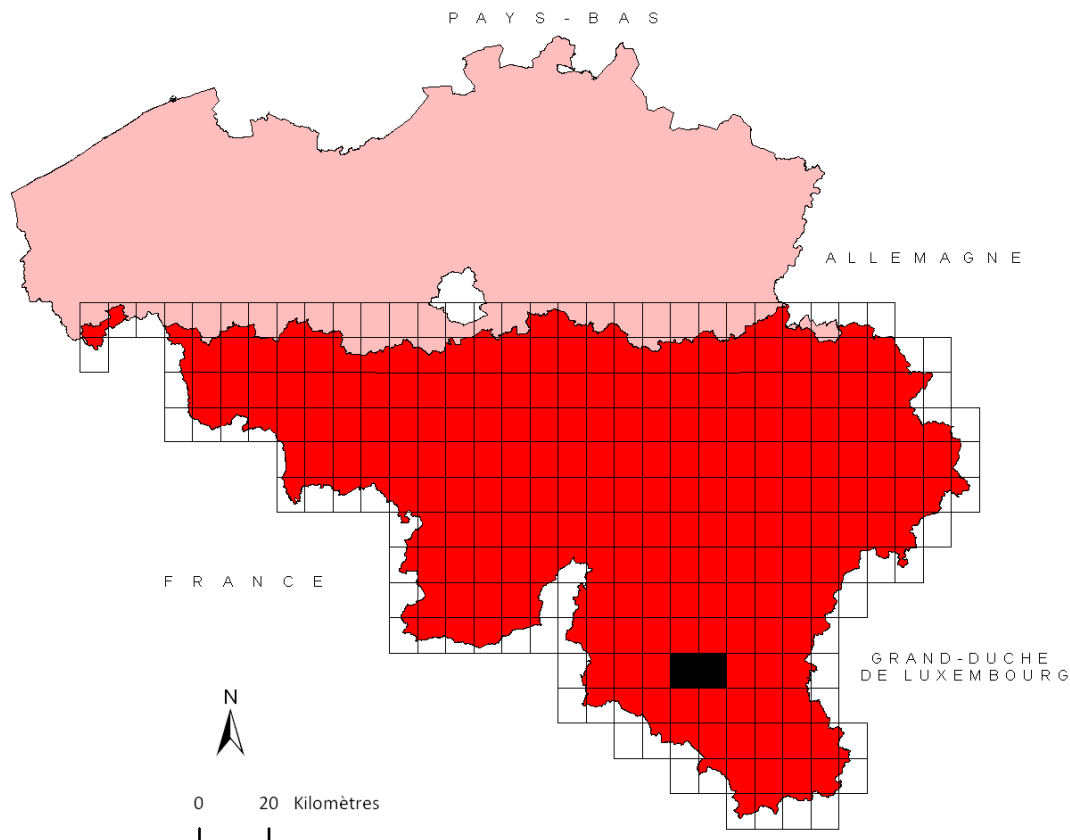


CARTE HYDROGEOLOGIQUE DE WALLONIE

NOTICE EXPLICATIVE

BERTRIX – RECOGNE

64/7-8





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
BERTRIX – RECOGNE
64/7-8
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.....	6
I. INTRODUCTION	9
II. CADRE GEOGRAPHIQUE, GEOMORPHOLOGIQUE ET HYDROGRAPHIQUE	11
III. CADRE GEOLOGIQUE ET STRUCTURAL.....	13
III.1. CADRE GEOLOGIQUE REGIONAL.....	13
III.1.1. Domaine calédonien.....	13
III.1.2. Domaine hercynien	15
III.1.2.1. Dévonien inférieur	15
III.1.2.1.1 Gedinnien ou Lochkovien.....	16
III.1.2.1.2 Siegenien ou Praguien	17
III.1.2.1.3 Emsien	17
III.2. CADRE GEOLOGIQUE DE LA CARTE BERTRIX - RECOGNE	18
III.2.1. Paléozoïque	18
III.2.1.1. Dévonien inférieur	18
III.2.1.1.1 Gedinnien ou Lochkovien.....	19
III.2.1.1.2 Le Siegenien ou Praguien	20
III.2.2. Cénozoïque	22
III.3. CADRE STRUCTURAL.....	22
IV. CADRE HYDROGEOLOGIQUE.....	26
IV.1. HYDROGEOLOGIE REGIONALE	26
IV.1.1. Aquifère du manteau d'altération	26
IV.1.2. Aquifère profond	27
IV.1.3. Remarques générales.....	27
IV.2. HYDROGEOLOGIE LOCALE.....	28
IV.2.1. Description des principales unités hydrogéologiques.....	28
IV.2.1.1. Aquiclude du Dévonien inférieur	28
IV.2.1.1.1 Aquiclude du Dévonien inférieur (G2b).....	29
IV.2.1.1.2 Aquiclude du Dévonien inférieur (S3)	31
IV.2.1.2. Aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur	31
IV.2.1.3. Aquitard à niveaux aquicludes de Villé.....	32
IV.2.1.4. Aquifère alluvial.....	32
IV.2.2. Coupe hydrogéologique.....	33
IV.2.3. Piézométrie	33
V. CADRE HYDROCHIMIQUE	36
V.1. AQUICLUDE DU DEVONIEN INFERIEUR	37
V.2. AQUICLUDE A NIVEAU AQUIFERES DU DEVONIEN INFERIEUR.....	38
V.3. AQUITARD A NIVEAUX AQUICLUDES DE VILLE.....	39
V.4. REMARQUES GENERALES.....	40
VI. EXPLOITATION DES AQUIFERES	42
VI.1. AQUICLUDE DU DEVONIEN INFERIEUR	44

VI.2. AQUICLUDE A NIVEAUX AQUIFERES DU DEVONIEN INFERIEUR	46
VI.3. AQUITARD A NIVEAUX AQUICLUDES DE VILLE.....	47
VII. CARACTERISATION DE LA COUVERTURE ET PARAMETRES HYDRODYNAMIQUES DES NAPPES	48
VII.1. COUVERTURE.....	48
VII.2. PARAMETRES HYDRODYNAMIQUES	48
VII.2.1. Puits Sur Rouvrou.....	49
VII.2.2. Puits PTS Longuefeu – Gare de Rossart	49
VII.2.3. Puits de SART	50
VIII. ZONES DE PREVENTION	52
VIII.1. CADRE LEGAL	52
VIII.2. ZONE DE PREVENTION REPRISE SUR LA CARTE	55
IX. METHODOLOGIE DE L’ELABORATION DE LA CARTE HYDROGEOLOGIQUE.....	56
IX.1. COLLECTE DE DONNEES	57
IX.2. ORIGINE DES DONNEES.....	58
IX.2.1. Données géologiques	58
IX.2.2. Données hydrogéologiques	58
IX.2.2.1. Localisation des ouvrages et sources	58
IX.2.2.2. Données piézométriques	59
IX.2.2.3. Données de pompage.....	59
IX.2.2.4. Données des volumes prélevés	59
IX.2.2.5. Données hydrochimiques.....	59
IX.3. CAMPAGNE SUR LE TERRAIN	60
IX.4. METHODOLOGIE DE CONSTRUCTION DE LA CARTE.....	60
IX.4.1. Encodage dans une base de données	60
IX.4.2. Construction de la carte hydrogéologique	60
X. BIBLIOGRAPHIE.....	64
1. LISTE DES ABREVIATIONS	67
2. LISTE DES FIGURES	68
3. LISTE DES TABLEAUX.....	69

Avant-propos

La carte hydrogéologique de Bertrix – Recogne 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 Bertrix - Recogne 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 lithostratigraphique sont présentés.

La carte hydrogéologique de Bertrix - Recogne 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 complémentaires notamment sur l'aspect qualitatif.

Enfin de l'ULg, Monsieur Alain Hanson du Département des Sciences et Gestion de l'Environnement-Campus d'Arlon, a eu l'amabilité de relire le document et de proposer plusieurs améliorations intéressantes notamment sur l'aspect minéralogique.

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

I. INTRODUCTION

La planche de Bertrix - Recogne (64/7-8) couvre une zone ardennaise située en province de Luxembourg dans le sud-est de la Belgique (Figure I-1).

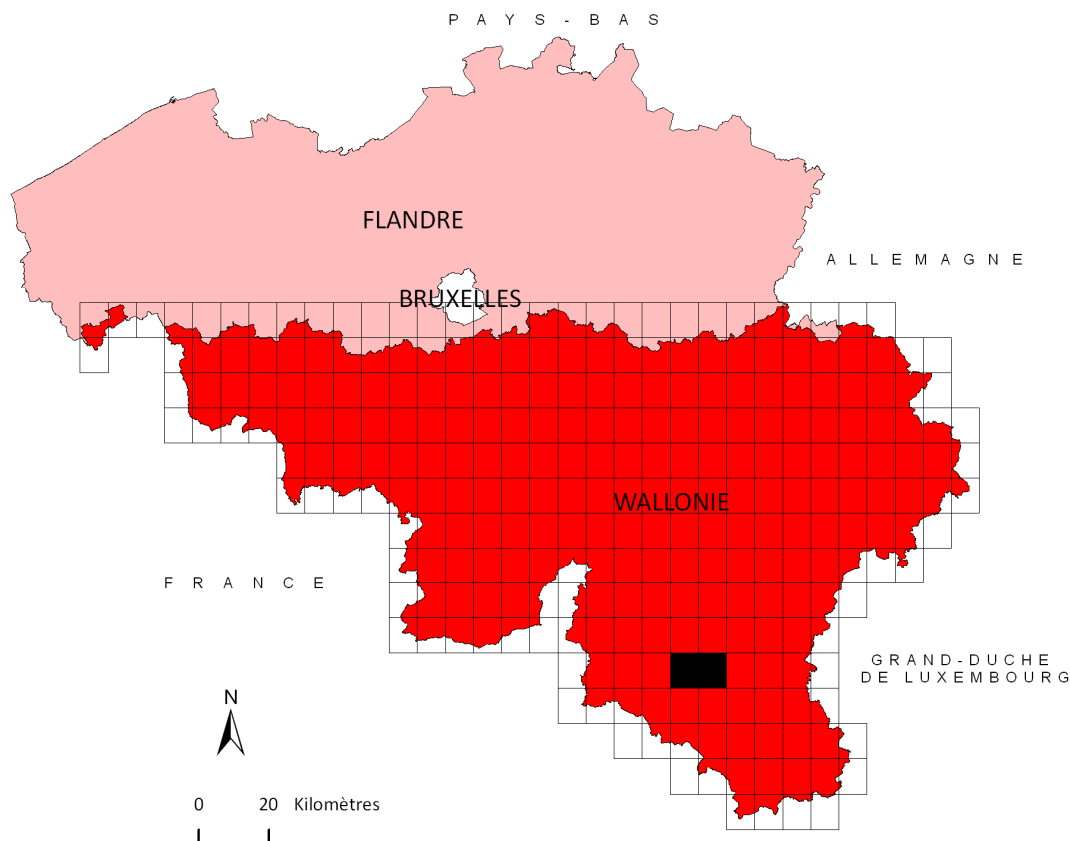


Figure I-1 : Localisation de la carte de Bertrix - Recogne

La réalisation de la carte hydrogéologique de Bertrix – Recogne est basée sur la carte géologique de l'Eodévonien de l'Ardenne et des régions voisines publiée par Asselberghs (1946). La version officielle de la carte géologique levée par Dormal (1897) n'est plus à jour, tant de point de vue de la stratigraphie que de la structure. Le fond d'Asselberghs (1946) 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 en Ardenne entre cartes hydrogéologiques voisines sera réduit. 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 suggérées 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.

La géologie de la région couverte par la planche de Bertrix – Recogne est dominée par des schistes et des phyllades avec des niveaux plus gréseux ou quartzitiques de fréquence et d'épaisseur variables. Les terrains du Geddinnien supérieur (G2b) ou assise de Saint-Hubert couvrent la moitié nord-ouest de la planche. L'autre moitié est occupée par des terrains appartenant au Siegenien. On note successivement du nord vers le sud; le Siegenien inférieur (S1), le Siegenien moyen (S2) et le Siegenien supérieur (S3). Ils forment le flanc nord du Synclinorium de Neufchâteau. L'assise de Saint-Hubert (G2b) est affectée par la faille d'Opont localisée au voisinage de Libramont.

La notice explicative commence par un cadre géographique, géomorphologique et hydrographique au niveau de la carte.

La partie géologique sera traitée d'abord 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 de la carte de Bertrix – Recogne. Enfin, un cadre structural régional et local sera dressé en s'appuyant notamment sur les travaux de Beugnies (1983).

De même pour le cadre hydrogéologique où le schéma régional, notamment des terrains dévoniens en Ardenne, permet de mieux comprendre les caractéristiques hydrogéologiques à l'échelle de la carte de Bertrix – Recogne. Ainsi, la définition des différentes unités hydrogéologiques sera principalement basée sur les descriptions lithologiques de la carte de l'Eodévonien de l'Ardenne et des régions voisines (Asselberghs, 1946). Le potentiel aquifère des différentes assises géologiques sera déterminé principalement par la fréquence et l'épaisseur des niveaux gréseux fissurés ainsi que par 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 de la carte hydrogéologique sera exposée à la fin de cette notice.

II. CADRE GÉOGRAPHIQUE, GÉOMORPHOLOGIQUE ET HYDROGRAPHIQUE

La carte hydrogéologique de Bertrix – Recogne (64/7-8) occupe une zone quasi centrale de l'Ardenne située en province de Luxembourg. La population, très dispersée, est répartie en petites agglomérations ou en habitations isolées. Les principales agglomérations comme Bertrix, Libramont, Recogne, Saint-Pierre et Grandvoir sont raccordées par un réseau routier (N85, N89, ...) et reliées au réseau autoroutier par la E411.

La planche est à cheval sur le bassin hydrographique de la Semois au sud et de la Lesse au nord. Le relief est axé sur la ligne de partage des deux bassins allant d'Acremont à l'ouest vers Libramont à l'est en passant par Recogne. Une série de petites collines se succèdent le long de cette ligne dont l'altitude augmente vers l'est : environ 450 m au nord d'Acremont, 475 m à la limite nord-est de l'Aérodrome militaire, 500 m à l'ouest de Recogne et 505 m à Libramont.

Au sud de cette ligne s'étendent de vastes plateaux légèrement inclinés vers le sud et entaillés par de nombreux cours d'eau, alimentant la Semois, tel que le ruisseau des Alanes, la Vierre, le ruisseau de Lamouline qui se prolonge par le ruisseau de la Rosière. L'altitude descend à 380 m au niveau des vallées notamment vers le sud. Les vallées sont orientées N-S à NE-SO.

Au nord de la ligne de partage, le plateau s'incline doucement vers le nord et l'altitude descend vers 420 m au nord-ouest dans le fond des vallées. Le plateau est incisé par les cours d'eau du bassin de la Lesse avec une direction moyenne NO-SE.

