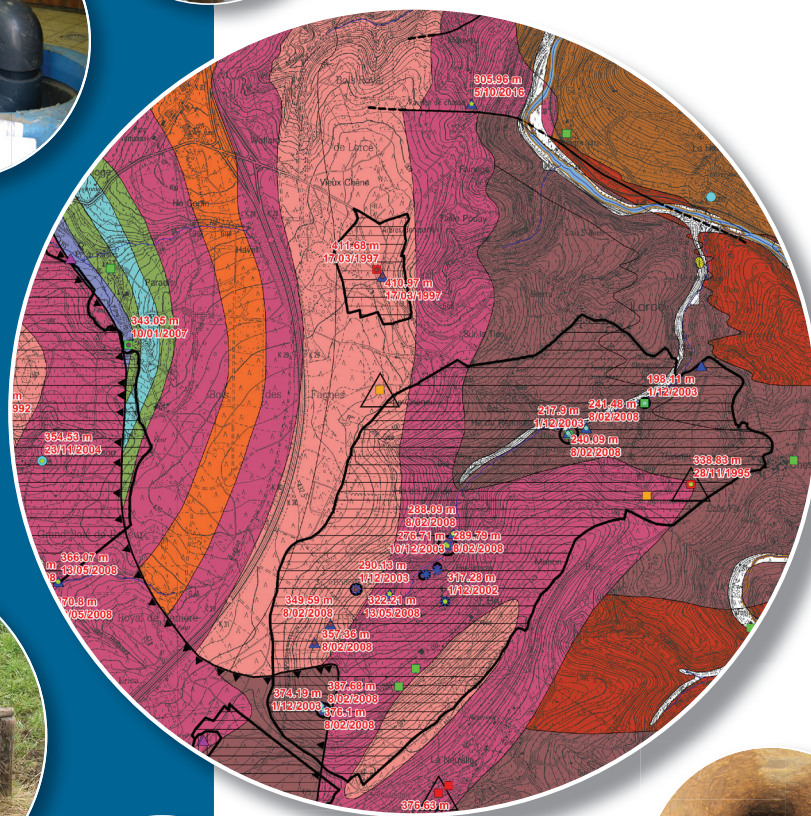


Notice explicative

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 Harzé – La Gleize



HARZE – LA GLEIZE

49/7-8

Ingrid **RUTHY**, Thibault **WILLEMS**, Alain **DASSARGUES**

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



NOTICE EXPLICATIVE

2017

Première édition : Septembre 2007
Actualisation partielle : Novembre 2016

Dépôt légal – **D/2017/12.796/12**- ISBN : **978-2-8056-0236-8**

SERVICE PUBLIC DE WALLONIE

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

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

Table des matières

Avant-propos	3
I. Introduction	4
II. Cadres géographique, géomorphologique, hydrographique et pédologique	5
III. Cadre géologique	10
III.1. Cadre géologique régional.....	10
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. Formation du Mésozoïque.....	16
III.2.1.3. Formations du Cénozoïque.....	16
III.2.2. Cadre structural	18
IV. Cadre hydrogéologique	22
IV.1. Description des unités hydrogéologiques	24
IV.1.1. Unités hydrogéologiques du Cambro-Silurien	24
IV.1.1.1. Aquitard du socle cambro-silurien	24
IV.1.1.2. Aquiclude à niveaux aquifères du socle cambro-silurien	24
IV.1.1.3. Aquiclude à niveaux aquitards du socle cambro-silurien	24
IV.1.1.4. Aquitard à niveaux aquifères du socle cambro-silurien	25
IV.1.2. Unités hydrogéologiques du Dévonien.....	25
IV.1.2.1. Aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur	25
IV.1.2.2. Aquitard à niveaux aquicludes du Dévonien inférieur	25
IV.1.2.3. Aquifère à niveaux aquicludes du Dévonien inférieur	25
IV.1.2.4. Aquitard de l'Eifelien	25
IV.1.2.5. Aquifère de l'Eifelien	26
IV.1.2.6. Aquifère des calcaires du Givetien	26
IV.1.2.7. Aquifère des calcaires du Frasnien	26
IV.1.3. Aquifère du Permien.....	26
IV.1.4. Unités hydrogéologiques du Mésozoïque et du Cénozoïque	27
IV.1.4.1. "Aquifère du Crétacé"	27
IV.1.4.2. Aquifère des sables de remplissage	27
IV.1.4.3. Aquifère des terrasses fluviales	27
IV.1.4.4. Aquitard limoneux.....	27
IV.1.4.5. Aquifère alluvial.....	27
IV.2. Description de l'hydrogéologie de la carte.....	29
IV.2.1. Massif de Stavelot.....	30
IV.2.2. Ardenne	38
IV.2.3. Calestienne	42
IV.2.4. Graben de Malmedy	43
IV.2.5. Aquifères alluviaux.....	44
IV.2.6. Eaux carbo-gazeuses de la région de Bru-Chevron.....	44
IV.2.7. Eaux minérales naturelles et les eaux de source de Spa	49
IV.2.8. Coupes hydrogéologiques	51
IV.2.9. Caractère des nappes	52
IV.2.10. Piézométrie de la carte Harzé – La Gleize.....	52
V. Cadre hydrochimique	54
V.1. Caractéristiques hydrochimiques des eaux	55

V.1.1. Massif de Stavelot.....	56
V.1.2. Ardenne	58
V.1.3. Graben de Malmedy	60
V.1.4. Eaux de Bru-Chevron et eaux de Spa.....	61
V.2. Problématique des nitrates.....	62
V.3. Qualité bactériologique	64
V.4. Pesticides.....	64
VI. Exploitation des aquifères	67
VI.1. Prélèvements destinés à la distribution publique d'eau potable.....	68
VI.2. Autres prélèvements (industries, agriculteurs, particuliers)	71
VII. Paramètres d'écoulement et de transport.....	72
VIII. Zones de protection.....	76
VIII.1. Cadre légal	76
VIII.2. Zones de prévention des captages de l'Administration Communale de Stoumont.....	78
VIII.3. Zones de prévention des captages de l'Administration Communale de Theux.....	82
VIII.4. Zones de prévention des captages de l'Administration Communale de Trois-Ponts.....	82
VIII.5. Zones de prévention des captages de la SWDE	83
VIII.6. Zones de prévention des captages de SPADEL s.a.	85
VIII.7. Zones de prévention autour des captages privées de Petit Spai a Trois-Ponts.....	88
IX. Méthodologie d'élaboration de la carte hydrogéologique.....	89
IX.1. Origine des informations.....	89
IX.1.1. Données géologiques et connexes.....	89
IX.1.2. Données météorologiques et hydrologiques.....	90
IX.1.3. Données hydrogéologiques	91
IX.1.3.1. Localisation des ouvrages.....	91
IX.1.3.2. Données piézométriques.....	91
IX.1.3.3. Données hydrochimiques et tests sur les puits	92
IX.1.4. Autres données	92
IX.2. Base de données hydrogéologiques.....	92
IX.3. Poster de la carte hydrogéologique	93
IX.3.1. Carte hydrogéologique principale.....	93
IX.3.2. Carte des informations complémentaires et du caractère des nappes.....	94
IX.3.3. Carte des volumes d'eau prélevés	94
IX.3.4. Tableau de correspondance 'Géologie-Hydrogéologie'	95
IX.3.5. Coupes hydrogéologiques.....	95
X. Bibliographie.....	96
Annexe 1: Liste des abréviations des institutions et organismes	100
Annexe 2: Table des illustrations	102
Annexe 3: Carte de localisation.....	104
Annexe 4: Coordonnées géographiques des ouvrages cités dans la notice	105
Annexe 5: Localisation de la carte Harzé-La Gleize dans le Massif de Stavelot	106

AVANT-PROPOS

La réalisation de la carte hydrogéologique Harzé – La Gleize 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 septembre 2007 (Ruthy & Dassargues, 2007). L'actualisation de cette carte a été effectuée en 2016 par Ingrid Ruthy et Thibault Willems (collaboration à la mise à jour des données cartographiques). 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 la SWDE, les communes de Theux, Trois-Ponts, Stoumont. Merci aussi à la société SPADEL sa (Bru-Chevron et Spa Monopole) pour les nombreuses données fournies sur la qualité des eaux, la piézométrie ou encore les prélèvements. Nous remercions aussi tous les particuliers 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.

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, géologique 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>.

I. INTRODUCTION

La carte Harzé – La Gleize est située dans le sud de la province de Liège, à une quarantaine de kilomètres de Liège (Figure I.1). Cette région se révèle, géologiquement et hydrogéologiquement, riche et variée. Le contexte géologique est complexe. Située à l'extrémité orientale du Synclinorium de Dinant reposant en discordance sur les terrains du Massif de Stavelot, cette carte compte plusieurs sites très intéressants: les eaux carbo-gazeuses de Bru-Chevron, les eaux pauciminéralisées de Spa, la centrale hydroélectrique de Coö.

Les ressources en eau de cette région sont essentiellement logées dans les nappes du manteau d'altération du socle mais aussi dans les horizons fracturés en profondeur. L'approvisionnement en eau de la population située sur le territoire de la carte est assuré par les communes et par la Société Wallonne des Eaux. On dénombre aussi beaucoup de captages privés (à usages agricole et/ou domestique).

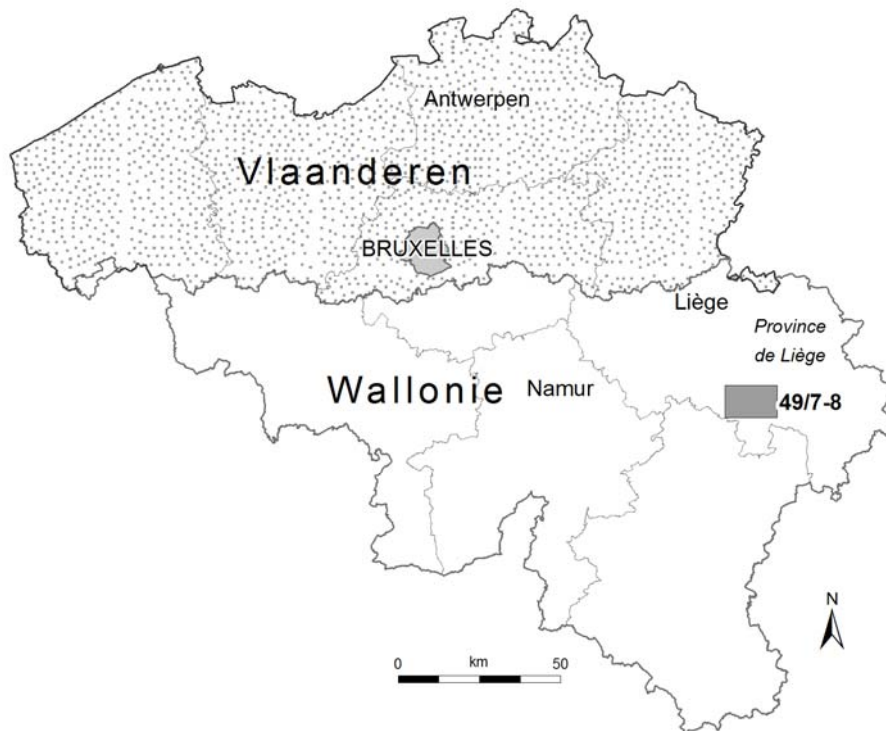


Figure I.1: Localisation de la carte Harzé – La Gleize

II. CADRES GEOGRAPHIQUE, GEOMORPHOLOGIQUE, HYDROGRAPHIQUE ET PEDOLOGIQUE

La carte Harzé – La Gleize se situe aux portes de l'Ardenne, plus précisément sur le haut plateau de l'Ardenne du nord-est (tel que défini par l'Atlas des Paysages de Wallonie)(Figure II.1). La partie aval du haut plateau déprimé de l'Amblève (11031 & 11032) occupe la majorité de la zone, avec des espaces évasés comme la dépression allongée courant de Francorchamps (à l'est) à Chevron en passant par La Gleize. Le haut plateau des Fagnes présente généralement un relief assez plat avec des massifs boisés et un habitat quasi absent. Dans la partie occidentale de la carte, les replats et collines boisées de l'Ourthe et de l'Aisne (09030) sont entrecoupés de vallées creusées par les rivières issues du massif ardennais. Au sein de cette zone, se trouve également la Calestienne, replat calcaire marquant la transition entre la dépression de la Famenne et le plateau ardennais (Droeven et al, 2004).

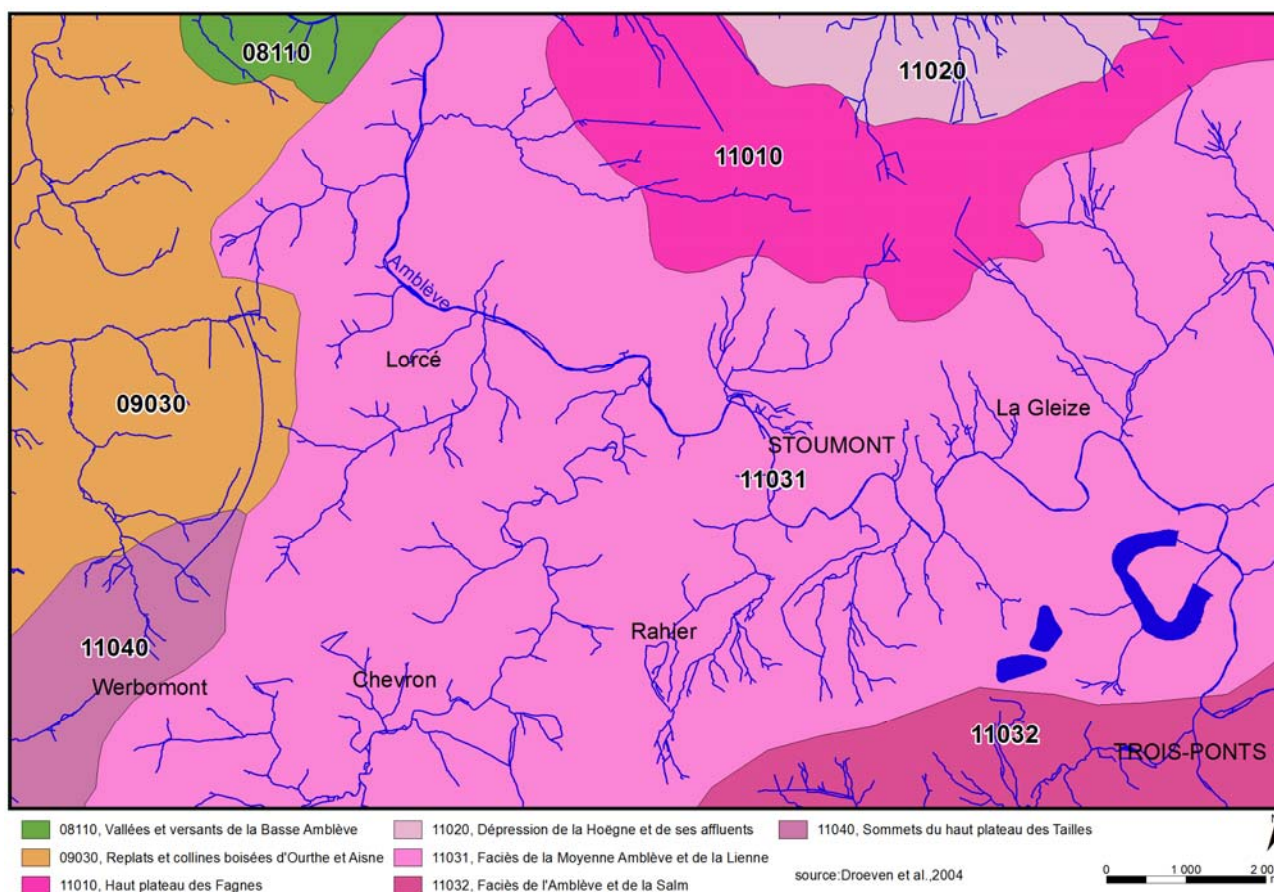


Figure II.1: Territoires paysagers¹ – Harzé – La Gleize

La partie septentrionale de la carte est marquée par la présence de la Vecquée, ancienne voie de Liège, appelée « Vêquée » ou « Pierreuse Voie », chemin emprunté par les évêques de Liège se rendant à l'abbaye de Stavelot. Cette zone est occupée par une lande ("Fagne de Pansire", "Les Fagnes de la Gleize", début de "La Fagne de Malchamps"), caractérisée par de jeunes forêts de

¹ 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 X (Droeven et al., 2004).

bouleaux et de sorbiers, des résineux (épicéas et sapins), des hêtres et des chênes ainsi que des zones humides (tourbières et landes).

Le relief de la carte Harzé – La Gleize est contrasté (Figure II.2). Le point bas se situe au nord de la carte dans la vallée de l'Amblève au lieu-dit "Fond de Quareux" (altitude: ≈ 170 m). Le point culminant se situe à environ 570 m dans les Fagnes de la Gleize, sur la ligne de crête entre les bassins du Wayai et de l'Amblève. Sur l'ensemble de la carte, on observe plusieurs plateaux et sommets dont l'altitude est supérieure à 400 m.

Cette région appartient entièrement au bassin hydrographique de la Meuse. Trois bassins-versants majeurs se partagent la carte, en parts inégales (Figure II.2):

- le bassin de l'Amblève couvre environ 83 % de la carte (133 km²). Ses eaux s'écoulent vers le nord et rejoignent l'Ourthe à Comblain-au-Pont. Sur la carte Harzé – La Gleize, deux sous-bassins y sont identifiés:
 - le bassin de la Salm au sud-est occupe environ 9 km².
 - le bassin de la Lienne s'étend sur environ 22 km²
- le bassin de la Hoëgne, via le bassin du Wayai, occupe environ 6 % de la carte (10 km²). La Hoëgne rejoint la Vesdre à Pepinster.
- le bassin de l'Ourthe draine à peine 10 % de la carte (17 km²), via les sous-bassins de la Lembrée et de l'Aisne, dans le sud-ouest de la carte.

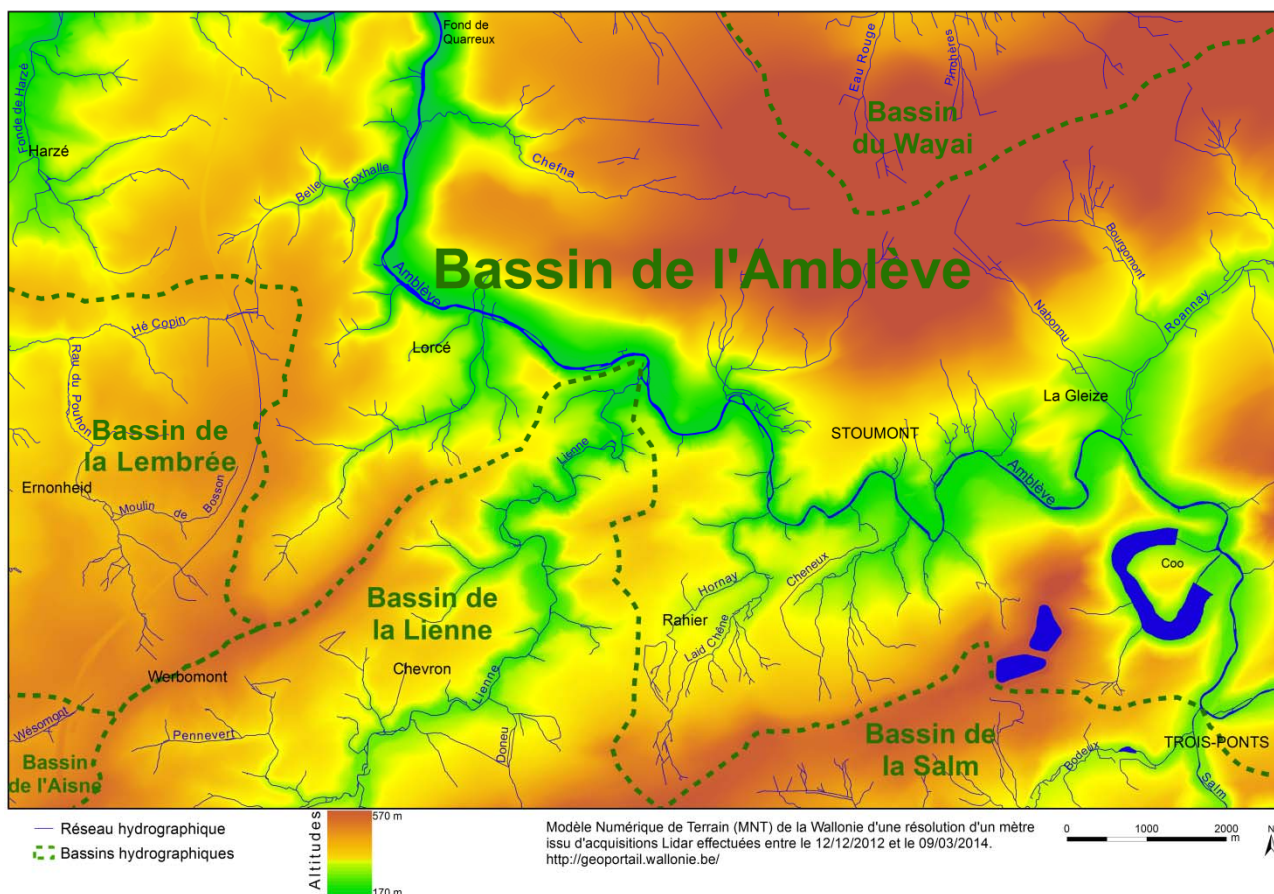


Figure II.2: Relief, bassins-versants, rivières – Harzé – La Gleize

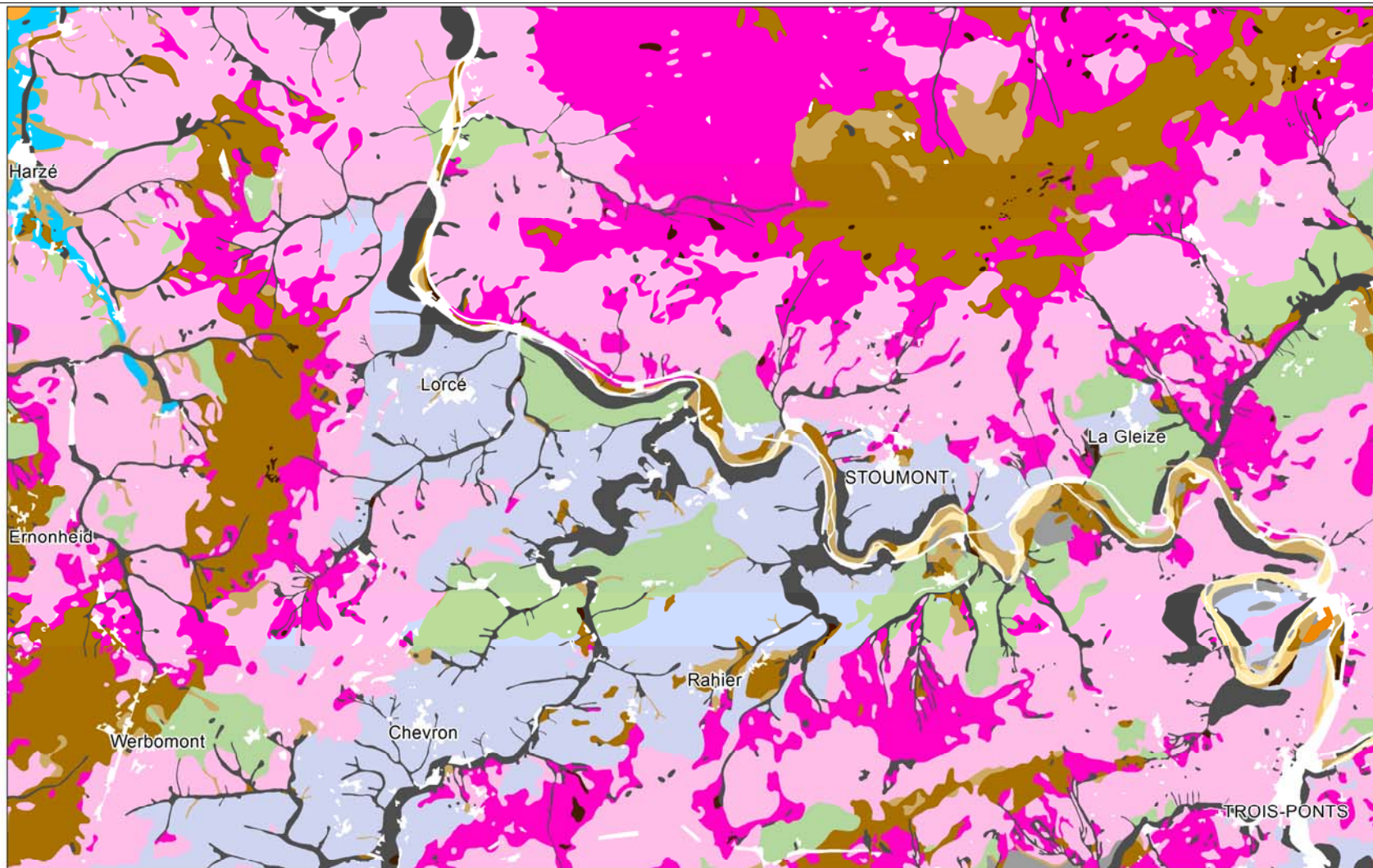
Dans l'est de la carte, il faut signaler le site de Coo et sa cascade artificielle de 11 m. En effet, au XVIII^{ième} siècle, les moines de l'Abbaye de Stavelot ont réalisé cette cascade sur l'Amblève au nord de Trois-Ponts pour alimenter le moulin de Coo. Actuellement, ce site est dédié au tourisme, ainsi qu'à la production d'énergie électrique via la centrale hydroélectrique située sur les hauteurs de Coo. Composée de deux bassins supérieurs et d'un bassin inférieur (dans l'ancien méandre de l'Amblève), la centrale fonctionne théoriquement en circuit fermé. Cependant, lors de précipitations, il arrive que de l'eau doive être rejetée dans l'Amblève (via une conduite de dérivation au niveau de la digue amont du bassin inférieur). Cet apport d'eau a lieu essentiellement en automne et au printemps. Une analyse des débits, en amont et en aval du site de Coo, a été effectuée sur la période allant de janvier 2000 à août 2005. La différence entre les débits amont et aval observés est assez faible (en moyenne 1m³/s, avec un maximum de 8m³/s). Cette constatation n'a pas permis de mettre en évidence un impact significatif de la centrale sur le débit de l'Amblève (AIB-Vinçotte, 2005).

La nature du sous-sol et du sol influencent le relief et les paysages ainsi que l'affectation du sol. La carte des types de sols (Figure II.3) reflète bien la complexité de la géologie de la région de Harzé – La Gleize. Les grandes structures géomorphologiques s'y lisent. Ainsi dans le coin nord-ouest, la nature calcaire des sols est directement liée à la Calestienne. Dans le quart nord-est, les terrains sont caractérisés par un drainage naturel modéré à assez pauvre (zone de landes). Cette carte indique une prépondérance des sols autochtones limono-caillouteux. Les données sont extraites de la Carte Numérique des Sols de Wallonie² (CNSW, 2008). La nature de la charge caillouteuse des sols est directement liée à la roche-mère. Les sols à charge schisto-gréseuse ou schistophylladeuse, majoritaires, sont situés sur le plateau ardennais.

La figure II.4 représente la carte d'occupation du sol de la région de Harzé – La Gleize (répartition selon les classes du niveau 1). Ces données sont extraites de la carte numérique de l'occupation du sol wallon³. Les espaces forestiers occupent presque les deux tiers de la superficie de la carte (61,8 %), essentiellement composés de conifères. Les territoires agricoles (occupant 28 % de la carte) sont représentés presque exclusivement de prairies (94 % de cette classe). Très peu de surface est dédiée aux terres arables (labours). Les territoires artificialisés (8,7 % de la carte) présentent un tissu bâti discontinu, sauf dans les centres des grosses localités, où l'habitat est plus dense. Les principales localités de la région sont Trois-Ponts au sud-est de la carte, Stoumont-La Gleize dans le centre et Harzé au nord-ouest. La catégorie "Territoires artificialisés" comprend aussi le réseau routier, tout comme les zones d'activités économiques. Ainsi, le ruban rouge de l'autoroute E25, reliant Liège à Luxembourg, aussi appelée l'autoroute des Ardennes, est bien visible sur la carte, la traversant du nord au sud dans la partie ouest. De part et d'autre de cet axe autoroutier, se sont développés quelques parcs artisanaux où se sont implantés plusieurs entreprises (Harzé, Werbomont).

² Pour plus d'informations, consulter <http://cartopro3.valid.wallonie.be/CIGALE/>

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>

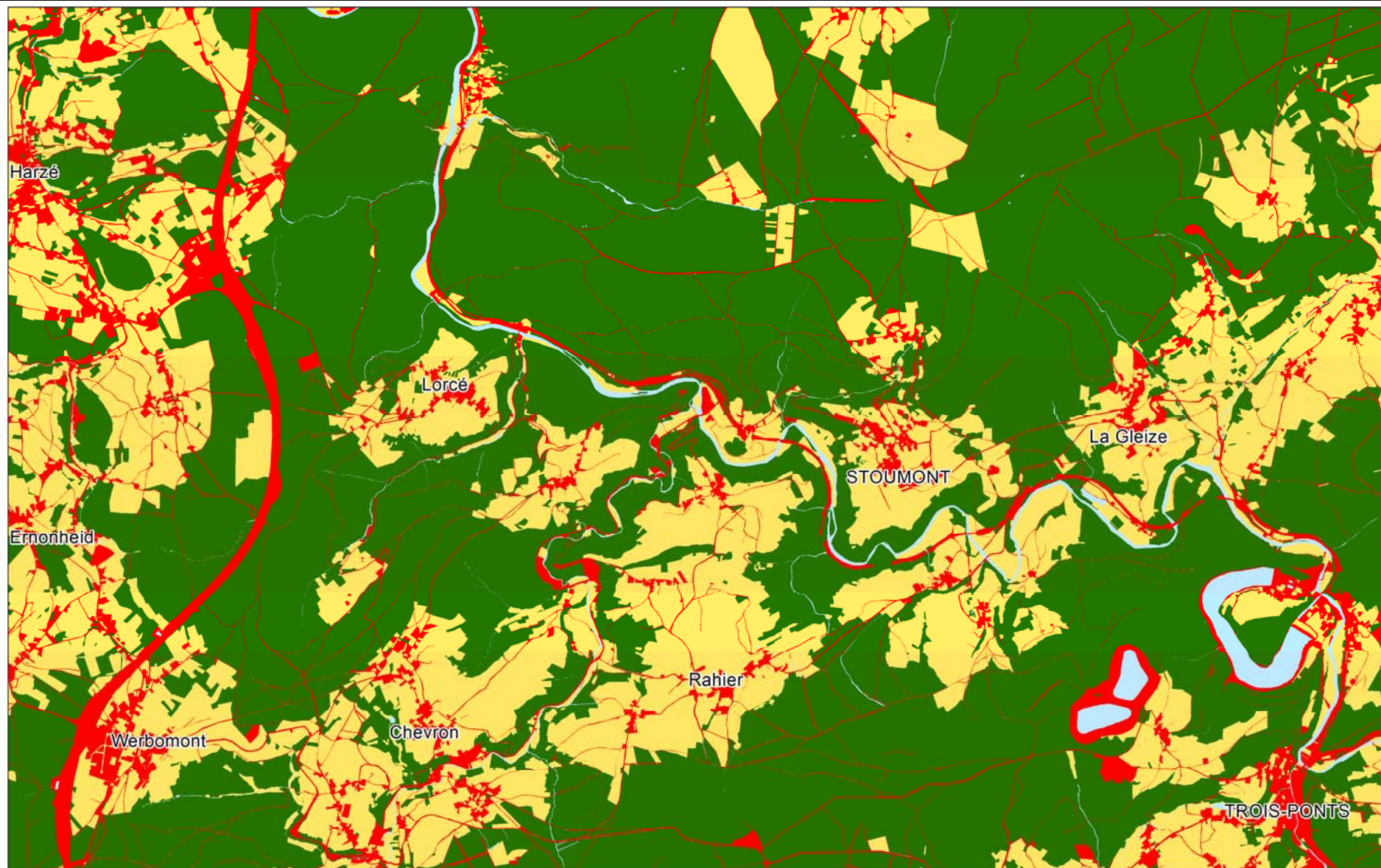


Carte des sols

- Sols tourbeux ou tourbières
- 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 peu caillouteux à drainage naturel favorable
- Sols limoneux peu caillouteux à drainage naturel principalement modéré à assez pauvre
- Sols limono-caillouteux à charge schisto-phylladeuse 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 calcaire ou contenant du calcaire et à drainage naturel quasi-exclusivement favorable
- Sols limono-caillouteux à charge de silicite ou de gravier ou de conglomérat et à drainage naturel principalement favorable
- Regroupement de complexes de sols de textures différentes ou sur fortes pentes et de sols de fonds de vallons limoneux ou rocailleux
- Sols artificiels ou non cartographiés

Sources des données : Copyright • SPW- 150210-0905

Figure II.3: Carte des types de sol – Harzé – La Gleize



Occupation du sol (COSW) - Niveau 1

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

Sources des données : Copyright • SPW- 150210-0905

Figure II.4: Carte de l'occupation du sol – Harzé – La Gleize

III. CADRE GEOLOGIQUE

III.1. CADRE GEOLOGIQUE REGIONAL

La région de Harzé-La Gleize se situe dans la partie orientale de l'allochtone ardennais (Figure III.1). Cette méga-structure géologique est composée d'un substratum cambro-silurien sur lequel reposent en discordance les formations sédimentaires dévono-carbonifères. L'axe de l'Anticlinal de l'Ardenne est matérialisé par l'affleurement des massifs calédoniens de Rocroi, Serpont et Stavelot. Ceux-ci séparent le Synclinorium de Neufchâteau-Eifel au Sud, des Synclinoria de Dinant et de Verviers au Nord. Ce dernier comprend trois unités tectoniques que sont le Massif de Herve, la Nappe de la Vesdre et la Fenêtre de Theux (Meilliez & Mansy, 1990). Au Permien (cycle alpin), un poudingue d'origine fluviatile s'est déposé dans le Graben de Malmédy, fossé d'effondrement dont l'ouverture serait liée à un mouvement de décrochement tardi-varisque (Boulvain & Pingot, 2011). Ce dépôt est en discordance sur les roches cambro-siluriennes du Massif de Stavelot. De nombreuses failles ont été reconnues dans cette région, la plus importante étant la faille de charriage de Xhoris.

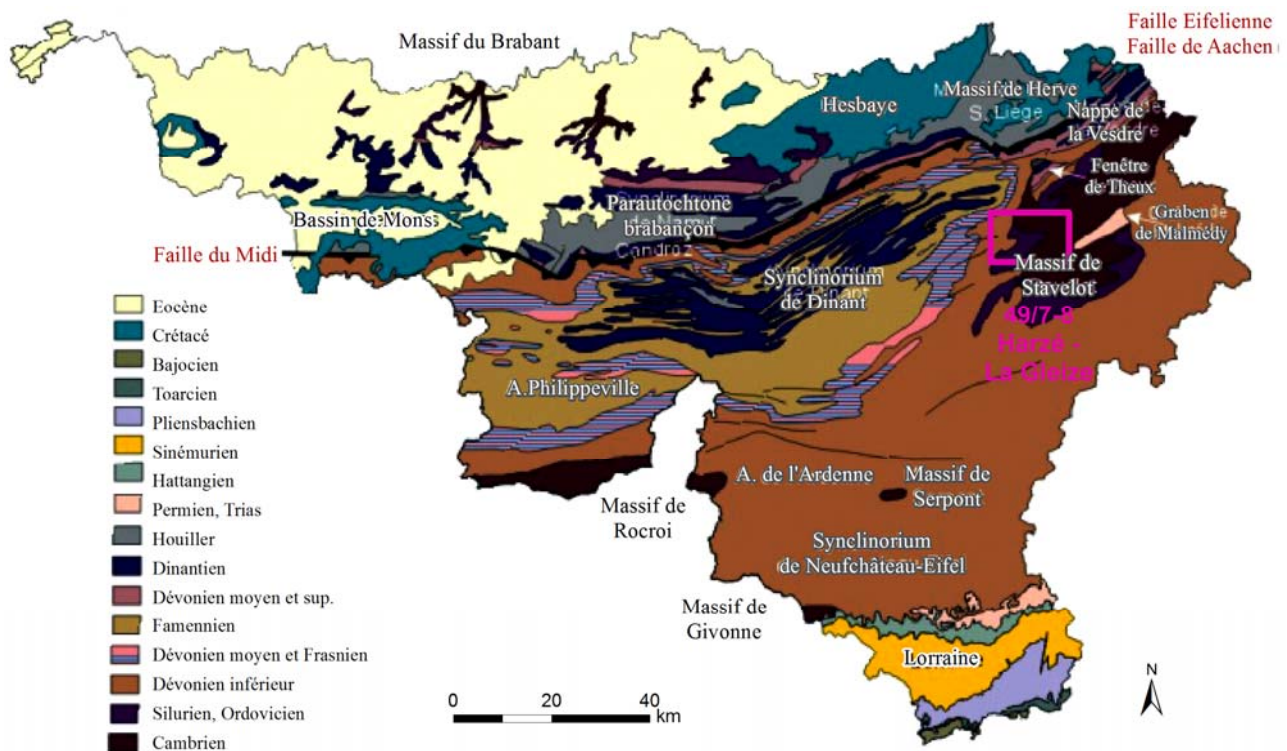


Figure III.1: Carte géologique de la Wallonie (Boulvain & Pingot, 2011; modifié)

III.2. CADRE GEOLOGIQUE DE LA CARTE

La carte Harzé-La Gleize expose les formations datant du Cambrien au Dévonien supérieur, cependant marquées par une lacune stratigraphique au Silurien. Après la pénéplanation qui suit le plissement hercynien, on entre dans le cycle alpin avec les dépôts du Permien. Quelques traces de dépôts du Crétacé ont été observées dans le Nord de la carte. Les dépôts cénozoïques sont présents sous forme de produits d'altération, d'éboulis de pentes, de colluvions ou d'alluvions anciennes et modernes des fonds de vallées.

La description lithologique des formations fait référence à la carte géologique dressée par Asselberghs et Geukens au 1/25.000 (1959). Les travaux de Geukens sur le Massif de Stavelot ont également été consultés (1986, 1999). En annexe, est présentée l'édition révisée de la carte géologique du Massif de Stavelot. A la demande du comité de pilotage des nouvelles cartes géologiques, les dénominations utilisées ici, n'ont pas été actualisées, la nouvelle échelle lithostratigraphique de la région n'ayant pas encore été établie. La carte géologique levée par Asselberghs et Geukens sert de fond à la carte hydrogéologique.

