

Notice explicative

CARTE HYDROGÉOLOGIQUE DE WALLONIE

Echelle : 1/25 000



Photos couverture © SPW-DGARNE(DGO3)

Fontaine de l'ours à Andenne

Forage exploité

Argillère de Celles à Houyet

Puits et sonde de mesure de niveau piézométrique

Emergence (source)

Essai de traçage au Chantoir de Rostenne à Dinant

Galerie de Hesbaye

Extrait de la carte hydrogéologique de Wibrin- Houffalize



WIBRIN - HOUFFALIZE

60/3-4

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

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



NOTICE EXPLICATIVE

2012

Première édition : Mars 2012
Actualisation partielle : -

Dépôt légal – **D/2012/12.796/2** - ISBN : **978- 2-8056-0103-3**

SERVICE PUBLIC DE WALLONIE

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

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

Table des matières

AVANT-PROPOS	7
I. INTRODUCTION	9
II. CADRE GEOGRAPHIQUE, GEOMORPHOLOGIQUE ET HYDROGRAPHIQUE	11
II.1. CADRE GEOGRAPHIQUE	11
II.2. CADRE GEOMORPHOLOGIQUE	12
II.3. CADRE HYDROGRAPHIQUE	12
III. CADRE GEOLOGIQUE ET STRUCTURAL	15
III.1. CADRE GEOLOGIQUE REGIONAL.....	15
III.2. GEOLOGIE DE LA PLANCHE WIBRIN – HOUFFALIZE	19
III.2.1. Paléozoïque	20
III.2.1.1. Dévonien inférieur	20
III.2.1.1.1 Siegenien inférieur (S1).....	21
III.2.1.1.2 Siegenien moyen (S2).....	22
III.2.1.1.3 Siegenien supérieur (S3).....	23
III.2.2. Cénozoïque	23
III.2.2.1. Alluvions anciennes (ALA).....	23
III.2.2.2. Alluvions modernes (AMO).....	23
III.3. CADRE STRUCTURAL.....	24
IV. CADRE HYDROGEOLOGIQUE	26
IV.1. HYDROGEOLOGIE REGIONALE	26
IV.1.1. L'aquifère du manteau d'altération.....	26
IV.1.2. L'aquifère profond	27
IV.1.3. Remarque générale	28
IV.2. HYDROGEOLOGIE LOCALE.....	28
IV.2.1. Description des principaux aquifères.....	29
IV.2.1.1. Aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur (S1).....	29
IV.2.1.2. Aquiclude à niveaux aquifères de Villé (S2).....	31
IV.2.1.3. Aquiclude du Dévonien inférieur	32
IV.2.2. Piézométrie	33
IV.2.3. Coupe hydrogéologique.....	34
V. HYDROCHIMIE	36
V.1. CARACTERISATION HYDROCHIMIQUE DES EAUX	36
V.1.1. Paramètres physicochimiques.....	36
V.1.2. Caractéristiques minérales	38
V.1.3. Nitrates.....	39
V.1.4. Caractéristiques bactériologiques.....	39
VI. EXPLOITATION DES AQUIFERES	41
VII. CARACTERISATION DE LA COUVERTURE ET PARAMETRES HYDRAULIQUES DES NAPPES	45
VII.1. CARACTERISATION DE LA COUVERTURE DES NAPPES.....	45
VII.2. PARAMETRES D'ECOULEMENT ET DE TRANSPORT DANS LES AQUIFERES.....	46
VII.2.1. Essai de pompage sur le puits « Bonnerue »	46
VII.2.2. Essai de pompage sur le puits « Socogetra »	47
VII.2.3. Essai de pompage sur le puits de « Dinez »	47
VIII. ZONES DE PROTECTION	49
VIII.1. CADRE LEGAL.....	49

VIII.2. MESURES DE PROTECTION.....	50
VIII.3. ZONE DE PREVENTION REPRISE SUR LA CARTE	51
IX. METHODOLOGIE DE L'ELABORATION DE LA CARTE HYDROGEOLOGIQUE.....	52
IX.1. COLLECTE DE DONNEES	53
IX.1.1. Données géologiques	53
IX.1.2. Données hydrogéologiques	54
IX.1.2.1. Localisation des ouvrages et sources	54
IX.1.2.2. Données piézométriques	54
IX.1.3. Données hydrochimiques	54
IX.2. <i>CAMPAGNE SUR LE TERRAIN</i>	55
IX.3. <i>METHODOLOGIE DE CONSTRUCTION DE LA CARTE</i>	55
IX.3.1. Encodage dans une banque de données	55
IX.3.2. Construction de la carte hydrogéologique	56
X. BIBLIOGRAPHIE.....	59
XI. ANNEXES	61
XI.1. COMPLEMENT HYDROGRAPHIQUE	61
XI.1.1. Bassin du ruisseau de Cherain.....	61
XI.1.2. Bassin de l'Ourthe orientale en amont du confluent avec le ruisseau de Brisys.....	62
XI.1.3. Bassin de l'Ourthe orientale du confluent avec le ruisseau de Brisys au confluent avec le ruisseau de Cowan.....	63
XI.1.4. Bassin du ruisseau de Martin Moulin.....	64
XI.1.5. Bassin de l'Ourthe orientale du confluent avec le ruisseau de Cowan au confluent avec l'Ourthe occidentale.....	66
XI.1.6. Bassin de l'Ourthe occidentale du confluent avec le ruisseau de Tenneville au confluent avec l'Ourthe orientale.....	66
XI.1.7. Bassin de l'Ourthe en amont du confluent avec le ruisseau le Bronze	67
XI.2. GLOSSAIRE DES ABREVIATIONS	70
XI.3. LISTE DES FIGURES.....	71
XI.4. LISTE DES TABLEAUX.....	72
XI.5. COORDONNEES GEOGRAPHIQUES DES OUVRAGES CITES DANS LA NOTICE	73

Avant-propos

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

Le projet a été supervisé au sein du Département des Sciences et Gestion de l'Environnement par V. Debbaut et la carte a été réalisée par M. Bouezmarni. La conception de la *BD-HYDRO* (base de données hydrogéologiques de Wallonie) connaît une perpétuelle amélioration pour aboutir à une seule base de données centralisée régulièrement mise à jour (Gogu, 2000 ; Gogu et *al.*, 2001 ; Wojda et *al.*, 2006).

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.

La carte hydrogéologique de Wibrin – Houffalize est 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 Direction Générale opérationnelle Agriculture, Ressources naturelles et Environnement (DGO3) du Service Public de Wallonie (S.P.W)¹, ou sur le site Internet de la carte hydrogéologique de Wallonie.

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

Remerciements

Merci à Monsieur Eric Goemaere du Service géologique de Belgique pour la mise à disposition de la carte de l'Eodévonien de l'Ardenne et des régions voisines (Asselberghs, 1946) et des archives hydrogéologiques du Service ainsi que pour la révision de cette notice et de la carte correspondante.

Merci à Monsieur Eric Urbain du Service des Eaux Souterraines du centre de Marche-en-Famenne pour la mise à disposition des dossiers de captages d'eau souterraine. Ces données nous ont permis de compléter les informations reçues de la Région wallonne et de mieux préparer les campagnes de terrain.

Merci à Madame Samantha Rekk et à Monsieur Ludovic Capette pour la lecture des documents et pour leurs remarques et leurs suggestions.

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

I. INTRODUCTION

La carte hydrogéologique de Wibrin – Houffalize 60/3-4 couvre une superficie de 160 km² dans la province de Luxembourg au sud-est de la Belgique (Figure I-1). Le territoire couvert par la planche se trouve entièrement en Ardenne non loin de la frontière avec le Grand-Duché de Luxembourg.

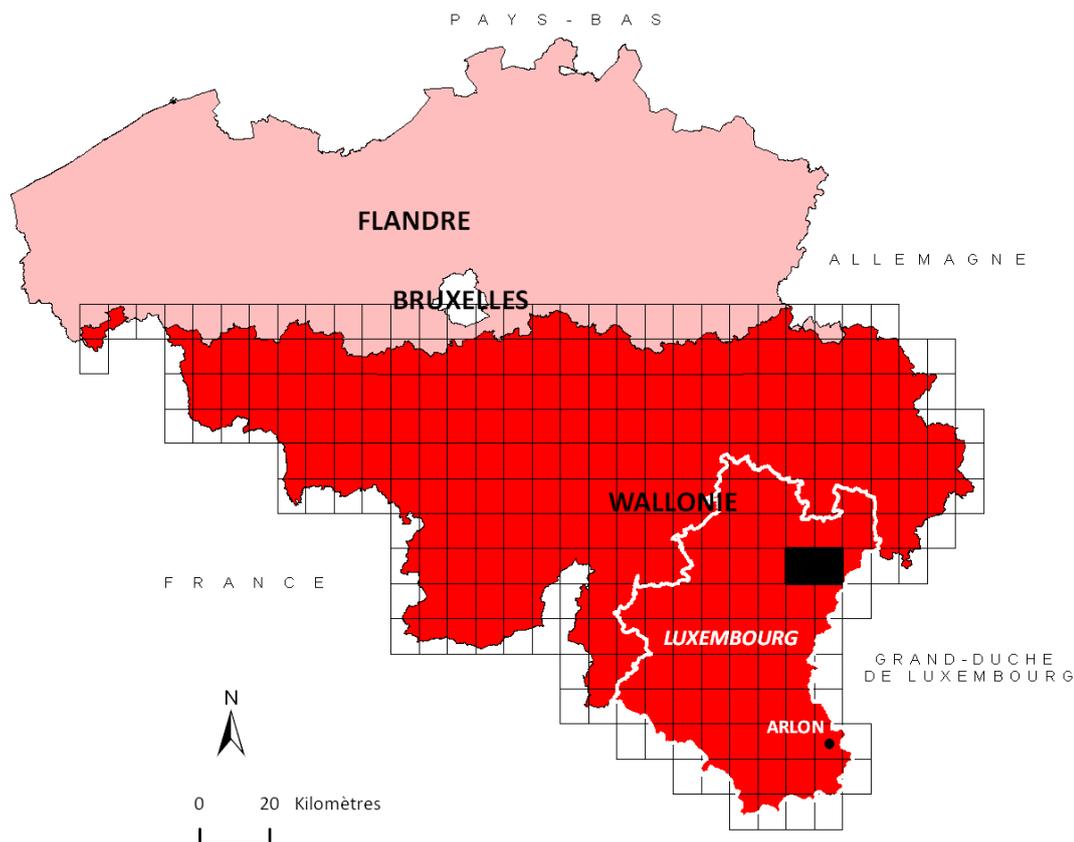


Figure I-1 . Localisation de la carte de Wibrin – Houffalize 60/3-4

La carte hydrogéologique se base sur la carte géologique de l'Eodévonien de l'Ardenne et des régions voisines (Asselberghs, 1946), excepté pour le tracé des alluvions qui est extrait de la carte géologique à 1 : 40 000 (Stainier, 1896).

A l'exception des alluvions qui tapissent le fond des vallées, tous les terrains rencontrés à l'affleurement sont d'âge Dévonien inférieur (Siegenien). Ils se composent principalement de schistes et de phyllades, avec des passages quartzitiques ou quartzophylladeux. Les couches géologiques formées par ces roches ont été plissées et faillées durant l'orogénèse hercynienne. La zone étudiée se situe dans la zone axiale de l'Anticlinorium de l'Ardenne, de direction SW-NE, reliant le Massif de Serpont (à l'ouest) au Massif de Stavelot (à l'est).

La nature lithologique du sous-sol ne permet pas d'identifier de véritables aquifères même si des ressources en eau souterraines peuvent exister. Ainsi, les unités hydrogéologiques seront définies en tant qu'aquicludes ou aquicludes à niveaux aquifères.

La notice commence par un bref aperçu géographique, géomorphologique et hydrographique. La partie géologique sera d'abord traitée dans le contexte régional du Dévonien inférieur de l'Ardenne. Ensuite, la description lithologique, la zone d'affleurement et l'épaisseur de chaque unité stratigraphique seront systématiquement présentées à l'échelle de la carte Wibrin – Houffalize avant d'aborder l'aspect structural.

Comme pour la géologie, l'hydrogéologie sera d'abord développée à l'échelle régionale du Dévonien inférieur de l'Ardenne avant d'analyser le schéma hydrogéologique local. Les unités hydrogéologiques seront définies principalement sur base des descriptions lithologiques de la carte Eodévonien de l'Ardenne et des régions voisines (Asselberghs, 1946).

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

La notice se clôture par l'exposé de la méthodologie, suivi par l'élaboration du projet ainsi qu'une série d'annexes comprenant des données limnimétriques compte tenu de l'importance du barrage de Nisramont, un glossaire des abréviations citées dans le texte, une liste de figures et une liste de tableaux.

II. CADRE GÉOGRAPHIQUE, GÉOMORPHOLOGIQUE ET HYDROGRAPHIQUE

II.1. CADRE GÉOGRAPHIQUE

La planche Wibrin – Houffalize couvre une superficie de 160 km² dans le centre de l'Ardenne. Le territoire de la commune d'Houffalize y occupe 120 km² et la commune de Gouvy y est représentée par 20 km² (Figure II-1). Les communes de Bastogne, Bertogne et La Roche-en-Ardenne n'y sont représentées que par une superficie de quelques km². La population se distribue dans des localités à caractère rural, la plus importante est Houffalize et d'autres plus petites telles que Wibrin, Mabompré et Nadrin.

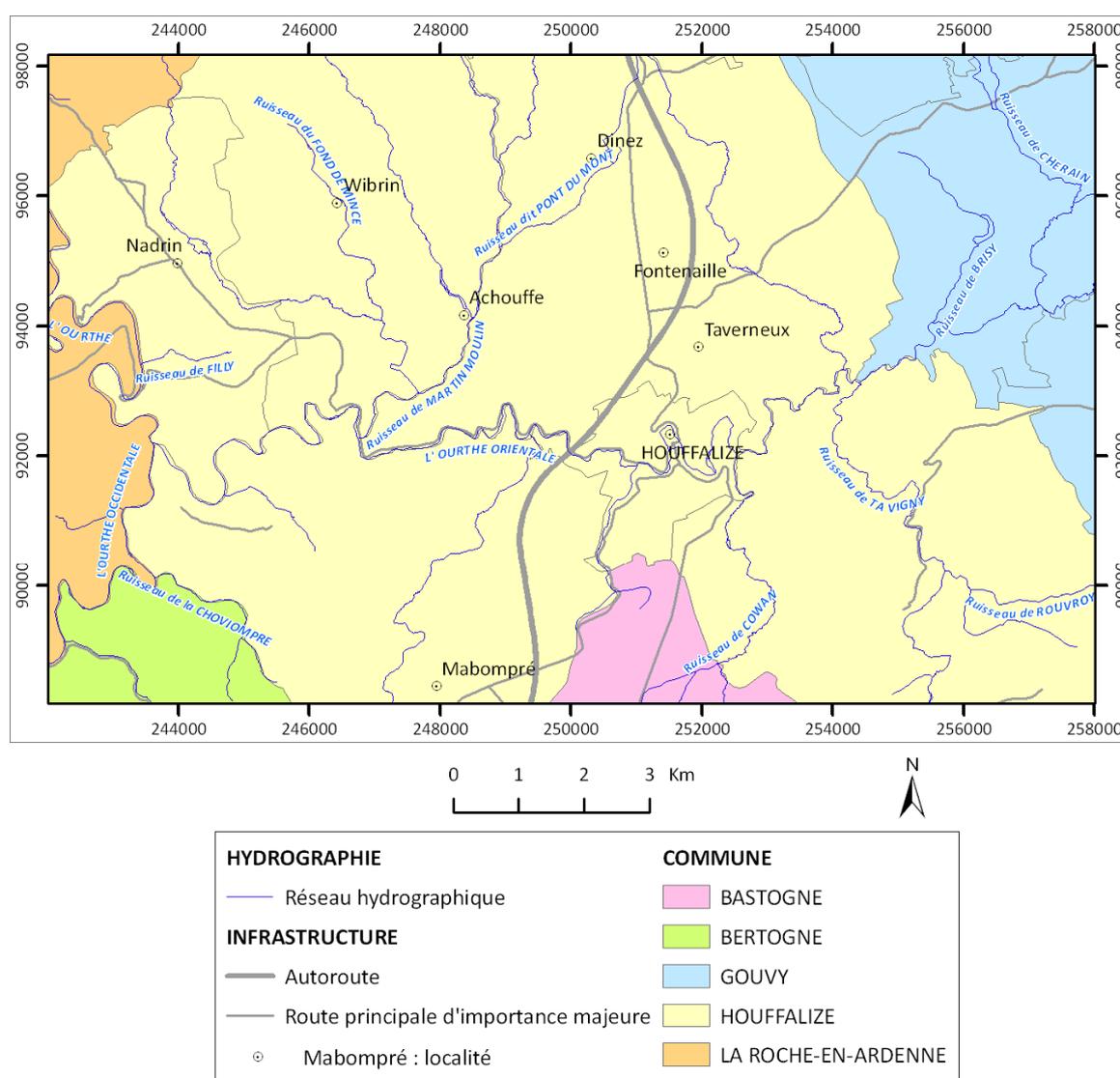


Figure II-1. Limites administratives des communes sur la carte Wibrin – Houffalize

La carte est coupée au milieu par l'autoroute E25 qui passe, du sud vers le nord, à proximité de Mabompré, d'Houffalize, de Taverneux, de Fontenaille et de Dinez. L'autoroute est empruntée par un fort trafic national et international notamment pour le transport de marchandises. Ceci représente un risque, réel et permanent, de contamination accidentelle des nappes et des eaux de surface. Le réseau routier secondaire est modéré sur la planche.

L'exploitation du bois et l'agriculture constituent les principales activités économiques locales. L'occupation des sols se partage entre les terrains cultivés, pâtures, forêt, avec notamment la production de « sapins de Noël ». Le tourisme constitue également un secteur économique non négligeable. Dans le village d'Achouffe, la brasserie du même nom représente une autre activité importante dans cette région.

II.2. CADRE GÉOMORPHOLOGIQUE

Le paysage est caractérisé par des hauts plateaux de 400 à 510 m d'altitude. Les principaux sommets se trouvent sur le plateau de Taille et près des villages de Mabompré, Fontenaille et Tavigny. Les plateaux sont traversés par des vallées profondes, assez étroites.

II.3. CADRE HYDROGRAPHIQUE

L'entièreté de la superficie couverte par la carte de Wibrin – Houffalize se trouve dans le bassin hydrographique de l'Ourthe, subdivisé en plusieurs sous-bassins (Figure II-2). Le bassin hydrographique de l'Ourthe fait partie du bassin de la Meuse. Pour plus de renseignements, il est conseillé de consulter « l'Atlas de l'Ourthe » sur le site Internet : http://www.cr-ourthe.be/uploads/Atlas_Ourthe_2.pdf.

L'Ourthe est une rivière issue de la confluence de l'Ourthe orientale et de l'Ourthe occidentale en aval du village d'Engreux (sur la carte). Sa branche orientale prend naissance près du village d'Ourthe sur la commune de Gouvy alors que la source de sa branche occidentale se trouve près du Village d'Ourt sur la commune de Libramont-Chevigny.

L'Ourthe orientale traverse pratiquement toute la planche, de l'est vers l'ouest, jusqu'à sa confluence avec l'Ourthe occidentale. Elle reçoit sur son passage l'essentiel des eaux drainées sur la carte. Plusieurs de ses affluents prennent naissance sur la planche.

Le réseau hydrographique est relativement dense, témoignant d'un substrat peu perméable favorisant le ruissèlement au détriment de l'infiltration et la recharge des nappes. Les ruisseaux sont toutefois pérennes, soutenus par une alimentation très variable mais continue des nappes souterraines.

