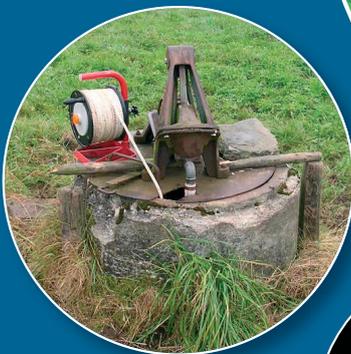


Notice explicative

CARTE HYDROGÉOLOGIQUE DE WALLONIE

Echelle : 1/25 000



Photos couverture © SPW-DGARNE(DGO3)

Fontaine de l'ours à Andenne

Forage exploité

Argillère de Celles à Houyet

Puits et sonde de mesure de niveau piézométrique

Emergence (source)

Essai de traçage au Chantoir de Rostenne à Dinant

Galerie de Hesbaye

Extrait de la carte hydrogéologique de Nobressart - Attert



NOBRESSART - ATTERT

68/3-4

Mohamed **BOUEZMARNI** , Vincent **DEBBAUT**

Université de Liège - Campus d'Arlon
Avenue de Longwy, 185 B-6700 Arlon (Belgique)



NOTICE EXPLICATIVE

2011

Première édition : Janvier 2005
Actualisation partielle : Mars 2011

Dépôt légal – D/2011/12.796/2 - ISBN : 978-2-8056-0080-7

SERVICE PUBLIC DE WALLONIE

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

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

Table des matières

I. INTRODUCTION	9
II. CADRE GEOGRAPHIQUE, GEOMORPHOLOGIQUE ET HYDROGRAPHIQUE	11
II.1. BASSIN DE LA SEMOIS-CHIERS	11
II.2. BASSIN DE LA MOSELLE	11
II.2.1. Bassin de la Sûre	12
II.2.2. Bassin de l'Attert	12
III. CADRE GEOLOGIQUE ET STRUCTURAL	13
III.1.1. Domaine méso-cénozoïque	17
III.2. GEOLOGIE DE LA PLANCHE DE NOBRESSART – ATTERT	20
III.2.1. Paléozoïque	21
III.2.1.1.1 Siegenien inférieur (S1) ou Formation de Mirwart (MIR)	21
III.2.1.1.2 Siegenien moyen (S2) ou Formation de Villé (VIL)	21
III.2.1.1.3 Siegenien supérieur (S3) ou Formation de La Roche (LAR)	22
III.2.1.1.4 Emsien inférieur (E1) ou Formation de Pesche (PES)	22
III.2.2. Mésozoïque	22
III.2.2.1. Trias	22
III.2.2.1.1 Formation de Habay (HAB)	23
III.2.2.1.2 Formation d'Attert (ATT)	23
III.2.2.1.3 Formation de Mortinsart (MOR)	23
III.2.2.2. Jurassique	25
III.2.2.2.1 Formation de Jamoigne (JAM)	25
III.2.3. Cénozoïque	25
III.2.3.1. Alluvions modernes (AMO)	25
III.3. CADRE STRUCTURAL	26
IV. CADRE HYDROGEOLOGIQUE	28
IV.1. HYDROGEOLOGIE REGIONALE	28
IV.1.1. Dévonien inférieur de l'Ardenne	28
IV.1.1.1. L'aquifère du manteau d'altération	29
IV.1.1.2. L'aquifère profond	29
IV.1.1.3. Remarque générale	30
IV.1.2. Lorraine belge	30
IV.2. HYDROGEOLOGIE LOCALE	31
IV.2.1. Description des principales unités hydrogéologiques	32
IV.2.1.1. Zone ardennaise	32
IV.2.1.1.1 Aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur	32
IV.2.1.1.2 Aquitard à niveaux aquicludes de Villé	32
IV.2.1.1.3 Aquiclude du Dévonien inférieur	33
IV.2.1.2. Zone Lorraine	34
IV.2.1.2.1 Aquiclude à niveaux aquifères d'Habay	34
IV.2.1.2.2 Aquiclude d'Attert	34
IV.2.1.2.3 Aquifère de Mortinsart	37
IV.2.1.2.4 Aquiclude à niveaux aquifères de Jamoigne	37
IV.2.1.3. Aquifère alluvial	37
IV.2.2. Piézométrie	37
IV.2.3. Coupe hydrogéologique	42
V. HYDROCHIMIE	43
V.1. CARACTERISATION HYDROCHIMIQUE DES EAUX	43

VI. EXPLOITATION DES AQUIFERES	48
VII. CARACTERISATION DE LA COUVERTURE ET PARAMETRES HYDRAULIQUES DES NAPPES	51
VII.1. CARACTERISATION DE LA COUVERTURE DES NAPPES	51
VII.2. PARAMETRES D'ECOULEMENT ET DE TRANSPORT DANS LES AQUIFERES	51
VII.2.1. Essai de pompage sur le "Puits Rodenbusch"	52
VII.2.2. Essai de pompage sur le "Puits du Gros Chêne"	52
VII.2.3. Essai de pompage sur le "Puits P3"	52
VII.2.4. Essai de pompage sur le "Puits Rue d'Arlon ou Puits Marchal"	53
VII.2.5. Essai de pompage sur le "Puits Delaxhe, anciennement Weycker"	53
VII.2.6. Essai de pompage sur le "Post-Forage de la Fontaine"	53
VIII. ZONES DE PREVENTION	55
VIII.1. CADRE LEGAL	55
VIII.2. ZONE DE PREVENTION REPRISE SUR LA CARTE	58
IX. METHODOLOGIE DE L'ELABORATION DE LA CARTE HYDROGEOLOGIQUE.....	59
IX.1. COLLECTE DE DONNEES	60
IX.1.1. Données géologiques	60
IX.1.1.1. Descriptions lithologiques	60
IX.1.1.2. Prospections géophysiques	61
IX.1.2. Données hydrogéologiques	61
IX.1.2.1. Localisation des ouvrages	61
IX.1.2.2. Données piézométriques:	62
IX.1.2.3. Données hydrochimiques	62
IX.1.2.4. Données quantitatives:	62
IX.2. <i>CAMPAGNE SUR LE TERRAIN</i>	62
IX.3. <i>METHODOLOGIE DE CONSTRUCTION DE LA CARTE</i>	63
IX.3.1. Encodage dans une banque de données	63
IX.3.2. Construction de la carte hydrogéologique	64
X. BIBLIOGRAPHIE.....	67
XI. ANNEXES	70
LISTE DES ABREVIATIONS.....	70
LISTE DES FIGURES	71
LISTE DES TABLEAUX	72

Avant-propos

La carte hydrogéologique de Nobressart – Attert 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 Nobressart – Attert 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.*, 2006) et actuellement une base de données centralisée sous Oracle).

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 sur l'extension, la géométrie et les caractéristiques hydrogéologiques, hydrodynamiques et hydrochimiques des nappes aquifères, toutes personnes, sociétés ou institutions, concernées par la gestion tant quantitative que qualitative des ressources en eau.

Dans le but d'éviter toute superposition excessive de couches d'informations pouvant affecter la lisibilité de la carte principale, ont été adjoints deux cartes thématiques, une coupe hydrogéologique et un tableau de correspondance Géologie – Hydrogéologie.

Après une actualisation partielle par M. Bouezmarni (chimie, exploitation, ouvrages, etc.), la carte hydrogéologique de Nobressart – Attert est publiée gratuitement sur Internet : en version papier (fichiers PDF téléchargeables), mais aussi sous forme interactive via une application WebGIS (<http://environnement.wallonie.be/cartosig/cartehydrogeo>).

L'ensemble des données utilisées pour la réalisation de la carte a été remis à la Région wallonne. Pour de plus amples informations, il faut s'adresser à la Direction Générale opérationnelle Agriculture, Ressources naturelles et Environnement (DGO3) du Service Public de Wallonie (S.P.W)¹ ou sur le site Internet de la carte hydrogéologique de Wallonie.

¹ Direction générale opérationnelle Agriculture, Ressources naturelles et Environnement (DGO3) du Service Public de Wallonie. Ministère de la Région wallonne. Avenue Prince de Liège, 15. 5100 NAMUR.

Remerciements

Merci à Monsieur ERIC GOEMAERE du Service géologique de Belgique pour l'accès aux archives hydrogéologiques disponibles au SGB et pour la mise à disposition de la carte de l'Eodévonien de l'Ardenne et des régions voisines d'Asselberghs (1946). Une carte scannée en couleur et d'une très bonne qualité.

Merci à Monsieur ERIC URBAIN pour son accueil à la Direction des Eaux Souterraines (DGARNE) – Service extérieur de Marche-en-Famenne et la mise à disposition d'une série de dossiers de captages d'eau souterraine. Ces données ont permis de compléter les informations reçues de la Région wallonne et de mieux préparer les campagnes de terrain.

Merci à Monsieur GEORGE ARNOULD et Monsieur ALEXANDRE DEKEYSER de L'entreprise de forage Arnould qui ont eu l'amabilité de 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.

Merci à Madame Isabelle Belanger du Service géologique de Belgique et à Monsieur Roby Colbach du Service géologique de Luxembourg pour leurs remarques judicieuses.

Merci enfin à tous ceux qui, de près ou de loin, ont participé à la réalisation de cette carte.

I. INTRODUCTION

La planche de Nobressart-Attert (68/3-4) couvre une région frontalière avec le Grand-Duché de Luxembourg située au sud-est de la Belgique (Figure I-1). Elle est à cheval sur l'Ardenne au nord avec des terrains paléozoïques du Dévonien inférieur et sur la Lorraine belge au sud avec une couverture mésozoïque du Trias et du Jurassique.

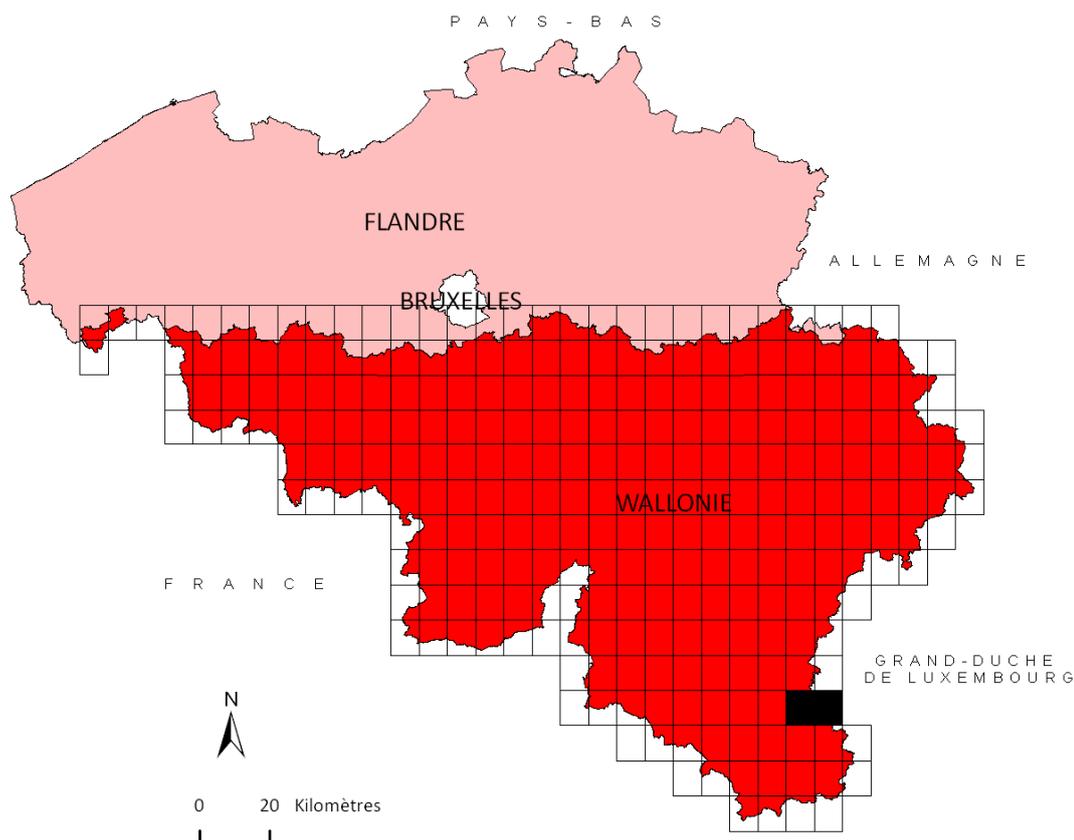


Figure I-1. Localisation de la planche de Nobressart-Attert 68/3-4

La nouvelle version de la carte géologique n'est pas encore publiée au moment de la rédaction de cette notice. Pour le Dévonien inférieur, la carte hydrogéologique est basée sur la carte géologique de « l'Eodévonien de l'Ardenne et des régions voisines » (Asselberghs, 1946). Par rapport à l'ancienne carte géologique, cette version présente une subdivision plus détaillée, ainsi qu'une description lithologique plus précise et systématique de l'ensemble du Dévonien inférieur de l'Ardenne. Pour la couverture mésozoïque, c'est la carte géologique de Dormal (1898) qui est utilisée, faute de fond géologique plus récent.

Une synthèse des éléments structuraux présents sur la carte rassemble des informations provenant de la carte de l'Eodévonien de l'Ardenne (Asselberghs, 1946), de la carte géologique de Redange du Grand-Duché de Luxembourg débordant partiellement sur la

planche (Colbach, 2003), des observations sur le terrain ainsi que des extrapolations basées sur la nouvelle carte géologique de Habay-la-Neuve – Arlon (Belanger, inédit).

La géologie de la région ardennaise est dominée par des schistes et des phyllades avec des niveaux plus gréseux ou quartzitiques de fréquence et d'épaisseur variables. Les couches sont plissées et faillées. En Lorraine, c'est une alternance de couches marneuses et de couches gréso-sableuses à structure tabulaire qui prédomine. Compte tenu de la nature lithologique des roches et du schéma structural des couches, le contexte hydrogéologique est très différent entre le nord et le sud.

La notice commence par un bref aperçu géographique, géomorphologique et hydrographique qui sera suivi d'une partie géologique régionale puis locale avant d'entamer l'aspect structural.

Comme pour la géologie, les caractéristiques hydrogéologiques à l'échelle locale doivent être situées dans le contexte hydrogéologique régional du Dévonien inférieur de l'Ardenne d'une part et de la Lorraine belge d'autre part.

D'autres aspects tels que l'exploitation des nappes, les paramètres d'écoulement et l'hydrochimie, seront également présentés dans ce livret.

La notice se clôture par l'exposé de la méthodologie de réalisation du projet ainsi qu'une série d'annexes comprenant une liste des abréviations citées dans le texte, une liste des figures et une liste des tableaux.

II. CADRE GÉOGRAPHIQUE, GÉOMORPHOLOGIQUE ET HYDROGRAPHIQUE

La carte hydrogéologique de Nobressart-Attert (68/3-4) couvre une zone transfrontalière belgo-luxembourgeoise, à cheval sur le massif ardennais au nord et la Lorraine belge au sud.

Le relief est caractérisé par des altitudes diminuant vers le sud, allant de 500 mètres environ dans la forêt d'Anlier jusqu'à 295 mètres dans la vallée de l'Attert. Un exemple du contraste entre la zone lorraine et la zone ardennaise est offert par la vallée de l'Attert. Celle-ci est située dans une dépression subséquente ouverte dans les marnes et argiles compactes du Keuper, en contrebas du relief formé au nord par les roches dévoniennes de l'Ardenne. La zone ardennaise est en grande partie boisée (forêt d'Anlier), tandis que la partie lorraine est surtout dédiée à l'agriculture.

La population, dispersée en petits villages entourés de cultures, se concentre au sud-est de la carte. Les principales agglomérations sont Attert, Nothomb, Heinstert et Nobressart. Ces agglomérations sont reliées par un réseau routier entrecoupé par le passage de la Nationale 4 de direction nord-sud.

La planche est occupée par le bassin de la Semois-Chiers et par le bassin de la Moselle. La ligne de partage entre les deux bassins forme un arc ouvert vers l'ouest et marque la frontière entre les bassins versants de la Meuse (Semois-Chiers) et du Rhin (Moselle). Sur la carte, le premier est représenté principalement par le sous-bassin de la Rulles et le second comporte les sous-bassins de la Sûre, de l'Attert et de la Basseille (Figure II-1).

II.1. BASSIN DE LA SEMOIS-CHIERS

Si l'on exclut le ruisseau d'Anlier dont le bassin n'est présent sur la planche que par une extrémité limitée de sa tête de vallée, le bassin de la Semois – Chiers est représenté par le sous-bassin de la Rulles. Son réseau hydrographique assez dense reflète une infiltration relativement faible compte tenu de la nature phylladeuse du sous-sol. La Rulles, qui constitue son principal cours d'eau, est alimentée par plusieurs ruisseaux secondaires drainant une superficie d'environ 52 km².

II.2. BASSIN DE LA MOSELLE

Le bassin de la Moselle est représenté sur la carte principalement par les sous-bassins de la Sûre et de l'Attert, le sous-bassin de la Basseille étant de superficie très restreinte dans le coin nord-ouest de la planche.

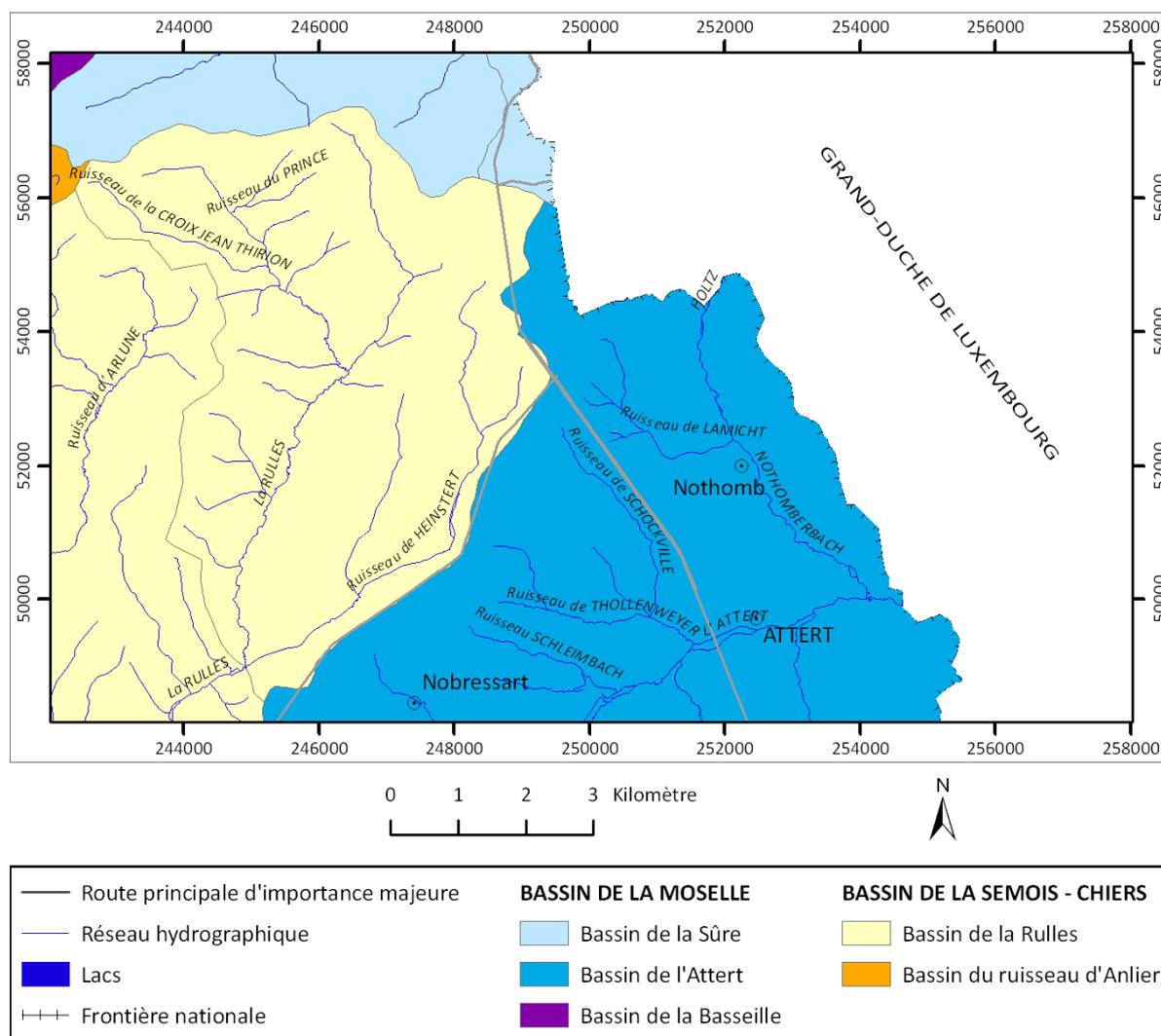


Figure II-1. Carte hydrographique de Nobressart-Attert 68/3-4

II.2.1. Bassin de la Sûre

Le bassin de la Sûre couvre une superficie d'environ 10 km² sur des terrains schisto-phylladeux peu perméables favorisant le ruissellement. Son réseau hydrographique est composé de têtes de vallées de plusieurs ruisseaux secondaires prenant naissance dans la forêt d'Anlier pour alimenter la Sûre.

