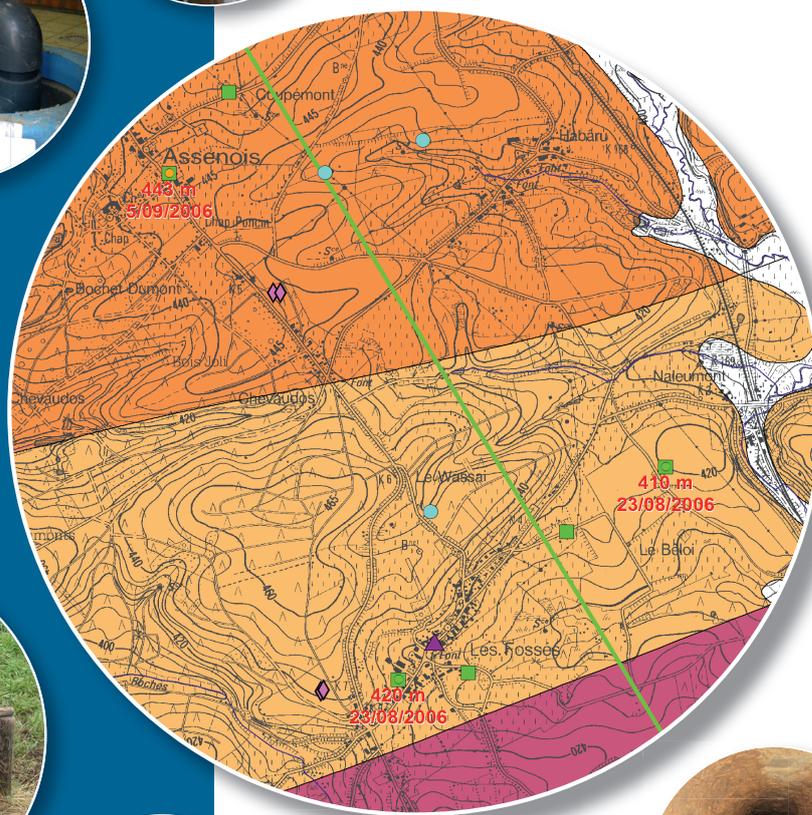


Notice explicative

CARTE HYDROGÉOLOGIQUE DE WALLONIE

Echelle : 1/25 000



Photos couverture © SPW-DGARNE(DGO 3)

Fontaine de l'ours à Andenne

Forage exploité

Argillère de Celles à Houyet

Puits et sonde de mesure de niveau piézométrique

Emergence (source)

Essai de traçage au Chantoir de Rostenne à Dinant

Galerie de Hesbaye

Extrait de la carte hydrogéologique de Assenois - Anlier



ASSENOIS - ANLIER

68/1-2

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

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



NOTICE EXPLICATIVE

2014

Première version : Février 2007
Actualisation partielle : Juin 2014

Dépôt légal – **D/2014/12.796/8** - ISBN : **978-2-8056- 0161-3**

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	7
I. INTRODUCTION	9
II. CADRES GEOGRAPHIQUE, GEOMORPHOLOGIQUE ET HYDROGRAPHIQUE	11
II.1. CADRE GEOGRAPHIQUE	11
II.2. CADRE HYDROGRAPHIQUE	11
II.2.1. Bassin du Rhin - sous-bassin de la Sûre	11
II.2.2. Bassin de la Meuse – Bassin de la Semois – sous-bassin de la Rulles	13
II.2.3. Bassin de la Meuse – Bassin de la Semois – sous-bassin de la Vierre	13
II.2.4. Bassin de la Meuse – sous-bassin de la Semois en amont du confluent avec la Vierre.....	14
III. CADRES GEOLOGIQUE ET STRUCTURAL	15
III.1. CADRE GEOLOGIQUE REGIONAL.....	15
III.2. CADRE GEOLOGIQUE DE LA CARTE ASSENOIS-ANLIER.....	19
III.2.1. Cadre litho-stratigraphique	19
III.2.1.1. Paléozoïque – Dévonien inférieur.....	20
III.2.2. Cénozoïque	22
III.3. CADRE STRUCTURAL.....	22
IV. CADRE HYDROGEOLOGIQUE	24
IV.1. HYDROGEOLOGIE REGIONALE	24
IV.1.3. Remarque générale	27
IV.2. HYDROGEOLOGIE LOCALE	27
IV.2.1. Description des principaux aquifères.....	29
IV.2.1.1. Aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur	29
IV.2.1.2. L'aquiclude à niveaux aquifères de Villé	31
IV.2.1.1. Aquiclude du Dévonien inférieur	32
IV.2.1.1. Aquifère alluvial.....	32
IV.2.2. Piézométrie	32
IV.2.3. Coupe hydrogéologique.....	34
V. HYDROCHIMIE	35
V.1. CARACTERISATION HYDROCHIMIQUE DES EAUX	35
V.1.1. Aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur	35
V.1.1. Aquiclude à niveaux aquifères de Villé	37
V.1.1. Aquiclude du Dévonien inférieur	38
VI. EXPLOITATION DES AQUIFERES	40
VI.1.1. Aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur	42
VI.1.1. Aquiclude à niveaux aquifères de Villé	42
VI.1.1. Aquiclude du Dévonien inférieur.....	42
VII. CARACTERISATION DE LA COUVERTURE ET PARAMETRES HYDRAULIQUES DES NAPPES	43
VII.1. CARACTERISATION DE LA COUVERTURE DES NAPPES.....	43
VII.2. PARAMETRES D'ECOULEMENT ET DE TRANSPORT DANS LES AQUIFERES.....	44
VIII. ZONES DE PROTECTION	46
VIII.1. CADRE LEGAL.....	46
VIII.2. MESURES DE PROTECTION.....	47
VIII.3. ZONE DE PREVENTION REPRISE SUR LA CARTE	48
IX. METHODOLOGIE DE L'ELABORATION DE LA CARTE HYDROGEOLOGIQUE	50
IX.1. COLLECTE DE DONNEES	51

IX.1.1. Données géologiques	51
IX.1.2. Données hydrogéologiques	52
IX.1.2.1. Localisation des ouvrages et sources	52
IX.1.2.2. Données piézométriques	52
IX.1.3. Exploitation	52
IX.1.4. Données hydrochimiques	52
IX.2. <i>CAMPAGNE SUR LE TERRAIN</i>	52
IX.3. <i>METHODOLOGIE DE CONSTRUCTION DE LA CARTE</i>	53
IX.3.1. Encodage dans une banque de données	53
IX.3.2. Construction de la carte hydrogéologique	53
X. BIBLIOGRAPHIE	56
XI. ANNEXES	59
XI.1. GLOSSAIRE DES ABREVIATIONS	59
XI.2. LISTE DES FIGURES.....	60
XI.3. LISTE DES TABLEAUX.....	60
XI.4. COORDONNEES GEOGRAPHIQUES DES OUVRAGES	62

Avant-propos

La carte hydrogéologique Assenois – Anlier 68/1-2 s'inscrit dans le projet cartographique "Eaux souterraines" commandé et financé par le Service Public de Wallonie (S.P.W) : Direction générale opérationnelle Agriculture, Ressources naturelles et Environnement (DGO3). Quatre équipes universitaires collaborent à ce projet : l'Université de Namur, l'Université de Mons (Faculté Polytechnique) et l'Université de Liège (ArGEnCO-GEO³-Hydrogéologie & Sciences et Gestion de l'Environnement, ULg-Campus d'Arlon).

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

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

Toute superposition outrancière d'informations conduisant à réduire la lisibilité de la carte a été évitée. Dans ce but, outre la carte principale, deux cartes thématiques, une coupe hydrogéologique et un tableau lithostratigraphique sont présentés, le tout sur un poster de format A0.

La carte hydrogéologique Assenois – Anlier sera éditée gratuitement sur Internet : en version papier (fichiers PDF) téléchargeable, mais aussi sous forme interactive via une application WebGIS (<http://environnement.wallonie.be/cartosig/cartehydrogeo>).

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

¹ Ministère de la Région wallonne. Avenue Prince de Liège, 15. 5100 NAMUR.

Remerciements

Merci à Monsieur Eric GOEMAERE pour l'accès aux archives hydrogéologiques disponibles au Service géologique de Belgique (SGB) et pour les documents bibliographiques dont j'avais besoin, notamment la carte de l'Eodévonien de l'Ardenne et des Régions voisines d'Asselberghs (1946).

Merci à Monsieur Eric URBAIN du Service des Eaux Souterraines du Centre de Marche pour la mise à disposition des dossiers de captages d'eau souterraine. Ces données ont permis de compléter les informations reçues du Service publique de Wallonie (SPW) et de mieux préparer les campagnes de terrain.

Merci à Monsieur George ARNOULD et à Monsieur Alexandre DEKEYSER de l'Entreprise de forage Arnould qui ont eu l'amabilité de me transmettre de nombreuses notes de forage. Ces notes comprennent des descriptions lithologiques détaillées des terrains rencontrés, des données d'équipements de puits, des niveaux statiques des nappes et d'autres remarques intéressantes.

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

I. INTRODUCTION

La carte hydrogéologique d'Assenois-Anlier 68/1-2 couvre une zone de 160 km² située en Ardenne méridionale au sud de la Belgique (Figure I-1).

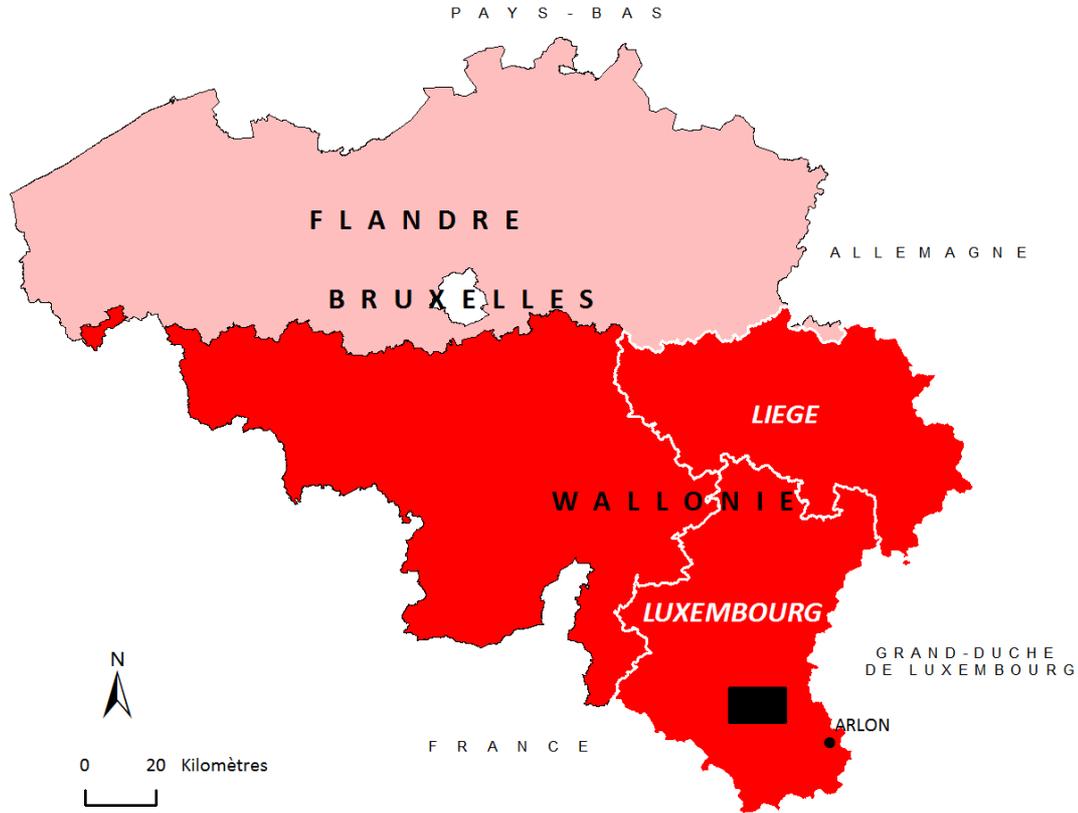


Figure I-1 . Localisation de la carte Assenois – Anlier 68/1-2

Excepté les alluvions qui couvrent certains fonds de vallées, tels que les lits des ruisseaux de Léglise et d'Anlier, les terrains rencontrés dans la région sont constitués essentiellement de schistes et de phyllades interrompus par quelques passages gréseux et quartzitiques. Ces terrains, qui datent du Dévonien inférieur, ont été fortement plissés et faillés pendant l'orogénèse hercynienne.

La nature lithologique du sous-sol ne permet pas d'identifier de véritables nappes d'eau souterraines. Cependant, il peut exister deux types de réservoirs aquifères d'intérêt local. Le premier, superficiel, est contenu dans le manteau d'altération et le second, plus profond, est logé dans les intercalations gréseuses et quartzitiques ainsi que dans les zones accidentées. Selon la fréquence et l'épaisseur des bancs quartzitiques et l'importance de la fissuration, les formations géologiques seront donc groupées en aquicludes et aquicludes à niveaux aquifères.

La perméabilité dans les aquifères du manteau d'altération est de type mixte en général, avec la présence d'une porosité de pores et d'une porosité de fissures. Par contre, dans le socle sain, la perméabilité est exclusivement de type fissuré, l'écoulement étant nettement favorisé dans les bancs quartzitiques fracturés.

La notice commence par un bref aperçu géographique, géomorphologique et hydrographique qui sera suivi d'une partie géologique. Celle-ci sera traitée d'abord dans le contexte régional du domaine calédonien et hercynien avec un accent sur le Dévonien inférieur. Ensuite, la description lithologique, la zone d'affleurement et l'épaisseur de chaque unité stratigraphique seront systématiquement présentées dans le cadre de la géologie locale de la carte d'Assenois-Anlier. Enfin, un cadre structural régional et local sera dressé.

Comme pour la géologie, l'hydrogéologie sera d'abord traitée à l'échelle régionale pour montrer le contexte hydrogéologique dans les terrains du Dévonien inférieur en Ardenne. Les unités hydrogéologiques seront définies principalement sur base des descriptions lithologiques de la carte géologique de l'Eodévonien de l'Ardenne et des Régions voisines (Asselberghs, 1946).

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

La notice se clôture par l'exposé de la méthodologie suivie pour l'élaboration du projet ainsi qu'une série d'annexes comprenant un glossaire des abréviations citées dans le texte, une liste de figures, une liste de tableaux et un tableau reprenant les coordonnées des ouvrages situés sur la carte.

II. CADRES GÉOGRAPHIQUE, GÉOMORPHOLOGIQUE ET HYDROGRAPHIQUE

II.1. CADRE GÉOGRAPHIQUE

La planche d'Assenois-Anlier couvre une superficie de 160 km² en province de Luxembourg dans le sud de l'Ardenne. Elle est occupée en majeure partie par la commune de Léglise et aussi en partie par les communes de Habay, de Tintigny, de Chiny et de Neufchâteau.

Au nord, le paysage est marqué par un vaste plateau agricole composé principalement de prairies. Par contre, au sud et à l'est de la carte, on trouve l'important massif forestier de Rulles-Anlier qui est constitué principalement de feuillus (85%) et de résineux (15%). Le massif est entaillé par un réseau hydrographique assez dense. Le point culminant s'élève à 517,5 m d'altitude au lieu-dit "Longue Fontaine" dans l'extrême nord-est de la carte. Les points les plus bas descendent à moins de 400 m d'altitude dans l'extrémité sud de certains fonds de vallées.

L'activité agricole est axée sur l'élevage bovin pour la production de lait ou de viande et l'activité sylvicole est aussi importante dans la région. La population est répartie sur de nombreux petits villages et hameaux qui parsèment le plateau agricole. Parmi ces localités on trouve Léglise, Anlier, Assenois, Thibessart, Behême, Louftémont, Les Fossés, et d'autres. Elles sont desservies par un réseau routier secondaire et national connecté à l'autoroute E411.

II.2. CADRE HYDROGRAPHIQUE

Du point de vue hydrographique, la planche s'intègre quasi totalement dans le bassin versant de la Semois, un sous-bassin de la Meuse, si l'on exclut le coin nord-est qui appartient au bassin du Rhin. Celui-ci est représenté par le sous-bassin de la Sûre alors que le premier est représenté par les sous-bassins de la Rulles, de la Vierre et de la Semois en amont du confluent avec la Vierre (Figure II-1). Les principaux ruisseaux s'écoulent du nord vers le sud, alimentés par de nombreux ruisseaux secondaires latéraux.

II.2.1. Bassin du Rhin - sous-bassin de la Sûre

Le bassin du Rhin n'est représenté que par une petite surface d'environ 2 km² à l'extrême nord-est de la carte en Forêt d'Anlier. On y observe quelques petits ruisselets intermittents en tête de vallée. Sa limite de partage avec le bassin de la Rulles, s'élevant à plus de 500 m d'altitude, constitue la crête la plus élevée sur la planche au lieu-dit Longue Fontaine.

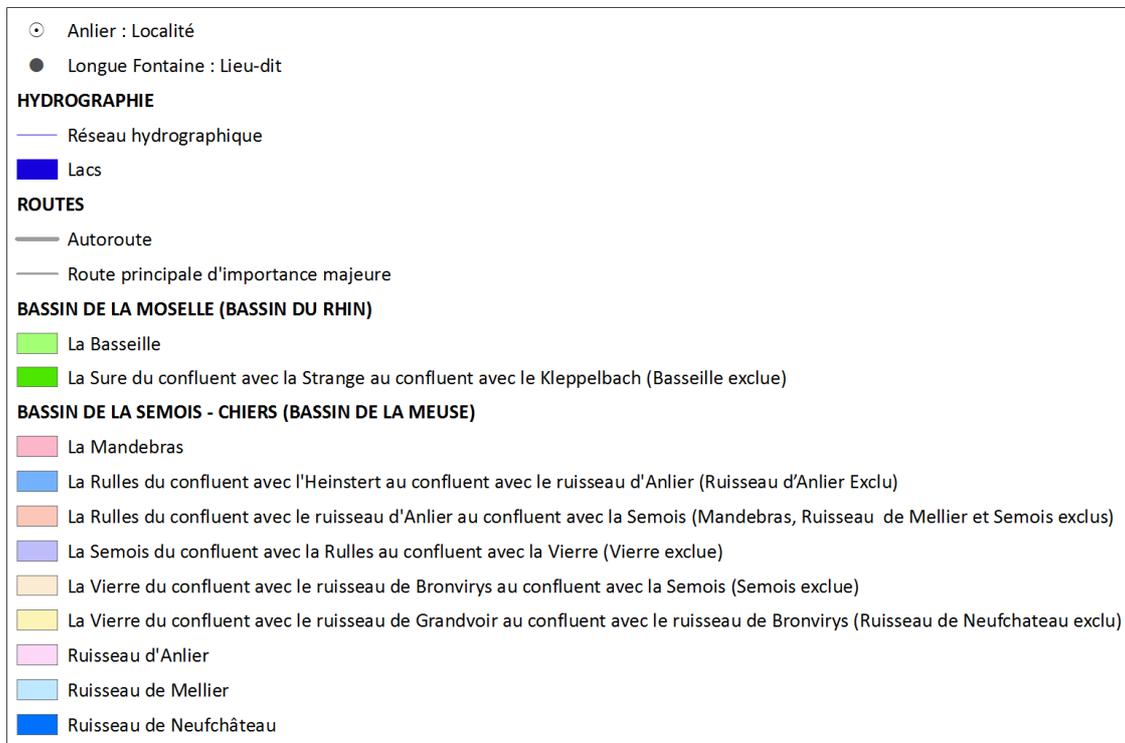
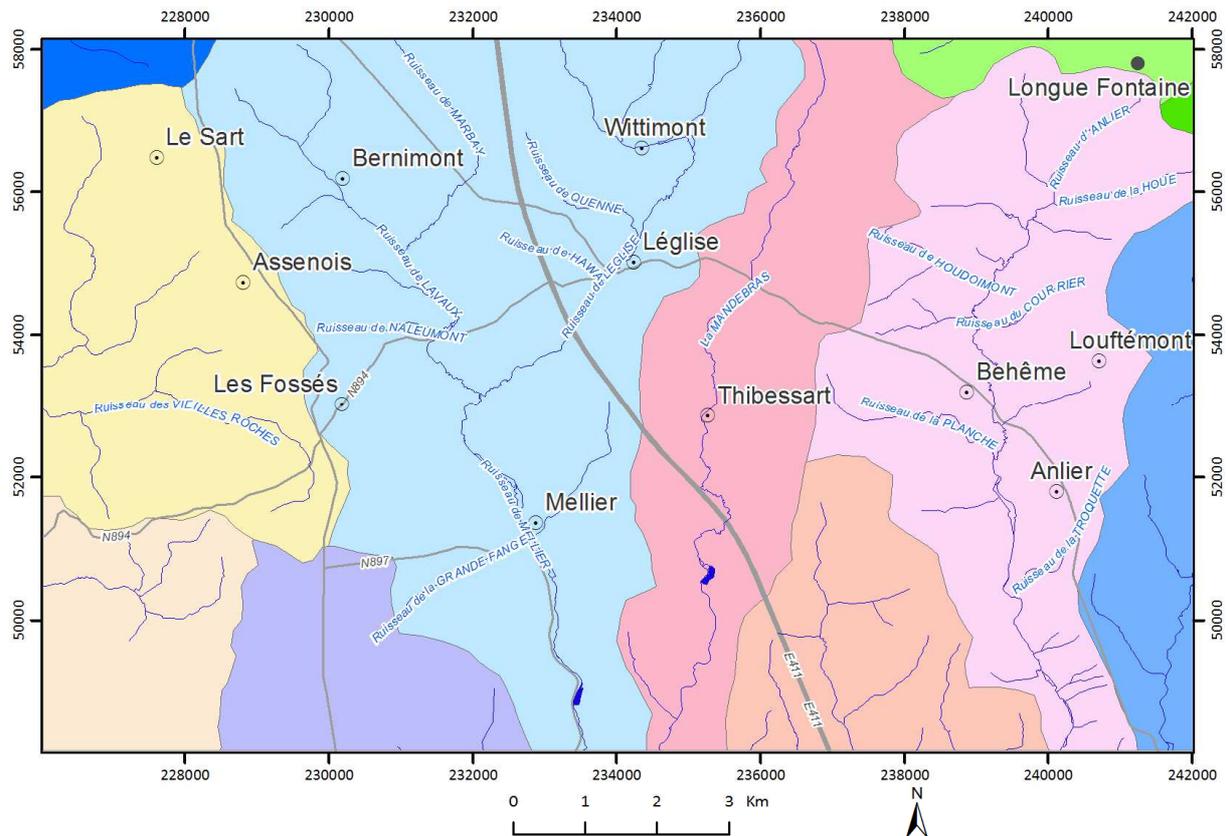


