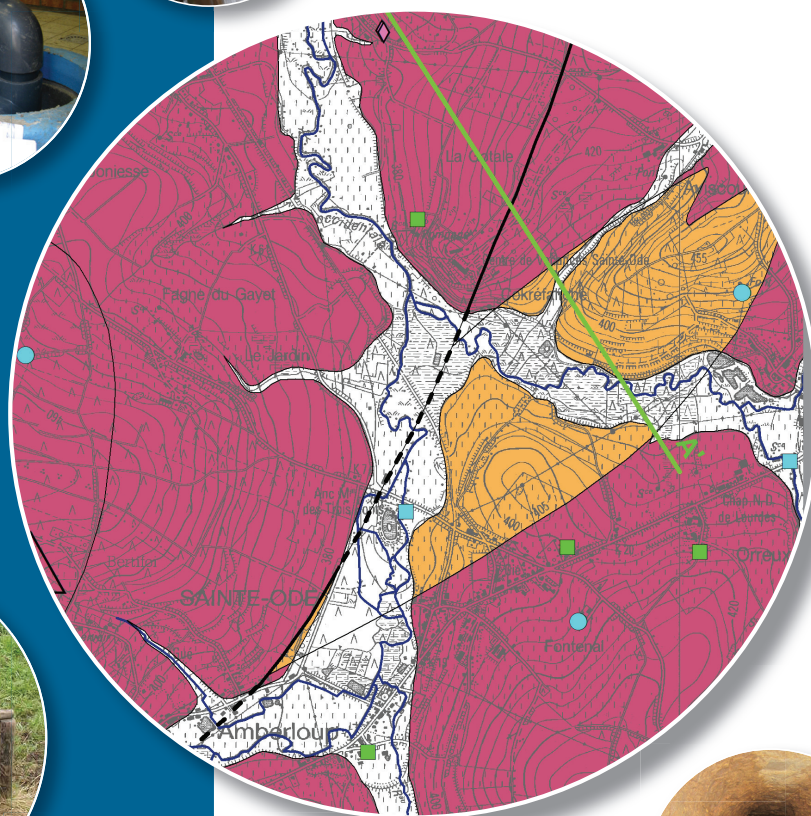


## Notice explicative

### CARTE HYDROGÉOLOGIQUE DE WALLONIE

Echelle : 1/25 000



Photos couverture © SPW-DGARNE(DGO 3)

Fontaine de l'ours à Andenne

Forage exploité

Argillère de Celles à Houyet

Puits et sonde de mesure de niveau piézométrique

Emergence (source)

Essai de traçage au Chantoir de Rostenne à Dinant

Galerie de Hesbaye

Extrait de la carte hydrogéologique de Amberloup – Flamierge



# AMBERLOUP - FLAMIERGE

## 60/5-6

Mohamed **BOUEZMARNI** , Alain **HANSON**, Vincent **DEBBAUT**

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



### NOTICE EXPLICATIVE

2015

Première version : Mars 2014  
Actualisation partielle : Mars 2015

Dépôt légal – **D/2015/12.796/7** - ISBN : **978-2-8056- 0178-1**

**SERVICE PUBLIC DE WALLONIE**

**DIRECTION GENERALE OPERATIONNELLE DE L'AGRICULTURE,  
DES RESSOURCES NATURELLES  
ET DE L'ENVIRONNEMENT  
(D GARNE-DGO 3)**

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

# Table des matières

<b>I. INTRODUCTION .....</b>	<b>9</b>
<b>II. CADRE GEOGRAPHIQUE, GEOMORPHOLOGIQUE ET HYDROGRAPHIQUE .....</b>	<b>11</b>
II.1. CADRE GEOGRAPHIQUE .....	11
II.2. CADRE GEOMORPHOLOGIQUE .....	11
II.3. CADRE HYDROGRAPHIQUE .....	12
II.3.1. Bassin de l'Ourthe .....	13
II.3.2. Bassin de la Lesse .....	13
II.3.3. Remarque générale.....	13
<b>III. CADRE GEOLOGIQUE ET STRUCTURAL .....</b>	<b>15</b>
III.1. CADRE GEOLOGIQUE REGIONAL.....	15
III.2. GEOLOGIE DE LA CARTE AMBERLOUP - FLAMIERGE .....	18
III.2.1. Paléozoïque .....	18
III.2.1.1. Dévonien inférieur .....	18
III.2.1.1.1 Formation de Saint-Hubert (STH).....	18
III.2.1.1.2 Formation de Mirwart (MIR).....	21
III.2.1.1.3 Formation de Villé (VIL).....	21
III.2.1.1.4 Formation de La Roche (LAR).....	22
III.2.1.1.5 Regroupement (JP) des Formations de Jupille (JUP) et Pèrnelle (PER) .....	22
III.2.2. Cénozoïque .....	22
III.2.2.1. Alluvions modernes (AMO).....	22
III.2.2.2. Tourbe .....	23
III.2.2.3. Altérites (ALT).....	23
III.3. CADRE STRUCTURAL.....	23
<b>IV. CADRE HYDROGEOLOGIQUE.....</b>	<b>26</b>
IV.1. HYDROGEOLOGIE REGIONALE .....	26
IV.1.1. Aquifère du manteau d'altération .....	28
IV.1.2. L'aquifère profond .....	28
IV.1.3. Remarque générale .....	29
IV.2. HYDROGEOLOGIE LOCALE.....	29
IV.2.1. Description des principales unités hydrogéologiques.....	32
IV.2.1.1. Aquiclude du Dévonien inférieur .....	32
IV.2.1.1.1 Aquiclude du Dévonien inférieur de la Formation de Saint-Hubert (STH).....	32
IV.2.1.1.2 Aquiclude du Dévonien inférieur de la Formation de La Roche (LAR).....	32
IV.2.1.2. Aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur .....	33
IV.2.1.2.1 Aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur de la Formation de Mirwart (MIR).....	33
IV.2.1.2.2 Aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur du regroupement (JP) .....	33
IV.2.1.3. Aquiclude à niveaux aquifères de Villé (VIL) .....	34
IV.2.2. Etude des linéaments .....	34
IV.2.3. Piézométrie .....	35
IV.2.1. Coupes hydrogéologiques .....	36
<b>V. HYDROCHIMIE.....</b>	<b>38</b>
V.1.1. Paramètres physico-chimiques.....	38
V.1.2. Caractéristiques minérales .....	39
V.1.3. Nitrates.....	40
V.1.1. Caractéristiques bactériologiques.....	41
<b>VI. EXPLOITATION DES AQUIFERES .....</b>	<b>42</b>

<b>VII. CARACTERISATION DE LA COUVERTURE ET PARAMETRES HYDROGEOLOGIQUES DES NAPPES</b> .....	<b>45</b>
VII.1. CARACTERISATION DE LA COUVERTURE DES NAPPES.....	45
VII.2. PARAMETRES HYDROGEOLOGIQUES .....	46
VII.2.1. Essais de pompage sur les puits de Bastogne.....	49
VII.2.2. Essais de pompage sur le Nouveau Puits de Champlon .....	50
<b>VIII. ZONES DE PREVENTION</b> .....	<b>51</b>
VIII.1. CADRE LEGAL.....	51
VIII.2. MESURES DE PROTECTION.....	52
VIII.3. ZONE DE PREVENTION REPRISE SUR LA CARTE .....	53
<b>IX. METHODOLOGIE DE L'ELABORATION DE LA CARTE HYDROGEOLOGIQUE</b> .....	<b>55</b>
IX.1. COLLECTE DE DONNEES .....	56
IX.1.1. Données géologiques .....	56
IX.1.2. Données hydrogéologiques .....	57
IX.1.2.1. Localisation des ouvrages et sources .....	57
IX.1.2.2. Données piézométriques .....	57
IX.1.3. Données hydrochimiques .....	57
IX.2. <i>CAMPAGNE SUR LE TERRAIN</i> .....	58
IX.3. <i>METHODOLOGIE DE CONSTRUCTION DE LA CARTE</i> .....	58
IX.3.1. Encodage dans une banque de données .....	58
IX.3.2. Construction de la carte hydrogéologique .....	59
<b>X. BIBLIOGRAPHIE</b> .....	<b>62</b>
<b>XI. ANNEXES</b> .....	<b>65</b>
XI.1. LISTE DES PRINCIPALES ABREVIATIONS .....	65
XI.2. LISTE DES FIGURES.....	66
XI.3. LISTE DES TABLEAUX.....	67
XI.4. COORDONNEES GEOGRAPHIQUES DES OUVRAGES CITES DANS LA NOTICE .....	67

## Avant-propos

La carte hydrogéologique d'Amberloup - Flamierge s'inscrit dans le projet cartographique "Eaux souterraines" commandé et financé par le Service Public de Wallonie (S.P.W). : Direction générale opérationnelle Agriculture, Ressources Naturelles et Environnement (DGO3). Quatre équipes universitaires collaborent à ce projet : L'Université de Namur, l'Université de Mons (Faculté Polytechnique) et l'Université de Liège (ArGEnCO-GEO<sup>3</sup>-Hydrogéologie & Sciences et Gestion de l'Environnement, ULg-Campus d'Arlon).

La carte Amberloup – Flamierge, réalisée en mars 2014 par M. Bouezmarni et A. Hanson, a été supervisée au sein du Département des Sciences et Gestion de l'Environnement par V. Debbaut. Le projet a été partiellement actualisé en mars 2015 par les mêmes auteurs avant d'être publiée sur Internet (<http://environnement.wallonie.be/cartosig/cartehydrogeo>) en version PDF (téléchargeable), et sous forme interactive via une application WebGIS.

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

Par un choix délibéré, toute superposition outrancière d'informations conduisant à réduire la lisibilité de la carte a été évitée. Dans ce but, outre la carte principale, deux cartes thématiques, une coupe hydrogéologique et un tableau lithostratigraphique sont présentés.

L'ensemble des données utilisées pour la réalisation de la carte a été remis à la Direction Générale opérationnelle Agriculture, Ressources naturelles et Environnement (DGO3) du Service Public de Wallonie (S.P.W).

## **Remerciements**

Merci à Madame Céline Vanneste du Service géologique de Wallonie pour la fourniture des données numériques de la carte géologique Amberloup – Flamierge 60/5-6 (Dejonghe, 2012).

Merci à Monsieur Eric Urbain du Service des Eaux Souterraines du centre SPW 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 l'administration communale de Tenneville pour l'accueil et merci particulièrement à Monsieur Francis Halkin, le fontainier pour sa collaboration active.

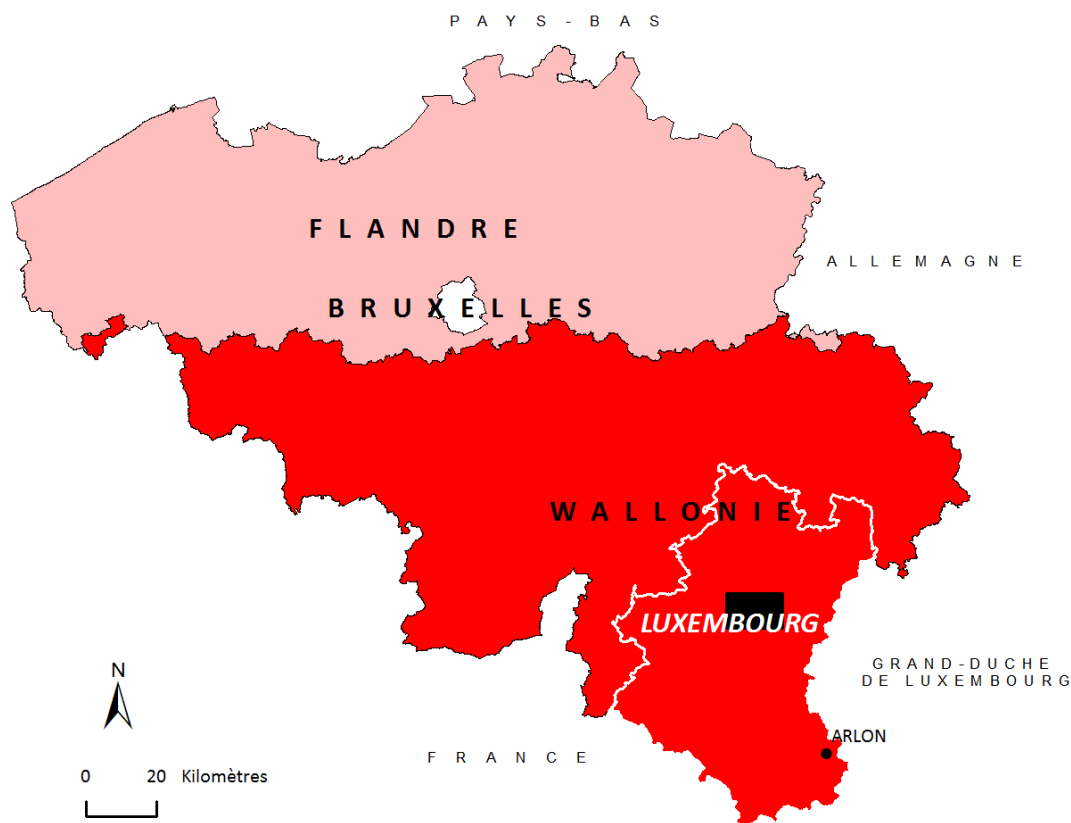
Merci à Madame Isabelle Belanger (SGB) et à Madame Ingrid Ruthy (ULG- ArGEnCO) pour la lecture des documents et pour leurs remarques et leurs suggestions.

Merci enfin à tous ceux qui, de près ou de loin, ont participé à la réalisation de cette carte, en particulier Madame Catherine Heyman (Arlon Campus Environnement)



## I. INTRODUCTION

La carte hydrogéologique d'Amberloup – Flamierge 60/5-6 couvre une superficie de 160 km<sup>2</sup> 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.



**Figure I-1 . Localisation de la carte de Amberloup - Flamierge 60/5-6**

La carte hydrogéologique est basée sur la carte géologique de Wallonie Amberloup – Flamierge n°60/5-6 (Dejonghe, 2012).

A l'exception des alluvions qui tapissent le fond des vallées, tous les terrains rencontrés à l'affleurement sont d'âge Dévonien inférieur (Lochkovien et Praguien). Ils sont composés principalement de schistes et de phyllades, avec de rares passages quartzitiques ou quartzophylladeux. Ces couches géologiques sont plissées et faillées durant l'orogénèse hercynienne. Elles sont situées en bordure nord-ouest du Synclinorium de Neufchâteau – Eifel, sur la zone axiale de l'Anticlinorium de l'Ardenne.

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

La notice commence par un bref aperçu géographique, géomorphologique et hydrographique qui sera suivi de la partie géologique. Celle-ci sera traitée d'abord dans le contexte régional du Dévonien inférieur dans le domaine hercynien. Ensuite, la description lithologique, la zone d'affleurement et l'épaisseur de chaque unité stratigraphique seront systématiquement présentées dans le cadre de la géologie locale de la carte de Amberloup - Flamierge avant d'entamer 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 à l'échelle de la carte. Les unités hydrogéologiques seront définies principalement sur base des descriptions lithologiques de la carte géologique de Wallonie Amberloup – Flamierge 60/5-6 (Dejonghe, 2012).

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

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

## II. CADRE GEOGRAPHIQUE, GEOMORPHOLOGIQUE ET HYDROGRAPHIQUE

### II.1. CADRE GEOGRAPHIQUE

La planche d'Amberloup - Flamierge couvre une superficie de 160 km<sup>2</sup> au centre de la province de Luxembourg dans le sud de la Belgique. C'est une région principalement agricole, occupée en grande majorité par des prairies (Figure II-1). La zone boisée est assez restreinte sauf à proximité du plateau de Saint-Hubert.

La population, peu dense, est répartie sur plusieurs petites agglomérations dont les principales sont Tenneville, Saint-Ode, Lavacherie et Flamierge. Les agglomérations sont implantées à proximité des cours d'eau et reliées par un réseau routier national ou secondaire. Ce dernier est branché au réseau autoroutier par l'E25 et l'E411.

### II.2. CADRE GEOMORPHOLOGIQUE

La région, qui appartient à l'Ardenne septentrionale, est caractérisée par un relief ondulé formé de plateaux assez calmes entaillé de vallées (Figure II-1) avec des pentes relativement faibles. L'altitude la plus basse est de 305 m le long de la vallée de l'Ourthe occidentale en sortie de planchette, au niveau de sa branche la plus orientale sur la carte. L'altitude moyenne des plateaux est d'environ 500 m. Parmi les points les plus élevés se trouve le plateau de l'aéroport de Saint Hubert qui culmine à 580 m à l'ouest de la carte. A l'est de celle-ci se trouve le plateau de Bastogne, près de Mandé Saint Etienne, qui culmine à 510 m d'altitude.



**Figure II-1. Photo du paysage dominant sur la carte d'Amberloup – Flamierge, photo prise à proximité du village de Flamierge (photo D. Plun)**

## II.3. CADRE HYDROGRAPHIQUE

Le réseau hydrographique est relativement dense, témoignant d'un substrat peu perméable. Les ruisseaux sont généralement pérennes soutenus par une alimentation continue des nappes d'eau souterraine.

Le bassin hydrographique de l'Ourthe est le principal bassin sur la carte, la présence du bassin de la Lesse est anecdotique (Figure II-2).

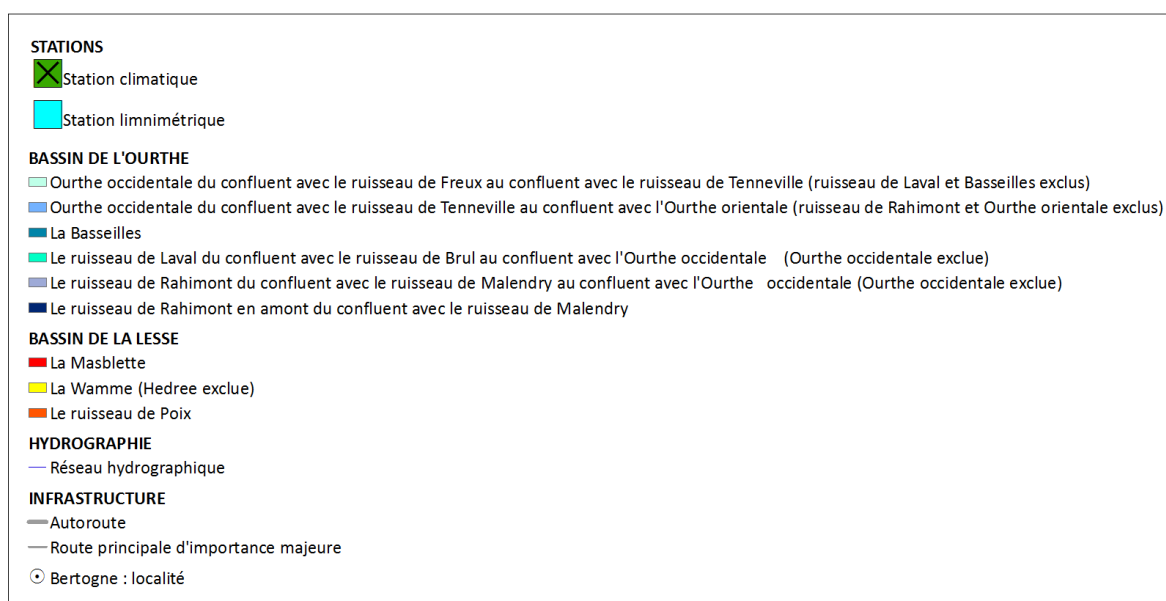
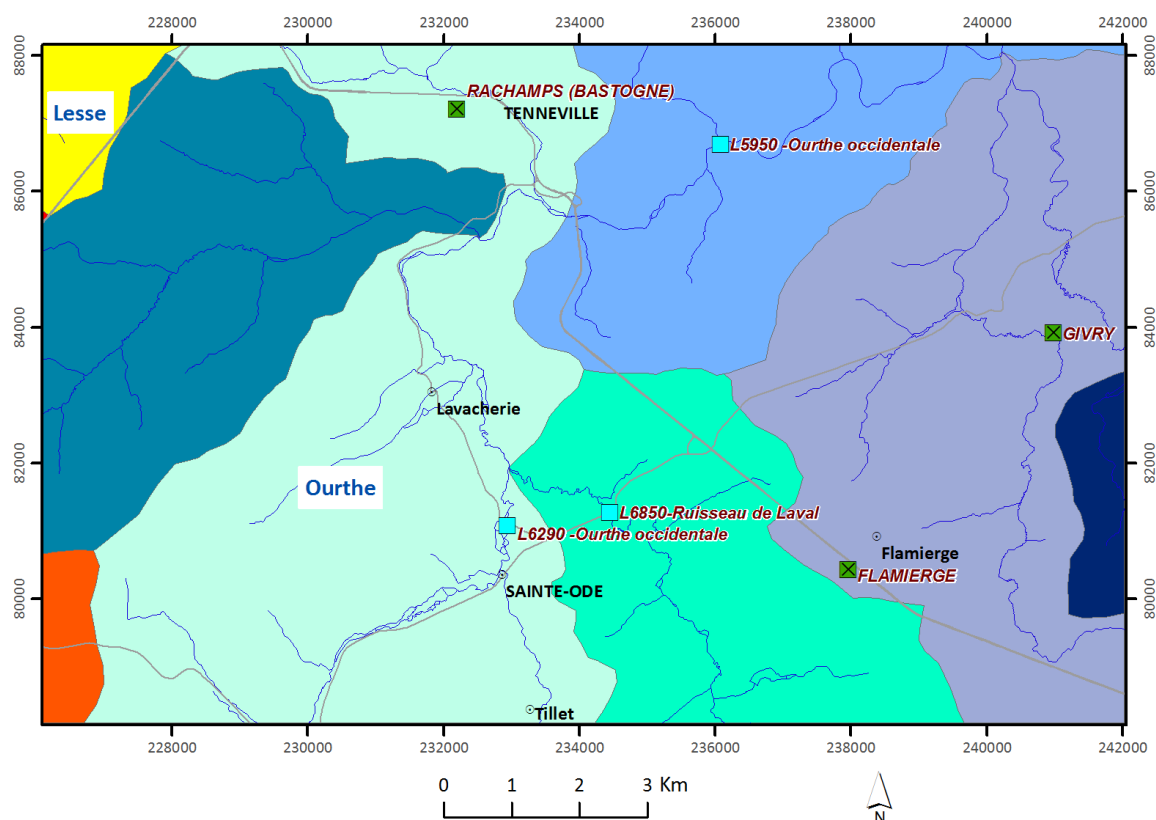


