissivités décroissent en cours de pompage, le cône de rabattement s'étendant en profondeur et atteignant des zones moins perméables, probablement liées à une fissuration moins importante. Les perméabilités, calculées d'après la méthode de Dupuit en nappe captive, sont comprises entre 4,9×10⁻⁵ et 2,5×10⁻⁵ m/s. Le caractère artésien du puits est mis en évidence par les courbes caractéristiques. D'après cette courbe "débit-rabattement", l'artésianisme est évalué à 1,5 m³/h, avec une hauteur piézométrique initiale d'environ 0,4 m. D'après l'auteur, ces valeurs semblent être en dessous des valeurs réelles.

Deux essais ont également été réalisés, à peu près aux mêmes périodes, sur le puits Ménil Supérieur. Les données relatives au premier essai, mené par le SGB, n'ont pas toutes été retrouvées (FUL-Aquiground Consult, 1995b) et, pour un essai en trois paliers, seul le premier (7 jours à un débit de 3,15 m³/h) a été interprété. La transmissivité calculée, en régime transitoire, est de 8,3×10⁻⁵ m²/s. Le rabattement, après 7 jours de pompage, ne tendait pas à se stabiliser. Le débit critique est de l'ordre de 7 m³/h. Le second essai par paliers (de 2,1 à 14,5 m³/h) a été réalisé en septembre 1996 (Fontaine, 1997). Les transmissivités calculées, en phase de rabattement, sont comprises entre 3,6×10⁻⁴ et 0,83×10⁻⁴ m²/s. Comme pour l'essai sur le puits Ménil Inférieur, on observe une décroissance des transmissivités calculées en cours de pompage qui témoigne qu'on atteint des zones moins perméables. En remontée, la transmissivité T' est de 1,50×10⁻⁴ m²/s. Pour une hauteur crépinée de 50,5 m, on obtient des conductivités hydrauliques moyennes de l'ordre de 7,13 à 1,64×10⁻⁶ m/s. Le caractère artésien du puits est mis en évidence par les courbes caractéristiques. D'après cette courbe "débit-rabattement", l'artésianisme est évalué à 0,75 m³/h, avec une hauteur piézométrique initiale d'environ 0,65 m. D'après Fontaine (1997), ces valeurs

semblent être correctes et correspondent aux valeurs réelles. La courbe "débit spécifique-rabattement" montre une allure de nappe captive jusque 9 m de rabattement et ensuite, de nappe libre.

A Hampteau, le puits Hampteau Inférieur a aussi fait l'objet d'essais de pompage. En mars 1986, une première série de tests ont été menés dont un essai par paliers (2,36 m³/h pendant 22 jours, 5,32 m³/h pendant 9 jours et 10,92 m³/h pendant 100 minutes), avec remontée en fin d'essai (5 jours). Les transmissivités obtenues sont comprises entre $2,3 \times 10^{-5}$ et $1,3 \times 10^{-4}$ m²/s, soit une conductivité hydraulique de l'ordre de $7,7 \times 10^{-7}$ à $4,3 \times 10^{-6}$ m/s pour une hauteur crépinée de 30 m. Comme pour les puits de Ménil, les transmissivités calculées décroissent au cours du pompage et le cône de rabattement s'étend jusqu' à atteindre des zones moins perméables (FUL-Aquiground Consult, 1995d). L'essai mené en août 1996 présente des valeurs de paramètres d'écoulement nettement supérieures. Les transmissivités obtenues, après un essai à 9 m³/h pendant 2 heures, sont de l'ordre de $1,8 \times 10^{-4}$ et $0,8 \times 10^{-4}$ m²/s en pompage et entre $1,3 \times 10^{-4}$ et $1,7 \times 10^{-4}$ m²/s en remontée. La conductivité hydraulique, calculée selon la méthode de Dupuit en nappe captive, est comprise entre $3,8 \times 10^{-6}$ et 10×10^{-6} m/s. La nappe est libre pour des rabattements de plus de 7 m, soit pour des profondeurs d'eau supérieures à 25 m (Fontaine, 1997).

Un seul essai de pompage a été effectué au droit du puits Hampteau Supérieur, avril 1997 (Fontaine, 1997). Il s'agissait d'un pompage à débits variables (1,65 à 2 m³/h) pendant 104 h avec une remontée de 66 h. Le rabattement était de 21,45 m et non stabilisé. Les transmissivités calculées, de l'ordre de 1×10^{-5} m²/s, sont plus faibles que les transmissivités estimées pour les autres ouvrages testés dans cette unité hydrogéologique (aquitard à niveaux aquicludes du Dévonien inférieur). On y remarque également une décroissance régulière des transmissivités en rabattement due à une diminution de la fissuration de l'aquifère en profondeur.

A Dochamps, le puits Bénasse III de l'administration communale de Manhay a également fait l'objet d'un essai de pompage en février 1995 (FUL-Aquiground Consult, 1995i). L'essai a consisté en un palier de 41 h à un débit de 3,6 m³/h, avec suivi de la remontée pendant 4 h. Le rabattement en fin de pompage était de 15 m et le rabattement résiduel (mesuré après la remontée) était de 3,5 m, indiquant que la réalimentation de la nappe n'est pas très bonne. La transmissivité estimée est de 5×10^{-5} m²/s en pompage et de $4,6 \times 10^{-5}$ m²/s en remontée.

A Amonines, l'administration communale d'Erezée a fait forer un puits, dénommé Croix Herquin, pour son alimentation en eau potable. Des tests y ont été menés (FUL, 1995b). Le débit d'exploitation possible est trop faible, 3 à 4 m³/h. Cette prise d'eau n'est pas exploitée. Ce forage, profond de 103 m, sollicite l'aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur. Les essais de pompage (par paliers et de longue durée) ont permis de déterminer les propriétés hydrodynamiques de la nappe sollicitée. Ainsi le coefficient d'emménagement est de l'ordre de 5×10^{-4} indiquant le caractère captif de l'aquifère sollicité. Les transmissivités calculées sont comprises entre $4,5 \times 10^{-5}$ et $7,3 \times 10^{-5}$ m²/s. La conductivité hydraulique moyenne déduite est de l'ordre de $4,3 \times 10^{-7}$ à 7×10^{-7} m/s; où l'épaisseur saturée a été prise égale à 103 m (profondeur du puits, en l'absence de toute information sur l'équipement du puits).