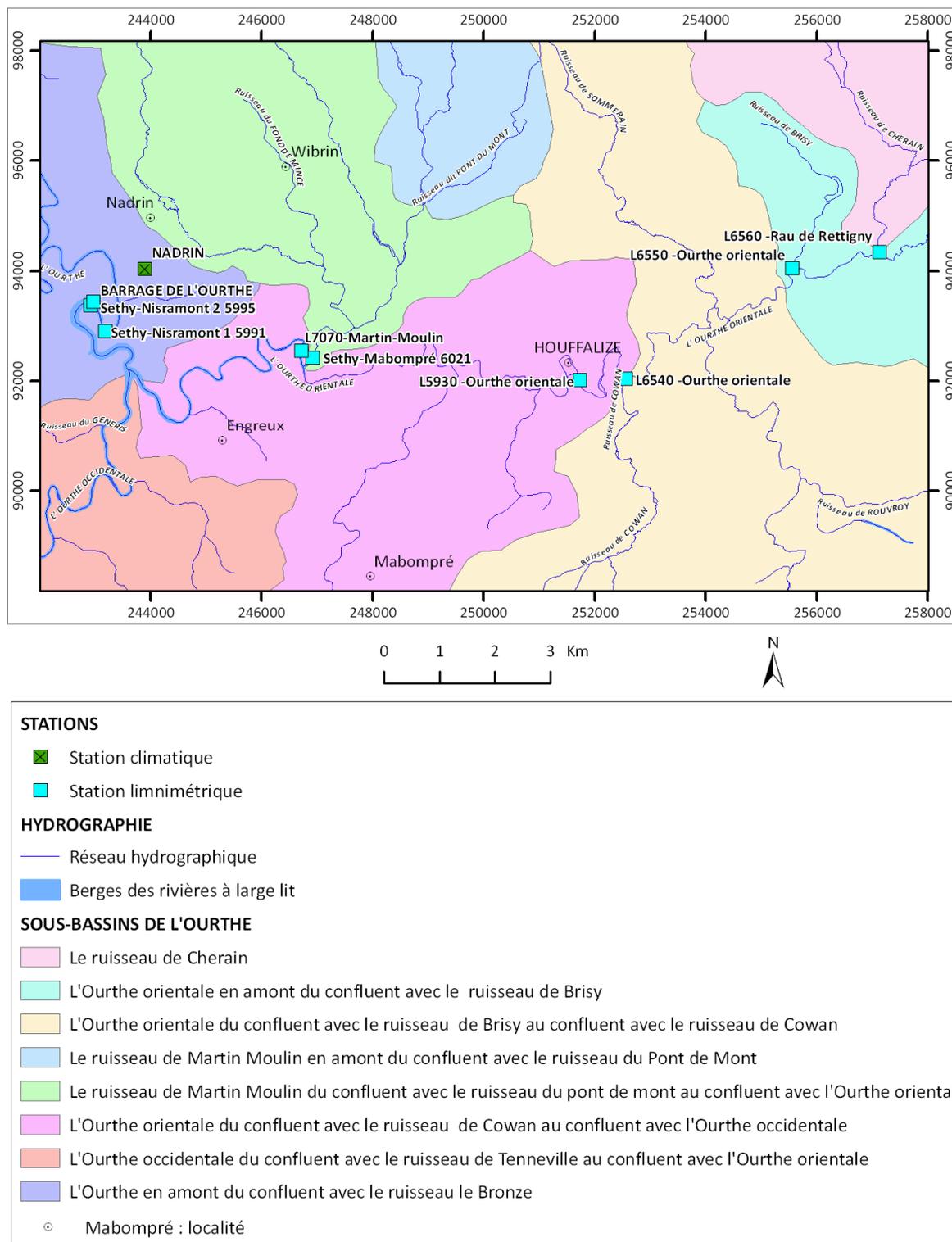


Figure II-2. Carte hydrographique de Wibrin – Houffalize

Sur la carte Wibrin – Houffalize, plusieurs stations limnimétriques sont installées sur l'Ourthe et ses principaux affluents (Figure II-2). L'évolution pluriannuelle des débits journaliers enregistrés par ces stations est caractérisée par de faibles débits d'étiage pendant l'été et par des crues pendant les périodes hivernales. Une évolution type des débits est donnée à la Figure XI-1. Cette tendance s'explique par l'évapotranspiration et la rétention des

feuillages importantes en été et la faible capacité de stockage et de restitution du sous-sol formé principalement de schistes et de phyllades.

Le captage de production d'eau le plus important sur la carte Wibrin – Houffalize est le barrage de Nisramont. Il s'agit bien entendu d'une prise d'eau de surface alimentée principalement par le ruissellement mais aussi par l'écoulement hypodermique des nappes du manteau d'altération. Les données limnimétriques, montrant les fortes variations des débits des cours d'eau, sont données en annexe.

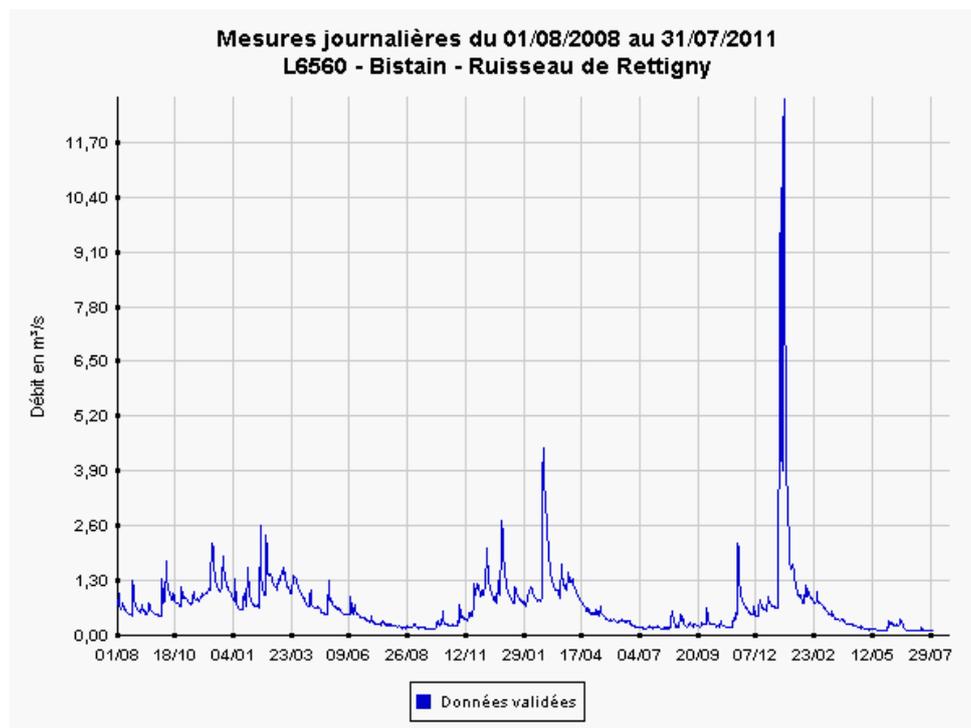


Figure II-3. Evolution pluriannuelle des débits journaliers observée entre août 2008 et juillet 2011 à la station limnimétrique L6560 (Bistain) du Service Public de Wallonie (SPW) –Direction des cours d'eau non navigables. Source : <http://aqualim.environnement.wallonie.be>

III. CADRE GÉOLOGIQUE ET STRUCTURAL

III.1. CADRE GÉOLOGIQUE RÉGIONAL

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

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.

La structuration durant l'orogénèse hercynienne a consisté en un raccourcissement du sud vers le nord par plissement des formations rocheuses en une suite de synclinoria et d'anticlinoria coupés par une multitude de failles de charriage (Figure III-1). Les formations du Dévonien inférieur couvrent plus de 5500 km² en Wallonie; elles sont essentiellement schisteuses et gréseuses (Boulvain et Pingot, 2012).

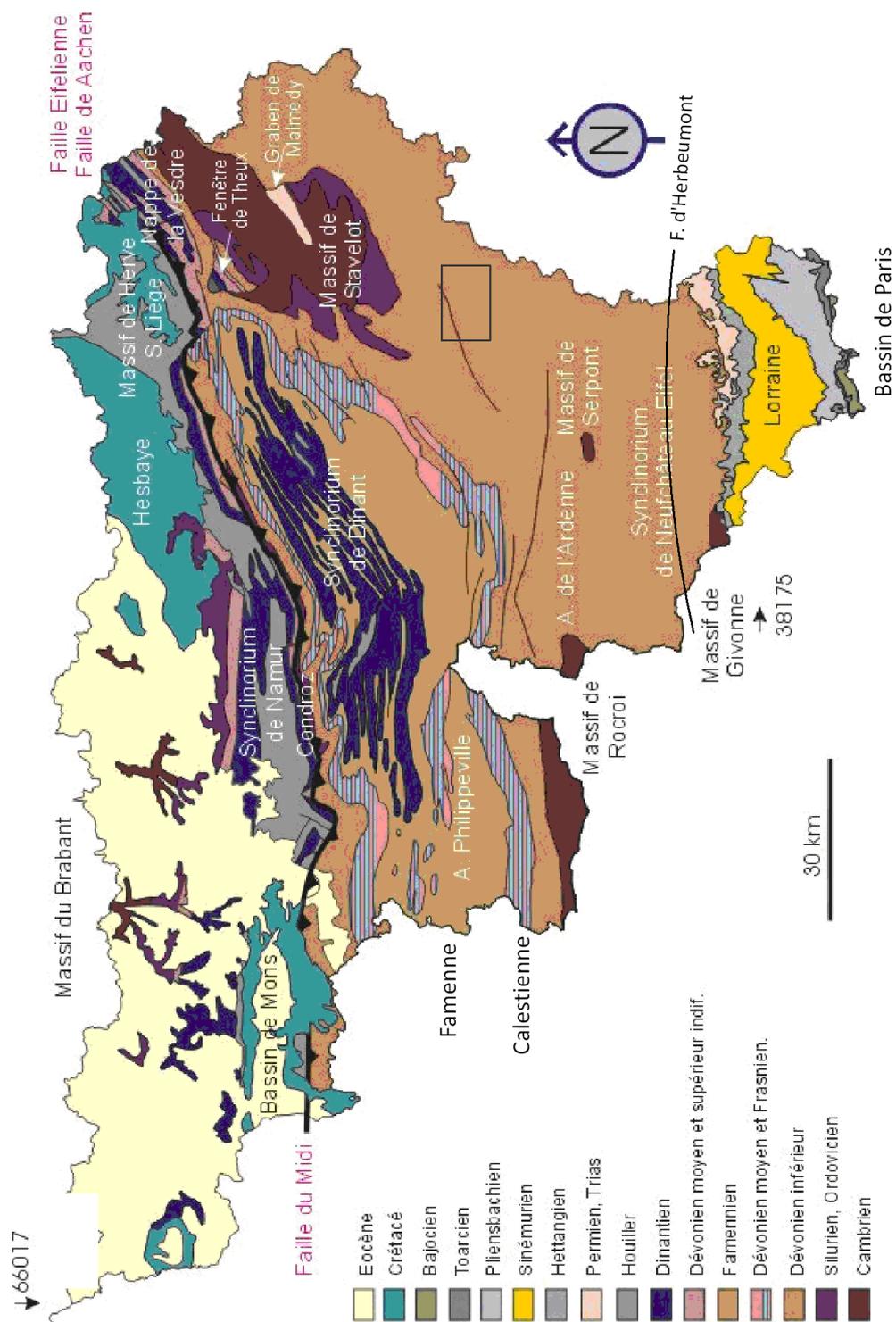


Figure III-1. Cadre géologique simplifié de la Wallonie avec la localisation de la carte Wibrin – Houffalize encadrée (60/3-4), (Boulvain et Pingot, 2004, adaptée)

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. C'est la raison pour laquelle, dans un souci de clarté et de cohérence, nous utiliserons la terminologie stratigraphique, plus précisément les assises et les faciès, établie par Asselberghs (1946). C'est la carte géologique la plus récente qui couvre tout le Dévonien inférieur de l'Ardenne et qui convient bien au cadre géologique régional. Cette planche est en cours de révision par Dejonghe (SGB, IRSNB) mais ne sera disponible que vers 2015.

Le synoptique présenté au Tableau III.1 permet de corrélérer 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, 2012).

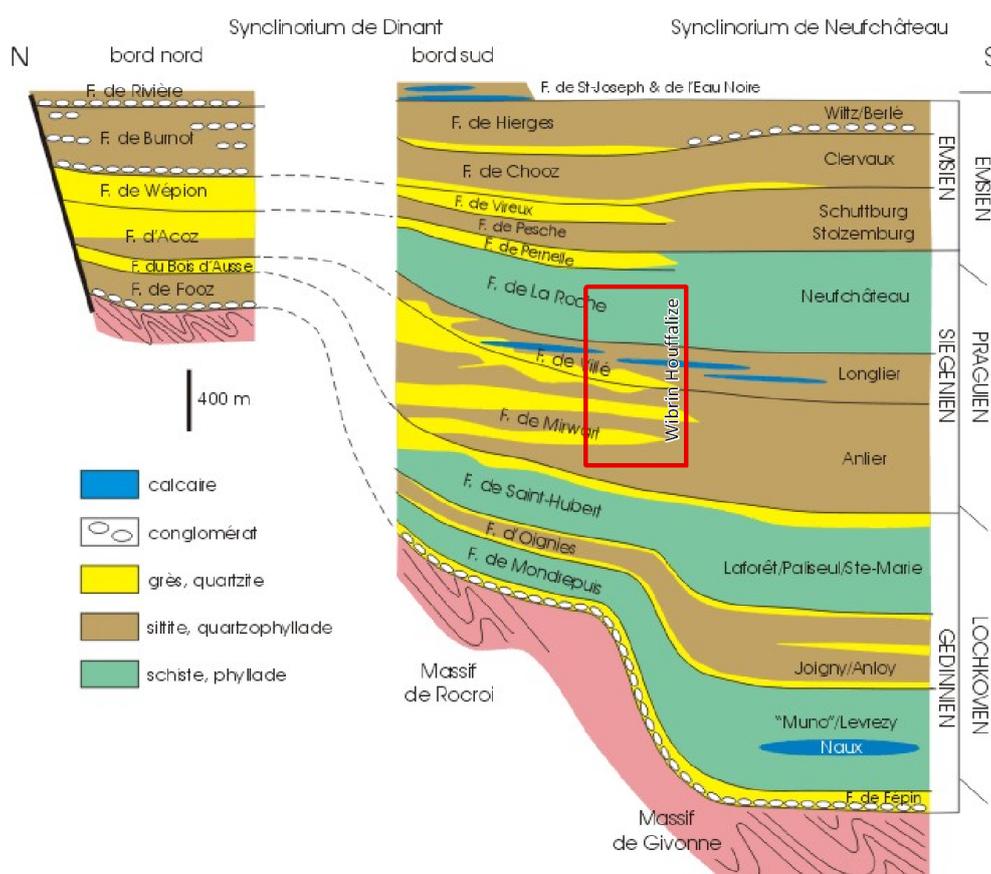


Figure III-2. Transect nord-sud dans les Synclinoria de Dinant et de Neufchâteau, durant le dépôt du Dévonien inférieur (Boulvain et Pingot, 2012). Le contexte de la carte Wibrin – Houffalize est encadré

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

Tableau III.1. Corrélations stratigraphiques des nomenclatures ancienne et nouvelle du Dévonien inférieur

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.

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. Ils 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 synclitorium de Neufchâteau-Eifel par la faille de charriage d'Herbeumont.

III.2. GÉOLOGIE DE LA PLANCHE WIBRIN – HOUFFALIZE

La description de la géologie locale s'appuie sur la carte géologique de l'Éodévonien de l'Ardenne et des régions voisines (Asselberghs, 1946). L'extrait pour la carte Wibrin – Houffalize 60/3-4 est représenté à la Figure III-3. Pour plus de détails, il est conseillé de consulter directement cette étude. D'autres informations complémentaires proviennent des archives du Service géologique de Belgique (SGB) et de quelques études hydrogéologiques réalisées dans la région.

Excepté les alluvions modernes d'âge cénozoïque, tous les terrains à l'affleurement sur la planche Wibrin – Houffalize sont d'âge paléozoïque (Dévonien inférieur). Les affleurements sont essentiellement des schistes, des quartzophyllades et leurs produits d'altération (argiles ou parfois des sables).

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

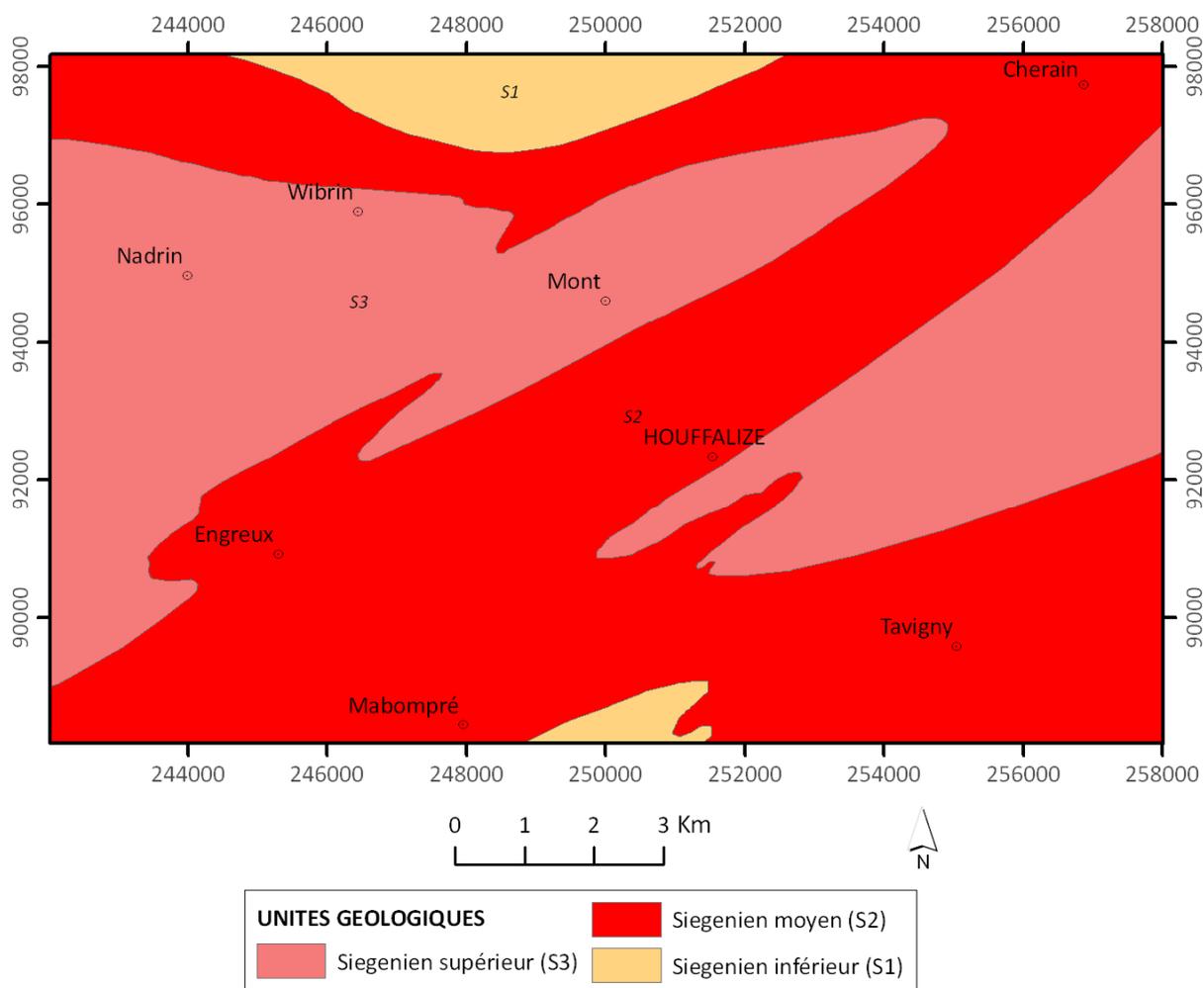


Figure III-3. Carte géologique 60/3-4 d'après la carte de l'Eodévien de l'Ardenne et des régions voisines (modifié d'après Asselberghs, 1946)

III.2.1. Paléozoïque

III.2.1.1. Dévonien inférieur

Le Dévonien inférieur est représenté sur la carte 60/3-4 par le seul Siegenien découpé en 3 unités lithostratigraphiques : Siegenien inférieur (S1), moyen (S2) et supérieur (S3). Le Siegenien est remplacé aujourd'hui par le Praguien. Notons toutefois qu'il n'y a pas une correspondance parfaite entre l'ancienne et la nouvelle terminologie. Un log stratigraphique moderne de la carte géologique de Champlon – La Roche-en-Ardenne (60/1-2), contiguë à la carte Wibrin – Houffalize, est donné à la Figure III-4. La nature lithologique est dominée par les shales, les schistes, les phyllades, les quartzophyllades, les siltites, les grès et les quartzites (Dejonghe et Hance, 2001).