Le bassin de l'Ourthe n'est représenté que par son extrémité occidentale, de surface restreinte, au nord est de la planche.

Le bassin de la Semois occupe la majeure partie de la carte. Il se compose du bassin de la Semois en aval de la confluence avec la Vierre à l'ouest de la carte et du bassin de la Vierre à l'est (Figure II-1). Le bassin de la Lesse occupe la partie nord-ouest de la carte. Il est subdivisé en 2 sous-bassins : celui de la Lhomme et celui de la Lesse en amont du la confluence avec la Lhomme (Figure II-1).

La plupart des ruisseaux du réseau hydrographique sont alimentés par des sources assez ponctuelles et situées généralement à de hautes altitudes. Un complément d'alimentation des cours d'eau provient également du drainage des zones humides. Le débit, très variable,

dépend largement des pluies, des orages et de la fonte des neiges mais les ruisseaux sont rarement à sec.

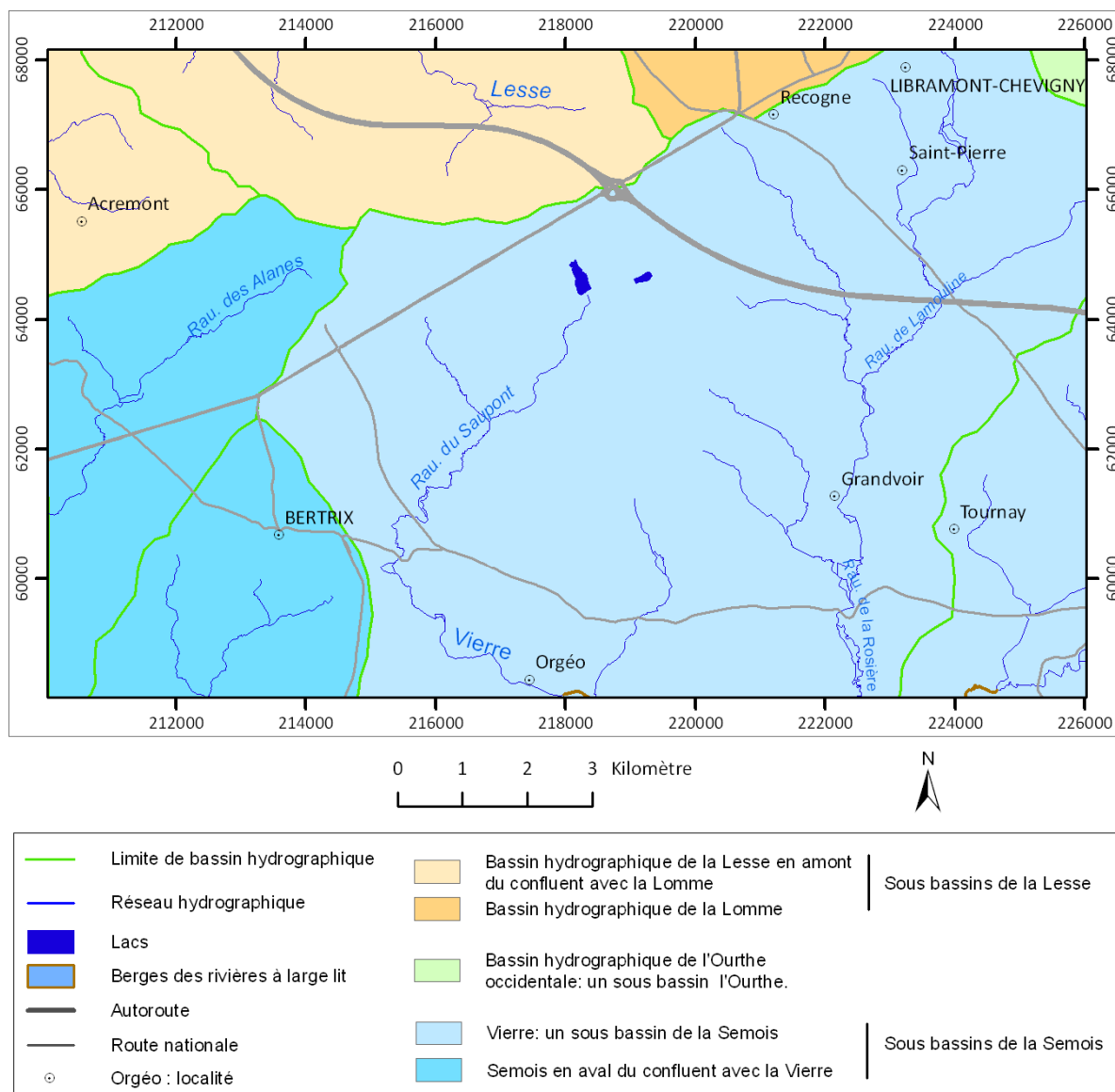


Figure II-1 : Bassins et réseau hydrographique sur la carte de Bertrix – Recogne 64/7-8

III. CADRE GÉOLOGIQUE ET STRUCTURAL

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 Bertrix - Recogne, 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).

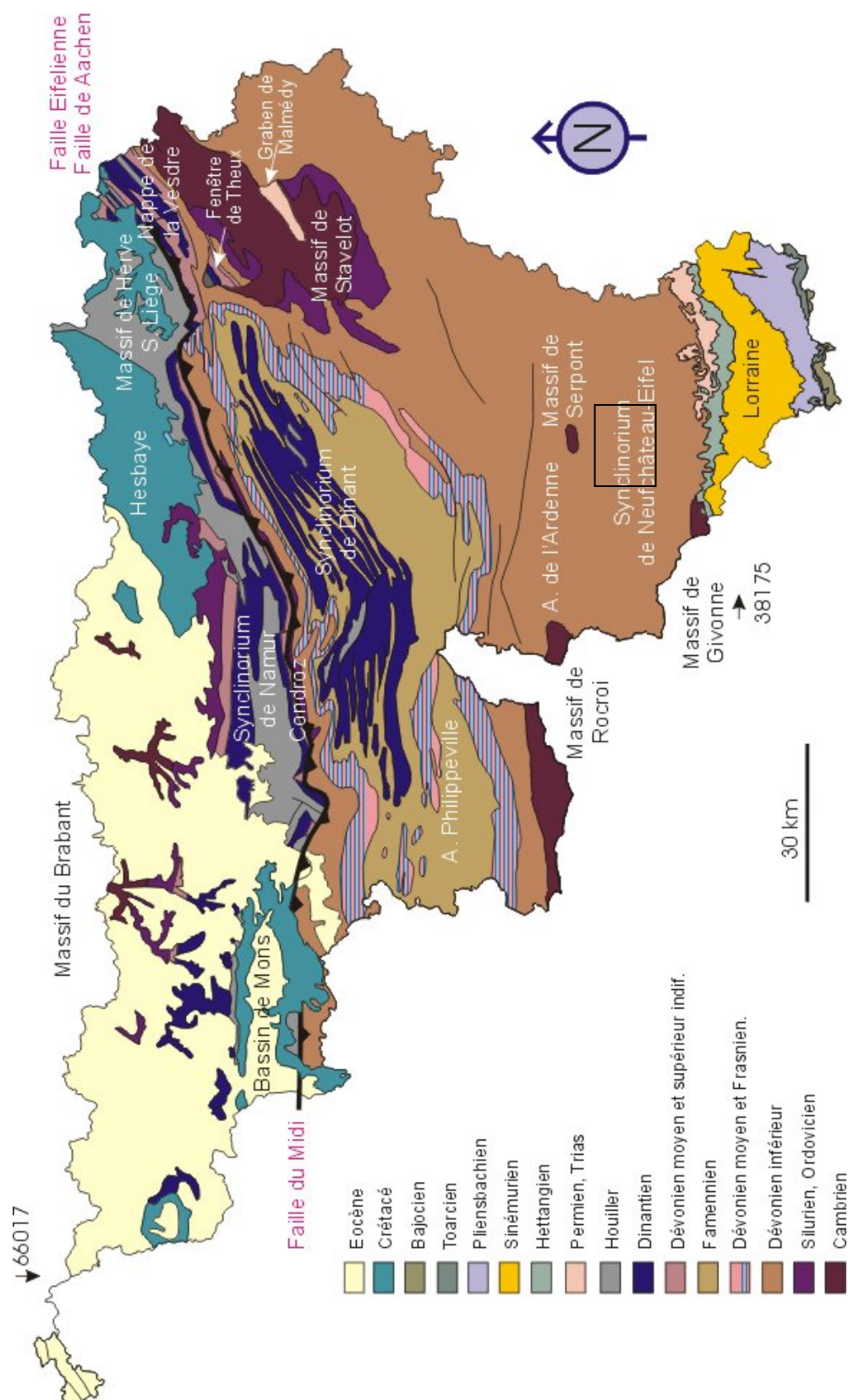


Figure III-1 : Le cadre géologique et structural de la Wallonie avec la localisation de la carte de Bertrix – Recogne encadrée (64/3-4), (Boulvain et Pingot, 2004).

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 Bertrix - Recogne 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 (Stemans, 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.

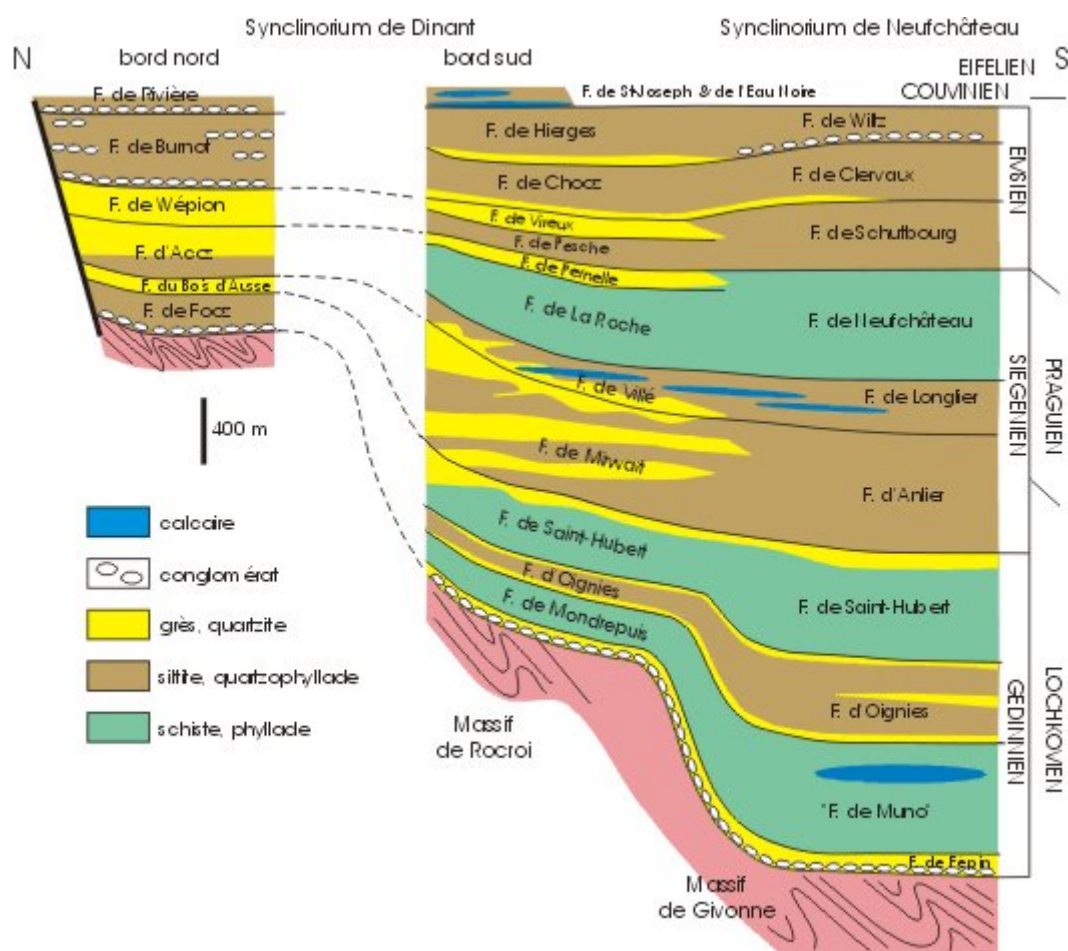


Figure III-2 : Transect nord-sud dans les Synclinoria de Dinant et de Neufchâteau, durant le dépôt du Dévonien Inférieur (Boulvain et Pingot, 2004)

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. CADRE GÉOLOGIQUE DE LA CARTE BERTRIX - RECOGNE

La carte hydrogéologique de Bertrix – Recogne couvre une région située entre l'axe de l'anticlinale de l'Ardenne et l'axe du Synclinorium de Neufchâteau. Elle fait partie de la zone métamorphique de Libramont, le plus vaste domaine métamorphique de Belgique, qui s'étend de Bertrix à l'ouest jusqu'à Bastogne à l'est (Beugnies, 1986). C'est une zone caractérisée par sa richesse minéralogique, avec comme espèces les plus remarquables les grenats, les amphiboles et les chloritoïdes, accompagnés d'autres minéraux comme la magnétite, l'ilménite ou la biotite.

Dans la partie nord de la planche de Bertrix - Recogne, le sous-sol est formé de terrains appartenant au Lochkovien (Gedinnien supérieur (G2b) ou assise de Saint-Hubert). Dans la partie sud, ce sont les terrains du Praguien (Siegenien) qui sont représentés. On trouve successivement du nord vers le sud : le Siegenien inférieur (S1), Siegenien moyen (S2) et le Siegenien supérieur (S3).

De fortes variations de faciès au sein d'une même unité géologique sont notées du nord vers le sud et d'est vers l'ouest à l'échelle de l'Ardenne (Asselberghs, 1946). Il est dès lors indispensable de tenir compte des caractéristiques géologiques locales à l'échelle de la planche. Les subdivisions stratigraphiques, les descriptions lithologiques, les affleurements et les épaisseurs des différentes couches géologiques rencontrées sur la planche seront brièvement présentés. La description de la géologie des terrains du Dévonien inférieur sera basée principalement 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. Dévonien inférieur

D'après les archives du Service géologique de Belgique (SGB) et les notes des sociétés de forage, tous les forages exécutés au niveau de la carte recoupent systématiquement un manteau d'altération d'épaisseur variable avant d'atteindre le socle sain.

Par ailleurs, la correspondance entre les anciennes (Asselberghs, 1946) et les nouvelles (Godefroid et *al.*, 1994) nomenclatures du Dévonien inférieur dans la zone anticlinale de l'Ardenne et dans le bassin de Neufchâteau-Eifel est donnée dans le Tableau III.1.