Figure II-1. Réseau et bassins hydrographiques sur la carte d'Assenois - Anlier

II.2.2. Bassin de la Meuse – Bassin de la Semois – sous-bassin de la Rulles

Le bassin hydrographique de la Rulles occupe une superficie d'environ 116 km², soit plus de 72 % de la surface totale de la planche. Les principaux cours d'eau qui drainent ce bassin sont les ruisseaux de Mellier, Mandebbras et d'Anlier qui sont les affluents de la Rulles. Ils sont constitués par une multitude de ruisseaux secondaires qui sont alimentés par de nombreuses sources drainant la nappe du manteau d'altération. Celle-ci est caractérisée par une faible capacité d'emménagement qui influence l'évolution annuelle du débit de la Rulles. On y constate, en effet, une diminution significative des débits en été qui se prolonge jusqu'au mois d'octobre. Cette caractéristique est observée à la station limnimétrique "L5970-Habay-la-Neuve-Rulles" installée sur la Rulles (Figure II-2).

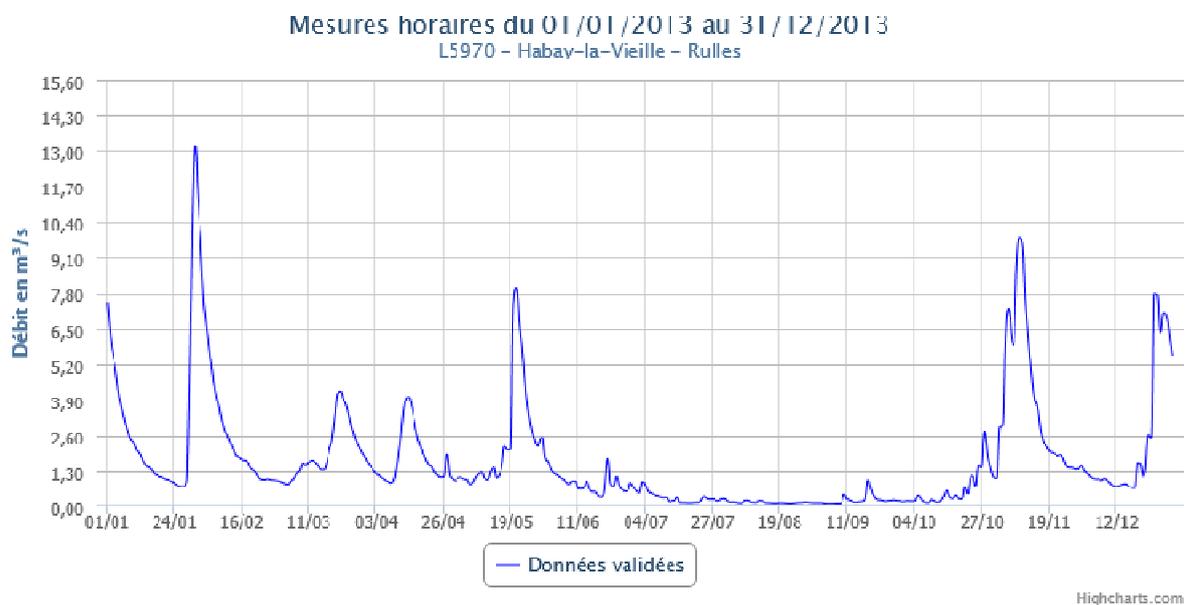


Figure II-2. Evolution des débits de la Rulles observée durant l'année 2013 au niveau de la station «L5970-Habay-la-Neuve-Rulles»

La réaction forte et rapide des débits suite aux précipitations est attestée par les quelques pics notés sur le graphique correspondant aux apports du ruissellement superficiel.

II.2.3. Bassin de la Meuse – Bassin de la Semois – sous-bassin de la Vierre

Le bassin de la Vierre occupe une superficie d'environ 30 km² dans la partie ouest de la carte. Il est drainé par les ruisseaux de Bourzy, des Vieilles Roches, du Bochet Dumont et du Moulin, qui alimentent la Vierre. Du point de vue hydrologique, on retrouve sur cette dernière le même comportement que pour la Rulles. Les débits mensuels enregistrés à la station "L7140-Suxy-Vierre", installée sur la Vierre, montrent une bonne similitude avec la station "L5970-Habay-la-Neuve-Rulles".

II.2.4. Bassin de la Meuse – sous-bassin de la Semois en amont du confluent avec la Vierre

Le bassin de la Semois en amont du confluent avec la Vierre n'occupe qu'environ 8 km² de la superficie sur la carte. Il est drainé par la Civane qui rejoint la Semois au niveau du village de Breuvanne situé sur la carte voisine Tintigny-Etalle.

III. CADRES GÉOLOGIQUE ET STRUCTURAL

III.1. CADRE GÉOLOGIQUE RÉGIONAL

Le cadre géologique est abordé dans un premier temps à l'échelle régionale restreinte à la Haute Ardenne avant d'étudier, plus en détail, la géologie de la zone couverte par la planche Assenois – Anlier.

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

- dépôt d'une série sédimentaire du Cambrien, de l'Ordovicien et du Silurien ;
- plissement calédonien et érosion de la chaîne calédonienne (pénéplanation) ;
- dépôt en discordance sur le socle calédonien d'une série sédimentaire dévono-carbonifère ;
- plissement hercynien suivi d'une pénéplanation ;
- dépôts discontinus de séries sédimentaires méso-cénozoïques discordantes sur les socles calédonien et hercynien.

Le Dévonien constitue une période de transition entre les deux grands cycles orogéniques calédonien et varisque. L'Ardenne, marge passive en extension, nivelée par l'érosion, est envahie par la mer au Dévonien inférieur et probablement dès le sommet du Silurien (Boulvain et Pingot, 2011). En trois pulsations, les transgressions marines d'origine méridionale progressent vers le nord en déposant des éléments à dominance détritique (Figure III-1).

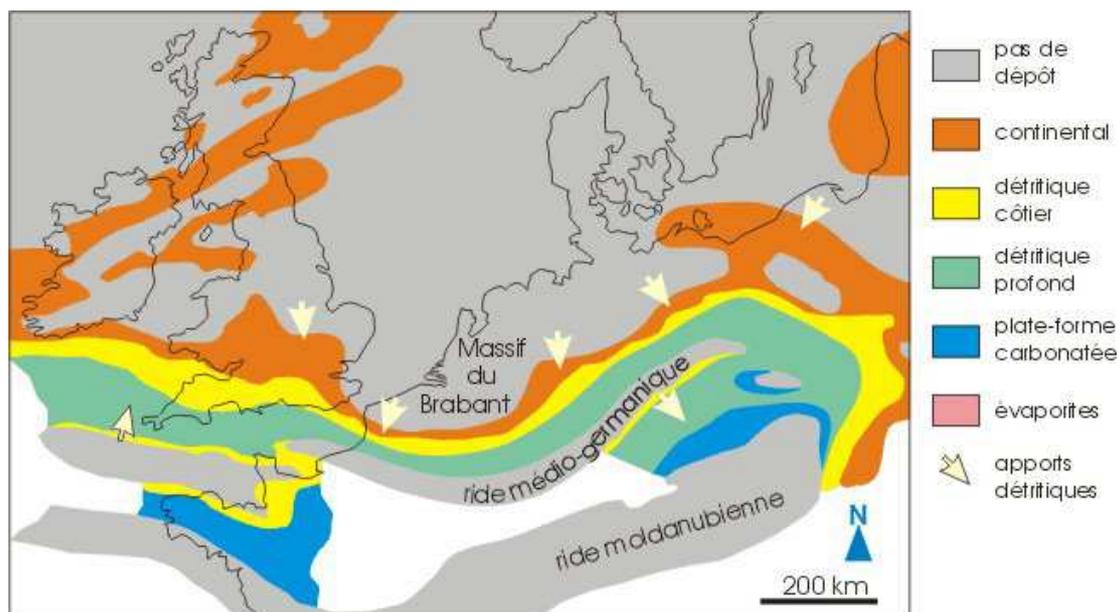


Figure III-1. Schéma paléogéographique du nord-ouest de l'Europe au Dévonien inférieur (Boulvain et Pingot, 2011).

La structuration durant l'orogénèse hercynienne a consisté en un raccourcissement du sud vers le nord par plissement des formations rocheuses en une suite de synclinoria et d'anticlinoria coupés par une multitude de failles de charriage. Les formations du Dévonien inférieur couvrent pratiquement toute l'Ardenne belge ; elles sont essentiellement schisteuses et gréseuses (Boulvain et Pingot, 2011).

La stratigraphie du Dévonien inférieur a été revue et mise à jour par la commission nationale de stratigraphie du Dévonien (Godefroid *et al.*, 1994) dont la terminologie se limite au bord sud du synclinorium de Dinant, hors contexte de la carte qui nous concerne. La carte hydrogéologique Assenois – Anlier est basée sur la carte géologique de l'Eodévonien de l'Ardenne et des régions voisines (Asselberghs, 1946).

Le synoptique présenté au Tableau III-1 permet de corréler les nomenclatures stratigraphiques ancienne et nouvelle. La Figure III-2 donne une vision synthétique plus élargie des formations qui composent le bassin sédimentaire éodévonien et leur corrélation dans les deux Synclinoria de Dinant et de Neufchâteau. Ces formations terrigènes sont arénacées, voire conglomératiques dans la partie septentrionale du Synclinorium de Dinant, alors que plus au sud, les faciès pélitiques dominent et les épaisseurs augmentent (Boulvain et Pingot, 2011).

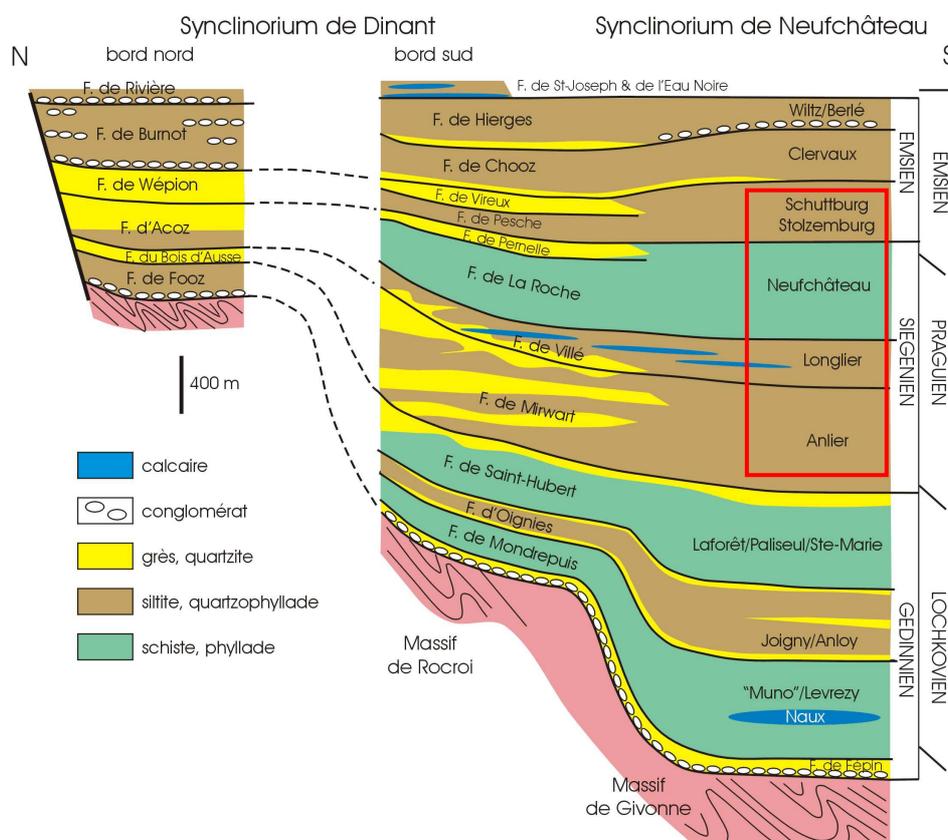


Figure III-2. Transect nord-sud dans les Synclinoria de Dinant et de Neufchâteau, durant le dépôt du Dévonien inférieur (modifié d'après Boulvain et Pingot, 2011). Le contexte de la carte Assenois – Anlier est encadré en rouge

Ere	Système	Série	Etage	Asselberghs, 1946			Vandenvén, 1990	Godefroid et <i>al.</i> , 1994 Formations Bord sud Synclinorium de Dinant	Boulvain et Pingot, 2011 Formations Synclinorium de Neufchâteau	Etage	Série	
				Faciès ou assises septentrionaux		Faciès ou assises méridionaux	Formation					
Paléozoïque	Dévonien	Dévonien inférieur	Emsien	sup.	E3	Burnot	Wiltz Quartzite de Berlé		Hièrges (HIE)	Wiltz - Berlé	Emsien	Dévonien inférieur
				moy.	E2	Winenne	Clervaux	Clervaux	Chooz (CHO)	Clervaux		
				inf.	E1	Wépion	Vireux	Breitfeld- Steinbrück	Vireux (VIR)	Schutbourg		
			Siegenien	sup.	S3	Acoz	La Roche	Saint Vith	Saint Vith	La Roche (LAR)	Neufchâteau	
							Saint Vith					
							Neufchâteau					
				moy.	S2	Huy	Bouillon	Longlier	Longlier	Villé (VIL)	Longlier	
							Longlier					
							Les Amonines					
			inf.	S1	Bois d'Ausse	Anlier	Amel	Mirwart (MIR)	Anlier			
			Gedinnien	sup.	G2a	Saint-Hubert		Waimés	Saint-Hubert (STH)	Saint-Hubert		
	G2b	Oignies			Oignies (OIG)	Oignies						
Inf.	G1	Mondreputs		Mondreputs (MON)	Muno							
Silurien			Silurien sup.					Fépin	Pridoli	Silurien sup.		

Tableau III-1. Corrélations stratigraphiques des nomenclatures ancienne et nouvelle du Dévonien inférieur. La zone encadrée en rouge correspond sommairement à la carte Assenois – Anlier

La Haute Ardenne ou Ardenne s.s. se définit comme un plateau vallonné compris entre la bande mésodévonienne de la Calestienne au nord et les séries monoclinales du Mésozoïque au sud. Ce plateau est composé d'un socle « calédonien » et de sa couverture essentiellement éodévonienne (Figure III-3).

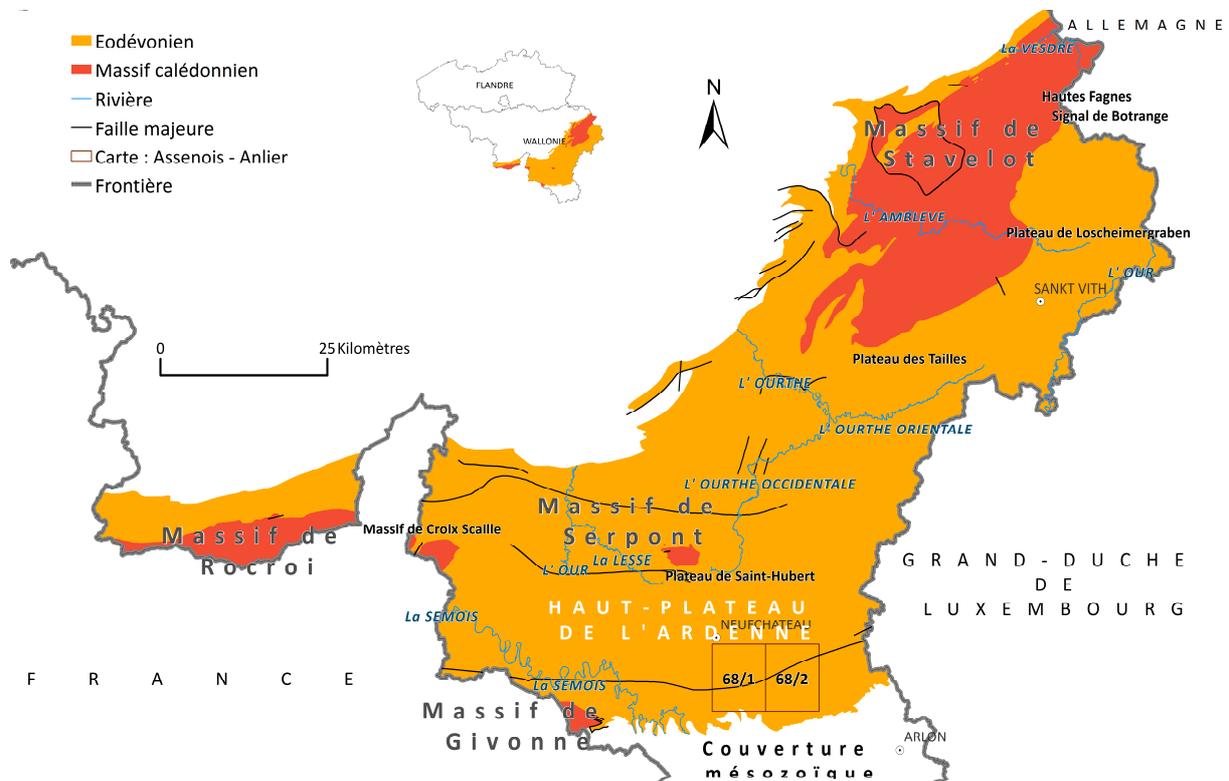


Figure III-3. Cadre géologique simplifié de l'Eodévonien de l'Ardenne basé sur Asselberghs (1946) modifié. La carte Assenois – Anlier 68/1-2 est encadrée

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

La couverture éodévonienne expose une série sédimentaire discordante sur le socle calédonien. La sédimentation couvre le Pridoli, le Gedinnien, le Siegenien et l'Emsien. Les matériaux sont constitués par un conglomérat de base (Fépin) surmonté par des faciès schisto gréseux où dominent les roches schisteuses incompetentes. La Formation de Villé (VIL) se distingue par contre par ces nombreux niveaux calcaires dont certains ont été

exploités pour la chaux à Bouillon. Des niveaux calcaires sont également notés dans la Formation de Mondrepuis à Naux.

Les terrains de l'Eodévonien sont déformés en un train de plis serrés et affectés par une schistosité, tous deux issus de l'orogénèse hercynienne. Cette couverture éodévonienne se structure autour des grands anticlinoria de l'Ardenne et de Givonne. L'anticlinal de Givonne est découpé du synclinorium de Neufchâteau-Eifel par la faille de charriage d'Herbeumont.