Rappelons que depuis le début du XX^{ième} siècle, l'échelle stratigraphique et le découpage des unités lithologiques ont changé. La terminologie utilisée actuellement ne correspond donc plus nécessairement à celle utilisée en 1902. A l'époque, la subdivision en assises correspondait à un découpage basé sur la biostratigraphie et la chronostratigraphie alors qu'aujourd'hui, les nouvelles cartes géologiques se basent sur la lithostratigraphie. Plus d'informations sur la nouvelle échelle stratigraphique de Belgique peuvent être trouvées dans Bultynck & Dejonghe (2001).

En outre, certains termes, anciens et locaux, ne sont plus très usités dans la terminologie actuelle (Dejonghe, 2007):

- *Psammite*: mot utilisé jadis en Belgique pour désigner des grès micacés largement employés en construction. La forte proportion de paillettes de micas, disposés en lits parallèles, leur confère une aptitude à se débiter en feuillets.
- *Schiste*: roche argileuse de la classe des lutites⁴, consolidée, ayant pris une schistosité. Notons que le mot schiste a souvent été employé en français dans le sens de shale.

⁴ Lutites: ensemble des roches sédimentaires détritiques dont les éléments sont de diamètre inférieur à 1/16 mm (62,5 µm)

III.2.1. Cadre litho-stratigraphique

III.2.1.1. Formations du Paléozoïque

III.2.1.1.1 Cambrien

Revinien

Seul représentant du Cambrien, l'étage du Revinien expose trois assises: Rn1a et Rn1b, Rn2a et Rn2b, et Rn3⁵. Il affleure sur une grande partie de la carte Harzé-La Gleize.

- Rn1a contient des phyllades, des phyllades schisteux graphiteux et des quartzophyllades noirs. Elle affleure uniquement au Nord de Trois-Ponts.
- Rn1b est définie par des couches à teinte vert bleu devenant vert clair par altération. Elle est composée de gros bancs de quartzite à la base de l'assise. Ensuite on observe des quartzites abondamment micacés et des grès micacés bleus verts et des bancs de quartzites verts bleus entre lesquels s'intercalent des phyllades noirs. Cette assise affleure dans la région de Trois-Ponts.
- Rn2a est caractérisé par des quartzites gris-bleu, des phyllades bleus noirs et des grès micacés. Elle contient aussi de gros bancs de quartzites schisteux bleu foncé avec de grossières paillettes de mica ainsi que des quartzites bleu foncé bien lités, parfois riches en pyrite. Le Rn2a est généralement bien plus micacé que le Rn2b. Elle affleure aux alentours de Trois-Ponts et du Graben de Malmedy ainsi que sur le plateau au nord de La Gleize et Stoumont.
- Rn2b, une assise très riche en quartzites gris bleuâtres, est composée de quartzophyllades, de phyllades noirs et de quartzites dont les bancs peuvent atteindre 3, voire 10 m d'épaisseur. Des lentilles de poudingue miliaire sont observées dans les gros bancs de quartzites (5 à 10 m) à la base de l'assise. Les quartzites du sommet de l'assise sont moins épais (20 à 50 cm) et alternent avec des phyllades et des quartzophyllades noirs. On trouve cette assise dans la région de Trois-Ponts et en rive droite de l'Amblève au Nord de Stoumont et La Gleize.
- Rn3 est, comparée aux autres assises, constituée de roches moins résistantes. On observe à la base et au sommet de l'assise des phyllades et des quartzophyllades noirs, au milieu un niveau de quartzophyllades avec quelques rares minces bancs de quartzites (partie centrale de Rn3a est assez résistante). Cette assise correspond normalement à une dépression topographique. Elle affleure dans la région de La Gleize, ainsi que du côté de Targnon et de Quareux. On l'observe aussi dans la partie centrale du Graben de Malmedy.

⁵ Dans la nouvelle échelle lithostratigraphique de la Belgique, *Rn1* (*Rv1-Rv2*) est la Formation de Wanne, *Rn2* (*Rv3-Rv4*) est la Formation de La Venne-Coo, *Rn3* (*Rv5*) est la Formation de La Gleize (Bultynck & Dejonghe, 2001).

III.2.1.1.2 Ordovicien

Salmien

Les sédiments de l'Ordovicien du Massif de Stavelot forment l'étage Salmien dont la puissance est supérieure à 1 km. Deux assises, *Sm1* et *Sm2*⁶, le définissent.

- *Salmien inférieur (Trémadocien), Sm1*, est essentiellement formé de roches bleu-noir ou verdâtres. Cette assise est relativement fossilifère. Le Salmien inférieur affleure essentiellement dans le bassin de la Lienne. Deux parties sont distinguées dans cette assise:
 - *Sm1a* est constitué de quartzophyllades, de phyllades et de quartzites verts, gris et bleuâtres. Quelques bancs de schistes noirs graphiteux sont intercalés à la base.
 - *Sm1b* est composé surtout de quartzophyllades grisâtres et de quelques bancs de quartzites grisâtres.
- *Salmien supérieur, Sm2*, est caractérisé par un ensemble de phyllades et de quartzophyllades rouges renfermant deux couches, nettement distinguables, de manganèse. L'épaisseur totale de cette assise est comprise entre 150 et 180 m. Cette assise affleure peu sur la carte Harzé-La Gleize, dans les environs de Werbomont et de Bierleux.

III.2.1.1.3 Dévonien

La cartographie des formations de l'Eodévonien n'a pas été facile par suite du manque d'affleurements. Cette série représente le sous-sol d'une région fortement boisée qui s'étend du nord au sud en rive gauche de l'Amblève. Les limites de ces assises sont peu précises et la description de leurs caractéristiques lithostratigraphiques est basée sur l'étude de l'Eodévonien de l'Ardenne d'Asselberghs (1946) (avertissement repris du texte explicatif de la carte géologique n°159).

Le Dévonien⁷ inférieur est traversé par la faille de Xhoris. Il en ressort qu'à l'ouest de la faille, on ne trouve que les terrains du Gedinnien et une partie du Siegenien, alors que la série est complète à l'est.

Gedinnien

Cet étage, en discordance sur le socle calédonien, commence par un ou plusieurs bancs de poudingue pisaire à éléments de quartz et, de bancs de quartzite avec des enclaves schisteuses, alternant avec des schistes lie-de-vin. Ensuite, on trouve des schistes rouges, verts et bigarrés,

⁶ Dans la nouvelle échelle lithostratigraphique de la Belgique, *Sm1* est la Formation de Jalhay où *Sm1a* est le Membre de Solwaster et *Sm1b* est le Membre de Spa et, *Sm2* est la Formation de Ottré (Bultynck & Dejonghe, 2001).

⁷ La désignation de certains étages du Dévonien a été revue: Gedinnien → Lochkovien; Cb2 + Cb1 = Siegenien ≈ Praguien; Burtonien (Bt) + Coblencien Cb3 = Emsien; Couvinien → Eifelien (Bultynck & Dejonghe, 2001).

parfois à nodules calcaires, des schistes gréseux, verts, micacés, des schistes verts psammitiques, renfermant des bancs de quartzites verts, micacés, des grès micacés. A l'est de la faille de Xhoris, il affleure de Quareux à La Platte et, à l'ouest de Harzé à Werbomont.

Siegenien

Cet étage est divisé en trois assises.

- S1 est composé de quartzite gris, blanchâtre et bleu clair à enclaves schisteuses, en bancs de 30 cm à 1 m et en paquets de 2 à 7 m, alternant avec des schistes bigarrés et des quartzophyllades.
- S2 est un complexe quartzo-schisteux, feuilletté, comprenant des quartzophyllades et des schistes quartzeux, plus ou moins micacés, calcaireux en profondeur et des bancs de quartzites et de quartzites micacés. Localement, on observe quelques intercalations de schistes lie-de-vin. Les couches observées le long de l'Amblève sont fossilifères.
- S3 est caractérisé par des quartzites rosés, légèrement rouges, blancs, généralement micacés, parfois psammitiques, intercalés dans des schistes gréseux lie-de-vin, verts et bigarrés. Il affleure uniquement sur la lèvre orientale de la faille de Xhoris depuis Rondai Fontaine – Stokeu au Bois Royal de Renière (Ernonheid).

Emsien

Trois assises représentent ce dernier étage de l'Eodévonien, qui n'affleure qu'à l'est de la faille de Xhoris.

- E1 est constitué de quartzites gris et verts souvent sombres (parfois rouges) au milieu des schistes rouges moins colorés.
- E2 est essentiellement caractérisé par des schistes rouges intercalant des paquets de quartzites rouges, parfois micacés (2 à 3 m).
- E3 débute par une cinquantaine de mètres de grès graveleux rouge et vert, en paquets de 3 à 4 m alternant avec des schistes rouges. Au sommet, on trouve un banc de poudingue à ciment clair et à cailloux (parfois arkosiques) dépassant 3 m d'épaisseur.

Couvinien

Le Couvinien présente dans cette région un faciès caractérisé par le développement de roches gréseuses aux dépens des roches calcaires, et par la présence de quartzophyllades rouges, lie-de-vin et bigarrées de vert. Les couches rouges, localisées principalement à la base et au sommet de l'étage, enveloppent une assise gréseuse grise ou bleue. La puissance de l'ensemble de cet étage dans la région d'Harzé est de 260 à 280 m. Trois assises caractérisent le Couvinien (Eifelien):

- Co1a. Cette assise inférieure est formée de schiste et de grès rouge et lie-de-vin. L'épaisseur moyenne est de l'ordre de 70 à 80 m.

- *Co1b* est un ensemble gréseux à grain excessivement fin (roche pélitique, siltstone), abondamment micacé, passant à des grès micacés. Les grès sont souvent calcareux et passent parfois à des calcaires gréseux, subsidiairement quelques schistes verts. Les couches sont très fossilifères. La puissance de cette assise est estimée entre 110 et 125 m.
- *Co2*. Cette assise supérieure rouge est composée de schistes rouges englobant des quartzites et des grès micacés rouges à bruns fossilifères. L'épaisseur de cette assise ne dépasse pas les 65 m.

Givetien

Le Givetien (Gv) constitue l'étage carbonaté du Dévonien moyen. Cet étage affleure dans la partie Nord-Ouest de la planchette de Harzé. Deux assises, contenant des nombreux fossiles, le représentent:

- *Gv1* est une assise schisto-calcaire (lie-de-vin et bigarré) formée principalement de schistes calcareux ou à nodules calcaires et renfermant des bancs isolés de quartzites, de grès calcaires et plus rarement de calcaires gréseux. Au lieu-dit "Laid Trou", la puissance de cette assise est d'environ 45 m. Au château de Harzé, elle est de 75 m et semble le rester jusqu'à l'extrémité méridionale de la bande.
- *Gv2*. Cette assise supérieure du Givetien est composée de calcaires compacts bleus en gros bancs (70 cm) séparés par des bancs minces de calcaires argileux et noduleux. On observe aussi des intercalations de bancs de schistes et de calcschistes. Les couches inférieures deviennent gréseuses. Son épaisseur est de l'ordre de 150 m.

Frasnien

Le Frasnien (Fr) marque le début du Dévonien supérieur et clôture les terrains dévoniens présents sur la carte Harzé-La Gleize. Il se localise dans le coin Nord-Ouest de la carte. Deux assises ont été cartographiées d'après les levés des cartes voisines (pas d'affleurement sur Harzé-La Gleize).

- *F1* ou assise inférieure est composée des calcaires gréseux, des quartzites calcareux, par des schistes gréseux très micacés.
- *F2* ou assise supérieure est caractérisée par des calcaires et des schistes à sa base.

III.2.1.1.4 Permien

Les dépôts du Permien (*Pe*), déposés dans le Graben du même nom, sont divisés en trois unités, non distinguées séparément sur cette carte (Bultynck et al, 2001). Ce dépôt est caractérisé par sa matrice argilo-sableuse rougeâtre. L'*unité inférieure* est constituée d'un conglomérat rouge à éléments de quartz et de quartzite. L'*unité moyenne* est caractérisée par l'abondance de galets calcaires fossilifères (surtout frasnien et givetien). L'*unité supérieure* est composée de plusieurs niveaux de grès et schistes rouges. L'épaisseur de cette formation est assez variable.

III.2.1.2. Formation du Mésozoïque

Dans le coin nord-est de la carte, sur le plateau au nord de La Gleize, des traces de dépôts crétaciques ont été observées. Elles ont notamment été rencontrées dans des tranchées creusées le long de la Vecquée, sous forme d'argile à silex (étage du Maastrichtien). Son épaisseur est très variable, entre 2 et 6 m voire localement plus. La répartition de ces dépôts n'est pas aisée et n'a pas été cartographiée.

III.2.1.3. Formations du Cénozoïque

III.2.1.3.1 Paléogène

Il subsiste des **dépôts sableux** datant de l'Oligocène. Quelques-uns sont observés dans la moitié septentrionale de la carte. Par exemple, sur le plateau de la Vecquée dans le bois de la Porallée (Chefna). Ils sont généralement de faible extension et de faible épaisseur. Ces dépôts, assez hétérogènes, sont composés de sables quartzeux souvent micacés, fins à moyens, sans stratification précise et, parfois avec des lentilles argileuses et des amas de cailloux.

III.2.1.3.2 Quaternaire

Les formations du Paléozoïque sont recouvertes sur les plateaux par des limons éoliens (loess) d'épaisseur variable. En pied de versant, on note des accumulations d'origines diverses (colluvium, coulées de solifluxion, éboulis...). Ces dépôts n'ont pas été cartographiés sur la carte hydrogéologique.

Dans la partie septentrionale de la carte, un dépôt étendu de tourbe recouvre les formations du Paléozoïque. Cette tourbe se présente en lambeaux discontinus, irrégulièrement dispersés dans les endroits où l'imperméabilisation du sol et l'absence d'écoulement favorisent leurs formations. Aujourd'hui, certaines zones ont été asséchées.

Des dépôts alluvionnaires récents (Al) sont présents dans le fond des vallées (gravier, sables, argile et tourbe). Leur épaisseur est très variable. Une étude poussée a été menée sur la plaine alluviale et les terrasses de l'Amblève à Coö (Monjoie, 1968a). L'analyse des dépôts de la plaine de l'ancien méandre indique qu'ils ne sont constitués que d'une seule séquence granoclassée: graviers-sables-silts. Le bed-rock est surmonté de 3 à 4 m de matériaux fluviatiles recouverts de 0 à 1 m de limon sableux.

Des alluvions anciennes (t) ont également été cartographiées. Ces dépôts caillouteux des terrasses fluviatiles ont été repérés à divers niveaux dans les vallées de l'Amblève et de la Lienne. Toutes les terrasses n'ont pas été précisées sur la carte géologique. Par exemple, les auteurs indiquent une terrasse moyenne en rive droite de l'Amblève depuis Quareux jusqu'à l'ancienne gare de Stoumont. Toujours sur l'Amblève, une terrasse inférieure est signalée à Targnon ainsi qu'à Pont de Targnon (en rive gauche). Ensuite, vers Stoumont-centre, plusieurs terrasses se dessinent à un niveau supérieur, à Cheneux, Monceau et entre Monceau et La Venne. On observe d'autres terrasses, encore plus hautes, à Stoumont (330 m), à Xhierfomont (340 m) et à Roanne-

Heilrimont le long du Roannay. Dans l'ancien méandre de l'Amblève à Coo, une basse terrasse et neuf niveaux de terrasses ont été reconnus. Ils se raccordent aux niveaux de terrasses de la Meuse (Monjoie, 1968b). Les terrasses de la vallée de Lienne sont situées, de l'amont vers l'aval, à Habiémont, aux environs de Meuville et à hauteur de l'ancienne gare Lorcé-Chevron, peu avant la confluence avec l'Amblève.

III.2.2. Cadre structural

Le cadre structural de la région de Harzé-La Gleize est relativement complexe. En effet, rappelons que trois mouvements tectoniques majeurs ont affecté cette zone: l'orogénèse calédonienne, l'orogénèse varisque (ou hercynienne) et la formation du Graben de Malmédy. Il en résulte de nombreuses failles (Figure III.2). Toutes ne sont pas décrites par défaut d'affleurement dans les parties fortement boisées de la carte. On peut observer des failles de charriage, des failles normales, des failles subverticales. On peut supposer que l'âge de la majorité des failles est calédonien avec un rejeu varisque. Cependant, la faille majeure de la région étudiée, la faille de Xhoris, est principalement hercynienne. En plusieurs endroits, les failles sont indiquées par des filons de quartz, parfois de plus d'un mètre d'épaisseur (Geukens, 1986).

Plusieurs structures tectoniques majeures sont présentes sur la carte Harzé-La Gleize. En effet, le tiers occidental de la carte appartient au bord oriental du Synclinorium de Dinant, traversé par la faille de Xhoris. Ensuite on se trouve sur la bordure nord-ouest du Massif de Stavelot. Dans le nord de la carte, on aperçoit l'ébauche de la Fenêtre de Theux. Le coin sud-est est occupé par le Graben de Malmédy (Figure III.2).

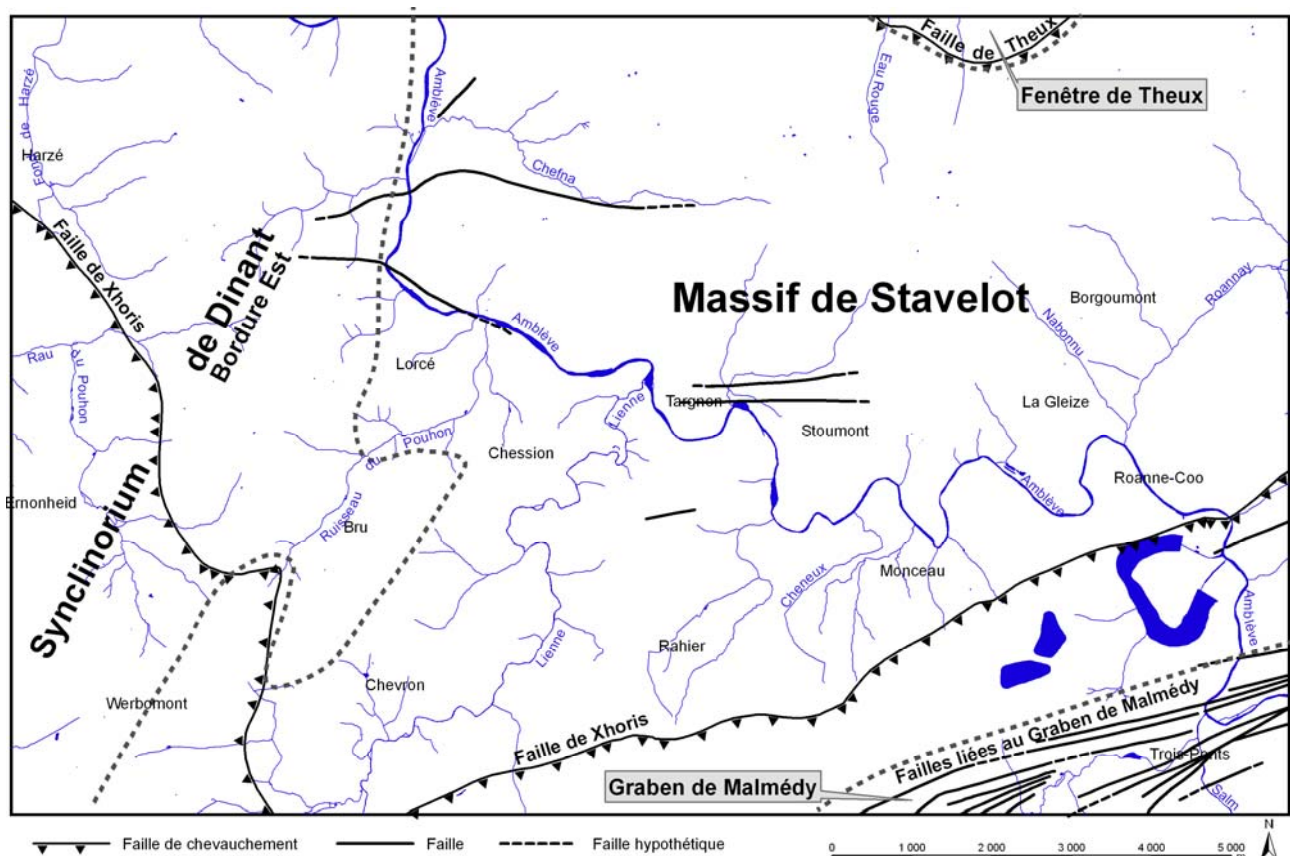


Figure III.2: Schéma structural de la région Harzé – La Gleize

Geukens (1986) a découpé le Massif de Stavelot en plusieurs nappes de charriage (Figure III.3). Le Cambrien moyen est déplacé vers le nord sur les formations plus jeunes. La carte Harzé-La Gleize est comprise dans les nappes N3 et N4 (terrains allochtones). Un petit morceau de la partie autochtone, M5, est aussi présent (Fenêtre de Theux). La structure tectonique du Massif de Stavelot est différente de part et d'autre de la faille de Xhoris qui sépare la nappe N3 (au sud) et

N4 (au nord). Cette dernière est limitée au nord par la faille de Theux. Au nord de la faille de Xhoris (nappe N4), on a des grands plis synclinaux facilement repérables. Cependant dans le détail, elle est plus difficilement déchiffrable, surtout dans le Revinien moyen (nombreux plis et failles). La partie méridionale de cette nappe est marquée par le synclinal à cœur salmien de la Lienne dont les plis sont déversés vers le nord. Les couches reviniennes du flanc nord de cette structure sont affectées de plis métriques parfaitement isoclinaux. Les axes de ces plis majeurs sont disposés N60 à 65°E/20 à 25°SW (Vandenvén, 1983). Dans le prolongement oriental de ce synclinal, on trouve le synclinal de Roannay à noyau salmien. Au nord-ouest de ce synclinal, on trouve un grand anticlinal (au-dessus duquel se trouve la Vecquée). Cet anticlinal plonge vers l'ouest en direction du Fond de Quareux avec un ennoyage très prononcé. Succèdent à ce pli vers le sud, un synclinal forme de *Rn3* (à la confluence de la Chefna et de l'Amblève) et ensuite un anticlinal près du bois de Quareux. Au niveau la vallée de l'Amblève, la faille de Lorcé-Stoumont-La Gleize (discontinue sur la carte géologique de 1959, mais continue sur celle du Massif de Stavelot, 1986-1999). Il s'agit d'une faille de compression, surtout marquée dans les terrains tendres du Revinien supérieur.

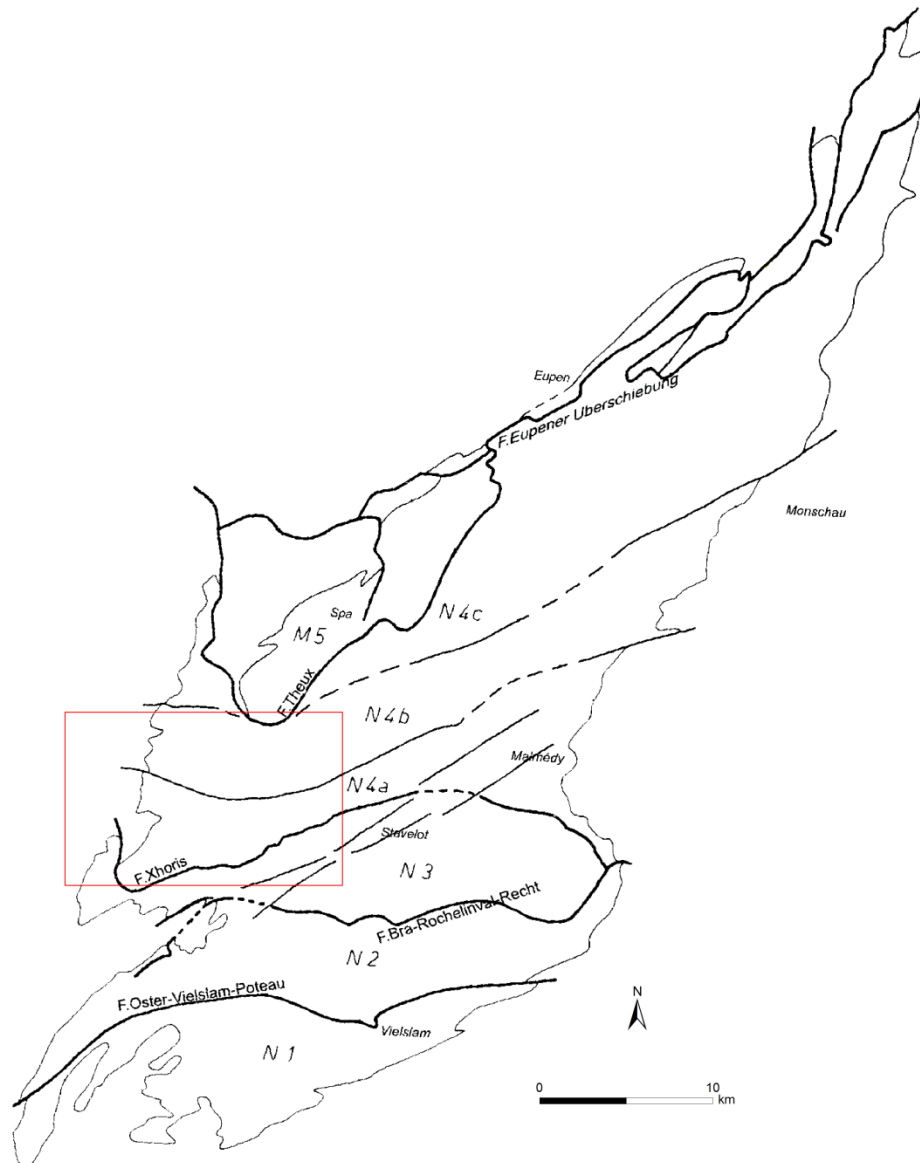


Figure III.3: Cadre structural schématique du Massif de Stavelot. Stavelot - Malmedy (Geukens, 1986; modifié; cadre rouge = carte Harzé – La Gleize)

La nappe N3 dont la limite septentrionale est la faille de Xhoris, est fort tectonisée surtout dans la zone de Coo – Trois-Ponts. Trois plis anticlinaux à cœur *Rn1b* apparaissent. Cette zone a été étudiée en détails lors de l'implantation de la centrale hydroélectrique de Coo (Calembert et al, 1967; Calembert & Monjoie, 1967; Monjoie, 1968a; Calembert et al, 1969). La structure générale du massif consiste en une succession de plis isoclinaux d'orientation N70à 80°E affectés d'un léger bombement transversal d'orientation N-S leur conférant des ennoyages est et ouest. Cet anticlinal se prolonge plus au Nord et sépare le Salmien du synclinal de Roannay de celui du bassin de la Lienne. Les charnières des plis sont complexes et fortement tectonisées. L'ensemble est cisailé au nord par l'importance faille de charriage du Xhoris superposant l'anticlinal *Rn1b* de Grand Coo sur le synclinal de Roannay, et au sud par la faille de Coo (non cartographiée sur la carte géologique de 1959). Cette faille de charriage moins importante superpose le synclinal *Rn2a* de Brume sur l'anticlinal *Rn1b* du Mont du Tour de Coo (Figure III.4). La faille de Coo est caractérisée par un remplissage argileux de 2 à 3 mètres d'épaisseur. Nous reviendrons par la suite sur son rôle dans l'hydrogéologie locale. Les levés effectués dans cette zone indiquent de nombreuses fractures de faible rejet formant un système complexe de surfaces de discontinuité se recoupant entre elles et conduisant à créer un réseau serré de chenaux de circulation potentiels pour les eaux souterraines (Calembert & Monjoie, 1967).

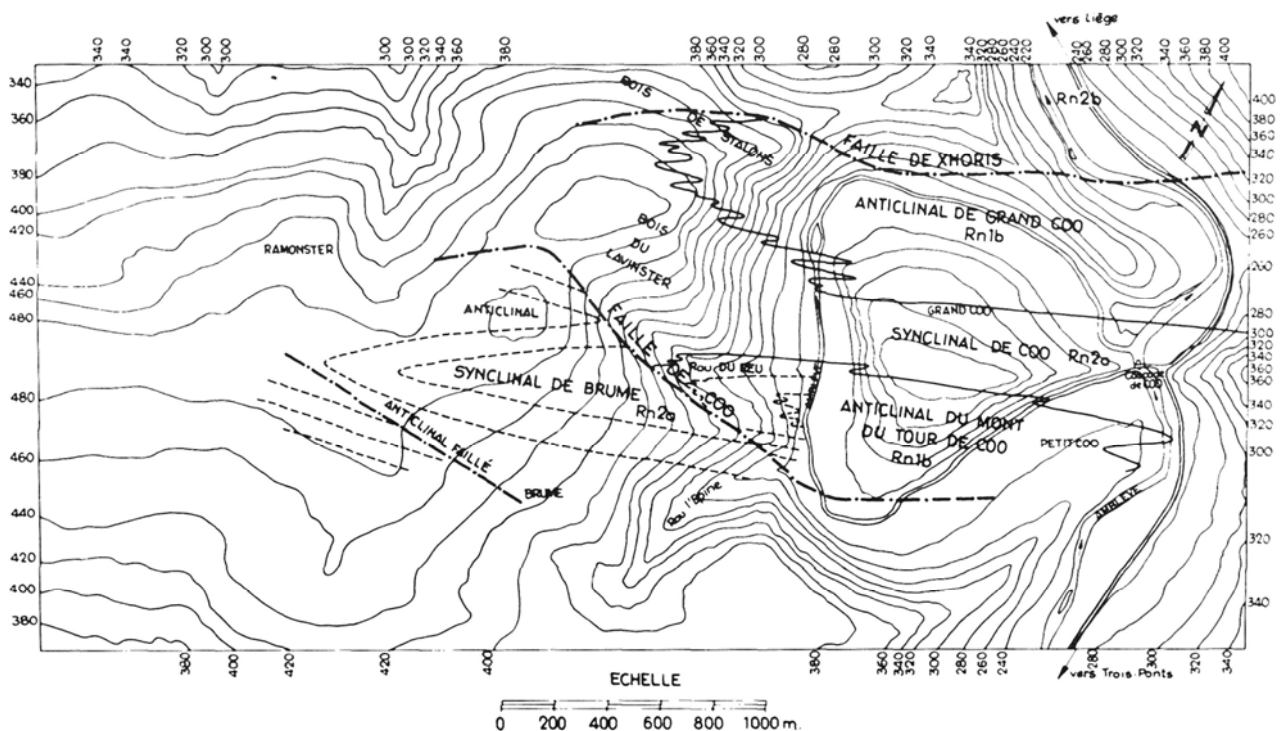


Figure III.4: Cadre tectonique de la région de Coo (Trois-Ponts) (Calembert et al, 1967)

La bordure orientale du Synclinorium de Dinant est traversée par la faille de Xhoris. Cette importante faille de charriage à pendage sud présente un rejet non négligeable, de l'ordre de 5 km. De plus, la structure géologique des terrains calédoniens est totalement différente de part et d'autre de la faille prouvant que son rejet est important même à l'intérieur du Massif de Stavelot (Geukens, 1986). Il s'agit d'une faille synsédimentaire, puis reprise en compression. Son tracé dans les terrains du Revinien n'est pas toujours très précis car de lithologie assez semblable. Le tracé de cette faille a été modifié par les failles d'effondrement parallèles au Graben de Malmédy

(Geukens, 1999; voir annexe). En outre, le tracé de cette faille est contesté par certains auteurs. Graulich (1983) prolonge la faille, au-delà de Werbomont vers le sud pour la raccorder, *in fine*, à la faille de Lamsoul via la faille de Bra. Cette hypothèse n'a pas été retenue par Geukens lors de la révision de la carte géologique du Massif de Stavelot (1999). A l'est de la faille de Xhoris, dans la région de Harzé, les plis sont relativement bien marqués dans les couches dévoniennes qui reposent en discordance sur le Cambro-ordovicien. Du nord au sud, on observe l'anticlinal de Laid Trou, suivi du synclinal du Fond de Harzé ensuite l'anticlinal de Harzé pour finir par le synclinal et l'anticlinal de Warmonfosse. L'allure des flancs septentrionaux des anticlinaux se rapproche de la direction est-ouest, les flancs méridionaux sont plutôt dirigés NNW-SSE.

La Fenêtre de Theux est une vaste dépression axée sur la vallée de la Hoegne, ouverte au sein du plateau ardennais. Cette fenêtre tectonique ouverte par l'érosion dans la grande nappe de charriage du Condroz est circonscrite par la Faille de Theux. Cette faille est visible, sur le terrain, dans le contact direct entre le Revinien moyen et le Salmien dans les vallées de l'Eau rouge et du ruisseau du Renard

La formation du Graben de Malmédy (qui s'étire sur une vingtaine de kilomètres entre Basse-Bodeux et Xhoffraix (WSW-ENE) n'a, semble-t-il, pas seulement affecté les failles qui limitent ce fossé d'effondrement. Mais un certain nombre de cassures du socle semblent être, elles aussi, en relation avec cette manifestation tectonique. Les failles bordières du Graben de Malmédy, mises en évidence par l'extension du Gedinnien et les dépôts permien, convergent vers la confluence de la Salm et de l'Amblève à Trois-Ponts (Geukens, 1986, 1999).

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

IV. CADRE HYDROGEOLOGIQUE

Les ressources en eau souterraine de la carte Harzé – La Gleize sont localisées essentiellement dans les formations schisto-gréseux, quartzo-phylladeuses du Paléozoïque (du Dévonien inférieur au Cambrien)(Figure IV.1). A l'échelle de la Wallonie, ces aquifères ne représentent pas les meilleures potentialités, mais ils sont très intéressants à l'échelle locale. D'ailleurs, ils sont sollicités par de nombreux exploitants sur la carte Harzé – La Gleize, tels les administrations communales pour l'approvisionnement en eau potable des habitants ou encore par le groupe Spadel SA qui commercialise ces eaux.

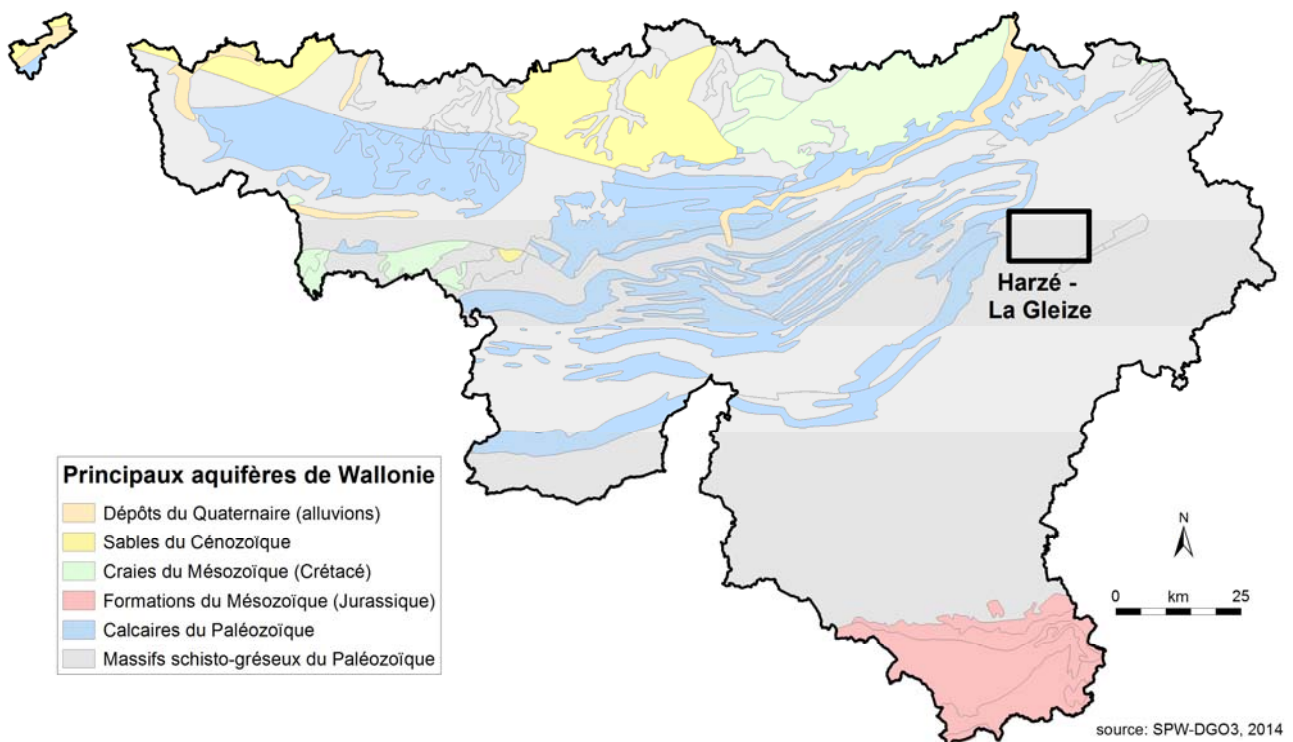


Figure IV.1: Principaux aquifères de Wallonie – Carte de Harzé – La Gleize (SPW-DGO3, 2014; modifié)

Quelle que soit la formation géologique, l'eau souterraine 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 d'exploitation des différentes unités hydrogéologiques. 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.

Les unités hydrogéologiques définies sur la carte Harzé – La Gleize sont décrites ci-dessous dans l'ordre stratigraphique. Les unités hydrogéologiques sont reprises de manière synthétique en fin de chapitre (Tableau IV.1).

IV.1.1. Unités hydrogéologiques du Cambro-Silurien⁸

IV.1.1.1. Aquitard du socle cambro-silurien

Sur la carte Harzé – La Gleize, seul Le Revinien inférieur (Rv 1-2), aussi appelé Formation de Wanne-Pont, compose cette unité hydrogéologique. Constitué de phyllades et de quartzites en alternance avec des quartzites phylladeux, cet ensemble aux lithologies variées forme un aquitard.

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

Le Revinien moyen, Rv 3-4 (Formation de La Venne-Coo), est constituée de deux lithologies aux propriétés hydrodynamiques distinctes. Les bancs de quartzites, surtout lorsqu'ils sont faillés, facilitent l'écoulement de l'eau par rapport aux bancs de phyllades nettement moins perméables. Les couches quartzitiques constituent donc les niveaux aquifères dans cette masse peu perméable.

IV.1.1.3. Aquiclude à niveaux aquitards du socle cambro-silurien

Deux assises cambro-siluriennes sont définies en tant qu'aquiclude à niveaux aquitards: le Revinien supérieur, Rv5 (Formation de La Gleize), ainsi que le Salmien supérieur, Sm2 (Formation d'Ottre). La première présente une succession de phyllades, de quartzophyllades et de phyllades. La seconde est principalement formée de schistes et de quartzophyllades. D'un point de vue chimique, il est à noter que le Salmien supérieur est caractérisé par des couches de manganèse.

⁸ Le terme générique 'Cambro-Silurien' est utilisé même si, dans le cas de cette carte, les Formations du Silurien sont absentes

IV.1.1.4. Aquitard à niveaux aquifères du socle cambro-silurien

Composée de schistes, de phyllades et de quartzophyllades ainsi que de quartzites et de quelques grès micacés, cette unité hydrogéologique est caractérisée comme aquitard à niveaux aquifères. En effet, les niveaux plus fracturés peuvent constituer localement de zones plus aquifères, dépendant également de la nature du remplissage des fissures (ici nature plutôt argileuse). Cette unité hydrogéologique regroupe, sur la carte Harzé-La Gleize, les assises du Salmien, *Sm1a* et *Sm1b*.