III.2.1.1.1 Gedinnien ou Lochkovien

Dans la nouvelle nomenclature des subdivisions lithostratigraphiques, préconisée dans le cadre du renouvellement des cartes géologiques de Wallonie à 1/25.000, le Gedinnien correspond actuellement à l'étage Lochkovien. Le Gedinnien est présent sur la carte par sa seule composante supérieure (G2) en l'absence du Gedinnien inférieur (G1).

Le Gedinnien supérieur est divisé en deux assises (ou sous-assises) : assise d'Oignies qui représente l'assise inférieure et l'assise de Saint-Hubert ou l'assise supérieure. Dans le cas de la planche de Bertrix – Recogne, seule l'assise de Saint-Hubert (G2b) est représentée.

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	LOCHKOVIE	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.

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. Elle est formée 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 calcaires (5 à 10 % de calcite) ont été notés par Asselberghs (1946), entre autre à Ochamps (hors de la carte) au nord de la planche de Bertrix – Recogne.

A l'extrême NE de la planche, au bord de la Lesse, Leblanc (1975) relève une carrière où l'on exploitait un banc de quartzite bleu avec des intercalations de grès quartzophylladeux. Par ailleurs, Groessens (1996) décrit la lithologie des roches dans la carrière de la Flèche (carrière des Rochettes) qui est située au lieu dit "Les Rochettes" à l'est de Glaumont. On y trouve principalement des phyllades avec des intercalations irrégulières de bancs gréseux et parfois quartzophylladeux. Ces bancs sont plus ou moins stratifiés, de couleur gris clair et d'épaisseur allant de 40 à 70 cm. De nombreuses minéralisations, riches en calcite et zéolite avec biotite, des traces cuprifères et des carbonates de terres rares² ont été également observées dans la carrière, tapissant les joints de la roche (De Bethune, 1977 ; Hatert, 2004 ; Hatert et Theye, 2005). Par ailleurs, des valeurs relativement élevées de pH (7,5 à 9,2) ont été observées au niveau d'un puits du camp militaire sur des terrains du Gedinnien supérieur. Ces valeurs reflètent la présence de carbonate dans les phyllades du G2b, d'autant que les teneurs en bicarbonates (HCO_3^-) peuvent atteindre 188 mg/l.

Sur la carte de Bertrix – Recogne, l'assise de Saint-Hubert affleure sur une large bande dans la partie nord de la planche. La bande se rétrécit progressivement vers l'est avec une largeur d'environ 7 km à l'extrême ouest et de moins de 3 km à l'extrême est.

La puissance de l'assise a été estimée par Asselberghs (1946) à environ 600 m à 800 m au sud du massif cambrien de Serpont.

III.2.1.1.2 Le Siegenien ou Praguien

Sur la carte de Bertrix – Recogne, le Siegenien est représenté par ses trois composantes qui sont du nord vers le sud: Siegenien inférieur (S1), Siegenien moyen (S2) et Siegenien supérieur (S3).

Le Siegenien inférieur (S1) ou Formation de Mirwart (MIR)

Le Siegenien inférieur (S1) correspond dans la nomenclature actuelle à la Formation de Mirwart (MIR) d'après les subdivisions du Dévonien inférieur (Godefroid et *al.*, 1994).

Dans la région couverte par la carte de Bertrix – Recogne, la Formation de Mirwart est constituée essentiellement de phyllades bleu noir et de quartzophyllades avec des intercalations peu puissantes de quartzites. Au sud d'Orgeo, les phyllades sont criblés de petits cubes de pyrites et à Grandvoir, les phyllades sont ardoisiers. A l'est de Bertrix, dans

² Il s'agit de la calcio-ancylite-(Ce), de la bastnäzite-(Ce) et de la synchysite-(Ce).

les carrières de Saupont (hors de la planche), on exploitait un banc de 7 m de quartzites bleu à joints micacés.

Les descriptions lithologiques des forages réalisés dans les terrains du Siegenien inférieur, récoltées auprès du SGB et des sociétés de forage, montrent systématiquement l'existence d'un manteau d'altération dont l'épaisseur est variable.

Le Siegenien inférieur affleure sur une bande large d'environ 5 km orientée SO-NE. Dans la région de Bertrix et Petitvoir, la puissance du Siegenien inférieur (Formation de Mirwart) est estimée par Asselberghs (1946) à environ 1000 m.

Le Siegenien moyen (S2) ou Formation de Villé (VIL)

Le Siegenien moyen (S2) est l'équivalent de la Formation de Villé (VIL) dans la nouvelle subdivision du Dévonien inférieur d'après Godefroid et al. (1994).

Le Siegenien moyen est représenté sur la carte de Bertrix – Recogne par le faciès de Longlier (Asselberghs, 1946). Ce faciès est plus arénacé que les autres faciès du Siegenien moyen. Il est caractérisé par des quartzophyllades souvent gréseux, des quartzites grossiers micacés psammitiques, des quartzites, des phyllades purs ou quartzeux et des schistes quartzeux. Les bancs fossilifères sont remarquablement abondants et calcareux. Les quartzites de couleur bleuâtre et verdâtre sont présents en bancs isolés ou en paquets de 2 à 8 m. Au sud-est de Tournay, le Siegenien moyen débute par un niveau bariolé, principalement rouge, renfermant des phyllades quartzeux compacts, très ferrugineux, des phyllades quartzophylladeux, du quartzite blanchâtre, gris bleu ou gris rose. Celui-ci donne, par altération, des sables rouges bruns et le manteau d'altération peut dépasser 10 m d'épaisseur (Duvigneaud, 1912).

Le Siegenien moyen affleure sur une bande large d'environ 1 km située pratiquement au sud d'une ligne rejoignant Névaumont, Petitvoir et Tournay, de direction OSO-ENE. Sa puissance est estimée par Asselberghs (1946) à environ 400 à 500 m dans la région.

Le Siegenien supérieur (S3) ou Formation de La Roche (LAR)

Le Siegenien supérieur (S3) est actuellement appelé Formation de La Roche (LAR) dans la nouvelle subdivision du Dévonien inférieur.

Sur la planche de Bertrix – Recogne, l'assise est représentée par le faciès de Neufchâteau. Celui-ci est formé essentiellement de phyllades, à feuilletages réguliers, parfois ardoisiers, de couleur bleu noir, souvent pyriteux. Les strates gréseuses sont très fines et peu

fréquentes mais il y a aussi quelques bancs de quartzophyllades. Les phyllades renferment souvent des nodules carbonatés, parfois ferrugineux (Asselberghs, 1946). Ces nodules carbonatés peuvent donc expliquer les valeurs relativement élevées de pH (7,7) et de bicarbonates (106 mg/l) dans les eaux souterraines en contact avec ces roches. Ces valeurs ont été observés dans les eaux du puits dénommé "Spineuse", situé à l'extrême sud est de la planche, sur des terrains Siegenien supérieur.

Sur la carte de Bertrix – Recogne, le Siegenien supérieur n'occupe qu'un petit coin situé à l'extrême sud est de la planche. Sa puissance est évaluée à environ 400 à 600 m sur le flanc nord du bassin de Neufchâteau.

III.2.2. Cénozoïque

Le quaternaire est représenté principalement par des alluvions modernes le long des cours d'eau. Ces derniers sont repris sur la carte géologique de Bertrix – Recogne dressée par Dormal (1897). Les plaines alluviales, ne dépassant que très rarement les 400 m de largeur, sont relativement étroites et les dépôts sont peu épais.

III.3. CADRE STRUCTURAL

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

Dans la zone anticlinale de l'Ardenne, Beugnies (1985) a distingué trois unités tectoniques séparées par la faille de Vencimont (Asselberghs, 1944) et la faille d'Opont (Asselberghs, 1944 et Beugnies, 1983) : 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. La planche de Bertrix – Recogne est située sur l'unité de Carlsbourg (Figure III-3). Dans cette dernière, les axes des plis sont orientés généralement est-ouest et sur cette carte, les plis sont de direction OSO-ENE. A l'ouest de Bertrix, les plis sont modérément déjetés avec des pendages de 46 à 60°N sur le flanc nord et de 15 à 24°S sur le flanc sud. A l'est du méridien de Bertrix, les axes de plis sont de plus en plus déversés avec une inclinaison d'environ 80° S du flanc inverse au niveau du méridien de Recogne (Figure III-4) (Beugnies, 1985).

Par ailleurs, une petite prolongation de la faille d'Opont est notée à la limite nord de la planche de Bertrix – Recogne (Asselberghs, 1946, Beugnies, 1983). C'est une faille de

décrochement dextre, suivie sur un parcours de 60 km, avec un pendage sud et un affaissement de la lèvre sud pouvant atteindre 15 à 18 km.

D'autre part, les bancs de grès et de quartzites de l'assise de Saint Hubert, notés dans les carrières des Rochettes sont tous affectés par de nombreuses fractures orientées dans tous les sens. Certaines diaclases sont ouvertes de 4 cm et remplies par du quartz (Groessens, 1996).

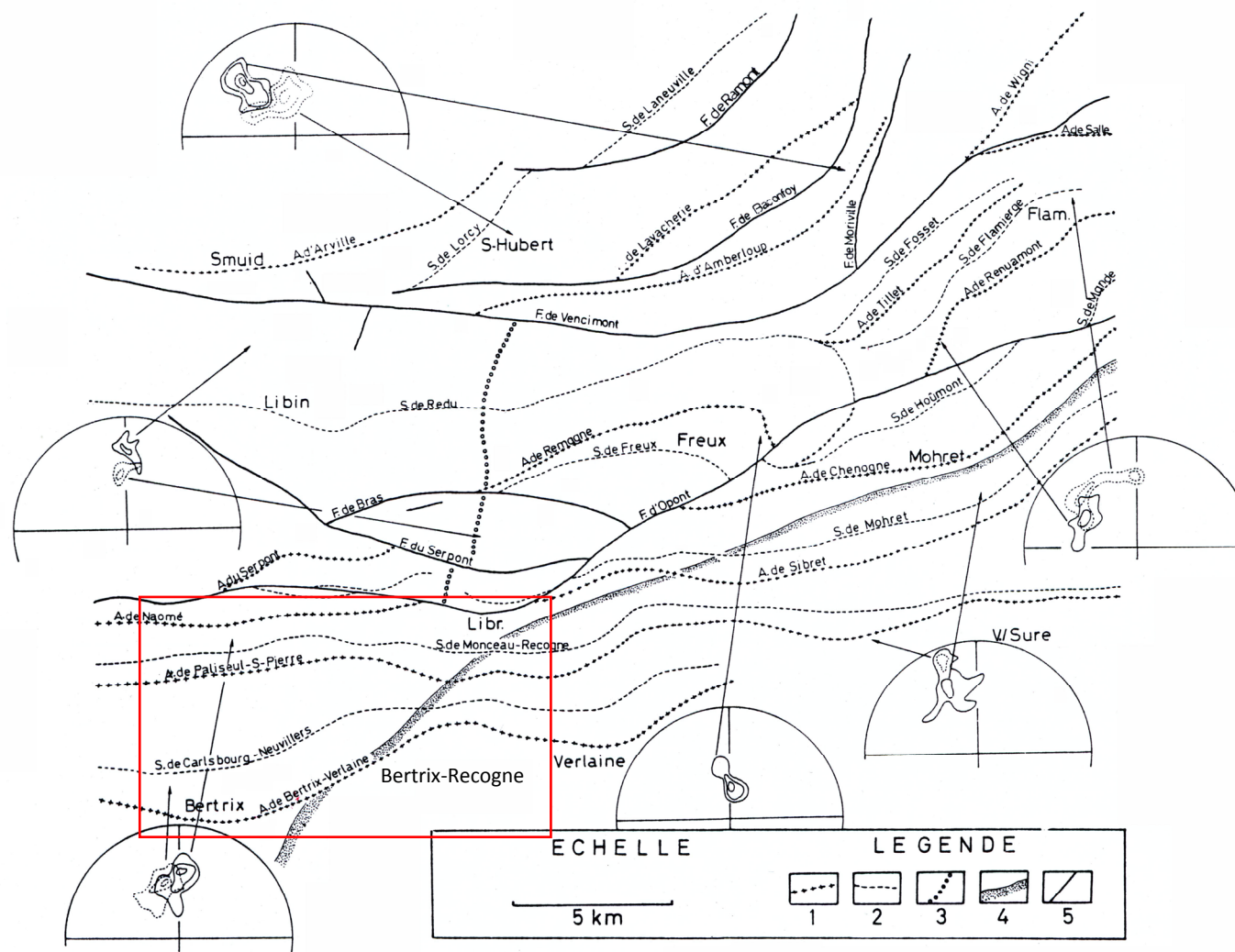


Figure III-3 : Carte des éléments structuraux de l'aire anticlinale de l'Ardenne entre le méridien de Bertrix et Mohret. 1. Axe anticlinal, 2. Axe synclinal, 3. Axe de culmination, 4. Limite septentrionale de la zone à plis déversés de l'Unité de Carlsbourg, 5 Faille (Beugnies, 1985).

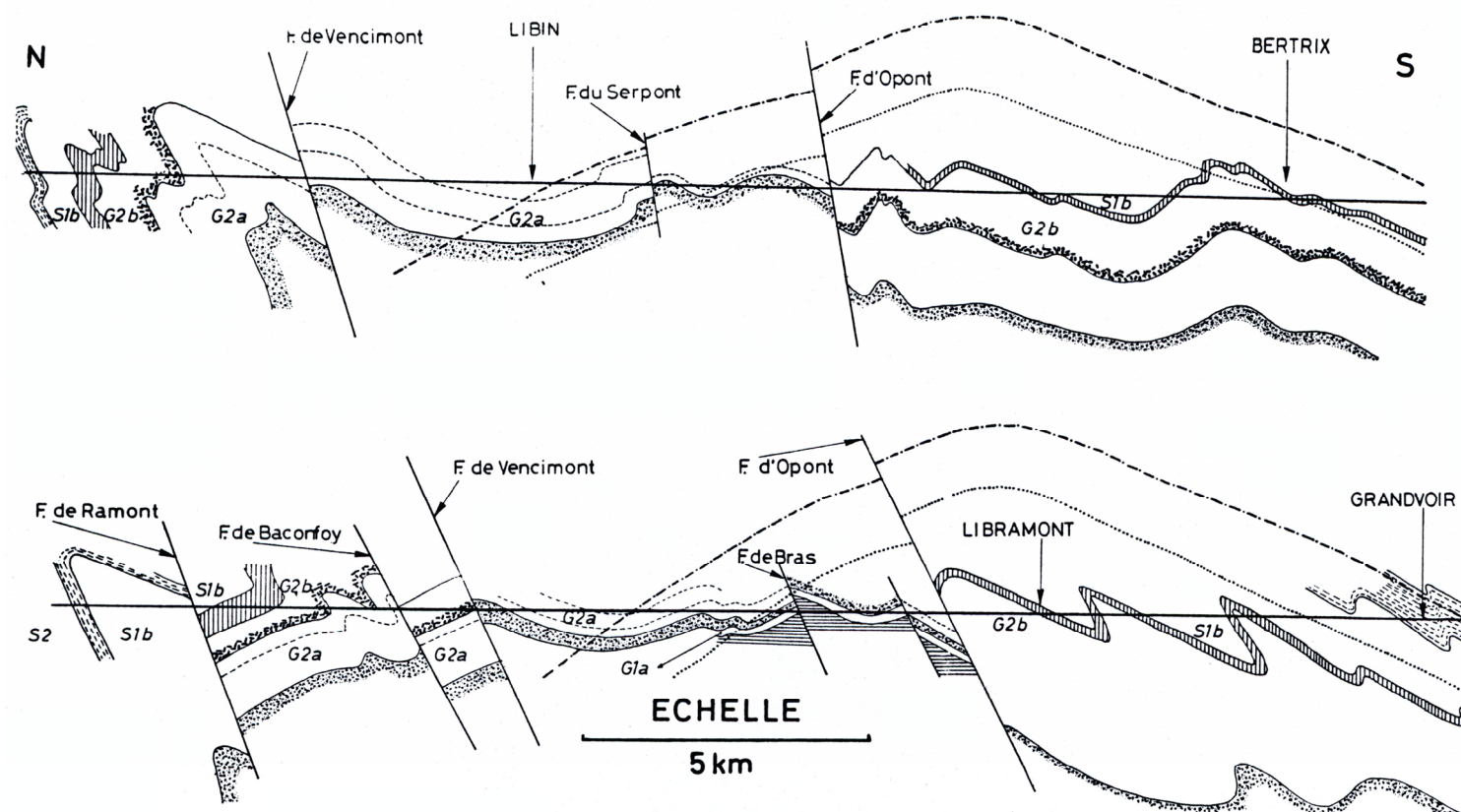


Figure III-4 : Coupes méridiennes à travers l'aire anticlinale de l'Ardenne (Beugnies, 1985). Légende : voir géologie.