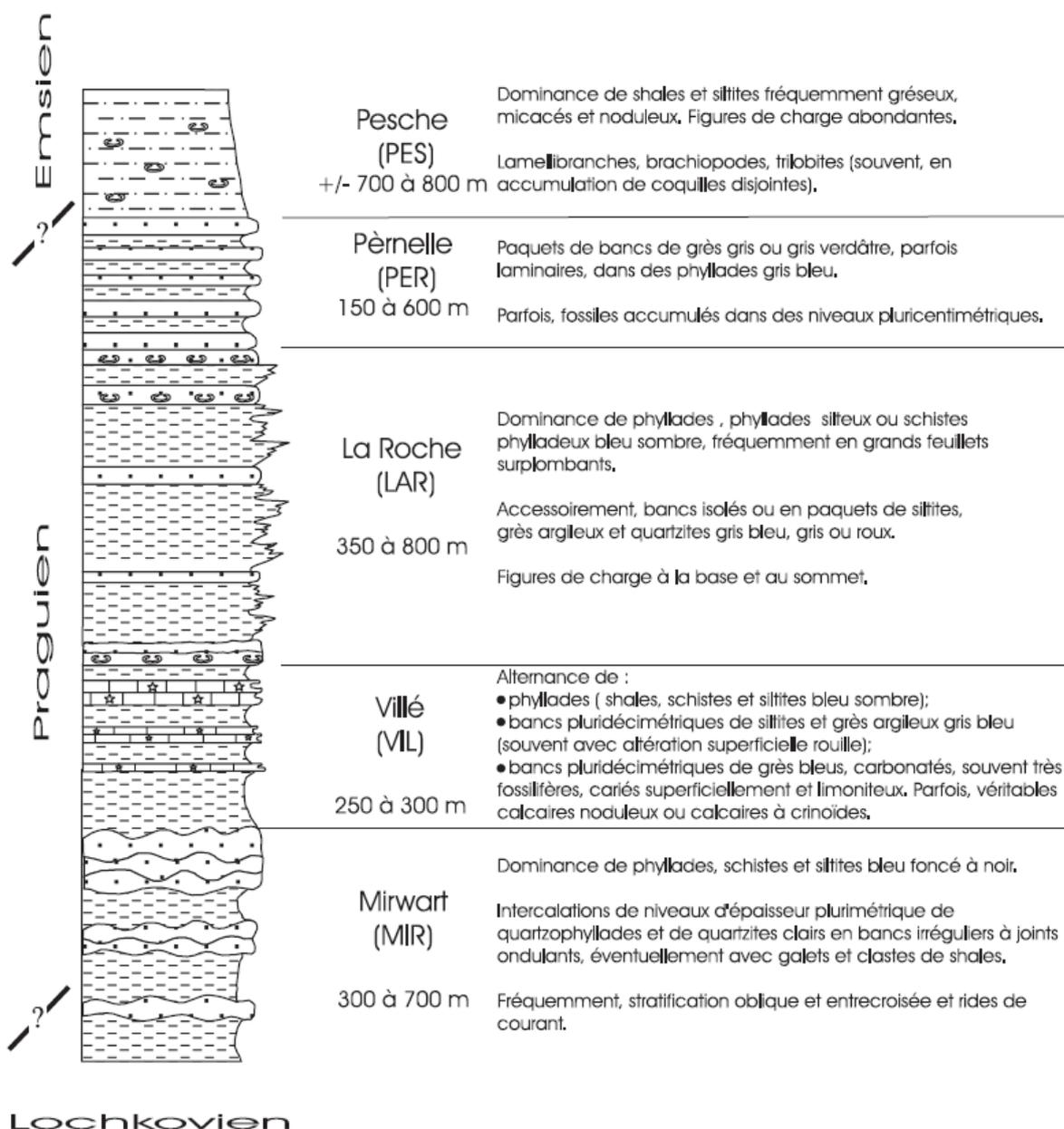


Figure III-4. Colonne lithologique simplifiée des formations éodévonienues qui constituent le substratum de la planche 60/1-2 (Dejonghe et Hance, 2001)

III.2.1.1.1 Siegenien inférieur (S1)

Le Siegenien inférieur (S1) correspond dans la nomenclature actuelle plus ou moins à la Formation de Mirwart (MIR) (Lochkovien supérieur – Praguien inférieur, cf. Tableau III.1).

Sur la carte, le Siegenien inférieur est représenté par le faciès d'Anlier (Tableau III.1) qui se caractérise par une alternance de phyllades, de schistes avec des quartzophyllades et avec des bancs ou des paquets de quartzites. Les quartzites sont très rarement et très légèrement calcaires. Les roches gréseuses sont présentes sous forme de bancs isolés ou en paquets

de 4 à 10 m, exceptionnellement de 15 à 35 m. Dans ces paquets, les bancs de grès sont souvent boudinés et séparés par de fines intercalations schisteuses.

Des sondages² ont été exécutés pour le projet d'autoroute sur le tronçon Baraque Fraiture – Mont au nord de la carte Wibrin – Houffalize sur des terrains appartenant au Siegenien inférieur. Les descriptions lithologiques rapportées par Vandeven (1982) montrent une altération sur les 11 m de profondeur des sondages. Une alternance de grès quartzitique et de schistes, avec des concrétions ferrugineuses témoignant d'une circulation d'eau, compose les roches rencontrées en forages.

Les zones d'affleurement du Siegenien inférieur sont restreintes à 2 structures anticlinales sur la carte Wibrin – Houffalize ; la zone méridionale se trouve à l'est de Mabompré et la zone septentrionale est située sur le plateau de Taille. La base de cette unité n'est pas observable sur la carte. La puissance du S1 a été estimée entre 250 et 300 m sur la planche de Champlon – La Roche-en-Ardenne par Dejonghe et Hance, (2001). Dans le cœur du bassin de La Roche, son épaisseur a été estimée par Asselberghs (1946) à 700 m.

III.2.1.1.2 Siegenien moyen (S2)

Le Siegenien moyen (S2) est plus ou moins l'équivalent de la Formation de Villé (VIL) du Praguien dans la nouvelle subdivision du Dévonien inférieur (Tableau III.1). La formation tient son nom de la coupe type située sur la planchette La Roche-en-Ardenne (60/2), le long de la route reliant La Roche à Houffalize au niveau du hameau de Villé.

Le Siegenien moyen est représenté sur la carte par le faciès de Longlier (Tableau III.1). C'est un faciès 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 (calcaire gréseux) sont remarquablement abondants et souvent cariés à l'affleurement. Les quartzites de couleur bleuâtre et verdâtre sont présents en bancs isolés ou en paquets de 2 m à 8 m.

Généralement, le faciès de Longlier est plus arénacé que les autres faciès du Siegenien moyen mais avec des variations latérales notables. Dans le bassin de La Roche, ses intercalations phylladeuses sont plus fréquentes.

Sur la carte Wibrin – Houffalize, le Siegenien moyen affleure sur une bande en forme de Z d'environ 2 km de large. La zone d'affleurement correspond aux flancs synclinaux et anticlinaux qui se succèdent du N au S. Sa puissance est estimée par Asselberghs (1946) entre 250 et 400 m dans le bassin de La Roche.

² La localisation des sondages en coordonnées Lambert belge 1972 : le premier avec X = 250926,09 et Y = 97999,30 et Z = 500,36 le second avec X = 250974,36 et Y = 97909,55 et Z = 493,75

III.2.1.1.3 Siegenien supérieur (S3)

Le Siegenien supérieur (S3) correspond approximativement à la Formation de La Roche (Praguien moyen à supérieur) dans la nouvelle subdivision du Dévonien inférieur (Tableau III.1).

Le S3, très monotone, est dominé par des phyllades, des phyllades silteux ou des schistes phylladeux bleu sombre. D'après Dejonghe et Hance, (2001), la Formation de La Roche est représentée par la partie inférieure du faciès de La Roche d' Asselberghs, caractérisée par le développement des phyllades bleus en grands feuillets. La formation est fréquemment criblée de cubes de pyrite (parfois $> 1 \text{ cm}^3$).

Le Siegenien supérieur affleure sur une bande est-ouest coupée par l'affleurement des terrains sous-jacents du Siegenien moyen. Son épaisseur est estimée à 350 m sur le flanc N de l'anticlinal de Halleux et entre 350 m et 400 m sur le flanc nord du synclinal de La Roche (Dejonghe et Hance, 2001). Dans le cœur du bassin de La Roche, son épaisseur a été estimée par Asselberghs (1946) à 1500 m.

III.2.2. Cénozoïque

III.2.2.1. Alluvions anciennes (ALA)

Les dépôts d'alluvions anciennes sont assez sporadiques le long de l'Ourthe et de ses affluents. Durant l'étude géologique du site de Nisramont en vue de la construction d'un barrage sur l'Ourthe, on a noté l'existence de terrasses sur les deux rives de l'Ourthe (Brumagne, 1959). On y a observé des graviers et des galets roulés de quartz et de quartzite pouvant former un manteau d'épaisseur métrique.

III.2.2.2. Alluvions modernes (AMO)

Sur la carte, les alluvions modernes sont des dépôts récents qui couvrent les fonds de vallées des cours d'eau permanents ou intermittents. Les dépôts plus importants sont observés dans les vallées de l'Ourthe, dans les vallées des deux Ourthe et de leurs principaux affluents. Les dépôts sont de faible épaisseur, 1 m environ en aval du barrage de Nisramont. Le tracé des affleurements des alluvions modernes est repris de la carte géologique de Stainier (1896).

Les alluvions sont constituées de produits d'altération des phyllades et des quartzites essentiellement. On y trouve des mélanges de limon argileux, de silt, de sable et de gravier.

III.3. CADRE STRUCTURAL

De point de vue régional, la carte Wibrin – Houffalize se trouve dans la zone axiale de l'Anticlinorium de l'Ardenne, de direction SW-NE, reliant le Massif de Serpont au Massif de Stavelot. Du nord au sud, la carte recouvre les synclinaux de La Roche et de Houffalize séparés par l'anticlinal de Taverneux (Figure III-5). Les grands axes de ces structures sont SW-NE.

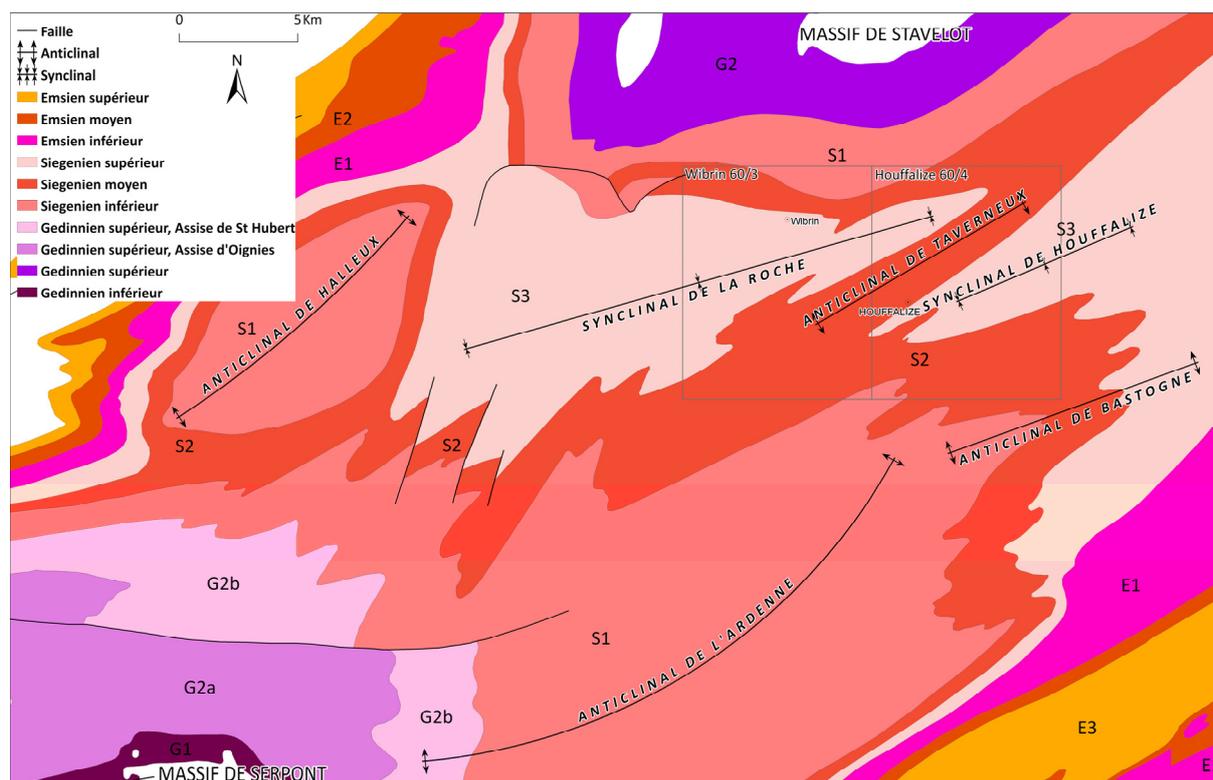


Figure III-5. Contexte structural local et régional de la carte Wibrin – Houffalize 60/3-4, extrait et modifié de la carte de l'Eodévonien de l'Ardenne et des régions voisines (modifié d'après Asselberghs, 1946).

Le synclinal de La Roche, d'axe orienté WSW-ESE, est un pli de longueur d'onde plurikilométrique, mais plus resserré sur la planche. En faisant abstraction des failles qui en découpent le flanc sud, Dejonghe et Hance, (2001), considèrent le synclinal de La Roche comme un pli de longueur d'onde plurikilométrique, déjeté à déversé vers le NNW, et dont le flanc sud est affecté par de petits plis secondaires en chaise (Figure III-6) ou par des ondulations plus larges, à la faveur desquelles réapparaissent des plateaux. Cette configuration des plis, très caractéristique dans la région, est expliquée par Asselberghs et Leblanc (1934) par le sens de la composante dominante des forces impliquées dans la poussée orogénique (du S ou SW vers le N ou le NW). La poussée venant du sud et le blocage par le Massif de Stavelot au nord, expliquerait le resserré du bassin de La

Roche sur la carte ainsi que le style des plis. Plus au sud, le synclinal de La Roche est séparé du synclinal d'Houffalize par l'anticlinal de Taverneux. Sous ce schéma structural simplifié se cache une complexité tectonique importante qui se traduit par des plis mineurs et par de multiples failles longitudinales, normales, inverses ou de décrochements (Dejonghe, 2008). Selon l'auteur, ces accidents ainsi que les plis sont recoupés par des failles de décrochement transversales généralement dextres ou verticales.

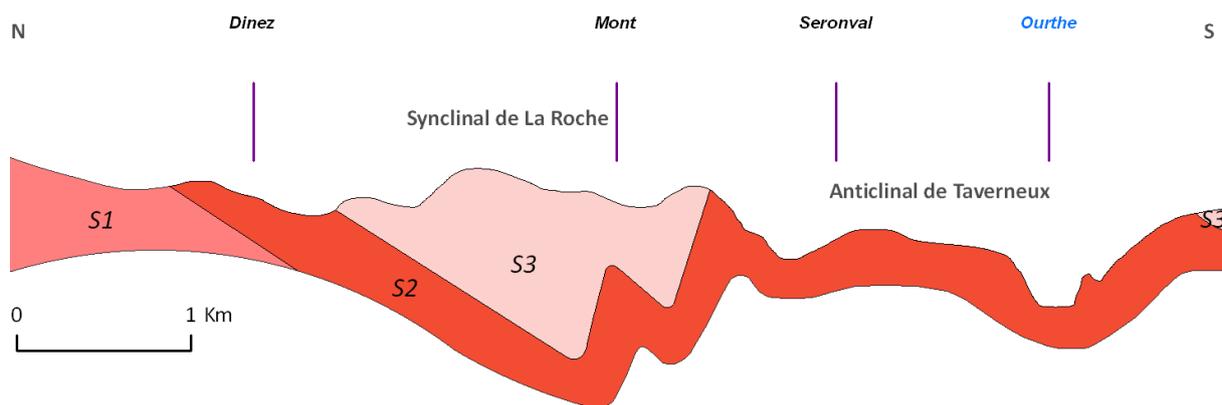


Figure III-6. Coupe géologique dans le bassin de La Roche et de l'anticlinal de Taverneux à la limite entre les planchettes de Wibrin et d'Houffalize. Les hauteurs sont exagérées 5 fois (Cf. Figure III-8).

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 Wibrin – Houffalize (1/25 000), il est important de distinguer les potentiels hydrogéologiques des différentes formations géologiques.

IV.1. HYDROGÉOLOGIE RÉGIONALE

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

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

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

Une première nappe est contenue dans le manteau d'altération des formations paléozoïques. C'est un aquifère à double porosité³ relativement continu dont l'épaisseur peut

³ Un aquifère est de type mixte s'il est caractérisé à la fois par une porosité par d'interstice et par une porosité de fissures. C'est le cas de l'aquifère du manteau d'altération où la porosité de pore peut être rencontrée dans les

en certains endroits dépasser 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 en cette période de l'année. Libre et peu profonde, la nappe est 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 en eau peu importants comme les consommations domestiques et les puits de prairies par exemple. Les nappes sont souvent captées par drains et galeries placés en tête de vallons ou en zone d'émergence (Derycke et *al.* 1982). Les faibles ressources de ce type de nappe d'une part et la répartition de la population d'autre part, nécessitent souvent une multiplication du nombre d'ouvrages. Ceci implique par conséquent une multiplication des zones de prévention des captages publics d'eau potable avec toutes les contraintes y afférentes.

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

Dans les deux types d'aquifères, l'eau est généralement acide et faiblement minéralisée mais souvent ferrugineuse.

Le potentiel aquifère des terrains schisto-gréseux de l'Ardenne est beaucoup plus faible comparé aux aquifères calcaires, crayeux ou grés-sableux. Il n'est cependant pas négligeable puisqu'il constitue souvent la seule ressource aquifère des communes

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.

ardennaises. La dispersion de la population en hameaux ou en habitations isolées d'accès difficile au réseau de distribution est un autre élément à considérer.

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

Le massif ardennais renferme généralement une nappe superficielle plus ou moins continue dans le manteau d'altération et des nappes localisées dans les passages gréseux et quartzitiques fissurés plus profonds. Ces réserves aquifères, bien que limitées, sont néanmoins d'un grand intérêt non seulement pour l'alimentation du réseau hydrographique, mais aussi pour répondre à la consommation locale. En revanche, les fortes variations tant verticales que latérales des formations géologiques qui constituent les réservoirs aquifères, ajoutées à la rareté des études dans la région, rendent l'analyse hydrogéologique locale complexe, au pronostic pour le moins incertain.

Par conséquent, il est difficile de localiser et de cartographier les aquifères potentiels du sous-sol. Dans une même formation géologique, la perméabilité varie entre les niveaux schisto-phylladeux et les niveaux grés-quartzitiques. Dans ces derniers, qui ne sont pas cartographiables en détail, la perméabilité dépend du degré de fissuration. De plus, toutes les fissures et les zones de failles ne sont pas potentiellement aquifères : la nature des produits de colmatage issus de l'altération des roches (les schistes altérés deviennent des argiles imperméables, alors que les grès deviennent des sables plus perméables) influe sur cette potentialité. Par ailleurs, d'après le contexte structurel de la région (Dejonghe, 2008), il doit exister un réseau de failles assez dense sur la carte Wibrin – Houffalize. Ces failles peuvent jouer un rôle de compartimentage des nappes limitant le rendement des captages. Elles peuvent, dans d'autres cas, favoriser les écoulements préférentiels, mettre en communication plusieurs niveaux aquifères et augmenter ainsi le rendement des ouvrages de prise d'eau. Une carte géologique et structurale moderne est donc essentielle pour localiser ces failles et étudier leurs caractéristiques hydrogéologiques.

Sur base de la fréquence et de l'épaisseur des bancs gréseux et quartzitiques, les formations géologiques seront donc groupées en aquicludes ou aquicludes à niveaux aquifères. Les formations géologiques correspondent à des unités hydrogéologiques définies sur base de leurs propriétés hydrodynamiques (Tableau IV.1).

IV.2.1. Description des principaux aquifères

IV.2.1.1. Aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur (S1)

Représenté par le faciès d'Anlier, le Siegenien inférieur (S1) est formé d'une alternance de phyllades, de schistes et des quartzophyllades avec des quartzites, en bancs isolés ou en paquets de 4 à 10 m, exceptionnellement de 15 à 35 m. Il constitue ainsi un aquiclude par sa masse schisto-phylladeuse avec des niveaux aquifères intéressants dans les nombreux passages quartzitiques fissurés ; ce qui justifie sa classification comme aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur. Sur la carte, il affleure sur 7 à 8 km² de superficie à peine, notamment sur le plateau de Taille où il n'est que très peu sollicité. Le choix des implantations privées répond surtout aux besoins locaux et non forcément aux meilleurs sites d'exploitation disponibles. Il faut souligner toutefois que le manque d'information, notamment structurale, rend l'investigation des ressources d'approvisionnement très difficile, d'autant plus que ces ressources sont souvent localisées et limitées. Malgré la surface d'affleurement assez réduite de l'aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur, plusieurs cours d'eau y prennent naissance. C'est le cas par exemple du ruisseau de Planchette dont la source correspond à l'affleurement de grès-quartzitique micacé de direction est-ouest et pendage 45° sud.

Ere	Système	Série	Etage	Assise	Lithologie	Abréviation	Hydrogéologie
Cénozoïque	Quaternaire	Supérieur			Limon argileux - silt - sable- graviers	ALA, AMO	Aquifère alluvial
Paléozoïque	Dévonien	Inférieur	Siegenien	Supérieur	Des bancs de phyllades grossièrement feuilletés avec des intercalations de paquets de quartzites, fins à très fins, facilement altérables et des quartzophyllades schisteux. Les roches criblées de cubes de pyrite	S3	Aquiclude du Dévonien inférieur
				Moyen	Des quartzophyllades souvent gréseux, du quartzite grossier micacé, psammitique, des phyllades purs ou quartzeux et des schistes quartzeux. Les bancs fossilifères sont remarquablement abondants et calcaireux. A la base, des phyllades quartzeux compacts, très ferrugineux, des quartzophyllades et du quartzite (sables rouges et bruns par altération).	S2	Aquiclude à niveaux aquifères de Villé
				Inférieur	Alternance de phyllades et de schistes avec des quartzophyllades et avec des bancs ou des paquets de quartzites	S1	Aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur

Tableau IV.1. Tableau de correspondance géologie – hydrogéologie de la carte Wibrin – Houffalize

IV.2.1.2. Aquiclude à niveaux aquifères de Villé (S2)

Le Siegenien moyen se distingue des formations voisines par ses teneurs carbonatées plus importantes. Cette fraction carbonatée lui assure un potentiel aquifère plus grand ainsi qu'une minéralisation et un pH plus élevés. Cependant, le S2 est caractérisé par une variation latérale de faciès schisteux à gréseux, ainsi qu'une modification de la proportion d'éléments carbonatés (plus carbonaté vers le sud) et/ou arénacés. A l'échelle de la Wallonie, trois unités hydrogéologiques ont été ainsi définies afin de caractériser au mieux cette variation spatiale. En fonction de la lithologie dominante et de la fraction carbonatée, un choix est fait entre "*Aquitard à niveaux aquifères de Villé*" ou "*Aquiclude à niveaux aquifères de Villé*". Si les informations disponibles ne permettent pas de trancher, c'est l'appellation "*Aquiclude-Aquitard à niveaux aquifères de Villé*" qui est employée. Cette dernière unité permet également d'assurer une transition graduelle entre deux cartes aux faciès différents. L'aquitard à niveaux aquifères correspond mieux aux faciès de Bouillon et d'Amonines qui sont plus carbonatés. Sur la carte Wibrin – Houffalize, le faciès de Longlier, moins carbonaté, correspond mieux à l'aquiclude à niveaux aquifère de Villé.