IV.1.2. Unités hydrogéologiques du Dévonien

IV.1.2.1. Aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur

Composée essentiellement de roches argileuses (schistes, schistes gréseux), cette unité hydrogéologique est globalement caractérisée comme aquiclude. Les niveaux de quartzites et de grès micacés ou conglomératiques peuvent constituer des horizons aquifères localement 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. Sur la carte Harzé – La Gleize, les assises regroupées sous le terme "Aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur" appartiennent au Gedinnien (Gdb), au Siegenien (S3) et à l'Emsien (E2, E3).

IV.1.2.2. Aquitard à niveaux aquicludes du Dévonien inférieur

Cette unité hydrogéologique, qualifiée comme aquitard à niveaux aquicludes, regroupe les assises inférieures du Siegenien (*S1*, *S2*). Il s'agit d'un complexe quartzo-phylladeux avec des bancs de quartzites, de quartzites micacés ou à enclaves schisteuses alternant avec des schistes quartzeux ou calcareux. Ces terrains sont relativement faillés et fracturés.

IV.1.2.3. Aquifère à niveaux aquicludes du Dévonien inférieur

Cette unité hydrogéologique est représentée, sur la carte étudiée, par l'Emsien inférieur E1 ("Assise des Grès de Wépion") à dominante nettement grés-quartzitique. Ces barres gréseuses, pouvant atteindre plusieurs mètres d'épaisseur, renferment localement de minces intercalaires de shales et sont parfois interrompues par des niveaux de grès argileux ou de siltites. Cette lithologie, marquée par les grès, justifie l'appellation de l'unité en tant que aquifère à niveaux aquicludes.

IV.1.2.4. Aquitard de l'Eifelien

Le Couvinien présente un faciès caractérisé par le développement de roches gréseuses aux dépens de roches calcaires et par la présence de couches quartzo-schisteuses. La lithologie de l'assise inférieure du Couvinien inférieur (Co1a) est dominée par les schistes et des grès rougeâtres. Celle du Couvinien supérieur (Co2) est caractérisée par des schistes, des quartzites et quelques niveaux de grès micacés au sommet. Les perméabilités au sein de cet ensemble peuvent varier fortement d'un niveau à l'autre, globalement cela justifie leur classification en termes d'aquitard.

IV.1.2.5. Aquifère de l'Eifelien

Cette unité hydrogéologique du Couvinien comprend l'assise Co1b de cet étage. Une sédimentation assez uniforme grésocalcaireuse à grains très fins et psammitiques caractérise l'assise inférieure. L'assise supérieure est composée de quartzites et de grès micacés. Bien que quelques passées schisteuses soient observées, cet ensemble est défini en tant qu'aquifère du Couvinien.

IV.1.2.6. Aquifère des calcaires du Givetien

Les formations carbonatées du Dévonien des flancs du Synclinorium de Dinant 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.

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.

Essentiellement constitué de calcaires, l'aquifère des calcaires du Givetien (Gv1, Gv2) forme un important système aquifère où la circulation des eaux souterraines peut être localement réduite en présence des passées plus schisteuses présentes dans cet étage.

IV.1.2.7. Aquifère des calcaires du Frasnien

Comme exposé dans le paragraphe précédent, les formations carbonatées du Dévonien des flancs du Synclinorium de Dinant 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'aquifère des calcaires du Frasnien est composé des calcaires et des calcaires gréseux des Assises F1 et F2. Quelques niveaux plus argileux (schistes et schistes gréseux) sont identifiés au sein de la masse calcaire, réduisant ainsi localement la conductivité hydraulique de l'unité hydrogéologique.

IV.1.3. Aquifère du Permien

L'assise du Permien, composée d'un conglomérat rougeâtre à matrice argilo-sableuse et, marquée par un niveau intermédiaire riche en galets calcaires (et dont le ciment est alors majoritairement calcaireux) et ensuite par plusieurs horizons de grès et de schistes est définie en tant qu'aquifère du Permien.

La présence de phénomènes karstiques dans le poudingue de Malmedy a été observée pour la première fois par Ozer (1967, 1971).

IV.1.4. Unités hydrogéologiques du Mésozoïque et du Cénozoïque

IV.1.4.1. "Aquifère du Crétacé"

Des restes d'une couverture crayeuse datant du Mésozoïque (Crétacé) sont observés sur le plateau des Hautes-Fagnes. Cependant, de nombreuses imprécisions perdurent sur l'épaisseur de ces dépôts de silex et argiles à silex, très peu perméables, et sur leur extension (dépôts épars). Sur cette carte, ces dépôts résiduels présentent davantage les caractéristiques d'un aquitard, voire d'un aquiclude. Sur cette carte, leur rôle hydrogéologique est très négligeable (extension réduite). L'utilisation de l'appellation "Aquifère du Crétacé" répond, ici, au souci de cohérence avec les termes génériques définis pour la carte hydrogéologique de Wallonie

IV.1.4.2. Aquifère des sables de remplissage

Sur la carte Harzé – La Gleize, quelques dépôts sableux ont été identifiés. Renfermant des lentilles argileuses et l'extension très réduite des poches, les capacités de cet aquifère sont faibles. Ces dépôts constituent de petites nappes très locales, souvent temporaires. Elles peuvent jouer le rôle de filtre pour les nappes sous-jacentes.

IV.1.4.3. Aquifère des terrasses fluviales

Les dépôts alluvionnaires anciens formant les terrasses fluviales sont essentiellement composés de graviers et de sables offrant ainsi des potentialités aquifères intéressantes, si leur extension le permet. Les niveaux limoneux et argileux peuvent induire localement de petites nappes perchées temporaires. Les nappes des terrasses sont alimentées par les eaux de précipitation et l'apport des nappes des versants. L'exutoire de ces nappes correspond à la base aval de la terrasse, limitant fortement la capacité de stockage des terrains. Sur un substratum perméable, ces nappes peuvent également alimenter l'aquifère sous-jacent.

IV.1.4.4. Aquitard limoneux

Non cartographiés sur la carte géologique, 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. Cette unité hydrogéologique n'est pas cartographiée sur la carte principale du poster, elle est uniquement reprise dans le tableau de correspondance 'Géologie-Hydrogéologie'.

IV.1.4.5. 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 l'extension, 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 – Harzé – La Gleize

Ere	Système	Série	Etage	Assise	Abréviation	Lithologie	Hydrogéologie	
Cénozoïque	Quaternaire			Alluvions modernes	Al	Limon argileux - silt - sable - gravier	Aquifère alluvial	
					q	Limon de couverture - loess	Aquitard limoneux (non cartographié)	
				Alluvions anciennes	t	Limon sableux - argile - galets	Aquifère des terrasses fluviales	
	Paléogène	(Oligocène)			O	Sables et graviers	Aquifère des sables de remplissage	
Mésozoïque	Crétacé				M-Sx	Silex résiduaux, argile à silex	Aquifère (non cartographié)	
Paléozoïque	Permien				Pe	Conglomérat calcaire à ciment à grains fins	Aquifère du permien	
	Dévonien	Supérieur	Frasnien		F2	Calcaires - Schistes à la base	Aquifère des calcaires du Frasnien	
					F1	Calcaires gréseux, schistes micacés gréseux		
					Gv2	Calcaire compact en gros bancs séparés par de minces bancs de calcaires argileux et noduleux et des bancs de schistes et calcschistes	Aquifère des calcaires du Givetien	
		Moyen	Givetien		Gv1	Schistes calcaireux ou à nodules calcaires, bancs de quartzites, de grès calcaireux		
					Co2	Schistes, quartzites et grès micacés au sommet	Aquitard de l'Eifelien	
				Couviniens (Eifelien)		Co1b	Quartzites micacés, grès micacés souvent calcaireux, quelques schistes	Aquifère de l'Eifelien
						Co1a	Schistes et grès	Aquitard de l'Eifelien
		Inférieur	Emsien		E3	Grès graveleux alternant avec des schistes. Au sommet, banc de poudingue	Aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur	
					E2	Schistes intercalant des paquets de quartzites, parfois micacés		
					E1	Quartzites enclavés dans des schistes	Aquifère à niveaux aquicludes du Dévonien inférieur	
	Siegenien			S3	Quartzites généralement micacés intercalées dans des schistes gréseux	Aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur		
				S2	Quartzophyllades et schistes quartzeux, calcaireux en profondeur, bancs de quartzites et de quartzites micacés	Aquitard à niveaux aquicludes du Dévonien inférieur		
				S1	Quartzites à enclaves schisteuses, schistes, quartzophyllades			
	Gedinnien (Lochkovien)		G2	Schistes, schistes à nodules calcaires, schistes gréseux, grès micacés, quartzites micacés, poudingue à la base	Aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur			
	Ordovicien		Salmien		Sm2	Phyllades et quartzophyllades. Minerai de manganèse	Aquiclude à niveaux aquitards du socle cambro-silurien	
					Sm1b	Quartzophyllades, quelques bancs de quartzites		
					Sm1a	Quartzophyllades, phyllades et quartzite. Localement, schistes à la base	Aquitard à niveaux aquifères du socle cambro-silurien	
Cambrien	Supérieur	Revinien		Rn3	Phyllades et quartzophyllades	Aquiclude à niveaux aquitards du socle cambro-silurien		
	Moyen			Rn2b	Quartzites, quartzophyllades, phyllades, niveaux graveleux	Aquiclude à niveaux aquifères du socle cambro-silurien		
				Rn2a	Quartzites, phyllades et grès micacés			
				Rn1b	Quartzites, grès micacés et phyllades			
				Rn1a	Phyllades, phyllades schisteux graphiteux, quartzophyllades	Aquitard du socle cambro-silurien		

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

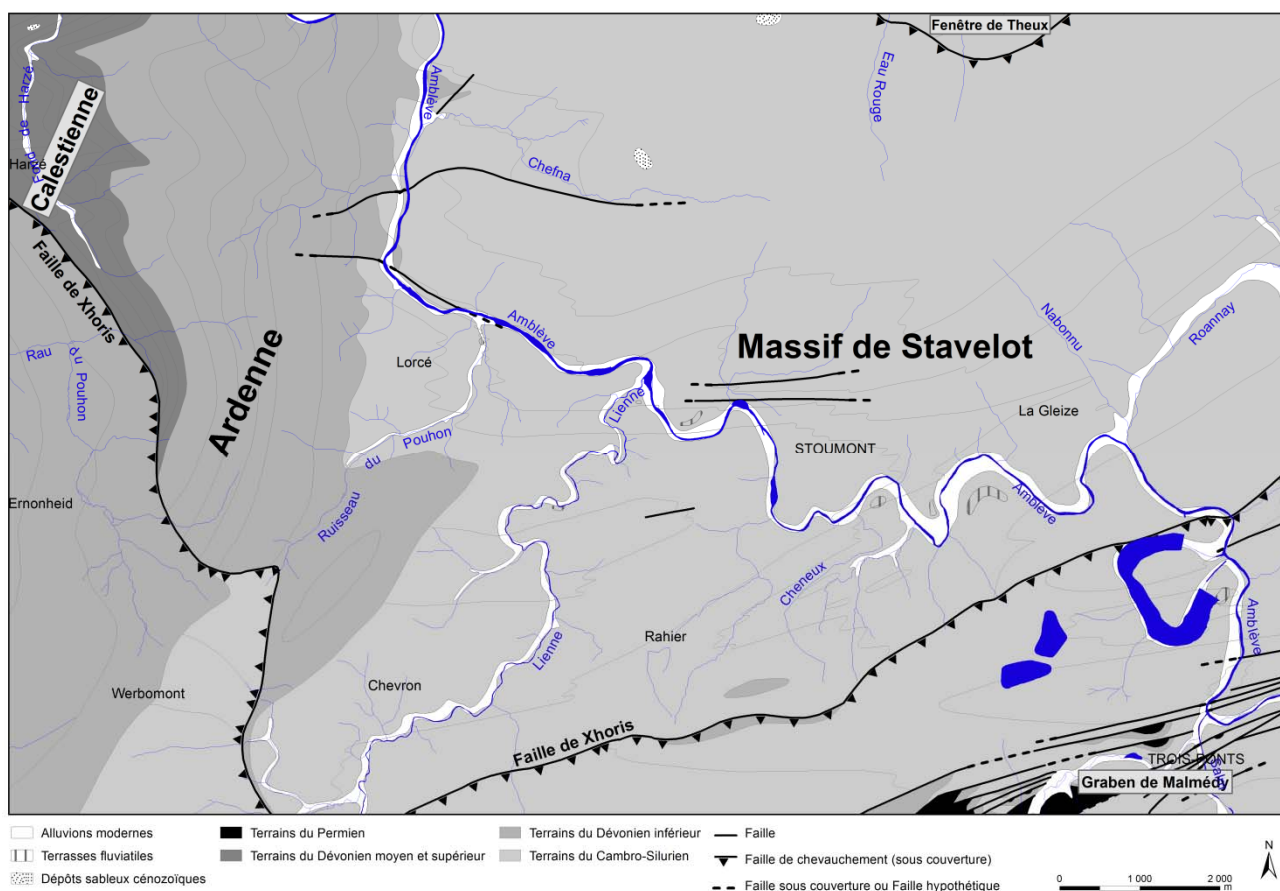
Basé sur son cadre litho-structural, la carte Harzé-La Gleize a été divisée en entités hydrogéologiques (Figure IV.2). On y distingue:

- le Massif de Stavelot, avec ses terrains cambro-ordoviciens;
- l'Ardenne, au sens géologique du terme, définie par les terrains du Dévonien inférieur;
- la Calestienne comprenant les terrains du Dévonien moyen et supérieur;
- le Graben de Malmédy, représenté par les terrains du Permien.

La Fenêtre de Theux ne sera pas abordée, vu sa faible extension sur cette carte et qu'aucun ouvrage de prise d'eau n'y est recensé.

Les phénomènes karstiques sont également abordés dans ce chapitre. Ils se situent dans les calcaires dévoniens (Calestienne).

Les alluvions de l'Amblève, de la Lienne et de la Salm, et de leurs affluents peuvent constituer également un aquifère mais d'intérêt uniquement local. Nous disposons de peu de données hydrogéologiques pour caractériser en détail ces nappes alluviales. Les terrasses fluviatiles, étant donné leur faible extension, présentent un intérêt hydrogéologique très réduit. Il en est de même pour les quelques petits dépôts sableux de la carte Harzé – La Gleize.



En absence de données précises, les principales informations relatives à l'hydrogéologie régionale sont déduites des observations de terrain et cartographiques, tant géologiques, pédologiques que géomorphologiques.

Les eaux carbo-gazeuses de la région de Bru-Chevron et les eaux minérales naturelles de Spa feront l'objet de paragraphes distincts, bien que ces dernières fassent intégralement partie du Massif de Stavelot.

Une analyse des coupes hydrogéologiques interprétatives ainsi qu'un commentaire sur le caractère des nappes sont donnés dans ce chapitre. Les coupes et la cartographie du caractère des nappes sont présentées sur le poster A0, accompagnant cette notice. En fin de chapitre, une synthèse sur la piézométrie des unités hydrogéologiques de la carte est dressée.

IV.2.1. Massif de Stavelot

On distingue deux types de nappes dans le socle cambro-ordovicien: la nappe d'altération du sommet du bed-rock sous la pénéplaine et la nappe de fissures sous-jacente.

L'importance de la première est liée au taux d'altération différentielle des grès, quartzites, siltites et schistes. Les grès et les quartzites s'altérant en sables peuvent contenir un aquifère intéressant. Par contre, les schistes qui s'altèrent en argile, sont peu perméables. Les réserves de ces nappes superficielles sont variables et soumises aux variations climatiques.

La seconde est très dépendante des différentes phases tectoniques qui ont affecté le Massif de Stavelot (cycle calédonien et cycle hercynien) et induisant 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 si leur remplissage est perméable. C'est le cas généralement des failles dans les formations gréso-quartzitiques. Par contre, dans les schistes et phyllades, leur remplissage est argileux ce qui leur confère souvent 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 occupe plus de la moitié de la carte Harzé-La Gleize. Les unités hydrogéologiques composant cette entité sont:

- l'aquitard du socle cambro-silurien
- l'aquiclude à niveaux aquifères du socle cambro-silurien
- l'aquiclude à niveaux aquitards du socle cambro-silurien
- l'aquitard à niveaux aquifères du socle cambro-silurien

Le Massif de Stavelot est drainé, sur cette carte, par l'Amblève et ses affluents, ainsi que par le bassin du Wayai (vers le nord). Dans la plupart des fonds de vallées, on observe des zones marécageuses. Le réseau hydrographique est ainsi alimenté par l'écoulement diffus (déversement des nappes) et par l'écoulement ponctuel (via les sources).

RIVE GAUCHE DE L'AMBLEVE

Le Massif de Stavelot, en rive gauche de l'Amblève; est parcouru par de nombreux cours d'eau dont la Lienne et la Salm pour les plus importants. Très peu de données piézométriques sont disponibles pour les aquifères de cette entité. En effet, la majorité des captages se font par écoulement gravitaire via des drains ou des sources. On recense plusieurs puits forés mais non accessibles. Les quelques mesures piézométriques nous indiquent que la nappe logée dans le manteau d'altération est subaffleurante à un niveau le plus souvent être à quelques mètres de profondeur. Elle suit généralement la topographie. L'eau est à 1,7 m au droit du puits 'Habiemont', soit une cote de $\approx 330,4$ m (janvier 2007). Par contre, l'eau logée dans les horizons fissurés et fracturés du bed-rock se trouve nettement plus bas. Le niveau d'eau mesuré dans le puits 'Dogne' est à 30,65 m, soit une cote piézométrique de ≈ 281 m (janvier 2007).

La commune de Stoumont exploite plusieurs captages sollicitant les eaux logées dans les horizons aquifères du Massif de Stavelot. Cependant, nous ne disposons d'aucune donnée nous permettant de caractériser plus précisément le contexte hydrogéologique local.

Le site de la centrale de Coo à Trois-Ponts

Lors de l'implantation de la centrale hydro-électrique d'accumulation par pompage de Coo en 1967, de nombreuses études ont été réalisées tant dans les domaines géologique, géotechnique qu'hydrogéologique. Nous en présentons ici les principaux résultats et conclusions. Pour plus de détails, le lecteur est invité à consulter les articles publiés à ce propos (voir [chapitre X. Bibliographie](#)).

Le site de la centrale est implanté en bordure d'un ancien méandre de l'Amblève au nord-ouest de Trois-Ponts (Figure IV.3). Ce méandre est utilisé comme retenue d'eau (bassin inférieur). Deux bassins supérieurs ont été construits sur le plateau de Brume pour les besoins de l'activité. La dénivellation entre les bassins artificiels et le bassin inférieur est de l'ordre de 300 m.



Figure IV.3: Site de la centrale hydro-électrique de Coo, Trois-Ponts

Le levé détaillé du site a permis d'en préciser le cadre géologique (voir [chapitre III. Géologie](#)). Le tracé de la faille de Xhoris a été légèrement modifié. Cette dernière passe au nord du site (Figure IV.4). Mais le fait majeur est la mise en évidence de la faille de Coo traversant le site. Son influence sur l'hydrogéologie locale est notable. De plus, de nombreuses fractures de faible rejet et de diaclases ont été observées. Elles constituent donc un système complexe de surfaces de discontinuité se recoupant entre elles et conduisant à créer un réseau serré de chenaux de circulation potentiels pour les eaux souterraines. On est donc en présence d'un massif formé de roches peu perméables en petit (phyllades, quartzophyllades, quartzites) mais affecté par une grande densité de fractures. Il présentera dès lors une perméabilité de fissures en relation avec le degré d'ouverture des divers types de joints.

Le rôle hydrogéologique de la faille de Coo est marqué par son orientation par rapport aux formes du relief, par un remplissage argileux d'une puissance de 2 à 3 mètres et par son influence sur les roches encaissantes. Nous y reviendrons par la suite.

Le cadre hydrogéologique général du site se présente ainsi. Outre la nappe sise dans les alluvions graveleuses de l'Ambième et les nappes temporaires localisées dans les anciennes terrasses, on peut distinguer:

- un *écoulement hypodermique* dans le manteau d'altération du bed-rock. Une partie des eaux météoriques ($\approx 30\%$) s'infiltré dans le manteau d'altération s'écoulant à la base de

celui-ci dans la zone des roches fauchées, particulièrement disloquées et par conséquent assez perméables. Etant donné la faible perméabilité du substratum (sauf dans les zones fissurées), l'eau circule par gravité en suivant les lignes de plus grandes pentes du sommet du bed-rock, c'est-à-dire sensiblement celles de la surface topographique.

Sur le plateau de Brume (bassins supérieurs), en raison de la faible pente topographique, il se forme en période pluvieuse une nappe phréatique dans le manteau d'altération, nappe dont les exutoires alimentent la majorité des sources qui entourent le sommet. Le niveau de la nappe fluctue fortement en fonction de la pluviosité.

Sur les versants, en raison de la forte pente, aucune nappe ne s'instaure et l'on observe un écoulement hypodermique normal.

- un *écoulement souterrain*. Du fait de la nature lithologique principalement phylladeuse et quartzophylladeuse des roches, on constate que, sauf dans la zone altérée et détendue proche de la surface, les joints n'ont guère d'influence. Il n'en est pas de même dans les bancs suffisamment épais de quartzites où l'on observe des suintements d'eau.

Par contre les fractures et failles jouent un rôle important. Il existe des nappes de fissures dans les massifs dont les accidents sont interconnectés et leur surface piézométrique varie en fonction des pertes de charge qui leur sont propres.

L'étude détaillée des fractures a montré qu'il existe une grande différence entre le massif situé au mur de la faille de Coo et celui situé à son toit.

Rôle hydrogéologique de la faille de Coo

Cette faille a pu être étudiée en détail car plusieurs infrastructures (de surface ou souterraines) l'ont recoupée (bassin supérieur nord, centrale souterraine, galeries). La faille de Coo constitue une base très peu perméable pour la nappe de fissures contenue dans le massif du toit. Elle crée ainsi un écran étanche protégeant le massif situé au mur et au sud de sa zone d'affleurement. Ainsi l'hydrogéologie locale au niveau des *bassins supérieurs* mais surtout au niveau de la *centrale souterraine*, située dans le bois de la Diviesse (sud-ouest du bassin inférieur) se présente comme suit.

Massif au mur de la faille de Coo

Il est constitué par le flanc sud de l'anticlinal formant un ensemble compact. Il est affecté de petites fractures fermées qui ne donnent généralement pas lieu à circulation d'eau. En effet, ce massif formé de roches plus résistantes et protégé des eaux doit également à la faille de Coo, qui l'isole des terrains sus-jacents, de ne pas être sollicité comme eux par un basculement vers le vide dans les versants abrupts.

Les tests d'injection effectués sur les sondages dans les zones sous-jacentes à la faille ont donné des débits injectés très faibles correspondant à des perméabilités calculées de l'ordre de 10^{-8} à 10^{-9} m/s.

On constate de faibles circulations d'eau dans les zones plus intensément fracturées situées au nord de la zone d'affleurement de la faille.

Massif au toit de la faille de Coo

Il est plus intensément fracturé et disloqué par l'action du charriage et par le basculement vers le vide qui conduit à l'ouverture des lèvres des fissures. Celles-ci sont donc le siège d'une circulation d'eau et contiennent une nappe de fissures ayant comme niveau de base le remplissage argileux de la faille de Coo.

Les essais de perméabilité donnent des valeurs de 1 à 10 Unités Lugeon (soit $K=1,6 \times 10^{-7}$ à $1,6 \times 10^{-6}$ m/s) dans le massif au toit de la faille, tandis que dans la zone de faille, on injecte des débits importants, parfois supérieurs à $10 \text{ m}^3/\text{h}$.

La vitesse de circulation des eaux dans les fissures est relativement faible. Elle est relativement plus élevée dans la faille de Coo. Des essais à la fluorescéine indiquent dans cet accident, des vitesses de l'ordre de 75 à 130 m/h.

La nappe de fissures est alimentée par l'écoulement hypodermique décrit auparavant. Des mesures de débits réalisées dans une descenderie creusée en amont de la faille ont mis en évidence la relation de celui-ci avec la pluviosité. Indépendamment des fluctuations de faible durée qui marquent un retard de 24 à 48 heures sur les précipitations, on a observé des fluctuations périodiques ou saisonnières.

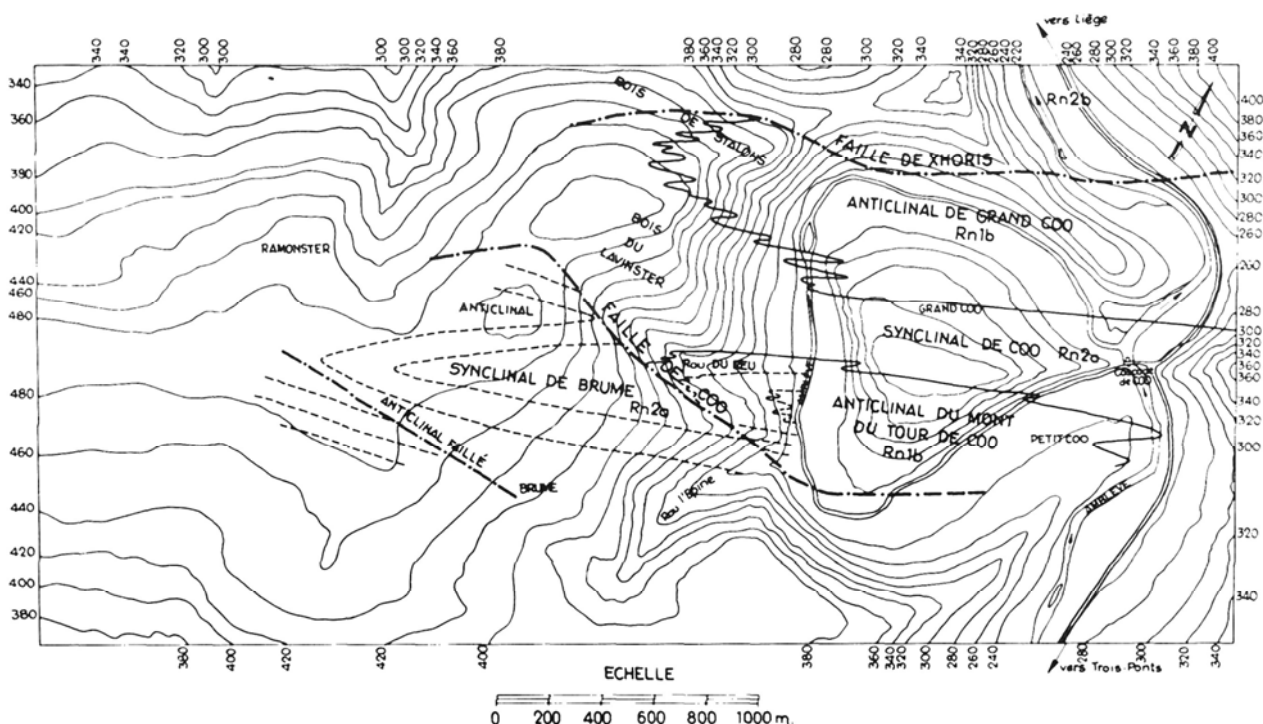


Figure IV.4: Cadre tectonique de la région de Coo (Trois-Ponts) (Calembert et al, 1967)

Plusieurs piézomètres de contrôle sont implantés aux alentours du bassin supérieur sud (n°2). Ces forages situés sur le chemin de la crête (partie W du bassin) sont crépinés au droit du substratum, du colluvium et de la partie inférieure des remblais de la digue. Ceux implantés en pieds de talus ont traversé le colluvium et la zone fauchée et sont crépinés dans le bed-rock revinien. Quelques piézomètres ont également été implantés à proximité de la galerie d'amenée.

Les niveaux piézométriques y sont mesurés régulièrement. Il en ressort que

- pour les piézomètres de la crête de la digue du bassin supérieur sud, la nappe est perchée dans le colluvium et la frange altérée et fauchée du bed-rock. Une galerie a été implantée à l'ouest du bassin 2 dans le substratum revinien (radier haut à ≈ 476 m). Elle a pour fonction de rabattre la nappe du bed-rock sous la digue et d'augmenter sa stabilité. La nappe recoupée par les forages de la crête a comme exutoire cette galerie de rabattement.
- les piézomètres en pied de talus sont assez sensibles à la pluviosité, la digue dans cette zone est drainée vers le sud.
- les niveaux d'eau dans les piézomètres de la galerie d'amenée venant du bassin 2 sont directement influencés par la pluviométrie. Le délai de réponse est de l'ordre de 15 jours à 1 mois en période d'infiltration (c'est-à-dire en général de janvier à mai). En dehors de cette période, les niveaux d'eau baissent avec un minimum atteint entre mi-septembre et mi-novembre. Ensuite les niveaux remontent avec les pluies plus abondantes.

Le bed-rock formant le substratum du *bassin inférieur* est constitué par les mêmes phyllades, quartzophyllades et quartzites que les massifs de la Centrale et des bassins supérieurs. L'ensemble est peu perméable sauf dans les zones où les fissures sont ouvertes par basculement vers le vide. Ce phénomène, absent sous la plaine alluviale, peut se développer sur les versants. Les deux zones sujettes à cet effet se situent en rive gauche, dans la région de la digue amont et dans la région de la digue aval. A ces endroits, le bassin inférieur n'est séparé du méandre amont et du méandre aval que par des pédoncules de 200 à 300 m de large. La direction des bancs étant parallèle à la crête de séparation, les fissures et les joints ouverts sont majoritairement parallèles à l'axe de la rivière. Par contre, la crête de partage rive gauche au site de la digue amont culmine à 259 m. Les recherches ont montré que, si le niveau de base de la troisième terrasse était à 248 m, le bed-rock remontait rapidement vers le sommet; légèrement déconsolidé et altéré en surface, le bed-rock est sain à la cote 248 et présente une largeur d'environ 100 m. Au niveau du prolongement oriental de la faille de Coo en massif compact et sous le niveau de base de l'Amblève, la faille est peu perméable. Il en est de même pour la faille de Xhoris qui traverse le pédoncule sud.

Plusieurs piézomètres ont été réalisés afin de contrôler les niveaux d'eau et les flux souterrains. Des essais Lugeon de perméabilité ont été effectués.

En rive gauche de la digue amont, les résultats des essais Lugeon montrent un massif peu fissuré avec des perméabilités faibles de $2,5 \times 10^{-7}$ à $9,1 \times 10^{-7}$ m/s sous la frange altérée

($3,7 \times 10^{-6}$ m/s). Le niveau piézométrique (en F5) se situe entre les cotes +241,1 et +241,7 m indépendamment des variations de la retenue. En rive droite de la digue amont, le massif est altéré jusqu'à une profondeur de l'ordre de 10 – 15 m. Les perméabilités sont alors comprises entre $1,6 \times 10^{-6}$ et $2,1 \times 10^{-6}$ m/s. En dessous, le rocher est compact avec des valeurs inférieures à $6,2 \times 10^{-7}$ m/s. Les niveaux d'eau mesurés dans les forages sont indépendants des variations de la retenue. Les analyses chimiques des eaux prélevées dans les forages montrent que les eaux sont plus minéralisées que l'eau de la cuvette, avec des teneurs en ions caractéristiques d'apports de la nappe du versant.

En rive gauche de la digue aval, les résultats des essais Lugeon montrent des terrains irrégulièrement fracturés jusqu'à des profondeurs comprises entre 30 et 40 m avec des valeurs de perméabilités variant entre $1,2 \times 10^{-6}$ à $1,1 \times 10^{-5}$ m/s. En dessous, le massif est compact avec des valeurs inférieures à $3,4 \times 10^{-7}$ m/s. Les niveaux piézométriques mesurés dans les forages varient entre les cotes +237 et +240 m pour un niveau de la retenue du bassin inférieur aux environs de 238 m. En rive droite, sous les remblais et la frange altérée (5 m d'épaisseur à $1,5 \times 10^{-6}$ m/s), le massif est peu fracturé, avec des perméabilités faibles sur toute la hauteur, inférieures à $6,6 \times 10^{-7}$ m/s. Les niveaux piézométriques sont indépendants des variations du niveau d'eau de la retenue et s'établissent aux alentours de la cote +244-245 m.

La commune de Trois-Ponts exploite plusieurs captages localisés sur la carte Harzé-La Gleize, dont les ouvrages de Brume. Ces forages, d'une cinquantaine de mètres de profondeur, sont situés au sud-ouest des bassins supérieurs de la centrale de Coo. Lors d'essais de pompage, menés en novembre 2004, les niveaux statiques s'équilibraient aux alentours de la cote 469 m pour F1 (soit l'eau à ≈ 6 m du sol), et de 473 m pour F2 (soit l'eau à ≈ 7 m du sol) (LGIH, 2004). Aucune influence du pompage dans le puits F1 n'a été constatée sur le niveau d'eau dans le puits F2 distant d'une cinquantaine de mètres, et inversement. Les courbes caractéristiques indiquent, pour les deux puits, que la nappe en présence est une nappe libre. Les terrains sont moins perméables en profondeur montrant que les fissures seraient plus fermées en profondeur. Néanmoins, l'évolution des pompages dans le puits F2 montre que le cône de rabattement atteint rapidement un axe de fracturation majeur (qui serait mis en évidence par la prospection géophysique) assurant une meilleure alimentation du puits à partir de l'ensemble des bancs de quartzites. Le forage 1 qui se situe sur un axe de moindre fissuration, a une alimentation plus faible en quantité ce qui nécessite un rabattement plus important pour obtenir un même débit.

Dans la localité de Wanne (Trois-Ponts), au lieu-dit Petit-Spai, une étude hydrogéologique a été réalisée (Derycke, 1995) afin de connaître les potentialités aquifères en vue de l'alimentation en eau d'un village de vacances. Trois puits ont été forés (profondeur de 59 à 91 m). Seul le puits nommé AD2 est situé sur la carte Harzé-La Gleize. Ces ouvrages sollicitent l'aquiclude à niveaux aquifères du socle cambro-silurien du Massif de Stavelot. Les niveaux d'eau statiques mesurés avant les différents essais de pompage indiquent une nappe relativement proche de la surface. Au droit du puits AD1, l'eau est à environ 2 m de profondeur, à une dizaine de mètres pour AD2 et à environ 6 m pour AD3. Lors des pompages par paliers sur AD2 et AD3, aucune interaction n'a été constatée entre les puits. L'essai entamé sur AD1 a montré que cet ouvrage

était très peu productif (T de l'ordre de 10^{-6} m²/s, avec un rabattement très élevé pour un débit d'1 m³/h). Les transmissivités calculées suite aux essais sont faibles, de l'ordre de 0,86 à $1,58 \times 10^{-4}$ m²/s. Les conductivités hydrauliques des zones les plus productives seraient du même ordre de grandeur. En effet, l'auteur de l'étude a choisi de prendre 1 m comme épaisseur aquifère productive. Il justifie ce choix en raison de la multitude de très fins niveaux productifs rencontrés en cours de forage (microfissures ou minces bancs à caractère plus gréseux). Les zones de prévention ont été définies sur ces bases (voir [chapitre VIII](#)).

RIVE DROITE DE L'AMBLEVE

Comparativement à la rive gauche, la rive droite de l'Amblève compte moins d'affluents dont les plus importants sont le Roannay et la Chefna. Parmi la cinquantaine d'ouvrages de prise d'eau souterraine dans cette partie de la carte (quart nord-est), on compte presque autant de puits forés que de drains. Ceci confirme donc la présence de deux types de nappes: une nappe superficielle logée dans les terrains altérés et une nappe profonde logée dans les horizons fracturés et fissurés.

La commune de Theux possède quelques captages sur la carte Harzé-La Gleize, à Bronromme: 3 puits forés et 2 réseaux de drains. Dans le cadre de l'établissement des zones de prévention, une étude hydrogéologique a été menée sur ce site (LGIH, 2003b). La prospection géophysique a mis en évidence des axes de fracturation, généralement au droit des terrains quartzitiques. L'épaisseur des terrains altérés peut atteindre 10 m, voire localement plus. Les drains sont implantés à faible profondeur, entre 2 et 3 m. Les essais de pompage menés sur les puits ont montré que la perméabilité diminue avec la profondeur et un aquifère latéralement hétérogène. Au droit du 'Nouveau Forage', les auteurs de l'étude interprètent ceci par le fait que le cône d'influence atteint des zones fissurées qui se vidangent d'où une diminution rapide du rabattement qui reprend ensuite son allure mais décalée. Les conductivités hydrauliques calculées sont de l'ordre de $1,3 \times 10^{-5}$ à 7×10^{-5} m/s.

Etant donné leur particularité hydrogéologique et leur importance (tant d'un point de vue économique que de leur renommée), les eaux minérales de la région de Spa font l'objet d'un paragraphe spécifique, bien que faisant intégralement partie du Massif de Stavelot.

IV.2.2. Ardenne

L'Ardenne s'étend sur un quart de la carte Harzé – La Gleize, dans la partie occidentale. Les formations géologiques constituant l'Ardenne (au sens structural du terme) appartiennent aux étages allant du Lochkovien (Gedinnien) à l'Emsien. Sur cette carte, trois unités hydrogéologiques y affleurent:

- l'aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur
- l'aquitard à niveaux aquicludes du Dévonien inférieur
- l'aquifère à niveaux aquicludes du Dévonien inférieur

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. Durant les 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 développées 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 dépendra essentiellement de la nature de la roche. Ce type d'aquifère est généralement mieux protégé des activités anthropiques. Les couches moins perméables (shales, schistes) peuvent rendre localement la nappe sous-jacente captive.

Les potentialités aquifères sont localisées, essentiellement, dans les niveaux gréseux, quartzitiques et psammitiques, altérés et fracturés. Les horizons plus schisteux et donc moins perméables sont, souvent, mis en évidence par les alignements de sources. Ces intercalations schisteuses diminuent la conductivité hydraulique et interviennent dans la compartimentation de l'aquifère.

Cette entité hydrogéologique, traversée du nord au sud par la faille de Xhoris, est drainée par le ruisseau du Pouhon (à l'ouest de la faille) et par l'Amblève et ses affluents de rive gauche en aval de sa confluence avec la Lienne.

