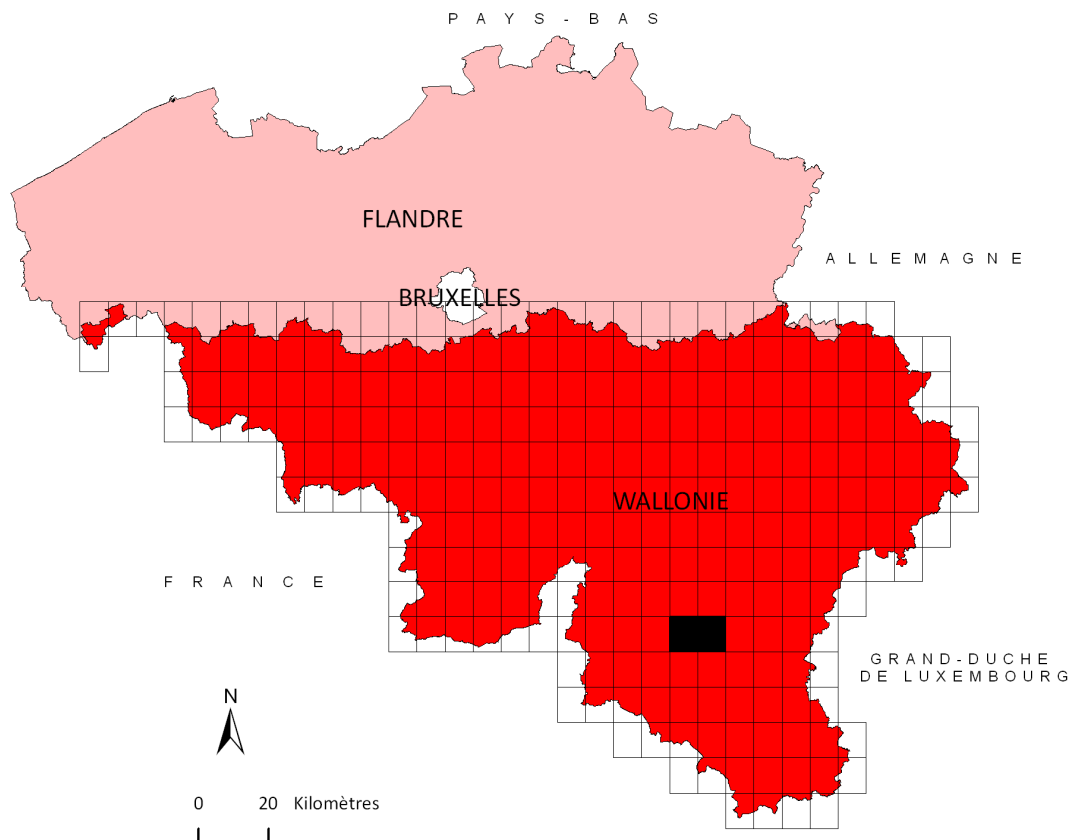


CARTE HYDROGEOLOGIQUE DE WALLONIE

NOTICE EXPLICATIVE

LIBIN - BRAS

64/3-4





Wallonie

Service Public de Wallonie (S.P.W).
Direction générale opérationnelle Agriculture, Ressources naturelles et Environnement (DGO3)
Avenue Prince de Liège 15 - B-5100 Jambes, Belgique

CARTE HYDROGEOLOGIQUE DE
LIBIN - BRAS
64/3-4
1/25.000



Chef de projet : VINCENT DEBBAUT
Chercheurs : MOHAMED BOUEZMARNI
Université de Liège - Campus d'Arlon
Département des Sciences et Gestion de l'Environnement
Avenue de Longwy, 185
6700 Arlon - Belgique

Table des matières

AVANT-PROPOS.....	5
I. INTRODUCTION	8
II. CADRE GEOGRAPHIQUE, GEOMORPHOLOGIQUE ET HYDROGRAPHIQUE	10
II.1. LE BASSIN DE LA LESSE.....	11
II.1.1. La Lesse en amont de la confluence avec la Lomme.....	12
II.1.2. La Lomme	12
II.2. LE BASSIN DE L'OURTHE.....	13
II.3. LE BASSIN DE LA SEMOIS (VIERRE)	13
III. CADRE GEOLOGIQUE ET STRUCTURAL.....	14
III.1. CADRE GEOLOGIQUE REGIONAL.....	14
III.1.1. Domaine calédonien.....	14
III.1.2. Domaine hercynien	16
III.1.2.1. Dévonien inférieur	16
III.1.2.1.1 Gedinnien ou Lochkovien.....	17
III.1.2.1.2 Siegenien ou Praguien	18
III.1.2.1.3 Emsien	18
III.2. GEOLOGIE SUR LA PLANCHE DE LIBIN - BRAS	19
III.2.1. Paléozoïque	19
III.2.1.1. Revinien (Rv).....	19
III.2.1.2. Dévonien inférieur	20
III.2.1.2.1 Le Gedinnien inférieur (G1) : assise de Mondrepuis (MON)	21
III.2.1.2.2 Le Gedinnien supérieur (G2).....	21
III.2.2. Cénozoïque	23
III.3. CADRE STRUCTURAL.....	23
IV. CADRE HYDROGEOLOGIQUE.....	27
IV.1. HYDROGEOLOGIE REGIONALE.....	27
IV.1.1. Aquifère du manteau d'altération.....	27
IV.1.2. Aquifère profond	28
IV.1.3. Remarques générales.....	28
IV.2. HYDROGEOLOGIE LOCALE.....	29
IV.2.1. Description des principales unités hydrogéologiques.....	29
IV.2.1.1. Aquitard à niveaux aquicludes du socle cambro-silurien.....	29
IV.2.1.2. Aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur	32
IV.2.1.3. Aquiclude du Dévonien inférieur	33
IV.2.1.4. Aquifère alluvial.....	34
IV.2.2. Coupe hydrogéologique.....	34
IV.2.3. Piézométrie	34
V. CADRE HYDROCHIMIQUE	36
VI. EXPLOITATION DES AQUIFERES	44

VII. CARACTERISATION DE LA COUVERTURE ET PARAMETRES HYDRODYNAMIQUES DES NAPPES	48
VII.1. COUVERTURE	48
VII.2. PARAMETRES HYDRODYNAMIQUES	48
VIII. ZONES DE PREVENTION	50
VIII.1. CADRE LEGAL	50
VIII.2. ZONE DE PREVENTION REPRISE SUR LA CARTE	53
IX. METHODOLOGIE DE L'ELABORATION DE LA CARTE HYDROGEOLOGIQUE	55
IX.1. COLLECTE DE DONNEES	56
IX.2. ORIGINE DES DONNEES	57
IX.2.1. Données géologiques	57
IX.2.2. Données hydrogéologiques	57
IX.2.2.1. Localisation des ouvrages et sources	57
IX.2.2.2. Données piézométriques	57
IX.2.2.3. Données de pompage	58
IX.2.2.4. Données des volumes prélevés	58
IX.2.2.5. Données hydrochimiques	58
IX.3. CAMPAGNE SUR LE TERRAIN	58
IX.4. METHODOLOGIE DE CONSTRUCTION DE LA CARTE	59
IX.4.1. Encodage dans une base de données	59
IX.4.2. Construction de la carte hydrogéologique	59
X. BIBLIOGRAPHIE	62
1. LISTE DES ABREVIATIONS	65
2. LISTE DES FIGURES	66
3. LISTE DES TABLEAUX	66

Avant-propos

La carte hydrogéologique de Libin – Bras s'inscrit dans le projet cartographique "Eaux souterraines" commandé et financé par le Service Public de Wallonie (S.P.W). : Direction générale opérationnelle Agriculture, Ressources naturelles et Environnement (DGO3). Quatre équipes universitaires collaborent à ce projet : les Facultés Universitaires de Namur, l'Université de Mons (Faculté Polytechnique) et l'Université de Liège (ArGEnCO-GEO³-Hydrogéologie & Sciences et Gestion de l'Environnement, ULg-Campus d'Arlon).

La carte Libin – Bras a été réalisée en 2005. Ce projet a été supervisé au sein du Département des Sciences et Gestion de l'Environnement par V. Debbaut et la carte a été réalisée par M. Bouezmarni. La conception de la *BDHYDRO* (base de données hydrogéologiques de Wallonie) connaît une perpétuelle amélioration pour aboutir à une seule base de données centralisée régulièrement mise à jour (Gogu, 2000 ; Gogu et al. 2001 ; Wojda et al., 2005).

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 nappes 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, une coupe hydrogéologique et un tableau litho-stratigraphique sont présentés.

La carte hydrogéologique de Libin – Bras est publiée gratuitement sur Internet : en version papier (fichiers PDF téléchargeables), mais aussi sous forme interactive via l'application WebGIS (<http://environnement.wallonie.be/cartosig/cartehydrogeo>).

Remerciements

La carte de l'Eodévonien de l'Ardenne et des régions voisines d'Asselberghs, (1946) en couleur et d'une très bonne qualité a été scannée et m'a été transmise par Monsieur ERIC GOEMAERE du Service géologique de Belgique. Monsieur GOEMAERE m'a également permis d'accéder aux archives hydrogéologiques disponibles au SGB et il m'a communiqué des documents bibliographiques dont j'avais fort besoin.

Monsieur ERIC URBAIN m'a accueilli à la Direction des Eaux Souterraines (DGARNE) – Service extérieur de Marche-en-Famenne et a mis à ma disposition une série de dossiers de captages d'eau souterraine. Ces données m'ont permis de compléter les informations que j'avais reçues de la Région wallonne et de mieux préparer les campagnes de terrain.

Monsieur GEORGE ARNOULD et Monsieur ALEXANDRE DEKEYSER de L'entreprise de forage Arnould, et Monsieur MOORS de la société de forage MOORS DE MARCHE ont eu l'amabilité de me transmettre de nombreuses notes de forage. Ces notes comprennent des descriptions lithologiques détaillées des terrains rencontrés, des données d'équipements de puits, des niveaux statiques des nappes et d'autres remarques intéressantes.

Madame Céline Rentier de la Direction des Eaux Souterraines (DGARNE) de la SPW, pour ses remarques pertinentes, ses suggestions judicieuses et la communication de données complémentaire.

Enfin de l'ULg, Madame Ingrid Ruthy d'ArGEnCO et Monsieur Alain Hanson du Département des Sciences et Gestion de l'Environnement-Campus d'Arlon, ont eu l'amabilité de relire le document et de proposer plusieurs améliorations intéressantes.

Que tous ceux qui, de près ou de loin, ont participé à la réalisation de cette carte soient remerciés.

I. INTRODUCTION

La planche de Libin - Bras (64/3-4) couvre une zone ardennaise située en province de Luxembourg dans le sud-est de la Belgique (Figure I-1).

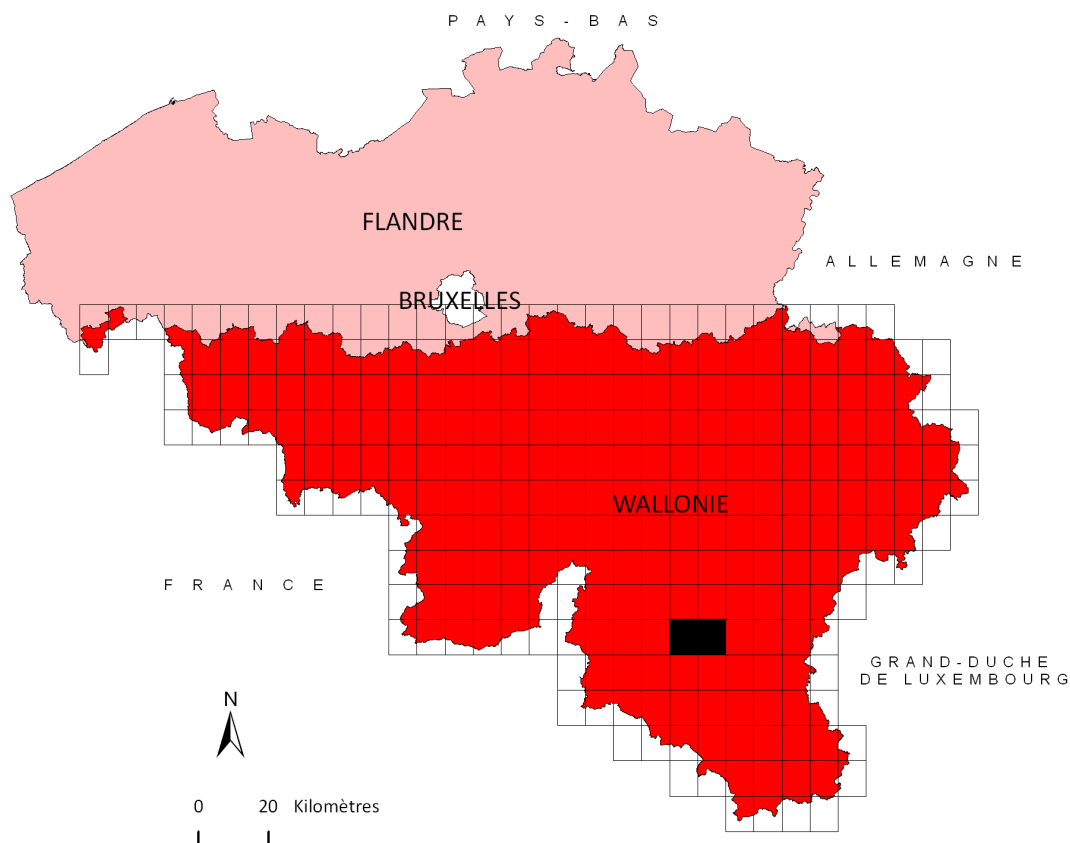


Figure I-1 : Localisation de la carte de Libin - Bras

La carte hydrogéologique de Libin - Bras a été réalisée sur base de la carte géologique de « l'Eodévonien de l'Ardenne et des régions voisines » (Asselberghs, 1946). La carte géologique dressée par Malaise (1901) n'est plus à jour, tant de point de vue de la stratigraphie que de la structure. Le fond d'Asselberghs présente l'avantage d'une vision plus détaillée et d'une description systématique de tout le Dévonien inférieur de l'Ardenne. Ainsi, le problème de continuité entre cartes hydrogéologiques voisines en Ardenne sera réduit en cas d'absence de nouvelles cartes géologiques. De plus, ce document reste une référence incontournable du Dévonien inférieur pour le nouveau programme de renouvellement de la carte géologique de la Wallonie, les subdivisions lithostratigraphiques adoptées par ce

programme correspondant assez bien à celles proposées par Asselberghs. Cette ligne de conduite facilitera dans l'avenir la mise à jour des cartes hydrogéologiques au fur et à mesure de l'évolution du programme des cartes géologiques.

Le sous-sol est composé principalement de schistes et phyllades avec des niveaux plus arénacés, ainsi que de passages gréseux (plus ou moins fréquents et d'épaisseur variables selon les assises géologiques rencontrées). Les unités stratigraphiques présentes au niveau de la carte de Libin - Bras appartiennent au Gedinnien (Lochkovien) du Dévonien inférieur qui repose en discordance sur le Revinien (Rv) du Cambrien. Le Gedinnien comprend le Gedinnien inférieur (G1) (dénommé également assise de Mondrepuis) et le Gedinnien supérieur (G2) qui est subdivisé en deux assises ou sous assises: l'assise d'Oignies (G2a) et l'assise de Saint-Hubert (G2b). Les formations géologiques sont affectées par d'importantes failles transversales. Le socle sain est recouvert par un manteau d'altération dont la puissance peut dépasser 30 m.

La partie géologique sera tout d'abord présentée dans le contexte régional du domaine calédonien et du domaine hercynien (le Dévonien inférieur en particulier). Ensuite, la description lithologique, la zone d'affleurement et l'épaisseur de chaque unité stratigraphique seront systématiquement présentées dans le cadre de la géologie locale. Enfin, un cadre structural régional et local sera dressé en s'appuyant notamment sur les travaux de Beugnies (1983).

Le potentiel hydrogéologique des différentes assises géologiques sera déterminé principalement par la fréquence et l'épaisseur des niveaux gréseux fissurés ainsi que les zones de fractures (failles et diaclases). Le manteau d'altération représente également un niveau aquifère intéressant, mais sujet à l'influence des précipitations à cause de sa faible capacité d'emmagasinement.

D'autres aspects comme l'hydrochimie, l'exploitation des nappes et les paramètres d'écoulement seront également discutés dans ce livret explicatif.

Enfin, la méthodologie suivie pour l'élaboration du projet ainsi qu'une présentation de la carte hydrogéologique seront exposées à la fin de cette notice.

II. CADRE GÉOGRAPHIQUE, GÉOMORPHOLOGIQUE ET HYDROGRAPHIQUE

La carte hydrogéologique de Libin-Bras (64/3-4) couvre une partie de l'Ardenne centrale situé en province de Luxembourg. C'est l'une des régions les plus élevées de la Belgique avec une altitude moyenne de 475 m. Le relief est formé de vastes plateaux largement ondulés et vallonnés. Quelques hautes collines boisées, culminant jusqu'à plus de 560 m d'altitude tel le Massif de Serpont, émergent dans le paysage. Les niveaux les plus bas sont situés dans les vallées respectives de la Lesse et de la Lomme à des altitudes proches de 340 m.

A l'ouest de la ligne de partage des eaux, entre le bassin de la Lomme et de celui de la Lesse, s'étend un plateau largement ondulé, découpé par la Lesse et ses affluents. Le plateau est occupé en grande partie par l'agriculture. Les vallées qui séparent ces plateaux sont parfois fortement encaissées comme au sud-ouest de Glaireuse. A l'est de cette crête de partage, se dresse un plateau forestier dont le sol est souvent caillouteux (Avril, 1961). La Lomme, le ruisseau de Serpont et d'autres affluents moins importants y ont entaillé des vallées bien incisées avec parfois des pentes très raides. A l'extrême est de la carte, entre Vesqueville et Seviscourt en passant par Bras, s'étale une zone relativement plane couverte par un sol peu caillouteux (Avril, 1961). La zone est creusée de larges dépressions formant les têtes de vallées de Leupont, de la Lomme et du ruisseau de Freux.

Les vallées sont principalement orientées nord-sud dans le sens perpendiculaire à la direction du feuilletage des schistes. Les reliefs contrastés avec la profondeur des vallées ainsi que les vastes forêts, contribuent au caractère rude et attrayant du paysage de la région.

La population, très dispersée, est répartie en petites agglomérations ou en habitations isolées. Les principales localités, comme Libin, Ochamps, Vesqueville, Bras, Anloy et Hatrival, sont situées au niveau des vallées près des cours d'eau et des sources. Elles sont reliées par un réseau de routes peu dense tel que la N89, la N40, la N808 et raccordées au réseau autoroutier par la E411.

On distingue trois principaux bassins hydrographiques sur la carte de Libin-Bras (Figure II-1). Tout d'abord le bassin de la Lesse, qui occupe la majeure partie de la carte, est subdivisé en deux sous-bassins: la Lomme et la Lesse en amont de la confluence avec la Lomme. Ensuite, le bassin de l'Ourthe qui est représenté par sa composante occidentale (Ourthe

occidentale) à l'est de la carte. Enfin, le bassin de la Semois qui n'est présent que par une petite extension du bassin de la Vierre au sud-est de la carte.