Figure II-2. Carte hydrographique de Amberloup - Flamierge

### **II.3.1. Bassin de l'Ourthe**

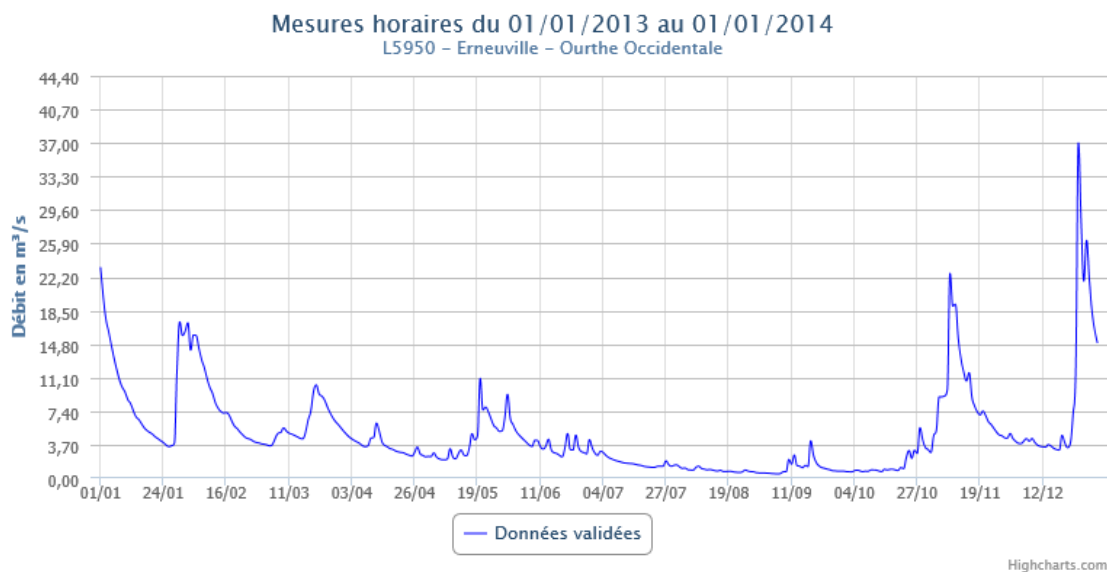
La quasi-totalité de la carte Amberloup - Flamierge est couverte par le bassin hydrologique de l'Ourthe, avec une superficie totale d'environ 154,7 km<sup>2</sup> sur la carte. On peut y distinguer plusieurs sous-bassins portant les noms des principaux cours d'eau. Le principal cours d'eau du bassin de l'Ourthe sur la planche est l'Ourthe occidentale. Celle-ci reçoit sur son passage les eaux de plusieurs ruisseaux plus ou moins importants dont les ruisseaux de Laval et de Rahimont.

### **II.3.2. Bassin de la Lesse**

Le bassin de la Lesse ne draine qu'environ 5,3 km<sup>2</sup> de superficie de la carte sur les extrémités nord-ouest et sud-ouest de la planchette Amberloup. Les quelques ruisseaux des sous bassins de la Wamme, de la Masblette et du ruisseau de Poix ne sont représentés que par leur tête de vallon.

### **II.3.3. Remarque générale**

S'il existe plusieurs stations limnimétriques pour examiner l'évolution des débits des cours d'eau sur la carte, elles sont toutes situées sur le bassin de l'Ourthe occidentale. La plupart des stations limnimétriques situées en Ardenne, dont le sous-sol est formé de schistes et de phyllades du Dévonien inférieur, montre un profil assez similaire. Ce profil est bien illustré par la station « L5950 - ERNEUVILLE – Ourthe occidentale » (Figure II-3). Une allure similaire est observée aux stations « L6290 – AMBERLOUP - Ourthe occidentale » plus à l'amont et « L6850 – SPRIMONT – Ruisseau de Laval », sur un affluent. Le cycle hydrologique est caractérisé par de très faibles débits en étiage pendant l'été alors que l'évapotranspiration et la rétention des feuillages sont importantes et par des crues pendant les autres périodes de l'année (Figure II-3) soulignant une réponse rapide aux précipitations. La contribution des nappes aquifères dans l'alimentation du réseau hydrographique est plus faible que le ruissellement, cependant elle assure la pérennité de nombreux cours d'eau sur la carte.



**Figure II-3. Evolution mensuelle des débits de l’Ourthe occidentale observés pendant l’année 2013 à la station limnimétrique L5950 – Erneuville du Service Public de Wallonie (SPW) – Direction des cours d’eau non navigables (Aqualim, 2014).**

### III. CADRE GÉOLOGIQUE ET STRUCTURAL

Le cadre géologique est développé dans un premier temps à l'échelle régionale restreinte à la Haute Ardenne avant d'étudier, plus en détails, la géologie de la zone couverte par la planche de Amberloup - Flamierge.

#### III.1. CADRE GÉOLOGIQUE RÉGIONAL

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

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

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

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

La stratigraphie du Dévonien inférieur a été revue et mise à jour par la commission nationale de stratigraphie du Dévonien (Godefroid et al., 1994) dont la terminologie ne se limite qu'au bord sud du Synclinorium de Dinant, hors contexte de la carte (Figure III-1). Toutefois, cette terminologie stratigraphique est aussi celle employée par Dejonghe (2012) pour la carte géologique de Wallonie Amberloup - Flamierge 60/5-6.

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.

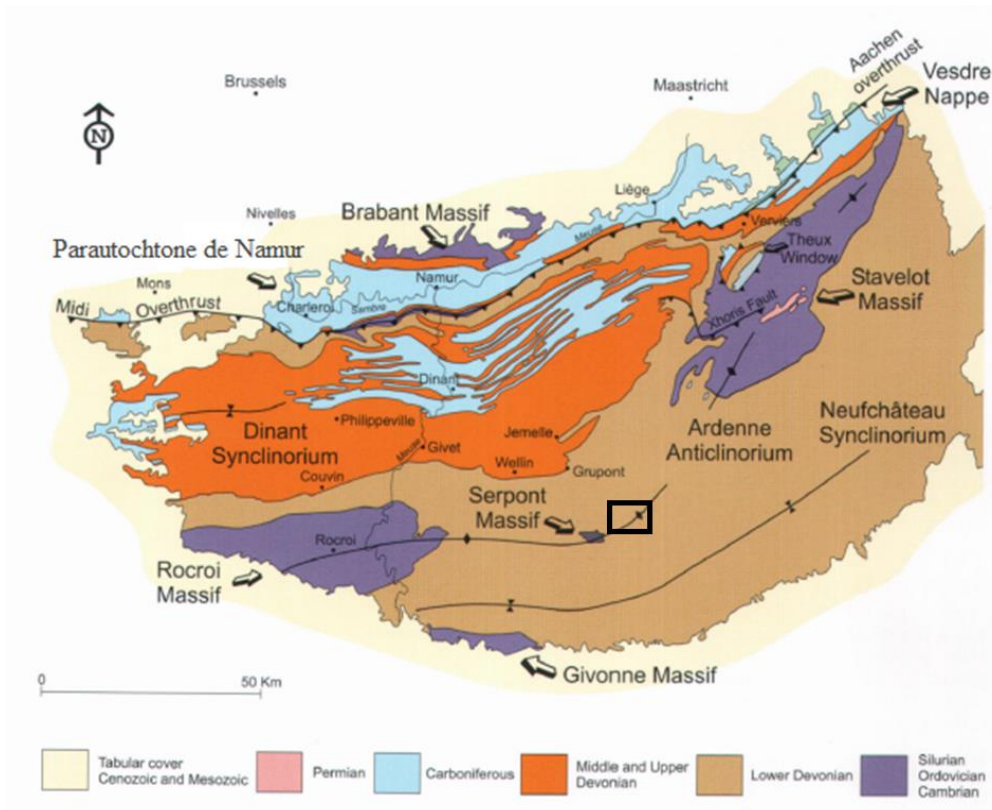


Figure III-1; Cadre géologique et structural de l'Ardenne (Bultynck & Dejonghe 2001) modifié (Belanger et al., 2012). La carte Amberloup – Flamierge est encadrée

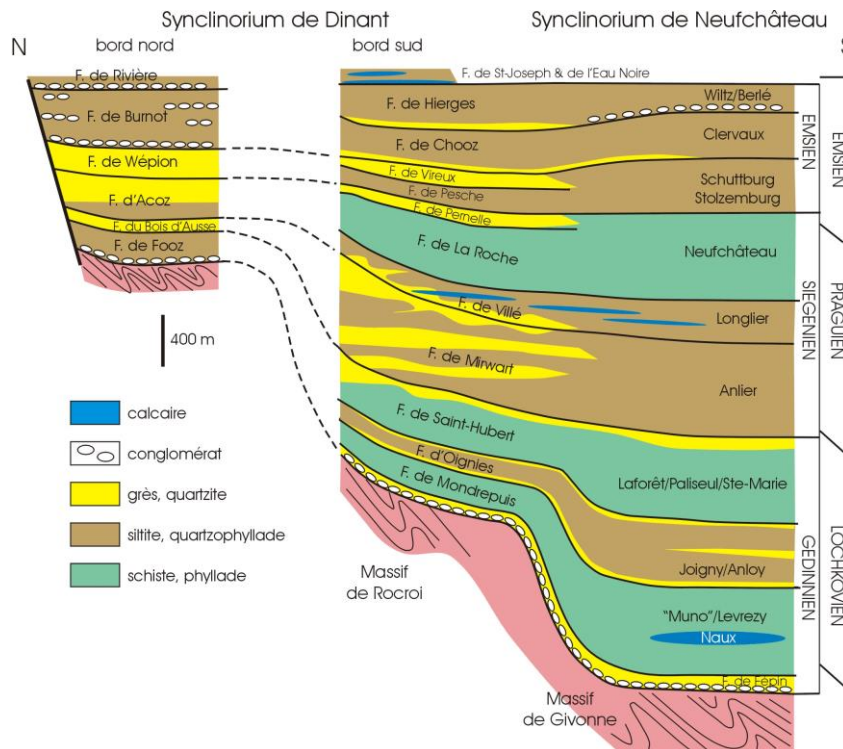


Figure III-2. Transect Nord-Sud dans les Synclinalia de Dinant et de Neufchâteau, durant le dépôt du Dévonien inférieur (Boulvain et Pingot, 2011)



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

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 (Carbonifère). Ces boutonnières affleurent principalement dans les zones culminantes des grands anticlinoria hercyniens de l'Ardenne et de Givonne (Figure III-3).

L'Eodévonien expose une série sédimentaire discordante sur le socle calédonien. La sédimentation s'échelonne de manière continue sur un temps qui couvre le Pridoli, le Lochkovien, le Praguien et l'Emsien. Les matériaux sont constitués par un conglomérat de base surmonté par des faciès en majorité schisteux incompetentes. Ils ont été déformés durant l'orogénèse hercynienne en un train de plis serrés affectés par une schistosité. Cette série éodévonienne se structure autour des grands Anticlinoria de l'Ardenne et de Givonne, ce dernier étant découpé du Synclinorium de Neufchâteau-Eifel par la faille de charriage d'Herbeumont.

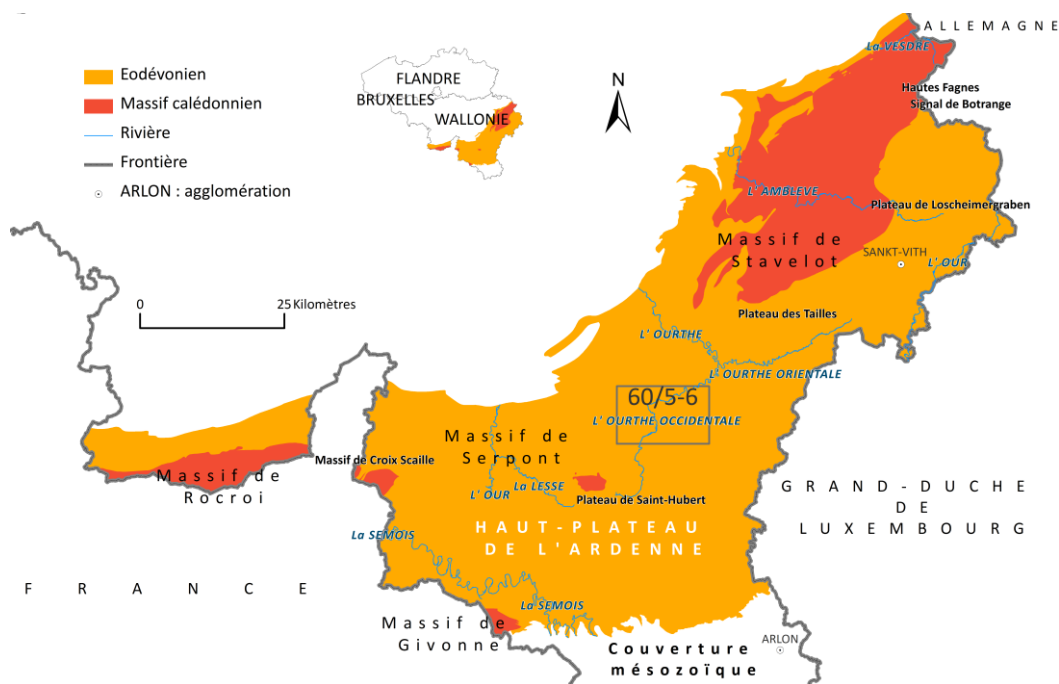


Figure III-3. Carte géologique de l'Eodévonien de l'Ardenne, réalisée sur base d'Asselberghs (1946), modifié

## **III.2. GÉOLOGIE DE LA CARTE AMBERLOUP - FLAMIERGE**

La description de la géologie locale est basée principalement sur la carte géologique Amberloup - Flamierge 60/5-6 (Dejonghe, 2012). Pour plus de détails, il est conseillé de consulter directement la notice explicative de cette étude. Des informations complémentaires proviennent également des archives du Service géologique de Belgique (SGB).

Excepté les alluvions modernes dans les vallées, la tourbe des hauts plateaux, les altérites et les pierriers, tous d'âge cénozoïque, les terrains à l'affleurement sur la planche d'Amberloup - Flamierge sont d'âge paléozoïque (Dévonien inférieur). Ces affleurements sont essentiellement des schistes et des quartzophyllades avec des argiles ou plus rarement des sables comme produits d'altération.

La description lithologique, la zone d'affleurement et l'épaisseur de chaque unité stratigraphique sont présentées dans l'ordre chronologique des terrains rencontrés.

### **III.2.1. Paléozoïque**

#### ***III.2.1.1. Dévonien inférieur***

Le Dévonien inférieur est représenté sur la carte par le Lochkovien et par le Praguien. Le synoptique présenté au Tableau III-1 permet de corréliser la nomenclature stratigraphique ancienne et nouvelle et de faire le lien avec les cartes hydrogéologiques voisines.

##### *III.2.1.1.1 Formation de Saint-Hubert (STH)*

Selon Dejonghe (2012), cette formation est à dominante de shales verts, localement celluleux, et de siltites vertes ou vert gris. Le caractère celluleux résulte de l'altération de nodules carbonatés évoluant vers un résidu limoniteux pulvérulent qui disparaît à l'affleurement. S'y intercalent parfois des niveaux épais de grès gris clair ou gris verdâtre (parfois grossiers, éventuellement laminaires ou micacés) et de quartzites verts, vert pâle ou vert gris, en bancs très lenticulaires. L'abondance des paillettes de micas dans toutes les roches est caractéristique.

Par sa nature lithologique, ce faciès est fort proche de la Formation de Mirwart. La limite est difficile à tracer, le passage de l'un à l'autre se faisant graduellement.

Les roches de la Formation de Saint-Hubert sont généralement altérées sur la planchette Amberloup où elles affleurent sur les hauts plateaux. Elles sont fortement décolorées et les shales évoluent vers des argiles kaolineuses sans que le kaolin ne soit exploité.

**Tableau III-1. Corrélations stratigraphiques de l'Eodévonien. La géologie la carte Amberloup - Flamierge 60/5-6 est encadrée en rouge**

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

Carte Amberloup – Flamierge

La Formation de Saint-Hubert affleure seulement dans l'angle sud-ouest de la planche (Figure III-4). En l'absence d'affleurement de la base de la formation sur la carte, sa puissance ne peut être mesurée, toutefois elle a été estimée à 550 m ou 700 m par analogie avec la carte géologique Hotton – Dochamp 55/5-6 (Dejonghe, 2012).

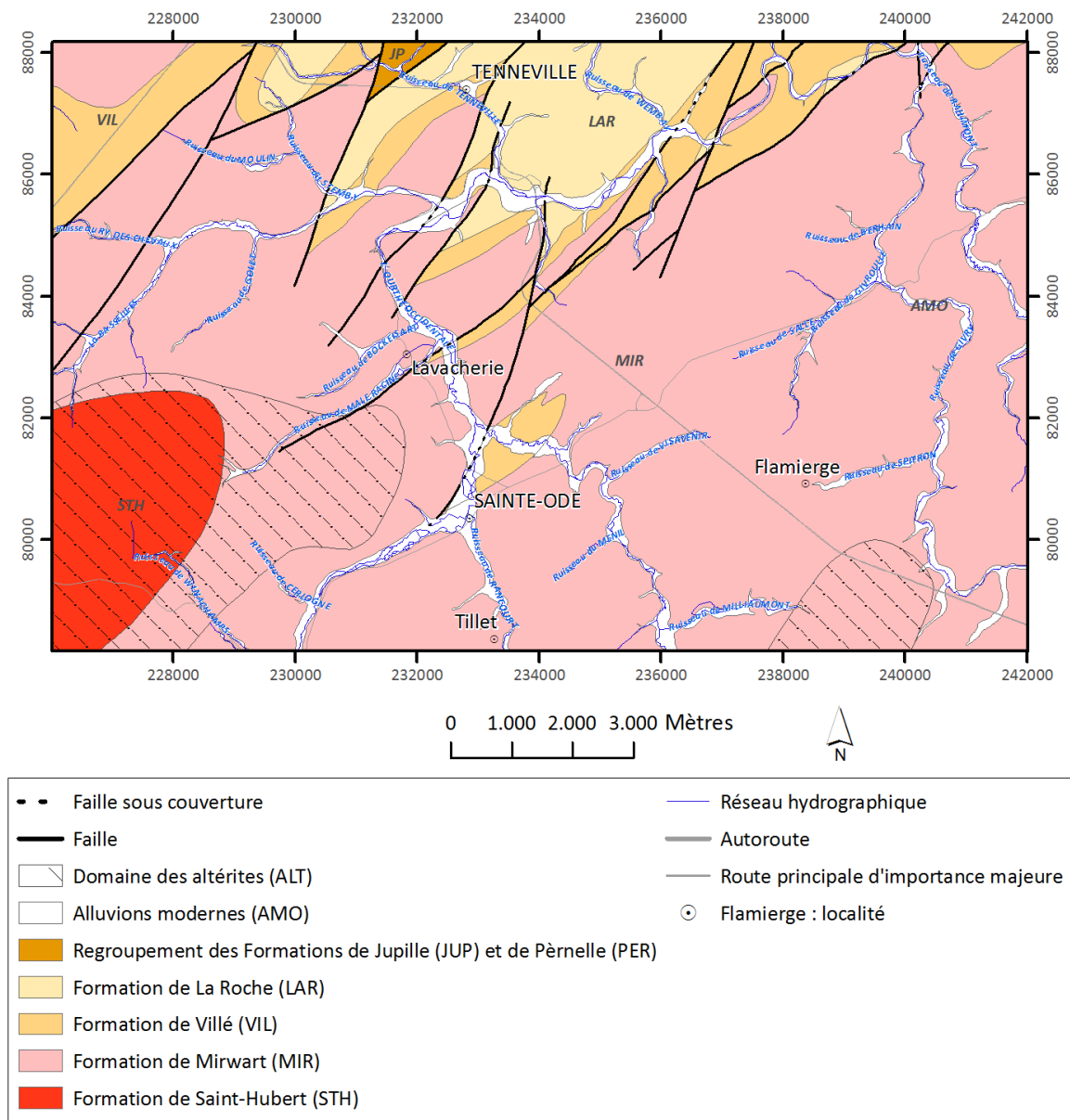


Figure III-4. Carte géologique de Wallonie Amberloup – Flamierge 60/5-6 (Dejonghe, 2012)

### *III.2.1.1.2 Formation de Mirwart (MIR)*

La Formation de Mirwart (MIR) date du Lochkovien - Praguien dans la nomenclature actuelle (Tableau III-1).