A Petit-Mont, au sud de Harzé, la SWDE possède un site de captage, composé de 3 drains et de 2 piézomètres. D'après la carte géologique, ce site est implanté entièrement au droit des calcaires givetiens. Néanmoins, selon les données fournies par le titulaire, les drains reposent directement sur les grès gedinniens (Lochkovien), tout comme le piézomètre PZ1. Le piézomètre PZ2 est, d'après son log géologique, foré dans les calcaires altérés du Givetien. Cependant, il résulte de la présence de la faille de Xhoris, qui met en contact les grès avec les calcaires, que l'eau prélevée est influencée par la proximité de l'aquifère des calcaires dévoniens du Synclinorium de Dinant. Aussi la dureté et le débit obtenus sont-ils sensiblement plus élevés que si la prise d'eau ne mettait à contribution que l'unité hydrogéologique du

Gedinnien. Le site de captage, sollicitant l'aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur, comprend deux zones de drainage. L'une est composée des drains DR1 et DR2 (zone supérieure), comprise entre les cotes 274 et 283 m, l'autre (zone inférieure) comprend le drain DR3 et est comprise entre les cotes 264 et 267 m. Au moment de sa mise en service (dans les années 1950), 700 m³ étaient prélevés par jour, avec une répartition entre les deux zones d'environ 630 m³/jour (zone supérieure) et 70 m³/jour (zone inférieure). Aujourd'hui, les prélèvements sont plus faibles, environ 300 m³ en 2015 (voir [chapitre VI](#) sur l'exploitation des aquifères). Il s'agit des volumes déclarés et envoyés sur le réseau de distribution publique. Le volume du trop-plein n'est pas comptabilisé. Les deux piézomètres, PZ1 et PZ2, forés dans le cadre de l'établissement des zones de prévention, sont profonds de, respectivement, 23 m et 30,5 m. D'après leur log géologique, PZ1 est établi dans les terrains schisto-gréseux du Gedinnien et PZ2 dans les calcaires du Givetien. En juillet 1998 (date de création) quelques niveaux piézométriques ont été pris. Pour PZ1, l'eau se situe à environ 6,2 m du sol, soit une cote piézométrique de 280,56 m. Dans PZ2, l'eau était à 7,3 m du sol, soit une cote piézométrique approximative de 278,59 m. Depuis, quelques niveaux d'eau ont été mesurés ponctuellement (Figure IV.5). Ces quelques valeurs, toujours prises en été, indiquent que la nappe est peu profonde, à cette période. Elle est située environ à 6-8 m du sol. Les résultats des quelques essais de pompage seront abordés dans le [chapitre VII](#) relatif aux paramètres d'écoulement et de transport.

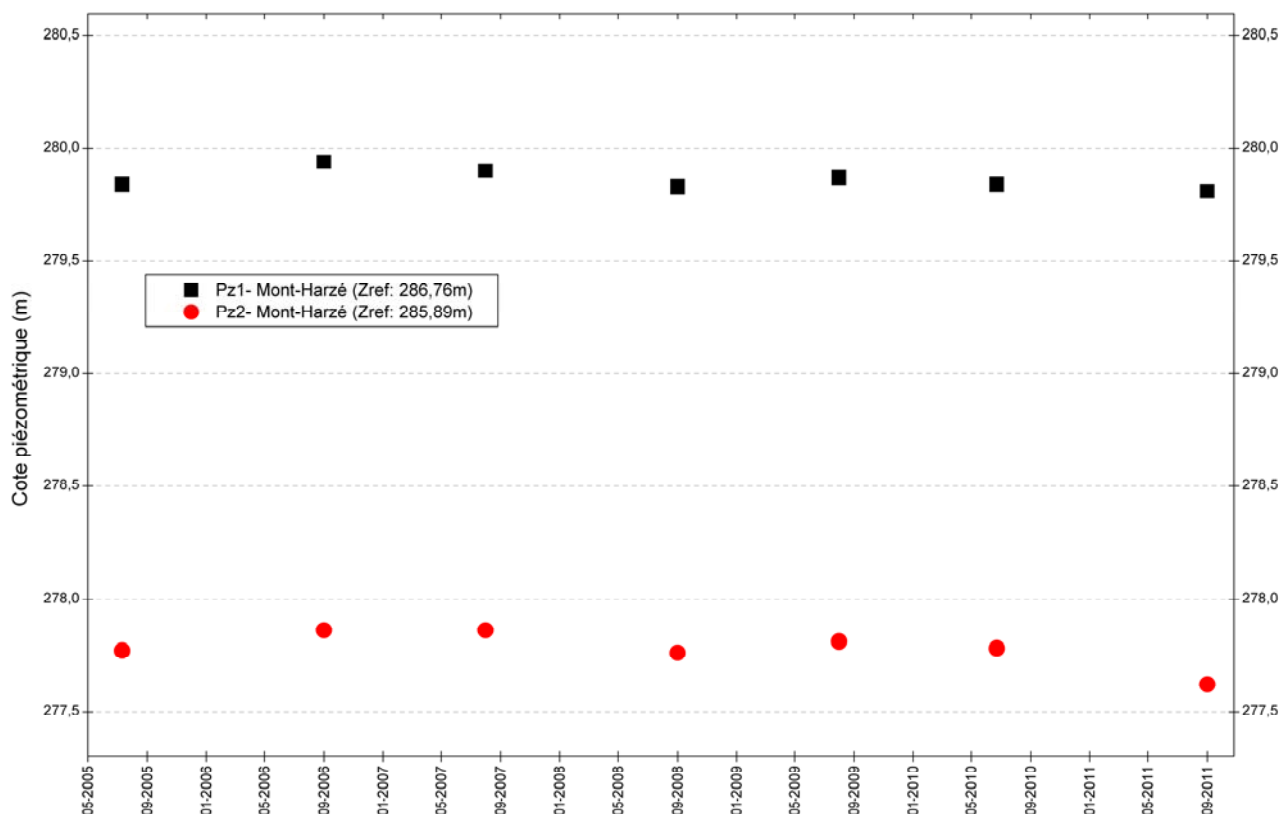


Figure IV.5: Niveaux piézométriques au droit de Pz1 et Pz2 Mont-Harzé - SWDE

A Werbomont, au lieu-dit Regnier, la SWDE exploite deux prises d'eau par drain (en moyenne 180 m³/jour). Ces drains, datant de 1932, d'une longueur totale de 60 m, sont implantés dans les terrains d'âge gedinnien, à proximité du contact avec les formations ordoviciennes du Massif

de Stavelot. Ils captent l'eau logée dans le manteau d'altération des têtes de bancs gedinniens (aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur). Vu leur localisation, la topographie des lieux (altitude des drains est d'environ 436,5 m) et l'allure des couches géologiques (pendage NW), ces drains sont également alimentés par les eaux contenues dans la partie altérée des terrains du Salmien (Aquitard à niveaux aquifères du Cambro-Silurien). Le pH de l'eau brute issue de ce site est en moyenne inférieur à 6,5, ce qui nécessite une reminéralisation avant la distribution. De plus, ce captage sollicitant une nappe superficielle est relativement vulnérable aux pollutions de surface. Aucune étude détaillée n'a été réalisée au droit de ce site (forages, essais de pompage...) permettant de mieux définir les caractéristiques hydrogéologiques locales de cette zone.

La commune de Stoumont exploite les eaux logées dans cette entité hydrogéologique, tant l'aquifère superficiel via des drains et galeries que l'aquifère fissuré via des puits forés (voir carte hydrogéologique). Nous disposons de peu de données concernant ces captages, excepté pour les ouvrages de Lorcé et Chession.

Les sites de Lorcé et de Chession ont fait l'objet d'un essai de pompage en vue de déterminer les paramètres hydrogéologiques locaux (dont la détermination du débit d'exploitation). A Chession, le forage 'Bois Mathy', profond de 91,5 m, est implanté dans le bed-rock gedinnien (aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur). Après 10 m de terrains meubles, il traverse des schistes rouges et des quartzites (jusque 30 m) ensuite des quartzites gris-vert alternant avec des niveaux phylladeux noirs. Dès 52 m, plusieurs venues d'eau ont été observées (2 à 2,4 m³/h jusque 70 m, ensuite aux alentours de 5 m³/h). Le niveau piézométrique, le 28/11/95, est à 2,11 m de profondeur, soit une cote piézométrique à ≈ 339 m. Les pompages d'essai menés lors de l'hiver 1995-96 montrent un aquifère hétérogène, avec de très nettes pertes de charge (au-delà de 1,7 m³/h). Les transmissivités en remontée étant légèrement inférieures qu'en pompage semblent indiquer une surexploitation de l'aquifère. Le débit d'exploitation est de 2 m³/h maximum en période d'étiage (rabattement de 19 à 19,5 m)(LGIH, 1996). Pour le détail de ces essais de pompage se référer au chapitre sur les paramètres d'écoulement et de transport.

A Lorcé, la commune possède deux forages, Lorcé 1 (ancien puits de 59 m) et Lorcé 2 (nouveau puits de 58 m). Ces forages sont implantés dans les terrains du Siegenien (aquitard à niveaux aquicludes du Dévonien inférieur). Le log géologique de Lorcé 2 indique une frange de schistes rouges altérés suivi du bed-rock fissuré où alternent schistes, grès micacés et grès. Plusieurs venues d'eau ont été observées. Les débits estimés à l'air-lift (dès 34 m) augmentent avec la profondeur (de 1,2 m³/h à 40 m³/h). En mars 1997, le niveau d'eau dans ce puits est de 4,32 m, soit une cote piézométrique à $\approx 411,5$ m. Plusieurs essais de pompage ont été menés sur Lorcé 2 (avec suivi piézométrique dans Lorcé 1). Les courbes caractéristiques obtenues sont typiques d'un aquifère captif dans lequel aucune perte de charge n'est observée (LGIH, 1997a).

La carte Harzé-La Gleize est marquée par la présence de deux zones de surveillance (voir [chapitre VIII](#) consacré aux zones de protection). Ceci a comme conséquence que tout forage

dans ces zones sera soumis à autorisation préalable du Gouvernement Wallon (AGW du 26 mai 1994 pour les eaux de Stoumont). Ainsi le puits Wuidar, situé au nord de Ernonheid a été l'objet d'une étude géologique et hydrogéologique (Geolys, 2005). Ce puits de 43 m de profondeur recoupe sur le 1^{er} mètre de la terre végétale et de l'argile d'altération, en ensuite le bed-rock schisto-gréseux. Il sollicite l'aquitard à niveaux aquicludes du Dévonien inférieur (Siegenien inférieur). Plusieurs venues d'eau ont été observées (Tableau IV.2). Ces venues d'eau sont associées à la présence de fractures.

Tableau IV.2: Venues d'eau au droit du puits Wuidar

Profondeur	Venues d'eau
13 m	Humidité
17-19 m	4.5 m ³ /h
26-31 m	18 m ³ /h
31-36 m	20 m ³ /h

Le puits est crépiné de 23 à 43 m. Il ne recoupe pas toute l'épaisseur de l'aquifère. Quelques niveaux d'eau y ont été mesurés (Tableau IV.3).

Tableau IV.3: Niveaux piézométriques au droit du puits Wuidar

Date	Profondeur de l'eau	Cote piézométrique
04/05/2005	4.2 m	352.48 m
11/05/2005	8.14 m	348.54 m
08/01/2007	3.8 m	352.88 m

Des essais de pompage ont été réalisés (pour le détail voir chapitre sur les paramètres d'écoulement et de transport). Ils ont montré qu'on est en présence d'une nappe libre bénéficiant d'une bonne réalimentation (transmissivité en remontée et en rabattement sensiblement les mêmes). La transmissivité diminuant en fonction du temps indique que le cône d'influence du pompage atteint probablement une zone moins perméable. La conductivité hydraulique est estimée à $9,6 \times 10^{-6}$ m/s.

Les analyses hydrochimiques ont révélé des teneurs en fer et manganèse élevées pouvant à terme, en précipitant, colmater les crépines du puits ou les tuyaux de distribution. Cette eau est destinée au bétail. La teneur en CO₂ est très inférieure à 0,5 g/l (0,04 g/l). L'eau ne peut donc être qualifiée de carbo-gazeuse. Le puits ne sollicite donc pas les mêmes horizons aquifères que les captages de Bru-Chevron s.a. (Groupe Spadel).

Des mesures du niveau d'eau ont été prises dans quelques puits privés accessibles⁹. Les cotes piézométriques sont reprises sur la carte hydrogéologique. Les profondeurs d'eau varient relativement d'un puits à l'autre. Elles sont comprises entre quelques mètres et une trentaine de mètres.

⁹ Beaucoup de puits de particuliers ne permettent pas d'y prendre une mesure piézométrique par manque d'accessibilité (puits enterré, tête de puits calfeutrée, équipement de pompage...).

IV.2.3. Calestienne

La Calestienne, *sensu stricto*, est une bande essentiellement calcaire ou calcaro-schisteuse constituée par les formations du Givetien et du Frasnien. Cette zone régulière et rectiligne, de direction NE-SW, présente une largeur globale variant entre 600 et 1600 m. Elle traverse la Wallonie depuis la région de Chimay-Couvin, en passant par le plateau du Gerny (Rochefort) et se termine à Louveigné (Sprimont).

Les terrains du Couvinien (Eifelien) constituant l'aquifère et l'aquitard de l'Eifelien sont, ici, intégrés à l'entité hydrogéologique de la Calestienne. Ils sont présents uniquement au nord de la faille de Xhoris.

Les calcaires du Frasnien, du Givetien et de l'Eifelien sont des aquifères, souvent, très karstifiés avec des conductivités hydrauliques et des porosités élevées. Cette bande est le siège de phénomènes karstiques.

Très peu d'ouvrages souterrains sont recensés dans cette zone sur la carte Harzé-La Gleize. Au lieu-dit 'Paradis', au sud de Houssonloge, en janvier 2007, un niveau d'eau a pu être mesuré au droit d'un puits foré d'un particulier. L'eau était à 19,1 m de profondeur, soit à une cote piézométrique de 343,05 m.

Une petite dizaine de phénomènes karstiques a été inventoriée dans l'Atlas du Karst Wallon (CWEPS, 1996). Il s'agit essentiellement de pertes et dolines qui appartiennent au système hydrogéologique de la Grotte du Chalet (Aywaille). Ce système s'étend sur les cartes voisines de Ferrières (49/6) et de Louveigné (49/3). Jadis, la résurgence de la Grotte du Chalet (sur 49/3) était captée pour l'approvisionnement en eau de la population par la SNDE (ancien nom de la SWDE). Dans cette optique, des traçages avaient été effectués pour mieux protéger le captage (Duyckaerts SNDE, 1967). Plusieurs liaisons karstiques ont ainsi été mises en évidence depuis la région d'Harzé vers la Grotte du Chalet à Aywaille (Figure IV.6). Le tableau IV.4 présente quelques paramètres relatifs à ces traçages. Tous les traceurs sont arrivés à la résurgence à Aywaille. Le tableau ne reprend que les renseignements pour les liaisons karstiques établies sur la carte étudiée (d'ouest en est). Seuls les chantoirs "Fond de Harzé" est situé sur la carte étudiée.

Tableau IV.4: Système hydrogéologique de la Grotte du Chalet à Aywaille – Caractéristiques des écoulements karstiques reconnus par traçage transitant par la carte Harzé – La Gleize

Nom de la perte	Code Atlas du Karst	Distance à vol d'oiseau	Vitesse	Code AKWA de la liaison karstique
Doline du Fond des Vâs	49/6-10	2200 m	73 m/h	493s08
Sapins	49/6-28	3400 m	29 m/h	493s09
Piromboeuf	49/6-34	3250 m	26 m/h	493s10
Hermeterie	49/6-36	3100 m	78 m/h	493s11
<u>Fond de Harzé</u>	49/7-1 & 2	2500 m	120 m/h	493s12

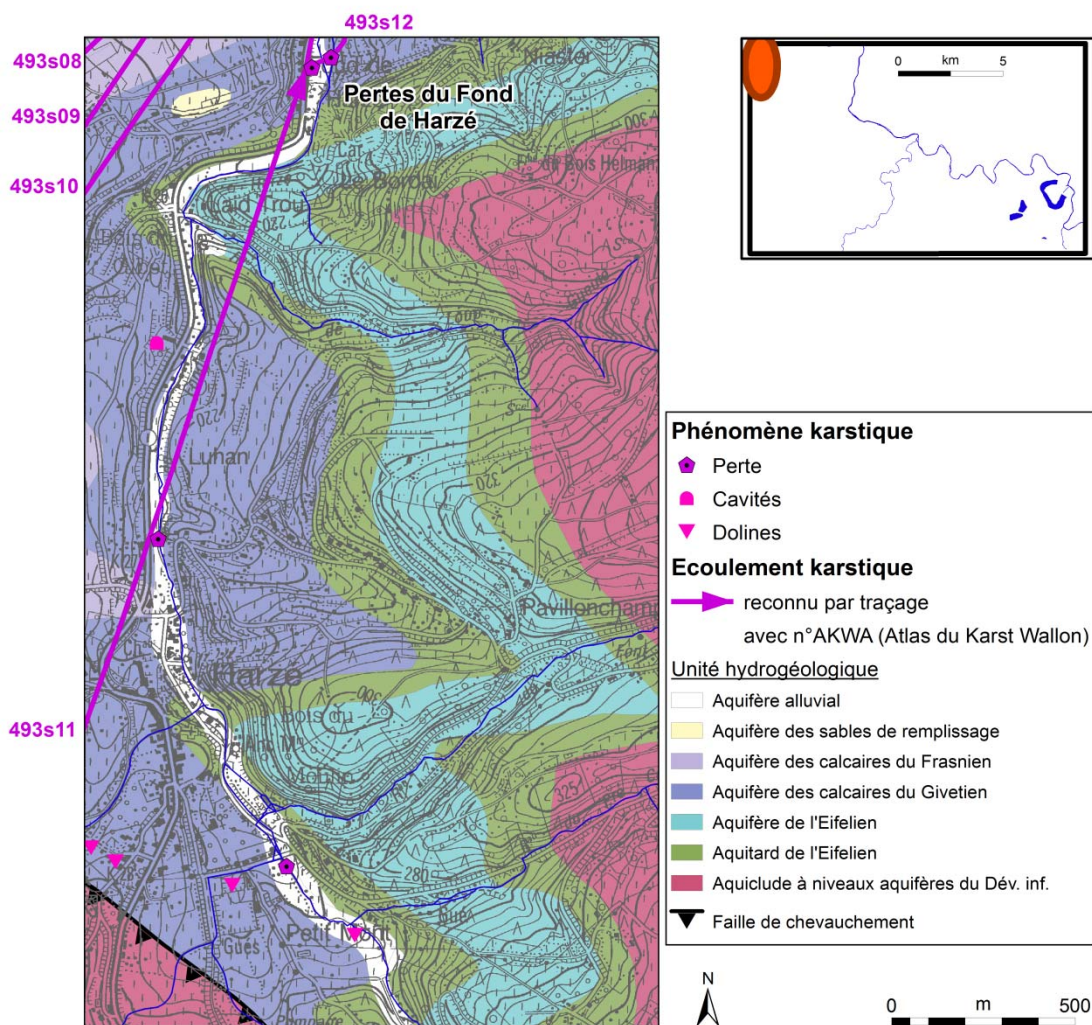


Figure IV.6: Système hydrogéologique de la Grotte du Chalet à Aywaille sur la carte Harzé – La Gleize

Les terrains du Couvinien (Eifelien) constituant l'aquitard et l'aquifère de l'Eifelien sont, donc ici, intégrés à l'entité hydrogéologique de la Calestienne. Ils sont présents uniquement au nord de la Faille de Xhoris. Nous ne disposons d'aucune donnée piézométrique ou renseignement hydrogéologique permettant de caractériser plus en détails ces unités au droit de la carte Harzé-La Gleize. Dans ces formations de nature gréseuse et schisto-gréseux, on rencontre généralement deux types de nappes. La première est la nappe superficielle logée dans les terrains altérés au sommet (manteau d'altération). La seconde est la nappe profonde développée dans les terrains fissurés et fracturés en profondeur. L'importance de cet aquifère sous-jacent est liée au degré de fissuration de la roche, ainsi que la nature du remplissage des fractures.

IV.2.4. Graben de Malmedy

Sur la carte Harzé-La Gleize, peu d'ouvrages sollicitent l'aquifère du Permien. On peut noter le captage d'Henri Moulin, appartenant à la commune de Trois-Ponts, constituée d'une galerie drainante et d'une source en contrebas. On ne dispose pas d'informations hydrogéologiques (niveau d'eau, conductivité hydraulique...) pour caractériser cet aquifère.

Une particularité est à noter dans ce Poudingue de Malmédy, qui s'étend de Basse-Bodeux à Xhoffraix. Elle concerne plus particulièrement l'unité moyenne (conglomérat de galets calcaires à ciment argilo-calcaireux). En effet, certains phénomènes karstiques ont été observés, similaires à ceux d'un véritable calcaire (Ozer, 1967, 1971, 1979). Ce poudingue est traversé par un réseau important de diaclases verticales qui s'élargissent, entre autres sous l'action de la dissolution. Plusieurs phénomènes karstiques ont été observés dans la région où affleure le poudingue de Malmédy (karst couvert fossile, pertes et résurgences...). Aucun phénomène de ce genre n'est répertorié sur la carte Harzé-La Gleize.

IV.2.5. Aquifères alluviaux

D'après les données disponibles, quelques ouvrages seulement solliciteraient les nappes alluviales des fonds de vallée de la région de Harzé-La Gleize, principalement les vallées de la Lienne et de l'Amblève. Les potentialités aquifères des nappes alluviales de cette carte sont relativement réduites. En effet, on ne compte pas de rivière importante ayant développé une plaine alluviale étendue. Les puits implantés dans cette unité hydrogéologique n'ont qu'un intérêt local. Nous ne disposons d'aucune donnée piézométrique sur ces nappes alluviales.

IV.2.6. Eaux carbo-gazeuses de la région de Bru-Chevron

Le contexte hydrogéologique de la région de Bru-Chevron (commune de Stoumont) est relativement complexe (Figure IV.7). Pour rappel, le substratum de la région est constitué par les phyllades, quartzophyllades et quartzites ordoviciens du Massif de Stavelot, recouverts par une épaisseur variable (quelques dizaines à centaines de mètres) de schistes et grès de l'Eodévonien de la fermeture orientale du Synclinorium de Dinant. Les formations du Massif de Stavelot sont très tectonisées, ayant subi les deux plissements, calédonien et hercynien. L'éodévonien étant moins affecté, n'ayant subi que le plissement hercynien.

De nombreuses failles, sub-verticales, traversent l'ensemble avec des orientations N-S (prédominantes), NE-SW et NW-SE. En profondeur, à quelques milliers de mètres, la faille eifélienne charrie le Synclinorium de Dinant et le Massif de Stavelot sur les formations du Synclinorium de Namur.

Les aquifères de cette région sont:

- les nappes superficielles logées dans les horizons gréseux de l'Eodévonien, détendus et altérés;
- les nappes captives à semi-captives logées dans les fissures et fractures des grès éodévonien et des quartzites de l'Ordovicien;
- les nappes d'eau carbo-gazeuses provenant d'aquifères profonds vraisemblablement logées dans des calcaires sous la faille eifélienne.

Ce sont ces dernières qui alimentent les pouhons en eaux carbo-gazeuses.

Les analyses isotopiques des eaux et des gaz confirment cette hypothèse:

- les analyses O¹⁸-Deutérium de tous les puits se situent sur la droite des eaux météoriques. Ceci exclut une origine volcanique (eaux juvéniles);
- les datations 'tritium' des eaux prélevées à plus de 30 m sous le niveau de la nappe indiquent des valeurs de 1 à 2 uT correspondant à des eaux de plus de 50 ans d'âge. A plus faible profondeur, le mélange avec des eaux plus récentes de nappes superficielles entraîne des valeurs plus élevées en tritium;
- les valeurs du rapport C¹²-C¹³ situées entre +1 et -2 ‰ indiquent dû CO₂ dû au thermo-métamorphisme de calcaires marins.

Ce schéma hydrogéologique des venues d'eaux minérales carbo-gazeuses correspond à des remontées d'eaux d'un substratum calcaire profond (sans doute sous-jacent à la faille eifélienne) par le biais d'accidents transverses (failles, fractures, fissures...). Près de la surface, il peut y avoir dispersion de l'eau dans les fissures des zones détendues et altérées et une même venue d'eau profonde peut donner lieu à plusieurs puits.

L'eau carbo-gazeuse est souvent piégée sous les nappes aquifères superficielles et ne sort en surface qu'aux endroits de couverture moins épaisse ou de plus forte perméabilité des terrains.

Ce schéma se retrouve dans les autres zones d'eaux carbo-gazeuses du sud-est de la Belgique, notamment celles de Spa, Harre, Malmedy,... qui présentent une grande homogénéité des caractéristiques des eaux et des gaz malgré des environnements géologiques différents (Monjoie, 2002).

Une autre hypothèse sur l'origine des eaux carbo-gazeuses de Bru-Chevron a été avancée (Laurent, 1987). La minéralisation et le gaz carbonique viendraient préférentiellement des formations éodévonniennes et cambro-ordoviciennes. Elle explique mal l'homogénéité des caractéristiques des eaux et des gaz malgré des environnements géologiques différents.

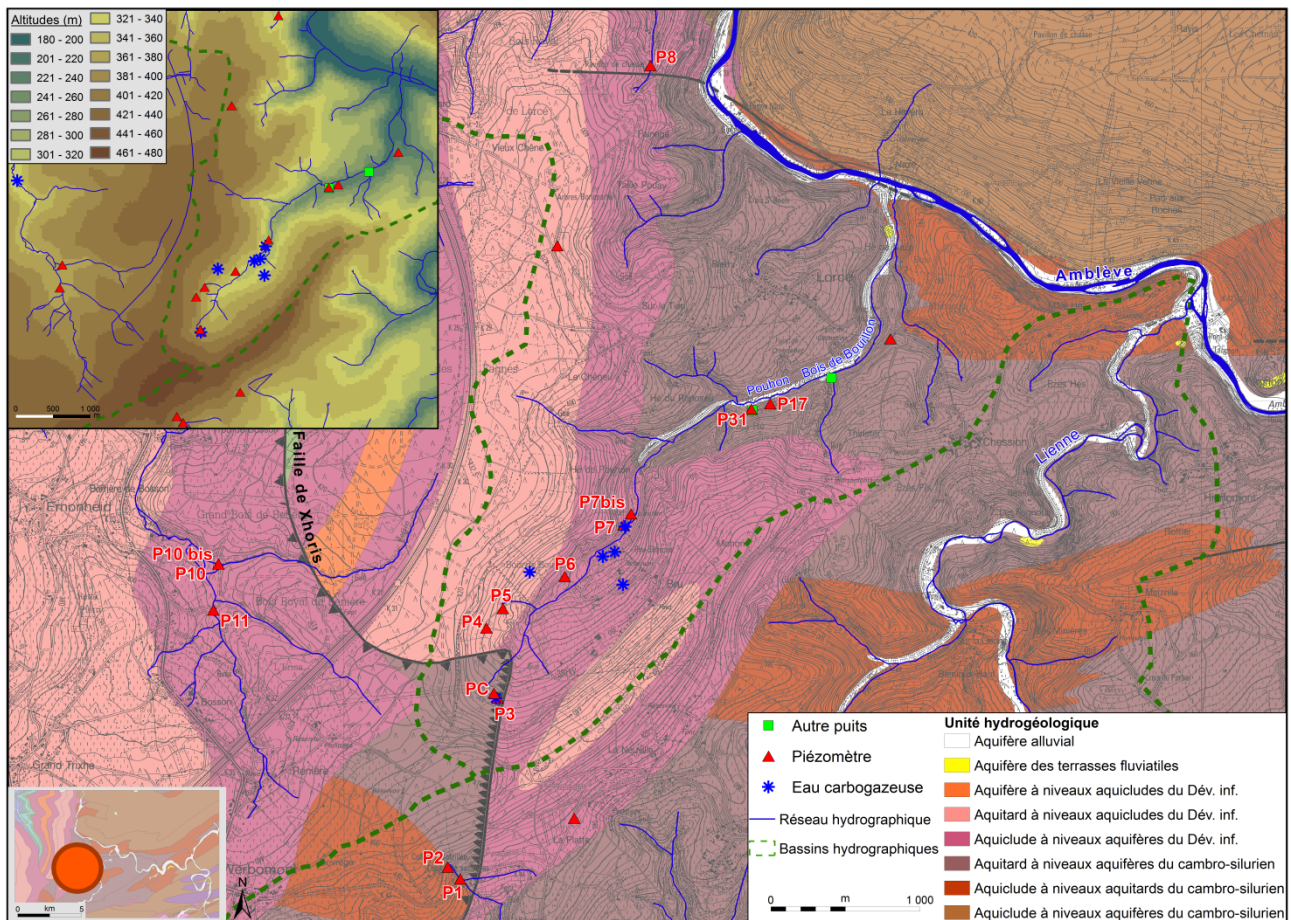


Figure IV.7: Contexte hydrogéologique des eaux carbo-gazeuses de la région de Bru-Chevron (Stoumont)

Niveaux piézométriques

Une quinzaine de piézomètres ont été forés dans la zone de Bru-Chevron. Leur profondeur est comprise entre 65 et 108 m, excepté un ouvrage qui atteint seulement 25 m. Les niveaux piézométriques de ces forages sont suivis régulièrement par la société Spadel s.a. et par le SPW-DGARNE. La figure IV.8 présente l'évolution des cotes piézométriques au droit de ces ouvrages. On constate que les niveaux fluctuent peu dans l'ensemble. Les amplitudes observées sont généralement très faibles (quelques décimètres à 5-6 m). Au droit de quelques ouvrages (P4, P5, P7, P17, P31, PC), l'amplitude maximale observée est plus importante (une dizaine de mètres), pouvant atteindre 18 m (P3). Certains piézomètres sont influencés par les captages (P7; P7bis, P3 ou encore PC).

D'un piézomètre à l'autre, les profondeurs d'eau mesurées sont relativement différentes. En effet, le niveau d'eau de quelques puits se situe à quelques décimètres (P10bis, P11), voire à quelques centimètres du niveau du sol (P10). Cependant, pour la plupart de forages, l'eau est à une profondeur comprise entre 6 et 12 m. Quelques ouvrages présentent un niveau d'eau plus bas pouvant atteindre 20 m.

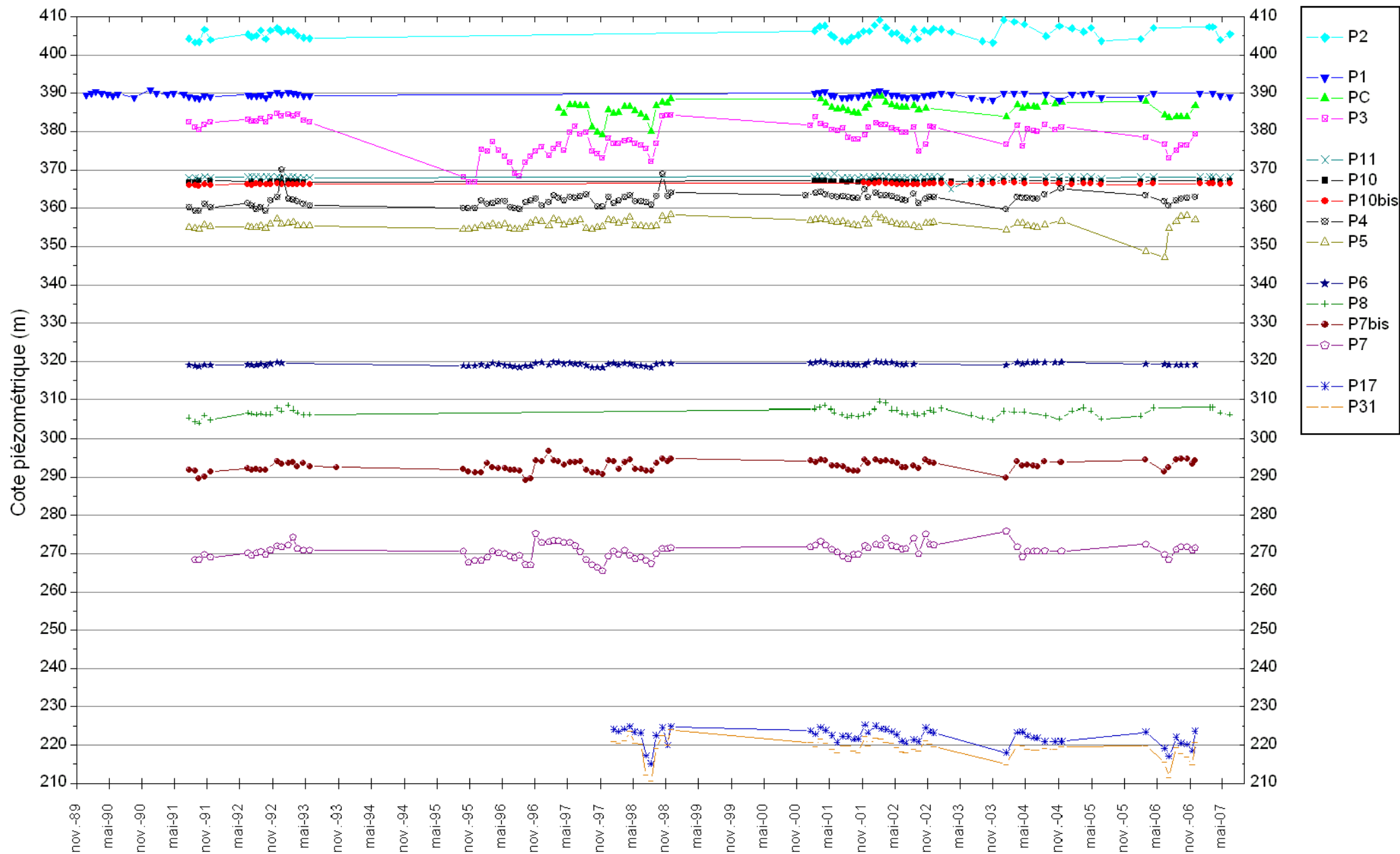


Figure IV.8: Fluctuations piézométriques au droit des forages de la région de Bru-Chevron (Stoumont)

En 2010, deux des piézomètres de Bru-Chevron ont été intégrés au réseau général de surveillance de l'état quantitatif ([réseau piézométrique Piez'Eau](#)): P2 & P8 dont les profondeurs respectives sont 108 m et 83 m. Leurs chroniques piézométriques sont présentées à la figure IV.9. Les basses eaux ont lieu en automne (octobre-novembre), parfois plus tôt dès la fin de l'été. Ensuite, les niveaux d'eau remontent assez rapidement. Les hautes eaux ont lieu en février-mars, parfois déjà dès la mi-janvier. La vidange de la nappe est relativement progressive avec, cependant, quelques pics observés suite aux orages d'été. Le piézomètre P2 est plus réactif aux averses printanières et estivales que le forage P8. Le battement de la nappe est assez faible. L'amplitude entre hautes eaux et basses eaux, sur la période d'observation, est de l'ordre de 5 m pour P2, relativement stable d'une année hydrologique à l'autre. L'amplitude piézométrique varie entre 2 et 5 m pour P8. L'eau est plus proche de la surface du sol au droit de P2 (entre 5 et 11 m), tandis que la profondeur de l'eau peut atteindre 22 m au droit de P8.

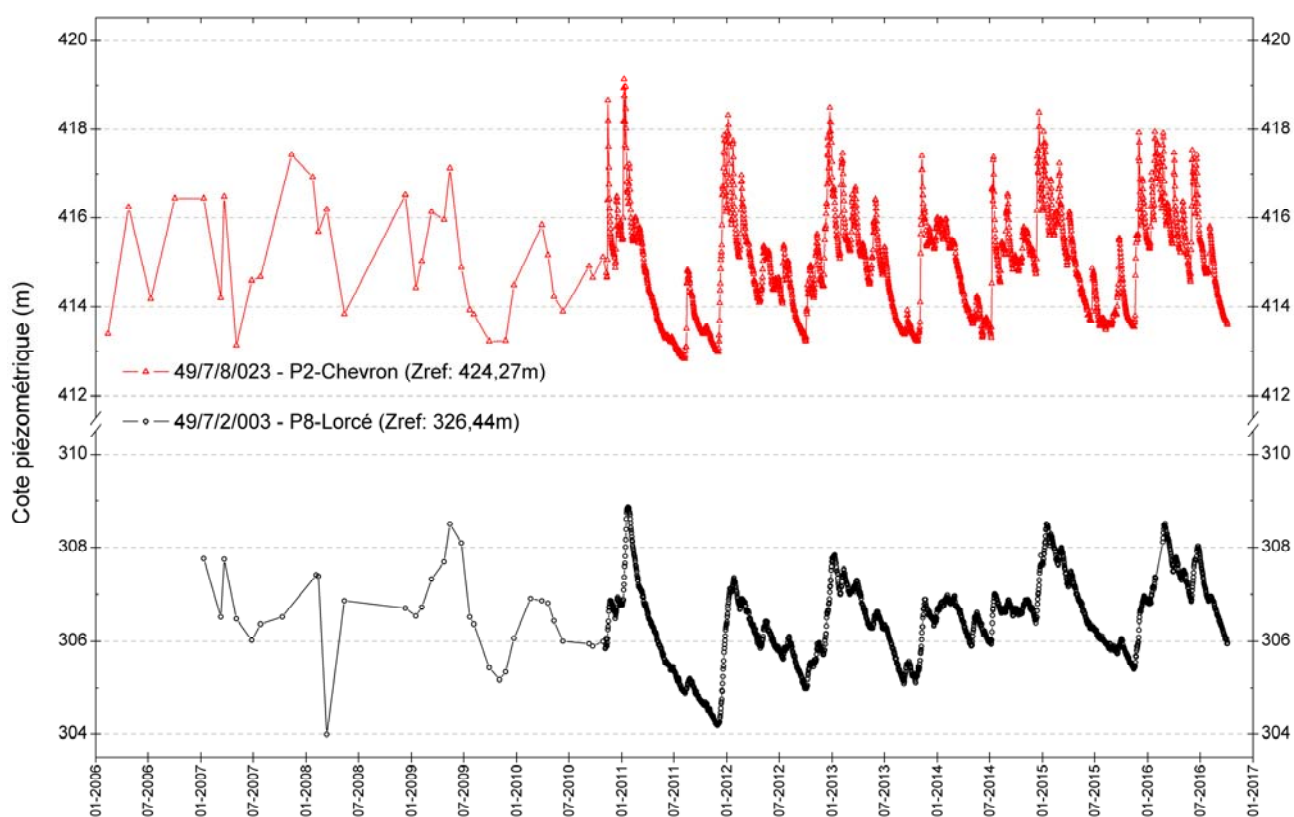


Figure IV.9: Fluctuations piézométriques au droit des piézomètres P2 et P8 (réseau de surveillance Piez'Eau, SPW)

IV.2.7. Eaux minérales naturelles et les eaux de source de Spa

Les eaux de Spa ont fait l'objet de nombreuses études hydrogéologiques, entre autres par l'Université de Liège (LGIH) et l'Institut Henrijean (laboratoire de recherches et d'hydrologie du groupe Spadel), depuis les années 1970. En outre, les pouhons¹⁰ historiques de Spa ont été reconnus par le Ministère de la Santé comme eau minérale naturelle et thermale depuis 1889. Ce chapitre est basé sur ces études ainsi que sur le dossier de délimitation des zones de protection des prises d'eau souterraine de la région de Spa.