II.2.2. Bassin de l'Attert

Le bassin de l'Attert draine une surface de près de 40 km² sur des terrains principalement marneux du Trias. Plusieurs ruisseaux secondaires alimentent l'Attert. La transition entre les vallées ardennaises encaissées, caractérisées par des pentes raides, et le relief moins abrupt des cours d'eau lorrains est notamment rencontrée sur le ruisseau de Nothomb.

III. CADRE GÉOLOGIQUE ET STRUCTURAL

Le cadre géologique sera développé dans un premier temps à l'échelle régionale restreinte à la Haute Ardenne avant d'étudier, plus en détail, la géologie de la zone couverte par la planche de Nobressart - Attert.

Dans ses grandes lignes, l'histoire géologique de la Wallonie se résume de la manière suivante :

- dépôt d'une série sédimentaire du Cambrien, de l'Ordovicien et du Silurien ;
- plissement calédonien suivi d'une pénéplanation ;
- dépôt en discordance sur le socle calédonien d'une série sédimentaire dévono-carbonifère ;
- plissement hercynien suivi d'une pénéplanation ;
- dépôt discontinu de séries sédimentaires méso-cénozoïques discordantes sur le substrat hercynien.

La structuration durant l'orogénèse hercynienne a consisté en un raccourcissement du sud vers le nord par plissement des formations rocheuses en une suite de synclinoria et d'anticlinoria coupés par une multitude de failles de charriage (Figure III-1).

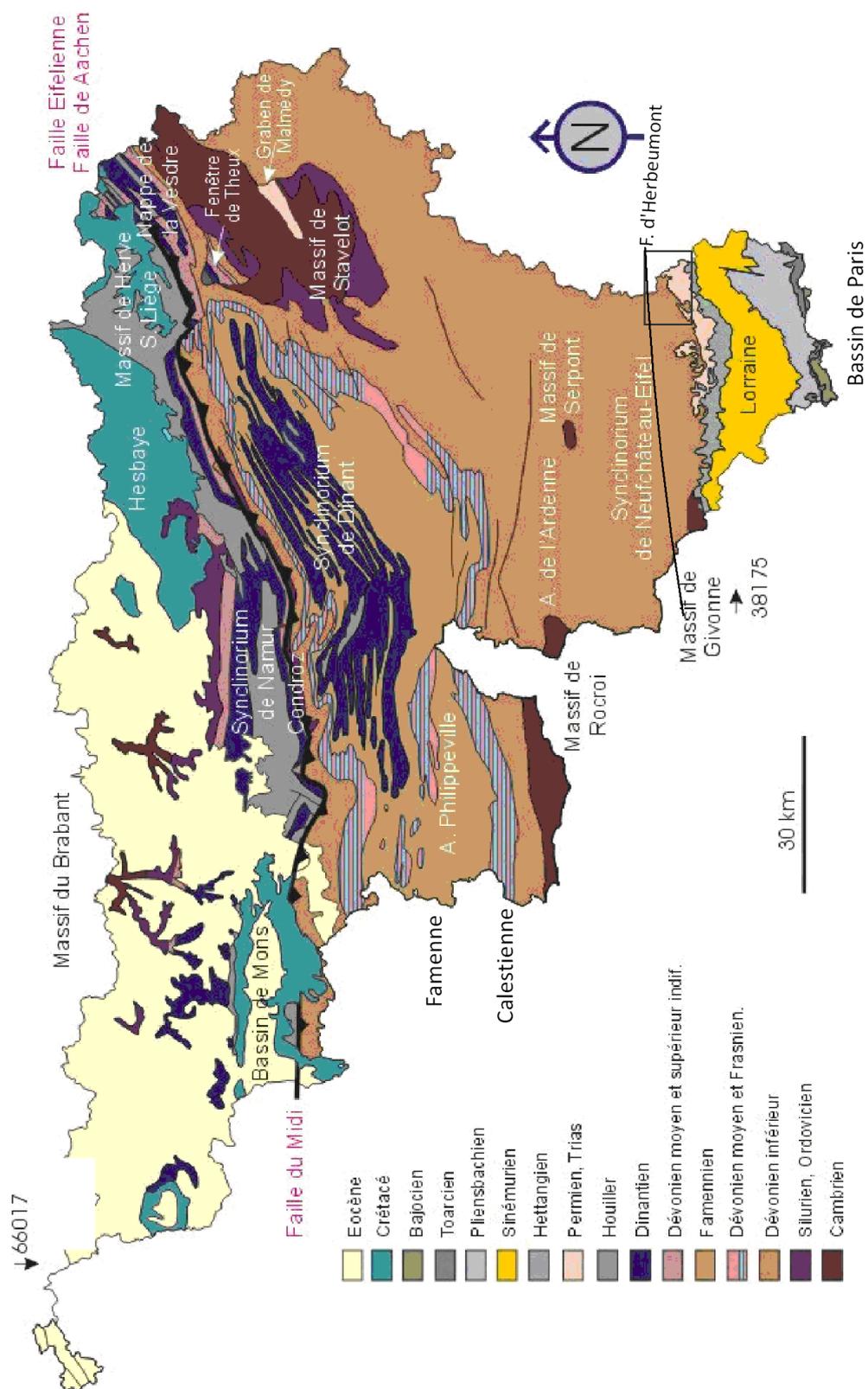


Figure III-1. Le cadre géologique et structural de la Wallonie avec la localisation de la carte de Nobressart - Attert encadrée (68/3-4), (Boulvain et Pingot, 2004 adaptée)

Ere	Système	Série	Etage	Asselberghs, 1946				Godefroid <i>et al.</i> , 1994 Formation Bord sud Synclinorium de Dinant	Boulvain et Pingot, 2006 Formations Synclinorium de Neufchâteau	Etage	Série		
				Faciès ou assises septentrionaux		Faciès ou assises méridionaux							
Paléozoïque	Dévonien	Dévonien inférieur	Emsien	sup.	E3	Burnot	Wiltz Quartzite de Berlé		Hièrge (HIE)	Wiltz - Berlé	Emsien	Dévonien inférieur	
				moy.	E2	Winenne	Clervaux		Chooz (CHO)	Clervaux			
				inf.	E1	Wépion	Vireux		Vireux (VIR)	Schutbourg			
								Pèsche (PES)					
						sup.	S3	Acoz	La Roche	La Roche (LAR)	Neufchâteau		Praguien
									Saint Vith				
									Neufchâteau				
						moy.	S2	Huy	Bouillon	Villé (VIL)	Longlier		
									Longlier				
									Les Amonines				
						inf.	S1	Bois d'Ausse	Anlier		Mirwart (MIR)		Anlier
						Gedinnien	sup.	G2a	Saint-Hubert		Saint-Hubert (STH)		Saint-Hubert
				G2b	Oignies			Oignies (OIG)	Oignies				
				Inf.	G1		Mondrepuits		Mondrepuits (MON)	Muno			
		Silurien		Silurien sup.					Fépin	Pridoli	Silurien sup.		

Tableau III.1. Corrélations stratigraphiques

La Haute Ardenne ou Ardenne s.s. se définit comme un plateau vallonné compris entre la bande mésodévonienne de la Calestienne au nord et les séries monoclinales (non plissées) du Mésozoïque situées en bordure du Bassin de Paris au sud. Ce plateau est composé d'un socle « calédonien » et d'une couverture essentiellement éodévonienne.

Le socle « calédonien » expose des terrains du Paléozoïque inférieur (Cambrien, Ordovicien et Silurien) sous forme de massifs inscrits dans les boutonnières de Rocroi, Serpont, Stavelot et Givonne. Les matériaux, principalement schisteux, ont été déformés une première fois lors de l'orogénèse calédonienne au cours du Silurien supérieur et repris ensuite dans une seconde déformation au cours de l'orogénèse hercynienne à la fin du Westphalien. Ces boutonnières affleurent principalement dans les zones culminantes des grands anticlinoria hercyniens de l'Ardenne et de Givonne.

La couverture éodévonienne expose une série sédimentaire discordante sur le socle calédonien. La sédimentation s'échelonne de manière continue sur un temps qui couvre le Pridoli, le Gedinnien, le Siegenien et l'Emsien. Les matériaux sont constitués par un conglomérat de base surmonté par des faciès en majorité schisteux incompetents. Ils sont déformés en un train de plis serrés et affectés par une schistosité, tous deux contemporains de l'orogénèse hercynienne. Cette couverture se structure autour des grands anticlinoria de l'Ardenne et de Givonne, ce dernier étant découpé du synclinorium de Neufchâteau-Eifel par la faille de charriage d'Herbeumont.

III.1.1. Domaine méso-cénozoïque

Les formations mésozoïques de la Lorraine belge, qui occupent approximativement une superficie de 800 km², font partie d'une petite extension du Bassin de Paris appelée Golfe de Luxembourg (Figure III-3). Elles sont déposées en discordance sur le massif paléozoïque de l'Ardenne. La nature et la géométrie complexe des corps sédimentaires témoignent d'un environnement littoral caractérisé par des sédiments variables avec, toutefois, une prédominance silicatée. L'évolution séquentielle des dépôts est intégrée dans un prisme sédimentaire globalement rétrogradant (Boulvain *et al.*, 2001).

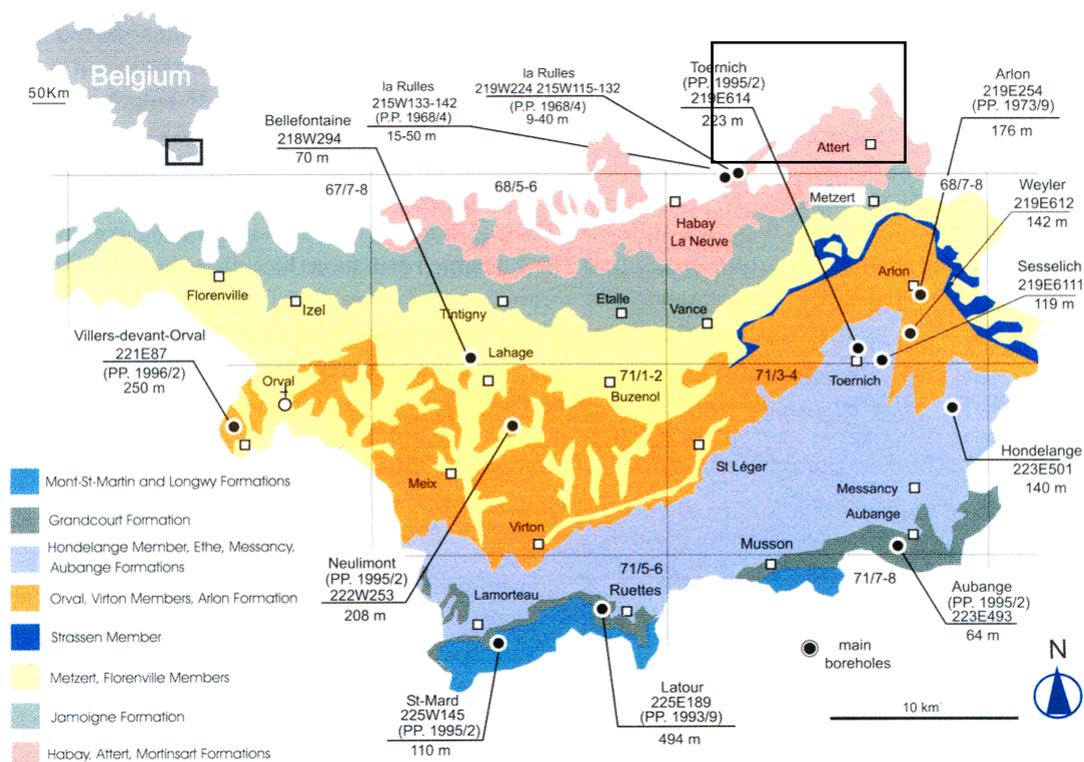


Figure III-3 : Carte géologique simplifiée de la Lorraine belge (Boulvain *et al.*, 2001) avec localisation de la carte de Nobressart – Attert (68/3-4), encadrée

Par ailleurs, l'évolution stratigraphique (Figure III-4) montre une superposition de séries sédimentaires de plus en plus marines, déposées par transgressions successives entre le Trias inférieur et le Jurassique inférieur (Ghysel *et al.* 2002). Une brève description de la série lithologique montre qu'il existe une alternance de couches sédimentaires à faciès marneux ou argileux avec des couches à faciès sableux gréseux ou calcaire.

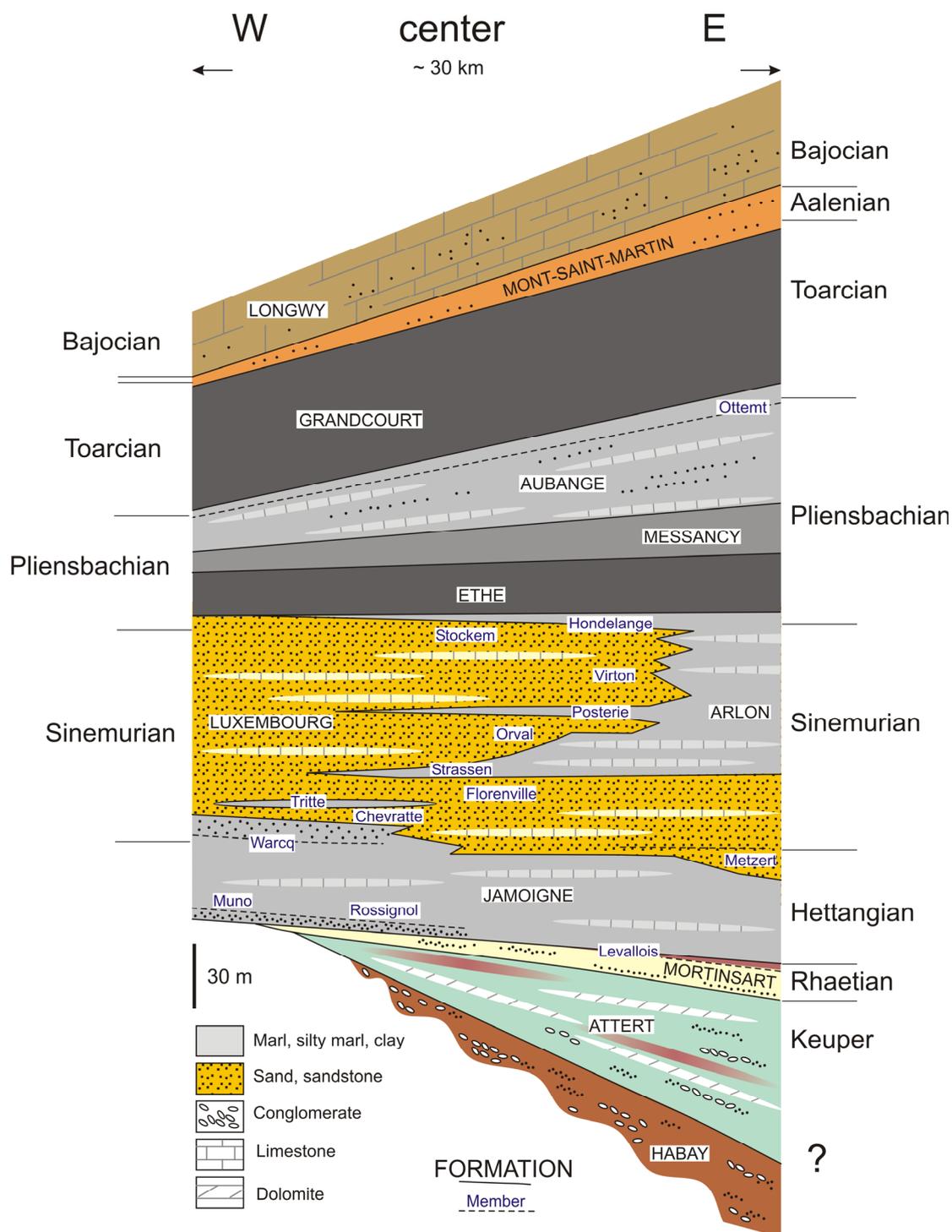


Figure III-4 : Schéma lithostratigraphique général de la Lorraine Belge (Boulvain *et al.*, 2001)

La géologie de ces séries est complexe, en particulier en raison de nombreux changements de faciès et de puissance. Ces changements sont liés aux variations de l'intensité de la subsidence, des distances aux rivages, de la distribution et de la nature du matériel détritique, etc. De plus, les transgressions et les régressions ne sont pas régulières et sont soumises à des pulsations plus ou moins importantes.

La lithostratigraphie de la Lorraine belge est subdivisée en plusieurs formations qui sont de la plus ancienne à la plus récente : Habay (HAB), Attert (ATT), Mortinsart (MOR), Jamoigne (JAM), Luxembourg (LUX), Arlon (ARL), Ethe (ETH), Messancy (MES), Aubange (AUB), Grandcourt (GRT), Mont-Saint-Martin (MSN) et Longwy (LGW).

Les Formations d'Arlon (ARL) et de Luxembourg (LUX) sont découpées en membres là où des interdigitations entre ces formations ont lieu. Les membres de la Formation d'Arlon sont : Trite (TRT), Strassen (STR), Posterie (POS) et Hondelange (HON) comprenant la Couche de Robelmont (RBM). Les principaux membres de la Formation de Luxembourg sont : Chevratte (CHT), Florenville (FLO), Orval (ORV) et Virton (VIT).

III.2. GÉOLOGIE DE LA PLANCHE DE NOBRESSART – ATTERT

La carte de Nobressart-Attert couvre deux ensembles sédimentaires très contrastés situés respectivement sur l'Ardenne et sur la Lorraine. La majeure partie est occupée par des terrains plissés du Paléozoïque qui représente la zone ardennaise. Le reste, représentant la zone lorraine dans le sud-est de la planche, est couvert par des terrains mésozoïques tabulaires à faible pendage sud.

Sur la partie ardennaise, les roches paléozoïques appartiennent au Dévonien inférieur qui est représenté par des terrains du Praguien (Siegenien) et de l'Emsien. On trouve successivement en allant d'ouest vers l'est : la Formation de Mirwart (MIR) ou Siegenien inférieur (S1), ensuite, la Formation de Villé (VIL) ou Siegenien moyen (S2) puis, la Formation de La Roche (LAR) ou Siegenien supérieur (S3) et enfin la Formation de Pesche (PES) ou Emsien inférieur (E1). De fortes variations de faciès au sein d'une même unité géologique (Figure III-2) sont notées du nord vers le sud et d'est vers l'ouest (Asselberghs, 1946, Boulvain et Pingot, 2004). Il est dès lors indispensable de tenir compte des caractéristiques géologiques locales.