Vu son potentiel hydrogéologique plus important et sa surface d'affleurement plus étendue (83 km²), l'aquiclude à niveaux aquifères de Villé est le plus sollicité sur la carte par rapport aux unités voisines.

Le site d'exploitation d'eau souterraine de Cowan et Vissoûle, situé à environ 3 km au sud-est d'Houffalize, est constitué de drains sollicitant la nappe superficielle du Siegenien moyen. Celle-ci est constituée ici de grès et de quartzites désagrégés alimentés par l'eau de pluie sur pratiquement tout le bassin hydrographique. Si l'on considère les chiffres de 2006 (SWDE, 2007), les précipitations moyennes annuelles étaient de 900 l/m² dans la région dont 1/3 serait infiltré pour alimenter la nappe aquifère. Sachant que le bassin hydrographique fait environ 2 km² de superficie, le volume total infiltré serait de :

$$1/3 * 900l/m^2 * 2\ 012\ 668\ m^2 = 664\ 200\ m^3/an$$

Le débit potentiel serait ainsi :

$$Q = 664\ 200 / (365*24) = 75.8\ m^3/h$$

Or le débit moyen réellement pompé ne dépasse pas 6.25 m³/h, largement inférieur à la capacité de recharge de la nappe. Cette différence peut s'expliquer par la taille inférieure du bassin hydrogéologique par rapport au bassin hydrographique, ou bien par une recharge significative des nappes plus profondes par la nappe superficielle.

Ailleurs, à moins de 2 km au sud du village de Bonnerue, se trouve un captage de la SWDE anciennement géré par le service communal d'Houffalize. Il s'agit d'un puits foré de 80 m de

profondeur. Les premières venues d'eau lors du forage ont été rencontrées d'abord vers 37 m puis vers 75 m avec respectivement des débits à l'air-lift respectivement de l'ordre de 2 m³/h et 7 m³/h. Le niveau statique après forage s'est stabilisé à environ 10,4 m sous le niveau du sol, indiquant ainsi un caractère captif des nappes.

Un autre puits dénommé « Puits Socogetra » est situé à 1 km au nord d'Houffalize sur l'E25 à environ 1800 m après le pont d'Houffalize sur l'Ourthe orientale. Réalisé initialement par la société du même nom pour la centrale à Béton durant les travaux de construction de l'autoroute, le puits a été repris pour la distribution publique d'eau potable par le service communal d'Houffalize et transféré ensuite à la SWDE. Malgré les nombreuses couches gréseuses fossilifères rencontrées dans les sondages voisins effectués lors des travaux de l'autoroute, le puits est relativement peu productif dont le rendement ne dépasse pas 5 m³/h. Le puits est converti en piézomètre depuis 2007. En mars 2010, la cote piézométrique se situait à environ 2 m de profondeur par rapport au niveau du sol.

Le rendement des puits forés dans l'aquiclude à niveaux aquifères de Villé, lié à la présence des couches gréseuses calcarifères, n'est pas toujours garanti. Une coupe d'un puits foré au nord de Taverneux, à 99 m de profondeur, montre des argiles (produit d'altération des schistes) entre 3 et 29 m, des schistes entre 29 et 49 m et enfin des roches schisteuses avec des quartzites jusqu'à 99 m.

Il existe de nombreuses sources dont plusieurs sont captées par drains pour la distribution publique d'eau potable. C'est le cas du drain « Buret captage » appartenant au service communal d'Houffalize et exploité par la SWDE. L'ouvrage consiste à capter 5 résurgences sur le versant nord du ruisseau à Buret, un village situé dans le coin inférieur gauche de la carte. La capacité de production de l'ouvrage, fortement influencée par les conditions météoriques, varie entre 300 et 500 m³/jour (Debbaut et Hanson, 1997). Selon les auteurs, l'ouvrage semble être localisé dans les alluvions et colluvions du ruisseau, d'où sa vulnérabilité.

IV.2.1.3. Aquiclude du Dévonien inférieur

La nature essentiellement phylladeuse du Siegenien supérieur (S3) confère aux roches une porosité et une perméabilité pratiquement nulle. L'observation microscopique des échantillons du bed-rock sain, prélevés durant l'étude géologique du site de Nisramont en vue de la construction d'un barrage sur l'Ourthe, a montré une absence de porosité (Brumagne, 1959). Le Siegenien supérieur constitue ainsi un imposant aquiclude dans le bassin de La Roche. Son étanchéité était d'ailleurs un des facteurs favorables considéré dans le projet du grand barrage à l'aval de la retenue actuelle sur l'Ourthe à Nisramont. Il existe néanmoins des nappes phréatiques perchées au sein du manteau d'altération comme

sur le plateau de Bressol par exemple. Une altération favorisée entre autre par les nombreuses diaclases qui découpent le massif rocheux et qui s'ouvrent en surface (Brumagne, 1959).

Malgré ses ressources limitées, l'aquiclude du Dévonien inférieur est sollicité par pas moins de 40 ouvrages de différents types (puits forés ou traditionnels, drains et sources). Sa surface d'affleurement est traversée par l'Ourthe et ses principaux affluents sans pour autant donner naissance à de véritables ruisseaux. Sur cette surface d'affleurement les sources sont assez rares si l'on exclu une ligne de sources située de part et d'autre du ruisseau de Sommerain au nord des villages de Fontenaille et de Sommerain.

IV.2.2. Piézométrie

Sur l'ensemble de la planche, on dénombre 78 mesures piézométriques effectuées entre mars 1994 et février 2012. Ces mesures se rapportent à 19 ouvrages dont 15 ont été relevés en 2010 dans le cadre de la réalisation de la carte hydrogéologique de Wibrin – Houffalize.

Malgré une bonne répartition spatiale des données, la carte piézométrique ne peut être tracée pour aucune des unités hydrogéologiques définies sur la carte. Cela s'explique par le fait que dans chacune de ces unités, une multitude de nappes superposées et souvent non connectées peuvent exister. Elles sont logées dans des niveaux gréseux et quartzitiques fissurés différents et 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 plus ou moins intéressante 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 le risque de la pollution. Par ailleurs, la structure plissée et faillée ne permet pas de suivre un niveau de nappe même sur de courtes distances, d'autant plus que la répartition spatiale des cotes piézométriques disponibles n'est pas suffisamment dense pour réaliser une telle interpolation.

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

- Dans la plupart des puits forés, le niveau piézométrique observé est une résultante de deux ou plusieurs nappes superposées. Vu que les potentiels aquifères en Ardenne sont souvent limités, les puits sont crépinés dans plusieurs horizons pour cumuler le plus grand nombre de ressources ;

- Faute de piézomètres, les niveaux des nappes ont été mesurés dans des puits généralement exploités dont le rabattement peut fausser la mesure, d'autant plus que les rabattements provoqués dans les puits ardennais sont souvent élevés ;
- Les nappes plus profondes sont généralement sous pression, et le niveau piézométrique s'équilibre près de la surface du sol. Donc le niveau piézométrique représenté ne signifie pas que l'on va rencontrer la nappe à cette profondeur. De plus la structure plissée et faillée ne permet pas d'extrapoler les niveaux des venues d'eau même dans un rayon proche.

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

La piézométrie de l'aquiclude à niveaux aquifères de Villé est régulièrement relevée depuis 2007 au niveau du piézomètre « Puits Socogetra⁴ », géré par la SWDE. Cette évolution historique permet de voir que les fluctuations saisonnières sont importantes (Figure IV-1). L'écart est de plusieurs mètres entre la période des hautes eaux (printemps) et la période des basses eaux (été).

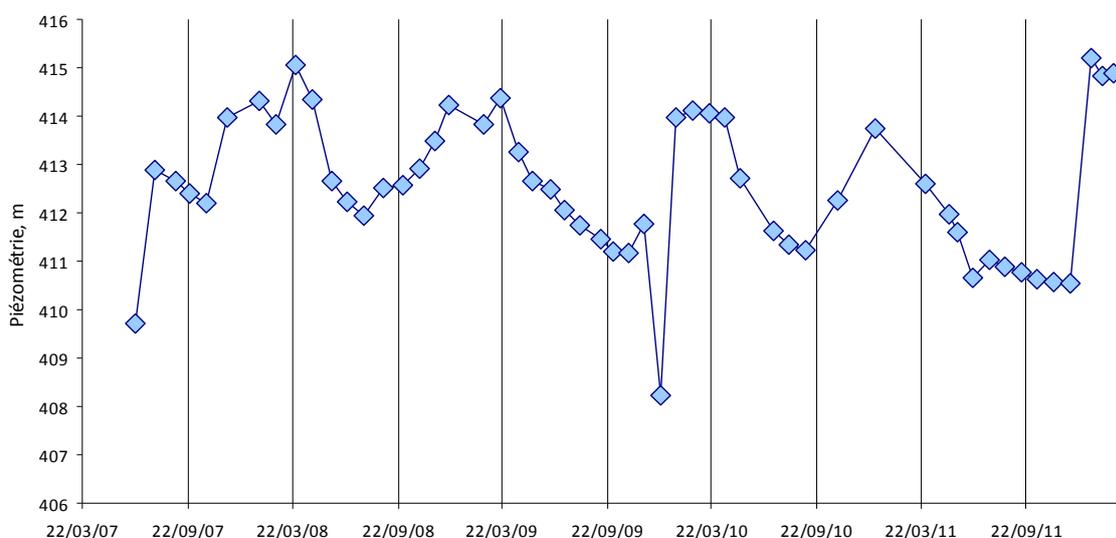


Figure IV-1. Evolution piézométrique des nappes de l'aquiclude à niveaux aquifères de Villé au Puits Socogetra à Houffalize

IV.2.3. Coupe hydrogéologique

La localisation et la direction nord-sud de la coupe hydrogéologique (cf. poster A0) sont choisies pour représenter la structure des différentes unités hydrogéologiques. Elle traverse, du nord vers le sud, le bassin de La Roche dans la région du village de Mont, ensuite

⁴ X = 251 140 et Y = 93 460 coordonnées Lambert belge 1972. Le piézomètre fait 31 m de profondeur

l'anticlinal de Taverneux dans les environs du village de Seronval et dans la vallée de l'Ourthe et enfin l'extrémité ouest du synclinal d'Houffalize.

La hauteur de la coupe est exagérée 5 fois pour marquer le relief et les lignes de partage des eaux ainsi que les pendages des couches. Soulignons que le bassin hydrogéologique des nappes supérieures, caractérisées par un écoulement hypodermique, correspond au bassin hydrographique, indépendamment des considérations stratigraphiques. Pour les aquifères profonds, la seule cote piézométrique représentée sur la coupe montre que le niveau de la nappe se stabilise près de la surface du sol.

V. HYDROCHIMIE

V.1. CARACTÉRISATION HYDROCHIMIQUE DES EAUX

Au 21 mai 2010, on comptait 21 ouvrages caractérisés par au moins une analyse chimique. 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*⁵ ».

Les résultats des analyses ont été encodés dans la base de données (BDHYDRO) avec plus de 1179 enregistrements. Les caractéristiques hydrochimiques seront présentées par catégorie puisqu'il n'y a pas de différence significative entre les nappes présentes sur la carte, y compris l'aquiclude à niveaux aquifères de Villé, et ce malgré ses teneurs carbonatées plus importantes. Ceci est dû vraisemblablement au lessivage des éléments carbonatés, notamment pour les nappes supérieures, même si pour les nappes profondes, l'élément carbonaté du S2 est plus prononcé (Tableau V.2).

V.1.1. Paramètres physicochimiques

Du point de vue général, les eaux souterraines du Dévonien inférieur de l'Ardenne sont faiblement minéralisées avec de faibles conductivités et légèrement acides avec de faibles valeurs de pH (Tableau V.1).

CATEGORIE	PARAMETRE	UNITE	VALEUR		SEUIL ⁶
			ARDENNE	LORRAINE	
PARAMETRES PHYSICO- CHIMIQUES	pH	unités pH	6,83	8	
	Température (in-situ)	° Celsius	9	12	25
	Conductivité	µs/cm à 20°C	113	546	2100
	Dureté totale	° français	5,5	30	67.5

Tableau V.1. Comparaison des paramètres physicochimiques entre les eaux souterraines du Dévonien inférieur de l'Ardenne et de la Formation de Luxembourg en Lorraine.

Les eaux de la carte Wibrin – Houffalize s'inscrivent dans ce modèle général ardennais (Figure V-1). L'eau est peu minéralisée avec de faibles valeurs de conductivité reflétant la nature silicatée du sous-sol. La conductivité est encore plus faible dans les nappes supérieures à cause du lessivage des roches par les eaux de pluie.

⁵ « *Carte des informations complémentaires et des caractères de couverture des nappes* ». Elle représente les données spécifiques disponibles telles que le caractère de la couverture des principaux aquifères, des tests réalisés (essai de pompage, de traçage etc.) ainsi que d'autres informations complémentaires comme l'existence de données hydrochimiques, de diagraphies (Echelle : 1/50.000).

⁶ livre II du code de l'Environnement, contenant le Code de l'eau, annexe XIV, A.G.W. 03,05,2007, A.G.W. 12,02,2009, Evaluation de la qualité des masses d'eau souterraine.

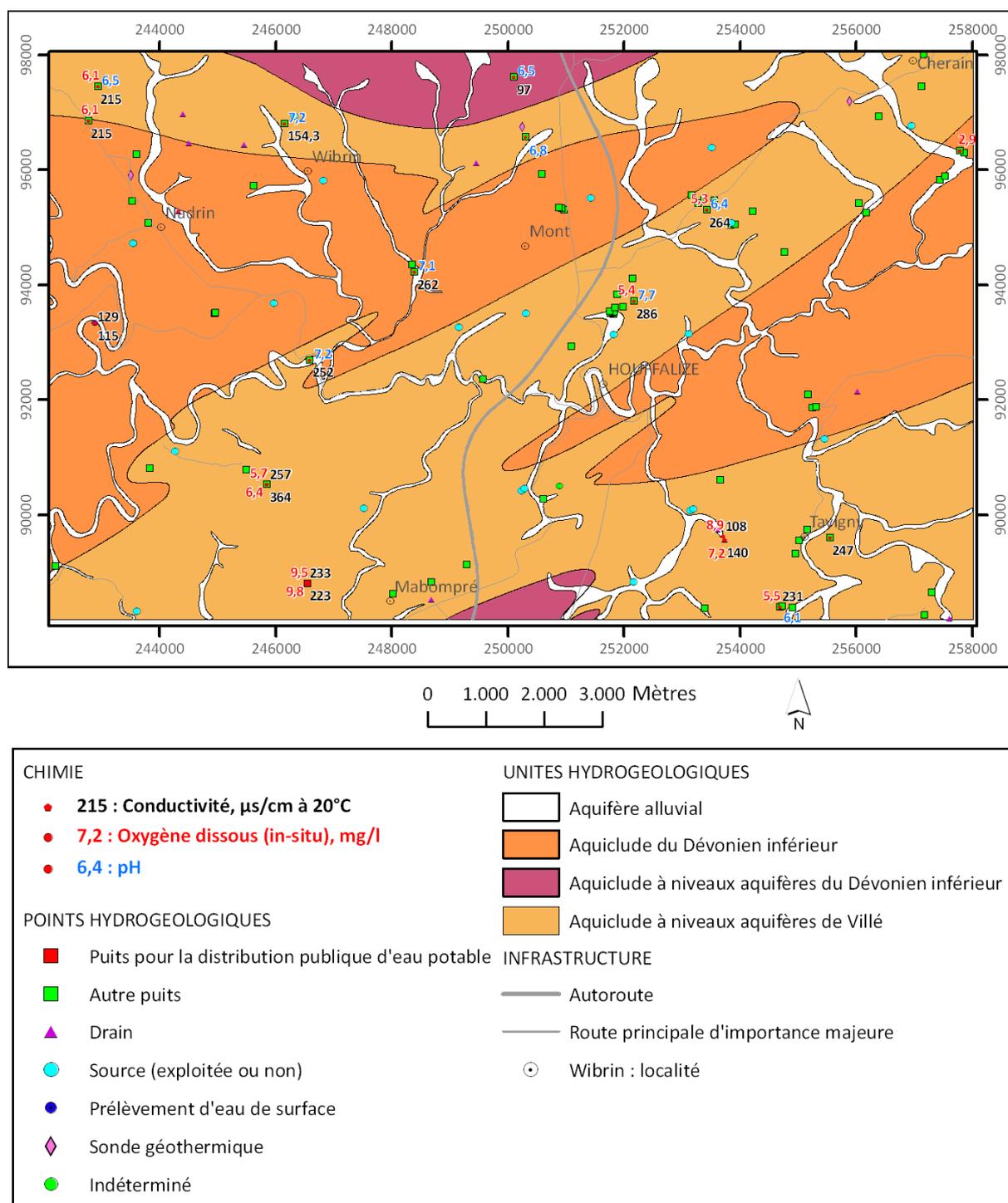


Figure V-1. Paramètres physicochimiques des eaux souterraines sur la planche Wibrin – Houffalize

Le pH acide pose souvent un problème pour la distribution publique d'eau potable. Ainsi, un traitement préalable est nécessaire pour réduire l'agressivité vis-à-vis des canalisations métalliques mais aussi pour protéger les appareils électroménagers et les machines. L'aquiclude à niveaux aquifères de Villé présente alors un avantage certain par ses teneurs en carbonates. Malheureusement, ces teneurs ne sont pas suffisantes sur la carte pour

illustrer clairement cet avantage hydrochimique de la nappe. Les valeurs de pH et de conductivité ne montrent pas une différence significative entre les nappes (Figure V-1). Rappelons que l'aquiclude à niveaux aquifères de Villé (S2) est formé par le faciès de Longlier qui est moins carbonaté.

Les concentrations en oxygène dissous sont généralement plus importantes dans les nappes supérieures captées par sources ou par drains que dans les nappes profondes captées par puits forés profonds.

Il faut toutefois souligner que ce ne sont que des valeurs indicatives difficiles à généraliser sur l'ensemble de la carte compte tenu du contexte hydrogéologique.

V.1.2. Caractéristiques minérales

Les concentrations des principaux éléments minéraux des eaux souterraines sur la planche Wibrin – Houffalize sont représentées dans le Tableau V.2. Les caractéristiques minérales des eaux du barrage de l'Ourthe reflètent une synthèse minérale de l'ensemble du bassin hydrogéologique et du bassin hydrographique qui couvre pratiquement toute la carte. L'Ourthe reçoit les eaux de surface par ruissellement, les eaux des nappes supérieures par écoulement hypodermique et les eaux des nappes profondes par l'écoulement profond. On peut constater aisément l'influence de l'aquiclude à niveaux aquifères de Villé sur cette minéralisation générale notamment par les teneurs en calcium. Quantitativement, son apport dans l'alimentation de la rivière doit être plus important que les autres unités hydrogéologiques. Qualitativement, sa contribution est plus importante par le lessivage des éléments carbonatés, essentiellement dans le manteau d'altération.

Par ailleurs, il existe une différence minérale assez nette entre les nappes profondes et les nappes supérieures. Des valeurs indicatives sont rapportées sur le Tableau V.2 concernant l'aquiclude à niveaux aquifères de Villé. De manière générale, la nappe supérieure (DRAIN COWAN) est moins minéralisée à cause du lessivage du manteau d'altération par les eaux de pluie. Les concentrations en calcium ne sont pas négligeables notamment dans les nappes profondes (PUITS BONNERUE). Le fer et le manganèse posent souvent un problème dans les eaux souterraines, notamment dans les nappes profondes de l'Ardenne. Sur la carte Wibrin – Houffalize, ce problème est rencontré dans plusieurs ouvrages privés.

Tableau V.2. Composition minérale indicative des eaux souterraines sur la planche Wibrin – Houffalize

PARAMETRE	UNITE	NORME	Aquiclude à niveaux aquifères de Villé		BARRAGE DE L'OURTHE 9/10/2000
			PUITS BONNERUE	DRAIN COWAN	
			18/07/2001	6/12/2004	
Calcium	mg/l	270	24,5	14	30,9
Magnésium	mg/l	50	9,8	5,1	4,1
Sodium	mg/l	200	6,4	6,9	8,4
Potassium	mg/l	12	0,5	0,7	2,4
Aluminium	µg/l	200	12	<5	7
Fer (sur filtré 0,4µ)	µg/l	200	15	0	40
Manganèse	µg/l	50		0	4

V.1.3. Nitrates

Des valeurs indicatives des teneurs en nitrates des eaux souterraines dans la planche Wibrin – Houffalize sont représentées sur la Figure V-2. Les concentrations en nitrates sont variables mais toujours inférieures à la norme de 50 mg/l exigée par la Région wallonne pour les eaux souterraines. Les concentrations assez faibles des nitrates dans le barrage de l'Ourthe reflètent une bonne qualité générale des eaux de surface et des eaux souterraines sur l'ensemble du bassin hydrographique. Il faut toutefois surveiller certains ouvrages qui affichent des valeurs relativement importantes se rapprochant de la valeur maximale autorisée.