III.2. CADRE GÉOLOGIQUE DE LA CARTE ASSENOIS-ANLIER

III.2.1. Cadre litho-stratigraphique

La description de la géologie locale s'appuie principalement sur la carte géologique de l'Eodévonien de l'Ardenne et des régions voisines d'Asselberghs (1946). Pour plus de détails, il est conseillé de consulter directement cette référence. D'autres informations complémentaires proviennent des archives du Service géologique de Belgique (SGB) et de quelques études hydrogéologiques réalisées dans la région.

Les unités géologiques rencontrées sur la carte Assenois - Anlier sont de la plus ancienne à la plus récente (Figure III-4) : Siegenien inférieur (S1), Siegenien moyen (S2), Siegenien supérieur (S3) et Emsien inférieur (E1). Elles correspondent grosso modo respectivement aux Formations de Mirwart (MIR), de Villé (VIL), de La Roche (LAR) et de Pesche (PES) dans l'actuelle subdivision du dévonien inférieur. Il faut souligner que les transitions entre les formations lithologiques sont progressives, empêchant souvent de fixer des limites stratigraphiques tranchées (Vandenvén, 1990). Enfin, des dépôts cénozoïques formés notamment des alluvions sont notés dans les fonds de vallées.

La lithologie, la zone d'affleurement et l'épaisseur de chaque unité stratigraphique seront systématiquement présentées, en mettant l'accent sur les localisations des roches arénacées.

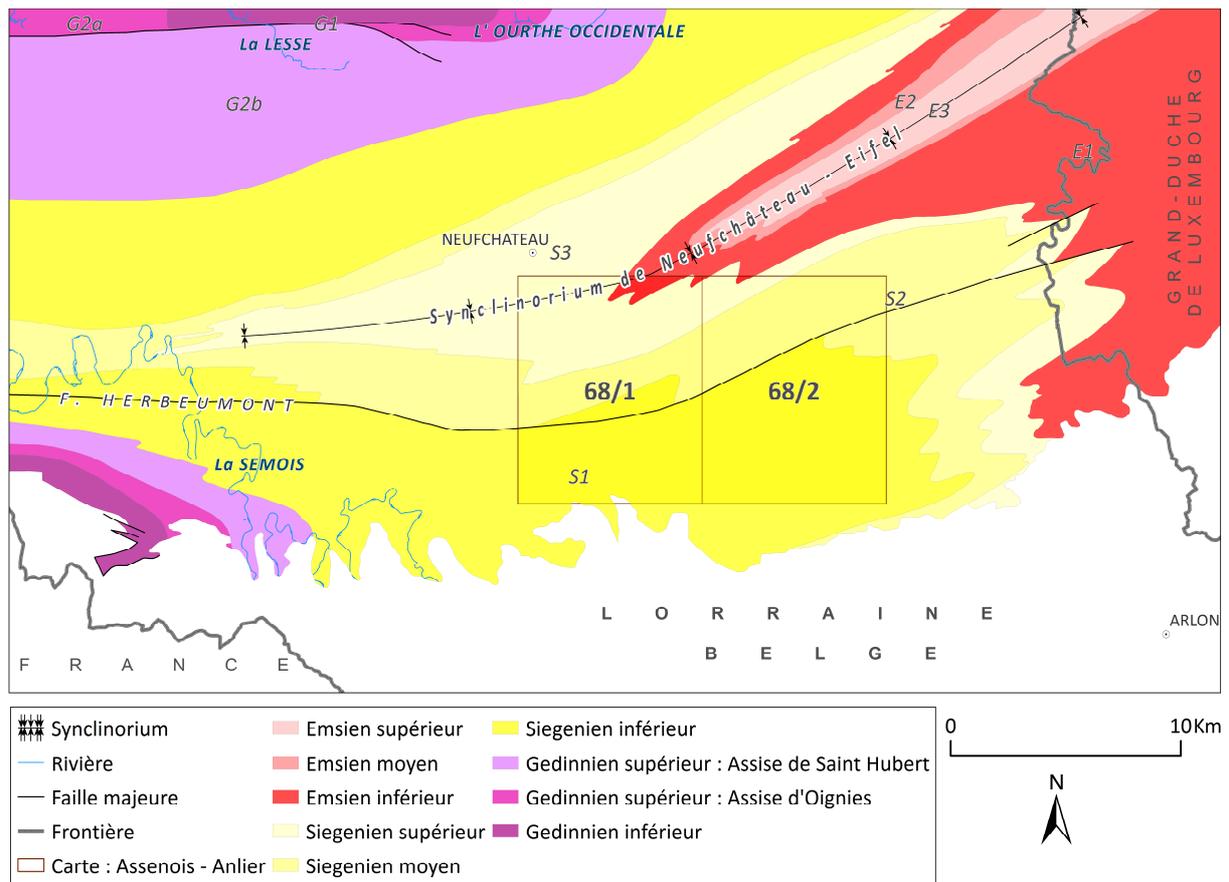


Figure III-4. Extrait modifié de la carte géologique de l'Eodévonien de l'Ardenne et des régions voisines (Asselberghs, 1946) avec localisation de la carte Assenois – Anlier (68/1-2)

III.2.1.1. Paléozoïque – Dévonien inférieur

Siegenien inférieur (S1)

Le Siegenien inférieur est représenté par le faciès d'Anlier qui est caractérisé par une alternance de phyllades et de schistes avec des quartzophyllades et des bancs ou des paquets de quartzites. Les quartzites sont très rarement et très légèrement calcareux et feldspathiques. Les roches gréseuses sont présentes sous forme de bancs isolés ou en paquets de 4 à 10 m et exceptionnellement de 15 à 25 m. Dans ces paquets, les bancs de grès sont souvent séparés par de fines intercalations schisteuses. Les quartzophyllades sont particulièrement typiques dans l'aire de l'anticlinorium de Givonne et dans le Synclinorium de Neufchâteau. Ils sont formés d'une alternance de fines strates de phyllades et de grès. Des grès altérés et des débris arénacés à de nombreux endroits sur la surface d'affleurement du Siegenien inférieur ont été également observés (Asselberghs, 1912). Des grès, des quartzites et des quartzophyllades ont donné d'ailleurs lieu par le passé à de nombreuses exploitations. Par ailleurs, on retrouve dans de nombreux forages de reconnaissance des passages gréseux en paquets parfois altérés en sables. C'est le cas, par exemple, d'un forage exécuté au lieu-dit "La Garde Dieu" au sud de Les Fossés où l'on a recoupé un banc

de grès friable et du sable sur environ 7 m d'épaisseur. On retrouve presque systématiquement des bancs de grès d'épaisseur variable dans la plupart des forages des travaux de l'autoroute entre Léglise et Habay (Vandenvén, 1982). La carte pédologique, par contre, ne montre que des lambeaux sporadiques des sols à forte charge quartzo-gréseuse (CNSW, 2008).

Le Siegenien inférieur couvre une grande superficie de la carte sous forme d'une zone large d'un peu plus de 3 km à l'ouest pour atteindre près de 7 km à l'est. Sa puissance est estimée à environ 900 à 1000 m d'après Asselberghs (1946).

Siegenien moyen (S2)

Le Siegenien moyen (S2) est représenté dans la région par le faciès de Longlier. Celui-ci est plus arénacé que les autres faciès de la formation, particulièrement dans l'anticlinorium de Givonne. Il est caractérisé par des quartzophyllades souvent gréseux, des quartzites grossiers micacés, psammitiques, des quartzites, des phyllades purs ou quartzeux et des schistes quartzeux. Les bancs fossilifères sont remarquablement abondants et calcareux. Les quartzites de couleur bleuâtre et verdâtre sont présents en bancs isolés ou en paquets de 2 à 8 m. Asselberghs (1946) relève l'affleurement des quartzophyllades gréseux avec intercalations de quartzite et de quelques phyllades autour de Léglise et de Les Fossés.

Le Siegenien moyen affleure sur une bande sinueuse de direction OSO-ENE, qui s'élargit vers l'est avec environ 1700 m à l'ouest de Nivelet, 2700 m au méridien de Léglise et s'épanouit dans la Forêt d'Anlier à l'est. Son épaisseur est estimée par Asselberghs (1946) entre 400 m et 500 m.

Siegenien supérieur (S3)

Le Siegenien supérieur (S3) est représenté par le faciès de Neufchâteau. Celui-ci est formé essentiellement de phyllades à feuilletages réguliers, parfois ardoisiers, de couleur bleu-noir, souvent pyriteux. Les phyllades renferment souvent des nodules carbonatés, parfois ferrugineux (Asselberghs, 1946). Les strates gréseuses sont très fines et peu fréquentes mais il y a aussi quelques bancs de quartzophyllades. Les relevés géologiques montrent en effet l'existence de grès parfois en bancs pluri centimétriques autour de Le Sart (Dormal, 1897). La région a été connue pour l'extraction ardoisière qui a fait jadis la renommée de nombreux villages tels que Warmifontaine situé à l'ouest non loin sur la carte voisine.

Le Siegenien supérieur affleure dans la partie nord de la carte dans la région d'Assenois, Bernimont, Habâru, Le Sart et Wittimont, en contournant les terrains de l'Emsien inférieur. Sa puissance varie entre 400 et 600 m.

Emsien inférieur (E1)

L'Emsien inférieur (E1) est constitué essentiellement de phyllades ou de schistes phylladeux et des quartzophyllades schisteux. Les roches gréseuses sont rares mais peuvent se trouver localement en bancs pouvant dépasser 1m, souvent réunis en paquets de 4 à 10 m d'épaisseur. Les quartzites sont peu importants dans la région et ils ne deviennent abondants qu'à l'est du méridien de Wiltz (Grand-Duché de Luxembourg). Il faut signaler que les éléments arénacés tels que les grès de Vireux sont beaucoup plus abondants dans la partie sud du bassin de Dinant.

L'Emsien inférieur affleure sur une bande sinueuse dans la partie nord de la carte formant le cœur du synclinorium de Neufchâteau-Eifel à cet endroit. Son épaisseur est estimée à environ 750 m.

III.2.2. Cénozoïque

Les alluvions modernes sont des dépôts récents qui couvrent les fonds de vallées des cours d'eau permanents ou intermittents. Elles ne développent pas de véritables plaines alluviales sur la carte à cause de l'encaissement des vallées et des pentes relativement fortes. Les sédiments y sont souvent sablo-limoneux, accessoirement limoneux, à charge graveleuse variable. On peut trouver également dans les fonds des vallées des colluvions apportées par les eaux de ruissellement des pentes avoisinantes.

III.3. CADRE STRUCTURAL

La planche d'Assenois – Anlier couvre un territoire situé à cheval sur deux grands plis de dimension plurikilométriques, modulé par un train de plis secondaires déversés vers le nord et qui s'ordonnent en surface en une série de sinuosités de différentes dimensions. Au nord, le Synclinorium de Neufchâteau – Eifel, à cœur Emsien inférieur, chevauché au sud par l'Anticlinorium de Givonne, constitué de terrains du Siegenien inférieur, par le biais de la Faille d'Herbeumont sur un rejet de l'ordre du kilomètre (Figure III-5). Cette dernière traverse la carte d'ouest en est, s'infléchit au NE à hauteur de Mellier et Thibessart puis en sort à hauteur de la Forêt d'Anlier en direction de Martelange.

La faille d'Herbeumont marque un chevauchement majeur régional, d'allure générale EO, reconnue par Asselberghs (1946) par une série d'observations sur près de 100 km depuis Aiglemont en France, où le rejet est évalué à près de 2 500 m, en passant par Bouillon, Herbeumont et Martelange.

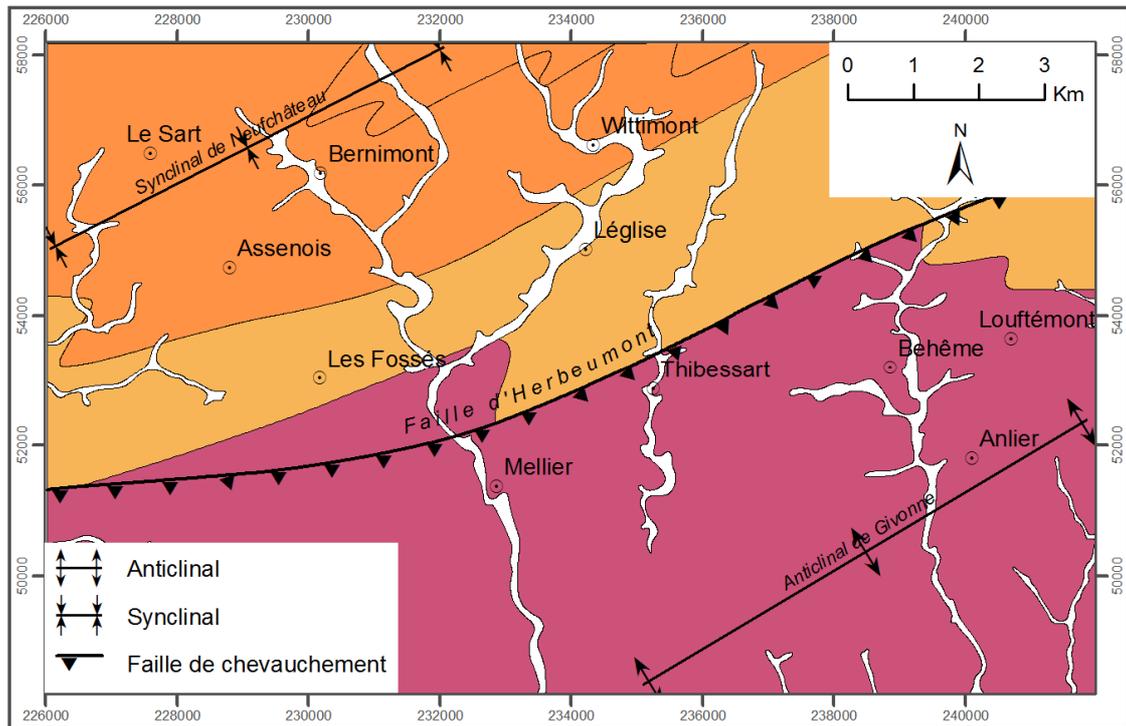


Figure III-5. Situation structurale de la carte Assenois – Anlier

IV. CADRE HYDROGÉOLOGIQUE

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

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

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

Aquiclude : couche ou massif de roches saturées de très faible conductivité hydraulique et dans lequel on ne peut extraire économiquement des quantités d'eau appréciables (UNESCO - OMM, 1992);

Remarque : ces notions sont relatives et doivent s'adapter au contexte hydrogéologique tel que les terrains du Dévonien inférieur de l'Ardenne. A une échelle plus large, on peut considérer que les terrains ardennais sont plus ou moins aquicludes, comparés aux principaux aquifères de Wallonie (calcaire et craie notamment). Par contre, à l'échelle locale de la carte Assenois – Anlier (1/25 000), il est important de distinguer les potentiels hydrogéologiques des différentes formations géologiques.

IV.1. HYDROGÉOLOGIE RÉGIONALE

Les couches géologiques de l'Eodévonien de l'Ardenne sont composées de roches dures, plissées et fracturées. Elles sont en discordance sur les terrains calédoniens. La lithologie est constituée principalement de schistes, de phyllades, de grès, de quartzites et de quartzophyllades. Le caractère aquifère du sous-sol dépend de la présence et du degré de fissuration des roches gréseuses et quartzitiques, ainsi que de l'importance et de la nature lithologique du manteau d'altération.

La carte hydrogéologique Assenois – Anlier 68/1-2 s'inscrit presque entièrement dans la masse d'eau RWM103 « Grès et schistes du massif ardennais : Semois, Chiers, Houille et Viroin » (Figure IV-1), (SPW-DGO3, 2014).

Le contexte hydrogéologique régional du massif schisto-gréseux de l'Ardenne est caractérisé par l'existence de deux types d'aquifères presque indépendants de l'unité stratigraphique à laquelle la roche appartient : l'aquifère du manteau d'altération (nappes supérieures) et l'aquifère profond (nappes profondes) (Figure IV-2). Une communication entre les deux aquifères n'est pas exclue notamment à travers les failles.

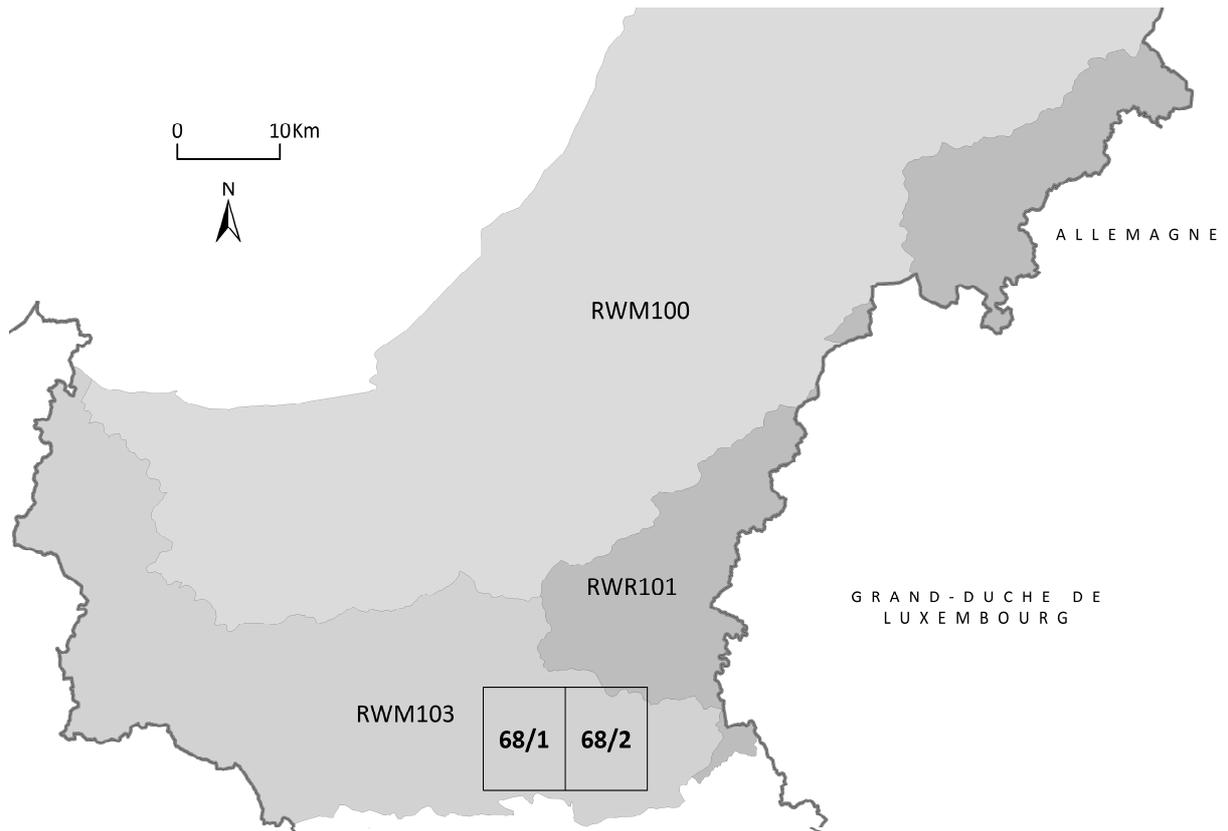


Figure IV-1. Masses d'eau souterraine en Wallonie. La carte Assenois – Anlier est encadrée

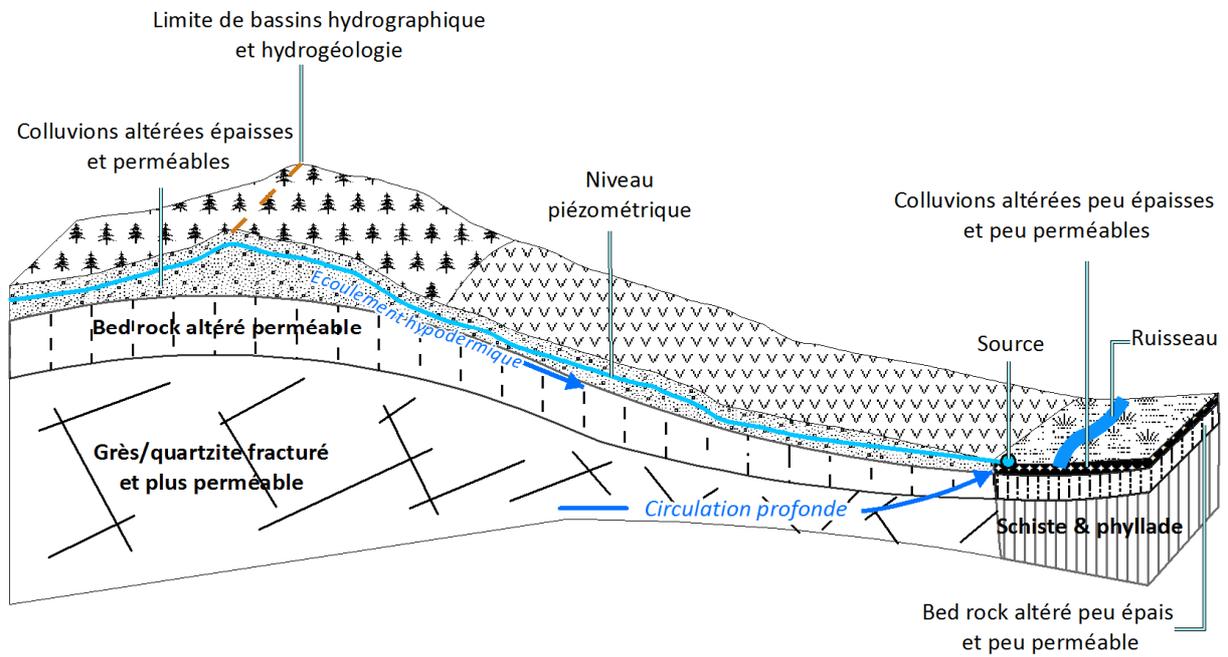


Figure IV-2. Schéma hydrogéologique simplifié de l'Eodévonien de l'Ardenne

IV.1.1. L'aquifère du manteau d'altération

Une première nappe est contenue dans le manteau d'altération des formations paléozoïques. C'est un aquifère relativement continu de type mixte² dont l'épaisseur peut en certains endroits dépasser les trente mètres. Le bassin hydrogéologique de telles nappes est souvent calqué sur le bassin hydrographique indépendamment des formations géologiques.

