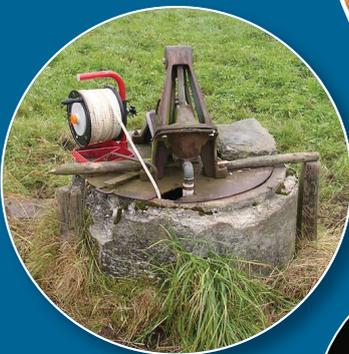


Notice explicative

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 Vivy - Paliseul



# VIVY - PALISEUL

## 64/5-6

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

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



## NOTICE EXPLICATIVE

2015

Première version : Septembre 2014  
Actualisation partielle : Septembre 2015

Dépôt légal – **D/2015/12.796/14** - ISBN : **978-2-8056- 0193-4**

**SERVICE PUBLIC DE WALLONIE**

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

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

# Table des matières

<b>AVANT-PROPOS.....</b>	<b>7</b>
<b>I. INTRODUCTION .....</b>	<b>9</b>
<b>II. CADRES 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 la Lesse .....	12
II.3.2. Bassin de la Meuse – Bassin de la Semois .....	14
<b>III. CADRES GEOLOGIQUE ET STRUCTURAL .....</b>	<b>16</b>
III.1. CADRE GEOLOGIQUE REGIONAL.....	16
III.2. CADRE GEOLOGIQUE DE LA CARTE VIVY - PALISEUL.....	20
III.2.1. Cadre litho-stratigraphique .....	20
III.2.1.1. Paléozoïque – Dévonien inférieur.....	21
III.2.2. Cénozoïque .....	25
III.3. CADRE STRUCTURAL.....	25
<b>IV. CADRE HYDROGEOLOGIQUE.....</b>	<b>28</b>
IV.1. HYDROGEOLOGIE REGIONALE .....	28
IV.1.3. Remarque générale .....	31
IV.2. HYDROGEOLOGIE LOCALE .....	31
IV.2.1. Description des principales unités hydrogéologiques.....	34
IV.2.1.1. Aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur .....	34
IV.2.1.2. Aquiclude du Dévonien inférieur .....	34
IV.2.1.3. L'aquiclude à niveaux aquifères de Villé .....	35
IV.2.1.4. Aquifère alluvial.....	35
IV.2.2. Piézométrie .....	36
IV.2.3. Coupe hydrogéologique.....	37
<b>V. HYDROCHIMIE.....</b>	<b>39</b>
V.1. CARACTERISATION HYDROCHIMIQUE DES EAUX .....	39
V.1.1. Paramètres physico-chimiques.....	39
V.1.2. Paramètres chimiques .....	40
V.1.3. Teneurs en nitrates .....	40
V.1.4. Sources de pollution .....	41
<b>VI. EXPLOITATION DES AQUIFERES .....</b>	<b>42</b>
VI.1.1. Aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur .....	44
VI.1.2. Aquiclude à niveaux aquifères de Villé .....	44
VI.1.3. Aquiclude du Dévonien inférieur .....	44
<b>VII. CARACTERISATION DE LA COUVERTURE ET PARAMETRES HYDROGEOLOGIQUES DES NAPPES.....</b>	<b>46</b>
VII.1. CARACTERISATION DE LA COUVERTURE DES NAPPES.....	46
VII.2. PARAMETRES HYDROGEOLOGIQUES .....	47
<b>VIII. ZONES DE PROTECTION .....</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. Exploitation .....	57
IX.1.4. Données hydrochimiques .....	57
IX.2. CAMPAGNE SUR LE TERRAIN.....	57
IX.3. METHODOLOGIE DE CONSTRUCTION DE LA CARTE.....	58
IX.3.1. Encodage dans une banque de données .....	58
IX.3.2. Construction de la carte hydrogéologique .....	58
<b>X. BIBLIOGRAPHIE.....</b>	<b>61</b>
<b>XI. ANNEXES .....</b>	<b>63</b>
XI.1. GLOSSAIRE DES ABREVIATIONS .....	63
XI.2. LISTE DES FIGURES.....	64
XI.3. LISTE DES TABLEAUX.....	65
XI.4. COORDONNEES GEOGRAPHIQUES DES OUVRAGES .....	66

## Avant-propos

La carte hydrogéologique Vivy – Paliseul 64/5-6 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).

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

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

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

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

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

---

<sup>1</sup> Ministère de la Région wallonne. Avenue Prince de Liège, 15. 5100 NAMUR.

## Remerciements

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

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

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

Merci à Madame Céline Lagard de la Direction des Eaux souterraines du SPW - Section de Liège, SPW, Région wallonne et à Madame Sylvie Roland de l'Université de Mons pour la lecture de ce livret et de la carte correspondante et pour leurs remarques et leurs suggestions pertinentes.

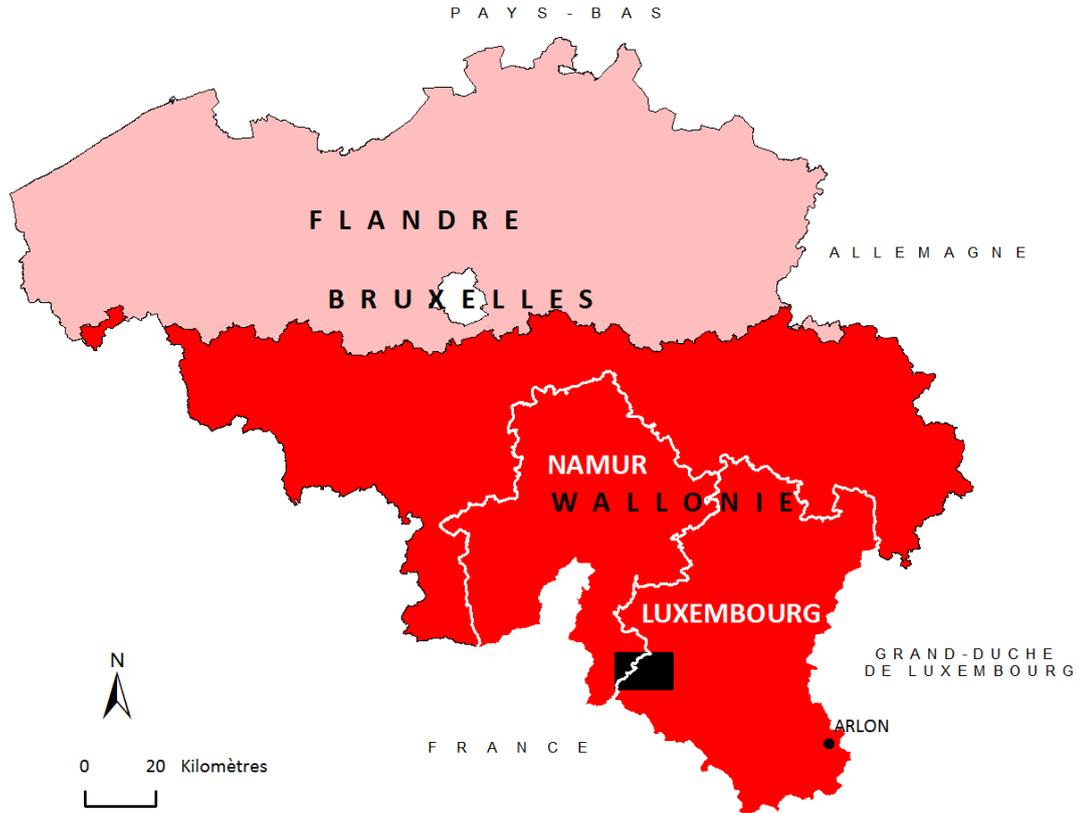
Merci à Madame Dominique Plun pour l'encodage des informations dans la base de données et pour tout le travail de terrain.

Que tous ceux qui, de près ou de loin, ont participé à la réalisation de cette carte soient remerciés, en particulier Madame Catherine Heyman, secrétaire au Département des Sciences et Gestion de l'Environnement, Arlon Campus Environnement, de l'Université de Liège.

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

## I. INTRODUCTION

La carte hydrogéologique de Vivy-Paliseul 64/5-6 couvre une zone de 160 km<sup>2</sup> située en Ardenne méridionale au sud de la Belgique (Figure I-1).



**Figure I-1 . Localisation de la carte Vivy – Paliseul 64/5-6**

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

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

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

La notice commence par un bref aperçu géographique, géomorphologique et hydrographique qui sera suivi d'une partie géologique. Celle-ci sera traitée d'abord dans le contexte régional du domaine calédonien et hercynien avec un accent sur le Dévonien inférieur. Ensuite, la description lithologique, la zone d'affleurement et l'épaisseur de chaque unité stratigraphique seront systématiquement présentées dans le cadre de la géologie locale de la carte de Vivy-Paliseul 64/5-6. Enfin, un cadre structural régional et local sera dressé sur base des levés en cours de la Carte géologique de Wallonie Vivy-Paliseul 64/5-6 au 1/25.000.

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

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

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

## **II. CADRES GÉOGRAPHIQUE, GÉOMORPHOLOGIQUE ET HYDROGRAPHIQUE**

### **II.1. CADRE GÉOGRAPHIQUE**

La planche Vivy-Paliseul couvre une superficie de 160 km<sup>2</sup> à cheval sur les provinces de Namur et de Luxembourg située en Ardenne. Elle est occupée en majeure partie par la commune de Paliseul et par les communes de Bouillon, de Bièvre et de Bertrix.

L'activité agricole est axée sur l'élevage bovin pour la production de lait ou de viande, mais l'activité sylvicole est aussi importante dans la région. La population est répartie dans de nombreux petits villages et hameaux qui parsèment le plateau agricole. Parmi ces localités on trouve Paliseul, Carlsbourg, Nollevaux, Vivy, Fays-les-Veneurs, Naomé, Framont et d'autres. Elles sont desservies par un réseau routier secondaire et national connecté à l'autoroute E411. La région est principalement desservie par la voie rapide N89 entre Salmchâteau et Bouillon, les axes routiers Beauraing – Menuchenet - Libin ainsi que par le chemin de fer Virton – Dinant.

### **II.2. CADRE GÉOMORPHOLOGIQUE**

Le paysage de la carte Vivy-Paliseul 64/5-6 est marqué par un vaste plateau agricole. La région centrale est un plateau ouvert composé principalement de prairies qui suit la ligne de partage des bassins versants de la Lesse au nord et de la Semois au sud.