V.1.4. Caractéristiques bactériologiques

Compte tenu des analyses disponibles, la qualité bactériologique des eaux souterraines est bonne, à l'exception de rares puits de prairies mal protégés où exceptionnellement des teneurs en germes totaux à 37°C peuvent atteindre 240/ml et en coliformes totaux d'environ 320/100ml.

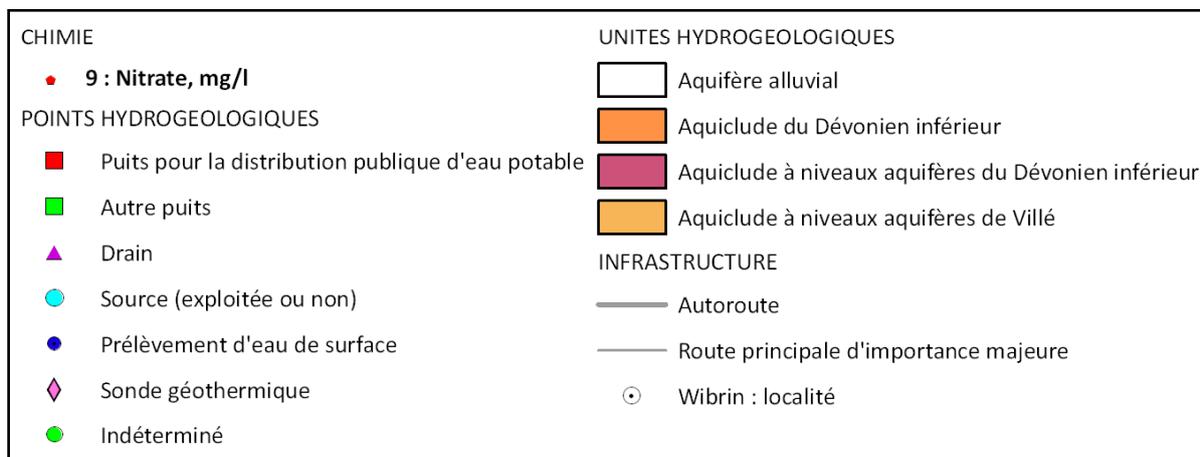
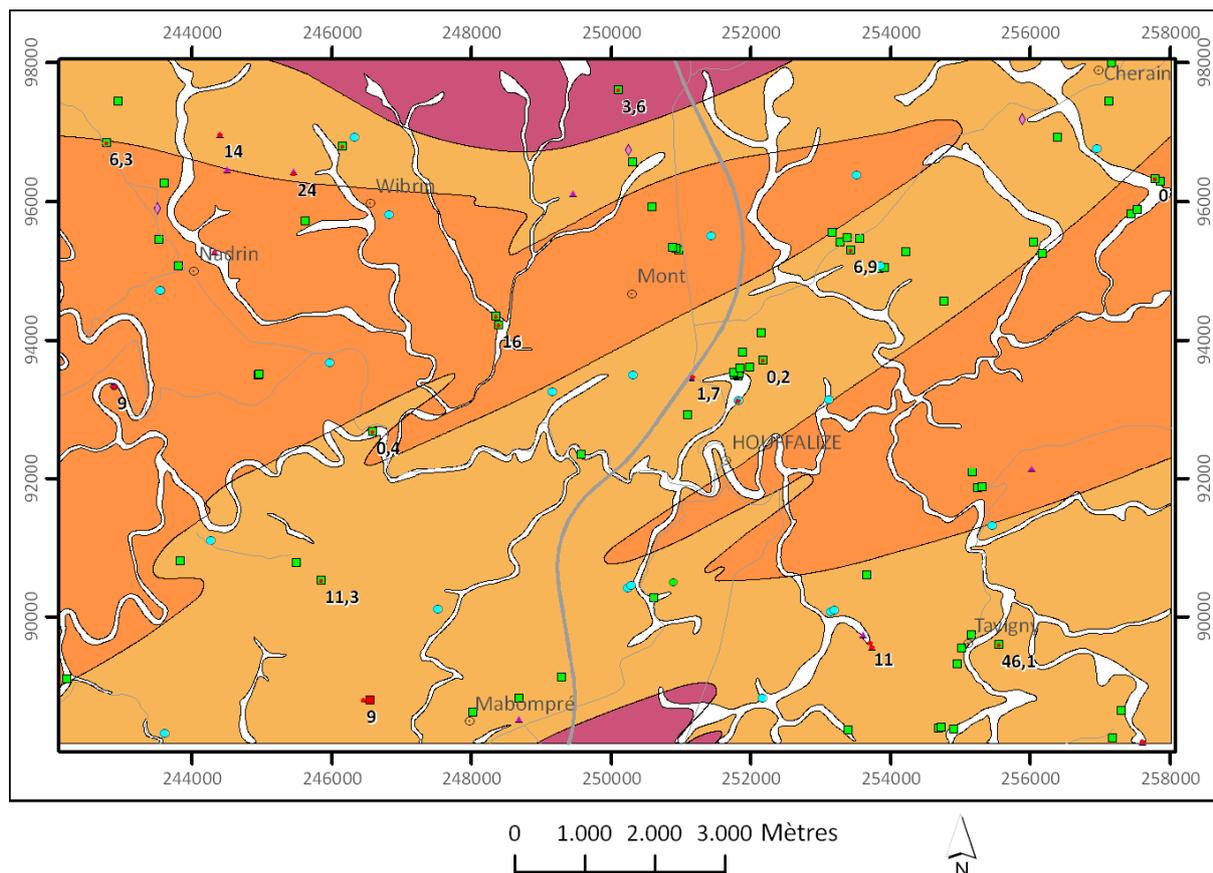


Figure V-2. Teneurs en nitrates des eaux souterraines, carte Wibrin – Houffalize

VI. EXPLOITATION DES AQUIFÈRES

Tous les ouvrages recensés et existant en 2011, sans distinction de nature (puits, piézomètres, sources...), ont été reportés sur la carte thématique de la « *Carte des volumes prélevés*⁷ » (1/50.000) de Wibrin – Houffalize. 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 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 des eaux souterraines sur la carte Wibrin – Houffalize est représentée sur la Figure VI-1. Pratiquement tous les ouvrages représentés sur cette figure sont en activité, mais les volumes trop modestes ne sont pas comptabilisés. Par ailleurs, le faible rendement des captages contraint les sociétés de distribution d'eau potable à multiplier le nombre d'ouvrages. Ceci pose un problème de délimitation des zones de prévention mais aussi d'infrastructure à installer et à entretenir.

⁷ Cette carte représente l'ensemble des ouvrages recensés et existant en 2009 en discernant :

1. Les ouvrages (puits, piézomètres, sources, etc.) différenciés selon l'aquifère qu'ils atteignent. La couleur des symboles utilisés est identique à la couleur de la nappe atteinte. Quand il s'agit d'un puits sollicitant plusieurs aquifères, le symbole prend la couleur de la nappe principale ;
2. Les volumes prélevés par les sociétés de distribution d'eau exprimés en m³/an pour l'année 2009 (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, mais sont représentés par des pastilles vertes avec un diamètre proportionnel au débit annuel. Enfin les volumes prélevés au niveau d'une prise d'eau de surface, ici le barrage de l'Ourthe à Nisramont, sont représentés par un triangle rouge.
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 2005 et 2009. 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.

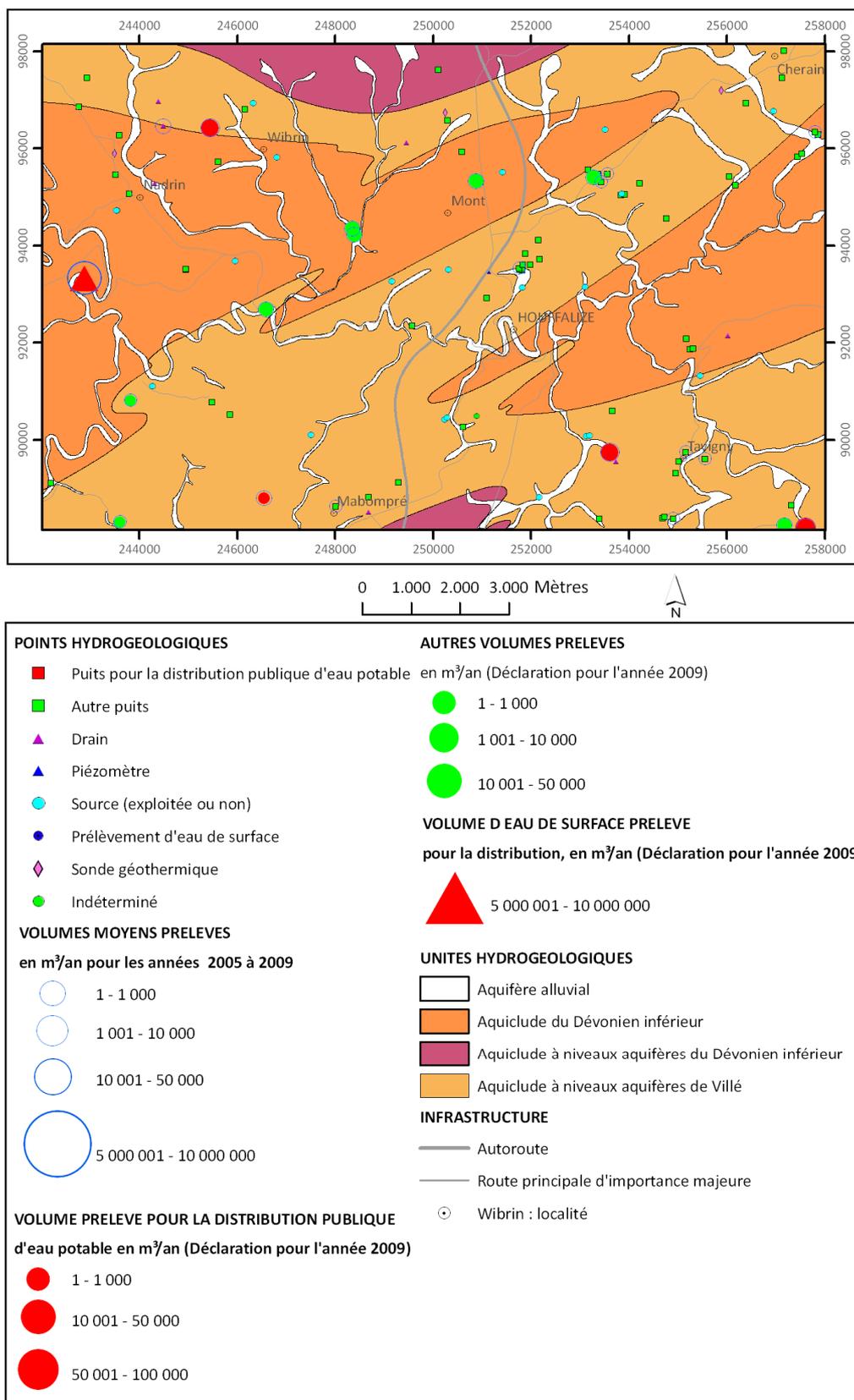


Figure VI-1. Exploitation des eaux souterraines sur la carte Wibrin – Houffalize

L'exploitation moyenne annuelle entre 1993 et 2009 montre que le volume total prélevé sur la carte Wibrin – Houffalize approche 6 Mm³ en eau de surface alors qu'il ne dépasse pas 136 000 m³ d'eau souterraine (Figure VI-2). La quasi-totalité des eaux souterraines est fournie par l'aquiclude à niveaux aquifères de Villé (Figure VI-3).

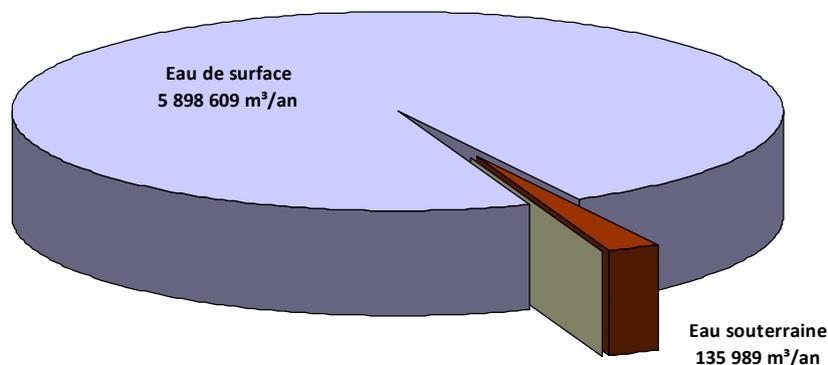


Figure VI-2. Exploitation moyenne annuelle du volume total prélevé sur la carte Wibrin - Houffalize entre 1993 et 2009

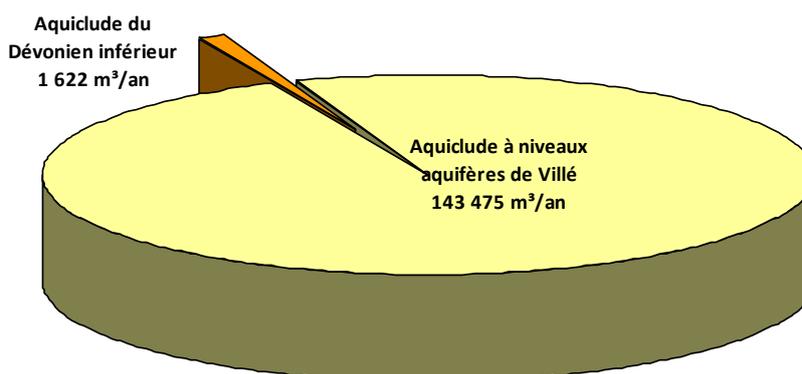


Figure VI-3. Exploitation moyenne annuelle du volume d'eau souterraine prélevé sur la carte Wibrin - Houffalize entre 1993 et 2009

L'évolution de l'exploitation des eaux sur la carte Wibrin – Houffalize est donnée dans le Tableau VI.1. En termes de volume capté, les eaux souterraines ne constituent que 3 % des eaux prélevées sur la carte. La tendance de l'exploitation est à la hausse pour les eaux de surface contrairement aux eaux souterraines (Figure VI-4).

ANNEE	Volume, m ³			
	Eau de surface	Eau souterraine	Aquiclude à niveaux aquifères de Villé	Aquiclude du Dévonien inférieur
1993	4697398	192349	191109	1240
1994	4631899	198780	197651	1129
1995	5030815	178239	178239	
1996	5476527	178675	178675	0
1997	5530328	145772	145772	0
1998	5040919	137923	137923	
1999	5205380	130853	130853	
2000	5384667	110850	110850	
2001	5802547	129406	129406	
2002	5740966	164313	164251	62
2003	6361408	170470	169575	895
2004	6410685	162051	161720	331
2005	6617903	0		
2006	6904348	112060	99711	12349
2007	6943269	103491	103400	91
2008	7116070	95776	95651	125
2009	7381218	100815	100815	

Tableau VI.1. Exploitation des eaux de surface et des eaux souterraines sur la carte Wibrin - Houffalize entre 1993 et 2009

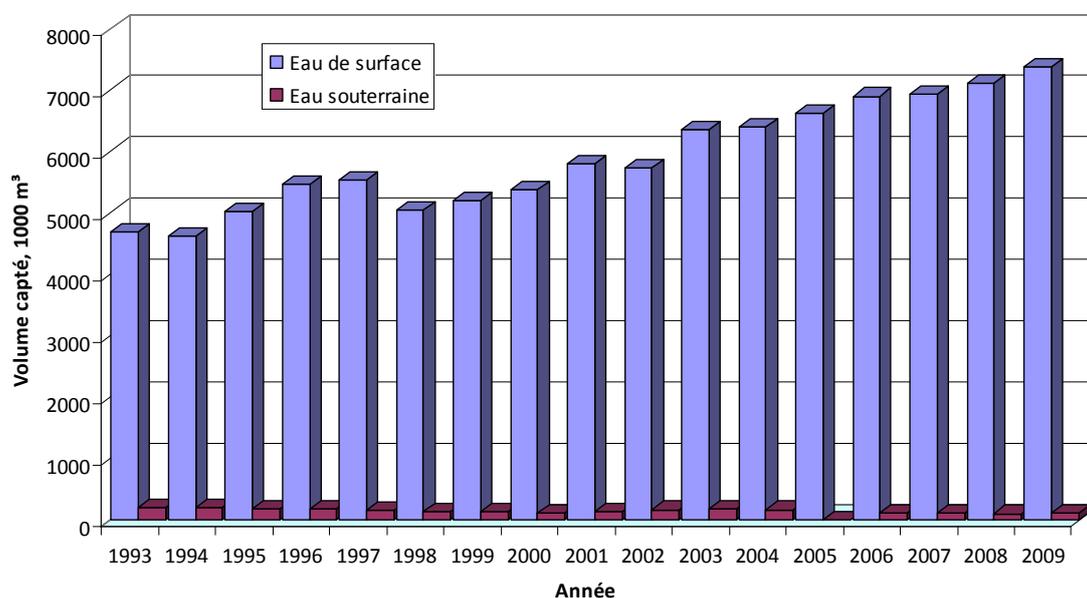


Figure VI-4. Evolution des volumes moyens annuels prélevés entre 1993 et 2009 sur la carte Wibrin - Houffalize

VII. CARACTÉRISATION DE LA COUVERTURE ET PARAMÈTRES HYDRAULIQUES DES NAPPES

Le caractère de la couverture des nappes est représenté sur la carte thématique « *carte des informations complémentaires et des caractères de couverture des nappes* ». Il est défini en terme de perméabilité : perméable, semi-perméable, imperméable si l'aquifère n'est pas à l'affleurement.

Par ailleurs, vu le contexte hydrogéologique local (cf. hydrogéologie), la perméabilité d'une même unité hydrogéologique peut changer très fortement selon qu'on est en présence de schistes et phyllades ou dans des bancs gréseux et quartzitiques fissurés. Par conséquent, les données des essais de pompage, qui dans ce cas ne peuvent pas être généralisées, ne reflètent donc que des valeurs indicatives. Soulignons néanmoins que dans les zones schisteuses et dans les zones 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 superficielle contenue dans le manteau d'altération et la nappe profonde qui est située dans les bancs fissurés de grès et de quartzites.

La première nappe peut être considérée comme étant à l'affleurement, d'où sa vulnérabilité sur l'ensemble du territoire couvert par la planche. Pour les nappes profondes, on peut admettre qu'elles sont relativement mieux protégées étant enveloppées dans une masse phylladeuse et/ou schisteuse. Il n'empêche que de nombreuses failles doivent exister sur la carte compte tenu du contexte structural de la région (Dejonghe, 2008). Ces failles, peuvent constituer des zones vulnérables aux polluants de surface.

Sur base lithologique, les nappes de l'aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur et de l'aquiclude à niveaux aquifères de Villé sont considérées comme étant protégées par une couverture semi-perméable. En revanche, la couverture des nappes contenues dans l'aquiclude du Dévonien inférieur est considérée comme imperméable.

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

Les données de pompage d'essai disponibles sur la carte Wibrin – Houffalize sont représentées dans le Tableau VII.1. Elles concernent un puits et un piézomètre implantés dans l'aquiclude à niveaux aquifères de Villé et un puits dans l'aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur.

NOM OUVRAGE	DATE	T, m ² /s	REMARQUES	UNITE HYDROGEOLOGIQUE
PUITS BONNERUE	7/03/1989	0.89.10 ⁻⁴	Palier 1 : 2.1 m ³ /h pendant 7 jours, interprétation par méthode de Jacob	Aquiclude à niveaux aquifères de Villé
	7/03/1989	0.64 10 ⁻⁴	Palier 2 : 4.3 m ³ /h pendant 7 jours, interprétation par méthode de Cooper-Jacob	
	7/03/1989	0.71 10 ⁻⁴	Palier 3 : 6.4 m ³ /h pendant 29 heures, interprétation par méthode de Cooper-Jacob	
	7/03/1989	0.26 10 ⁻⁴	Palier 4 : 8.4 m ³ /h pendant 6 jours, interprétation par méthode de Cooper-Jacob	
	7/03/1989	0.12 10 ⁻⁴	Transmissivité calculée sur la courbe de remontée	
PUITS SOCOGETRA	10/05/1996	2.9 10 ⁻⁴	Transmissivité calculée sur la courbe de descente	Aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur
	10/05/1996	3.1 10 ⁻⁴	Transmissivité calculée sur la courbe de remontée	
PUITS DE DINEZ	25/10/2002	2.2 10 ⁻⁴	Calcul réalisé sur la courbe de descente, sur la première journée	
	25/10/2002	1.29 10 ⁻⁵	Calcul réalisé sur la courbe de descente, sur les données au-delà de 2 jours	
	25/10/2002	1.06 10 ⁻⁶	Calcul réalisé sur la courbe de descente, sur les données enregistrées lors du décrochage du puits	
	15/01/2001	1.45 10 ⁻⁵	Transmissivité calculée sur la courbe de descente, et sur les données d'après la première journée	
	15/01/2001	3.05 10 ⁻⁴	Transmissivité calculée sur la courbe de remontée, et sur les données de la première journée	
	15/01/2001	2.54 10 ⁻⁵	Transmissivité calculée sur la courbe de remontée, et sur les données d'après la première journée	
	15/01/2001	8.7 10 ⁻⁴	Transmissivité calculée sur la courbe de descente, et sur les données de la première journée	
	6/11/2002	4.5 10 ⁻⁴	Calcul réalisé sur la courbe de descente, sur la première journée	
	6/11/2002	4.2 10 ⁻⁵	Calcul réalisé sur la courbe de descente, sur les données au-delà de 2 jours	
	6/11/2002	2.1 10 ⁻⁵	Calcul réalisé sur la courbe de descente, sur les données enregistrées suite à la remontée de la nappe causée par les précipitations	

Tableau VII.1 . Les données de pompage d'essai disponibles sur la carte Wibrin - Houffalize

VII.2.1. Essai de pompage sur le puits « Bonnerue ⁸ »

Le puits « Bonnerue » est foré à 80 m de profondeur dans l'aquiclude à niveaux aquifères de Villé. Il est crépiné de 62 à 75 m et de 77 à 78,5 m de profondeur avec des fentes de 2 mm.