Sur la carte Amberloup - Flamierge, la Formation de Mirwart (MIR) domine. Elle se caractérise par une alternance irrégulière de phyllades, de schistes bleus foncés à noirs avec des quartzophyllades et des bancs ou des paquets de quartzites. Les quartzites sont très rarement et très légèrement calcaires, surtout au sommet de la formation. Les roches gréseuses sont présentes sous forme de bancs isolés ou en paquets plurimétriques. Dans ces paquets, les bancs de grès sont souvent boudinés et séparés par de fines intercalations schisteuses.

Les quartzites et les quartzophyllades, plus résistants à l'érosion, sont fréquemment observés à l'affleurement bien que les schistes et les phyllades soient dominants dans la formation. L'affleurement de ces niveaux siliceux plus compétents génère des pierriers importants en pied de versant. C'est le cas, par exemple, dans le tronçon de l'Ourthe occidentale situé entre 700 et 2 000 m au NNO de l'église de Lavacherie. C'est aussi le cas au lieu-dit « Aux Blanches Pierres », pierrier de plus de 100 m de long situé à environ 2 300 m au NO de l'église de Givroulle. C'est en raison de cette compétence que sa zone d'affleurement est caractérisée par des plaines alluviales (AMO) plus étroites que dans les Formations de Villé et de La Roche.

La puissance de la Formation de Mirwart (MIR) a été estimée par Asselberghs (1946) à environ 1 100 m.

### *III.2.1.1.3 Formation de Villé (VIL)*

La Formation de Villé (VIL) du Praguien dans la nouvelle subdivision du Dévonien inférieur (Tableau III-1) se caractérise sur la carte par des alternances des trois lithologies dominantes typiques de la Formation de Villé :

- des phyllades (ou des shales, schistes et siltites) bleu sombre à lamines gréseuses rouille,
- des siltites et grès argileux gris ou bleus, présentant souvent une altération superficielle brun rouille, en bancs pluridécimétriques,
- des grès bleus, carbonatés, remarquablement abondants et souvent très fossilifères, cariés superficiellement et limoniteux en bancs pluridécimétriques.

Les gisements fossilifères, innombrables dans la région, ont livré une faune abondante et diversifiée.

Sur la carte Amberloup – Flamierge la puissance de la formation est estimée par Dejonghe (2012) entre 250 et 300 m.

#### *III.2.1.1.4 Formation de La Roche (LAR)*

La Formation de La Roche (LAR) du Praguien dans la nouvelle subdivision du Dévonien inférieur principalement constituée de phyllades à rares niveaux gréseux, fait suite aux roches carbonatées et fossilifères du sommet de la Formation de Villé.

La Formation de La Roche (LAR) est formée essentiellement de phyllades, à feuilletages réguliers, parfois ardoisiers (se débitant en grands feuillets) de couleur bleu-noir parfois pyriteux. Les strates gréseuses sont très fines et peu fréquentes mais il y a aussi quelques bancs de quartzophyllades. Ces niveaux sont observables dans de petites carrières au nord - ouest d'Ortheville (village situé à environ 2 km au sud de Tenneville).

La Formation de La Roche (LAR) affleure parfois en position renversée essentiellement au sud de Tenneville, dans un ensemble faillé rendant difficile l'estimation de sa puissance, toutefois son épaisseur pourrait atteindre 1 600 m.

#### *III.2.1.1.5 Regroupement (JP) des Formations de Jupille (JUP) et Pèrnelle (PER)*

En Ardenne, la partie supérieure de la Formation de La Roche nettement plus gréseuse est attribuée à la Formation de Jupille (JUP). Elle est cartographiée par Dejonghe (2012) sous le regroupement (JP) des Formations de Jupille (JUP) et Pèrnelle (PER) dans un souci de cohérence avec les différentes cartes déjà levées. L'ensemble des formations de Jupille et de Pèrnelle se caractérise par l'abondance de paquets de bancs très lenticulaires, d'épaisseur pluricentimétrique à pluridécimétrique, de grès gris, gris bleu ou gris verdâtre, parfois laminaires, parfois argileux et prenant en périphérie des blocs une teinte d'altération brunâtre à rousse, voire limoniteuse. Ces roches gréseuses sont intercalées dans des phyllades gris bleu analogues à ceux de la Formation de La Roche.

L'ensemble Jupille - Pèrnelle n'est que très partiellement représenté sur la carte Amberloup - Flamierge, à l'ouest de Tenneville. Ce regroupement Jupille - Pèrnelle (JP) n'est confiné qu'à un triangle dont les côtés de l'angle aigu sont les failles de Ramont et de Tultai (Figure III-5), malgré cela son épaisseur est estimée à 150 m.

### **III.2.2. Cénozoïque**

#### ***III.2.2.1. 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 plus importants sont notés dans les vallées de l'Ourthe occidentale et ses affluents, systématiquement aux niveaux des

Formations de Villé et de La Roche. Même les plus importants restent de faible épaisseur et d'extension limitée.

Les alluvions sont constituées des produits d'altération des phyllades et des quartzites essentiellement. Des mélanges de limon argileux, de silt, de sable et de gravier peuvent s'y trouver.

#### **III.2.2.2. Tourbe**

La notice de la carte géologique mentionne la présence de tourbe au sud-ouest de la carte dans les zones de fagnes développées sur les parties les plus élevées du relief du plateau de Saint-Hubert. Ces zones n'ont cependant pas été cartographiées pour éviter la surcharge.

#### **III.2.2.3. Altérites (ALT)**

L'Ardenne a subi les effets de l'altération atmosphérique qui s'est manifestée à différentes périodes du Mésozoïque et du Cénozoïque sous des climats chauds et humides différents du climat actuel (Demoulin, 2003). A certains endroits, les roches ont été transformées sur plusieurs dizaines de mètres de profondeur. Les produits de l'altération résiduelle sont appelés des altérites.

Au bord sud de la planchette Flamierge, dans un secteur d'environ 2 km de long et 1,5 km de large dont l'extrémité NE recouvre la N4 autour des Km 136 et 137, les roches sont très fortement altérées (Figure III-4). Les schistes gris bleu sont transformés en argiles gris bleu et les grès gris en sables beiges. Ces derniers ont été exploités artisanalement dans des petites dépressions à l'ESE de Millomont.

Dans le quart sud-ouest de la planchette Amberloup, une très importante zone d'altérite couvre les bois de Hazeille, de Lambert Fays et Cousin sur une extension d'environ 5 km dans la direction NE et 4 km dans la direction NO (Figure III-4). On y relève l'apparition de kaolin au sud de l'aérodrome de Saint-Hubert. À certains endroits, l'épaisseur de cette altérite dépasse 20 mètres. Par exemple, dans un sondage<sup>1</sup> effectué au lieu-dit « Plastrai » du kaolin a été identifié à une profondeur de 23 m, mêlé à des débris de phyllades et de grès.

### **III.3. CADRE STRUCTURAL**

Du point de vue structural, selon Dejonghe (2012, 2013), la région s'intègre dans un endroit singulier de la structure tectonique de l'Ardenne, marqué par le changement de direction des axes de plis. Cette singularité semble responsable d'une certaine complexité de la carte

---

<sup>1</sup> X = 226 850 et Y = 79 110, Lambert belge, 1972 en m.

Amberloup – Flamierge qui se traduit par une disposition des plis en relais et un caractère décrochant de certaines failles.

Depuis son angle nord-ouest (Figure III-5) la carte montre l'Anticlinal de Halleux, auquel succède vers le centre le Synclinal de La Roche et enfin l'Anticlinal de Taverneux qui en occupe l'angle sud-est. Si les structures anticlinales sont essentiellement constituées par la Formation de Mirwart, le Synclinal de La Roche montre des terrains appartenant aux Formations de Villé, La Roche, Jupille et Pèrnelle. C'est une structure très évasée, s'ennoyant vers le NE, à couches ondulantes morcelées par deux réseaux de failles : transversales et longitudinales. Ainsi, le cœur est constitué des phyllades de la Formation de La Roche, en plateure (pendages voisins de 15°). Il est encadré, au SE, par des couches de la Formation de Villé, en série renversée (pendages variant de 50 à 75°SE) et, au NO, par des couches de la Formation de Villé, en série normale (pendage voisin de 60°SE).

Du point de vue de la tectonique cassante, le levé de la nouvelle carte géologique de Wallonie, basé sur les observations accumulées et sur une meilleure compréhension du schéma tectonique du massif ardennais, identifie un découpage par plusieurs réseaux de failles (Dejonghe, 2012). Il est possible, en effet, d'en distinguer deux types :

- des failles longitudinales présentant parfois un comportement chevauchant (avec d'ouest en est : les failles de Tultay, Mousny, Ronbouchi, Sainte-Ode, Givrulle, et Vencimont), sensiblement parallèles aux surfaces axiales des plis qu'elles coupent parfois en biseau,
- des failles transversales à jeux complexes qui présentent un pendage SE probablement compris entre 45 et 90° (avec d'ouest en est : Vecpré, Ramont, Baconfoy N, Baconfoy S, Moriville, Lokay et Borzée), qui recoupent les failles longitudinales et leurs sont donc postérieures (cf. coupes du poster A0).

Dans la Formation de Mirwart il n'existe pas d'horizons lithologiques suffisamment caractéristiques pour observer des décalages liés à un accident cassant. Dans ces conditions, la faille de Vencimont n'a pu être positionnée sur la carte géologique par Dejonghe (2012).

Notons également la présence de roches métamorphiques au sud de la faille de Vencimont notamment à Flamierge et Tillet, symbolisée par des hachures sur la Figure III-5, où les roches de la Formation de Mirwart montrent des phyllades ilménitifères.



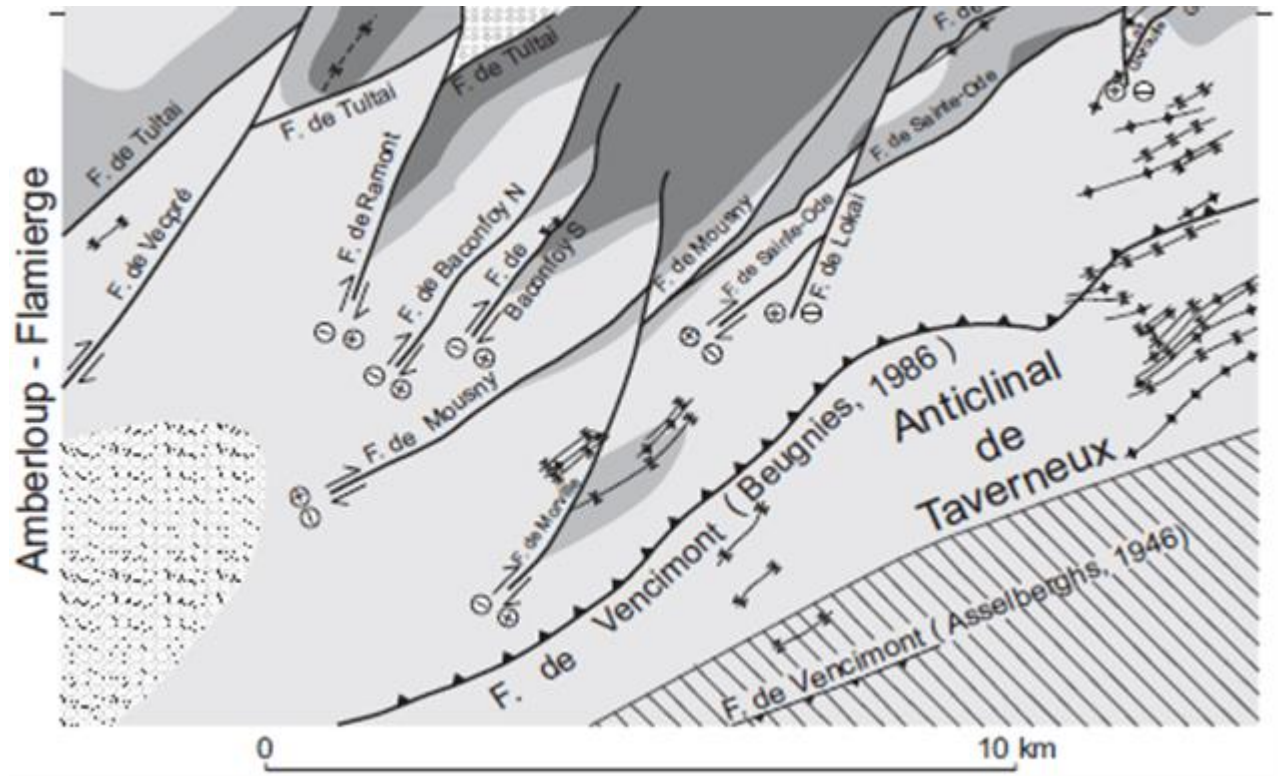


Figure III-5. Carte structurale extraite de Dejonghe, 2012.

## IV. CADRE HYDROGÉOLOGIQUE

Selon les caractéristiques hydrodynamiques, les unités hydrogéologiques sont définies en termes de :

- 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 : formation à caractère imperméable de très faible conductivité hydraulique et dans lequel on ne peut extraire économiquement des quantités d'eau appréciables (UNESCO - OMM, 1992);

Remarquons que 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, les terrains ardennais sont considérés comme plus ou moins aquicludes, comparés aux principaux aquifères de Wallonie (calcaire et craie notamment). Néanmoins, à l'échelle locale de la carte d'Amberloup – Flamierge (1/25 000), il est important de distinguer les potentiels hydrogéologiques des différentes formations géologiques rencontrées.

### IV.1. HYDROGÉOLOGIE RÉGIONALE

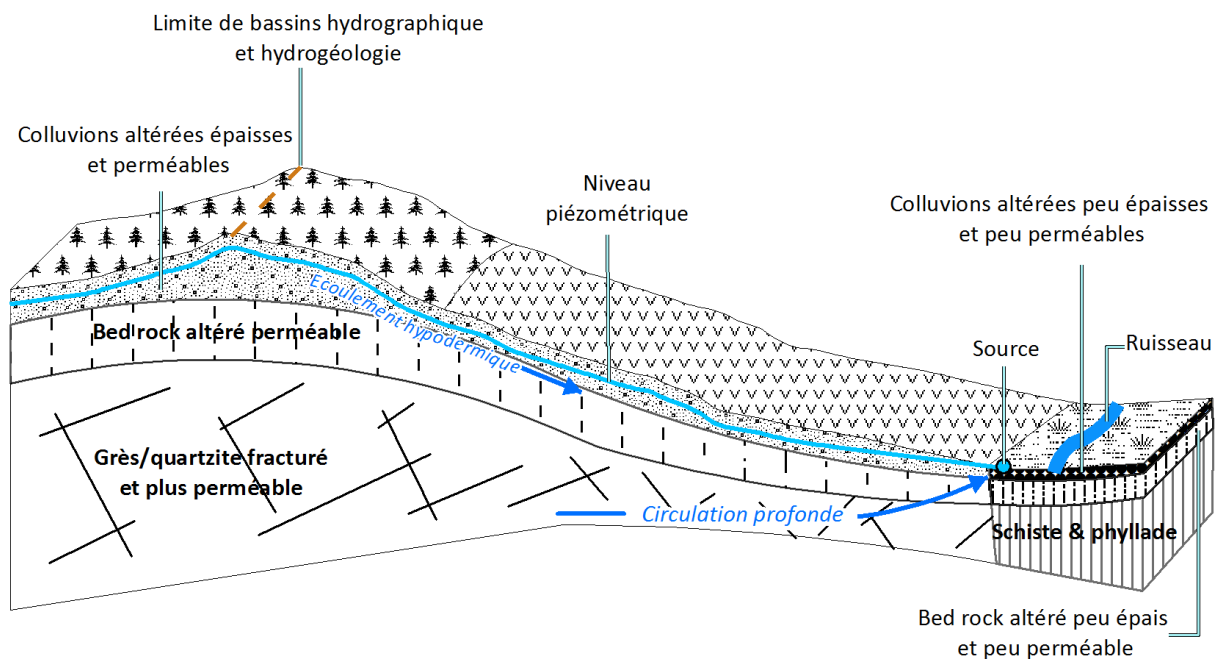
Les couches géologiques de l'Eodévonien de l'Ardenne sont composées de roches dures, très plissées et fracturées. Elles reposent en discordance sur les terrains calédoniens. La lithologie est constituée de schistes, de phyllades, de grès, de quartzites et de quartzophyllades. Le caractère aquifère du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

La carte hydrogéologique Amberloup – Flamierge s'inscrit entièrement dans la masse d'eau RWM100 « Grès et schistes du massif ardennais : Lesse, Ourthe, Amblève et Vesdre » (Figure IV-1) (SPW-DGO3, 2014).

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



**Figure IV-1. Masses d'eau souterraine en Wallonie. Localisation de la carte Amberloup - Flamierge (encadré)**



**Figure IV-2. Schéma hydrogéologique simplifié des nappes superficielles et profondes de l'Eodévonien de l'Ardenne**

### IV.1.1. Aquifère du manteau d'altération

Une première nappe est contenue dans le manteau d'altération des formations paléozoïques. C'est un aquifère relativement continu de type mixte<sup>1</sup> dont l'épaisseur peut en certains endroits dépasser les vingt mètres (III.2.2.3). Le bassin hydrogéologique de telles nappes est souvent calqué sur le bassin hydrographique indépendamment des formations géologiques (Figure IV-2).

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

### 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 (Figure IV-2). Ces niveaux forment généralement des entités individualisées indépendantes et d'extension variable mais relativement limitée (Derycke *et al.*, 1982). Ils peuvent toutefois être localement mis en contact ou cloisonnées par des failles selon la nature des matériaux de remplissage (sable, argiles ...). Ces niveaux sont de type fissuré et l'eau qu'ils contiennent est généralement sous pression. Etant profondes et de caractère souvent captif, les nappes sont moins soumises aux pollutions de surface. Il faut souligner néanmoins que des valeurs relativement élevées de nitrates peuvent être décelées dans certains puits sollicitant ces niveaux profonds. Ces derniers sont souvent bien oxygénés, preuve que ces nappes sont libres. Les nappes sont captées généralement par des puits profonds atteignant près de 100 m. Le

---

<sup>1</sup> Un aquifère est de type mixte s'il est caractérisé à la fois par une porosité d'interstice et une porosité de fissures. C'est le cas de l'aquifère du manteau d'altération où la porosité de pore peut être rencontrée dans les sables issus de l'altération des grès. La porosité de fissures peut se trouver dans les zones de fractures et dans les bancs de grès et de quartzites fissurés.

rendement de ces aquifères est plus important et sensiblement constant durant toute l'année.

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

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

#### **IV.1.3. Remarque générale**

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

- le captage de la nappe supérieure par drains et puits peu profonds avec mise en réserve de la circulation profonde, pendant la période de hautes eaux.
- le captage par puits profonds de la circulation souterraine captive, pendant la période d'étiage, au moment où la nappe supérieure est asséchée et très vulnérable à la pollution de surface.