Dans la partie lorraine, les couches de la couverture sont présentées par le Trias supérieur (Keuper du Trias germanique) et le Jurassique inférieur (Hettangien). Le Trias moyen (Muschelkalk et le sommet de Buntsandstein) est aussi noté sur la carte (Colbach, 2003). On trouve successivement du nord vers le sud : la Formation de Habay (HAB), la Formation d'Attert (ATT), la Formation de Mortinsart (MOR) et la Formation de Jamoigne (JAM).

Les subdivisions stratigraphiques, les descriptions lithologiques, les affleurements et les épaisseurs des différentes couches géologiques présentes sur la planche seront brièvement présentés. 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 les terrains de la couverture, les descriptions lithologiques seront basées, sur la carte

géologique (Dormal, 1898), sur la nouvelle carte géologique de Redange du Grand-Duché de Luxembourg (Colbach, 2003) et sur les notices des nouvelles cartes géologiques qui couvrent une partie de la Lorraine belge (Ghysel *et al.*, 2002 ; Belanger et Ghysel, 2002 ; Belanger *et al.*, 2006). Pour plus d'informations, le lecteur est renvoyé à ces références.

III.2.1. Paléozoïque

Le dévonien inférieur est représenté sur la carte par le Siegenien (Praguien) et par l'Emsien. Le Siegenien est présent par ces trois composantes qui sont du nord vers le sud : Siegenien inférieur (S1), Siegenien moyen (S2) et Siegenien supérieur (S3).

III.2.1.1.1 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).

Sur la carte, la Formation de Mirwart est représentée par le faciès d'Anlier constitué essentiellement de phyllades bleu noir et de quartzophyllades avec des intercalations peu puissantes de quartzites (Asselberghs, 1946). Les descriptions lithologiques d'un forage de 80 m de profondeur, qui sert actuellement de piézomètre, situé au lieu dit "*Champ Gilot*" ne montre pratiquement que des siltites avec quelques passés millimétriques à centimétriques de grès fins. Par contre, une série de sondages exécutés par le SGB dans la zone d'interfluve entre la vallée de la Rulles et la vallée de l'Attert à l'aval de l'Etang de la Fabrique, montre que le manteau d'altération du Siegenien inférieur est formé essentiellement, à cet endroit, de grès fissurés (Graulich, 1968).

Le Siegenien inférieur affleure sur une bande irrégulière au sud-ouest de la planche. Sa puissance dans la région est estimée à 1000 m (Asselberghs, 1946).

III.2.1.1.2 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 par le faciès de Longlier (Asselberghs, 1946). Ce faciès est plus arénacé que les autres faciès du Siegenien moyen. Il est caractérisé par des phyllades, des quartzophyllades souvent gréseux et du quartzite grossier micacé, psammitique. Les bancs fossilifères sont remarquablement abondants et calcareux. Les quartzites de couleur bleuâtre et verdâtre sont présents en bancs isolés ou en paquets épais de 2 à 8 m. Le faciès de Longlier est plus arénacé et plus grossier dans l'anticlinal de Givonne où les quartzites sont surtout abondants dans la région de Martelange, juste au nord de la carte.

Le Siegenien moyen affleure sur une bande qui s'élargit nettement vers le nord de la planche. Sa puissance est estimée par Asselberghs (1946) entre 400 à 500 m dans la région.

III.2.1.1.3 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.

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 quelques bancs de quartzophyllades sont présents. Les phyllades renferment souvent des nodules carbonatés, parfois ferrugineux, notamment dans la région de Martelange et à Tenneville (Asselberghs, 1946). Ils sont légèrement calcaireux à Martelange.

Sur la carte de Nobressart-Attert, la surface d'affleurement du Siegenien supérieur occupe une bande en arc au centre de la planche. Sa puissance est évaluée à 400 m sur le flanc sud du Synclinorium de Neufchâteau.

III.2.1.1.4 Emsien inférieur (E1) ou Formation de Pesche (PES)

L'Emsien est représenté sur la planche par l'Emsien inférieur (E1) qui est équivalent à la Formation de Pesche (PES).

Il est constitué essentiellement de phyllade ou de schiste phylladeux et de quartzophyllade schisteux. Les quartzites sont peu importants dans la région et ils ne deviennent abondants qu'à l'est du méridien de Wiltz (Grand-Duché de Luxembourg).

Les terrains de l'Emsien affleurent sur une boutonnière frontalière qui se prolonge vers le Grand-Duché de Luxembourg. L'épaisseur de la Formation est estimée à 750 m.

III.2.2. Mésozoïque

La couverture mésozoïque est formée de couches d'âge triasique et jurassique de nature lithologique principalement siliciclastiques² (marne, argile, sable, conglomérat et grès)

III.2.2.1. Trias

D'après la carte de Redange du Grand-Duché de Luxembourg (Colbach, 2003), le Trias affleure sur la planche de Nobressart-Attert principalement par les termes supérieurs

² Détritiques

(Keuper) mais on rencontre également du Trias moyen (Muschelkalk) dans de nombreux endroits. En profondeur, on peut même rencontrer du Buntsandstein mais qui est très difficile à différencier du dernier.

III.2.2.1.1 Formation de Habay (HAB)

La Formation repose en discordance sur le socle paléozoïque. Elle est attribuée au Keuper, mais d'après la carte géologique de Redange, elle comporte également des niveaux du Trias inférieur et moyen indifférencié. Elle est composée de calcaires dolomitiques, de conglomérats, de grès et marnes rouges ainsi que de poudingues. On trouve aussi dans les descriptions des sondages, à l'aval de l'Etang de la Fabrique, des argiles rouges et des sables grossiers ou graviers avec de gros cailloux de quartzite (Graulich, 1968). La Formation de Habay affleure essentiellement sur les bords des vallées de l'Attert, du ruisseau de Nothomb et de celui de Post (Colbach, 2003), dont le tracé est reporté sur la Figure III-5. Son épaisseur peut atteindre 30 m au méridien d'Attert (Boulvain et al, 2001).

III.2.2.1.2 Formation d'Attert (ATT)

La formation d'Attert qui est située dans le Keuper est principalement marneuse. Elle est caractérisée par la présence de marnolithe (marne dolomitique indurée) et comporte aussi des poudingues de quartzite à matrice dolomitique ainsi que, vers le sommet, des bancs décimétriques de dolomie. La présence de pseudomorphoses de sel et de nodules d'anhydrite, associés à des filons de gypse, place cette formation dans un contexte lagunaire évaporitique de type sebkha lié à la régression. Elle affleure sur la majeure partie lorraine de la planche (Figure III-5). D'après Boulvain *et al.*, (2001), sa puissance augmente de manière générale vers l'est et vers le sud. Elle peut atteindre 50 m au voisinage du village d'Attert.

III.2.2.1.3 Formation de Mortinsart (MOR)

La Formation de Mortinsart est datée du Rhétien.

D'après les observations en sondage sur la planche de Tintigny-Etalle (Debbaut, 1997), cette formation est constituée de deux corps massifs, formés de sable ou de grès, séparés par une bande d'argilite vertes à grise d'un mètre environ. Dans la partie est de la Lorraine, et en particulier sur la planche Nobressart-Attert, le sommet de la formation est occupé par un niveau d'argilites vertes et rouges épais de 2 à 3 m, appelé « Argile de Levallois ». Cette bande d'argile est bien présente sur la coupe de référence à Grendel située sur la planche (Monteyne, 1969). Elle affleure sur une mince bande au contact de la Formation de Jamoigne. La puissance de la Formation de Mortinsart, estimée à 15 m, demeure assez constante en forage (Debbaut, 1997).

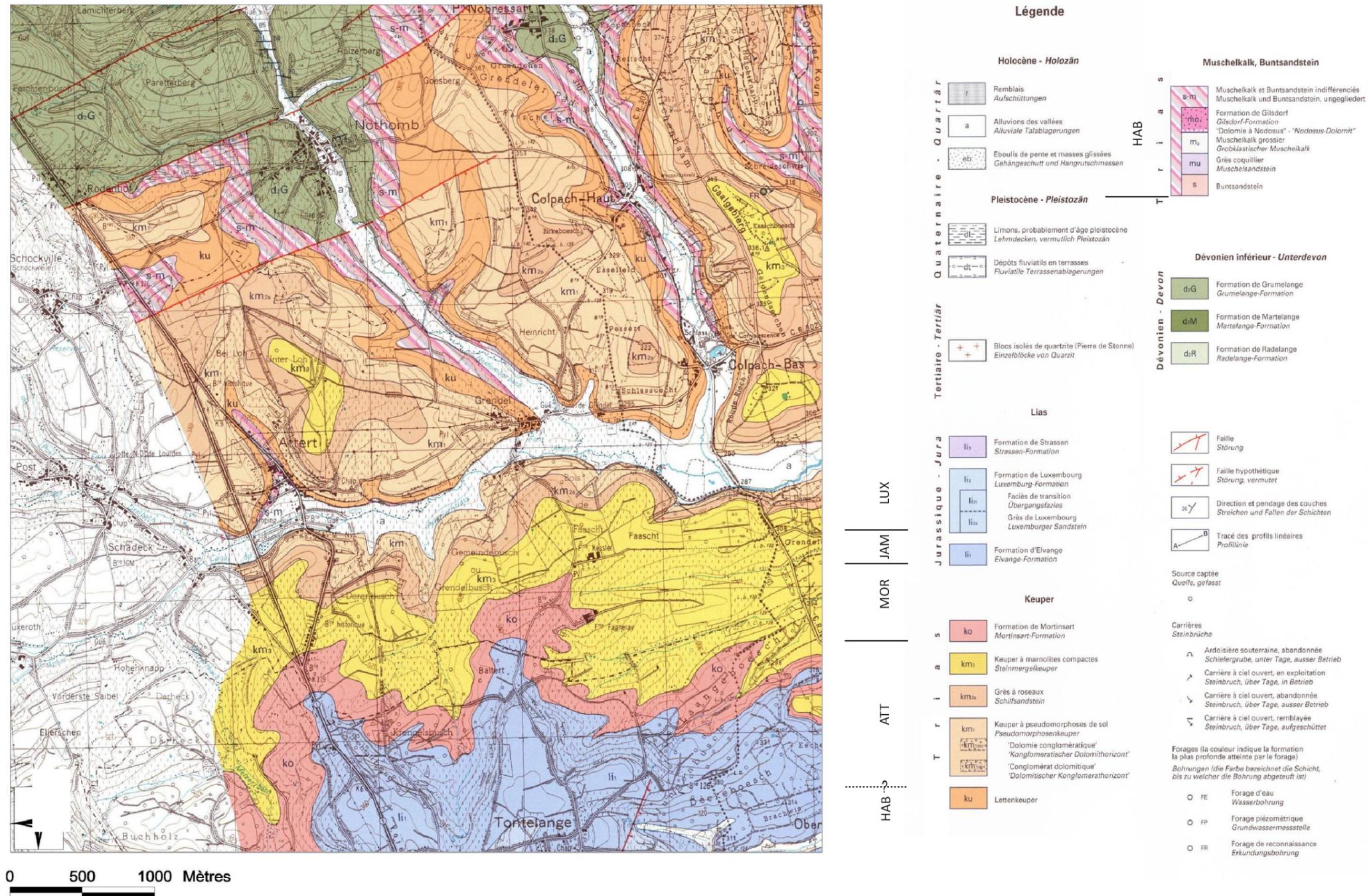


Figure III-5. Extrait de la Carte Géologique du Luxembourg, feuillet n°7, Redange (Colbach, 2003) avec la correspondance sur base de la subdivision lithostratigraphique de Wallonie

III.2.2.2. Jurassique

III.2.2.2.1 Formation de Jamoigne (JAM)

La Formation de Jamoigne est d'âge Hettangien. On trouve à sa base des grès micacés (psammites) représentés par le Membre de Rossignol qui s'épaissit vers l'ouest. C'est ce qu'on appelle les Grès de Rossignol ou les Grès de Muno (Dormal, 1894 et Maubeuge, 1954). Au-dessus, on observe des marnes plus ou moins sableuses et des bancs calcaires argileux légèrement gréseux (Ghysel *et al.*, 2002). Les faciès gréseux deviennent plus sableux vers l'est comme sur la carte de Nobressart-Attert. Sa surface d'affleurement est très réduite sur la planche de Nobressart-Attert. On la rencontre uniquement dans l'extrême sud-est de la planche. Sa puissance, estimée sur base de la coupe de la carte géologique établie par Ghysel *et al.*, (2002), peut dépasser 50 m en dehors de la carte vers le sud-ouest.

III.2.3. Cénozoïque

III.2.3.1. Alluvions modernes (AMO)

Le quaternaire est représenté principalement par des alluvions modernes le long des cours d'eau. Elles se composent de dépôts argileux, sableux et graveleux d'épaisseurs relativement faibles et d'étendues limitées notamment au niveau de la zone ardennaise. La plaine alluviale la plus importante se trouve dans la vallée de l'Attert.

III.3. CADRE STRUCTURAL

Les terrains du Siegenien et de l'Emsien présents sur la planche de Nobressart-Attert sont plissés. Les traces axiales des différentes structures synclinales et anticlinales sont assez rapprochées (Figure III-6). Ils reflètent la grande plasticité des couches affectées par l'orogénèse hercynienne dans la région. En effet, d'après Asselberghs (1946), la zone éodévonienne la plus intensivement plissée et faillée est la partie siegenienne qui est la moins résistante car formée principalement de séries pélitiques.

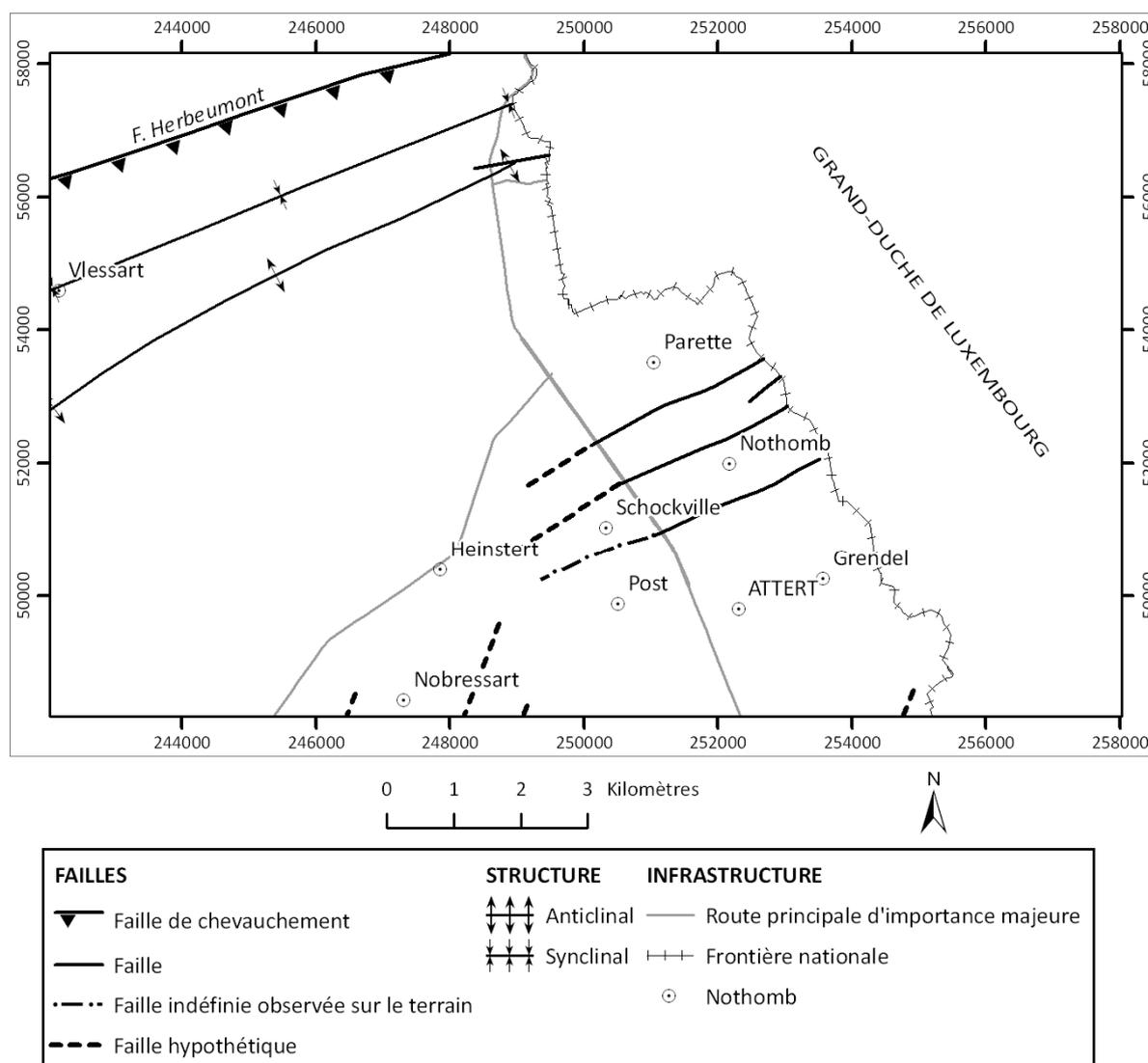


Figure III-6. Carte synthétique des éléments structuraux sur la carte de Nobressart-Attert

Par ailleurs, les couches de la couverture mésozoïques sont tabulaires, sous forme de couches monoclinales de direction est-ouest légèrement inclinées vers le sud (pendage d'environ 3°), reposant en discordance sur le massif ardennais.

Plusieurs failles ont été observées sur le terrain ou rapportées par plusieurs auteurs. Les deux failles septentrionales, dont la faille de chevauchement d'Herbeumont, ont été identifiées par Asselberghs (1946). Ces failles, affectant les terrains du Dévonien inférieur, datent probablement de l'orogénèse hercynienne.

Les failles de direction SO-NE sont extraites de la carte géologique de Redange (Colbach, 2003), et prolongées sur base des observations sur le terrain. Affectant les terrains de la couverture, ces failles ont joué pendant l'orogénèse alpine.

Les failles les plus méridionales, de direction SSO-NNE, ont été extrapolées par rapport aux failles qui ont été mises en évidence par le levé de la carte géologique de Habay-la-Neuve – Arlon (68/7-8) (Belanger et *al.*, inédit).

IV. CADRE HYDROGÉOLOGIQUE

Avant de développer la partie hydrogéologique de la notice, il est bon de rappeler la définition des termes aquifère, aquiclude et aquitard :

- 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 tel que les terrains du Dévonien inférieur de l'Ardenne. A une échelle plus large, on peut considérer que les terrains ardennais sont plus ou moins aquicludes, comparés aux principaux aquifères de Wallonie (calcaire et craie notamment). Par contre, à l'échelle locale de la carte de Nobressart – Attert (1/25.000), il est important de distinguer les potentiels hydrogéologiques des différentes formations géologiques.

IV.1. HYDROGÉOLOGIE RÉGIONALE

IV.1.1. Dévonien inférieur de l'Ardenne

Les couches géologiques de l'Ardenne sont composées de roches dures, plissées et fracturées. Elles sont d'âge principalement Dévonien (Lochkovien, Praguien, Emsien, Eifelien, Givétien, Frasnien et Famennien), discordants sur les terrains cambriens. La lithologie est constituée essentiellement de schistes, de phyllades, de grès, de quartzites et de quartzophyllades. Le caractère aquifère du sous-sol dépend de la présence et du degré de fissuration des roches gréseuses et/ou quartzitiques, 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.1.1.1. L'aquifère du manteau d'altération

Une première nappe est contenue dans le manteau d'altération des formations paléozoïques. C'est un aquifère relativement continu de type mixte³ dont l'épaisseur peut en certains endroits dépasser les trente mètres. La délimitation du bassin hydrogéologique se calque bien sur le bassin hydrographique presque indépendamment des formations géologiques.