IV. CADRE HYDROGÉOLOGIQUE

La correspondance entre les formations géologiques et les unités hydrogéologiques est basée sur la litho-stratigraphie. 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 mixte³ dont l'épaisseur peut en certains

³ 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. Les nappes sont souvent captées par des drains et des 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.

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

Les terrains présents sur la planche de Bertrix – Recogne sont composés essentiellement de schistes et de phyllades. Les niveaux de grès, de quartzites et de quartzophyllades peuvent être rencontrés dans toutes les unités stratigraphiques. Ils sont néanmoins plus fréquents dans les terrains du Siegenien moyen localisés dans la partie sud-est de la carte. Il faut souligner, par ailleurs, que le potentiel hydrogéologique de ces terrains schisto-gréseux dépend de l'importance et de la fréquence des niveaux gréseux et quartzitiques, ainsi que de leur degré de fissuration et d'altération. Il est dès lors très difficile de cartographier de manière précise des unités aquifères à cause de l'imbrication des niveaux grés-quartzitiques dans la masse schisto-phylladeuse.

IV.2.1. Description des principales unités hydrogéologiques

La synthèse des correspondances entre les unités géologiques et les unités hydrogéologiques se trouvant sur la carte de Bertrix – Recogne est reportée dans le Tableau IV.1. Ces correspondances sont basées principalement sur les proportions des niveaux gréseux et quartzitiques observés au sein des schistes et des phyllades.

La projection des différentes unités hydrogéologiques sur la carte principale au 1/25.000 ne représente que de manière indicative l'extension géographique des potentialités aquifères du sous-sol. L'utilisateur de la carte hydrogéologique doit intégrer également les zones de fissures ainsi que l'importance du 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 d'Asselberghs (1946).

IV.2.1.1. Aquiclude du Dévonien inférieur

L'aquiclude du Dévonien inférieur est représenté sur la carte, à deux niveaux distincts, par le Gedinnien supérieur et par le Siegenien supérieur.

IV.2.1.1.1 Aquiclude du Dévonien inférieur (G2b)

Le Gedinnien supérieur est représenté sur la carte par l'assise de Saint-Hubert (G2b). Celle-ci est formée essentiellement de schistes et de phyllades avec de rares intercalations gréseuses et quartzitiques (*cf. cadre géologique*). Elle est considérée comme aquiclude avec de rares possibilités aquifères dans les quelques passages gréseux et quartzitiques fissurés ainsi que dans le manteau d'altération. Dans ce dernier, l'aquifère est de type mixte alors que dans les passages gréseux l'aquifère est de type fissuré.

La plupart des prises d'eau pour la distribution publique qui se trouvent dans les terrains du Gedinnien supérieur (G2b) sont sous forme de drains. Ces derniers sont placés généralement en tête de vallon, notamment dans la partie ouest de la carte. Ils sollicitent essentiellement l'aquifère du manteau d'altération. De nombreux puits forés de diverses profondeurs sont creusés dans l'assise de Saint Hubert, mais très peu de données sont malheureusement disponibles. En général, le rendement de ces puits est relativement faible. Un puits dénommé « *Sur Rouvrou*⁴ » est situé sur la route direction Recogne à environ 3,5 km au nord-est de Bertrix dans le chantier de traitement des immondices d'Idelux (Derycke et Materne, 1987a). C'est un puits foré dans l'assise de Saint-Hubert à 43 m de profondeur. Son débit critique ne dépasse pas 4 m³/h pour un pompage continu. Certains rares puits peuvent assurer des débits légèrement plus importants. C'est le cas du puits « *André Guissart* » à Glaumont, foré à 43 m de profondeur dans les terrains du Gedinnien supérieur, qui donne un débit au soufflage d'environ 7 m³/h. C'est le cas aussi du puits de « *Sart*⁵ », situé à la limite est de la carte (hors carte). Le puits est foré à 71 m de profondeur, entièrement dans les terrains de l'assise de Saint Hubert. Le puits peut assurer facilement un débit d'au moins 4 à 6 m³/h en continu et durant toute l'année (Derycke et Materne, 1987b).

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.

⁴ X = 215260 et Y = 63905 (coordonnées Lambert belge 1972 en m)

⁵ X = 208878 et Y = 66800 (coordonnées Lambert belge 1972 en m)

ERE	SYSTEME	SERIE	ETAGE	ASSISE	ABREVIATION	LITHOLOGIE	UNITES HYDROGEOLOGIQUES
CENOZOÏQUE	QUATERNAIRE				al	Alluvions modernes des vallées et éboulis des pentes	Aquifère des alluvions
PALEOZOÏQUE	DEVONIEN	INFÉRIEUR	SIEGENIEN	SUPÉRIEUR	S3	Essentiellement des phyllades régulièrement feuilletés, parfois ardoisiers, bleu noir. Très rarement des intercalations de fines strates gréseuses et quelques bancs de quartzophyllades	Aquiclude avec quelques rares niveaux aquifères dans les passages gréseux ou quartzitiques et un niveau aquifère dans le manteau d'altération
				MOYEN	S2	Des quartzophyllades souvent gréseux, des quartzites grossiers micacés, des psammites, des quartzites, des phyllades purs ou quartzeux et des schistes quartzeux	Aquifère avec des niveaux aquicludes dans les schistes et phyllades. Un autre niveau aquifère est représenté par le manteau altéré
				INFÉRIEUR	S1	Alternance de phyllades, localement ardoisiers, et de schistes bleu noir avec des quartzophyllades et avec des bancs ou des paquets de quartzites plus clairs. Subsidairement des psammites peu micacés.	Aquiclude à niveaux aquifères dans les bancs quartzitiques et dans le manteau d'altération
			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 micas sont très abondantes	Aquiclude avec de très rares niveaux aquifères au niveau de la carte de Bertrix-Recogne. Le niveau aquifère le plus important, dans ce cas, est représenté par le manteau d'altération.

Tableau IV.1 : Tableau de correspondance entre les unités géologiques et les unités hydrogéologiques au niveau de la carte de Bertrix – Recogne

IV.2.1.1.2 Aquiclude du Dévonien inférieur (S3)

Il faut rappeler que l'assise du Siegenien supérieur (S3) est constituée essentiellement de phyllades, avec de fines strates gréseuses peu fréquentes et de bancs de quartzophyllades. Il est considéré donc comme aquiclude avec de rares possibilités aquifères dans les quartzophyllades et un niveau aquifère dans le manteau d'altération.

Le Siegenien supérieur n'est représenté sur la carte que très localement dans l'extrême sud-est. L'aquiclude est sollicité par deux puits forés et un ancien puits d'extraction incliné. Les deux puits forés appartiennent à la "S.P.R.L. CAMPING INTERNATIONAL SPINEUSE" dont le premier « *Spineuse*⁶ » fait 69 m de profondeur et le second « *Camping Spineuse*⁷ » fait 80 m de profondeur. Le puits incliné appartient à la "S.C.R.L. SCHISTE DE WARMIFONTAINE". Ce dernier puits fait 180 m de long avec un diamètre intérieur de 4 m. Il donne accès aux galeries et aux salles d'exploitation. Il n'existe pratiquement pas de données hydrogéologiques disponibles sur l'aquiclude du Siegenien supérieur.

IV.2.1.2. Aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur

L'aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur est représenté par l'assise du Siegenien inférieur (S1) composés de phyllades et de quartzophyllades avec des passages de bancs quartzitiques plus importants que dans l'assise sous-jacente du Gedinnien supérieur.

De très nombreux puits sollicitant l'aquifère du Siegenien inférieur sont concentrés dans ou autour de Bertrix. Dans la plupart des cas, ce sont des puits traditionnels de faible profondeur creusés dans le manteau d'altération. Il existe, néanmoins, quelques puits forés dont la productivité est non négligeable. Le puits dénommé « *Rossar*⁸ », situé à 800 m de la Gare de Rossart au lieu dit Longuefeu, est foré dans le Siegenien inférieur. Le puits appartenait à la commune de Bertrix et il a été récemment transféré à la SWDE. Le débit critique du puits dépasse 7 m³/h pour un pompage continu (Vrancken, 1980). D'après les notes de terrains récoltées auprès des entreprises de forage, les premières venues d'eau issues de la nappe du manteau d'altération montrent que celle-ci est libre. Par contre, les venues d'eau plus profondes ramenant les niveaux statiques près de la surface indiquent bien un caractère captif des niveaux aquifères profonds.

⁶ X = 225470 et Y = 58480 (coordonnées Lambert belge 1972 en m)

⁷ X = 225470 et Y = 58480 (coordonnées Lambert belge 1972 en m)

⁸ X = 219020 et Y = 59780 (coordonnées Lambert belge 1972 en m)

L'aquifère du manteau d'altération s'alimente au niveau de la zone d'affleurement. Les niveaux aquifères plus profonds s'alimentent probablement par des écoulements préférentiels via des zones de fissuration et/ou par drainance⁹ de la nappe du manteau d'altération.

IV.2.1.3. Aquitard à niveaux aquicludes de Villé

Bien qu'appartenant au Dévonien inférieur, l'aquitard à niveaux aquicludes de Villé a été différencié des autres unités hydrogéologiques du Dévonien inférieur pour souligner l'intérêt de ses teneurs carbonatées. La présence des carbonates sous forme lenticulaire ne joue pas toujours un rôle significatif dans la productivité en eaux souterraine, mais est suffisante pour influencer l'aspect qualitatif. Sur la carte de Bertrix – Recogne, les deux aspects sont perceptibles au niveau de l'assise du Siegenien moyen (S2) d'après le rendement de certains puits.

Rappelons que le S2 est caractérisé par un faciès relativement arénacé avec des quartzophyllades souvent gréseux et du quartzite grossier traversés par des niveaux de phyllades purs ou quartzeux et de schistes quartzeux. Il est considéré comme un aquitard de fissures qui est néanmoins, recoupé par des niveaux plus aquicludes. Son manteau d'altération peut former un aquifère de type mixte.

L'aquitard est sollicité par 3 prises d'eau de distribution dont deux drains et un puits ainsi que par une série de puits de particuliers. Son étendue sur la carte est relativement limitée et très peu de données sont disponibles. Cependant, un des puits forés dans l'assise du Siegenien moyen donne un débit d'environ 18 m³/h. Le puits est dénommé « *Puits Gallet*¹⁰ » foré jusqu'à 25 m au sud-est de Tournay dans l'extrême est de la carte. D'après les notes de terrains de l'entreprise Arnould, les principales venues d'eau ont été localisées respectivement entre 10 et 15 m et entre 20 et 25 m.

La zone d'alimentation de la nappe contenue dans le manteau d'altération est représentée par l'étendue de la surface d'affleurement. L'aquitard profond (qui peut devenir aquifère par endroit) doit s'alimenter par drainance de la nappe du manteau altéré et probablement aussi par des circulations préférentielles via les zones de fracture.

IV.2.1.4. Aquifère alluvial

⁹ Dans les eaux souterraines, passage d'un flux d'eau à travers une formation semi-perméable à partir ou à destination d'un aquifère contigu supérieur ou inférieur ([Glossaire International d'Hydrologie](#), 1992).

¹⁰ X = 225958 et Y = 60510 (coordonnées Lambert belge 1972 en m)

Les alluvions des vallées sont constituées principalement des éboulis de pente et limons d'altération, avec des débris des roches sous-jacentes. Elles sont très limitées le long des cours d'eau et ne forment pas sur la carte de véritables aquifères exploitables.

IV.2.2. Coupe hydrogéologique

Une coupe hydrogéologique de direction nord-sud a été réalisée avec une exagération de hauteur de 5 fois. Elle traverse, du nord au sud, le ruisseau de Lamouline, le ruisseau du Pan'wé et le ruisseau du Gros Caillou. La coupe montre clairement des structures très plissées des unités hydrogéologiques qui plongent rapidement vers le cœur du synclinal de Neufchâteau situé au sud. La faille d'Opont, de pendage sud, figure également sur la coupe.

IV.2.3. Piézométrie

Il faut rappeler que les principaux niveaux aquifères sur la carte de Bertrix – Recogne sont représentés par les passages gréseux et quartzitiques fissurés et par les zones de fractures. Ils forment le plus souvent des entités aquifères généralement individualisées et relativement indépendantes d'extensions variables mais relativement limitées. Il est par conséquent très difficile de relier les différents niveaux piézométriques mesurés dans ces différentes nappes 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.

La quasi-totalité des mesures piézométriques a été effectuée dans le cadre de la réalisation de la carte hydrogéologique de Bertrix – Recogne. Il n'est donc pas possible de voir l'évolution historique des niveaux des nappes. Cependant, d'après les propriétaires et les exploitants des puits, les niveaux piézométriques dans les puits profonds ne varient pas énormément comparé au niveau dans les puits peu profonds.