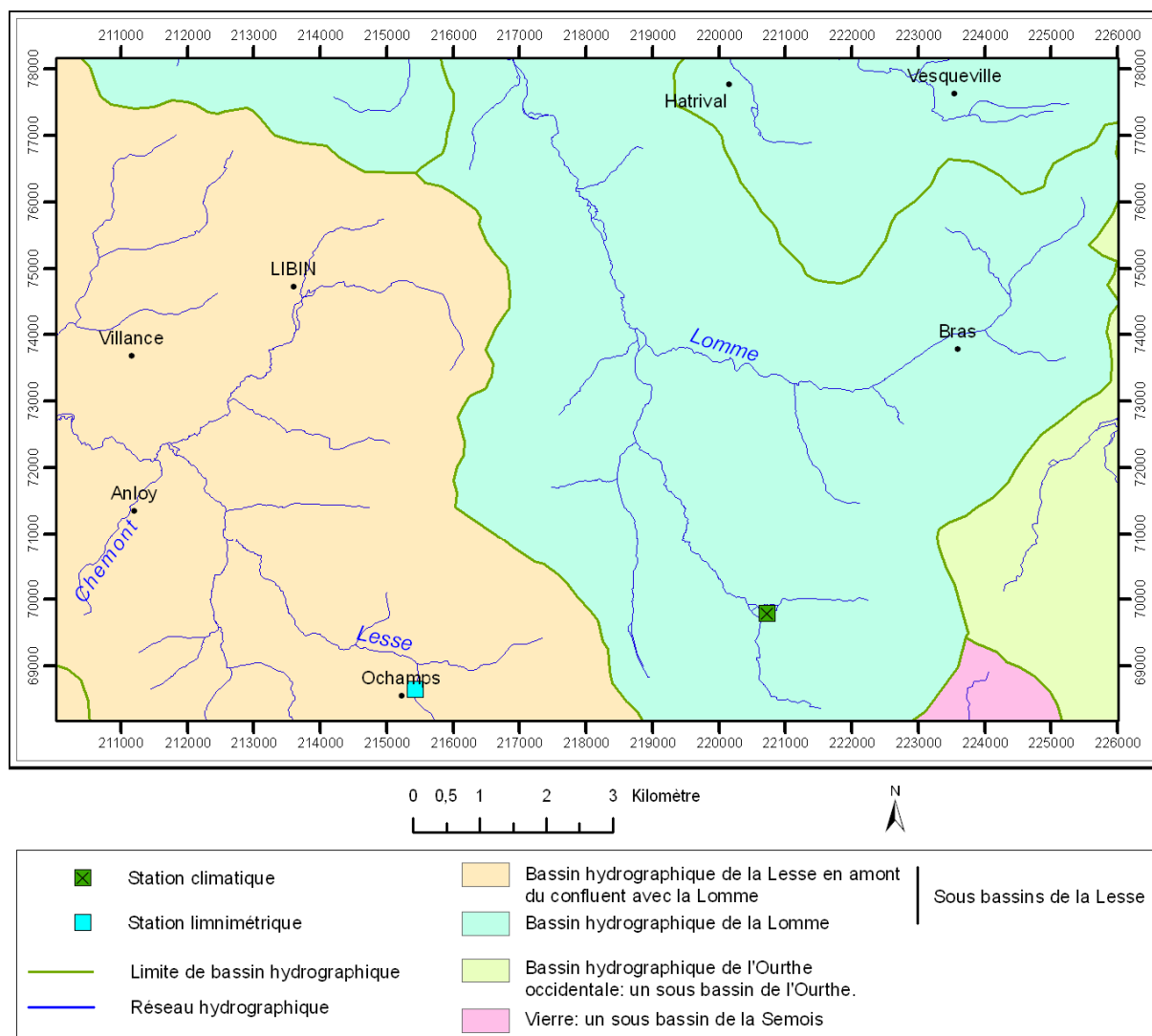


Figure II-1 : Bassins et réseau hydrographique sur la carte de Libin-Bras 64/3-4

II.1. LE BASSIN DE LA LESSE

Les eaux de surface sur la planche de Libin-Bras alimentent principalement la Lesse et la Lomme. Celles-ci prennent naissance respectivement au sud d'Ochamps (hors carte) et à l'extrême est de la carte. L'altitude de la crête de partage des eaux, séparant les deux bassins hydrographiques, diminue progressivement au fur et à mesure que l'on s'éloigne de la zone des sources. Les deux bassins se rejoignent plus en aval (hors de la carte) pour alimenter la Lesse proprement dite qui termine son parcours dans la Meuse.

II.1.1. La Lesse en amont de la confluence avec la Lomme

Le bassin versant de la Lesse en amont de la confluence avec la Lomme occupe presque toute la moitié ouest de la carte de Libin-Bras (Figure II-1). La Lesse prend naissance à quelques km au sud d'Ochamps. Sa section ne dépasse pas 1 mètre de large à son entrée sur la planche et passe à environ 3 mètres à sa sortie, avec une pente d'environ 1 % d'amont en aval. Ses affluents, dont les principaux sont situés en rive droite, lui assurent un débit assez soutenu, surtout en période pluvieuse ou de fonte de neige. Cependant, les mesures limnimétriques à la station d'Ochamps (Figure II-2) montrent un débit très variable à la source, avec de très faibles valeurs en été (période d'étiage).

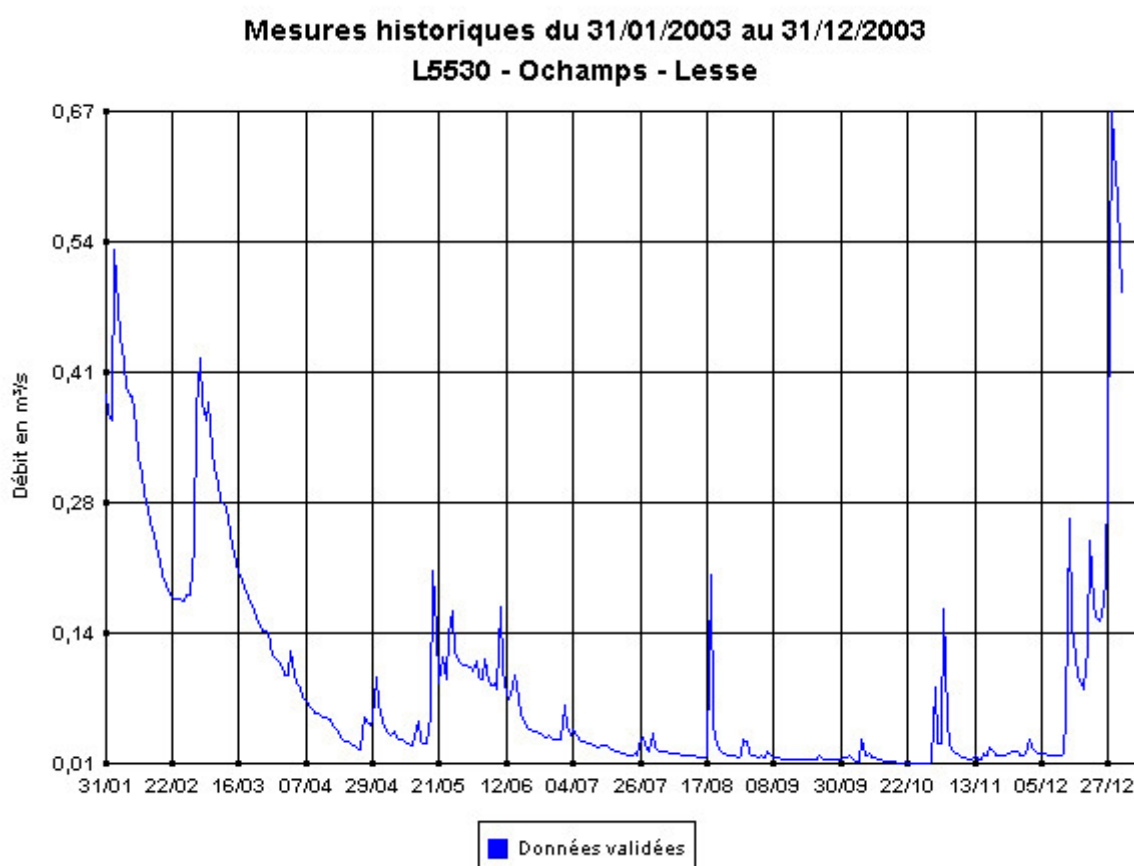


Figure II-2 : Evolution des débits de la Lesse au niveau de la station limnimétrique d'Ochamps durant l'année 2003. (Source: <http://mrw.wallonie.be/dgrne/aqualim/aqualim>)

II.1.2. La Lomme

Le bassin hydrographique de la Lomme occupe un peu plus de la moitié de la carte de Libin-Bras. La trajectoire de la rivière forme un arc de cercle. La Lomme est tout d'abord dirigée vers le sud-est depuis sa source jusqu'au sud-ouest de Bras. Elle se redresse ensuite vers le nord-ouest jusqu'à sa confluence avec le ruisseau de Serpont où elle prend une trajectoire

vers le NNO. A sa sortie de la planche, sa section fait 3 à 4 mètres de largeur avec une vallée encaissée. Les sols sont généralement humides le long de la Lomme et surtout du ruisseau de Serpont, et sujets aux inondations (Avril, 1961).

Etant intimement lié aux précipitations, le débit de la Lomme est fortement variable mais assez soutenu même pendant les périodes sèches.

II.2. LE BASSIN DE L'OURTHE

Le bassin hydrographique de l'Ourthe est représenté sur la planche par le bassin de l'Ourthe occidentale. Il couvre une zone très étroite à l'extrême est de la carte qui va en s'élargissant nettement vers le sud (Figure II-1). L'Ourthe y draine une superficie de quelques centaines d'hectares dans la région de Seviscourt et d'Ourt grâce aux ruisseaux de Freux et d'Ourt.

II.3. LE BASSIN DE LA SEMOIS (VIERRE)

Le bassin de la Semois n'est représenté que par une tête de vallée du bassin de la Vierre située au sud-ouest d'Ourt (Figure II-1).

III. CADRE GÉOLOGIQUE ET STRUCTURAL

Le cadre géologique sera illustré dans un premier temps à l'échelle régionale de la zone anticlinale de l'Ardenne avant de présenter, plus en détail, la géologie locale au niveau de la planche Libin – Bras.

III.1. CADRE GÉOLOGIQUE RÉGIONAL

Le territoire wallon est la résultante d'une succession de phases sédimentaires, d'érosions et de déformations qui peuvent être réparties en trois domaines : calédonien, hercynien et méso-cénozoïque. Etant donné que le domaine méso-cénozoïque n'affecte que peu ou pas la région couverte par la carte de Libin-Bras, seuls les domaines calédonien et hercynien seront développés ici. Il en va de même pour le domaine hercynien pour lequel seul le Dévonien inférieur sera considéré.

III.1.1. Domaine calédonien

Ce domaine renferme des roches sédimentaires déposées pendant le Cambrien, le Silurien et l'Ordovicien. Ce sont essentiellement des schistes ou phyllades avec des niveaux de grès, de quartzites et de quartzophyllades. Ces roches sont issues de dépôts détritiques terrigènes ayant été déformés (plissements et failles) lors de l'orogénèse calédonienne vers la fin du Silurien. Lors de cette déformation, des roches ignées ont pu s'injecter. A la fin de l'orogénèse calédonienne, les massifs ardennais ont été érodés donnant naissance à une pénéplaine en pente vers le sud. Après avoir subi l'orogénèse hercynienne et l'érosion post-hercynienne, le socle calédonien affleure en Wallonie dans une série de massifs qui forment le cœur des zones anticlinales principales. On rencontre du nord au sud, le Massif du Brabant, la Bande Calédonienne du Condroz, les massifs de Stavelot, Rocroi, Serpont et Givonne (Figure III-1).

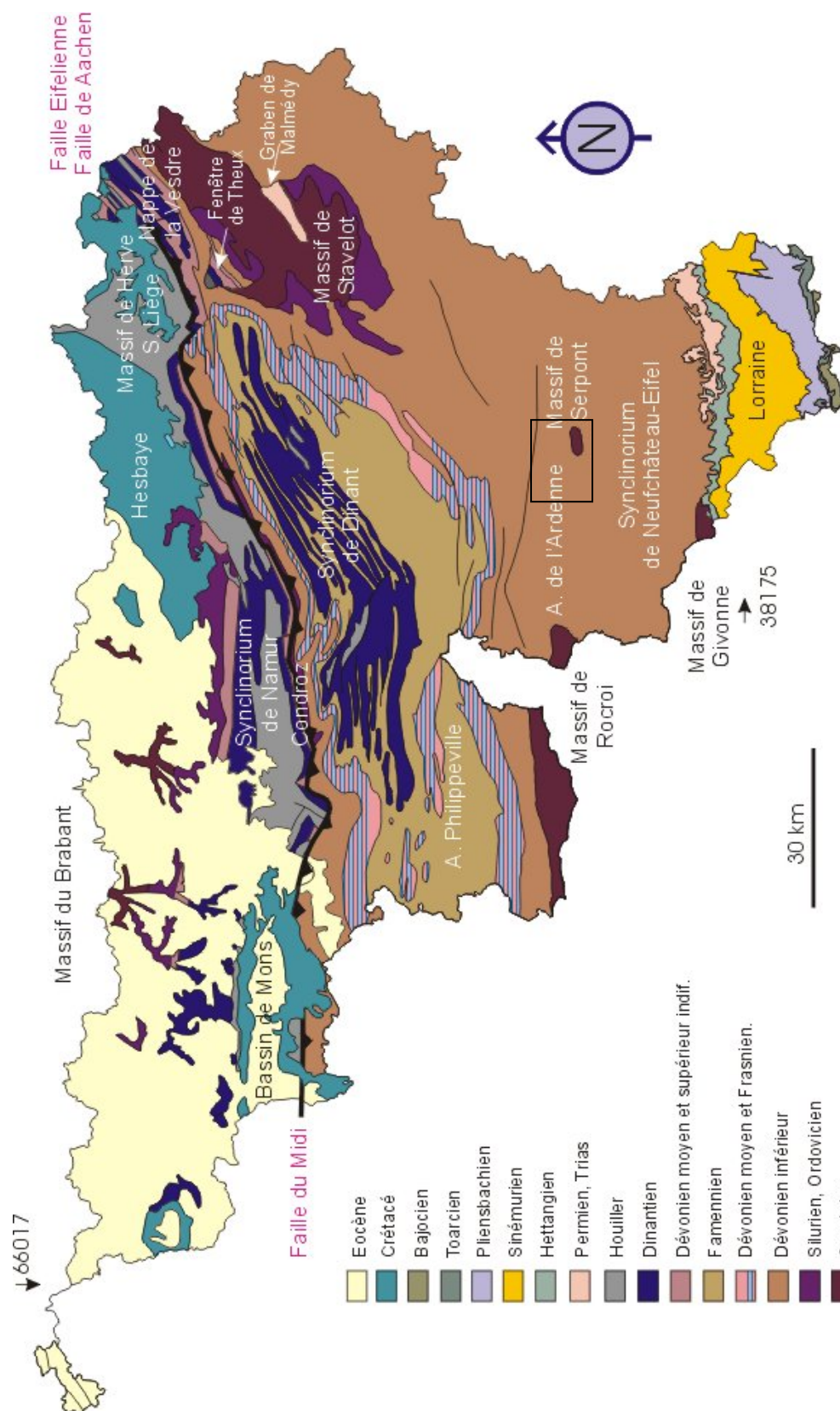


Figure III-1 : Le cadre géologique et structural de la Wallonie avec la localisation de la carte de Libin-Bras encadrée (64/3-4), (Boulvain et Pingot, 2004).

III.1.2. Domaine hercynien

Le domaine hercynien est marqué par l'envahissement de la pénéplaine épicalédonienne par la mer et le dépôt d'une nouvelle série sédimentaire en discordance sur le socle calédonien. La transgression marine s'est opérée progressivement à partir du sud, ainsi les dépôts ont été de moins en moins complets vers le nord. Cette série sédimentaire est majoritairement constituée de produits terrigènes sablo-argileux devenant des grès et des schistes, avec deux épisodes calcaires, au Dévonien moyen et au Carbonifère inférieur (Dinantien) (Belliere et Groessens, 2005).

Cet ensemble sédimentaire a subi de profondes déformations (plis et failles) lors de l'orogénèse hercynienne qui a donné naissance aux structures synclinales et anticlinales que l'on connaît aujourd'hui. Les principales structures tectoniques connues en Wallonie sont, du nord vers le sud : le Massif du Brabant, le Synclinorium de Namur, la Bande Calédonienne du Condroz, le Synclinorium de Dinant, la zone anticlinale de l'Ardenne, le Synclinorium de Neufchâteau et l'anticlinal de Givonne (Figure III-1). La région de Libin-Bras est située dans la zone anticlinale de l'Ardenne. Les terrains du domaine hercynien ont été affectés par d'importantes failles longitudinales.

III.1.2.1. Dévonien inférieur

Le découpage lithostratigraphique des terrains du Dévonien inférieur a été revu par la Commission nationale de Stratigraphie du Dévonien (Godefroid et *al.*, 1994). Le Dévonien inférieur comprend le Lochkovien, le Praguien et l'Emsien qui correspondent respectivement au Gedinnien, au Siegenien et à l'Emsien dans l'ancienne nomenclature.

Le Dévonien inférieur est composé entièrement de roches terrigènes phylladeuses ou siliceuses (Asselberghs, 1946). La proportion des roches gréseuses, par rapport aux autres roches, est toujours plus forte dans les faciès septentrionaux. Cependant, même dans les assises les plus riches, telles que le Siegenien inférieur et l'Emsien inférieur, les roches gréseuses sont généralement moins abondantes que les roches schisteuses. Les faciès terrigènes sont arénacés, voire conglomératiques dans la partie septentrionale du Synclinorium de Dinant, alors que plus au sud, les faciès pélitiques sont dominants.

L'épaisseur des formations dévoniennes et particulièrement du Dévonien inférieur, augmente vers le sud et vers l'ouest. Elle est de l'ordre de 1,3 km au nord du Synclinorium de Dinant, passe à 3,1 km au bord sud pour atteindre 4,5 km dans le Synclinorium de Neufchâteau (Figure III-2). Ce phénomène s'expliquerait, d'après Boulvain et Pingot (2004), par le jeu plus

ou moins continu de failles normales provoquant l'approfondissement du bassin vers le sud, en contexte d'extension crustale modérée.

Avec plus de 5500 km² de superficie, les terrains du Dévonien inférieur couvrent une grande partie de la Wallonie. Ils affleurent, en Ardenne, sur une bande qui s'élargit d'ouest vers l'est, limitée au sud par les formations mésozoïques de la Lorraine belge, au nord par les terrains du Dévonien moyen ou supérieur du Synclinorium de Dinant.

Les successions stratigraphiques et les descriptions lithologiques du Dévonien inférieur au bord sud du Synclinorium de Dinant et dans le Synclinorium de Neufchâteau sont brièvement reprises ici d'après Boulvain et Pingot (2004).

III.1.2.1.1 Gedinnien ou Lochkovien

Le Lochkovien-Pridolien qui est transgressif sur les formations cambriennes et siluriennes, est constitué principalement de formations terrigènes. Cette transgression s'est opérée du SO vers le NE en deux étapes, interrompues par une brève régression vers le sommet du Lochkovien inférieur (Steemans, 1989). Au bord sud du Synclinorium de Dinant, la sédimentation débute par un conglomérat de base supportant des grès "arkosiques"¹ ou quartzitiques. Au dessus, la Formation de Mondrepuis est constituée de schistes bleutés, souvent fossilifères et d'origine marine (Calcaire de Naux dans le Synclinorium de Neufchâteau). Ensuite, la Formation d'Oignies est caractérisée par des séquences grès-siltites-shales bariolées vert-rouge, correspondant à la progradation répétée d'un système alluvial sur une plaine côtière. Enfin, la Formation de Saint-Hubert montre des shales et des quartzites verts à gris-vert.

¹ Les termes arkose et grès arkosique ont été largement utilisés dans le passé pour décrire des grès contenant des amas de kaolin qui ont été interprétés comme des résidus de feldspath. En réalité, le contenu en feldspath de ces roches n'a jamais été mis en évidence pour une telle dénomination. Ces termes sont utilisés dans le texte, mais entre guillemets.