La nappe est peu productive, sa capacité d'emmagasinement d'eau 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. Ce type de nappe est intéressant pour les besoins d'eau peu importants comme les consommations ménagères et les puits de prairies par exemple.

Les nappes sont souvent captées par drains et galeries placés en tête de vallons ou en zone d'émergence (Derycke *et al.* 1982). C'est le cas principalement des captages de distribution publique d'eau potable. Les faibles ressources de ce type de nappe d'une part et la répartition de la population d'autre part, nécessitent souvent une multiplication du nombre d'ouvrages. Ceci implique par conséquent une multiplication des zones de prévention des captages. Etant libre et peu profonde, la nappe est vulnérable face à la pollution de surface due notamment aux pratiques agricoles et à l'élevage.

IV.1.1.2. L'aquifère profond

A plus grande profondeur, les aquifères sont caractérisés par une porosité de fissures ; les nappes peuvent être contenues dans les passages gréseux et/ou quartzitiques fissurés et dans les zones de fractures (faille, diaclases). Ce sont des niveaux qui forment généralement des entités individualisées indépendantes et d'extension variable mais relativement limitée (Derycke *et al.*, 1982). Ils peuvent toutefois être localement mis en contact par des failles.

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. Les transmissivités sont très variables allant de 10^{-3} à 10^{-9} m²/s, avec une prédominance des valeurs entre 10^{-4} et 10^{-5} m²/s pour les puits exploités en Ardenne.

³ Un aquifère est de type mixte s'il est caractérisé à la fois d'une porosité d'interstice et d'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 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.

Etant profondes et de caractère captif, les nappes sont moins soumises aux pollutions de surface. Il faut souligner néanmoins que dans de rares cas, des valeurs relativement élevées de nitrate peuvent être décelées dans certains puits sollicitant ces niveaux profonds. Il faut donc rester prudent quant à la vulnérabilité de ce type d'aquifère, pour préserver la bonne qualité de ses eaux.

IV.1.1.3. Remarque générale

L'état des nappes de Wallonie montre que les eaux souterraines en Ardenne sont de bonne qualité, probablement grâce au couvert forestier et à l'agriculture extensive. Dans les deux types d'aquifères, l'eau est douce avec de faibles valeurs de pH (généralement inférieur à 6) et est souvent ferrugineuse excédant souvent la norme de potabilité.

L'aquifère schisto-gréseux de l'Ardenne est de faible importance comparé à des nappes telles que l'aquifère des calcaires dévono-carbonifères, l'aquifère des craies du Crétacé et l'aquifère des grès de Luxembourg. 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 montre son importance au niveau local.

D'après Derycke *et al.*, (1982), la solution idéale pour exploiter les aquifères schisto-gréseux de l'Ardenne est 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, en réduisant simplement le pompage par puits profonds,
- 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.1.2. Lorraine belge

Vu l'alternance stratigraphique de couches géologiques perméables et imperméables, caractéristiques des dépôts mésozoïques de la Lorraine belge, on distingue plusieurs aquifères superposés. Ces réservoirs aquifères, de qualité et d'ampleur variables, constituent actuellement presque la seule source d'approvisionnement pour la distribution publique d'eau potable des différentes agglomérations de la région. Ils sont aussi sollicités à des fins privées comme c'est le cas avec la production d'eau minérale des entreprises Nestlé Waters Benelux.

Les aquifères les plus importants sont formés par :

- ✓ les grès et sables de la Formation de Mortinsart (Rhétien),
- ✓ les sables et grès à ciment calcaire de la Formation de Luxembourg,
- ✓ les calcaires grésilo-silteux de la Formation d'Aubange,
- ✓ les calcaires de la Formation de Longwy.

Il existe, par ailleurs, d'autres niveaux aquifères non négligeables dans les conglomérats et dolomies de la Formation d'Habay, dans les bancs calcaires au sein de la Formation des marnes de Jamoigne, et dans les alluvions et terrains quaternaires. A l'exception des aquifères de la Formation de Luxembourg, toutes les autres unités aquifères n'ont pas été suffisamment étudiées jusqu'à ce jour.

Dans la partie centrale de la Lorraine belge, la Formation de Luxembourg se scinde en plusieurs nappes aquifères superposées dont la plus importante est contenue dans le Membre de Florenville (Figure III-4). Ces nappes sont séparées par des niveaux marneux, plus ou moins épais, appartenant à la Formation d'Arlon. Il est difficile cependant d'exclure des communications localisées entre ces différents aquifères.

Les faciès sableux et grès calcaires présentent une perméabilité de type mixte d'interstices et de fissures. Une forte dissolution du ciment calcaire peut provoquer localement des circulations de type pseudo-karstiques.

La présence de grandes failles de direction NE-SO favorise des axes d'écoulement préférentiels dans les principaux aquifères, sans pour autant générer une morphologie karstique vu les faibles épaisseurs et l'impureté des calcaires lorrains.

Les estimations par jaugeages réguliers des différentes sources portent les potentialités hydriques de la Lorraine belge à environ 200.000 m³ par jour. Une étude hydrogéologique approfondie reste, toutefois, cruciale si l'on veut envisager une exploitation intensive des eaux souterraines afin d'éviter le tarissement des sources sur lesquelles est basé l'essentiel du réseau public en Lorraine belge.

IV.2. HYDROGÉOLOGIE LOCALE

Dans la zone ardennaise, les terrains sont composés essentiellement de schistes et de phyllades. Des 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 (Formation de Villé) qui occupent une bonne partie de la planche. Il est évident 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 grésos-quartzitiques dans la masse schisto-phylladeuse. Il faut noter que les nappes sont captées le plus souvent par des sources et des drains.

Dans la zone lorraine, les principales ressources aquifères se trouvent dans les Formations de Mortinsart et de Habay. Contrairement aux nappes ardennaises, les captages se font plus souvent sous forme de puits.

IV.2.1. Description des principales unités hydrogéologiques

Le tableau IV.1 offre une synthèse des correspondances entre les unités géologiques et les unités hydrogéologiques. Pour les terrains paléozoïques, ces correspondances sont basées principalement sur les proportions des niveaux gréseux et quartzitiques observés au sein des schistes et des phyllades. Dans le cas de la couverture mésozoïque, elles sont basées sur les descriptions lithologiques des formations; à savoir des aquicludes dans les marnes et des aquifères dans les conglomérats, les sables et les grès.

La projection spatiale des différentes unités hydrogéologiques, sur la carte principale à l'échelle du 25.000^{ème} (cf. poster A0), ne représente que de manière indicative l'extension géographique des potentialités aquifères du sous-sol en zone ardennaise. L'utilisateur de la carte doit intégrer les zones de fissures et l'importance du manteau d'altération pour localiser, de manière plus précise, les meilleures zones productives.

IV.2.1.1. Zone ardennaise

IV.2.1.1.1 Aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur

Les terrains du Siegenien inférieur (Formation de Mirwart) sont essentiellement composés de phyllades et de quartzophyllades avec des passages de bancs quartzitiques. C'est un aquiclude qui peut contenir des ressources exploitables au niveau des passages gréseux fissurés. Il alimente le réseau hydrographique du bassin de la Rulles par de nombreuses petites sources. Dans la partie sud-ouest de la planche, l'aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur est recoupé par deux piézomètres et de nombreux forages de reconnaissance pouvant servir de piézomètres. A l'exception des données piézométriques, très peu de données hydrogéologiques sont disponibles pour cette unité sur la carte.

IV.2.1.1.2 Aquitard à niveaux aquicludes de Villé

Il faut rappeler que sur la carte de Nobressart-Attert, le Siegenien moyen (Formation de Villé) est composé d'un faciès relativement arénacé avec des quartzophyllades souvent gréseux et du quartzite grossier. Il est considéré comme un aquitard de fissures alternant avec des passages aquicludes dans les schistes et les phyllades. La réserve d'eau souterraine est

constituée d'un ensemble de nappes plus ou moins indépendantes, se comportant comme nappes captives. Lors des forages de puits, les venues d'eau les plus intéressantes sont généralement rencontrées en profondeur (supérieur à 30 m environ), mais le niveau statique s'équilibre près de la surface du sol à la fin du forage.

Sur la carte, les zones les plus productives devraient se situer à proximité des failles, au nord de la planche. Le manteau d'altération constitue une autre forme aquifère intéressante dont la porosité est de type mixte (d'interstice et de fissures).

L'unité renferme des bancs calcaires fossilifères impurs caractéristiques qui sont hydrochimiquement importants. En effet, contrairement à d'autres formations du Dévonien inférieur, la Formation de Villé offre généralement des eaux moins agressives, dont le pH est tamponné par les carbonates.

Les nappes aquifères sont sollicitées par de nombreux captages de distribution publique, notamment au nord de la carte, dont la plupart sont sous forme de sources ou de drains. En termes de volume exploité, l'aquitard à niveaux aquicludes de Villé constitue la plus importante ressource au niveau de la planche.

La zone d'alimentation de la nappe contenue dans le manteau d'altération est représentée par l'étendue de la surface d'affleurement qui est en majorité boisée (forêt d'Anlier). L'aquifère profond s'alimente par drainage de la nappe du manteau altéré et aussi par des circulations préférentielles via les zones de fracture.

IV.2.1.1.3 Aquiclude du Dévonien inférieur

L'aquiclude du Dévonien inférieur regroupe les assises du Siegenien supérieur (S3) ou Formation de La Roche et de l'Emsien inférieur (E1) ou Formation de Pèsche (PES).

Siegenien supérieur : Etant formée principalement de phyllades, avec quelques passages de strates gréseuses très fines et peu fréquentes, l'assise du Siegenien supérieur est considérée comme aquiclude. On peut, néanmoins y rencontrer de rares niveaux aquifères dans les bancs de quartzophyllades fissurés.

Son manteau d'altération peut également renfermer une nappe libre de surface dont les ressources sont très limitées. La nappe contenue dans le manteau d'altération s'alimente sur la surface d'affleurement des terrains Siegenien supérieur. Elle peut également s'alimenter par les nappes des manteaux d'altérations des assises voisines, notamment celle contenue dans le Siegenien moyen.

D'après les données disponibles, l'aquiclude du Siegenien inférieur n'est sollicité par aucun ouvrage de prise d'eau sur la planche. Les sources qui le drainent servent principalement à alimenter le réseau hydrographique de la Rulles.

Emsien inférieur: L'assise, constituée essentiellement de phyllades et de schistes, est considérée comme aquiclude. Par contre, son manteau d'altération peut contenir une nappe aquifère non négligeable. D'ailleurs, la plupart des captages qui le sollicitent sont sous forme de sources. Il y existe aussi des sources non exploitées drainant la nappe pour alimenter l'Attert et le ruisseau de Nothomb.

Sur la planche, la nappe du manteau d'altération est alimentée sur toute la zone d'affleurement des terrains de l'Emsien inférieur sans exclure une continuité hydrogéologique avec les nappes voisines.

IV.2.1.2. Zone Lorraine

IV.2.1.2.1 Aquiclude à niveaux aquifères d'Habay

La Formation de Habay est constituée essentiellement de calcaires dolomitiques, des grès et des marnes poudinguiformes. Elle constitue un aquiclude dans les marnes, avec par endroit des niveaux aquifères dans les conglomérats notamment. La surface de discordance de la Formation de Habay avec les terrains du Dévonien peut constituer un autre niveau aquifère intéressant. Vu la faible présence de l'aquifère de Mortinsart sur la carte de Nobressart-Attert, l'aquifère de Habay renferme les plus grandes ressources exploitables dans la partie lorraine de la planche. Il est d'ailleurs sollicité par de nombreuses prises d'eau par puits appartenant à des particuliers. L'aquifère est de type mixte; la nappe est contenue dans la porosité d'interstices dans les conglomérats, les sables et les graviers et dans les fissures des bancs calcaires et dolomitiques. La nappe est libre sous la surface d'affleurement de la Formation de Habay et aux voisinages de l'Attert et du ruisseau de Nothomb. Cependant elle peut devenir captive sous les marnes d'Attert, comme prouvé au niveau du puits dénommé "Ferme Kessler" dans l'extrême sud-est de la planche. Le puits est foré à 26 m de profondeur traverse toute la Formation d'Attert pour puiser l'eau dans l'aquifère de Habay.

L'alimentation de l'aquiclude à niveaux aquifères de Habay par sa surface d'affleurement est relativement restreinte. Une partie de la recharge de la nappe se fait vraisemblablement à travers sa surface de discordance avec le socle paléozoïque ou par drainance des niveaux d'eau pouvant être contenus dans la Formation d'Attert sus-jacente. La nappe logée dans l'aquifère de Habay est fortement drainée par l'Attert et le ruisseau de Nothomb.

IV.2.1.2.2 Aquiclude d'Attert

La Formation d'Attert, constituée essentiellement de marnes, est considérée comme aquiclude. Elle est cependant sollicitée par certains petits puits de particuliers qui puisent l'eau dans les quelques rares niveaux calcaires contenus dans les marnes. L'aquiclude

sépare l'aquifère de Habay sous-jacent, en lui offrant une protection naturelle, et l'aquifère de Mortinsart sus-jacent.

SYSTEME	SERIE	ETAGE	ASSISE	ABREVIATION	FORMATION*	LITHOLOGIE	UNITES HYDROGEOLOGIQUES
QUATERNAIRE	SUPERIEUR			alm	AMO	Tourbe, éboulis des pentes et alluvions modernes des vallées.	Aquifère alluvial
JURASSIQUE	INFERIEUR	HETANGIEN			JAMOIGNE (JAM)	Psammites ou "grès de Rossignol " surmontés de marnes plus ou moins sableuses et bancs calcaires argileux légèrement gréseux	Aquiclude à niveaux aquifères de Jamoigne
TRIAS	SUPERIEUR	RHETIEN			MORTINSART (MOR)	Deux corps massifs, formés de sable ou de grès, séparés par une bande d'argilite schistoïde d'un mètre environ	Aquifère de Mortinsart
		KEUPER			ATTERT (ATT)	Marnes dolomitiques indurées, marnes, poudingues de quartzite à matrice dolomitique et bancs décimétriques de dolomie au sommet	Aquiclude d'Attert
					HABAY (HAB)	Calcaires dolomitiques, conglomérats, grès et marnes rouges et poudingues	Aquiclude à niveaux aquifères d'Habay
DEVONIEN	INFERIEUR	EMSIEN	INFERIEUR	E1	PESCHE (PES)	Essentiellement des phyllades ou des schistes phylladeux et des quartzophyllades schisteux. Les roches gréseuses sont rares mais peuvent se trouver localement en bancs pouvant dépasser 1m réunis souvent en paquets de 4 à 10 m d'épaisseur	Aquiclude du Dévonien inférieur
			SUPERIEUR	S3	LA ROCHE (LAR)	Essentiellement des phyllades régulièrement feuilletés, parfois ardoisiers, bleu noir. Très rarement des intercalations de fines strates gréseuses et quelques bancs de quartzophyllades	
		SEIGENIEN	MOYEN	S2	VILLE (VIL)	Quartzophyllades souvent gréseux, du quartzite grossier micacé, psammitique, du quartzite, des phyllades purs ou quartzeux et des schistes quartzeux. Les bancs fossilifères sont remarquablement abondants et calcaires	Aquitard à niveaux aquicludes de Villé
			INFERIEUR	S1	MIRWART (MIR)	Alternance de phyllades et de schistes avec des quartzophyllades et avec des bancs ou des paquets de quartzites	Aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur

* Nomenclature actuelle

Tableau IV.1. Correspondance entre les unités géologiques et hydrogéologiques sur la carte de Nobressart - Attert

IV.2.1.2.3 Aquifère de Mortinsart

La Formation de Mortinsart, d'épaisseur relativement constante (environ 15 m en sondage), comporte des sables relativement homogènes et peu carbonatés renfermant une nappe aquifère intéressante. Soulignons toutefois que son épaisseur et sa lithologie peuvent changer fortement vers l'est ;

- à Beckerich, qui est située à 5 km, on note 10 m d'argilites sans rencontrer de grès,
- à Hobscheid, qui est située à 8 km, son épaisseur est de 12 m avec seulement 4 m de grès.

Sa présence sur la carte est cependant très restreinte. La nappe, contenue généralement dans une porosité d'interstice des sables, est libre au niveau de sa zone d'alimentation mais elle devient rapidement captive vers le sud sous les marnes de Jamoigne. Elle n'est sollicitée apparemment que par un seul puits traditionnel de 15 m de profondeur où la nappe est libre. Le puits alimente une ferme dans le sud-est de la planche. Des ressources intéressantes au niveau de l'aquifère de Mortinsart peuvent être rencontrées sous les marnes de Jamoigne à l'extrême sud-est de la carte.

IV.2.1.2.4 Aquiclude à niveaux aquifères de Jamoigne

La Formation de Jamoigne, composée essentiellement de marnes, forme un aquiclude. Cependant, elle peut renfermer des niveaux aquifères non négligeables dans des passages de bancs calcaires. Elle assure sur la planche une protection naturelle pour l'aquifère de Mortinsart.

IV.2.1.3. Aquifère alluvial

Les alluvions des vallées sont constituées principalement de dépôts argileux, sableux et graveleux d'épaisseurs relativement faibles. Ces dépôts sont issus des éboulis de pente et des limons d'altération ainsi que des débris de roches sous-jacentes. Leurs étendues sont limitées le long des cours d'eau, notamment dans la zone ardennaise. Par contre, elles sont mieux développées dans la partie lorraine comme on le remarque au niveau de la confluence entre l'Attert et le Ruisseau de Nothomb à la frontière grand-ducale.

IV.2.2. Piézométrie

Il faut rappeler que les principaux niveaux aquifères de la zone ardennaise sont représentés par les passages gréseux et quartzitiques fissurés et dans les zones de fracture. Ils forment le plus souvent des entités aquifères généralement individualisées et indépendantes d'extension variable mais relativement limitée. De plus la structure plissée et faillée ne permet pas d'extrapoler les niveaux des venues d'eau même sur un petit rayon. Il est par

conséquent très difficile de relier les différents niveaux piézométriques mesurés pour tracer des courbes isopièzes.

La piézométrie ne peut être représentée sur la carte que par des cotes ponctuelles qu'il faut prendre toutefois avec prudence pour plusieurs raisons :

- Dans la plupart des puits forés, le niveau piézométrique observé est une résultante de deux ou plusieurs nappes superposées. Vu que les potentiels aquifères en Ardenne sont souvent limités, les puits sont crépinés dans plusieurs horizons pour cumuler le plus grand nombre de ressources.
- Faute de piézomètres, les niveaux des nappes ont été mesurés dans des puits généralement exploités dont le rabattement peut fausser la mesure, d'autant plus que les rabattements provoqués dans les puits ardennais sont souvent élevés.
- Les nappes plus profondes sont généralement sous pression, et le niveau piézométrique s'équilibre près de la surface du sol. Donc le niveau piézométrique représenté ne signifie pas que l'on va rencontrer la nappe à cette profondeur.

En revanche, une continuité hydraulique peut exister localement entre différents ouvrages peu profonds sollicitant notamment la nappe superficielle.

La majorité des mesures ponctuelles, indiquée sur la carte principale, ont été effectuées dans le cadre de la réalisation de la présente carte hydrogéologique. Par contre, il y a, au sud-ouest, deux piézomètres au niveau desquels la piézométrie de la nappe contenue dans le Siegenien inférieur a été suivie depuis 1984. Le premier au sud est dénommé "Habay⁴" et le second au nord, dénommé "*Habay-la-Neuve*⁵". Celui-ci, foré à 80 m de profondeur, est équipé d'un limnigraphe de type "alpha".