Le substratum de la région spadoise est formé de roches paléozoïques du socle cambro-ordovicien, constituées de phyllades, de quartzites et de quartzophyllades en bancs d'épaisseur variable, surmontés sur les crêtes topographiques d'argiles à silex mésozoïques, de sables cénozoïques et de dépôts récents (tourbes et colluvium) (Figures IV.10 & IV.11). D'un point de vue tectonique, ce bed-rock, faisant partie du Massif de Stavelot, a subi différentes phases de plissements d'âge calédonien et hercynien. Les plis sont nombreux et ont une orientation WSW-ENE avec un déversement général vers le nord et un ennoyage ouest. De nombreuses failles transverses recoupent les formations avec une direction principale NNW-SSE à NW-SE et une direction secondaire NNE-SSW. Lors des périodes d'exondations qui ont suivi ces deux orogènes, les roches paléozoïques ont subi une paléaltération dont le résultat est notamment une déminéralisation plus ou moins profonde et importante des zones supérieures du bed-rock. La base de la paléaltération est fluctuante et la cote approximative dans la région de Spa est 400/440 m. La cote de base des dépôts de résidus à silex est approximativement à 545 m. Par contre, on retrouve des poches résiduelles de sables à des altitudes inférieures.

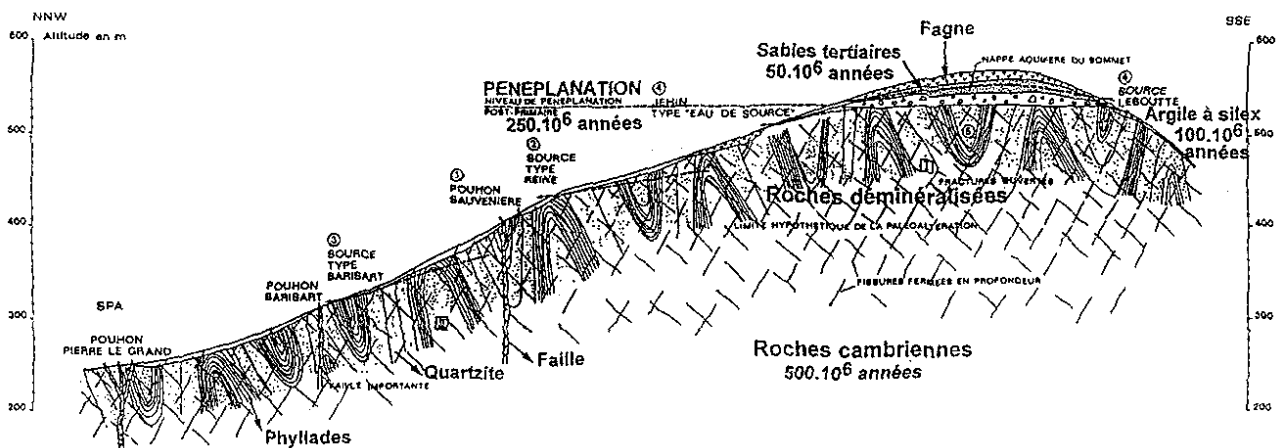


Figure IV.10: Coupe géologique de la région de Spa (Monjoie, 2002)

Dans ce contexte géologique, les formations susceptibles de contenir une nappe aquifère sont:

- les quartzites et quartzophyllades du bed-rock qui contiennent une nappe de fissures;
- le manteau d'altération car son épaisseur est notable du fait des exondations mésozoïques et cénozoïques;

¹⁰ Pouhon: terme wallon (*pouhjon* ou *poûjon*) désignant une [source](#) minérale naturellement gazeuse pouvant être ferrugineuse ou saline ou bien encore alcaline ou sulfureuse.

- les dépôts mésozoïques et cénozoïques qui jouent un rôle de réservoir temporaire suralimentant les nappes du manteau d'altération et du bed-rock situées en aval;
- les formations tourbeuses qui jouent surtout un rôle de régulateur de débit du fait de leur forte capacité de rétention.

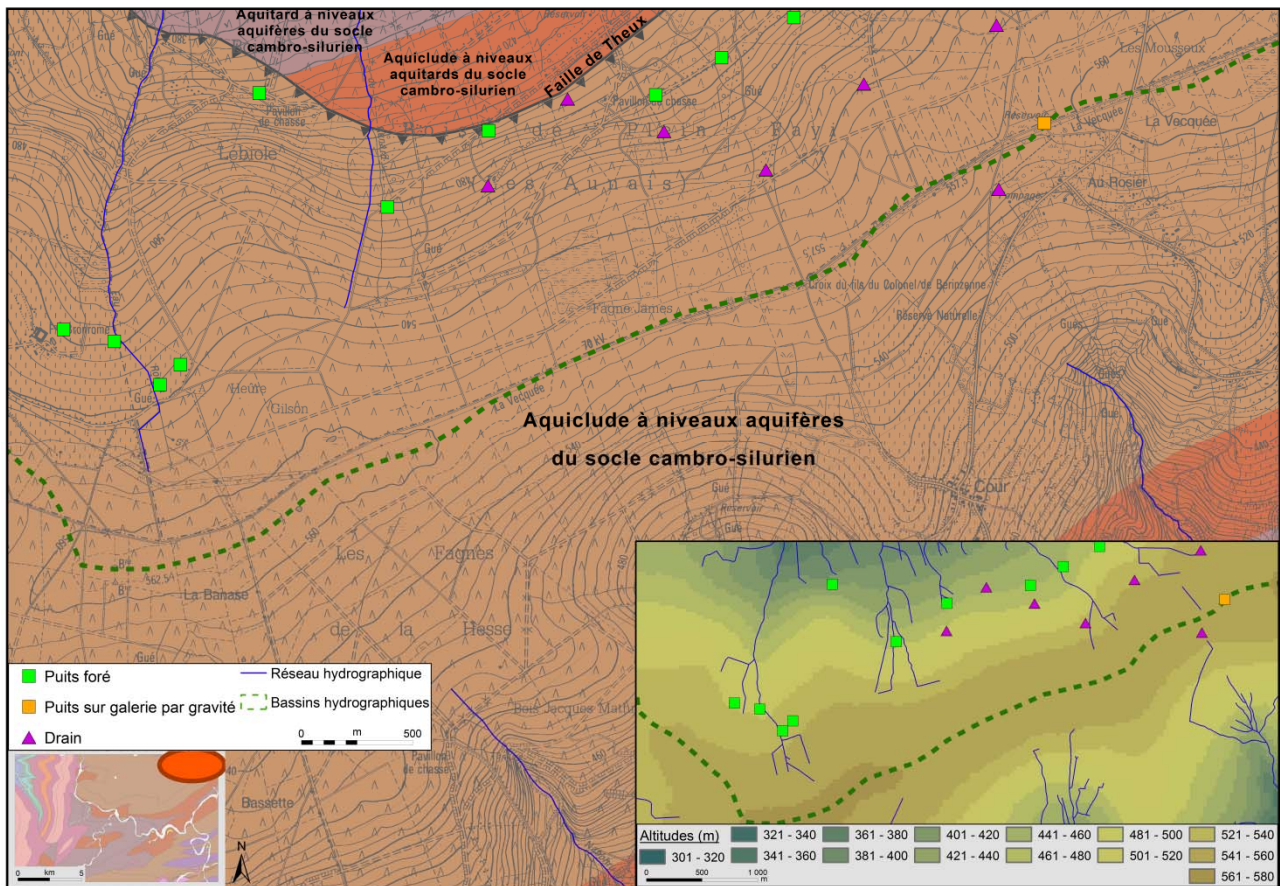


Figure IV.11: Contexte hydrogéologique des eaux minérales la région de Spa (carte Harzé – La Gleize)

D'un point de vue hydrochimique, deux grands ensembles hydrogéologiques coexistent dans la région spadoise:

- *les eaux faiblement à très faiblement minéralisées:*
 - Ces eaux météoriques récentes infiltrées à travers le colluvium et le manteau d'altération s'accumulent dans les fissures du bed-rock quartzitique engendrant une nappe dans ces horizons. Celle-ci émerge vers l'aval sous forme de site sourcier, généralement à la rencontre d'un horizon schisto-phylladeux moins perméable, avec une concentration au droit des accidents tectoniques transverses. Vu la déminéralisation du bed-rock jusqu'à une altitude de 400/440 m (liée à la paléoaltération), les eaux infiltrées y trouvent très peu d'éléments susceptibles de passer en solution, ce qui explique la très faible minéralisation des eaux de type eau minérale naturelle Reine.
 - Sous cette cote de 400/440 m, la paléoaltération est moins développée, voire inexistante. Par leur contact plus ou moins prolongé avec des roches moins lessivées

qui se situent à des altitudes inférieures, les eaux se chargent légèrement plus en ions dissous: ce sont les eaux de type eau minérale naturelle Barisart.

- La présence, au-dessus de la cote 545 m, de résidus d'argile à silex en bordure de la Grande Vecquée, surmontés localement de poches résiduelles de sable, permet la mise en place d'une nappe de minéralisation totale généralement plus élevée, fonction de leur contact prépondérant avec les lambeaux résiduels. Ces eaux ont des minéralisations plus variées dans le temps et dans l'espace: ce sont les eaux de source Clairefagne.

- *les eaux ferrugineuses carbo-gazeuses:*

- Le schéma hydrogéologique des venues d'eau minérale carbo-gazeuse correspond à une remontée de l'eau du substratum profond par le chenal des accidents transversaux aquifères. Près de la surface, il y a une dispersion de l'eau dans les fissures des zones détendues et altérées et une même venue d'eau profonde donne généralement lieu à plusieurs exutoires ou pouhons. L'eau piégée sous les nappes aquifères superficielles ne sourd en surface qu'aux endroits où cette couverture est moins épaisse ou plus perméable. L'eau, d'origine météorique ancienne, infiltrée à grande profondeur, s'est chargée en gaz carbonique et en sels minéraux dissous. Le CO₂, en se dégageant par diminution de pression, met la colonne d'eau en émulsion permettant le jaillissement des pouhons. Ceux-ci situés à proximité les uns des autres présentent parfois des variations chimiques en raison de cheminements différents dans les terrains supérieurs. Ces points d'émergence sont souvent localisés au carrefour de failles et avec une limite en altitude (fonction de la possibilité de montée ascensionnelle des eaux suite à l'émulsion des gaz). La plupart de ces venues d'eau émergent sous la cote 450 m. Il s'agit des eaux de type eau minérale naturelle ferrugineuse carbo-gazeuse Marie-Henriette.

La carte Harzé-La Gleize abrite donc le gisement dans lequel est logée l'eau minérale naturelle de type Reine, qui comprend tous les terrains cambro-ordoviciens entre la cote de pénéplanation post-paléozoïque (soit 545 m) et la base de la zone fortement déminéralisée (soit 400/440 m). Cette ressource en eau souterraine est captée par puits. Sur cette carte est également localisée l'eau de source qui est logée dans les poches de sable et dans les résidus d'argile à silex. Cette ressource est captée par des drains. Ce gisement est au-dessus du niveau de pénéplanation post-paléozoïque (soit 545 m). Il recouvre donc, sous la crête de la Grande Vecquée, le gisement d'eau type Reine dont il est séparé par des argiles résiduelles à silex du Crétacé. L'eau prélevée au droit de quelques ouvrages est destinée à un usage industriel (nettoyage des locaux, rinçage des bouteilles...).

IV.2.8. Coupes hydrogéologiques

La coupe, orientée ouest-est, traverse les villages et lieux-dits de Werbomont, Chevron, Rahier, Brume-Coo et Trois-Points. Elle est située majoritairement dans le bassin-versant de l'Amblève, rivière recoupée dans l'est de la coupe. Le cinquième de la coupe, à l'ouest, appartient au

bassin de l'Ourthe, via le sous-bassin de la Lembrée. Géologiquement, la coupe démarre sur le flanc oriental du Synclinorium de Dinant, ensuite elle entre dans le Massif de Stavelot. La plupart des formations géologiques rencontrées sur la carte sont recoupées par la coupe.

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^{ième}, l'échelle verticale est de 1/25 000 pour la coupe géologique et de 1/5 000 pour la coupe hydrogéologique. Ce facteur d'exagération des hauteurs (X5) permet une meilleure visibilité du niveau piézométrique, reporté sur cette coupe. Quelques niveaux piézométriques, situés à proximité de l'axe de la coupe, y sont reportés. Ces coupes figurent sur le poster A0 accompagnant cette notice explicative. Cette coupe est basée sur la coupe V de la carte géologique de Geukens et Asselberghs (1959).

Le report sur la coupe des quelques données piézométriques disponibles fournit de précieux enseignements. Il faut noter que ces mesures ne sont pas toutes synchrones. Certains niveaux d'eau sont très proches de la surface topographique et caractérisent la nappe logée dans le manteau d'altération, subaffleurente. D'autres sont plus profonds témoignent de la nappe logée dans les horizons fissurés et fracturés en profondeur. L'Ambève constitue le niveau de base des aquifères de la région.

IV.2.9. 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. Notons qu'il a été choisi de caractériser la première nappe rencontrée (nappe à l'affleurement, sous la couverture limoneuse). Cette information est cartographiée sur l'une des cartes thématiques présentées sur le poster. Sur la carte Harzé – La Gleize, toutes les nappes sont considérées comme des nappes libres. Les nappes logées dans les horizons schisto-gréseux du Dévonien inférieur et du Cambro-Ordovicien sont souvent considérées comme semi-captives (voire captives). En effet, dans ces terrains, la nappe, profonde, peut se retrouver en charge sous les couches plus argileuses (shales, siltites, phyllades, argile d'altération).

IV.2.10. Piézométrie de la carte Harzé – La Gleize

La structure géologique complexe empêche l'établissement d'une carte piézométrique globale pour l'ensemble de la carte hydrogéologique de Harzé – La Gleize. En effet, ces discontinuités géologiques et les failles induisent une séparation des aquifères. De plus, les possibilités de mesure du niveau piézométrique ne sont pas homogènes sur tout le territoire de la zone étudiée (répartition inégale de ouvrages, accessibilité des puits...). Ainsi, aucun isopièze n'a pu être tracé. Des cotes ponctuelles, avec la date de prise de la mesure, ont donc été 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, quelques 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'Amblève constitue le niveau de base des aquifères de la région étudiée.

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 également 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 quelques dm à quelques m par rapport à la surface topographique, indiquant une nappe subaffleurante. Des profondeurs d'eau plus importantes sont aussi observées. 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. Des lignes de sources sont souvent visibles au contact de formations de perméabilités différentes.

Sur la carte Harzé – La Gleize, les quelques niveaux d'eau mesurés suivent ce schéma que ce soit pour les unités hydrogéologiques du Dévonien inférieur ou du Cambro-Silurien. Des niveaux d'eau peu profonds (quelques décimètres à quelques mètres) indiquent une nappe subaffleurante logée dans le manteau d'altération et dont la surface est sensiblement parallèle à la topographie. Cette nappe est sollicitée essentiellement par des captages gravitaires. Ces niveaux peu profonds peuvent aussi caractériser une nappe, sous pression, logée dans les horizons fracturés en profondeur. La nappe profonde des terrains fissurés présente aussi généralement des niveaux d'eau plus profonds (quelques mètres à quelques dizaines de mètres). Cette nappe est sollicitée par des puits forés, souvent de plusieurs dizaines de mètres de profondeur.

Pour quelques sites, des chroniques piézométriques sont disponibles. La période de basses eaux a systématiquement lieu en automne (septembre à décembre, parfois dès la mi-août). Celle des hautes eaux en hiver. Quelques piézomètres du site de Coo réagissent directement à la pluviométrie. En période de recharge (janvier à mai), la remontée piézométrique suit de 15 jours à un mois les précipitations.

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 offrir le même degré de détails sur l'hydrochimie 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.

Sur la carte Harzé – La Gleize, quelques carrières (phyllades, quartzophyllades et quartzites, et grès et schistes) ont jadis été exploitées. Une est toujours occasionnellement en activité. Des minerais ont été localement exploités (fer, manganèse) dans la vallée de la Lienne et de l'Amblève. Les 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 sources potentielles de pollution sont donc des lieux à surveiller.

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 Harzé – La Gleize, aucun site n'est répertorié dans cette base de données (état des lieux au 01/10/2016).

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: Lesse, Ourthe, Amblève, Vesdre – 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', sans pour autant être déclassant. (DGARNE-DESO et Protectis-Cellule DCE, 2010). Sur le territoire de la carte Harzé – La Gleize, on ne compte qu'un point du réseau de surveillance. Il s'agit d'un site du réseau additionnel (ADD). Il concerne la masse d'eau RWM100 (Figure V.1).

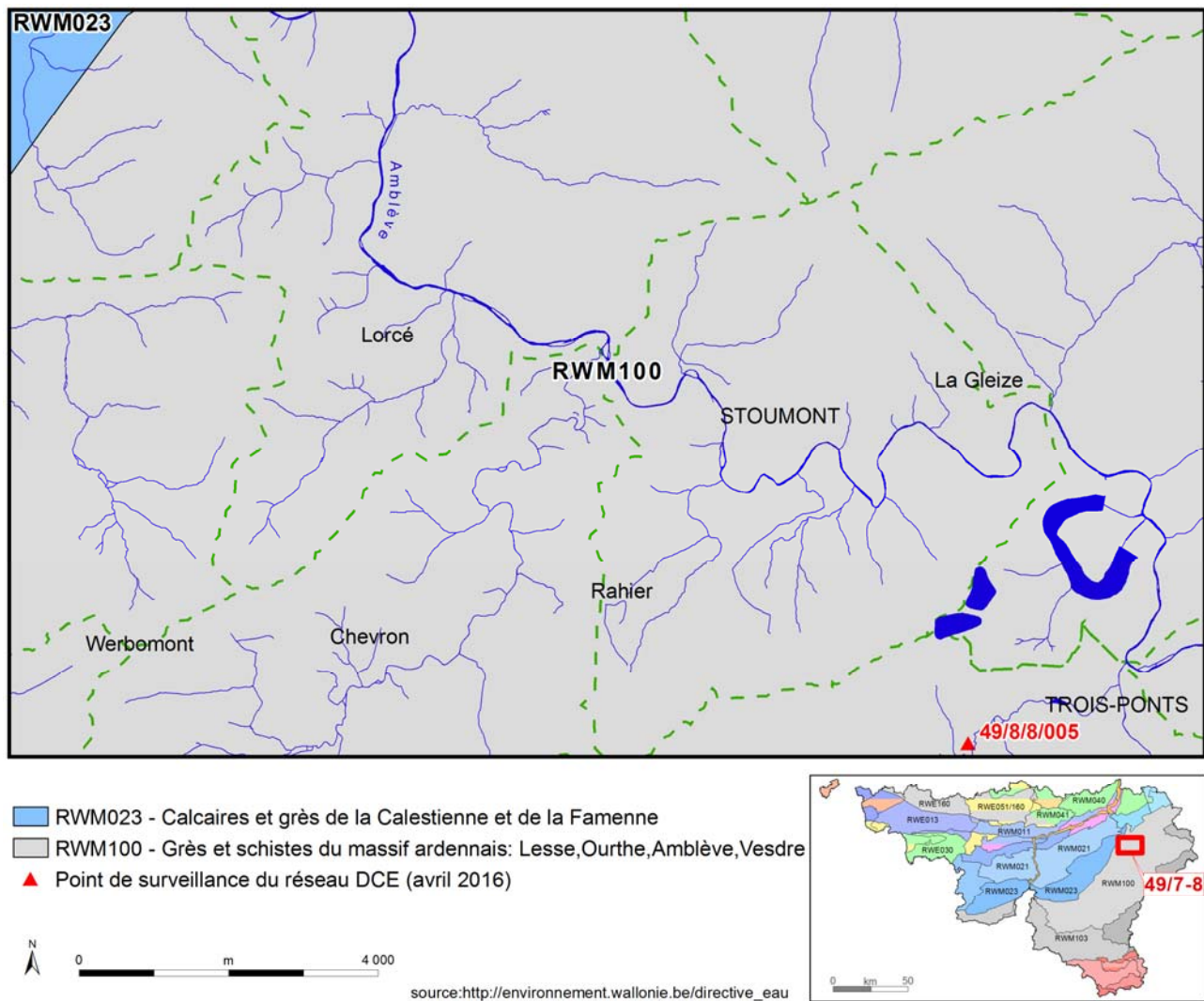


Figure V.1: Masses d'eau souterraine –Harzé – La Gleize

Tableau V.1: Etat des masses d'eau souterraines présentes sur la carte Harzé – La Gleize

MESO	Etat global	Etat chimique	Etat quantitatif	Paramètre déclassant	Etat des lieux
RWM023	Bon	Bon	Bon	Aucun	2009
RWM100	Bon	Bon	Bon	Aucun	2013

source: DGARNE-Direction des Eaux souterraines et Protectis-Cellule DCE. (2010; 2016)

V.1. CARACTERISTIQUES HYDROCHIMIQUES DES EAUX

Les analyses disponibles pour définir le faciès hydrochimique des eaux logées dans les terrains de la carte Harzé – La Gleize sont issues des captages destinés à la distribution publique d'eau potable, des réseaux de surveillance du SPW, du groupe Spadel et de campagnes de terrain réalisées par l'équipe d'Hydrogéologie et Géologie de l'Environnement de l'ULg lors de la première version de cette carte. Par manque de données (soit absence de prises d'eau, soit pas d'échantillonnage), toutes les unités hydrogéologiques de la carte étudiée ne seront pas caractérisées hydrochimiquement. A titre indicatif, sont reprises 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, et pas forcément pour la zone de cette masse d'eau présente sur la carte étudiée.

V.1.1. Massif de Stavelot

D'une manière générale, les eaux du Massif de Stavelot ont un pH acide (ou légèrement basique), une faible à très faible minéralisation. Il s'agit d'eau douce à très douce, faiblement alcaline. On observe parfois des teneurs en fer importantes. Certaines prises d'eau présentent des concentrations en nitrates de l'ordre de 10 mg/l. Les teneurs en fer et en manganèse dépassent quelques fois les normes de potabilité, requérant un traitement adéquat avant la distribution sur le réseau public. Ces valeurs sont en adéquation avec la lithologie des unités hydrogéologiques sollicitées. Les tableaux suivants (V.2, V.3, V.4) présentent quelques analyses d'échantillons d'eau prélevés dans trois des quatre unités hydrogéologiques du socle cambro-silurien de la carte Harzé – La Gleize.

Tableau V.2: Caractéristiques hydrochimiques de l'aquiclude à niveaux aquifères du socle cambro-silurien

Elément	Code de l'Eau		Fagne de Bronrome P2	Fagne aux grenouilles DR	Andrimont PF	Lahinster DR	Chemin de Lancre PF
	Unité	Niveau-guide SPW	24/05/2011	15/04/2015	06/12/2006	06/12/2006	29/11/2006
pH		6,5 à 9,5	5,3	5,7	6,47	6,99	6,81
Conductivité (K20)	µS/cm	2100	46	90,3	63,5	117	69,7
Dureté totale (TH)	°F	67,5	2,2	1,6	2,1	5	2,4
Alcalinité totale (TAC)	°F	-	0,15	0,8	0,4	2,9	0,1
Calcium	mg/l	270*	2,07	4,05	1,83	19,75	4,7
Magnésium	mg/l	50*	1,7	2,03	3,86	<0,01	2,87
Sodium	mg/l	150	3,31	10,7	2,55	2,98	3,07
Potassium	mg/l	12	0,34	0,6	0,55	0,39	0,43
Bicarbonates	mg/l	-	-	-	4,39	35,3	1,26
Strontium	µg/l	750**	14	19	-	-	-
Fer total dissous	µg/l	200*	17	19	150	47	1110
Manganèse	µg/l	50*	10	12	33	15	115
Sulfates	mg/l	250*	2,12	3,51	10,13	21,9	18,72
Chlorures	mg/l	200	5,71	18,9	4,8	4,93	6,57
Fluorures	mg/l	1,5*	<0,1	<0,1	-	-	-
Nitrates	mg/l	50	7,25	9,18	9,24	7,29	<0,06
Nitrites	mg/l	0,1	<0,02	<0,02	<0,04	<0,04	<0,04
Ammonium	mg/l	0,5*	<0,05	<0,05	0,091	<0,1	<0,1
Silice (SiO ₂)	mg/l	-	6,2	5,55	4,96	4,78	5,73
Anhydride carbonique libre CO ₂	mg/l		-	-	1,2	2,5	0,1

Tableau V.3: Caractéristiques hydrochimiques de l'aquitard à niveaux aquifères du socle cambro-silurien

Elément	Code de l'Eau		Habiemont PT	Chauveheid PF	Socle cambro-silurien de l'Ardenne (Aq13)
	Unité	Niveau-guide SPW			
		6,5 à 9,5	09/01/2007	09/02007	1994-2000
pH		6,5 à 9,5	7,45	7,1	6
Conductivité (K20)	µS/cm	2100	119,4	59,7	82
Dureté totale (TH)	°F	67,5	4,2	2,3	2,5
Alcalinité totale (TAC)	°F	-	2,9	1,5	
Calcium	mg/l	270*	13,1	6,1	6
Magnésium	mg/l	50*	2,3	1,9	2,1
Sodium	mg/l	150	6,4	4,3	5,3
Potassium	mg/l	12	3,45	0,4	0,76
Bicarbonates	mg/l	-	35,24	17,5	14,6
Strontium	µg/l	750**	-	-	19
Fer total dissous	µg/l	200*	390	158	116
Manganèse	µg/l	50*	5	<5	62
Sulfates	mg/l	250*	18,9	1,8	5,9
Chlorures	mg/l	200	5,8	8,25	9,5
Fluorures	mg/l	1,5*	-	-	0,05
Nitrates	mg/l	50	9,64	8,67	6,6
Nitrites	mg/l	0,1	<0,2	<0,2	0
Ammonium	mg/l	0,5*	2,1	<0,1	0
Silice (SiO ₂)	mg/l	-	21,7	21,4	6,2
Anhydride carbonique libre CO ₂	mg/l		0,9	1	43,4

Tableau V.4: Caractéristiques hydrochimiques de l'aquiclude à niveaux aquitards du socle cambro-silurien

Elément	Code de l'Eau		Vert Cheval PT	Dogne PF	Socle cambro-silurien de l'Ardenne (Aq13)
	Unité	Niveau-guide SPW			
		6,5 à 9,5	01/12/2006	08/01/2007	1994-2000
pH		6,5 à 9,5	7,11	7,83	6
Conductivité (K20)	µS/cm	2100	289,2	135,7	82
Dureté totale (TH)	°F	67,5	12	6,1	2,5
Alcalinité totale (TAC)	°F	-	10	5,4	
Calcium	mg/l	270*	6,6	14,7	6
Magnésium	mg/l	50*	4,6	5,78	2,1
Sodium	mg/l	150	5,9	7,95	5,3
Potassium	mg/l	12	22,9	0,71	0,76
Bicarbonates	mg/l	-	121,75	65,3	14,6
Strontium	µg/l	750**	-	-	19
Fer total dissous	µg/l	200*	360	316	116
Manganèse	µg/l	50*	7	20	62
Sulfates	mg/l	250*	43,16	3,07	5,9
Chlorures	mg/l	200	10,3	8,36	9,5
Fluorures	mg/l	1,5*	-	-	0,05
Nitrates	mg/l	50	8,3	11,7	6,6
Nitrites	mg/l	0,1	<0,04	<0,04	0
Ammonium	mg/l	0,5*	<0,1	<0,1	0
Silice (SiO ₂)	mg/l	-	7,81	38,7	6,2
Anhydride carbonique libre CO ₂	mg/l		6,6	0,7	43,4

V.1.2. Ardenne

Les eaux ardennaises sont typiquement peu minéralisées (faible conductivité), avec un pH acide ou légèrement basique, d'une dureté et d'une alcalinité faibles à très faibles. Localement, les normes de potabilité en fer et en manganèse sont dépassées, nécessitant un traitement approprié. Néanmoins, on constate localement une légère minéralisation due à la présence de nodules carbonatés, comme pour le captage de Harzé-Mont. Il convient aussi de surveiller les teneurs en nitrates qui peuvent parfois dépasser 30 mg/l. Des analyses hydrochimiques sont disponibles pour la plupart des unités hydrogéologiques de l'Ardenne de la carte étudiée. Elles sont présentées dans les tableaux ci-dessous (V.5 & V.6).

Tableau V.5: Caractéristiques hydrochimiques de l'aquitard à niveaux aquicludes du Dévonien inférieur

Elément	Code de l'Eau		Ernonheid PF	Wuidar PF	Truchette le Cheneux Galerie	Massif schisto-gréseux de l'Ardenne (Aq10)
	Unité	Niveau-guide SPW				
			10/01/2007	08/01/2007	07/08/2013	1994-2000
pH		6,5 à 9,5	7,58	7,68	-	6
Conductivité (K20)	µS/cm	2100	394,2	126,4	100	82
Dureté totale (TH)	°F	67,5	12,8	6,9	5,4	2,5
Alcalinité totale (TAC)	°F	-	7,4	5,9	-	
Calcium	mg/l	270*	34,8	9,93	4,4	6
Magnésium	mg/l	50*	9,9	10,6	-	2,1
Sodium	mg/l	150	27,8	2,5	-	5,3
Potassium	mg/l	12	14,2	0,57	-	0,76
Bicarbonates	mg/l	-	89,8	71,5	-	14,6
Strontium	µg/l	750**	-	-	-	19
Fer total dissous	µg/l	200*	227	7850	10	116
Manganèse	µg/l	50*	<5	943	2,5	62
Sulfates	mg/l	250*	33,9	2,55	-	5,9
Chlorures	mg/l	200	54,8	8,7	1,7	9,5
Fluorures	mg/l	1,5*	-		<0,05	0,05
Nitrates	mg/l	50	33,4	<0,06	1,4	6,6
Nitrites	mg/l	0,1	<0,2	<0,04	<0,01	0
Ammonium	mg/l	0,5*	<0,1	<0,1	<0,02	0
Silice (SiO ₂)	mg/l	-	194	31,5	-	6,2
Anhydride carbonique libre CO ₂	mg/l		1,7	1	-	43,4

Tableau V.6: Caractéristiques hydrochimiques de l'aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur

Elément	Code de l'Eau		Harzé-Mont D1	Werbomont D1	Bruyère du Priestet DR	Trou du Bosson SE	Belle Foxale DR
	Unité	Niveau-guide SPW					
			29/07/2015	16/09/2015	22/11/2006	10/01/2007	22/11/2006
pH		6,5 à 9,5	7,7	6,1	7,32	6,8	6,8
Conductivité (K20)	μS/cm	2100	396	58	123,2	98,6	142,1
Dureté totale (TH)	°F	67,5	21,3	1,6	5,5	3	6,7
Alcalinité totale (TAC)	°F	-	15,8 (02/2004)	1 (03/2004)	2,9	0,9	3,7
Calcium	mg/l	270*	71,4	3,6	15,5	7,5	21,97
Magnésium	mg/l	50*	8,4	1,7	3,85	2,8	2,9
Sodium	mg/l	150	7,3	3,6	3,75	8,1	2,6
Potassium	mg/l	12	1	0,5	2,1	1,3	2,1
Bicarbonates	mg/l	-	-	-	35,24	10,7	45,12
Fer total dissous	μg/l	200*	43	3	44	191	75
Manganèse	μg/l	50*	3,7	2,7	7	37	3
Sulfates	mg/l	250*	16,8	2,4 (08/2015)	11,4	9,24	10,9
Chlorures	mg/l	200	30,2	7 (08/2015)	7,25	15,63	2,45
Fluorures	mg/l	1,5*	0,04	-	-	-	-
Nitrates	mg/l	50	23,4	6	17,3	13,67	29,1
Nitrites	mg/l	0,1	<0,01	<0,01	<0,2	<0,2	<0,04
Ammonium	mg/l	0,5*	<0,02	0,01	<0,1	<0,1	<0,1
Silice (SiO ₂)	mg/l	-	9,2 (02/2004)	7,1	4,16	16,1	<0,5
Anhydride carbonique libre CO ₂	mg/l		4,4 (02/2004)	-	1,2	1,2	5,1

V.1.3. Graben de Malmedy

Les eaux logées dans le poudingue permien du Graben de Malmedy sont relativement minéralisées. Cette eau se rapproche des eaux typiques des terrains calcaires, c'est-à-dire bicarbonatée calcique. En général, on observe une conductivité de l'ordre de 300-400 $\mu\text{S}/\text{cm}$, des teneurs en calcium, magnésium, bicarbonates plus élevées que précédemment. Les concentrations en nitrates, bien qu'inférieures aux normes, sont à surveiller (Tableau V.7).

Tableau V.7: Caractéristiques hydrochimiques de l'aquifère du Permien

Élément	Code de l'Eau		Henri-Moulin II SE
	Unité	Niveau-guide SPW	07/04/2015
pH		6,5 à 9,5	7,6
Conductivité (K20)	$\mu\text{S}/\text{cm}$	2100	390
Dureté totale (TH)	$^{\circ}\text{F}$	67,5	21,6
Alcalinité totale (TAC)	$^{\circ}\text{F}$	-	18,3
Calcium	mg/l	270*	29,6
Magnésium	mg/l	50*	13,4
Sodium	mg/l	150	6,31
Potassium	mg/l	12	1,67
Bicarbonates	mg/l	-	-
Fer total dissous	$\mu\text{g}/\text{l}$	200*	<4
Manganèse	$\mu\text{g}/\text{l}$	50*	<4
Sulfates	mg/l	250*	10,6
Chlorures	mg/l	200	10,8
Fluorures	mg/l	1,5*	<0,1
Nitrates	mg/l	50	16,4
Nitrites	mg/l	0,1	<0,02
Ammonium	mg/l	0,5*	<0,05
Silice (SiO_2)	mg/l	-	6,9
Anhydride carbonique libre CO_2	mg/l		

V.1.4. Eaux de Bru-Chevron et eaux de Spa

La société Spadel, dont fait partie Bru-Chevron et Spa-Monopole, analyse quotidiennement les eaux issues de ces captages avant la mise en bouteilles. Dans le tableau suivant (V.8), sont présentés les résultats d'analyse pour les différents types d'eau rencontrés sur la carte Harzé-La Gleize.

Pour rappel, les émergences exploitées par Bru-Chevron sont réparties selon trois types d'eau différentes classées et reconnues: EMN¹¹ Bru naturellement gazeuse (la plupart des eaux captées à Bru), EMN Monastère naturellement gazeuse, EMN Freu Hé (eau plate).

Pour les eaux prélevées par Spa Monopole, les gisements situés sur la carte Harzé-La Gleize sont les eaux de type EMN Reine des eaux industrielles. Pour ces dernières, nous ne disposons pas d'analyses hydrochimiques.

Tableau V.8: Caractéristiques hydrochimiques des eaux de Bru-Chevron et Spa (Harzé-La Gleize)

Elément	Unité	EMN Bru (mélange)	EMN Monastère	EMN Freu Hé	EMN Reine Bronromme
		18/01/2006	18/01/2006	25/10/2005 – 05/05/2014	08/11/2005
pH	unités pH	6,28	6,75	7,28 / 7	5,64
Conductivité	µS/cm-20°C	278	480	146 / 172	46
Dureté totale	° français	-	-	-	-
Alcalinité totale	° français	-	-	-	-
Calcium	mg/l	19,5	66,1	19 / 17,5	3,09
Magnésium	mg/l	17,2	22	2,7 / 3,4	1,8
Sodium	mg/l	7,54	12,6	8,56 / 10,2	2,58
Potassium	mg/l	1,04	1,33	1,02 / 0,93	0,35
Fer total dissous	µg/l	20001	6980	207 / 116	17
Manganèse	µg/l	1431	1820	545 / 400	11
Bicarbonates	mg/l	206	358	69 /-	5
Sulfates	mg/l	2,68	8,25	17,1 / 19,8	3,66
Chlorures	mg/l	3,67	5,09	4,44 / 5,1	5,13
Nitrates	mg/l	<0,1	<0,1	<0,1 / 0,16	2,3
Nitrites	mg/l	<0,01	<0,01	<0,1 / <0,1	<0,01
Ammonium	mg/l	0,03	0,069	0,031 / <0,012	<0,012
Silice	mg/l SiO ₂	21,9	22,1	16,6 / 17	6,36
CO ₂	g/l	de 0,31 à 3,29	2,2	-	-

Certaines eaux présentent des teneurs en fer importantes. Les eaux définies en tant que eau minérale naturelle, ne peuvent subir aucun traitement excepté l'élimination des éléments instables tels que le fer et le manganèse.

¹¹ EMN: Eau Minérale Naturelle

V.2. PROBLEMATIQUE DES NITRATES

Pour protéger les eaux contre la pollution par les nitrates, plusieurs "zones vulnérables" ont été désignées par arrêtés ministériels (Figure V.3). Ces zones reprennent la quasi-totalité des captages échantillonnés dont la teneur en nitrate dépasse ou risque de dépasser 50 mg/l. 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 "bonnes pratiques agricoles" du Programme de Gestion Durable de l'Azote en agriculture (PGDA). Pour plus d'informations, voir www.nitrawal.be, ainsi que le Livre II du Code l'Environnement (Code de l'Eau).

La carte Harzé – La Gleize n'est incluse dans aucune zone vulnérable aux nitrates définie en Wallonie (Figure V.2). Néanmoins, depuis plusieurs années, les compagnies de distribution d'eau et l'administration wallonne surveillent de manière très régulière les concentrations en nitrates de plusieurs différents captages ou puits de contrôle. 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 cette carte.

