

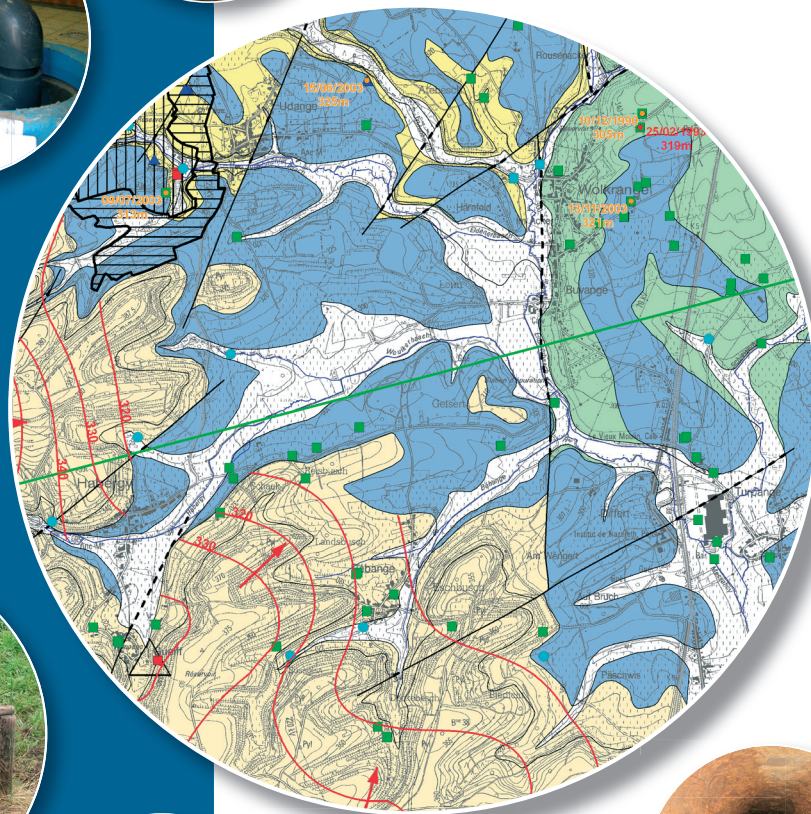
**SAINT-LÉGER - MESSANCY
MUSSON - LE FAYS
HOUWALD**

**71/3-4
71/7-8
72/1**

Notice explicative

**CARTE HYDROGÉOLOGIQUE
DE WALLONIE**

Echelle : 1/25 000



Wallonie

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 Saint-Léger - Messancy, Musson - Le Fays, Houwald



SAINT-LEGER - MESSANCY
MUSSON - LE FAYS
HOUWALD

71/3-4, 71/7-8, 72/1

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

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



NOTICE EXPLICATIVE

2007

Première édition : Janvier 2004
Actualisation partielle : Juin 2007

Dépôt légal – **D/2007/12.796/1** - ISBN : **978-2-8056-0054-8**

SERVICE PUBLIC DE WALLONIE

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

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

Table des matières

AVANT-PROPOS

1. INTRODUCTION.....	6
2. CADRE GEOGRAPHIQUE, GEOMORPHOLOGIQUE ET HYDROGRAPHIQUE.....	8
3. CADRE GEOLOGIQUE	11
3.1. CADRE GEOLOGIQUE REGIONAL	11
3.2. GÉOLOGIE DE LA CARTE SAINT-LEGER-MESSANCY, MUSSON-LE FAYS ET HOUWALD	13
3.2.1. <i>Cadre lithostratigraphique</i>	13
3.2.2. <i>Cadre structural</i>	18
4. CADRE HYDROGEOLOGIQUE.....	19
4.1. HYDROGÉOLOGIE RÉGIONALE	19
4.2. HYDROGEOLOGIE DE LA CARTE SAINT-LEGER-MESSANCY, MUSSON-LE FAYS ET HOUWALD	21
4.2.1. <i>Description des principaux aquifères</i>	23
4.2.2. <i>Phénomènes particuliers : La karstification des grès calcaires de Luxembourg et des calcaires de Longwy</i>	25
4.2.3. <i>Ressources en eaux souterraines de la Formation de Luxembourg - Etudes hydrologiques</i>	25
4.2.4. <i>Piézométrie</i>	32
5. CADRE HYDROCHIMIQUE	37
5.1. CARACTERISATIONS HYDROCHIMIQUES DES EAUX	37
5.2. CARACTERISATIONS HYDROCHIMIQUES DES EAUX DE LA NAPPE DE FLORENVILLE	37
5.3. CARACTERISATIONS HYDROCHIMIQUES DES EAUX DE LA NAPPE DE VIRTON.....	39
5.4. CARACTERISATIONS HYDROCHIMIQUES DES EAUX DE LA NAPPE D'AUBANGE ET MESSANCY	40
6. EXPLOITATION DES AQUIFERES	42
6.1. LES CAPTAGES COMMUNAUX.....	42
6.2. LES CAPTAGES DE LA SWDE	44
6.3. LE CAPTAGE DE NESTLE WATERS BENELUX.....	46
7. CARACTERISATION DE LA COUVERTURE ET PARAMETRES HYDRAULIQUES DES NAPPES.....	47
7.1. CARACTERISATION DE LA COUVERTURE DES NAPPES.....	47
7.2. PARAMETRES D'ÉCOULEMENT ET DE TRANSPORT DANS LES AQUIFERES.....	48
8. ZONES DE PREVENTION	49
8.1. GENERALITES	49
8.2. ZONES DE PREVENTION REPRISES SUR LA CARTE	50
9. PRESENTATION DE LA CARTE HYDROGEOLOGIQUE.....	53
9.1. CARTE PRINCIPALE (1/25 000)	53
9.2. CARTES THEMATIQUES (1/50 000)	55
9.2.1. <i>Carte des informations complémentaires et des caractéristiques des nappes</i>	55
9.2.2. <i>Carte des volumes d'eau prélevés</i>	55
9.2.3. <i>Carte des isohypses du toit de l'aquifère de Florenville et de la base de l'aquifère d'Aubange - Messancy</i>	55
9.3. COUPES HYDROGEOLOGIQUES.....	56

9.4. TABLEAU DE CORRESPONDANCE : GEOLOGIE - HYDROGEOLOGIE	57
10. METHODOLOGIE DE L'ELABORATION DE LA CARTE HYDROGEOLOGIQUE.....	58
10.1. COLLECTE DE DONNEES	59
10.1.1. <i>Données géologiques</i>	59
10.1.2. <i>Données hydrogéologiques</i>	60
10.1.3. <i>Données hydrochimiques</i>	60
10.2. CAMPAGNE SUR LE TERRAIN	61
10.3. METHODOLOGIE DE CONSTRUCTION DE LA CARTE	61
10.3.1. <i>Encodage dans une banque de données</i>	61
10.3.2. <i>Construction de la carte hydrogéologique</i>	62
11. BIBLIOGRAPHIE	66

Avant-propos

La carte hydrogéologique de Saint-Léger-Messancy 71/3-4, Musson-Le Fays 71/7-8 et Houwald 72/1 a été réalisée dans le cadre du projet de la carte hydrogéologique de Wallonie, commandé et financé par le Ministère de la Région wallonne (Direction Générale des Ressources Naturelles et de l'Environnement). Quatre équipes universitaires collaborent à ce projet : la Faculté Polytechnique de Mons, les Départements GEOMAC et Sciences et Gestion de l'Environnement (ex Fondation Universitaire Luxembourgeoise) de l'Université de Liège, les Facultés Universitaires de Namur.

Le 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. Les concepts généraux de la banque de données "BDHydro" ont été élaborés dans un premier temps par R. Gogu (ingénieur civil) dans le cadre de sa thèse de doctorat effectuée à l'Université de Liège (Gogu, 2000 / Gogu et al., 2001). La conception de la BDHydro a été profondément modifiée par P. Wojda (P. Wojda et al., inédit) pour aboutir à une seule banque de données centralisée régulièrement mise à jour.

La carte hydrogéologique est basée sur un maximum de données géologiques, hydrogéologiques, hydrochimiques et autres disponibles auprès de divers organismes ou récoltées sur le terrain. Elle a pour objectif d'informer de l'extension, de la géométrie et des caractéristiques hydrogéologiques, hydrodynamiques et hydrochimiques des nappes aquifères, toutes personnes, sociétés ou institutions concernées par la gestion tant quantitative que qualitative des ressources en eaux.

Par un choix délibéré, la carte veut éviter toute superposition outrancière d'informations conduisant à réduire sa lisibilité. Dans ce but, outre la carte principale, trois cartes thématiques, une coupe hydrogéologique et un tableau litho-stratigraphique sont présentés. Le projet cartographique a été réalisé sous ArcGIS-ESRI.

Les données utilisées pour la réalisation de la carte ont été encodées dans une banque de données sous format Access-Microsoft qui a été remise au Service des Eaux Souterraines¹ de la Région wallonne.

Remerciements

Madame I. Belanger et Monsieur P. Ghysel du SGB, Prof. F. Boulvain de l'ULg et Monsieur M. Closset de la SWDE ont eu l'amabilité de consacrer leur temps pour la relecture de la notice et des posters de la carte.

Monsieur George Arnould et Monsieur Alexandre Dekeyser de L'entreprise de forage Arnould ont eu l'amabilité de me transmettre de nombreuses notes de forage.

Que tous soient remerciés.

¹ Ministère de la région wallonne. Direction Générale des Ressources Naturelles et de l'Environnement. Avenue Prince de Liège, 15. 5100 NAMUR.

1. Introduction

Les planches de Saint-Léger-Messancy 71/3-4, de Musson-Le Fays 71/7-8 et la planchette de Houwald 72/1 sont groupées en une seule carte hydrogéologique. Celle-ci couvre une zone frontalière de 179 km², située à l'extrême sud-est de la Belgique, en province de Luxembourg (figure 1.1).

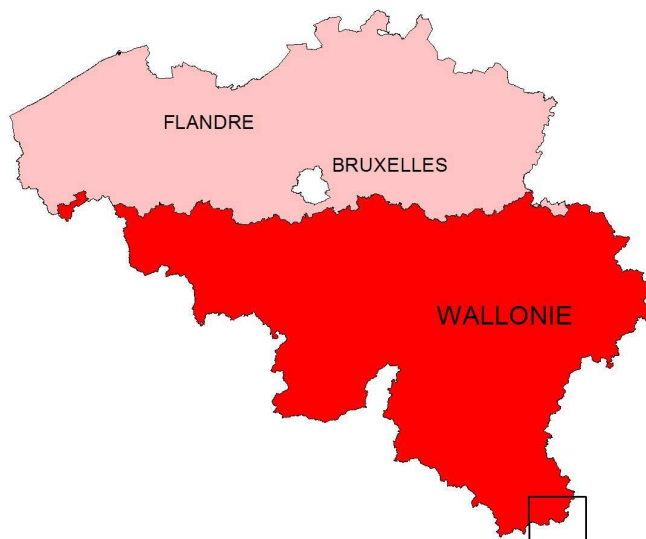


Figure 1.1 : Localisation de la carte de Saint-Léger-Messancy 71/3-4, Musson-Le Fays 71/7-8 et Houwald 72/1

La géologie est constituée d'une alternance de couches compétentes (grès, calcaires) et tendres (marnes, argiles), légèrement inclinées vers le SSE. Le substratum a donné naissance, par érosion différentielle, à la cuesta domérienne et à la cuesta bajocienne bien visibles dans le paysage.

Les principales nappes au droit de la carte sont logées respectivement dans :

- (1) les grès calcaires de la Formation de Luxembourg. Les nappes y sont réparties en différents niveaux représentés, du bas en haut, par les Membres de Florenville (aquifère de Florenville), d'Orval (aquifère d'Orval) et de Virton (aquifère de Virton). Elles sont drainées par le ruisseau de la Rouge Eau et le Ton sur le revers de la cuesta sinémurienne,
- (2) les silts de la Formation de Messancy et les calcaires grésilo-silteux de la Formation d'Aubange. Les deux Formations sont regroupées en un seul corps aquifère appelé aquifère d'Aubange et Messancy. Le regroupement est basé sur le fait que le drainage de la nappe se fait à la base de la Formation de Messancy au contact avec la Formation d'Ethe. L'absence de niveaux de sources au contact de la Formation d'Aubange et de la Formation de Messancy suppose une continuité hydrogéologique entre les deux niveaux. La nappe est drainée principalement par La Batte et le ruisseau de Messancy
- (3) l'alternance des calcaires et des marnes de la Formation de Mont-Saint-Martin et dans les calcaires de la Formation de Longwy. L'aquifère de Longwy et Mont-saint-

Martin regroupe les deux formations faute de niveau de sources qui les sépare. La nappe est drainée par une série de sources au contact avec la Formation de Grandcourt.

Il faut toutefois souligner que le système aquifère dans la Lorraine belge en général, et particulièrement sur la carte Saint Léger-Messancy, Musson-Le Fays et Houwald, est complexe. Malgré la structure relativement simple des couches géologiques, les terrains sont segmentés par de nombreuses failles pouvant mettre en communication des aquifères superposés, comme pouvant favoriser des couloirs d'écoulement préférentiels. De plus, dans le cas notamment des aquifères de la Formation de Luxembourg, la perméabilité est de type mixte (sable et grès fracturé) avec des écoulements localement très rapides, qui sont caractéristiques d'un milieu fissuré accentué. D'autre part, les membres marneux de la Formation d'Arlon, qui séparent différents horizons aquifères au sein de la Formation de Luxembourg, sont très probablement discontinus et des communications locales entre ces différents niveaux aquifères ne sont pas exclues.

La communication éventuelle entre aquifères, la sollicitation de plusieurs aquifères par certains puits et la difficulté de déterminer les différentes nappes rendent l'étude des eaux souterraines de la région parfois difficile.

2. Cadre géographique, géomorphologique et hydrographique

La carte hydrogéologique de Saint-Léger-Messancy, Musson-Le Fays et Houwald couvre une zone située à l'extrême sud-est de la Lorraine belge, bordée à l'est par le Grand-Duché de Luxembourg et au sud par le territoire français.

A l'exception de quelques petites villes comme Athus, Aubange, Messancy, Saint-Léger et Halanzy, la plupart des agglomérations sont des villages compacts ou de villages rues (type lorrain), établis le long des cours d'eau ou sur la ligne des sources (figure 2.2). Ces agglomérations sont reliées par un réseau routier et autoroutier relativement peu dense : N81 reliant Aubange et Messancy à Arlon et à la France, N82 reliant Saint-Léger à Arlon, E411 Bruxelles-Luxembourg ...etc.

Au début du Cénozoïque, les couches géologiques émergées ont été tronquées par une surface d'érosion, la surface éogène (R. Souchez 1963). L'érosion postérieure de cette surface a sculpté un paysage topographique remarquable. En effet, la légère inclinaison des couches vers le sud (3° en moyenne) et leur inégale résistance à l'érosion ont permis le développement d'une morphologie de cuesta. En Lorraine belge, trois cuestas majeures, parallèles, de direction est-ouest se distinguent successivement du nord au sud (figure 2.1) :

1. la cuesta sinémurienne dont la couche résistante est un grès à ciment calcaire,
2. la cuesta domérienne dont la couche résistante est un calcaire grésilo-silteux,
3. la cuesta bajocienne dont la couche résistante est un calcaire.

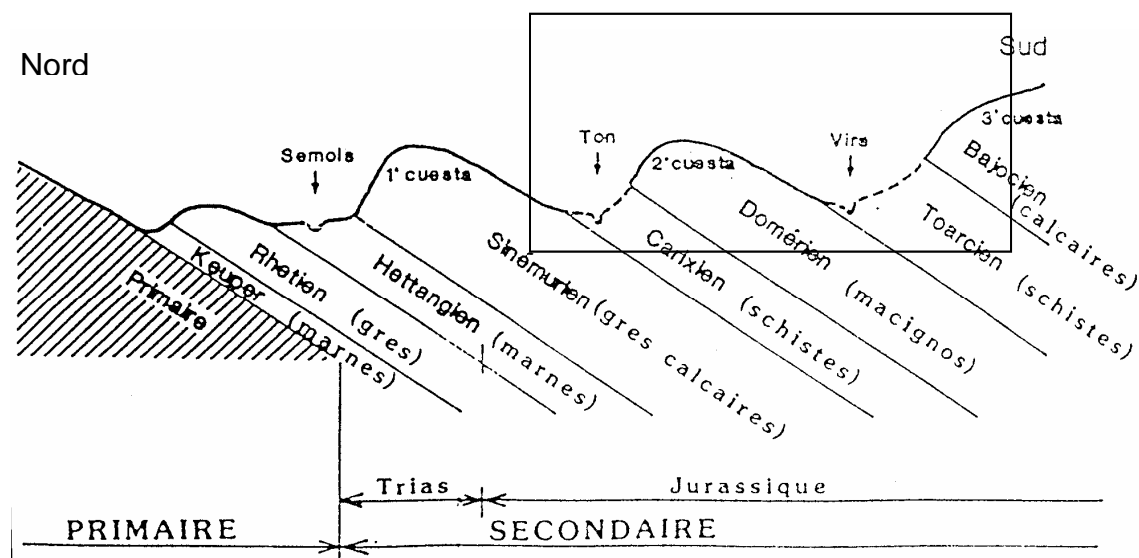


Figure 2.1 : Schéma du cadre géomorphologique général de la zone couverte par la carte de Saint-Léger-Messancy, Musson-Le Fays et Houwald (Masson et al. 1993).

Sur le territoire représenté par la carte, deux cuestas sont nettement visibles dans le paysage :

- ✓ la cuesta domérienne, très ondulée, dont le revers occupe une grande partie de la carte. Le front de la cuesta est caractérisé par une pente abrupte orientée vers le nord-ouest dans la vallée du Ton et à l'est de la vallée de Messancy et vers le nord-est à l'ouest de la vallée de Messancy. Les vallées sont creusées dans les sables de la Formation de Luxembourg ou dans les "argilites et argilites silteuses" d'Ethe. Le

sommet de la cuesta est couvert par les calcaires grés-silteux de la Formation d'Aubange.

- ✓ la cuesta bajocienne, plus spectaculaire, se prolonge le long de la frontière franco-belge sur une trentaine de kilomètres hors de la carte. Seule une petite bande est représentée dans l'extrémité sud de la carte. Le front de la cuesta est formé par les calcaires de la Formation de Longwy.

La région au nord de la vallée du Ton est située sur le revers sud de la cuesta sinémurienne dont la crête atteint 340 à 360 m. C'est un large versant en grande partie boisé, faiblement incliné vers le sud et fortement entaillé par le ruisseau de la Rouge Eau au nord-est de la carte.

Sur la feuille Saint-Léger-Messancy, Musson-Le Fays et Houwald, on distingue le bassin de la Semois en amont du confluent avec la Vierre, le bassin de la Sure (sous bassin de la Moselle) et le bassin de la Chiers. Ce dernier est subdivisé en une série de sous-bassins dont les principaux sont les bassins du Ton, de La Vire, de la Batte et de Messancy (figure 2.2). Sur le poster des cartes thématiques, les bassins de la Semois en amont du confluent avec la Vierre et les différents sous bassins de la Chiers sont groupés dans le bassin de la Semois-Chiers.

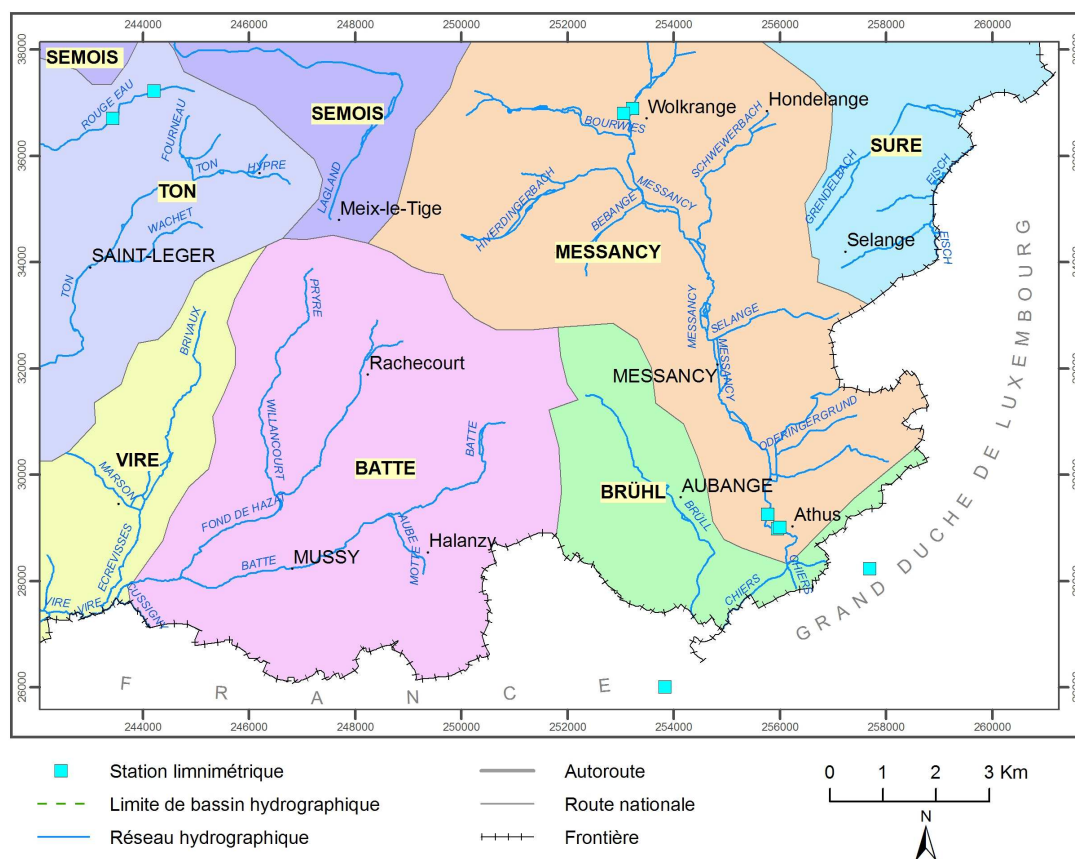


Figure 2.2 : Réseau et principaux bassins hydrographiques sur la carte Saint-Léger-Messancy, Musson-Le Fays et Houwald

- Le bassin versant de la Semois en amont du confluent avec la Vierre est représenté sur la carte par le sous-bassin du ruisseau de Lagland. Celui-ci prend naissance sur le front de la cuesta des calcaires grés-silteux d'Aubange et Messancy, puis, après avoir traversé les argilites et argilites silteuses d'Ethe, continue son chemin vers le nord puis vers l'ouest sur les grès et sables de Virton. Le cours d'eau s'enfonce ensuite dans les

grès d'Orval en dégageant les marnes de la Posterie. Le bassin est donc alimenté successivement par les aquifères d'Aubange et Messancy, de Virton et d'Orval. Ces aquifères alimentent de façon diffuse la rivière en complément du débit des sources qui prennent naissance au contact des marnes de la Posterie et des argilites et argilites silteuses d'Ethe.

- Le bassin versant de la Chiers: Le réseau hydrographique du bassin de la Chiers, qui couvre la majeure partie de la feuille, est alimenté par les différents aquifères présents sur la carte. Il est alimenté par un réseau hydrographique constitué principalement de *cours d'eau conséquents*² (débit important). Le bassin de la Chiers peut être subdivisé en deux sous-bassins principaux : les bassins du Ton et de la Vire.
 - ✓ Le bassin du Ton est représenté sur la carte par les zones d'alimentation du Ton dans la région de Saint-Léger-Châtillon et du ruisseau de la Rouge Eau au nord de Saint-Léger. Le Ton prend naissance essentiellement dans les grès et sables de Virton et en partie dans les calcaires grésos-silteux d'Aubange. Une série de sources au contact des marnes de la Posterie continuent à alimenter le cours d'eau quand celui-ci s'enfonce dans les grès et sables d'Orval qu'il draine au passage. Le ruisseau de la Rouge Eau prend sa source au niveau des grès de Virton au contact avec les marnes de la Posterie dans le lieu dit « Croix Lacques » au NE de Saint Léger. La rivière coule, tout d'abord, sur les grès d'Orval avant de dégager les marnes de Strassen. La rivière traverse ensuite les grès calcaires de Florenville sur toute leur épaisseur jusqu'à ce qu'elle découvre les marnes de Jamoigne au fond d'une vallée très encaissée à la limite ouest de la carte. La rouge Eau est alimentée par l'aquifère des grès de Virton et surtout par l'aquifère des grès et sables d'Orval grâce à une série de sources qui se trouvent à mi-pente au contact avec les marnes de Strassen.
 - ✓ Le bassin de la Vire : La collecte des eaux qui alimente la Vire est assurée par un réseau de ruisseaux tels que la Messancy, la Batte, et autres qui entaillent le revers de la cuesta domérienne d'Aubange et Messancy. Son alimentation provient également d'une série de sources drainant la nappe contenue dans les calcaires bajociens. Ces sources prennent naissance sur le front de la cuesta au contact avec les argilites et calcaires argileux de Grandcourt.
- Le bassin versant de la Sure: Le bassin de la Sure au droit de la carte est essentiellement alimenté par les calcaires grésos-silteux d'Aubange et Messancy. De plus, il existe une série de sources qui émanent des argilites et argilites silteuses d'Ethe.