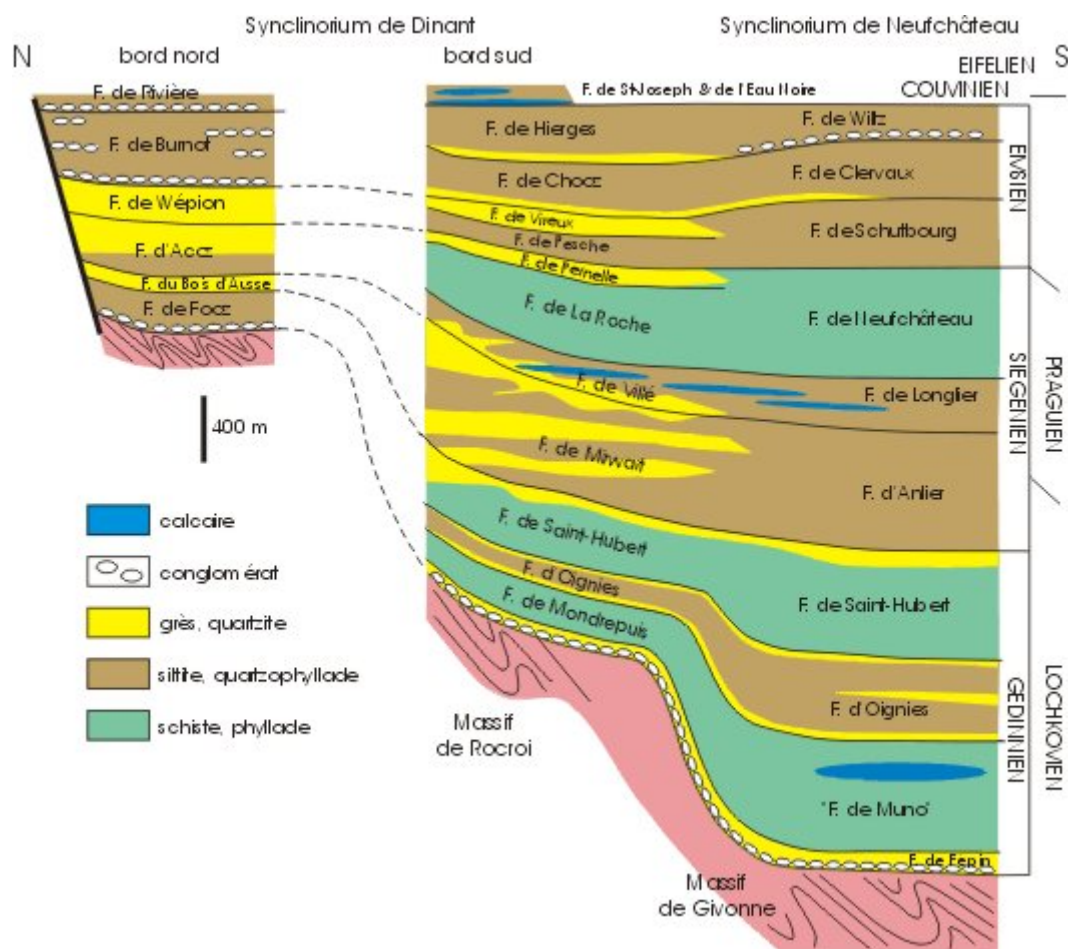


Figure III-2 : Transect nord-sud dans les Synclinoria de Dinant et de Neufchâteau, durant le dépôt du Dévonien Inférieur (Boulvain et Pingot, 2004)

III.1.2.1.2 Siegenien ou Praguien

La transgression éo-dévonienne atteint son extension maximale au Praguien moyen (anciennement Siegenien). Dans le Synclinorium de Neufchâteau et au bord sud du Synclinorium de Dinant, la sédimentation praguienne débute par d'épaisses séquences de grès, quartzites verdâtres, bleus, blanchâtres, composant la Formation de Mirwart (vers le sommet de l'unité, on observe des shales noirs à lamines gréseuses ou "quartzophyllades"). Ensuite, la Formation de Villé se caractérise par des quartzophyllades bleu foncé et des grès bleuâtres carbonatés, souvent cariés. La Formation de Villé est surmontée par la Formation de La Roche, très monotone, constituée de phyllades bleu sombre.

III.1.2.1.3 Emsien

Les formations emsiennes du bord sud du Synclinorium de Dinant et du Synclinorium de Neufchâteau sont constituées d'une alternance de schistes et grès rouges et verts. D'abord

transgressif sur le Praguien, l'Emsien affiche rapidement des caractères régressifs qui vont s'amplifier jusqu'à la fin du Dévonien inférieur.

III.2. GÉOLOGIE SUR LA PLANCHE DE LIBIN - BRAS

La planche de Libin-Bras est située dans la zone anticlinale de l'Ardenne (Figure III-1). Elle couvre des terrains du Dévonien inférieur reposant directement en discordance sur des terrains cambriens. Le socle calédonien qui forme le Massif de Serpont est entouré par une couverture hercynienne plissée et faillée appartenant au Gedinnien. Les subdivisions stratigraphiques, les descriptions lithologiques, les affleurements et les épaisseurs des différentes couches géologiques seront brièvement présentés. La géologie des terrains du Dévonien inférieur sera basée essentiellement sur la carte de l'Eodévonien de l'Ardenne et des régions voisines (Asselberghs, 1946). Pour plus d'informations, le lecteur est renvoyé à cette référence.

III.2.1. Paléozoïque

III.2.1.1. Revinien (Rv)

Le socle calédonien du Massif de Serpont est d'âge Cambrien, appartenant principalement au Groupe de Revin et partiellement au Groupe de Salm (Beugnies, 1960; Geukens et Richter, 1962).

Le Revinien (Rv) est constitué principalement de quartzophyllades et de quartzites, (Beugnies, 1960). D'après les sondages de Bras, traversant le Revinien du Massif de Serpont, la composition lithologique des terrains rencontrés est relativement constante. Elle est essentiellement représentée par des quartzophyllades souvent très finement lités, passant à des quartzites grisâtres en bancs minces (Gulinck et Geukens, 1952). Par ailleurs, d'autres observations ont été notées par la société de forage Arnould de Framont lors de l'exécution du puits dénommé "*RÉSIDENTE WARINSART - PUIITS 2 A BRAS*" au niveau du Massif de Serpont. Elles décrivent principalement une couche d'argile multicolore de 36 m d'épaisseur surmontant une couche sablo-gréseuse qui a été notée jusqu'au moins 48 m du sol (profondeur du puits).

Des sulfures, de la pyrite et surtout de la pyrrhotite sont fréquemment observés dans les terrains du Revinien. La pyrrhotite est présente sous forme de grains brillants, solubles dans HCl à froid, avec dégagement de H₂S. Elle se retrouve sur toute l'épaisseur de nombreux sondages, avec des proportions variables pouvant atteindre localement 9% de la roche. Les

teneurs relativement élevées de la pyrrhotite sont probablement à l'origine des fortes anomalies magnétiques observées dans la région du Massif de Serpont (Gulinck et Geukens, 1952). La teneur en pyrite est notablement inférieure à celle de la pyrrhotite. En affleurement, la pyrrhotite est altérée, échappant par conséquent à l'observation en surface.

Sur la carte de Libin-Bras, les terrains du socle calédonien affleurent dans le Massif de Serpont. Les contours du massif ne sont pas précis. Ils sont simplement déduits de la zone non cartographiée de la carte de l'Eodévonien de l'Ardenne et des régions voisines (Asselberghs, 1946). Il faut souligner que la structure de la bordure sud du massif est plus complexe et intensément faillée, répétant le contact Gedinnien inférieur/Revinien à plusieurs reprises. L'épaisseur du Revinien est estimée à plus de 1 km par Beugnies (1960).

III.2.1.2. Dévonien inférieur

En dehors du Massif de Serpont et certaines vallées couvertes d'alluvions, l'entièreté de la planche est occupée par les terrains gedinniens du Dévonien inférieur. La correspondance entre les anciennes (Asselberghs, 1946) et les nouvelles (Godefroid et *al.*, 1994) nomenclatures du Dévonien inférieur dans le bassin de Neufchâteau-Eifel est donnée dans le Tableau III.1.

ERE	SYSTEME	SERIE	ETAGE		ASSISE	FORMATION
			Asselberghs (1946)	Godefroid (1994)	Asselberghs (1946)	Godefroid (1994)
PALEOZOÏQUE	DEVONIEN	INFÉRIEUR	EMSIEN	EMSIEN	SUPERIEUR (E3)	HIERGES (HIE)
					MOYEN (E2)	CHOOZ (CHO)
					INFÉRIEUR (E1)	PESCHE (PES)
			SIEGENIEN	PRAGUIEN	SUPERIEUR (S3)	LA ROCHE (LAR)
					MOYEN (S2)	VILLE (VIL)
					INFÉRIEUR (S1)	MIRWART (MIR)
			GEDINNIEN	LOCHKOVIEN	SAINT-HUBERT (G2b)	SAINT-HUBERT (STH)
					OIGNIES (G2a)	OIGNIES (OIG)
					MONDREPUITS (G1)	MONDREPUITS (MON)

Tableau III.1: Correspondance entre les anciennes (Asselberghs, 1946) et les nouvelles (Godefroid et *al.*, 1994) nomenclatures du Dévonien inférieur dans le bassin de Neufchâteau-Eifel.

III.2.1.2.1 Le Gedinnien inférieur (G1) : assise de Mondrepuis (MON)

Le Gedinnien inférieur (G1) ou l'assise de Mondrepuis correspond à la Formation de Mondrepuis (MON).

La base du Gedinnien inférieur (G1) est disposée en discordance sur le Cambrien. Les contours de ce contact ne sont pas précis sur la carte de l'Eodévonien de l'Ardenne et des régions voisines tracée par Asselberghs (1946). Le G1 est formé d'un complexe "arkosique" localement conglomératique qui est réduit à une quinzaine de mètres autour du Massif de Serpont (Asselberghs, 1946). Sa base est surmontée par la Formation des phyllades de Levrézy, uniquement représentée dans l'unité d'Opont². Dans la zone périantyclinale du Massif de Serpont, la Formation des phyllades de Levrézy est réduite à une cinquantaine de mètres de quartzite blanc alternant avec des quartzophyllades gris sombre (Beugnies, 1985).

Le Gedinnien inférieur forme au nord, à l'est et au sud du Massif cambrien de Serpont une bande large de 1 km en moyenne. A l'ouest, l'assise s'étend dans cette direction sur 8 à 9 km et couvre une zone large d'environ 3,5 km mais qui va en se rétrécissant vers l'ouest. A Anloy, où elle disparaît, elle n'a plus que 1500 m. Vers le sud, son extension est limitée par la faille d'Opont (Asselberghs, 1946).

La puissance du Gedinnien inférieur autour du Massif de Serpont est de 200 m au nord et de 450 m au sud. Elle augmente vers le sud et vers l'ouest pouvant atteindre 715 m au sud du Massif de Rocroi selon Asselberghs (1946).

III.2.1.2.2 Le Gedinnien supérieur (G2)

Le Gedinnien supérieur est divisé en deux assises (ou sous-assises): assise d'Oignies qui représente l'assise inférieure, l'assise supérieure est dénommée assise de Saint Hubert.

Assise d'Oignies (G2a)

L'assise d'Oignies dans la version d'Asselberghs (1946) correspond à la Formation d'Oignies (OIG) dans la nouvelle nomenclature (Tableau III.1).

² Beugnies (1985) distingue trois unités tectoniques séparées par la faille de Vencimont et la faille d'Opont (voir Figure III-3): l'unité de Saint-Hubert au N de la faille de Vencimont, l'unité d'Opont entre la faille de Vencimont et la faille d'Opont et l'unité de Carlsbourg au S de la faille d'Opont.

Elle est formée principalement de schistes et de phyllades bigarrés et diversement colorés. L'assise renferme également des "arkoses" et des quartzites. Dans sa partie supérieure, ce sont le plus souvent des bancs isolés de quartzites. Dans sa partie inférieure, ces bancs sont plus fréquents et plus puissants. On y observe plus particulièrement plusieurs niveaux "d'arkose" avec quartzites et roches poudinguiformes qui peuvent atteindre 30 m de puissance. "Arkose" et quartzites sont souvent lenticulaires et présentent une stratification croisée (Asselberghs, 1946). Le G2a, situé au nord du Massif de Serpont, comprend deux gros bancs de quartzites grossiers séparés par un banc de phyllade (Delmer et Graulich, 1967). Dans la région d'Anloy, les descriptions des sondages montrent que les bancs de quartzites sont rares (Graulich, 1968). Toutefois, un des sondages a recoupé un gros banc de 12 m de puissance de grès quartzitique grossier.

Au niveau de la carte de Libin-Bras, l'assise d'Oignies n'affleure que dans l'unité d'Opont, cernée par la faille de Vencimont au nord et la faille d'Opont au sud. Elle contourne l'assise du Gedinnien inférieur (G1) sauf au sud où la faille d'Opont met directement l'assise de Mondrepuis en contact avec l'assise de Saint Hubert. L'assise d'Oignies affleure principalement au nord de Bras sur une bande large de 4 km, qui s'élargit à 6 km à l'ouest de la Lomme. Cette bande d'affleurement se dédouble au niveau du méridien de Libin par un axe synclinal où affleure l'assise de Saint-Hubert.

Asselberghs (1946) estime l'épaisseur de l'assise d'Oignies à 600 m à Transinne et à 450 m à l'est de Serpont.

Assise de Saint-Hubert (G2b)

L'assise de Saint-Hubert (G2b) est l'équivalent de la Formation de Saint-Hubert (STH) dans la nomenclature actuelle des subdivisions du Dévonien inférieur (Godefroid et *al.*, 1994).

Elle est caractérisée par un ensemble de schistes et de phyllades gris verts et verts, de quartzites, de quartzophyllades, de psammites, de quartzites verdâtres, gris ou verts. L'abondance des paillettes de micas dans toutes les roches est caractéristique. Des quartzites à ciments calcaireux (5 à 10 % de calcite) ont été notés par Asselberghs (1946) à Ochamps et au sud de Saint-Hubert sur la carte et à Paliseul, à Remagne et à Poix Saint-Hubert hors de la carte.

L'assise de Saint-Hubert affleure au nord de la faille de Vencimont, au sud de la faille d'Opont et à l'est du méridien de Libin.

Sa puissance a été estimée par Asselberghs (1946) à 600 à 800 m au sud du Cambrien de Serpont et environ 400 m au nord de l'anticlinal de l'Ardenne.

III.2.2. Cénozoïque

Au niveau de la carte Libin-Bras, le Cénozoïque est représenté principalement par des alluvions modernes le long des cours d'eau. Les principales vallées sont relativement profondes et étroites avec des pentes ne permettant pas le développement d'épaisses couches alluviales.

III.3. CADRE STRUCTURAL

Pour le cadre structural, la carte géologique de l'Eodévonien de l'Ardenne et des régions voisines (Asselberghs, 1946) présente de sérieuses lacunes. Pour apporter un supplément d'information sur la tectonique de la région, le chapitre se basera sur les travaux de Beugnies (1983, 1985).

Dans la zone anticlinale de l'Ardenne, Beugnies (1985) distingue trois unités tectoniques (Figure III-3) séparées par la faille de Vencimont (Asselberghs, 1944) et la faille d'Opont (Asselberghs, 1944 ; Beugnies, 1983) :

- l'unité de Saint-Hubert au nord de la faille de Vencimont,
- l'unité d'Opont entre la faille de Vencimont et la faille d'Opont,
- l'unité de Carlsbourg au sud de la faille d'Opont.

La structure de l'ensemble de la zone anticlinale de l'Ardenne d'après Beugnies (1985) est donnée dans la Figure III-4. L'unité d'Opont est composée de deux plis droits très ouverts de direction est-ouest dont les pendages des couches varient de 10° à 40° de part et d'autre du plan axial (Figure III-5). Dans la partie nord de l'unité d'Opont, le synclinal de Redu est marqué par l'affleurement de l'assise de Saint-Hubert à l'ouest de la carte. Au sud, le Massif cambrien de Serpont marque la zone centrale de l'axe anticlinal de l'Ardenne qui relie le Massif de Rocroi situé à l'ouest et le Massif de Stavelot situé au nord-est (Figure III-1). Le pendage moyen des couches révinien est d'environ 45° avec des valeurs extrêmes de 25° à 60° (Gulinck et Geukens, 1952).

D'après Beugnies (1983), il existe deux failles bordant le Massif de Serpont ; la faille de Bras au nord et la faille de Serpont au sud. La faille de Bras fait chevaucher le Massif de Serpont sur son flanc septentrional (Figure III-5). L'élément structural dominant de l'aire anticlinale de l'Ardenne est incontestablement le cisaillement dextre de la Carbonnière-Opont, suivi sur un

parcours de 60 km, avec un rejet atteignant une ampleur de 15 à 18 km. L'unité d'Opont semble résister à une contrainte latérale en se déformant, alors que les deux autres unités se sont affaissées et sont décrochées de plusieurs kilomètres (Beugnies, 1983).

La schistosité ardoisière affecte toutes les roches pélitiques et arénopélitiques. Elle se traduit par un débit en feuillets suivant un plan oblique par rapport à la stratification. Son pendage est généralement orienté au sud ou au sud-est (Beugnies, 1983).

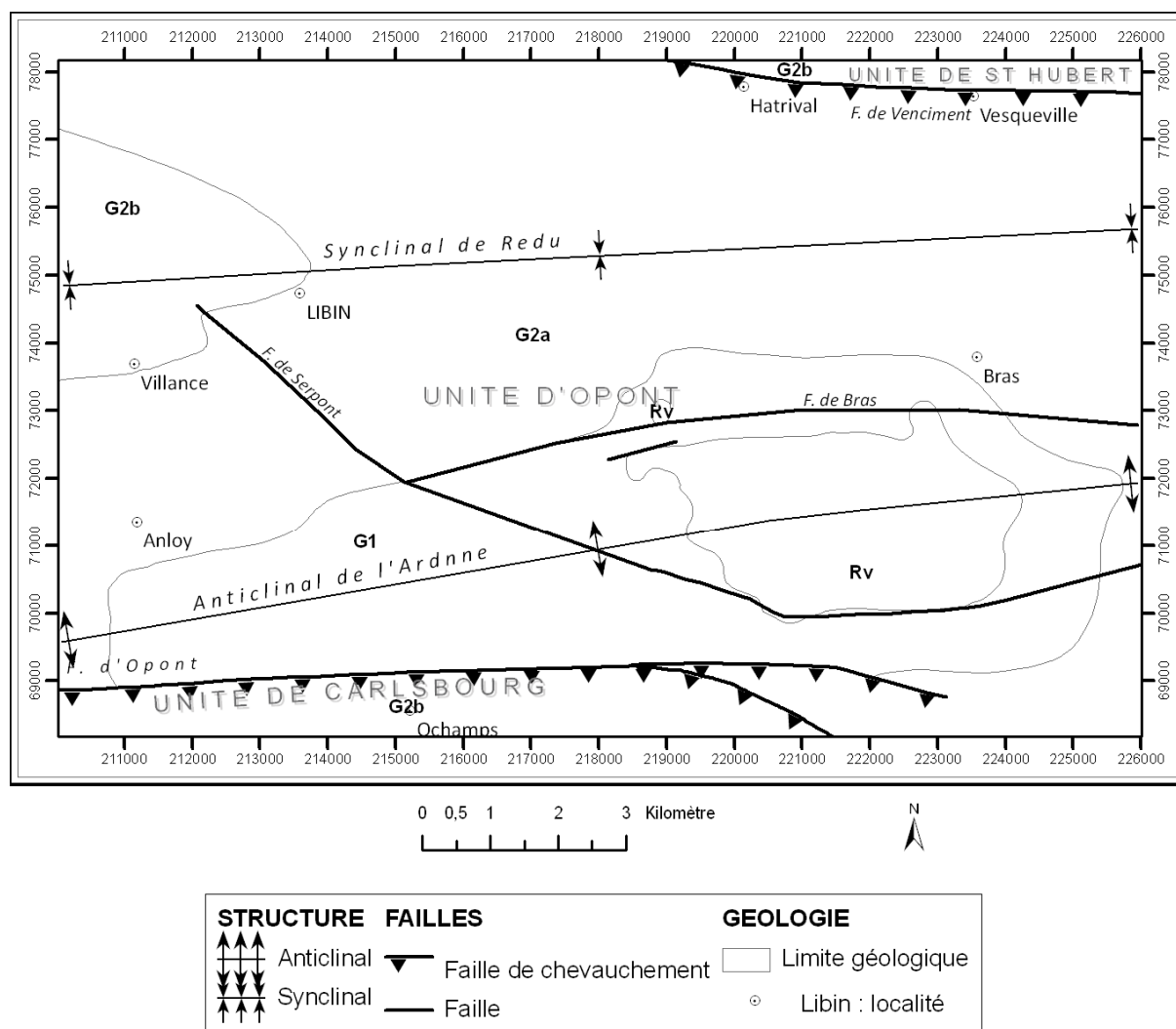


Figure III-3 : Carte des éléments structuraux³ sur la planche de Libin-Bras 64/3-4 (Asselberghs, 1946 et Beugnies, 1983).