D'après les résultats des pompages d'essai (Derycke et Van Dyck, 1989), le débit de production du puits « Bonnerue » doit être inférieur à 8 m³/h (débit des essais). Un tel débit, provoquerait une perte de charge avec des rabattements trop importants et une diminution

⁸ X = 246 547 et Y = 88 800 coordonnées Lambert belge 1972.

de la transmissivité et du rendement spécifique. Le débit critique du puits a été estimé à 4 m³/h avec une surveillance des niveaux d'eau en période de sécheresse prolongée. Le puits semble pourtant être bien alimenté, le retour au niveau initial d'avant pompage a été atteint 7 h seulement après l'arrêt des essais. Malgré cette « bonne » alimentation, la stabilisation n'a jamais été atteinte durant les différents paliers de pompage.

VII.2.2. Essai de pompage sur le puits « Socogetra⁹ »

Le puits « Socogetra » a été foré à 70 m de profondeur dans l'aquiclude à niveaux aquifères de Villé. Le puits est équipé d'un avant-puits tubé PVC de 200 mm de diamètre et 2 m de longueur. Le puits proprement dit est équipé d'un tube en PVC de 125 mm de diamètre crépiné entre 35 m et 69 m de profondeur par rapport au niveau du sol.

Deux types de pompage d'essai ont été réalisés ; deux de courte durée et un de longue durée (Debbaut et Hanson, 1997). D'abord un premier essai de 7 m³/h pendant une heure et un second de 12 m³/h qui a dû être interrompu après seulement 6 minutes. Le niveau dynamique étant descendu rapidement sous le niveau de sécurité de la pompe.

Un essai de longue durée (7 jours) a été réalisé à 5,5 m³/h dans la prolongation de l'essai à 12 m³/h. La remontée a été suivie durant deux heures et demie.

D'après les résultats obtenus, des pertes de charges quadratiques ont été observées à 7 m³/h déjà. Le débit d'exploitation du puits doit être inférieur à ce débit critique. Entre 5 m³/h et 6 m³/h, l'exploitation peut être envisagée puisque le rabattement n'est pas très important. Il faut toutefois rester prudent parce que le rabattement n'a jamais été stabilisé durant les 7 jours d'essai. Les essais ont eu lieu au mois de mai (1996), période de relativement hautes eaux. Une surveillance des niveaux d'eau en période de sécheresse prolongée doit être envisagée pour confirmer cette valeur.

VII.2.3. Essai de pompage sur le puits de « Dinez¹⁰ »

Le puits a été foré en novembre 2000 à 102 m de profondeur dans l'aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur sur le plateau des Tailles au nord de la carte. Les premières venues d'eau ont été notées entre 18 m et 19 m sous le niveau du sol. Ces venues ont persisté durant le forage au point que les autres venues sont masquées. À 30 m de profondeur de forage, le débit d'eau au soufflage est monté à 12 m³/h et à 55 m le débit a atteint 18 m³/h. Le niveau statique de la nappe après les travaux de forage est stabilisé à

⁹ X = 251 140 et Y = 93 460 coordonnées Lambert belge 1972.

¹⁰ X = 250 108 et Y = 97 615 coordonnées Lambert belge 1972.

environ 4 m sous le niveau du sol. Le puits est crépiné entre 16 m et 99 m de profondeur, les fentes des crépines ont une largeur de 2 mm et le pourcentage de vide est de 11%.

Le pompage d'essai a été réalisé après les travaux de forage du 15 janvier au 25 janvier 2001 (Hanson, 2001). Les résultats, rapportés dans le Tableau VII.1, sont obtenus avec un débit moyen de 12 m³/h. Il s'est avéré lors de ces pompages que les rendements les plus importants du puits sont rencontrés dans les niveaux supérieurs autorisant des pompages au démarrage allant jusqu'à 18 m³/h. Cependant, la réserve aquifère ne permet pas de soutenir un tel débit, le rabattement de la nappe fait que le débit chute à 9 m³/h.

La succession d'un tronçon à faible pente (transmissivité forte) par un tronçon à pente plus forte (transmissivité plus faible) peut indiquer qu'un niveau supérieur plus perméable ait été drainé sous l'effet du pompage, et ne contribue alors plus à l'alimentation du puits. Cette hypothèse corrèle bien avec le dénoyage de la venue d'eau principale comprise entre 18 m et 19 m. Il faut toutefois souligner que le rendement de la nappe supérieure pourrait être lié à la fonte de neige avant et durant les pompages d'essai. D'où la recommandation de refaire ces essais durant une période de sécheresse prolongée pour déterminer le débit d'exploitation sécurisé. Au stade actuel, le débit conseillé ne doit pas dépasser 7 m³/h, même si dans les conditions humides, des essais permettraient un débit de 9 m³/h et même 12 m³/h en pointe.

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 wallonne¹¹ 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

¹¹ 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 2009¹².

La Société publique de Gestion de l'Eau¹³ assure la gestion financière des dossiers concernant la protection des eaux potabilisables distribuées par réseaux, par le biais de

¹² 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).

¹³ 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

Une zone de prévention rapprochée (IIa) a été délimitée et arrêtée respectivement pour les captages de « Nadrin Haut », « Nadrin Aval » et « Ancien Wibrin ». Par contre, une seule zone de prévention éloignée arrêtée (IIb) a été délimitée pour ces trois ouvrages exploités par la SWDE.

Par ailleurs, même si le captage « Nouveau Wibrin » se trouve sur la carte d'Odeigne – Bihain 55/7-8 à la limite de la carte Wibrin – Houffalize, une partie des zones de prévention rapprochée et éloignée sont sur cette dernière. Il s'agit d'une zone boisée sur le plateau des Tailles à l'extrême nord de la planche.

Par ailleurs, les autres zones de prévention autour des captages des sociétés de distribution d'eau restent encore à définir (Tableau VIII.1).

NOM	EXPLOITANT	TYPE	UNITE HYDROGEOLOGIQUE	PROFONDEUR, m	X, m	Y, m
PUITS BONNERUE	SWDE	PUITS	Aquiclude à niveaux aquifères de Villé	80	246547	88800
COWAN		DRAIN			253740	89560
VISSOULE		DRAIN			253610	89740
DINEZ		SOURCE			251820	93130
BURET DRAIN		DRAIN			2	257610
P1 ANCIEN A ACHOUFFE	BRASSERIE D'ACHOUFFE	PUITS	Aquiclude du Dévonien inférieur	73	248392	94225
P2 NOUVEAU A ACHOUFFE				83	248352	94353
P3 A FONTENAILLE					250880	95337

Tableau VIII.1. Zones de prévention à définir pour les captages publics de production d'eau potable sur la carte Wibrin – Houffalize

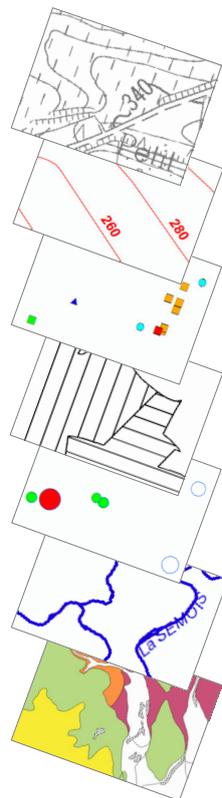
IX. MÉTHODOLOGIE DE L'ÉLABORATION DE LA CARTE HYDROGÉOLOGIQUE

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

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

Type d'information

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



Sources d'information

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

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

IX.1. COLLECTE DE DONNÉES

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

- la base de données Dix-sous de la Région wallonne qui fournit des informations, telles que les localisations géographiques, les types d'ouvrages, les propriétaires, les exploitants, les volumes captés, les mesures piézométriques, etc., sur les ouvrages répertoriés par la Région,
- la base de données Calypso de la Région wallonne qui renseigne sur l'aspect qualitatif des eaux,
- la Division Eau de la Région wallonne - Section de Marche-en-Famenne, où sont regroupées bon nombre d'informations relatives aux prises d'eau recensées en province de Luxembourg,
- la Société Wallonne de Distribution d'Eau (S.W.D.E.) qui dispose de données hydrogéologiques et hydrochimiques, sachant que la société a repris tous les captages du service communal de Houffalize,
- 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, les données de la trame commune (réseau hydrographique, limites des bassins versants, agglomérations ...),
- l'Institut Géographique National (I.G.N.) pour les fonds topographiques,
- Le Département des Sciences et Gestion de l'Environnement de l'Université de Liège (Ex FUL) qui dispose de données hydrogéologiques dans la région, notamment des études pour des demandes d'autorisation de captage ou pour la délimitation de zones de prévention,
- autres (particuliers entre autres).

IX.1.1. Données géologiques

La carte de l'Eodévonien de l'Ardenne et des régions voisines (Asselberghs, 1946) a servi de base pour la réalisation de la carte hydrogéologique. Le tracé des alluvions est extrait de la carte géologique de Wibrin - Houffalize au 1/40 000 (Stainier, 1896).

D'autres informations géologiques proviennent des minutes de la carte géologique et de données de sondages disponibles au Service géologique de Belgique. Ces renseignements

ont été complétés par des données de forage disponibles dans des rapports d'études techniques réalisées au sein du Département des sciences et gestion de l'environnement de l'université de Liège (campus d'Arlon).

IX.1.2. Données hydrogéologiques

IX.1.2.1. Localisation des ouvrages et sources

Dans la base de données, 111 ouvrages recensés en 2012 ont été encodés et reportés sur la carte principale au 1/25 000 (dont 68 puits : 2 pour la distribution publique d'eau potable et 66 puits privés dont la majorité sont des puits de prairie, 10 drains, 20 sources, 1 prise d'eau de surface, 2 piézomètres et le reste sont des sondes géothermiques). La localisation respective de tous ces ouvrages a été vérifiée sur le terrain et reportée sur la carte principale, en distinguant le type de chaque ouvrage.

Les données proviennent essentiellement de la base de données Dix-sous de la Région wallonne, des sociétés de distribution d'eau, notamment la SWDE et des communes.

IX.1.2.2. Données piézométriques

Le nombre de mesure piézométrique sur l'ensemble de la planche s'élève à 76. Ces mesures concernent 17 puits exploités relevés dans le cadre de la réalisation de la carte hydrogéologique et 2 piézomètres dont le piézomètre « Puits Socogetra ». Ce dernier est suivi régulièrement par la SWDE depuis 2007 pour le contrôle du niveau de la nappe.

IX.1.3. Données hydrochimiques

La plupart des données hydrochimiques proviennent de la base de données Calypso de la Région wallonne. Le reste provient des rapports techniques de la SWDE et 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 tout simplement fourni par les particuliers lors des campagnes sur le terrain.

En avril 2010, on comptait 21 ouvrages caractérisés par 1179 analyses chimiques au total sur l'ensemble de la carte Wibrin – Houffalize.

- 6 ouvrages caractérisent l'aquiclude du Dévonien inférieur avec 472 valeurs mesurées ;
- 1 ouvrage caractérise l'aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur, avec 30 valeurs mesurées en janvier 2001 ;
- 14 ouvrages caractérisent l'aquiclude à niveaux aquifères de Villé avec 677 valeurs mesurées.

IX.2. CAMPAGNE SUR LE TERRAIN

Un travail important a été mené sur le terrain en mars 2010 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.*, 2006).

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 « Personal GeoDataBase » dans Arc-GIS-ESRI (PGDB). Cette base de données a été structurée pour répondre au schéma de la version papier du poster sous format A0. Ainsi l'ensemble des couches d'informations qui composent le projet de la carte hydrogéologique est stocké selon un modèle unique. Les buts sont multiples :

- Tout d'abord ceci permet d'assurer l'uniformité de la structure des données dans les différentes tables attribuées respectivement à chaque couche pour toutes les cartes. Sachant que la réalisation de celles-ci est assurée par quatre équipes hydrogéologiques différentes, ce souci d'uniformisation est légitime,

- La présentation continue entre des cartes voisines peut nécessiter des requêtes ou des fusions des couches équivalentes. Cette opération n'est possible que si les couches concernées ont une même structure. Ce type de présentation est intéressant dans le cas des zones situées sur plusieurs cartes telles que les communes, les zones de prévention, etc.
- La diffusion interactive de la carte hydrogéologique sur Internet est réalisée grâce à une application Web Gis qui ne peut fonctionner correctement que si les données sont homogènes.

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 :

1. Les données récoltées sous forme de couches numérisées (fichier vecteur) sont extraites pour chaque carte, ensuite stockées dans la PGDB et enfin projetées sur la carte. C'est le cas des zones de prévention et de la trame commune. Celle-ci comporte des données hydrographiques (réseau hydrographique, berges, bassins versants et lacs) et administratives (réseau routier et autoroutier, localisation des agglomérations, etc.).
2. 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. Pour des raisons de lisibilité, c'est l'ancien fond topographique qui est utilisé pour la carte Wibrin – Houffalize.

D'autres images géo-référencées sont digitalisées pour produire des couches numérisées qui sont directement stockées dans la *PGDB*. Dans cette catégorie se trouvent des couches d'informations comme la couche des *failles* qui se trouve sur la carte principale.

Le fond géologique vectorisé servira de base pour la réalisation de la couche des *unités hydrogéologiques* et de la couche de la *couverture des nappes*. En l'absence d'une carte géologique plus récente, c'est la carte de l'Eodévonien de l'Ardenne et des régions voisines (Asselberghs, 1946) qui est adoptée pour réaliser la carte hydrogéologique de Wibrin – Houffalize. Cette carte a l'avantage d'être plus précise que

les fonds géologiques plus anciens et représente aussi l'avantage de couvrir l'entièreté de la planche. De plus, sa subdivision lithostratigraphique est plus proche de la nouvelle nomenclature du Dévonien inférieur (Godefroid, et *al.*, 1994) utilisé dans le cadre du renouvellement de la carte géologique de Wallonie.

- 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. Les discontinuités, à l'ouest, avec la carte hydrogéologique Champlon - La-Roche-en-Ardenne 60/1-2 s'explique par l'utilisation de fonds géologiques de générations différentes. La carte géologique Champlon - La-Roche-en-Ardenne est réalisée par Dejonghe et Hance (2001). Les cartes hydrogéologiques sont toujours réalisées avec le fond géologique le plus récent et disponible à la publication. Dans le cas de la carte Wibrin – Houffalize c'est la carte géologique de l'Eodévoniën de l'Ardenne et des régions voisines (Asselberghs, 1946) qui était utilisée. En ce qui concerne les différences entre les unités hydrogéologiques, l'explication se trouve en partie dans les variations lithologiques entre le cœur du bassin de La Roche (carte 60/1-2) et le bord oriental de cette structure (carte 60/3-4). Par exemple, Asselberghs (1946, pp. 144-146) distinguait le faciès des Amonines de celui de Longlier. Le premier est plus carbonaté que le second qui s'enrichit en bancs de quartzites et de quartzophyllades. Etant donné que le faciès des Amonines domine très largement sur la feuille de Champlon-La Roche-en-Ardenne, cette distinction n'a pas été retenue par Dejonghe et Hance (2001).
- 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 enveloppées dans une couverture semi-perméable.

3. Les données ponctuelles, encodées dans la BDHYDRO (base de données hydrogéologiques), sont structurées dans différentes requêtes. Celles-ci sont créées sur base du numéro de la carte et sur d'autres critères selon le type d'information. Chaque requête sera ensuite chargée dans la couche appropriée de la PGDB et projetée sur la carte correspondante.

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

4. D'autres couches d'informations géographiques n'ont pas pu être créées et ajoutées dans le projet cartographique :

- **Cas des isopièzes** : Sur la carte Wibrin – Houffalize, il n'y a pas assez de points de mesures piézométriques. En outre, une unité hydrogéologique donnée, en Ardenne, ici « Aquiclude à niveaux aquifères de Villé », est en fait composée de plusieurs nappes superposées souvent indépendantes. Par conséquent, il est très difficile de relier les puits entre eux vu la structure plissée et faillée du sous sol. En effet, la nouvelle carte géologique de Wallonie identifie de nombreuses failles qui n'existent pas sur la carte d'Asselberghs. Dans beaucoup de cas, ces failles cloisonnent les nappes, rendant la piézométrie discontinue. Alors, par prudence, il est préférable ne pas tracer d'isopièzes sur cette carte où seules des cotes ponctuelles sont présentées avec la mention de la date de la mesure.
- **Cas des isohypses** : Comme dans le cas des isopièzes, la structure plissée et faillée du sous sol et les données insuffisantes du toit ou du substratum des aquifères présents ne permettent pas de tracer des isohypses sur la carte Wibrin – Houffalize.

X. BIBLIOGRAPHIE

Asselberghs, E. et Leblanc, E., 1934. Le Dévonien inférieur du Bassin de Laroche. Mémoires de l'Institut géologique de l'Université de Louvain, VIII, I: 78 p.

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

Boulvain, F. et Pingot, J.L., 2012. Une introduction à la Géologie de la Wallonie. <http://www.ulg.ac.be/geolsed/geolwal/geolwal.htm>, visité en mars 2012.

Brumagne, D., 1959. Notes préliminaires sur l'étude géologique du site de Nisramont en vue de la construction d'un barrage sur l'Ourthe. Etude géologique de Nisramont. Laboratoire de Géologie de la Faculté des Sciences Appliquées, Université de Liège : 147-165 (inédit).

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 V. et Hanson, A. 1997. Puits « Socogetra ». Demande d'autorisation de prise d'eau. Rapport technique. Province de Luxembourg, commune de Houffalize. F.U.L. Cellule expertise. Campus d'Arlon, Université de Liège. 15p.

Dejonghe, L. et Hance, L., 2001. Carte géologique Champlon – La Roche-en-Ardenne, 60/1-2, à 1: 25.000 + notice explicative. Ministère de la Région wallonne : 1-44

Dejonghe, L., 2008. Le couloir de décrochement dextre de l'Ourthe dans l'axe Erezée - Saint-Hubert (Haute Ardenne, Belgique) et son implication sur le tracé des failles longitudinales. *Geologica Belgica*, 11/3-4: 151-165

Derycke, F., Laga, P.G. et Ney Bergh, H., 1982. Bilan des ressources en eau souterraine de la Belgique. Commission des Communautés Européennes. Service de l'Environnement et de la Protection des consommateurs, 260 p (inédit).

Derycke, F. et Van Dyck, S., 1989. Tests de pompage sur le puits de Bonnerue, Administration communale de Houffalize. Rapport SGB – 274 – GEOHYDRO – 89. Section hydrogéologie – Géothermie, Service géologique de Belgique. 8 p et 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., 2000, Advances in groundwater protection strategy using vulnerability mapping and hydrogeological GIS databases. Thèse de doctorat, LGIH, Fac. Sciences Appliquées, Université de Liège., (inédit).

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

Hanson, A. 2001. Forage d'un puits et essai de pompage à Dinez. AIVE – Commune de Houffalize, Renforcement de la distribution d'eau. Rapport technique. Province de Luxembourg, commune de Houffalize. F.U.L. Cellule expertise. Campus d'Arlon, Université de Liège. 9 p et annexes.

Legrand, R., (1965) : Carte géologique de Belgique, planchette N° 233 "Sankt-Vith – Schoenberg". Service géologique de Belgique, Bruxelles.

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

Stainier, M. X., 1896. Carte géologique de la Belgique, Wibrin – Houffalize, N°188 (planchettes 3-4 de la feuille LX de la carte topographique, correspondant aux planchettes 1/10.000ème 65/5 et 65/6 de la carte IGN) à l'échelle de 1/40 000.

SWDE, 2007. Synthèse de l'étude géologique et hydrogéologique. Type de la nappe aquifère alimentant l'ouvrage des prises d'eau de Houffalize : « Cowan » et « Vissoûle ». Service protection des ressources et captage, Société Wallonne des Eaux, 7p.

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

Vandeven, G., 1982. Descriptions lithologiques des sondages, minutes de la carte géologique, PI. Houffalize – 188W. Institut Géotechnique de l'état, examen à vue d'échantillons. Sondage exécuté pour les travaux d'autoroute E9, tronçon Baraque Fraiture – Mont. Service géologique de Belgique.