² S'écoule dans le sens du pendage des couches géologiques

3. Cadre géologique

Le cadre géologique sera illustré dans un premier temps à l'échelle régionale de la Lorraine belge avant d'étudier, plus en détail, la géologie de la zone couverte par la carte de Saint-Léger-Messancy, Musson-Le Fays et Houwald.

3.1. Cadre géologique régional

Le socle paléozoïque sur lequel reposent les formations sédimentaires de la Lorraine belge s'est principalement formé pendant le Carbonifère supérieur lors de l'orogénèse varisque. Son émergence est suivie de l'érosion d'une bonne partie du socle dévono-carbonifère et d'une pénéplation.

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

Par ailleurs, l'évolution stratigraphique (figure 3.1) montre une superposition de séries sédimentaires de plus en plus marines, déposées par transgressions successives entre le Trias supérieur et le Jurassique inférieur (Ghysel et al. 1999). Mais en fait, la géologie de ces séries est très 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 d'importance variable.

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).

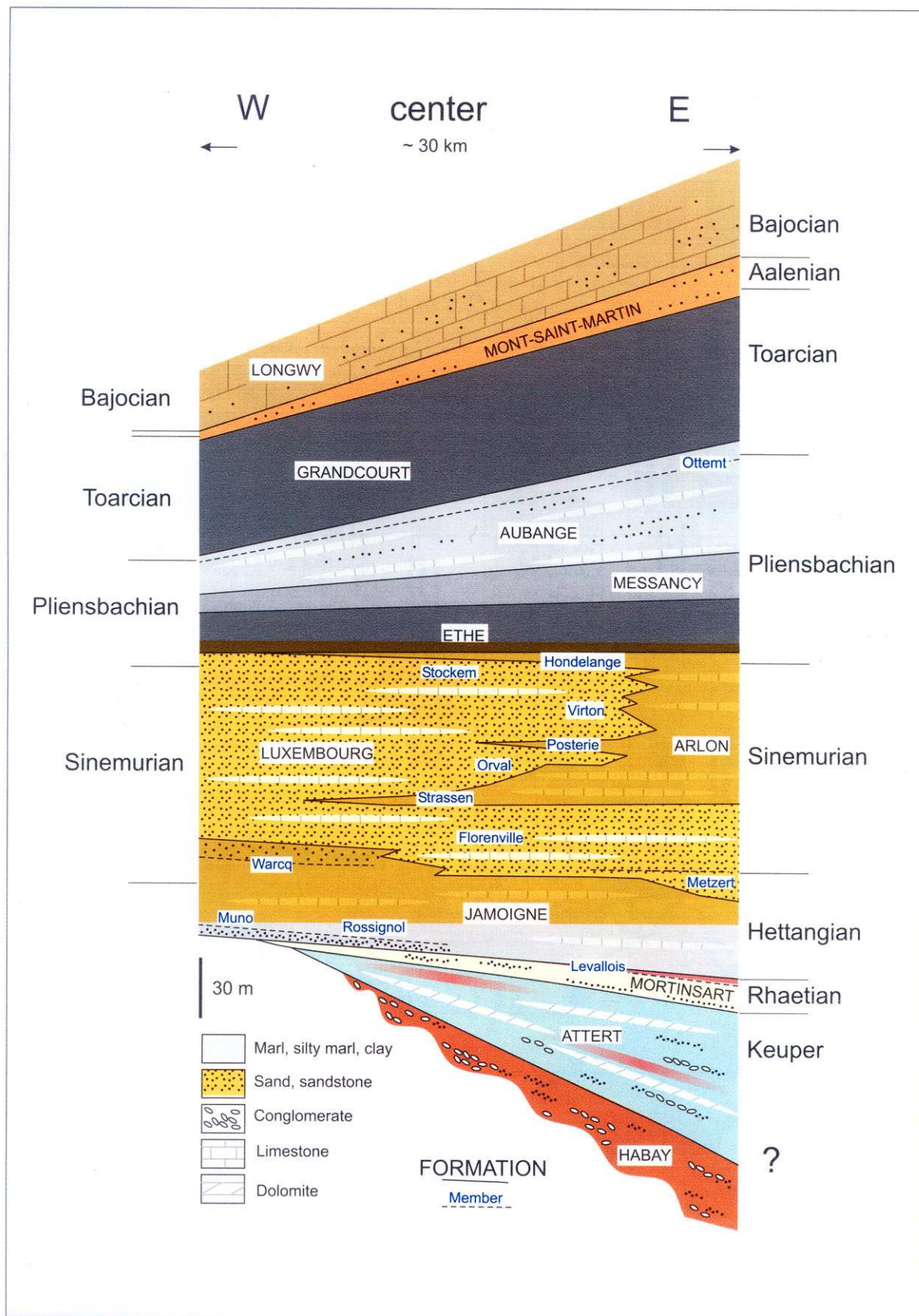


Figure 3.1 : Schéma lithostratigraphique général de la Lorraine belge (F. Boulvain et al. 2001).

Une brève description de la série lithologique (figure 3.1) montre qu'il existe une alternance de couches sédimentaires à faciès marneux ou argileux avec des couches à faciès sableux gréseux ou calcaire.

Les Formations d'Arlon (ARL) et du Luxembourg (LUX) sont découpées en membres si 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 membres de la Formation de Luxembourg sont : Chevratte (CHT), Florenville (FLO), Orval (ORV) et Virton (VIT). La répartition spatiale générale des formations et membres définis en Lorraine est représentée à la figure 3.2.

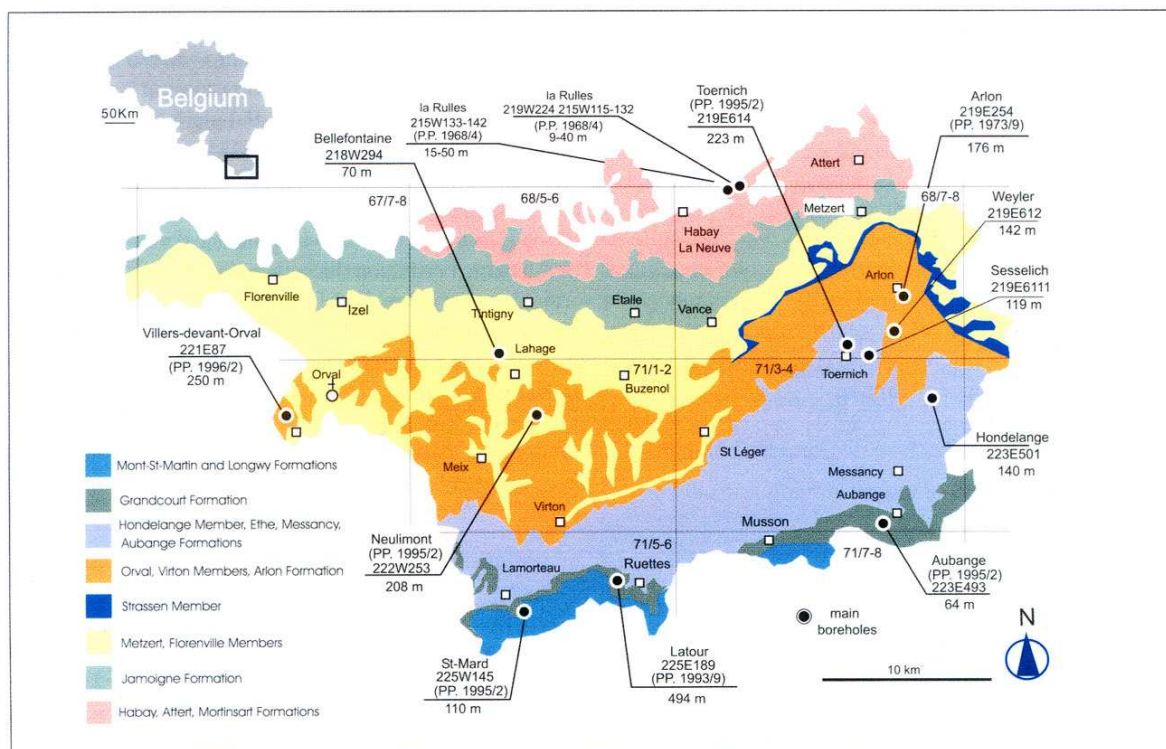


Figure 3.2 : Carte géologique simplifiée de la Lorraine belge (Boulvain et al., 2001).

3.2. Géologie de la carte Saint-Léger-Messancy, Musson-Le Fays et Houwald

3.2.1. Cadre lithostratigraphique

Belanger et al (2002) ont identifié, sur la carte, 9 formations jurassiques s'étendant de l'Hettangien au Bajocien. La Formation de Longwy et le sommet de la Formation de Mont-Saint-Martin se situent dans le Dogger alors que les autres formations appartiennent au Lias. L'âge des couches est déterminé par leur contenu en ammonites, par rapport à la zonation présentée par le groupe français d'étude du Jurassique (1997). L'épaisseur de ces couches augmente au sud et à l'est de la carte vers le centre du bassin sédimentaire. En plus des formations mésozoïques, la carte géologique représente des terrains superficiels de nature variée comme les alluvions modernes (AMO) et anciennes (ALA).

Les principales formations reportées dans le tableau litho-stratigraphique (figure 3.3) de la carte géologique seront brièvement décrites en se basant sur la notice explicative de la carte géologique établie par Belanger et al. (2002). Pour plus de détails, le lecteur est renvoyé à cette notice explicative et à ses références bibliographiques. La carte géologique est consultable sur : <http://environnement.wallonie.be/cartosig/cartegeologique/index.htm>.

Formation de Jamoigne (JAM)

La Formation de Jamoigne est située essentiellement dans l'Hettangien, mais le sommet peut atteindre le Sinémurien à l'ouest. Son épaisseur est estimée, à titre indicatif, à 70 m dans les forages (hors de la carte) du Cron, de Neulimont, de Toernich, de Latour et de la Volette.

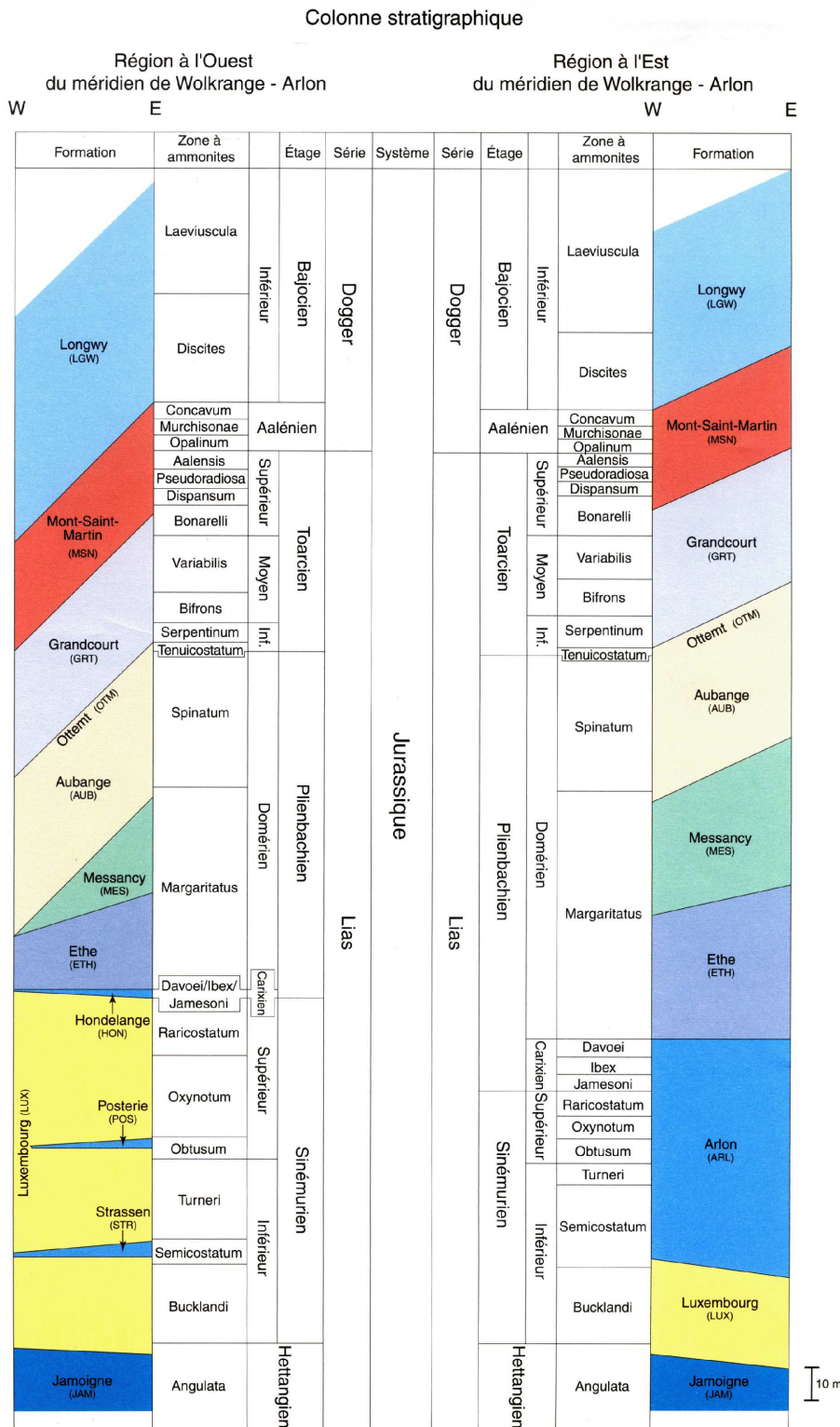


Figure 3.3 : Colonne litho-stratigraphique de la carte géologique de Saint-Léger-Messancy, Musson-Le Fays et Houwald (Belanger et al., 2002).

La Formation de Jamoigne n'affleure pas sur la carte Saint-Léger-Messancy, Musson-Le Fays et Houwald, mais elle est sub-affleurante au fond de la vallée de la Rouge Eau à l'extrême ouest de la carte au nord-ouest de Saint-Léger.

La Formation de Jamoigne est essentiellement argileuse, constituée de marnes de couleur grise. Elle constitue le mur de l'aquifère des grès calcaires de Florenville.

Formation de Luxembourg (LUX)

La Formation de Luxembourg est diachronique : sa base est hettangienne à l'est du méridien d'Arlon et sinémurienne à l'ouest dans la région de Saint-Léger.

L'épaisseur de la Formation de Luxembourg est difficile à déterminer avec précision à cause du manque d'affleurement significatif et de forages suffisants atteignant la base de la formation. Elle mesure 60 m d'épaisseur dans le forage de reconnaissance d'Aubange et presque autant sur les coupes géologiques. Elle est limitée à la base par les marnes de la Formation de Jamoigne et au sommet par les calcaires argileux du Membre d'Hondelange de la Formation d'Arlon. La Formation de Luxembourg est subdivisée en membres par une série d'interdigitations de la Formation d'Arlon. Sur la carte, on distingue de bas en haut les Membres de Florenville (FLO), d'Orval (ORV) et de Virton (VIT). Ces membres sont séparés successivement par les membres de Strassen et de La Posterie appartenant à la Formation d'Arlon (figure 3.3). Par contre au sud, dans le forage de reconnaissance d'Aubange, aucun niveau marneux n'est noté au sein de la Formation de Luxembourg qui forme à cet endroit un seul corps.

D'un point de vue lithologique, les membres de la Formation de Luxembourg sont difficiles à différencier. Ils sont caractérisés par des alternances de sables jaunes à roux, de bancs de grès tendres, de grès calcaires et de bancs de grès calcaires à lumachelles. Ils sont en pratique distingués par la présence d'intercalation des marnes de la Formation d'Arlon. Cependant, le Membre de Virton se présente généralement sous forme de sable orangé à blanchâtre plus ou moins cohérent.

Formation d'Arlon (ARL)

La Formation d'Arlon, contemporaine à la Formation de Luxembourg, est d'âge sinémurien mais son sommet atteint le Carixien (Membre de Hondelange). La formation est bien développée à l'est de la faille d'Arlon-Wolkrange en formant une seule unité sédimentaire. Par contre, à l'ouest de la faille, elle n'est représentée que par des intercalations marneuses repérées comme membres au sein de la Formation de Luxembourg. On distingue, sur la carte, les Membres de Strassen (STR), de la Posterie (POS) et de Hondelange (HON).

De manière générale, la Formation d'Arlon est principalement marneuse avec des proportions variables de sables souvent décalcifiés à la surface et de grès calcaires argileux.

Le Membre de Strassen n'affleure que dans le fond de la vallée du ruisseau de la Rouge Eau au nord-ouest de Saint-Léger. Il disparaît vraisemblablement vers le nord-ouest de la carte et se prolonge vers le nord-est sur la carte d'Habay-Arlon (68/7-8).

Le Membre de la Posterie affleure sur une fine bande au nord et à l'ouest de Châtillon. Dans le forage de reconnaissance d'Aubange aucune trace, ni du Membre de Strassen, ni de celui de la Posterie, n'a été notée.

Par contre, le Membre de Hondelange, beaucoup plus étendu sur la carte, repose en discordance sur les faciès de la Formation de Luxembourg (Dormal, 1894). Par sa nature

sableuse et grésocalcaire, il a été souvent confondu avec le Membre de Virton (Maubeuge, 1963). En effet, l'altération jaune et ocre des bancs de calcaires argileux leur donne l'aspect des bancs de grès calcaires de la Formation de Luxembourg. Dans la partie orientale de la faille d'Arlon-Wolkrange, son épaisseur peut dépasser 30 m dans la région de Hondelange alors qu'à l'ouest de cette faille, il n'atteint pas plus de 10 m.

Formation d'Ethé (ETH)

La puissance de la Formation d'Ethé, formation d'âge domérien, varie entre 20 et 30 m à l'ouest de la faille Arlon-Wolkrange et peut atteindre 60 m en moyenne à l'est de cette faille.

Elle affleure sur une large bande à l'est du ruisseau de Lagland et sur une bande beaucoup plus étroite à l'ouest.

La Formation d'Ethé renferme des argilites, des argilites silteuses très finement micacées et de la marne. Les sédiments ont généralement un caractère fin et laminaire suggérant un approfondissement du bassin sédimentaire.

Formation de Messancy (MES)

La Formation de Messancy est datée du Domérien. Son épaisseur atteint 35 m dans l'est de la carte et diminue sensiblement vers le nord-ouest.

La formation affleure sous forme d'une bande relativement étroite le long de la cuesta domérienne.

Le faciès est représenté par la siltite lui conférant un caractère plus grossier que celui de la Formation d'Ethé. Cette formation micacée est assez homogène et présente des lamines souvent parallèles. On y trouve également des galets plats de siltite très indurée de couleur ocre, de forme ovoïde et d'une taille pouvant varier de 1 à 10 cm.

Formation d'Aubange (AUB)

La Formation d'Aubange est datée du Domérien au Toarcien inférieur. Elle est d'une épaisseur d'au moins 30 m et peut atteindre localement jusqu'à 80 m comme à la colline du Kirchbiérg à l'ouest de Sélange.

La formation affleure sur un large étendu au droit de la carte.

La base de la Formation d'Aubange est déterminée par l'apparition des grès calcaires. La formation est caractérisée par un faciès particulier appelé autrefois « Macignos ». Il s'agit de grès tendres et de grès calcaires, ferrugineux ou non, qui forment la crête de la cuesta domérienne. Dans la région de Musson - Athus, la formation se termine par le Membre d'Ottemt (OTM) qui est constitué d'un niveau d'argile calcaire (Belanger et al., 2002).

La grande quantité de fer que contiennent les calcaires et les grès calcaires confère à la Formation d'Aubange une couleur brun rouge caractéristique.

Formation de Grandcourt (GRT)

L'épaisseur de la Formation de Grandcourt, d'âge toarcien, varie considérablement. Dans la région de Musson, elle atteint en effet 60 m alors que dans la région de Mont-Saint-Martin au sud d'Athus (hors de la carte) elle n'est plus que de 30 m. Enfin, dans la région d'Athus-Aubange, les argilites et calcaires argileux ont une épaisseur d'environ 20 m en moyenne (Guillaume, 1936).

La Formation de Grandcourt affleure sur une bande orientée NE-SO dans la partie méridionale de la carte. Elle est formée essentiellement de roches argilo-calcaires et d'argilite. La base de la formation est caractérisée par un niveau d'argilite bitumineuse et pyriteuse, appelé communément « schistes cartons ».

Formation de Mont-Saint-Martin (MSN)

La Formation de Mont-Saint-Martin, qui est datée du Toarcien moyen à l'Aalénien, fait 30 m d'épaisseur au droit de la carte Saint-Léger-Messancy, Musson-Le Fays et Houwald.

Elle affleure uniquement sur une fine bande le long du front de la Cuesta bajocienne, dans la partie sud de la feuille.

La formation est décrite comme une alternance de calcaire à débris de coquilles, de marnes à muscovite et oolithes de minerai (Maubeuge, 1955). Elle est connue pour ses gisements de fer autrefois exploités sous le nom de « minette ».

Formation de Longwy (LGW)

La planchette Saint-Léger-Messancy, Musson-Le Fays et Houwald ne renferme que les termes inférieurs de la Formation de Longwy datés du Bajocien inférieur. La formation fait 50 m d'épaisseur à l'ouest de la ville de Longwy en France au sud de Halanzy (hors de la carte).

La Formation de Longwy affleure sous forme d'une cuesta très raide (la cuesta bajocienne) le long de la frontière française.

La formation est constituée essentiellement de bancs calcaires lenticulaires jaunes coquilliers, d'une épaisseur moyenne de 20 à 30 cm. On observe dans ces bancs des variations latérales du faciès, en passant d'un calcaire sableux à un calcaire coquillier à oolithes ferrugineuses.

Alluvions anciennes (ALA)

Selon Lucius (1952), les dépôts continentaux seraient d'âge miocène. Ils résultent de l'altération mécanique et chimique de l'argile jurassique sous des conditions climatiques humides. Ces dépôts sont en moyenne d'épaisseur métrique et se situent généralement sur des plateaux, évoquant d'anciennes terrasses alluviales comme sur le plateau au nord de Châtillon.

Les alluvions anciennes, non cartographiées sur la carte, sont formées de dépôts de sable limoneux jaune ocre à cailloux de croûte ferrugineuse assez émoussés et de dimension inférieure au centimètre.

Alluvions modernes (AMO)

Les alluvions modernes sont des dépôts récents qui couvrent les fonds de vallées des cours d'eau permanents ou intermittents. Les plus importants sont notés dans les vallées de la Messancy et de La Batte avec une épaisseur variable pouvant atteindre plusieurs mètres.

Les alluvions modernes peuvent être tourbeuses, argileuses, silto-sableuses et même graveleuses. Elles contiennent parfois des accumulations de travertin.

3.2.2. Cadre structural

Les formations mésozoïques sont composées d'une alternance de couches monoclinales tendres (marnes et argiles) et indurées (grès et calcaires) de faible pendage sud-est.

Les couches cartographiées au droit de la carte sont affectées d'un réseau de failles et de diaclases qui sont plus denses au niveau des roches les plus indurées. Ces failles sont principalement orientées NE-SO.

Plusieurs types de failles d'origine différente ont été observés. La faille d'Arlon-Wolkrange, orientée N-S, détermine deux zones dont les caractéristiques sédimentaires sont différentes. C'est le cas notamment du Membre de Hondelange, dont l'épaisseur passe de 5 m à l'ouest de la faille à 40 m à l'est (figure 3.4). Il s'agit donc d'une faille qui a joué pendant le dépôt de cette couche, avec un affaissement du bassin sédimentaire à l'est. La faille a ensuite rejoué dans le sens contraire, remontant le bloc situé à l'est et inversant le rejet apparent (Belanger et al., 2002).