La nappe est peu productive et sa capacité d'emmagasinement d'eau pluviale est faible. Elle est ainsi fortement influencée par le régime des précipitations. Ce phénomène peut provoquer un problème de tarissement en été alors que les besoins sont plus élevés. Etant libre et peu profonde, la nappe est également vulnérable face à la pollution de surface due notamment aux pratiques agricoles et à l'élevage. Par contre, ce type de nappe est très intéressant pour les besoins d'eau peu importants comme les consommations domestiques et les puits de prairies par exemple. Les nappes sont souvent captées par puits peu profonds, par drains et par galeries placés en tête de vallons ou en zone d'émergence (Derycke *et al.*, 1982). C'est le cas principalement des captages de distribution publique d'eau potable. Les faibles ressources de ce type de nappe d'une part et la répartition de la population d'autre part, nécessitent souvent une multiplication du nombre d'ouvrage. Ceci implique par conséquent une multiplication des zones de prévention des captages avec toutes les contraintes que ça peut engendrer en termes d'entretiens et de surveillance de la qualité d'eau.

IV.1.2. L'aquifère profond

A plus grande profondeur, les nappes peuvent être contenues dans les passages gréseux et quartzitiques fissurés et dans les zones de fractures. Ces niveaux forment généralement des entités individualisées indépendantes et d'extension variable mais relativement limitée (Derycke *et al.*, 1982). Ils peuvent toutefois être localement mis en contact par des failles ou cloisonnés par celles-ci selon les cas. Ces niveaux sont de type fissuré et l'eau qu'ils contiennent est généralement sous pression. Etant profondes et de caractère captif, les nappes sont moins soumises aux pollutions de surface. Il faut souligner néanmoins que des valeurs relativement élevées de nitrate peuvent être décelées dans certains puits sollicitant ces niveaux profonds. Les nappes sont captées généralement par des puits dépassant

² Un aquifère est de type mixte s'il est caractérisé à la fois d'une porosité d'interstice et d'une porosité de fissures. C'est le cas de l'aquifère du manteau d'altération où la porosité de pore peut être rencontrée dans les sables issus de l'altération des grès. La porosité de fissures peut se trouver dans les zones de fractures et dans les bancs de grès et de quartzites fissurés.

souvent une centaine de mètres de profondeur. Le rendement de ces aquifères est plus important et sensiblement constant durant toute l'année.

Dans les deux types d'aquifères, l'eau est douce avec généralement de faibles valeurs de pH, et est souvent ferrugineuse.

L'aquifère schisto-gréseux de l'Ardenne est de faible importance comparé aux aquifères calcaires, crayeux ou grésosableux. Il n'est cependant pas négligeable puisqu'il constitue souvent la seule ressource aquifère des communes en Ardenne. La dispersion de la population en petites agglomérations ou en habitations isolées difficiles d'accès au réseau de distribution est un autre élément à considérer : les besoins locaux sont souvent modestes et géographiquement dispersés. Les nappes ardennaises répondent souvent assez bien à ce type de besoin.

IV.1.3. Remarque générale

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

Le captage de la nappe phréatique par drains et puits peu profonds et mise en réserve de la circulation profonde, pendant la période de hautes eaux.

Le captage par puits profonds de la circulation souterraine captive, au moment où la nappe phréatique est asséchée et très vulnérable à la pollution de surface pendant la période d'étiage.

IV.2. HYDROGÉOLOGIE LOCALE

La rareté des études hydrogéologiques régionales ajoutée à la complexité des aquifères qu'offre le socle ardennais rend l'étude à l'échelon local pour le moins ardue et délicate, parfois même hasardeuse.

Toutefois, l'on note une certaine constance dans la structuration des aquifères. A savoir : une nappe phréatique plus ou moins continue logée dans le manteau superficiel d'altération qui tranche sur de multiples nappes discontinues et logées plus en profondeur dans les bancs grésos-quartzitiques fissurés, souvent lenticulaires et interstratifiés dans les épaisseurs schisteuses imperméables et dont la cartographie précise s'avère quasi impossible.

Tableau IV-1. Tableau de correspondance entre les unités géologiques et les unités hydrogéologiques sur la carte d'Assenois-Anlier.

ERE	SYSTEME	SERIE	ETAGE	ASSISE	ABREVIATION	Faciès	LITHOLOGIE	UNITES HYDROGEOLOGIQUES
CENOZOÏQUE	QUATERNAIRE	SUPERIEUR			alm		Sables et limons, accessoirement limoneux, à charge graveleuse variable	Aquifère des alluvions
PALEOZOÏQUE	DEVONIEN	INFERIEUR	EMSIEN	INFERIEUR	E1		Essentiellement des phyllades, des schistes phylladeux et des quartzophyllades schisteux. Les roches gréseuses sont rares mais peuvent se trouver localement en bancs pouvant dépasser 1m réunis souvent en paquets de 4 à 10 m d'épaisseur	Aquiclude du Dévonien inférieur
			SIEGENIEN		SUPERIEUR	S3	Neufchâteau	
				MOYEN	S2	Longlier	Quartzophyllades souvent gréseux, des quartzites grossiers micacés, psammitiques, des quartzites, des phyllades purs ou quartzeux et des schistes quartzeux. Les bancs fossilifères sont remarquablement abondants et calcareux	Aquiclude à niveaux aquifères de Villé
				INFERIEUR	S1	Anlier	Alternance de phyllades et de schistes avec des quartzophyllades et avec des bancs ou des paquets de quartzites	Aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur

IV.2.1. Description des principaux aquifères

IV.2.1.1. Aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur

L'aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur est représenté par le Siegenien inférieur (S1), qui est caractérisé par une alternance de phyllades et de schistes avec des quartzophyllades et avec des bancs ou des paquets de quartzites. Les ressources en eau peuvent être présentes dans le manteau d'altération ainsi que dans des passages quartzitiques et quartzophylladeux. Leur présence est confirmée, entre autre, par une série de puits forés par la société Arnould de Framont et par le site d'exploitation de la SWDE à Thibessart (Figure IV-3).

D'après les notes de forages, les premières venues d'eau sont observées au contact entre le manteau d'altération et le socle sain. Ces niveaux sont généralement peu productifs. Par contre, les principales ressources sont rencontrées plus en profondeur dans des passages gréseux et/ou quartzitiques. L'eau y étant sous pression, remonte près de la surface.

C'est le cas par exemple du puits « Puits Jacob à Anlier » qui a été foré à 33m à Anlier avec un débit d'environ 8 m³/h, mesuré à la fin du forage. Les principales venues d'eau ont été notées respectivement à 26 m et à 31 m, correspondant à des niveaux de grès et de quartzites intercalés dans une masse schisteuse. A la fin du forage, le niveau statique de la nappe était à 6,5 m de profondeur.

Par ailleurs, le « Puits Lhoas » à Louftémont, profond de 31,5 m, est relativement similaire au premier. La principale venue d'eau a été observée dans un niveau de grès fissuré rencontré entre 25 m et 28 m. A la fin du forage, le débit a été estimé à 6 m³/h et le niveau statique s'est équilibré à 10 m de profondeur.

Le « Puits Oger à Thibessart » foré à 50,5 m, sollicite deux niveaux de nappes distinctes. La première, qui a été recoupée entre 30 et 40 m, ne fournit qu'à peine 500l/h. Par contre, la seconde, qui a été rencontrée entre 48 m et 50 m, est plus productive avec 5 m³/h. Ces venues d'eau correspondent à des bancs quartzitiques fissurés. Le niveau statique mesuré dans le puits à la fin du forage est de 12 m.

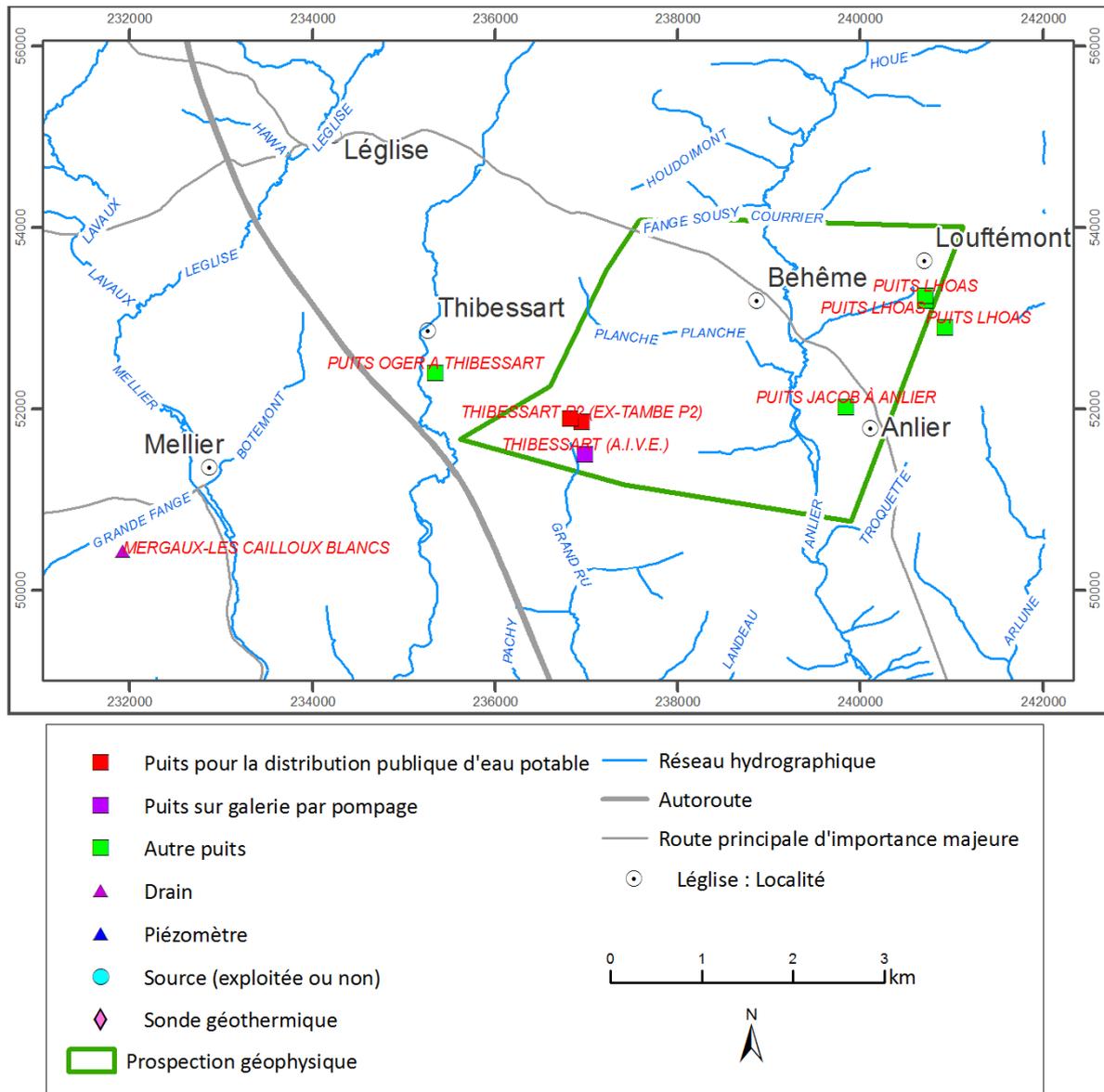


Figure IV-3. Localisation des puits forés, de la zone de prospections géophysique et du site d'exploitation de la SWDE dans la région de Thibessart

D'autres puits ont été réalisés par la même société dans la région d'Anlier. Les notes des forages montrent que les nappes les plus productives sont logées dans des passages gréseux ou quartzitiques même réduits à de très faibles épaisseurs, de l'ordre de quelques centimètres.

Les puits du site d'exploitation d'eau potable de Thibessart sollicitent des nappes profondes contenues dans les fissures et diaclases des grès et des quartzites du Siegenien inférieur. Ces ressources ont été localisées grâce à des prospections géophysiques par la méthode des sondages électriques (Gilsoul, 1980). L'étude a permis de préciser la position et l'extension de ressources conséquentes en eau souterraine profondes dans le socle schisto-

gréseux (Derycke et Vrancken, 1979). Le débit d'exploitation maximum peut atteindre 27 m³/h dans le puits « Thibessart P2 » et de 11 m³/h dans le puits « Thibessart P3 ».

La surface d'affleurement de l'aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur (niveau de Mirwart) est parsemée par de nombreuses sources à l'émergence qui drainent la nappe supérieure pour alimenter le réseau hydrographique du bassin de la Rulles, affluent de la Semois. On y dénombre également une série de sources exploitées ou qualitativement caractérisées ainsi que d'autres ouvrages de prise d'eau publics ou privés recensés au SPW. On peut citer par exemple la source des « Mergaux-Cailloux blancs » qui présente un débit stable de 9,3 m³/h en moyenne comme en attestent les mesures faites en 1986 et 1987 pour le renouvellement de l'appellation « eau de source » (Debbaut et Hanson, 1992). Pour les auteurs, il s'agit probablement de l'affleurement d'un axe de drainage de la nappe suivant un banc gréseux fissuré à grande perméabilité.

IV.2.1.2. L'aquiclude à niveaux aquifères de Villé

L'aquiclude à niveaux aquifères de Villé est formé par le Siegenien moyen (S2), caractérisé par sa composition nettement plus carbonatée que toutes les autres formations précédentes du Dévonien inférieur. Son potentiel aquifère est réparti entre les nappes superficielles du manteau d'altération et les nappes plus profondes contenues dans les bancs gréseux et quartzitiques fissurés et dans les zones de failles. L'aquiclude à niveaux aquifères de Villé est limité à sa base par l'aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur, constitué par l'assise du Siegenien inférieur (S1), et son sommet est coiffé par l'aquiclude du Dévonien inférieur (S3). Sur sa zone d'affleurement émergent de nombreuses sources qui drainent la nappe pour alimenter le bassin versant de la Rulles essentiellement. D'ailleurs, le ruisseau d'Anlier, un des principaux affluents de la Rulles, prend naissance dans les terrains du Siegenien moyen. Un bon nombre de ces sources sont par ailleurs captées pour la distribution publique d'eau potable ou par des particuliers.

La localisation des sites productifs potentiels est assez délicate au vu de la complexité structurale. Il est toutefois probable que des réserves aquifères sont à rechercher sur la lèvre nord de la faille d'Herbeumont, et sur cette faille qui met en contact le Siegenien inférieur et le Siegenien moyen.

La présence de carbonates dans le Siegenien moyen se reflète sur la qualité chimique des eaux dont la dureté et le pH sont relativement plus élevés, particulièrement en profondeur. Le lessivage des carbonates dans les eaux de la nappe superficielle provoque une déminéralisation de celle-ci.

IV.2.1.1. Aquiclude du Dévonien inférieur

L'aquiclude du Dévonien inférieur est représenté par des schistes et des phyllades peu perméables du Siegenien supérieur et de l'Emsien inférieur. Il est limité à la base par l'aquiclude à niveaux aquifères de Villé. Le niveau représenté par l'assise de l'Emsien inférieur est constitué par des terrains essentiellement schisteux et phylladeux renfermant néanmoins des roches gréseuses qu'on peut trouver localement en bancs pouvant rarement dépasser 1m.

Cet aquiclude contient toutefois des ressources hydriques localement exploitables comme le prouvent un bon nombre de captages qui se trouvent sur sa zone d'affleurement. Il y est drainé d'ailleurs par une multitude de sources qui alimentent le réseau hydrographique de la Rulles d'une part et de la Vierre d'autre part.

IV.2.1.1. Aquifère alluvial

Les alluvions des vallées sont constituées principalement de dépôts argileux, sableux et graveleux d'épaisseurs relativement faibles. Ces dépôts sont issus des éboulis de pente et des limons d'altération ainsi que des débris de roches sous-jacentes. Leurs étendues sont limitées le long des cours d'eau, et ne constituent pas de réserves d'eau souterraine appréciable.

IV.2.2. Piézométrie

La piézométrie ne peut être tracée pour aucune des unités hydrogéologiques définies sur la carte d'Assenois-Anlier. En fait, dans chacune de ces unités il peut exister une multitude de nappes superposées et souvent non connectées. Elles sont logées dans des niveaux gréseux et quartzitiques fissurés intercalés dans une masse schisteuse et phylladeuse peu perméable. Ce schéma de superposition des nappes d'importance variable dans les terrains ardennais est souvent rencontré par les foreurs qui découvrent une succession de venues d'eau à différentes profondeurs. La première venue d'eau notable est généralement observée au contact du manteau d'altération avec le socle sain. Quand les niveaux plus profonds sont quantitativement suffisants pour l'exploitation, le niveau superficiel est souvent évité afin de réduire les risques de pollution. Par ailleurs, la structure plissée et faillée ne permet pas de suivre un niveau de nappe même à courtes distances.

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

- Dans la plupart des puits forés, le niveau piézométrique observé est une résultante de deux ou plusieurs niveaux aquifères traversés. Vu que les potentiels aquifères en

Ardenne sont souvent limités, les puits sont crépinés dans plusieurs horizons pour cumuler le plus grand nombre de ressources.

- Faute de piézomètres, les niveaux des nappes ont été mesurés dans des puits généralement exploités dont le rabattement induit des erreurs de mesures d'autant plus que les rabattements provoqués dans ces puits sont relativement élevés.
- Les nappes plus profondes sont généralement sous pression, le niveau piézométrique s'équilibre près de la surface du sol. Donc le niveau piézométrique représenté ne signifie pas que l'on va rencontrer la nappe à cette profondeur si l'on fore à proximité.

Le suivi piézométrique n'est significatif que sur deux ouvrages établis dans l'aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur. Le premier est le « Limnigraphe Behême », situé sur la route de Behême-Thibessart au nord des captages de la SWDE. Le second est le « Puits SWDE-Tambe-Puits1 », implanté sur la route N40 Thibessart-Habay à moins de 1 km au sud-est des captages de la SWDE.

Le limnigraphe de Behême a livré un enregistrement piézométrique quasi continu sur une période de près de 30 ans, entre 1984 et 2013. Le diagramme (Figure IV-4) indique une courte diminution de la cote piézométrique de moins de 1 m, autour de 418,4 m, sans pour autant être influencé par la présence du site de production d'eau de la SWDE, distant de 1.5 km. Des variations saisonnières, de l'ordre de 1 à 2 m, suivent un cycle de recharge hivernal rapide et d'une vidange estivale plutôt temporisée.