VII.2. LE MASSIF DE STAVELOT

Deux forages, appartenant à l'administration communale de Manhay et situés dans le Massif de Stavelot, ont fait l'objet d'essais de pompage en janvier 1995. Sur le puits de Lamorménil, l'essai a consisté en un pompage de 43 h au débit de 1,5 m³/h, avec suivi de la remontée pendant 5 h. En fin d'essai, le rabattement n'était pas important (moins d'un mètre) avec stabilisation après quelques heures de pompage. La transmissivité est en pompage de $2,6 \times 10^{-4}$ m²/s et en remontée de $3,4 \times 10^{-4}$ m²/s. Les caractéristiques techniques du puits n'étant pas connues, il n'est pas possible de donner une estimation de la conductivité hydraulique (FUL-Aquiground Consult, 1995g).

Au lieu-dit Terre Da Voie à Freyneux, l'essai de pompage effectué sur le puits foré Freyneux a consisté en deux phases : essai de courte durée (30 min) aux débits de 0,9 m³/h et de 1,9 m³/h et essai de longue durée (2 m³/h pendant 45 h). Lors des deux essais, le rabattement tendait à se stabiliser. Lors du second, il a été noté que, sous l'effet des pluies enregistrées durant la période de l'essai, le niveau dynamique a été soumis à des variations dont l'ordre de grandeur est plus important que celui du rabattement dû au pompage. La nappe sollicitée est donc fort sensible aux précipitations. La transmissivité, déterminée sur base des mesures durant la première demi-heure de la courbe de descente, est de l'ordre de $1,3 \times 10^{-3}$ m²/s et de $9,8 \times 10^{-4}$ m²/s en remontée. Cette dernière valeur, obtenue lorsque l'influence des précipitations était moindre (période sans pluie) est probablement plus proche de la valeur réelle (FUL-Aquiground Consult, 1995e).

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 wallonne⁸ 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.

⁸ 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 2009⁹.

La Société publique de Gestion de l'Eau¹⁰ 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>).

⁹ 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)

¹⁰ 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 L'AIEC

L'AIEC possède plusieurs captages toujours en activité sur la carte Hotton–Dochamps. Il s'agit des prises d'eau de Ménil Inférieur (puits et source) et de Hampteau Inférieur (puits) sur la commune de Hotton (figure VIII.1). Aucune zone de prévention n'est encore définie pour ces prises d'eau mais des études sont en cours. Ces zones à définir sont symbolisées sur la carte hydrogéologique par un triangle vide tracé autour des captages. Les prises d'eau pour lesquelles l'AIEC d'eau a mentionné un arrêt définitif, ne sont pas reprises.

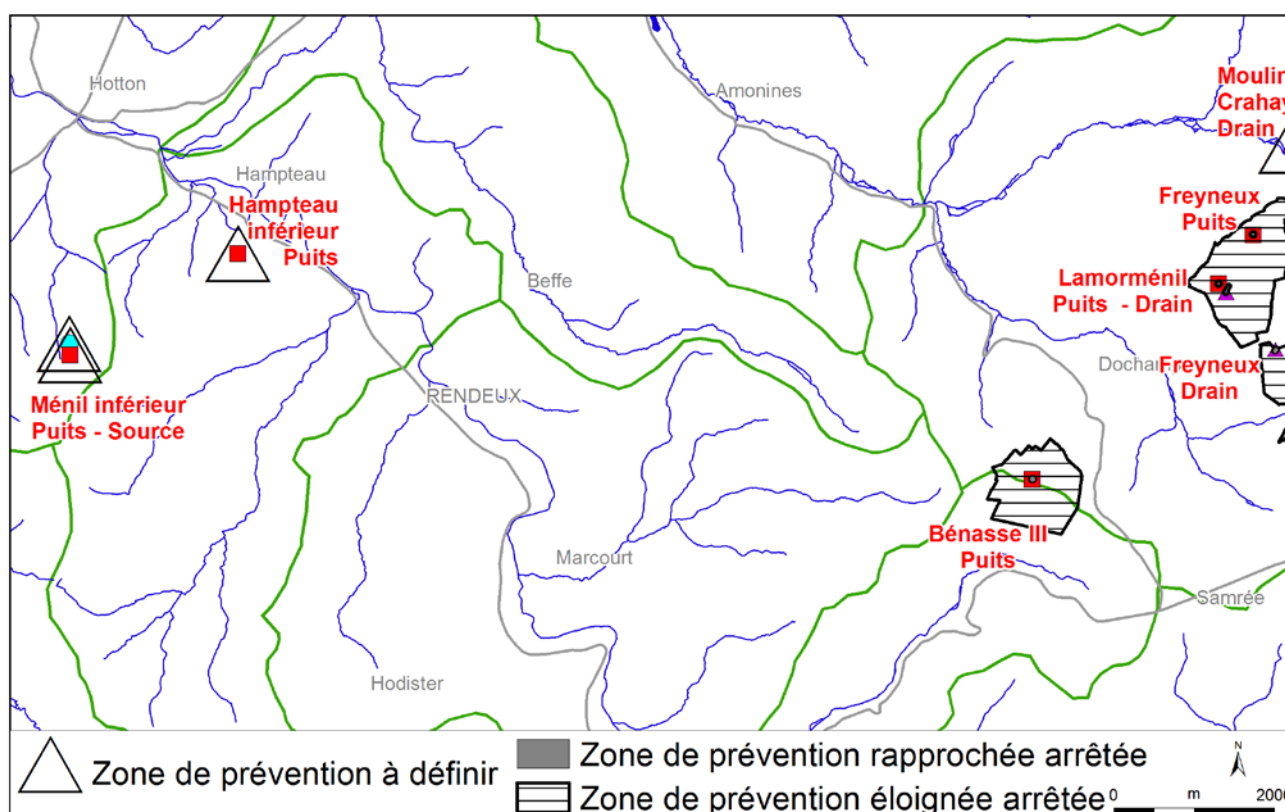


Figure VIII.1: Zones de prévention de la carte Hotton-Dochamps (AIEC et AC Manhay)

VIII.3. ZONES DE PREVENTION DES CAPTAGES DE L'ADMINISTRATION COMMUNALE DE MANHAY

Actuellement, les zones de prévention rapprochées et éloignées ont été arrêtées pour les captages de Bénasse III (puits), de Freyneux (puits et drain) et de Lamorménil (puits et drain). Les zones de prévention pour la prise d'eau de Moulin Crahay (drain) restent à définir (Figure VIII.1). Les prises d'eau pour lesquelles la commune d'eau a mentionné un arrêt définitif ne sont pas reprises.