Non d'ouvrage	Date	Mesure, m	Cote, m	Z repère, m	X ¹¹	Y ¹²	Profondeur, m
AU-DESSUS DE LA BONNE FONTAINE	1/01/92	15	400	415	212435	59795	25
A LA BIOLETTE	5/08/92	19,55	410,45	430	219986	58639	90
ENTRE LES DEUX VOIES OU LUCHY	10/08/92	473,5	6,5	480	218900	66205	32
ENTRE LES DEUX VOIES OU LUCHY	10/08/92	6,5	473,5	480	218900	66205	32
SPINEUSE	26/05/93	7,55	372,45	380	225470	58480	69
SUR ROUVROU	9/02/94	2,68	443,32	446	215260	63905	43
AU-DESSUS DE LA BONNE FONTAINE	10/08/95	14,1	400,9	415	212435	59795	25
PUITS FORÉ GUISSART	1/01/02	6,15	414,85	421	210486	62730	43,5
PUITS - PLACE D'URIO A ORGEO	5/04/04	13,1	382,9	396	217540	58615	36
PUITS CHEPPE (MARICQ-GODARD-THOMAS-LANOTTE)	5/04/04	4	407	411	213873	59776	70
PUITS A ORGEO	5/04/04	2	388	390	217450	58650	54
PUITS LEMAIRE	5/04/04	1	374	375	217352	58433	31
PUITS ENGLEBERT	5/04/04	5,12	389,88	395	215703	59394	7
PUITS TINANT	5/04/04	6,1	375,9	382	216812	58974	70
PUITS BODY	5/04/04	7	378	385	217275	58634	31
PUITS FINCK HENRI	5/04/04	7,17	402,83	410	215621	61114	58
PUITS REUTER	5/04/04	4,15	416,85	421	215688	60529	15
PUITS OLY	5/04/04	1,9	405,1	407	214253	60206	41
PUITS MARON	6/04/04	7	428	435	213474	61626	24
PUITS	5/07/04	8,4	411,6	420	210470	62720	9
PUITS MAHY	5/07/04	2	415	417	211369	62088	3
PUITS CORNET	5/07/04	1,24	423,76	425	213169	61039	1,4
PUITS PALAZI	5/07/04	9	418	427	211220	63295	18
PUITS - RUE DE LA FECHE 1	5/07/04	9	431	440	212600	61090	25
PUITS BAUCANT	5/07/04	2	408	410	210938	62591	3
PUITS DIVOY	4/08/04	2,15	463,85	466	218786	65498	5
PUITS DE NEUVILLERS	4/08/04	4,3	468,7	473	220720	65880	7
PUITS ANNET	21/09/04	4,1	390,9	395	222576	59512	31,5
PUITS "BURTAUBOIS" A ROSSART	21/09/04	4,2	-4,2	0	219760	59280	25
PUITS GRAND'RUE 18 A ORGEO	21/09/04	5,4	391,6	397	219380	60020	9
PUITS GEORGES	21/09/04	2	425	427	224026	64482	
PUITS AIVE À SAINT-PIERRE (LIBRAMONT)	21/09/04	1	428	429	223434	64855	4
PUITS MERNIERS	21/09/04	13,23	402,77	416	219953	60143	69
PUITS GUERARD	27/10/04	0,4	443,6	444	211450	65500	5
BANNAY PUIITS N 1	27/10/04	4,9	425,1	430	212480	63550	30
PUITS LUCHY	27/10/04	4,1	466,9	471	216940	65110	25
PUITS GILLET À OCHAMPS	27/10/04	11,15	419,85	431	214133	67933	40

¹¹ Coordonnées Lambert belge, 1972 en m

¹² Coordonnées Lambert belge, 1972 en m

PUITS GUERARD	27/10/04	0,2	456,8	457	211160	65000	5
---------------	----------	-----	-------	-----	--------	-------	---

**Tableau IV.2 : Niveaux piézométriques ponctuels mesurés au niveau de la carte de Bertrix –
Recogne**

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 Bertrix – Recogne 64/7-8. Ce point traite les données existantes mais très peu de données chimiques complètes sont disponibles au niveau de cette planche. La plupart des données hydrochimiques ont été communiquées par la Direction des Eaux Souterraines de la S.P.W. D'autres sont issues des archives du Service géologique de Belgique (SGB) ou communiquées par des particuliers.

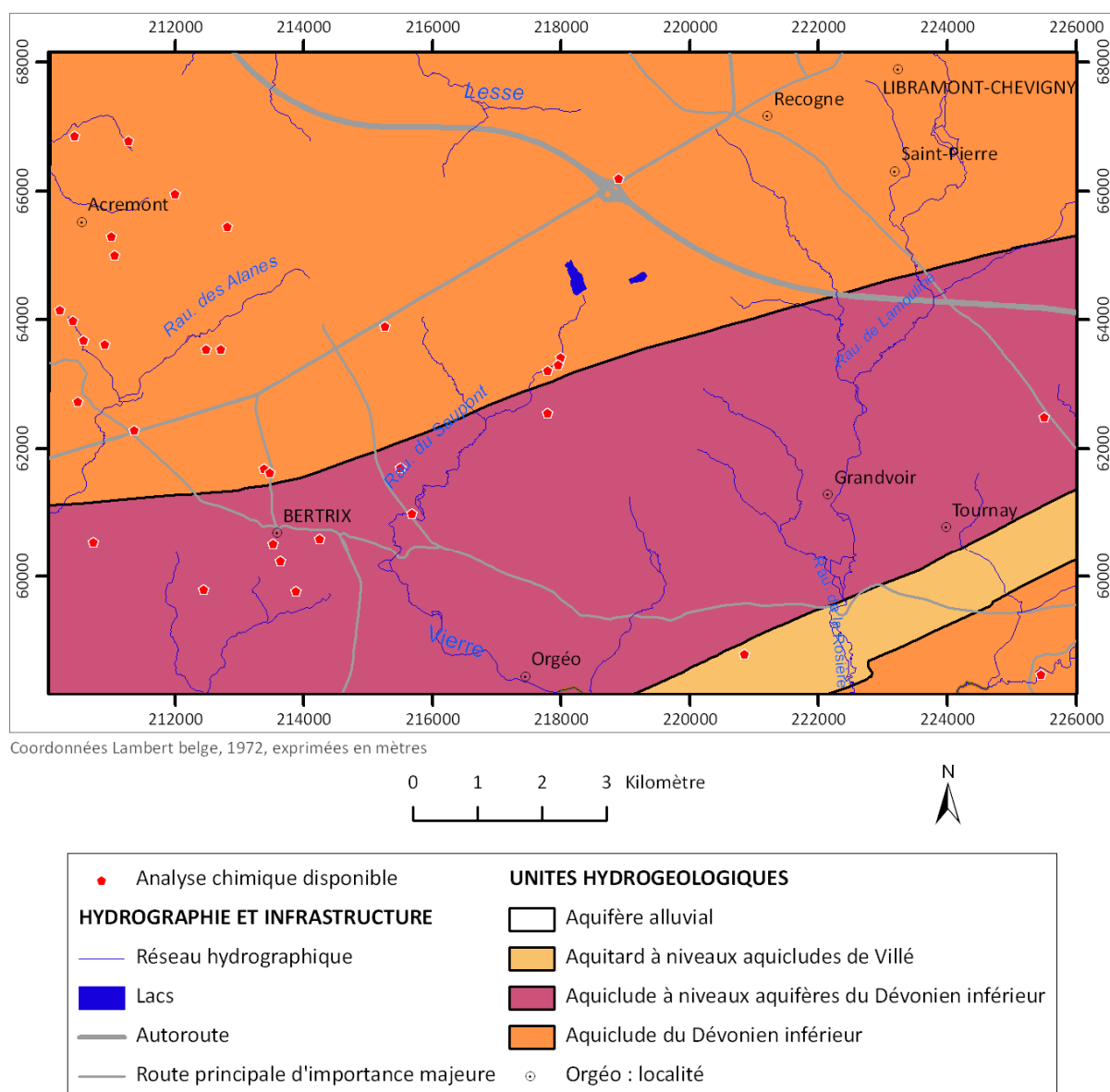


Figure V-1 : Points pour lesquels les résultats des analyses chimiques sont encodés dans la base de données hydrogéologique pour la carte de Bertrix – Recogne 64/7-8

Les points pour lesquels des analyses chimiques ont été réalisées et 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* ». La Figure V-1 montre les points de caractérisation qualitative des nappes en rapport avec les différentes unités hydrogéologiques définies sur la planche. Le nombre de points pour lesquels des analyses chimiques ont été effectuées et dont les résultats des analyses sont encodés dans la *BDHYDRO* s'élève en décembre 2008 à 34 avec 2648 analyses chimiques au total. Les ouvrages concernés sont principalement des drains et des puits destinés à la distribution publique d'eau potable.

V.1. AQUICLUDE DU DÉVONIEN INFÉRIEUR

Une composition chimique indicative des nappes contenues dans les niveaux gréseux et quartzitiques de l'aquiclude du Dévonien inférieur, formé par l'assise de Saint-Hubert, est représentée dans le Tableau V.1. Elle correspond à un échantillon prélevé le 04/05/2004 au niveau du puits « *BANNAY PUIITS N 1¹³* » situé sur l'aérodrome militaire. Le puits fait environ 30 m de profondeur.

Paramètre	Valeur	Unité
Couleur (in-situ)	0	mg/l
pH (in-situ)	8,8	unités pH
Conductivité (in-situ)	197	µs/cm à 20°C
Bicarbonates	74,4	mg/l HCO ₃
Carbonates	8,4	mg/l CO ₃
Chlorures	8	mg/l
Dureté totale	13,3	° français
Fer (sur filtre 0,4µ)	30	µg/l
Cuivre	< 10	µg/l
Zinc	10	µg/l
Germes totaux à 22 °C	< 300	nb par ml
Germes totaux à 37 °C	133	nb par ml
Coliformes fécaux	0	nb par 100ml
Coliformes totaux	0	nb par 100ml

Tableau V.1 : Composition chimique indicative de l'aquiclude du Dévonien inférieur

¹³ X = 212480 et Y = 63550 coordonnées Lambert belge, 1972 en m

Compte tenu de la lithologie allumino-silicatée du Gedinnien supérieur (G2b), l'élément le plus marquant de la composition chimique au niveau du puits "BANNAY PUIITS N 1" est la valeur élevée du pH à environ 8,8. Les autres échantillons prélevés au niveau de ce puits dans différentes périodes affichent des valeurs similaires ou même plus élevées allant jusqu'à un pH de 9,2. Il faut rappeler les nombreuses minéralisations, telles que la calcite et les carbonates de terres rares¹⁴ observées dans la « carrière de la Fleche » située non loin du puits en question (cf. géologie). Ces valeurs du pH reflètent donc cette présence carbonatée.

V.2. AQUICLUDE A NIVEAU AQUIFÈRES DU DÉVONIEN INFÉRIEUR

Les caractéristiques hydrochimiques des nappes contenues dans les passages gréseux et quartzitiques fissurés du Siegenien inférieur sont représentées de manière indicative dans le

Tableau V.2. Il s'agit d'un échantillon prélevé le 30/07/2002 au niveau du puits « *PUITS CHEPPE*¹⁵ » qui fait 70 m de profondeur foré dans le S1 au sud de Bertrix.

PARAMETRE	UNITE	VALEUR
Ammonium	mg/l NH4	<0,1
Coliformes fécaux	nombre par 100ml	0
Coliformes totaux	nombre par 100ml	0
Conductivité	µs/cm à 20°C	177
Germes totaux à 22 °C	nombre par ml	3000
Germes totaux à 37 °C	nombre par ml	3000
Goût - Saveur	appréciation qualitative	0
Nitrates	mg/l NO3	4,4
Nitrites	mg/l NO2	<0,04
Odeur	appréciation	0
pH	unités pH	6,91
Streptocoques fécaux	nombre par 100ml	0
Turbidité	NTU	0,23

Tableau V.2 : Composition chimique indicative de l'aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur

La composition chimique (Tableau V.1) montre que les niveaux aquifères profonds, au niveau de ce puits au moins, sont relativement à l'abri de la pollution bactérienne et des

¹⁴ Il s'agit de la calcio-ancylite-(Ce), de la bastnäzite-(Ce) et de la synchysite-(Ce).

¹⁵ X = 222072 et y = 59452 coordonnées Lambert belge, 1972 en m

activités agricoles de surface. Les teneurs en nitrates et en nitrites sont faibles et en respect des normes de qualité des eaux souterraines en Wallonie qui est de 50 mg/l¹⁶. Le pH est neutre malgré le caractère schisto-gréseux du Siegenien inférieur.

V.3. AQUITARD À NIVEAUX AQUICLUDES DE VILLÉ

La qualité chimique des eaux de l'aquitard à niveaux aquicludes de Villé est donnée à titre indicatif dans le Tableau V.3. C'est la composition d'un échantillon prélevé le 9/12/2008 au niveau du drain « *ORGEOS 1*¹⁷ » destiné à la distribution publique, géré par la SWDE.

PARAMETRE	UNITE	VALEUR
Germes totaux à 22 °C	nombre par ml	114
Germes totaux à 37 °C	nombre par ml	59
Coliformes totaux	nombre par 100ml	0
Coliformes fécaux	nombre par 100ml	0
Température (in-situ)	° Celsius	8,5
pH	unités pH	5,84
Conductivité	µs/cm à 20°C	239
Dureté totale	° français	3
Alcalinité totale (TAC)	° français	0,2
Chlorures	mg/l Cl	9
Sulfates	mg/l SO ₄	5,1
Silice	mg/l SiO ₂	3,1
Calcium	mg/l Ca	6,1
Magnésium	mg/l Mg	3,6
Sodium	mg/l Na	4,2
Potassium	mg/l K	0,5
Baryum	µg/l Ba	4,8
Strontium	µg/l Sr	30,7
Aluminium	µg/l Al	55
Nitrates	mg/l NO ₃	20,3
Fer (total) dissous	µg/l Fe	3
Manganèse	µg/l Mn	3
Cuivre	µg/l Cu	1
Zinc	µg/l Zn	12
Bore	µg/l B	2
Arsenic	µg/l As	0,1
Cadmium	µg/l Cd	0,1
Chrome (total)	µg/l Cr	1,1
Mercure	µg/l Hg	0,01
Nickel	µg/l Ni	4,9
Plomb	µg/l Pb	0,3

¹⁶ 12 Février 2009. Arrêté du Gouvernement wallon modifiant le Livre II du Code de l'Environnement contenant le Code de l'Eau et relatif à la protection des eaux souterraines contre la pollution et la détérioration. Moniteur belge – 20.03.2009 – Ed.2

¹⁷ X = 220850 et Y = 58790 coordonnées Lambert belge, 1972 en m

Tableau V.3 : Composition chimique indicative de l'aquitard à niveaux aquicludes de Villé

Malgré les teneurs carbonatées généralement plus élevées dans la Formation de Villé (Siegenien moyen), il apparaît clairement que les eaux captées au niveau du drain sont douces avec un pH très bas et des valeurs très faibles en alcalinité et en conductivité. Sachant que le drain est alimenté par les nappes superficielles, ceci pourrait s'expliquer par le lessivage du manteau d'altération par les eaux météoriques. Par ailleurs, les teneurs en nitrates sont largement en dessous de la norme de qualité des eaux souterraines en Wallonie (50 mg/l). Elles sont toutefois nettement supérieures aux valeurs observées dans les puits profonds.