L'évolution piézométrique au niveau des deux limnigraphes montre que les variations du niveau de la nappe dépassent 2 m (Figure IV-1, Figure IV-2). Dans les deux ouvrages, le niveau piézométrique diminue systématiquement en été et remonte en hiver. Même les nappes profondes contenues dans le Siegenien inférieur sont donc influencées par les variations saisonnières des précipitations et de l'évapotranspiration. Au printemps et en été, une partie de l'eau de pluie est retenue par la végétation et une bonne partie est perdue par l'évapotranspiration, plus importante en cette période de l'année.

Par ailleurs, le niveau de la nappe contenue dans le Siegenien moyen a été également suivi sur deux autres piézomètres dans le cadre de la réalisation de la présente carte

⁴ X = 242342 m et Y = 49649 en coordonnée Lambert belge 1972

⁵ X = 242686 et Y = 50855 en coordonnée Lambert belge 1972

hydrogéologique. Les piézomètres en question sont le "Puits du Gros Chêne⁶" et le "Puits P3⁷". Les mesures effectuées ont été espacées de deux semaines en moyenne et l'évolution pendant cette période de suivi est reportée sur la Figure IV-3. Le graphique met en évidence une forte fluctuation des niveaux des nappes au niveau des deux piézomètres. Le rapport avec les précipitations enregistrées par l'IRM dans la région, pendant la même période, ne laisse aucun doute sur la forte influence de la pluviométrie sur les niveaux d'eau de ces nappes. L'amplitude des fluctuations est ici plus forte, de l'ordre de 10 mètres.

⁶ X = 246338 m et Y = 52469 m en coordonnée Lambert belge 1972

⁷ X = 246210 m et Y = 52003 m en coordonnée Lambert belge 1972

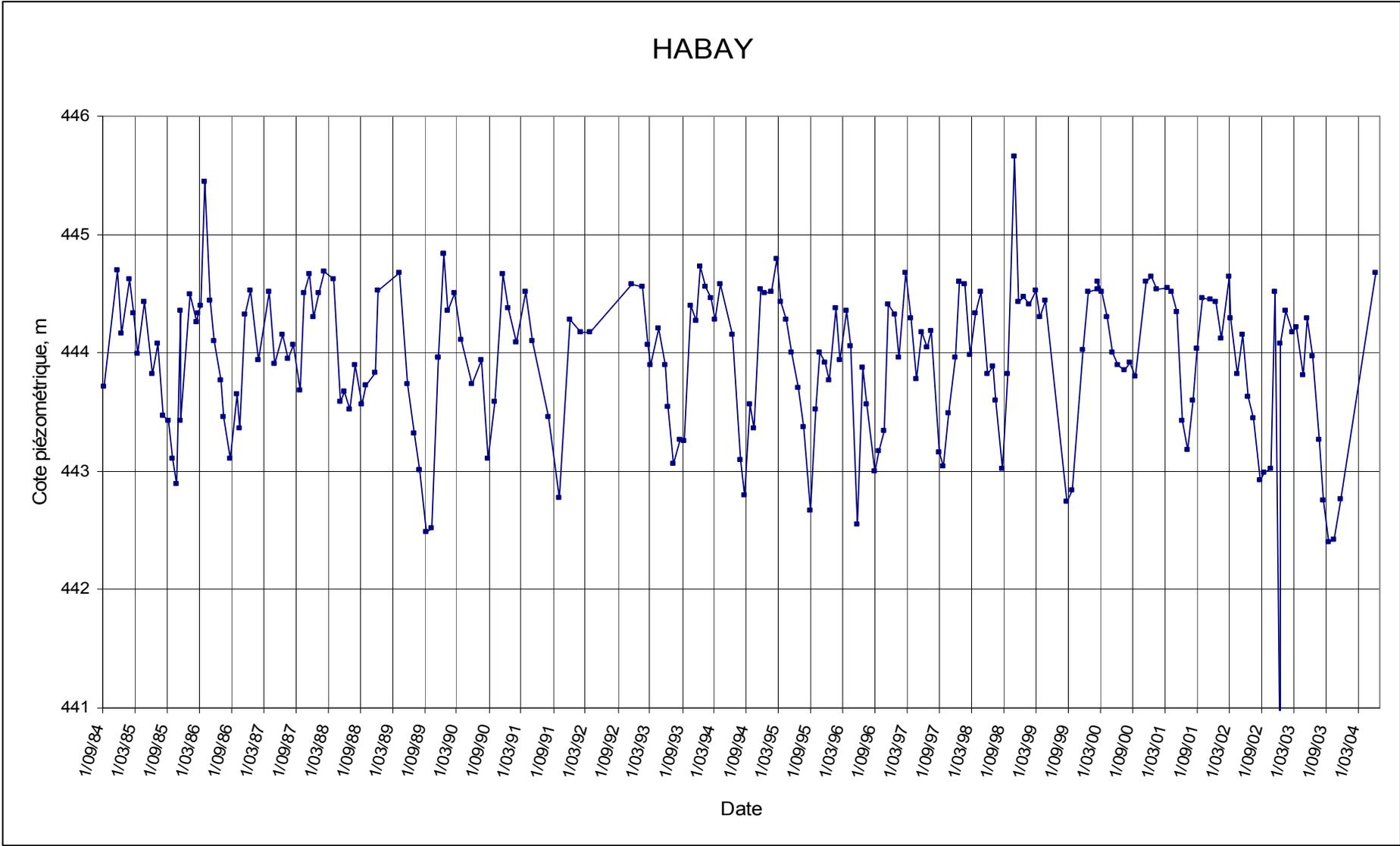


Figure IV-1. Evolution piézométrique au niveau du piézomètre "HABAY"

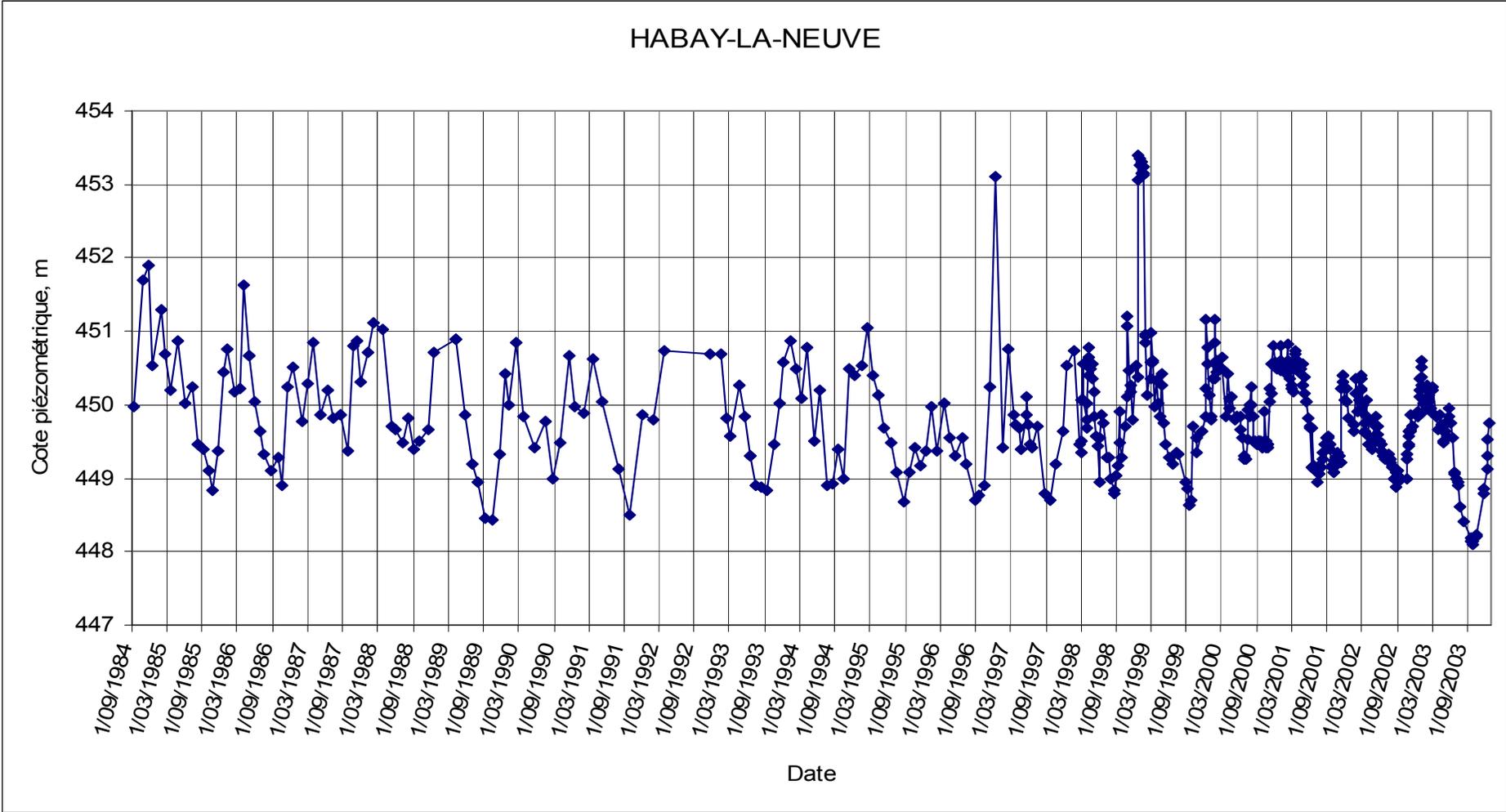


Figure IV-2. Evolution piézométrique au niveau du piézomètre "HABAY-LA-NEUVE".

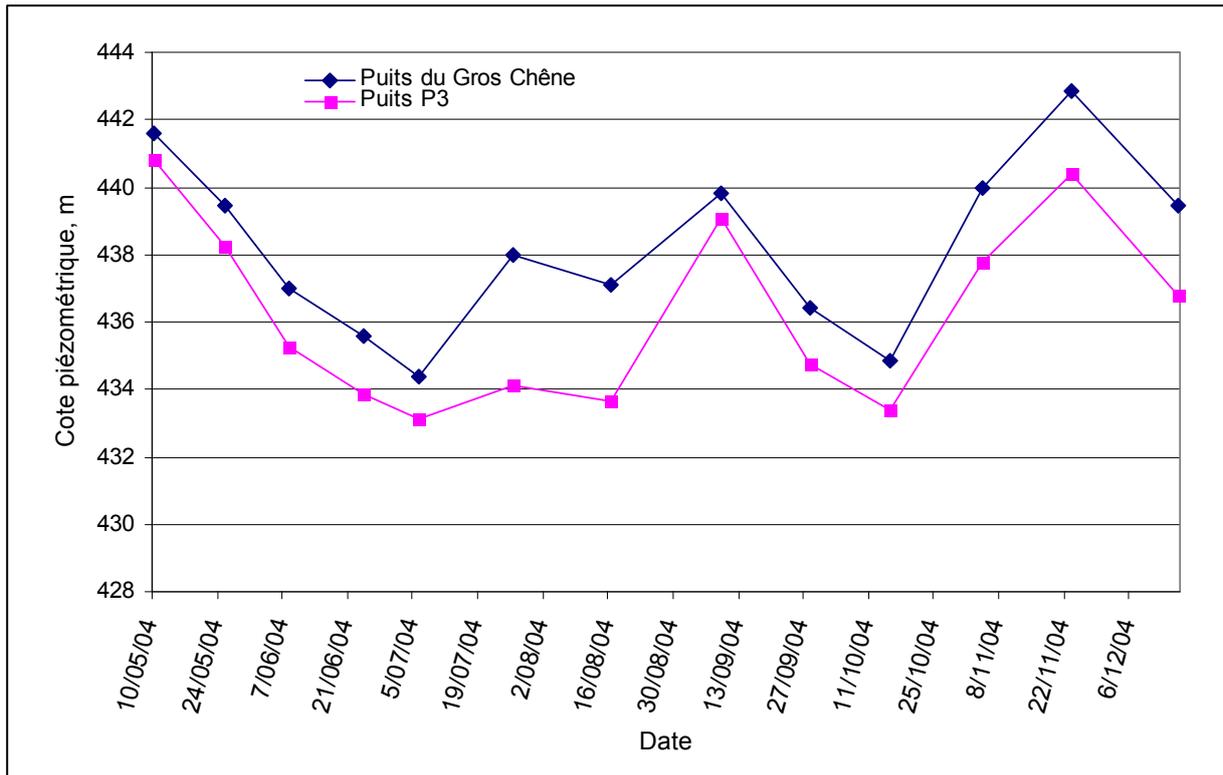


Figure IV-3. Evolution piézométrique au niveau du piézomètre "Puits du Gros Chêne" et "Puits P3"

IV.2.3. Coupe hydrogéologique

Une coupe hydrogéologique de direction NO-SE, recoupant la zone ardennaise et la zone lorraine, avec une exagération de 5 fois pour accentuer le relief et mettre en évidence les lignes de partage hydrographique. Pour les nappes du manteau d'altération, la zone d'alimentation n'est pas forcément calquée sur la surface d'affleurement de l'assise géologique. Ce sont généralement des nappes relativement indépendantes pouvant déborder sur différentes couches géologiques au niveau d'un même bassin hydrographique. Ainsi, il est plus judicieux de délimiter ce type de nappe par bassin hydrologique, plutôt que par subdivision stratigraphique.

La localisation de la coupe est choisie pour représenter la structure des différentes unités hydrogéologiques sur la carte de Nobressart – Attert. Elle montre des couches mésozoïques tabulaires à faible pendage sud, en discordance sur les couches plissées du Dévonien inférieur. Plusieurs cours d'eau sont traversés par cette coupe dont les plus importants sont la Rulles et l'Attert.

Faute d'informations précises sur la structure et les épaisseurs des couches géologiques, la coupe n'a pas pu être prolongée au delà des 100 m de profondeur, ce qui suffit pour montrer le sens du pendage des assises géologiques. La seule cote piézométrique représentée sur la coupe montre que le niveau de la nappe est proche de la surface du sol.

V. HYDROCHIMIE

V.1. CARACTÉRISATION HYDROCHIMIQUE DES EAUX

Aucune campagne d'échantillonnage d'eau pour analyse chimique n'a été programmée dans le cadre de la réalisation de la carte hydrogéologique de Nobressart-Attert (68/3-4). Le présent chapitre se base sur les données existantes. La plupart des données hydrochimiques proviennent des travaux de Debbaut (1980) ou ont été communiquées par la Région wallonne. D'autres sont issues des archives du Service géologique de Belgique (SGB) ou collectées pendant les campagnes de terrains auprès de particuliers.

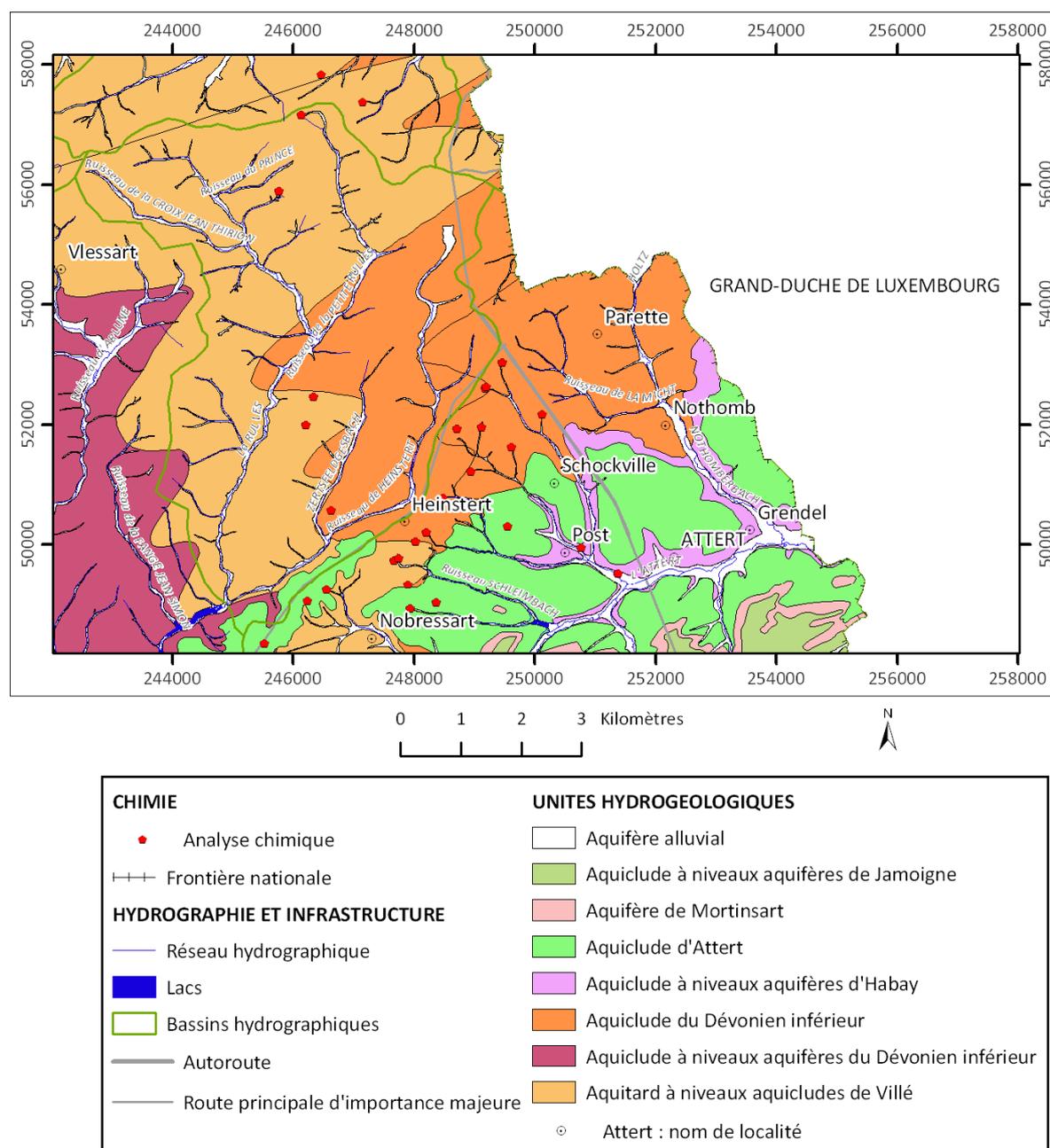


Figure V-1. Carte de position des captages où des analyses chimiques sont disponibles sur la carte de Nobressart-Attert (68/3-4)

Les points d'eau (source, puits, piézomètre ou autre) caractérisés par au moins une analyse chimique sont localisés sur la carte thématique « *Carte des informations complémentaires et des caractères de couverture des nappes*⁸ ». La Figure V-1, fait le rapport entre ces points et les différentes unités hydrogéologiques définies sur la planche. Le nombre d'ouvrages concernés s'élève à 29 points.

Au niveau de la zone ardennaise de la carte, une composition chimique indicative des nappes contenues dans les niveaux gréseux et quartzitiques fissurés de l'aquitard à niveaux aquicludes de Villé est représentée dans le Tableau V.1. Elle correspond à un échantillon prélevé le 10/07/2000 sur le puits "*Gros Chêne*"⁹.

Les valeurs du pH, du calcium et de la dureté totale concordent pour confirmer une présence carbonatée au niveau du puits. L'eau pompée s'approche d'une eau de dureté moyenne. Les teneurs en nitrate sont très faibles, soit parce que la nappe est bien protégée, soit parce qu'on est dans une région boisée loin des activités agricoles. L'eau est légèrement manganifère. Les compositions chimiques respectivement, au niveau du "Puits P3" et du "Puits Rodenbusch"¹⁰, forés dans les terrains du Siegenien moyen, sont similaires à celle présentée dans le Tableau V.1. Dans le dernier puits, l'eau est relativement plus carbonatée et les teneurs en nitrates sont plus élevées mais restent relativement faibles.