La délimitation des zones de prévention autour du drain 'Freyneux Source' a été menée en incluant deux autres captages: Jouistet 1 (55/7/4/001) et Jouistet 2 (55/7/4/002) situées sur la carte

voisine Odeigne 55/7 (code SPW: AC_MANHAY04_07(AIVE)). Elles ont été établies sur base de la distance forfaitaire adaptée aux bassins d'alimentation présumés des prises d'eau et/ou aux limites des parcelles cadastrales (figure VIII.2). Ces zones de prévention ont été approuvées par le Gouvernement Wallon en date du 21 décembre 2012: *Arrêté ministériel relatif à l'établissement des zones de prévention rapprochée et éloignée des ouvrages de prise d'eau souterraine dénommés "Jouistet 1", "Jouistet 2" et "Véra Pré (source)" sis sur le territoire de la commune de Manhay (M.B. du 21/01/2013, p. 2507).*

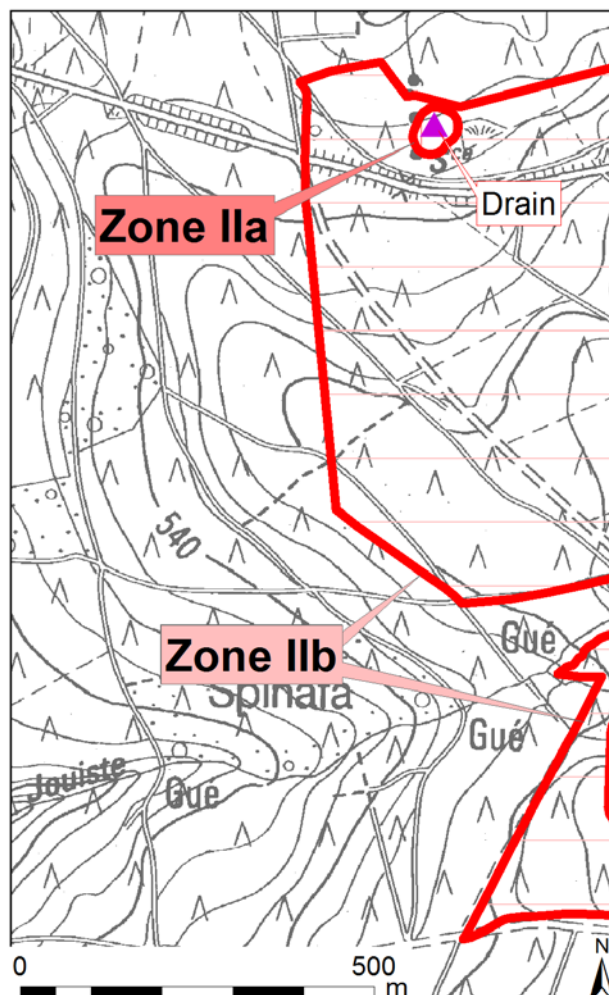


Figure VIII.2: Zones de prévention arrêtées du captage 'Véra Pré – Freyneux Source' – AC Manhay

Les zones de prévention rapprochée (IIa) des captages de Lamorménil (puits et drain) et de Freyneux (puits) ont été définies sur base de la distance forfaitaire et adaptée aux limites des parcelles cadastrales (code SPW: AC_MANHAY06_08(AIVE)). Les zones de prévention éloignées (IIb) sont déterminées sur base de la distance forfaitaire, pour un débit d'exploitation de 2 m³/j des ouvrages de prise d'eau dénommés "Lamormenil puits et Freyneux puits", et adaptée aux bassins d'alimentation présumés des prises d'eau ainsi qu'aux limites des parcelles cadastrales (figure VIII.3). Ces zones de prévention ont été approuvées par le Gouvernement Wallon en date du 3 janvier 2013: *Arrêté ministériel relatif à l'établissement des zones de prévention rapprochée et éloignée des ouvrages de prise d'eau souterraine dénommés "Lamormenil puits", "Lamormenil source" et "Freyneux puits" sis sur le territoire de la commune de Manhay (M.B. du 24/01/2013, p. 3244).*

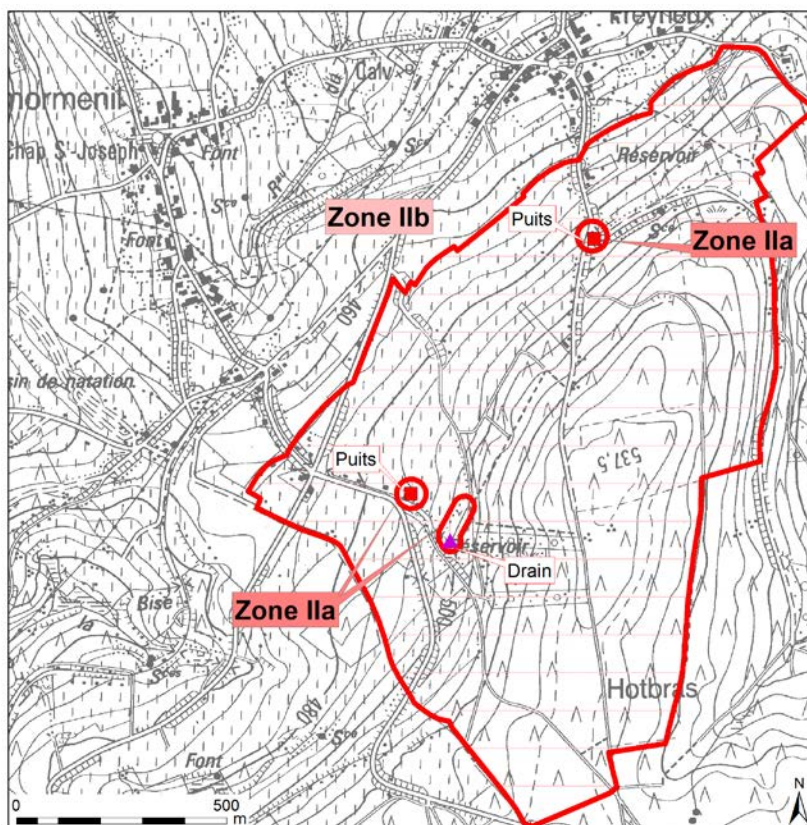


Figure VIII.3: Zones de prévention arrêtées des captages 'Lamorménil – Freyneux ' – AC Manhay