V.4. REMARQUES GÉNÉRALES

La Figure V-2 montre les tendances de pH sur la carte de Bertrix – Recogne. Une zone, caractérisée par des valeurs relativement élevée de pH, se trouve au nord-est de Bertrix non loin de la « carrière de la Fleche » connue pour des minéralisations carbonatées. Sur le reste de la carte, les valeurs de pH sont relativement faibles reflétant la nature lithologique allumino-silicatées des terrains rencontrés (schistes, phyllades et grès).

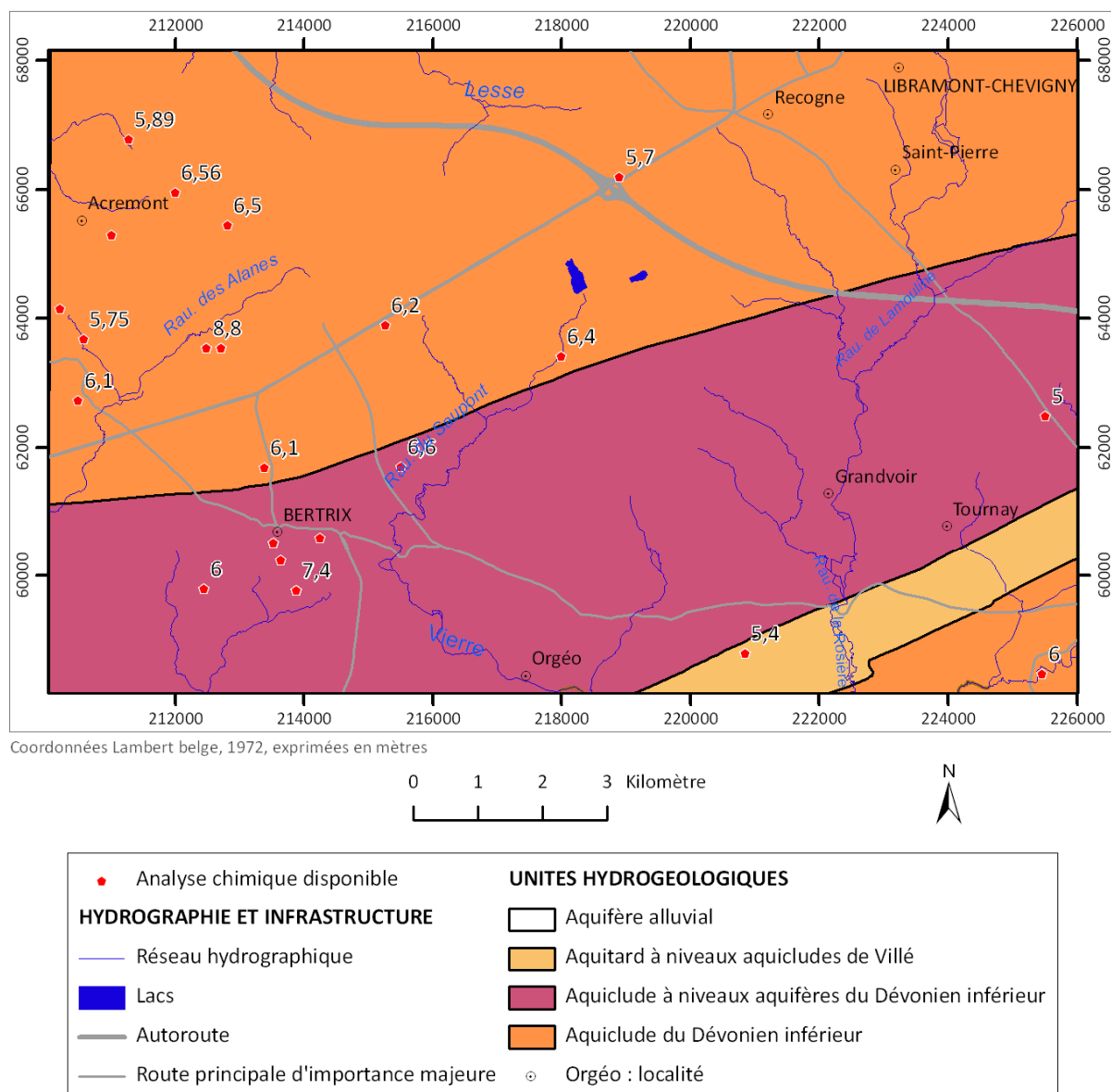


Figure V-2 : Des valeurs indicatives du pH des eaux sur la carte de Bertrix – Recogne 64/7-8

VI. EXPLOITATION DES AQUIFÈRES

Les ouvrages de prise d'eau dont le débit est connu ont été reportés sur la « *carte des volumes prélevés*¹⁸ » au 1/50.000.

Un volume total de plus de 248.000 m³ d'eau a été prélevé pendant l'année 2007 sur l'ensemble de la carte de Bertrix – Recogne dont 172.000 m³ pour la distribution publique et 76.000 m³ pour d'autres usages. Il faut noter que la plupart des ouvrages de prise d'eau sont de petits captages mais d'intérêt non négligeable vu la dispersion de la population qui est répartie en petites agglomérations ou en habitations isolées difficiles d'accès au réseau de distribution. Les volumes captés destinés à la distribution constituent plus de 70 % des volumes déclarés au Service Public de Wallonie.

La grande dispersion des captages, aussi bien de distribution publique que de particuliers, est bien illustrée par la Figure VI-1. On constate que la plupart des captages destinés à la distribution publique sont implantés sur les terrains du Gedinnien supérieur malgré leur caractère aquiclude. Ceci est dû en partie à son étendue sur la carte et aux besoins locaux. Pour beaucoup d'autres petits captages, les données des volumes captés sont trop faibles ou non disponibles.

¹⁸ Cette carte situe l'ensemble des ouvrages recensés et existants en 2004 sur l'étendue de la carte, en discernant :

1. le type d'ouvrage (puits, piézomètre, source) différencié selon l'aquifère atteint. La couleur des symboles utilisés est identique à la couleur de la nappe recoupée (cf. carte principale au 1/25.000). Faute de données suffisantes sur le toit et le sommet des unités hydrogéologiques, il est très difficile de préciser la nappe sollicitée dans le cas des puits profonds.
2. les volumes prélevés par les sociétés de distribution d'eau exprimés en m³/an pour l'année 2002. Ils sont symbolisés par des pastilles rouges dont le diamètre est proportionnel aux débits pompés. Les autres volumes pompés par des industries, des particuliers, etc. sont également exprimés en m³/an pour l'année 2002 mais représentés par des pastilles vertes avec un diamètre proportionnel au débit annuel. Il faut noter que tous les captages communaux couverts par la carte ont été récemment transférés à la SWDE.

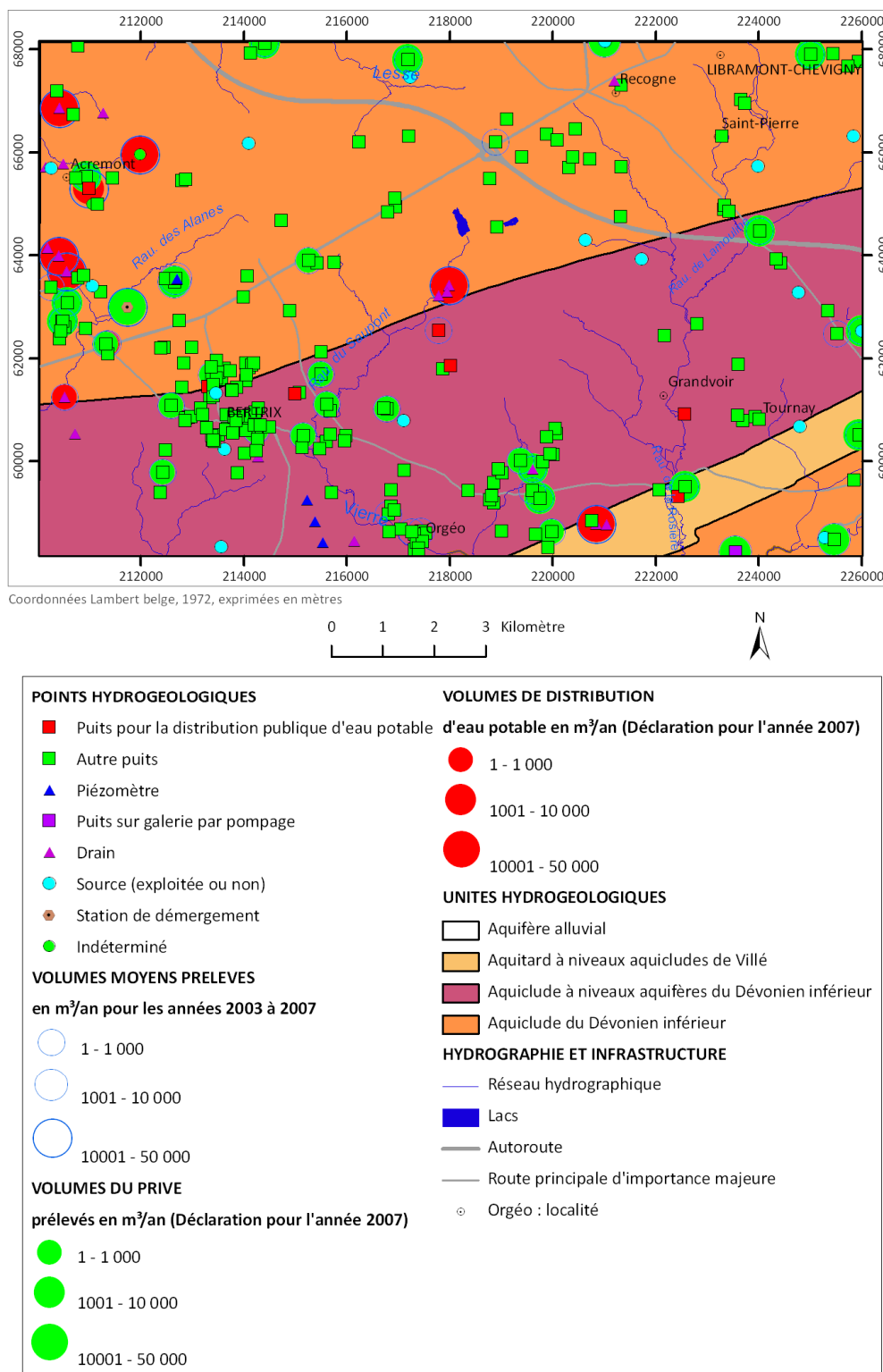


Figure VI-1 : Les principaux captages d'eau avec les volumes prélevés en 2002 sur la carte de Bertrix – Recogne. Les volumes sont proportionnels au diamètre des pastilles (cf: carte des volumes au 1/50.000)

VI.1. AQUICLUDE DU DÉVONIEN INFÉRIEUR

L'évolution des volumes captés au niveau des principales prises d'eau de distribution sollicitant l'aquiclude du Dévonien inférieur (G2b) est présentée sur la Figure VI-2. Le total des volumes prélevés n'est pas grand et la tendance était à la baisse jusqu'au ressaut observé à partir de 2003. Les ouvrages en question sont : Blancheoreil¹⁹, Fond de Coray²⁰, Buisson d'Assenois²¹, Fontaine d'Assenois²², Longuefeu – Source A²³ et Rondou²⁴. Tous ces ouvrages sont ou ont été exploités par la SWDE.

19 X = 210410 et Y = 63990 coordonnées Lambert belge, 1972 en m

20 X = 211990 et Y = 65960 coordonnées Lambert belge, 1972 en m

21 X = 210200 et Y = 64150 coordonnées Lambert belge, 1972 en m

22 X = 210570 et Y = 63690 coordonnées Lambert belge, 1972 en m

23 X = 217990 et Y = 63420 coordonnées Lambert belge, 1972 en m

24 X = 210430 et Y = 66860 coordonnées Lambert belge, 1972 en m

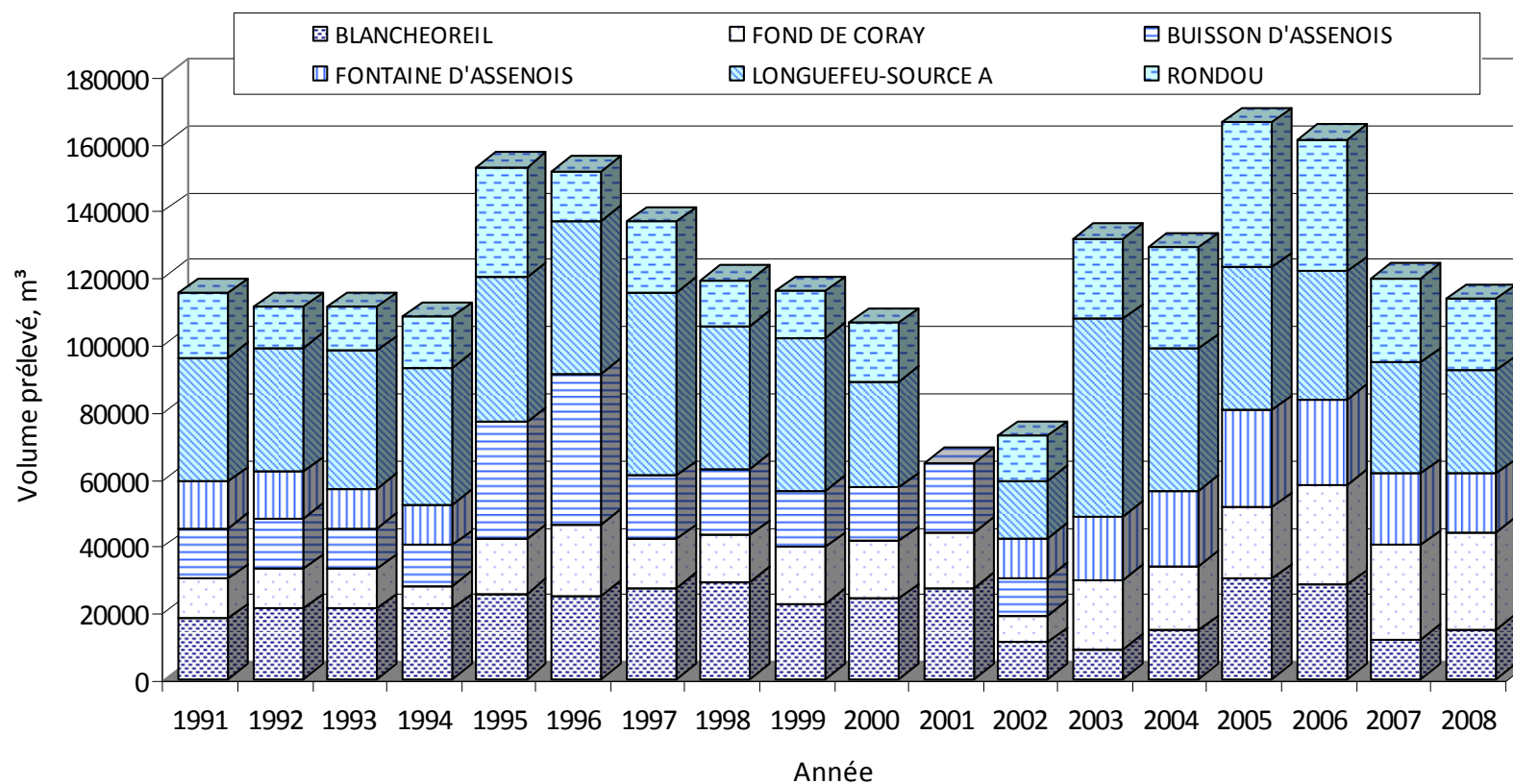


Figure VI-2 : Evolution annuelle des volumes pompés entre 1991 et 2003 au niveau des prises d'eau de distribution sollicitant l'aquiclude du Dévonien inférieur (G2b). Les localisations des ouvrages de captage mentionnés sont reportées sur la Figure VI-1