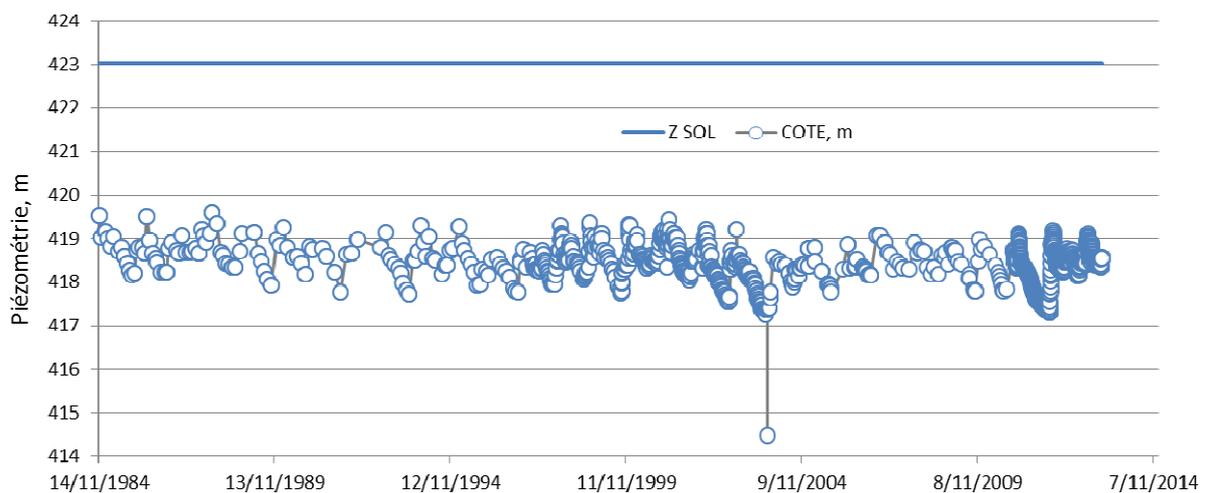


Figure IV-4. Evolution piézométrique de l'aquiclude à niveaux aquifères dans le « Limnigraphe Behême ».

En revanche, l'enregistrement piézométrique du « Puits SWDE-Tambe-Puits 1 » sur la période de 2002 à 2007 indique un rabattement de la nappe de près de 10 m, qui ne semble

pas être lié aux captages de la SWDE (cf. Exploitation des aquifères), en dépit d'une production stable entre 2000 et 2003 (Figure IV-5). Par contre, les fortes variations enregistrées après 2008 semblent être liées à l'exploitation de l'aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur.

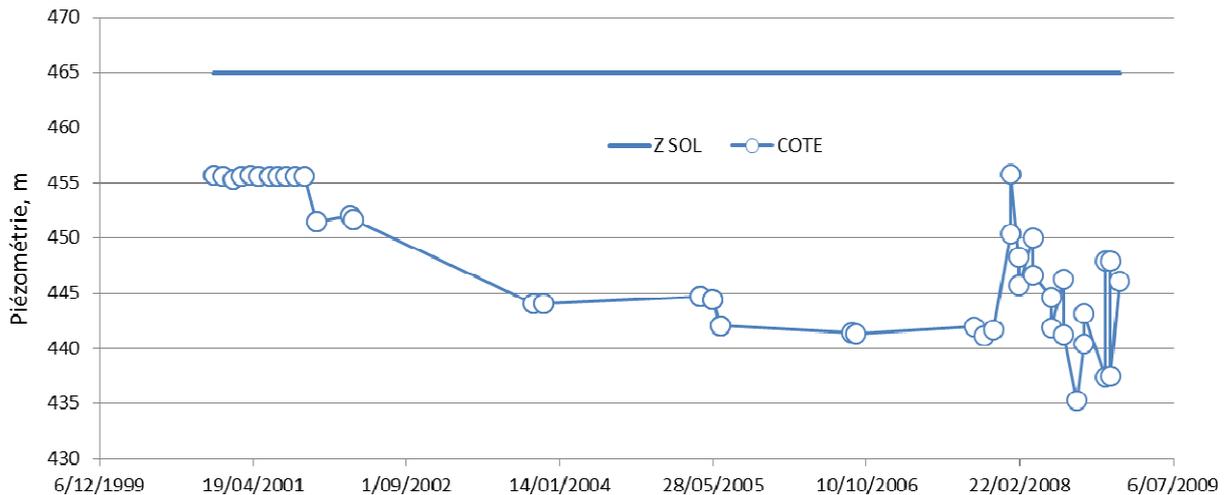


Figure IV-5. Evolution piézométrique de l'aquiclude à niveaux aquifères dans le « Puits Swde-Tambe-Puits 1 ».

IV.2.3. Coupe hydrogéologique

La localisation NO-SE de la coupe hydrogéologique, pratiquement perpendiculaire à la direction des couches géologiques a été choisie pour représenter les principales structures géologiques sur la carte : Synclinorium de Neufchâteau, Anticlinorium de Givonne et la faille d'Herbeumont (cf. poster A0, coupe hydrogéologique non exagérée). Cette coupe hydrogéologique a été exagérée 5 fois, pour mettre en évidence le relief et quelques niveaux piézométriques mesurés.

V. HYDROCHIMIE

V.1. CARACTÉRISATION HYDROCHIMIQUE DES EAUX

En Région wallonne, depuis l'entrée en vigueur du Code de l'Eau (3 mars 2005), toute la législation relative à l'eau a intégré les anciens textes réglementaires (décret et articles). L'arrêté relatif aux valeurs paramétriques applicables aux eaux destinées à la consommation humaine (AGW³ 15 janvier 2004) se retrouve dans les articles R.252 à R.261 de la partie réglementaire du Livre II du Code de l'Environnement. Les annexes décrivant, entre autres, les valeurs fixées pour les paramètres retenus sont reprises sous les numéros XXXI à XXXIV.

Les analyses chimiques présentées ici ont été réalisées sur les eaux brutes, non encore traitées en vue de leur consommation. En mai 2014, on comptait 18 ouvrages caractérisés par au moins une analyse chimique sur l'ensemble de la carte Assenois - Anlier. La localisation de ces ouvrages a été reportée sur la carte thématique au 1/50 000 « *Carte des informations complémentaires et des caractères de couverture des nappes*⁴ ».

Les résultats des analyses effectuées entre 1986 et 2006 ont été encodés dans la base de données (BDHYDRO) avec un total de 1609 enregistrements. Les caractéristiques hydrochimiques sont présentées par unité hydrogéologique (Tableau V-1). Il faut toutefois souligner que ce ne sont que des valeurs indicatives difficiles à généraliser sur l'ensemble de l'unité et encore moins sur l'ensemble de la carte compte tenu du contexte hydrogéologique plissé et faillé.

V.1.1. Aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur

L'examen de l'ensemble des résultats des analyses chimiques disponibles montre une variation spatiale et temporelle de la qualité des eaux.

Un cycle annuel des fluctuations des températures est observé. Les valeurs les plus basses sont enregistrées durant l'hiver, les plus élevées durant l'été (Figure V-1). Ces variations saisonnières reflètent la recharge et la décharge assez rapide des nappes évoquées précédemment dans le chapitre sur la piézométrie. Des écoulements préférentiels à travers un réseau de fissures doivent jouer un rôle important dans la circulation des eaux souterraines pour expliquer ces observations.

³ AGW : Arrêté du Gouvernement Wallon

⁴ « *Carte des informations complémentaires et des caractères de couverture des nappes* ». Elle représente les données spécifiques disponibles telles que le caractère de la couverture des nappes, 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).

Tableau V-1. Localisation des ouvrages pour lesquels des données chimiques existent, et les unités hydrogéologiques correspondantes.

Nom du captage	Type	Unité hydrogéologique	Profondeur, m
THIBESSART P3 (EX TAMBE P3)	Puits	Aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur	70
BOIS DE COURETELLE PZ NORD	Puits		8,1
BOIS DE COURETELLE PZ SUD	Puits		10,1
FONTAINE SAINT PIERRE	Drain		
SALRUE	Drain		
MAZURHAMPS	Drain		
FORET RULLES-BLANC RUISSEAU S4	Source		
THIBESSART P2 (EX-TAMBE P2)	Puits		70
MERGAUX-LES CAILLOUX BLANCS	Source		
FONTAINE DAVID	Source		
LA HOUE	Source		Aquiclude à niveaux aquifères de Villé
RECHY	Source		
LONGUEFONTAINE	Drain		
NOBIPRE I	Source		
OUEST DE RECHY	Drain		
SORFET	Source		
NOBIPRE II	Source		
PUITS HUBERMONT	Puits	Aquiclude du Dévonien inférieur	

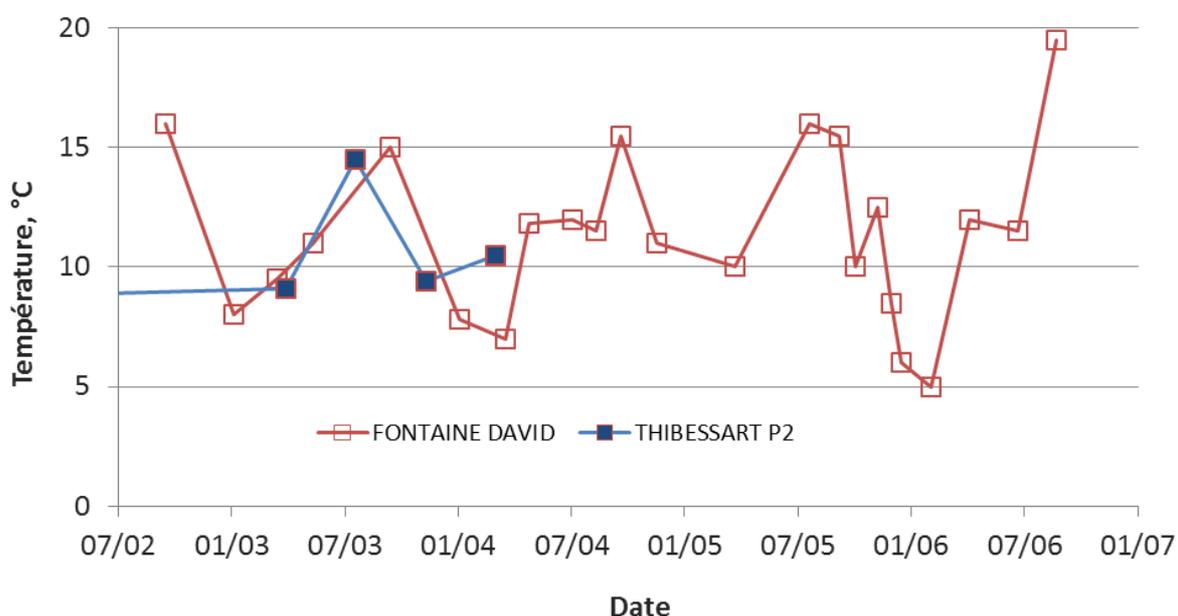


Figure V-1. Evolution indicative de la température des eaux de l'aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur.

Les variations spatiales peuvent s'observer entre différents ouvrages même très proches. Ainsi les puits « Thibessart P2 » et « Thibessart P3 » semblent solliciter des nappes différentes. La teneur en calcium et la conductivité électrique du premier traduit une

minéralisation plus élevée liée probablement à des éléments carbonatés dans les roches. Dans le second puits, d'autres éléments métalliques sont relativement plus concentrés tels que le bore, le chrome, le nickel et le zinc, (Tableau V-2). Si ces éléments ne proviennent pas des équipements du puits, ils peuvent être associés à des failles.

Tableau V-2. Comparaison de la qualité chimique des eaux entre les puits « Thibessart P2 » et « Thibessart P3 ».

<i>Paramètre</i>	<i>THIBESSART P3</i>	<i>THIBESSART P2</i>	<i>Norme</i>
	<i>Valeur mesurée</i>		
Date de l'échantillon	09/04/1996	19/09/1995	
Aluminium	12	7	200
Ammonium	0	0	0,5
Argent	0,4	0	10
Baryum	3,1	2	
Bore	<u>14,5</u>	<u>0,4</u>	
Calcium	4,2	18,3	270
Chrome (total)	<u>5,4</u>	<u>0,2</u>	50
Cobalt	0,6	0	
Conductivité	42	418	2100
Cuivre	1,1	0,9	100
Dureté totale	1,3	5,3	67,5
Fer (total) dissous	12	18	200
Fluorures	0,03	0,02	1,5
Magnésium	0,8	1,8	50
Manganèse	9	1	50
Nickel	<u>27,8</u>	<u>1,4</u>	50
Nitrates	2,9	2,3	50
Nitrites	0	0	0,1
pH	7,3	7,73	
Potassium	0,7	0,3	12
Silice	7,2	6,6	
Sodium	3,8	2,2	150
Sulfates	1,8	0,9	250
Température (in-situ)	8,9	10,5	25
Zinc	<u>161,3</u>	<u>10,7</u>	200

Par ailleurs, la conductivité est relativement faible dans les autres ouvrages (eau douce avec de faibles teneurs en calcium). L'eau est généralement de bonne qualité avec de faibles teneurs en fer, en manganèse et en nitrates.

V.1.1. Aquiclude à niveaux aquifères de Villé

La plupart des analyses chimiques concernant l'aquiclude à niveaux aquifères de Villé proviennent du réseau d'observation des nitrates. Les résultats de ces analyses sont reportés dans le Tableau V-3. Ils montrent que les teneurs en nitrates sont assez faibles même si la source de La Houe est trois fois plus concentrée, elle reste largement inférieure à

la norme autorisée. Les ouvrages en question sont soit des sources soit des drains situés en zones forestières relativement loin des activités agricoles.

Tableau V-3. Les teneurs en nitrates dans les eaux de l'aquiclude à niveaux aquifères de Villé.

<i>Nom d'ouvrage</i>	<i>Valeur</i>	<i>Unité</i>	<i>Date</i>	<i>Norme</i>
LA HOUE	12,4	mg/l NO ₃	23/03/2000	50
	15,5		06/01/1999	
	14,3		24/01/1998	
	14,3		24/08/1998	
	15		07/07/1994	
RECHY	5		23/03/2000	
	2,5		12/06/2001	
	2,8		20/02/2001	
	2,5		09/10/2001	
	4,1		24/08/1998	
	2,6		06/01/1999	
	2,5		07/07/1994	
LONGUEFONTAINE	5,9		05/05/1992	
	5,9		05/05/1992	
NOBIPRE I	2,4		23/03/2000	
	3,4		06/01/1999	
	3,2		24/08/1998	
	4,1	19/06/2006		
OUEST DE RECHY	3	23/03/2000		
	3,7	24/08/1998		
	2,6	06/01/1999		
	5,3	19/06/2006		
SORFET	1,6	23/03/2000		
	2,8	06/01/1999		
	1,5	24/08/1998		

En revanche, les analyses chimiques effectuées sur un échantillon d'eau prélevé le 19/06/2006 au niveau du captage « NOBIPRE I » peuvent représenter, à titre indicatif, la qualité générale de la nappe du manteau d'altération. Les résultats de ces analyses sont reportés dans le Tableau V-4. On constate que l'eau est douce et d'une bonne qualité mais avec un pH acide. Cela ne reflète pas la présence carbonatée du Siegenien moyen. Le lessivage du manteau d'altération par les eaux explique les faibles concentrations minérales de la nappe.

V.1.1. Aquiclude du Dévonien inférieur

Les seules données qualitatives disponibles pour l'aquiclude du Dévonien inférieur concernent des paramètres physico-chimiques mesurés le 29/08/2006 dans le cadre de la réalisation de la carte hydrogéologique de Wallonie. L'échantillon a été prélevé au niveau du puits dénommé « Puits Hubermont ». Les résultats des mesures obtenus in-situ, donnés au

Tableau V-5, sont caractéristiques des nappes ardennaises logées dans les schistes et phyllades, tel est le cas du Siegenien supérieur et de l'Emsien inférieur.

Tableau V-4. Résultats des analyses chimiques effectuées sur un échantillon d'eau prélevé le 19/06/2006 au niveau du captage « NOBIPRE I ».

<i>Paramètre</i>	<i>Valeur</i>	<i>Unité</i>	<i>Norme</i>
Chlorures	3,6	mg/l Cl	200
Chrome (total)	< 2	µg/l Cr	50
Coliformes totaux	0	nombre par 100ml	0
Conductivité	42	µs/cm à 20°C	2100
Cuivre	47	µg/l Cu	100
Cyanures (totaux)	< 5	µg/l CN	50
Dureté totale	1,3	° français	67,5
Fer (total) dissous	30	µg/l Fe	200
Fluoranthène	< 100	ng/l	
Fluorures	< 0,1	mg/l F	1,5
Germes totaux à 22 °C	12	nombre par ml	
Germes totaux à 37 °C	1	nombre par ml	
Magnésium	1,7	mg/l Mg	50
Manganèse	< 10	µg/l Mn	50
Mercure	< 1	µg/l Hg	1
Nickel	4	µg/l Ni	50
Nitrates	4,1	mg/l NO3	50
Nitrites	< 0,07	mg/l NO2	0,1
Oxydabilité (KMnO4)	<0,3	mg/l O2	5
Pesticides totaux	< 100	µg/l	0,5
pH	6,12	unités pH	
Phosphore total	< 2,3	mg/l P2O5	5
Plomb	< 2	µg/l Pb	50
Potassium	0,2	mg/l K	12
Selenium	< 5	µg/l Se	10
Sodium	1,3	mg/l Na	150
Streptocoques fécaux	0	nombre par 100ml	0
Sulfates	< 5	mg/l SO4	250
Turbidité	< 1	NTU	4
Zinc	40	µg/l Zn	200

Tableau V-5. Valeurs indicatives des paramètres physico-chimiques de l'aquiclude du Dévonien inférieur.

NOM	DATE	PARAMETRE	UNITE	VALEUR	NORME
PUITS HUBERMONT	29/08/2006	Température	° Celsius	15,1	25
PUITS HUBERMONT	29/08/2006	Conductivité	µs/cm à 20°C	188	2500
PUITS HUBERMONT	29/08/2006	pH	unités pH	7,09	6,5
PUITS HUBERMONT	29/08/2006	Oxygène dissous (in-situ)	mg/l O2	10,09	0

VI. EXPLOITATION DES AQUIFÈRES

Tous les ouvrages recensés et existant en 2014, sans distinction de nature (puits, piézomètres, sources...), ont été reportés sur la carte thématique « *Carte des volumes prélevés*⁵ » (1/50 000) d'Assenois - Anlier. Ils sont distingués par l'unité hydrogéologique sollicitée. L'intérêt de cette présentation c'est de pouvoir rapporter toute information ponctuelle (chimie, piézométrie, test, volume, etc.) à la nappe correspondante. Dans le cas de l'Ardenne, les ouvrages sont généralement reliés à l'aquifère qui se trouve à l'affleurement parce que les épaisseurs des formations géologiques du Dévonien inférieur sont généralement importantes. Si par contre, le log stratigraphique du forage indique que c'est l'unité hydrogéologique sous-jacente qui alimente un puits, c'est cette nappe qui est considérée.

L'exploitation par unité hydrogéologique des eaux souterraines sur la carte Assenois – Anlier durant les vingt dernières années est résumée dans la Figure VI-1. Le total des volumes prélevés annuellement connaît de fortes fluctuations ces vingt dernières années. En se basant sur les volumes moyens annuels entre 2007 et 2011 (les années complètes les plus récentes), l'aquiclude à niveaux aquifères est de loin le réservoir le plus sollicité sur la carte (Figure VI-2).

⁵ Cette carte représente l'ensemble des ouvrages recensés et existant en 2014 en discernant :

1. Les ouvrages (puits, piézomètres, sources, etc.) différenciés selon l'unité hydrogéologique qu'ils atteignent. La couleur des symboles utilisés est identique à la couleur de la nappe concernée. Quand il s'agit d'un puits sollicitant plusieurs aquifères, le symbole prend la couleur de la nappe principale.
2. Les volumes prélevés par les sociétés de distribution d'eau exprimés en m³/an pour l'année 2011 (année entièrement encodée la plus récente). Ils sont symbolisés par des pastilles rouges dont le diamètre est proportionnel aux débits pompés. Les autres volumes, pompés par des industries, des particuliers ..., sont également exprimés en m³/an pour l'année 2009 (année la plus récente, complètement encodée), mais sont représentés par des pastilles vertes avec un diamètre proportionnel au débit annuel.
3. Pour rendre compte de l'importance des différents sites d'exploitation, des volumes moyens ont été calculés sur les cinq dernières années encodées. Ces volumes correspondent à une moyenne d'exploitation annuelle entre 2007 et 2011. Il faut souligner que certains captages peuvent n'avoir fonctionné qu'une seule année pendant cet intervalle. C'est le cas par exemple des captages d'appoint. Les volumes moyens doivent être pris avec prudence. Ils ne reflètent que des valeurs indicatives de l'exploitation.