Around the well Bénasse III, the protection zones (code SPW: AC_MANHAY05(AIVE)) have been delimited for an exploitation debit of $3,6 \text{ m}^3/\text{j}$, and adapted to the presumed catchment basin of the water intake as well as to the cadastral parcel boundaries (figure VIII.4). These protection zones have been approved by the Walloon Government on January 3, 2013: *Arrêté ministériel relatif à l'établissement des zones de prévention rapprochée et éloignée de l'ouvrage de prise d'eau souterraine dénommé "Benasse 3" sis sur le territoire de la commune de Manhay (M.B. du 11/02/2013, p. 7214).*

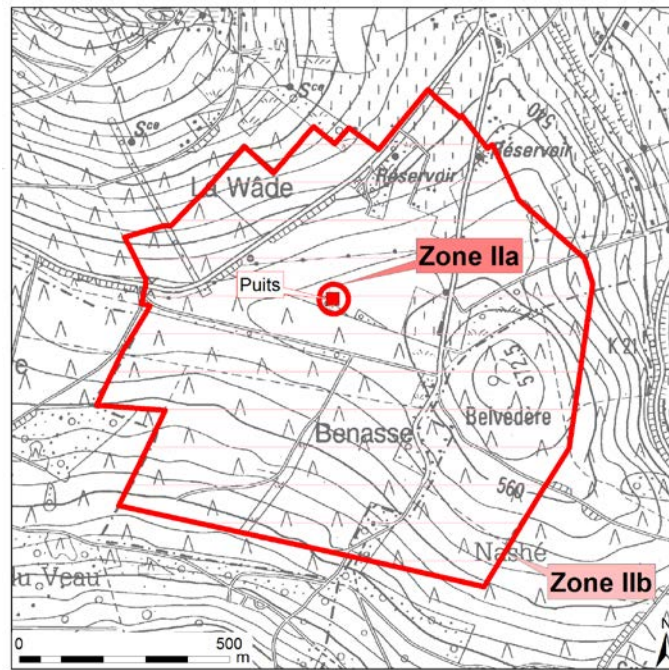


Figure VIII.4:Zones de prévention arrêtées du captage 'Bénasse III' – AC Manhay

IX. METHODOLOGIE D'ELABORATION DE LA CARTE HYDROGEOLOGIQUE

Ce chapitre décrit brièvement les données géologiques, hydrologiques et hydrogéologiques utilisées pour construire la carte hydrogéologique Hotton-Dochamps. 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 carte géologique de Wallonie "Hotton-Dochamps 55/5-6" est utilisée comme fond de référence pour la construction de la carte hydrogéologique. Cette carte a été dressée par L.Dejonghe et L.Hance (2008). Elle a été fournie sous format vectoriel par le Service Public de Wallonie (Cellule 'Géologie'), ainsi que la coupe géologique aa'.

Des discontinuités avec les cartes voisines entre les limites géologiques et/ou hydrogéologiques peuvent apparaître. Ces disparités sont le résultat de l'utilisation de fonds géologiques de générations différentes. La méthode de levé des nouvelles cartes géologiques est différente de celle employée auparavant (Dejonghe, 2007), ainsi des discontinuités entre les formations géologiques existent entre les différentes générations de cartes. Sur la carte Hotton-Dochamps, les discontinuités aux frontières de la carte sont dues à l'utilisation de fonds géologiques de générations et d'échelles différentes. Ainsi, on observe entre la carte étudiée et

- au nord, la carte Durbuy-Mormont 55/1-2, éditée en 1902 au 1/40.000 par le Service Géologique de Belgique. La continuité des unités hydrogéologiques est assurée au maximum. Cependant, dépendant des cartes géologiques, ici de générations et d'échelles différentes, quelques discontinuités sont observées.
- à l'est, la carte Odeigne-Bihain 55/7-8, réalisée par Asselberghs au 1/200.000 en 1946. La continuité des unités hydrogéologiques est assurée au maximum. Cependant, dépendant des cartes géologiques, ici de générations et d'échelles différentes, quelques discontinuités sont présentes, comme pour la limite septentrionale.
- au sud, la carte Champlon – La Roche 60/1-2, éditée en 2001 au 1/25.000 par le Service Public de Wallonie. Bien que les fonds géologiques soient à la même échelle et de même génération, quelques discontinuités sont observées (regroupement ou non de formations géologiques, tracés de faille et de limite de formation non raccordés).
- à l'ouest, la carte Aye – Marche-en-Famenne 54/7-8. L'édition de la nouvelle carte géologique (1/25.000) est prévue pour le début de 2015 par le Service Public de Wallonie. Dès lors, la continuité du tracé entre les cartes devrait être assurée.

Sur la carte Hotton-Dochamps, quelques carrières, toujours en activité, exploitent les matériaux de terrains du Dévonien inférieur. D'autres sites, dans les calcaires givetiens notamment, sont abandonnés ou remblayés.

Des données concernant les calcaires dévoniens sont issues, entre autres, de l'atlas du karst wallon (CWE PSS, 1996, 2006).

Quelques sites de la région étudiée ont fait l'objet d'investigations géophysiques. Ces zones de prospections géophysiques ont été simplement localisées sur la carte hydrogéologique. Le type de prospection géophysique menée et les références bibliographiques sont mentionnées. Ces investigations ont été réalisées pour l'établissement de prises d'eau ou dans le cadre de l'établissement des zones de prévention autour des captages publics. Elles ont permis de préciser le contexte géologique de la zone prospectée (lithologie et structural) dans le but de mieux 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.

- Site de Ménil-Hampteau (Fontaine, 1997): sondages électriques et traînés électriques.
- Site 'La Petite Suisse' à Dochamps (FUL, 1995): traînés électriques.

IX.1.2. Données météorologiques et hydrologiques

Sur le territoire de la carte Hotton-Dochamps, il y a trois stations météorologiques, appartenant toutes à l'Institut Royal Météorologique (IRM): la station de Chéoux (NN16), la station d'Hodister (NN17) et la station de Rendeux (NN18). Depuis novembre 1999, les précipitations y sont mesurées.

Une station limnimétrique, gérée par Service Public de Wallonie ([SETHY](#)), mesure les hauteurs d'eau (et le débit) de l'Ourthe à Hotton. Cette station (n°5963) a été installée le 24/09/1975.