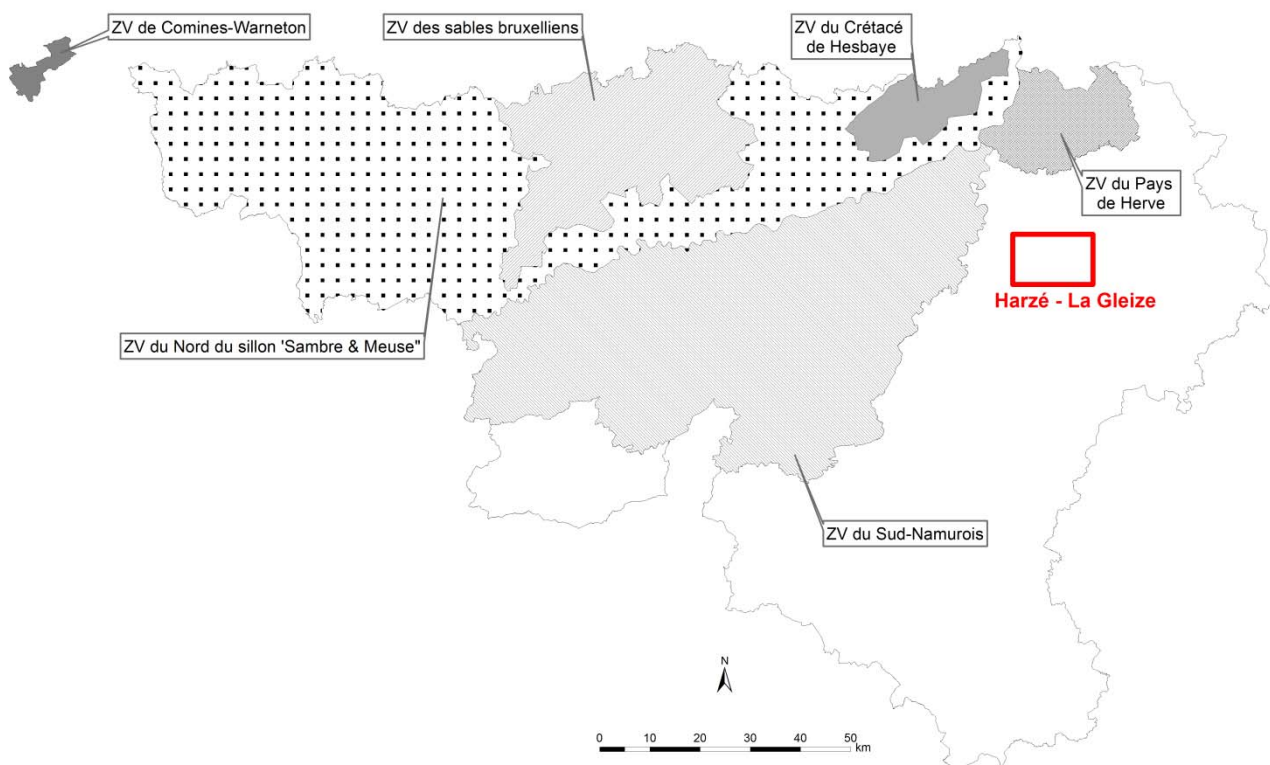


Figure V.2: Zones vulnérables aux nitrates – Harzé – La Gleize

D'après les données disponibles, les concentrations en nitrates des eaux souterraines de la carte étudiée ne dépassent pas les normes de potabilité. Les figures suivantes présentent l'évolution des concentrations en nitrates au cours du temps au droit de plusieurs ouvrages de prise d'eau publics ou du réseau de surveillance. Globalement, les eaux souterraines de la carte Harzé – La Gleize sont peu contaminées par les nitrates. Le drain de Mont à Harzé présente, cependant, des concentrations non négligeables, bien qu'inférieures à la norme de

potabilité. Une légère tendance à la baisse semble se dessiner depuis quelques années. Mais une surveillance régulière reste requise.

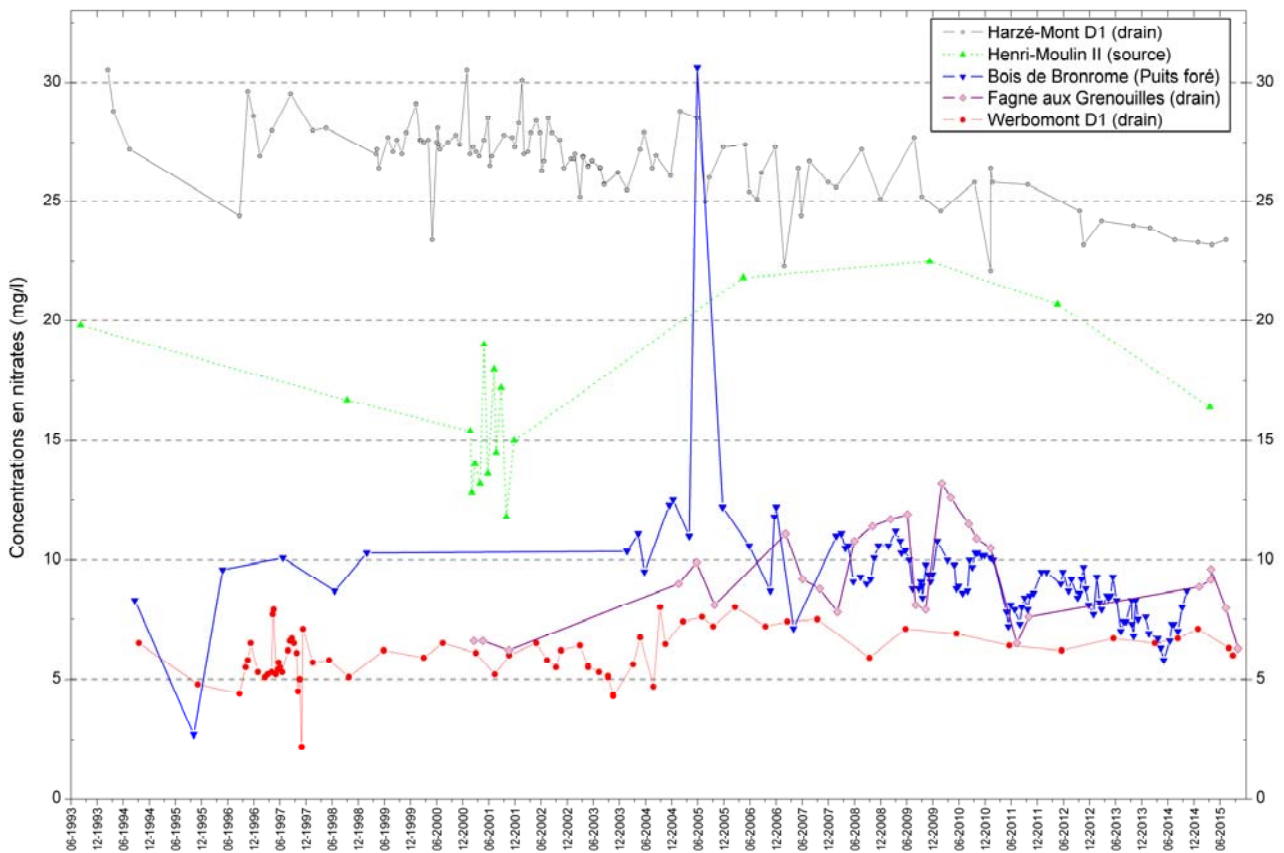


Figure V.3: Evolution des concentrations en nitrates de quelques prises d'eau de la carte Harzé – La Gleize

V.3. QUALITE BACTERIOLOGIQUE

Les paramètres microbiologiques des eaux destinées à la distribution publique sont régulièrement mesurés par les compagnies d'eau. Ainsi, la qualité microbiologique des eaux est mesurée à partir de la présence de bactéries indicatrices de contamination fécale telles que les entérocoques, E.Coli ou les coliformes.

D'après les données disponibles pour les unités hydrogéologiques de la carte Harzé – La Gleize, il n'y a pas d'anomalies importantes au niveau bactériologique (Tableau V.9). Une chloration est, néanmoins, souvent opérée avant la distribution de l'eau sur le réseau. Durant les périodes de fortes précipitations, la turbidité des eaux peut néanmoins augmenter dans certains captages indiquant des écoulements en milieux fortement fissuré et/ou la proximité du réseau hydrographique.

Tableau V.9: Paramètres microbiologiques des eaux souterraines de la carte Harzé – La Gleize

Paramètre	Unité	Niveau-guide	Harzé-Mont D1		Werbomont D1		Fagne aux Grenouilles (drain)	Fagne de Bronrome P2 (puits foré)		Henri-Moulin II (source)
			29/07/2015	23/04/2015	16/06/2015	19/08/2015	15/04/2015	20/10/2015	24/05/2011	07/04/2015
Germes totaux à 22°C	nbre / ml	-	6	4	28	300	14	0	0	125
Germes totaux à 37°C	nbre / ml	-	3	0	-	300	-	-	-	-
Coliformes totaux	nbre / 100 ml	0	84	2	13	56	42	0	0	0
Coliformes fécaux	nbre / 100 ml	0	-	-	-	-	-	-	-	-
Escherichia coli	nbre / 100 ml	0	1	0	0	7	0	-	0	0
Entérocoques fécaux	nbre / 100 ml	0	2	0	0	0	0	-	0	0
Clostridium perfringens	nbre / 100 ml	0	0	0	-	0	-	-	-	-

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.6 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 indices¹² de qualité révèlent que les aquifères investigués de la région de Harzé – La Gleize sont classés en catégorie 'Très Bonne' pour l'altération 'Pesticides'.

IMPACT DES PRODUITS PHYTOPHARMACEUTIQUES SUR LA QUALITÉ DES EAUX SOUTERRAINES

→ Voir fiche 10-3

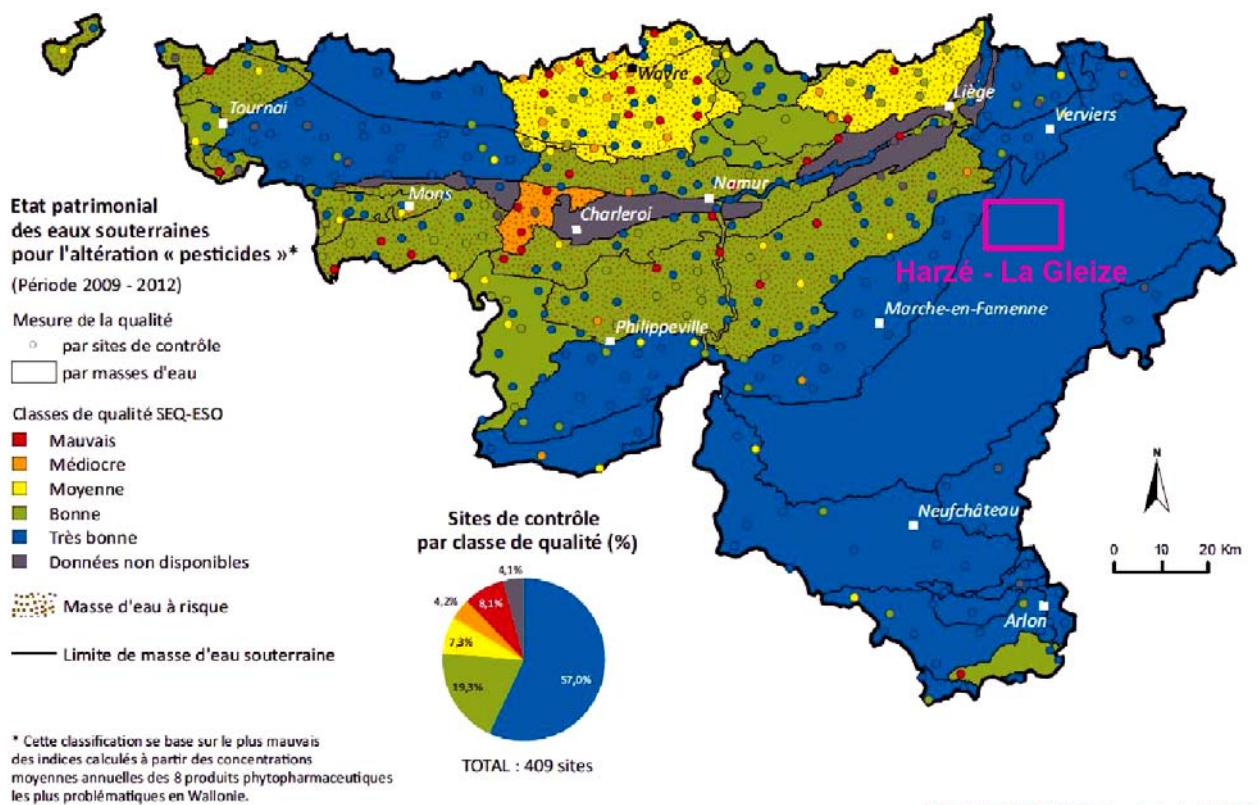


Figure V.4: Pesticides en Région wallonne (ICEW, 2012; carte 19 modifiée)

D'après les données disponibles, à ce jour, aucune contamination marquée des eaux souterraines par les pesticides n'est observée (Tableau V.10). A l'instar des analyses microbiologiques, les analyses sur les pesticides concernent généralement les eaux captées par les ouvrages publics et destinées à la distribution. 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), ainsi que de simazine, de bentazone et de 2,6-dichlorobenzamide ont été occasionnellement observées dans les eaux souterraines de la carte Harzé – La Gleize, mais toujours avec des quantités bien inférieures aux normes. Des nouvelles dispositions réglementaires, en lien avec les produits phytopharmaceutiques, sont entrées en vigueur le 1^{er} juin 2015. La phytolice¹³, nouveau certificat portant sur les

¹² Indice calculé à partir des concentrations moyennes annuelles en atrazine, déséthylatrazine, simazine, diuron, isoproturon, chlortoluron, bromacile, bentazone et 2,6-dichlorobenzamide (BAM)

¹³ Infos disponibles sur http://agriculture.wallonie.be/pwrrp/programme_resume.pdf & www.phytolice.be & <http://crphyto.be/>

connaissances des utilisateurs professionnels de produits phytopharmaceutiques, est obligatoire depuis le 25 novembre 2015. Ces mesures devraient contribuer à moyen et à long terme à la réduction des pesticides dans les eaux souterraines.

Tableau V.10: Principaux pesticides analysés dans les eaux souterraines de la carte Harzé – La Gleize

Pesticide	Niveau-guide	Harzé-Mont D1	Truchette le Cheneux (gal.)	Werbomont D1	Fagne aux grenouilles (drain)	Fagne de Bronrome P2	Henri-Moulin II (source)
	Code de l'eau	08/09/2015	07/08/2013	19/08/2015	15/04/2015	07/04/2015	24/05/2011
Atrazine (ng/l)	100	1	<10	<10	<1	<1	2,3
Déséthyl Atrazine (ng/l)	100	2	<10	<10	<1	<1	2,4
Simazine (ng/l)	100	<10	<10	<10	<1	<1	1,6
Diuron (ng/l)	100	<10	<10	<10	<1	<1	<1
Isoproturon (ng/l)	100	<10	<10	<10	<1	<1	<1
Chlortoluron (ng/l)	100	<10	<10	<10	<1	<1	<1
Bromacile (ng/l)	100	<10	<10	<10	<1	<1	<1
Bentazone (ng/l)	100	4	<25	<25	<3	<3	<3
2,6-dichlorobenzamide (BAM) (ng/l)	200	43	<25	<25	<1	<1	2,6

VI. EXPLOITATION DES AQUIFERES

Les eaux souterraines de la carte Harzé – La Gleize sont fortement exploitées par des ouvrages de prise d'eau destinée à l'approvisionnement public d'eau potable. Ces captages appartiennent soit à la Société Wallonne des Eaux (SWDE), soit aux administrations communales (Stoumont, Theux, Trois-Ponts). Ces mêmes administrations ont mis, aussi, quelques captages à disposition des agriculteurs. On compte aussi de nombreux captages privés. Il s'agit de particuliers pour des besoins agricoles ou/et domestiques, mais surtout d'industriels comme le groupe Spadel, avec ses branches Bru-Chevron sa et Spa Monopole sa.

Les données présentées dans ce chapitre sont extraites de la base de données du Service Public de Wallonie. Malheureusement, l'encodage des volumes d'eau prélevés n'est pas toujours 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. Ou bien les données relatives aux dernières années ne sont encore pas fournies à l'administration.

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 privé (pastilles vertes). Les volumes présentés sont des volumes de l'année 2015 pour les ouvrages de distribution publique d'eau et de 2014 pour les "autres volumes". Sur cette même carte, sont aussi reportés les volumes moyens sur cinq ans, ici 2010-2014. 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.

VI.1. PRELEVEMENTS DESTINES À LA DISTRIBUTION PUBLIQUE D'EAU POTABLE

Société Wallonne des Eaux (SWDE)

La Société Wallonne des Eaux (SWDE) exploite deux sites de captage dans la partie orientale de la carte Harzé – La Gleize. A Ferrières, les drains (D1 et D2) de Werbomont sollicitent l'aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur (terrains du Gedinnien). Le volume prélevé est de l'ordre de 65 000 m³/an (Figure VI.1).

A Aywaille, les trois drains de Harzé sollicitent également la nappe logée dans le manteau d'altération de l'aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur. Cependant, la faille de Xhoris mettant en contact les grès gedinniens et les calcaires givetiens, il est probable que l'eau prélevée soit influencée par la proximité de la nappe des calcaires dévoniens (voir hydrochimie). Entre 2005 et 2015, le volume moyen prélevé est de 150 000 m³/an pour l'ensemble du site (Figure VI.1).

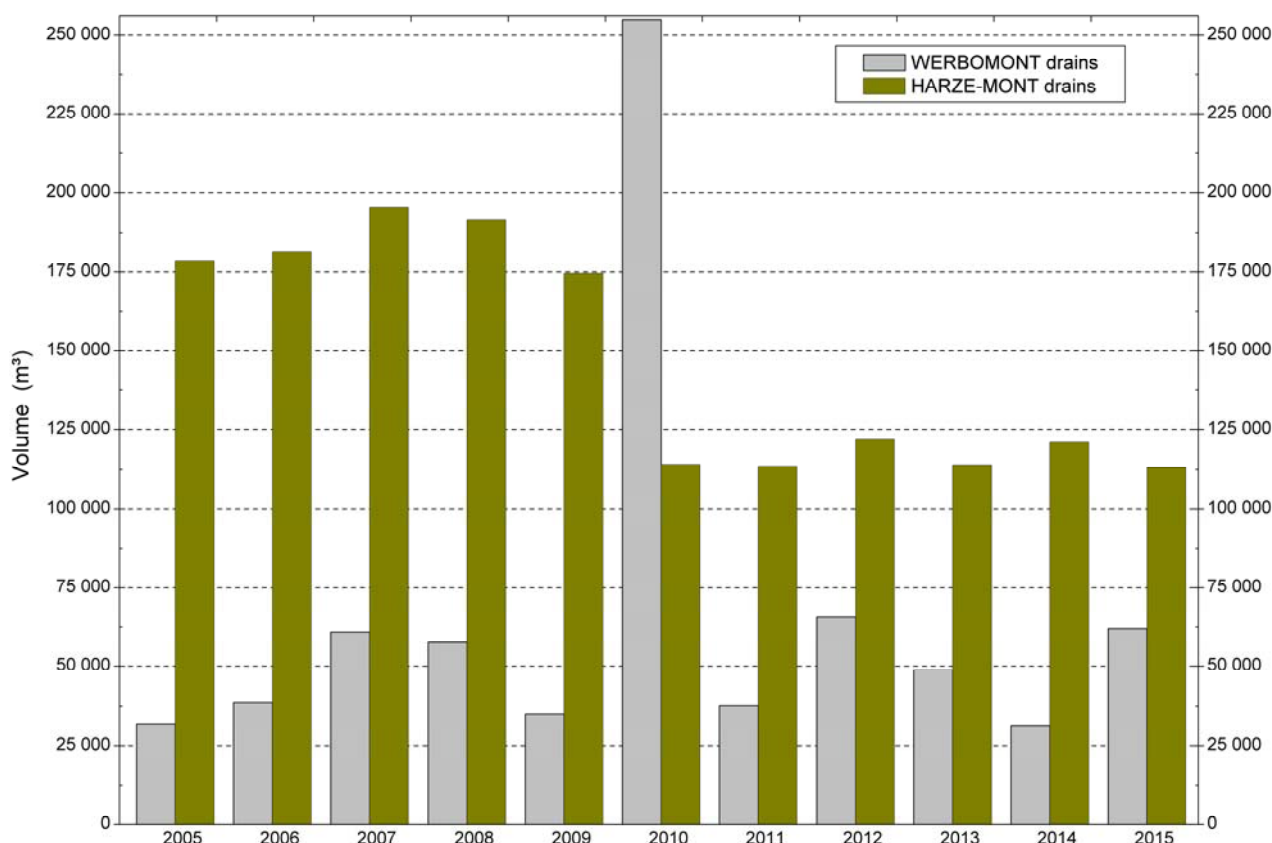


Figure VI.1: Volumes prélevés par les captages SWDE de la carte Harzé – La Gleize

Administration communale de Stoumont

Sur la carte Harzé – La Gleize, la commune de Stoumont exploite une vingtaine de prises d'eau pour l'approvisionnement public en eau potable. Ces ouvrages sont majoritairement des drains et exploitent surtout les eaux logées dans les terrains cambro-siluriens du Massif de Stavelot. Les volumes prélevés sont assez variables d'un captage à l'autre, entre 500 et 11 500 m³/an.

Selon les besoins, tous les captages ne sont pas systématiquement mis en service. En outre, les données sur les volumes prélevés par la commune sont assez disparates (pas d'historique complet). Ainsi, le total des prélèvements s'élevait à 98 600 m³ en 2012 et à 76 100 m³ en 2014.

Administration communale de Theux

Sur la carte Harzé – La Gleize, la commune de Theux possède trois sites de captage. Dans la Fagne de Bronromme, trois puits forés exploitent l'aquiclude à niveaux aquifères du socle cambro-silurien du Massif de Stavelot. Les volumes pompés au droit de P1 et P2 sont relativement faibles, comparativement aux prélèvements du nouveau puits 'Bois de Bronromme' (Figure VI.2). En moyenne, au droit de ce dernier, 60 000 m³ sont pompés annuellement. Les drains, Fagne aux Grenouilles et Bronromme-Village, sollicitent la nappe du manteau d'altération de la même unité hydrogéologique. Les volumes prélevés sont, respectivement, d'environ 40 000 m³/an et 6000 m³/an (Figure VI.2).

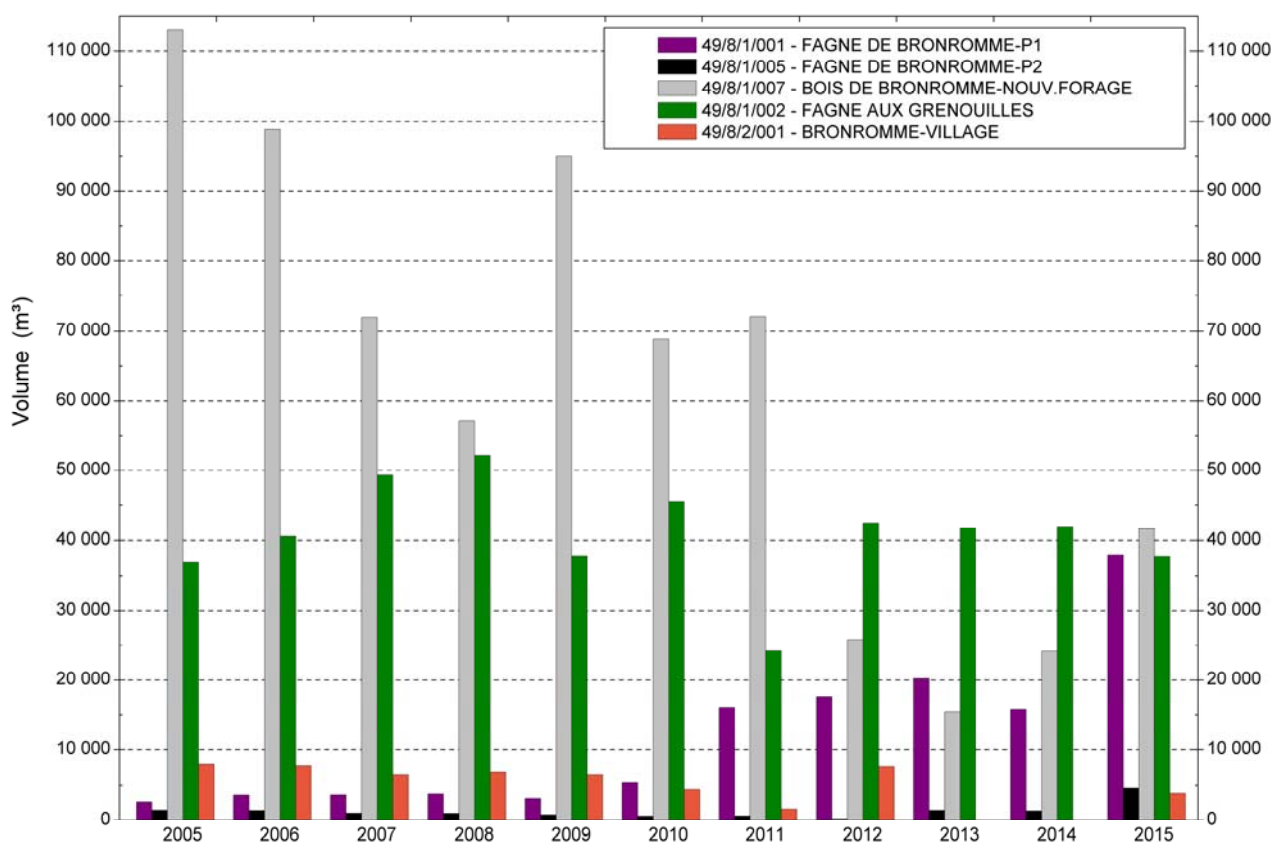


Figure VI.2: Volumes prélevés par l'administration communale de Theux, sur la carte Harzé – La Gleize

Administration communale de Trois-Ponts

La commune de Trois-Ponts, s'étendant partiellement sur la partie méridionale de la carte Harzé – La Gleize, exploite quelques prises d'eau, destinées à la distribution publique d'eau potable. A proximité des bassins supérieurs de la centrale hydroélectrique de Coö, la commune exploite l'aquitard du socle cambro-silurien du Massif de Stavelot via deux puits forés (Brume F1-F2, employés en alternance). Jusqu'en 2007-2008, on y pompe environ 12 500 m³/an

(Figure VI.3). Ces captages sont actuellement mis à l'arrêt (cessation temporaire). Le puits foré (40 m de profondeur) sollicite l'aquiclude à niveaux aquifères du socle cambro-silurien à raison de 1750 m³/an, en moyenne (Figure VI.3). Vers l'est, les prises d'eau Henri-Moulin I et II exploitent l'aquifère du Permien, via une source et une galerie drainante. Les volumes prélevés sont comptabilisés en une seule chambre de collecte. Ils sont de l'ordre de 130 000 m³/an (Figure VI.3).

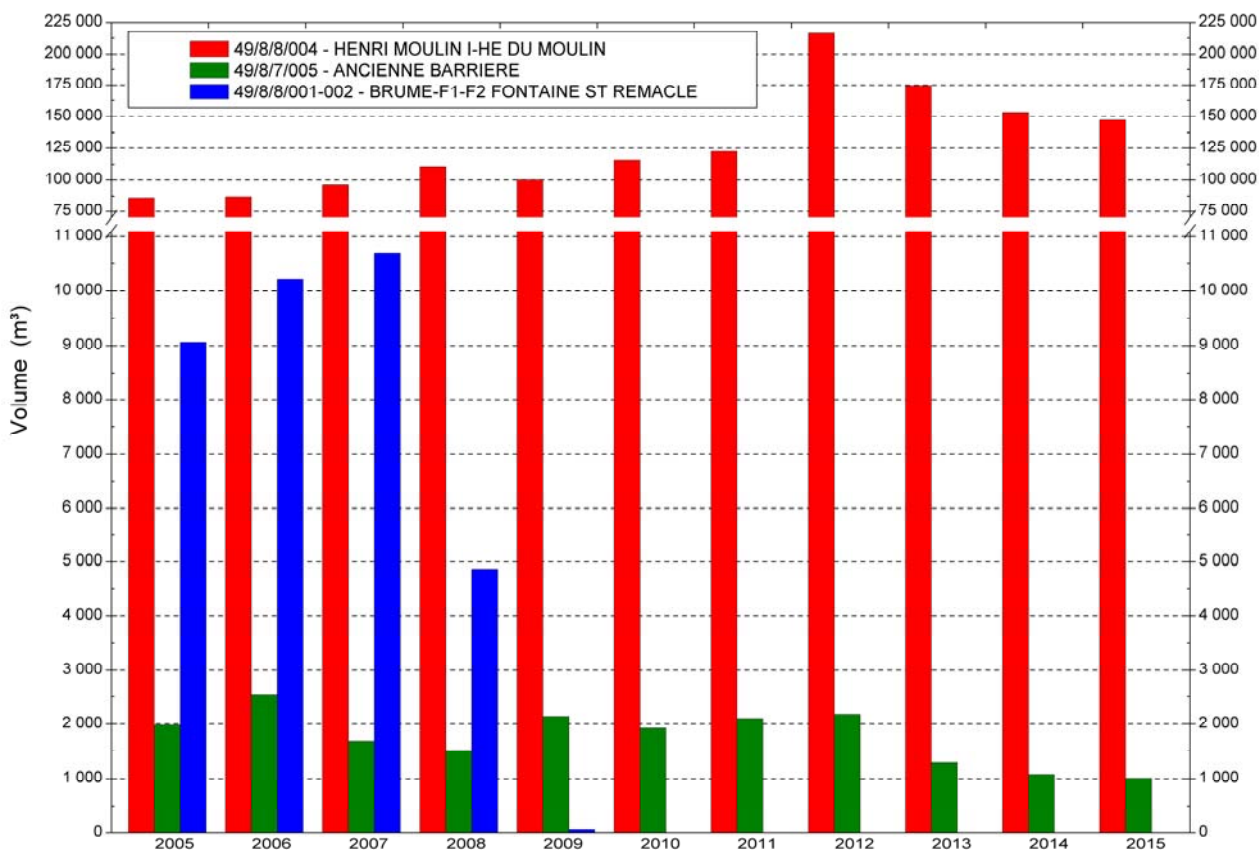


Figure VI.3: Volumes prélevés par l'administration communale de Trois-Ponts, sur la carte Harzé – La Gleize

VI.2. AUTRES PRELEVEMENTS (INDUSTRIES, AGRICULTEURS, PARTICULIERS)

Groupe Spadel sa

Sur la carte Harzé-La Gleize, le groupe Spadel, sous sa filiale Bru-Chevron, exploite les eaux minérales carbo-gazeuses et les eaux minérales plates de la région de Stoumont. Les volumes moyens prélevés sont compris entre 3300 et 45 800 m³/an (moyennes établies entre 2000 et 2015).

Dans la partie nord-est de la carte, la division Spa Monopole du groupe possède plusieurs sites de captages (puits et sources). Les eaux prélevées sont soit mises en bouteille (sur cette carte, eau minérale naturelle type Reine), soit employées comme eau industrielle. Pour la première catégorie, les prélèvements sont, en moyenne, de 120 000-180 000 m³/an. Pour le second type d'eau, ils sont d'environ 60 000 m³ (moyennes établies entre 2000 et 2015).

Autres captages privés

Beaucoup de captages privés (autres que ceux de Spadel) sont répertoriés sur la carte Harzé-La Gleize. Ils appartiennent à des industries, des campings, des agriculteurs ou des particuliers. La commune de Trois-Ponts met à disposition de ses agriculteurs des points d'eau (pompages fermier).

Les volumes prélevés sont fort variables d'un titulaire à l'autre (fonction de l'usage de l'eau) et d'une année à l'autre. D'après les données disponibles (basées sur les déclarations faites auprès de l'administration), ils sont compris entre 5 et 14 000 m³/an. Cependant, la majorité des prélèvements sont inférieurs à 3000 m³/an.

VII. PARAMETRES D'ÉCOULEMENT ET DE TRANSPORT

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

D'autres paramètres sont souvent cités dans les études consultées et parfois repris dans les notices des cartes:

- la transmissivité (T) exprime le débit d'eau qui s'écoule, pour une largeur unitaire, sur toute l'épaisseur d'un aquifère (de Marsily, 2004). Elle est l'intégration de la conductivité hydraulique (K) sur une épaisseur saturée donnée pour ramener le plus souvent l'écoulement à un processus 2D. Cette épaisseur est habituellement l'épaisseur totale de l'aquifère s'il s'agit d'un aquifère captif, et la hauteur d'eau saturée (très variable) s'il s'agit d'un aquifère libre.
- le coefficient d'emmagasinement est également une grandeur 2D intégrant le coefficient d'emmagasinement spécifique sur l'épaisseur de l'aquifère pour les nappes captives. Pour les nappes libres, le coefficient d'emmagasinement peut être approximé par la porosité effective (ou efficace) de drainage (n_e).

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

Les valeurs des paramètres peuvent varier suivant les échelles d'investigation. On parlera de valeurs à l'échelle macroscopique pour les essais réalisés sur échantillons en laboratoire, par comparaison aux valeurs à l'échelle mégascopique relatives aux zones investiguées lors d'essais menés sur le terrain. A titre indicatif, les tableaux VII.1 et VII.2 présentent quelques valeurs de conductivité hydraulique selon le type de terrain (roche meuble ou indurée, lithologie, degré de fissuration...).

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

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

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

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

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

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

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

*dépendante de la fissuration

Toutes les unités hydrogéologiques présentes sur la carte Harzé-La Gleize ne sont pas abordées dans ce chapitre, par manque de données. Seuls quelques sites de captages ont fait l'objet d'étude hydrogéologique détaillée. De plus, beaucoup de captage se font par gravité (source, drain) ne permettant pas la réalisation d'essais de pompage.

A Harzé-Mont, des essais de pompage de longue durée (24 heures) avec suivi de la remontée ont été menés sur les deux piézomètres du site (SWDE, 1998). Le débit moyen de l'essai était, pour les deux ouvrages, de 19 m³/h. Les données des pompages et des remontées ont été interprétées par la méthode de Cooper-Jacob. Les résultats sont présentés au tableau VII.1

Tableau VII.1: Paramètres d'écoulement au droit de PZ1 et PZ2 à Harzé-Mont.

Ouvrage	Aquifère	T en pompage	T en remontée	Hauteur crépinée	K (=T/e*)
PZ1	Terrains schisto-gréseux du Gedinnien	$4,82 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$	$4,34 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$	12,02 m	$\approx 4 \times 10^{-4} \text{ m/s}$
PZ2	Calcaires altérés du Givetien	$8,69 \times 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$	-	16 m	$\approx 5,4 \times 10^{-5} \text{ m/s}$

e= hauteur crépinée, à défaut de connaître l'épaisseur de la zone saturée

Un pompage d'essai par paliers enchaînés (2,4 m³/h, 4,4 m³/h, 6,6 m³/h, palier de 2 h) avec remontée en fin de test a été réalisé sur un puits privé à Ernonheid (GEOLYS, 2005). S'en est suivi un essai de longue durée. Ce puits (P-Wuidar) sollicite l'aquitard à niveaux aquicludes du Dévonien inférieur. Le forage est incomplet (ne traversant pas toute l'épaisseur de l'aquifère), A défaut, les auteurs de l'étude ont pris comme "e" la hauteur d'eau dans l'ouvrage. Les transmissivités en remontée et en rabattement sont sensiblement les mêmes indiquant une bonne alimentation de l'aquifère et peu de pertes de charges de l'ouvrage. On note cependant que la transmissivité diminue en fonction du temps, le cône d'influence du pompage atteignant probablement une zone moins perméable. La transmissivité moyenne peut être considérée égale à $3,75 \times 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$, ce qui correspond à une conductivité hydraulique de $9,6 \times 10^{-6} \text{ m/s}$. La courbe caractéristique du puits est typique d'une nappe libre et le débit critique n'a pas été atteint au débit maximum de 6,6 m³/h.

Plusieurs campagnes d'essais de pompage ont été réalisées sur les ouvrages de la zone de Bru-Chrevron. Les transmissivités calculées sont de l'ordre de 10^{-4} à $10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$. L'épaisseur de l'aquifère n'étant pas connue, on ne peut estimer la conductivité hydraulique. Quelques essais de traçage ont été menés par E.Laurent dans sa thèse (1987).

A Lorcé, au droit de forages appartenant à la commune de Stoumont, implantés dans l'aquitard à niveaux aquicludes du Dévonien inférieur, les essais de pompage menés au printemps 1997 (courte et moyenne durées aux débits de 4 à 12 m³/h) indiquent un aquifère de moins en moins fissuré vers le bas avec des transmissivités calculées comprises de $0,5$ à $8 \times 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$. La conductivité hydraulique est estimée de $2,5 \times 10^{-6} \text{ m/s}$ à $4 \times 10^{-5} \text{ m/s}$, pour une hauteur crépinée de 20 m (LGIH, 1997a).

Les essais menés à Chession sur le forage du Bois Mathy montre que l'aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur est assez hétérogène, avec des transmissivités comprises entre $0,5 \times 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$ et 3 à $6 \times 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$ *. Avec une hauteur crépinée de 64 m, on a des conductivités hydrauliques de l'ordre $7,8 \times 10^{-8}$ à $9,4 \times 10^{-7} \text{ m/s}$. Les perméabilités, calculées pour l'essai de

longue durée et par la formule de Dupuit, sont comprises entre $4,7 \times 10^{-7}$ et 7×10^{-7} m/s (LGIH, 1996).

Le site de la centrale hydro-électrique de Coo a été beaucoup étudié (voir références bibliographiques). Des essais de perméabilité de type Lugeon et de type Lefranc ont été réalisés dans plusieurs forages. Au niveau du bassin inférieur, côté de la digue aval, les essais montrent des terrains irrégulièrement fracturés jusqu'à des profondeurs comprises entre 30 et 40 m, avec des valeurs de perméabilité variant entre $1,2 \times 10^{-6}$ à $1,1 \times 10^{-5}$ m/s. en dessous, le massif est compact avec des valeurs inférieures à 2 U.L. ($3,4 \times 10^{-4}$ m/s). En digue amont, les essais Lugeon témoignent d'un massif peu fissuré avec des perméabilités comprises entre 0 et 4,7 U.L. (injection nulle et $9,1 \times 10^{-7}$ m/s), contre 9 à 15 U.L. dans la frange altérée ($1,6$ à $3,7 \times 10^{-6}$ m/s). Au niveau des bassins supérieurs, tous les essais n'ont pas été probants (piézomètres colmatés), Néanmoins, les valeurs de conductivité ayant pu être estimées sont de l'ordre de 4 à 12×10^{-8} m/s.

Sur le plateau de Brume, à proximité des bassins supérieurs de Coo, la commune de Trois-Ponts possède des puits forés. Des essais de pompage de courte durée à différents débits ont été effectués (LGIH, 2004). Pour le puits F1, les transmissivités, calculées par la formule de Theis, sont comprises entre 0,17 et $3,4 \times 10^{-5}$ m²/s en pompage, et entre 0,6 et $1,4 \times 10^{-5}$ m²/s en remontée, soit une conductivité hydraulique de l'ordre 0,39 à $7,7 \times 10^{-7}$ m/s, avec la hauteur d'eau dans le puits considérée comme e ($T=K^*e$). La perméabilité par Dupuit est estimée à 10,1 à 15×10^{-7} m/s. Pour le puits F2, les transmissivités calculées varient entre 1,87 et $4,43 \times 10^{-5}$ m²/s en pompage, et entre 2,33 et $3,36 \times 10^{-5}$ m²/s en remontée. En considérant la hauteur d'eau dans le puits comme l'épaisseur saturée (48 m au moment des essais), on obtient une conductivité hydraulique de l'ordre de 3,92 à $11,4 \times 10^{-7}$ m/s. Par la formule de Dupuit, on a une perméabilité de 15,9 à $21,1 \times 10^{-7}$ m/s.

Lors de l'étude des zones de prévention à Petit-Spai (Trois-Ponts), la transmissivité moyenne calculée à partir des essais de pompage varie entre 0,94 et $1,58 \times 10^{-4}$ m²/s (Derycke, 1995). L'auteur de cette étude considère une épaisseur d'aquifère faible ($e=1$ m). Sur cette base, la conductivité hydraulique de l'aquiclude à niveaux aquifères du socle cambro-silurien est du même ordre de grandeur que les valeurs de transmissivité présentés ci-haut.