⁸ « *Carte des informations complémentaires et des caractères de couverture des nappes* ». Elle représente les données spécifiques disponibles telles que le caractère de la couverture des principaux aquifères, des tests réalisés (essai de pompage, de traçage etc.) ainsi que d'autres informations complémentaires comme l'existence de données hydrochimiques, de diagraphies (Echelle : 1/50.000)

⁹ X = 246338 et Y = 52469 coordonnées Lambert belge, 1972 en mètre.

¹⁰ X = 247665 et Y = 49740 coordonnées Lambert belge, 1972 en mètre.

PARAMETRE	UNITE	VALEUR
Alcalinité totale (TAC)	°français	0
pH	unités pH	7,34
COT (Carbone organique total)	mg/l C	1,2
Calcium	mg/l Ca	26,7
Manganèse	µg/l Mn	72
Ammonium	mg/l NH4	<0,02
Chlorures	mg/l Cl	3,4
Streptocoques fécaux	nombre par 100ml	0
Couleur	mg/l échelle Pt/Co	<4
Nitrites	mg/l NO2	<0,05
Température (in<situ)	°Celsius	9,6
Turbidité	NTU	0,85
Sodium	mg/l Na	5,2
Nitrates	mg/l NO3	<0,5
Potassium	mg/l K	0,6
Matières en suspension	mg/l (deux décimales)	1
Magnésium	mg/l Mg	12,3
Hydrogène sulfuré	mg/l S2	<2
Aluminium	µg/l Al	<1,5
Résidu sec	mg/l	123
Dureté totale	°français	11,7
Silice	mg/l SiO2	<0,002
Anhydride carbonique libre (in<situ)	mg/l CO2	10,5
Coliformes totaux	nombre par 100ml	3
Coliformes fécaux	nombre par 100ml	3
Sulfates	mg/l SO4	<5
Carbonates	mg/l CO3	0
Conductivité	µs/cm à 20°C	221

Tableau V.1. Composition chimique d'un échantillon d'eau prélevé le 10/07/2000 sur le puits "Gros Chêne" (129 m de profondeur)

Au niveau de la zone lorraine de la planche, une composition chimique indicative de la nappe d'Habay est représentée dans le Tableau V.2. Elle correspond à un échantillon prélevé le 22/11/2004 sur le puits « Post - Forage de la Fontaine¹¹ ».

L'eau prélevée au niveau du puits est faiblement oxygénée et moyennement à faiblement minéralisée. La minéralisation est de type bicarbonatée calcique-magnésienne, ce qui indique l'influence des niveaux dolomitiques de la formation réservoir. Par ailleurs, les teneurs en nitrates sont proches de la norme de potabilité. Ces teneurs sont probablement dues aux activités agricoles dans la région.

¹¹ X = 250772 et Y = 49948 coordonnées Lambert belge, 1972 en mètre.

DATE	PARAMETRE	RESULTAT	UNITE	NORME
D'ANALYSE				
22-nov	coliformes totaux	1	U.F.C./100ml	absence
22-nov	<i>Escherichia coli</i>	0	U.F.C./100ml	absence
22-nov	streptocoques fécaux	0	U.F.C./100ml	absence
22-nov	clostridiiums sulfito-réducteurs	0	U.F.C./20ml	absence
22-nov	couleur	64	mg/l	20
22-nov	turbidité	0,19	NTU	4
22-nov	température ⁽¹⁾	9,5	°C	25
22-nov	pH ⁽¹⁾	7,25	unité pH	6,5<pH<9,2
22-nov	conductivité à 20°C ⁽¹⁾	472	µS/cm	2100
24-nov	dureté totale	24,2	°Français	
22-nov	oxygène dissous ⁽¹⁾	3,85	mg O ₂ /l	
22-nov	alcalinité	21,5	°Français	
1-déc	Anhydre carbonique libre	21,7	mg CO ₂ /l	
25-nov	chlorures	13,7	mg Cl ⁻ /l	200
1-déc	sulfates	21,5	mg SO ₄ ²⁻ /l	250
24-nov	silice	6,9	mg SiO ₂ /l	
24-nov	calcium	54,5	mg Ca/l	270
24-nov	magnésium	25,6	mg Mg/l	50
24-nov	sodium	3,8	mg Na/l	150
24-nov	potassium	2,4	mg K/l	12
24-nov	baryum	239,7	µg Ba/l	
24-nov	strontium	170,1	µg Sr/l	
25-nov	aluminium	7,6	µg Al/l	100
23-nov	nitrates	37,7	mg NO ₃ ⁻ /l	50
22-nov	nitrites	<0,03	mg NO ₂ ⁻ /l	0,5
23-nov	ammonium	0,03	mg NH ₄ ⁺ /l	0,5
22-nov	oxydabilité (KMnO ₄ à chaud)	0,4	mg O ₂ /l	5
22-nov	indice phénol	<2	µg/l	
22-nov	agents de surface (MBAS)	<50	µg/l	
22-nov	sulfures	0,003	mg S ²⁻ /l	
22-nov	bromures	0,027	mg Br ⁻ /l	
2-déc	fluorures	<0,05	mg F ⁻ /l	1,5
23-nov	orthophosphates	0,037	mg PO ₄ ³⁻ /l	
24-nov	fer dissous (filtré sur place)	<10	µg Fe/l	200
24-nov	manganèse	<5	µg Mn/l	50
2-déc	cuivre	19	µg Cu/l	1000
3-déc	zinc	28,2	µg Zn/l	5000
24-nov	bore	22,1	µg B/l	

Tableau V.2. Composition chimique d'un échantillon d'eau prélevé le 22/11/04 sur le puits « Post - Forage de la Fontaine " (22 m de profondeur)

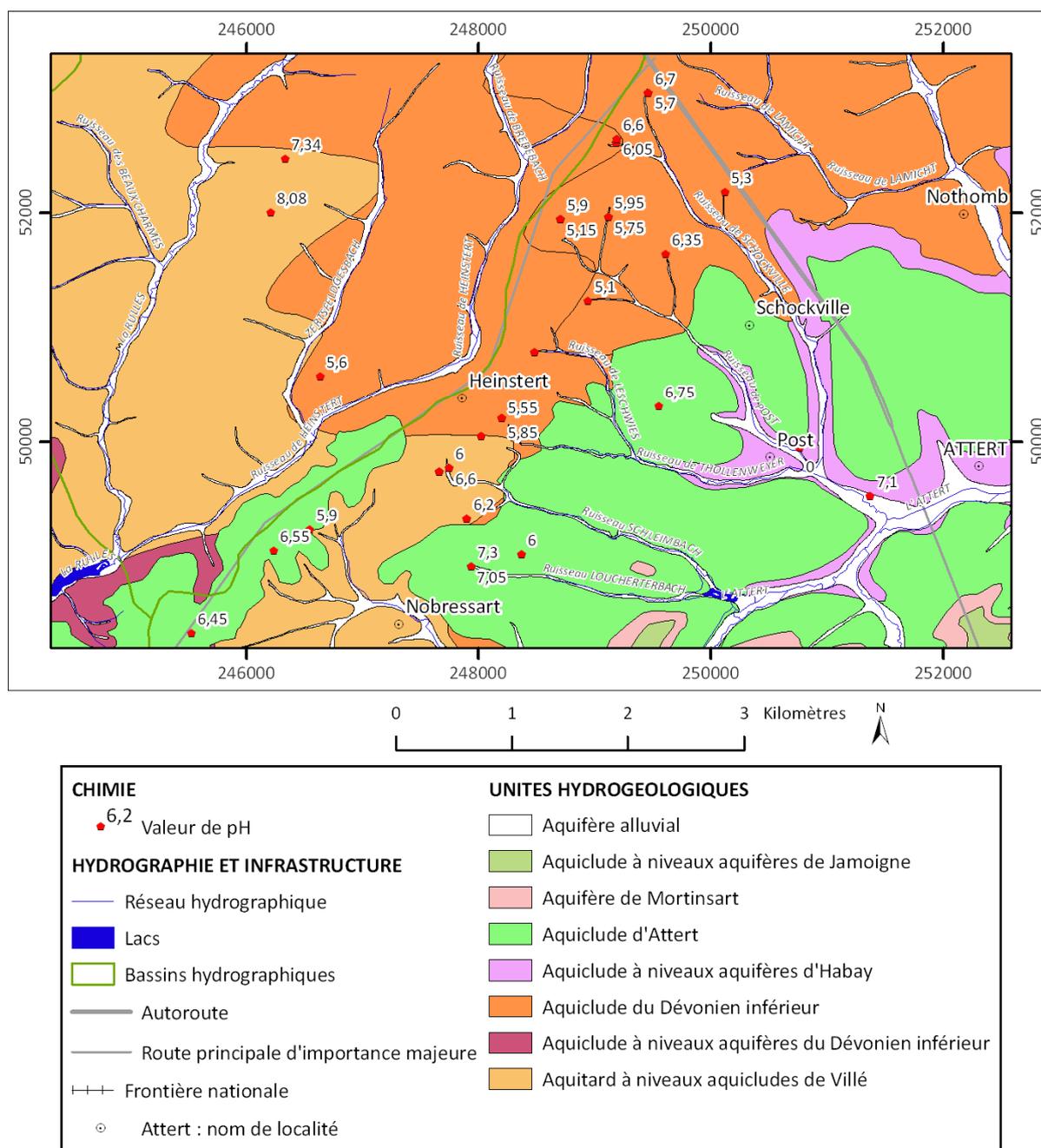


Figure V-2. Valeurs de pH des eaux souterraines sur la planche de Nobressart - Attert

Des valeurs de pH indicatives des eaux souterraines sur la planche de Nobressart – Attert sont reportées sur la Figure V-2. On retient de manière générale que les valeurs de pH qui caractérisent l'aquitard à niveaux aquicludes de Villé sont plus élevées qu'au niveau des unités hydrogéologiques voisines en zone ardennaise. Ceci est dû à la présence de bancs fossilifères calcaires dans cette assise du Dévonien inférieur. Par contre, les pH qui caractérisent l'aquiclude du Dévonien inférieur sont faibles, du fait de l'absence de carbonate, et probablement du fait de phénomènes d'oxydation des sulfures qui sont contenus dans les roches.

VI. EXPLOITATION DES AQUIFÈRES

Tous les ouvrages recensés et existant en 2002, sans distinction de nature (puits, piézomètres, sources...), ont été reportés sur la carte thématique de la « *Carte des volumes prélevés*¹² » (1/50.000) de Nobressart – Attert. Ils sont distingués par l'unité hydrogéologique sollicitée. L'intérêt de cette distinction est de pouvoir rapporter toute information ponctuelle (chimie, piézométrie, test, etc.) à la nappe correspondante. Dans le cas de l'Ardenne, les ouvrages sont généralement reliés à l'aquifère à l'affleurement parce que l'épaisseur des formations géologiques du Dévonien inférieur sont importantes. Si par contre, le log stratigraphique du forage indique que c'est l'unité hydrogéologique sous jacente qui alimente un puits, dans ce cas c'est cette nappe qui est considérée.

Un volume total de plus de 153.316 m³ d'eau a été prélevé pendant l'année 2002 sur l'ensemble de la carte Nobressart-Attert dont 145.455 m³ pour la distribution publique et 7.861 m³ pour d'autres usages. Le Siegenien moyen est de loin l'aquifère le plus productif (Figure VI-1), sollicité principalement par les captages de distribution publique. Vu, la concentration de la population dans la partie lorraine, les captages privés sont implantés préférentiellement dans terrains de la couverture.

¹² Cette carte représente l'ensemble des ouvrages recensés et existant en 2002 en discernant :

1. Les ouvrages (puits, piézomètres, sources, etc.) différenciés selon l'aquifère qu'ils atteignent. La couleur des symboles utilisés est identique à la couleur de la nappe atteinte. Quand il s'agit d'un puits sollicitant plusieurs aquifères, le symbole prend la couleur de la nappe principale ;
2. Les volumes prélevés par les sociétés de distribution d'eau exprimés en m³/an pour l'année 2002 (année entièrement encodée la plus récente). Ils sont symbolisés par des pastilles rouges dont le diamètre est proportionnel aux débits pompés. Les autres volumes, pompés par des industries, des particuliers ..., sont également exprimés en m³/an pour l'année 2002, mais sont représentés par des pastilles vertes avec un diamètre proportionnel au débit annuel.
3. Pour rendre compte de l'importance des différents sites d'exploitation, des volumes moyens ont été calculés sur les cinq dernières années encodées. Ces volumes correspondent à une moyenne d'exploitation annuelle entre 2003 et 2007. Il faut souligner que certains captages peuvent n'avoir fonctionné qu'une seule année pendant cet intervalle. C'est le cas par exemple des captages d'appoint. Les volumes moyens doivent être pris avec prudence. Ils ne reflètent que des valeurs indicatives de l'exploitation.

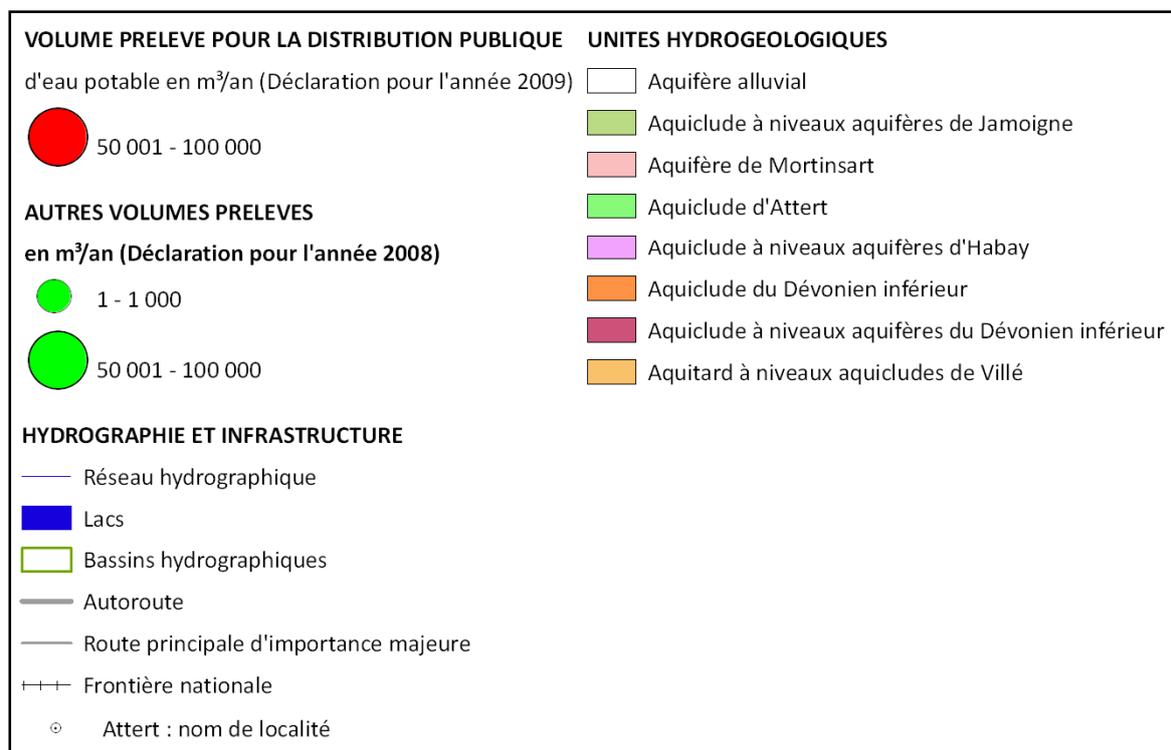
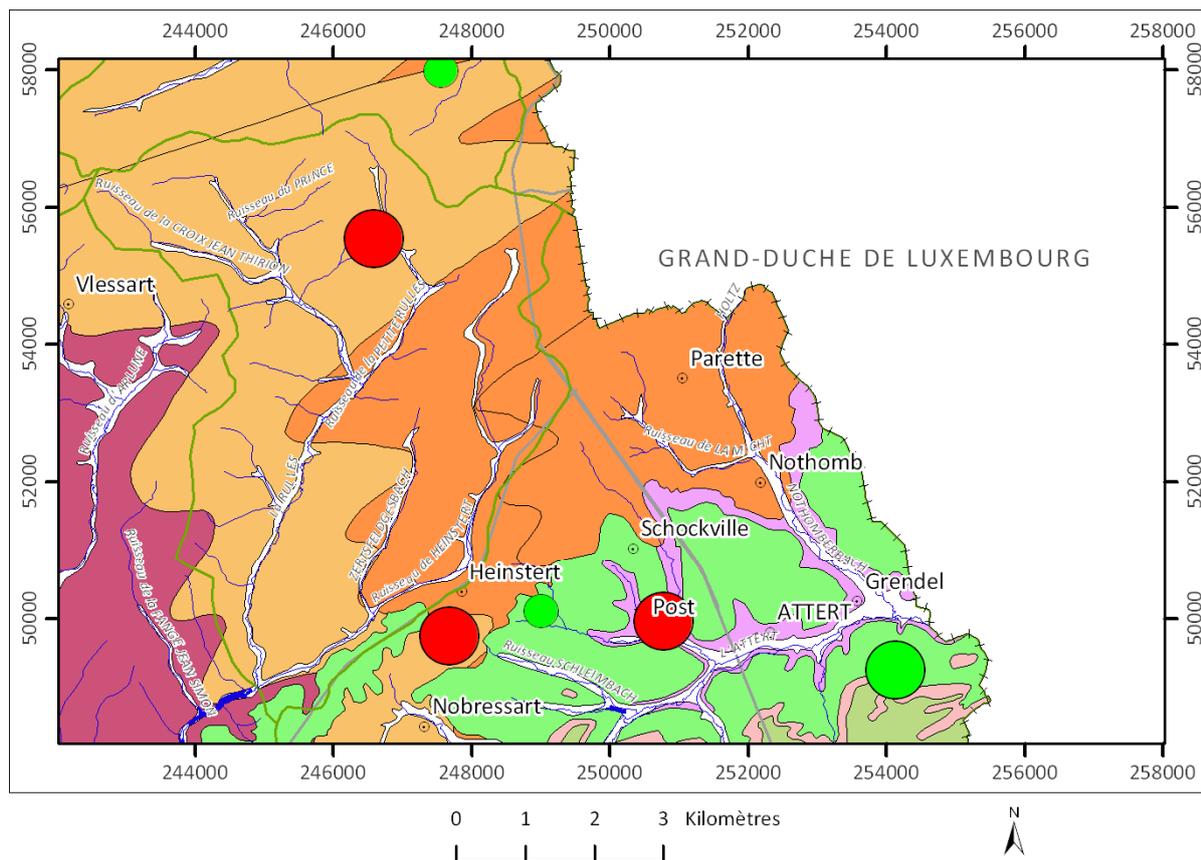


Figure VI-1. Principaux captages d'eau avec volumes prélevés en 2002 sur la carte de Nobressart-Attert. Les volumes sont proportionnels au diamètre des pastilles (cf. carte des volumes au 1/50.000).

L'évolution des volumes captés au niveau des principales prises d'eau de distribution, sollicitant l'aquitard à niveaux aquicludes de Villé et le « *PUITS AUF PETERBOUR A POST* » sollicitant l'aquiclude à niveaux aquifères de Habay, est présentée dans la Figure VI-2. Le total des volumes prélevés au niveau du premier est relativement constant entre 1995 et 2005 oscillant entre 120 000 m³/an et 150 000 m³/an. Depuis 2006, un apport relativement important est assuré par le puits à Post avec une capacité annuelle d'environ 85 000 m³. Plusieurs autres petits captages privés sont exploités sur la carte mais dont les volumes prélevés sont relativement faibles.