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), 195 ouvrages ont été encodés dont 114 puits (puits forés et puits traditionnels), 13 piézomètres, 17 drains. Sont aussi encodées des informations concernant 20 sources (exploitées ou non) et 31 forages pour sonde géothermique¹¹. Ces données proviennent de sociétés de distribution d'eau (AIEC et SWDE), d'administrations communales (Manhay, Hotton, Rendeux...), d'industriels, de divers rapports techniques (voir liste bibliographique), d'agriculteurs et de particuliers ainsi que de la base de données de la Région Wallonne (10-sous), <http://carto1.wallonie.be/10SousInt>. Ces données ont été complétées par la campagne de terrain menée en 2006 (à l'occasion de la première version de la carte).

¹¹ Il s'agit de forages creusés uniquement pour descendre une sonde géothermique en profondeur. Ils sont ensuite rebouchés (cimentés) et c'est le liquide caloporteur qui circule. Il n'y a donc pas de prise d'eau à proprement-dit.

De plus, selon l'atlas du karst wallon, 5 résurgences et 5 pertes sont recensées sur le territoire de la carte Hotton-Dochamps. Elles sont reprises sur la carte principale du poster.

IX.1.3.2. Données piézométriques

On dispose de peu de données piézométriques pour les ouvrages de la carte Hotton–Dochamps. Les ouvrages de prise d'eau des sociétés de distribution publique d'eau sont essentiellement des drains et sources. De plus, la plupart des puits privés se sont avérés difficilement accessibles.

Une campagne de mesures piézométriques a été réalisée, dans le cadre de la carte hydrogéologique par l'équipe d'Hydrogéologie et Géologie de l'Environnement de l'ULg en 2006. On dénombre, ainsi au total, une cinquantaine de mesures piézométriques pour cette région. Elles concernent 27 puits ou piézométriques dont la majorité n'a été visité qu'à une seule reprise. 24 niveaux piézométriques ponctuels sont indiqués sur la carte principale du poster.

Sur la carte principale et la coupe hydrogéologique du poster, quelques données piézométriques sont présentées. Dans le [chapitre IV.2](#), sur base des quelques données disponibles, le contexte piézométrique est développé.

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 (DESO-SPW). L'AIEC, divers rapports techniques et les prélèvements faits lors des campagnes de terrain de 2006 ont complété ce jeu initial.

Ainsi, 39 sites (puits et piézomètres, drains, galeries, sources) sont concernés, comptabilisant environ 1600 valeurs. Les premières données datent de 1992. Ces analyses caractérisent les différentes unités hydrogéologiques de la carte Hotton-Dochamps (répartition relativement homogène sur le territoire de la carte). 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 Hotton-Dochamps.

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. Ils sont très peu nombreux. Seulement 5 puits où des essais de pompage ont été effectués sont répertoriés (aucun test de traçage, ni de diagraphies en forage).

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 Hotton-Dochamps n'est pas, à ce jour, concernée par les zones vulnérables aux nitrates ([paragraphe V.2](#)). Trois zones de prévention déterminées et arrêtées par le Gouvernement Wallon. Auxquelles s'ajoutent quatre autres captages soumis à zones de prévention dont, à ce jour, la délimitation des zones n'est pas encore établie (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;
- la coupe hydrogéologique (avec deux échelles verticales);

- 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, sous licence SPW-DGO 3;
- le réseau hydrographique;
- les unités hydrogéologiques;
- les failles;
- les piézomètres;
- les puits des sociétés de distribution d'eau ;
- les puits privés exploités et déclarés à la Région wallonne ;
- les sources exploitées ou non;
- les puits d'accès aux galeries et drains;
- les sondes géothermiques;
- les pertes et résurgences connues;
- les stations limnimétriques;
- les stations climatiques;
- à défaut de carte piézométrique, des valeurs de niveau des autres unités hydrogéologiques, avec la date de la mesure;
- les zones de prévention IIa et IIb arrêtées par le Gouvernement Wallon;
- 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.2.8](#))

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.

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. 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 Hotton-Dochamps, 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. Comme présenté au chapitre VI, les données sur les prélèvements des captages de la commune de Manhay sont incomplètes.

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 la carte des Volumes, des volumes moyens prélevés, correspond à la moyenne des cinq dernières années (2008-2012) (basés sur les déclarations des titulaire 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. Tableau de correspondance 'Géologie-Hydrogéologie'

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

IX.3.5. Coupes hydrogéologiques

Parmi les éléments présentés sur le poster de la carte hydrogéologique Hotton-Dochamps 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 Dejonghe et Hance (2008). La coupe de la carte géologique a été prolongée au nord (pour couvrir toute la hauteur de la carte). Une coupe avec exagération des hauteurs (facteur d'échelle X5) a également été dessinée. Ainsi, 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

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

Chalon C, Leroy D, Thomé JP, Goffart A. (2006): Les micropolluants dans les eaux de surface en Région wallonne. Dossier scientifique réalisé dans le cadre de l'élaboration du Rapport analytique 2006-2007 sur l'état de l'environnement wallon. AQUAPOLE-ULg. Liège. 137p

CWEPSS (1996): Atlas du Karst Wallon: Inventaire cartographique et descriptif des sites karstiques et rivières souterraines de Wallonie. *DGARNE & CWEPSS* (Commission Wallonne d'Etude et de Protection des Sites Souterrains asbl) <http://www.cwepss.org/atlasKarst.htm> + actualisation des données (version informatique, 2006)

Dejonghe L. (2007): Guide de lecture des cartes géologiques de Wallonie au 1/25 000. *Service Public de Wallonie*, 3^e édition, 51p.

Dejonghe L. (2008): Notice explicative de la carte géologique de Hotton-Dochamps 55/5-6, *Service public de Wallonie, DGARNE*, Namur. 88p.

Dejonghe L. & Hance L. (2008): Carte géologique de Hotton-Dochamps 55/5-6, *Service public de Wallonie, DGARNE*, Namur.

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/RWM100.pdf>

<http://spw.wallonie.be/dce/fme/RWM023.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.

Fontaine B. (1997): Etude hydrogéologique de la région d'Hotton – Puits de Hampteau et Ménil-Favay. *Travail de fin d'étude, Fac.Sciences Appliquées, Université de Liège*.

FUL (1994): Réhabilitation de la décharge de l'Alouette à Hotton – Etude hydrogéologique préliminaire- A.Hanson.