La faille de Châtillon, ainsi que probablement d'autres failles situées au droit de la carte Saint-Léger-Messancy, Musson-Le Fays et Houwald, présente le même scénario que la faille d'Arlon-Wolkrange. D'après leur orientation et l'abaissement des blocs orientaux durant la sédimentation, on peut relier ces failles à l'ouverture du Golfe de Luxembourg.

Des failles inverses, de plus de 65° de pendage vers le SE et exceptionnellement vers le nord-ouest, ont également été observées dans la région d'Athus. Ces accidents s'accompagnent de nombreuses fractures secondaires verticales d'orientation NE-SO à NO-SE (Belanger et al., 2002).

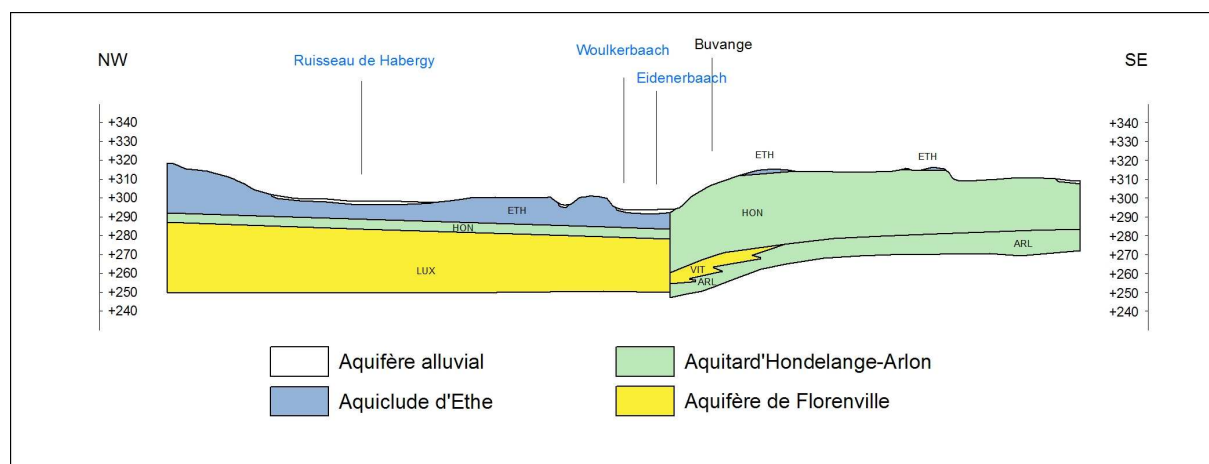


Figure 3.4 : Coupe géologique montrant le contraste d'épaisseur de part et d'autre de la faille d'Arlon-Wolkrange dans la région de Wolkrange (d'après Belanger et al., 2002).

4. Cadre hydrogéologique

La Lorraine belge est caractérisée par un régime abondant et régulier des précipitations (pluie, neige, etc.) qui alimentent généreusement les réservoirs souterrains. Par ailleurs, d'après l'étude géologique régionale des terrains mésozoïques, qui sont formés d'une succession de couches perméables et imperméables, plusieurs aquifères superposés peuvent exister dans cette région. La communication éventuelle entre aquifères, la sollicitation de plusieurs aquifères par certains puits et la difficulté de déterminer les différentes nappes rendent l'étude des eaux souterraines dans la région parfois difficile. L'hydrogéologie de la Gaume reste encore aujourd'hui relativement mal connue, peu de données étant actuellement disponibles (historiques piézométriques, données chimiques, paramètres hydrauliques ...). En outre, au vu de l'existence de plusieurs aquifères superposés, le réseau piézométrique n'est pas suffisamment dense.

4.1. Hydrogéologie régionale

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 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 Bénélux.

Les aquifères les plus importants sont abrités dans :

- ✓ la Formation des grès sableux de Mortinsart (Rhétien),
- ✓ la Formation des sables et grès-calcaires de Luxembourg,
- ✓ les calcaires grésilo-silteux d'Aubange et Messancy,
- ✓ les calcaires de Longwy et Mont-Saint-Martin.

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 sinémuriens de la Formation de Luxembourg, toutes les autres unités aquifères n'ont pas été suffisamment étudiées jusqu'à ce jour.

La Formation de Habay est caractérisée par un changement latéral du faciès allant des argiles imperméables aux conglomérats dolomitiques qui peuvent abriter localement des réservoirs aquifères intéressants. L'étendue de la Formation de Habay ne reflète pas celle du réservoir aquifère qu'elle loge. Celui-ci est limité par la formation schisteuse du massif paléozoïque à la base et par la Formation des marnes d'Attert au sommet. Cette dernière peut également renfermer exceptionnellement des corps aquifères de moindre importance dans les conglomérats et grès qui peuvent être présents.

Contrairement aux formations précitées, la Formation des grès sableux de Mortinsart renferme un réservoir aquifère continu sur toute l'étendue de cette formation qui s'amincit vers l'ouest pour disparaître sous forme d'un biseau au méridien des Bulles. La formation s'épaissit vers l'est et vers le sud avec une quinzaine de mètres en moyenne. L'aquifère de Mortinsart devient rapidement captif sous l'épaisse Formation marneuse imperméable de Jamoigne qui le sépare de l'aquifère des grès calcaires de Luxembourg.

L'aquifère de Mortinsart s'alimente essentiellement au niveau de sa zone d'affleurement située au nord et dans le nord-est de la Lorraine belge. Des échanges avec d'autres

aquifères par le biais de failles pourraient également compléter les apports. Vu sa moindre importance face à l'aquifère sinémurien de Luxembourg, l'aquifère de Mortinsart est très peu étudié. Pourtant l'aquifère captif du Rhétien suscite ces derniers temps beaucoup d'intérêts, tant au niveau public que privé (captage de la source "Volette" par la société Nestlé Waters Bénélux).

Les réservoirs aquifères les plus importants sont contenus dans la Formation des sables et grès-calcaires de Luxembourg. Dans la partie centrale de la Lorraine belge, la Formation de Luxembourg se scinde en plusieurs nappes aquifères superposées (Chevratte, Florenville, Orval et Virton) séparées par des niveaux marneux (Trite, Strassen et Posterie), plus ou moins épais, et appartenant à la Formation d'Arlon. Il est difficile cependant d'exclure des drainages localisés entre ces différents aquifères. Ceux-ci peuvent être rendus possibles par des phénomènes de karstification, par des accidents et/ou par des lacunes de sédimentation de certains niveaux marneux. Dans les parties est (à l'est de la faille d'Arlon-Wolkrange) et ouest ainsi que dans le sud de la Lorraine belge, les différentes nappes du Luxembourg se soudent en un seul aquifère. En terme hydrogéologique, le choix de la nomenclature des réservoirs aquifères contenus dans la Formation de Luxembourg a été basé sur ses membres qui renferment des nappes superposées. Dans le cas du Luxembourg indifférencié (absence d'intercalation marneuse), l'aquifère prend le nom du membre avec lequel il forme un équilibre piézométrique et une continuité géométrique. De manière générale, quand les passages marneux de la Formation d'Arlon disparaissent, le Luxembourg indifférencié forme une continuité avec le Membre de Florenville. Celui-ci constitue le plus grand réservoir aquifère de la Lorraine belge.

Deux nappes principales sont d'importance régionale, les autres sont d'une importance locale. Les plus importantes sont la nappe inférieure contenue dans les grès calcaires de Florenville et la nappe supérieure contenue dans les grès sableux d'Orval. L'aquifère des grès calcaires de Florenville, qui est le plus important, affleure sur une large bande sous forme de cuesta dite cuesta sinémurienne. Une partie de l'eau infiltrée au droit de cette zone d'alimentation est drainée vers le nord et alimente le bassin de la Semois. Le reste est drainé vers le sud et alimente le bassin de la Chiers. La ligne de partage des eaux se calque assez bien sur la crête, le long de la cuesta. L'aquifère des grès sableux d'Orval est limité à la base par les marnes de Strassen. Vu la discontinuité du membre, il est difficile de délimiter avec précision les contours de l'aquifère, notamment vers la partie nord-est et dans le sud de la Lorraine belge. Les niveaux aquifères contenus dans la Formation de Luxembourg deviennent rapidement captifs vers le sud sous les argilites et argilites silteuses d'Ethe, et souvent également sous les marnes d'Arlon.

Le faciès sableux et gréso-calcaire de Luxembourg présente une perméabilité de type mixte d'interstices et de fissures. Une forte dissolution des terrains sinémuriens peut provoquer localement des circulations de type pseudo-karstiques.

Les calcaires gréso-silteux d'Aubange et Messancy constituent, en Lorraine belge, un autre ensemble aquifère important séparé de celui du Luxembourg par l'importante Formation aquiclude d'Ethe. Les calcaires gréso-silteux, qui sont densément fracturés à l'affleurement, possèdent une bonne perméabilité de fissure. Le revers de la cuesta domérienne est entaillée par un réseau de ruisseaux qui sont jalonnés de sources drainant l'aquifère d'Aubange et Messancy au contact avec les argilites et argilites silteuses d'Ethe. Le long de la frontière franco-belge se dresse une remarquable cuesta, formée par les calcaires de Longwy et Mont-Saint-Martin, séparés des calcaires gréso-silteux par les argilites laminaires de la Formation de Grandcourt. Le contact de la nappe des calcaires avec les argilites et calcaires argileux sous-jacents a donné naissance à une série de sources sur le front abrupt de la cuesta.

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 (SWDE).

Le rendement des nappes aquifères dans le bassin Jurassique de la Gaume est parfois surestimé en regard de la superficie du bassin versant sensu stricto. Cette suralimentation peut s'expliquer par la géomorphologie en cuesta qui ménage des bassins hydrogéologiques plus étendus que les bassins hydrographiques proprement dits (SWDE).

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 par puits si l'on veut éviter le tarissement des sources sur lesquelles est basé l'essentiel du réseau public en lorraine belge.

4.2. Hydrogéologie de la carte Saint-Léger-Messancy, Musson-Le Fays et Houwald

Le tableau litho-stratigraphique de correspondance géologie-hydrogéologie (tableau 4.1) et la répartition des différentes formations sur la carte géologique levée par Belanger et al., (2002) montrent que les aquifères les plus importants au droit de la carte Saint-Léger-Messancy, Musson-Le Fays et Houwald sont contenus dans :

- ✓ les sables et grès calcaires de Luxembourg,
- ✓ les calcaires grésilo-silteux d'Aubange et Messancy,
- ✓ les calcaires de Longwy et Mont-Saint-Martin.

La séparation entre ces différents ensembles aquifères est assurée par les argilites et argilites silteuses de la Formation d'Ethé et les argilites laminaires de la Formation de Grandcourt. La présence de grandes failles peut toutefois créer des communications entre ces différents compartiments aquifères grâce à des axes préférentiels d'écoulement.

Ere	Système	Série	Etage	Formation	Membre	Lithostratigraphie	Abréviation	Faille d'Arlon-Wolkrange	
								W	E
Cénozoïque	Quaternaire					Alluvions modernes et anciennes	AMO	Hydrogéologie	Hydrogéologie
								Aquifère alluvial	Aquifère des alluvions
Mésozoïque	Jurassique	Dogger	Bajocien	Longwy		Bancs de calcaire jaune coquillier d'épaisseurs décimétriques à métriques	LGW	Aquifère de Longwy et Mont-Saint-Martin	Aquifère de Longwy et Mont-Saint-Martin
			Aalénien	Mont-Saint-Martin		Essentiellement représentée par l'oolithe ferrugineuse (minette), la formation contient aussi des silts sableux de couleur orangée et des bancs de calcaire	MSN		
			Toarcien	Grandcourt		Niveau de base représenté par une argile calcaire et bitumineuse laminaire. Le reste de la formation est composé d'argilites calcaires et de fines intercalations de grès calcaire	GRT	Aquiclude	Aquiclude
		Ottem					OTM		
		Pliensbachien	Domérien	Aubange		Complexe de roches grésocalcaires ferrugineuses et micacées, de silts brunâtres et d'argilites bleues. Présence de bancs de lumachelle et de conglomérat	AUB	Aquifère d'Aubange et Messancy	Aquifère d'Aubange et Messancy
				Messancy		Silts et argiles finement laminaires et micacés de couleur brunâtre à verdâtre	MES		
			Ethe		Argilites et argilites silteuses très finement micacées et marne (Schistes cartons)	ETH	Aquiclude	Aquiclude	
		Carixien	Arlon	Hondelange		Changement latéral de faciès: sablo-gréseux à sablo-marneux à l'ouest de la faille d'Arlon-Wolkrange, et plus marneux à l'est	HON	Aquifère de Virton	Aquitard d'Arlon et Hondelange
			Luxembourg	Virton		Roches principalement marseuses avec des proportions variables de sable, souvent décalcifiées à la surface	ARL		
		Sinémurien	Arlon	Posterie		Marnes légèrement sableuses gris bleu.	POS	Aquiclude	Aquifère de Florenville (Formation de Luxembourg)
			Luxembourg	Orval		Sables jaunes à roux, bancs de grès tendre, de grès calcaire et bancs de grès calcaire à lumachelle	ORV	Aquifère des grès sableux d'Orval	
			Arlon	Strassen		Marnes légèrement sableuses gris bleu.	STR	Aquiclude	
			Luxembourg	Florenville		alternance de bancs pluridécimétriques de grès calcaire et de lits de sable calcaire, jaune à orangé, à stratification croisée, parfois interrompue par des horizons de calcaire bioclastique	FLO	Aquifère des grès calcaires de Florenville	
						Marnes plus ou moins sableuses et bancs de calcaire argileux bioclastique légèrement gréseux.	JAM	Aquiclude des marnes de Jamoigne	
				Hettangien					

Tableau 4.1 : Tableau de correspondance géologie-hydrogéologie de la carte Saint-Léger-Messancy, Musson-Le Fays et Houwald

4.2.1. Description des principaux aquifères

➤ L'aquifère sinémurien

L'aquifère sinémurien est présenté par les faciès sableux et grésocalcaires de la Formation de Luxembourg. Il est limité à la base par les marnes de la Formation de Jamoigne et au sommet par les argilites et argilites silteuses de la Formation d'Ethe ou par les marnes de la Formation d'Arlon. Au droit de la carte Saint-Léger-Messancy, Musson-Le Fays et Houwald, le contexte hydrogéologique de l'aquifère sinémurien est très différent de part et d'autre de la faille d'Arlon-Wolkrange (tableau 4.1) :

- ✓ à l'ouest de la faille, la Formation de Luxembourg est subdivisée en trois niveaux aquifères (Florenville, Orval et Virton) séparés par les Membres marneux (Strassen et Posterie) de la Formation d'Arlon.
- ✓ à l'est de la faille Arlon-Wolkrange, les différents membres de la Formation de Luxembourg sont soudés pour former un seul grand aquifère coiffé de la Formation d'Arlon. Les membres de cette dernière sont également fusionnés en une seule unité considérée comme aquitard vue son mélange d'argile et de sable à l'est de la faille en question.

L'aquifère de Florenville : Le Membre de Florenville n'affleure que dans le fond de la vallée encaissée du ruisseau de la Rouge Eau. L'aquifère est fortement drainé à ce niveau pour alimenter le bassin versant du Ton. Les sables et grès calcaires de Florenville ont été notés également dans certains forages. Il s'agit, par exemple, du puits de reconnaissance « PR2³ » de la SWDE situé au NE de Wolkrange et du « AUBANGE FORAGE RECONNAISSANCE »⁴ situé à l'ouest d'Aubange dans la partie méridionale de la carte. Dans ce forage, qui fait 339 m de profondeur, la Formation de Luxembourg semble former un seul niveau aquifère sans intercalations marneuses.

La zone d'alimentation de la nappe de Florenville se situe en dehors de la carte. Cependant, dans la partie septentrionale de celle-ci, où la nappe est libre, il est vraisemblable qu'elle soit alimentée également par drainage des aquifères supérieurs. Il faut rappeler l'existence de nombreuses fracturations des terrains dans la région ainsi que la discontinuité sédimentaire des membres marneux de la Formation d'Arlon. Par contre, hormis à l'extrême nord de la carte, c'est plutôt la nappe de Florenville qui devrait alimenter les nappes supérieures compte tenu de son caractère captif.

L'aquifère de Florenville, qui est une nappe à la fois de fissures et de pores, possède une capacité d'emmagasinement généralement importante et une grande perméabilité (10^{-4} à 10^{-3} m/s).

L'aquifère d'Orval et de Virton: L'aquifère des grès sableux d'Orval est limité à la base par les marnes de Strassen qui le sépare de l'aquifère de Florenville. Or comme la zone d'affleurement du Membre de Strassen est très limitée au droit de la carte, il est très difficile de délimiter avec précision l'étendue de l'aquifère d'Orval. Géométriquement, Il est très probable que le Membre de Strassen soit discontinu puisqu'il affleure dans la vallée de la Rouge Eau mais pas dans la vallée du Ton (figure 4.1). Cette discontinuité suppose un équilibre, local dans la vallée du Ton, entre la nappe inférieure contenue dans les grès calcaires de Florenville et la nappe supérieure contenue dans les sables et grès d'Orval.

³ X = 254663 et Y = 38027

⁴ X = 252439 et Y = 29126

Par ailleurs, à l'ouest de la faille d'Arlon, aucune source n'est notée au niveau du contact entre le Membre d'Hondelange et le Membre d'Orval. Ces deux membres peuvent donc être groupés pour former un seul aquifère. Cependant, vu que les teneurs en argiles sont plus élevées dans le Membre de Hondelange, celui-ci est considéré comme un aquitard et il est différencié de l'aquifère d'Orval sur la carte hydrogéologique.

La nappe contenue dans les sables et grès d'Orval est alimentée en grande partie par les précipitations dans sa zone d'affleurement relativement étendue sur la carte. Elle est drainée, d'une part, par le ruisseau de la Rouge Eau via une série de sources au contact des marnes de Strassen et d'autre part, par le Ton dont le niveau est en équilibre avec le niveau de la nappe.

La nappe qui est logée dans les sables et grès de Virton est limitée à la base par les sables argileux du Membre de la Posterie. Ceux-ci affleurent sous forme d'une fine bande dans la vallée de Lagland, dans la vallée de la Rouge Eau et dans la vallée du Ton. Par contre, il est difficile de déterminer avec précision leur étendue à l'ouest du méridien de Saint-Léger. La nappe des sables et grès de Virton est séparée de l'aquitard de Hondelange par une fine couche marneuse (couche de Robelmont) d'après les descriptions de récents forages de puits de reconnaissance de la SWDE dans la région de Wolkrange (SWDE, Rapport 128). L'aquitard de Hondelange est limité au sommet par les argilites et argilites silteuses de la Formation d'Ethe.

L'aquifère de Virton est alimenté par les précipitations dans sa zone d'affleurement au nord-ouest de la carte. Au contact avec les marnes de la Posterie, la nappe donne naissance à de nombreuses sources alimentant respectivement le ruisseau de Lagland, la Rouge Eau et le Ton.

Le manque crucial de forages de reconnaissance et de piézomètres rend très difficile l'interprétation du système aquifère du revers de la cuesta sinémurienne sur la partie nord-ouest de la carte.

➤ **L'aquifère d'Aubange et Messancy**

Rappelons que la Formation de Messancy est composée principalement de siltites nettement plus grossières que les argilites et argilites silteuses de la Formation d'Ethe sous-jacente. Par contre, la Formation d'Aubange, sus-jacente est constituée de grès tendres et de grès calcaires. L'absence de niveau de sources au contact des deux formations suggère une continuité hydraulique entre les deux niveaux. Ainsi, leur regroupement forme l'aquifère d'Aubange et Messancy.

La base de l'aquifère des calcaires grésos-silteux d'Aubange et Messancy est constituée par la Formation d'Ethe. Hormis sa surface d'affleurement, le toit de l'aquifère est formé par les argilites laminaires et calcaires argileux de la Formation de Grandcourt. L'épaisseur de l'aquifère peut atteindre une centaine de mètre au droit de la carte Saint-Léger-Messancy, Musson-Le Fays et Houwald.

La cuesta domérienne qui constitue la zone d'alimentation de l'aquifère d'Aubange et Messancy, occupe plus de la moitié de la région couverte par la carte. La nappe est fortement drainée, d'une part par une multitude de cours d'eau qui entaillent profondément le revers de la cuesta, et d'autre part par les nombreuses sources qui suintent au contact de la Formation de Messancy avec la Formation d'Ethe, notamment sur le front de la cuesta.

La nappe est libre sur toute sa zone d'affleurement mais elle devient rapidement captive sous la Formation de Grandcourt. Les Formations d'Aubange et Messancy, qui sont

fortement fissurées, possèdent une perméabilité de type mixte (porosité de fissures et d'interstices). Ces fractures favorisent, par ailleurs, des axes préférentiels d'écoulement et les grandes failles peuvent même créer des communications avec d'autres niveaux aquifères si le matériel de remplissage est suffisamment perméable (sables par exemple).

➤ **L'aquifère de Longwy et Mont-Saint-Martin**

La Formation de Mont-Saint-Martin qui est constituée d'une alternance de calcaires et de marnes, et la Formation de Longwy qui est essentiellement calcaire, sont groupées en une seule unité aquifère. C'est l'aquifère de Longwy et Mont-Saint-Martin qui peut atteindre 80 m d'épaisseur. Il est limité à sa base par les argilites et calcaires argileux de la Formation de Grandcourt.

Le calcaire affleure sur une petite bande boisée le long de la frontière franco-belge (cuesta bajocienne). L'aquifère est drainé par une série de sources au contact avec les argilites et calcaires argileux de Grandcourt sur le front très raide de la cuesta. Sur le revers de celle-ci, la nappe est drainée vers la France.

La nappe contenue dans les calcaires de Longwy et Mont-Saint-Martin est libre au droit de la carte.

4.2.2. Phénomènes particuliers : La karstification des grès calcaires de Luxembourg et des calcaires de Longwy

La morphologie karstique est limitée, dans les grès calcaires du Sinémurien, à la présence de pseudo-résurgences reliées à des axes d'écoulement préférentiels favorisés par les nombreuses fracturations des roches à ciment calcaire. Ceci est dû aux faibles épaisseurs des bancs de grès calcaires et à l'extrême impureté de ces roches.

Par contre, dans la Formation de Longwy, qui est riche en calcaire, le phénomène karstique est relativement plus développé (Belanger et al, 2002). Des cavités, où l'on a autrefois exploité le fer fort, sont issues de l'élargissement par les eaux d'infiltration des failles et des diaclases des roches calcaires.

4.2.3. Ressources en eaux souterraines de la Formation de Luxembourg - Etudes hydrologiques

Cette section fait référence à deux études des ressources en eaux souterraines du sud de la province de Luxembourg qui ont été commandées par la Région wallonne et réalisées à la FUL (Debbaut et al. 1988, Masson et al. 1993). Concernant la carte Saint-Léger-Messancy, Musson-Le Fays et Houwald, l'aspect hydrologique de ces études a été porté sur le bassin du Ton et celui de la Messancy sur lesquels a été installé une série de stations limnimétriques.

Avant d'entamer cette section, il est bon de rappeler quelques notions :

Coefficient de tarissement : La phase de tarissement a lieu en absence de précipitation, après une phase de crue. Le débit, assuré exclusivement par la vidange de la nappe aquifère, décroît exponentiellement et de plus en plus lentement. Cette décroissance des débits est fonction du coefficient de tarissement (α). Celui-ci est caractéristique du volume aquifère considéré. Il peut être déterminé par différentes méthodes mais c'est la loi de Maillet (Castany, 1967) qui est la plus utilisée :

$$Q = Q_0 \cdot e^{-\alpha \cdot t}$$

Avec

α coefficient de tarissement (j^{-1}),
 Q débit d'étiage au temps t [m^3/s],
 Q_0 débit initial au temps t_0 [m^3/s],

Le coefficient de tarissement peut être obtenu graphiquement sur des hydrogrammes portant en abscisse le temps et en ordonnée le logarithme des débits. La courbe de tarissement exprime une fonction exponentielle décroissante :

$$\text{Log } Q = \text{log } Q_0 - \alpha \cdot \text{log } e(t-t_0)$$

Volume des réserves : Le volume des réserves d'un bassin ou d'un aquifère est donné par l'intégration de la courbe de tarissement de l'instant t_0 jusqu'à l'infini :

$$Vr = \int_0^{\infty} Q_0 \cdot e^{-\alpha t} \cdot dt = Q_0 \left[-\frac{1}{\alpha} \cdot e^{-\alpha t} \right]_0^{\infty} = \frac{Q_0}{\alpha}$$

La variation du volume des réserves est la différence de volume des réserves entre le début et la fin d'une année hydrologique.