Vandeven, G., 1991 : Explications de la carte géologique du Synclinorium de l'Eifel. (Région de Gouvy-Santk-Vith-Elsenborn), *Annales de la Société Géologique de Belgique*, Tome 113 (fascicule 2) : 103-113.

Wojda, P., Dachy, M., Popescu, I.C., Ruthy, I. & Gardin, N., 2006 : Manuel d'utilisation de la banque de données hydrogéologiques de la région wallonne, inédit, p. 44.

XI. ANNEXES

XI.1. COMPLÉMENT HYDROGRAPHIQUE

Compte tenu de l'importance du captage du barrage de Nisramont sur la carte Wibrin – Houffalize, un complément hydrographique et quelques données limnimétriques sont présentés ici par sous-bassin hydrographique de l'Ourthe.

XI.1.1. Bassin du ruisseau de Cherain

Le bassin du ruisseau de Cherain, qui couvre une superficie totale de 43 km², fait partie du bassin de l'Ourthe supérieure. Le bassin de Cherain n'est représenté que sur le coin NE de la planche avec une superficie ne dépassant pas 9 km². Une station limnimétrique est placée sur le ruisseau de Cherain juste en amont de sa confluence avec l'Ourthe orientale. Cette station, dénommée L6560 (Bistain)¹⁴, mise en service en 1994, se caractérise par une très bonne stabilité par rapport au jaugeage. D'après le site Internet « Aqualim¹⁵ » de la Région wallonne, 3 crues de référence ont été rapportées (Tableau XI.1). Selon cette même source, le débit horaire le plus bas enregistré entre 1994 et 2011 est de 0.062 m³/s avec une moyenne pluriannuelle de 0.79 m³/s. L'évolution pluriannuelle des débits journaliers est donnée sur la Figure XI-1.

Tableau XI.1. Crues de référence du ruisseau de Cherain enregistrées à la station L6560 (Bistain). Source : Aqualim, DGO3

Année	Date	Hauteur (m)	Débit (m ³ /s)
1995	30/01/1995	1,59	25,72
1998	01/11/1998	1,42	20,7
2003	03/01/2003	1,44	20,11

¹⁴ X = 257 151 et Y = 94 435 coordonnées Lambert belge 1972

¹⁵ <http://aqualim.environnement.wallonie.be/Station.do?method=ficheStation>

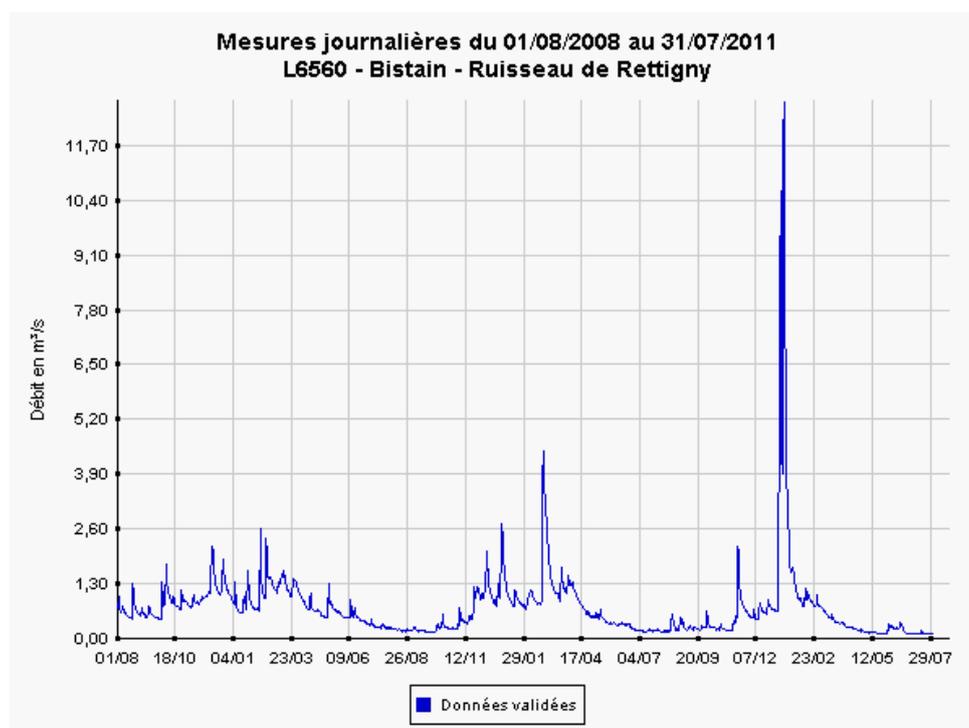


Figure XI-1. Evolution pluriannuelle des débits journaliers du ruisseau de Cherain observée entre août 2008 et juillet 2011 à la station limnimétrique L6560 (Bistain) du Service Public de Wallonie (SPW) –Direction des cours d'eau non navigables. Source :
<http://aqualim.environnement.wallonie.be>

XI.1.2. Bassin de l'Ourthe orientale en amont du confluent avec le ruisseau de Brisy

Le Bassin hydrographique de l'Ourthe orientale en amont du confluent avec le ruisseau de Brisy (ruisseau de Cherain exclu) couvre une surface de 10 km² sur la carte. Juste avant la confluence avec le ruisseau de Brisy, une station limnimétrique est en service depuis novembre 1994. Cette station dénommée L6550 (Brizy)¹⁶, stable par rapport aux jaugeages, a enregistré 3 crues de références (Tableau XI.2).

Tableau XI.2. Crues de référence de l'Ourthe orientale en amont du confluent avec le ruisseau de Brisy sur la station L6550 (Brizy). Source : Aqualim, DGO3

Année	Date	Hauteur (m)	Débit (m³/s)
1995	30/01/1995	1,79	26,73
2003	02/01/2003	1,86	28,80
2011	14/01/2011	1,52	25,51

Les débits observés entre 1994 et 2011, se situent entre 0,08 m³/s comme valeur minimale et 28,80 m³/s comme valeur maximale avec une moyenne des moyennes annuelles de 1,48 m³/s. L'évolution pluriannuelle des débits journaliers observés à la station se caractérise

¹⁶ X = 255 562 et Y = 94 042 coordonnées Lambert belge 1972

par de faibles débits en étiage pendant l'été et des crues pendant les autres périodes pluviales (Figure XI-2).

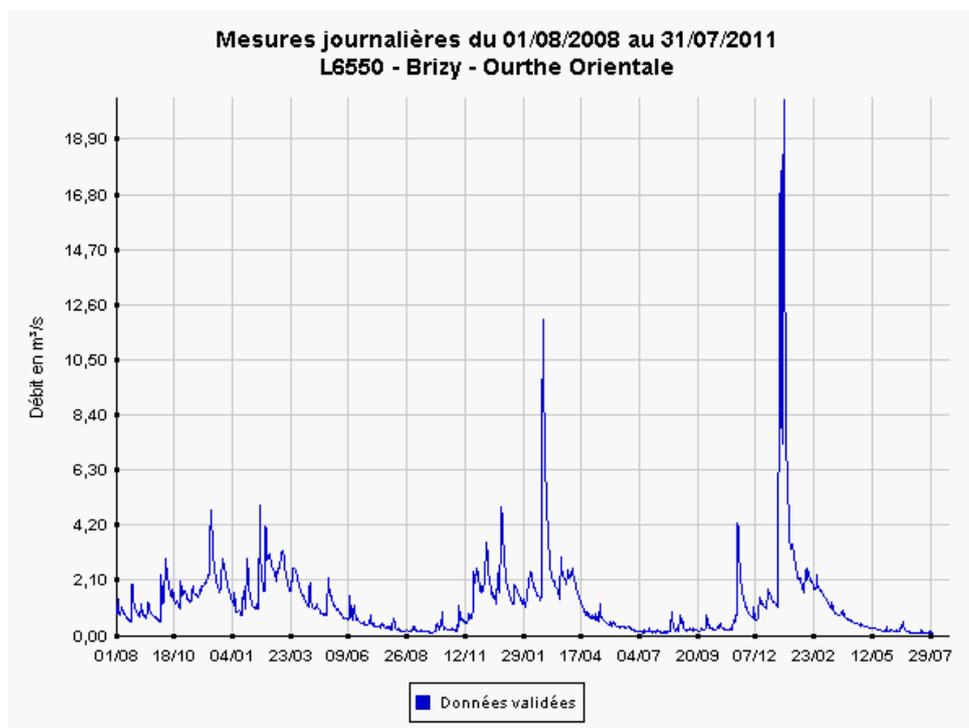


Figure XI-2. Evolution pluriannuelle des débits journaliers de l'Ourthe orientale en amont du confluent avec le ruisseau de Brisy observée entre août 2008 et juillet 2011 à la station limnimétrique L6550 (Brizy) du Service Public de Wallonie (SPW) – Direction des cours d'eau non navigables. Source : <http://aqualim.environnement.wallonie.be>

XI.1.3. Bassin de l'Ourthe orientale du confluent avec le ruisseau de Brisy au confluent avec le ruisseau de Cowan

Le bassin de l'Ourthe orientale du confluent avec le ruisseau de Brisy au confluent avec le ruisseau de Cowan occupe près de 47 km² de superficie sur la carte. L'Ourthe orientale y reçoit les ruisseaux de Tavigny et de Cowan sur sa rive sud et le ruisseau de Sommerain sur sa rive nord.

Une station limnimétrique, dénommée L5930 – Houffalize¹⁷, est placée à la confluence de l'Ourthe orientale et du ruisseau de Cowan. Depuis sa mise en service en 1979, la station montre une très bonne stabilité par rapport aux jaugeages. Les trois crues de référence sur cette station sont données dans le Tableau XI.3.

¹⁷ X = 251 735 et Y = 91 99 coordonnées Lambert belge 1972

Tableau XI.3. Crues de référence de l'Ourthe orientale du confluent avec le ruisseau de Brisy au confluent avec le ruisseau de Cowan à la station L5930 – Houffalize. Source : Aqualim, DGO3

Année	Date	Hauteur (m)	Débit (m ³ /s)
2003	03/01/2003	2,38	63,75
1995	30/01/1995	2,26	57,93
1984	06/02/1984	1,74	47,93

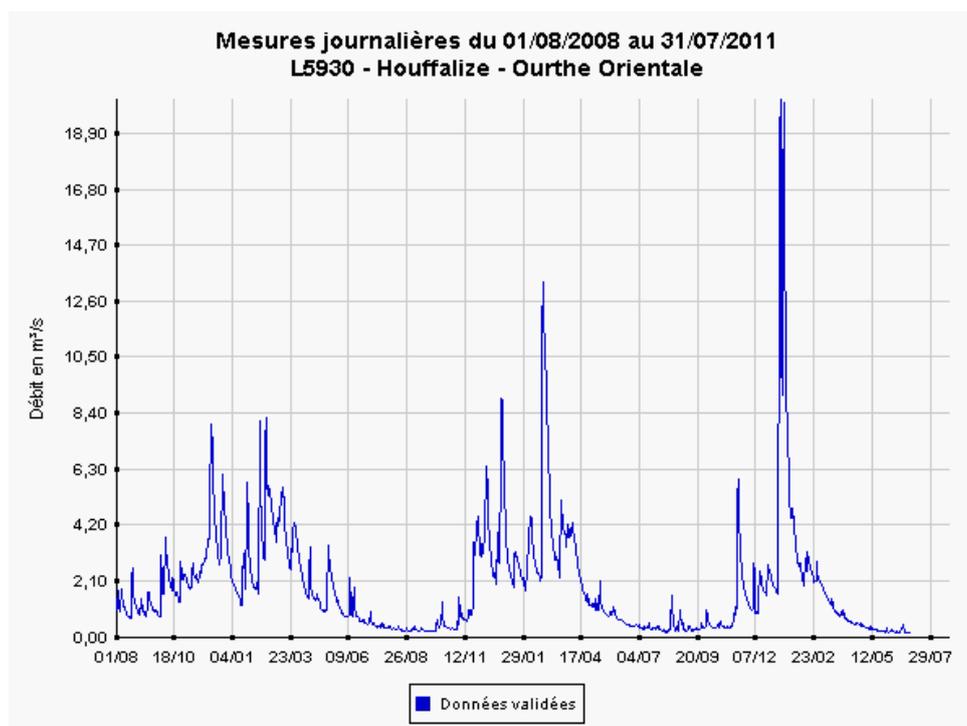


Figure XI-3. Evolution pluriannuelle des débits journaliers de l'Ourthe orientale du confluent avec le ruisseau de Brisy au confluent avec le ruisseau de Cowan entre août 2008 et juillet 2011 à la station limnimétrique L5930 - Houffalize du Service Public de Wallonie (SPW) – Direction des cours d'eau non navigables. Source : <http://aqualim.environnement.wallonie.be>

Les débits observés entre 1979 et 2011, sont compris entre 0,124 m³/s et 63,75 m³/s avec une moyenne des moyennes annuelles de 2,94 m³/s. L'évolution pluriannuelle des débits journaliers observés au niveau de la station est caractérisée par de faibles débits en étiage pendant l'été et des crues pendant les périodes hivernales (Figure XI-3).

XI.1.4. Bassin du ruisseau de Martin Moulin

Le bassin du ruisseau de Martin Moulin peut être subdivisé en deux sous-bassins. Le premier, en amont du confluent avec le ruisseau du Pont de Mont, ne représente que 8,5 km² de superficie sur la carte. Le second, le ruisseau de Martin Moulin du confluent avec le ruisseau du Pont de Mont au confluent avec l'Ourthe orientale a une superficie plus

importante. Une station limnimétrique, dénommée : L7070 – Rensiwé – Martin-Moulin¹⁸, a été placée sur ce ruisseau juste en amont de sa confluence avec l’Ourthe orientale. Depuis 2003, date de sa mise en service, la station a enregistré deux crues de référence (Tableau XI.4).

Tableau XI.4. Crues de référence du ruisseau de Martin Moulin à la station L7070 – Rensiwé.
Source : Aqualim, DGO3

Année	Date	Hauteur (m)	Débit (m ³ /s)
2011	13/01/2011	1,67	21,64
2006	25/08/2006	1,54	17,26

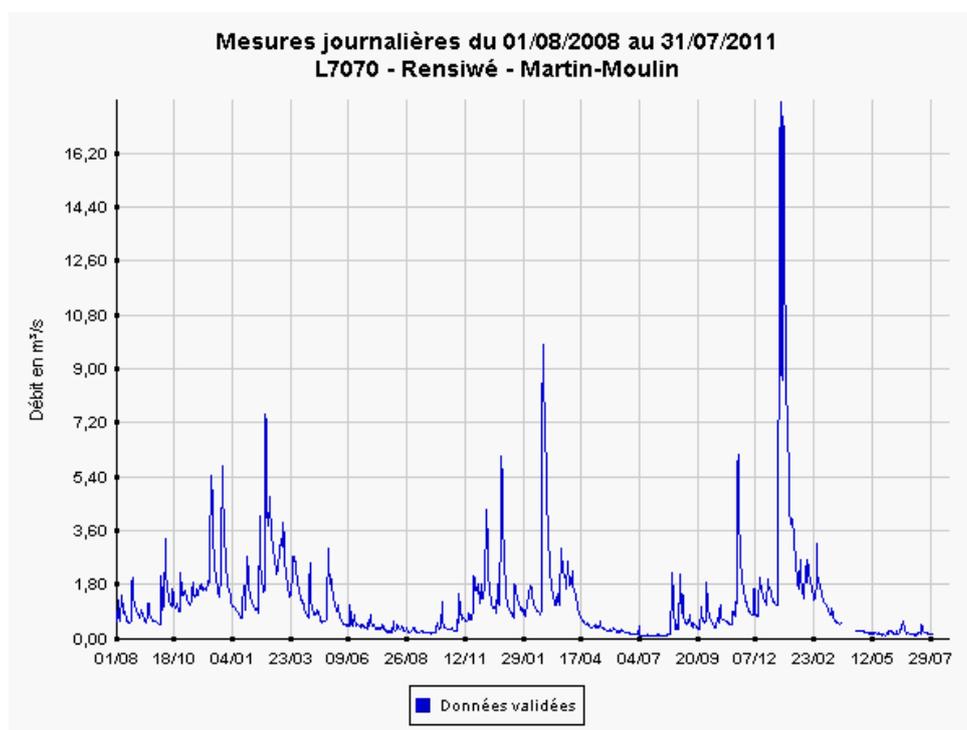


Figure XI-4. Evolution pluriannuelle des débits journaliers du ruisseau de Martin Moulin entre août 2008 et juillet 2011 à la station limnimétrique L7070 – Rensiwé du Service Public de Wallonie (SPW) –Direction des cours d'eau non navigables. Source :
<http://aqualim.environnement.wallonie.be>

Les débits observés entre 2003 et 2011, sont compris entre 0,06 m³/s et 21,64 m³/s avec une moyenne des moyennes annuelles de 1,17 m³/s. L'évolution pluriannuelle des débits journaliers observés au niveau de la station est caractérisée par un étiage estival et des crues hivernales.

¹⁸ X = 246 925 et Y = 92 416 coordonnées Lambert belge 1972

XI.1.5. Bassin de l'Ourthe orientale du confluent avec le ruisseau de Cowan au confluent avec l'Ourthe occidentale

Le bassin de l'Ourthe orientale du confluent avec le ruisseau de Cowan au confluent avec l'Ourthe occidentale occupe plus de 35 km² de superficie sur la carte. Houffalize y est installée dans les méandres de la vallée de l'Ourthe orientale.

La station limnimétrique, dénommée Sethy – Mabompré 6021¹⁹, est placée sur l'Ourthe par la Direction générale opérationnelle de la Mobilité et des Voies hydrauliques de la Région wallonne. Cette station, mise en service en 1969, reçoit les eaux drainées sur un bassin hydrographique de 317 km². Entre 1978 et 2009, les statistiques des moyennes mensuelles des débits d'eau enregistrés en m³/s sont présentées sur la Figure XI-5.

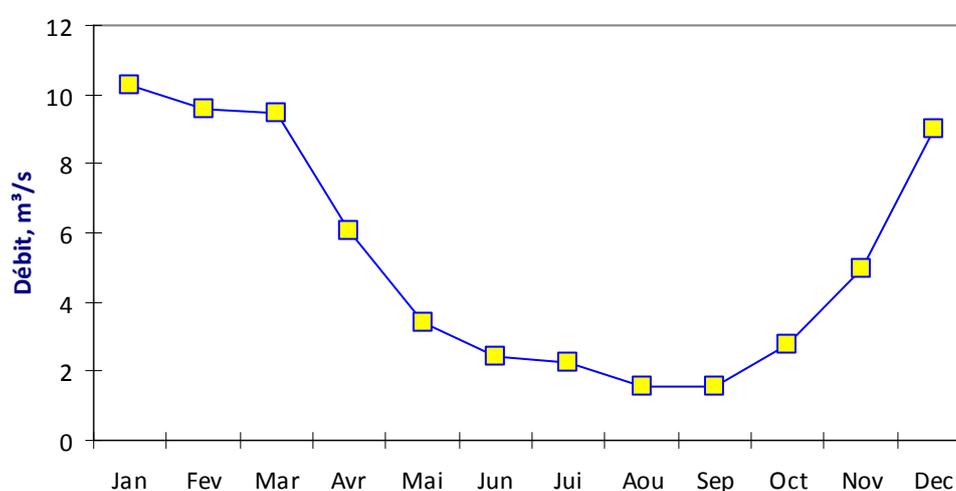


Figure XI-5. Moyennes mensuelles des débits d'eau (en m³/s) enregistrés à la station Sethy – Mabompré 6021 entre 1978 et 2009, sur l'Ourthe orientale du confluent avec le ruisseau de Cowan au confluent avec l'Ourthe occidentale. Source : DGO2, <http://voies-hydrauliques.wallonie.be>

Les débits d'eau observés entre 1978 et 2009 varient entre 0,28 m³/s et 103,06 m³/s, avec une moyenne mensuelle de 5,28 m³/s. Par ailleurs, l'évolution saisonnière des débits journaliers observés à la station est caractérisée par un étiage estival et des crues hivernales.

XI.1.6. Bassin de l'Ourthe occidentale du confluent avec le ruisseau de Tenneville au confluent avec l'Ourthe orientale

Le bassin de l'Ourthe occidentale du confluent avec le ruisseau de Tenneville au confluent avec l'Ourthe orientale (ruisseau de Rahimont et ruisseau de l'Ourthe orientale exclus) occupe plus de 12 km² de superficie sur la planchette de Wibrin.

¹⁹ X = 246 729 et Y = 92 541 coordonnées Lambert belge 1972

Une station limnimétrique, dénommée Sethy – Ortho²⁰, est placée sur l'Ourthe occidentale par la Direction générale opérationnelle de la Mobilité et des Voies hydrauliques de la Région wallonne. Cette station est située en dehors de la carte Wibrin - Houffalize. Les moyennes mensuelles des débits enregistrés (en m³/s) entre 1982 et 2009 sont présentées sur la Figure XI-6.