Sur le site des forages de Bronromme (adm.com. de Theux), plusieurs pompages d'essai ont été effectués. Ils sont synthétisés dans l'étude des zones de prévention (LGIH, 2003b). Les transmissivités retenues pour établir ces périmètres sont de $6,59 \times 10^{-4}$ m²/s pour le puits 1 et, de $1,63 \times 10^{-3}$ m²/s pour le nouveau puits. Ni la profondeur, ni l'équipement du puits 1 ne sont connus. Le nouveau puits est crépiné sur une hauteur de 24 m. La conductivité hydraulique des terrains à proximité de ce forage peut être estimée à $6,8 \times 10^{-5}$ m/s.

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 wallonne¹⁴ 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.

¹⁴ 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 une ligne située à une distance de l'ouvrage de prise d'eau correspondant à un temps de transfert de l'eau souterraine jusqu'au captage 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 (I, II, III) 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 2009¹⁵.

La Société publique de Gestion de l'Eau¹⁶ 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>).

¹⁵ 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)

¹⁶ 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'ADMINISTRATION COMMUNALE DE STOUMONT

La Commune de Stoumont, dont le territoire est essentiellement situé sur la carte Harzé-La Gleize, est propriétaire de plusieurs captages et en exploite certains pour l'approvisionnement en eau de ses habitants.

Dans la région de Bru, les zones de prévention de huit¹⁷ captages ont été établies (Figures VIII.1 & VIII.2). Les zones de prévention rapprochée ont été délimitées soit sur base des distances forfaitaires, soit sur base d'essais de pompage, soit sur base des vitesses de transfert. La zone de prévention éloignée a été déterminée à partir du périmètre de protection établi par les arrêtés royaux du 24 mars 1934 et du 29 octobre 1976, sur base des caractéristiques hydrogéologiques des sites. Les limites de ces zones ont ensuite été localement déplacées pour correspondre à des limites matérialisables sur le terrain.

Ces zones (code SPW: SA_BRU-CHEVRON01) ont été arrêtées par le Gouvernement Wallon en date du 15 mai 2007: *Arrêté ministériel relatif à l'établissement des zones de prévention rapprochée et éloignée des ouvrages de prise d'eau souterraine dénommées Moines, Sart-Badon, Monastère, Abbaye, Bois de Bouillon, Petite Saqwè, Hiersonfontaine et Freu Hé sises sur le territoire de la commune de Stoumont (MB.: 01.08.2007, p.40647).*

¹⁷ Sur ces 8 prises d'eau, la commune de Stoumont est titulaire de 7. La société Bru-Chevron sa (groupe Spadel) est titulaire du captage de la "Petite Saqwè". Tous ces captages sont exploités par la société privée pour la mise en bouteille.

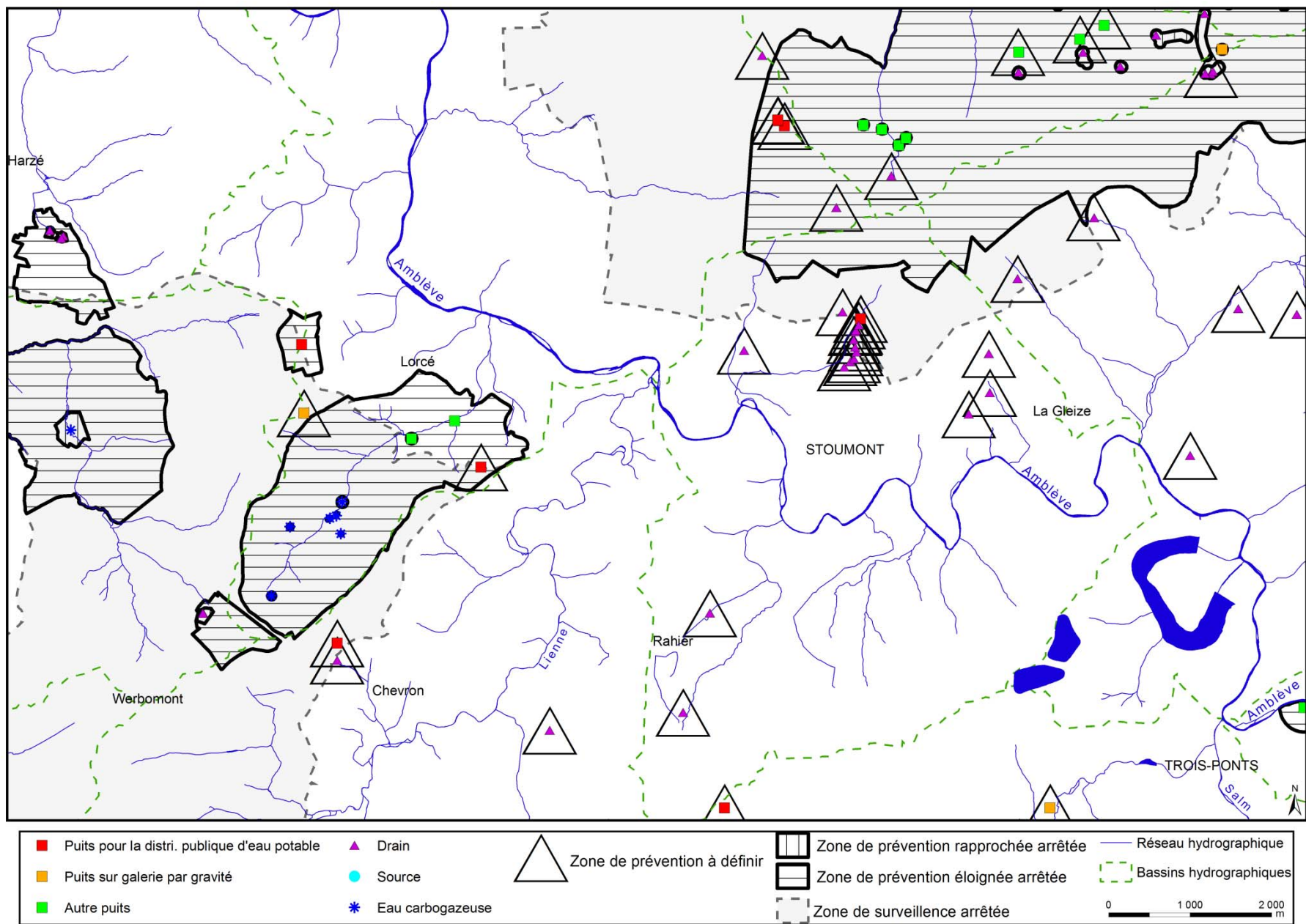


Figure VIII.1: Zones de prévention et de surveillance situées sur la carte Harzé – La Gleize

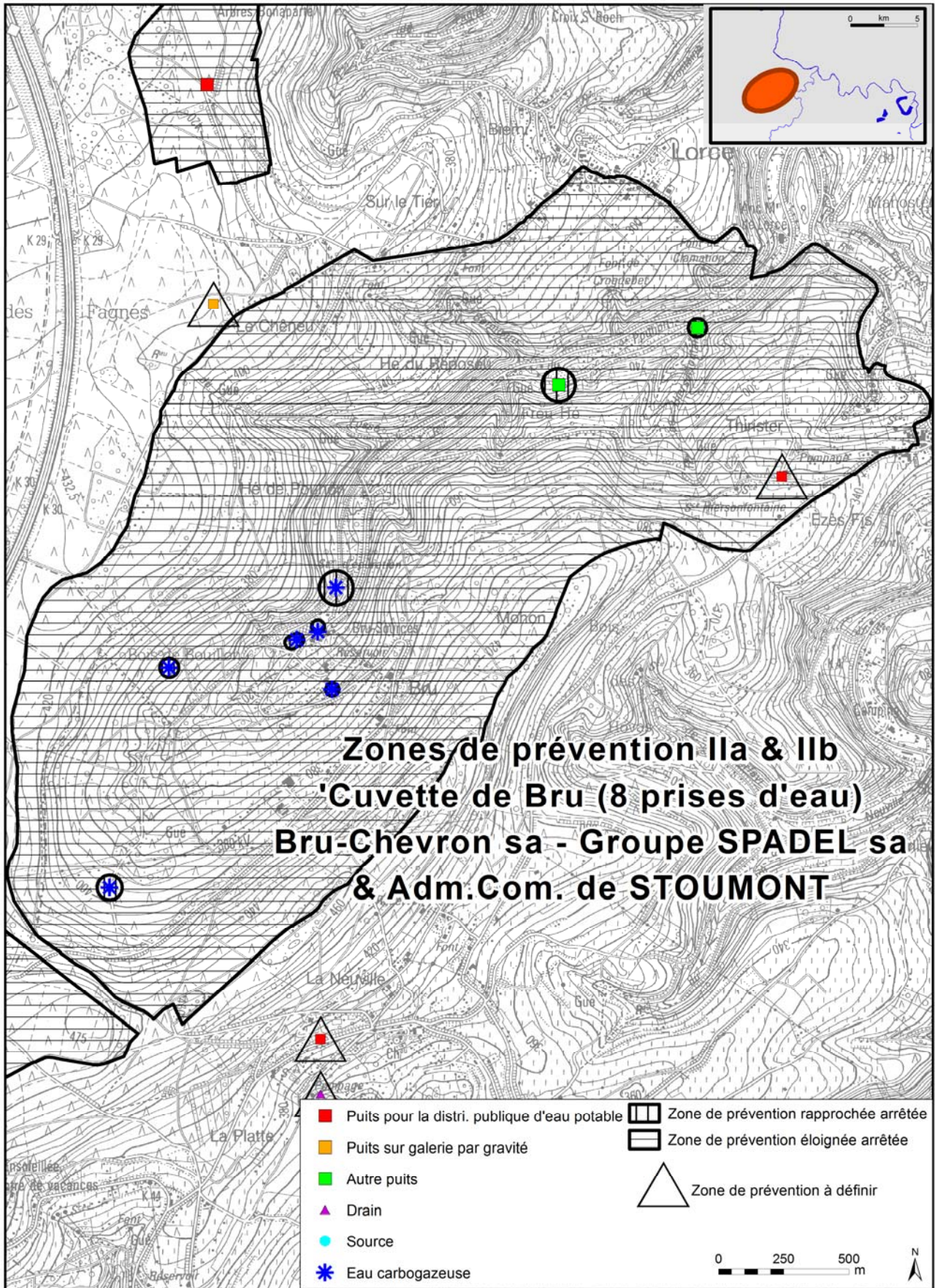


Figure VIII.2: Zones de prévention des prises d'eau 'Cuvette de Bru' - Bru-Chevron sa (Groupe Spadel) & Adm.Com. de Stoumont

La nappe sollicitée par le puits 'Lorcé 2', profond de 58 m, est captive. Dans ce cas, la législation wallonne (Code de l'Eau) stipule ceci: "Une zone de prévention peut être déterminée pour toute prise d'eau..." (Art R155 §2). Dans l'Article suivant (R156), l'Arrêté indique "Cette zone a les caractéristiques d'une zone de prévention éloignée." Cette zone a été définie pour la prise d'eau 'Lorcé 2' sur base de temps de transfert. Les limites ont été localement déplacées pour correspondre à des limites matérialisables sur le terrain (Figure VIII.3). Ces zones de prévention (code SPW: AC_STOUMONT09) ont été arrêtées par le Gouvernement Wallon, en date du 10 juin 2014: *Arrêté ministériel relatif à l'établissement de la zone de prévention éloignée de l'ouvrage de prise d'eau souterraine dénommé "Puits Lorcé 2" sis sur le territoire de la commune de Stoumont (M.B. 20.01.2015).*

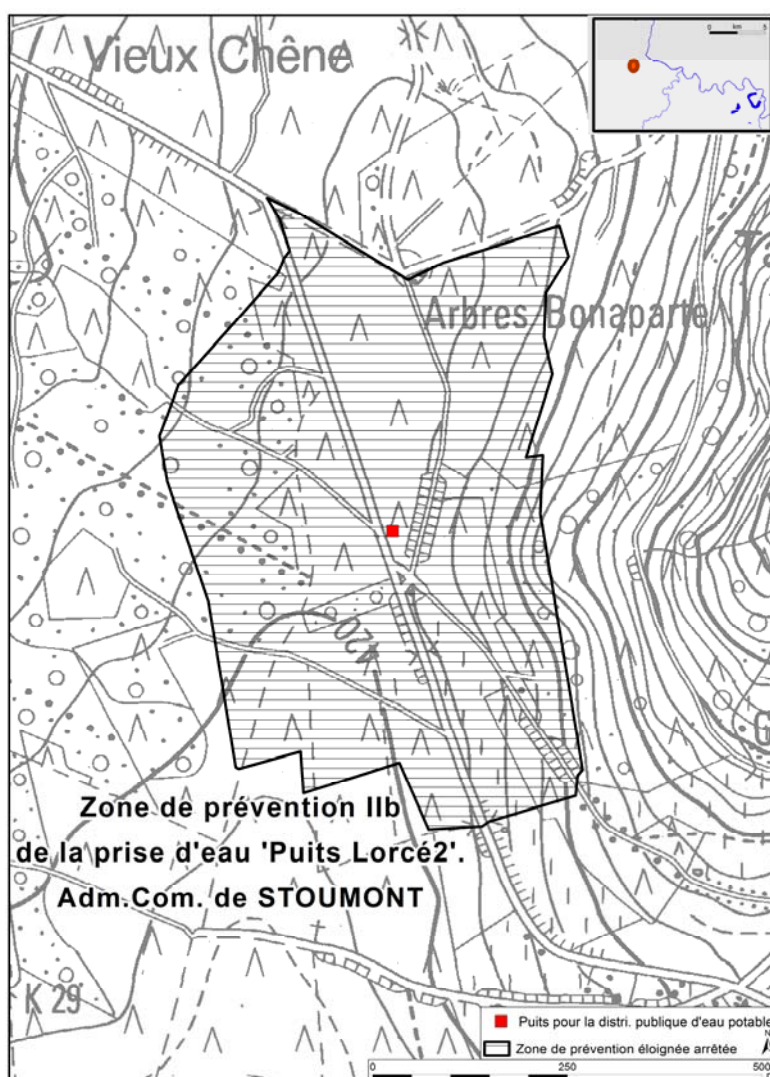


Figure VIII.3: Zone de prévention autour du puits Lorcé 2 (AC Stoumont)

Outre ces captages, la commune est propriétaire de 28 autres prises d'eau dont 18 ont encore été exploitées ces 5 dernières années. Cette liste n'est pas figée. Elle peut varier avec la reprise ou l'abandon de certaines prises d'eau, ou encore le forage de nouveaux puits. A ce jour, aucune zone de prévention n'a été définie pour ces captages. Dès lors, sur la carte hydrogéologique, ces captages seront mis en évidence par le symbole triangulaire 'Zone de prévention à définir' est utilisé sur la carte hydrogéologique principale. Il convient, dès lors, de se référer provisoirement aux distances fixes forfaitaires définies dans la législation:

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

La localisation de cette zone de prévention est reprise sur la figure VIII.1.

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

A ce jour, aucune zone de prévention autour des captages appartenant à la commune de Theux situés sur la carte Harzé-La Gleize n'a été arrêtée par le Gouvernement wallon. Les zones à définir sont symbolisées sur la carte hydrogéologique par un triangle vide, tracé autour des captages toujours exploités pour la distribution d'eau potable. Les prises d'eau pour lesquelles la commune a mentionné un arrêt définitif, ne sont pas reprises. Les études pour l'établissement des zones de prévention sont en cours.

Les captages concernés sont

- Bois de Bronromme-Nouveau forage (puits), 49/8/1/007
- Fagne de Bronromme P1-P2 (puits); 49/8/1/001-49/8/1/005
- Bronromme-Village (drain), 49/8/2/001
- Fagne aux Grenouilles (drain), 49/8/1/002

La localisation de ces zones de prévention à définir sont reprises sur la figure VIII.1.

VIII.4. ZONES DE PREVENTION DES CAPTAGES DE L'ADMINISTRATION COMMUNALE DE TROIS-PONTS

A ce jour, aucune zone de prévention autour des captages appartenant à la Commune de Trois-Ponts situés sur la carte Harzé-La Gleize n'a été arrêtée par le Gouvernement wallon. Les zones à définir sont symbolisées sur la carte hydrogéologique par un triangle vide, tracé autour des captages toujours exploités pour la distribution d'eau potable. Les prises d'eau pour lesquelles la Commune a mentionné un arrêt définitif, ne sont pas reprises.

Les captages concernés sont

- Ancienne Barrière (puits), 49/8/7/005
- Henri-Moulin – Hé du Moulin I (galerie), 49/8/8/004
- Henri-Moulin – Hé du Moulin II (source), 49/8/8/005

La localisation de ces zones de prévention à définir sont reprises sur la figure VIII.1.

VIII.5. ZONES DE PREVENTION DES CAPTAGES DE LA SWDE

La SWDE exploite deux sites de captages sur la carte Harzé-La Gleize: Harzé-Mont à Aywaille et Werbomont à Ferrières. Les zones de prévention ont été déterminées sur base des distances forfaitaires adaptées au type d'ouvrage et aux caractéristiques topographiques et hydrogéologiques des sites. Ces limites ont été localement déplacées pour correspondre avec des limites matérialisables sur le terrain. Les prises d'eau pour lesquelles la compagnie d'eau a mentionné un arrêt définitif, ne sont pas reprises.

Les zones de prévention des trois drains 'Harzé-Mont' (code SPW: SWDE056) ont été arrêtées par le Gouvernement Wallon en date du 24 septembre 2003: *Arrêté ministériel relatif à l'établissement des zones de prévention rapprochée et éloignée des ouvrages de prise d'eau souterraine dénommés Harzé-Mont D1, Harzé-Mont D2, Harzé-Mont D3 sis sur le territoire de la commune d'Aywaille (MB: 16.10.2003, p.50346)*. La localisation de cette zone de prévention est reprise sur la figure VIII.4.

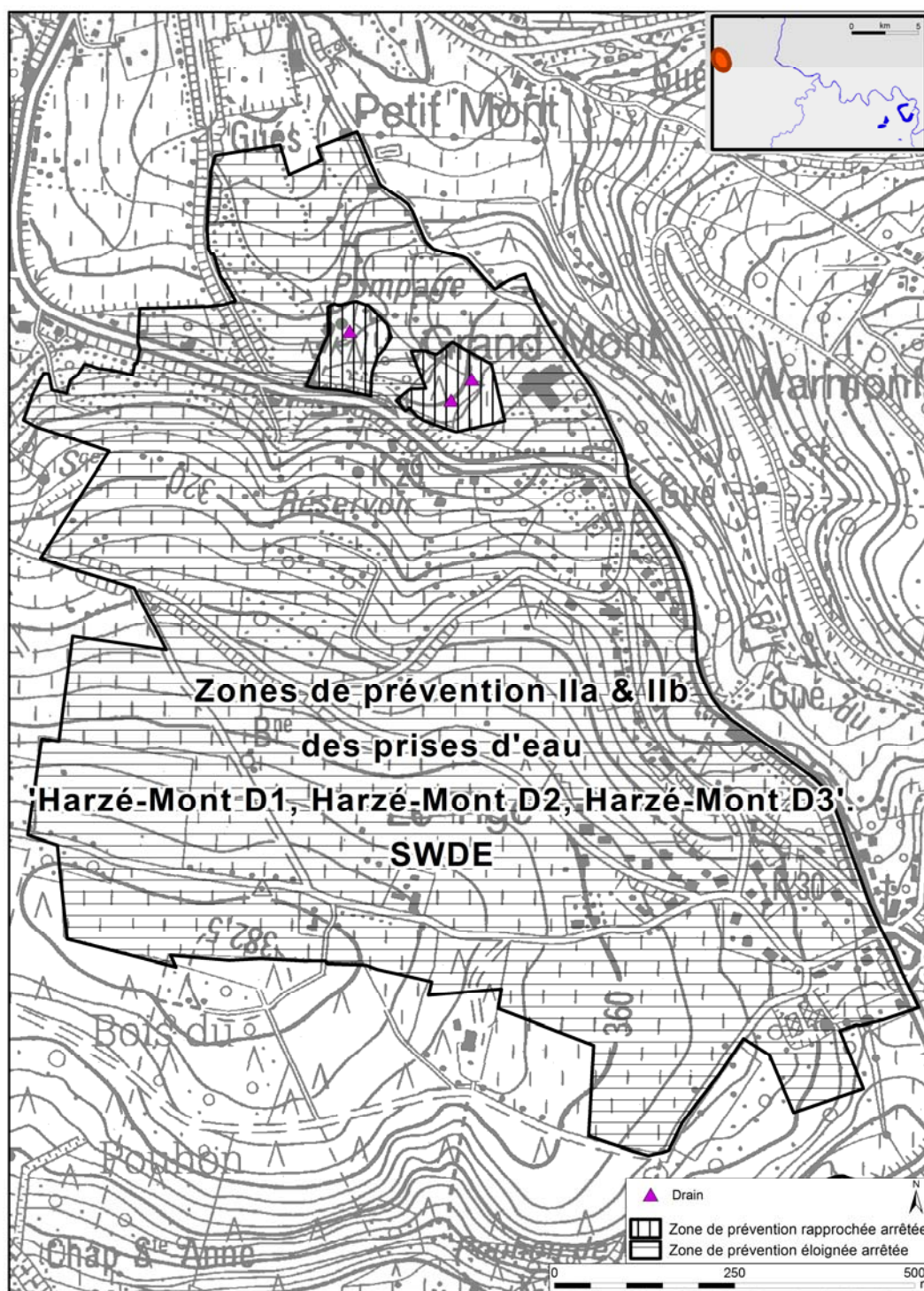


Figure VIII.4: Zone de prévention autour des drains 'Mont-Harzé', SWDE

Les zones de prévention des deux drains de Werbomont (code SPW: SWDE072) ont été arrêtées par le Gouvernement Wallon en date du 27 janvier 2004: *Arrêté ministériel relatif à l'établissement des zones de prévention rapprochée et éloignée des ouvrages de prise d'eau souterraine dénommés Werbomont D1, Werbomont D2, sis sur le territoire de la commune de Ferrières (MB: 16.03.2004, p.15016)*. La localisation de cette zone de prévention est reprise sur la figure VIII.5.

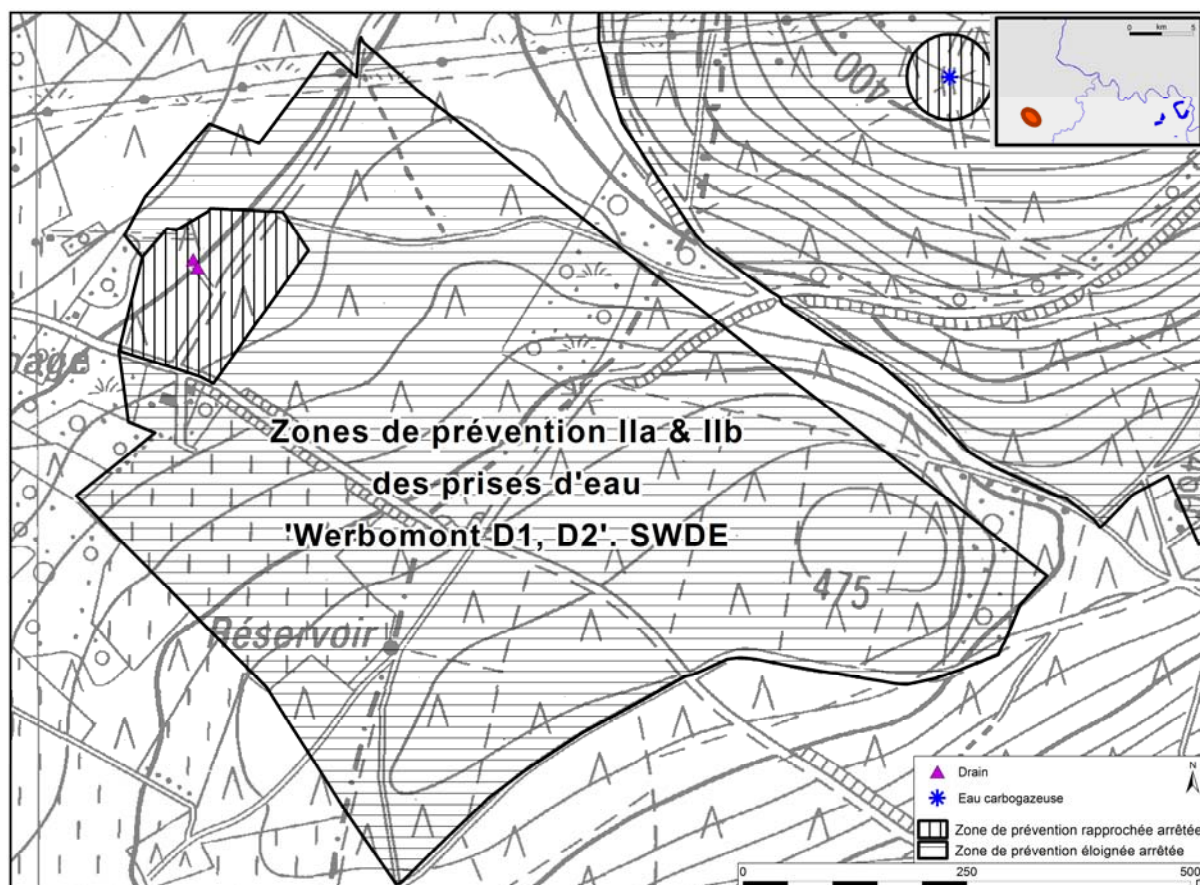


Figure VIII.5: Zone de prévention autour des drains de Werbomont, SWDE

VIII.6. ZONES DE PREVENTION DES CAPTAGES DE SPADEL S.A.

Le groupe Spadel s.a. compte parmi ses sociétés, Bru-Chevron et Spa Monopole qui exploitent des captages sur la carte de Harzé-La Gleize.

A l'ouest, à Ernonheid (commune d'Aywaille), la société possède le Puits du Moulin (eau carbogazeuse). Les zones de prévention de cette prise d'eau sont déterminées (Figure VIII.6). Une petite partie de la zone IIb est située sur la carte voisine, Hamoir – Ferrières. Ces zones de prévention ont été délimitées sur base des temps de transfert et des conditions hydrogéologiques ainsi que sur base des limites cadastrales et urbanistiques permettant le repérage des zones sur le terrain. Elles (code SPW: SA_BRU-CHEVRON02) ont été arrêtées par le Gouvernement Wallon, en date du 29 avril 2008: *Arrêté ministériel relatif à l'établissement des zones de prévention rapprochée et éloignée de l'ouvrage de prise d'eau souterraine ci-dessous dénommé « Puits du Moulin », sis sur le territoire de la commune d'Aywaille (M.B. 13.06.2008).*

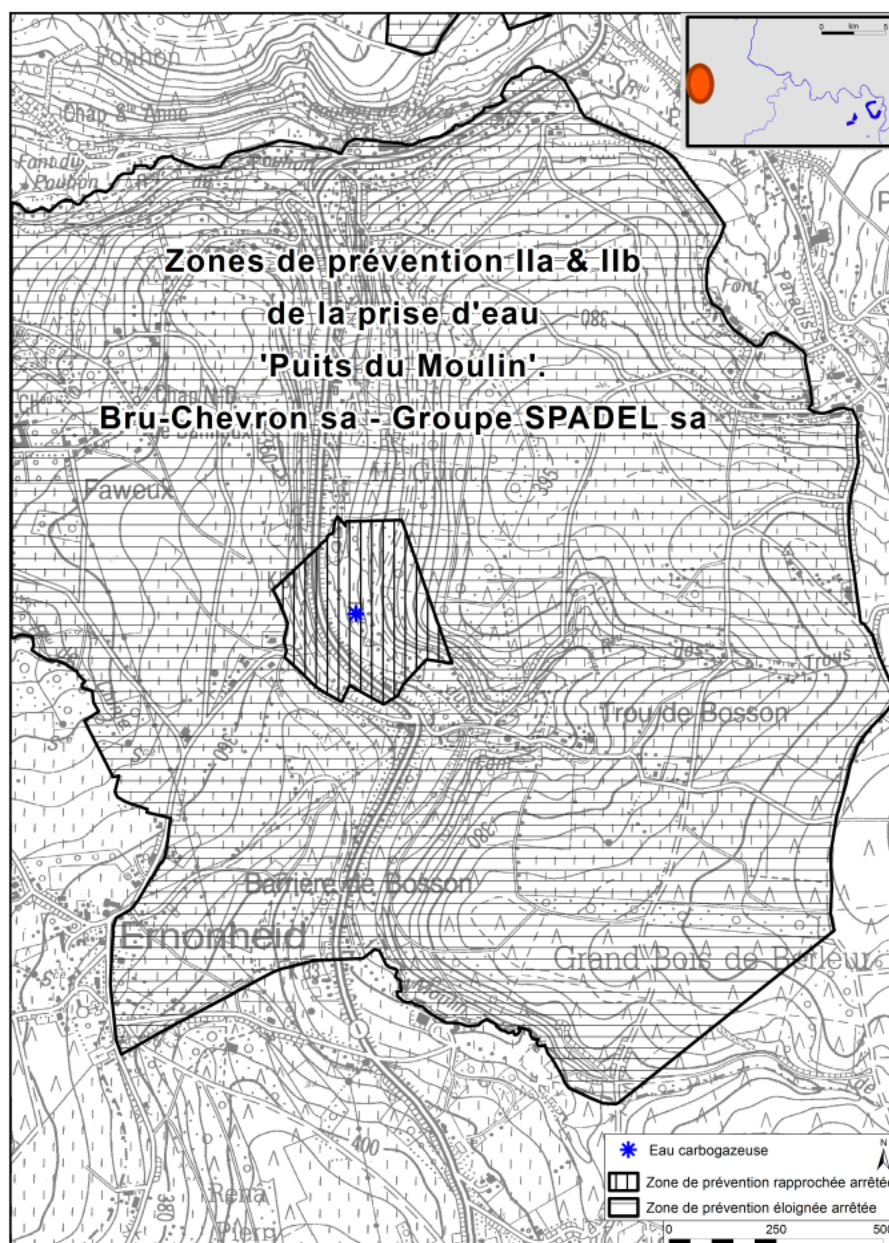


Figure VIII.6: Zones de prévention autour du Puits du Moulin – Groupe Spadel (Bru-Chevron sa)

La société Bru-Chevron exploite encore d'autres puits dans la région de Stoumont. Au paragraphe VIII.1, les zones de prévention de ces captages, dont les titulaires sont soit l'Administration Communale de Stoumont, soit le Groupe Spadel (Bru-Chevron sa) ont été présentées. Le tracé de ces zones est repris sur la figure VIII.2.

Au nord-est, la branche Spa Monopole du Groupe Spadel possède plusieurs prises d'eau sollicitant les eaux logées dans les terrains cambro-siluriens du Massif de Stavelot. Les zones de prévention rapprochée ont été délimitées soit sur base des distances fixes, soit à partir d'une évaluation approximative des temps de transfert, soit sur base des caractéristiques hydrogéologiques des sites. La zone éloignée correspond à l'ancien périmètre de la zone de protection des sources de Spa (Arrêté royal du 1^{er} juillet 1937). Ces limites ont ensuite été localement modifiées pour correspondre à des limites repérables sur le terrain (Figure VIII.7).

L'arrêté du Gouvernement wallon du 13 décembre 2001 définit les zones de prévention pour un ensemble d'ouvrages de prise d'eau souterraine appartenant à trois titulaires: Spa Monopole sa, Exirus sa et l'administration communale de Spa. Les références de l'arrêté sont: *Arrêté ministériel relatif à l'établissement des zones de prévention rapprochée et éloignée des ouvrages de prise d'eau souterraine de l'administration communale de Spa, de la S.A. Spa Monopole et de la S.A. Exirus, sis sur le territoire des communes de Spa, de Theux, de Jalhay et de Stoumont (MB.:01.03.2002, p.8007).*

Depuis la parution de cet arrêté, d'autres sites de captages ont été mis en exploitation par Spadel. Ils sont tous situés à l'intérieur de la zone IIb déjà définie. Le dossier des zones de prévention (addendum) a été déposé aux services de l'administration wallonne. Il concerne les zones de prévention rapprochée (IIa) définies autour de ces nouvelles prises d'eau.

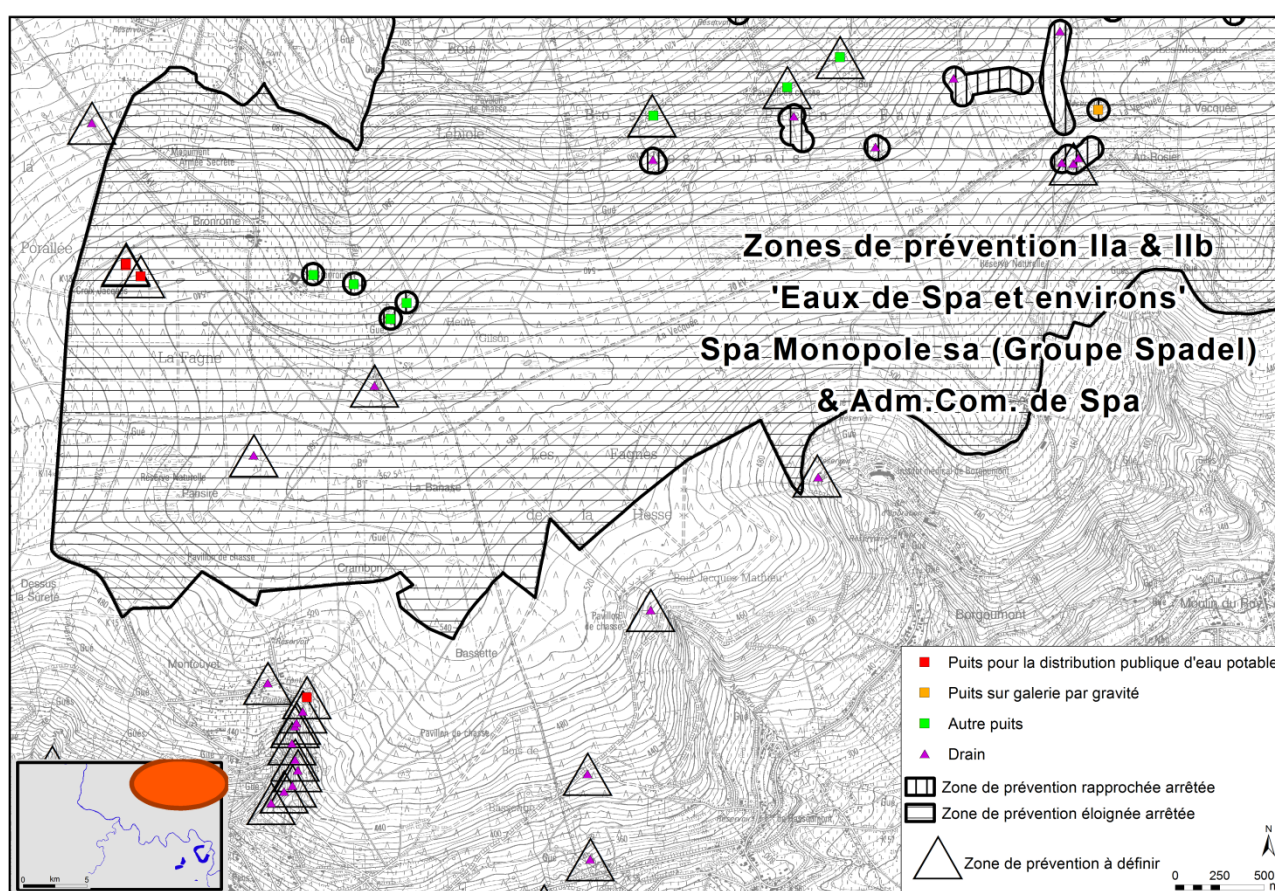


Figure VIII.7: Zones de prévention autour des captages 'Eaux de Spa et environs'. Groupe Spadel & AC Spa

Actuellement, il existe en Wallonie quatre zones de surveillance. Deux sont situées en grande partie sur la carte Harzé-La Gleize. Il s'agit des zones de surveillance des eaux carbogazeuses de Stoumont et, des eaux minérales naturelles et des eaux thermales de Spa. Les limites ont été localement déplacées pour correspondre avec des limites matérialisables sur le terrain (Figure VIII.1).

La zone de surveillance de Stoumont a été arrêtée par le Gouvernement Wallon, en date du 26 mai 1994: *Arrêté du Gouvernement wallon relatif à l'établissement d'une zone de surveillance*

pour la protection des eaux carbo-gazeuses de Stoumont et environs (M.B.:14.09.1994, p 23299).

La zone de surveillance de Spa a été arrêtée par le Gouvernement Wallon, en date du 13 décembre 2001: *Arrêté ministériel relatif à l'établissement d'une zone de surveillance pour la protection des eaux de Spa et environs* (MB: 01.03.2002, p.8002).

VIII.7. ZONES DE PREVENTION AUTOUR DES CAPTAGES PRIVES DE PETIT SPAI A TROIS-PONTS

Dans le cadre d'un projet immobilier à Petit Spai sur le territoire de la commune de Trois-Ponts, des puits ont été forés pour assurer l'approvisionnement en eau du site. Ces captages sont soumis à zones de prévention. Une étude hydrogéologique a été menée (Derycke, 1995).

Les zones de prévention (code SPW: TROISPONTS) ont été arrêtées par le Gouvernement Wallon en date du 24 juin 1999: *Arrête du Gouvernement wallon relatif à l'établissement des zones de prévention des prises d'eau souterraines dénommées AD2 et AD3 sises au lieu-dit Petit Spai à Trois-Ponts* (MB.: 30.07.1999).

Leur tracé est repris sur la figure VIII.8.

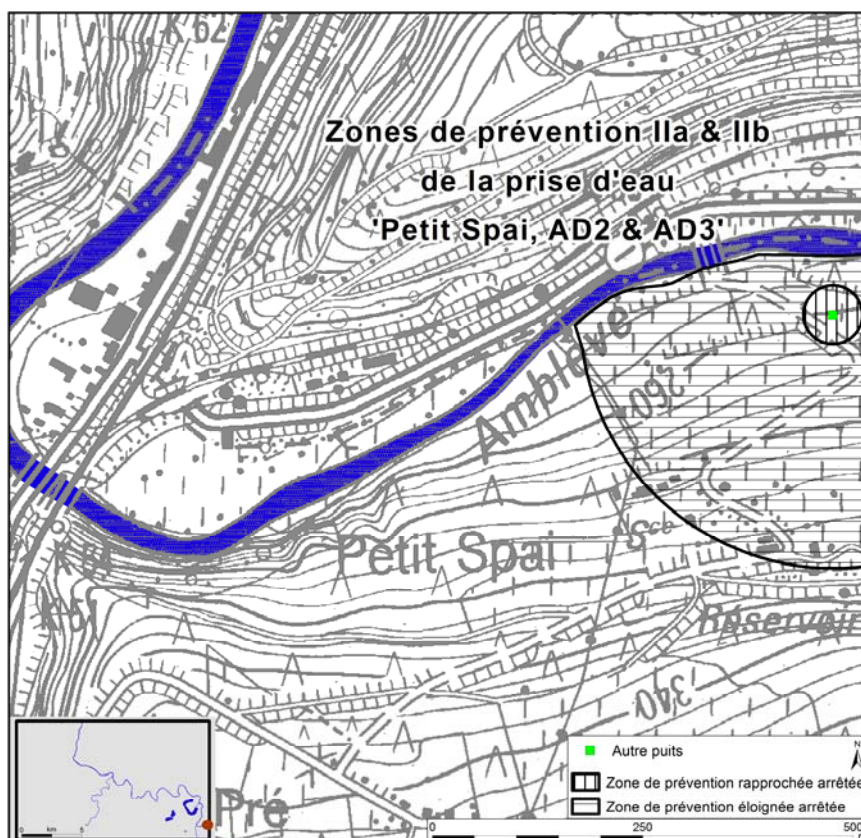


Figure VIII.8: Zones de prévention autour des captages privés 'Petit Spai' à Trois-Ponts

IX. METHODOLOGIE D'ELABORATION DE LA CARTE HYDROGEOLOGIQUE

Ce chapitre décrit brièvement les données géologiques, hydrologiques et hydrogéologiques utilisées pour construire la carte hydrogéologique Harzé – La Gleize. 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

L'ancienne carte géologique Harzé-La Gleize (n°159) est utilisée comme fond de référence pour la construction de la carte hydrogéologique. Cette carte a été dressée par Asselberghs E. et Geukens F., en 1959, à l'échelle 1/25.000.