➤ Le Ton

✓ Le cadre hydrogéologique

Les sources du Ton se situent au nord et à l'est de Châtillon. Elles apparaissent au niveau d'horizons marneux de la Posterie anciennement repris par Mergen sous l'appellation "Marnes de Robelmont" (Mergen 1985). Les divers petits ruisseaux qui entaillent les sables et les grès du Membre de Virton se regroupent à l'ouest de Châtillon pour former le Ton qui poursuit son parcours sur les grès sableux d'Orval. Comme le montre la figure 4.1, le Ton doit être alimenté par les aquifères de Virton, d'Orval et de Florenville.

Bassin du Ton

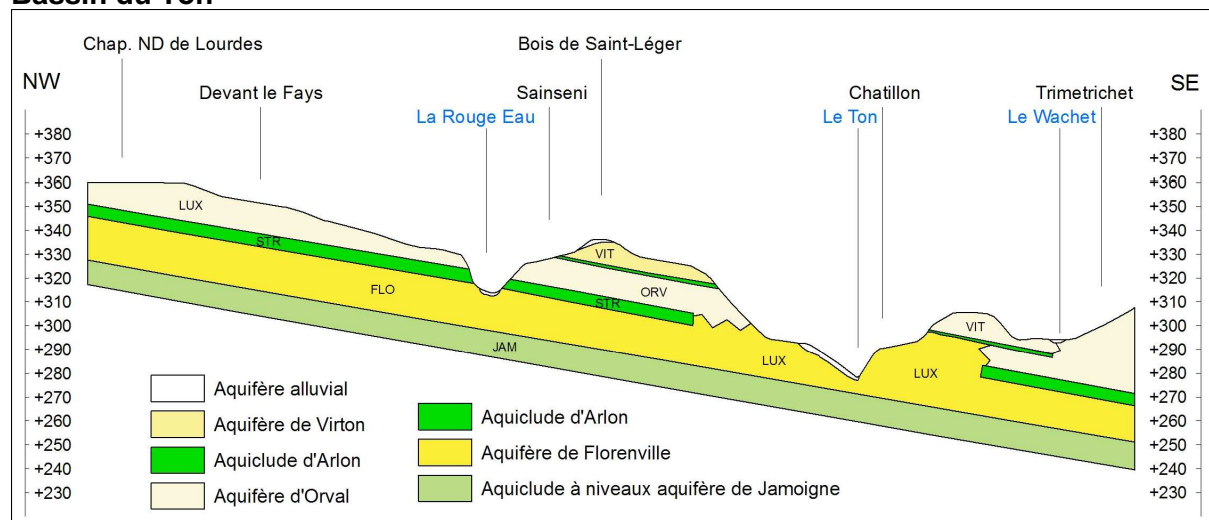


Figure 4.1 : Coupe hydrogéologique traversant la vallée du Ton, tracée d'après la coupe géologique (Belanger et al., 2002)

✓ **La station de mesures**

La station de mesures, située à la limite ouest de la carte (X = 241530, Y = 31697), se compose d'une section bétonnée, équipée d'une échelle limnimétrique.

✓ **Le coefficient de tarissement**

Cinq phases de tarissement principales ont pu être dégagées. Les coefficients déduits sont présentés au tableau 4.2. Notons que le débit maximum est de 1.930 l/s, et le débit minimum est de 332 l/s.

TARISSEMENT N°	DU	AU	VALEUR DU COEFFICIENT, j⁻¹
1	04.04.86	31.07.86	0,003
2	06.11.86	07.01.87	0,0037
3	14.08.87	30.09.87	0,003
4	22.03.88	13.06.88	0,0049
5	15.07.88	15.09.88	0,0066

Tableau 4.2 : Coefficients de tarissement pour le ruisseau du Ton

De 1986 à 1987, les valeurs des coefficients oscillent entre 0,0030 j⁻¹ et 0,0037 j⁻¹ avec une moyenne calculée équivalente à 0,0032 j⁻¹. Les valeurs plus élevées obtenues pendant l'année 1988 semblent liées à une remontée du niveau de l'aquifère qui atteint des horizons plus fissurés dont l'eau s'évacue plus rapidement. Notons que de mi-août à mi-septembre, le coefficient se rapproche de la valeur moyenne définie ci-dessus soit 0,0032 j⁻¹. Le coefficient peut témoigner de la vidange qui s'opère essentiellement par la nappe contenue au sein des grès d'Orval et dans une moindre mesure par celle présente dans les grès de Florenville.

✓ **Le volume des réserves**

Les volumes des réserves minimum et maximum ont été estimés sur base des débits extrêmes en période de tarissement. Ces volumes valent respectivement 413,8 mm soit 8.974.796 m³ pour un débit égal à 332 l/s le 18.02.86 et 968,7 mm; soit 8.974.776 m³; pour un débit égal à 778 l/s le 22.03.88. Signalons toutefois que ce dernier est équivalent à 539 l/s (avril 1986) durant les années 85, 86 et 87 et ramène le volume des réserves à 14.552.962 m³ (670,9 mm). Le rapport du débit de crue au débit en étiage vaut 5,8.

➤ **Le ruisseau de la Rouge Eau (affluent du Ton)**

✓ **Le cadre hydrogéologique**

Le ruisseau de la Rouge Eau prend sa source au nord-ouest de Châtillon. Il est alimenté successivement par la nappe contenue dans les sables et grès de Virton et les grès d'Orval avec laquelle il est en équilibre. Après avoir parcouru environ 250 m, son thalweg s'installe dans les marnes de Strassen. Le contact entre ces dernières et les grès d'Orval qui les surmontent est jalonné de nombreuses sources qui provoquent une augmentation substantielle du débit du ruisseau. La section de contrôle du "passage à gué" a permis de les quantifier régulièrement. Le ruisseau s'enfonce par la suite pour traverser l'aquifère des grès calcaires de Florenville sur toute son épaisseur.

✓ Les stations de mesures

Les deux stations de mesures qui ont été installées sur le ruisseau de la Rouge Eau sont munies d'un déversoir de type "Parshall". Chacun d'eux est adapté à la gamme des débits qui les traversent. Ainsi, d'amont en aval, ceux-ci sont obtenus à partir des relations suivantes:

Source: $Q = 2,06 H^{1,58}$ (ft³/s)

Passage à gué: $Q = 3,07 H^{1,53}$ (ft³/s)

La superficie du bassin à la source et au passage à gué vaut respectivement : 0,84 km² et 3,34 km².

✓ Les coefficients de tarissement

- A la Source

Quatre périodes de tarissement ont pu être distinguées, avec une moyenne de 0,0046 j⁻¹ (tableau 4.3). Les débits enregistrés oscillent entre un minimum de 1,3 l/s et un maximum de 9,2 l/s.

TARISSEMENT N°	DU	AU	VALEUR DU COEFFICIENT
1	14.06.85	14.08.85	0,0033
2	07.05.86	11.09.86	0,0046
3	27.02.87	25.05.87	0,0038
4	12.02.88	17.08.88	0,0060

Tableau 4.3 : Coefficient de tarissement pour le ruisseau de la Rouge Eau à la source

- Au passage à gué

Deux tendances sont à distinguer lors de la vidange de l'aquifère. La première se caractérise par des coefficients de l'ordre de 10⁻² j⁻¹ (tableau 4.4), qui témoignent d'une vidange relativement rapide associée aux horizons superficiels et directement consécutive à leur recharge. La seconde montre des valeurs voisines de 5.10⁻³ à 7.10⁻³ j⁻¹ et représentatives d'une vidange plus lente de l'aquifère contenu dans les niveaux plus profonds. Les débits maximum et minimum observés sont respectivement de 114,5 l/s et de 18,3 l/s.

TARISSEMENT N°	DU	AU	VALEUR DU COEFFICIENT
1	06.12.84	24.01.85	0,0051
2	19.04.85	25.10.85	0,0041
2a	14.04.85	09.05.85	0,0153
2b	23.05.85	20.06.85	0,0103
2c	09.08.85	26.09.85	0,0107
3	30.01.86	17.03.86	0,0067
4	25.04.86	01.08.86	0,0085
5	15.01.81	18.02.87	0,009
6	16.07.87	04.09.87	0,0062
7	11.03.88	17.08.88	0,0063

Tableau 4.4 : Coefficient de tarissement pour le ruisseau de la Rouge Eau au passage à gué.

✓ **Les volumes des réserves**

Comme les informations piézométriques manquaient dans cette région lors de l'étude qui a eu lieu en 1993 (Masson et al. 1993), les volumes des réserves ont été estimés à partir des débits extrêmes en période de tarissement.

- A la source

Le débit minimum observé valant 1,3 l/s (27.10.88), le volume des réserves minimum est égal à 29,1 mm soit 24.417 m³. Quant au volume des réserves maximum, il vaut 190,1 mm (soit 159 684 m³) pour un débit égal à 8,5 l/s les 12.02.88, 18.02.88, 11.03.88 et 22.03.88. Le rapport du débit de crue au débit à l'étiage vaut 7,1.

- Au passage à gué

Le débit minimum fut atteint le 09.10.86 et le 07.11.86. Il vaut 18,3 l/s et est équivalent à un volume des réserves minimum de 68,6 mm, soit 229.148 m³. Le débit d'étiage le plus élevé fut observé lors de la dernière phase de tarissement. Il est égal à 102,8 l/s et correspond à un volume des réserves maximum de 385,4 mm soit 1.287.235 m³. Le rapport du débit de crue au débit à l'étiage vaut 6,3.

✓ **Conclusions sur le bassin du Ton**

Les sous-bassins du Ton, développés en partie ou en totalité dans les faciès sablo-gréseux du Sinémurien sont caractérisés par:

- des coefficients de tarissement bas, impliquant une vidange lente des aquifères
- des volumes de réserves mobilisables élevés: mis à part de petits sous-bassins comme celui de la source de la Rouge Eau, les réserves sont généralement de 100 à 200 mm pour les parties amont alimentées par les grés d'Orval et augmentent quand les grés de Florenville sont recoupés, pouvant atteindre 650 mm.
- des bilans excédentaires pour tous les cours d'eau importants. Les excédents proviennent des déficits observés dans le bassin de la Semois.

Bassin de la Messancy

Le bassin de la Messancy, affluent de la Chiers, couvre une superficie qui s'étend depuis le sud d'Arlon jusqu'aux frontières grand-ducales et françaises. En amont, les bassins des cours d'eau qui se jettent dans cette rivière comprennent principalement d'une part, les argiles et sables de Hondelange du Carixien et d'autre part, les argilites et argilites silteuses d'Éthe du Domérien. En aval, la rivière traverse les formations du Lias supérieur jusqu'à sa confluence avec la Chiers.

➤ **Le ruisseau d'Odenbach**

✓ **Le cadre hydrogéologique**

Le bassin du ruisseau d'Odenbach s'étend depuis le Hirzenberg (hors de la carte) jusqu'à Wolkrange et comprend le village de Toernich. Les sources qui alimentent les petits cours d'eau apparaissent sur les flancs sud et ouest du Hirzenberg. Elles émergent probablement de la nappe superficielle contenue dans la nappe détritique du Hirzenberg (cf. carte d'Habay-

Arlon). Les ruisseaux ainsi formés traversent les argilites et argilites silteuses d'Etthe et s'écoulent ensuite sur les argiles et sables d'Hondelange.

✓ **La station de mesures**

La station de mesures qui a été mise en service à la fin du mois d'octobre 1985 était équipée d'une échelle limnimétrique.

✓ **Le coefficient de tarissement**

Quatre périodes de tarissement ont été clairement identifiées. Trois d'entre elles (tarissements 1, 2 et 4) ont fourni des coefficients forts semblables (tableau 4.5).

TARISSEMENT N°	DU	AU	VALEUR DU COEFFICIENT
1	04.04.86	01.08.86	0,0187
2	13.11.87	29.12.87	0,0193
3	29.01.88	17.05.88	0,0253
4	01.08.88	14.09.88	0,0182

Tableau 4.5 : Coefficients de tarissement pour le ruisseau d'Odenbach

L'évolution des débits indique que le cours d'eau est très sensible aux précipitations et que la quantité d'eau ruisselée doit être abondante (cf. Masson et al. 1993).

✓ **Le volume des réserves**

Les volumes des réserves minimum et maximum ont été estimés à partir des profils piézométriques au droit d'un puits situé sur son bassin hydrographique qui a été foré dans les faciès aquifères du Membre de Virton (hors de la carte). Ceux-ci valent respectivement 21,4 mm soit 128.445 m³ pour un débit égal à 27,8 l/s le 26.11.85 et le 01.08.86 et 171,1 mm soit 1.028.021 m³ pour un débit égal à 222,5 l/s. Enfin, le rapport du débit de crue au débit en étiage vaut 64,9.

Le bassin du ruisseau d'Odenbach contient donc des réserves très faibles (21,4 mm en étiage) dont la vidange est rapide ($\alpha = 0,0187 \text{ j}^{-1}$). Il est également caractérisé par une faible capacité d'absorption et un ruissellement important. L'aquifère situé dans les sables et grès de Virton ne semble alimenter le cours d'eau qu'en fond de vallée.

➤ **Le ruisseau du Dauschenborn**

✓ **Le cadre hydrogéologique**

Le bassin du ruisseau du Dauschenborn occupe la partie orientale du bassin amont de la Messancy. Au droit de la station de mesures, les débits enregistrés proviennent de deux cours d'eau qui se réunissent un peu au nord-est de Wolkrange. Les sous-bassins qu'ils définissent sont séparés par la faille d'Arlon.

La branche occidentale recueille les eaux issues des sources qui apparaissent sur les flancs sud et Est du Hirzenberg, autour du village de Sesselich (hors de la carte). Le ruisseau devient intermittent lorsqu'il entaille le sommet des faciès argileux et sableux de Hondelange.

Le ruisseau qui occupe la vallée orientale du bassin trouve son origine directement au sein de ces horizons et s'y installe jusqu'à la confluence et de cette dernière jusqu'à l'exutoire.

✓ **La station de mesures**

La station de mesures, composée d'une échelle limnimétrique, a été implantée à l'amont d'un seuil déversant naturel. Les hauteurs d'eau qui y ont été mesurées sont liées aux débits par la relation suivante: $Q = 1,68 H^{1,54}$ (l/s). Le bassin occupe une superficie égale à 6,06 km².

✓ **Le coefficient de tarissement**

Les coefficients de tarissement qui ont été mis en évidence sont pour la plupart voisins de 0,043 j⁻¹ (tarissement 1, 2, 4, 5, 7 et 8) (tableau 4.6). Cette valeur moyenne relativement élevée témoigne de l'importance du ruissellement et de la vidange des nappes localisées dans les terrains superficiels. Deux coefficients (tarissements 3 et 9) semblent caractériser la nappe contenue dans les argiles et sables de Hondelange. Leur occurrence coïncide avec l'absence d'eau utile. La valeur 0,0070 j⁻¹, proche des deux coefficients, a été retenue.

TARISSEMENT N°	DU	AU	VALEUR DU COEFFICIENT
1	20.01.86	26.02.86	0,0414
2	22.04.86	29.05.86	0,0391
3	18.06.86	14.08.86	0,0071
4	18.09.86	16.10.86	0,0299
5	31.12.86	04.02.87	0,0276
6	27.02.87	11.03.87	0,1543
7	09.04.87	30.04.87	0,0691
8	30.07.88	14.08.87	0,0507
9	04.07.88	04.11.88	0,0068

Tableau 4.6 : Coefficients de tarissement pour le ruisseau du Dauschenborn

✓ **Le volume des réserves**

Le volume des réserves minimum et maximum a été estimé au moyen d'un profil piézométrique d'un puits situé sur le bassin versant. Il a été constaté que la nappe de Virton-Hondelange semble effectivement contribuer de manière prépondérante au débit du ruisseau en période d'étiage.

Les débits minimum et maximum correspondant aux cotes extrêmes du niveau de l'aquifère sont 34,6 l/s et 129,5 l/s. Ils fournissent des volumes respectivement équivalents à 70,5 mm soit 427 063 m³ et 263,8 mm soit 1.598.400 m³. Enfin, le rapport du débit de crue au débit en étiage vaut 17,9.

Le bassin du Dauschenborn contient des réserves assez médiocres (inférieure à 100 mm en étiage). Près de Sesselich, la nappe qui alimente les sources est localisée dans l'aquifère détritique du Hirzenberg situé hors de la carte (cf. carte de Habay-la-Neuve – Arlon, 68/7-8). Plus au sud, l'aquifère contenu dans les horizons sablo-gréseux de Virton et de Hondelange contribue au débit des cours d'eau en s'y vidangeant relativement rapidement ($\alpha = 0,0070$ j⁻¹).

✓ **Conclusions sur le bassin de Messancy**

Deux nappes sont à l'origine des sources du bassin de la Messancy. La première, se trouve dans les dépôts superficiels qui constituent la "calotte" du Hirzenberg culminant au sud-ouest

d'Arlon. Les débits des cours d'eau qui en proviennent sont limités. La seconde, située au sein des faciès sablo-gréseux de Virton-Hondelange (Virton affleure uniquement en fond de vallée) se vidange rapidement comme en témoigne le coefficient estimé à $0,0070 \text{ j}^{-1}$. Les bilans sont déficitaires et les volumes d'eau perdus demeurent confinés dans l'aquifère ou gagne la nappe sous-jacente par l'intermédiaire des zones plus fracturées (faille d'Arlon, faille de Toernich).

4.2.4. Piézométrie

Seule la carte piézométrique de la nappe d'Aubange et Messancy est tracée sur la feuille de Saint Léger-Messancy, Musson-Le Fays et Houwald. Ce choix est fondé principalement sur (1) la disponibilité des données piézométriques relatives à cette nappe et (2) sur le fait que l'aquifère est sollicité par de nombreux captages des sociétés publiques de distribution d'eau et par des particuliers. Une série de cotes piézométriques ponctuelles de l'aquifère de Florenville, d'Orval et de Virton sont indiquées sur la carte, avec les dates respectives des mesures.

Le tracé de cette carte a été réalisé sur base des données piézométriques récentes récoltées pendant la tournée piézométrique de la période des basses eaux qui a eu lieu au mois de novembre 2003. Une autre partie des données, pour la même période, a été fournie par la SWDE concernant les piézomètres installés autour des captages de la Société Wallonne Des Eaux dans la région de Wolkrange et dans la région d'Aubange. D'autres données ont été communiquées directement par la Région wallonne.

Sur 317 points recensés sur la carte de Saint-Léger-Messancy, Musson-Le Fays et Houwald, 136 ouvrages, dont la plupart sont des puits exploités, sollicitent la nappe des calcaires grésosilteux d'Aubange et Messancy.

Par ailleurs, les calcaires grésosilteux d'Aubange et Messancy sont entaillés par plusieurs cours d'eau qui rabattent la surface piézométrique permettant une meilleure évaluation des niveaux de la nappe au voisinage de ces cours d'eau. La carte piézométrique est donc tracée en tenant compte des niveaux d'une série de sources drainant la nappe des calcaires grésosilteux, des niveaux de certains cours d'eaux et des niveaux de la nappe dans les puits et piézomètres en novembre 2003.

La carte piézométrique a été reportée sur fond topographique au 1/25 000 pour l'aquifère d'Aubange et Messancy et symbolisée par les isopièzes (en rouge) avec indication de la cote (en m) par rapport au niveau de la mer et du sens probable de l'écoulement dans la nappe. Celui-ci est dirigé, de manière générale, vers le sud suivant le pendage des couches pour alimenter le réseau hydrographique de la Chiers. Ce sens doit être pris, toutefois, avec beaucoup de précaution vu que les calcaires grésosilteux sont fortement affectés de fractures favorisant des axes préférentiels d'écoulement. Les isopièzes sont également déformées par le rabattement de la nappe par certains cours d'eaux.

Les fluctuations annuelles et saisonnières des niveaux piézométriques des principaux aquifères présents sur la carte Saint-Léger-Messancy, Musson-Le Fays et Houwald ont été suivies.

✓ Aquifère des sables et grès calcaires de Florenville

Le piézomètre dénommé « *Hondelange-Limnigraphie* », implanté au sud de Hondelange à l'est de la Faille d'Arlon-Wolkrange (X = 256370, Y = 36000), sollicite l'aquifère de Luxembourg indifférencié. Celui-ci forme une continuité géométrique et piézométrique avec les grès calcaires de Florenville. Une mesure mensuelle du niveau de la nappe est prise

automatiquement depuis février 1993. La figure 4.2 montre l'évolution des niveaux piézométriques jusqu'à février 2003.

Hondelange-limnigraphe: Aquifère de Florenville

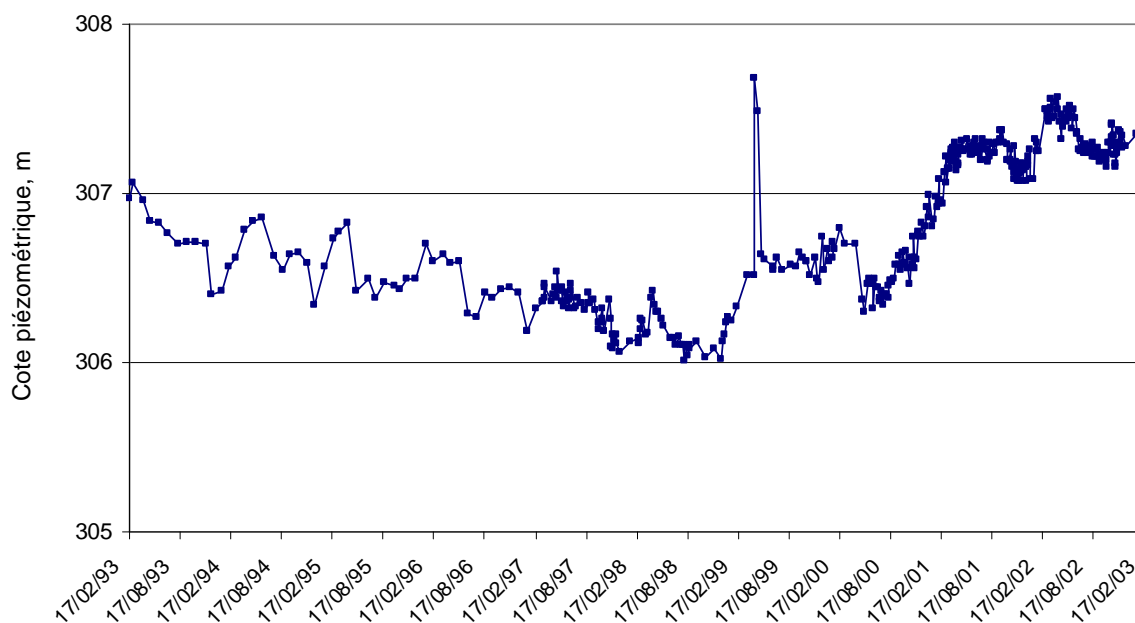


Figure 4.2 : Evolution des niveaux piézométriques de l'aquifère des grès calcaires de Florenville.

Les fluctuations du cycle annuel des niveaux piézométriques de la nappe des grès calcaires de Florenville sont relativement très faibles au droit du piézomètre « *Hondelange-Limnigraphe* ». Il se dégage toutefois, à l'échelle pluriannuelle, une faible tendance décroissante depuis 1993 jusqu'à 1998 avec une diminution progressive de 1 m sur les 5 ans. A partir de 1999, la tendance s'est inversée avec une nette augmentation des cotes piézométriques qui dépasse 1 m et qui continue encore jusqu'en 2003.

✓ Aquifère des sables et grès calcaires d'Orval

Le piézomètre dénommé « *Gaume* » est situé au sud-est de Saint-Léger à 500 m du Ton (X = 244090, Y = 33998). Les cotes piézométriques enregistrées à ce niveau reflètent le niveau de la nappe des sables et grès calcaires d'Orval. Une mesure du niveau de la nappe d'Orval est notée mensuellement depuis avril 1989 au droit de ce piézomètre. La figure 4.3 montre ces fluctuations piézométriques jusqu'à février 2003.