Au sud de la carte, on trouve l'important massif forestier constitué principalement de feuillus des versants de la vallée de la Semois. Ce massif sur le versant méridional du plateau est entaillé par un réseau hydrographique assez dense qui doit son relief aux méandres encaissés de celle-ci et aux profondes vallées forestières qu'entaillent ses principaux affluents (les ruisseaux de Fays-les-Veneurs, Liresse, Gros Fays...). Le versant septentrional, en revanche, est incisé par des dépressions larges et peu profondes des affluents de la Lesse.

Les principaux sommets de la région culminent à 450 m d'altitude sur les plateaux environnants de Paliseul et autour de Menuchenet, dans la partie sud de la carte. Les points les plus bas se situent à une altitude d'environ 200 m en fond de Semois, près de Rochehaut.

## **II.3. CADRE HYDROGRAPHIQUE**

Du point de vue hydrographique, la planche Vivy-Paliseul est à cheval entre le bassin de la Semois au sud et celui de la Lesse au nord-est, tous deux sous-bassins de la Meuse.

### **II.3.1. Bassin de la Lesse**

Le bassin de la Lesse est représenté par les sous-bassins de l'Our et de la Mache, qui incisent par des dépressions larges et peu profondes le plateau au nord de Paliseul entre Carlsbourg et Jehonville.

Le bassin de la Lesse est présent sur le nord-est de la carte sur une surface d'environ 41 km<sup>2</sup>. Sa limite de partage avec le bassin de la Semois s'élève à plus de 420 m d'altitude (Figure II-1).

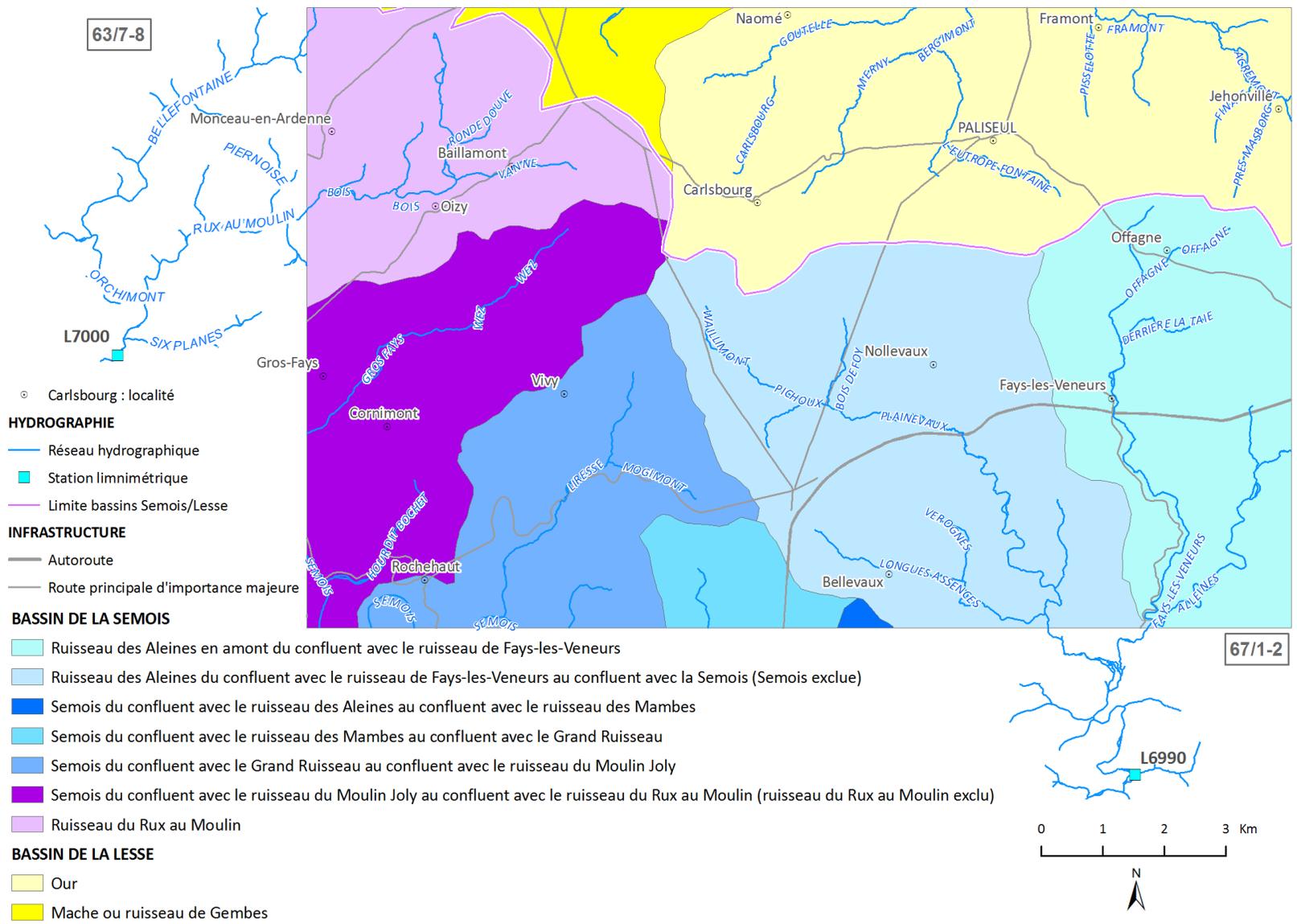


Figure II-1. Réseau et bassins hydrographiques sur la carte Vivy - Paliseul

### **II.3.2. Bassin de la Meuse – Bassin de la Semois**

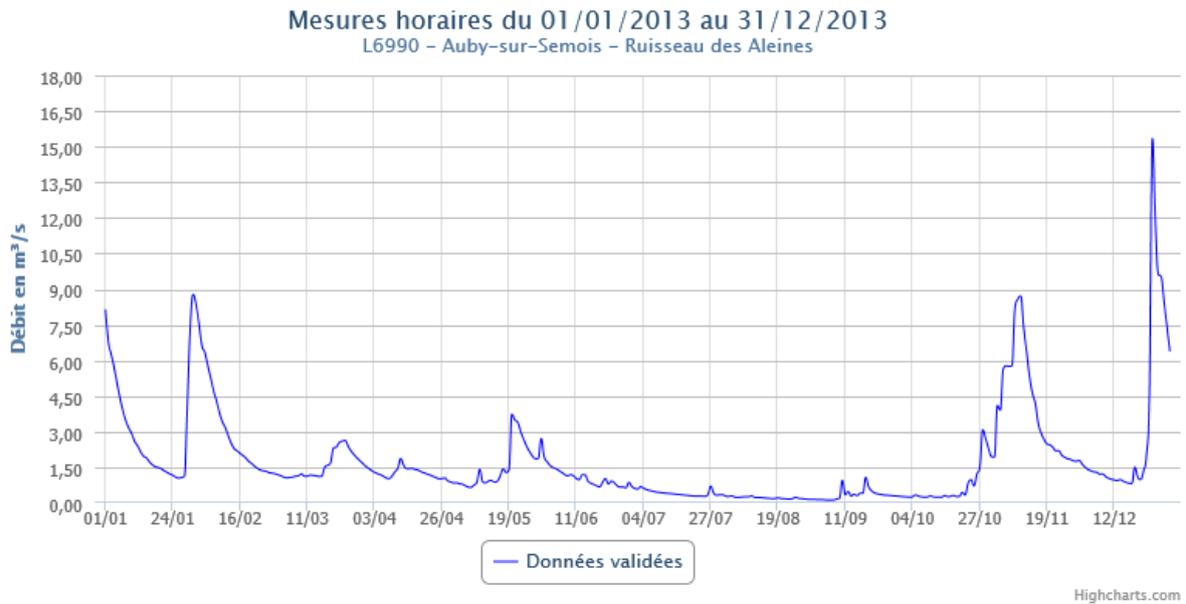
Si l'on exclut le coin nord-est de la planche qui appartient au bassin de la Lesse, le bassin de la Semois est représenté par une multitude de ruisseaux divisés en plusieurs sous-bassins. On note de l'est vers le nord-ouest les sous-bassins (Figure II-1) ;

- du ruisseau des Alleines en amont du confluent avec le ruisseau de Fays les Veneurs,
- du ruisseau des Alleines du confluent avec le ruisseau de Fays les Veneurs au confluent avec la Semois,
- de la Semois du confluent avec le ruisseau des Alleines au confluent avec le ruisseau des Mambes,
- de la Semois du confluent avec le ruisseau des Mambes au confluent avec le Grand Ruisseau,
- la Semois du confluent avec le Moulin Joly au confluent avec le ruisseau du Rux au Moulin
- du ruisseau du Rux au Moulin.

Le bassin hydrographique de la Semois occupe une superficie d'environ 119 km<sup>2</sup>, soit plus de 74 % de la surface totale de la planche. Les principaux cours d'eau qui drainent ce bassin sont les ruisseaux de Gros Fays, de Liresse, des Alleines et le Rux au Moulin, affluents de la Semois. La plupart s'écoulent du nord vers le sud, et sont alimentés par de nombreux ruisseaux secondaires. Les méandres de la Semois sont également orientés nord-sud, cela est dû à l'érosion latérale plus facile dans la direction perpendiculaire à la schistosité des roches qui est généralement orientée est-ouest (Pissart, 1976; Saintenoy-Simon, 1994).

Les ruisseaux secondaires sont alimentés par de nombreuses sources drainant la nappe du manteau d'altération. Ceci reflète la nature peu perméable du substratum favorisant le ruissellement au dépend de la recharge des nappes. Cette situation produit une faible capacité d'emmagasinement qui influence l'évolution annuelle des débits, comme observé en 2013 au sud de la carte à la station limnimétrique " L6990 – Auby-sur-Semois " installée sur le ruisseau des Alleines (Figure II-2).