³ Du fait du manque de repères suffisants dans le document d'origine, les localisations respectives de la faille de Serpont et Bras restent approximatives. Pour plus d'informations, le lecteur est prié de consulter la publication de Beugnies (1983).

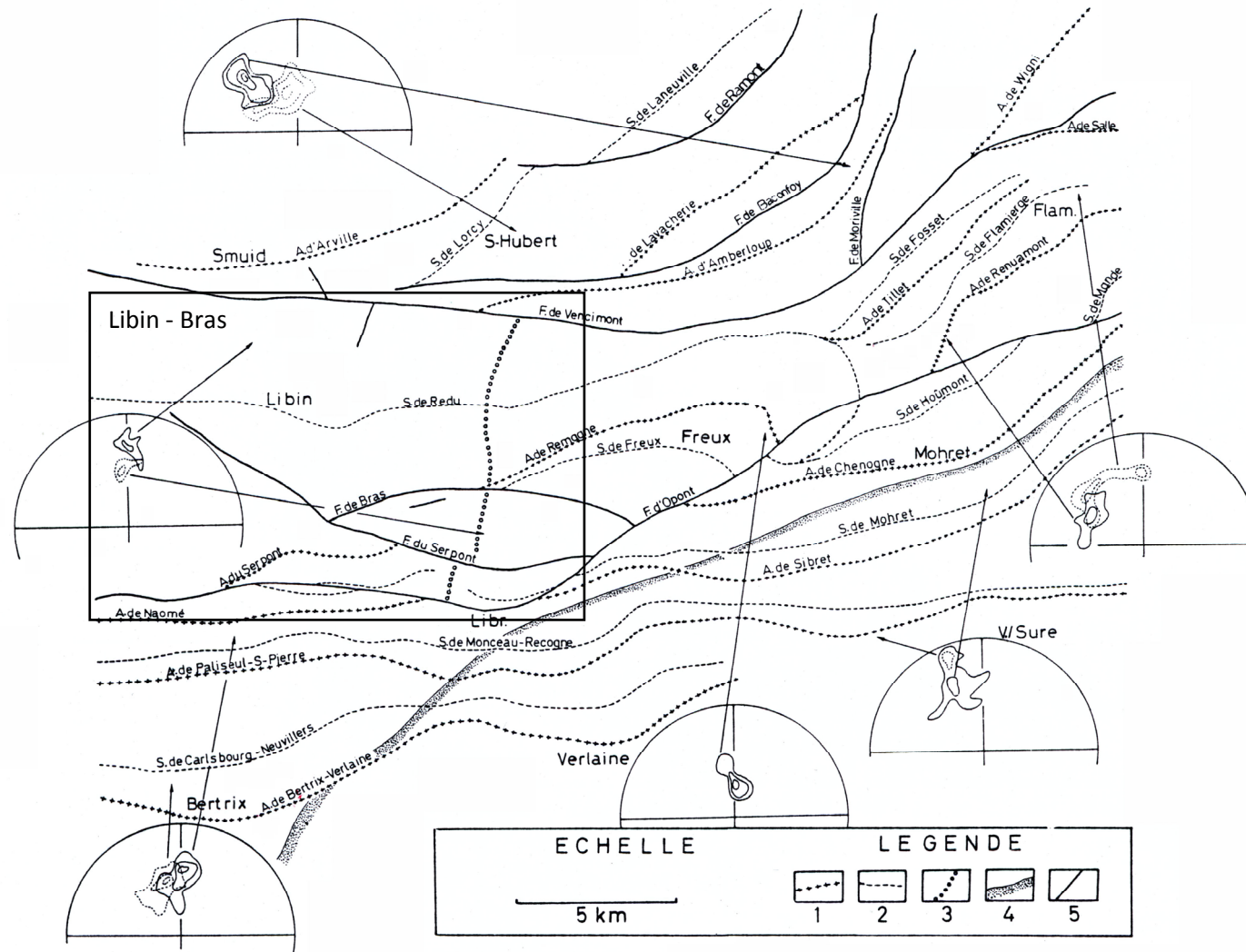


Figure III-4 : Carte des éléments structuraux de l'aire anticlinale de l'Ardenne entre le méridien de Bertrix et Mohret. 1. Axe anticlinal, 2. Axe synclinal, 3. Axe de culmination, 4. Limite septentrionale de la zone à plis déversés de l'Unité de Carlsbourg, 5 Faille (Beugnies, 1985).

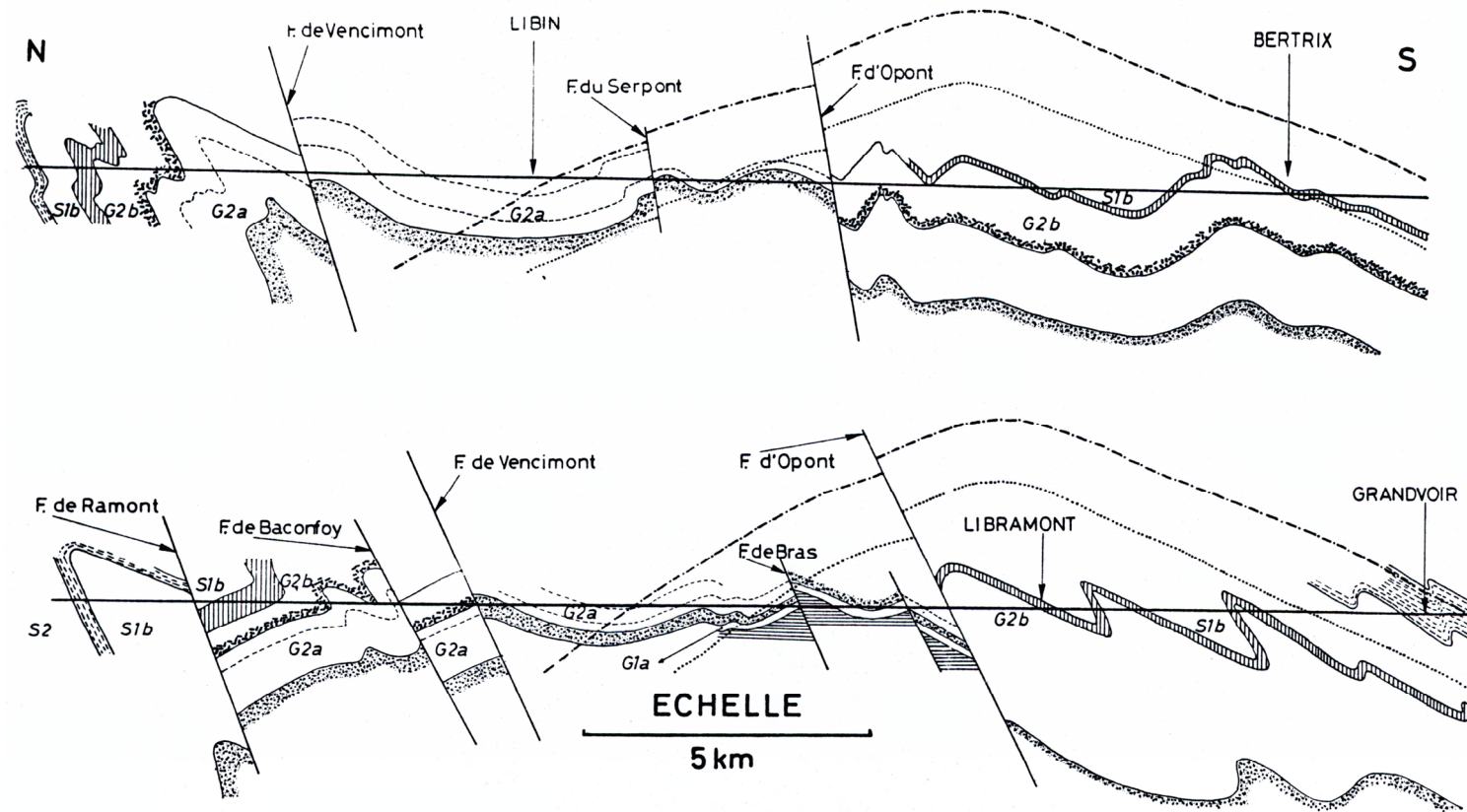


Figure III-5 : Coupes méridiennes à travers l'aire anticlinale de l'Ardenne (Beugnies, 1985). Légende : voir Figure III-4.

IV. CADRE HYDROGÉOLOGIQUE

La correspondance entre les formations géologiques et les unités hydrogéologiques est basée sur la nature lithologique. Les caractéristiques hydrogéologiques sont définies en terme de :

Aquifère : formation perméable contenant de l'eau en quantités exploitables (UNESCO – OMM, 1992);

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 (UNESCO – OMM, 1992);

Aquitard: formation semi-perméable permettant le transit de flux à très faible vitesse et rendant la couche sous jacente semi-captive (Pfannkuch, 1990).

Remarque : ces notions restent relatives et doivent s'adapter au contexte hydrogéologique.

IV.1. HYDROGÉOLOGIE RÉGIONALE

Les couches géologiques de l'Ardenne sont composées de roches dures, très plissées et fracturées. Elles sont d'âge principalement Dévonien (Lochkovien, Praguien, Emsien, Eifelien, Givétien, Frasnien et Famennien) en discordance sur les terrains calédoniens. La lithologie est constituée de schistes, de phyllades, de grès, de quartzites et de quartzophyllades. Le caractère aquifère du sous-sol dépend de la présence des roches gréseuses et quartzitiques, du degré et du colmatage des fissures, ainsi que de l'importance et de la nature lithologique du manteau d'altération.

Le contexte hydrogéologique régional du massif schisto-gréseux de l'Ardenne est caractérisé par l'existence de deux types d'aquifères presque indépendants de l'unité stratigraphique à laquelle la roche appartient : l'aquifère du manteau d'altération et l'aquifère profond.

IV.1.1. Aquifère du manteau d'altération

Une première nappe est contenue dans le manteau d'altération des formations paléozoïques. C'est un aquifère continu de type mixte⁴ dont l'épaisseur peut en certains

⁴ Un aquifère est de type mixte s'il est caractérisé à la fois par une porosité d'interstice et par une porosité de fissures. C'est le cas de l'aquifère du manteau d'altération où la porosité de pore peut être rencontrée dans les

endroits dépasser les trente mètres. La nappe est peu productive car sa capacité d'emmagasinement d'eau pluviale est faible. Elle est ainsi fortement influencée par le régime des précipitations. Ce phénomène peut provoquer un problème de tarissement en été alors que les besoins sont plus élevés en cette période de l'année. Etant libre et peu profonde, la nappe est également vulnérable face à la pollution de surface due notamment aux pratiques agricoles et à l'élevage. Par contre, ce type de nappe est très intéressant pour les besoins d'eau peu importants comme les consommations ménagères et les puits de prairies. Ces nappes sont principalement captées par drains et galeries placés en tête de vallons ou en zone d'émergence (Derycke et *al.*, 1982).

IV.1.2. Aquifère profond

A plus grande profondeur, les nappes peuvent être contenues dans les passages gréseux et quartzitiques fissurés et dans les zones de fractures. Ce sont des niveaux qui forment généralement des entités individualisées indépendantes et d'extension variable mais souvent limitée (Derycke et *al.*, 1982). Ces niveaux peuvent toutefois être localement mis en contact par des failles. Les aquifères sont de type fissuré et l'eau qu'ils contiennent est généralement sous pression. Etant profondes et de caractère captif, ces nappes sont moins soumises aux pollutions de surface. Il faut souligner néanmoins que des valeurs relativement élevées de nitrate peuvent être décelées dans certains puits sollicitant ces niveaux captifs. Les nappes sont captées généralement par des puits profonds atteignant près de 100 m. Le rendement de ces aquifères est plus important et sensiblement constant durant toute l'année par rapport aux nappes logées dans le manteau d'altération.

IV.1.3. Remarques générales

Dans les deux types d'aquifères, l'eau est douce avec généralement de faibles valeurs de pH, et est souvent ferrugineuse de par l'abondance de sulfure observée dans certains niveaux.

L'aquifère schisto-gréseux de l'Ardenne est de faible importance comparé aux aquifères calcaires, crayeux ou grés-sableux. Il n'est cependant pas négligeable puisqu'il constitue souvent la seule ressource aquifère des communes, particulièrement en Ardenne. La dispersion de la population en petites agglomérations ou en habitations isolées difficiles d'accès au réseau de distribution est un autre élément à considérer.

sables issus de l'altération des grès. La porosité de fissures peut se trouver dans les zones de fractures et dans les bancs de grès et de quartzites fissurés.

D'après Derycke et *al.* (1982), la solution idéale pour exploiter les aquifères schisto-gréseux de l'Ardenne et d'alterner les prélèvements entre les deux types d'aquifères :

- Le captage de la nappe phréatique par drains et puits peu profonds avec mise en réserve de la circulation profonde, pendant la période de hautes eaux.
- Le captage par puits profonds de la circulation souterraine captive, au moment où la nappe phréatique est asséchée et très vulnérable à la pollution de surface pendant la période d'étiage.

IV.2. HYDROGÉOLOGIE LOCALE

Le sous-sol de la région couverte par la planche de Libin-Bras 64/3-4 est composé principalement de schistes, de phyllades, de grès, de quartzites et de quartzophyllades. Les proportions de ces différentes composantes lithologiques sont très variables entre les unités géologiques présentes sur la carte et parfois entre la base et le sommet d'une même couche géologique. Par conséquent, le caractère hydrogéologique de ces formations géologiques est très difficile à définir de manière précise et tranchée. Il faut souligner, par ailleurs, que leurs potentialités hydrogéologiques dépendent très étroitement de leur degré de fissuration et d'altération.

IV.2.1. Description des principales unités hydrogéologiques

Le tableau de correspondance (Tableau IV.1) entre les unités géologiques et les unités hydrogéologiques est essentiellement basé sur la fréquence et l'épaisseur des niveaux gréseux et quartzitiques observés au sein des schistes et des phyllades. La projection, sur la carte principale au 1/25.000, des différentes unités hydrogéologiques définies nous renseigne de manière uniquement indicative sur les potentialités aquifères du sous-sol. L'utilisateur de la carte hydrogéologique doit intégrer également les zones de fissures, telles que les principales failles, ainsi que le manteau d'altération pour localiser de manière plus précise les meilleures zones productives. Les principales unités hydrogéologiques ont été définies sur base des descriptions lithologiques de Beugnies (1960) pour le socle cambrien et sur celles d'Asselberghs (1946) pour le Dévonien inférieur.

IV.2.1.1. Aquitard à niveaux aquicludes du socle cambro-silurien

Le socle cambrien du Massif de Serpont, qui est constitué de quartzophyllades et de quartzites, forme un aquitard à niveaux aquifères dans les zones fissurées et dans le manteau d'altération. Un niveau aquifère supérieur, représenté par le manteau d'altération, peut atteindre plusieurs mètres d'épaisseur. Par ailleurs, les descriptions du forage du puits

"Résidence Warinsart - Puits 2 à Bras⁵", obtenues auprès de la société de forage Arnould, montrent :

- une couche de 36 m d'argiles surmontant une couche sablo gréseuse qui s'étend jusqu'à 48 m de profondeur.
- la venue d'eau principale y est repérée à 40 m de profondeur avec un débit de 3 m³/h lors du forage.
- la nappe profonde est captive ; le niveau statique est noté à 15 m de profondeur après la fin du forage. La nappe du manteau altéré est libre.
- l'aquifère est de type fissuré en profondeur et de type mixte dans le manteau d'altération.

La zone d'alimentation correspond à la surface d'affleurement du Massif de Serpont. De plus, sous la couverture dévonienne, une alimentation complémentaire à travers la surface de discordance avec le Gedinnien inférieure n'est pas exclue.

⁵ X = 220307 et Y = 72261 (coordonnées Lambert belge 1972 en m)

ERE	SYSTEME	SERIE	ETAGE	ASSISE	LITHOLOGIE	HYDROGEOLOGIE
CENOZOÏQUE	QUATERNAIRE	SUPERIEUR			Alluvions modernes des vallées, éboulis des pentes, dépôts limoneux des pentes et limon d'altération avec débris de roches sous-jacentes. Tourbe	Aquifère alluvial
PALEOZOÏQUE	DEVONNIEN	INFERIEUR	GEDINNIEN	SAINT HUBERT (G2b)	Des schistes et des phyllades gris vert et verts, des quartzophyllades, des psammites et des quartzites verdâtres, gris ou verts. Les paillettes de mica sont très abondantes	Aquiclude du Dévonien inférieur
				OIGNIES (G2a)	Principalement des schistes et des phyllades rouges et bigarrés et diversement teintés alternant avec des "grès-arkosiques" et des quartzites	
				MONDREPUIS (G1)	Une couche arénacée et à grains grossiers à la base: conglomérat de base, suivi de grès "arkosiques" ou quartzitiques, surmontées par la Formation de Levrézy: un ensemble schisteux phylladeux bleu et gris bleu généralement quartzeux et parfois micacé	Aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur
	CAMBRIEN		REVINIEN		Schiste ou phyllade, quartzophyllade et quartzite noir veiné	Aquitard à niveaux aquicludes du socle cambro-silurien

Tableau IV.1 : Tableau de correspondance entre les couches géologiques et les unités hydrogéologiques au niveau de la carte de Libin-Bras 64/3-4

IV.2.1.2. Aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur

La base du Gedinnien inférieur (G1) (ou assise de Mondrepuis), composée de couches arénacées et à grains grossiers en discordance sur les terrains cambriens, est considérée comme aquifère. La partie supérieure du G1, formée principalement de schistes, est un aquiclude. Il est difficile de cartographier les deux niveaux, sachant toutefois que le niveau de base se trouve en contact des terrains cambriens autour du Massif de Serpont.

Faute d'informations suffisantes prouvant une continuité hydrogéologique entre les deux niveaux, l'aquifère du Gedinnien n'a pas été regroupé avec celui du Cambrien, bien qu'ils soient superposés. D'abord parce que le niveau de base du G1 n'est pas cartographié et aussi parce que l'aquifère sous-jacent ne forme pas une seule nappe mais plutôt des niveaux indépendants séparés par des phyllades.

Un autre niveau aquifère peut être localisé au contact de discordance entre le Gedinnien inférieur et le socle cambrien. D'autres ressources en eau peuvent être exploitées dans le Gedinnien inférieur au niveau du manteau d'altération.

Les données collectées auprès des entreprises de forage, indiquent que la nappe profonde est captive avec une productivité non négligeable :

- Un puits de 28,5 m de profondeur, exécuté au lieu dit "*Villa des Renards*", situé au sud-est du Massif de Serpont, montre une couche d'argile jusqu'à 10 m de profondeur surmontant une couche de grès ou quartzites fissurés. Un débit de 10 m³/h y a été noté lors du forage avec un niveau statique à 6 m de profondeur et une venue d'eau principale à 10 m.
- Un autre puits a été foré au lieu dit "*Les Pêtelles*" à l'est d'Anloy au contact entre le Gedinnien inférieur et le Gedinnien supérieur. Le puits fait 75 m de profondeur, avec des schistes et des schistes gréseux jusqu'à 45 m du niveau du sol surmontant une couche de grès d'au moins 22 m d'épaisseur. Une première venue d'eau principale est repérée à 45 m de profondeur et une deuxième venue importante est localisée entre 68 et 74 m sous le niveau du sol. Le niveau statique est mesuré à environ 8 m de profondeur et le débit d'eau à la fin du forage est de 7 m³/h.
- Un troisième puits est réalisé au lieu dit "*Château de Ronfe*" à l'est d'Ochamps au contact avec la faille d'Opont. Le puits est profond de 45 m avec une alternance de schistes altérés et de passages gréseux fissurés. Les principales venues d'eau ont été localisées entre 40 et 45 m du sol mais le niveau statique s'est stabilisé à 6 m de profondeur. Le débit qui a été mesuré à la fin du forage s'élève à 6 m³/h.

- Par ailleurs, le débit critique du puits Gerbefe⁶ (82 m de profondeur) sollicitant le Gedinnien inférieur, dépasse facilement 13,5 m³/h. Le puits est situé juste au sud-ouest du Massif de Serpont au contact entre le Cambrien et le Gedinnien inférieur.

L'alimentation de l'aquifère profond du Gedinnien inférieur a lieu de manière préférentielle au niveau des zones de fissures telles que les failles d'Opont, de Serpont et de Bras et sur toute la surface d'affleurement pour le manteau d'altération.