Gaume: Aquifère d'Orval

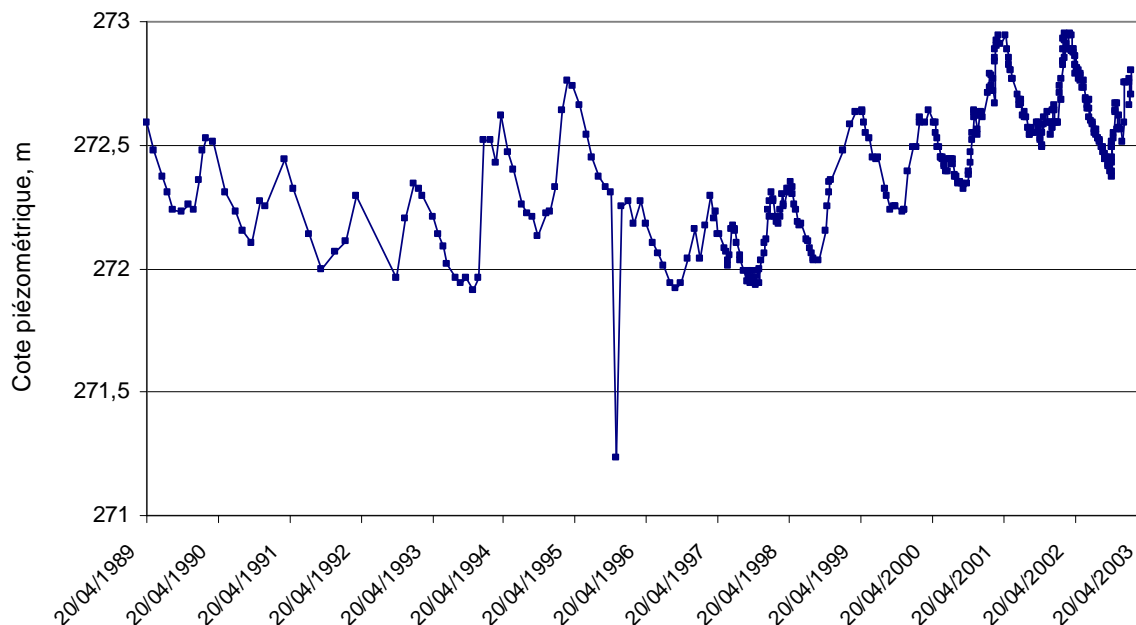


Figure 4.3 : Variations annuelles des niveaux piézométriques de l'aquifère d'Orval

Le niveau de la nappe des sables et grès d'Orval est relativement constant dans le piézomètre-Gaume durant ces 14 dernières années. Il est important de souligner, toutefois, une légère tendance croissante du niveau piézométriques depuis 1999 exactement comme dans le cas de l'aquifères de Florenville.

Les variations saisonnières, bien que faibles, qui ne dépassant pas 1 m, montrent bien que la période des hautes eaux se situe durant le printemps aux environs du mois de mai. La période des basses eaux se situe durant les mois d'octobre et novembre (figure 4.4).

Gaume: Aquifère d'Orval

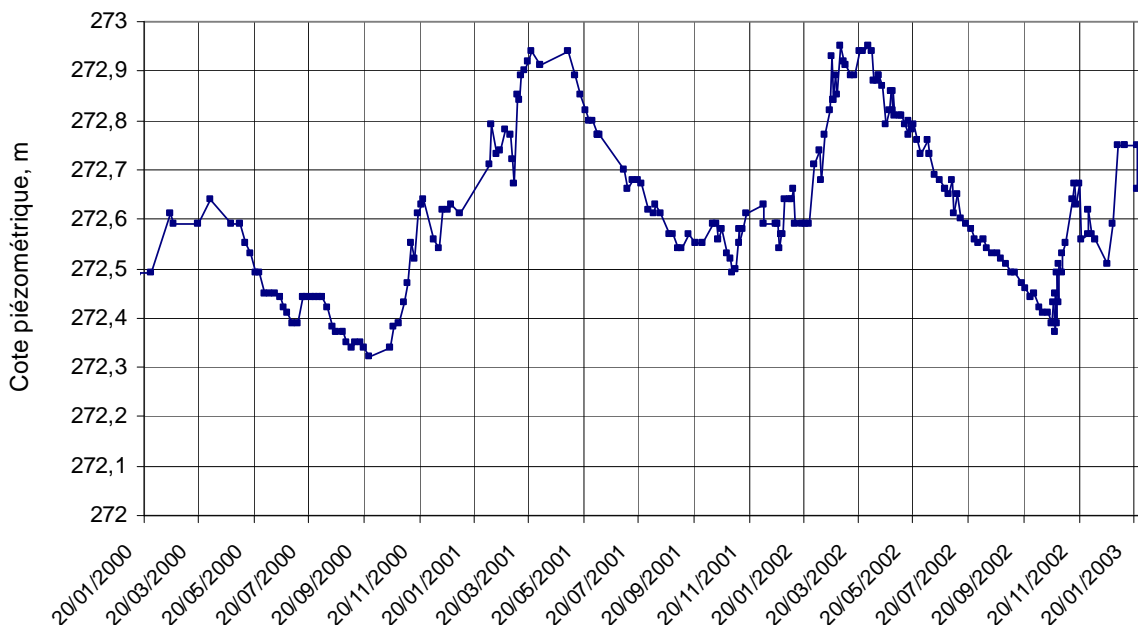


Figure 4.4 : Variations saisonnières des niveaux piézométriques de l'aquifère d'Orval

✓ Aquifère de Longwy et Mont-Saint-Martin

La figure 4.5 montre les enregistrements des cotes piézométriques de la nappe des calcaires de Longwy et Mont-Saint-Martin au droit du piézomètre dénommé: F2. Celui-ci fait 34,7 m de profondeur et il est situé sur la cuesta bajocienne au sud de Musson (X = 246758, Y = 27115). Les mesures disponibles couvrent une période allant de 1996 jusqu'à 2003 avec une suspension de mesure durant toute la période entre 1997 et 2003. Une nette diminution peut être notée suite à la mise en service d'un captage par drains rayonnants qui a modifié la piézométrie locale, comme le témoigne bien la figure 4.6.

F3: Aquifère bajocien

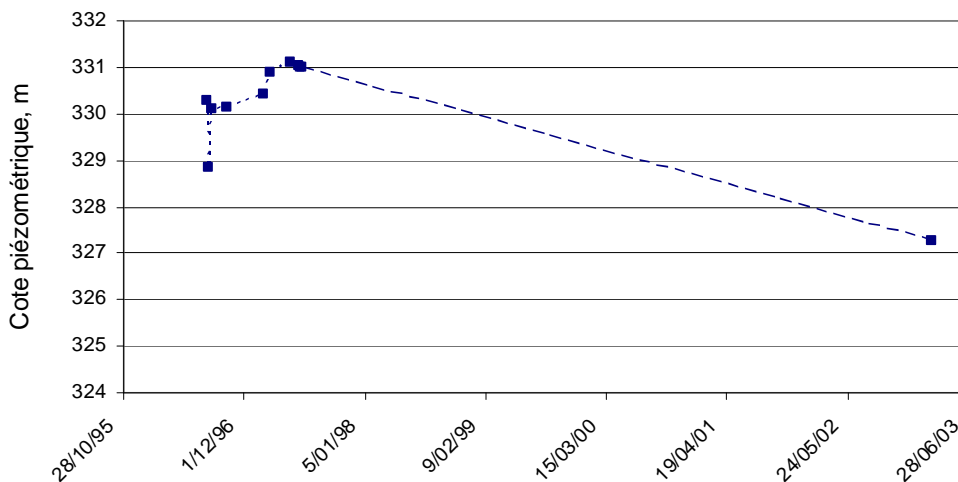


Figure 4.5 : Variations annuelles des niveaux piézométriques de l'aquifère de Longwy et Mont-Saint-Martin

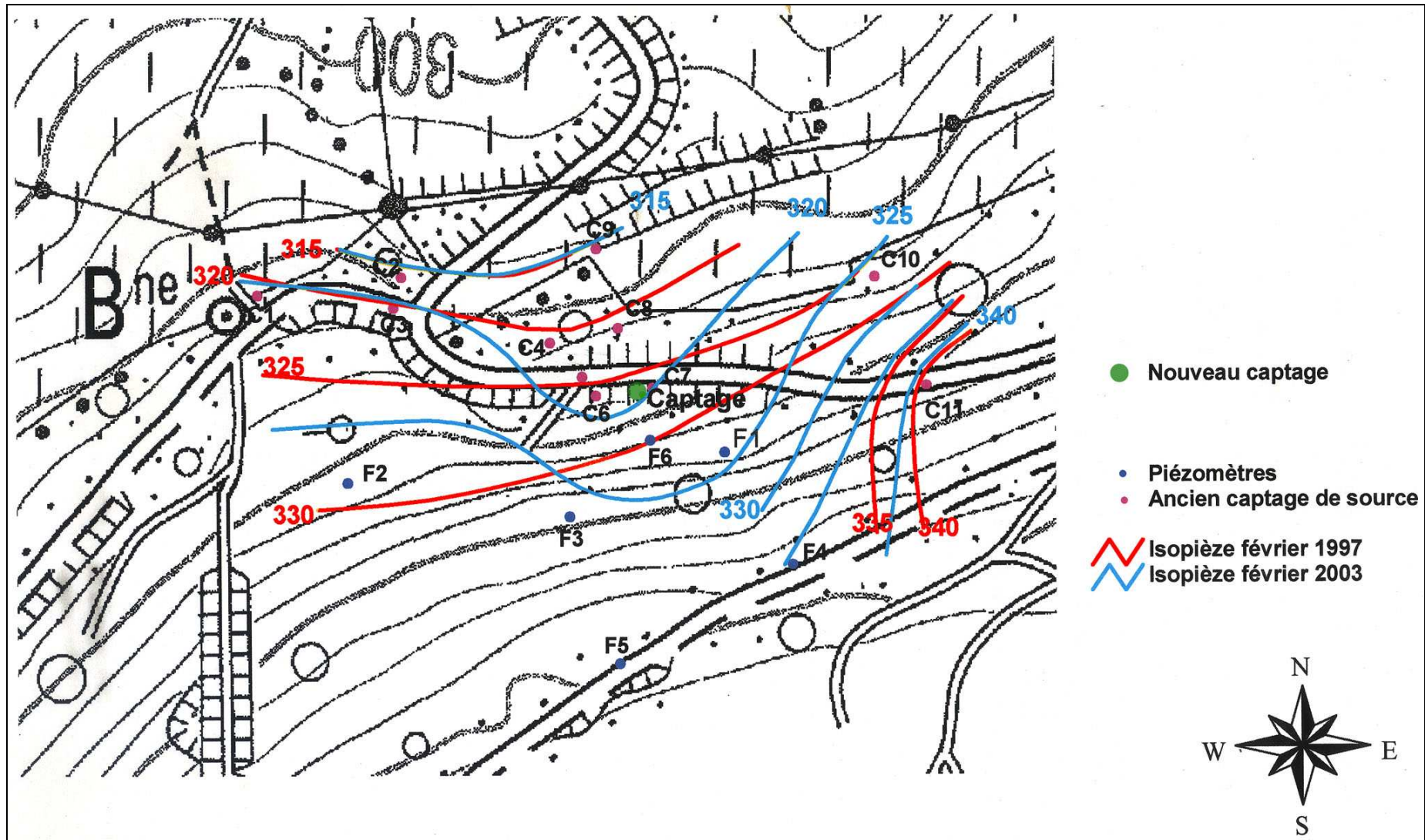


Figure 4.6 : Piézométrie avant et après réalisation du captage (V. Debbaut, 2003)

5. Cadre hydrochimique

5.1. Caractérisations hydrochimiques des eaux

Aucune campagne de prélèvement chimique n'a été organisée dans le cadre de la réalisation des cartes hydrogéologiques. Ce point reprend et traite des données existantes les plus récentes, dont une bonne partie est disponible dans des rapports d'études réalisées à la FUL. La plupart des autres données hydrochimiques ont été fournies essentiellement par la Région wallonne, la SWDE et par Nestlé Waters Bénélux. Les points où une analyse chimique a été réalisée et est disponible, ont été reportés sur la carte thématique au 1/50.000 «**Carte des informations complémentaires et des caractères des nappes**». Pour ces points, les analyses chimiques ont été encodées dans la base de données et chargées dans la PGDB_CC.

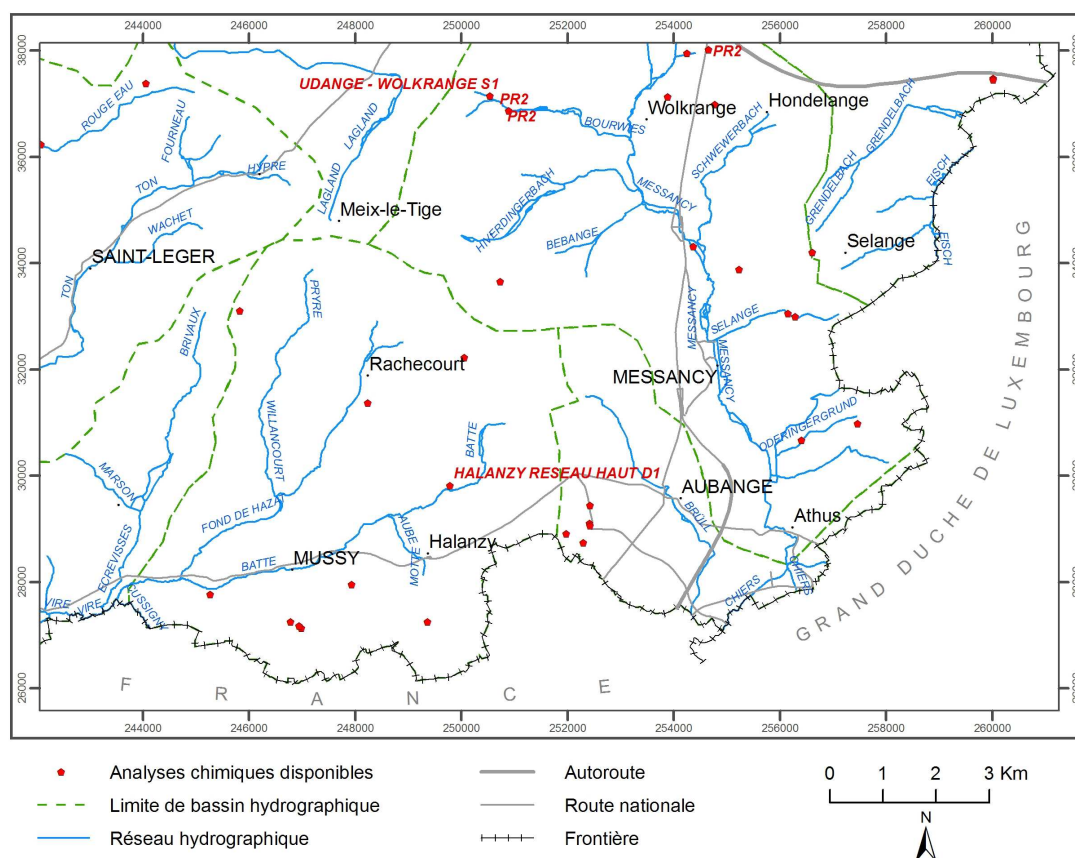


Figure 5.1 : Les localisations des ouvrages pour lesquels des données chimiques sont disponibles pour la carte Saint-Léger-Messancy, Musson-Le Fays et Houwald

Les données chimiques disponibles à présent sur la carte Saint-Léger-Messancy, Musson-Le Fays et Houwald concernent 33 ouvrages (Figure 5.1) avec plus de 2470 analyses. La majeure partie de ces données concerne l'aquifère des d'Aubange et Messancy, l'aquifère de Virton et l'aquifère de Florenville et couvrent une période allant de 1984 jusqu'à 2006.

5.2. Caractérisations hydrochimiques des eaux de la nappe de Florenville

Des mesures indicatives de la qualité hydrochimique de la nappe des grès calcaires de Florenville sont reprises dans le tableau 5.1, avec les normes wallonnes de potabilité des

eaux de distribution de 1985. L'échantillon a été prélevé le 9/11/1999 au puits de reconnaissance « PR2 » de la SWDE. Le puits a été foré à 80 m dans la région de Wolkrange à l'est de la faille d'Arlon-Wolkrange (figure 5.1).

pH	unités pH	7,5	6,5<pH<9,2
Conductivité	µs/cm à 25°C	264	2100
Alcalinité totale (TAC)	français	29	2,5
TA	meq/l	0	
Turbidité	NTU	0,48	4
Oxygène dissous (in-situ)	mg/l O ₂	3,4	
Anhydride carbonique libre (in-situ)	mg/l CO ₂	8,8	
Germes totaux à 22 °C	UFC/ml	32	
Germes totaux à 37 °C	UFC/ml	24	
Coliformes totaux	UFC/100ml	2	0
Coliformes fécaux	UFC/100ml	0	0
Streptocoques fécaux	UFC/100ml	0	0
Odeur	appréciation qualitative	0	0
Couleur	unité Hazen	0	20
Calcium	mg/l Ca	90,2	270
Magnésium	mg/l Mg	5,4	50
Sodium	mg/l Na	3,5	150
Potassium	mg/l K	0,8	12
Fer (total) dissous	µg/l Fe	891	200
Manganèse	µg/l Mn	25	50
Aluminium	µg/l Al	9	200
Plomb	µg/l Pb	0,3	50
Cadmium	µg/l Cd	0	5
Cuivre	µg/l Cu	0	100
Nickel	µg/l Ni	0,9	50
Arsenic	µg/l As	0	50
Baryum	µg/l Ba	10	
Chrome (total)	µg/l Cr	0	50
Zinc	µg/l Zn	43,3	200
Argent	µg/l Ag	0,2	10
Antimoine	µg/l Sb	0	10
Selenium	µg/l Se	0	10
Cobalt	µg/l Co	0	
Bore	µg/l B	7,5	
Silice	mg/l SiO ₂	6,4	
Strontium	µg/l Sr	117,7	
Mercuré	µg/l Hg	0	1
Dureté totale	français	24,8	67,5
Ammonium	mg/l NH ₄	0,01	0,5
Nitrates	mg/l NO ₃	0	50
Ortho-Phosphates	mg/l PO ₄	0	
Chlorures	mg/l Cl ⁻	7,1	200
Sulfates	mg/l SO ₄	34,9	250
Phosphates totaux	µg/l PO ₄	0,03	
Fluorures	mg/l F	0,06	1,5
Atrazine	ng/l	0	0,1

Tableau 5.1 : Composition chimique indicative de la qualité des eaux de la nappe des grès calcaires de Florenville: puits de reconnaissance « PR2 » de la SWDE.

Les résultats des analyses, réalisées par le laboratoire de la SWDE, montrent que l'aquifère des grès calcaires de Florenville produit à cet endroit une eau de dureté moyenne et de bonne qualité chimique. Il faut rappeler que l'aquifère sinémurien, qui est captif dans la majeure partie de la zone couverte par la carte, est protégé dans cette région par les marnes de la Formation d'Arlon. La nappe est en effet exempte des indicateurs de l'activité agricole comme les nitrates et l'atrazine ainsi que de toute autre activité polluante. Il faut toutefois noter que les eaux sont relativement ferrugineuses, avec des teneurs en fer qui peuvent atteindre 890 µg/l.

5.3. Caractérisations hydrochimiques des eaux de la nappe de Virton

Une composition chimique indicative de la qualité de la nappe des sables et grès de Virton est présentée dans le tableau 5.2, avec les normes wallonnes de potabilité des eaux de distribution de 1985. L'échantillon a été prélevé le 21/04/1997 dans le captage « UDANGE-WOLKRANGE S1 » de la SWDE dans la région de Udange à l'ouest de la faille d'Arlon-Wolkrange.

Paramètre	Unité	Valeur	Norme
pH	unités pH	7	6,5<pH<9,2
Conductivité	µs/cm à 25°C	134	2100
Chlorures	mg/l Cl-	6	200
Sulfates	mg/l SO4	8	250
Silice	mg/l SiO2	6	
Calcium	mg/l Ca	24	270
Magnésium	mg/l Mg	2	50
Sodium	mg/l Na	2	150
Potassium	mg/l K	1	12
Aluminium	µg/l Al	10	200
Dureté totale	français	7	67,5
Alcalinité totale (TAC)	français	5	2,5
Nitrates	mg/l NO3	5	50
Nitrites	mg/l NO2	0	0,1
Ammonium	mg/l NH4	0	0,5
Bore	µg/l B	4	
Fer (total) dissous	µg/l Fe	0	200
Manganèse	µg/l Mn	31	50
Cuivre	µg/l Cu	0	100
Zinc	µg/l Zn	3	200
Ortho-Phosphates	mg/l PO4	0	
Fluorures	mg/l F	0	1,5
Cobalt	µg/l Co	0	
Baryum	µg/l Ba	9	
Strontium	µg/l Sr	41	
Argent	µg/l Ag	0	10
Arsenic	µg/l As	0	50
Cadmium	µg/l Cd	0	5
Chrome (total)	µg/l Cr	0	50
Nickel	µg/l Ni	8	50
Plomb	µg/l Pb	0	50
Antimoine	µg/l Sb	0	10
Selenium	µg/l Se	0	10

Tableau 5.2 : Composition chimique indicative de la qualité des eaux de la nappe des sables et grès de Virton au niveau du captage « UDANGE-WOLKRANGE S1 » de la SWDE.

Les résultats des analyses, réalisées par le laboratoire de la SWDE, montrent que l'aquifère des sables et grès de Virton produit à cet endroit une eau de dureté relativement faible et peu minéralisée. L'aquifère grés-sableux ne présente à cet endroit aucun signe de pollution et ses teneurs en nitrates peuvent être considérées comme naturelles.

5.4. Caractérisations hydrochimiques des eaux de la nappe d'Aubange et Messancy

La composition chimique de la nappe est sensiblement variable dans ces différents ouvrages, notamment pour le fer et les nitrates. D'autre part, non seulement les teneurs en nitrate varient d'un ouvrage à l'autre mais dans certains ouvrages, un net enrichissement des eaux en nitrate a été noté au cours de ces dernières années. C'est le cas, par exemple, du captage « HALANZY RESEAU HAUT D1 » de la SWDE où les concentrations des nitrates passent de 13 mg/l en 1995 à 25 mg/l en 2002 (Figure 5.2). Comme il s'agit d'un captage public, les activités environnantes, notamment les pratiques agricoles menaçant la qualité de l'eau, ont du être attentivement surveillées. Par conséquent, un repli significatif des teneurs en nitrates dans la nappe s'est opéré depuis 2003 avec des fluctuations qu'il faut continuer à surveiller.

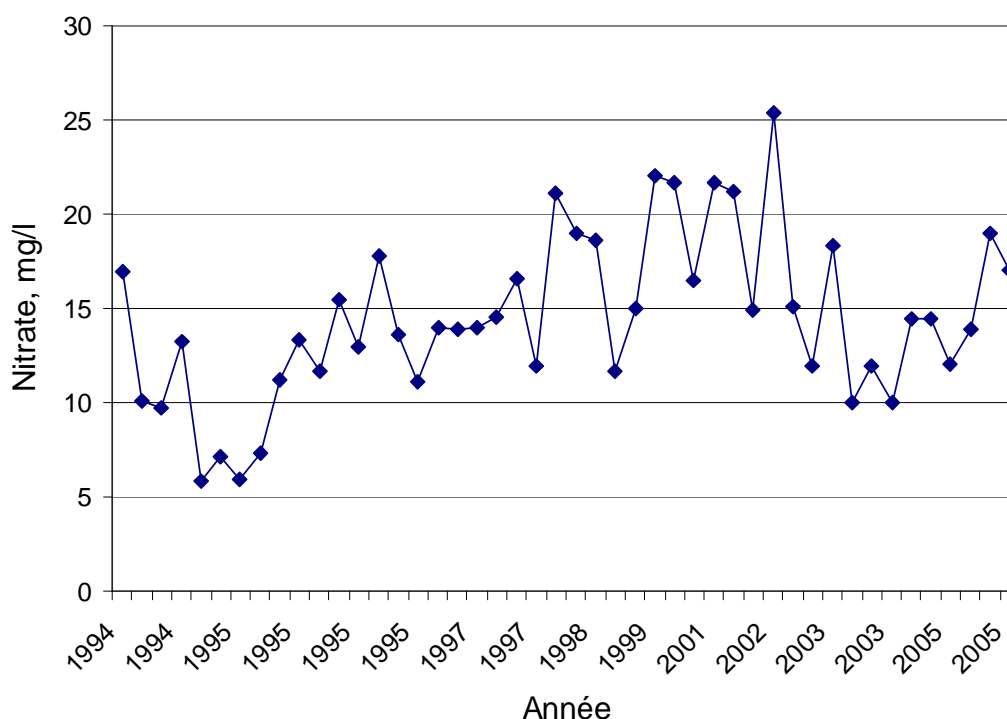


Figure 5.2 : Evolution annuelle des teneurs en nitrates dans la nappe des calcaires grés-silteux d'Aubange et Messancy au droit du captage : HALANZY RESEAU HAUT D1.