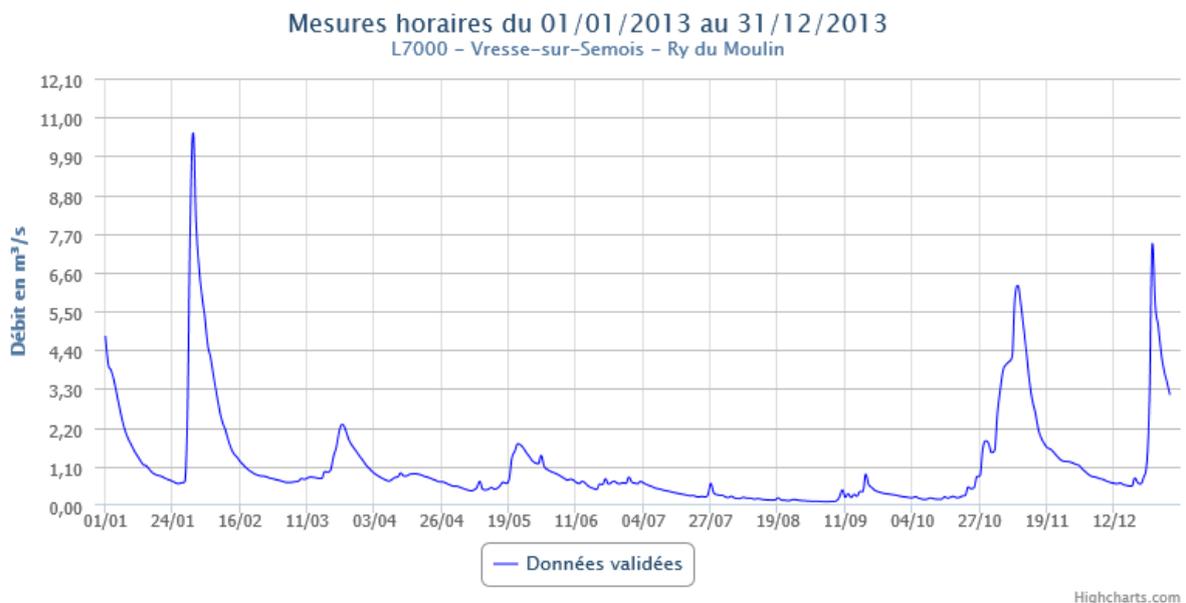
On y constate, en effet, une diminution significative des débits sous 1 m<sup>3</sup>/s en été qui se prolonge jusqu'au mois d'octobre.



**Figure II-2. Evolution des débits du ruisseau des Aleines observée durant l'année 2013 au niveau de la station «L6990 – Auby-sur-Semois »**

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

Une situation identique est notée à la station «L7000 – Vresse-sur-Semois» pour le Rux au Moulin et ses affluents au nord-ouest de la carte, attestant d'un comportement homogène des sous-bassins versants de la Semois au niveau de la planche (Figure II-3).



**Figure II-3. Evolution des débits du Rux au Moulin observée durant l'année 2013 au niveau de la station «L7000 – Vresse-sur-Semois »**

### III. CADRES GÉOLOGIQUE ET STRUCTURAL

#### III.1. CADRE GÉOLOGIQUE RÉGIONAL

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

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

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

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

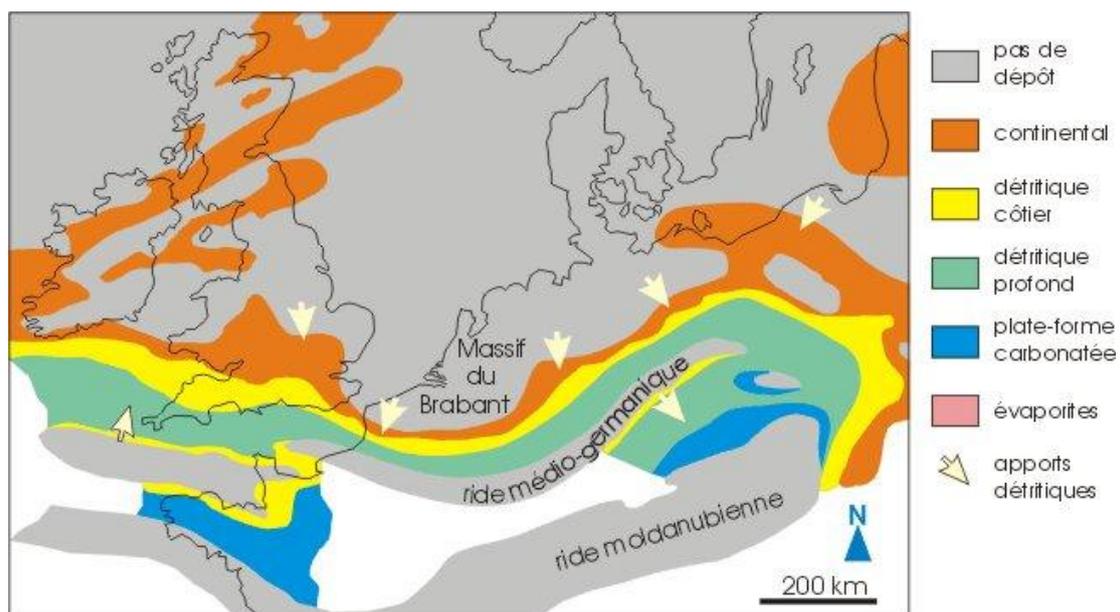
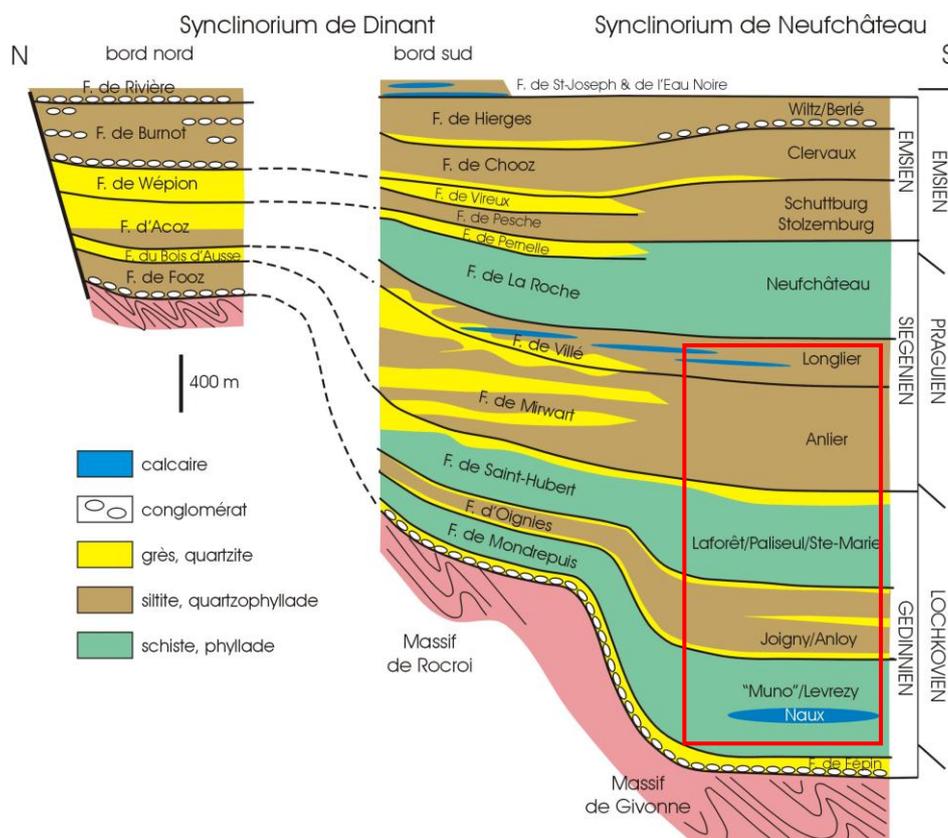


Figure III-1. Schéma paléogéographique du nord-ouest de l'Europe au Dévonien inférieur (Boulvain et Pingot, 2011).

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

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

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

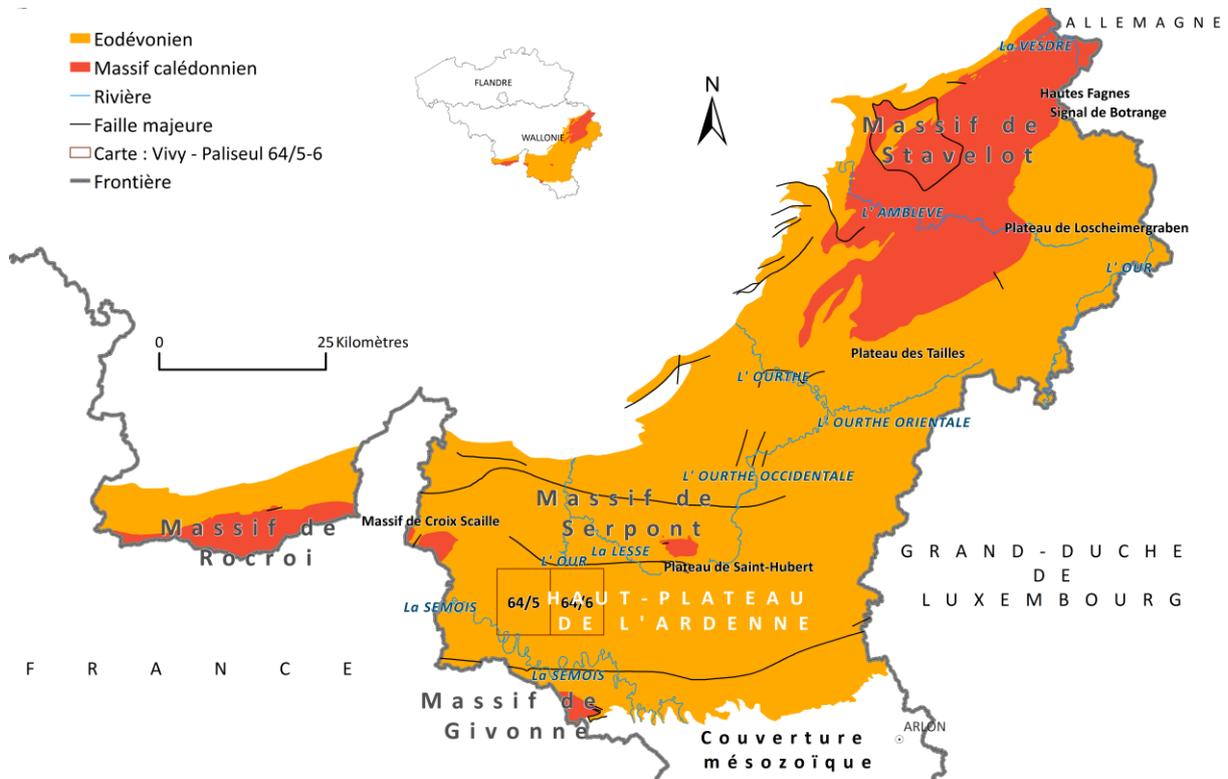


**Figure III-2. Transect nord-sud dans les Synclinoria de Dinant et de Neufchâteau, durant le dépôt du Dévonien inférieur (modifié d'après Boulvain et Pingot, 2011). Le contexte de la carte Vivy – Paliseul est encadré en rouge**