IV.2.1.3. Aquiclude du Dévonien inférieur

Les assises d'Oignies (G2a) et de Saint-Hubert (G2b) du Gedinnien supérieur ont été groupées en une seule unité hydrogéologique. Il s'agit d'un aquiclude formé essentiellement de schistes et de phyllades, avec de rares niveaux aquifères dans les passages de "grès arkosiques", ainsi que dans les zones de fissures notamment au niveau des failles de Vencimont, d'Opont et de Serpont. Il faut noter toutefois que même si les failles sont potentiellement aquifères, dans le contexte géologique, elles peuvent être comblées d'argiles ; principal produit d'altération des schistes et des phyllades. Le manteau d'altération du Gedinnien supérieur peut constituer une autre forme d'aquifère qui s'étend sur la majeure partie de la planche. Cependant, le produit d'altération essentiellement argileux ne permet pas un rendement important des nappes phréatiques. Les puits sollicitant le Gedinnien supérieur sont généralement peu productifs mais certains peuvent s'avérer relativement intéressants. Un puits foré jusqu'à 84 m de profondeur à Hatrival ne donne qu'à peine 1,4 m³/h de débit lors du forage. Un autre puits a été foré jusqu'à 36 m à Vesqueville ne donne que 2,2 m³/h. Par contre, un puits foré à Glaireuse faisant 61 m de profondeur donne un débit de 17 m³/h. Le forage révèle une couche supérieure formée de schistes quartzitiques et de schistes altérés jusqu'à 45 m du sol surmontant un niveau plus gréseux d'environ 16 m d'épaisseur. La venue d'eau principale est située entre 53 et 55 m de profondeur et le niveau statique est noté à 7 m du niveau du sol. Rappelons que le G2a comprend deux gros bancs de quartzites grossiers au nord du Massif de Serpont. Par ailleurs, pas loin de Glaireuse, dans la région d'Anloy, un gros banc de grès quartzitique d'environ 12 m d'épaisseur a été noté (*cf. cadre géologique*). Trois autres puits forés dans le Gedinnien supérieur, juste à proximité de la faille d'Opont à l'est d'Ochamps, ont une productivité non négligeable. Les volumes annuels qu'ils produisent peuvent atteindre près de 147.000 m³, et un des puits est équipé d'une pompe de 20 m³/h.

La zone d'alimentation de l'aquifère du manteau d'altération du Gedinnien supérieur est relativement vaste et correspond à toute sa surface d'affleurement. Dans certains sondages

⁶ X = 218070 et Y = 69860 (coordonnées Lambert belge 1972 en m)

cependant, plusieurs dizaines de mètres de roches fortement altérées sont rencontrées en grandes profondeurs, sous des roches saines, (Delmer et Graulich, 1967). Les quelques niveaux aquifères localisés dans les bancs gréseux et quartzitiques et dans les zones de fractures s'alimentent préférentiellement via les zones de fissuration.

IV.2.1.4. Aquifère alluvial

L'aquifère de alluvions, très limité le long des cours d'eau, ne présente pas de potentiel hydrogéologique important en terme d'exploitation.

IV.2.2. Coupe hydrogéologique

Une coupe hydrogéologique de direction nord-sud, traversant le ruisseau de Serpont et la Lomme, a été réalisée avec une exagération de hauteur de 5 fois. Elle montre les structures plissées des terrains du Gedinnien en discordance sur le Cambrien du Massif de Serpont. L'anticlinal de l'Ardenne ainsi que le synclinal de Redu sont également bien représentés. Sur la coupe figurent également les principales failles au niveau de la carte de Libin-Bras, à savoir la faille d'Opont au sud et la faille de Vencimont au nord. La coupe montre que toutes ces failles ont un pendage vers le sud. Il est néanmoins difficile de représenter la limite entre l'aquifère du manteau d'altération et les nappes profondes.

IV.2.3. Piézométrie

Il faut rappeler que les principaux niveaux aquifères sur la carte de Libin-Bras sont représentés par les passages gréseux et quartzitiques fissurés et dans les zones de fracture. Ils forment des entités aquifères généralement individualisées et indépendantes d'extension variable mais relativement limitée. Il est, par conséquent, très difficile de relier les différents niveaux piézométriques mesurés pour tracer des courbes isopièzes. Cependant, des niveaux piézométriques ponctuels sont représentés de manière indicative sur la carte principale au 1/25.000. Ils sont repris dans le Tableau IV.2 suivant:

Nom d'ouvrage	Date	Mesure, m	Cote, m	X	Y	Z repère, m	Profondeur, m
BANALBOIS P1	07-févr-96	16,9	428,1	220650	73790	445	43
A BOUGNIMONT	07-févr-96	4,63	456,37	221075	68360	461	30
PUITS OTJACQUES LAURENT	05-avr-04	5	413	213680	72202	418	61,5
PUITS LAMBERT	05-avr-04	4,45	381,55	211133	70814	386	10
PUITS DE HATRIVAL	05-avr-04	48	422	221290	77510	470	
PUITS DANIEL PAULUS À VESQUEVILLE	05-avr-04	0	455	223238	77758	455	3
PUITS GILLARD À VESQUEVILLE	05-avr-04	0	455	223160	77820	455	
PUITS HENNEAUX	05-avr-04	10,7	464,3	223730	77080	475	36
PUITS LOUIS	05-avr-04	1,4	478,6	224171	72341	480	3
PUITS LEMAIRE	05-avr-04	3,95	449,05	223934	73492	453	15
PUITS THILMANT	05-avr-04	3	519	225038	68638	522	
PUITS THILMANT	05-avr-04	0,65	525,35	225198	68656	526	
PUITS THILMANT	05-avr-04	6,8	513,2	225574	68239	520	
PUITS WILLY THILMANT	05-avr-04	2,15	519,85	225088	68574	522	40,5
PUITS HENNEAUX	05-avr-04	0,7	481,3	224204	76611	482	

Tableau IV.2 : Niveaux piézométriques ponctuels mesurés au niveau de la carte de Libin-Bras

V. CADRE HYDROCHIMIQUE

Aucune campagne d'échantillonnage d'eau pour analyse chimique n'a été programmée dans le cadre de la réalisation de la carte hydrogéologique de Libin-Bras 64/3-4. Ce point traite les données existantes, mais très peu d'analyses chimiques complètes sont disponibles sur cette planche. Une grande partie des données provient du « réseau nitrate », la plupart des données hydrochimiques nous ont été communiquées par la Direction des Eaux Souterraines du Service Public de Wallonie. D'autres sont issues des archives du Service géologique de Belgique (SGB) ou communiquées par certains particuliers rencontrés pendant la campagne de terrains.

Les points pour lesquels des analyses chimiques sont encodées dans la base de données hydrogéologique, ont été projetés sur la carte thématique au 1/50.000 « *Carte des informations complémentaires et du caractère de la couverture des nappes* ». Le nombre total d'analyses chimiques collectées et encodées dans la base de données pour la carte de Libin-Bras s'élève à 1688 au 25 septembre 2008. Ces analyses se rapportent à 20 points dont 11 sources et 9 puits (Figure V-1).

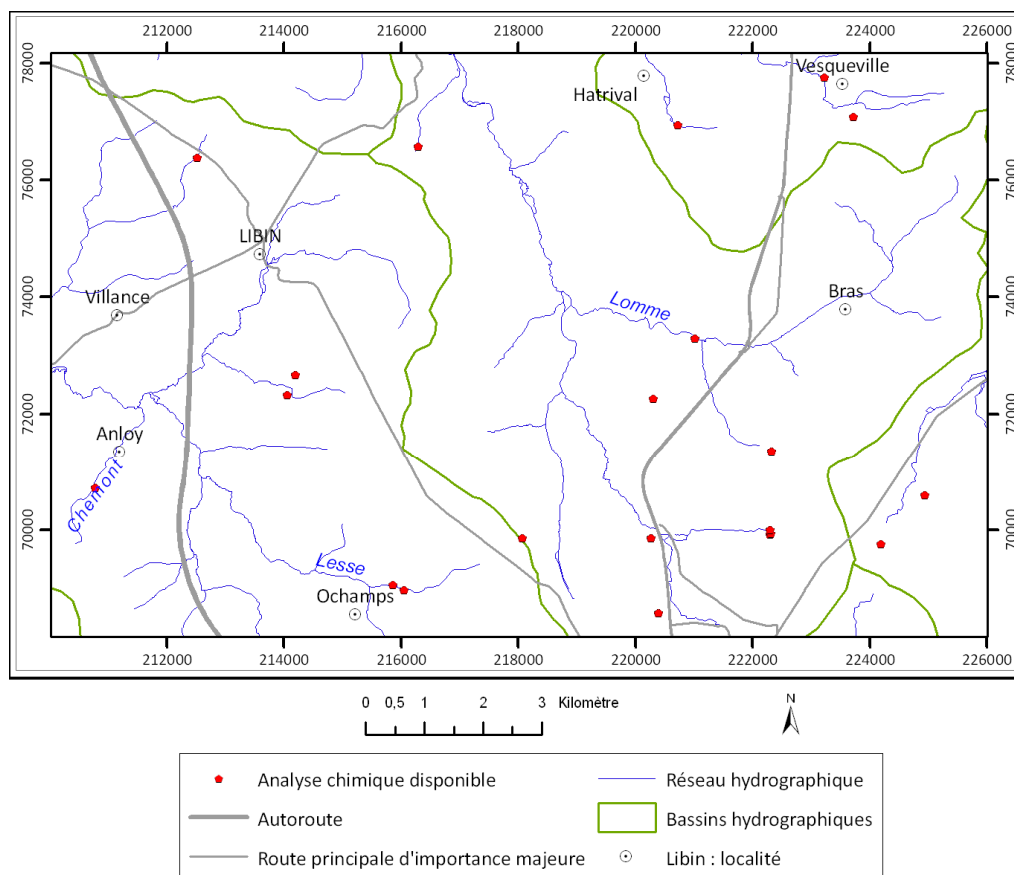


Figure V-1 : Les points pour lesquels les résultats des analyses chimiques sont encodés dans la base de données hydrogéologique pour la carte de Libin-Bras 64/3-4

Les paramètres physico-chimiques disponibles sur la carte de Libin – Bras n'affichent pas de différences significatives entre les eaux prélevées au niveau des puits et les eaux prélevées au niveau des sources (Figure V-2). Sachant qu'en général, les sources drainent le manteau d'altération et la plupart des puits sollicitent les nappes profondes, dans les deux cas, les eaux sont peu minéralisées avec de faibles valeurs de pH reflétant la nature schisto-gréseuse du sous sol. L'oxydation de certaines formes de sulfures comme la pyrite et la pyrrhotite au niveau du manteau d'altération et même dans certains puits profonds explique les valeurs trop faibles du pH dans les aquifères du massif schisto- gréseux de l'Ardenne. C'est le cas par exemple du puits « *Résidence Warinsart - Puits 2 à Bras*⁷ » où le pH est inférieur à 6. Les faibles valeurs de pH posent un problème pour les eaux de distribution dans la région.

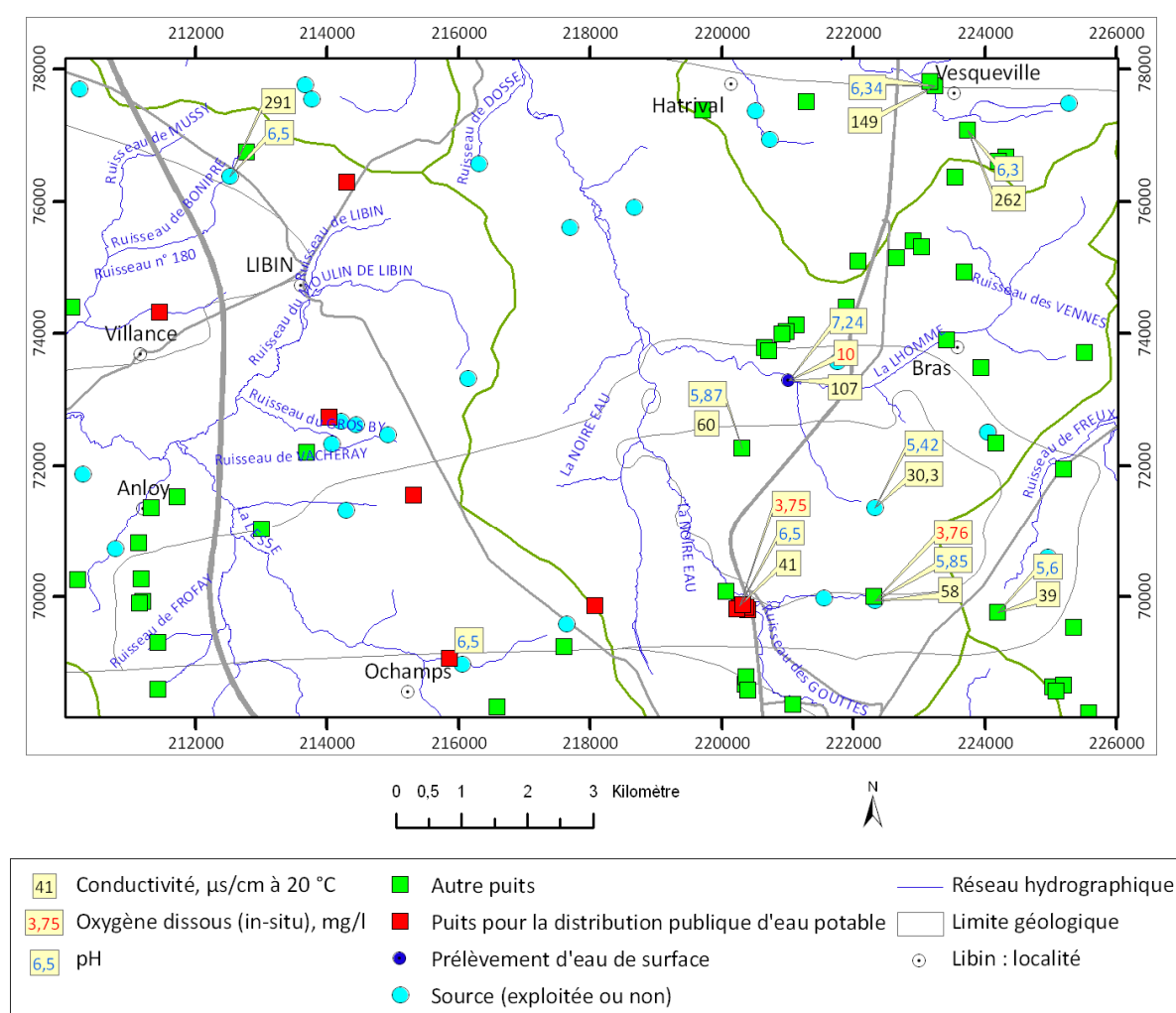


Figure V-2. Paramètres physico-chimiques sur la carte de Libin - Bras

Par ailleurs, les eaux de certains captages sont trop riches en fer dissous et en manganèse (Figure V-3). Ceci est dû à l'abondance des sulfures notée à plusieurs endroits sur la carte

⁷ X = 220307 et Y = 72261 (coordonnées Lambert belge 1972 en m)

(cf. géologie). Rappelons les fortes anomalies magnétiques observées dans la région du Massif de Serpont (Gulinck et Geukens, 1952).

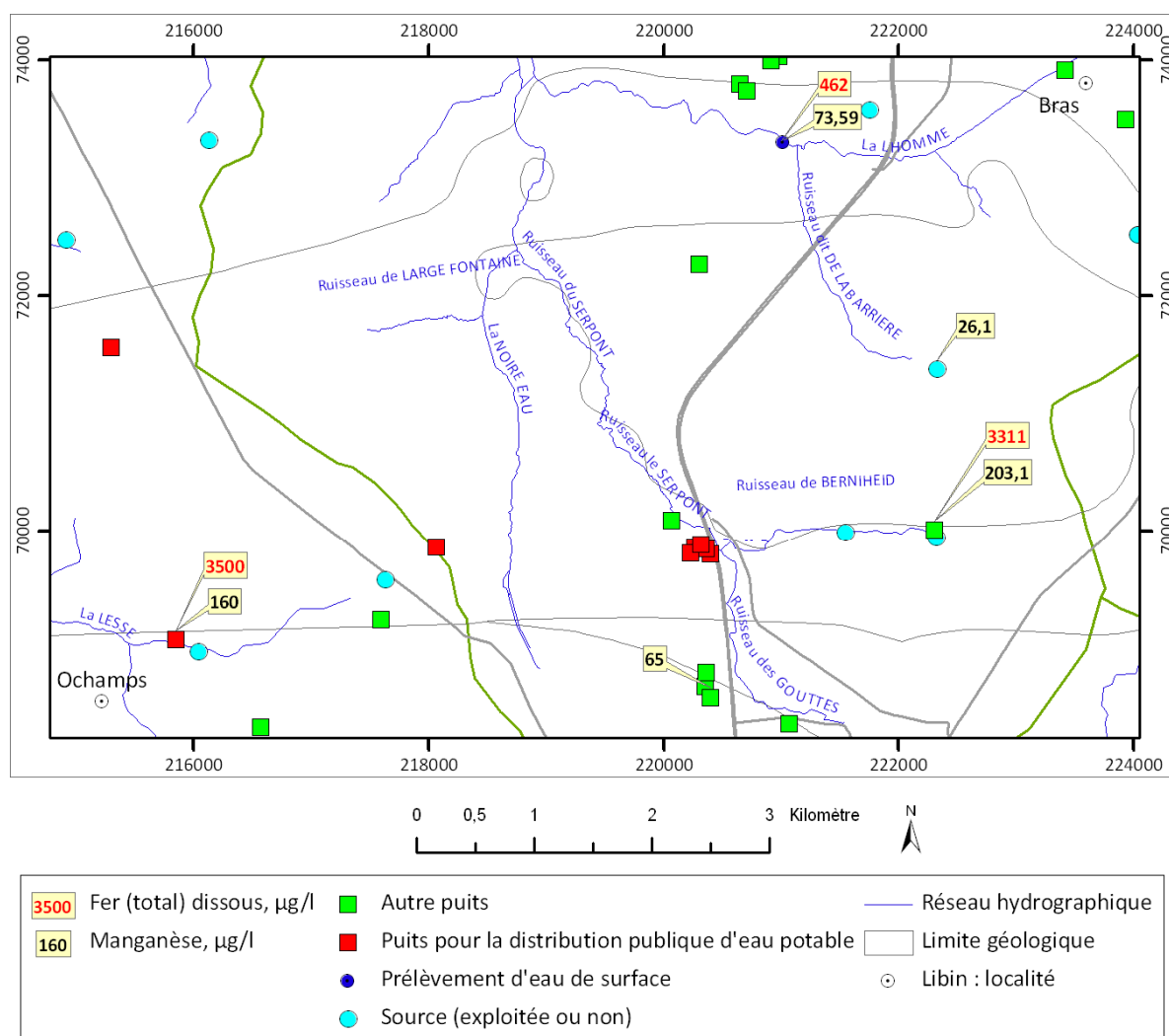


Figure V-3. Concentrations du fer dissous et du manganèse (en µg/l) au niveau de certains captages sur la carte de Libin - Bras

Les teneurs en nitrates sont généralement très basses et ne dépassent pas la norme de qualité des eaux souterraines de 50 mg/l⁸. Il faut noter, toutefois, que certains ouvrages et même des puits relativement profonds peuvent avoir des teneurs en nitrate avoisinant les 38 mg/l. Donc, malgré le caractère captif de la plupart des puits profonds, l'influence des activités de surface sur la qualité de l'eau ne doit pas être négligée. Il faut également surveiller certains aspects bactériologiques.