### **IV.2. HYDROGÉOLOGIE LOCALE**

Compte tenu de la nature lithologique des terrains rencontrés au niveau de la carte de Amberloup - Flamierge, les ressources en eau souterraine sont assez limitées. De nature essentiellement schisteuse et phylladeuse, aucune de ces formations géologiques ne peut constituer un véritable aquifère. Cela explique en partie le manque d'informations hydrogéologiques disponibles sur cette planche.

En revanche, il est important de différencier les potentialités hydrogéologiques des différentes couches géologiques pour une exploitation à l'échelle locale. Il existe en effet des ressources hydriques d'importances variables. Ces ressources peuvent se trouver dans le manteau d'altération comme dans les passages gréseux et quartzitiques fissurés. Ces réserves aquifères, bien que limitées, sont néanmoins d'un grand intérêt non seulement pour l'alimentation du réseau hydrographique, mais aussi pour répondre aux besoins de consommation locale. Comme illustré dans le contexte hydrogéologique régional du Dévonien inférieur en Ardenne, le même schéma se retrouve au niveau de la carte ; à savoir

des nappes supérieures logées dans le manteau d'altération, telles les altérites, et une succession de nappes plus profondes contenues dans les passages gréseux et quartzitiques fissurés (Figure IV-2).

Dans le premier cas, les bassins hydrogéologiques peuvent être calqués en général sur les bassins hydrographiques presque indépendamment des formations géologiques. L'écoulement est influencé par le réseau hydrographique. Par contre, il est très difficile de localiser et de cartographier les potentiels aquifères plus profonds. Dans la même formation géologique, la perméabilité varie entre les niveaux schisto-phylladeux et les niveaux grésos-quartzitiques. Dans ces derniers, qui sont déjà difficilement cartographiables, la perméabilité dépend du degré de fissuration. De plus, toutes les fissurations et les zones de fractures, telles que les failles, ne sont pas toujours aquifères. En effet, cela dépend de la nature des produits de colmatage issus de l'altération des roches ; les schistes altérés deviennent des argiles très peu perméables, alors que les grès deviennent des sables dont la perméabilité est plus importante. Le rendement des prises d'eau dépend donc aussi de la connexion ou du compartimentage des nappes par le réseau de failles.

En tenant compte de la fréquence et de l'épaisseur des bancs gréseux et quartzitiques, sur base des descriptions lithostratigraphiques, trois unités hydrogéologiques peuvent être distinguées : l'aquiclude du Dévonien inférieur, l'aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur et l'aquiclude à niveaux aquifères de Villé. La correspondance entre les formations géologiques et les unités hydrogéologiques est reportée dans le Tableau IV-1.

**Tableau IV-1 : Tableau de correspondance géologie – hydrogéologie de la carte Amberloup - Flamierge**

Ere	Système	Série	Etage	Formation	Lithologie	Abréviation	Hydrogéologie
Cénozoïque	Quaternaire	Supérieur			Limon argileux - silt - sable- graviers	AMO	Aquifère alluvial
Paléozoïque	Dévonien	Inférieur	Praguien	Jupille - Pèrnelle	Grès et grès quartzite en paquets, parfois laminaires, dans des phyllades, parfois fossilifères.	JP	Aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur
				La Roche	Bancs de phyllades grossièrement feuilletés avec des intercalations de paquets de quartzites, fins à très fins, facilement altérables et des quartzophyllades schisteux. Parfois pyriteuse.	LAR	Aquiclude du Dévonien inférieur
				Villé	Quartzophyllades souvent gréseux, quartzite grossier micacé, psammitique, phyllades purs ou quartzeux et schistes quartzeux. Bancs fossilifères remarquablement abondants et calcareux. A la base, des phyllades quartzeux compacts, très ferrugineux, des quartzophyllades et du quartzite (sables rouges et bruns par altération).	VIL	Aquiclude à niveaux aquifères de Villé
				Mirwart	Schiste à la base, quartzite au sommet. Entre les deux, une alternance de phyllades et de schistes avec des quartzophyllades et avec des bancs ou des paquets de quartzites.	MIR	Aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur
			Lochkovien	St-Hubert	Siltites et schistes (altération de nodules carbonatés) et des paquets de grès et des quartzites. Quartzites au sommet	STH	Aquiclude du Dévonien inférieur

## IV.2.1. Description des principales unités hydrogéologiques

### IV.2.1.1. Aquiclude du Dévonien inférieur

L'aquiclude du Dévonien inférieur regroupe deux niveaux stratigraphiquement distincts : Formation de Saint Hubert (STH) d'une part, et la Formation de La Roche (LAR) d'autre part.

#### IV.2.1.1.1 Aquiclude du Dévonien inférieur de la Formation de Saint-Hubert (STH)

Pour rappel, cette formation de 550 à 700 m d'épaisseur est formée essentiellement de shales et de phyllades. S'agissant donc d'une couche peu perméable, la Formation de Saint Hubert (STH) est considérée comme un aquiclude malgré la présence de rares bancs gréseux ou quartzitiques susceptibles de renfermer de modestes ressources en eau.

La surface d'affleurement de l'aquiclude est assez restreinte (9,4 km<sup>2</sup>) marquée par plusieurs têtes de vallées donnant naissance à de petits ruisseaux de part et d'autre d'une ligne de partage sur le plateau de Saint-Hubert. Sur la carte, l'aquiclude du Dévonien inférieur de la Formation de Saint-Hubert est entièrement couvert par les altérites. Ces dernières renferment une nappe superficielle.

Les ressources de cet aquiclude sont peu sollicitées. Seuls 4 puits sont dénombrés pour les besoins de l'aéroport régional de Saint Hubert. La nappe superficielle des altérites est à l'origine de de plusieurs ruisseaux contribuant à l'alimentation du réseau hydrographique.

#### IV.2.1.1.2 Aquiclude du Dévonien inférieur de la Formation de La Roche (LAR)

Essentiellement phylladeuse et peu perméable, la Formation de La Roche (LAR) forme un imposant aquiclude d'environ 1 600 m d'épaisseur. Sa surface d'affleurement est assez limitée sur la carte (4,8 km<sup>2</sup>), essentiellement à proximité de Tenneville (Figure IV-3), et est sillonné par un réseau hydrographique reflétant le caractère peu perméable du sous-sol.

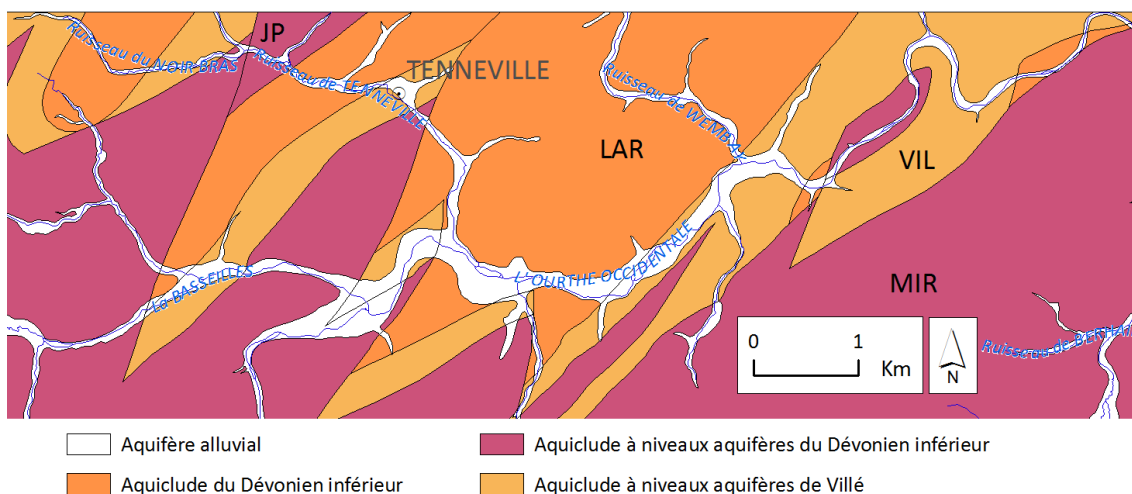


Figure IV-3. Zone d'affleurement de l'aquiclude du Dévonien inférieur (Formation de La Roche)



En plus de l'alimentation du réseau hydrographique, l'aquiclude du Dévonien inférieur renferme des ressources en eau exploitées pour les besoins locaux. Il s'agit exclusivement de puits de particuliers.

#### ***IV.2.1.2. Aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur***

L'aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur regroupe deux niveaux stratigraphiquement distincts : la Formation de Mirwart (MIR) d'une part et le regroupement (JP) des Formations de Jupille (JUP) et de Pèrnelle (PER). Bien que ces formations soient principalement aquicludes, elles peuvent renfermer dans les horizons siliceux des ressources modestes mais non négligeables pour une exploitation locale.

##### *IV.2.1.2.1 Aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur de la Formation de Mirwart (MIR)*

La Formation de Mirwart (MIR) est caractérisée par une alternance de phyllades, de schistes avec des quartzophyllades et des bancs ou des paquets de quartzites. C'est un aquiclude à niveaux aquifères de 1 100 m d'épaisseur, avec un manteau d'altération souvent supérieur à 10 m. C'est le cas notamment sur les altérites des reliefs et dans les pierriers de pied de versant.

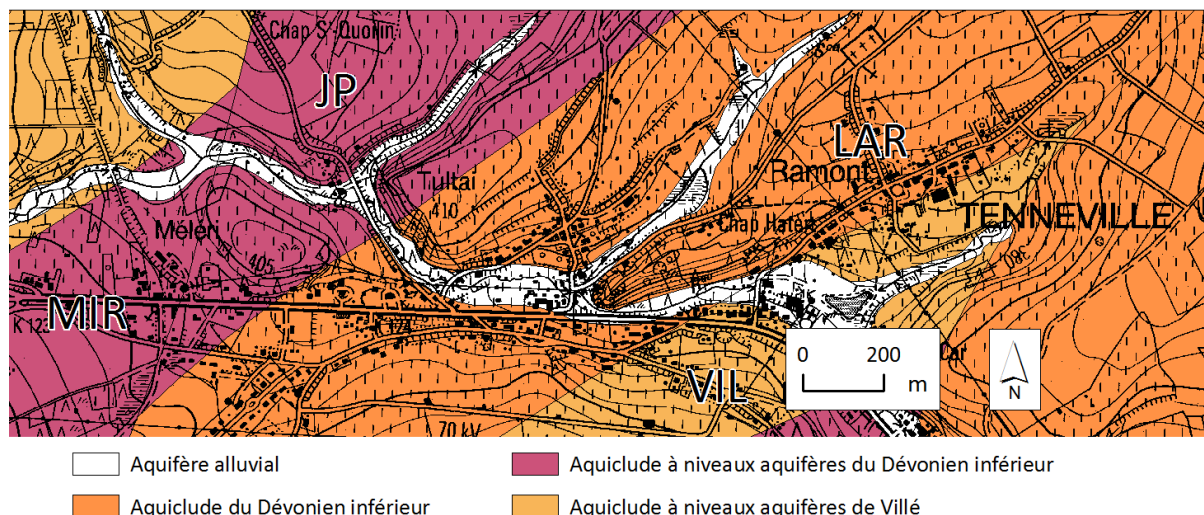
La surface d'affleurement de la Formation de Mirwart (MIR) couvre 123,4 km<sup>2</sup> sur la carte. Parsemée par de nombreuses sources captées ou non, cette unité est à l'origine de plusieurs ruisseaux pérennes ou intermittents. Les ressources hydriques de l'aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur sont principalement captées par puits privés en termes du nombre d'ouvrages et, par captages publics, par puits ou par drains, en termes de volumes prélevés. A l'est, l'exploitation se concentre notamment sur le plateau à proximité de Sainte-Ode et Flamierge. Par contre à l'ouest des captages par drains pour la distribution publique sont situés en tête de vallon dans les bassins hydrographiques des ruisseaux du Moulin et de Winachamps. Le choix des implantations privées répond surtout aux besoins locaux souvent indépendamment des considérations hydrogéologiques car ces ressources sont souvent localisées et limitées.

##### *IV.2.1.2.2 Aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur du regroupement (JP)*

Les bancs de grès de la Formations de Jupille (JUP) peuvent renfermer des ressources en eaux exploitables localement. L'unité hydrogéologique formée par cette formation majoritairement schisteuse est appelée aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur.

La zone d'affleurement occupe un petit triangle (0,5 km<sup>2</sup>) à l'ouest de Tenneville (Figure IV-4.

Les ressources de l'aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur sont modestement exploitées en termes de volumes prélevés, moins de 2 m<sup>3</sup>/j par le seul puits identifié.



**Figure IV-4. Zone d'affleurement de l'aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur (Formations de Jupille)**

#### **IV.2.1.3. Aquiclude à niveaux aquifères de Villé (VIL)**

L'aquiclude à niveaux aquifères de Villé se distingue des autres assises dévoniennes de l'Ardenne par ses teneurs carbonatées qui ont souvent un impact tampon sur le pH et augmentent la minéralisation des eaux. La dissolution des carbonates peut également accroître la perméabilité des roches et offre un potentiel hydrogéologique intéressant.

Malgré sa surface d'affleurement restreinte sur la carte (14,9 km<sup>2</sup>) dans le synclinal de La Roche et l'anticlinal de Halleux, l'aquiclude à niveaux aquifères de Villé alimente quelques sources à l'émergence et plusieurs puits essentiels pour la distribution publique au nord-ouest de la carte, ainsi que quelques sources et puits privés, pour des besoins domestiques ou agricoles.

#### **IV.2.2. Etude des linéaments**

Le sens d'écoulement des nappes et le choix d'implantation des sites potentiels d'exploitation des eaux souterraines sont difficiles à déterminer avec précision sur la carte compte tenu de la nature lithologique et de la structure du sous-sol.

L'étude des linéaments<sup>1</sup> peut donner une idée sur les axes préférentiels d'écoulement. Les linéaments indiquent en effet la résistance des roches ; les vallées sont creusées préférentiellement dans les terrains altérés et fracturés alors que les sommets sont formés de roches plus résistantes telles que les grès et les quartzites plus compacts. Les linéaments

<sup>1</sup> Les linéaments sont des structures géomorphologiques marquantes dans un paysage tel que les vallées (dépressions) ou des reliefs (ligne de crête).

recherchés, d'intérêt hydrogéologique, sont les dépressions puisque l'écoulement des eaux est favorisé dans les terrains fissurés. L'examen des linéaments sur la carte topographique, en suivant les thalwegs, montre quatre directions principales ; N-S d'une part et NE-SO selon l'axe anticlinal de l'Ardenne mais aussi leurs perpendiculaires. Ces directions sont également reflétées par les principaux cours d'eau du point de vue hydrographique et par les failles du point de vue structural. L'écoulement doit se faire préférentiellement dans ces directions. Ainsi, les meilleurs sites d'implantation de captages se situent à l'intersection de plusieurs linéaments. L'étude géophysique permet d'affiner ce choix si des zones de fracturation importantes sont décelées.

### **IV.2.3. Piézométrie**

Même après la campagne de terrain, effectuée en 2011 dans le cadre de la réalisation de la carte hydrogéologique, les données piézométriques restent peu nombreuses sur la planche Amberloup - Flamierge.

La carte piézométrique (isopièzes) ne peut être tracée pour aucune des unités hydrogéologiques définies sur la carte. Outre la rareté des données, cela tient aussi du 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 intercalés dans une masse schisteuse et phylladeuse peu perméable. Ce schéma de superposition des nappes d'importances variables 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.

La piézométrie ne peut être représentée sur la carte que par des cotes ponctuelles. Il faut toutefois la prendre 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 aquifères productifs 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. Le niveau piézométrique s'équilibre près de la surface du sol. Il représente la charge hydraulique et non le niveau réel d'eau dans le sous-sol.

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

#### **IV.2.1. Coupes hydrogéologiques**

La localisation et la direction NO-SE des deux coupes hydrogéologiques (cf. poster A0) sont choisies pour représenter au mieux la structure de toutes les unités hydrogéologiques présentes sur la carte ainsi que le synclinal de La Roche.

La coupe A-A' traverse une zone fortement tectonisée. Du nord vers le sud, on a un synclinal à cœur aquiclude du Dévonien inférieur (Formation de La Roche) limité par la faille de Tultai à pente sud comme toutes les failles longitudinales de la région. Ensuite affleure l'aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur (Formation de Mirwart) et une zone de partage des eaux aux environs de Stambi. La coupe traverse ensuite une zone boisée, dans laquelle elle rencontre la faille transversale de Ramont. Se développe ensuite un synclinal à cœur de Formation de La Roche amputé de son flanc nord. Dans ce synclinal, la vallée du ruisseau de Basseille montre un net élargissement à hauteur de l'aquiclude à niveaux aquifères de la Formation de Villé. A hauteur de la vallée de l'Ourthe occidentale, la coupe rentre dans un vaste domaine où affleure l'aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur (Formation de Mirwart) et l'aquiclude à niveaux aquifères de la Formation de Villé, réapparaissant à l'occasion de failles transversales ou longitudinales. La coupe se termine dans une structure synclinale à cœur de l'aquiclude à niveaux aquifères de la Formation de Villé dans lequel s'étale la confluence entre le ruisseau de Laval et l'Ourthe Occidentale. Au-delà de ce point, la coupe se poursuit dans le plateau agricole de Bastogne constitué par l'aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur (Formation de Mirwart).

Cette coupe A-A' montre qu'existent sur la carte plusieurs synclinaux parfois faillés où l'aquiclude à niveaux aquifères de la Formation de Villé est particulièrement développé en profondeur. Ces structures faillées doivent être pour la carte hydrogéologique Amberloup – Flamierge des cibles idéales dans la prospection de nouvelles réserves aquifères exploitables par puits. Malheureusement notons aussi qu'en Ardenne ces structures faillées dans la formation de Villé sont connues pour les minéralisations en plomb (La Neuville au bois, Petite Hoursinne, La Roche, Longvilly, Wisembach, etc).

La coupe B-B' traverse, du nord vers le sud, le lit majeur de l'Ourthe occidentale particulièrement large dans l'aquiclude à niveaux aquifères de la Formation de Villé, sur le

flanc Nord d'un synclinal à cœur de Formation de La Roche. Ce synclinal est amputé de son flanc sud par la faille longitudinale de Saint – Ode. Au-delà de celle-ci la coupe traverse une zone de partage des eaux aux environs du village de de Wigny où affleure l'aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur (Formation de Mirwart). Cet aquiclude se poursuit ensuite à l'affleurement sur le plateau agricole de Bastogne. Ce plateau est mollement ondulé et parsemé de sources donnant lieu à quelques petits ruisseaux à vallées peu encaissées.

Soulignons que le bassin hydrogéologique des nappes supérieures, caractérisées par un écoulement hypodermique, correspond au bassin hydrographique, indépendamment des considérations stratigraphiques.

## V. HYDROCHIMIE

En janvier 2014, 16 ouvrages caractérisés par au moins une analyse chimique sont répertoriés sur l'ensemble de la carte Amberloup - Flamierge. Au total, 2 633 analyses proviennent principalement de la base de données Calypso du SPW. Les données sont aussi issues de rapports d'études hydrogéologiques, de 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.

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*<sup>1</sup> ».