FUL (1995a): Puits du camping "La Petite Suisse" à Dochamps, Commune de Manhay, Province de Luxembourg – Dossier préliminaire d'étude de l'ouvrage. A. Hanson

FUL (1995b): Captage d'Amonines (Erezée) - Nouveau puits - Demande d'autorisation de prise d'eau - Rapport technique. A.Hanson et V.Debbaut

FUL-Aquiground Consult (1995a): Rapport technique sur le type et la nature de la nappe aquifère du puits de Ménil Favay inférieur, Hotton, A.Hanson et V.Debbaut

- FUL-Aquiground Consult** (1995b): Rapport technique sur le type et la nature de la nappe aquifère du puits de Ménil Favay supérieur, Hotton, A.Hanson et V.Debbaut
- FUL-Aquiground Consult** (1995c): Rapport technique sur le type et la nature de la nappe aquifère de la source de Werpin, Hotton, A.Hanson et V.Debbaut
- FUL-Aquiground Consult** (1995d): Rapport technique sur le type et la nature de la nappe aquifère du puits de Hampteau inférieur, Hotton, A.Hanson et V.Debbaut
- FUL-Aquiground Consult** (1995e): Captage de Freyneux-puits, Manhay - Demande d'autorisation de prise d'eau – Rapport technique, A.Hanson et V.Debbaut
- FUL-Aquiground Consult** (1995f): Captage de Freyneux-source, Manhay - Demande d'autorisation de prise d'eau – Rapport technique, A.Hanson et V.Debbaut
- FUL-Aquiground Consult** (1995g): Captage de Lamorménil-puits, Manhay - Demande d'autorisation de prise d'eau – Rapport technique, A.Hanson et V.Debbaut
- FUL-Aquiground Consult** (1995h): Captage de Lamorménil-source, Manhay - Demande d'autorisation de prise d'eau – Rapport technique, A.Hanson et V.Debbaut
- FUL-Aquiground Consult** (1995i): Captage de Dochamps - Bénasse III, Manhay - Demande d'autorisation de prise d'eau – Rapport technique, A.Hanson et V.Debbaut
- Godefroid, J., Blicck, A., Bultynck, P., Dejonghe, L., Gerrienne, P., Hance, L., Meillez, F., Stainier, P., Steemans, P.** (1994): Les formations du Dévonien inférieur du Massif de la Vesdre, de la Fenêtre de Theux et du Synclinorium de Dinant (Belgique, France). *Mém. expl. cartes géol. & min. Belg.*, 38, 144 pp.
- 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.
- Grebeude, R. & Quinif, Y.** (1993): La grotte de Hotton et les datations U/Th, *Regards (Bull. de l'Union Belge de Spéléologie)*: 14, pp. 21-29.
- Grebeude, R.** (2003): Le double système karstique de la vallée de l'Isbelle, *Regards (Bull. de l'Union Belge de Spéléologie)*: 49, pp. 4-8.
- 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>
- Légende de la Carte Numérique des Sols de Wallonie (**CNSW**) – version 2 (2007). Faculté universitaire des Sciences agronomiques de Gembloux – Laboratoire de Géopédologie, en relation avec le PCNSW (convention pour le compte de la Région Wallonne – DGA), 54 p. + 2 annexes
- Pfannkuch, H-O.** (1990): Elsevier's Dictionary of Environmental Hydrogeology, *Elsevier*.

Ruthy I. & Dassargues A. (2006). Carte hydrogéologique de Wallonie, Hotton-Dochamps, 55/5-6. 1:25000. Namur, Service Public de Wallonie, Direction générale opérationnelle Agriculture, Ressources naturelles et Environnement, 1 notice explicative de 50 p. Première version

SPAQuE (2006; 2007): Site "L'Alouette" à Hotton. Lx1803-02. Fiche d'information (mise à jour: 30/01/2007): <http://www.walsols.be/pdfs/8171/2191.pdf> - Surveillance environnementale: état 2006: <http://www.walsols.be/pdfs/8171/2190.pdf>

SPW-DGO3 (2014): Etat des nappes d'eau souterraine de Wallonie. Edition : Service public de Wallonie, DGO 3 (DGARNE), Belgique. Dépôt légal D/2014/11802/11 - ISBN 978-2-8056-0142-2 – Mars 2014 – Treizième année - <http://environnement.wallonie.be/de/eso/atlas/>

Tauw (2003): Décharge "L'Alouette" à Hotton – Etude de caractérisation, octobre-décembre 2003

UNESCO-OMM, (1992): Glossaire International d'Hydrologie, seconde édition, 413p

Van den Broeck, E., Martel, E.A. & Rahir, E. (1910): La bande calcaire de Marche à Hotton-Hampteau et la boucle calcaire faillée de Soy in Les cavernes et les rivières souterraines de la Belgique, Bruxelles: Edité par les auteurs. Tome 1: 423-427.

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, DGARNE – Université de Liège*

ANNEXE 1: LISTE DES ABREVIATIONS DES INSTITUTIONS ET ORGANISMES

- **AIEC:** Association Intercommunale des Eaux du Condroz
Rue des Scyoux, 20 à 5361 SCY
- **HGE-GEO³** : Hydrogéologie & Géologie de l'Environnement- GEO³ - ArGEnCo – ULg
Bâtiment B52, niveau –1, Sart-Tilman à 4000 LIEGE
<http://www.argenco.ulg.ac.be/gEO3>
- **IRM:** Institut Royal Météorologique, Section Climatologie.
Avenue Circulaire, 3 à 1180 BRUXELLES
<http://www.meteo.oma.be/IRM-KMI/>
- **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> <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 (DGRNE)
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>
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 Transport (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 Energie (DGTALPE)