⁸ AGW du 12 février 2009

Parmi les rares points où une analyse relativement complète est disponible sur la carte de Libin-Bras se trouvent les captages repris dans le tableau suivant (Tableau V.1) et reportés sur la Figure V-4:

NOM OUVRAGE	X Lambert	Y Lambert
BERNIHET-CAPTAGE DRAINANT	222310	69930
BERNIHET-PUITS ARTESIEN	222180	70230
PETITE ROCHETTE-SOURCE + DRAIN	220260	69860
BRAS-HAUT-BOIS VOLTAIRE-SOTDR	222330	71370

Tableau V.1. Localisation des ouvrages dont les données chimiques complètes et relativement récentes sont disponibles

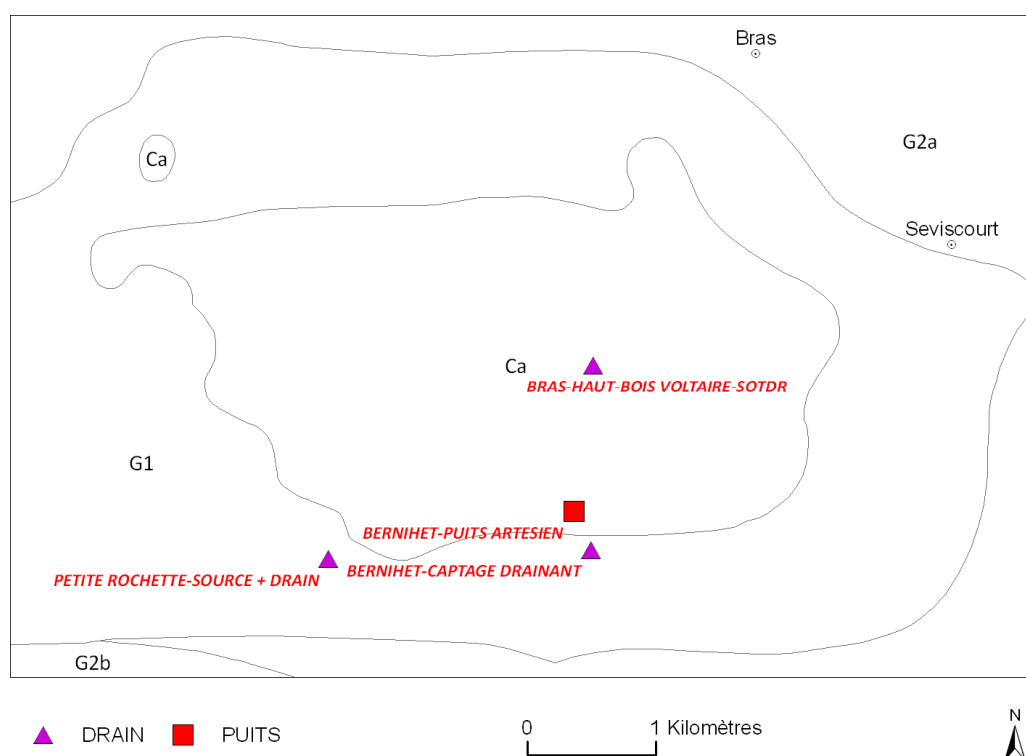


Figure V-4. Localisation des ouvrages dont les données chimiques complètes et relativement récentes sont disponibles

Les résultats des analyses chimiques reflètent, de manière indicative, les caractéristiques hydrochimiques des nappes contenues dans les aquifères du massif schisto-gréseux de l'Ardenne. Les eaux y sont acides, ferrugineuses et peu minéralisées, avec des conductivités variables mais faibles.

NOM OUVRAGE : BERNIHET-CAPTAGE DRAINANT			
DATE PRELEVEMENT : 21/08/2008			
PARAMETRE	UNITE	VALEUR MESUREE	NORME POTABILITE
Germes totaux à 22 °C	nb par ml	30	
Coliformes totaux	nb par 100ml	0	0
Température	° Celsius	8,5	25
pH	unités pH	5,85	6,5
Conductivité	µs/cm à 20°C	58	2500
Dureté totale	° français	3,3	
Oxygène dissous (in-situ)	mg/l O2	3,76	
Alcalinité totale	° français	0,6	
Chlorures	mg/l	11	250
Sulfates	mg/l	<1	250
Silice	mg/l SiO2	4,7	
Calcium	mg/l	2,2	270
Magnésium	mg/l	2,3	50
Sodium	mg/l	4,7	200
Potassium	mg/l	0,46	
Baryum	µg/l	9	
Strontium	µg/l	16	
Aluminium	µg/l	11	200
Nitrates	mg/l NO3	7	50
Fer (sur filtré 0,4µ)	µg/l	<75	200
Manganèse	µg/l	<20	50
Cuivre	µg/l	<20	2000
Zinc	µg/l	<20	5000
Bore	µg/l	<80	1000
Arsenic	µg/l	<1	10
Cadmium	µg/l	<0,5	5
Chrome	µg/l	<1	50
Mercure	µg/l	<0,5	1
Nickel	µg/l	<5	20
Plomb	µg/l	<5	25
Atrazine	ng/l	<50	100

Tableau V.2 : Composition chimique d'un échantillon d'eau prélevé le 21/08/2008 au niveau du drain dénommé : BERNIHET-CAPTAGE DRAINANT

Le captage de BERNIHET-CAPTAGE DRAINANT est caractérisé par de faibles valeurs de pH et de conductivité. Ces caractéristiques sont parfaitement conformes à la nature lithologique du sous sol. Les teneurs en oxygène dissous ne sont pas élevées, de même que le fer dissous, le manganèse et les nitrates. L'eau doit être traitée avant la distribution à cause de son caractère assez agressif et la qualité bactériologique doit être surveillée.

NOM OUVRAGE : PETITE ROCHETTE-SOURCE + DRAIN			
DATE PRELEVEMENT : 25/09/2008			
PARAMETRE	UNITE	VALEUR MESUREE	NORME POTABILITE
Germes totaux à 22 °C	nb par ml	5	
Coliformes totaux	nb par 100ml	0	0
Température	° Celsius	10	25
pH	unités pH	6,5	6,5
Conductivité	µs/cm à 20°C	41	2500
Dureté totale	° français	1,9	
Oxygène dissous (in-situ)	mg/l O2	3,75	
Alcalinité totale	° français	1,45	
Chlorures	mg/l	4,1	250
Sulfates	mg/l	2,2	250
Silice	mg/l SiO2	6,7	
Calcium	mg/l	2,8	270
Magnésium	mg/l	1,2	50
Sodium	mg/l	2,7	200
Potassium	mg/l	0,61	
Baryum	µg/l	10	
Strontium	µg/l	36	
Aluminium	µg/l	28	200
Nitrates	mg/l NO3	4,8	50
Fer (sur filtré 0,4µ)	µg/l	<75	200
Manganèse	µg/l	<20	50
Cuivre	µg/l	<20	2000
Zinc	µg/l	<20	5000
Bore	µg/l	<80	1000
Arsenic	µg/l	<1	10
Cadmium	µg/l	<0,5	5
Chrome	µg/l	<1	50
Mercuré	µg/l	<0,5	1
Nickel	µg/l	<5	20
Plomb	µg/l	<5	25
Atrazine	ng/l	<50	100

Tableau V.3 : Composition chimique d'un échantillon d'eau prélevé le 25/09/2008 au niveau du drain dénommé : PETITE ROCHETTE-SOURCE + DRAIN

Le captage dit « PETITE ROCHETTE-SOURCE + DRAIN » présente pratiquement les mêmes caractéristiques hydrochimiques que le précédent, confirmant la nature douce et acide des eaux de ces nappes.

NOM OUVRAGE : BRAS-HAUT-BOIS VOLTAIRE-SOTDR			
DATE PRELEVEMENT : 7/03/2007			
PARAMETRE	UNITE	VALEUR MESUREE	NORME POTABILITE
Germes totaux à 22 °C	nb par ml	71	
Coliformes totaux	nb par 100ml	5	0
Coliformes fécaux	nb par 100ml	0	0
pH	unités pH	5,42	6,5
Conductivité	µs/cm à 20°C	30,3	2500
Dureté totale	° français	0,7	
Alcalinité totale	° français	1,5	
Chlorures	mg/l	3,7	250
Sulfates	mg/l	1,2	250
Silice	mg/l SiO2	2,1	
Calcium	mg/l	0,9	270
Magnésium	mg/l	1,1	50
Sodium	mg/l	2,4	200
Potassium	mg/l	0,2	
Baryum	µg/l	12,5	
Strontium	µg/l	6,9	
Aluminium	µg/l	112	200
Nitrates	mg/l NO3	5	50
Fer (sur filtré 0,4µ)	µg/l	0	200
Manganèse	µg/l	26,1	50
Cuivre	µg/l	1,3	2000
Zinc	µg/l	11	5000
Cobalt	µg/l	0,6	
Cadmium	µg/l	0,2	5
Nickel	µg/l	2,6	20
Atrazine	ng/l	0	100

Tableau V.4 : Composition chimique d'un échantillon d'eau prélevé le 7/03/2007 au niveau du drain dénommé : BRAS-HAUT-BOIS VOLTAIRE-SOTDR

Les mêmes remarques que pour les deux précédents captages par drain peuvent être rappelées pour le captage « BRAS-HAUT-BOIS VOLTAIRE-SOTDR » reflétant la constance des caractéristiques hydrochimiques dans les eaux du manteau d'altération à cet endroit.

NOM OUVRAGE : BERNIHET-PUITS ARTESIEN			
DATE PRELEVEMENT : 7/03/2007			
PARAMETRE	UNITE	VALEUR MESUREE	NORME POTABILITE
Germes totaux à 22 °C	nb par ml	0	
Coliformes totaux	nb par 100ml	0	0
Coliformes fécaux	nb par 100ml	0	0
Escherichia Coli	nb par 100ml	0	0
Entérocoques	nb par 100ml	0	0
Turbidité	NTU	9,5	
pH	unités pH	6,9	6,5
Conductivité	µs/cm à 20°C	90,5	2500
Dureté totale	° français	3,1	
Alcalinité totale	° français	3,3	
Chlorures	mg/l	3,1	250
Sulfates	mg/l	14,3	250
Silice	mg/l SiO2	10,6	
Calcium	mg/l	9,1	270
Magnésium	mg/l	2,1	50
Sodium	mg/l	4,3	200
Potassium	mg/l	1,6	
Baryum	µg/l	5,7	
Strontium	µg/l	58,1	
Aluminium	µg/l	7	200
Nitrates	mg/l NO3	0,1	50
Fer (sur filtré 0,4µ)	µg/l	3311	200
Manganèse	µg/l	203,1	50
Arsenic	µg/l	8,6	10
Atrazine	ng/l	0	100

Tableau V.5 : Composition chimique d'un échantillon d'eau prélevé le 7/03/2007 au niveau du puits dénommé : BERNIHET-PUITS ARTESIEN

Les caractéristiques hydrochimiques montrent des différences remarquables entre les eaux du manteau d'altération collectées par des drains et les eaux des nappes profondes pompées au niveau du puits artésien. D'abord les teneurs en fer dissous et en manganèses sont trop élevés par manque d'oxygènes dissous dans les nappes profondes. Les nitrates et les traces bactériologiques sont absents grâce à une meilleure protection naturelle. Enfin, le pH et la conductivité sont relativement plus élevés, le lessivage des éléments par les eaux de pluie est moins important.

VI. EXPLOITATION DES AQUIFÈRES

Sans distinction de nature, tous les points d'eau ont été reportés (puits, piézomètres, sources...) sur la carte thématique « *Carte des volumes d'eau prélevés* » au 1/50.000. Chaque ouvrage est symbolisé par la couleur de l'aquifère (cf. carte 1/25.000) dans lequel il est établi. L'intérêt de cette couche est de pouvoir rapporter toute information ponctuelle quantitative (volume prélevé ou autre) et qualitative (caractéristiques chimique par exemple) à la nappe correspondante.

Les volumes captés sont indiqués par des pastilles rouges (pour les sociétés de distribution d'eau) ou vertes (pour les industriels ou les particuliers). Le diamètre des pastilles est proportionnel au débit prélevé.

Il est difficile de préciser quels sont les aquifères sollicités par les captages profonds. Par contre pour les sources et les drains, c'est l'aquifère ou l'aquiclude à l'affleurement qui est considéré. Un volume total d'environ 1.516.700 m³ d'eau a été prélevé pendant l'année 2002, dont 1.075.300 m³ pour la distribution publique et 441.400 m³ pour d'autres usages.

Les grands captages en termes de volume prélevé sont localisés dans la partie sud-est de la carte autour du Massif de Serpont (Figure VI-1). C'est une zone assez fracturée, découpée par les failles d'Opont, de Serpont et de Bras. L'aquiclude à niveaux aquifère du Dévonien inférieur représente les meilleures potentialités aquifères sur la carte. Son contact en discordance avec les terrains cambriens du Massif de Serpont peut être également assez productif.

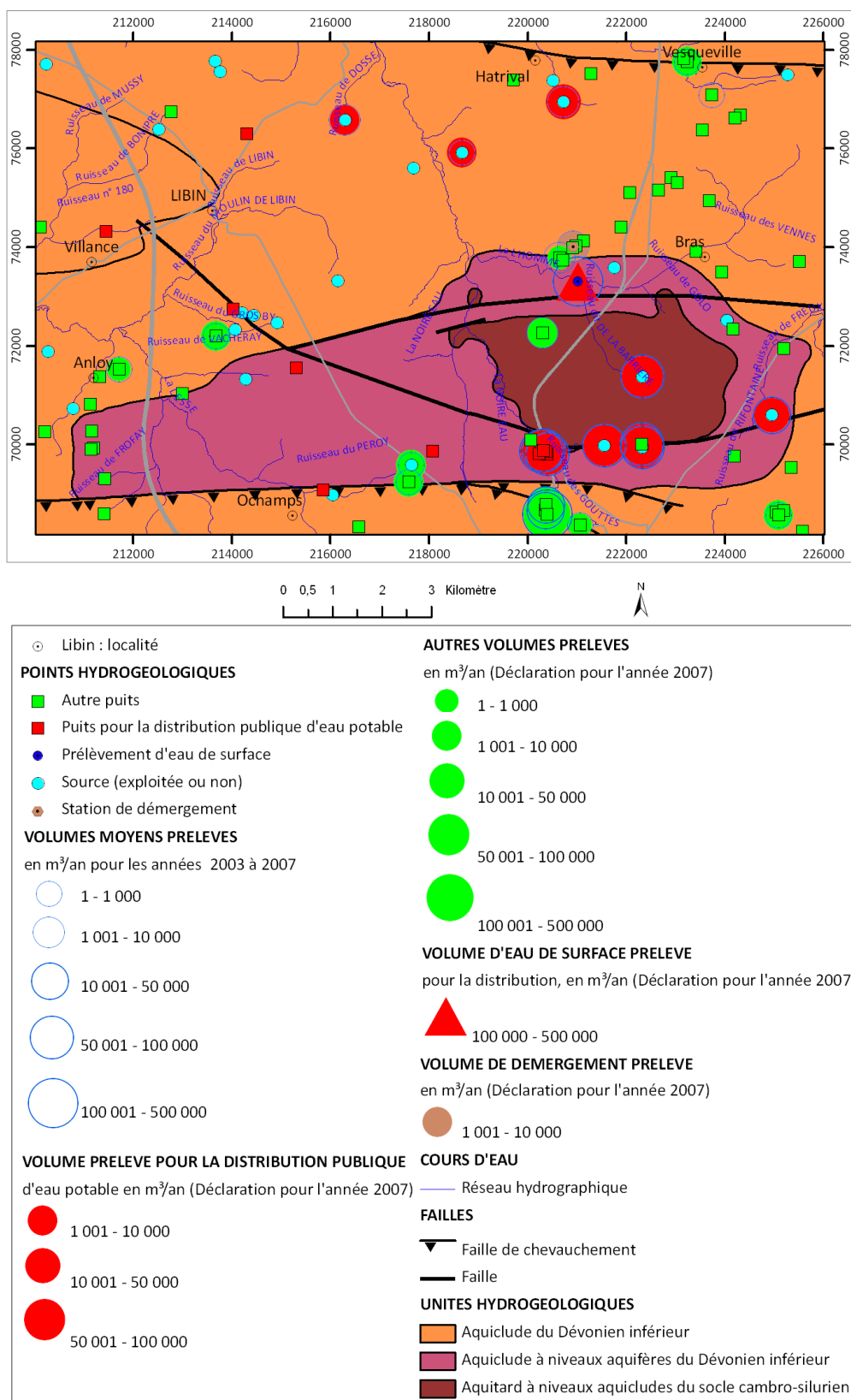


Figure VI-1 : Les principaux captages d'eau avec les volumes prélevés en 2002 sur la carte de Libin-Bras. Les volumes sont proportionnels au diamètre des pastilles.

Les principaux captages de distribution publique sont des sources captées par drain et un prélèvement d'eau de surface sur la Lomme.

La profondeur du puits « *Gerbefe*⁹ » est de 82 m, celle de « *Petite Rochette-puits 1*¹⁰ » est de 31 m et « *Petite Rochette-puits 2*¹¹ » fait 25 m. Les 3 puits sont regroupés sur un même site situé juste au sud-ouest du Massif de Serpont au contact entre le Cambrien et le Gedinnien inférieur. L'exploitation de ces puits n'est pas régulière et le volume total capté tourne autour des 100.000 m³/an à l'exception de la période entre 1994 et 2000 (Figure VI-2).

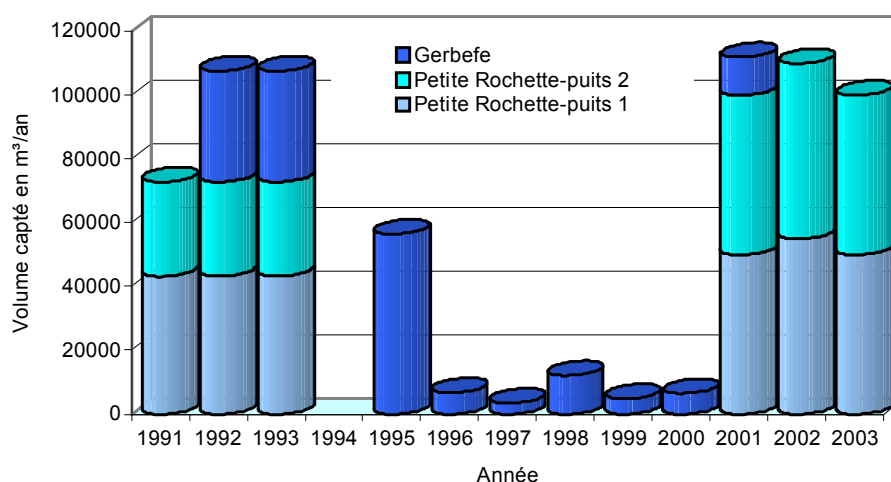


Figure VI-2 : Evolution annuelle des volumes pompés entre 1991 et 2003 au niveau de 3 captages par puits exploités par la commune de Libramont

Le captage de surface, dénommé « Bras 1¹² », est un petit barrage établi sur le ruisseau de la Lomme. Sa capacité de retenue est de 2000 m³. Le trop-plein s'évacue par débordement du plan d'eau dans le canal d'évacuation et dans une petite échelle à poissons. Une pompe prélève l'eau vers la station de traitement. Le volume moyen annuel entre 1996 et 2003 dépasse 580.000 m³/an avec un pic de plus de 700.000 m³/an en 2000 (Figure VI-3).

⁹ X = 218070 et Y = 69860 (coordonnées Lambert belge 1972 en m)

¹⁰ X = 220400 et Y = 69800 (coordonnées Lambert belge 1972 en m)

¹¹ X = 220320 et Y = 69880 (coordonnées Lambert belge 1972 en m)

¹² X = 221020 et Y = 73300 (coordonnées Lambert belge 1972 en m)

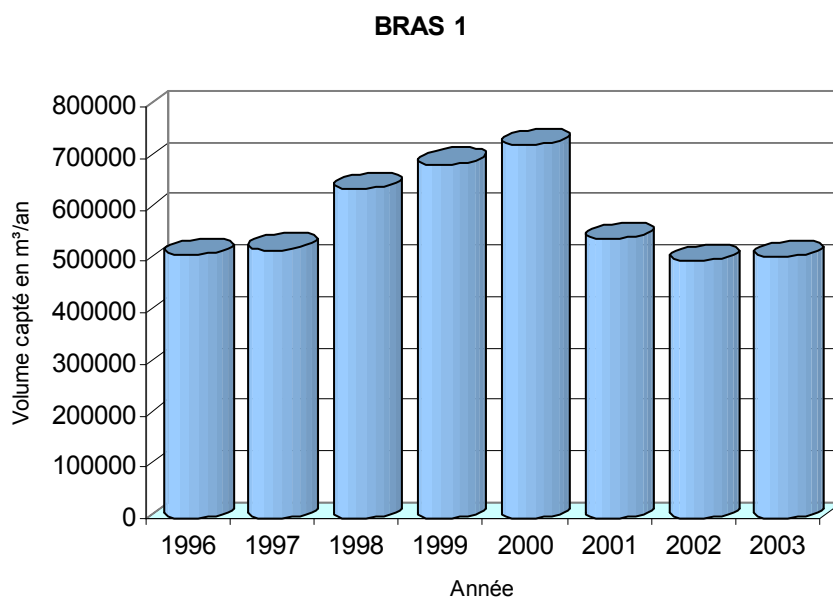


Figure VI-3 : Evolution annuelle des volumes prélevés entre 1996 et 2003 au niveau du captage de Bras 1, exploité par la SWDE. Le captage est établi sur le ruisseau de la Lomme juste au nord du Massif de Serpont

VII. CARACTÉRISATION DE LA COUVERTURE ET PARAMÈTRES HYDRODYNAMIQUES DES NAPPES

VII.1. COUVERTURE

L'aquifère de manteau d'altération qui couvre pratiquement toute la planche de Libin-Bras est considéré comme un aquifère à l'affleurement. Il est vulnérable à la pollution de surface, notamment diffuse, due aux activités agricoles et à l'élevage. Il est vrai que l'aquifère n'est pas très important en terme de volume exploitable, mais son intérêt n'est pas négligeable pour les besoins locaux.