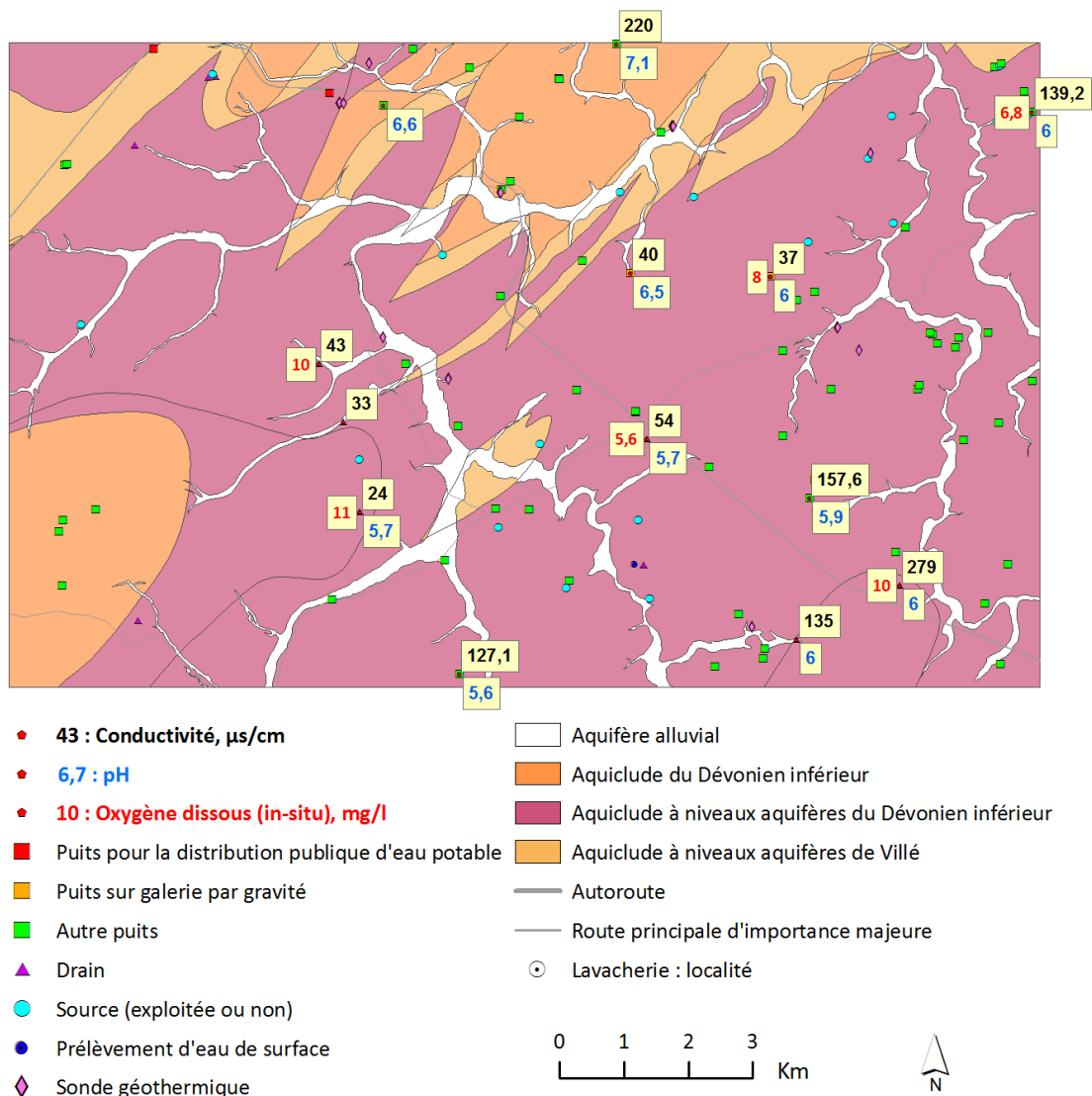
### V.1.1. Paramètres physico-chimiques

Non seulement les ressources en eau souterraine sur la carte sont assez limitées, mais leur pH allant de 5,7 pour les eaux les plus acides à 7,1 pour les plus basiques peut poser également un problème pour la distribution publique d'eau potable. Cette plage de pH mesurés dans les captages de la carte hydrogéologique Amberloup – Flamierge reflète les variations de teneurs en carbonates des différentes unités hydrogéologiques (Figure V-1). Le pH des eaux de l'aquiclude à niveaux aquifères de Villé devrait être supérieur grâce à la présence carbonatée mais les données disponibles ne permettent pas de le confirmer. Pour les eaux les plus acides, un traitement préalable est nécessaire pour réduire leur agressivité vis-à-vis des canalisations métalliques mais aussi pour protéger les appareils électroménagers et les machines.

L'eau est peu minéralisée avec de faibles valeurs de conductivité (de 24 à 279  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) reflétant la nature silicatée du sous-sol. Les valeurs plus élevées attestent de la présence des carbonates. L'oxygène dissous est bien présent dans les eaux, aussi bien dans les nappes profondes, captées principalement par puits forés, que dans les nappes supérieures, exploitées surtout par des drains. Ceci suppose que les nappes profondes ne sont pas confinées et qu'une bonne circulation souterraine a lieu avec éventuellement des communications entre les nappes. 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 et de la faiblesse du jeu de données.

---

<sup>1</sup> « *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).



**Figure V-1. Paramètres physicochimiques des eaux souterraines sur la planche de Amberloup – Flamierge**

### V.1.2. Caractéristiques minérales

Les concentrations des principaux éléments minéraux des eaux souterraines sur la planche Amberloup - Flamierge sont représentées dans le Tableau V-1. Pour la plupart des ouvrages, ce sont des concentrations moyennes calculées sur la période du suivi indiquée. De manière générale, les eaux sont très peu minéralisées, reflétant parfaitement la nature allumino-silicatée du sous-sol. Les faibles concentrations en calcium démontrent bien que les terrains sont pauvres en carbonates. L'aquiclude à niveaux aquifères de Villé devrait se détacher par des teneurs carbonatées plus élevées. Cependant aucune donnée hydrochimique n'est disponible pour cette unité

Dans les puits rencontrant les nappes profondes, des valeurs parfois élevées en fer sont observées (Froide Millomont, Flamisoule D1, Tony D1). A ce sujet, le puits Forage de

Tenneville - Le Chene Brule dépasse fortement les normes avec une valeur en Fe de 800 µg/l, soit 4 fois la norme. Comme souvent en Ardenne, ce type d'eau montre aussi une teneur élevée en manganèse qui, avec 300 mg/l, excède de 6 fois la norme. La potabilisation de cette eau nécessite de la part des exploitants soit un traitement déférisant, soit un mélange avec d'autres eaux.

**Tableau V-1. Composition minéralogique indicative des eaux souterraines au niveau des puits sollicitant l'aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur sur la carte Amberloup – Flamierge.**

Paramètre	Ca	Mg	Na	K	Cl	SO4	Fe	Bicarbonates	Période	
Unité	mg/l						µg/l	mgHCO3/l		
Norme	270	50	200		250	250	200			
Nom d'ouvrage	LAVACHERIE FRAIPINET D1	4,7	1,5	2,9	0,5	3,5		7,0	1997	
	LAVACHERIE-BOKAISSART D1	2,3	1,4	2,3	0,3	3,3	7,3	15	1997-2000	
	FROIDE MILLOMONT	11,4	3,8	6,7	1,3	14,4	5,1	229	1997-1999	
	FLAMISOULE D1	20,0	6,4	16,7	2,0	49,0	9,2	183	1994-1998	
	TONY D1	1,8	1,2	2,4	0,3	4,1	3,5	196	1997-1999	
	SPRIMONT D1	10,0	4,7	5,6	1,2	24,5	3,4	81	1995-1999	
	GROS BOUCHY G1	1,8	0,5	2,0	0,1	3,5	1,5	8,0	1994-2004	
	LANEUVILLE AU BOIS	6,7	1,8	2,6	0,2		23,0	0	28	1999
	PUITS BETHOMONT	10,0	4,9	7,5	10,8	25,5	3,3			2011
	FORAGE DE TENNEVILLE - LE CHENE BRULE	9,5	10,6	4,8	0,4		75,0	800	79	1999
ROUMONT G1	2,7	1,2	2,4	0,2	3,8	4,6	67		1997-1998	

### V.1.3. Nitrates

La carte Amberloup – Flamierge n'est pas située dans une zone vulnérable aux nitrates telle que celles délimitées par arrêtés ministériels. Les concentrations en nitrate sont variables mais toujours inférieures à 50 mg/l (Figure V-2), norme exigée par la Région wallonne pour les eaux souterraines. Certains ouvrages sont toutefois à surveiller dans l'est de la carte (valeurs supérieures à 25 mg/l) se rapprochant de la valeur maximale autorisée. Une corrélation avec l'activité agricole du plateau de Bastogne peut être invoquée.



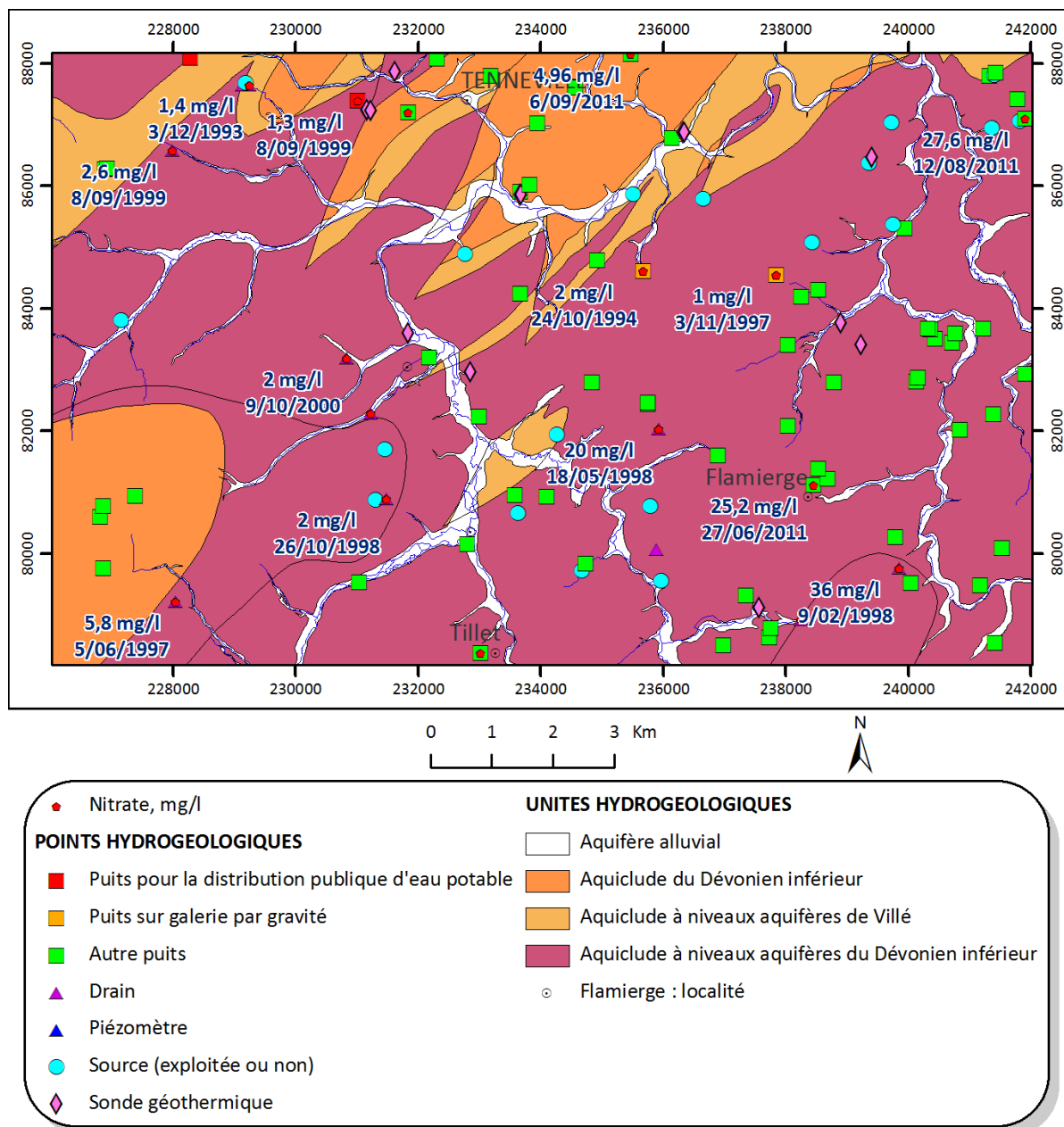


Figure V-2. Teneurs en nitrates dans les eaux souterraines sur la carte Amberloup - Flamierge

### V.1.1. Caractéristiques bactériologiques

Compte tenu des analyses disponibles, la qualité bactériologique des eaux souterraines au niveau des différents ouvrages ne peut être évaluée.

## VI. EXPLOITATION DES AQUIFERES

Tous les ouvrages recensés en 2014, sans distinction de nature (puits, piézomètres, sources...), ont été reportés sur la carte thématique « *Carte des volumes d'eau prélevés* » (1/50 000). Cette carte représente également l'exploitation des nappes d'eau souterraine en distinguant les prélèvements publics pour la distribution d'eau potable et les prélèvements privés ainsi que l'exploitation moyenne des ouvrages.

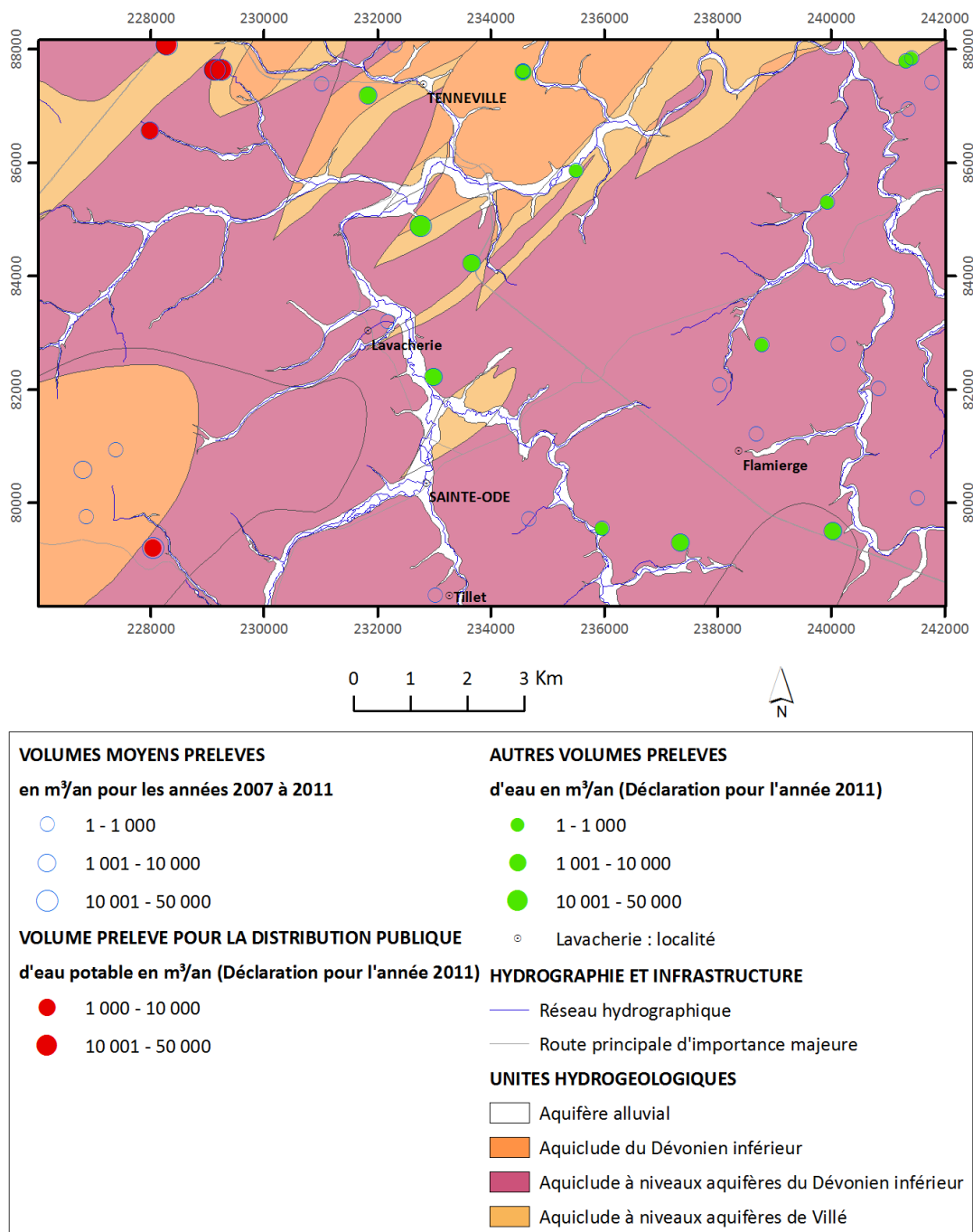
Les ouvrages (puits, piézomètres, sources, etc.) sont différenciés selon l'aquifère qu'ils atteignent. La couleur des symboles utilisés est identique à la couleur de la nappe atteinte. L'intérêt de cette donnée est de pouvoir rapporter toute information ponctuelle (chimie, piézométrie, test, etc.) à la nappe correspondante. Dans le cas de l'Ardenne, les ouvrages sont généralement reliés à l'aquifère à l'affleurement parce que l'épaisseur des formations géologiques du Dévonien inférieur sont importantes. Si par contre, le log stratigraphique du forage indique qu'une unité hydrogéologique sous-jacente alimente un puits, ce sera cette nappe qui sera considérée.

Les volumes prélevés pour la distribution publique d'eau sont exprimés en m<sup>3</sup>/an (déclaration 2011 qui correspond à l'année la plus récente entièrement encodée au SPW). Ils sont symbolisés par des pastilles rouges dont le diamètre est proportionnel aux débits pompés. Le service communal de Tenneville est le seul producteur public d'eau potable sur la carte.

Les autres volumes, exploités par des industries, des particuliers ..., sont également exprimés en m<sup>3</sup>/an (déclaration 2011), mais sont représentés par des pastilles vertes avec un diamètre proportionnel au débit annuel.

Pour rendre compte de l'importance des différents sites d'exploitation, des volumes moyens ont été calculés sur les cinq dernières années encodées. Ces volumes correspondent à une moyenne d'exploitation annuelle entre 2007 et 2011. Il faut souligner que certains captages peuvent avoir peu fonctionné pendant cet intervalle. C'est le cas par exemple des captages d'appoint. Les volumes moyens doivent être interprétés avec prudence. Ils ne reflètent que des valeurs indicatives de l'exploitation.

L'exploitation des eaux souterraines sur la carte Amberloup - Flamierge est illustrée sur la Figure VI-1. Pratiquement tous les ouvrages représentés sur cette figure sont en activité, mais la plupart des volumes trop modestes n'est pas comptabilisée. 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 de canalisation et de maintenance.



**Figure VI-1. Exploitation des eaux souterraines sur la carte de Amberloup - Flamierge**

L'exploitation moyenne annuelle pour la période 2007-2011 montre que le volume total prélevé sur l'ensemble du territoire couvert par la carte Amberloup - Flamierge est d'environ 150 000 m<sup>3</sup>. Logiquement (vu son extension), l'aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur fournit 47 % de ce volume. L'aquiclude du Dévonien inférieur contribue à 4 % seulement du volume total, alors que l'aquiclude à niveau aquifères de Villé produit 49 % (Figure VI-2). On peut en conclure que le choix de la plupart des sites de captage privés sur la carte est dicté par les besoins locaux plutôt que par des considérations hydrogéologiques.

Pour la distribution publique, ce choix est plutôt influencé par les potentialités hydrogéologiques.