Paramètre	Unité	Valeur	Norme
Chlorures	mg/l Cl-	9	200
Sulfates	mg/l SO4	18	250
Silice	mg/l SiO2	9	
Calcium	mg/l Ca	60	270
Magnésium	mg/l Mg	6	50
Sodium	mg/l Na	3	150
Potassium	mg/l K	0	12
Aluminium	µg/l Al	11	200
Dureté totale	français	17	67,5
Alcalinité totale (TAC)	français	16	2,5
Nitrates	mg/l NO3	22	50
Nitrites	mg/l NO2	0	0,1
Ammonium	mg/l NH4	0	0,5
Bore	µg/l B	23	
Fer (total) dissous	µg/l Fe	0	200
Manganèse	µg/l Mn	0	50
Cuivre	µg/l Cu	1	100
Zinc	µg/l Zn	3	200
Ortho-Phosphates	mg/l PO4	0	
Fluorures	mg/l F	0	1,5
Cobalt	µg/l Co	0	
Baryum	µg/l Ba	4	
Strontium	µg/l Sr	148	
Argent	µg/l Ag	0	10
Arsenic	µg/l As	0	50
Cadmium	µg/l Cd	0	5
Chrome (total)	µg/l Cr	0	50
Nickel	µg/l Ni	3	50
Plomb	µg/l Pb	1	50
Antimoine	µg/l Sb	0	10
Selenium	µg/l Se	0	10

Tableau 5.3 : Composition chimique indicative de la qualité des eaux de la nappe des calcaires grésilo-silteux d'Aubange et Messancy dans le captage : HALANZY RESEAU HAUT D1.

Une composition chimique indicative de la qualité de la nappe des calcaires grésilo-silteux d'Aubange et Messancy est présentée dans le tableau 5.3, avec les normes wallonnes de potabilité des eaux de distribution de 1985. L'échantillon a été prélevé le 24/03/1999 au niveau du captage « HALANZY RESEAU HAUT D1 » de la SWDE dans la région d'Halanzzy.

6. Exploitation des aquifères

Tous les ouvrages recensés et existant en juin 2006, sans distinction de nature (puits, piézomètres, sources...), ont été reportés sur la carte thématique « **carte des volumes prélevés** » (1/50.000). Un symbolisme différent est attribué selon la nappe dans laquelle est établi l'ouvrage. Sa couleur correspond à celle de l'aquifère atteint. Les ouvrages de prise d'eau dont le débit est connu ont été utilisés comme indicateur : des pastilles rouges (pour les sociétés de distribution d'eau) ou vertes (pour les industriels ou les particuliers) de diamètre proportionnel au débit prélevé.

Les aquifères contenus dans les sables et grès calcaires de Virton et d'Orval, ainsi que l'aquifère des calcaires grésilo-silteux d'Aubange et Messancy, sont les plus sollicités en terme de volume prélevé. Les grands captages répertoriés sur la carte de Saint Léger-Messancy, Musson-Le Fays et Houwald sont principalement exploités par les services communaux et la Société Wallonne de Distribution d'Eau. Il existe également un captage exploité par la firme Nestlé Waters Bénélux. De nombreux autres captages sont également exploités par des particuliers mais les volumes prélevés ne dépassent pas 3000 m³/an.

6.1. Les captages communaux

➤ Commune de Saint Léger :

- ✓ Rt SOURCE DE LAVEU (X = 244055, Y = 37386) : le captage est constitué d'une galerie à flanc de coteau sollicitant la nappe des grès calcaires d'Orval. Les volumes prélevés ont significativement augmenté ces dernières années (figure 6.1). Le volume pompé en 2004 était de 342.652 m³.

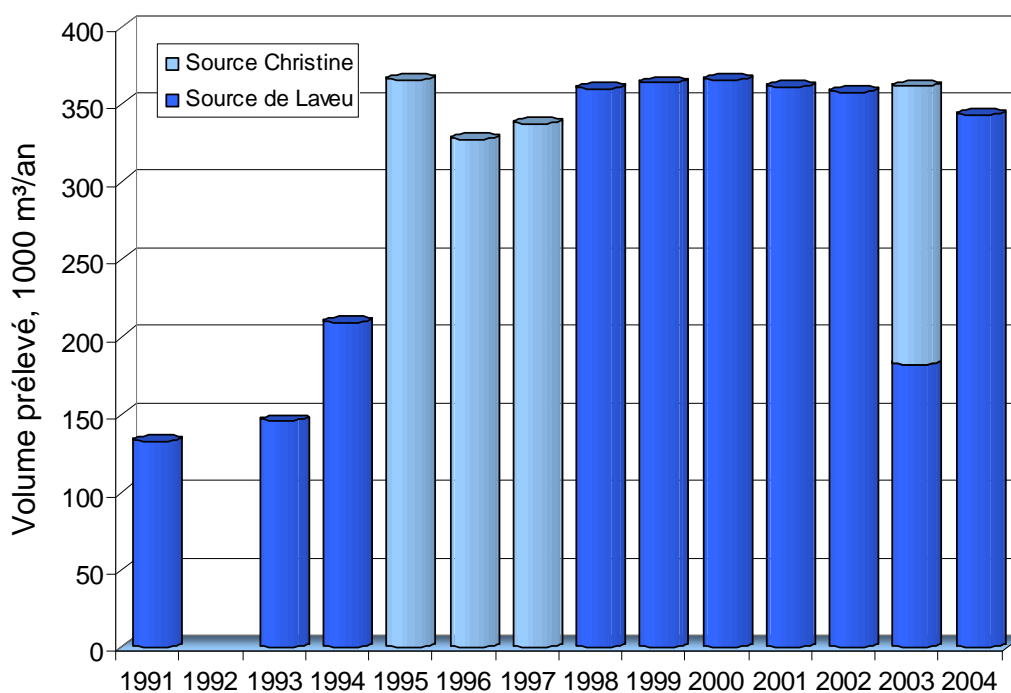


Figure 6.1 : Evolution annuelle des volumes pompés des captages de la Commune de Saint Léger: Source Laveu et Source Christine.

- ✓ SOURCE CHRISTINE (X = 244094, Y = 37707) : le captage est constitué d'une galerie à flanc de coteau sollicitant la nappe des grès calcaires d'Orval. La valeur disponible du dernier volume capté date de 2003 et elle est de 180.00 m³, s'agissant d'un captage d'appoint.

➤ Commune de Musson :

- ✓ RUE DE FRANCE-BARANZY (X = 245268, Y = 27772) : le captage est constitué d'un puits de 8 m de profondeur minimum sollicitant l'aquifère d'Aubange et Messancy. Le débit horaire est de 15 m³ correspondant à 360 m³/jour. Le volume pompé durant l'année 2004 a chuté à 32.070 m³. L'évolution des débits annuels montre une consommation croissante des eaux souterraines durant les années nonante au droit du captage (figure 6.2). Cette augmentation pourrait être due à l'arrêt du pompage au droit du captage Bois la Dame durant cette période. Ces dernières années, les volumes pompés ont par contre diminués, remplacés par le captage Bois Haut depuis 2003.
- ✓ BOIT HAUT (X = 246915, Y = 27161) : est un puits foré sollicitant l'aquifère de Longwy – Mont-Saint-Martin. Le captage est opérationnel depuis 2003 avec un volume prélevé en 2004 d'environ 100.000 m³/an.
- ✓ BOIS LA DAME (X = 245827, Y = 33111) : le captage est constitué d'une galerie à flanc de coteau sollicitant la nappe des calcaires gréso-silteux d'Aubange et Messancy. Après une interruption prolongée du pompage au droit du captage (figure 6.2), le volume prélevé après la reprise d'activité en 2001 est relativement stable allant de 11.742 m³ à 16.661 m³/an.

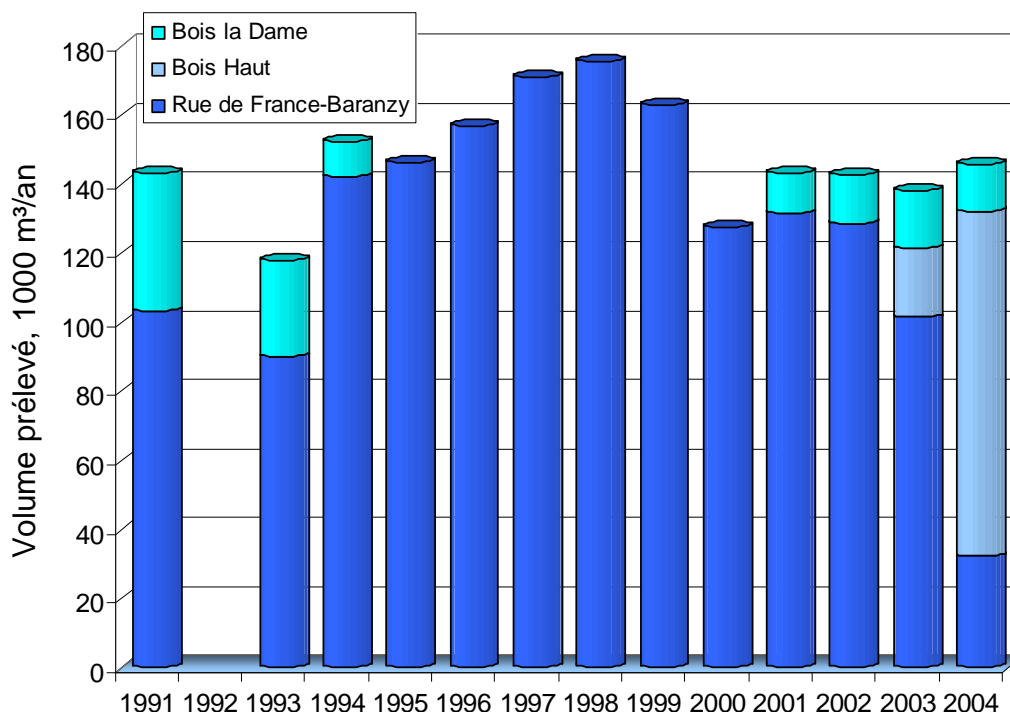


Figure 6.2 : Evolution annuelle des volumes pompés au droit des captages de la Commune de Musson

6.2. Les captages de la SWDE

La plupart des grands captages qui existent sur la carte Saint Léger-Messancy, Musson-Le Fays et Houwald sont exploités par la Société Wallonne de Distribution d'Eau (SWDE). Ils sont concentrés notamment dans la région de Wolkrange et dans le zoning industriel d'Aubange. Les plus importants captages sont présentés comme suit :

➤ Région de Wolkrange

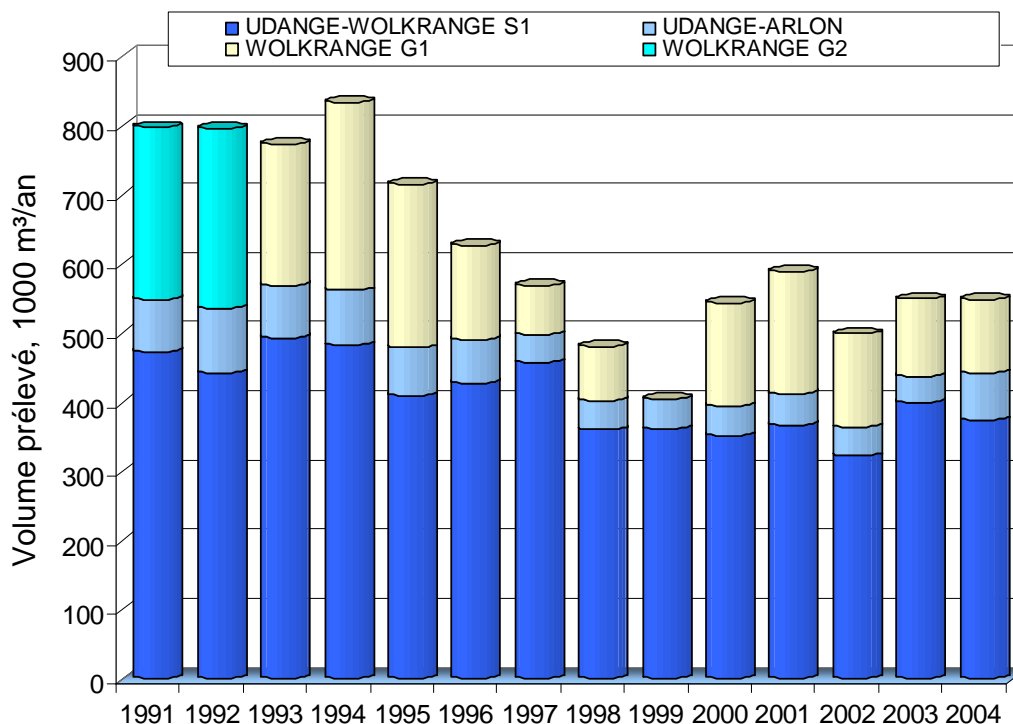


Figure 6.3 : Evolution annuelle des volumes pompés au droit des captages de la SWDE dans la région de Wolkrange : Udange-Wolkrange S1, Wolkrange G1 et Wolkrange G2.

- ✓ UDANGE-WOLKRANGE S1: (X = 250540, Y = 37150) : le captage est une source sollicitant la nappe des sables et grès calcaires de Virton. C'est le principal captage dans cette région en terme de volume prélevé. Ces volumes sont relativement stables avec une moyenne de 400.000 m³/an (figure 6.3). Le volume capté en 2004 est de 374.023 m³.
- ✓ UDANGE ARLON (X = 250898, Y = 36869) : est une source alimentée par l'aquifère de Virton. Son exploitation est relativement constante mais les volumes prélevés sont modestes avec une moyenne de 60.000 m³/an.
- ✓ WOLKRANGE G1: (X = 254250, Y = 37960) : le captage est constitué d'une galerie à flanc de coteau sollicitant la nappe des marnes sableuses de Hondelange et la nappe sous-jacente des grès sableux sinémuriens de Virton. L'évolution annuelle des volumes prélevés montre une forte fluctuation (figure 6.3). Le volume capté en 2004 est de 106.839 m³.
- ✓ WOLKRANGE G2: (X = 254315, Y = 37940) : Comme dans le cas précédent, le captage est constitué d'une galerie à flanc de coteau sollicitant la nappe

des marnes sableuses d'Hondelange et la nappe sous-jacente des grès sableux sinémuriens de Virton. L'exploitation de cet ouvrage a été abandonnée depuis 1992 où le volume pompé à l'époque était de 259.700 m³.

➤ Zoning industriel d'Aubange.

- ✓ AUBANGE P2 (X = 25242, Y = 29449) : le captage est constitué d'un puits de 44,5 m de profondeur sollicitant l'aquifère d'Aubange et Messancy. L'évolution annuelle des volumes pompés montre une légère fluctuation (figure 6.4). Le volume capté en 2004 est de 286.316 m³.

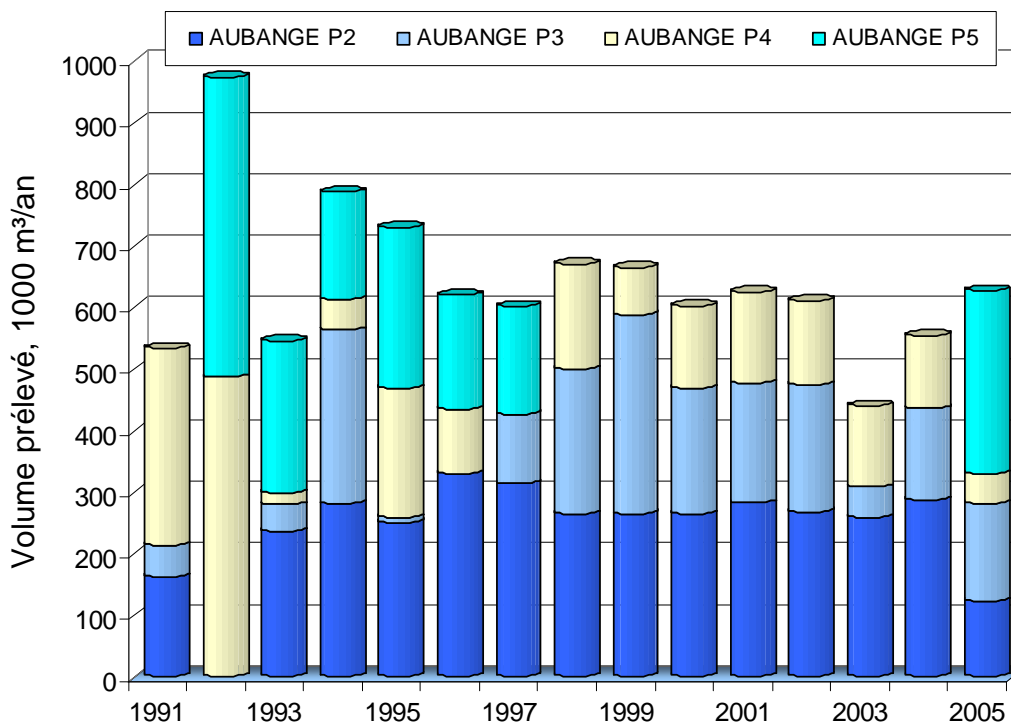


Figure 6.4 : Evolution annuelle des volumes pompés des captages de la SWDE dans le zoning industriel d'Aubange: P2, P3, P4 et P5.

- ✓ AUBANGE P3 (X = 252420, Y = 29110) : le captage est constitué d'un puits de 44,5 m de profondeur sollicitant la nappe des calcaires grésilo-silteux d'Aubange et Messancy. L'évolution annuelle des volumes pompés est très variable pendant ces dernières années. Le volume capté en 2004 est de 149.655 m³.
- ✓ AUBANGE P4 (X = 252300, Y = 28740) : le captage est constitué d'un puits sollicitant l'aquifère d'Aubange et Messancy. Comme P3, l'évolution annuelle des volumes pompés est très variable pendant ces dernières années. Le volume capté en 2004 est de 117.291 m³.
- ✓ Aubange P5 (X = 252425, Y = 29065) : est un puits foré pour la distribution publique d'eau potable. Il doit servir d'un approvisionnement d'appoint d'après l'évolution annuelle des volumes pompés.

➤ Région d'Halanzu.

- ✓ HALANZY RESEAU HAUT D1: (X = 249785, Y = 29819) : le captage est une source sollicitant l'aquifère d'Aubange et Messancy. L'évolution annuelle des volumes pompés est restée stable durant toute la deuxième moitié des années nonante, et a été suivie d'une sensible augmentation à partir de l'année 2000 (Figure 6.5). Le volume capté en 2004 est de 167.121m³.

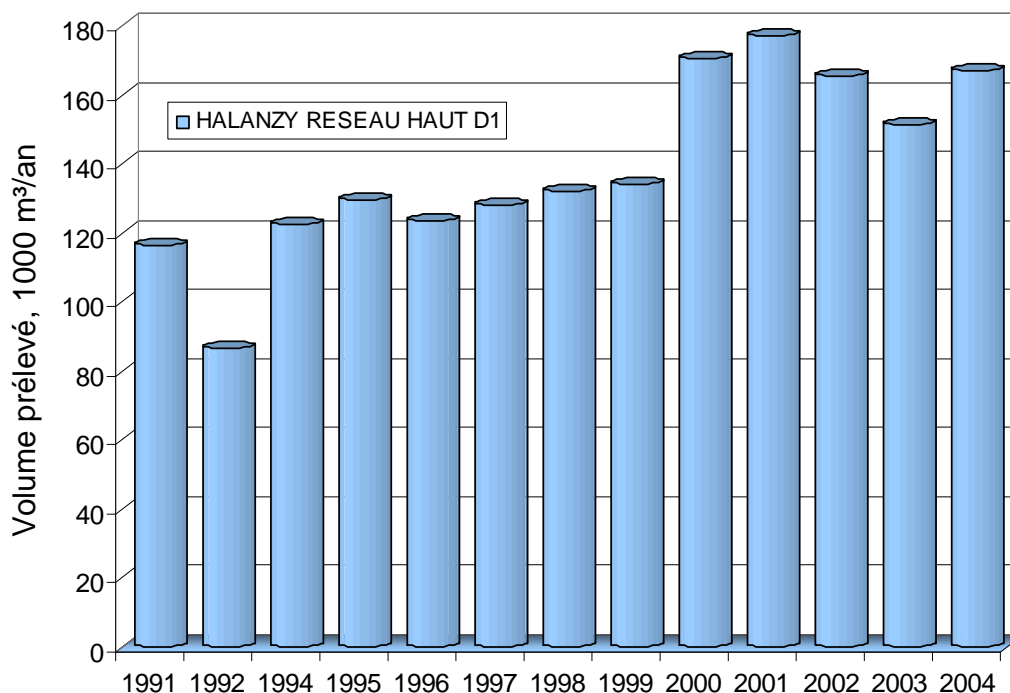


Figure 6.5 : Evolution annuelle des volumes pompés du captage de la SWDE dans la région d'Halanzu : Halanzu Réseau Haut D1.

6.3. Le captage de Nestlé Waters Bénélux

- ✓ HAIE DE HAN 3: (X = 242082, Y = 36238) : le captage est constitué d'une galerie à flanc de coteau sollicitant la nappe des grès calcaires de Florenville. C'est le captage privé le plus important en terme de volume prélevé.

D'autres captages exploitant les aquifères présentés sur la carte Saint Léger-Messancy, Musson-Le Fays et Houwald sont encodés dans la base de données hydrogéologique, mais les volumes sont généralement faibles.

7. Caractérisation de la couverture et paramètres hydrauliques des nappes

Les couvertures des nappes sur la carte Saint Léger-Messancy, Musson-Le Fays et Houwald ont été définies, sur la carte thématique « caractérisation de la couverture des nappes et informations complémentaires », comme perméables, semi-perméables, imperméables et à l'affleurement par rapport aux principaux aquifères sous-jacents. Par ailleurs, les données hydrogéologiques précises concernant les paramètres d'écoulement et de transport sont relativement rares.

7.1. Caractérisation de la couverture des nappes

➤ La couverture de l'aquifère des grès calcaires de Florenville

Le Membre des grès calcaires de Florenville constitue non seulement l'aquifère le plus important de la Formation de Luxembourg mais aussi de toute la Lorraine belge. Son affleurement sur la carte Saint-Léger-Messancy, Musson-Le Fays et Houwald, n'est pas significatif puisqu'il n'est noté pratiquement que dans la vallée du ruisseau de la Rouge Eau. Sa zone d'alimentation se trouve donc en dehors de la région couverte par cette carte, mais il est également vraisemblable que les autres niveaux aquifères de la Formation de Luxembourg, ainsi que l'aquitard des argiles et calcaires de Hondelange de la Formation d'Arlon jouent un rôle important dans la recharge de l'aquifère de Florenville. En effet, d'après l'étude de l'aquifère sinémurien du pays lorrain réalisée à la FUL (B. Masson et al. 1993) la couche marneuse de Strassen, par exemple, n'est pas continue mais affectée par des petites failles, effondrements de type karstique, ou éventuellement par des lacunes. Ce type de structure amène à penser que le Membre d'Orval participe indirectement à l'alimentation de la nappe de Florenville. Par ailleurs il est clair, sur les coupes de la carte géologique levée par Belanger et al (2002), que les Membres de Strassen et de la Posterie de la Formation d'Arlon sont discontinus, et que l'alimentation de la nappe inférieure (Florenville) par les nappes supérieures (Orval, Virton et Hondelange) n'est donc pas localement exclue. Par conséquent, quand l'aquifère de Florenville est couvert par les autres membres de la Formation de Luxembourg séparés par les membres marneux de la Formation d'Arlon, la couverture est considérée comme semi-perméable.

Les argilites et argilites silteuses d'Ethe constituent, par contre, une couverture suffisamment imperméable pour l'aquifère des sables et grès calcaires de Florenville. En effet la Formation d'Ethe, qui est très peu perméable et épaisse de plus d'une cinquantaine de mètres, forme une protection naturelle de l'aquifère sous-jacent. De plus, sous cette couverture la nappe contenue dans les grès calcaires de Florenville est captive.

➤ La couverture de l'aquifère d'Aubange et Messancy

La zone d'affleurement des calcaires grésos-silteux d'Aubange et Messancy est très étendue sur la carte Saint-Léger-Messancy, Musson-Le Fays et Houwald. Cette situation favorise ainsi une bonne alimentation de la nappe mais en même temps une grande vulnérabilité vis-à-vis des pollutions de surface. Il faut noter l'existence, sur le revers de la cuesta domérienne, d'une série d'agglomérations et du zoning commercial de Messancy avec un trafic routier relativement dense. Plus au sud, la couverture de l'aquifère d'Aubange et Messancy est assurée par les argilites et calcaires argileux de Grandcourt du Toarcien. Cette couverture imperméable et épaisse d'une soixantaine de mètres offre une bonne protection à la nappe captive sous-jacente.