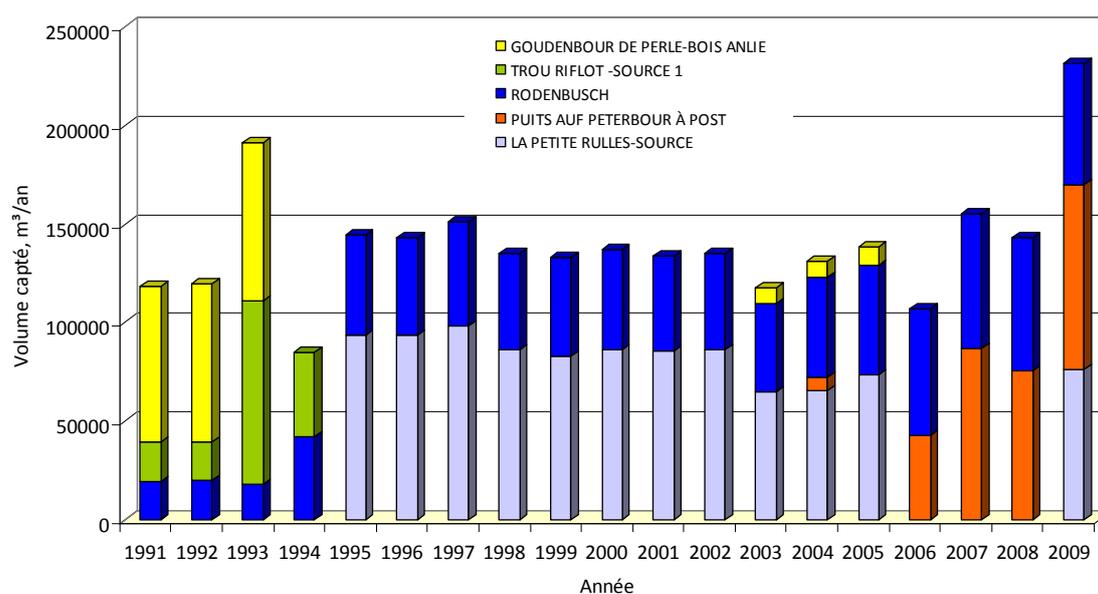


Figure VI-2. Evolution des volumes captés au niveau des principales prises d'eau de distribution sollicitant l'aquitard à niveaux aquicludes de Villé au niveau de la planche de Nobressart – Attert.

VII. CARACTÉRISATION DE LA COUVERTURE ET PARAMÈTRES HYDRAULIQUES DES NAPPES

Le caractère de la couverture des nappes est représenté sur la carte thématique « *Carte des informations complémentaires et des caractères de couverture des nappes* ». Il est défini en terme de perméabilité : perméable, semi-perméable, imperméable si l'aquifère n'est pas à l'affleurement. Par ailleurs, les paramètres d'écoulement et de transport seront traités sur base des données disponibles sur la planche de Nobressart – Attert.

VII.1. CARACTÉRISATION DE LA COUVERTURE DES NAPPES

Dans la zone ardennaise, la couverture des niveaux aquifères est considérée de manière générale comme semi-perméable. En réalité, l'aquifère du manteau d'altération est libre et affleure. Il peut donc être vulnérable à la pollution de surface, mais la zone ardennaise est en grande majorité boisée (forêt d'Anlier). 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 contiennent. Il faut rappeler, cependant, que malgré cette couverture imperméable et leur comportement captif, les niveaux des nappes sont significativement influencés par les précipitations et certaines formes de pollution peuvent être ressenties, telles que les nitrates. Ces niveaux aquifères ne sont donc pas totalement à l'abri des activités de surface à cause d'écoulements préférentiels favorisés par des zones de fractures.

VII.2. PARAMÈTRES D'ÉCOULEMENT ET DE TRANSPORT DANS LES AQUIFÈRES

Les données des paramètres d'écoulement et de transport qui sont disponibles au niveau de la planche de Nobressart-Attert sont données dans le Tableau VII.1, avec les localisations des puits concernés. Les trois premiers ouvrages (*Rodenbusch*, *Puits du Gros Chêne* et *Puits P3*) sollicitent l'aquitard à niveaux aquicludes de Villé. D'autres, dénommés respectivement "*Puits-Rue d'Arlon*" et "*Puits Delaxhe*" recourent l'aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur. Enfin, le puits "*Post-Forage de la Fontaine*" puise l'eau dans l'aquiclude à niveaux aquifères de Habay.

Nom d'ouvrage	X*	Y*	Type	Profondeur	Date	Transmissivité, m ² /s	
						Pompage	Remontée
Rodenbusch	247665	49740	Puits	82,6	01/03/1985	0,64.10 ⁻⁴ à 5,83.10 ⁻⁴	0,13.10 ⁻⁴
Puits du Gros Chêne	246338	52469	Piézomètre	129	15/06/2000	0,95.10 ⁻⁵ à 7,6.10 ⁻⁵	1.10 ⁻⁵ à 3,3.10 ⁻⁵
Puits P3	246210	52003	Piézomètre	117	21/10/2001	5.10 ⁻⁵	5.10 ⁻⁵
Puits-Rue d'Arlon	249350	49282	Puits	32	20/05/1985	2.10 ⁻⁶ à 9.10 ⁻⁶	6.10 ⁻⁵
Puits Delaxhe	249000	50100	Puits	21,4	08/11/1984	0,76.10 ⁻⁵ à 1,4.10 ⁻⁵	1,5.10 ⁻⁵
Post-Forage de la fontaine	250772	49948	Puits	22	1/07/2004	0,8.10 ⁻³ à 7,4.10 ⁻²	3,2.10 ⁻³ à 2,3.10 ⁻²
Pz3-Metzert	249000	50100	Piézomètre	14		1,41.10 ⁻⁵	

* Coordonnées Lambert belge, 1972 en mètre.

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

VII.2.1. Essai de pompage sur le "Puits Rodenbusch"

Le puits a été foré à 82,6 m de profondeur, avec un diamètre de 300 mm et le diamètre du tubage est de 150-165 mm. La venue d'eau principale a été localisée à 69 m dans les grès et quartzites calcaireux du Siegenien moyen. La nappe y est captive.

Le schéma de l'essai de pompage, les courbes de rendement du puits ainsi que les caractéristiques hydrodynamiques des niveaux aquifères sollicités sont donnés par Derycke et Karabitian (1987).

Les résultats montrent que les caractéristiques hydrodynamiques de l'aquifère offrent une transmissivité allant de 0,64.10⁻⁴ à 2,1.10⁻⁴ m²/s. Pendant la remontée, la transmissivité calculée est de 0,13.10⁻⁴ m²/s avec un débit moyen pondéré de 9,83 m³/h.

VII.2.2. Essai de pompage sur le "Puits du Gros Chêne"

Le puits est foré à 120 m dans le Siegenien moyen et il est crépiné entre 33 et 109 m et entre 112 et 128 m.

Trois paliers de courte durée (1,63 m³/h, 4,55 m³/h et 5,6 m³/h) et un essai de longue durée, prolongeant le dernier palier de courte durée, ont été réalisés (Debbaut 2000). Les transmissivités obtenues varient de 0,95.10⁻⁵ m²/s et 7,6.10⁻⁵ m²/s pendant le pompage et de 1,0.10⁻⁵ m²/s à 3,3.10⁻⁵ m²/s pendant la remontée.

VII.2.3. Essai de pompage sur le "Puits P3"

Le puits a été foré à 117 m et crépiné entre 50 et 116 m de profondeur.

L'essai de pompage a comporté 4 paliers d'une heure correspondant aux débits respectifs de 22,9 m³/h, 6,3 m³/h, 17,3 m³/h et de 14,1 m³/h (Debbaut 2001). Ce dernier a été prolongé pour l'essai de longue durée. Les transmissivités obtenues sont de l'ordre de $5 \cdot 10^{-5}$ m²/s en pompage et de $5 \cdot 10^{-4}$ m²/s durant la remontée.

Les résultats montrent que si l'analyse de la courbe de rendement permet de prévoir un débit d'exploitation de 20 m³/h, l'ouvrage ne peut fournir en régime de pompage de longue durée que 6,2 m³/h.

VII.2.4. Essai de pompage sur le "Puits Rue d'Arlon ou Puits Marchal"

Le puits est foré à 32 m dans l'aquiclude du Siegenien supérieur. L'essai de pompage a été réalisé avec un débit de 702 litres/heure pendant moins de 24 heures (Derycke *et al.*, 1985). Les valeurs de transmissivité obtenues sont relativement faibles allant de $2 \cdot 10^{-6}$ à $9 \cdot 10^{-6}$ m²/s.

VII.2.5. Essai de pompage sur le "Puits Delaxhe, anciennement Weycker"

Le puits est foré à 21,4 m de profondeur dans les terrains du Siegenien supérieur et il est crépiné entre 9,4 m et 19,4 m.

Trois paliers successifs de pompage de courte durée (0,4 m³/h, 0,83 m³/h et 2,19 m³/h) ont été réalisés (Derycke *et al.*, 1984).

Les transmissivités calculées par la méthode de Jacob sont respectivement de $1,4 \cdot 10^{-5}$ m²/s, $2,4 \cdot 10^{-5}$ m²/s et de $1,0 \cdot 10^{-5}$ m²/s pour le pompage. La transmissivité déterminée par la méthode de Theis pour la remontée est de $1,5 \cdot 10^{-5}$ m²/s avec un débit moyen pondéré de 1,18 m³/h. Les résultats des pompages ont mis en évidence la vidange du puits et un effet de débit retardé pour un pompage supérieur à 2 m³/h livré par les eaux de surface.

VII.2.6. Essai de pompage sur le "Post-Forage de la Fontaine"

Le puits est foré à 22 m dans les terrains de la Formation de Habay et il est crépiné entre 10 et 22 m.

L'essai de pompage a comporté deux paliers d'une heure (5 et 13 m³/h) suivi par une heure de remontée. Un troisième palier de 9 m³/h a été également réalisé et a été prolongé pour l'essai de longue durée. Après 5 jours de pompage, ayant atteint la stabilité de la nappe, le débit a été augmenté à 13 m³/h pendant 3 jours.

Les transmissivités obtenues par la méthode de Jacob sont de $0,8 \cdot 10^{-3}$ m²/s à $7,4 \cdot 10^{-2}$ m²/s pendant le pompage et par la méthode de Theis de $3,2 \cdot 10^{-3}$ m²/s à $2,3 \cdot 10^{-2}$ m²/s durant la remontée (Debbaut 2004). Il faut cependant tenir compte de l'écoulement naturel avant le début du pompage (la nappe est drainée par une source proche de l'ouvrage) qui fait que la

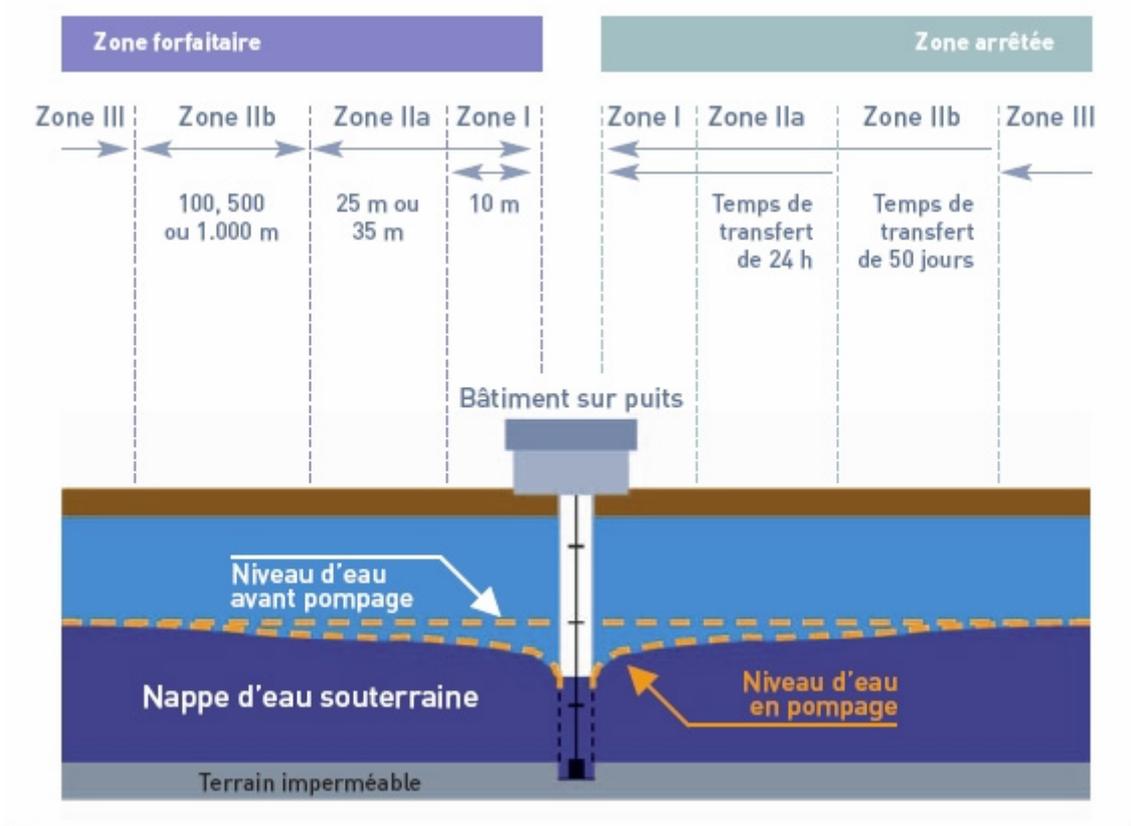
surface piézométrique n'est pas horizontale. Ces conditions ne correspondent pas aux hypothèses des méthodes d'interprétation de Jacob et Theis.

VIII. ZONES DE PRÉVENTION

VIII.1. CADRE LEGAL

Suite au développement économique, les ressources en eaux souterraines sont de plus en plus sollicitées et en même temps soumises à des pressions environnementales qui menacent leur qualité.

Afin de limiter les risques de contamination des captages, des périmètres de prévention doivent être mis en place. La législation wallonne¹³ définit 4 niveaux de protection à mesure que l'on s'éloigne du captage : zones de prise d'eau (Zone I), de prévention (Zones IIa et IIb) et de surveillance (Zone III) (Figure VIII-1).



Source: d'après le site Internet de la CILE - <http://www.cile.be>

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

¹³ Arrêté de l'Exécutif régional wallon du 14 novembre 1991 relatif aux prises d'eau souterraines, aux zones de prise d'eau, de prévention et de surveillance et à la recharge artificielle des nappes d'eau souterraine, abrogé par l'arrêté du GW du 3 mars 2005 relatif au livre II du code de l'Environnement, contenant le Code de l'eau (M.B. du 12/04/2005, p. 15068).

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 fissurées ou karstiques.

Zone de surveillance ou zone III

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

Les limites de ces zones peuvent coïncider avec des repères ou des limites topographiques 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 2009¹⁴.

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

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

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

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

¹⁵ SPGE, instituée par le décret du 15 avril 1999

VIII.2. ZONE DE PRÉVENTION REPRISE SUR LA CARTE

Il n'y a à présent aucune zone de prévention ni arrêtée ni proposée au niveau de la carte de Nobressart-Attert. Cependant un projet de délimitation de la zone de prévention autour d'un captage de la commune d'Attert (Forage de la Fontaine à Post) touche presque à sa fin au moment de la rédaction de cette notice. D'autres projets sont en cours et plusieurs zones de prévention sont encore à définir autour des captages destinés à la distribution publique. Certains d'entre eux sont ou seront probablement abandonnés et donc le nombre de zones à définir évoluera en conséquence.

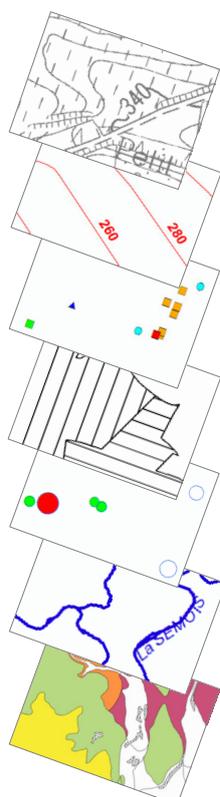
IX. MÉTHODOLOGIE DE L'ÉLABORATION DE LA CARTE HYDROGÉOLOGIQUE

La réalisation de la carte hydrogéologique de la 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 banque de données géorelationnelle "BDHYDRO" qui servira pour la réalisation de la carte hydrogéologique mais aussi pour d'autres utilités.

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

Type d'information

Ouvrages
 Localisation
 Type
 Equipement ...
 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 diverses sources. Les principales sources d'informations qui ont servi à la réalisation de la carte hydrogéologique de Nobressart – Attert sont :

- la base de données Dix-sous de la Région wallonne 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 par la Région,
- la base de données Calypso de la Région wallonne qui renseigne sur l'aspect qualitatif des eaux,
- la Division Eau de la Région wallonne - Section 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.),
- l'Institut Géographique National (I.G.N.) pour les fonds topographiques,
- Le Département des Sciences et Gestion de l'Environnement de l'Université de Liège (Ex FUL) qui dispose de données hydrogéologiques dans la région,
- autres (particuliers entre autres).

IX.1.1. Données géologiques

IX.1.1.1. Descriptions lithologiques

Pour la partie ardennaise, la carte hydrogéologique 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 (Asselberghs, 1946). Dans la zone lorraine de la planche, la carte hydrogéologique est basée sur les descriptions lithologiques de la carte géologique de Nobressart-Attert (Dormal, 1898), avec une correspondance stratigraphique basée sur la nouvelle nomenclature de la carte géologique.

D'autres descriptions lithologiques, concernant notamment les forages, proviennent essentiellement du Service géologique de Belgique. Une série d'autres données géologiques complémentaires ont été récoltées au Service des Eaux Souterraines du centre de Marche. De nombreuses notes de forages de puits de l'entreprise de forage Arnould de Framont sont également intégrées dans l'élaboration de la carte hydrogéologique.

Les éléments structuraux (failles) portés sur la carte proviennent de l'étude de l'Eodévonien de l'Ardenne (Asselberghs, 1946), de la nouvelle carte de Redange du Grand-Duché de Luxembourg, des observations sur le terrain et des extrapolations basées sur la carte de Habay-Arlon (en cours de levé) et de la carte de Redange (Colbach, 2003).

IX.1.1.2. Prospections géophysiques

Une étude géophysique couvrant une grande zone située à cheval sur la partie ardennaise et la partie lorraine provient des archives du Service géologique de Belgique (SGB- Série brune 3 Attert). La zone est encodée dans la BDHYDRO et reportée sur la carte des informations complémentaires au 1/50.000.

IX.1.2. Données hydrogéologiques

IX.1.2.1. Localisation des ouvrages

Il existe à présent au moins 124 ouvrages de prise d'eau, sources et piézomètres au niveau de la carte de Nobressart-Attert, dont 96 sont recensés à la Région wallonne et 28 ont été rajoutés dans la base de données. Il existe, dans l'ensemble, 58 puits, 51 sources et 6 drains et d'autres ouvrages de type non déterminé. La localisation respective des ouvrages ainsi que leurs caractéristiques (équipement des puits, profondeur ...) ont été vérifiées sur le terrain. Parmi ces ouvrages figurent de nombreuses sources qui ne sont pas exploitées, mais elles sont encodées dans la BDHYDRO parce qu'elles sont caractérisées par des analyses qualitatives. Il existe sur la carte, de nombreux puits forés relativement de grande profondeur (entre 15 et 129 m). 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 principalement de la base de données Dix-Sous de la Région wallonne. Pour les autres, de nombreuses données sont disponibles au Département des Sciences et Gestion de l'Environnement de l'Université de Liège (Ex. Fondation Universitaire Luxembourgeoise, FUL). D'autres données intéressantes ont été retrouvées dans les archives géologiques et hydrogéologiques du Service géologique de Belgique. Ces données sont complétées par les notes des sociétés de forage qui comportent, en plus des descriptions lithologiques des terrains rencontrés, des informations sur les principales venues d'eau, le niveau statique de la nappe à la fin du forage, la profondeur du puits, etc. Enfin, d'autres informations ont été recueillies sur le terrain chez les particuliers.