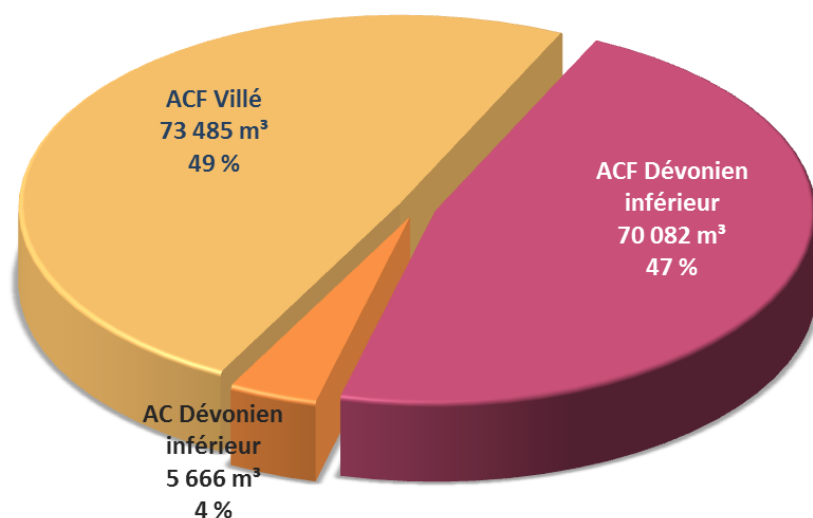


Figure VI-2. Répartition des volumes moyens annuels prélevés sur la carte de Amberloup - Flamierge en fonction des unités hydrogéologiques. ACF : Aquiclude à niveaux aquifères

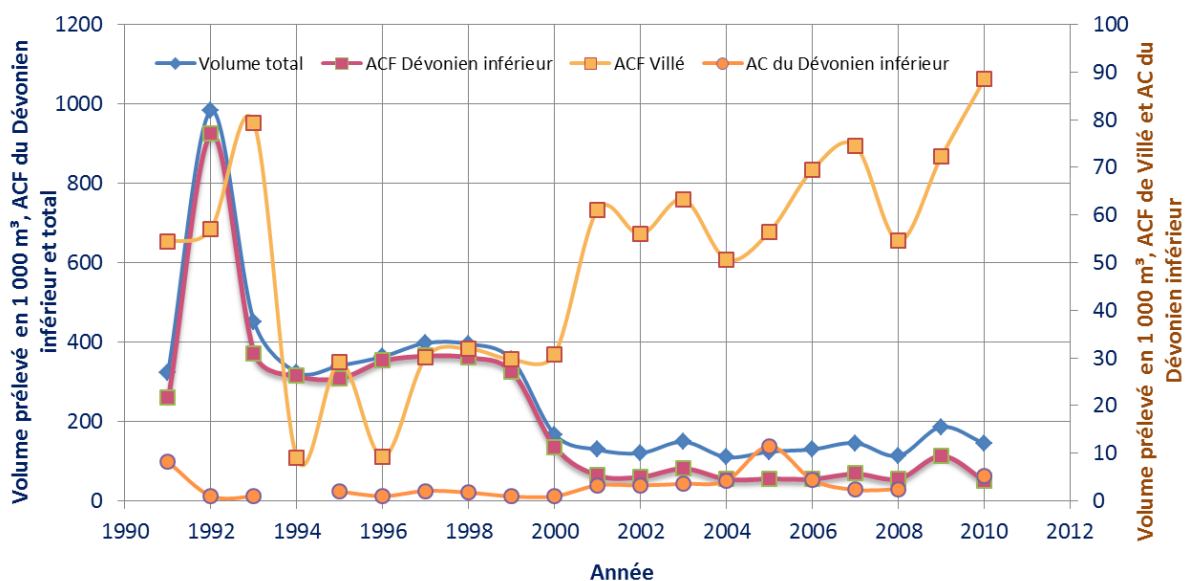


Figure VI-3. Evolution des volumes annuels prélevés sur la carte de Amberloup - Flamierge en fonction des unités hydrogéologiques

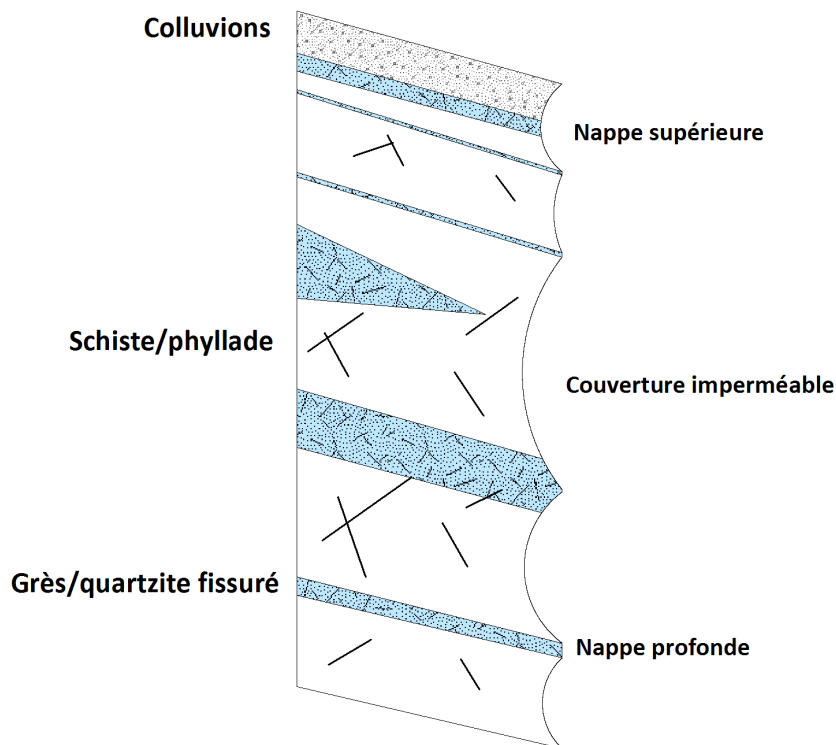
La Figure VI-3 montre, en 2000, une diminution du volume total produit sur la carte Amberloup-Flamierge, avec l'abandon de captages destinés à la distribution publique dans l'aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur. Conjointement, une augmentation de la production de l'aquiclude à niveaux aquifères de Villé apparaît, bien que cette augmentation ne compense pas totalement les volumes abandonnés (en raison de la différence d'échelle entre les deux tracés).

## VII. CARACTÉRISATION DE LA COUVERTURE ET PARAMÈTRES HYDROGÉOLOGIQUES DES NAPPES

### VII.1. CARACTÉRISATION DE LA COUVERTURE 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* ». Pour rappel, les ressources en eau sur la carte se trouvent soit dans le manteau d'altération (nappes supérieures), soit dans les bancs fissurés de grès et/ou de quartzites (nappes profondes) au sein d'une masse schisteuse et/ou phylladeuse (Figure IV-2). La couverture des nappes est définie en termes de perméabilité : perméable, semi-perméable ou imperméable.

Dans le cas de la carte Amberloup - Flamierge, comme par ailleurs dans les terrains de l'Eodévonien de l'Ardenne où il n'existe pas de formation géologique aquifère, la couverture qui est considérée ici concerne les nappes profondes (Figure VII-1).



**Figure VII-1. Schéma simplifié de la couverture des nappes d'eau souterraine dans l'Eodévonien inférieur de l'Ardenne.**

Les nappes supérieures peuvent être considérées comme étant à l'affleurement ou sous une couverture perméable assurée par les colluvions. D'où la vulnérabilité de ce type de nappe. En revanche, les nappes profondes peuvent être considérées comme relativement mieux protégées par la masse schisto-phylladeuse qui les enveloppe. Une distinction relative peut être faite entre les nappes qui se trouvent dans l'aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur et l'aquiclude à niveaux aquifères de Villé d'une part et l'aquiclude du Dévonien

inférieur d'autre part. Dans ce dernier, la masse schisto-phylladeuse étant plus présente, les nappes peuvent être considérées comme mieux protégées par une couverture imperméable. Pour les autres, les bancs fracturés de grès/quartzite sont plus fréquents, les nappes sont considérées comme étant protégées par une couverture semi-perméable.

Il n'empêche que, les zones de failles partiellement connues et cartographiées sur la carte, pourraient constituer des lacunes à cette protection naturelle contre les polluants de surface.

## VII.2. PARAMETRES HYDROGEOLOGIQUES

L'objectif des tests sur le terrain (essais de pompage, tests d'injection, traçages...) est souvent de définir les caractéristiques hydrauliques de l'aquifère à l'aide de méthodes d'interprétation basées sur des solutions analytiques simplifiées ou sur la calibration de modèles numériques. Les principaux paramètres caractérisant l'écoulement d'eau souterraine et le transport de solutés sont respectivement, la conductivité hydraulique (K), le coefficient d'emmagasinement spécifique ( $S_s$ ), la porosité effective de drainage, la porosité effective de transport et la dispersivité longitudinale.

### Remarques

- La transmissivité (T) est l'intégration de la conductivité hydraulique (K) sur une épaisseur saturée donnée pour ramener le plus souvent l'écoulement à un processus 2D. Cette épaisseur est habituellement l'épaisseur totale de l'aquifère si il s'agit d'un aquifère captif et la hauteur d'eau saturée (très variable) si il s'agit d'un aquifère libre.
- Le coefficient d'emmagasinement est également une grandeur 2D intégrant le coefficient d'emmagasinement spécifique sur l'épaisseur de l'aquifère pour les nappes captives. Pour les nappes libres, le coefficient d'emmagasinement est approximé par la porosité effective (ou efficace) de drainage.

Vu la multitude et la complexité des méthodes et concepts utilisés pour leur définition et leur détermination, la description détaillée de ces notions sort du cadre de cette notice. Nous invitons le lecteur à consulter le site Internet de la carte hydrogéologique de Wallonie (<http://environnement.wallonie.be/cartosig/cartehydrogeo/concepts.htm>). Les concepts majeurs de l'hydrogéologie y sont abordés de manière simplifiée et quelques références bibliographiques y sont renseignées.

A titre indicatif, le Tableau VII-1 et le Tableau VII-2 présentent quelques valeurs de conductivité hydraulique selon le type de terrain (roche meuble ou indurée, lithologie, degré de fissuration...). Il faut remarquer que la valeur de ce paramètre varie fortement en fonction

de l'échelle d'investigation. Ainsi, on parle de conductivité hydraulique soit à l'échelle 'macroscopique' pour des mesures effectuées en laboratoires sur des échantillons, soit à l'échelle 'mégascopique' pour les valeurs relatives à la zone réellement investiguée par des essais menés sur le terrain.

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

K en m/s	10	1	10 <sup>-1</sup>	10 <sup>-2</sup>	10 <sup>-3</sup>	10 <sup>-4</sup>	10 <sup>-5</sup>	10 <sup>-6</sup>	10 <sup>-7</sup>	10 <sup>-8</sup>	10 <sup>-9</sup>	10 <sup>-10</sup>	10 <sup>-11</sup>
Granulométrie homogène	gravier pur				sable pur		sable très fin			limons		argile	
Granulométrie variée	gravier gros&moy		gravier et sable			sable et limons argileux							

**Tableau VII-2 : Intervalles de valeurs indicatives pour la conductivité hydraulique de différentes lithologies (échelles macroscopique & mégascopique) (Dassargues, 2010)**

Lithologie		K (m/s)
Granites et Gneiss	avec fissures	1 × 10 <sup>-7</sup> – 1 × 10 <sup>-4</sup>
	sans fissure	1 × 10 <sup>-14</sup> – 1 × 10 <sup>-10</sup>
Basaltes	avec fissures	1 × 10 <sup>-7</sup> – 1 × 10 <sup>-3</sup>
	sans fissure	1 × 10 <sup>-12</sup> – 1 × 10 <sup>-9</sup>
Quartzites	avec fissures	1 × 10 <sup>-7</sup> – 1 × 10 <sup>-4</sup>
	sans fissure	1 × 10 <sup>-12</sup> – 1 × 10 <sup>-9</sup>
Shales (argilites)		1 × 10 <sup>-13</sup> – 1 × 10 <sup>-9</sup>
Schistes (argilites schistosées)		1 × 10 <sup>-9</sup> – 1 × 10 <sup>-5</sup>
Calcaires	karstifiés	1 × 10 <sup>-5</sup> – 1 × 10 <sup>-1</sup>
	avec fissures	1 × 10 <sup>-9</sup> – 1 × 10 <sup>-3</sup>
	sans fissure	1 × 10 <sup>-12</sup> – 1 × 10 <sup>-9</sup>
Grès	avec fissures	1 × 10 <sup>-5</sup> – 1 × 10 <sup>-3</sup>
	sans fissure	1 × 10 <sup>-9</sup> – 1 × 10 <sup>-5</sup>
Craies		1 × 10 <sup>-6</sup> – 1 × 10 <sup>-3</sup>
Tufs volcaniques		1 × 10 <sup>-7</sup> – 1 × 10 <sup>-3</sup>
Graviers		1 × 10 <sup>-4</sup> – 1 × 10 <sup>-1</sup>
Sables		1 × 10 <sup>-6</sup> – 1 × 10 <sup>-2</sup>
Sils, limons		1 × 10 <sup>-9</sup> – 1 × 10 <sup>-4</sup>
Argiles et limons		1 × 10 <sup>-13</sup> – 1 × 10 <sup>-7</sup>

Le sous-sol, constitué de terrains meubles ou de roches consolidées, peut aussi être caractérisé par ses porosités. Pour l'écoulement des eaux souterraines, seule la porosité effective (ou efficace) de drainage est considérée car sa valeur tient lieu de coefficient d'emménagement en nappe libre. A titre indicatif, le Tableau VII-3 reprend quelques intervalles de valeurs de porosité totale et porosité effective de drainage en fonction du type de roches. Comme pour la conductivité hydraulique, ce paramètre est dépendant de l'échelle d'investigation (laboratoire – terrain).

**Tableau VII-3 : Intervalles de valeurs indicatives pour la porosité (n) et la porosité effective de drainage (ne) de différentes lithologies (échelles macroscopique & mégascopique) (Dassargues, 2010)**

Lithologie	n (%)	ne (%)
Granites et Gneiss	0,02 - 2	0,1 - 2*
Quartzites	0,5 - 2	0 - 2*
Shales (argilites)	0,1 - 7,5	0,1 - 1*
Schistes (argilites schistosées)	0,1 - 7,5	0,1 - 2*
Calcaires et Dolomies primaires	0,5 - 15	0,1 - 14*
Dolomies secondaires	10 - 30	5 - 15*
Craies	0,5 - 45	0,5 - 15*
Grès, Psammites	3 - 38	3 - 25
Tufs volcaniques	30 - 40	5 - 15
Graviers	15 - 25	5 - 25
Sables	15 - 35	5 - 25
Silts	30 - 45	5 - 15
Argiles et limons	40 - 70	0,1 - 3

\*dépendante de la fissuration

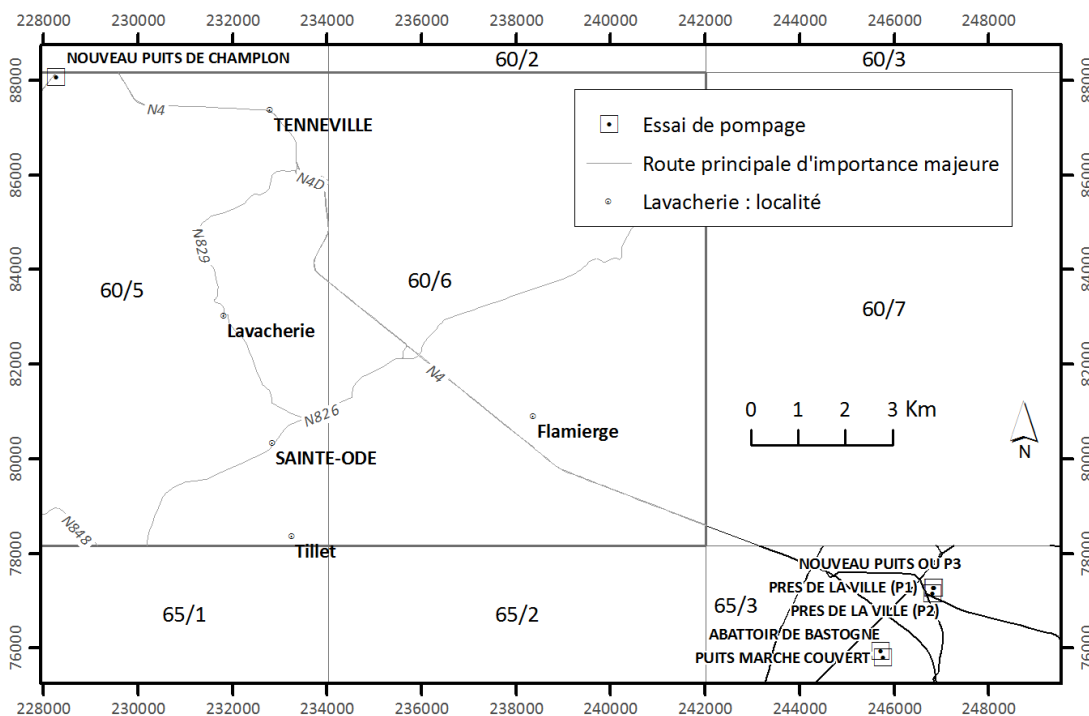
Faute de données chiffrées suffisantes sur la planche d'Amberloup - Flamierge, des valeurs de perméabilité et de transmissivité disponibles sur la carte hydrogéologique voisine Bastogne – Wardin 65/3-4 sont reprises dans le Tableau VII-4 (Bouezmarni, 2006). Ces points sont localisés sur la Figure VII-2 pour illustrer leurs distances par rapport à la carte hydrogéologique Amberloup - Flamierge.

Vu le contexte hydrogéologique local, la perméabilité d'une même unité hydrogéologique peut changer très fortement selon la présence de schistes et phyllades et l'importance des bancs gréseux et quartzitiques fissurés. Par conséquent, les données des essais de pompage ne peuvent encore moins dans ce cas être généralisées. Il s'agit de valeurs indicatives à l'échelle locale. Dans les zones schisteuses et dans les zones peu fracturées des valeurs de conductivité hydrauliques extrêmes de  $10^{-7}$  m/s ont pu être observées dans les terrains du Dévonien inférieur (Calembert et Monjoie, 1973) quel que soit l'unité hydrogéologique concernée.



**Tableau VII-4 : Valeurs de test des aquifères dans ou à proximité immédiate de la carte Amberloup – Flamierge.**

Nom	X	Y	K, m/s	T, m <sup>2</sup> /s	Date	Profondeur, m
NOUVEAU PUIITS DE CHAMPLON (Carte 60/5-6)	228273	88081		1,2 x 10 <sup>-4</sup> 1,1 x 10 <sup>-4</sup> 4,3 x 10 <sup>-5</sup>	25/12/2000	68
ABATTOIR DE BASTOGNE (Carte 65/3-4)	245720	75940			1/04/2001	200
PUIITS MARCHE COUVERT (Carte 65/3-4)	245770	75810		4,3 x 10 <sup>-4</sup> 1,5 x 10 <sup>-4</sup> 1,1 x 10 <sup>-5</sup> 2,4 x 10 <sup>-5</sup>	1/04/2001	210
PRES DE LA VILLE (P1) (Carte 65/3-4)	246830	77280	4,0 x 10 <sup>-6</sup> 3,3 x 10 <sup>-6</sup> 2,4 x 10 <sup>-6</sup>		1/10/1999	100
PRES DE LA VILLE (P2) (Carte 65/3-4)	246850	77280	1,8 10 <sup>-6</sup> 1,3 10 <sup>-6</sup> 1,1 10 <sup>-6</sup>		1/10/1999	50
NOUVEAU PUIITS OU P3 (Carte 65/3-4)	246810	77160	5 10 <sup>-6</sup>	4 10 <sup>-3</sup>	1/05/2001	81.6



**Figure VII-2. Localisation des ouvrages avec essai de pompage au voisinage de la carte d'Amberloup - Flamierge**

### VII.2.1. Essais de pompage sur les puits de Bastogne

Le puits "ABATTOIR DE BASTOGNE" est un puits tubé profond de 200 m qui sert à l'alimentation de l'abattoir de Bastogne. L'essai de pompage réalisé sur ce puits permet de

calculer par la méthode de Theis-Jacob les valeurs de transmissivité reprises sur le tableau 4 (Debbaut, 2001). Le débit d'exploitation recommandé à la suite de l'essai est de 4 m<sup>3</sup>/h.

Les puits "PRES DE LA VILLE (P1)", "PRES DE LA VILLE (P2)" et "NOUVEAU PUIITS OU P3" appartiennent la société Euro-Locks. Le puits P1 est profond de 100 m et crépiné de 7 à 100 m alors que le puits P2 est profond de 50 m et crépiné de 10 à 50 m. Tout d'abord, les résultats des essais de pompages sur les deux premiers puits ont montré que le P2 est globalement moins productif que le P1 mais que la réalimentation par la nappe à plus grande distance est similaire pour les deux puits (Meus et Marchal, 1999). Pour ces deux puits, les valeurs de perméabilité ont été obtenues par la méthode de Dupuis et les valeurs de transmissivité par la méthode de Jacob (Tableau VII-4). Par ailleurs, le P3 fait 83 m de profondeur et crépiné de 14 m à 81,6m. Ce puits est plus productif que les deux précédents. Les résultats des essais de pompage ne montrent aucun signe de surexploitation de l'aquifère compte tenu des transmissivités constantes (de l'ordre du 10<sup>-3</sup> m<sup>2</sup>/s), d'un retour au niveau statique de départ rapide et complet, de la courbe caractéristique du puits sans point d'inflexion clair et d'un rabattement horaire nul pendant les 3 derniers jours du pompage de moyenne durée (Marchal, 2001). La stabilisation au débit maximum testé qui est de 11,8 m<sup>3</sup>/h, a été obtenue après 8 jours de pompage.

### **VII.2.2. Essais de pompage sur le Nouveau Puits de Champlon**

Le "NOUVEAU PUIITS DE CHAMPLON" est le seul ouvrage de la carte où un pompage d'essai a été réalisé. Ce puits tubé, profond de 68 m qui sert à l'alimentation du réseau communal de distribution d'eau potable de Tenneville. Selon le rapport de forage (Fautre, 1990), la nappe au repos fluctuait en 1989 entre - 8 et - 9 m par rapport au niveau du sol. Suite à une bonne réponse de la nappe à un essai de 6 heures avec un débit de 13,95 m<sup>3</sup>/h, un essai de pompage avec vanne à fond de longue durée (56 jours) a été réalisé sur ce puits (débit final supérieur à 15,93 m<sup>3</sup>/h). L'objectif est de fixer un débit d'exploitation optimal.