VI.2. AQUICLUDE À NIVEAUX AQUIFÈRES DU DÉVONIEN INFÉRIEUR

La Figure VI-3 montre l'évolution des volumes d'eau pour la distribution pompés entre 1991 et 2003 au niveau d'un puits « *PTS Longuefeu de Rossart* ²⁵ » et d'un drain « *Steukion* ²⁶ » tous les deux sollicitant l'aquiclude à niveau aquifères du Dévonien inférieur (S1). Ce sont relativement des petits volumes ne dépassant que très rarement les 30.000 m³/ an avec de petites variations interannuelles sauf pour l'année 2002 pendant laquelle le volume dépasse légèrement la barre des 40.000 m³. Les volumes prélevés après cette année sont insignifiant et les captages semblent être abandonnés.

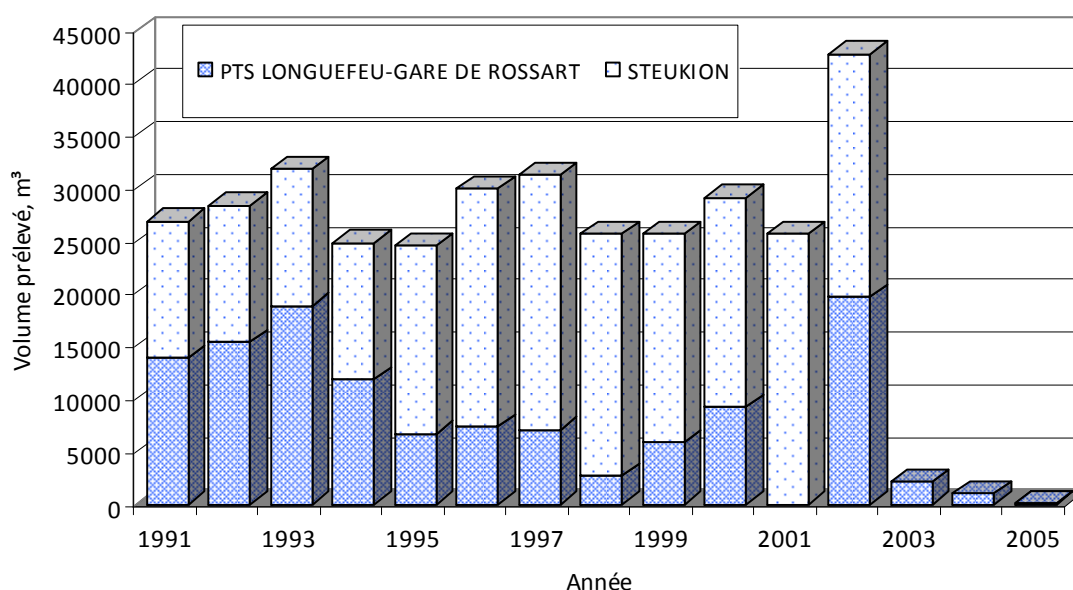


Figure VI-3 : Evolution annuelle des volumes pompés entre 1991 et 2003 au niveau des prises d'eau de distribution sollicitant l'aquiclude du Siegenien inférieur. Les localisations respectives des ouvrages de captage en question sont reportées sur la Figure VI-1

²⁵ X = 217790 et Y = 62550 coordonnées Lambert belge, 1972 en m

²⁶ X = 210725 et Y = 60540 coordonnées Lambert belge, 1972 en m

VI.3. AQUITARD À NIVEAUX AQUICLUDES DE VILLÉ

L'évolution des volumes d'eau captés pour la distribution publique au niveau des drains d'Orgeo S1²⁷ et d'Orgeo S2 & S3²⁸ situés à Néвраumont est illustrée à la Figure VI-4. Ces drains sollicitent l'aquitard à niveaux aquicludes de Villé. A l'exception de l'année 1992 pendant laquelle le volume exploité dépasse 80.000 m³, les autres années les volumes fluctuent généralement entre 30.000 et 40.000 m³/an. Ces ouvrages sont exploités par la SWDE.

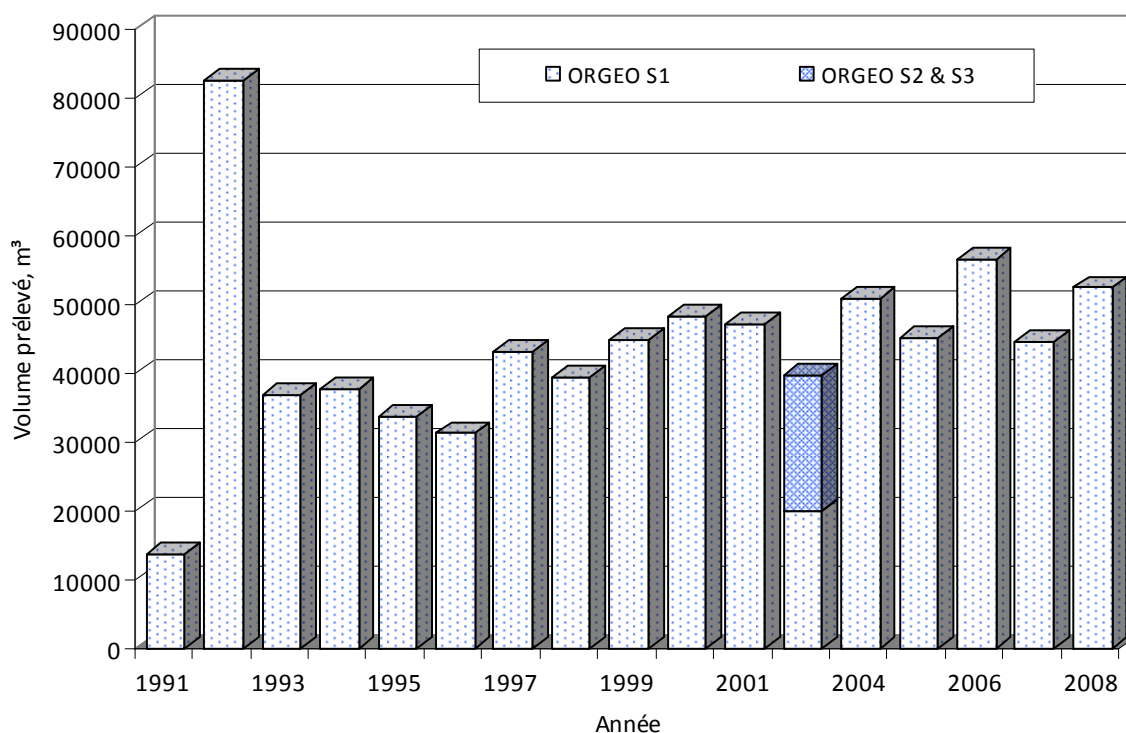


Figure VI-4 : Evolution annuelle des volumes pompés entre 1991 et 2003 au niveau des prises d'eau de distribution sollicitant l'aquiclude du Siegenien moyen. Les localisations respectives des ouvrages de captage en question sont reportées sur la Figure V-1

²⁷ X = 220850 et Y = 58790 coordonnées Lambert belge, 1972 en m

²⁸ X = 221050 et Y = 58780 coordonnées Lambert belge, 1972 en m

VII. CARACTÉRISATION DE LA COUVERTURE ET PARAMÈTRES HYDRODYNAMIQUES DES NAPPES

Le caractère de la couverture des nappes et des paramètres hydrodynamiques sont représentés sur la carte thématique au 1/50.000 « *Carte des informations complémentaires et des caractères de couverture des nappes* ²⁹ ».

VII.1. COUVERTURE

L'aquifère du manteau d'altération est libre et il est considéré comme aquifère à l'affleurement. Il est donc vulnérable à la pollution de surface notamment diffuse, due aux activités agricoles et à l'élevage. Par contre, les niveaux aquifères plus profonds représentés par les passages gréseux et quartzitiques sont mieux protégés grâce à la masse schisteuse et phylladeuse qui les contient. Il faut noter, cependant, que malgré leur comportement captif, certaines formes de pollution peuvent être ressenties, telles que les formes de l'azote. Ces niveaux aquifères ne sont donc pas totalement à l'abri des activités de surface à cause probablement d'écoulements préférentiels favorisés par des zones de fracturation. Compte tenu de la distinction des différentes unités hydrogéologiques, les nappes profondes contenues dans l'aquitard à niveaux aquiclude de Villé et dans l'aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur sont considérées sous couverture semi-perméable. Par contre celle contenues dans l'aquiclude du Dévonien inférieur sont sous couverture imperméable alors que l'aquifère alluvial est considéré à l'affleurement.

VII.2. PARAMÈTRES HYDRODYNAMIQUES

Les données disponibles concernant les paramètres d'écoulement et de transport sont très rares sur la planche de Bertrix – Recogne. Les données de transmissivité présentées dans le Tableau VII.1 se rapportent à trois puits forés dont un se trouve juste en dehors de la carte. Les deux premiers sont forés respectivement dans les terrains du Gedinnien supérieur « *SUR ROUVROU* » et dans le Siegenien inférieur « *PTS LONGUEFEU-GARE DE ROSSART* ». Le troisième dénommé « *SART* » est creusé dans le Gedinnien supérieur (G2b).

²⁹ Etant donné que le caractère de la couverture et du comportement des nappes est uniforme sur toute la planche, cette information n'a pas été représentée sur la carte. Pour la nappe du manteau d'altération l'aquifère est considéré comme libre à l'affleurement et pour la nappe profonde l'aquifère est captif sous couverture semi-perméable. Sur cette carte sont reportés les ouvrages pour lesquels des essais de pompages sont disponibles.

Nom d'ouvrage	X, m	Y, m	Type	Profondeur, m	Date	Transmissivité, m ² /s	
						Pompage	Remontée
SUR ROUVROU	215260	63905	P	43	17/03/1980	$5 \cdot 10^{-4}$	$1,77 \cdot 10^{-4}$
PTS LONGUEFEU-GARE DE ROSSART	217790	62550	P	39	19/05/1980	$4,06 \cdot 10^{-4}$ à $30,5 \cdot 10^{-4}$	$5,18 \cdot 10^{-4}$
SART	208878	66800	P	71	14/04/1987	$1,17 \cdot 10^{-4}$ à $3,82 \cdot 10^{-4}$	$0,95 \cdot 10^{-4}$

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

VII.2.1. Puits Sur Rouvrou

Le schéma de l'essai de pompage, les courbes de rendement du puits ainsi que les caractéristiques hydrodynamiques des niveaux aquifères sollicités par le puits au sein du Gedinnien supérieur sont disponibles dans Derycke et Materne (1987a). Le puits a été foré à 43 m de profondeur, avec un diamètre de 200 mm.

Les résultats montrent que les caractéristiques hydrodynamiques de la nappe offrent une transmissivité moyenne de $5 \cdot 10^{-4}$ m²/s calculée par la méthode de Jacob en pompage, et une transmissivité de $1,77 \cdot 10^{-4}$ m²/s calculée par la méthode de Theis en remontée.

L'analyse de la courbe de rendement du puits montre que le débit critique de celui-ci se situe aux environs de 4 m³/h. C'est le débit à partir duquel le rabattement risque d'augmenter très fortement pour une petite augmentation du débit.

VII.2.2. Puits PTS Longuefeu – Gare de Rossart

Le schéma de l'essai de pompage, les courbes de rendement du puits ainsi que les caractéristiques hydrodynamiques des niveaux aquifères sollicités par le puits sont données par Vrancken (1980).

Le puits est foré dans les terrains du Siegenien inférieur à 39 m de profondeur au lieu dit "*Longuefeu*" à 800 m de la Gare de Rossart. La principale venue d'eau est notée à 27 m de profondeur et une autre moins importante se situe à 17 m.

Les transmissivités obtenues sont relativement élevées avec des valeurs de $4,06 \cdot 10^{-4}$ à $30,5 \cdot 10^{-4}$ m²/s pendant le pompage (méthode de Jacob) et de $5,18 \cdot 10^{-4}$ m²/s pendant la remontée (méthode Theis).

L'examen de la courbe de rendement montre que le débit critique est d'environ 9 m³/h à partir duquel, le rabattement s'accroît très fortement.

VII.2.3. Puits de SART

Le schéma de l'essai de pompage, les courbes de rendement du puits ainsi que les caractéristiques hydrodynamiques des niveaux aquifères sollicités par le puits au sein du Gedinnien supérieur sont disponibles dans Derycke et Materne (1987b). Le numéro d'archive du puits au Service géologique de Belgique est : 273IIIb-207^E

Le puits est situé hors de la planche de Bertrix – Recogne juste à sa limite ouest non loin de Jehonville. Le puits est foré dans les terrains du Gedinnien supérieur (G2b) à 71 m de profondeur. Les niveaux crépinés du puits sont situés respectivement aux profondeurs comprises entre 25 et 28 m, 46 et 49 m, 64 et 67 m et de 70 à 71 m.

Les valeurs de transmissivité, calculées par la méthode de Jacob, varient entre $1,17 \cdot 10^{-4}$ à $3,82 \cdot 10^{-4}$ m²/s pendant le pompage. Pendant la remontée, la valeur de transmissivité calculée par la méthode de Theis est de $0,95 \cdot 10^{-4}$ m²/s.