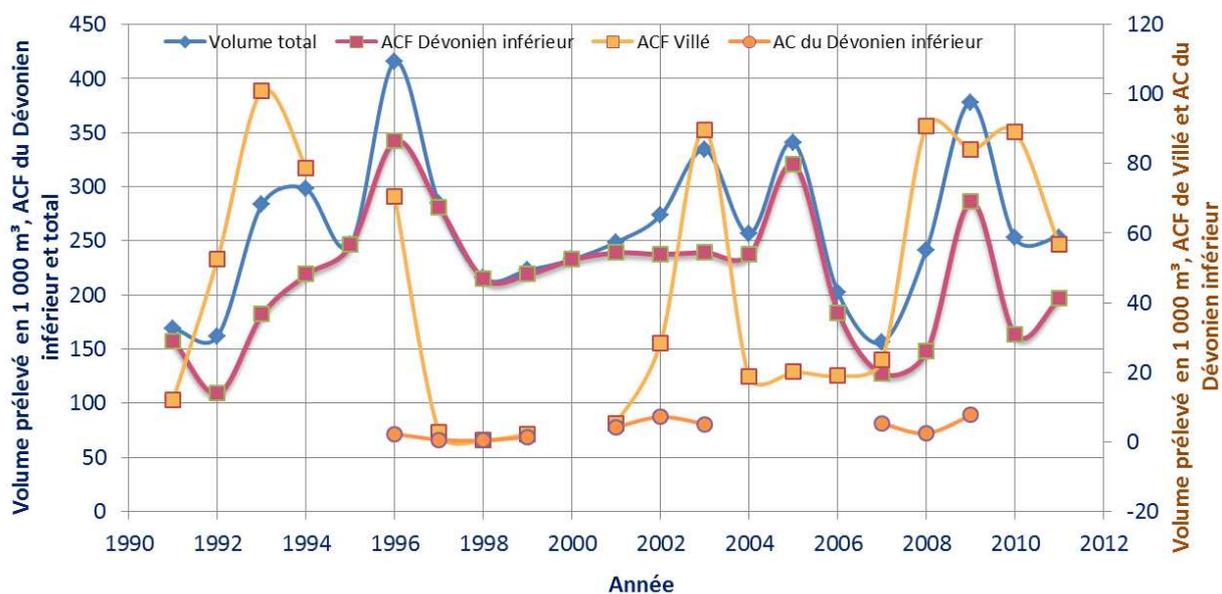


Figure VI-1. Evolution de l'exploitation des eaux souterraines par unité hydrogéologique sur la carte Assenois - Anlier. AC = aquiclude, ACF = aquiclude à niveaux aquifères.

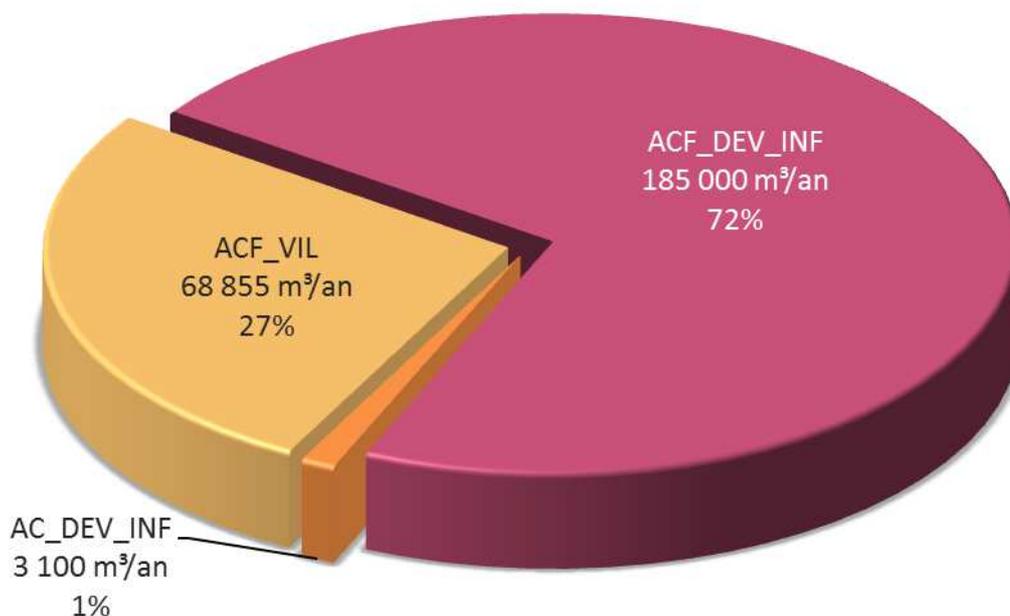


Figure VI-2. Exploitation moyenne annuelle entre 2007 et 2011 des eaux souterraines par unité hydrogéologique sur la carte Assenois - Anlier. AC = aquiclude, ACF = aquiclude à niveaux aquifères, VIL = Villé et DEV_INF = Dévonien inférieur.

VI.1.1. Aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur

L'entièreté des volumes encodés sont issus du Siegenien inférieur qui représente le plus grand potentiel aquifère sur la carte. Il est le plus largement exploité, à raison d'environ 218 500 m³/an en moyenne entre 1990 et 2011. Ce volume moyen annuel est réduit à 185 000 m³ ces dernières années (Figure VI-2). L'aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur est sollicité par 44 ouvrages répertoriés au niveau du Siegenien inférieur et 3 seulement au niveau de l'Emsien inférieur (aucun volume n'est enregistré). Ces ouvrages sont constitués de 3 puits pour la distribution publique d'eau potable, 18 puits de particuliers, 4 drains, 1 galerie par pompage, 13 sources, 3 piézomètres et 2 sondes géothermiques. La production et la distribution publique d'eau potable est assurée par la SWDE et les services communaux de Léglise, de Tintigny et d'Habay. Le volume total d'eau prélevée par ces captages publics n'a pas dépassé 200.000 m³ durant l'année 2011. Les captages privés sont à usage domestique et agricole mais les volumes captés sont relativement faibles et rarement comptabilisés.

VI.1.1. Aquiclude à niveaux aquifères de Villé

Entre 1990 et 2011, l'exploitation de l'aquiclude à niveaux aquifères de Villé a enregistré de très fortes fluctuations des volumes captés avec une interruption de captage en 1995 et en 2000 (Figure VI-1). Sur la période 1990-2011, le volume moyen est situé autour de 44 500 m³/an, alors qu'entre 2007 et 2011, ce volume est proche de 70 000 m³ annuellement parce que l'exploitation est relativement plus soutenue.

L'aquiclude à niveaux aquifères de Villé est sollicité par 28 ouvrages, dont 9 puits de particuliers, 3 drains, 10 sources et 6 sondes géothermiques. La production et la distribution publique d'eau potable est assurée par les services communaux de Léglise et de Fauvillers. Le volume total d'eau prélevée par ces captages publics n'a pas dépassé 57.000 m³ durant l'année 2011. Les captages privés sont à usage domestique et agricole mais les volumes captés sont relativement faibles et rarement comptabilisés tout comme pour l'aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur.

VI.1.1. Aquiclude du Dévonien inférieur

L'exploitation modeste de l'aquiclude du Dévonien inférieur est assurée par les particuliers, aucun volume pour la distribution publique d'eau potable n'est enregistré. Les potentiels aquifères du Siegenien supérieur sont relativement rares sur la carte vu sa lithologie principalement phylladeuse.

VII. CARACTÉRISATION DE LA COUVERTURE ET PARAMÈTRES HYDRAULIQUES DES NAPPES

Le caractère de la couverture des nappes est représenté sur la carte thématique « *carte des informations complémentaires et des caractères de couverture des nappes* ». Il est défini en terme de perméabilité : perméable, semi-perméable, imperméable si l'aquifère n'est pas à l'affleurement. Il faut rappeler toutefois que les nappes du socle ardennais sont discontinues, locales et limitées aux bancs gréseux et quartzitiques ainsi que dans certaines zones de failles. Par conséquent, il est très difficile de leur attribuer un type de couverture bien précis.

Dans le contexte ardennais, où les nappes sont très compartimentées, les données des essais de pompage ne peuvent en aucun cas être généralisées sur l'ensemble de l'unité hydrogéologique concernée. Soulignons néanmoins que dans les zones schisteuses et peu fracturées des valeurs de conductivité hydraulique extrêmes de l'ordre de 10^{-7} m/s ont pu être observées dans les terrains du Dévonien inférieur (Calembert et Monjoie, 1973).

VII.1. CARACTÉRISATION DE LA COUVERTURE DES NAPPES

Il est bon de rappeler le contexte hydrogéologique qui se caractérise par deux types de nappes ; la nappe supérieure contenue dans les colluvions et les nappes plus profondes au niveau des diaclases et des cassures des grès et des quartzites.

Pour le premier niveau, proche de la surface et relativement perméable, la nappe peut être considérée comme étant à l'affleurement. Ce sont des nappes libres de type mixte (porosité d'interstice et de fissure). Ces nappes peuvent donc réagir assez rapidement en cas de pollution, aussi bien accidentelle (hydrocarbures, produits toxiques ...) que diffuse (nitrates, pesticides, ...). La préservation et la surveillance qualitative régulière de ces nappes est d'une grande importance, sachant qu'elles contribuent à une bonne partie de la distribution publique d'eau potable.

Par contre, les nappes de fissures sont enveloppées dans une masse schisto-phylladeuse peu perméable. Ce sont des nappes semi-captives où l'eau est sous pression sans pour autant exclure des communications avec la surface via des axes préférentiels d'écoulement (Figure V-1). Ces derniers sont déterminés par les lignes de failles et les bancs gréseux et quartzitiques fissurés. Ces conditions ont amené à considérer la couverture de ce type de nappes comme généralement semi-perméable.

Enfin, les nappes de l'aquiclude du Dévonien inférieur peuvent être considérées comme sous couverture imperméable vu la dominance des schistes et phyllades imperméables.

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

Le pompage d'essais consiste à pomper l'eau à des débits donnés dans un puits crépiné à travers un aquifère et noter le niveau piézométrique dans ce puits et dans des piézomètres voisins en fonction du temps. Le but est double : avoir des informations sur l'écoulement souterrain des nappes et des renseignements sur les caractéristiques du puits. Le pompage d'essais est fréquemment réalisé pour différents types d'études telles que les zones de prévention ou de demandes d'autorisation de captages.

Les principaux paramètres calculés à partir des essais de pompage sont la transmissivité et la perméabilité :

- Transmissivité T , exprimée en m^2/s (Castany & Margat, 1977) :
 - Paramètre régissant le flux d'eau qui s'écoule par unité de largeur de la zone saturée d'un aquifère continu (mesurée selon une direction orthogonale à celle de l'écoulement), et par unité de gradient hydraulique ;
 - Produit de la perméabilité (de Darcy) K (m/s) par la puissance aquifère b (m), en milieu isotrope, ou produit de la composante du tenseur de perméabilité parallèle à la direction d'écoulement par la puissance aquifère (orthogonale à cette direction), en milieu anisotrope.
- Perméabilité K , exprimée en m/s : Propriété d'un corps, d'un milieu solide - notamment un sol, une roche - à se laisser pénétrer et traverser par un fluide, notamment l'eau, sous l'effet d'un gradient de potentiel. Elle dépend de la granulométrie (Tableau VII-1).

La relation entre transmissivité et perméabilité peut être représentée par la formule $T = K \cdot b$ où b est la puissance de l'aquifère ou la hauteur du niveau crépiné dans le cas d'un puits tubé. Il est donc possible d'avoir une évaluation sommaire de la transmissivité sur base du log litho-stratigraphique d'un puits avant de réaliser un pompage d'essai.

K en m/s	10	1	10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}	10^{-4}	10^{-5}	10^{-6}	10^{-7}	10^{-8}	10^{-9}	10^{-10}	10^{-11}
Granulométrie homogène	gravier pur			sable pur		sable très fin			limons		argile		
Granulométrie variée	gravier gros & moy		gravier et sable			sable et limons argileux							
degrés de perméabilité	TRES BONNE - BONNE					MAUVAISE						NULLE	
type de formation	PERMEABLE					SEMI-PERMEABLE						IMPERMEABLE	

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

Dans le cadre de recherche de ressources hydriques dans la région de Habay, des pompages d'essai ont été réalisés sur le puits « *Thibessart P2* » et sur le puits « *Thibessart P3* ». Tous les deux concernent l'aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur. Les résultats ont été résumés respectivement par Derycke *et al.*, (1982a, 1982b, 1982c) et reportés dans le Tableau VII-2.

Nom du captage	Q, m³/h	Niveau stabilisé, m	T, m²/s
Thibessart 2	7,2	1,55	1. 10 ⁻³
	15,4	4,55	
	27	9,68	
Thibessart 3	6,4	0,9	2,6.10 ⁻³
	11	1,52	

Tableau VII-2. Résumé des résultats de pompages d'essais sur les puits « Thibessart 2 et Thibessart 3 ».

Thibessart P2 : Les résultats des pompages d'essai ont montré que ce puits a la capacité de fournir un débit de 27 m³/h, tout en maintenant un rabattement stabilisé de 9,7 m. La nappe souterraine sollicitée par le puits se comporte comme une véritable nappe d'un aquifère de grandes dimensions. Les fluctuations des niveaux piézométriques, dues aux conditions climatiques, sont lentes et de faibles amplitudes. C'est le cas généralement, en Ardenne, des nappes de fissures profondes. La transmissivité, calculée par la méthode de Jacob, est de 1.1 10⁻³ m²/s.

Thibessart P3 : Ce puits peut fournir 11 m³/h pour un régime stabilisé du cône de rabattement de la nappe à 1.52 m. Le tracé des courbes de rendement montre que la zone critique du puits se situe entre 15 et 17.5 m³/h. A noter également que le débit de 11 m³/h n'entraîne aucun rabattement induit dans le puits voisin « Thibessart 2 ». La nappe est contenue dans un aquifère poreux mixte, à la fois de porosité d'interstices et porosité de fissures. La transmissivité, calculée par la méthode de Jacob, est de 2.6 10⁻³ m²/s.

VIII. ZONES DE PROTECTION

VIII.1. CADRE LEGAL

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

Afin de limiter les risques de contamination des captages, des périmètres de prévention doivent être mis en place. La législation wallonne⁶ définit 4 niveaux de protection à mesure que l'on s'éloigne du captage : zones de prise d'eau (Zone I), de prévention (Zones IIa et IIb) et de surveillance (Zone III).

Zone de prise d'eau ou zone I

La zone de prise d'eau est délimitée par la ligne située à 10 m des limites extérieures des installations en surface strictement nécessaires à la prise d'eau. A l'intérieur de la zone de prise d'eau, seules les activités en rapport direct avec la production d'eau sont tolérées.

Zones de prévention rapprochée et éloignée ou zones IIa et IIb

L'aire géographique dans laquelle le captage peut être atteint par tout polluant sans que celui-ci ne soit dégradé ou dissous de façon suffisante et sans qu'il ne soit possible de le récupérer de façon efficace, s'appelle la "zone de prévention".

Une zone de prévention est déterminée en nappe libre. En nappe captive, une telle zone peut être déterminée (à la demande de l'exploitant ou imposée par les autorités régionales).

La zone de prévention d'une prise d'eau souterraine en nappe libre est scindée en deux sous-zones :

- la zone de prévention rapprochée (zone IIa) : zone comprise entre le périmètre de la zone I et une ligne située à une distance de l'ouvrage de prise d'eau correspondant à un temps de transfert de l'eau souterraine jusqu'à l'ouvrage égal à 24 heures dans le sol saturé.

A défaut de données suffisantes permettant de définir la zone IIa selon le critère des temps de transfert, la législation suggère de délimiter la zone IIa par une ligne située à une distance horizontale minimale de 35 mètres à partir des installations de surface, dans le cas d'un puits, et par deux lignes situées à 25 mètres au minimum

⁶ 12 février 2009 - Arrêté du Gouvernement wallon modifiant le Livre II du Code de l'Environnement constituant le Code de l'Eau en ce qui concerne les prises d'eau souterraine, les zones de prise d'eau, de prévention et de surveillance (M.B. 27.04.2009), Articles R. 154 à R. 158.

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

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

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

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

Zone de surveillance ou zone III

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

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

VIII.2. MESURES DE PROTECTION

Diverses mesures de protection ont été définies par les autorités compétentes pour les différentes zones. Ces mesures concernent notamment l'utilisation et le stockage de produits dangereux, d'engrais ou de pesticides, les puits perdus, les nouveaux cimetières, les parkings,... Elles visent à réduire au maximum les risques de contamination de la nappe. Toutes ces mesures sont décrites aux articles R.162 à R.170 de l'Arrêté du Gouvernement Wallon du 12 février 2009⁷.

La Société publique de Gestion de l'Eau⁸ assure la gestion financière des dossiers concernant la protection des eaux potabilisables distribuées par réseaux, par le biais de

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

⁸ SPGE, instituée par le décret du 15 avril 1999

contrats de service passés avec les producteurs d'eau. Pour financer les recherches relatives à la délimitation des zones de prévention et indemniser tout particulier ou toute société dont les biens doivent être mis en conformité avec la législation, une redevance de 0,107 € est prélevée sur chaque m³ fourni par les sociétés de distribution d'eau.

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

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

VIII.3. ZONE DE PRÉVENTION REPRISE SUR LA CARTE

A ce jour, les seules zones de prévention approuvées par arrêtés ministériels concernent le captage « Longuefontaine » exploité par le service communal de Fauvillers à l'extrême nord-est de la feuille (Figure VIII-1). Il s'agit d'une zone IIa rapprochée et d'une zone IIb éloignée.

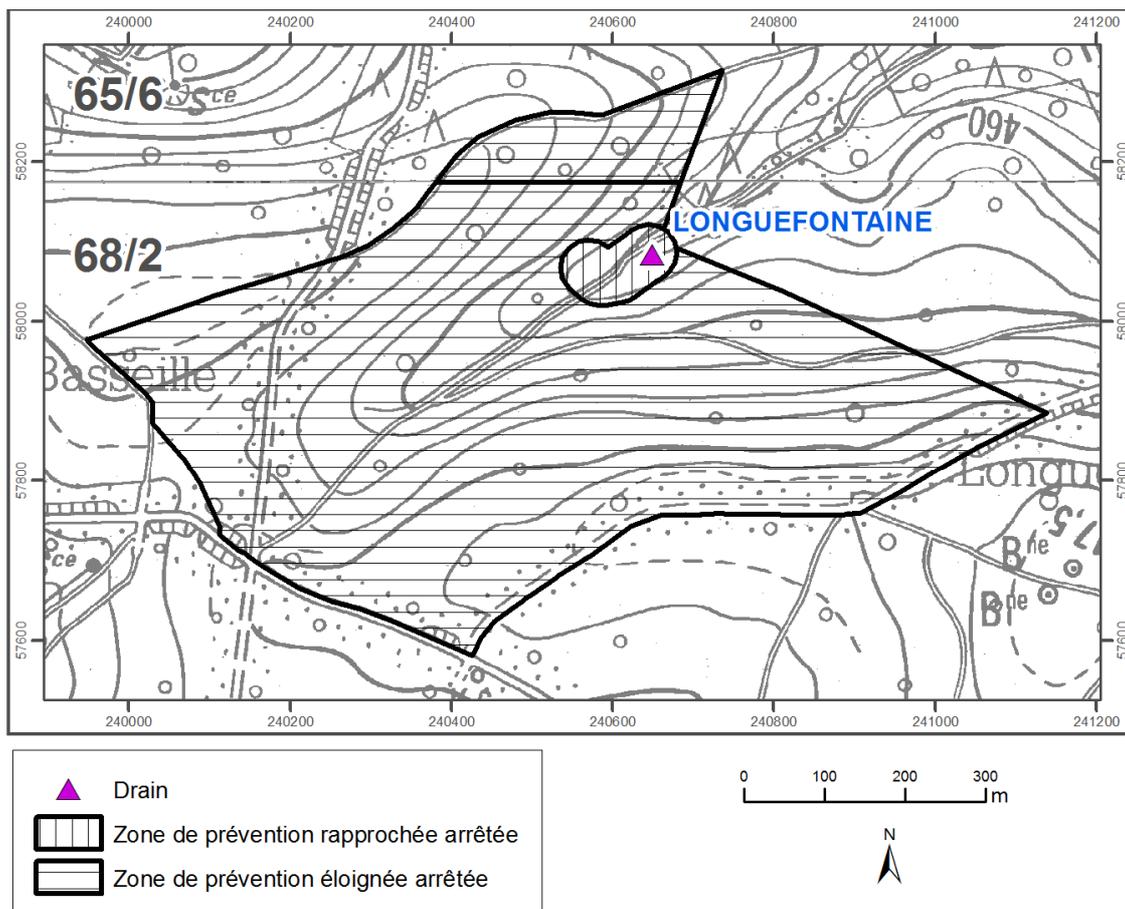


Figure VIII-1. Zone de prévention rapprochée (zone IIa) et éloignée (extrait de zone IIb) autour du captage « Longuefontaine ».