➤ La couverture de l'aquifère de Longwy et Mont-Saint-Martin

Les calcaires affleurent dans l'extrême sud de la carte sous forme d'une cuesta très raide le long de la frontière française. La zone étant en grande partie boisée (Bois de Musson et Bois Haut), le risque de contamination de la nappe par la pollution superficielle est relativement faible. Il faut noter, toutefois, que les effondrements liés aux activités minières peuvent constituer une source de vulnérabilité de la nappe des calcaires bajociens.

7.2. Paramètres d'écoulement et de transport dans les aquifères

Les données hydrogéologiques disponibles concernant les paramètres d'écoulement et de transport sont rares dans la zone couverte par la carte. Les quelques données présentées dans le tableau 7.1, proviennent soit du Service Géologique de Belgique⁵, soit de la SWDE⁶. Chaque fois que les données de perméabilité et de transmissivité sont disponibles, deux valeurs sont indiquées : la première pendant le pompage et la deuxième pendant la remontée. Ce sont des valeurs indicatives de l'aquifère d'Aubange et Messancy, de l'aquifère de Florenville et de l'aquifères de Virton.

Les références (1, 2 et 3) mentionnées dans le tableau 7.1 sont données en bas de la page.

Aquifère	Numero	Nom d'ouvrage	Type	X	Y	Date	Permeabilité	Transmissivité	Méthode	Référence
Aubange-Messancy	151048	ZONING INDUSTRIEL - PUIITS P1	P	251980	28915	26/03/1987		4,39.10-4//5,23.10-4		1
Florenville	151054	TUBE PIEZO ZONING	PZ	252290	28610	26/05/1988		2,65.10-4//3,2.10-4	Theis	1
Florenville	151054	TUBE PIEZO ZONING	PZ	252290	28610	17/05/1988		3,14.10-4//4,25.10-4	Jacob	1
Florenville	151221	PR2	P	254663	38027	08/11/1999	6,33.10-5//1.10-4	9,5.10-4//15.10-4	Theis	2
Florenville	151221	PR2	P	254663	38027	03/11/1999	3,2.10-5//2,33.10-5	4,8.10-4//3,5.10-5	Theis	2
Virton	151283	PZ5	PZ	252100	37446	14/03/1996	1 10-5//2,8 10-5	1 10-4//2,8 10-4		3
Virton	151284	PZ4	PZ	250215	37341	13/03/1996	3,16 10-5	3,16 10-4		3
Virton	151285	PZ3	PZ	250910	37390	18/03/1996	9,1 10-5//1,2 10-4	9,1 10-4//1,2 10-3		3
Virton	151286	PZ2	PZ	250525	37160	15/03/1996	1,45 10-5	4,35 10-5		3
Virton	151287	PZ1	PZ	250417	37735	12/03/1996	1,08 10-5//1,7 10-5	1,6 10-4//2,5 10-4		3
Virton	151288	PR2	PZ	250710	36930	22/07/1996	5,9 10-3//4,2	2 10-3//1,43 10-3		3
Virton	151288	PR2	PZ	250710	36930	18/07/1996	6,4 10-4//5,9 10-4	2,18 10-3//2 10-3		3
Virton	151288	PR2	PZ	250710	36930	17/07/1996	4,05 10-4//6,8 10-4	1,38 10-3//2,3 10-3		3
Virton	151289	PR1	PZ	250680	37462	24/07/1996	4,05 10-6//0,85 10-6	8,1 10-4//1,7 10-4		3

Tableau 7.1 : Les données de perméabilité et de transmissivité sur la carte Saint-Léger-Messancy, Musson-Le Fays et Houwald.

⁵ Réf. 1 : Service Géologique de Belgique, section hydrogéologie-géothermie, rapport SGB 186 Hydro 87, pp.4.

⁶ Réf. 2 : SWDE, Service protection des ressources et captage, rapport technique, RT n° 128, juillet 2000, pp. 15.

⁶ Réf.3 : SWDE, Service protection des ressources et captage, rapport technique, MAI 1997 (Service de production d'eau 300-016), pp. 19.

8. Zones de prévention

8.1. Généralités

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 permettre la mise en place d'une protection adaptée, le législateur wallon a divisé les prises d'eau en quatre catégories⁷ :

- La catégorie A qui comprend :
 1. les pompages d'essai d'une durée n'excédant pas douze mois;
 2. les pompages temporaires réalisés à l'occasion de travaux de génie civil publics ou privés.

- La catégorie B qui comprend les prises d'eau destinées à :
 1. la distribution publique;
 2. la distribution sous forme conditionnée d'eau de source ou minérale naturelle, ainsi que les eaux à usage thermal;
 3. la consommation humaine;
 4. la fabrication de denrées alimentaires;
 5. l'alimentation des installations publiques de piscines, bains, douches ou autres installations similaires.

Sont exclues de la catégorie B les prises d'eau réalisées par des personnes privées à l'usage exclusif de leur ménage.

- La catégorie C qui comprend les prises d'eau qui n'appartiennent pas aux catégories A et B, et dont le débit prélevé est supérieur à 10 m³ par jour ou 3 000 m³/an.

- La catégorie D qui comprend les prises d'eau qui n'appartiennent pas aux catégories A et B, et dont le débit ne dépasse ni 10 m³ par jour ni 3 000 m³/an.

La législation wallonne⁴ définit 4 niveaux de protection à mesure que l'on s'éloigne de la prise d'eau : zones de prise d'eau (Zone I), de prévention (Zones II a et II b) et de surveillance (Zone III). Ces zones sont délimitées par des aires géographiques déterminées notamment en fonction de la vulnérabilité de la nappe aquifère.

1. Zone I ou zone de prise d'eau

Pour toutes les catégories de prises d'eau, la zone de prise d'eau est l'aire géographique délimitée par la ligne située à 10 m des limites extérieures des ouvrages de surface de 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.

⁷ Arrêté du Gouvernement wallon relatif au Livre II du Code de l'environnement, contenant le Code de l'eau (M.B. du 12/04/2005, p. 15068)

2. Zone IIa et IIb ou zone de prévention rapprochée et éloignée

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 doit être déterminée pour toute prise d'eau de la catégorie B en nappe libre.

Une zone de prévention peut être déterminée pour toute prise d'eau de la catégorie B en nappe captive ou de la catégorie C.

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.

- 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.

3. Zone de surveillance

La zone de surveillance englobe l'entièreté du bassin hydrographique et du bassin hydrogéologique situés à l'amont du point de captage.

8.2. Zones de prévention reprises sur la carte

A ce jour, deux zones de prévention existent sur la carte Saint Léger-Messancy, Musson-Le Fays et Houwald. La zone autour des captages de la SWDE à Udange-Wolkrange S1 est arrêtée. Par contre, celle délimitée autour des captages de la SWDE au zoning industriel d'Aubange est actuellement au stade proposée.

- Zone de prévention autour des captages de la SWDE à Udange-Wolkrange S1.

Vu la proximité des captages de la SWDE d'Udange-Wolkrange S1 et d'Udange-Arlon S1 à Udange et le recouvrement important des zones de prévention expérimentales prises individuellement, les zones de prévention arrêtées résultent de leur fusion.

Les zones de prévention rapprochée et éloignée sont déterminées par un modèle mathématique. Les tracés ont été modifiés, sur base de données géologiques et piézométriques, pour correspondre à la réalité du terrain et des risques de pollution potentiels. D'autre part, les limites ont été localement déplacées pour pouvoir les matérialiser sur le terrain. Enfin, comme la nappe sollicitée est captive sur la majeure partie de la zone de prévention éloignée, celle-ci a été réduite tout en répondant à l'Arrêté de l'Exécutif Régional Wallon du 14/11/1991. Le tracé des zones de prévention autour des captages de la SWDE à Udange-Wolkrange S1 situé au droit de la carte est présenté dans la figure 8.1.

- Zone de prévention autour des captages de la SWDE au zoning industriel d'Aubange : P2, P3 et P4.

Compte tenu de leur proximité, une seule zone de prévention rapprochée et une seule zone de prévention éloignée ont été proposées autour des captages de la SWDE : P2, P3 et P4 au zoning industriel d'Aubange.

Les zones de prévention rapprochée et éloignée sont déterminées par modèle mathématique. Le tracé des zones de prévention autour des captages de la SWDE au zoning d'Aubange est présenté dans la figure 8.1.

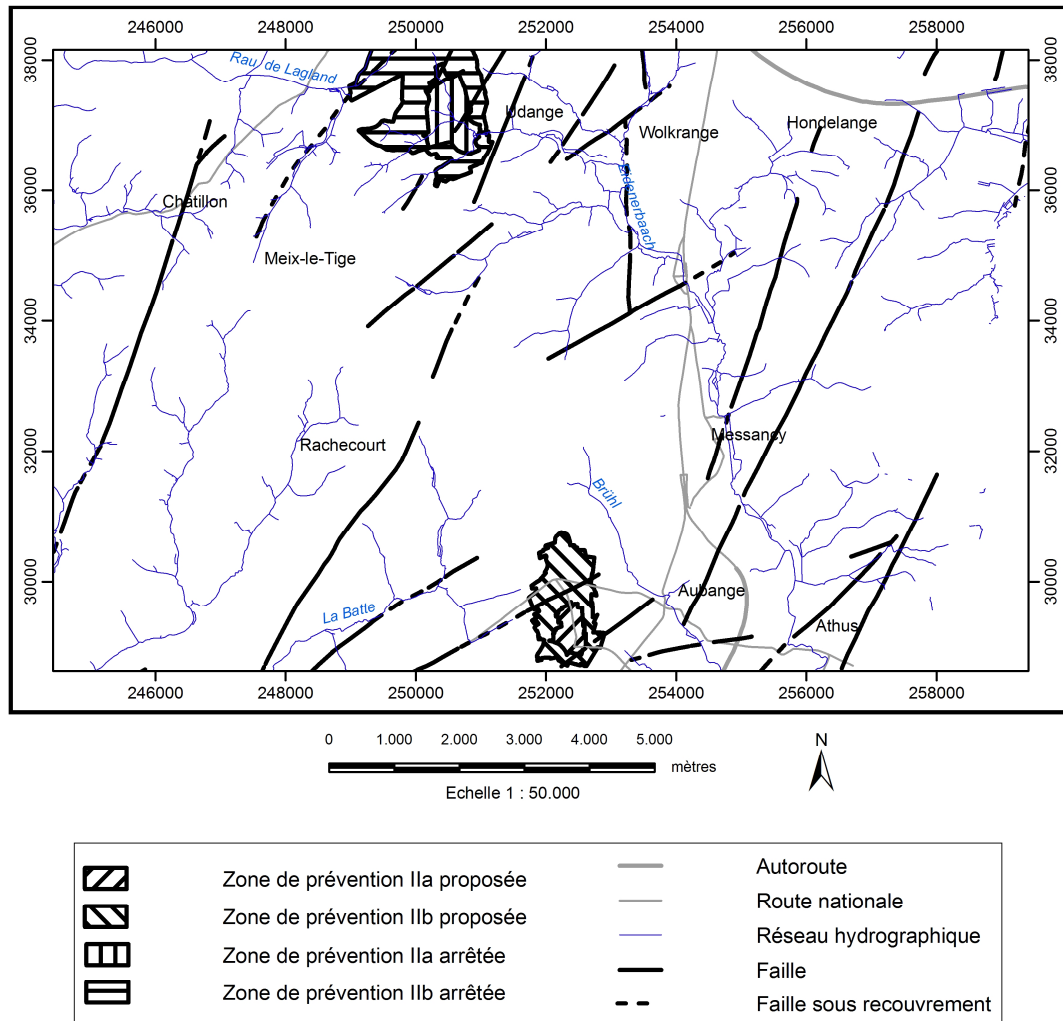


Figure 8.1 : Zones de prévention rapprochée et éloignée autour des captages de la SWDE : Udange-Wolkrange S1 et Udange-Arlon au N à Udange, P2, P3 et P4 au S à Aubange.

9. Présentation de la carte hydrogéologique

Le poster de la carte hydrogéologique contient :

1. *une carte principale* au 1/25 000, représentant différentes couches d'informations (topographiques, hydrogéologiques, hydrographique ...) recouvrant les cartes topographiques de Saint-Léger-Messancy (71/3-4), Musson-Le Fays (71/7-8) et Houwald (72/1),
2. *une carte thématique* des 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)
3. *une seconde carte thématique intitulée carte des volumes prélevés* représentant les ouvrages de prise d'eau, les sources et les piézomètres selon l'aquifère sollicité ainsi que les volumes pompés en distinguant les volumes de prise d'eau des sociétés de distribution d'eau et les autres volumes. (Echelle : 1/50 000)
4. *une troisième carte thématique, (carte des isohypses)* reprenant la structure du toit de l'aquifère de Florenville et de la base de l'aquifère d'Aubange et Messancy,
5. *deux coupes hydrogéologiques* montrant la structure des formations aquifères et les niveaux piézométriques à une date donnée. La première est orientée SO-NE et traverse la faille d'Arlon, tandis que la seconde, de direction NO-SE, recoupe tous les aquifères présents
6. *un tableau de correspondance* entre les formations géologiques et les unités hydrogéologiques.

9.1. Carte principale (1/25 000)

La carte principale comprend les couches d'informations suivantes :

- 1 le fond topographique provenant de la carte IGN au 1/10 000 (Saint-Léger-Messancy 71/3-4, Musson-Le Fays 71/7-8 et Houwald 72/1) ;
- 2 le réseau hydrographique ;
- 3 les lacs et les berges ;
- 4 les unités hydrogéologiques, des plus anciennes aux plus récentes :
 - 4.1 *l'aquiclude de Jamoigne*, correspondant aux marnes de la Formation de Jamoigne (JAM),
 - 4.2 *l'aquifère de Florenville*, correspondant au Membre de Florenville (FLO) qui appartient aux sables et grès calcaires de la Formation du Luxembourg (LUX). L'aquifère de Florenville peut s'étendre à la Formation de Luxembourg indifférenciée dans le cas d'une continuité géométrique et hydrogéologique en absence du Membre de Strassen.
 - 4.3 *l'aquiclude d'Arlon*, correspondant au Membre de Strassen (STR) des marnes de la Formation d'Arlon (ARL),

- 4.4 l'aquifère d'Orval, correspondant au Membre d'Orval (ORV) qui appartient aux sables et grès calcaires de la Formation du Luxembourg (LUX).
- 4.5 l'aquiclude d'Arlon, correspondant au Membre de La Posterie (POS) qui fait partie des marnes de la Formation d'Arlon (ARL),
- 4.6 l'aquifère de Virton, correspondant au Membre de Virton (VIT) faisant partie des sables et grès calcaires de la Formation du Luxembourg (LUX),
- 4.7 l'aquitard d'Hondelange et d'Arlon, formé des calcaires et argiles du Membre d'Hondelange (HON) et des marnes de la Formation d'Arlon (ARL) indifférencié,
- 4.8 l'aquiclude d'Ethe, correspondant aux argilites et argilites silteuses de la Formation d'Ethe (ETH),
- 4.9 l'aquifère d'Aubange et Messancy, regroupant les Siltites de la Formation de Messancy (MES) et les calcaires gréso-silteux de la Formation d'Aubange (AUB),
- 4.10 l'aquiclude de Grandcourt, correspondant aux argilites et aux calcaires argileux de la Formation de Grandcourt (GRT),
- 4.11 l'aquifère de Longwy et Mont-Saint-Martin, regroupant les calcaires de la Formation de Longwy (LGW) et les calcaires et marnes de la Formation de Mont-Saint-Martin (MSN).
- 5 la localisation des points d'eau constitués par :
- ✓ des puits des sociétés de distribution d'eau publique : la SWDE et les Services communaux de Saint-Léger et de Musson ;
 - ✓ un captage de production d'eau minérale des entreprises Nestlé Waters Benelux ;
 - ✓ des puits privés et captages exploités et déclarés à la Région wallonne ;
 - ✓ des piézomètres;
 - ✓ des sources exploitées ou non ;
 - ✓ des galeries et des drains.
- 6 les isopièzes de l'aquifère d'Aubange et Messancy pour la période de novembre 2003 avec le sens probable de l'écoulement de la nappe. Des valeurs ponctuelles des niveaux piézométriques respectifs des aquifères des grès de Florenville, d'Orval, de Virton et de l'aquifère de Longwy-Mont-Saint-Martin sont également indiquées;
- 7 des stations limnimétriques, dont une série appartient à la Direction des Cours d'Eau Non Navigables (ruisseau de Messancy à Athus); les autres ayant été installées lors de campagnes de mesures réalisées à la FUL (Masson et al. 1993) (entre autre sur le ruisseau de la Rouge Eau).
- 8 Une station climatique à Aubange appartenant à l'IRM ;
- 9 Une zone de prévention rapprochée (IIa) et une zone de prévention éloignée (IIb) ont été arrêtées pour protéger les captages d'Udange-Wolkrange. Par ailleurs une zone de prévention rapprochée (IIa) et une zone de prévention éloignée (IIb) ont été proposées pour protéger les captages du zoning d'Aubange qui appartiennent à la SWDE. Il est à noter que 18 nouvelles zones de prévention restent encore à définir prochainement.

9.2. Cartes thématiques (1/50 000)

Sur toutes les cartes thématiques sont présentés : le réseau routier, le réseau hydrographique, les bassins hydrographiques, les failles, les principales agglomérations ainsi que la frontière avec le Grand-duché de Luxembourg et avec la France.

9.2.1. Carte des informations complémentaires et des caractéristiques des nappes

La carte comprend la couverture de l'aquifère de Florenville, de l'aquifère d'Aubange et Messancy et de l'aquifère de Longwy et Mont-Saint-Martin. Sur cette carte sont également reportés les ouvrages pour lesquels des données chimiques, d'essais de pompages et/ou des mesures de diagraphie sont disponibles. Sont également reportées sur la carte, trois zones de prospection géophysiques situées respectivement au sud d'Aix-sur-Cloie (Stoffel, J-P, 1982) dans la région de Turpange (Gilsoul, G. 1986) et au sud de Musson (Debbaut, V., 1996).

9.2.2. Carte des volumes d'eau prélevés

Cette carte situe l'ensemble des ouvrages recensés et existants en 2006 sur l'étendue de la carte, en discernant :

- ✓ Le type d'ouvrages (puits, piézomètres, sources) différenciés selon l'aquifère qu'ils atteignent. La couleur des symboles utilisés est identique à la couleur de la nappe recoupée. Quand il s'agit d'un puits sollicitant plusieurs niveaux aquifères, le symbole prend la couleur de la nappe principale.
- ✓ Les volumes prélevés par les sociétés de distribution d'eau exprimés en m³/an pour l'année 2004. 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 2004 mais représentés par des pastilles vertes avec un diamètre proportionnel au débit annuel.

Sur la carte de Saint-Léger-Messancy, Musson-Le Fays et Houwald, sont recensés 12 ouvrages sollicitant la nappe de Longwy et Mont-Saint-Martin, 163 autres implantées dans l'aquifère d'Aubange et Messancy, 27 atteignant la nappe de Virton, 12 ouvrages dans l'aquifère d'Orval, 12 autres dans la nappe de Florenville et d'autres ouvrages dont la nappe sollicitée n'a pas pu être déterminée ou de faible importance.

9.2.3. Carte des isohypses du toit de l'aquifère de Florenville et de la base de l'aquifère d'Aubange - Messancy

➤ Isohypses du toit de l'aquifère de Florenville

Il est très difficile de tracer les isohypses du toit de l'aquifère des grès calcaires de Florenville sur la carte de Saint-Léger-Messancy, Musson-Le Fays et Houwald. Il existe, toutefois, quelques puits atteignant le sommet de Florenville et dont les descriptions géologiques sont disponibles. Par contre, l'extrapolation des tracés entre ces puits n'est pas possible du fait des nombreuses failles segmentant les couches en différents blocs. De plus, la zone d'affleurement des grès calcaires de Florenville est restreinte à la seule partie nord-ouest de la carte. C'est dans cette zone que les isohypses du toit de Florenville ont été tracés en prolongeant les affleurements du sommet de l'aquifère avec ceux situés hors de la carte sur la feuille de Meix-devant-Virton-Virton (71/1-2). Au droit de cette dernière, de nombreuses informations sur l'aquifère de Florenville sont disponibles :

- ✓ les données consultées dans les fichiers du Service Géologique de Belgique;
- ✓ les données récentes de forages d'ouvrages (piézomètres, puits,...) réalisés par Napa Engineering pour Nestlé Waters Bénélux. ;
- ✓ la carte géologique de Meix-devant-Virton-Virton réalisée par Belanger et Ghysel, 1999 ;
- ✓ la consultation d'études réalisées à la FUL.

Les isohypses du toit de l'aquifère des grès calcaires de Florenville montrent clairement que l'aquifère est une couche monoclinale de direction est-ouest plongeant légèrement vers le SSE. Par ailleurs, 4 cotes ponctuelles du toit de Florenville, relatives à 2 forages situés dans la région de Wokrange au nord de la carte, un au sud du village de Hondelange et l'autre au sud de la carte dans la région d'Aubange, sont également indiquées sur la carte. De manière générale, le toit de l'aquifère des grès calcaires de Florenville plonge de 340 m au nord-ouest de la carte jusqu'à moins de 93 m au sud-est sur une distance d'environ 12 km.

➤ Isohypses de la base de l'aquifère d'Aubange et Messancy

De nombreux forages (piézomètres, puits, puits de reconnaissance, sondage géologique ...) exécutés au droit de la carte Saint-Léger-Messancy, Musson-Le Fays et Houwald atteignent la base de l'aquifère d'Aubange et Messancy. Les descriptions géologiques de la plupart de ces forages sont disponibles dans les archives du Service Géologique de Belgique, les rapports techniques de la SWDE, des rapports de travaux réalisés à la FUL et à la société de forage Arnould. Grâce à ces informations et aux larges affleurements du contact entre la Formation de Messancy et de la Formation d'Ethe, il a été relativement aisé de tracer les isohypses de la base de l'aquifères d'Aubange et Messancy. Il fallait, toutefois, tenir compte des nombreuses failles qui ont segmenté l'aquifère en plusieurs blocs avec des jeux verticaux plus ou moins prononcés.

Comme dans le cas de Florenville, l'aquifère d'Aubange et Messancy est constitué d'une couche monoclinale très faillée de direction est-ouest plongeant légèrement vers le SSE. Sa base plonge de 360 m au nord de la carte à moins de 200 m au sud sur une distance d'environ 8 km.

9.3. Coupes hydrogéologiques

Deux coupes hydrogéologiques ont été dressées sur les mêmes tracés que les coupes géologiques réalisées par Belanger et al (2002). Les coupes sont exagérées 5 fois pour mettre en évidence les reliefs et les pendages des couches qui ne sont en réalité, au droit de la carte, que de 2° environ.

La première coupe, orientée SO-NE, traverse le Ton, la source du Vieux Moulin des Ecrevisses, le ruisseau de Habergy et la faille de Arlon-Wolkrange. La coupe montre bien que le contexte géologique et hydrogéologique est très différent de part et d'autre de cette faille. Il s'agit d'une faille syn-sédimentaire, qui a provoqué une grande variation d'épaisseur du membre de Hondelange, due à un approfondissement du bassin sédimentaire et une subsidence à l'est de la faille.

La deuxième coupe, orienté NO-SE, passe par le ruisseau de la Rouge Eau, le Ton, le ruisseau du Vieux Moulin des Ecrevisses, La Batte et d'autres ruisseaux jusqu'à la cuesta bajocienne. Ainsi, elle représente les différents aquifères présents au droit de la carte Saint-Léger-Messancy, Musson-Le Fays et Houwald et le pendage des couches.

Le niveau piézométrique (novembre 2003) est reporté en rouge sur la coupe pour l'aquifère d'Aubange et Messancy. Un rabattement significatif de la nappe est clairement marqué au voisinage des principales vallées. Ce rabattement est généré par le drainage par les grands

ruisseaux. Au sud, la nappe devient très rapidement captive sous les argilites laminaires de la Formation de Grandcourt.