Les rabattements observés pendant les deux premiers paliers³⁰ étaient restés relativement restreints. Par contre, pendant le 3^{ème} palier³¹ le niveau d'eau de la nappe a brusquement chuté. D'après la courbe de rendement, le débit critique du puits ne doit pas dépasser 5 à 6 m³/h en pompage continu.

³⁰ Le premier palier: $Q_{\text{moy}} = 2,30$ m³/h pendant 4320 mn. Le deuxième palier: $Q_{\text{moy}} = 4,5$ m³/h pendant 7200 mn.

³¹ Le troisième palier: $Q_{\text{moy}} = 6,6$ m³/h pendant 17160 mn.

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 wallonne³² 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) (Figure VIII-1).

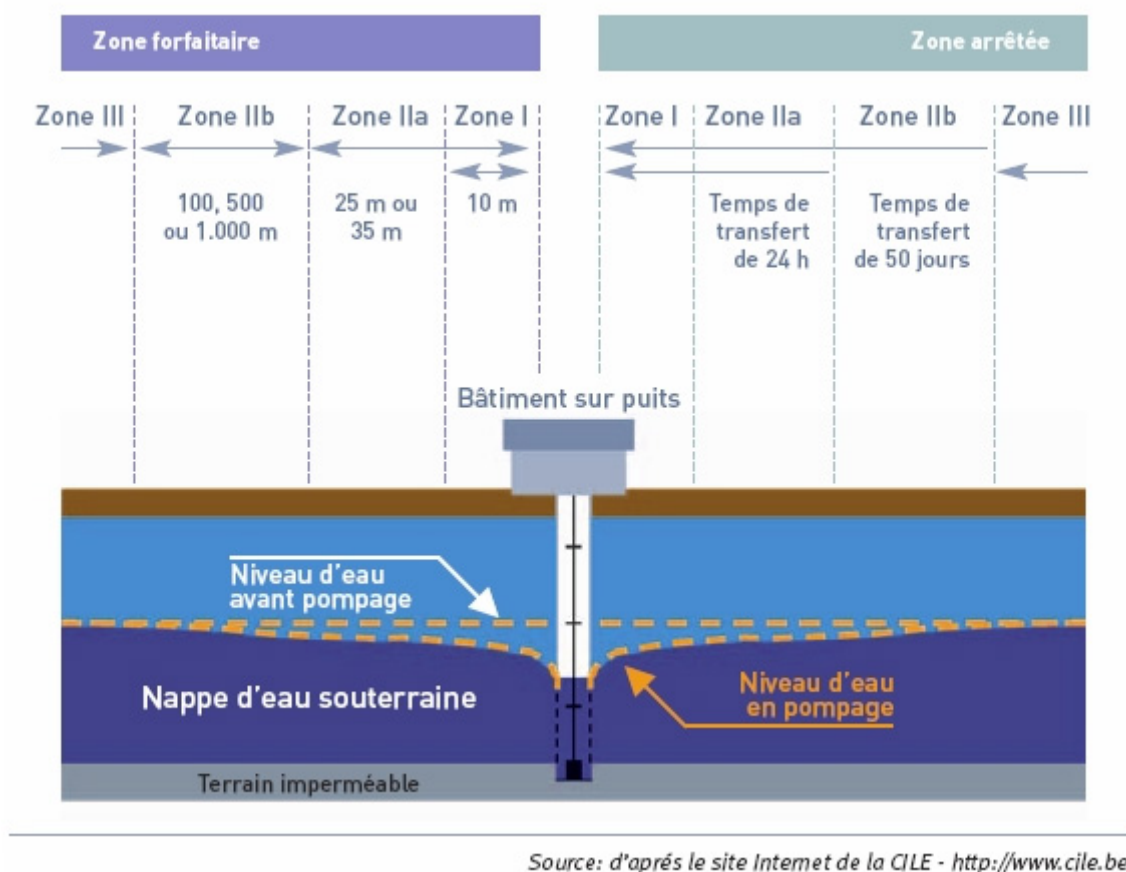


Figure VIII-1. Schéma des différentes zones de protection en Wallonie

³² 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).

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.

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) donc 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'Arrêté du Gouvernement Wallon du 12 février 2009³³.

La Société publique de Gestion de l'Eau³⁴ 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>).

³³ 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).

³⁴ SPGE, instituée par le décret du 15 avril 1999

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

VIII.2. ZONE DE PRÉVENTION REPRISE SUR LA CARTE

Il n'y a en 2010 aucune zone de prévention ni arrêtée ni proposée sur de la carte de Bertrix – Recogne. Par ailleurs, plusieurs zones de prévention sont à définir autour des captages destinés à la distribution publique d'eau potable. Certains de ces captages seront probablement abandonnés et donc les zones à définir évolueront en conséquence.

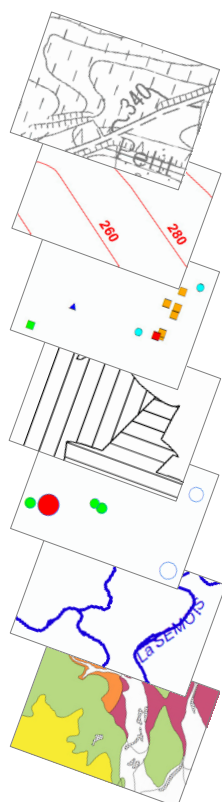
IX. MÉTHODOLOGIE DE L'ÉLABORATION DE LA CARTE HYDROGÉOLOGIQUE

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 Bertrix - Recogne 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 Bertrix – Recogne 64/7-8 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: La carte hydrogéologique de Bertrix – Recogne 64/7-8 est basée principalement sur les descriptions lithologiques et les subdivisions stratigraphiques de la carte géologique de l'Eodévonien de l'Ardenne et des régions voisines, publiée par Asselberghs (1946). D'autres descriptions lithologiques, concernant notamment les forages, proviennent essentiellement du Service géologique de Belgique (SGB). Une série d'autres données géologiques complémentaires ont été récoltées au Service des Eaux Souterraines du centre extérieur de Marche. De nombreuses notes de forages de puits de l'entreprise de forage Arnould de Framont et la société de forage Moors de Marche sont également intégrées dans l'élaboration de la carte hydrogéologique de Bertrix – Recogne.

Prospections géophysiques: Deux zones de prospections géophysiques, concernant la carte de Bertrix – Recogne, sont encodées dans la *BDHYDRO* et reportées sur la carte des informations complémentaires au 1/50.000. Les résultats de mesure et les interprétations sont disponibles au SGB (Graulich, 1967 et Graulich, 1968).

IX.2.2. Données hydrogéologiques

IX.2.2.1. Localisation des ouvrages et sources

Il existe en 2010 au moins 254 ouvrages de prise d'eau, sources et piézomètres au niveau de la carte Bertrix – Recogne, dont 210 puits, 4 piézomètres, 19 drains, 17 sources, 1 puits sur galerie par pompage, 1 station de démergement et 2 ouvrages dont le type n'a pas pu être déterminé. Leur localisation respective ainsi que leurs caractéristiques (équipement des puits, profondeur ...) ont été vérifiées sur le terrain. La plupart sont des petits ouvrages dont beaucoup sont concentrés dans ou autour de Bertrix. Tous les ouvrages sont encodés dans la base de données hydrogéologique. Ils sont ensuite reportés sur la carte principale au 1/25.000 en distinguant le type de chaque ouvrage.

Les données concernant les ouvrages déclarés proviennent essentiellement de la base de données Dix-sous du Service Public de Wallonie (SPW). Cependant une série d'autres ouvrages a été rajoutée dans la *BDHYDRO*. D'autres informations intéressantes ont été

retrouvées dans les archives géologiques et hydrogéologiques du Service géologique de Belgique. Elles sont complétées par les notes de forage de l'entreprise de Forage Arnould qui comportent, en plus des descriptions lithologiques des terrains rencontrés, des indications sur les principales venues d'eau, le niveau statique de la nappe après le forage, la profondeur du puits, etc. Enfin, d'autres informations ont été recueillies sur le terrain chez les particuliers.

IX.2.2.2. Données piézométriques

La grande partie des mesures piézométriques, sur la planche de Bertrix – Recogne, a été effectuée en 2004 dans le cadre de la réalisation de la carte hydrogéologique. Une autre partie provient des notes de forage de l'entreprise de forage Arnould correspondant à des niveaux statiques de la nappe après le forage. Il est donc impossible de voir l'évolution historique de la piézométrie. Cependant, d'après les informations récoltées auprès des exploitants, les niveaux d'eau dans les puits de grandes profondeurs fluctuent beaucoup moins que dans les puits peu profonds. La plupart des ces derniers peuvent être à sec en été.

IX.2.2.3. Données de pompage

Les données des essais de pompages proviennent des études hydrogéologiques réalisées par le Service géologique de Belgique (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

Une partie des données chimiques provient de la base de données Calypso de la DGARNE dont une bonne partie est issue du réseau nitrate. Elles sont complétées par des informations recueillies à la Direction des Eaux Souterraines du centre extérieur de Marche. D'autres données hydrochimiques ont été collectées au Service géologique de Belgique, chez les forces armées-3CRI ou obtenues directement chez les particuliers.

Il existe en décembre 2008, 34 ouvrages caractérisés par 2648 analyses chimiques au total sur la carte Bertrix – Recogne.

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 recueillies 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 autres données) 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" 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 considérée 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 diagraphe), 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 Bertrix - Recogne.
- 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 Bertrix - Recogne.

- 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.

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

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.

Beugnies, A. (1986) : Le métamorphisme de l'aire anticlinale de l'Ardenne. *Hercynica*, 1 :17-33.

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

De Bethune, S. (1977) : Les minéraux de la zone métamorphique de Libramont. Ministère des Affaires Economiques, Administration des Mines, Service géologique de Belgique, Professional Paper 1977/5, 142.

Derycke, F., (1980) : Rapport du Service géologique de Belgique, Essai de pompage-Idelux, Usine de traitement des immondices, *Bertrix rapport SGB 002 Bertrix*, Série Rouge.

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., & Materne, J.P. (1987a) : Pompage d'essai, administration communale de Bertrix, Puits Sur Rouvrou. Série rouge. *SGB. 002 Bertrix*.

Derycke, F., & Materne, J.P. (1987b) : Rapport SGB, Pompage d'essai, administration communale de Bertrix, Puits de Sart, *SGB*, Rapport SGB 192 Hydro 87.

Dormal M. V. (1897) : Carte géologique de la Belgique n°208, Bertrix - Recogne. Institut cartographique militaire. *Bruxelles. Accessible sur le site Internet de l'ULg.* http://www.libnet.ulg.ac.be/sct/cartes2/Libin_203.jpg

Duvigneaud, J. (1912) : L'âge des couches de Royvaux. BSBG, 26, Mém., pp. 159-187. Dans Asselberghs, 1946.

[*Glossaire International d'Hydrologie*](#), 1992. Site Internet visité en 2010.

Godefroid, J., Blicq, 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. (1967) : Sondages et études sismiques dans la région de Bertrix – Recogne-Ochamps. *Service géologique de Belgique, Professional Paper 1967-n°4*, Bruxelles.

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

Groessens, E. (1996) : Archives du Service géologique de Belgique, Pl. Bertrix-208 W. N°312 (IVd).

Hatert, F. & Theye, T. (2005) : Zeolites, prehnite, and pumpellyite from Bertrix, Belgium, *Geologica Belgica*, **8(1-2)**, 33-42.

Hatert, F. (2004) : Les carbonates de terres rares de Bertrix, Belgique, *Bulletin de la Société Royale des Sciences de Liège*, **73(1)**, 27-34.

<http://aqualim.environnement.wallonie.be/> visité en janvier 2005.

Leblanc, E. (1975) : Archives du Service géologique de Belgique, Pl. Bertrix-208 W. N°253 (III).

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

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.

Vrancken, A., (1980) : Rapport n°171.2.4./5 du Service Géologique de l'Administration des mines. *SGB Série Brune* 29 Bertrix.

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 Bertrix - Recogne	9
Figure II-1 : Bassins et réseau hydrographique sur la carte de Bertrix – Recogne 64/7-8	12
Figure III-1 : Le cadre géologique et structural de la Wallonie avec la localisation de la carte de Bertrix – Recogne encadrée (64/3-4), (Boulvain et Pingot, 2004).	14
Figure III-2 : Transect nord-sud dans les Synclinoria de Dinant et de Neufchâteau, durant le dépôt du Dévonien Inférieur (Boulvain et Pingot, 2004).....	17
Figure III-3 : 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).	24
Figure III-4 : Coupes méridiennes à travers l'aire anticlinale de l'Ardenne (Beugnies, 1985). Légende : voir géologie.	25
Figure V-1 : Points pour lesquels les résultats des analyses chimiques sont encodés dans la base de données hydrogéologique pour la carte de Bertrix – Recogne 64/7-8	36
Figure V-2 : Des valeurs indicatives du pH des eaux sur la carte de Bertrix – Recogne 64/7-8	41
Figure VI-1 : Les principaux captages d'eau avec les volumes prélevés en 2002 sur la carte de Bertrix – Recogne. Les volumes sont proportionnels au diamètre des pastilles (cf: carte des volumes au 1/50.000).....	43
Figure VI-2 : Evolution annuelle des volumes pompés entre 1991 et 2003 au niveau des prises d'eau de distribution sollicitant l'aquiclude du Dévonien inférieur (G2b). Les localisations des ouvrages de captage mentionnés sont reportées sur la Figure VI-1.....	45
Figure VI-3 : Evolution annuelle des volumes pompés entre 1991 et 2003 au niveau des prises d'eau de distribution sollicitant l'aquiclude du Siegenien inférieur. Les localisations respectives des ouvrages de captage en question sont reportées sur la Figure VI-1	46
Figure VI-4 : Evolution annuelle des volumes pompés entre 1991 et 2003 au niveau des prises d'eau de distribution sollicitant l'aquiclude du Siegenien moyen. Les localisations respectives des ouvrages de captage en question sont reportées sur la Figure V-1	47
Figure VIII-1. Schéma des différentes zones de protection en Wallonie.....	52
Figure IX-1 : Liste non exhaustive des différents types d'information et des sources de données utilisées dans la réalisation de la carte hydrogéologique.....	56

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.	19
Tableau IV.1 : Tableau de correspondance entre les unités géologiques et les unités hydrogéologiques au niveau de la carte de Bertrix – Recogne	30
Tableau IV.2 : Niveaux piézométriques ponctuels mesurés au niveau de la carte de Bertrix – Recogne.....	35
Tableau V.1 : Composition chimique indicative de l'aquiclude du Dévonien inférieur.....	37
Tableau V.2 : Composition chimique indicative de l'aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur.....	38
Tableau V.3 : Composition chimique indicative de l'aquitard à niveaux aquicludes de Villé.....	40
Tableau VII.1 : Valeurs de transmissivité minimales et maximales pendant le pompage et les valeurs de transmissivité pendant la remontée.....	49