La nappe plus profonde qui est logée dans les niveaux gréseux et quartzitiques est mieux protégée grâce aux schistes et aux phyllades qui entourent ces horizons aquifères. Même si elle se comporte comme une nappe captive, certaines formes de pollution sont toutefois ressenties, comme celles dues aux nitrates par exemple. Ces niveaux aquifères ne sont donc pas totalement à l'abri des activités de surface, probablement à cause d'écoulements préférentiels favorisés par des zones de fracturation.

VII.2. PARAMÈTRES HYDRODYNAMIQUES

Les données disponibles concernant les paramètres d'écoulement et de transport sont rares sur la carte de Libin-Bras. Les données de transmissivité présentées dans le Tableau IV.1 se rapportent à deux puits implantés respectivement dans l'aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur formé par le Gedinnien inférieur (*Puits d'Anloy*) et dans l'aquiclude du Dévonien inférieur constitué par le Gedinnien supérieur (*Puits Thilmant*).

Nom d'ouvrage	X, m	Y, m	Type	Profondeur, m	Date	Transmissivité, m ² /s	
						Pompage	Remontée
Puits d'Anloy	215307	71555	Puits foré	113	1/06/1987	0,29 10 ⁻⁴ à 0,69 10 ⁻⁴	0,05 10 ⁻⁴
Puits Willy Thilmant	225088	68574	Puits foré	40,5	1/07/2000	1,93 10 ⁻⁴ à 2,2 10 ⁻³	3,01 10 ⁻³

Tableau VII.1 : Les valeurs de transmissivité minimales et maximales pendant le pompage et les valeurs de transmissivité pendant la remontée.

Essai de pompage sur le Puits d'Anloy (Derycke, 1987): Le puits a une profondeur de 112,7 m et il est crépiné entre 104,5 m et 110,5 m de profondeur. Les différentes mesures effectuées durant les essais de pompage ainsi que les courbes de rabattement peuvent être consultées dans l'annexe 4 du rapport de Derycke (1987).

Les résultats de ces essais montrent que la transmissivité calculée pendant le pompage par la méthode de Cooper-Jacob, varie entre $0,29 \cdot 10^{-4}$ et $0,69 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$. Durant la remontée, la valeur de transmissivité, calculée par la méthode de Theis, est de $0,05 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$.

Le débit nominal de production ne peut dépasser $4 \text{ m}^3/\text{h}$ correspondant à un rabattement d'environ 30 m. Le niveau d'eau n'a pas été influencé par les conditions climatiques très contrastées durant les 3 semaines d'essais (périodes très pluvieuses et périodes sèches). La nappe de fissures posséderait une réserve suffisante sur une surface relativement vaste qui éviterait l'assèchement du puits durant les périodes sèches.

Essai de pompage sur le Puits Thilmant (Debbaut, 2000) : Le puits est crépiné entre 13 et 40 m de profondeur correspondant à des niveaux de schistes gréseux et de grès. Les valeurs de transmissivité obtenues au niveau du puits ont été déterminées par Debbaut (2000) sur des résultats d'essai de pompage réalisé par l'entreprise Arnould en mars 2000. Les résultats des essais montrent un bon rendement relatif du puits avec un débit spécifique, après 1 heure, de $7 \text{ m}^3/\text{h}$ par m de rabattement.

L'essai de longue durée a permis de distinguer deux tronçons linéaires sur la courbe de rabattement. Au début du pompage, le rabattement évolue lentement et la transmissivité correspondante est de $2,20 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$. Au bout de quelques heures de pompage, le rabattement augmente plus rapidement et la transmissivité calculée au niveau de ce segment de la courbe est de $1,93 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$. La transmissivité pendant la remontée du palier (à $3 \text{ m}^3/\text{h}$) est de $3,01 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$.

Ces résultats montrent que le puits est implanté dans une zone de forte transmissivité, mais que le cône de rabattement atteint une zone moins perméable après quelques heures de pompage. Il s'agirait d'une couche moins perméable formée de schistes ou de phyllades ou d'une zone moins fissurée.

Les points où des essais de pompage ont été réalisés sont reportés sur la carte thématique au 1/50.000 « Carte des informations complémentaires et du caractère de la couverture des nappes ».

VIII. ZONES DE PRÉVENTION

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 wallonne¹³ définit 4 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).

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.

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 généralement 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.

¹³ 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).

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 en surface de l'axe longitudinal dans le cas d'une galerie. En milieu karstique, tous les points préférentiels de pénétration (doline et pertes) dont la liaison avec le captage est établie sont classés en zone IIa.

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

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

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

Zone de surveillance ou zone III

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

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

Mesures de protection

Diverses mesures de protection ont été définies par les autorités compétentes pour les différentes zones. Ces mesures concernent notamment l'utilisation et le stockage de produits dangereux, d'engrais ou de pesticides, les puits perdus, les nouveaux cimetières, les parkings,... Elles visent à réduire au maximum les risques de contamination de la nappe.

Toutes ces mesures sont décrites aux articles R.162 à R.170 de l'Arrête du Gouvernement Wallon du 12 février 2009¹⁴.

La Société publique de Gestion de l'Eau¹⁵ assure la gestion financière des dossiers concernant la protection des eaux potabilisables distribuées par réseaux, par le biais de contrats de service passés avec les producteurs d'eau. Pour financer les recherches relatives à la délimitation des zones de prévention et indemniser tout particulier ou toute société dont les biens doivent être mis en conformité avec la législation, une redevance de 0,107 € est prélevée sur chaque m³ fourni par les sociétés de distribution d'eau.

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

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

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

¹⁵ SPGE, instituée par le décret du 15 avril 1999

VIII.2. ZONE DE PRÉVENTION REPRISE SUR LA CARTE

Il existe en 2010, sur la carte de Libin-Bras, une zone de prévention rapprochée arrêtée et une autre éloignée ou zones IIa et IIb autour du captage dénommé « *SEVISCOURT – LE GORET-SO+DR* » et d'autres zones sont à l'étude. Les captages concernés sont présentés sur la Figure VIII-1 et repris avec leur localisation respective dans le Tableau VIII.1.

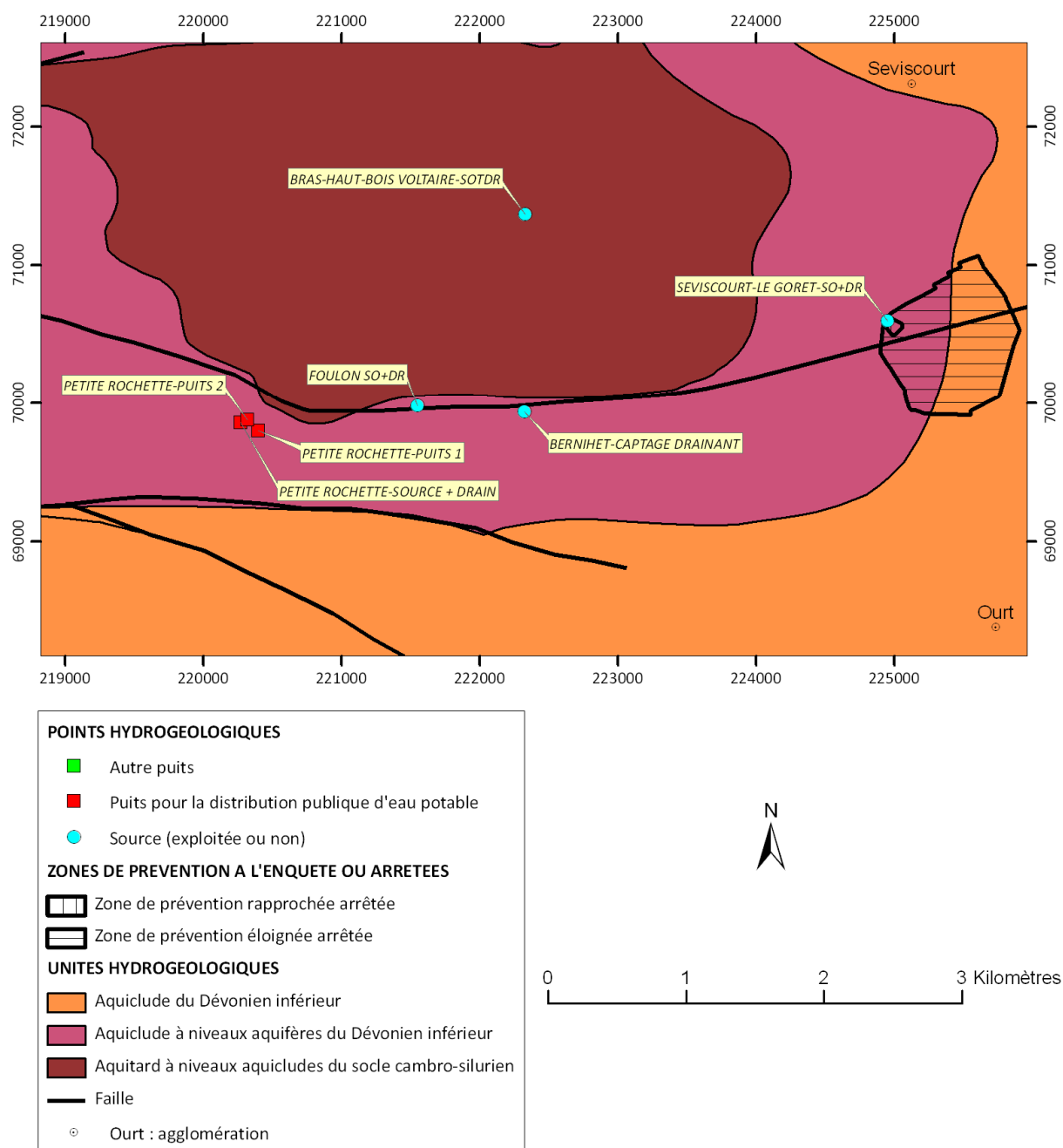


Figure VIII-1. Les captages dont les zones de prévention sont arrêtées ou en projet sur la carte de Libin - Bras.

NOM	EXPLOITANT	TYPE	CARTE	X	Y	PROF
PETITE ROCHETTE-SOURCE + DRAIN	SERVICE COMMUNAL DE LIBRAMONT-CHEVIGNY	Puits pour la distribution publique d'eau potable	6434	220270	69860	
PETITE ROCHETTE-PUITS 1	SWDE- ADMINISTRATION COMMUNALE DE LIBRAMONT	Puits pour la distribution publique d'eau potable	6434	220400	69800	31
BERNIHET-CAPTAGE DRAINANT	SERVICE COMMUNAL DE LIBRAMONT-CHEVIGNY	Source et drain	6434	222325	69940	
BRAS-HAUT-BOIS VOLTAIRE-SOTDR	SERVICE COMMUNAL DE LIBRAMONT-CHEVIGNY	Source et drain	6434	222330	71370	
FOULON SO+DR	SERVICE COMMUNAL DE LIBRAMONT-CHEVIGNY	Source et drain	6434	221550	69980	
SEVISCOURT-LE GORET-SO+DR	SWDE- ADMINISTRATION COMMUNALE DE LIBRAMONT	Source et drain	6434	224950	70600	
PETITE ROCHETTE-PUITS 2	SERVICE COMMUNAL DE LIBRAMONT-CHEVIGNY	Puits pour la distribution publique d'eau potable	6434	220320	69880	25

Tableau VIII.1. La liste des captages dont les zones de prévention sont arrêtées ou en projet sur la carte de Libin - Bras

Par ailleurs, une autre zone de prévention est à l'état de projet concernant la prise d'eau de surface du captage de Bras 1 exploité par la SWDE. L'étude est menée par la SWDE. La Figure VIII-2 montre le périmètre de la zone qui n'est pas définitive.

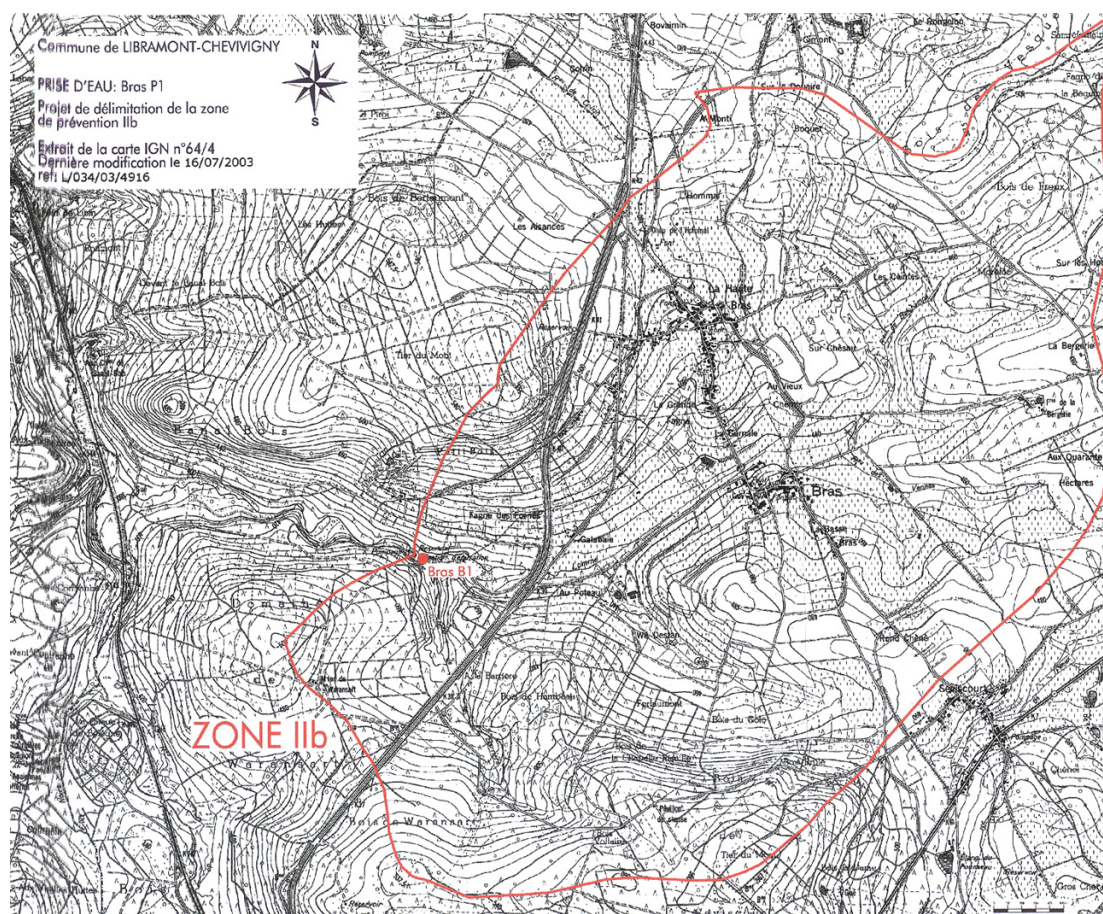


Figure VIII-2 : Projet de zone de prévention autour du captage de Bras B1, étude en cours de réalisation par la SWDE

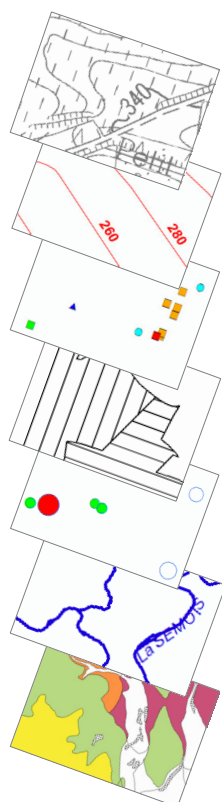
IX. MÉTHODOLOGIE DE L'ÉLABORATION DE LA CARTE HYDROGÉOLOGIQUE

La réalisation de la carte hydrogéologique de Wallonie est basée essentiellement sur un travail de synthèse des données existantes provenant de sources multiples et variées (Figure IX-1). Ces données sont en outre complétées par des campagnes de mesures et de recherches d'information sur le terrain. Les informations récoltées sont ensuite stockées dans une base de données géorelationnelle "BDHYDRO".

Dans le projet cartographique, développé sous ArcGIS-ESRI, toutes les données sont structurées dans une "Personal Geodatabase" (PGDB). Les couches d'informations (layers) qui composent cette base de données sont élaborées de différentes manières.

Type d'information

Ouvrages
Localisation
Type
Équipement ...
Exploitation
Autorisation
Exploitants
Usage
Volumes
Piézométrie
Hydrochimie
Tests
Diagraphie
Pompage
Traçage
Zones de prévention
Géologie
Géophysique
Hydrographie
Stations
Limnimétrie
Climatique
Phénomènes karstiques
Topographie
Pédologie
Autres



Sources d'information

Région wallonne
Service géologique de Belgique
Sociétés de distribution publique d'eau
Services communaux
Associations intercommunales
Institut Géographique National
Institut Royal de Météorologie
Universités
Bureaux d'études en environnement
Sociétés de forage
Sociétés d'embouteillage d'eau
Carriers
Industries
Particuliers
Campagnes de terrains
Autres

Figure IX-1 : Liste non exhaustive des différents types d'information et des sources de données utilisées dans la réalisation de la carte hydrogéologique

IX.1. COLLECTE DE DONNÉES

La première étape de la réalisation de la carte hydrogéologique est la collecte de données auprès de différentes sources. Les principales sources d'informations qui ont servi à la réalisation de la carte hydrogéologique de Libin – Bras sont :

- la base de données Dix-sous de la Direction des Eaux Souterraines (DGARNE) qui fournit des informations, telles que les localisations géographiques, les types d'ouvrages, les propriétaires, les exploitants, les volumes captés, les mesures piézométriques, etc., sur les ouvrages répertoriés,
- la base de données Calypso de la DGARNE qui renseigne sur l'aspect qualitatif des eaux,
- la Direction des Eaux Souterraines (DGARNE) – Service extérieur de Marche-en-Famenne, où sont regroupées bon nombre d'informations relatives aux prises d'eau recensées en province de Luxembourg,
- les archives géologiques et hydrogéologiques du Service géologique de Belgique (S.G.B.),
- la DGARNE qui a fourni la couche des zones de prévention, les données de la trame commune (réseau hydrographique, limites des bassins versants, réseau routier et autoroutier, etc.).
- l'Institut Géographique National (I.G.N.) pour les fonds topographiques,
- autres.

La deuxième étape consiste en un travail important mené sur le terrain afin de vérifier, compléter et parfois corriger les données collectées. Les tâches les plus importantes sur le terrain sont :

- la localisation précise des ouvrages,
- la vérification du type d'ouvrage,
- la mesure piézométrique,
- la collecte d'autres données techniques, telles que les équipements des puits et le diamètre des forages, quand elles sont disponibles,
- autres.

IX.2. ORIGINE DES DONNEES

IX.2.1. Données géologiques

La carte hydrogéologique de Libin-Bras 64/3-4 est basée sur le fond géologique de l'Eodévonien de l'Ardenne et des régions voisines publié par Asselberghs (1946). Certains aspects structuraux ont été basés sur les travaux de Beugnies (1983).