Il n'existe par ailleurs, aucune zone de prévention à l'enquête publique. En revanche, une étude de délimitation des zones de prévention rapprochées et éloignées autour des captages « *Thibessart 1 et 2* » a été réalisée par la SWDE (Closset, 2003). Une autre proposition de délimitation des zones de prévention, sur base des distances fixes, a été également formulée pour le captage « *Mergaux-Cailloux blancs* » (Debbaut et Hanson, 1992). Enfin, une série de zones de prévention à définir prioritairement est déjà programmée par la Société publique de Gestion de l'Eau (S.P.G.E.) (Tableau VIII-1). D'après la législation tous les captages de distribution publique d'eau potable doivent être à terme protégés par une zone de prévention.

Tableau VIII-1. Principaux captages de la distribution publique d'eau potable pour lesquels des zones de prévention restent à définir.

<i>NOM</i>	<i>EXPLOITANT</i>	<i>X</i>	<i>Y</i>	<i>UNITE HYDROGEOLOGIQUE</i>
THIBESSART P2 (EX-TAMBE P2)	SWDE	236950	51860	Aquiclide à niveaux aquifères du Dévonien inférieur
THIBESSART P3 (EX TAMBE P3)		236825	51900	
MAZURHAMPS	Service communal de Léglise	232648	50060	Aquiclide à niveaux aquifères de Villé
RECHY		237710	57080	
OUEST DE RECHY		237010	56385	
NOBIPRE I		239960	57690	
SORFET		240474	57134	
SORFET 1		240454	57236	
LA HOUE		240130	55380	
FONTAINE DAVID	Service communal de Tintigny	229980	49470	Aquiclide à niveaux aquifères du Dévonien inférieur
FAGNE DE FRANCE AVAL		229447	49420	

IX. MÉTHODOLOGIE DE L'ÉLABORATION DE LA CARTE HYDROGÉOLOGIQUE

La réalisation de la carte hydrogéologique de la Wallonie est résumée dans la Figure IX-1. Elle est basée essentiellement sur un travail de synthèse des données existantes provenant de sources multiples et variées. Ces données sont en outre complétées par des campagnes de mesures et de recherches d'information sur le terrain. Les informations récoltées sont ensuite stockées dans une banque de données géorelationnelle "BDHYDRO" qui servira pour la réalisation de la carte hydrogéologique mais aussi pour d'autres utilités.

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

En plus de la BDHYDRO, la carte hydrogéologique se compose d'un poster sous format A0 et d'une notice explicative. Le poster représente une carte principale et deux ou trois cartes thématiques, un tableau de correspondance entre les unités hydrogéologiques et les formations géologiques et une ou plusieurs coupes géologiques et hydrogéologiques.

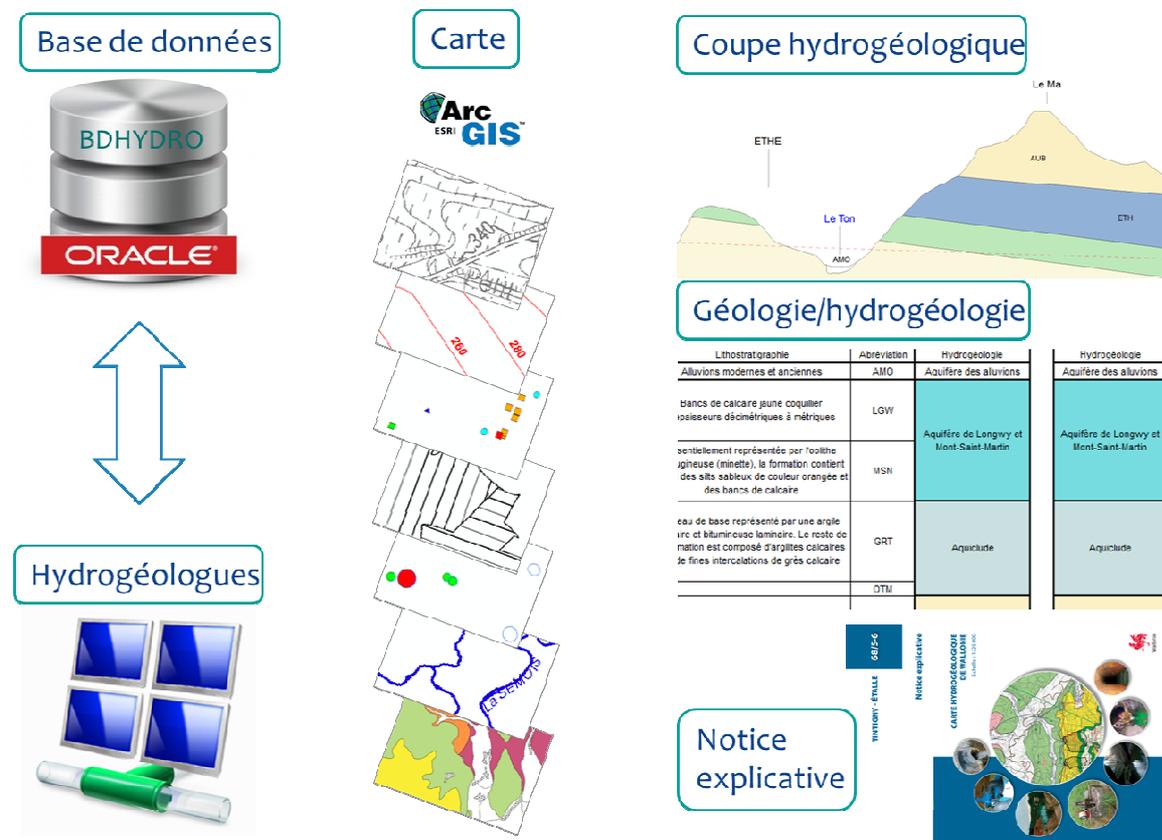


Figure IX-1. Synthèse du projet de la carte hydrogéologique de Wallonie

IX.1. COLLECTE DE DONNÉES

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

- la base de données Dix-sous des captages d'eau souterraine, du SPW – DGO3 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 à la Division Eau ;
- la base de données Calypso des résultats d'analyses physico-chimiques des eaux des captages d'eau souterraine, du SPW – DGO3 qui renseigne sur l'aspect qualitatif des eaux ;
- la Division Eau du SPW - Service extérieur de Marche-en-Famenne, où sont regroupées bon nombre d'informations relatives aux prises d'eau recensées en province de Luxembourg ;
- les archives géologiques et hydrogéologiques du Service géologique de Belgique (S.G.B.), entre autres les descriptions de sondages de l'autoroute, des forages de reconnaissance et des essais de pompage ;
- la D.G.A.R.N.E. qui a fourni la couche des zones de prévention approuvées par arrêté ministériel et la couche des zones de prévention à définir, les données de la trame commune (réseau hydrographique, limites des bassins hydrographiques ORI, agglomérations, les routes, limites des communes, limites des anciennes communes et lacs) ;
- les fonds IGN au 1/10 000 (ancien découpage) de l'Institut Géographique National (IGN) fournis sous licence SPW ;
- le Département des Sciences et Gestion de l'Environnement de l'Université de Liège (Ex FUL) qui dispose de données hydrogéologiques dans la région, notamment des études pour des demandes d'autorisation de captage ou pour la délimitation de zones de prévention.

IX.1.1. Données géologiques

La carte hydrogéologique d'Assenois-Anlier est établie sur base de la carte de l'Eodévonien de l'Ardenne et des Régions voisines (Asselberghs, 1946). D'autres descriptions lithologiques proviennent du Service Géologique, du Service des Eaux Souterraines du centre de Marche-en-Famenne et des notes de forage de la société Arnould.

IX.1.2. Données hydrogéologiques

IX.1.2.1. Localisation des ouvrages et sources

Dans la BDHYDRO, 111 ouvrages recensés en 2014 ont été introduits et reportés sur la carte au 1/25 000 (46 puits, 1 galerie par pompage, 8 drains, 34 sources, 3 piézomètres, et 19 sondes géothermiques). Les données proviennent principalement de la base de données Dix-Sous.

IX.1.2.2. Données piézométriques

Une partie des données piézométriques a été communiquée par la D.G.A.R.N.E., l'autre partie a été collectée sur le terrain dans le cadre de la réalisation de la carte hydrogéologique Assenois - Anlier. Un total de 2216 mesures a été enregistré couvrant une période allant de janvier 1955 à fin mai 2013 et concernant 17 ouvrages.

IX.1.3. Exploitation

Les volumes prélevés sont encodés dans la BDHYDRO et les volumes déclarés en 2011 sont reportés sur la carte des volumes. Les volumes plus récents ne sont que partiellement traités à la SPW. A ces volumes sont attribués les autorisations de prise d'eau, les titulaires des ouvrages, les exploitants ainsi que le type d'activité. Ces données se trouvent dans la base de données Dix-sous de la D.G.A.R.N.E.

IX.1.4. Données hydrochimiques

La plupart des données hydrochimiques proviennent de la base de données Calypso. Le reste provient des rapports d'études hydrogéologiques ou des rapports techniques réalisés au sein du Département des sciences et gestion de l'environnement de l'Université de Liège (Campus d'Arlon) ou a tout simplement été fourni par les particuliers lors des campagnes sur le terrain.

En mai 2014, on comptait 18 ouvrages caractérisés par au moins une analyse chimique sur l'ensemble de la carte Assenois - Anlier avec au total 1609 enregistrements effectués entre 1986 et 2006.

IX.2. CAMPAGNE SUR LE TERRAIN

Un travail important a été mené sur le terrain en septembre 2006 afin de vérifier, compléter et parfois corriger les données collectées. En effet, les données reçues des administrations sont généralement d'ordre réglementaire (numéro d'exploitation, code du titulaire), avec peu d'informations techniques. Ceci s'applique principalement aux puits des particuliers.

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

IX.3. MÉTHODOLOGIE DE CONSTRUCTION DE LA CARTE

IX.3.1. Encodage dans une banque de données

Les données collectées ou produites sur le terrain peuvent être complexes et plus ou moins abondantes. L'exploitation de telles données nécessite une organisation structurée de manière à optimiser leur stockage, leur gestion et leur mise à jour. Ainsi une banque de données hydrogéologiques géorelationnelles a été développée sous Access (Microsoft) (Gogu, 2000 et Gogu *et al.*, 2001). Cette première version de la banque de données *BDHYDRO* a été améliorée pour mieux répondre aux besoins de la carte hydrogéologique (Wojda *et al.*, 2005).

Dans un souci d'homogénéité entre les équipes et d'autres institutions (dont l'administration wallonne, D.G.A.R.N.E.), la banque de données a été révisée. Le but est de créer un outil de travail commun et performant, répondant aux besoins des spécialistes impliqués dans la gestion des eaux souterraines. Les données hydrogéologiques dispersées géographiquement sont actuellement disponibles dans une seule base de données centralisée sous Oracle.

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

IX.3.2. Construction de la carte hydrogéologique

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

- Les données récoltées sous forme de couches numérisées (fichier vecteur) sont extraites pour chaque carte, ensuite stockées dans la GDB 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, etc.).

- Les informations reçues sous forme d'image sont soit des documents papier, 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. Comme c'est un ancien fond géologique (Asselberghs, 1946) qui a servi à délimiter les unités hydrogéologiques, c'est l'ancien fond topographique qui est utilisé pour la carte Assenois - Anlier. L'utilisation du nouveau fonds IGN peut amener des décalages repérables sur la carte (alluvions sur les flancs de vallées, ...).
- D'autres images géo-référencées sont digitalisées pour produire des couches numérisées qui sont directement stockées dans la *GDB*. Dans cette catégorie se trouvent des couches d'informations comme la couche des *failles* qui se trouve sur la carte principale.
- Un extrait de la carte géologique de l'Eodévonien de l'Ardenne et des régions voisines à 1/100 000^{ème} (Asselberghs, 1946) et le tracé des alluvions de la carte géologique Assenois – Anlier à 1/40 000^{ème} (Dormal, 1897) ont été vectorisés pour servir de base à la réalisation de la couche des *unités hydrogéologiques* et de la couche de la *couverture des nappes*.

La lithologie des formations géologiques présentes sur la carte ne permet pas d'identifier de véritables aquifères. Les unités hydrogéologiques ont été définies en tenant compte principalement de la fréquence et de l'épaisseur des bancs gréseux et quartzitiques, sur base des descriptions lithostratigraphiques.

Sur la carte des unités hydrogéologiques figurent les unités à l'affleurement. Une bonne compréhension de cette carte doit tenir compte de la coupe hydrogéologique ainsi que du tableau de correspondance entre les formations géologiques et les unités hydrogéologiques. L'ensemble des unités hydrogéologiques, définies en Wallonie dans le cadre du projet carte des eaux souterraines, est inventorié dans un tableau récapitulatif avec le nom et la couleur respectifs de chaque unité. Des discontinuités géographiques des unités hydrogéologiques peuvent apparaître entre des cartes voisines à cause des fonds géologiques utilisés. Le programme du renouvellement de la carte géologique à 1/25 000^{ème} n'étant pas encore terminé, il est possible de voir des cartes hydrogéologiques construites sur des fonds géologiques

de différentes générations. C'est le cas au sud avec la carte hydrogéologique Tintigny – Etalle 68/5-6 (Bouezmarni et Debbaut, 2006).

- Le type de couverture d'une nappe est déterminé sur base de la lithologie des formations géologiques qui affleurent sur la carte géologique. Ainsi les nappes présentes dans l'aquiclude du Dévonien inférieur sont considérées être protégées par une couverture imperméable. Les nappes de l'aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur et de l'aquiclude à niveaux aquifères de Villé sont considérées être sous une couverture semi-perméable.
- Les données ponctuelles, encodées dans la BDHYDRO (base de données hydrogéologiques), sont structurées dans différentes requêtes. Celles-ci sont créées sur base du numéro de la carte et sur d'autres critères selon le type d'information. Chaque requête sera ensuite chargée dans la couche appropriée de la GDB et projetée sur la carte correspondante. On retrouve dans cette catégorie, les points hydrogéologiques, les points nappes, les cotes piézométriques ponctuelles, les mesures (chimie, etc.), les volumes prélevés sur une année, les zones de prévention à définir, etc.
- D'autres couches d'informations géographiques n'ont pas pu être créées et ajoutées dans le projet cartographique :

Cas des isopièzes : Sur la carte hydrogéologique Assenois - Anlier, il y a très peu de points de mesure piézométrique. De plus, le problème des nappes d'eau souterraines en Ardenne est qu'une même unité hydrogéologique est composée de plusieurs nappes superposées souvent indépendantes. Par conséquent, il est très difficile de relier les puits entre eux vu la structure très plissée et faillée du sous-sol. Dans beaucoup de cas, ces failles cloisonnent les nappes, rendant la piézométrie discontinue. Alors, par prudence il est préférable de ne pas tracer d'isopièzes sur cette carte où seules des cotes ponctuelles sont présentées avec la mention de la date de mesure.

Cas des isohypses : En raison de la structure plissée et faillée du sous-sol et le manque de données sur le toit et le substratum des unités hydrogéologiques, il n'est pas possible de tracer les isohypses sur la carte hydrogéologique Assenois – Anlier 68/1-2.

X. BIBLIOGRAPHIE

Asselberghs, E., 1946. L'Eodévonien de l'Ardenne et des régions voisines. Mem. Inst. Géolog. Univ. Louvain, t. XIV : 111-123.

Asselberghs E., 1912. Archives de la carte géologique, planche Anlier 214. Service Géologique de Belgique. 10-16.

Bouezmarni, M., Debbaut, V., 2006. Carte hydrogéologique de Wallonie, Planchettes Tintigny – Etalle (68/5-6), Edition : Service public de Wallonie, DGO 3 (DGARNE), Belgique, Dépôt légal D/2006/12.796/2 - ISBN 978-2-8056-0052-4.

Boulvain F. et Pingot J-L. 2011. Genèse du sous-sol de la Wallonie. Classe des Sciences, Collection in-8, ISSN 0365-0936 ; 34. Académie royale de Belgique, 190 pp

Calembert, L. et Monjoie, A., 1973. Observations sur les nappes aquifères de fissures dans le promontoire Meuse-Ourthe, in Mémoires C.E.R.E.S., hors-série (hommage à R. Spronck), Université de Liège : 97-108. Debbaut, 1992.

Castany, G. 1998. Hydrogéologie, principes et méthodes, Dunod, 236 p

Castany, G. ; Margat, J. 1977. Dictionnaire français d'hydrogéologie, Editions du BRGM

Closset M., 2003. Projet de délimitation des zones de prévention, sites de Habay (Anct. Rulles), prises d'eau Thibessart P2 et Thibessart P3. Société Wallonne des Eaux. 13p.

CNSW, 2008. Carte Numérique des Sols de Wallonie, 1/20 000. SPW – DGARNE – Direction du Développement rural (sous la direction de A. Mokadem). Données vectorielles, Version 1.2, 04-2008.

Debbaut V. et Hanson A., 1992. Rapport technique portant sur le type et la nature de la nappe aquifère alimentant l'ouvrage de prise d'eau : Source des « Cailloux Blancs », Mellier. Fondation Universitaire Luxembourgeoise. 4p.

Derycke, F., Laga, P.G. et Ney Bergh, H., 1982. Bilan des ressources en eau souterraine de la Belgique. Commission des Communautés Européennes. Service de l'Environnement et de la Protection des consommateurs, CECA, CEE, CEEA, Bruxelles-Luxembourg, 260 p.

Derycke F., Fautre R. et Karabitian E., 1982a. Pompage d'essai-Site de Thibessart, Puits P200. Association Intercommunale pour la Valorisation d'Eau. Rapport S.G.B.-82-HYDRO-028. 9p et données brutes et courbes en annexes.

Derycke F., Fautre R. et Karabitian E., 1982b. Pompage d'essai-Site de Thibessart, Puits P2BIS. Association Intercommunale pour la Valorisation d'Eau. Rapport S.G.B.-82-HYDRO-030. 6p et données brutes et courbes en annexes.

Derycke F., Fautre R. et Karabitian E., 1982c. Pompage d'essai-Site de Thibessart, Possibilités aquifères-conclusions. Association Intercommunale pour la Valorisation d'Eau. Rapport S.G.B.-82-HYDRO-041. 5p et données brutes et courbes en annexes.

Derycke F. et Vrancken A., 1979. Etude des ressources hydrogéologiques de la région de Habay. AHRW Série brune 82. Service Géologique de Belgique, 8p.

Dormal, 1897. Carte géologique de Belgique, 1/40 000 Carte géologique de Belgique à l'échelle de 1/40 000. Assenois – Anlier, n°214, (planchette 1-2 de la feuille LXVIII de la carte topographique). Institut cartographique militaire, Service géologique de Belgique.

Gilsoul, G., 1980. Habay-Recherche hydrogéologique. Association Intercommunale pour la Valorisation d'Eau. AHRW Série brune 82. Service Géologique de Belgique. 2p et données brutes et carte en annexes.

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

Gogu R.C., Carabin G., Hallet V., Peters V. and Dassargues A., 2001. GIS-based hydrogeological database and groundwater modelling. Hydrogeology Journal 9: 555-569

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., (inédit).

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

SPW-DGO3, 2014. Etat des nappes d'eau souterraine de Wallonie. Edition : Service public de Wallonie, DGO 3 (DGARNE), Belgique. Dépôt légal D/2014/11802/11 - ISBN 978-2-8056-0142-2

UNESCO – OMM, 1992. Glossaire International d'Hydrologie.

Vandeven G., 1982. Sondages-Autoroute E40, tronçon Léglise-Habay. Archive de la carte géologique 214. Service Géologique de Belgique.

Vandeven, G., (1990) : Explications de la carte géologique du Synclinorium de l'Eifel. (Région de Gouvy-Sankt-Vith-Elsenborn), Annales de la Société Géologique de Belgique, Tome 113 (fascicule 2), pp 103-113.

Wojda, P., Dachy, M., Popescu, I.C., Ruthy, I. & Gardin, N., Brouyère, S & Dassargues, A. 2005 : Appui à la conception de la structure, à l'interfaçage et à l'enrichissement de la

base de données hydrogéologiques de la Région wallonne, Convention subsidiée par le Service public de Wallonie, DGARNE – Université de Liège.