Malgré un suivi chaotique perturbé par de nombreux arrêts de la pompe et du blocages du compteur et surtout en l'absence d'un niveau de référence au repos, le pompage d'essai en période hivernale montre des remontées de la nappe qui laissent présager une influence des précipitations locales. Un traitement des données brutes permet de calculer les valeurs de transmissivité du Tableau VII-4 pour des plages sans incidents. Ces valeurs de transmissivités sont similaires à celles mesurées sur les autres ouvrages de la région.

## VIII. ZONES DE PRÉVENTION

### VIII.1. CADRE LEGAL

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

Afin de limiter les risques de contamination des captages, des périmètres de prévention doivent être mis en place. La législation wallonne<sup>1</sup> définit quatre 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 de part et d'autre de la projection en surface de l'axe longitudinal dans le cas d'une

---

<sup>1</sup> 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.

galerie. En milieu karstique, tous les points préférentiels de pénétration (dolines 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 2009<sup>1</sup>.

La Société publique de Gestion de l'Eau<sup>2</sup> assure la gestion financière des dossiers concernant la protection des eaux potabilisables distribuées par réseaux, par le biais de contrats de service passés avec les producteurs d'eau. Pour financer les recherches

---

<sup>1</sup> 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).

<sup>2</sup> SPGE, instituée par le décret du 15 avril 1999

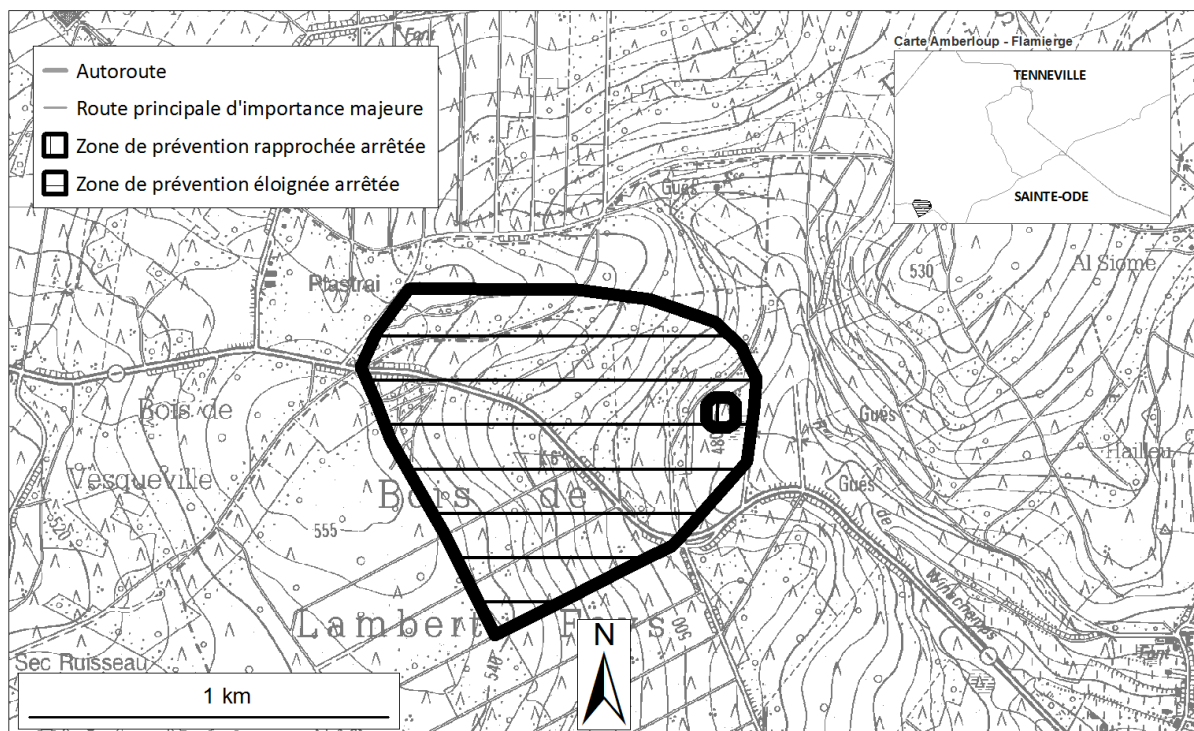
relatives à la délimitation des zones de prévention et indemniser tout particulier ou toute société dont les biens doivent être mis en conformité avec la législation, une redevance de 0,107 € est prélevée sur chaque m<sup>3</sup> fourni par les sociétés de distribution d'eau.

La DGO3 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/](http://environnement.wallonie.be/zones_prevention/)).

### **VIII.3. ZONE DE PRÉVENTION REPRISE SUR LA CARTE**

Actuellement, une seule zone de prévention a été approuvée par arrêté ministériel et reportée sur la carte principale du poster A0 joint à cette notice. Elle comporte la zone rapprochée (IIa) et la zone éloignée (IIb). L'arrêté date du 28 mai 2009 et a été publié au moniteur le 7 juillet 2009. Le captage concerné, « Bonnerue - Winachamps Source et drains » (Figure VIII-1), est exploité par la commune de Libramont sur le territoire de la commune de Sainte-Ode. Ce dernier captage se trouve au sud-ouest de la planche 60/5-6, dans une tête de vallon de l'aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur (Formation de Mirwart). L'alimentation se fait à partir des altérites et les zones tourbeuses du plateau de Saint-Hubert développées sur l'aquiclude du Dévonien inférieur (Formation de Saint-Hubert).



**Figure VIII-1. Zones de prévention du captage de "Bonnerue, Winachamps Source et drains", commune de Sainte-Ode.<sup>1</sup> (AC. Libramont)**

Par ailleurs, les autres zones de prévention autour des captages des sociétés de distribution d'eau restent encore à définir (Tableau VIII-1). Elles sont symbolisées sur la carte principale par un grand triangle vide.

**Tableau VIII-1. Zones de prévention à définir pour les captages publics de production d'eau potable sur la carte Amberloup - Flamierge.**

NOM	IDRW	CODERW	TITULAIRE	X	Y
TONY D1	842	6059001	SWDE	231470	80884
SPRIMONT D1	7319	6064001		235920	82020
LAVACHERIE FRAIPINET D1	3871	6055002		231219	82280
LAVACHERIE-BOKAISSART D1	1729	6055001		230830	83185
GROS BOUCHY G1	2929	6065001		237845	84540
ROUMONT G1	1132	6064002		235669	84597
FROIDE MILLOMONT	6448	6068001		227978	86578
FLAMISOULE D1	2045	6069001		231000	87390
FOSSET	2448	6067001		229119	87637
LANEUVILLE AU BOIS	2690	6051001		228273	88081
FORAGE DE TENNEVILLE - LE CHENE BRULE	487	6052002	COMMUNE DE TENNEVILLE	238250	78910
BOIS DE RAMONT SOURCE B	22403	6052004		228030	79198
BOIS DE RAMONT SOURCE A	6645	6052001		239850	79750
NOUVEAU PUIITS DE CHAMPLON	20017	6051003		235880	80060

<sup>1</sup> Source: [http://environnement.wallonie.be/zones\\_prevention/index.htm](http://environnement.wallonie.be/zones_prevention/index.htm)

## IX. MÉTHODOLOGIE DE L'ÉLABORATION DE LA CARTE HYDROGÉOLOGIQUE

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

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

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

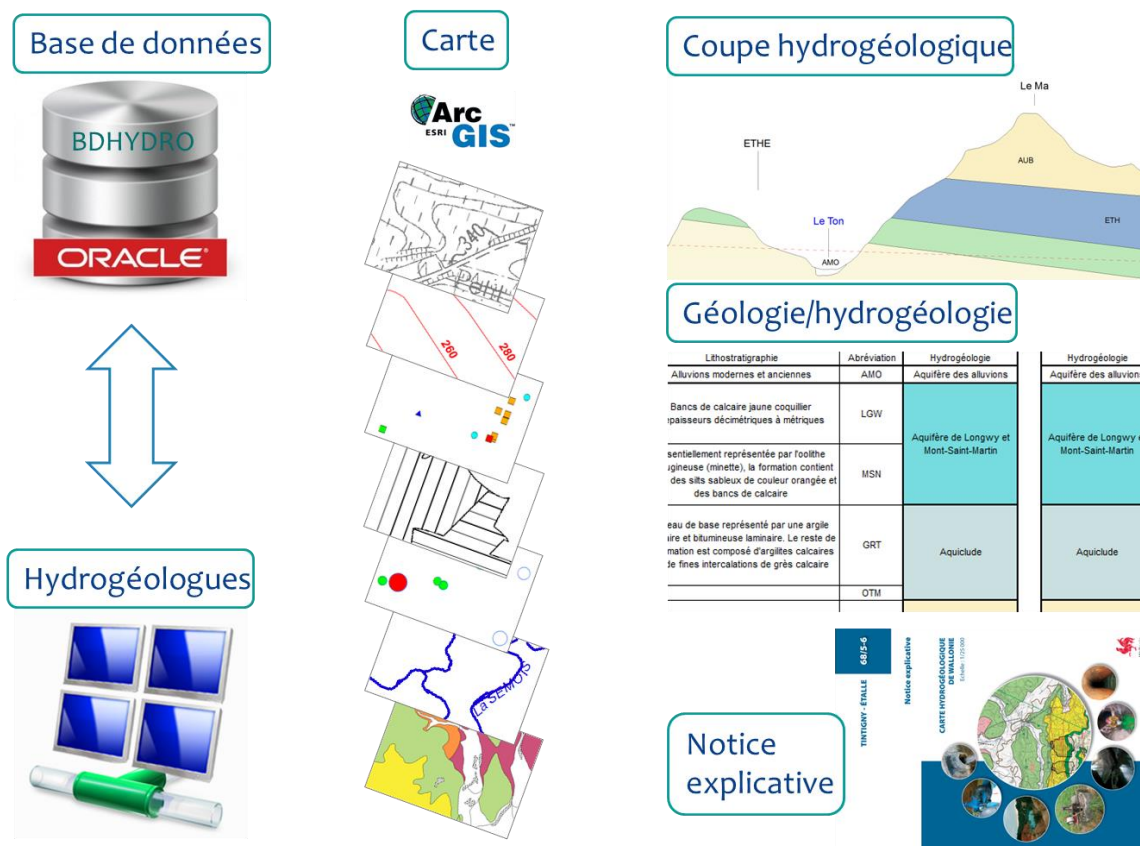


Figure IX-1 . Synthèse du projet de la carte hydrogéologique de Wallonie

## **IX.1. COLLECTE DE DONNÉES**

La première étape de la réalisation de la carte hydrogéologique est la collecte de données auprès de différents organismes de Wallonie :

- la Direction des eaux souterraines de la DGO 3 a fourni la base de données des ouvrages d'eau souterraine, Dix-sous, qui contient des informations, telles que les localisations géographiques, les types d'ouvrages, les propriétaires, les exploitants, les volumes captés, les mesures piézométriques, etc., sur les ouvrages répertoriés ;
- la Direction des eaux souterraines de la DGO 3 a fourni la base de données des analyses physico-chimiques et bactériologiques, Calypso, qui renseigne sur l'aspect qualitatif des eaux souterraines ;
- la Direction des eaux souterraines de la DGO3 - 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 ;
- les archives géologiques et hydrogéologiques du Service géologique de Belgique (S.G.B.) ;
- la DGO3 qui a fourni la couche des zones de prévention, les données de la trame commune (réseau hydrographique, limites des bassins versants, agglomérations ...);
- la DGO 3 a fourni les fonds topographiques sous licence SPW de l'Institut Géographique National (I.G.N.),
- le service communal de Libramont – Chevigny ;
- Le Département des Sciences et Gestion de l'Environnement de l'Université de Liège qui dispose de données hydrogéologiques dans la région ;
- autres (particuliers entre autres).

### **IX.1.1. Données géologiques**

La carte géologique de Wallonie Amberloup – Flamierge 60/5-6 (Dejonghe, 2012) a servi de base pour la réalisation de la carte hydrogéologique, en particulier à la délimitation et la caractérisation des unités hydrogéologiques. Les couches de la couverture des nappes et des limites géologiques sont dérivées de celle des unités hydrogéologiques.

Ces renseignements ont été complétés par des notes de forages de la société Arnould de Framont et 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 Liège (campus d'Arlon).

### **IX.1.2. Données hydrogéologiques**

#### ***IX.1.2.1. Localisation des ouvrages et sources***

Dans la base de données géographiques, 117 ouvrages recensés en 2014 ont été encodés et reportés sur la carte principale au 1/25 000 du poster A0. 65 puits (dont 2 pour la distribution publique d'eau potable), 2 puits sur galeries par gravité, 11 drains, 19 sources, 1 prélèvement d'eau de surface et 19 sondes géothermiques<sup>1</sup>. La localisation de 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 du Service Public de Wallonie, du centre externe de la direction des eaux souterraine du SPW de Marche et du service communal de Tenneville.

#### ***IX.1.2.2. Données piézométriques***

Les données piézométriques sont rares sur la planche Amberloup – Flamierge. Durant la campagne piézométrique, l'accès à la mesure sur les puits était souvent délicat.

### **IX.1.3. Données hydrochimiques**

La plupart des données hydrochimiques proviennent de la base de données Calypso de la DGO3 (SPW). D'autres proviennent de rapports d'études hydrogéologiques ou de 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 janvier 2014, 16 ouvrages caractérisés par au moins une analyse chimique sont répertoriés sur l'ensemble de la carte Amberloup – Flamierge avec au total, 2 633 analyses :

- 13 analyses concernant 2 ouvrages implantés dans l'aquiclude du Dévonien inférieur,
- 2605 analyses se rapportant à 13 ouvrages situés dans l'aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur,
- 15 analyses des eaux de 1 puits de l'aquiclude à niveaux aquifères de Villé.

---

<sup>1</sup> SG : Il s'agit de forages creusés uniquement pour descendre une sonde géothermique en profondeur. Ils sont ensuite rebouchés (cimenté) et c'est le liquide caloporteur qui circule. Il n'y a pas donc pas de prise d'eau à proprement-dit.

## **IX.2. CAMPAGNE SUR LE TERRAIN**

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

Les tâches les plus importantes sur le terrain consistent en la localisation précise de tous les ouvrages, la mesure piézométrique quand c'est possible et la vérification du type d'ouvrage. En plus de ce travail, d'autres données techniques (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 et les mesures 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 régulièrement améliorée par les auteurs de la carte en fonction de leurs besoins (Wojda *et al.*, 2005).

Dans un souci d'homogénéité entre les équipes et d'autres institutions (dont l'administration wallonne, DGO3), 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 base de données cartographique dans ArcGIS (ESRI®). 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 :

- assurer l'uniformité de la structure des données dans les différentes tables attribuées respectivement à chaque couche pour toutes les cartes. Sachant que la réalisation

de celles-ci est assurée par quatre équipes hydrogéologiques différentes, ce souci d'uniformisation est très légitime,

- La présentation continue entre des cartes voisines peut nécessiter l'utilisation de plusieurs 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.

### **IX.3.2. Construction de la carte hydrogéologique**

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

1. Les zones de prévention et la trame commune sont ajoutées au projet sans modification, sauf pour la localisation des agglomérations qu'il a fallu corriger. La trame commune comporte des données hydrographiques et d'infrastructures (réseau hydrographique, berges, bassins versants et lacs, réseau routier et autoroutier) et administratives (localités, frontières, etc.). Par ailleurs, les fonds IGN sont simplement importés dans le projet cartographique et représentées sur la carte principale à 1 : 25 000.
2. La carte géologique de Wallonie Amberloup – Flamierge 60/5-6 (Dejonghe, 2012) a servi de base pour la réalisation de la carte hydrogéologique, en particulier à la délimitation et la caractérisation des unités hydrogéologiques, selon la nouvelle nomenclature du Dévonien inférieur (Godefroid, *et al.*, 1994) utilisée dans le cadre du renouvellement de la carte géologique de Wallonie. Les couches de la couverture des nappes et des limites géologiques sont dérivées de celle des unités hydrogéologiques.

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 géographiques observées avec les cartes hydrogéologiques « Longchamps – Longvilly 60/7-8 » à l'est, « Grupont - Saint-Hubert 59/7-8 » à l'ouest et « Sainte-Marie - Chevigny-Sibret 65/1-2 » au sud sont dues à la différence de versions géologiques. La carte Amberloup – Flamierge est basée sur le nouveau fond géologique (Dejonghe, 2012), la carte Grupont - Saint-Hubert sur la carte géologique de Forir (1895), alors que les autres cartes sont basées sur Asselberghs (1946), faute de fonds géologiques plus récents. Les discontinuités avec la carte hydrogéologique Champlon – La Roche-en-Ardenne 60/1-2 s'expliquent par une différence des interprétations géologiques (Dejonghe, 2012 ; Dejonghe et Hance, 2001) et hydrogéologiques (Dossin et al., 2010).

Le type de la 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 comme étant protégées par une couverture imperméable. Les nappes de l'aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur et de l'aquiclude à niveaux aquifères de Villé sont considérées être sous une couverture semi-perméable.

3. Les données ponctuelles, encodées dans la BDHYDRO (base de données hydrogéologiques), sont extraites par carte. Dans cette catégorie, il y a les points hydrogéologiques, les points nappes, les cotes piézométriques ponctuelles, les mesures (chimie, pompage, traçage et diagraphie), les volumes prélevés sur une année, les stations (climatiques) et les zones de prévention à définir
4. D'autres couches d'informations géographiques n'ont pas pu être créées et ajoutées dans le projet cartographique :
  - **Cas des isopièzes** : Sur la carte Amberloup - Flamierge, il n'y a pas assez de points de mesures piézométriques. En outre, une unité hydrogéologique donnée, en Ardenne est en fait composée de plusieurs nappes superposées souvent indépendantes. Par conséquent, il est très difficile de faire des interpolations des points de mesure de niveaux piézométriques puisque les puits ne sont pas en liaison hydraulique en raison de la structure plissée et faillée du sous-sol. En effet, la 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 unités

hydrogéologiques présents ne permettent pas de tracer des isohypses sur la carte Amberloup – Flamierge.

## X. BIBLIOGRAPHIE

**Aqualim**, 2014. <http://aqualim.environnement.wallonie.be/> visité en mars 2014.

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

**Bouezmarni M.**, 2006. Carte hydrogéologique de Wallonie, Planches Bastogne-Wardin 65/3-4 & Fauvillers-Romeldange 65/7-8. Edition : Service public de Wallonie, DGO 3 (DGARNE), Belgique, Dépôt provisoir.

**Bouezmarni M., Denne P., Debbaut V.** (2012). Carte hydrogéologique de Wallonie, Planchettes Sainte-Marie-Chevigny - Sibret n° 65/1-2. Edition: Service public de Wallonie, DGO 3 (DGARNE), Belgique, Dépôt légal D/2012/12.796/6 - ISBN 978978- 2-8056-0107-1.

**Bouezmarni M., Hanson A., Debbaut V.** (2014). Carte hydrogéologique de Wallonie, Planchettes Longchamps – Longvilly, Bois Champsart n° 60/7-8, 61/5. Edition: Service public de Wallonie, DGO 3 (DGARNE), Belgique, Dépôt légal D/2014/12.796/10 - ISBN 978-2-8056- 0163-7

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

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

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

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

**Dassargues, A.** 2010 : Hydrogéologie, Notes de cours, Université de Liège, non publié.

**Debbaut, V.**, 2001. Abattoir de Bastogne, demande d'autorisation de prise d'eau pour un puits tubé. Rapport sur l'essai de pompage. 5 pp.

**Dejonghe, L.**, 2012. Carte géologique Amberloup - Flamierge 60/5-6 à l'échelle de 1 : 25 000. Service public de Wallonie, Direction générale de l'Agriculture, des Ressources naturelles et de l'Environnement.

**Dejonghe L.**, 2013. Geology of the Ardenne Anticlinorium, in the Amberloup - La Roche-en-Ardenne - Houffalize sector. The faults of the La Roche Syncline and the overturned Taverneux Anticline. *Geologica Belgica* 16/3, pp. 196-205

**Demoulin, A.**, 2003 - Paleosurfaces and residual deposits in Ardenne-Eifel : historical overview and perspectives. *Géologie de la France*, 1/2003 : 17-21.