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

Ere	Système	Série	Etage	Asselberghs, 1946			Belanger et Ghysel, sous presse		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 <i>Membre ou faciès</i>								
Paléozoïque	Dévonien	Dévonien inférieur	Emsien	sup.	E3	Burnot	Wiltz Q. de Berlé			Hièrges (HIE)	Wiltz - Berlé	Emsien	Dévonien inférieur		
				moy.	E2	Winenne	Clervaux			Chooz (CHO)	Clervaux				
				inf.	E1	Wépion	Vireux			Vireux (VIR) Pesche (PES) Pernelle (PER)	Schutbourg				
			Siegenien	sup.	S3	Acoz	La Roche Saint Vith Neufchâteau				La Roche (LAR)	Neufchâteau		Praguien	
							moy.	S2	Huy	Bouillon	Villé (VIL) <i>F. Bouillon</i>	Villé (VIL)			Longlier
										Longlier					
			Les Amonines												
			inf.	S1	Bois d'Ausse	Anlier	Mirwart (MIR)	Mirwart (MIR)	Anlier						
			Gedinnien	sup.	G2b	Saint-Hubert		Saint-Hubert (STH) Ouest <i>M. Laforêt</i>	Est <i>M. Ste Marie</i>	Saint-Hubert (STH)	Saint-Hubert	Lochkovien			
					G2a	Oignies		Oignies (OIG) Ouest <i>M. Joigny</i>	Est <i>M. Anloy</i>	Oignies (OIG)	Oignies				
				Inf.	G1	Mondrepuis		Mondrepuis (MON) Ouest <i>M. Levrézy</i>	Mondrepuis (MON)		Muno				
			Silurien		Silurien sup.						Fépin	Pridoli		Silurien sup	

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



**Figure III-3. Cadre géologique simplifié de l'Eodévonien de l'Ardenne basé sur Asselberghs (1946) modifié. La carte Vivy – Paliseul 64/5-6 est encadrée**

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

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

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

Les terrains de l'Eodévonien sont déformés en un train de plis serrés accompagnés d'une schistosité, tous deux issus de l'orogénèse hercynienne. Cette couverture éodévonienne plissée constitue l'anticlinorium de l'Ardenne et l'anticlinal de Givonne séparés par le synclinorium de Neufchâteau. L'anticlinal de Givonne repose sur le Synclinorium de Neufchâteau-Eifel via la faille de charriage d'Herbeumont.

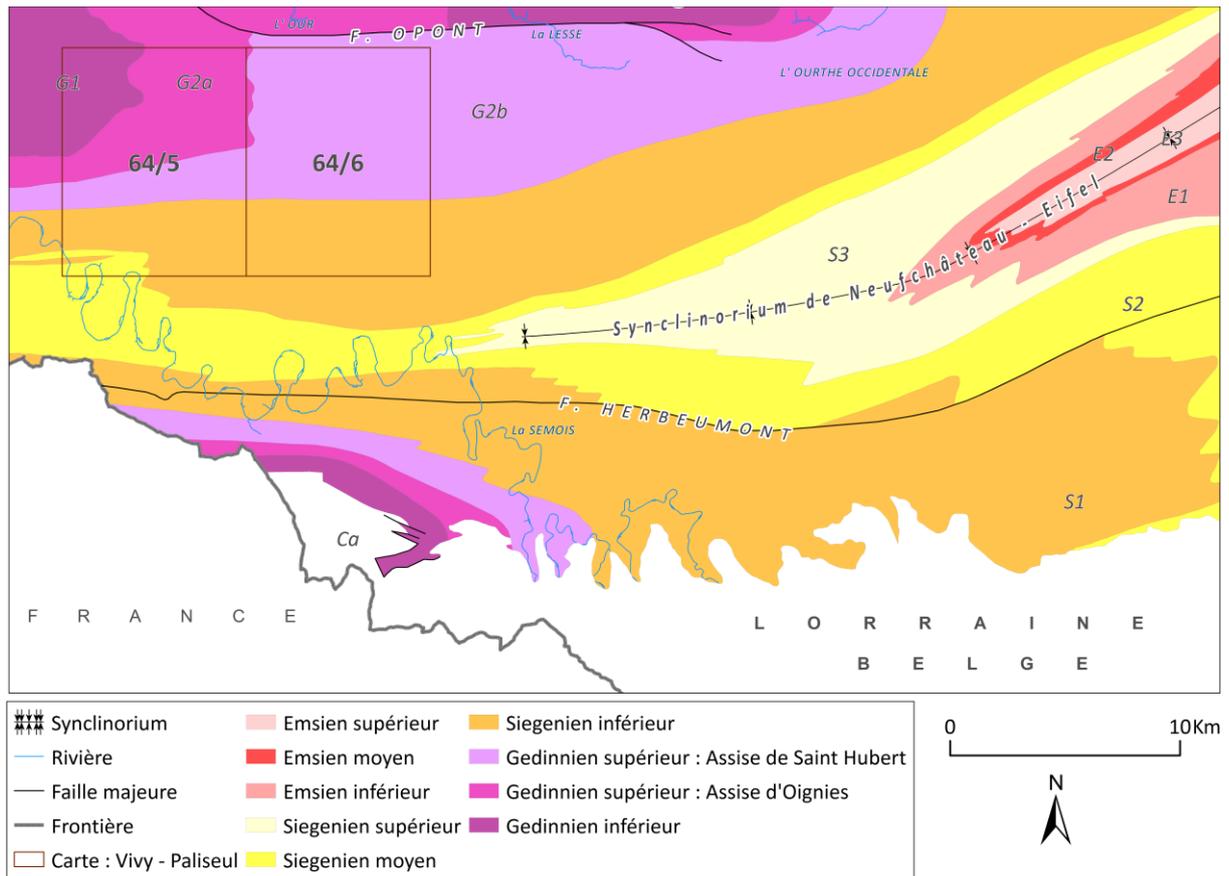
## **III.2. CADRE GÉOLOGIQUE DE LA CARTE VIVY - PALISEUL**

### **III.2.1. Cadre litho-stratigraphique**

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

Selon les levés de la carte d'Asselberghs (1946), les unités géologiques rencontrées sur la carte Vivy - Paliseul sont de la plus ancienne à la plus récente (Figure III-4) : Gedinnien inférieur (G1), Gedinnien supérieur (G2a et G2b), Siegenien inférieur (S1) et Siegenien moyen (S2). Elles correspondent grosso modo aux Formations de Mondrepuis (MON), de Oignies (OIG), de Saint Hubert (STH), de Mirwart (MIR) et de Villé (VIL) dans l'actuelle subdivision du Dévonien inférieur utilisée pour les levés de la Carte géologique de Wallonie. Il faut souligner que les transitions entre les formations lithologiques sont progressives, empêchant souvent de fixer des limites stratigraphiques tranchées (Vandeven, 1990). Enfin, des dépôts cénozoïques formés notamment des alluvions sont notés dans les fonds de vallées.

La description lithologique, la zone d'affleurement et l'épaisseur de chaque unité stratigraphique seront systématiquement présentées, en se basant sur le projet de la notice explicative de la Carte géologique de Wallonie, Vivy - Paliseul.



**Figure III-4. Extrait modifié de la carte géologique de l'Eodévonien de l'Ardenne et des régions voisines (Asselberghs, 1946) avec localisation de la carte Vivy – Paliseul (64/5-6)**

### III.2.1.1. Paléozoïque – Dévonien inférieur

#### Gedinnien inférieur (G1)

Le Gedinnien inférieur est représenté par la Formation de Mondrepuis (MON). Cette formation à prédominance pélitique comprend surtout des schistes argileux à silteux gris moyen foncé, généralement tendres et qui se délitent aisément en feuillets ou en plaquettes. Les intercalations de bancs centimétriques de siltites, de grès argileux et de grès sont régulièrement présentes. Les grès peuvent être micacés, de couleur gris vert à gris et posséder des lamines obliques à parallèles. S'intercalent aussi des niveaux centimétriques à métriques de schistes carbonatés, parfois fossilifères (brachiopodes, tentaculites,...). Latéralement, les faciès de la Formation de Mondrepuis évoluent à l'ouest de Monceau-en-Ardenne, vers une prédominance de schistes fins, ardoisiers, gris foncé d'aspect plus induré. Ce faciès métamorphique de la Formation de Mondrepuis est reconnu comme Membre de Levrézy et est bien développé sur la bordure méridionale du massif de Rocroi.

Le Gedinnien inférieur couvre une petite superficie sur la carte sous forme d'une zone limitée à son angle nord-ouest. Sa puissance est estimée à environ 1000 m sur base de la carte voisine (Orchimont 63/8).

### Gedinnien supérieur (G2a)

La base du Gedinnien supérieur est représentée par la Formation de Oignies (OIG). Cette formation à prédominance pélitique est normalement caractérisée par des pélites de teintes vives à bigarrures lie de vin, rouges et vertes bien tranchées, telles qu'elles sont définies par la commission de stratigraphie (Godefroid *et al.*, 1994). Elle n'est pas représentée sur la carte sous ce faciès typique. En effet, la couleur rouge caractéristique de la formation, disparaît au profit d'une couleur gris vert bleu suite à l'intensification locale du métamorphisme régional. Ainsi, la formation est représentée par les Membres d'Anloy et de Joigny qui constituent des variations latérales de faciès pressenties mais non cartographiées par Asselberghs (1946).

Dans le quart nord-est de la planche dans une zone comprise entre Carlsbourg et Jehonville, apparaît la composante la plus grossière de la formation ou Membre d'Anloy (ANL). Celui-ci se distingue par la couleur gris bleu pâle des quartzites et des siltites sériciteux en bancs réguliers le plus souvent épais à massifs. S'y intercalent des lits et des nodules carbonatés. On observe également des bancs contenant des horizons cellulux cariés parfois remplis de silt limonitique, des petits niveaux de grès décalcifiés manganésifères altérés, des psammites à paillettes de muscovite. Les pélites, plutôt rares dans cette série, occupent les joints de stratification. Les structures sédimentaires sont présentes dans les niveaux gréseux, telles les stratifications croisées, les laminations planes parallèles et obliques. Certains bancs sont affectés de bioturbations ou présentent des traces d'émersion comme les polygones de dessiccation.