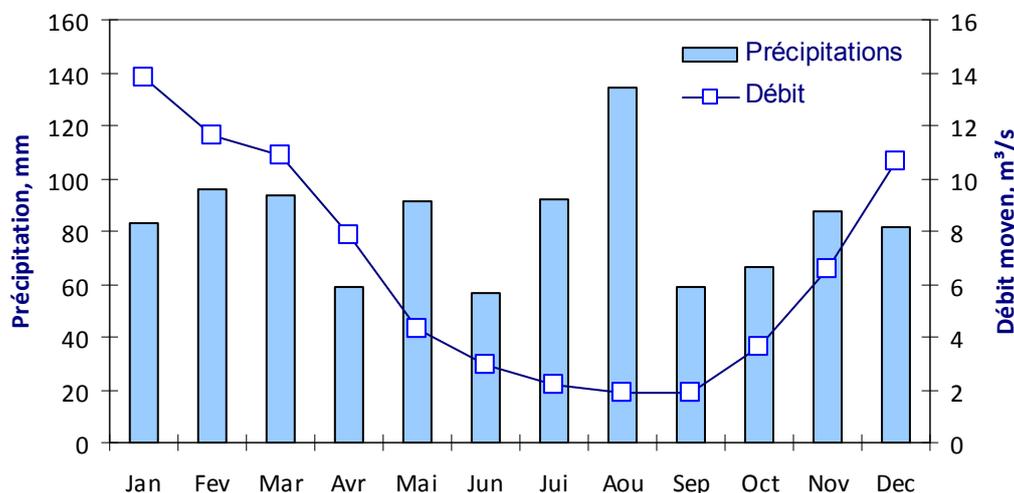


Figure XI-6. Moyennes mensuelles des débits d'eau (en m³/s) de l'Ourthe occidentale du confluent avec le ruisseau de Tenneville au confluent avec l'Ourthe orientale enregistrés à la station Sethy – Ortho entre 1982 et 2009 et des précipitations observées en mm au niveau de la station Ortho-Pluvio. Source : DGO2, <http://voies-hydrauliques.wallonie.be>

Sur cette période, le débit de la rivière a varié entre 0,40 m³/s et 105,98 m³/s, avec une moyenne mensuelle de 6,51 m³/s. L'évolution saisonnière des débits journaliers observés à de la station est caractérisée par un étiage estival et des crues hivernales, malgré des précipitations estivales importantes (Figure XI-6). Rappelons que ceci s'explique par l'évapotranspiration et la rétention importantes des feuillages en été.

XI.1.7. Bassin de l'Ourthe en amont du confluent avec le ruisseau le Bronze

Le bassin de l'Ourthe en amont du confluent avec le ruisseau le Bronze (ruisseau le Bronze exclus) occupe plus de 13 km² de superficie sur la planchette de Wibrin à l'extrême ouest de la carte.

Vu la capacité de l'Ourthe, des études prévoient la construction d'une vaste retenue d'eau de 250 millions de m³. Le barrage de Nisramont actuel ne devait constituer qu'une première phase du projet initial. Ce dernier a ensuite été abandonné. Le barrage de Nisramont, d'une capacité limitée à 3 millions de m³, ne peut pas servir à écrêter les crues et éviter les

²⁰ X = 238 496 et Y = 92 057 coordonnées Lambert belge 1972

inondations. Sa fonction principale est d'assurer un approvisionnement en eau potable de qualité des communes du plateau de Bastogne et de la région Aisne-Ourthe.

Deux stations limnimétriques sont placées juste à l'aval de la confluence des deux Ourthe par la Direction générale opérationnelle de la Mobilité et des Voies hydrauliques de la Région wallonne. Les débits moyens mensuels enregistrés sur l'une de ces deux stations, dénommée « Nisramont », sont représentés sur la Figure XI-7. Sur la période 1978-2009, le débit de la rivière a varié entre 0,35 m³/s et 194 m³/s, avec une moyenne mensuelle de 12 m³/s.

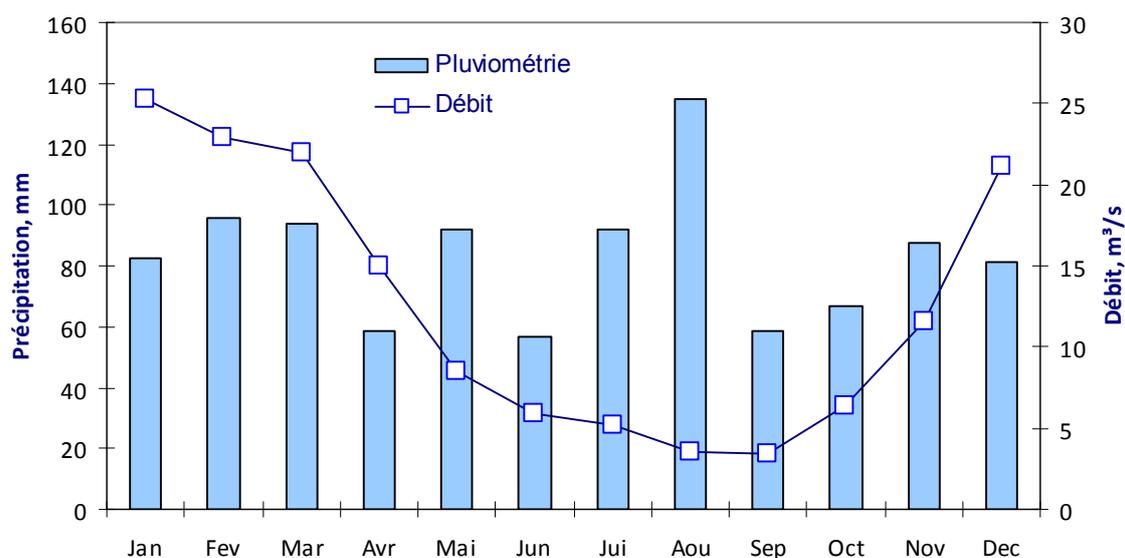


Figure XI-7. Moyennes mensuelles des débits d'eau (en m³/s) de l'Ourthe en amont du confluent avec le ruisseau le Bronze enregistrés à la station Nisramont entre 1978-2009 et des précipitations exprimées en mm à la station Ortho-Pluvio. Source : DGO2, <http://voies-hydrauliques.wallonie.be>

De manière générale, la qualité biologique des eaux de surface des deux Ourthe est excellente à bonne sur la carte Wibrin – Houffalize (Figure XI-8).

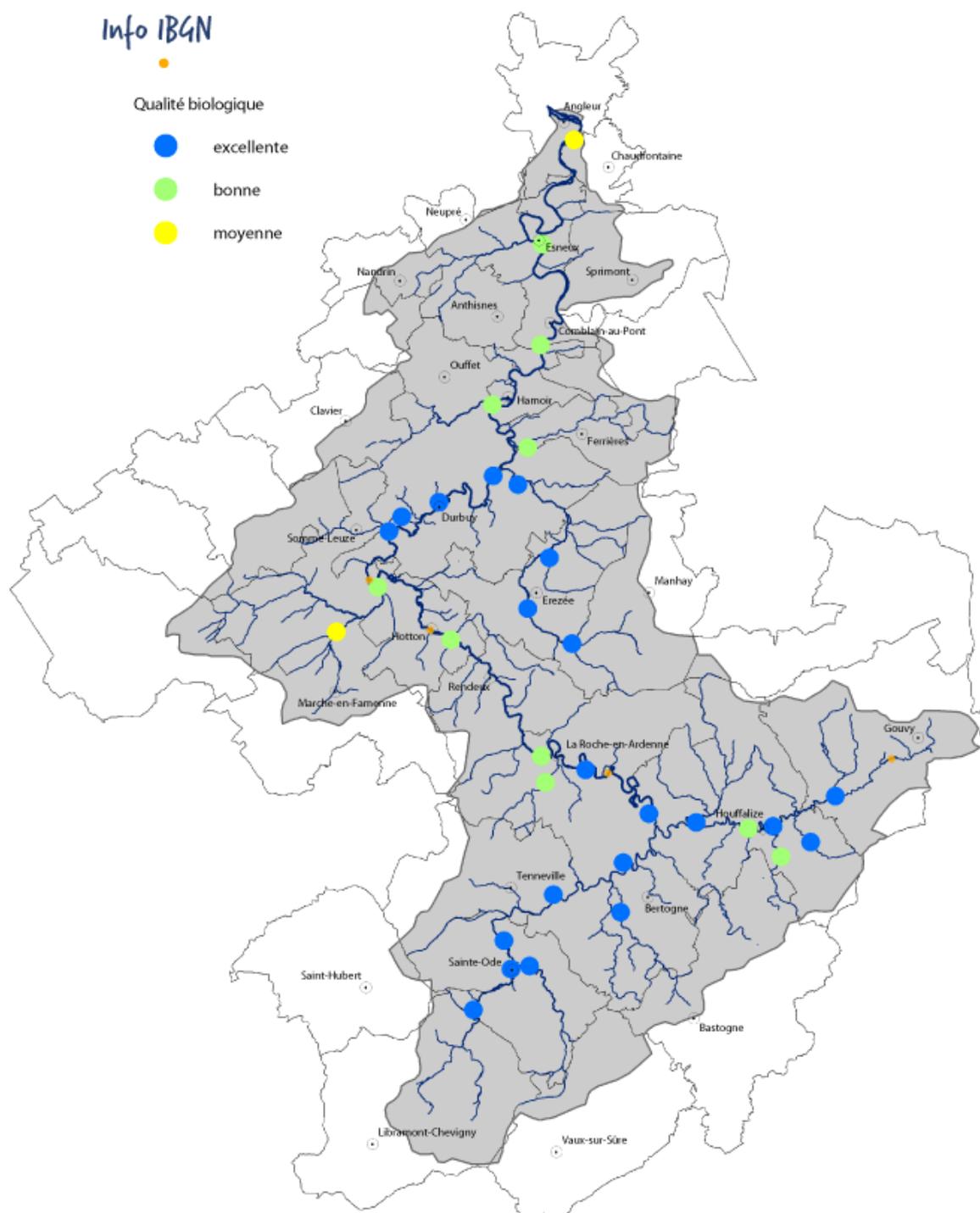


Figure XI-8. Qualité biologique des eaux de surface dans le bassin de l'Ourthe. Source: http://www.cr-ourthe.be/index.php/infos-ourthe/cartes_dinformation/qualite_de_eau

XI.2. GLOSSAIRE DES ABRÉVIATIONS

ArGENCO	Université de Liège, Département ArGENCO, GEO-Hydrogeology, Bâtiment B52/3, niveau -1, Sart-Tilman, B-4000 Liège Belgique
DGARNE	Direction générale opérationnelle Agriculture, Ressources naturelles et Environnement (DGO3) : Département de l'Etude du Milieu naturel et agricole - Direction de l'Etat environnemental. Coordination Géomatique et Informatique. Avenue Prince de Liège 15 - B-5100 Jambes, Belgique
F.U.L.	Fondation universitaire luxembourgeoise, actuellement « Département des sciences et gestion de l'environnement de l'Université de Liège (ULg) ». Av. de Longwy, 185 à 6700 Arlon.
I.G.N.	Institut Géographique National Abbaye de la Cambre 13 à 1000 Bruxelles
R.W.	Région wallonne
IRSNB	Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique Rue Vautier 29 - 1000 Bruxelles
S.G.B.	Service géologique de Belgique. Rue Jenner 13 à 1000 Bruxelles
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.3. LISTE DES FIGURES

Figure I-1 . Localisation de la carte de Wibrin – Houffalize 60/3-4.....	9
Figure II-1. Limites administratives des communes sur la carte Wibrin – Houffalize	11
Figure II-2. Carte hydrographique de Wibrin – Houffalize	13
Figure II-3. Evolution pluriannuelle des débits journaliers observée entre août 2008 et juillet 2011 à la station limnimétrique L6560 (Bistain) du Service Public de Wallonie (SPW) –Direction des cours d'eau non navigables. Source : http://aqualim.environnement.wallonie.be	14
Figure III-1. Cadre géologique simplifié de la Wallonie avec la localisation de la carte Wibrin – Houffalize encadrée (60/3-4), (Boulvain et Pingot, 2004, adaptée).....	16
Figure III-2. Transect nord-sud dans les Synclinoria de Dinant et de Neufchâteau, durant le dépôt du Dévonien inférieur (Boulvain et Pingot, 2012). Le contexte de la carte Wibrin – Houffalize est encadré	17
Figure III-3. Carte géologique 60/3-4 d'après la carte de l'Eodévonien de l'Ardenne et des régions voisines (modifié d'après Asselberghs, 1946).....	20
Figure III-4. Colonne lithologique simplifiée des formations éodévoniennes qui constituent le substratum de la planche 60/1-2 (Dejonghe et Hance, 2001)	21
Figure III-5. Contexte structural local et régional de la carte Wibrin – Houffalize 60/3-4, extrait et modifié de la carte de l'Eodévonien de l'Ardenne et des régions voisines (modifié d'après Asselberghs, 1946). ...	24
Figure III-6. Coupe géologique dans le bassin de La Roche et de l'anticlinal de Taverneux à la limite entre les planchettes de Wibrin et d'Houffalize. Les hauteurs sont exagérées 5 fois (Cf. Figure III-8).	25
Figure IV-1. Evolution piézométrique des nappes de l'aquiclude à niveaux aquifères de Villé au Puits Socogetra à Houffalize	34
Figure V-1. Paramètres physicochimiques des eaux souterraines sur la planche Wibrin – Houffalize	37
Figure V-2. Teneurs en nitrates des eaux souterraines, carte Wibrin – Houffalize	40
Figure VI-1. Exploitation des eaux souterraines sur la carte Wibrin – Houffalize	42
Figure VI-2. Exploitation moyenne annuelle du volume total prélevé sur la carte Wibrin - Houffalize entre 1993 et 2009	43
Figure VI-3. Exploitation moyenne annuelle du volume d'eau souterraine prélevé sur la carte Wibrin - Houffalize entre 1993 et 2009	43
Figure VI-4. Evolution des volumes moyens annuels prélevés entre 1993 et 2009 sur la carte Wibrin – Houffalize	44
Figure IX-1. Liste non exhaustive des différents types d'information et des sources de données utilisées dans la réalisation de la carte hydrogéologique.....	52
Figure XI-1. Evolution pluriannuelle des débits journaliers du ruisseau de Cherain observée entre août 2008 et juillet 2011 à la station limnimétrique L6560 (Bistain) du Service Public de Wallonie (SPW) – Direction des cours d'eau non navigables. Source : http://aqualim.environnement.wallonie.be	62
Figure XI-2. Evolution pluriannuelle des débits journaliers de l'Ourthe orientale en amont du confluent avec le ruisseau de Brisy observée entre août 2008 et juillet 2011 à la station limnimétrique L6550 (Brizy) du Service Public de Wallonie (SPW) –Direction des cours d'eau non navigables. Source : http://aqualim.environnement.wallonie.be	63
Figure XI-3. Evolution pluriannuelle des débits journaliers de l'Ourthe orientale du confluent avec le ruisseau de Brisy au confluent avec le ruisseau de Cowan entre août 2008 et juillet 2011 à la station limnimétrique L5930 - Houffalize du Service Public de Wallonie (SPW) –Direction des cours d'eau non navigables. Source : http://aqualim.environnement.wallonie.be	64

Figure XI-4. Evolution pluriannuelle des débits journaliers du ruisseau de Martin Moulin entre août 2008 et juillet 2011 à la station limnimétrique L7070 – Rensiwé du Service Public de Wallonie (SPW) – Direction des cours d'eau non navigables. Source : http://aqualim.environnement.wallonie.be	65
Figure XI-5. Moyennes mensuelles des débits d'eau (en m ³ /s) enregistrés à la station Sethy – Mabompré 6021 entre 1978 et 2009, sur l'Ourthe orientale du confluent avec le ruisseau de Cowan au confluent avec l'Ourthe occidentale. Source : DGO2, http://voies-hydrauliques.wallonie.be	66
Figure XI-6. Moyennes mensuelles des débits d'eau (en m ³ /s) de l'Ourthe occidentale du confluent avec le ruisseau de Tenneville au confluent avec l'Ourthe orientale enregistrés à la station Sethy – Ortho entre 1982 et 2009 et des précipitations observées en mm au niveau de la station Ortho-Pluvio. Source : DGO2, http://voies-hydrauliques.wallonie.be	67
Figure XI-7. Moyennes mensuelles des débits d'eau (en m ³ /s) de l'Ourthe en amont du confluent avec le ruisseau le Bronze enregistrés à la station Nisramont entre 1978-2009 et des précipitations exprimées en mm à la station Ortho-Pluvio. Source : DGO2, http://voies-hydrauliques.wallonie.be	68
Figure XI-8. Qualité biologique des eaux de surface dans le bassin de l'Ourthe. Source: http://www.courthe.be/index.php/infos-ourthe/cartes_dinformation/qualite_de_eau	69

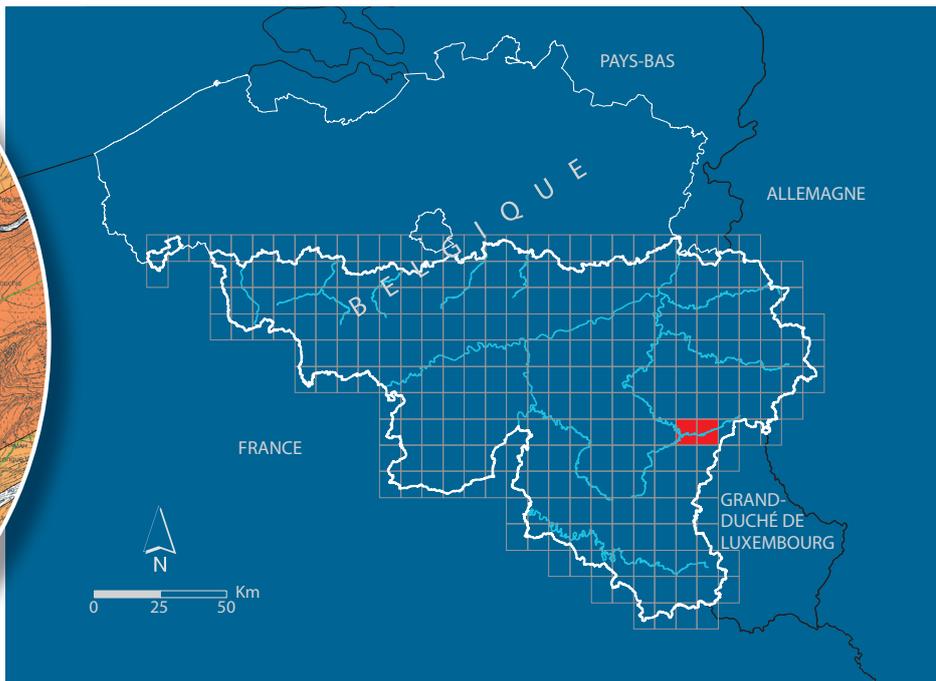
XI.4. LISTE DES TABLEAUX

Tableau III.1. Corrélations stratigraphiques des nomenclatures ancienne et nouvelle du Dévonien inférieur	18
Tableau IV.1. Tableau de correspondance géologie – hydrogéologie de la carte Wibrin – Houffalize	30
Tableau V.1. Comparaison des paramètres physicochimiques entre les eaux souterraines du Dévonien inférieur de l'Ardenne et de la Formation de Luxembourg en Lorraine.....	36
Tableau V.2. Composition minérale indicative des eaux souterraines sur la planche Wibrin – Houffalize.....	39
Tableau VI.1. Exploitation des eaux de surface et des eaux souterraines sur la carte Wibrin - Houffalize entre 1993 et 2009	44
Tableau VII.1 . Les données de pompage d'essai disponibles sur la carte Wibrin - Houffalize	46
Tableau VIII.1. Zones de prévention à définir pour les captages publics de production d'eau potable sur la carte Wibrin – Houffalize	51
Tableau XI.1. Crues de référence du ruisseau de Cherain enregistrées à la station L6560 (Bistain). Source : Aqualim, DGO3.....	61
Tableau XI.2. Crues de référence de l'Ourthe orientale en amont du confluent avec le ruisseau de Briszy sur la station L6550 (Brizy). Source : Aqualim, DGO3.....	62
Tableau XI.3. Crues de référence de l'Ourthe orientale du confluent avec le ruisseau de Briszy au confluent avec le ruisseau de Cowan à la station L5930 – Houffalize. Source : Aqualim, DGO3.....	64
Tableau XI.4. Crues de référence du ruisseau de Martin Moulin à la station L7070 – Rensiwé. Source : Aqualim, DGO3.....	65

XI.5. COORDONNÉES GÉOGRAPHIQUES DES OUVRAGES CITÉS DANS LA NOTICE

NOM	TYPE	X, m	Y, m	Profondeur, m
Sethy - Ortho	Station limnimétrique	238 496	92 057	
L6560 -Rau de Rettigny		257145	94340	
L6550 -Ourthe orientale		255575	94045	
L5930 -Ourthe orientale		251743	92007	
L7070-Martin-Moulin		246925	92416	
Sethy-Mabompré 6021		246729	92541	
Puits Bonnerue	Puits de distribution d'eau potable	246547	88800	80
Dinez	Source	251820	93130	0
Puits Socogetra	Piézomètre	251140	93460	30,76

Coordonnées Lambert belge 1972



SPW | Éditions, CARTES

Dépôt légal : D/2012/12.796/2 – ISBN : 978-2-8056-0103-3

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

N° Vert du SPW : 0800 11 901 - www.wallonie.be