- **SWDE** : Société Wallonne des Eaux

Rue de la Concorde, 41 à 4800 VERVIERS

<http://www.swde.be>

ANNEXE 2: TABLE DES ILLUSTRATIONS

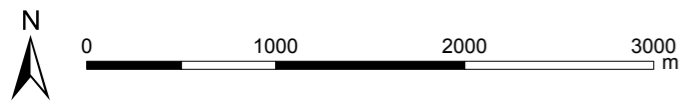
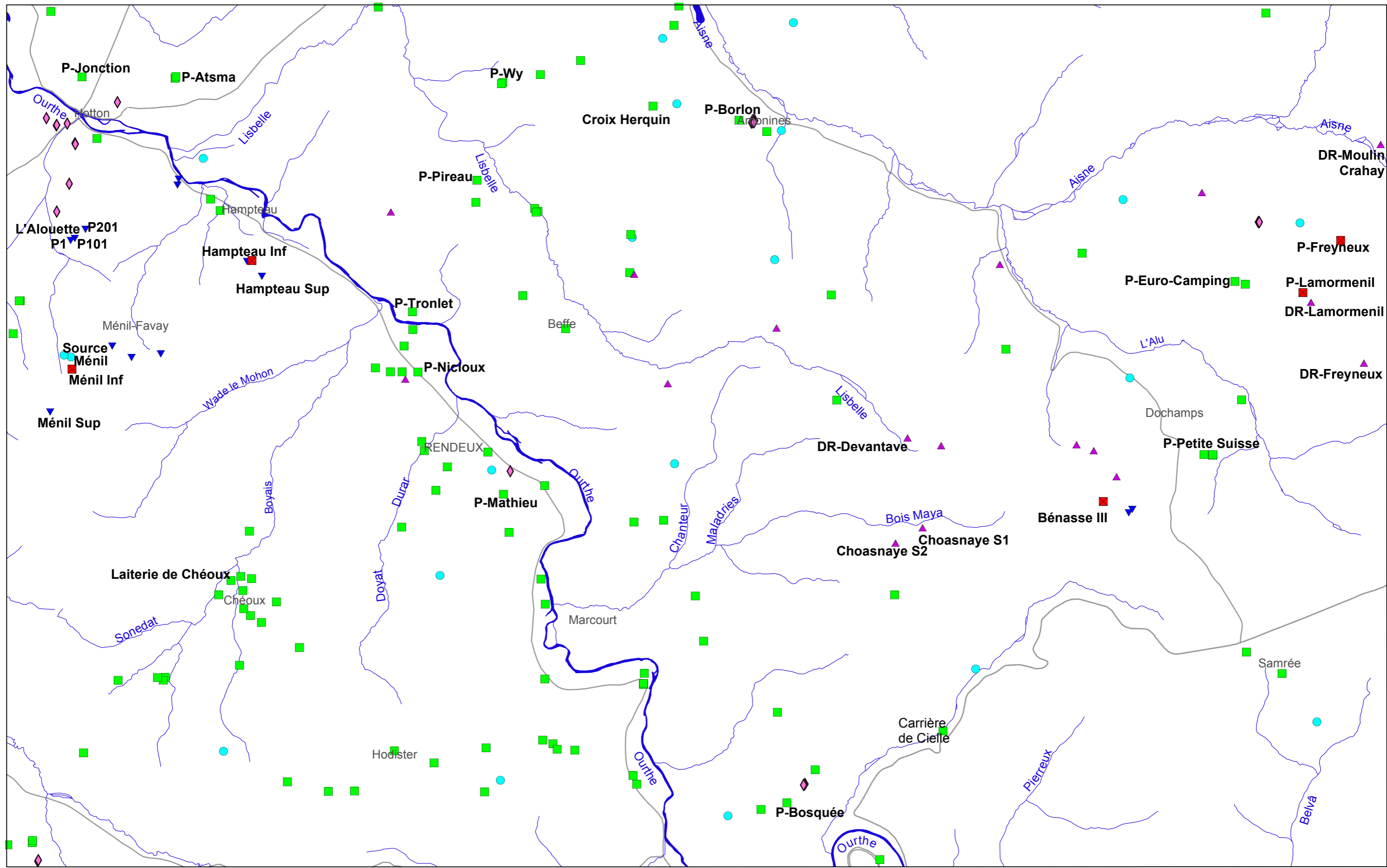
Liste des figures

Figure I.1: Localisation de la carte Hotton-Dochamps	4
Figure II.1: Territoires paysagers - Hotton-Dochamps.....	5
Figure II.2: Relief et bassins-versants – Hotton-Dochamps.....	6
Figure II.3: Carte de l'occupation du sol – Hotton-Dochamps.....	8
Figure II.4: Carte des types de sol – Hotton-Dochamps	9
Figure III.1: Carte géologique de la Wallonie (Boulvain & Pingot, 2011; modifié)	11
Figure III.2: Terrains calédoniens du Massif du Stavelot – Hotton-Dochamps	13
Figure III.3: Terrains varisques (Dévonien) – Hotton-Dochamps	19
Figure III.4: Schéma de l'écorché du socle de la carte Hotton-Dochamps avec indications des principales failles	21
Figure IV.1: Principaux aquifères de Wallonie – Carte de Hotton-Dochamps (SPW-DGO3, 2013; modifié).....	23
Figure IV.2: Entités hydrogéologiques de la carte Hotton-Dochamps	31
Figure IV.3: Phénomènes karstiques sur la carte Hotton-Dochamps.....	33
Figure IV.4: Localisation de l'ancienne carrière "L'Alouette" – Hotton.....	37
Figure IV.5: Evolution piézométrique - Forage 'Alouette P1'-Hotton.....	37
Figure V.1: Masses d'eau souterraine – Fleurus-Spy.....	45
Figure V.2: Zones vulnérables aux nitrates – Hotton-Dochamps	53
Figure V.3: Evolution des concentrations en nitrates dans les eaux captées sur la carte Hotton-Dochamps.....	54
Figure V.4: Pesticides en Région wallonne (ICEW, 2012; carte 19 modifiée).....	55
Figure VI.1: Volumes prélevés par captage public et par an - Hotton-Dochamps	59
Figure VII.1: Localisation des sites avec des tests de pompage sur la carte Hotton-Dochamps.....	60
Figure VIII.1: Zones de prévention de la carte Hotton-Dochamps (AIEC et AC Manhay).....	66
Figure VIII.2: Zones de prévention arrêtées du captage 'Véra Pré – Freyneux Source' – AC Manhay.....	67
Figure VIII.3: Zones de prévention arrêtées des captages 'Lamorménil – Freyneux ' – AC Manhay.....	68
Figure VIII.4:Zones de prévention arrêtées du captage 'Bénasse III' – AC Manhay	69