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.

- Au nord, la carte hydrogéologique Louveigné-Spa est basée sur une carte géologique levée à la même échelle (1/25.000) et à la même époque (1958) mais par un autre auteur (P.Fourmarier). Dans l'ensemble, la continuité globale des unités hydrogéologiques est assurée. Néanmoins, quelques discontinuités sont observées, localisées essentiellement au niveau du découpage lithostratigraphique des formations et quelques petits décalages dus aux méthodes et époques de levés différents.
- A l'est, la carte géologique Stavelot-Malmedy, également levée à la même époque (1963) et à la même échelle. Bien que du même auteur (F.Geukens), des discontinuités persistent. Cependant, la continuité hydrogéologique est assurée, au maximum.
- Au sud, la carte Bra-Lierneux est établie à partir de la carte géologique de Wallonie au 1/25.000. Avec cette carte levée en 2006 par Geukens F, plusieurs discontinuités apparaissent, essentiellement dans les formations du Massif de Stavelot.
- A l'ouest, la carte hydrogéologique Hamoir – Ferrières est basée sur l'ancienne carte géologique, dressée par Lohest M., Fourmarier P. en 1902 (1/40.000). A nouveau, globalement la continuité des unités hydrogéologiques est assurée, avec, toutefois, quelques petits décalages dus aux méthodes et époques de levés différents.

Les phénomènes karstiques sont observés dans les horizons calcaires du Dévonien de la carte Harzé – La Gleize. Ces données proviennent essentiellement de l'atlas du karst wallon (CWEPS, 1996, 2015).

Plusieurs 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, de piézomètres 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 de déterminer l'emplacement le plus adéquat pour des forages, de définir la nature et l'épaisseur des terrains meubles, de localiser des failles, des axes de fracturation ou des linéaments, de situer l'altitude du sommet du bed-rock.

- Site de Mont-Harzé (Aywaille): 7 sondages électriques, 5 sondages sismiques, 3 km de traînés électriques (LGIH, 1997b);
- Site de Bru-Chevron (Stoumont): 27 sondages électriques; 18 km de traînés électriques (Calembert et al, 1978);
- Site de Cheneu (Stoumont) : 4 sondages sismiques (Dassargues, 1982)
- Site de Bronromme (Theux): 95 sondages électriques, 7 sondages sismiques, 35 km de traînés électriques (LGIH, 2003b);
- Site de Coö (Trois-Ponts): sondages électriques, sondages sismiques (LGIH, 1965, 1995a & b, 2004).

IX.1.2. Données météorologiques et hydrologiques

Sur le territoire de la carte Harzé – La Gleize, il y a trois stations météorologiques de l'Institut Royal Météorologique:

- Station de Chevron (M4). Les précipitations y sont mesurées depuis janvier 1997.
- Station de La Gleize (M8). Les précipitations y sont mesurées depuis janvier 1951 et les températures depuis décembre 1953.
- Station de Werbomont (K7). Les précipitations y sont mesurées depuis janvier 1951 et les températures depuis décembre 1953.

Sept stations limnimétriques sont situées sur le territoire de la carte Harzé – La Gleize. Elles sont gérées par Service Public de Wallonie (SETHY et DCENN):

- Station de Targnon sur l'Amblève (n°6671). Les hauteurs d'eau et les débits sont mesurés depuis juin 1968.
- Station de Stavelot sur l'Amblève (n°6732). Les hauteurs d'eau et les débits sont mesurés depuis novembre 1996.
- Station de Chevron sur la Lienne (n°6803). Les hauteurs d'eau et les débits sont mesurés depuis juin 1968.
- Station de Trois-Ponts sur la Salm (L6070). Les mesures y sont prises depuis aout 1991.

- Station de Lorcé sur la Lienne (L6240). Les mesures y sont prises depuis septembre 1992.
- Station de Stavelot sur l'Amblève (L6510). Les mesures y sont prises depuis juin 1994.
- Station de Roannay sur l'Amblève (L7670). Les mesures y sont prises depuis aout 2011.

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), 299 ouvrages ont été encodés dont 92 puits (puits forés et puits traditionnels), 110 piézomètres, 4 galeries et 65 drains. Sont aussi encodées des informations concernant 19 sources (exploitées ou non), 7 points d'eaux carbo-gazeuses (pouhon) et 1 forage pour sonde géothermique¹⁸, 1 prise d'eau de surface. Ces données proviennent de la SWDE et des communes, 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 2006-2007 (à l'occasion de la première version de la carte) et par diverses études hydrogéologiques réalisées sur le territoire de la carte.

De plus, selon l'atlas du karst wallon, 4 pertes sont recensées sur le territoire de la carte Harzé – La Gleize. Ces éléments karstiques sont repris sur la carte principale du poster.

IX.1.3.2. Données piézométriques

La base de données BD-Hydro, la banque de données '10-sous' ainsi que la base de données PIEZ'EAU comptabilisent un bon jeu de données piézométriques. A ce jour, environ 11000 valeurs de niveaux d'eau sont disponibles pour une centaine de puits et piézomètres répartis sur le territoire de la carte Harzé – La Gleize. La plupart de ces ouvrages appartiennent aux sociétés de distribution publique d'eau et à l'administration wallonne (SPW-DESO), au groupe SPADEL ou encore à la Centrale hydroélectrique de Coe. Des relevés réguliers sont réalisés sur plusieurs forages. Il existe moins de mesures au droit des puits privés, généralement difficilement accessibles.

Une campagne de mesures piézométriques a été menée en 2006-2007, lors de la première version de la carte hydrogéologique.

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.

¹⁸ 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.

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 (SPW-DESO). Des résultats d'analyses de campagnes de prélèvements ont aussi été fournis par les compagnies d'eau et dans divers rapports d'études hydrogéologiques.

Ainsi, une centaine de sites (puits et piézomètres, drains, galeries, sources) sont concernés, comptabilisant environ 12500 valeurs. Ces analyses caractérisent la plupart des unités hydrogéologiques de la carte Harzé – La Gleize. 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.

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, des administrations communales, d'études hydrogéologiques diverses. Le résultat de ces tests (essais de pompage essentiellement) est synthétisé au chapitre VII. Sur la carte thématique des informations complémentaires, les points ayant fait l'objet de tels tests sont mis en évidence par divers symboles. Environ 60 puits, piézomètres ou pertes où des essais de pompage et/ou essai de traçage ont été effectués, sont répertoriés.

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 sont pas toujours présentes.

Sur la carte Harzé – La Gleize, plusieurs zones de prévention arrêtées sont reportées sur la carte principale. Le contour de ces zones a été fourni par le Service Public de Wallonie. Auxquelles s'ajoutent les autres captages soumis à zones de prévention dont, à ce jour, la délimitation des zones est encore à définir ou l'étude est en cours. Ces zones sont décrites au 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-DGO3;
- 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 sondes géothermiques;
- les pertes connues;
- les eaux carbo-gazeuses;

- les stations limnimétriques;
- les stations climatiques;
- 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 futurs 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. Parfois sur certaines cartes, il n'est pas possible de déterminer dans quelle formation géologique les ouvrages 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 Harzé – La Gleize, 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 2015 et 2014.

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 (2010-2014) (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 Harzé – La Gleize, 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 Harzé – La Gleize 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 tracée sur base de l'ancienne carte géologique (1959). 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

AIB-Vinçotte. (2005): Etude d'incidences sur l'environnement, Electrabel Centrale hydro-électrique de Coo – Trois-Ponts, Demande de permis d'environnement, Ref.: 5RE/6011 2402 + Résumé non technique. Novembre 20005

Asselberghs E. (1946): L'éodévonien de l'Ardenne et des régions voisines. *Mem. Inst. Géolog. Univ. Louvain*, Tome XIV

Asselberghs E. & Geukens F. (1959): Carte géologique Harzé-La Gleize (feuille n°159) au 1/25.000 et son texte explicatif, Institut Géographique Militaire, Bruxelles

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

Bultynck, P. & Dejonghe, L. (2001): Guide to a revised lithostratigraphic scale of Belgium. *Eds Geologica Belgica*, Brussels, 4/1-2,168 pp.

Bultynck, P. Geukens, F. & Smolderen, A. (2001): Permian lithostratigraphic units, Malmédy Graben (Belgium). *In Bultynck & Dejonghe, eds, Geologica Belgica*, Brussels, 4/1-2,105-106

Calembert, L. & Monjoie, A. (1967): Etude hydrogéologique d'un massif cambrien intensément fracturé (Coo-Belgique), *Mémoires Ass.Int.Hydrogeo*, 8ième Congrès Istanbul: 8: 17-22

Calembert, L., Monjoie, A. & Ugen, V. (1967): Etude géologique et hydrogéologique préliminaire du site de la Centrale de Pompage de Coo, *Publications de la Fac.Sc.Appl.*, ULg: 3: 85p

Calembert, L., Monjoie, A. & Ugen, V. (1969): Nature et influence des facteurs géologiques intervenant à la centrale souterraine de Coo (Belgique), *Proceedings in Int. Symp. on Large Permanent Openings*, 71-78, Oslo

Calembert L, Cajot O., Monjoie A. (1978): Etude hydrogéologique du site de Bru, Rapport Chevron

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

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, 2015)

Dassargues, A. (1982): Etude d'un barrage et de son site sur l'Ambève à Stoumont, Travail de fin d'études, Sciences appliquées, Université de Liège

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

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

de Marsily, G. (2004): Cours d'hydrogéologie. Paris, Université Pierre et Marie Curie. 226 p.

Derycke F (1995): Etude hydrogéologique, Trois-Ponts, Petit Spai, Alimentation en eau d'un village de vacances, Puits AD1, AD2, AD3, Interprétation des pompages d'essai, Calcul des caractéristiques hydrodynamiques, Estimation des périmètres de protection, à la demande de Consorts Demeure, inédit

DGARNE-Direction des Eaux souterraines et Protectis-Cellule DCE. (2010; 2016): Directive cadre de l'eau. Etat des lieux des districts hydrographiques. Fiches de caractérisation des masses d'eau souterraine

<http://spw.wallonie.be/dce/fme/RWM023.pdf> (juin 2010)

<http://spw.wallonie.be/dce/fme/RWM100.pdf> (mai 2016)

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.

Duyckaerts, A (1967): Le réseau du Chalet. Clair Obscur « Tiré à part »

GEOLYS (2005): Suivi et interprétation d'essais de pompage – Monsieur Wuidar à Ernonheid (Aywaille), rapport D144, inédit. Juillet 2005

Geukens F. (1986): Commentaires à la carte géologique du Massif de Stavelot, *Aardkundige Mededelingen*, 3: 15-29. Carte géologique au 1/100 000 (approximativement).

Geukens F. (1999): Notes accompagnant une révision de la carte structurale du Massif de Stavelot, *Aardkundige Mededelingen*, 9: 183-190. Carte au 1/115 000 (approximativement).

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.

Graulich, JM. (1983): Réflexions sur la faille de Xhoris, *Bull.Soc.Belg.Geol.*:92-3: 213-216

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

Laurent E. (1987): Contributions à l'étude de la genèse et de la protection des eaux minérales du Massif de Stavelot, Thèse de doctorat, Sciences appliquées, Université de Bruxelles

LGIH (1965): Centrale de pompage de Coe: Etude géosismique du site supérieur de Brume. CP/653

LGIH (1995a): Centrale de pompage de Coe: Bassin supérieur III. Prospection géophysique. COO/951

LGIH (1995b): Centrale de pompage de Coo: Bassin inférieur. Prospection géophysique. COO/952

LGIH (1996): Commune de Stoumont, Hameau de Chession: forage d'un puits et pompages d'essai. STOU/961

LGIH (1997a): Commune de Stoumont, Village de Lorcé: forage d'un puits et pompages d'essai. STOU/971

LGIH (1997b): Prise d'eau d'Aywaille Harzé-Mont: prospection géophysique. SWDE/977

LGIH (2001): Centrale d'accumulation par pompage. Etude d'impact de la pollution: Synthèse géologique & Résultats des forages sur les appuis des digues du bassin inférieur & Etudes des écoulements d'eau dans les drains. Electrabel-Coo & Commune de Trois-Ponts. COO/2001-01,02

LGIH (2002): Centrale d'accumulation par pompage. Etude d'impact de la pollution: essais de pompage, forages, essais de traçage. Electrabel-Coo & Commune de Trois-Ponts. COO/2002-01,02,03

LGIH (2003a): Centrale d'accumulation par pompage. Etude d'impact de la pollution: essais de pompage, forages, essais de perméabilité Lugueon, essais de traçage. Electrabel-Coo & Commune de Trois-Ponts. COO/2003-01,02,03,04,05,06,07,08,09,10

LGIH (2003b): Commune de Theux: détermination des zones de prévention des captages de Bronromme. TH/2003-02

LGIH (2004): Centrale d'accumulation par pompage. Etude d'impact de la pollution – Bassins supérieurs. Electrabel-Coo & Commune de Trois-Ponts. COO/2004-01,02,03,04

Lohest M, & Fourmarier P. (1902): Carte géologique de Belgique, 1/40.000. Planchette 158 de Hamoir – Ferrières, Service Géologique de Belgique

Meilliez, F & Mansy, J.L. (1990): Déformation pelliculaire différenciée dans une série lithologique hétérogène: le Dévono-Carbonifère de l'Ardenne, *Bull. Soc. Géol. France*, VI, I, 177-178.

Monjoie A. (1968a): Géologie de l'ingénieur au site de la centrale de pompage de Coo (Belgique), *XXIII Int.Geol.Congress*: 12:219-227. Prague

Monjoie A. (1968b): La plaine alluviale et les terrasses de l'Amblève dans le méandre de Coo (Stavelot), *Ann. Soc. Geol. Belg.*: 91:5-22

Monjoie A. (2002): Caractéristiques des eaux minérales, carbo-gazeuses et thermales du sud-est de la Belgique. *Géologues (Union Française des Géologues)*, n°133-134, pp. 119-123

Observatoire des Eaux de Surface (2004): *Etat des lieux des sous-bassins hydrographiques: Tome I: Etat des lieux – Sous-bassin de l'Ourthe*, MRW, D'GARNE, 48 p

Ozer A. (1967): Contribution à l'étude géomorphologique des régions où affleure le "Poudingue de Malmédy". Travail de fin d'études. Sciences, Université de Liège.

- Ozer A.** (1971): Les phénomènes karstiques développés dans le Poudingue de Malmédy, *Ann. Spéléologie*, 25(2): 407-422
- Ozer A.** (1979): Les phénomènes karstiques dans le Poudingue de Malmédy, *Ann. Soc. Geol. Belg.*: 102: 141-144
- Pfannkuch, H-O.** (1990): Elsevier's Dictionary of Environmental Hydrogeology, *Elsevier*.
- Ruthy I. & Dassargues A.** (2007). Carte hydrogéologique de Wallonie, Harzé – La Gleize, 49/7-8. 1:25000. Namur, Service Public de Wallonie, Direction générale opérationnelle Agriculture, Ressources naturelles et Environnement, 1 notice explicative de 61 p. + annexes
- 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/>
- SWDE** (1998): Réalisation de deux piézomètres PZ 1 et PZ2 à Aywaille (anciennement Harzé). Service Protection des Ressources et Captages. Rapport technique. RT 95.
- UNESCO-OMM**, (1992): Glossaire International d'Hydrologie, seconde édition, 413p
- Vandenven G.** (1983): Structures tectoniques mineures dans le Revinien du synclinal de la Lienne, *Bull. Soc. Belg. Geol.*:92-3:2 :237-243
- 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

- **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/>
- **ISSeP**: Institut Scientifique de Service Public
Rue du Chéra, 200 à 4000 LIEGE
<http://www.issep.be>
- **LGIH**: Laboratoires de Géologie de l'Ingénieur, d'Hydrogéologie et de Prospection Géophysique, Université de Liège
Suite la succession du Professeur A.Monjoie, les activités sont poursuivies au sein du département HGE-GEO³ (ULg), Bâtiment B52, Sart-Tilman, Liège
- **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/>
- **SPW** :Service Public de Wallonie
Depuis le 1^{er} août 2008, le Ministère wallon de l'Équipement et des Transports (MET) et le Ministère de la Région Wallonne (MRW) ont fusionné pour donner naissance au **Service public de Wallonie (SPW)**. 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>
Département de la Ruralité et des Cours d'eau
Direction des Cours d'eau non navigables (**DCENN**)

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

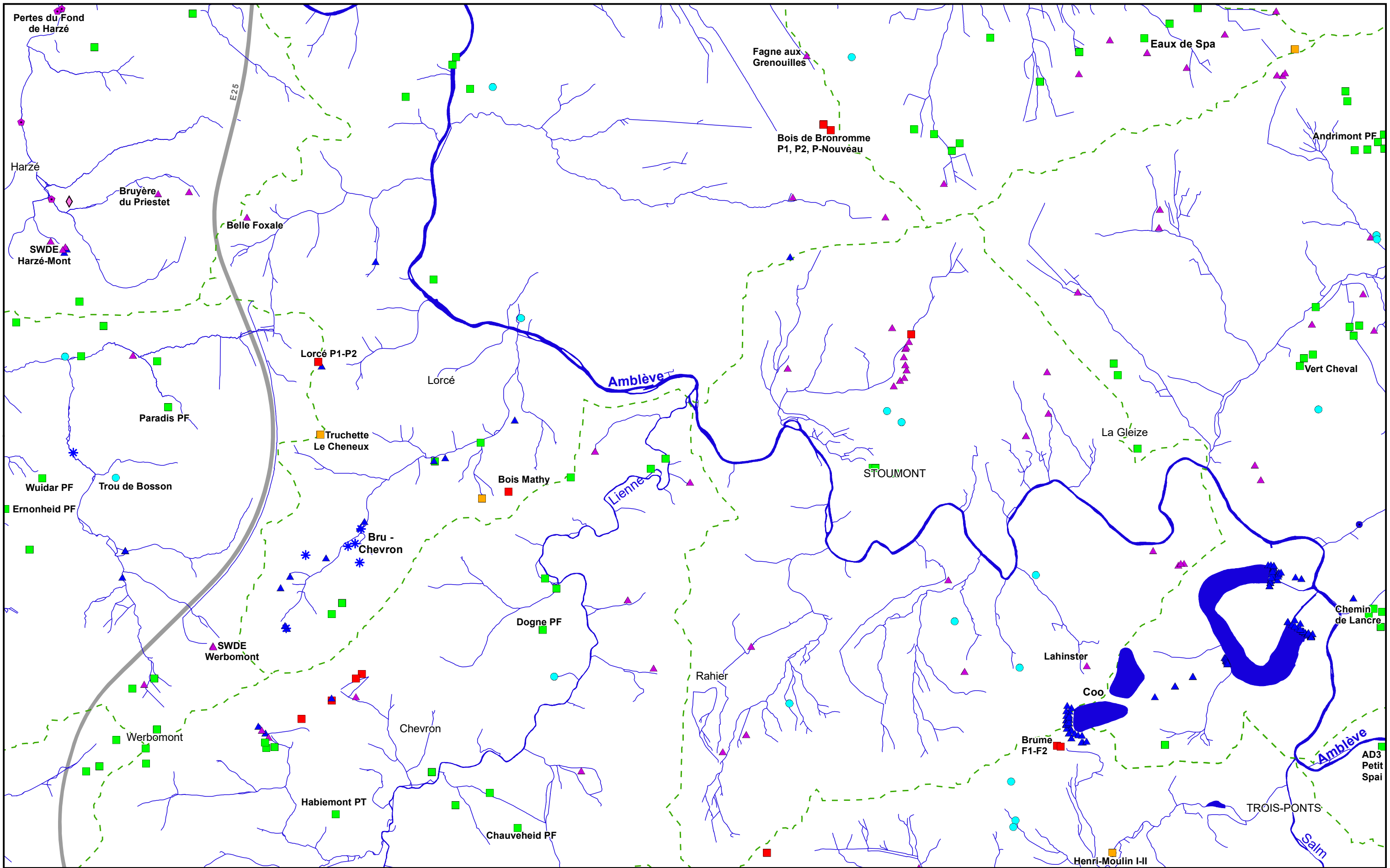
Liste des figures

Figure I.1: Localisation de la carte Harzé – La Gleize.....	4
Figure II.1: Territoires paysagers – Harzé – La Gleize.....	5
Figure II.2: Relief, bassins-versants, rivières – Harzé – La Gleize	6
Figure II.3: Carte des types de sol – Harzé – La Gleize	8
Figure II.4: Carte de l'occupation du sol – Harzé – La Gleize.....	9
Figure III.1: Carte géologique de la Wallonie (Boulvain & Pingot, 2011; modifié).....	10
Figure III.2: Schéma structural de la région Harzé – La Gleize	18
Figure III.3: Cadre structural schématique du Massif de Stavelot. Stavelot - Malmedy (Geukens, 1986; modifié; cadre rouge = carte Harzé – La Gleize).....	19
Figure III.4: Cadre tectonique de la région de Coo (Trois-Ponts) (Calembert et <i>al</i> , 1967).....	20
Figure IV.1: Principaux aquifères de Wallonie – Carte de Harzé – La Gleize (SPW-DGO3, 2014; modifié).....	22
Figure IV.2: Entités hydrogéologiques de la carte Harzé – La Gleize	29
Figure IV.3: Site de la centrale hydro-électrique de Coo, Trois-Ponts	32
Figure IV.4: Cadre tectonique de la région de Coo (Trois-Ponts) (Calembert et <i>al</i> , 1967).....	34
Figure IV.5: Niveaux piézométriques au droit de Pz1 et Pz2 Mont-Harzé - SWDE	39
Figure IV.6: Système hydrogéologique de la Grotte du Chalet à Aywaille sur la carte Harzé – La Gleize.....	43
Figure IV.7: Contexte hydrogéologique des eaux carbo-gazeuses de la région de Bru-Chevron (Stoumont)	46
Figure IV.8: Fluctuations piézométriques au droit des forages de la région de Bru-Chevron (Stoumont)	47
Figure IV.9: Fluctuations piézométriques au droit des piézomètres P2 et P8 (réseau de surveillance Piez'Eau, SPW)	48
Figure IV.10: Coupe géologique de la région de Spa (Monjoie, 2002).....	49
Figure IV.11: Contexte hydrogéologique des eaux minérales la région de Spa (carte Harzé – La Gleize).....	50
Figure V.1: Masses d'eau souterraine –Harzé – La Gleize	55
Figure V.2: Zones vulnérables aux nitrates – Harzé – La Gleize	62
Figure V.3: Evolution des concentrations en nitrates de quelques prises d'eau de la carte Harzé – La Gleize	63
Figure V.4: Pesticides en Région wallonne (ICEW, 2012; carte 19 modifiée)	65
Figure VI.1: Volumes prélevés par les captages SWDE de la carte Harzé – La Gleize	68
Figure VI.2: Volumes prélevés par l'administration communale de Theux, sur la carte Harzé – La Gleize	69
Figure VI.3: Volumes prélevés par l'administration communale de Trois-Ponts, sur la carte Harzé – La Gleize	70
Figure VIII.1: Zones de prévention et de surveillance situées sur la carte Harzé – La Gleize.....	79
Figure VIII.2: Zones de prévention des prises d'eau 'Cuvette de Bru' - Bru-Chevron sa (Groupe Spadel) & Adm.Com. de Stoumont	80
Figure VIII.3: Zone de prévention autour du puits Lorcé 2 (AC Stoumont).....	81
Figure VIII.4: Zone de prévention autour des drains 'Mont-Harzé', SWDE.....	84
Figure VIII.5: Zone de prévention autour des drains de Werbomont, SWDE	85
Figure VIII.6: Zones de prévention autour du Puits du Moulin – Groupe Spadel (Bru-Chevron sa)	86
Figure VIII.7: Zones de prévention autour des captages 'Eaux de Spa et environs'. Groupe Spadel & AC Spa	87
Figure VIII.8: Zones de prévention autour des captages privés 'Petit Spai' à Trois-Ponts	88

Liste des tableaux

Tableau IV.1: Tableau de correspondance entre la géologie et l'hydrogéologie – Harzé – La Gleize.....	28
Tableau IV.2: Venues d'eau au droit du puits Wuidar.....	41
Tableau IV.3: Niveaux piézométriques au droit du puits Wuidar	41
Tableau IV.4: Système hydrogéologique de la Grotte du Chalet à Aywaille – Caractéristiques des des écoulements karstiques reconnus par traçage transitant par la carte Harzé – La Gleize	42
Tableau V.1: Etat des masses d'eau souterraines présentes sur la carte Harzé – La Gleize	55
Tableau V.2: Caractéristiques hydrochimiques de l'aquiclude à niveaux aquifères du socle cambro-silurien	56
Tableau V.3: Caractéristiques hydrochimiques de l'aquitard à niveaux aquifères du socle cambro-silurien.	57
Tableau V.4: Caractéristiques hydrochimiques de l'aquiclude à niveaux aquitards du socle cambro-silurien	57
Tableau V.5: Caractéristiques hydrochimiques de l'aquitard à niveaux aquicludes du Dévonien inférieur...	58
Tableau V.6: Caractéristiques hydrochimiques de l'aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur...	59
Tableau V.7: Caractéristiques hydrochimiques de l'aquifère du Permien	60
Tableau V.8: Caractéristiques hydrochimiques des eaux de Bru-Chevron et Spa (Harzé-La Gleize)	61
Tableau V.9: Paramètres microbiologiques des eaux souterraines de la carte Harzé – La Gleize.....	64
Tableau V.10: Principaux pesticides analysés dans les eaux souterraines de la carte Harzé – La Gleize	66
Tableau VII.1: Valeurs du coefficient de perméabilité en fonction de la granulométrie (Castany, 1998).....	72
Tableau VII.2: Intervalles de valeurs indicatives pour la conductivité hydraulique de différentes lithologies (échelles macroscopique & mégascopique) (Dassargues, 2010)	73
Tableau VII.3: Intervalles de valeurs indicatives pour la porosité (n) et la porosité effective de drainage (ne) de différentes lithologies (échelles macroscopique & mégascopique) (Dassargues, 2010).....	73

ANNEXE 3: CARTE DE LOCALISATION



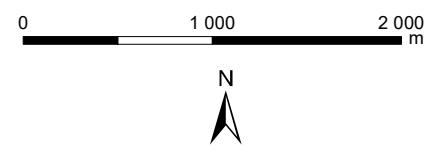
- Puits pour la distri. publique d'eau potable
- Puits sur galerie par gravité
- Autre puits

- ▲ Drain
- ▲ Piézomètre
- Source (exploitée ou non)

- Prélèvement d'eau de surface
- ✱ Eau carbogazeuse
- ◆ Sonde géothermique
- ◆ Perte

- Réseau hydrographique
- - - Bassins hydrographiques

- Rahier : nom de la localité
- Autoroute



ANNEXE 4: COORDONNEES GEOGRAPHIQUES DES OUVRAGES CITES DANS LA NOTICE

<u>Nom</u>	<u>Code RW</u>	<u>Identifiant RW</u>	<u>X(m)</u>	<u>Y(m)</u>	<u>Z (m)</u>	<u>Type</u>	<u>Prof.(m)</u>
Harzé-Mont DR1	49/7/1/002	4260	242726,9	125363,8	280,46	Drain	-
Harzé-Mont DR2	49/7/1/003	6418	242697,9	125334,3	279,82	Drain	-
Harzé-Mont DR3	49/7/1/001	2086	242557,5	125430,2	263,29	Drain	-
Harzé-Mont PZ1	49/7/1/006	24281	242745	125338	286,76	Puits foré	23
Harzé-Mont PZ2	49/7/1/005	24280	242714	125301	285,89	Puits foré	30,5
Werbomont DR1	49/7/7/006	2863	244442	120736	436,39	Drain	-
Werbomont DR2	49/7/7/008	20347	244437	120745	436,59	Drain	-
Trou de Bosson	49/7/4/001	11236	243309	122693	358,9	Source	-
Vert Cheval	49/8/6/008	11353	257067	124074	308,57	Puits traditionnel	6
Habiemont PT	49/7/8/019	11858	245855	118796	332,09	Puits traditionnel	5,5
Paradis PF	49/7/4/008	21919	243916	123507	362,15	Puits foré	61
Ernonheid PF	49/7/4/012	11768	242030	122332	356,08	Puits foré	48
Lahinster	49/8/8/009	11809	254555	120517	425	Drain	-
Lorcé 1 (ancien)	49/7/5/001	1114	245695	123985	415	Puits foré	59
Lorcé 2 (nouveau)	49/7/5/014	1121	245655	124032	416	Puits foré	58
Henri-Moulin I	49/8/8/004	5948	254850	118350	320	Galerie	-
Henri-Moulin II	49/8/8/005	8095	254850	118350	320	Source	-
Bois Mathy	49/7/6/009	5680	247858	122530	342	Puits foré	91,5
Fagne aux Grenouilles	49/8/1/002	7442	251312,8	127576,7	482,25	Drain	-
Fagne de Bronromme P1	49/8/1/001	5285	251504,1	126785,7	532,6	Puits foré	42
Fagne de Bronromme P2	49/8/1/005	5603	251502,7	126776,7	533,2	Puits foré	50
Fagne de Bronromme P nouveau	49/8/1/007	1571	251586,8	126714,8	536,53	Puits foré	49,8
Chemin de Lancre	49/8/9/016	29352	257975	121139	342,14	Puits foré	110
Brume F1	49/8/8/001	7809	254250	119580	475	Puits foré	55
Brume F2	49/8/8/002	1647	254205	119590	480	Puits foré	80
Andrimont PF	49/8/3/016	11533	257924	126577	480,22	Puits foré	41
Belle Foxale	49/7/2/005	12016	244832	125708	382	Drain	-
AD3-Petit Spai	49/8/9/002	5605	257970	119580	260	Puits foré	59
Dogne PF	49/7/9/007	25866	248254	120930	311,66	Puits foré	100
Chauveheid	49/7/9/004	11616	247641	119043	305,99	Puits foré	22
Bruyère du Priestet	49/7/1/004	226	243803	125979	339,11	Drain	-
Wuidar PF	49/7/9/010	26022	242457	122686	356,68	Puits foré	43
Truchette – Le Cheneux	49/7/5/002	3275	245680	123190	425	Galerie	-

ANNEXE 5: LOCALISATION DE LA CARTE HARZE-LA GLEIZE DANS LE MASSIF DE STAVELOT

Région levée par Geukens (1986, 1999)

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE BELGIQUE
 UNITÉ DE DOCUMENTATION
 Allée de la Chimie, 17 - Bt. B6
 B-4000 LIÈGE 1
 BELGIUM

Révision de la
CARTE GÉOLOGIQUE du
MASSIF de STAVELOT (1986)

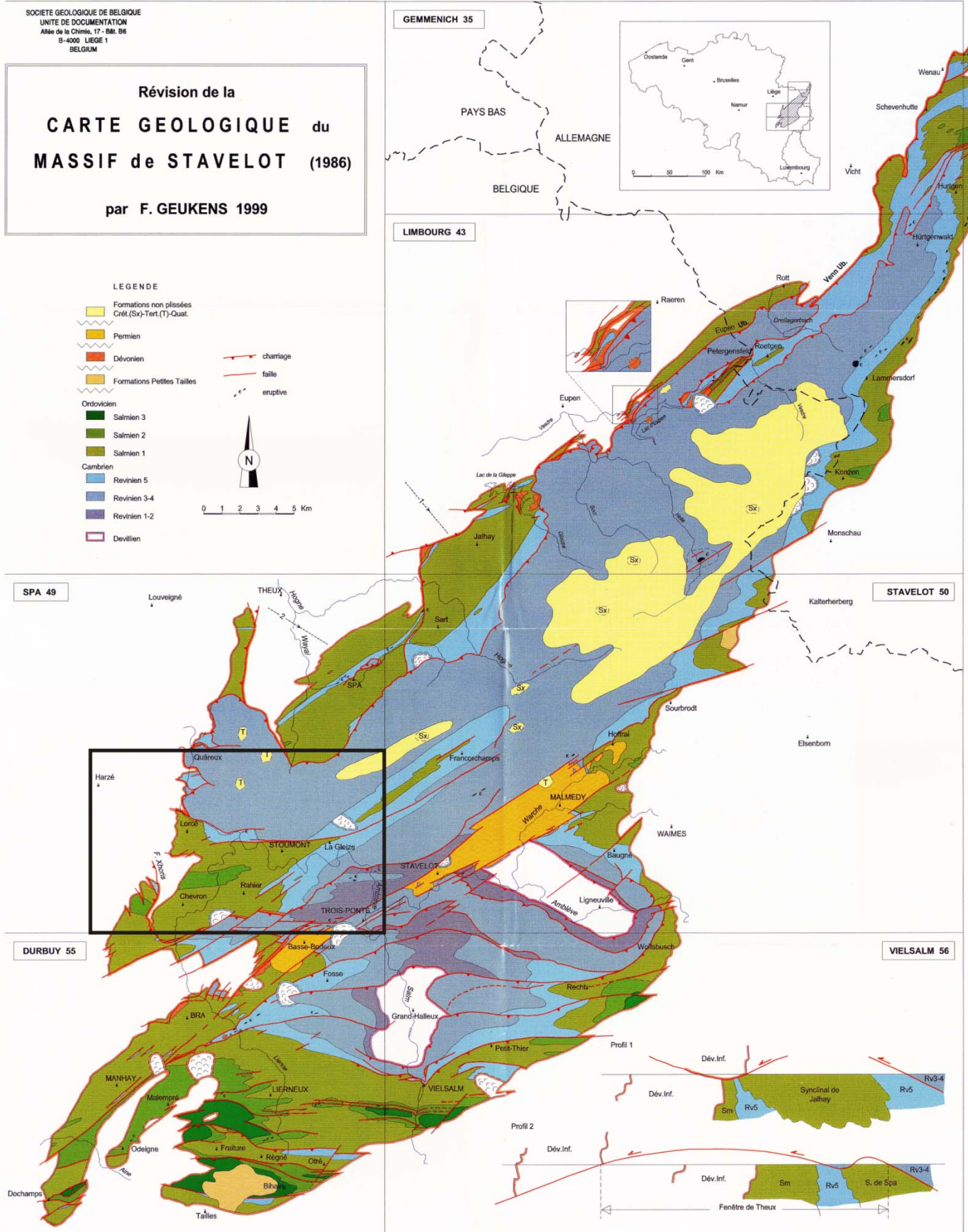
par F. GEUKENS 1999

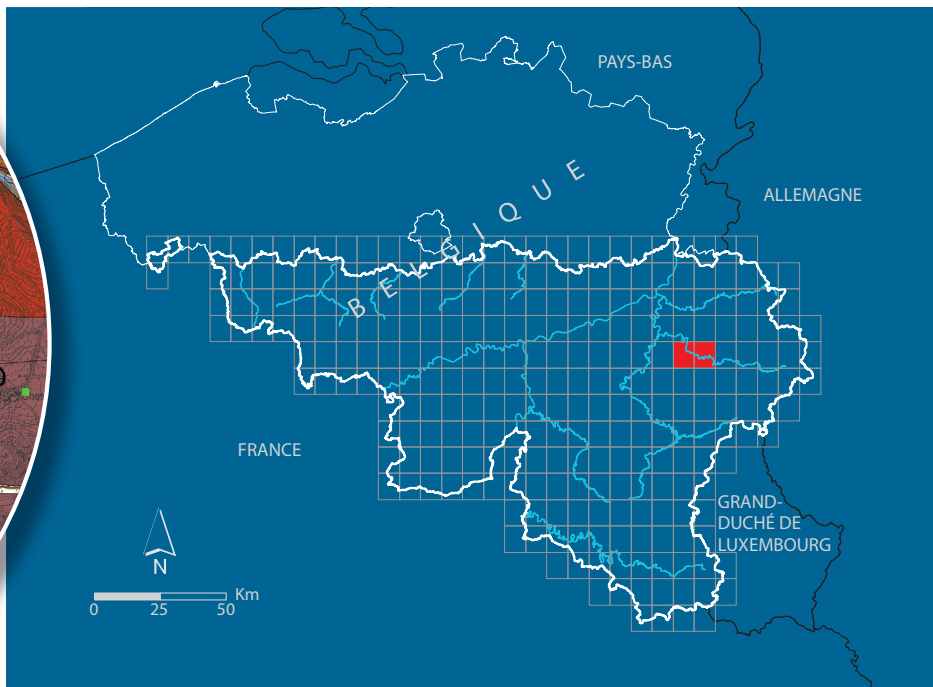
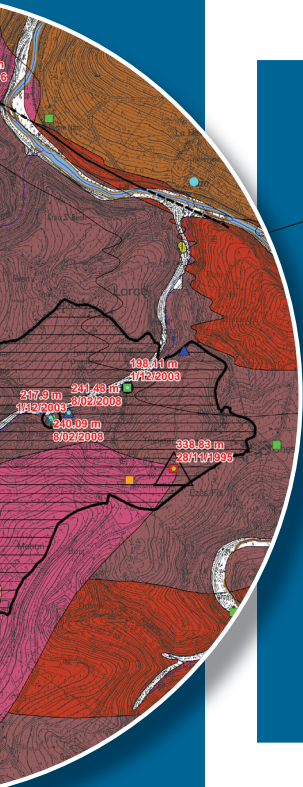
LEGENDE

- Formations non plissées Crét.(Sx)-Tert.(T)-Quat.
- Pemien
- Dévonien
- Formations Petites Tailles
- Ordovicien
 - Salmien 3
 - Salmien 2
 - Salmien 1
- Cambrien
 - Revinien 5
 - Revinien 3-4
 - Revinien 1-2
- Devilien

charrige
 faïlle
 eruptive

N
 0 1 2 3 4 5 Km





SPW | Éditions, CARTES

Dépôt légal : D/2017/12.796/12 – ISBN : 978-2-8056-0236-8

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

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