9.4. Tableau de correspondance : Géologie - Hydrogéologie

Le tableau lithostratigraphique reprend la liste des différentes formations géologiques et unités hydrogéologiques correspondantes susceptibles d'être rencontrées au droit de la carte Saint-Léger-Messancy, Musson-Le Fays et Houwald. La description lithologique des formations fait référence à la nouvelle version de la carte géologique levée par Belanger et al (2002). Les caractéristiques hydrogéologiques sont définies en terme de :

- ✓ aquifère⁸ : formation perméable contenant de l'eau en quantités exploitables
- ✓ aquiclude¹¹ : couche ou massif de roches saturées de très faible conductivité hydraulique et dans lequel on ne peut extraire économiquement des quantités d'eau appréciables
- ✓ aquitard⁹ : formation semi-perméable permettant le transit de flux à très faible vitesse et rendant la couche sous jacente semi-captive.

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

⁸ Glossaire International d'Hydrologie. UNESCO - OMM. 1992.

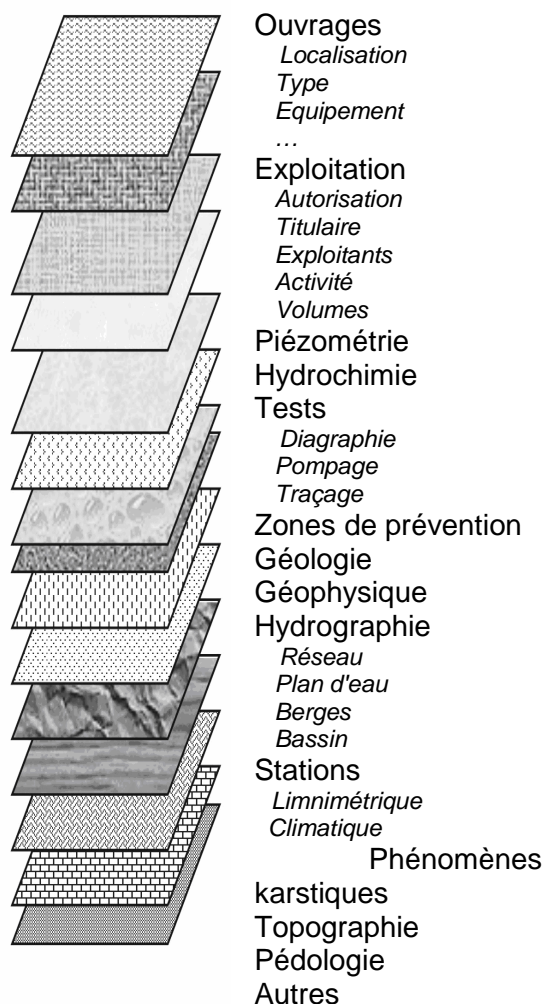
⁹ Elsevier's Dictionary of Environmental Hydrogeology, Elsevier, 1990.

10. 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 10.1). 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".

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

Type d'information



Sources d'information

Région wallonne
 Service Géologique de Belgique
 Sociétés de distribution 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 10.1 : Liste non exhaustive des différents types d'information et des sources de données utilisées dans la réalisation de la carte hydrogéologique

10.1. Collecte de données

La première étape de la réalisation de la carte hydrogéologique est la collecte de données auprès de sources multiples et variées. Les principales sources d'informations qui ont servi à la réalisation de la carte hydrogéologique de Saint-Léger, Messancy, Musson, Le Fays et Houwald 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,
- ✓ la Société Wallonne de Distribution d'Eau (SWDE) qui dispose de données hydrogéologiques et hydrochimiques notamment,
- ✓ les archives géologiques et hydrogéologiques du Service Géologique de Belgique (SGB),
- ✓ la DGRNE qui a fourni la couche des zones de prévention arrêtées ou à définir, les données de la trame commune (réseau hydrographique, limites des bassins versants, agglomérations ...).
- ✓ l'Institut Géographique National (IGN) pour les fonds topographiques,
- ✓ autres.

10.1.1. Données géologiques

La carte géologique qui a servi de base pour la réalisation de la carte hydrogéologique a été levée par Belanger et al (2002) pour le compte du Ministère de la Région wallonne (DGRNE). Cette nouvelle carte géologique est à présent terminée et publiée (Belanger et al (2002).

Au Service Géologique de Belgique (SGB), 59 forages sont décrits au droit de la carte Saint-Léger-Messancy 71/3-4, Musson-Le Fays 71/7-8 et Houwald 72/1. La plupart de ces descriptions ont été publiées dans Devleeschouwer et Boulvain (1997). Quatre sondages ont fait l'objet d'une publication particulière par Boulvain et al. (1995). De plus, une étude détaillée leur étant consacré a été récemment publiée (Boulvain et al., 2000). D'autres descriptions sont fournies par Asselberghs et Mertens (1933).

D'autres sources de renseignement ont également pu être mises à profit pour compléter les données géologiques :

- ✓ descriptions de forages provenant de notes de terrains de la société de forage Arnould;
- ✓ rapports d'études hydrogéologiques précédentes réalisées à la FUL par B. Masson et al. (1993);
- ✓ rapport technique de la demande d'autorisation de prise d'eau pour la commune de Musson, au niveau du captage du Bois La Haut, réalisé par V. Debbaut (1996). L'étude a nécessité le forage de 6 piézomètres au sud de la Commune de Musson sur le front de la cuesta bajocienne;

- ✓ rapport technique de la SWDE concernant le forage d'une série de piézomètres et de puits de reconnaissance réalisés dans le cadre de la délimitation de la zone de prévention de captage au droit de la carte Saint-Léger-Messancy, Musson-Le Fays et Houwald dans la région de Wolkrange (M. Closset, 2000).

10.1.2. Données hydrogéologiques

➤ Localisation des ouvrages et sources

Dans la banque de données, 344 ouvrages, recensés en 2006 au droit de la carte Saint-Léger-Messancy, Musson-Le Fays et Houwald, ont été introduits et reportés sur la carte au 1/25 000 (281 existent toujours, dont 192 puits, 32 piézomètres, 10 galeries, 44 sources et 3 drains). La localisation respective de tous ces ouvrages a été vérifiée sur le terrain et reportée sur la carte principale en distinguant le type de chaque ouvrage.

Les données proviennent essentiellement de la base de données Dix-Sous de la Région wallonne, des sociétés de distribution d'eau; notamment la SWDE et les communes; du Service Géologique de Belgique, de la société de Forage Arnould et des particuliers.

➤ Données piézométriques

Une grande partie des données piézométriques a été communiquée par la Région wallonne. Ces données ont été complétées par des mesures réalisées par la FUL lors des études précédentes de l'aquifère sinémurien (Debbaut et Vander Borght (1988) et Masson et al., (1993)). D'autres mesures proviennent de la SWDE et des notes de terrains de la société de forage Arnould. Par ailleurs, une campagne piézométrique pendant la période des hautes eaux et une autre pendant la période des basses eaux ont été réalisées dans le cadre de l'établissement de la carte hydrogéologique. Sur l'ensemble de la carte, on a recensé à présent 1121 mesures piézométriques qui sont encodés dans la base de données hydrogéologiques.

- ✓ 57 pour la nappe contenue dans les Formations de Mont-saint-Martin et de Longwy;
- ✓ 55 pour l'aquifère d'Aubange et Messancy;
- ✓ 85 pour l'aquifère des grès et sables de Virton (Membre de Virton de la Formation de Luxembourg);
- ✓ 888 pour l'aquifère des grès d'Orval;
- ✓ 8 pour l'aquifère des grès calcaires de Florenville.

10.1.3. Données hydrochimiques

La plupart des données hydrochimiques proviennent de la base de données de la Région wallonne, des rapports techniques de la SWDE et des rapports d'études hydrogéologiques techniques réalisées à la FUL. D'autres données ont été obtenues soit directement par des particuliers, soit par le Laboratoire des Ressources Hydriques de la FUL après l'accord des propriétaires concernés.

Au droit de la carte Saint-Léger-Messancy, Musson-Le Fays et Houwald, il existe 33 ouvrages dont les données chimiques sont disponibles. Parmi ces ouvrages, 4 caractérisent la nappe des calcaires bajociens, 13 caractérisent l'aquifère d'Aubange et Messancy, 2 apportent des indications sur la chimie de l'aquifère des grès et sables de Virton, 6 ouvrages reflètent la qualité de l'aquifère des grès d'Orval et 3 autres de l'aquifère des grès calcaires de Florenville avec, pour la plupart de ces données, un historique significatif.

10.2. 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, telles que les équipements des puits et le diamètre des forages, sont également encodées quand elles sont disponibles.

10.3. Méthodologie de construction de la carte

10.3.1. Encodage dans une banque de données

De telles données, aussi complexes et relativement abondantes, nécessitent une organisation structurée de manière à optimiser leur stockage, leur gestion et leur mise à jour. Ainsi une banque de données hydrogéologique géorelationnelle a été développée sous Access (Microsoft) (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.

Dans un souci d'homogénéité entre les équipes et d'autres institutions (dont l'administration wallonne, DGRNE), 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 devaient être disponibles dans une seule base de données centralisée.

Par ailleurs, le travail cartographique proprement dit a été précédé par le développement d'une 'personal geodatabase' dans Arc-GIS-ESRI. Cette base de données a été structurée pour répondre au schéma de la version papier du poster sous format A0 qui sera illustré plus loin. Ainsi l'ensemble des couches d'informations qui composent le projet de la carte hydrogéologique est stocké selon un modèle unique (schéma ci-contre). Les buts sont multiples :

- ✓ Tout d'abord 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 les données sont homogènes.

10.3.2. Construction de la carte hydrogéologique

Cette dernière étape est réalisée à l'aide d'un SIG-logiciel (Système d'Information Géographique). Il s'agit d'un logiciel combinant le graphisme et la gestion des bases de données alphanumériques et géo-graphiques (c.-à-d. à référence spatiale), offrant des fonctionnalités d'analyse spatiale (Pantazis & Donnay, 1996). La carte hydrogéologique est réalisée avec ArcGIS-ESRI.

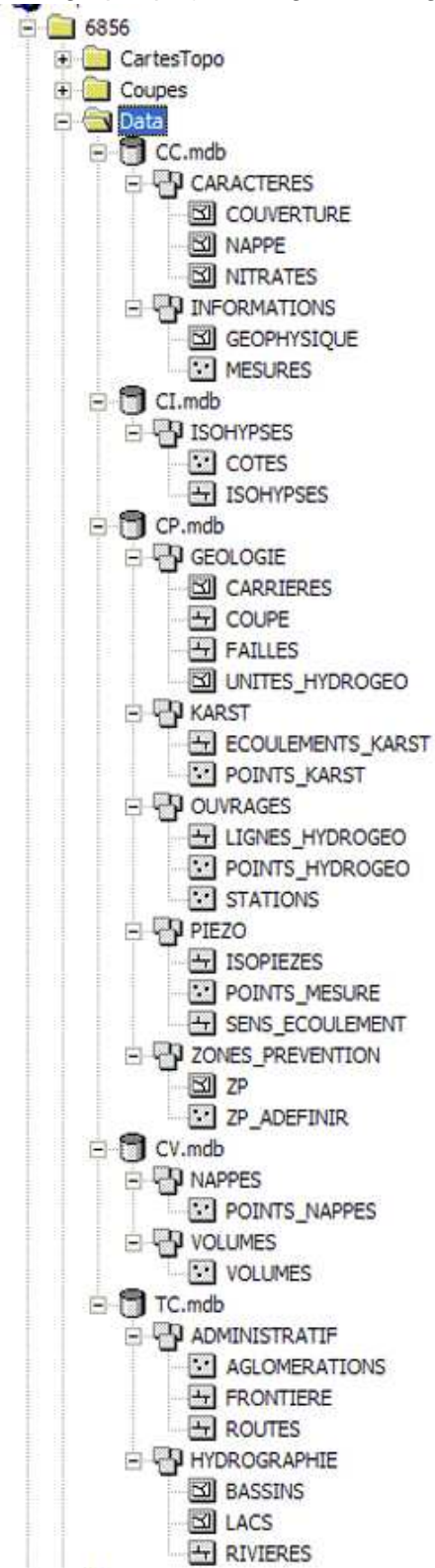


Figure 10.2 (ci-contre) : Structure de la Personal Geodatabase (PGDB) du projet de la carte hydrogéologique de Wallonie.

Les couches d'information (layers) utilisées dans la construction d'une carte hydrogéologique (figure 10.2) sont intégrées au projet cartographique par différentes manières (figure 10.3) :

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

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

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

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

Les unités hydrogéologiques sont définies principalement sur base de la lithologie des formations géologiques mais aussi sur des critères piézométriques et

géométriques. Dans certains cas, plusieurs formations géologiques superposées sont groupées en une seule unité hydrogéologique en tant qu'aquifère, aquiclude ou aquitard, selon leurs caractéristiques hydrogéologiques. Dans d'autre cas, la même formation géologique peut être scindée en plusieurs niveaux aquifères si elle est entrecoupée par des niveaux aquicludes suffisamment imperméables.

Sur la carte des unités hydrogéologiques figurent les unités à l'affleurement. Une bonne compréhension de cette carte doit tenir compte des coupes géologiques et hydrogéologiques ainsi que du tableau de correspondance entre les formations géologiques et les unités hydrogéologiques. L'ensemble des unités hydrogéologiques, définies en Wallonie dans le cadre du projet carte des eaux souterraines, est inventorié dans un tableau récapitulatif avec le nom et la couleur respectifs de chaque unité.

Le type de la couverture d'une nappe est déterminé sur base de la lithologie des formations géologiques qui affleurent sur la carte géologique. Plusieurs possibilités sont alors envisagées : nappe à l'affleurement, nappe sous couverture perméable, nappe sous couverture imperméable et nappe sous couverture semi-perméable. Dans le cas de la superposition de plusieurs nappes, c'est la couverture de la nappe principale qui est considérées et dans d'autres cas, c'est la couverture de la nappe supérieure qui est représentée.

- ✓ Les données ponctuelles, encodées dans la BDHYDRO (base de données hydrogéologique), sont structurées dans différentes requêtes. Celles-ci sont créés 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 *points karst*, les *cotes isohypses ponctuels*, les *stations (climatiques et limnimétriques)* et les *zones de prévention à définir*.

- ✓ D'autres couches d'informations géographiques sont créés dans le projet cartographique par interpolation ou extrapolation de données. C'est le cas des isopièzes, des isohypses et du caractère hydraulique des nappes.

Les isopièzes sont tracés 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. La couche est stockée dans la PGDB sous "*ISOPIEZE*". Si par contre, les cotes piézométriques ne sont pas suffisamment bien réparties sur la carte, ou si la nappe n'est pas continue, il est très difficile de tracer des isopièzes. Dans ce cas, seuls des cotes ponctuelles sont présentés sur la carte avec la mention de la date de mesure.

Les isohypses sont tracés 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 extrapolés. La couche est stockée dans la *PGDB* sous "*ISOHYPSES*". Dans le cas des structures plissées et faillées, il est très souvent difficile de tracer de tels 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.

11. Bibliographie

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

ASSELBERGHS, E. et MERTENS, E., (1933). *Les schistes bitumeux du Luxembourg belge*, Annales des mines de Belgique, 34:277-291, Bruxelles.

Isabelle Belanger, Dominique Delsate, Pierre Ghysel, Martin Laloux, Frédéric Boulain, (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.

BOULVAIN F., DELSATE D. et MAUBEUGE L. P. (1995). *Description et interprétation stratigraphique de quatre sondages dans le secondaire de la Gaume (Neulimont, Aubange, Saint-Mard et Toernich)*. Ministère des affaires économiques, Administration des Mines, Professional Paper 1995/2-N. 277. pp. 51.

BOULVAIN F., BELANGER I., DELSATE D., DOSQUET D., GHYSEL P., GODEFROIT P., LALOUX M., ROCHE M., & THOREZ J., (2000). *New lithostratigraphical, sedimentological, mineralogical and palaeontological data on the Mesozoic of Belgian Lorraine: a progress report*. Geologica Belgica, 3 (1-2), 3-33.

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, 4 (1-2), 113-119.

CLOSSET, M. (2000). Réalisation de quatre puits de reconnaissance (PR2 à PR5) dans le cadre des zones de prévention des prises d'eau "Wolkrange G1 et G2" à Arlon (anct. Autelbas) et Messancy (anct. Wolkrange). SWDE, Service protection des ressources et captage, rapport technique, RT N°128, Juillet 2000, pp. 15.

CLOSSET, M (1997). Réalisation de cinq piézomètres et de deux puits de reconnaissance à Arlon (Toernich) dans le cadre de l'étude des zones de prévention des prises d'eau d'Arlon-Udange-Arlon et Udange-Wolkrange S1. SWDE, Service protection des ressources et captage, rapport technique, MAI 1997 (Service de production d'eau 300-016), pp. 19.

DEBBAUT, V. et VANDER BORGHT, P. , (1988). *Etude des ressources en eau souterraine du sud de la province de Luxembourg*, contrat R.W-FUL 8321735, rapport final, pp. 248.

DEBBAUT, V (1996): *Commune de Musson, Captage du Bois du Haut – réhabilitation, étude préliminaire, Rapport intermédiaire n°1* , BHM Engineering, Pétange.

DEBBAUT, V (1996): *Commune de Musson, Captage du Bois du Haut – réhabilitation, étude préliminaire, Rapport intermédiaire n°2-compléments de prospection géophysique*, BHM Engineering, Pétange.

DEBBAUT V., (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, pp. 6.

De MOOR G. & PISSART A., (1992). Les formations de relief. *In*: Géographie de la Belgique, J. Denis. Ed. Crédit Communal de Belgique, pp. 129-216.

DEVLEESCHOUWER X. et F. BOULVAIN, (1997), *Inventaire systématique des sondages. Planchettes 214W à 226^E (Lorraine Belge)*, Service Géologique de Belgique, Internal Report N°2.

DORMAL V., (1894). C.R. de l'excursion de la Société belge de géologie de paléontologie et d'hydrologie dans les terrains jurassique et triasique des environs d'Arlon et de Florenville. *Bull. Soc. belge Géol., Paléont., Hydrol.*, VIII, pp. 102-129. Elsevier's Dictionary of Environmental Hydrogeology, Elsevier, 1990

GHYSEL P., MONTEYNE R., LALOUX M., BOULVAIN F. & DELSATE D., (1999). *Carte géologique de Wallonie, Etalle-Tintigny 68/5-6*. Notice explicative pp. 38.

GILSOUL, G. (1986): Recherche hydrogéologique exécutée dans le cadre de l'étude préliminaire prévue pour la réalisation d'un puits de captage devant renforcer la batterie de puits existants dans le zoning. Rapport technique, série brune 7, Service Géologique de Belgique NO 8718/2-86/GG du 3/7/86, pp. 111.

GODEFROID J., BLIECK A., BULTYNCK P., DEJONGHE L., GERRIENNE P., HANCE L., MEILLIEZ F., STAINIER P., STEEMANS P., (1994). *Les formations du Dévonien inférieur du Massif de la Vesdre, de la fenêtre de Theux et du Synclinorium de Dinant (Belgique-France)*. Mem. Expli. Carte géolog. Minières Belgique, 38 144 p. Bruxelles.

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

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

GROUPE FRANÇAIS D'ETUDE DU JURASSIQUE, (1997). *Biostratigraphie du Jurassique ouest-européen et méditerranéen : zonations parallèles et distribution des invertébrés et microfossiles* ; Cariou, E. et Hantzpergue, P. (coord.) ; Bull. Centre Rech. Elf Explor. Prod. Mem. ; 17 ; pp. 440

GUILLEAUME, Ch., (1936). *Un gisement belge de Schistes bitumeux*, Bull. Soc. Géol. Belg., LIX, B150-B155., Bruxelles,

LUCIUS, M., (1952). *Manuel de la géologie du Luxembourg Vue d'ensemble sur l'aire de sédimentation luxembourgeoise*. Imprimerie de la Cour Victor Buck, S. à r. I., Luxembourg, pp. 406.

MASSON B., DEBBAUT V., TOMASI B., & VAN DER BORGHT P., (1993). *Etude de l'aquifère sinémurien du Pays Lorrain*, FUL, Rapport pour la Région wallonne, pp. 259.

MAUBEUGE P.L., (1954). *Le Trias et le Jurassique du sud-est de la Belgique*. in : Prodrôme d'une description géologique de la Belgique. Edité par P. Fourmatier, Soc. Géol. Belgique, pp. 385-416.

MAUBEUGE P.L., (1955). *Observations géologiques dans l'Est du Bassin de Paris*, Thèse de doctorat, Ed. privée, Nancy, 2 tomes, pp. 1083.

MAUBEUGE P.L.,(1963). *Etudes stratigraphiques et paléontologiques sur " Marne sableuse de Hondelange" (Lias inférieur et moyen) dans la province de Luxembourg. Avec étude des Eoderoceratideae Lotharingiens et de deux formes du Lias moyen. Mem. Acad. roy. De Belgique, Cl. Sc., XXXIV, 1-25.*

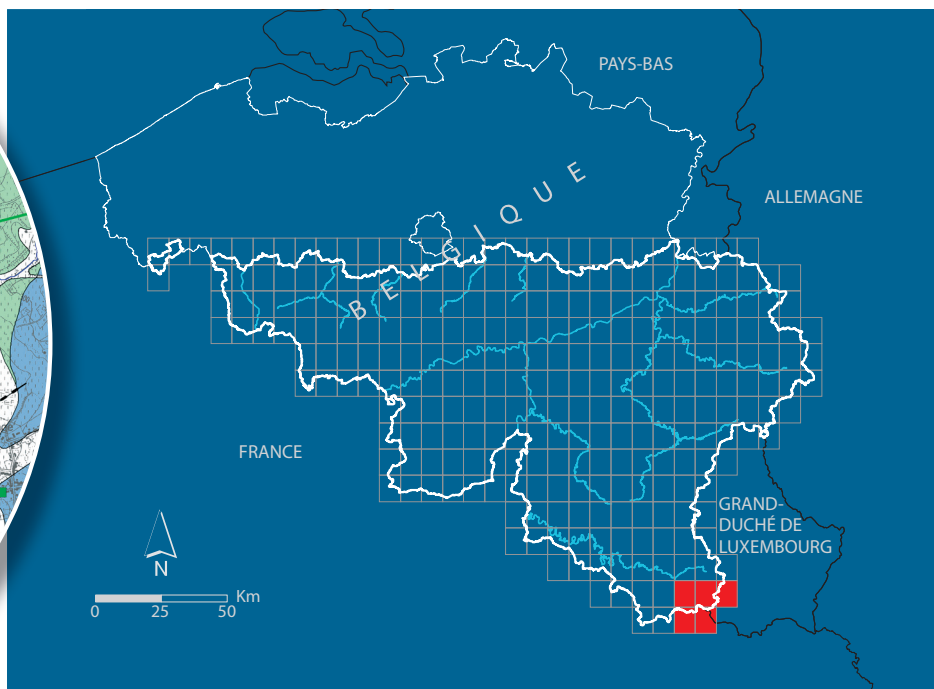
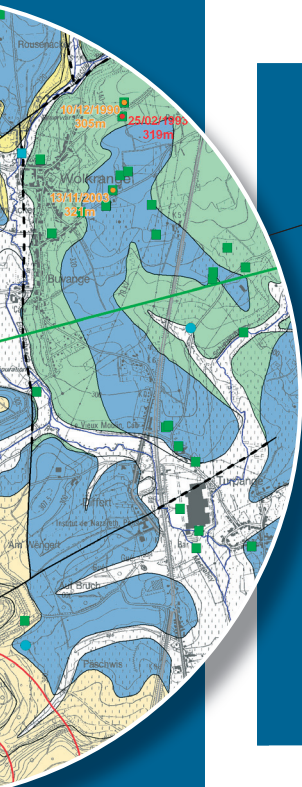
MERGEN, P., (1985). *Géologie et hydrogéologie du Lias inférieur et moyen en Lorraine belge*, thèse de doctorat, Université catholique de Louvain, 3. vol., 2 annexes, inédite.
SERVICE GEOLOGIQUE DE BELGIQUE, section hydrogéologie-géothermie, rapport SGB 186 Hydro 87, pp. 4.

Pantazis D. & Donnay J.P., 1996. Conception de S.I.G. : Méthode et formalisme. Collection Géomatique, Hermes, Paris, 352 p.

SOUCHÉZ, R. (1963). Sonderdruck aus (ERDKUNDE, Archiv für wissenschaftliche Geographie), Band XVII, Lfg. ¾, Bonn.

STOFFEL J-P, (1982). *Etude géologique hydrogéologique et géotechnique dans la région de Messancy*, mémoire de l'Université de Liège, pp. 20-33.

UNESCO-OMM, 1992, *Glossaire International d'Hydrologie*, seconde édition, pp. 413.



Dépôt légal : D/2007/12.796/1 – ISBN : 978-2-8056-0054-8

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