A l'ouest du méridien de Vivy, apparaît un faciès phylladeux, parfois ardoisier, appartenant au Membre de Joigny (JOI). Il est composé de séries de schistes argileux à silteux, lisses et homogènes de couleur gris foncé à gris vert bleuté. S'y intercalent des bancs centimétriques à décimétriques de grès quartzeux à argileux, parfois laminaires, carbonatés ou micacés de couleur gris foncé à gris moyen clair. Les schistes peuvent contenir des nodules centimétriques de limonite souvent évidés conférant à la roche un aspect cellulux.

Les 870 m d'épaisseur de la Formation d'Oignies estimés par Beugnies (1983) semblent un bon ordre de grandeur bien que la région des plateaux, pauvre en affleurements, ne permette pas de préciser davantage cette puissance.

### Gedinnien supérieur (G2b)

Le sommet du Gedinnien supérieur est normalement représenté par la Formation de Saint-Hubert (STH) telle qu'elle a été définie par la commission de stratigraphie (Godefroid *et al.*, 1994), elle est caractérisée par la couleur verte ou gris vert des roches. Elle n'est représentée sur la carte, que par deux de ses faciès particuliers différents reconnus par Asselberghs (1946) : un faciès oriental schisto-gréseux grisâtre, le Membre de Sainte-Marie (STM), qui se démarque du faciès occidental nettement plus pélitique gris vert et gris appelé Membre de Laforêt (LAF).

Selon Asselberghs (1946), ces terrains couvrent l'essentiel de la planche Vivy-Paliseul, comme illustré par la carte hydrogéologique. Toutefois, les levés géologiques récents montrent une dominance de la Formation de Oignies (G2a).

Dans la région où affleure le Membre de Sainte-Marie (STM) au sud-est de Vivy, on observe un complexe pélitique gris foncé pétri de biotites et d'ilménites. Il comprend des phyllades, des schistes, des schistes gréseux et des siltites laminaires en général gris foncé. Les niveaux de teinte gris foncé alternent avec des ensembles plutôt altérés gris verdâtre de grès sableux, de siltites tendres et de schistes gris moyen pâle. Pour cette raison, la limite entre la Formation de Saint-Hubert et le complexe des schistes gris foncé de Mirwart est difficile à tracer. Le passage entre les deux formations est insensible et se fait par appauvrissement des teneurs en biotite et en ilménite.

Le Membre de Laforêt (LAF) quant à lui, est caractérisé par des alternances de schistes argileux, silteux à gréseux en passage progressif souvent laminaire et micacé. Les schistes peuvent être cellulaires, remplis de silt limonitique, ou traversés d'horizons à nodules carbonatés cariés. Le sommet de la formation est souvent plus gréseux et comprend des bancs métriques à décimétriques de grès avec des intercalations centimétriques de schistes micacés. Les passées de couleur gris vert alternent régulièrement avec des passées grises.

Le Membre de Laforêt n'est représenté que sur une épaisseur de 300 m environ, celui de Sainte-Marie compte près de 900 m.

### Siegenien inférieur (S1)

A l'ancien faciès d'Anlier (S1) d'Asselberghs (1946), correspond la Formation de Mirwart (MIR). Le Siegenien inférieur est caractérisé par une alternance de phyllades et de schistes avec des quartzophyllades et des bancs ou des paquets de quartzites. Les quartzites sont très rarement et très légèrement calcaires et feldspathiques. Les roches gréseuses sont présentes sous forme de bancs isolés ou en paquets de 4 à 10 m et exceptionnellement de

15 à 25 m. Dans ces paquets, les bancs de grès sont souvent séparés par de fines intercalations schisteuses.

Sur la moitié est de la planche, les schistes peuvent être affectés par des insertions lenticulaires assez fréquentes et de dimensions très variables de calcschistes que l'on repère par leur lavis blanchâtre et leur cannelure d'altération caractéristiques à la surface de la roche. Ils se manifestent de manière sporadique sur toute la hauteur de la formation.

Le sommet de la Formation de Mirwart est caractérisé par la présence de débris végétaux minéralisés noirâtres à verdâtres, à proximité d'un niveau ardoisier gris foncé souvent exploité (phyllade d'Alle). Ils se positionnent généralement jusqu'à une centaine de mètres sous le premier niveau carbonaté rouille de la Formation de Villé sus-jacente.

L'épaisseur de la Formation de Mirwart est estimée de 900 à 1000 m par Asselberghs (1954).

#### Siegenien moyen (S2)

Au Siegenien moyen (S2) d'Asselberghs (1946), correspond la Formation de Villé qui débute dès l'apparition des premiers niveaux carbonatés récurrents. Le passage de la Formation de Mirwart à la Formation de Villé se fait progressivement dans un ensemble pélitique de plus en plus rouille et carbonaté. Dans la région d'Alle, la transition entre les formations de Mirwart et de Villé se fait par l'apparition de carbonate au sein de roches pélitiques souvent ardoisières et pétries de végétaux.

La Formation de Villé renferme principalement des grès rouille à gris moyen, assez argileux et micacés. Ces bancs décimétriques à métriques alternent avec des siltites et des pélites gris moyen à lamines millimétriques à centimétriques rouille. Toutes ces roches peuvent être carbonatées ou non et renfermer des fossiles en quantité variable.

La formation renferme également des bancs lenticulaires ou des lentilles décimétriques de calcaires argileux gris bleu, à veines de calcite et riches en crinoïdes (encrinite). Il existe aussi des niveaux de siltites micacées à lamines millimétriques à centimétriques parallèles qui ont souvent été appelées "psammites". Enfin, sont présents des bancs décimétriques à métriques de grès gris moyen assez quartzeux formant des passées isolées n'excédant pas 2 à 3 m d'épaisseur ainsi que de fins niveaux décimétriques de pélites gris foncé et homogènes. L'alternance des différentes lithologies détermine une certaine rythmicité, ce que l'altération met en évidence par le dégagement de barres rocheuses. Ce faciès carbonaté de la Formation de Villé a été reconnu par Asselberghs (1946) comme le faciès de Bouillon.

La Formation affleure exclusivement dans l'angle sud-ouest de la planche, aux environs de Frahan et Rochehaut. Etant donné les nombreuses failles qui tronquent la formation à différents endroits, lors du levé de la Carte géologique de Wallonie, une estimation minimale de 600 m d'épaisseur a été proposée alors qu'elle est estimée à 400-500 m par Asselberghs (1946).

### **III.2.2. Cénozoïque**

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

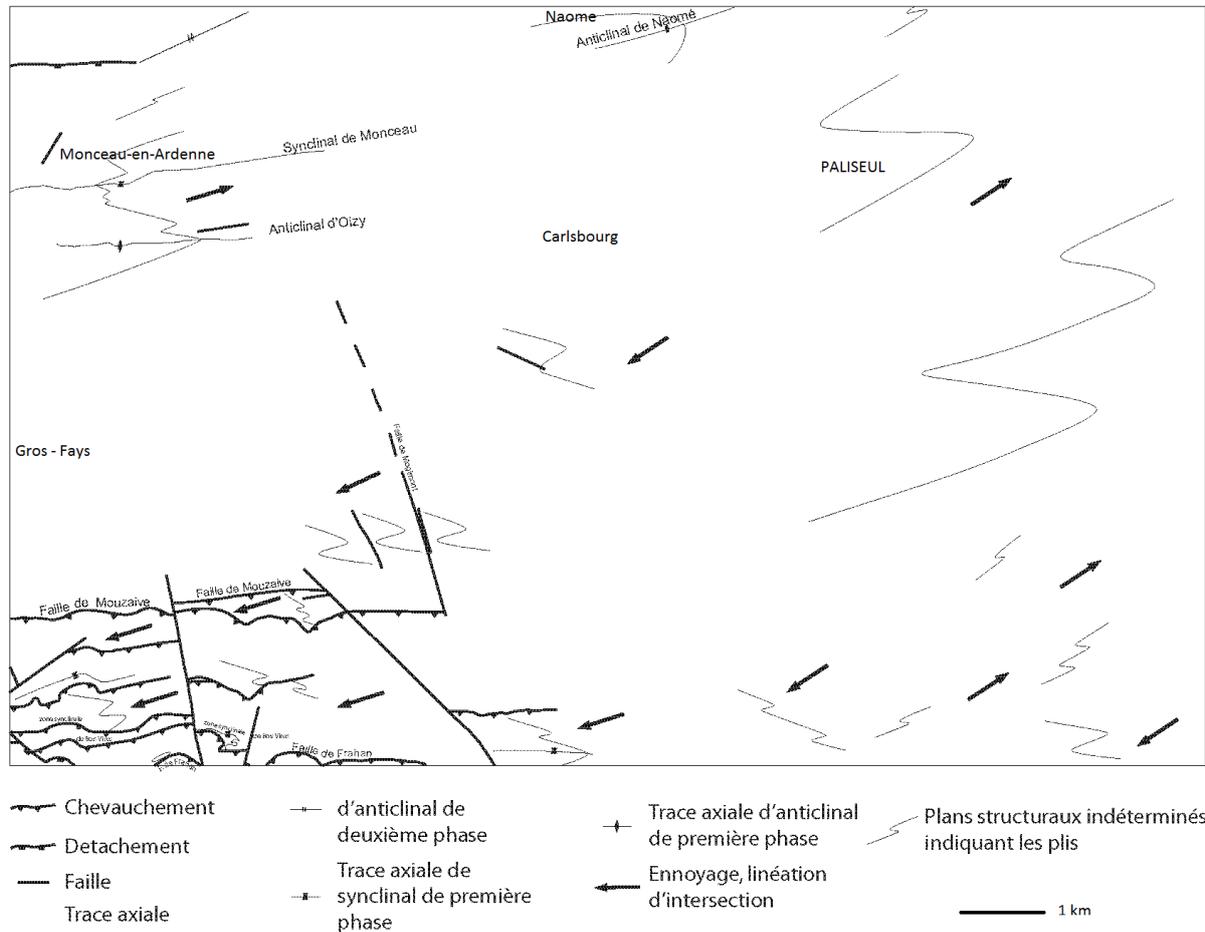
Le levé de la Carte géologique de Wallonie identifie aussi des niveaux d'altérites (ALT), on désigne sous ce terme des produits superficiels résultant de la fragmentation et de l'altération sur place des roches antérieures sans transformations pédologiques notables (Foucault et Raoult, 1995). Le socle primaire s'est altéré plus ou moins profondément à une époque ancienne, mésozoïque à cénozoïque en créant un manteau d'altération qui peut contribuer à l'hébergement d'une nappe superficielle plus importante. Ces altérites qui sont surtout d'origine chimique forment un manteau généralement subhorizontal de plusieurs mètres d'épaisseur et comptant en général plusieurs horizons superposés à dégradation décroissante de haut en bas. De ces surfaces d'altérites il reste généralement des dépôts ferrugineux localisés sur les plateaux.