Descriptions lithologiques: Les descriptions lithologiques, récoltées au Service géologique de Belgique (SGB), concernent une série de forages réalisés au niveau de la planche. Certaines informations sur la lithologie des puits forés sont retrouvées également dans les dossiers de demande d'autorisation d'exploitation au Service des Eaux Souterraines du centre extérieur de Marche. D'autres données de forages proviennent des notes de l'entreprise de forage Arnould de Framont et de l'entreprise de forage Moors de Marche.

Prospections géophysiques: Trois zones de prospections géophysiques sont encodées dans la *BDHYDRO* et reportées sur la carte des informations complémentaires au 1/50.000. Deux d'entre elles proviennent du SGB (Derycke, 1983 et Graulich, 1968). La troisième se trouve dans le rapport d'étude géologique et géophysique pour l'implantation éventuelle d'un forage d'eau dans la zone industrielle de Recogne (Hanson et Debbaut, 2000).

IX.2.2. Données hydrogéologiques

IX.2.2.1. Localisation des ouvrages et sources

En 2010, 93 ouvrages de prise d'eau, sources et piézomètres sont recensés et encodé dans la *BDHYDRO* au niveau de la carte Libin-Bras, dont 64 puits (privés et publics) et 27 sources. Il existe également une prise d'eau de surface de la SWDE sur la Lomme et un pompage d'exhaure. Leur localisation respective a été vérifiée sur le terrain et reportée sur la carte principale au 1/25.000 en distinguant le type de chaque ouvrage.

Les données proviennent essentiellement de la base de données Dix-sous de la DGARNE, du Service géologique de Belgique (SGB), de la société de Forage Arnould et des particuliers sur le terrain.

IX.2.2.2. Données piézométriques

Les données piézométriques sont très rares au niveau de la planche de Libin-Bras. La plupart des mesures piézométriques ont été effectuées en avril 2004, dans le cadre de la

réalisation de la carte hydrogéologique. D'autres mesures proviennent des notes de la société de forage Arnould correspondant à des niveaux statiques de la nappe après les forages.

IX.2.2.3. Données de pompage

Les données des essais de pompages proviennent des études hydrogéologiques réalisées par le Service géologique de Belgique et du Département des Sciences et Gestion de l'Environnement de l'ULg (cf. chapitre 7.2).

IX.2.2.4. Données des volumes prélevés

Ce sont des volumes déclarés par les exploitants à la DGARNE et encodés dans la base de données Dix-sous.

IX.2.2.5. Données hydrochimiques

La majeure partie des données hydrochimiques provient de la base de données de la Direction des Eaux Souterraines de la DGARNE, des archives du SGB, des dossiers de demande d'autorisation d'exploitation à la Direction des Eaux Souterraines du centre extérieur de Marche et des rapports d'études hydrogéologiques techniques réalisées au Département des Sciences et Gestion de l'Environnement de l'ULg (ex-FUL). D'autres données ont été obtenues directement via les particuliers.

Sur la carte Libin-Bras, il existe 20 ouvrages pour lesquels des données chimiques sont disponibles avec 1688 analyses.

IX.3. CAMPAGNE SUR LE TERRAIN

Un travail important est mené sur le terrain afin de vérifier, compléter et parfois corriger les données collectées. En effet, les données reçues des administrations sont généralement d'ordre réglementaire (numéro d'exploitation, code du titulaire), avec peu d'informations techniques. Ceci s'applique principalement aux puits des particuliers.

Les tâches les plus importantes sur le terrain consistent en la localisation précise de tous les ouvrages, la mesure piézométrique quand c'est possible et la vérification du type d'ouvrage. En plus de ce travail, d'autres données techniques, telles que les équipements des puits et le diamètre des forages, sont également recueillis quand elles sont disponibles.

IX.4. MÉTHODOLOGIE DE CONSTRUCTION DE LA CARTE

IX.4.1. Encodage dans une base de données

Les données collectées, 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 et *al.*, 2001). Cette première version de la base de données *BDHYDRO* a été régulièrement améliorée.

Dans un souci d'homogénéité entre les équipes universitaires 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 la géologie (telles que les descriptions de log de forage et d'autres données disponibles) sont stockées dans la *BDHYDRO* qui se trouve à la DGARNE. Ces données peuvent être demandées à la Direction des Eaux Souterraines du S.P.W. qui décide de leur accessibilité au cas par cas.

IX.4.2. Construction de la carte hydrogéologique

Les couches d'information qui composent une carte hydrogéologique sont intégrées au projet cartographique de différentes manières :

1. Les données récoltées sous forme de couches numérisées (fichier vecteur) sont extraites pour chaque carte, ensuite stockées dans la "personal geodatabase" (PGDB) et enfin projetées sur la carte. C'est le cas des zones de prévention et de la trame commune. Celle-ci comporte des données hydrographiques (réseau hydrographique, berges, bassins versants et lacs) et administratives (réseau routier et autoroutier, localisation des agglomérations, frontières, etc.).
2. Les informations reçues sous forme d'image sont soit des documents papiers, soit des images raster non géo-référencées soit des images raster géo-référencées. Les premières seront scannées puis géo-référencées et les secondes seront géo-référencées.

Jusqu'à présent, les *fonds IGN* sont reçus sous forme d'images raster géo-référencées qui sont simplement importées dans le projet cartographique et représentées sur la carte principale 1 : 25.000.

D'autres images géo-référencées seront digitalisées pour produire des couches numérisées qui seront directement stockées dans la *PGDB*. Dans cette catégorie se trouvent des couches d'informations comme les *lignes hydrogéologiques (galeries et drains)*, les *zones de prospection géophysiques*, les *failles*, etc.

Le fond géologique vectorisé servira de base pour la réalisation de la couche des *unités hydrogéologiques* et de la couche de la *couverture des nappes* :

- Les unités hydrogéologiques sont définies principalement sur base de la lithologie des formations géologiques mais aussi sur des critères piézométriques et géométriques. Dans certains cas, plusieurs formations géologiques superposées sont groupées en une seule unité hydrogéologique en tant qu'aquifère, aquiclude ou aquitard, selon leurs caractéristiques hydrogéologiques. Dans d'autre cas, la même formation géologique peut être scindée en plusieurs niveaux aquifères si elle est entrecoupée par des niveaux aquicludes suffisamment imperméables.
- Sur la carte des unités hydrogéologiques figurent les unités à l'affleurement. Une bonne compréhension de cette carte doit tenir compte des coupes géologiques et hydrogéologiques ainsi que du tableau de correspondance entre les formations géologiques et les unités hydrogéologiques. L'ensemble des unités hydrogéologiques, définies en Wallonie dans le cadre du projet carte des eaux souterraines, est inventorié dans un tableau récapitulatif avec le nom et la couleur respectifs de chaque unité.
- Le type de la couverture d'une nappe est déterminé sur base de la lithologie des formations géologiques qui affleurent sur la carte géologique. Plusieurs possibilités sont alors envisagées : nappe à l'affleurement, nappe sous couverture perméable, nappe sous couverture imperméable et nappe sous couverture semi-perméable. Dans le cas de la superposition de plusieurs nappes, c'est la couverture de la nappe principale qui est considérées et dans d'autres cas, c'est la couverture de la nappe supérieure qui est représentée.
- Les données ponctuelles, encodées dans la *BDHYDRO*, sont structurées dans différentes requêtes. Celles-ci sont créées sur base du numéro de la carte et sur d'autres critères selon le type d'information. Les résultats de chaque requête seront ensuite chargés dans la couche appropriée de la *PGDB* et projetés sur la carte correspondante.

On retrouve dans cette catégorie, les points hydrogéologiques, les points nappes, les cotes piézométriques ponctuelles, les mesures (chimie, pompage, traçage et diagraphie), les volumes prélevés sur une année, les points des phénomènes karstiques, les cotes ponctuelles des isohypses, les stations (climatiques et limnimétriques) et les zones de prévention à définir.

3. D'autres couches d'informations géographiques sont créées dans le projet cartographique par interpolation ou extrapolation de données. C'est le cas des isopièzes, des isohypses et du caractère hydraulique des nappes.
 - Les isopièzes sont tracées par interpolation des cotes piézométriques mesurées, des cotes altimétriques des sources et des niveaux des cours d'eau. Il faut s'assurer que les cotes piézométriques considérées appartiennent à la même nappe, en examinant la profondeur de l'ouvrage et son équipement (niveaux des crépines). Les sources et les niveaux des cours d'eau doivent aussi être en continuité hydraulique avec la nappe en question. Si par contre, les cotes piézométriques ne sont pas suffisamment bien réparties sur la carte, ou si la nappe n'est pas continue, il est très difficile de tracer des isopièzes. Dans ce cas, seules des cotes ponctuelles sont présentées sur la carte avec la mention de la date de mesure. C'est le cas des nappes sur la carte de Libin - Bras.
 - Les isohypses sont tracées par interpolation des cotes ponctuelles de la base ou du sommet d'un aquifère d'après les données de forage. Ces données sont complétées par les cotes altimétriques des contacts à l'affleurement de cet aquifère avec les unités hydrogéologiques voisines. Son contact avec l'unité sous-jacente détermine sa base, alors que son contact avec l'unité sus-jacente détermine son sommet. Si les unités hydrogéologiques ont une structure tabulaire, les isohypses peuvent être assez facilement extrapolées. Dans le cas des structures plissées et faillées, il est très souvent difficile de tracer de telles isohypses, comme c'est le cas pour la carte de Libin – Bras.
 - Le caractère hydraulique des nappes peut être déterminé par le croisement des isopièzes et des isohypses du même aquifère. Il faut cependant souligner que le battement de la nappe peut être significativement important et que les limites d'une nappe captive peuvent varier saisonnièrement.

X. BIBLIOGRAPHIE

Archives de l'entreprise de forage Arnould de Framont, visitées en 2005.

Archives de l'entreprise de forage Moors de Marche, visitées en 2005.

Asselberghs, E. (1944) : Sur deux failles importantes de la zone anticlinale de l'Ardenne, *BARB*, 5^e série, 29, 439-446.

Asselberghs, E. (1946) : L'éo-dévonien de l'Ardenne et des régions voisines. *Mem. Inst. Géolog. Univ. Louvain*, t. XIV, 593.

Avril, P. (1961) : Carte des sols de la Belgique : texte explicatif de la planchette de Bras 203 E. IRSIA, Bruxelles.

Belliere, J., et Groessens. E., <http://www.geologie-info.com/articles.php?Article=Composantes> visité en janvier 2005.

Beugnies, A. (1960) : Stratigraphie comparée du Cambrien des massifs ardennais, *Bulletin de la Société belges de Géologie, de Paléontologie et d'Hydrologie*, 69: 91-106.

Beugnies, A. (1983) : Structure de l'aire anticlinale de l'Ardenne à l'ouest du méridien de Libramont. *Ann. Soc. Géol. Nord. CII*, 165-173.

Beugnies, A. (1985) : Structure de l'Aire anticlinale de l'Ardenne entre les méridiens de Bertrix et Morhet. *Ann. Soc. Géol. Nord. CIV*, 87-95.

Boulvain, F. et Pingot, J-L. (2004) : <http://www.ulg.ac.be/geolsed/geolwal/geolwal.htm>, visité en 2005.

Debbaut, V. (2000) : Demande d'autorisation de prise d'eau pour un puits tubé pour Monsieur Willy Thilmant à Ourt-Libramont. FUL, Arlon, Juillet 2000.

Delmer, A. et Graulich, J.M. (1967) : Sondage sur le Thier du Mont à Bras (près de Saint-Hubert), *Service géologique de Belgique, Professional Paper 1967-n°3*, Bruxelles.

Derycke, F., Laga, P.G. et Ney Bergh, H. (1982) : Bilan des ressources en eau souterraine de la Belgique. Rapport final, contrat ENV/223/74-F, Rev. 2. Service géologique de Belgique.

Derycke, F. (1983) : Reconnaissance hydrogéologique à Ochamps, Sondage géophysique, *Service géologique de Belgique, Série brune 83-Libin*.

Derycke, F. (1987) : Rapport SGB, Pompage d'essai, administration communale de Libin, Puits de Anloy, SGB, Bruxelles, 1987, Rapport SGB 191 Hydro 87.

Geukens F. et Richter D. (1962): Problèmes géologiques dans le Massif de Serpont (Ardenne), *Bull. Soc. Belge Géol.*, Bruxelles, 70, 196-212

Godefroid, J., Blicck, A., Bultynck, P., Dejonghe, L., Gerrienne, P., Hance, L., Meilliez, F., Stainier, P. Et Steemans, P. (1994) : Les formations du Dévonien inférieur du Massif de la Vesdre, de la fenêtre de Theux et du Synclinorium de Dinant (Belgique-France), *Mem. Expli. Carte géolog. Minières Belgique*, 38 144 p. Bruxelles.

Gogu R.C. (2000) : Advances in groundwater protection strategy using vulnerability mapping and hydrogeological GIS databases, Thèse de doctorat, LGIH, Fac. Sciences Appliquées, Université de Liège., non publié.

GOGU, R.C., CARABIN, G., HALLET, V., PETERS, V. & DASSARGUES, A. (2001) : GIS-based hydrogeological database and groundwater modelling. *Hydrogeology Journal*, **9**, 555-569.

Graulich, J.M. (1968) : Sondages et études sismiques dans la région d'Anloy, *Service géologique de Belgique, Professional Paper 1968-n°2*, Bruxelles.

Gulinck, M. Geukens, E. (1952) : Résultats préliminaires des sondages de Bras (Massif de Serpont).

Hanson, A. et Debbaut, V. (2000) : Etude géologique et géophysique pour l'implantation éventuelle d'un forage d'eau dans la zone industrielle de Recogne (rapport pour Idélux).

Malaise, M. C. (1901): Carte géologique de la Belgique n°203, Libin-Bras. Institut cartographique militaire. *Bruxelles. Accessible sur le site Internet de l'ULg.*
http://www.libnet.ulg.ac.be/sct/cartes2/Libin_203.jpg

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

<http://mrw.wallonie.be/dgrne/aqualim/aqualim>, visité en janvier 2005.

Steemans, P. (1989) : Paléogéographie de l'Eodévonnien ardennais et des régions limitrophes, *Ann. Soc. Géol. Belg.*, 112, 103-119.

Unesco – OMM (1992) : Glossaire International d'Hydrologie.

WOJDA, P., DACHY, M., POPESCU, I.C., RUTHY, I. & GARDIN, N. (2006) : Manuel d'utilisation de la banque de données hydrogéologiques de la région wallonne, *inédit*, pp. 44,

1. Liste des abréviations

ArGEnCO	:	Université de Liège, Département ArGEnCO, GEO-Hydrogeology, Bâtiment B52/3, niveau -1, Sart-Tilman, B-4000 Liège Belgique
DGARNE	:	Direction générale opérationnelle Agriculture, Ressources naturelles et Environnement (DGO3). Département de l'Etude du Milieu naturel et agricole - Direction de l'Etat environnemental. Coordination Géomatique et Informatique. Avenue Prince de Liège 15 - B-5100 Jambes, Belgique
F.U.L.	:	Fondation universitaire luxembourgeoise, actuellement « Département des sciences et gestion de l'environnement de l'Université de Liège (ULg) ». Av. de Longwy, 185 à 6700 Arlon.
I.G.N.	:	Institut Géographique National Abbaye de la Cambre 13 à 1000 Bruxelles
I.R.M.	:	Institut Royal Météorologique, Section Climatologie. Avenue Circulaire, 3 à 1180 Bruxelles
R.W.	:	Région wallonne
S.G.B.	:	Service géologique de Belgique. Rue Jenner 13 à 1000 Bruxelles
S.P.G.E.	:	La Société Publique de Gestion de l'Eau Avenue de Stassart, 14-16 à 5000 Namur
S.W.D.E.	:	Société Wallonne de Distribution d'Eau. Rue de la Concorde, 41 à 4800 Verviers
ULg	:	Université de Liège Place du 20-Août, 7 à 4000 Liège

2. Liste des figures

Figure I-1 : Localisation de la carte de Libin - Bras	8
Figure II-1 : Bassins et réseau hydrographique sur la carte de Libin-Bras 64/3-4	11
Figure II-2 : Evolution des débits de la Lesse au niveau de la station limnimétrique d'Ochamps durant l'année 2003. (Source: http://mrw.wallonie.be/dgrne/aqualim/aqualim)	12
Figure III-1 : Le cadre géologique et structural de la Wallonie avec la localisation de la carte de Libin-Bras encadrée (64/3-4), (Boulvain et Pingot, 2004).	15
Figure III-2 : Transect nord-sud dans les Synclinoria de Dinant et de Neufchâteau, durant le dépôt du Dévonien Inférieur (Boulvain et Pingot, 2004)	18
Figure III-3 : Carte des éléments structuraux sur la planche de Libin-Bras 64/3-4 (Asselberghs, 1946 et Beugnies, 1983).	24
Figure III-4 : Carte des éléments structuraux de l'aire anticlinale de l'Ardenne entre le méridien de Bertrix et Mohret. 1. Axe anticlinal, 2. Axe synclinal, 3. Axe de culmination, 4. Limite septentrionale de la zone à plis déversés de l'Unité de Carlsbourg, 5 Faille (Beugnies, 1985).	25
Figure III-5 : Coupes méridiennes à travers l'aire anticlinale de l'Ardenne (Beugnies, 1985). Légende : voir Figure III-4.	26
Figure V-1 : Les points pour lesquels les résultats des analyses chimiques sont encodés dans la base de données hydrogéologique pour la carte de Libin-Bras 64/3-4	36
Figure V-2. Paramètres physico-chimiques sur la carte de Libin - Bras	37
Figure V-3. Concentrations du fer dissous et du manganèse (en µg/l) au niveau de certains captages sur la carte de Libin - Bras.....	38
Figure V-4. Localisation des ouvrages dont les données chimiques complètes et relativement récentes sont disponibles.....	39
Figure VI-1 : Les principaux captages d'eau avec les volumes prélevés en 2002 sur la carte de Libin-Bras. Les volumes sont proportionnels au diamètre des pastilles.	45
Figure VI-2 : Evolution annuelle des volumes pompés entre 1991 et 2003 au niveau de 3 captages par puits exploités par la commune de Libramont.....	46
Figure VI-3 : Evolution annuelle des volumes prélevés entre 1996 et 2003 au niveau du captage de Bras 1, exploité par la SWDE. Le captage est établi sur le ruisseau de la Lomme juste au nord du Massif de Serpont.....	47
Figure VIII-1. Les captages dont les zones de prévention sont arrêtées ou en projet sur la carte de Libin - Bras.	53
Figure VIII-2 : Projet de zone de prévention autour du captage de Bras B1, étude en cours de réalisation par la SWDE	54
Figure IX-1 : Liste non exhaustive des différents types d'information et des sources de données utilisées dans la réalisation de la carte hydrogéologique	55

3. Liste des tableaux

Tableau III.1: Correspondance entre les anciennes (Asselberghs, 1946) et les nouvelles (Godefroid et <i>al.</i> , 1994) nomenclatures du Dévonien inférieur dans le bassin de Neufchâteau-Eifel.	20
Tableau IV.1 : Tableau de correspondance entre les couches géologiques et les unités hydrogéologiques au niveau de la carte de Libin-Bras 64/3-4	31
Tableau IV.2 : Niveaux piézométriques ponctuels mesurés au niveau de la carte de Libin-Bras	35

Tableau V.1. Localisation des ouvrages dont les données chimiques complètes et relativement récentes sont disponibles.....	39
Tableau V.2 : Composition chimique d'un échantillon d'eau prélevé le 21/08/2008 au niveau du drain dénommé : BERNIHET-CAPTAGE DRAINANT	40
Tableau V.3 : Composition chimique d'un échantillon d'eau prélevé le 25/09/2008 au niveau du drain dénommé : PETITE ROCHETTE-SOURCE + DRAIN.....	41
Tableau V.4 : Composition chimique d'un échantillon d'eau prélevé le 7/03/2007 au niveau du drain dénommé : BRAS-HAUT-BOIS VOLTAIRE-SOTDR.....	42
Tableau V.5 : Composition chimique d'un échantillon d'eau prélevé le 7/03/2007 au niveau du puits dénommé : BERNIHET-PUITS ARTESIEN	43
Tableau VII.1 : Les valeurs de transmissivité minimales et maximales pendant le pompage et les valeurs de transmissivité pendant la remontée.	48
Tableau VIII.1. La liste des captages dont les zones de prévention sont arrêtées ou en projet sur la carte de Libin - Bras	54