XI. ANNEXES

XI.1. GLOSSAIRE DES ABRÉVIATIONS

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

XI.2. LISTE DES FIGURES

Figure I-1 . Localisation de la carte Assenois – Anlier 68/1-2	9
Figure II-1. Réseau et bassins hydrographiques sur la carte d'Assenois - Anlier	12
Figure II-2. Evolution des débits de la Rulles observée durant l'année 2013 au niveau de la station «L5970-Habay-la-Neuve-Rulles»	13
Figure III-1. Schéma paléogéographique du nord-ouest de l'Europe au Dévonien inférieur (Boulvain et Pingot, 2011).....	15
Figure III-2. Transect nord-sud dans les Synclinoria de Dinant et de Neufchâteau, durant le dépôt du Dévonien inférieur (modifié d'après Boulvain et Pingot, 2011). Le contexte de la carte Assenois – Anlier est encadré en rouge	16
Figure III-3. Cadre géologique simplifié de l'Eodévonien de l'Ardenne basé sur Asselberghs (1946) modifié. La carte Assenois – Anlier 68/1-2 est encadrée.....	18
Figure III-4. Extrait modifié de la carte géologique de l'Eodévonien de l'Ardenne et des régions voisines (Asselberghs, 1946) avec localisation de la carte Assenois – Anlier (68/1-2)	20
Figure III-5. Situation structurale de la carte Assenois – Anlier.....	23
Figure IV-1. Masses d'eau souterraine en Wallonie. La carte Assenois – Anlier est encadrée	25
Figure IV-2. Schéma hydrogéologique simplifié de l'Eodévonien de l'Ardenne	25
Figure IV-3. Localisation des puits forés, de la zone de prospections géophysique et du site d'exploitation de la SWDE dans la région de Thibessart	30
Figure IV-4. Evolution piézométrique de l'aquiclude à niveaux aquifères dans le « Limnigraphe Behême ».....	33
Figure IV-5. Evolution piézométrique de l'aquiclude à niveaux aquifères dans le « Puits Swde-Tambe-Puits 1 »	34
Figure V-1. Evolution indicative de la température des eaux de l'aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur.....	36
Figure VI-1. Evolution de l'exploitation des eaux souterraines par unité hydrogéologique sur la carte Assenois - Anlier. AC = aquiclude, ACF = aquiclude à niveaux aquifères.....	41
Figure VI-2. Exploitation moyenne annuelle entre 2007 et 2011 des eaux souterraines par unité hydrogéologique sur la carte Assenois - Anlier. AC = aquiclude, ACF = aquiclude à niveaux aquifères, VIL = Villé et DEV_INF = Dévonien inférieur.....	41
Figure VIII-1. Zone de prévention rapprochée (zone IIa) et éloignée (extrait de zone IIb) autour du captage « Longuefontaine »	48
Figure IX-1. Synthèse du projet de la carte hydrogéologique de Wallonie.....	50

XI.3. LISTE DES TABLEAUX

Tableau III-1. Corrélations stratigraphiques des nomenclatures ancienne et nouvelle du Dévonien inférieur. La zone encadrée en rouge correspond sommairement à la carte Assenois – Anlier.....	17
Tableau IV-1. Tableau de correspondance entre les unités géologiques et les unités hydrogéologiques sur la carte d'Assenois-Anlier.	28
Tableau V-1. Localisation des ouvrages pour lesquels des données chimiques existent, et les unités hydrogéologiques correspondantes.	36
Tableau V-2. Comparaison de la qualité chimique des eaux entre les puits « Thibessart P2 » et « Thibessart P3 »	37
Tableau V-3. Les teneurs en nitrates dans les eaux de l'aquiclude à niveaux aquifères de Villé.	38

Tableau V-4. Résultats des analyses chimiques effectuées sur un échantillon d'eau prélevé le 19/06/2006 au niveau du captage « NOBIPRE I »	39
Tableau V-5. Valeurs indicatives des paramètres physico-chimiques de l'aquiclude du Dévonien inférieur.....	39
Tableau VII-1 : Valeurs du coefficient de perméabilité en fonction de la granulométrie (Castany, 1998)	44
Tableau VII-2. Résumé des résultats de pompages d'essais sur les puits « Thibessart 2 et Thibessart 3 ».....	45
Tableau VIII-1. Principaux captages de la distribution publique d'eau potable pour lesquels des zones de prévention restent à définir.....	49

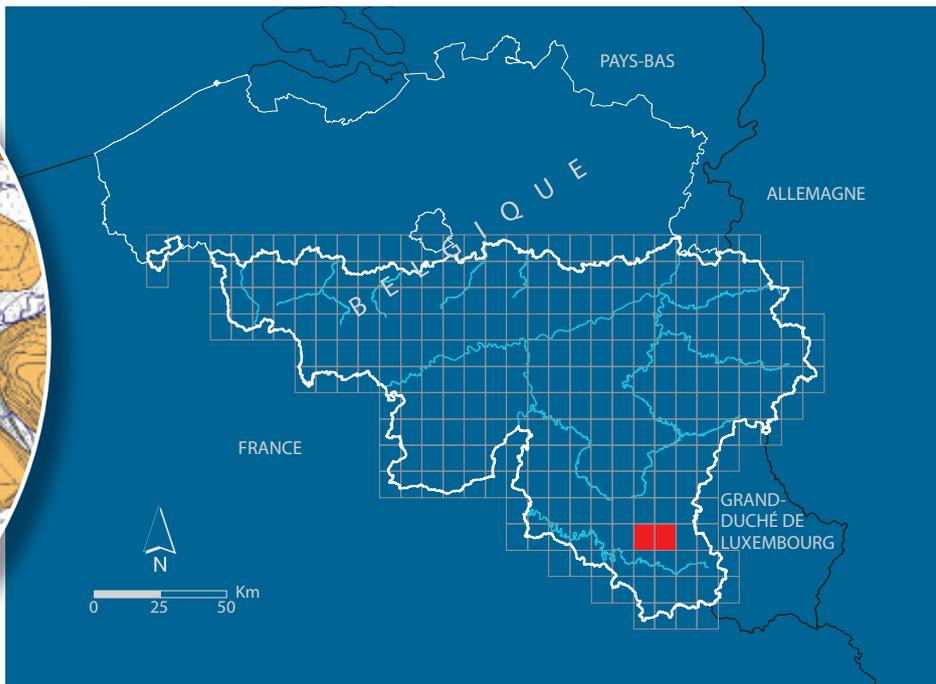
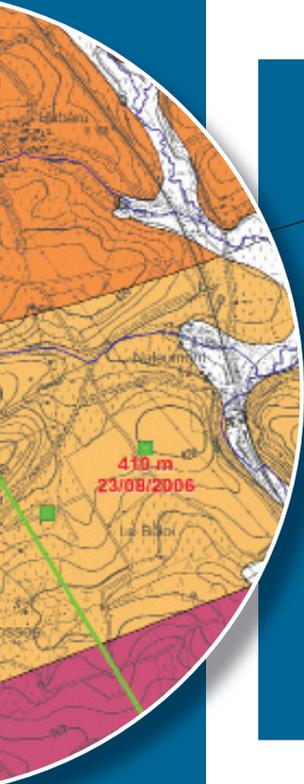
XI.4. COORDONNÉES GÉOGRAPHIQUES DES OUVRAGES

NOM	NUMERO	IDRW	CODERW	TYPE	PROF	X	Y
?	FULULG00_720	0	0	Autre puits	5	236905	48291
?	DIXSOU00_24077	1823	6825007	Autre puits	8	239010	53120
AL NO	DIXSOU00_26739	4828	6813001	Source		232280	56845
BOIS BERTRAND	DIXSOU00_28034	8259	6816001	Source		233205	52630
BOIS DE COURETELLE PZ NORD	DIXSOU00_25137	24120	6819004	Piézomètre	4	233570	49130
BOIS DE COURETELLE PZ SUD	DIXSOU00_25138	24121	6819005	Piézomètre	4	233570	49100
BOIS DE RULLES	DIXSOU00_26866	5143	6827001	Source		235900	50485
DRAIN JEAN-POL WINAND	DIXSOU02_65642	34094	6813003	Drain		232280	56830
EST COUSTEUMONT	DIXSOU00_28315	916	6812001	Source		230438	56760
EST DE BEHEME	DIXSOU00_21703	1137	6826001	Source		239790	53330
EST DE THIBESSART	DIXSOU00_23449	1609	6824001	Source		236255	52705
FAGNE DE FRANCE AMONT	DIXSOU00_25270	25081	6818003	Source		229297	49307
FAGNE DE FRANCE AVAL	DIXSOU00_23755	1703	6818002	Source		229447	49420
FAGNE DE LA GROSSE JEANNE	DIXSOU00_26408	3920	6817001	Source		227220	51075
FALISIEULE (FORET DE CHINY)	DIXSOU00_26453	404	6814001	Source		227290	51780
FONTAINE DAVID	DIXSOU00_27886	7866	6818001	Source		229980	49470
FONTAINE PUBLIQUE A LES FOSSES	DIXSOU00_26565	4344	6815001	Drain		230125	52970
FONTAINE SAINT PIERRE	DIXSOU00_26239	3471	6819001	Drain		233836	50695
FORAGE GEOTHERMIQUE 1 BALTUS-CRAVATTE à LEGLISE	DIXSOU00_175208	52376	6825008	Sonde géothermique	107	239012	53132
FORAGE GEOTHERMIQUE 1 DE RADZITZKY à LEGLISE	DIXSOU00_174948	47494	6811010	Sonde géothermique	128	228543	54854
FORAGE GEOTHERMIQUE 1 ZANETTI à ASSENOIS	DIXSOU00_174893	46554	6815008	Sonde géothermique	100	229476	54420
FORAGE GEOTHERMIQUE 2 BALTUS-CRAVATTE à LEGLISE	DIXSOU00_175209	52377	6825009	Sonde géothermique	107	239019	53127
FORAGE GEOTHERMIQUE 2 DE RADZITZKY à LEGLISE	DIXSOU00_174949	47495	6811011	Sonde géothermique	128	228539	54850
FORAGE GEOTHERMIQUE 2 ZANETTI à ASSENOIS	DIXSOU00_174894	46555	6815009	Sonde géothermique	100	229505	54420
FORAGE GEOTHERMIQUE 3 DE RADZITZKY à LEGLISE	DIXSOU00_174950	47496	6811012	Sonde géothermique	128	228534	54845
FORAGE GEOTHERMIQUE CONNIASSELLE à ASSENOIS	DIXSOU00_173361	50753	6816004	Sonde géothermique	110	232562	54416
FORAGE GEOTHERMIQUE CONNIASSELLE à LEGLISE	DIXSOU00_173377	51015	6816005	Sonde géothermique	90	232563	54404
FORAGE GEOTHERMIQUE DEMAZY N° 1 à LEGLISE	DIXSOU00_174801	44053	6821007	Sonde géothermique	60	234059	56365
FORAGE GEOTHERMIQUE DEMAZY N° 2 à LEGLISE	DIXSOU00_174802	44054	6821008	Sonde géothermique		234062	56362
FORAGE GEOTHERMIQUE DENIS KINET à NEUFCHATEAU	DIXSOU00_175032	49033	6812013	Sonde géothermique	90	229522	57482

NOM	NUMERO	IDRW	CODERW	TYPE	PROF	X	Y
FORAGE GEOTHERMIQUE NOEL à ASSENOIS	DIXSOU00_175357	53273	6813006	Sonde géothermique	96	232120	54874
FORAGE GEOTHERMIQUE P1 MALET à LEGLISE	DIXSOU00_174931	47273	6815010	Sonde géothermique	80	229678	52772
FORAGE GEOTHERMIQUE P2 MALET à LEGLISE	DIXSOU00_174932	47274	6815011	Sonde géothermique	80	229668	52766
FORAGE GEOTHERMIQUE RIDLEY	DIXSOU00_175777	55754	6813007	Sonde géothermique	120	233779	55159
FORAGE GEOTHERMIQUE VAN DEN BROUCKE à LEGLISE	DIXSOU00_174742	43293	6824007	Sonde géothermique	120	234232	54647
FORET RULLES-BLANC RUISSEAU S3	DIXSOU00_27728	746	6828001	Source		237680	50660
FORET RULLES-BLANC RUISSEAU S4	DIXSOU00_27639	7212	6828004	Source		237370	50130
FORET RULLES-BLANC RUISSEAU S5	ULGARLO2_31737	0	0	Source		237731	50149
FORET RULLES-RAU CARRIERE S1	DIXSOU00_25825	2899	6828002	Source		237940	49525
FORET RULLES-RAU CARRIERE S2	DIXSOU00_20953	1034	6828005	Source		238260	49590
HABARU	DIXSOU00_26076	3088	6812002	Source		230080	55050
LA HOUE	DIXSOU00_21422	109	6823006	Source		240130	55380
LE WASSAI	DIXSOU00_27377	6495	6815002	Source		230110	53510
LES ROCHES SUD-ANLIER	DIXSOU00_26704	4705	6829001	Source		239540	50380
LIMNIGRAPHE BEHEME	DIXSOU00_27941	7993	6825006	Piézomètre	77	238083	52721
LONGUEFONTAINE	DIXSOU00_24981	2262	6823007	Drain	3	240330	57900
MAZURHAMPS	DIXSOU00_27061	5654	6819002	Drain		232648	50060
MERGAUX-LES CAILLOUX BLANCS	DIXSOU00_27863	7793	6819003	Drain		231930	50440
NOBIPRE I	DIXSOU00_26486	4123	6822003	Source		239281	57277
NOBIPRE II	DIXSOU00_27300	6284	6823005	Source		239489	57193
NOBIPRE III	DISOUS01_31723	31691	6823010	Source		239370	57293
NORD-EST DE LEGLISE	DIXSOU00_27386	6528	6821001	Source		236250	57665
OUEST DE RECHY	DIXSOU00_26547	4291	6822002	Drain		237010	56385
PUITS WAUTHIER PASCAL	DIXSOU00_28168	8875	6826007	Autre puits	4	239789	53327
PUITS WAUTHIER PASCAL	DIXSOU00_28169	8876	6826008	Autre puits		240200	53790
PUITS ARNOULD	DIXSOU00_26210	3397	6812006	Autre puits	42	228694	55310
PUITS CLARENNE	DIXSOU00_23509	1624	6811007	Autre puits	6	226503	56504
PUITS CLARENNE à COUSTEUMONT	DIXSOU02_65641	34911	6812012	Autre puits	15	228803	56545
PUITS DANLOY	DIXSOU00_26993	5477	6826003	Autre puits	40	240722	53543
PUITS DENIS HAUFERLIN	DIXSOU00_23283	1544	6812009	Autre puits	35	231113	57545
PUITS DOFFAGNE	DIXSOU00_25269	2508	6821003	Autre puits	8	234145	56483
PUITS DUCHAMPS	DIXSOU00_26426	3973	6825008	Autre puits		238981	53108
PUITS DUMONT A LES FOSSES	DIXSOU00_24656	20343	6815007	Autre puits		230262	52842

NOM	NUMERO	IDRW	CODERW	TYPE	PROF	X	Y
PUITS GEOTHERMIQUE P1 NIGOT à LEGLISE	DIXSOU00_174761	43373	6821005	Sonde géothermique	150	234158	56262
PUITS GEOTHERMIQUE P2 NIGOT à LEGLISE	DIXSOU00_174762	43374	6821006	Sonde géothermique	150	234158	56262
PUITS GIERSCH	DIXSOU00_22107	1233	6812005	Autre puits	5,5	229055	54912
PUITS HANSENNE	DIXSOU00_26703	4703	6821004	Autre puits	6	235358	56178
PUITS HANSENNE	DIXSOU00_27032	5581	6812007	Autre puits	2	231202	56936
PUITS HAUFERLIN 2	DIXSOU00_27353	643	6812010	Autre puits		230834	58123
PUITS HUBERMONT	DIXSOU00_27539	6954	6813002	Autre puits	90	231844	55239
PUITS JACOB à ANLIER	DIXSOU00_28323	9195	6826010	Autre puits	31	239843	52022
PUITS JOHNNY WAN QUAETHEM à RANCIMONT	DISOUS01_31725	31791	6824006	Autre puits	3	235565	54394
PUITS KINET	DIXSOU00_25661	2796	6812011	Autre puits	40	229463	57339
PUITS LAMBINET A NIVELET	DIXSOU00_24789	2082	6816002	Autre puits	17	233185	54240
PUITS LAPRAILLE	DIXSOU00_27963	8060	6824004	Autre puits		234312	51977
PUITS LE SART	DIXSOU00_27740	7489	6811002	Autre puits		227700	56430
PUITS LECOMTE à THIBESSART	DIXSOU00_25577	27514	6824005	Autre puits	67	235448	52462
PUITS LEYDER A LES FOSSES	DIXSOU00_25208	2469	6815004	Autre puits	52	229980	52813
PUITS LHOAS	DIXSOU00_22898	1447	6826005	Autre puits		240930	52900
PUITS LHOAS	DIXSOU00_27798	7628	6826004	Autre puits	8	240720	53200
PUITS LHOAS	DIXSOU00_26285	3597	6826006	Autre puits	6	240720	53250
PUITS MAQUET	DIXSOU00_28083	8469	6815006	Autre puits		230647	52196
PUITS MIGNON	DIXSOU00_26256	352	6821002	Autre puits	9	234349	56290
PUITS OGER A THIBESSART	DIXSOU00_27163	5917	6824003	Autre puits	50,5	235350	52400
PUITS P2 HUBERMONT à NIVELET	DIXSOU00_173793	38912	6813005	Autre puits		231742	55283
PUITS P3 HUBERMONT à NIVELET	DIXSOU00_173792	38911	6813004	Autre puits	60	231754	55158
PUITS PASCAL WAUTHIER à LEGLISE	DIXSOU00_25341	25704	6826011	Autre puits	12	240160	53770
PUITS PETIT	DIXSOU00_26355	3762	6811008	Autre puits	5,7	227657	56491
PUITS PONCELET A THIBESSART	DIXSOU00_26349	3748	6824002	Autre puits		235320	53100
PUITS PONCIN	DIXSOU00_27707	7415	6812004	Autre puits		229296	55251
PUITS PONCIN à RANCIMONT	DIXSOU00_175612	54680	6824008	Autre puits	50	235661	54545
PUITS ROISEUX A NALEUMONT	DIXSOU00_26103	315	6815003	Autre puits	55,2	231060	53695
PUITS ROSIERE	DIXSOU00_26684	4656	6815005	Autre puits	38	230660	53426
PUITS SWDE-TAMBE-PUITS 1	DIXSOU00_28302	9124	6828007	Puits pour la distribution publique d'eau potable	97	237465	51302
PUITS WAUTHIER	DIXSOU00_27415	6598	6823009	Autre puits	4	240406	55288
PUITS WAUTHIER PASCAL	DIXSOU00_28170	8877	6826009	Autre puits		240452	53761

NOM	NUMERO	IDRW	CODERW	TYPE	PROF	X	Y
PUITS WIMOTTE	DIXSOU00_26173	3296	6826002	Autre puits		240730	53420
RECHY	DIXSOU00_24838	2117	6822001	Source		237710	57080
SALRUE	DIXSOU00_26321	3673	6825004	Drain		236950	53560
SORFET	DIXSOU00_26606	4443	6823008	Source		240474	57134
SORFET 1	DISOUS01_31724	31693	6823011	Source		240454	57236
SOURCE COOMANS DE MELLIER	DIXSOU00_25778	28632	6811009	Source		227487	57742
SOURCE COUSTEUMONT	DIXSOU00_26905	5259	6812003	Source		229100	56780
SOURCE HUBERTY 1	DIXSOU00_27060	5650	6811005	Source		228217	55572
SOURCE HUBERTY 2	DIXSOU00_27832	7716	6812008	Source		229684	54916
SOURCE HUET 2	DIXSOU00_22454	1315	6811003	Source		227813	57890
SOURCE HUET 3	DIXSOU00_26238	3468	6811004	Source		227875	57918
SUD DES HAUTS CHEMINS	DIXSOU00_26937	5336	6811001	Source		226550	57075
THIBESSART P3 (EX TAMBE P3)	DIXSOU00_23196	1530	6825003	Puits pour la distribution publique d'eau potable	70	236825	51900
THIBESSART (A.I.V.E.)	DIXSOU00_26118	3186	6828006	PGP_		236990	51500
THIBESSART P2 (EX-TAMBE P2)	DIXSOU00_27825	7700	6825002	Puits pour la distribution publique d'eau potable	70	236950	51860



SPW | Éditions, CARTES

Dépôt légal : D/2014/12.796/8 – ISBN : 978-2-8056-0161-3

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

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



Service public
de Wallonie

DIRECTION GÉNÉRALE OPÉRATIONNELLE
DE L'AGRICULTURE, DES RESSOURCES NATURELLES ET DE L'ENVIRONNEMENT