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

Les terrains paléozoïques couvrant la carte ont été affectés de déformations complexes essentiellement varisques dont l'apogée se situe au Silésien (phase asturienne). C'est durant cette période que le raccourcissement varisque confère aux terrains leur allure plissée et schistosée. La planche de Vivy – Paliseul couvre un territoire situé sur le flanc nord du synclinorium de Neufchâteau.

Au nord de la carte, selon le schéma structural établi lors du levé de la Carte géologique de Wallonie (Figure III-5), on distingue des plis kilométriques comme l'anticlinal d'Oizy, le synclinal de Monceau et l'anticlinal de Naomé. Ces plis régionaux ont une direction est-ouest. Dans les séries phylladeuses, ils sont fermés, à charnières aiguës et déversés à couchés vers le nord. Dans les séries grésopélitiques, ils sont plus ouverts et moins

déversés. Dans la région de Monceau à Paliseul, les axes plongent vers l'est ou l'ouest avec des valeurs modérées de 0° à 20°.



**Figure III-5. Schéma structural de la carte Vivy - Paliseul**

Dans la partie sud de la carte les axes plongent vers le SO-NE avec localement des valeurs plus fortes de 25° à 40°. La schistosité régionale de pendage sud, est plan-axiale des plis observés et se dispose régionalement en éventail convergent.

Dans l'angle sud-ouest de la carte, au sud de la faille de Mouzaive, on distingue plusieurs chevauchements et deux entités synclinales : celle de Bouillon-Neufchâteau au sud qui chevauche celle d'Auby-sur-Semois ou Bois Virus au nord par la faille de Frahan à faible pente sud. Celle-ci prend place dans le flanc nord d'un anticlinai intermédiaire à cœur de la Formation de Mirwart (S1) et fortement faillé. Plusieurs accidents longitudinaux de faible pente sud peuvent être observés ou déduits de la répétition du niveau repère des phyllades d'Alle à végétaux. La plupart de ces failles s'inscrivent comme chevauchements au cœur de plis décamétriques, c'est le cas au sud de «Moulin de Liresse». Outre les déformations locales qu'elles provoquent, les failles de chevauchement (comme la faille de Frahan), à grande échelle, recoupent les plis et leur sont donc postérieures (hors séquence).

Un épisode extensif est ensuite marqué par un deuxième ensemble de failles longitudinales de faible pente sud à mouvement normal. Celles-ci, découvertes lors du levé de terrain, de la Carte géologique de Wallonie, n'ont pas encore été mentionnées dans la partie sud de l'Ardenne. Elles ont des rejets hectométriques voire kilométriques (carte Bouillon –Dohan 68/1-2). Elles sont visibles à l'affleurement en divers endroits par des bandes de cisaillement (shear zone) à l'intérieur desquelles s'observent des kinks ainsi que des brèches pour les plus importantes d'entre-elles. Ces bandes de cisaillement ont une faible pente sud de 25° à 45°, généralement sub-parallèle à la stratification et ont une épaisseur décimétrique à plurimétrique. A ces zones de failles majeures peuvent être rattachées des petites bandes de cisaillement (kinks de type normal) généralement d'épaisseur centimétrique, de plan axial à pente forte vers le nord conjuguées aux premières. Ces surfaces subverticales sont très souvent ouvertes, donnant lieu dans la Formation de Villé à des développements karstiques.

Une troisième génération de failles recoupe les précédentes et semble donc leur être postérieure. Il s'agit de la plupart des failles transversales de direction NO-SE et NE-SO.

## IV. CADRE HYDROGÉOLOGIQUE

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

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

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

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

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

### IV.1. HYDROGÉOLOGIE RÉGIONALE

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

La carte hydrogéologique Vivy – Paliseul 64/5-6 s'inscrit presque entièrement dans la masse d'eau RWM103 « Grès et schistes du massif ardennais : Semois, Chiers, Houille et Viroin » (Figure IV-1), (SPW-DGO3, 2014). L'autre masse d'eau présente sur la carte est la RWM100 « Grès et schistes du massif ardennais : Lesse, Ourthe et Amblève » (Figure IV-1). Elle correspond au bassin versant de la Lesse (SPW-DGO3, 2014).

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



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

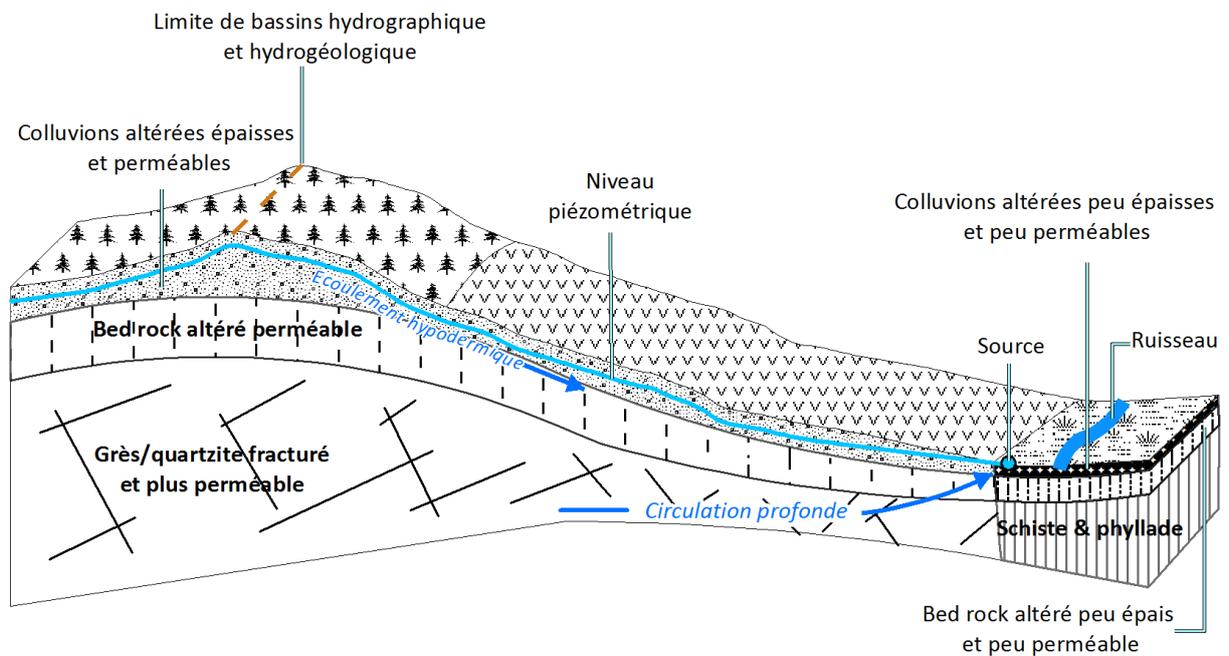


Figure IV-2. Schéma hydrogéologique simplifié de l'Eodévonian de l'Ardenne

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

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

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

#### **IV.1.2. L'aquifère profond**

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

---

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

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

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

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

#### **IV.1.3. Remarque générale**

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

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

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

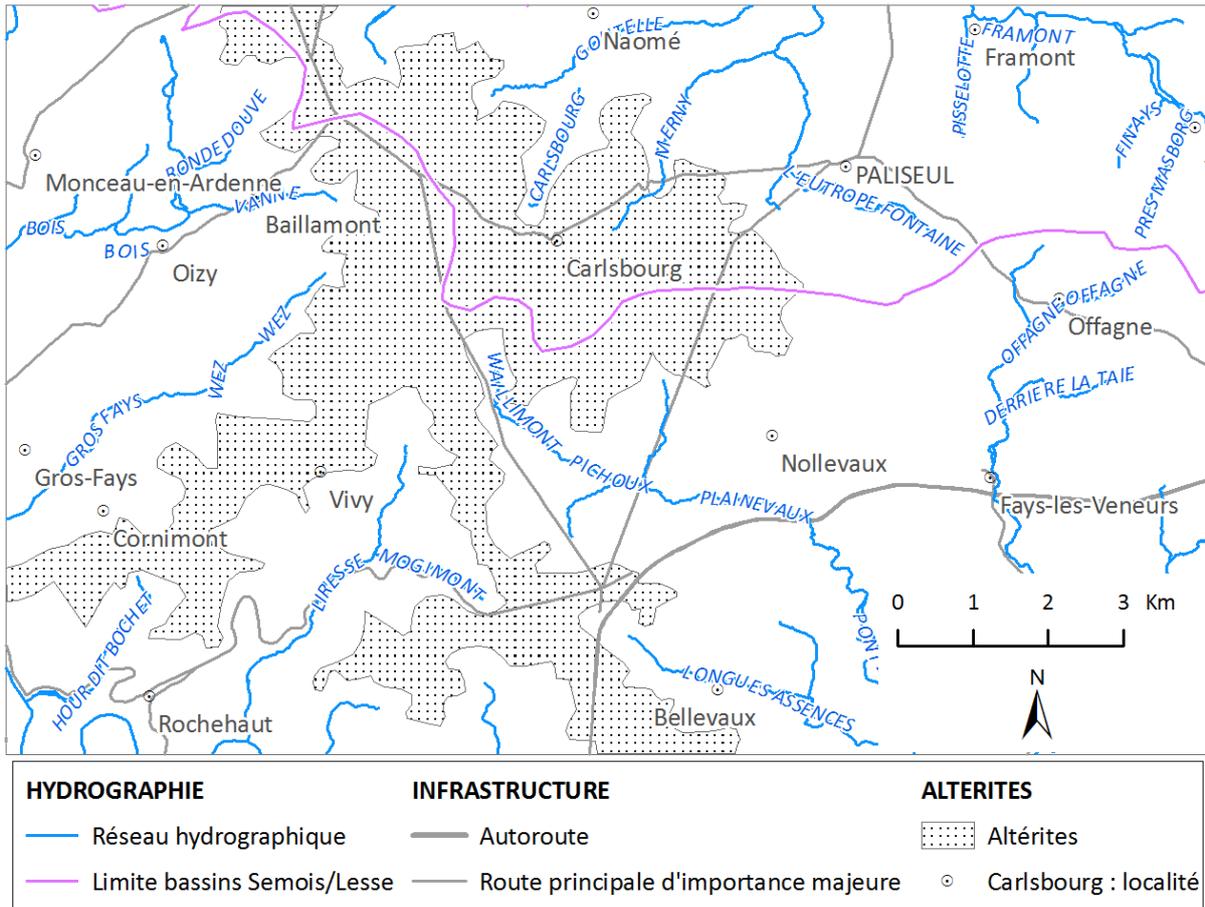
### **IV.2. HYDROGÉOLOGIE LOCALE**

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

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

En raison de l'extension importante prise par les altérites sur les plateaux de la carte Vivy – Paliseul (Figure IV 3), le manteau d'altération semble contribuer plus que de coutume à l'hébergement d'une nappe superficielle. Ces altérites, qui forment un manteau généralement subhorizontal de plusieurs mètres d'épaisseur et à plusieurs horizons

superposés, contribuent notamment à l'alimentation des ouvrages de distribution publique de la commune de Bièvre situés à l'ouest de Carlsbourg (Mon Idée, Sèche Place,....).