- Derycke, F., Laga, P.G. et Ney Bergh, H.**, 1982. Bilan des ressources en eau souterraine de la Belgique. Commission des Communautés Européennes. Service de l'Environnement et de la Protection des consommateurs, CECA, CEE, CEEA, Bruxelles-Luxembourg, Th. Schäfer GmbH, 260 p.
- Dossin F., Rekk S., Hallet V.** 2010. Carte hydrogéologique de Wallonie, Planchettes Champlon - La Roche-en-Ardenne n° 60/1-2. Edition: Service public de Wallonie, DGO 3 (DGARNE), Belgique, Dépôt légal D/2010/12.796/4 - ISBN 978-2-8056-0072-2.
- Fautré, R.**, 1990. Rapport de forage – carnet de chantier RAPPORT SGB-35740-GEOHYDRO-90, Service géologique de Belgique, pp.21 et annexes.
- Fetter, C.** 2001: Applied hydrogeology (04th ed.). Upper Saddle River (NJ): Prentice-Hall.
- Forir, H.**, 1895. Carte géologique de la Belgique. Grupont & Saint-Hubert n°195 (planchettes 1/10.000ème 59/7 et 59/8 de la carte topographique) à l'échelle de 1/40 000.
- 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., non publié.
- Gogu R.C., Carabin G., Hallet V., Peters V. and Dassargues A.**, 2001. GIS-based hydrogeological database and groundwater modelling. *Hydrogeology Journal* 9: 555-569
- Marchal, R.**, 2001. Rapport de pompage, Euro Locks s.a. Coriolis, 7 p.
- Meus, P. et Marchal, R.**, 1999 ; Pompage d'essai de deux puits (P1 et P2) sur le site Euro-Locks à Bastogne., Geologica s.a. Rapport E207, 16 p.
- Pfannkuch, H-O.**, 1990. Elsevier's Dictionary of Environmental Hydrogeology, *Elsevier*.
- UNESCO – OMM** 1992 : *Glossaire International d'Hydrologie*. Second édition, 413p.
- SPW-DGO3, 2014.** Etat des nappes d'eau souterraine de Wallonie. Edition : Service public de Wallonie, DGO 3 (DGARNE), Belgique. Dépôt légal D/2014/11802/11 - ISBN 978-2-8056-0142-2
- Vandeven, G.**, (1990) : Explications de la carte géologique du Synclinorium de l'Eifel. (Région de Gouvy-Sankt-Vith-Elsenborn), *Annales de la Société Géologique de Belgique, Tome 113 (fascicule 2)*, pp 103-113.

**Wojda, P., Dachy, M., Popescu, I.C., Ruthy, I. Gardin, N., Brouyère, S & Dassargues, A.**  
2005 : Appui à la conception de la structure, à l'interfaçage et à l'enrichissement de la base de données hydrogéologiques de la Région wallonne, Convention subsidiée par le Service public de Wallonie, DGARNE – Université de Liège.



## XI. ANNEXES

### XI.1. LISTE DES PRINCIPALES ABRÉVIATIONS

<b>ArGEnCO HGE</b>	Université de Liège, Département ArGEnCO (Architecture, Géologie, Environnement et Construction), GEO-Hydrogéologie et Géologie de l'Environnement. Bâtiment B52/3, niveau -1, Sart-Tilman, B-4000 Liège Belgique
<b>DGO3</b>	Direction générale opérationnelle Agriculture, Ressources Naturelles et Environnement (DGO3) : Direction des eaux souterraines et Direction de la Coordination des données. Avenue Prince de Liège 15 - B-5100 Jambes, Belgique
<b>SPW</b>	Service Public de Wallonie
<b>AGW</b>	Arrêté Gouvernement Wallon
<b>SPGE</b>	Société Publique de Gestion de l'Eau
<b>SWDE</b>	Société Wallonne de Distribution de l'Eau
<b>IGN</b>	Institut Géographique National Abbaye de la Cambre 13 à 1000 Bruxelles
<b>IRM</b>	Institut Royal Météorologique, Section Climatologie. Avenue Circulaire, 3 à 1180 Bruxelles
<b>SGB</b>	Service géologique de Belgique. Rue Jenner 13 à 1000 Bruxelles
<b>ULg- Campus d'Arlon</b>	Université de Liège, Département des Sciences et Gestion de l'Environnement 185, avenue de Longwy 6700 Arlon, Belgique

## XI.2. LISTE DES FIGURES

Figure I-1 . Localisation de la carte de Amberloup - Flamierge 60/5-6 .....	9
Figure II-1. Photo du paysage dominant sur la carte d'Amberloup – Flamierge, photo prise à proximité du village de Flamierge (photo D. Plun) .....	11
Figure II-2. Carte hydrographique de Amberloup - Flamierge.....	12
Figure II-3. Evolution mensuelle des débits de l'Ourthe occidentale observés pendant l'année 2013 à la station limnimétrique L5950 – Erneuville du Service Public de Wallonie (SPW) –Direction des cours d'eau non navigables (Aqualim, 2014). .....	14
Figure III-1; Cadre géologique et structural de l'Ardenne (Bultynck & Dejonghe 2001) modifié (Belanger et al., 2012). La carte Amberloup – Flamierge est encadrée .....	16
Figure III-2. Transect Nord-Sud dans les Synclinoria de Dinant et de Neufchâteau, durant le dépôt du Dévonien inférieur (Boulvain et Pingot, 2011) .....	16
Figure III-3. Carte géologique de l'Eodévonien de l'Ardenne, réalisée sur base d'Asselberghe (1946), modifié.....	17
Figure III-4. Carte géologique de Wallonie Amberloup – Flamierge 60/5-6 (Dejonghe, 2012).....	20
Figure III-5. Carte structurale extraite de Dejonghe, 2012. ....	25
Figure IV-1. Masses d'eau souterraine en Wallonie. Localisation de la carte Amberloup - Flamierge (encadré) ....	27
Figure IV-2. Schéma hydrogéologique simplifié des nappes superficielles et profondes de l'Eodévonien de l'Ardenne .....	27
Figure IV-3. Zone d'affleurement de l'aquiclude du Dévonien inférieur (Formation de La Roche) .....	32
Figure IV-4. Zone d'affleurement de l'aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur (Formations de Jupille).....	34
Figure V-1. Paramètres physicochimiques des eaux souterraines sur la planche de Amberloup – Flamierge .....	39
Figure V-2. Teneurs en nitrates dans les eaux souterraines sur la carte Amberloup - Flamierge.....	41
Figure VI-1. Exploitation des eaux souterraines sur la carte de Amberloup - Flamierge .....	43
Figure VI-2. Répartition des volumes moyens annuels prélevés sur la carte de Amberloup - Flamierge en fonction des unités hydrogéologiques. ACF : Aquiclude à niveaux aquifères .....	44
Figure VI-3. Evolution des volumes annuels prélevés sur la carte de Amberloup - Flamierge en fonction des unités hydrogéologiques .....	44
Figure VII-1. Schéma simplifié de la couverture des nappes d'eau souterraine dans l'Eodévonien inférieur de l'Ardenne. ....	45
Figure VII-2. Localisation des ouvrages avec essai de pompage au voisinage de la carte d'Amberloup - Flamierge .....	49
Figure VIII-1. Zones de prévention du captage de "Bonnerue, Winachamps Source et drains", commune de Sainte-Ode. (AC. Libramont).....	54
Figure IX-1 . Synthèse du projet de la carte hydrogéologique de Wallonie.....	55

### XI.3. LISTE DES TABLEAUX

Tableau III-1. Corrélations stratigraphiques de l'Eodévoniens. La géologie la carte Amberloup - Flamierge 60/5-6 est encadrée en rouge .....	19
Tableau IV-1 : Tableau de correspondance géologie – hydrogéologie de la carte Amberloup - Flamierge.....	31
Tableau V-1. Composition minéralogique indicative des eaux souterraines au niveau des puits sollicitant l'aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur sur la carte Amberloup – Flamierge. ....	40
Tableau VII-1 : Valeurs du coefficient de perméabilité en fonction de la granulométrie (Castany, 1998) .....	47
Tableau VII-2 : Intervalles de valeurs indicatives pour la conductivité hydraulique de différentes lithologies (échelles macroscopique & mégascopique) (Dassargues, 2010) .....	47
Tableau VII-3 : Intervalles de valeurs indicatives pour la porosité (n) et la porosité effective de drainage (ne) de différentes lithologies (échelles macroscopique & mégascopique) (Dassargues, 2010) .....	48
Tableau VII-4 : Valeurs de test des aquifères dans ou à proximité immédiate de la carte Amberloup – Flamierge. ....	49
Tableau VIII-1. Zones de prévention à définir pour les captages publics de production d'eau potable sur la carte Amberloup - Flamierge.....	54

### XI.4. COORDONNÉES GÉOGRAPHIQUES DES OUVRAGES CITÉS DANS LA NOTICE

NOM	IDRW	CODERW	X	Y	PROF
5 FORAGES GEOTHERMIQUES DEQUAE A BERTOGNE	54033	6063011	239411	86466	110
AL PIREIE	5102	6065002	238779	82790	
AL SECHE ACLO - PUIITS RASKIN	22120	6065006	238028	82070	
BARRIERE HINCK	5471	6064004	235747	82432	
BERTIFOI	5254	6058001	231300	80870	
BETHOMONT - PUIITS	5642	6063002	241781	87410	
BETHOMONT - SOURCE	1615	6063004	241825	87053	
BOIS DE RAMONT SOURCE A	6645	6052001	229239	87646	
BOIS DE RAMONT SOURCE B	22403	6052004	229119	87637	
BOIS DE RAMONT SOURCE B	22402	6052003	229180	87680	
BONNERUE-WINACHAMPS SO+DR	1273	6057001	228030	79198	
FLAMISOULE D1	2045	6069001	239850	79750	
FORAGE DE TENNEVILLE - LE CHENE BRULE	487	6052002	231000	87390	
FORAGE GEOTHERMIQUE 1 COUSIN GERY A TENNEVILLE	45153	6061008	236320	86881	85
FORAGE GEOTHERMIQUE 1 DEBRY-ARTUS A SAINTE-ODE	53073	6068010	237567	79108	90
FORAGE GEOTHERMIQUE 1 FALMAGNE A LAVACHERIE	53173	6056006	232854	82961	80
FORAGE GEOTHERMIQUE 1 GILLES FRANÇOIS	54677	6065009	238901	83761	100
FORAGE GEOTHERMIQUE 1 HENROTIN-THIRY A TENNEVILLE	52713	6053011	233669	85856	120
FORAGE GEOTHERMIQUE 2 COUSIN GERY A TENNEVILLE	45154	6061009	236333	86880	85
FORAGE GEOTHERMIQUE 2 DEBRY-ARTUS A SAINTE-ODE	53074	6068011	237562	79109	90

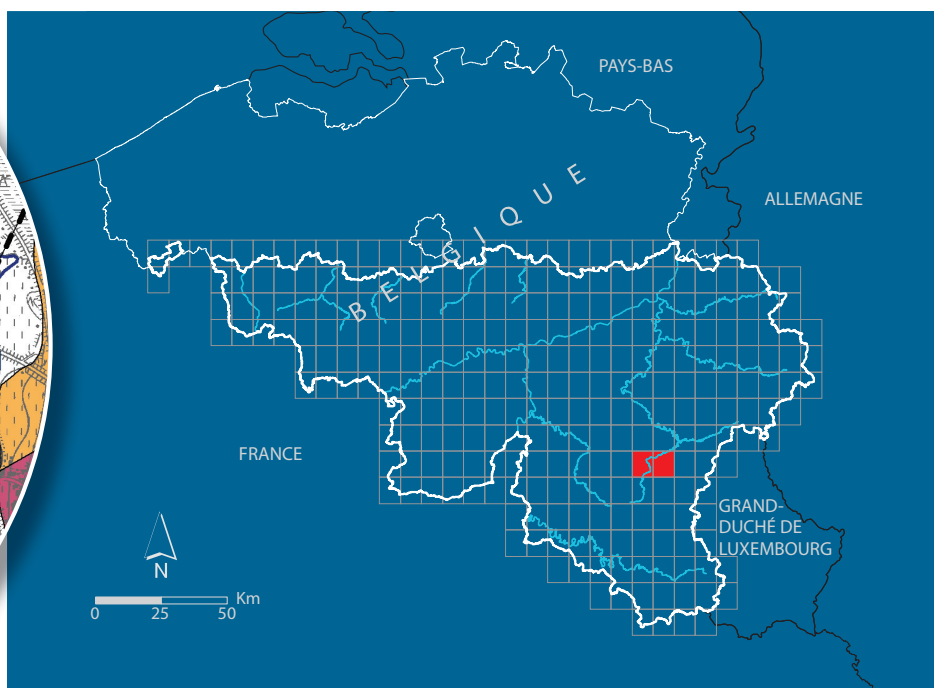
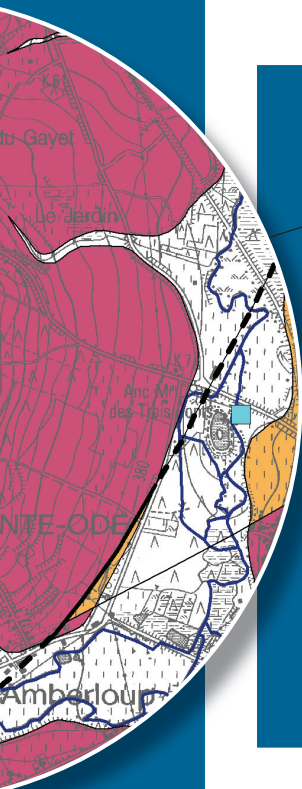
NOM	IDRW	CODERW	X	Y	PROF
FORAGE GEOTHERMIQUE 2 FALMAGNE A SAINTE-ODE	53174	6056007	232848	82968	80
FORAGE GEOTHERMIQUE 2 GILLES FRANÇOIS	54678	6065010	238891	83759	100
FORAGE GEOTHERMIQUE 2 HENROTIN-THIRY A TENNEVILLE	52714	6053012	233659	85858	120
FORAGE GEOTHERMIQUE 3 COUSIN GERY A TENNEVILLE	45155	6061010	236341	86883	85
FORAGE GEOTHERMIQUE 3 HENROTIN-THIRY A TENNEVILLE	52715	6053013	233659	85851	120
FORAGE GEOTHERMIQUE WILVERS-DEHUY A ERNEUVILLE	47073	6052007	231228	87233	100
FORAGE GEOTHERMIQUE RODESCH A FLAMIERGE	46473	6065008	239227	83404	90
FORAGE PUIITS CYNEGETIQUE ASBL	30351	6051005	226918	86280	80
FOSSET	2448	6067001	235880	80060	
FREYR SEPTENTRIONAL	6111	6054001	227140	83800	
FROIDE MILLOMONT	6448	6068001	238250	78910	
GIVRY	6876	6066001	240325	83665	
GROS BOUCHY G1	2929	6065001	237845	84540	
HAIE LA BEGUINE	3291	6064003	235747	82451	
HAUDRENNE - PUIITS BERLAIMONT	22081	6063007	241320	87796	
HAZEILLE - PUIITS N 1	3432	6057002	227369	80929	
HAZEILLE - PUIITS N 3	29060	6057005	226796	80586	
LA FALISSE	1656	6056003	232989	82228	
LANEUVILLE AU BOIS	2690	6051001	227978	86578	
LAVACHERIE FRAIPINET D1	3871	6055002	231219	82280	
LAVACHERIE-BOKAISART D1	1729	6055001	230830	83185	
LE DOYAR	3905	6061001	236650	85780	
LE PREAI	7817	6056002	232175	83190	
NORD-EST FOSSET	4639	6067002	235785	80765	
NOUVEAU PUIITS DE CHAMPLON	20017	6051003	228273	88081	80
PLASTRAY - PUIITS N 2	5617	6057003	226852	79747	
PRE PETIT BY FONTAINE	2241	6053001	232755	84881	
PRISE D'EAU MARTENS	0	0	235735	80080	
PUIITS - FLAMIERGE	7242	6065003	238034	83392	
PUIITS PLENNEVAUX A FLAMIERGE	21001	6068007	238686	81205	
PUIITS S.C.R.L ELEVAGE DE FLAMISOUL	8538	6069004	239783	80260	
PUIITS A AMBERLOUP	3009	6059002	232795	80138	
PUIITS ADRIEN GAUTHIER	20340	6061004	236141	86779	
PUIITS ALPHONSE DEBARSY A FLAMIERGE	21053	6066008	240846	82011	
PUIITS ANNE GASPARD A FLAMIERGE	46814	6066011	241907	82926	
PUIITS BASTIN A FRENET	9129	6066007	240160	82862	
PUIITS BASTIN A FLAMIERGE	2850	6066003	240710	83440	
PUIITS BETHOMONT	7781	6063003	241909	87096	
PUIITS BODELET-PETIT	6577	6061006	234557	87615	
PUIITS BODELET-PETIT A TENNEVILLE	38811	6061007	234568	87605	
PUIITS BODELET-WIBRIN A FLAMIERGE	47754	6064008	234923	84783	60
PUIITS COLLARD A MANDE-SAINT-ETIENNE	20013	6069005	241523	80079	

NOM	IDRW	CODERW	X	Y	PROF
PUITS COLLARD JOSE A ORTHEUVILLE	40832	6053009	233810	86013	70
PUITS DE RYCK CYRILLE	27052	6069006	240036	79514	
PUITS FONAINA MARC A ERNEUVILLE	28251	6061005	235460	88148	
PUITS FORMAN	2412	6068003	237730	78617	
PUITS FRASELLE	4209	6069002	241165	79464	
PUITS GEOTHERMIQUE MAZIERS A LAVACHERIE	43353	6056005	231831	83605	130
PUITS GEOTHERMIQUE P1 MAAS A TENNEVILLE	43256	6052006	231154	87232	80
PUITS GAUTHIER	8614	6068005	238449	81105	
PUITS GAUTHIER	258	6068002	238530	81380	
PUITS GENON	5025	6066004	241224	83664	
PUITS GEOTHERMIQUE JACOBS-COLLOT A CHAMPLON	43219	6053010	231621	87864	100
PUITS GEOTHERMIQUE P2 MAAS A TENNEVILLE	43255	6052005	231158	87245	80
PUITS GILLET	416	6053004	233946	87022	
PUITS GOOSSE	6362	6069003	241410	78530	
PUITS HARDENNE	4756	6053006	233661	85896	
PUITS HATERT CHARLES	599	6068008	236983	78490	
PUITS JACKMIN	4607	6065007	236889	81592	
PUITS JACKY ALLARD A FLAMIERGE	33714	6066009	240440	83500	
PUITS JEAN-CLAUDE THOMAS A BERTOGNE	26488	6063009	241424	87843	
PUITS JOSEPH GERARD	1442	6064006	234833	82783	
PUITS LA CROISSELLE	694	6066002	240768	83587	
PUITS LAMBERT	6067	6067006	234096	80924	
PUITS LAURENT VAN DAELE	29791	6067007	234726	79824	
PUITS LEONARD	8493	6066005	240359	83646	
PUITS LONGUEVILLE BERNARD A SAINTE-ODE	51875	6068009	237751	78767	70
PUITS MARCEL LEONARD A TENNEVILLE	24642	6053007	232300	88070	
PUITS MARECHAL	2562	6053005	231836	87196	
PUITS MARON - OCTAVE	1149	6059005	233018	78369	
PUITS MARTHE LAMBERT A FLAMIERGE	33716	6066010	241390	82270	
PUITS MARTIN	7410	6058002	231033	79524	
PUITS MARTIN	3215	6065005	238250	84180	
PUITS MARTIN	1061	6065004	238530	84300	
PUITS N 3	7753	6057004	226855	80760	
PUITS PECHE	9119	6066006	240130	82795	
PUITS PIERLOT A TILLET	20502	6068006	237350	79302	
PUITS PIERSON	3308	6059006	233577	80942	
PUITS RUE DE LA VIEILLE EGLISE	4422	6053002	233174	87790	
PUITS TRADITIONNEL - UNITE DE GESTION CYNEGETIQUE	30212	6051004	226880	86269	
PUITS VERSTRAETEN	29132	6063010	239938	85308	
PUITS WIBRIN	3797	6056004	233658	84239	
ROUMONT G1	1132	6064002	235669	84597	
ROUTE VERS FERME BERHAIN	7855	6062001	238425	85075	
SOURCE	5684	6056001	231451	81695	
SOURCE JACQUEMIN	5181	6059003	233619	80650	

---

NOM	IDRW	CODERW	X	Y	PROF
SOURCE NICOLAYS	1691	6062002	239350	86375	
SOURCE PAULUS	7622	6064005	234261	81939	
SOURCE RITS	6783	6067003	235958	79547	
SOURCE THOMAS	25806	6063008	241404	87810	
SOURCE VAN CRAEN	8212	6061003	235509	85856	
SOURCE VAN DAELE A MENIL (SAINTE-ODE)	9054	6067005	234665	79710	
SOURCE VANWEVERBERG	3754	6063005	241362	86936	
SOURCE VERSTRAETEN	8467	6063006	239743	85368	
SPRIMONT D1	7319	6064001	235920	82020	
TONY D1	842	6059001	231470	80884	
WIGNY	3462	6063001	239720	87030	





SPW | *Éditions, CARTES*

Dépôt légal : D/2015/12.796/7 – ISBN : 978-2-8056- 0178-1

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

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