Liste des tableaux

Tableau II.1: Répartition de l'occupation du sol – Hotton-Dochamps	7
Tableau III.1: Ordovicien de la carte Hotton-Dochamps	12
Tableau IV.1: Tableau de correspondance entre la géologie et l'hydrogéologie – Hotton-Dochamps	30
Tableau V.1: Etat des masses d'eau souterraines de la carte Hotton-Dochamps.....	45
Tableau V.2: Caractéristiques hydrochimiques de l'aquiclude du Frasnien (Dépression de la Famenne).....	46
Tableau V.3: Caractéristiques hydrochimiques de l'aquifère des calcaires du Dévonien (La Calestienne)	47
Tableau V.4: Caractéristiques hydrochimiques des eaux logées dans l'aquitard à niveaux aquicludes du Dévonien inférieur	48
Tableau V.5: Caractéristiques hydrochimiques des eaux d'un puits privé sollicitant l'aquitard à niveaux aquifères de Villé	49
Tableau V.6: Caractéristiques hydrochimiques des eaux logées dans l'aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur	50
Tableau V.7: Caractéristiques hydrochimiques des eaux logées dans le Massif de Stavelot.....	51
Tableau V.8: Caractéristiques hydrochimiques des eaux logées dans les alluvions	52
Tableau V.9: Analyses bactériologiques des eaux de la grotte de Hotton	54
Tableau VII.1: Paramètres d'écoulement au droit du puits Ménil Inférieur.....	59

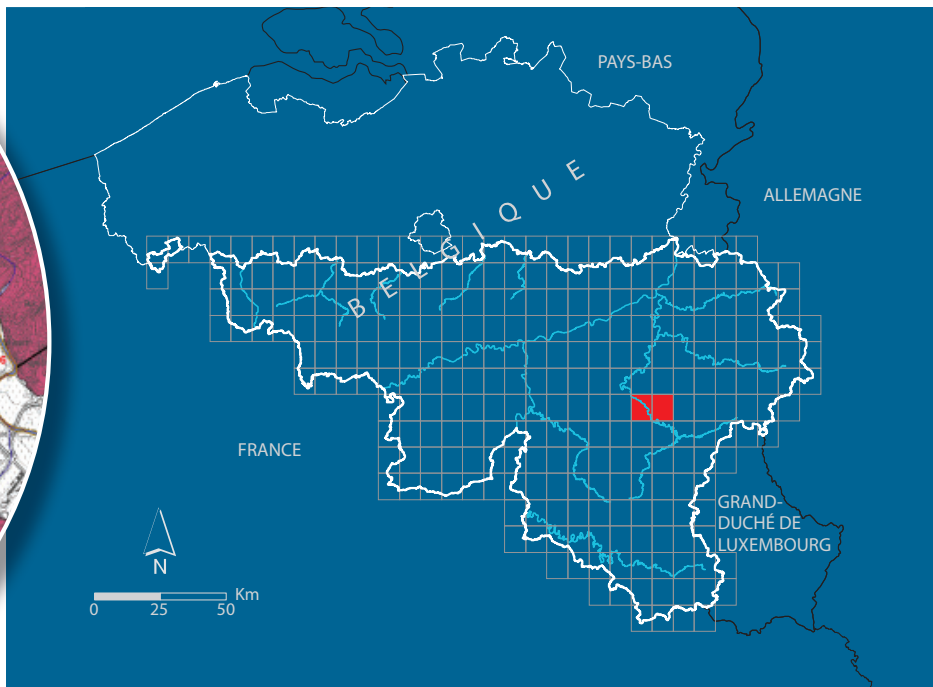
ANNEXE 3: CARTE DE LOCALISATION



- Puits pour la distribution publique d'eau potable
 - Autre puits
- ▲ Drain
 - ▼ Piézomètre
 - ◆ Sonde géothermique
- Source (exploitée ou non)
- Réseau hydrographique
 - Route nationale

ANNEXE 4: COORDONNEES GEOGRAPHIQUES DES OUVRAGES CITES DANS LA NOTICE

Nom	Code RW	Identifiant RW	X(m)	Y(m)	Z(m)	Type	Prof.(m)
P-Jonction	55/5/1/003	5947	226891	107336	117.5	Puits foré	64
P-Atsma	55/5/1/004	8093	227969	107323	186	Puits foré	25
Alouette P1	55/5/1/009	9179	226759	105440	260	Piézomètre	18,5
Alouette P101	-	-	226805	105463	255	Piézomètre	53
Alouette P201	-	-	226930	105570	261	Piézomètre	57
P-Petite Suisse	55/6/6/004	3917	240000	102950	460	Puits foré	85
Laiterie Chéoux	55/5/7/008	9152	228616	101497	250	Puits foré	105
P-Euro Camping	55/6/3/004	523	240256	104965	473	Puits foré	100
P-Bosquée	55/6/7/008	21346	235063	98918	352	Puits foré	40
P-Pireau	55/5/3/010	24260	231470	106140	290	Puits foré	
P-Wy	55/5/3/002	3334	231765	107273	325	Puits traditionnel	6
P-Borlon	55/6/1/002	5013	234506	106837	305	Puits traditionnel	8
P-Mathieu	55/5/6/010	4287	231777	105496	230	Puits traditionnel	3
P-Tronlet	55/5/5/004	7104	230721	104612	182	Puits traditionnel	3
P-Nicloux	55/5/5/006	3093	230785	103914	189,5	Puits traditionnel	4
Choasnaye S1	55/6/4/003	2198	236634	102106	430	Drain	
Choasnaye S2	55/6/4/006	359	236320	101930	440	Drain	
DR-Devantave	55/6/4/004	4383	236460	103150	460	Drain	
P-Freyneux (Puits Terre Da Voie)	55/6/3/002	4540	241481	105441	485	Puits foré	46
DR-Freyneux (Source – Véra Pré)	55/6/6/002	7933	241752	104016	533	Drain	
P-Lamorménil	55/6/6/005	6080	241045	104835	485	Puits foré	100 ?
DR-Lamorménil	55/6/6/003	1773	241135	104724	495	Drain	
Bénasse III	55/6/5/004	8302	238730	102410	557	Puits foré	75
DR-Moulin Crahay	55/6/3/003	6685	241946	106554	430	Drain	
Hampteau inférieur	55/5/2/002	7744	228860	105210	262	Puits foré	66,5
Hampteau supérieur	55/5/2/003	1570	228970	104970	298	Puits foré	88
Ménil inférieur	55/5/4/002	7188	226772	103949	332	Puits foré	65
Ménil supérieur	55/5/4/001	5055	226520	103450	383	Puits foré	69,5
Source Ménil	55/5/4/003	1009	226760	104090	321	Source	
Croix Herquin	55/5/3/003	5513	233510	107000	372,5	Puits foré	103



SPW | Éditions, CARTES

Dépôt légal : D/2014/12.796/13 – ISBN : 978-2-8056-0166-8

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

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