**Figure IV-3. Carte de localisation des altérites (extrait de la carte géologique Vivy – Paliseul, Belanger sous presse)**

**Tableau IV-1. Tableau de correspondance entre les formations géologiques et les unités hydrogéologiques sur la carte Vivy - Paliseul.**

ERE	SYSTEME	SERIE	ETAGE	ASSISE	ABREVIATION	FORMATION	LITHOLOGIE	UNITES HYDROGEOLOGIQUES
CENOZOÏQUE	QUATERNAIRE	SUPERIEUR			alm		Tourbe, Eboulis des pentes et alluvions modernes des vallées.	Aquifère des alluvions
PALEOZOÏQUE	DEVONIEN	INFERIEUR	SIEGENIEN	MOYEN	S2	Villé	Grès argileux micacés (psammites) rouilles alternant avec des siltites-pélites laminaires et variablement carbonatés. Certains bancs sont riches en fossiles allant parfois jusqu'à l'encrinite	Aquiclude à niveaux aquifères de Villé
				INFERIEUR	S1	Mirwart	Série silto-péltique avec des passées décimétriques à métriques de quartzite, grès argileux.	Aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur
			GEDINNIEN	SAINT HUBERT	G2b	Saint-Hubert	Ensemble constitué d'alternances de pélite-siltite-grès voire de quartzite. Présence de nodules carbonatés. A l'ouest, Membre de Laforêt avec magnétite et à l'est, Membre de Sainte-Marie avec ilmenite et parfois biotite	Aquiclude du Dévonien inférieur
				OIGNIES	G2a	Oignies	Faciès ouest (M. de Joigny), principalement péltique à silteux avec minces intercallations de grès-quartzite. Quelques niveaux métriques d'arkose ou de grès très grossier. Carbonates parfois présents. Faciès est (M. d'Anloy), surtout bancs épais silteux à magnétite. Présence de niveaux à nodules de carbonates ou de grès carbonaté.	
				MONDREPUIS	G1	Mondrepuis	Formé d'un ensemble péltique composé de schistes gris, parfois carbonatés, à intercalation de siltites et de grès gris vert à gris	Aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur

### **IV.2.1. Description des principales unités hydrogéologiques**

Sur la carte géologique de Vivy-Paliseul, les prises d'eau semblent se distribuer d'une manière aléatoire et ne se superposent guère sur les grandes structures géologiques reconnues. Il est intéressant de noter que les regroupements d'ouvrages captants se font à proximité des agglomérations (Carlsbourg, Paliseul, Framont, Rochehaut, Fays-les-Veneurs etc.).

#### ***IV.2.1.1. Aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur***

L'aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur est représenté par le Gedinnien inférieur (G1) de la Formation de Mondrepuis et le Siegenien inférieur (S1) de la Formation de Mirwart. Ces niveaux sont majoritairement constitués de roches pélitiques à nombreuses intercalations arénacées (quartzites, grès, ...) susceptibles de contenir des niveaux aquifères.

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

#### ***IV.2.1.2. Aquiclude du Dévonien inférieur***

L'aquiclude du Dévonien inférieur est représenté par les Formations d'Oignies et de Saint-Hubert pour conserver une continuité géographique des unités hydrogéologiques avec les cartes voisines Haut-Fays – Redu au nord et Bertrix – Recogne à l'est. Ces formations peuvent être considérées comme aquiclude à niveaux aquifères compte tenu des intercalations de grès et de quartzites. L'aquiclude du Dévonien inférieur est limité à la base par l'aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur de la Formation de Mondrepuis.

Notons que la présence de membres plus ou moins phylladeux dans les formations du Gedinnien supérieur semble introduire une variation de densité d'ouvrages de prises d'eau entre l'ouest et l'est de la zone d'affleurement de l'aquiclude du Dévonien inférieur. Les points de captage semblent d'ailleurs se cantonner plus spécifiquement dans la partie orientale de la carte occupée par les Membres d'Anloy et de Sainte-Marie. Le substrat géologique de ces derniers comporte, en effet, des roches plutôt silto-gréseuses dont les capacités de stockage hydrogéologique, quoique relativement faibles, sont supérieures à celles des Membres phylladeux de Joigny et de Laforêt qui couvrent la partie occidentale.

L'aquiclude du Dévonien inférieur contient toutefois partout des ressources hydriques localement exploitables comme le prouve le grand nombre de captages qui se trouvent sur sa zone d'affleurement. Ce sont les besoins en eau pour les activités humaines au niveau des zones habitées du plateau qui sont responsables de ce grand nombre d'ouvrages sans qu'il existe une recherche de conditions optimales pour la production d'eau. D'ailleurs l'aquiclude y est drainé par une multitude de sources qui alimentent le réseau hydrographique, mais il héberge aussi des ouvrages de distribution publique comme les ouvrages de Bièvre (Oizy : Ronde Douve, Sèche place, Mon Idée, Couez, Source Baillamont-Le Rot).

#### ***IV.2.1.3. L'aquiclude à niveaux aquifères de Villé***

L'aquiclude à niveaux aquifères de Villé est formé par le Siegenien moyen (S2), caractérisé par sa composition nettement plus carbonatée que toutes les autres formations précédentes du Dévonien inférieur. Son potentiel aquifère est réparti entre les nappes superficielles du manteau d'altération et les nappes plus profondes contenues dans les bancs gréseux et quartzitiques fissurés et dans les zones de failles. L'aquiclude à niveaux aquifères de Villé est limité à sa base par l'aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur, constitué par l'assise du Siegenien inférieur (S1). Sur sa petite zone d'affleurement émergent de nombreuses sources qui drainent la nappe pour alimenter le bassin versant de la Semois. Il est étonnant qu'un seul ouvrage de prise d'eau y soit identifié.

La présence de carbonates dans le Siegenien moyen se reflète habituellement sur la qualité chimique des eaux dont la dureté et le pH sont relativement plus élevés, particulièrement en profondeur. Le lessivage des carbonates dans les eaux de la nappe superficielle provoque une déminéralisation de celle-ci. Les roches carbonatées étant rares en Ardenne, les phénomènes karstiques y sont peu fréquents et peu développés. Notons toutefois l'existence de pertes de petits cours d'eau dans les zones d'affleurement des Formations de Villé, notamment aux environs de Corbion (commune de Bouillon) (Debbaut *et al.*, 2014).

#### ***IV.2.1.4. Aquifère alluvial***

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

### IV.2.2. Piézométrie

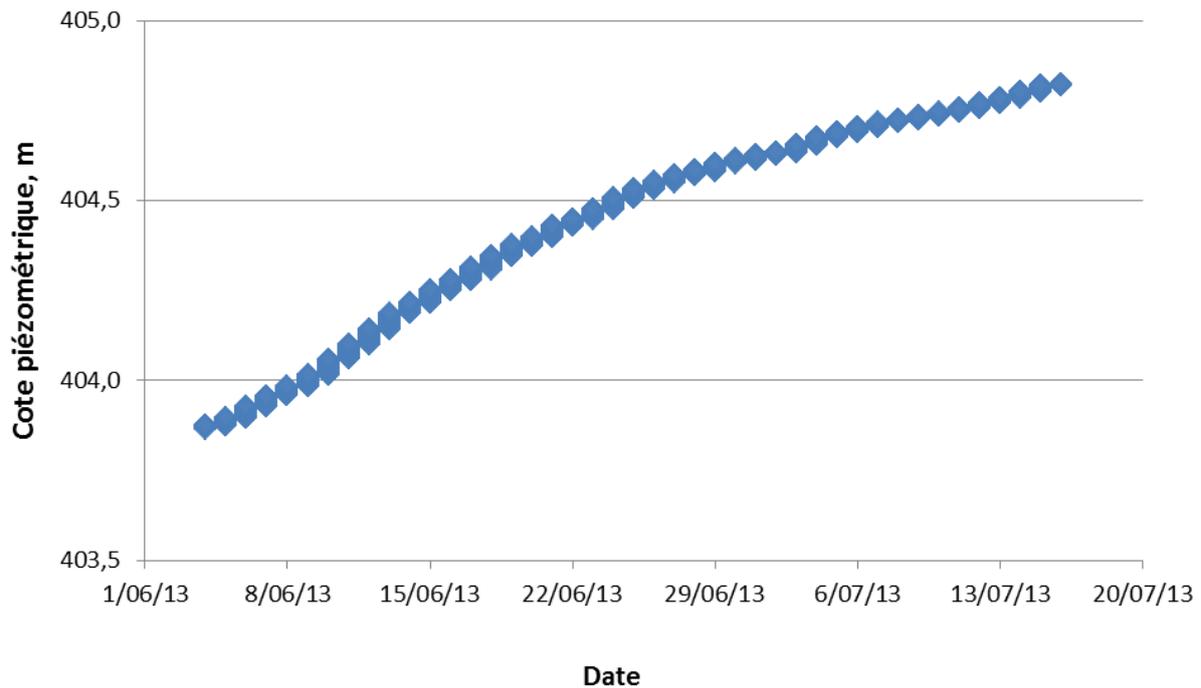
Les isopièzes ne peuvent être tracées pour aucune des unités hydrogéologiques définies sur la carte Vivy-Paliseul. Dans chacune de ces unités il peut exister une multitude de nappes superposées et souvent non connectées. Elles sont logées dans des niveaux gréseux et quartzitiques fissurés intercalés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

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

- Dans la plupart des puits forés, le niveau piézométrique observé est une résultante de deux ou plusieurs niveaux aquifères traversés. Vu que les potentiels aquifères en Ardenne sont souvent limités, les puits sont crépinés dans plusieurs horizons pour cumuler le plus grand nombre de ressources ;
- Faute de piézomètre, les niveaux des nappes ont été mesurés dans des puits en exploitation dont le rabattement induit des erreurs de mesures, d'autant plus que les rabattements provoqués dans ces puits sont importants ;
- Les nappes plus profondes, semi-captives, sont généralement sous pression et le niveau piézométrique s'équilibre près de la surface du sol. Donc le niveau piézométrique représenté ne signifie pas que l'on va rencontrer la nappe à cette profondeur si l'on fore à proximité.