IX.1.2.2. Données piézométriques:

La grande partie des mesures piézométriques, se trouvant sur la carte de Nobressart-Attert, proviennent du réseau de mesure de la Région wallonne avec des historiques couvrant des périodes entre 1984 et 2004. Cependant, il faut souligner que ces mesures historiques ne concernent que deux piézomètres. Par contre, la plupart des ouvrages pour lesquels une mesure piézométrique existe dans la base de données ont été visités en 2004, dans le cadre de la réalisation de la présente carte hydrogéologique. De plus, le suivi régulier de deux ouvrages ardennais a été également mis en place.

IX.1.2.3. Données hydrochimiques

Une partie des données chimiques provient de la base de données CALYPSO de la Région wallonne dont une majorité est issue du réseau nitrate. Ces données sont complétées par de nombreuses données disponibles au Département des Sciences et Gestion de l'Environnement de l'Université de Liège. D'autres informations ont été recueillies au centre de Marche, aux SGB ou directement chez les particuliers.

Il existe actuellement au niveau de la carte de Nobressart-Attert, 29 points dont les données chimiques sont encodées dans la base de données, avec 549 mesures chimiques au total.

IX.1.2.4. Données quantitatives:

Il existe, sur la carte, 6 puits pour lesquels les résultats des essais de pompages ont été encodés dans la BDHYDRO et reportés sur la carte des informations complémentaires au 1/50.000. Ces données proviennent du Service géologique ou de l'ex-FUL.

IX.2. 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 à la localisation précise de tous les ouvrages, à la mesure piézométrique quand c'est possible et à la vérification du type d'ouvrage. En plus de ce travail, d'autres données techniques (équipements des puits, diamètre des forages, etc.) sont également encodées quand elles sont disponibles.

IX.3. MÉTHODOLOGIE DE CONSTRUCTION DE LA CARTE

IX.3.1. Encodage dans une banque de données

Les données collectées ou produites sur le terrain peuvent être complexes et plus ou moins abondantes. L'exploitation de telles données nécessite une organisation structurée de manière à optimiser leur stockage, leur gestion et leur mise à jour. Ainsi une banque de données hydrogéologiques géorelationnelle a été développée sous Access (Microsoft) (Gogu, 2000 et Gogu *et al.* 2001). Cette première version de la banque de données *BDHYDRO* a été régulièrement améliorée par les auteurs de la carte en fonction de leurs besoins (Wojda *et al.*, 2006).

Dans un souci d'homogénéité entre les équipes et d'autres institutions (dont l'administration wallonne, D.G.R.N.E.), la banque 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 sont actuellement disponibles dans une seule base de données centralisée sous Oracle.

Par ailleurs, le travail cartographique proprement dit a été précédé par le développement d'une « Personal GeoDataBase » dans ArcGIS-ESRI (PGDB). Cette base de données a été structurée pour répondre au schéma de la version papier du poster sous format A0. Ainsi l'ensemble des couches d'informations qui composent le projet de la carte hydrogéologique est stocké selon un modèle unique. Les buts sont multiples :

- Ceci permet d'assurer l'uniformité de la structure des données dans les différentes tables attribuées respectivement à chaque couche pour toutes les cartes. Sachant que la réalisation de celles-ci est assurée par quatre équipes hydrogéologiques différentes, ce souci d'uniformisation est très légitime,
- La présentation continue entre des cartes voisines peut nécessiter des requêtes ou des fusions des couches équivalentes. Cette opération n'est possible que si les couches concernées ont une même structure. Ce type de présentation est intéressant dans le cas des zones situées sur plusieurs cartes telles que les communes,
- La diffusion interactive de la carte hydrogéologique sur Internet est réalisée grâce à une application Web Gis qui ne peut fonctionner correctement que si la structure des données est homogène.

IX.3.2. Construction de la carte hydrogéologique

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

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

Jusqu'à présent, les *fonds IGN* sont reçus sous forme d'images raster géo-référencées qui sont simplement importées dans le projet cartographique et représentées sur la carte principale 1 : 25.000. Pour des raisons de lisibilité, c'est l'ancien fond topographique qui est utilisé pour la carte de Nobressart – Attert.

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 la couche des *failles* qui se trouve sur la carte principale.

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*. En l'absence d'une carte géologique plus récente, c'est la carte de l'Eodévonien de l'Ardenne et des régions voisines (Asselberghs, 1946) qui est adoptée pour réaliser la carte hydrogéologique de Nobressart – Attert pour la zone ardennaise. Cette carte a l'avantage d'être plus précise que les fonds géologiques plus anciens et représente aussi l'avantage de couvrir l'entièreté de la planche. De plus, sa subdivision lithostratigraphique est plus proche de la nouvelle nomenclature du Dévonien inférieur (Godefroid, *et al.*, 1994) préconisée dans le cadre du renouvellement de la carte géologique de Wallonie. Pour la zone lorraine c'est l'ancienne carte géologique (Dormal, 1898) qui est utilisée tout en apportant un complément d'informations plus récentes dans la notice grâce à la carte de Redange (Colbach, 2003).

- La lithologie des formations géologiques présentes en zone ardennaise de la carte ne permet pas d'identifier de véritables aquifères. Les unités hydrogéologiques ont été définies en tenant compte principalement de la fréquence et de l'épaisseur des bancs gréseux et quartzitiques, sur base des descriptions lithostratigraphiques. Pour la zone lorraine, il y a lieu d'identifier des nappes plus au moins intéressantes dans les Formations d'Habay et de Mortinsart et localement dans la Formation de Jamoigne.
 - Sur la carte des unités hydrogéologiques figurent les unités à l'affleurement. Une bonne compréhension de cette carte doit tenir compte de la coupe hydrogéologique 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 couverture pour une nappe est déterminé sur base de la lithologie des formations géologiques qui affleurent sur la carte géologique. Ainsi les rares nappes présentes au sein de l'aquiclude du Dévonien inférieur sont considérées être protégées par une couverture imperméable, puisqu'elles sont enveloppées dans une matrice principalement phylladeuse et schisteuse. Les nappes de l'aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur sont considérées être sous une couverture semi-perméable.
 - Les nappes qui se trouvent respectivement dans les Formations d'Habay et de Mortinsart sont à l'affleurement ou sous une couverture imperméable assurée par les marnes de la Formation de Jamoigne.
3. Les données ponctuelles, encodées dans la BDHYDRO (base de données hydrogéologiques), 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. Chaque requête sera ensuite chargée dans la couche appropriée de la PGDB et projetée sur la carte correspondante.
- On retrouve dans cette catégorie, les points hydrogéologiques, les points nappes, les cotes piézométriques ponctuelles, les mesures (chimie, pompage, traçage et diagraphie), les volumes prélevés sur une année, les stations (climatiques) et les zones de prévention à définir.
4. 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.

- Quand les données sont suffisantes et géographiquement bien réparties, 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 sont insuffisantes ou ne sont pas suffisamment bien réparties sur la carte, ou si la nappe n'est pas continue (c'est le cas de la carte de Nobressart – Attert), 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.
- Quand les données sont suffisantes et géographiquement bien réparties, 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 telles que sur la zone ardennaise de la carte de Nobressart – Attert, il est souvent difficile de tracer de telles isohypses.
- 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 de la nappe captive peuvent varier saisonnièrement. Dans les nappes profondes contenues dans les bancs gréseux et/ou quartzitiques au niveau de la zone ardennaise de la carte, l'eau est généralement sous pression. Les niveaux statiques des nappes s'équilibrent près de la surface topographique bien que les principales venues d'eau rencontrées lors des forages sont souvent beaucoup plus profondes. Ces nappes peuvent être considérées ainsi comme captives. Les nappes contenues dans le manteau d'altération sont par contre libres. Dans la zone lorraine, les nappes sont libres à l'affleurement des formations où elles sont logées (Habay et Mortinsart essentiellement), mais deviennent rapidement captives vers le sud, sous la Formation de Jamoigne.

X. BIBLIOGRAPHIE

ASSELBERGHS, E., 1946. *L'éodévonien de l'Ardenne et des régions voisines*. Mem. Inst. Géolog. Univ. Louvain, t. XIV, pp. 111-123

BELANGER, I., inédit. *Carte géologique de Wallonie, Notice explicative Habay-la-Neuve – Arlon*, Région Wallonne.

BELANGER, I., DELSATE, D., GHYSEL, P., LALOUX, M. ET BOULAIN, F., (2002). *Carte géologique de Wallonie, Notice explicative : Saint-Léger, Messancy, Musson, Le Fays, Houwald*, Région Wallonne, pp. 34.

BELANGER, I. ET GHYSEL, P. (2002) *Notice explicative de la carte de Meix-devant-Virton-Virton*, Ministère de la Région wallonne (DGRNE), pp. 23.

BELLIÈRE, J. ET GROESSENS, E., (2006). Les composantes naturelles des sites : Géologie. <http://www.geologie-info.com/articles.php?Article=Composantes>. Visité en février 2011.

BOULVAIN, F., BELANGER, I., DELSATE, D., DOSQUET, D., GHYSEL, P., GODEFROIT, P., LALOUX, M., MONTEYNE, R. & ROCHE, M., 2001: Triassic and jurassic lithostratigraphic units (Belgian Lorraine). *Geologica Belgica*, 3 (1-2), 3-33.

BOULVAIN, F. ET PINGOT, J.L., 2004. Une introduction à la Géologie de la Wallonie. <http://www.ulg.ac.be/geolsed/geolwal/geolwal.htm>, visité en novembre 2006.

COLBACH, R. 2003. Carte Géologique du Luxembourg, Feuille N° 7, Redange 1/25.000. Ministère des Travaux Publics, Service Géologique.

DEBBAUT, V. 1980. Contribution à l'étude hydrogéologique du bassin de la Haute-Attert. Mémoire de 2° Licence - Sciences Géologiques et Minéralogique, 1980. Université Libre de Bruxelles. pp, 125.

DEBBAUT, 1997. Forage dans le Rhétien au Fond de la Volette, Rapport de suivi de Chantier. Société Générale des Grandes Sources Belges, Commune d'Etalle. B.H.M. Engineering s. à r.l. Rapport inédit.

DEBBAUT 2000. Forage d'un puits et essai de pompage entre la Rulles et le Gros Chêne, décembre 2000. Rapport pour la commune d'Attert

DEBBAUT 2001. Forage d'un puits et essai de pompage entre la Rulles et le Gros Chêne, décembre 2001. Rapport pour la commune d'Attert.

DEBBAUT 2004. Réalisation d'un forage de reconnaissance à Post et essai de pompage. Rapport pour la commune d'Attert

DERYCKE, F., LAGA, P.G. ET NEY BERGH, H., 1982. Bilan des ressources en eau souterraine de la Belgique. Commission des Communautés Européennes. Service de l'Environnement et de la Protection des consommateurs, 260 p (inédit).

DERYCKE, F., KARABITIAN, E. ET MENART, J.F., 1984. Essai de pompage sur le "*Puits Delaxhe, anciennement Weycker*", RAPPORT SGB-109-HYDRO 84.

DERYCKE ET MATERNE, 1987. Pompage d'essai, administration communale de Bertrix, Puits de Sart, SGB, Bruxelles. Rapport SGB-182-Hydro-87. Série rouge.

DERYCKE, F. ET KARABITIAN, E., 1987. Essai de pompage sur le "Puits Rodenbusch". Service Géologique de Belgique, section hydrogéologie-géothermie rapport SGB 116 Hydro 85-Attert.

DERYCKE, F., KARABITIAN, E. ET MENART, J.F., 1985. Pompage d'essai, Puits ferme Marchal à Heinstert, commune d'Attert, SGB, Bruxelles, 1985, Rapport SGB 123 Hydro 85.

DORMAL, 1894. Compte rendu de la Société Belge de Géologie, Pal. & Hydro. Excursion dans les terrains jurassiques et triasiques des environs d'Arlon et de Florenville. Bull. Soc. Géol. Pal. Et Hydr., t. VIII.

DORMAL, V. (1898). Carte géologique de la Belgique. Nobressart-Attert, N° 215 (planchettes 1/10.000^{ème} 68/3 et 68/4 de la carte topographique) à l'échelle de 1/40 000.

GHYSEL, P., MONTEYNE, R., LALOUX, M., BOULVAIN, F. & DELSATE, D., 2002 : Carte géologique de Wallonie, Etalle-Tintigny 68/5-6. Notice explicative. *Service Géologique de Belgique, Bruxelles*, 41 pp.

GODEFROID, J., BLIECK, 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. AND DASSARGUES A., 2001. GIS-based hydrogeological database and groundwater modelling. *Hydrogeology Journal* 9 : 555-569

GRAULICH, J.M., 1968. Sondages dans la vallée de la Rulles entre Habay-la-Neuve et Nobressart. Service Géologique de Belgique, Professional Paper 1968-n°4, Bruxelles.

MAUBEUGE, 1954. Le Trias et le Jurassique du Sud-Est de la Belgique. in : Prodrôme d'une description géologique de la Belgique. Edité par P. Fourmarier, Soc. Géol. Belgique, pp. 385-416.

MONTEYNE, R. 1969. Une coupe de référence dans le Rhétien du bas - Luxembourg belge. PL. Attert 215 E n° 52 suite. *Professional Paper* 1969 n°2. Accessible sur le site : http://www.naturalsciences.be/institute/structure/geology/gsb_website/products/pp/images/documents/pp/pp69_02.pdf

PFANNKUCH, H-O., 1990. Elsevier's Dictionary of Environmental Hydrogeology, *Elsevier*.

STEMMANS, P., 1989. Etude palynostratigraphique du Dévonien inférieur dans l'ouest de l'Europe. *Mémoires pour servir à l'explication des cartes géologiques et minières de la Belgique*, 27, 453 p.

UNESCO – OMM ; *Glossaire International d'Hydrologie*. 1992

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,

XI. ANNEXES

Liste des abréviations

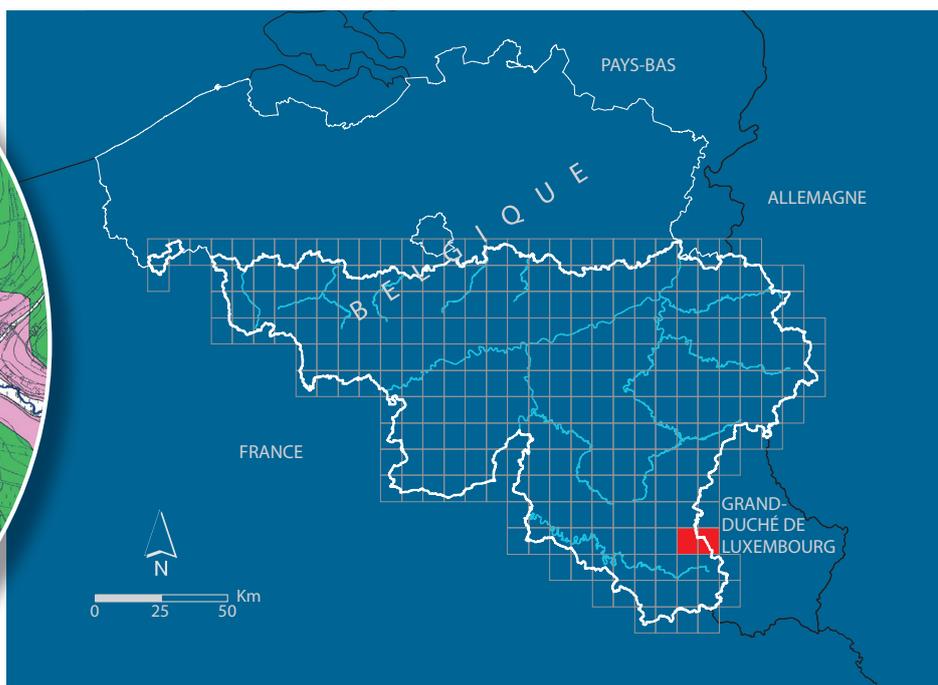
- ArGENCO** : Université de Liège, Département ArGENCO, GEO-Hydrogeology,
Bâtiment B52/3, niveau -1, Sart-Tilman, B-4000 Liège Belgique
- DGARNE** : Direction générale opérationnelle Agriculture, Ressources naturelles et
Environnement (DGO3). Département de l'Etude du Milieu naturel et agricole -
Direction de l'Etat environnemental. Coordination Géomatique et Informatique.
Avenue Prince de Liège 15 - B-5100 Jambes, Belgique
- S.P.W.** : Service Public de Wallonie
- 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

Liste des figures

Figure I-1. Localisation de la planche de Nobressart-Attert 68/3-4	9
Figure II-1. Carte hydrographique de Nobressart-Attert 68/3-4.....	12
Figure III-1. Le cadre géologique et structural de la Wallonie avec la localisation de la carte de Nobressart - Attert encadrée (68/3-4), (Boulvain et Pingot, 2004 adaptée)	14
Figure III-2. Transect Nord-Sud dans les Synclinoria de Dinant et de Neufchâteau, durant le dépôt du Dévonien inférieur (Boulvain et Pingot, 2006) adapté	15
Figure III-3 : Carte géologique simplifiée de la Lorraine belge (Boulvain <i>et al.</i> , 2001) avec localisation de la carte de Nobressart – Attert (68/3-4), encadrée.....	18
Figure III-4 : Schéma lithostratigraphique général de la Lorraine Belge (Boulvain <i>et al.</i> , 2001).....	19
Figure III-5. Extrait de la Carte Géologique du Luxembourg, feuillet n°7, Redange (Colbach, 2003) avec la correspondance sur base de la subdivision lithostratigraphique de Wallonie	24
Figure III-6. Carte synthétique des éléments structuraux sur la carte de Nobressart-Attert.....	26
Figure IV-1. Evolution piézométrique au niveau du piézomètre "HABAY"	40
Figure IV-2. Evolution piézométrique au niveau du piézomètre "HABAY-LA-NEUVE"	41
Figure IV-3. Evolution piézométrique au niveau du piézomètre "Puits du Gros Chêne" et "Puits P3"	42
Figure V-1. Carte de position des captages où des analyses chimiques sont disponibles sur la carte de Nobressart-Attert (68/3-4)	43
Figure V-2. Valeurs de pH des eaux souterraines sur la planche de Nobressart - Attert.....	47
Figure VI-1. Principaux captages d'eau avec volumes prélevés en 2002 sur la carte de Nobressart-Attert. Les volumes sont proportionnels au diamètre des pastilles (cf. carte des volumes au 1/50.000).	49
Figure VI-2. Evolution des volumes captés au niveau des principales prises d'eau de distribution sollicitant l'aquitard à niveaux aquicludes de Villé au niveau de la planche de Nobressart – Attert.....	50
Figure VIII-1. Schéma des différentes zones de protection en Wallonie.....	55
Figure IX-1 : Liste non exhaustive des différents types d'information et des sources de données utilisées dans la réalisation de la carte hydrogéologique.....	59

Liste des tableaux

Tableau III.1. Corrélations stratigraphiques	16
Tableau IV.1. Correspondance entre les unités géologiques et hydrogéologiques sur la carte de Nobressart - Attert	36
Tableau V.1. Composition chimique d'un échantillon d'eau prélevé le 10/07/2000 sur le puits "Gros Chêne" (129 m de profondeur)	45
Tableau V.2. Composition chimique d'un échantillon d'eau prélevé le 22/11/04 sur le puits « Post - Forage de la Fontaine " (22 m de profondeur).....	46
Tableau VII.1. Les valeurs de transmissivité minimales et maximales pendant le pompage et les valeurs de transmissivité pendant la remontée.....	52



Dépôt légal : D/2011/12.796/2 – ISBN : 978-2-8056-0080-7

Editeur responsable : Claude DELBEUCK, DGARNE,
15, Avenue Prince de Liège – 5100 Jambes (Namur) Belgique