Le suivi piézométrique n'est significatif que sur un ouvrage au repos établi dans l'aquiclude du Dévonien inférieur. Il s'agit toutefois d'un suivi sur une courte période, les données ont été récoltées dans le cadre de la réalisation de la carte hydrogéologique entre juin et juillet 2013. Cet ouvrage, le puits STEVEN DEVOS à Framont, dont la cote altimétrique est à 412 m (Figure IV-4), montre un niveau de la nappe proche de la surface et en croissance constante en réponse aux précipitations, mais sans les variations brutales habituellement associées aux nappes superficielles. Cette situation est confirmée par une température d'eau restée constante à 9,3 °C pendant toute la période de mesure. Un tel comportement semble correspondre aux caractéristiques d'une nappe captive hébergée entre les niveaux

impermeables de l'aquiclude. Ces conclusions doivent être confirmées par un suivi sur une plus longue période.



**Figure IV-4. Evolution piézométrique de l'aquiclude du Dévonien inférieur dans le puits « Puits Steven Devos A Framont »**

### IV.2.3. Coupe hydrogéologique

La localisation nord-sud de la coupe hydrogéologique, pratiquement perpendiculaire à la direction des couches géologiques a été choisie pour représenter les principales structures géologiques présentes sur la carte.

Au nord de la carte, on distingue des plis kilométriques du sud vers le nord comme l'anticlinal d'Oizy, le synclinal de Monceau et l'anticlinal de Naomé. Ces plis régionaux ont une direction est-ouest. Dans les séries phylladeuses, ils sont fermés, à charnières aiguës et déversés à couchés vers le nord. Dans les séries grésopélitiques, ils sont plus ouverts et moins déversés. Dans la région de Monceau à Paliseul, les axes plongent vers l'E ou l'O avec des valeurs modérées de 0° à 20°.

Dans la partie sud de la carte, les axes plongent vers le SO-NE avec localement des valeurs plus fortes de 25° à 40°. La schistosité régionale de pendage sud, est plan-axiale des plis observés et se dispose régionalement en éventail convergent.

Plusieurs accidents longitudinaux de faible pendage sud peuvent être observés ou déduits de la répétition du niveau repère des phyllades d'Alle à végétaux. La plupart de ces failles

s'inscrivent comme chevauchements au cœur de plis décamétriques, c'est le cas au sud de «Moulin de Liresse».

La faille de Frahan, à faible pendage sud, est un chevauchement couvrant le synclinal de Bois Virus (prolongement du synclinal d'Auby-sur-Semois). Outre les déformations locales qu'elles provoquent, les failles de chevauchement, à grande échelle, recourent les plis et leur sont donc postérieures (hors séquence).

Sur la coupe hydrogéologique accompagnant la carte, ces derniers éléments structuraux, observés lors du levé de la Carte géologique de Wallonie, ne sont pas figurés. Ils se traduisent logiquement par des épaisseurs anormales des formations dans la partie sud.

## V. HYDROCHIMIE

### V.1. CARACTÉRISATION HYDROCHIMIQUE DES EAUX

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

Les analyses chimiques présentées ici ont été réalisées sur les eaux brutes, non encore traitées en vue de leur consommation. En mai 2014, on comptait 28 ouvrages caractérisés par au moins une analyse chimique sur l'ensemble de la carte Vivy-Paliseul. La localisation de ces ouvrages est reportée sur la carte thématique au 1/50 000 « *Carte des informations complémentaires et des caractères de couverture des nappes*<sup>4</sup> ».

Les résultats des analyses effectuées entre 1993 et 2006 ont été encodés dans la base de données (BDHYDRO) avec un total de 784 enregistrements. Les caractéristiques hydrochimiques ne sont pas présentées par unité hydrogéologique parce que les différences observées sont indépendantes de ces unités. De plus ce ne sont que des valeurs indicatives difficiles à généraliser sur l'ensemble de l'unité et encore moins sur l'ensemble de la carte compte tenu du contexte hydrogéologique plissé et faillé.

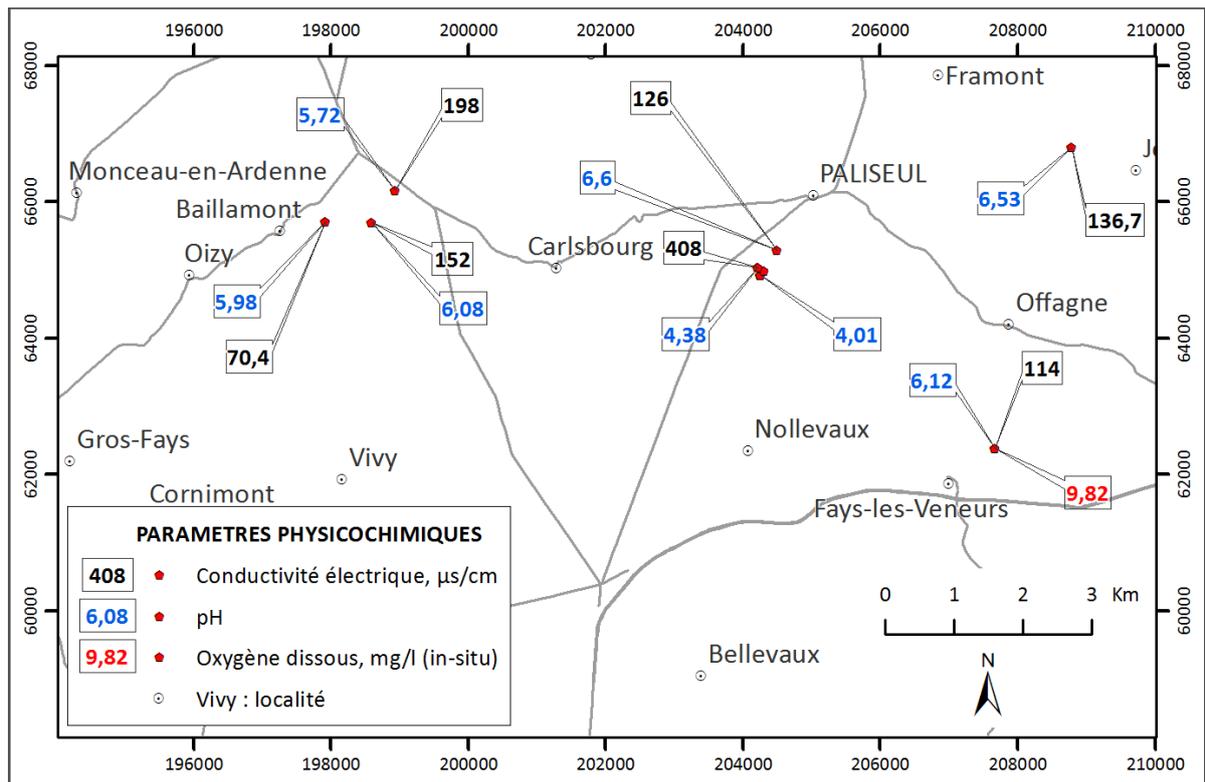
#### V.1.1. Paramètres physico-chimiques

L'examen de l'ensemble des résultats des analyses chimiques disponibles montre une variation spatiale et temporelle de la qualité des eaux (Figure V-1).

---

<sup>3</sup> AGW : Arrêté du Gouvernement Wallon

<sup>4</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 nappes, des tests réalisés (essai de pompage, de traçage, etc.) ainsi que d'autres informations complémentaires comme l'existence de données hydrochimiques, de diagraphies (Echelle : 1/50 000).



**Figure V-1. Paramètres physico-chimiques sur la carte Vivy - Paliseul**

La rareté des points de mesures des paramètres physicochimiques ne permet pas de conclure sur la qualité des eaux sur l'ensemble de la carte Vivy – Paliseul. Toutefois les quelques valeurs disponibles montrent des pH acides (de 5,7 à 6,5) et des conductivités électriques, relativement faibles, comprises entre 70 et 200  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , caractéristiques de l'Ardenne. Notons que les valeurs extrêmes du pH de l'ordre de 4 et des conductivités de l'ordre de 400  $\mu\text{S}/\text{cm}$  correspondent à un site pollué, ne reflétant pas les caractéristiques normales de la nappe.

### V.1.2. Paramètres chimiques

Les données disponibles montrent une composition chimique des eaux souterraines relativement homogène et peu minéralisée. Les ordres de grandeurs pour le calcium (10 mg/l), le magnésium (3 mg/l), sodium (8 mg/l), potassium (<1 mg/l) et sulfates (<10 mg/l) sont assez caractéristiques des nappes ardennaises.

### V.1.3. Teneurs en nitrates

Les résultats de ces analyses sont reportés dans la Figure V-2. Ils montrent que les teneurs en nitrates sont assez faibles et restent largement inférieures à la norme autorisée (50 mg/l).

Dans l'aquiclude du Dévonien inférieur, malgré l'affectation agricole majoritaire des plateaux, la plupart des teneurs en nitrates à quelques exceptions près (Framont, Paliseul, Nollevaux, Fays les Veneurs) sont peu élevées.

Les ouvrages de l'aquiclude à niveaux aquifères du sud de la carte sont soit des sources soit des drains situés en zones forestières des versants de la vallée de la Semois donc relativement éloignés des activités agricoles. Ces ouvrages présentent des teneurs toujours plus faibles que celles des plateaux.

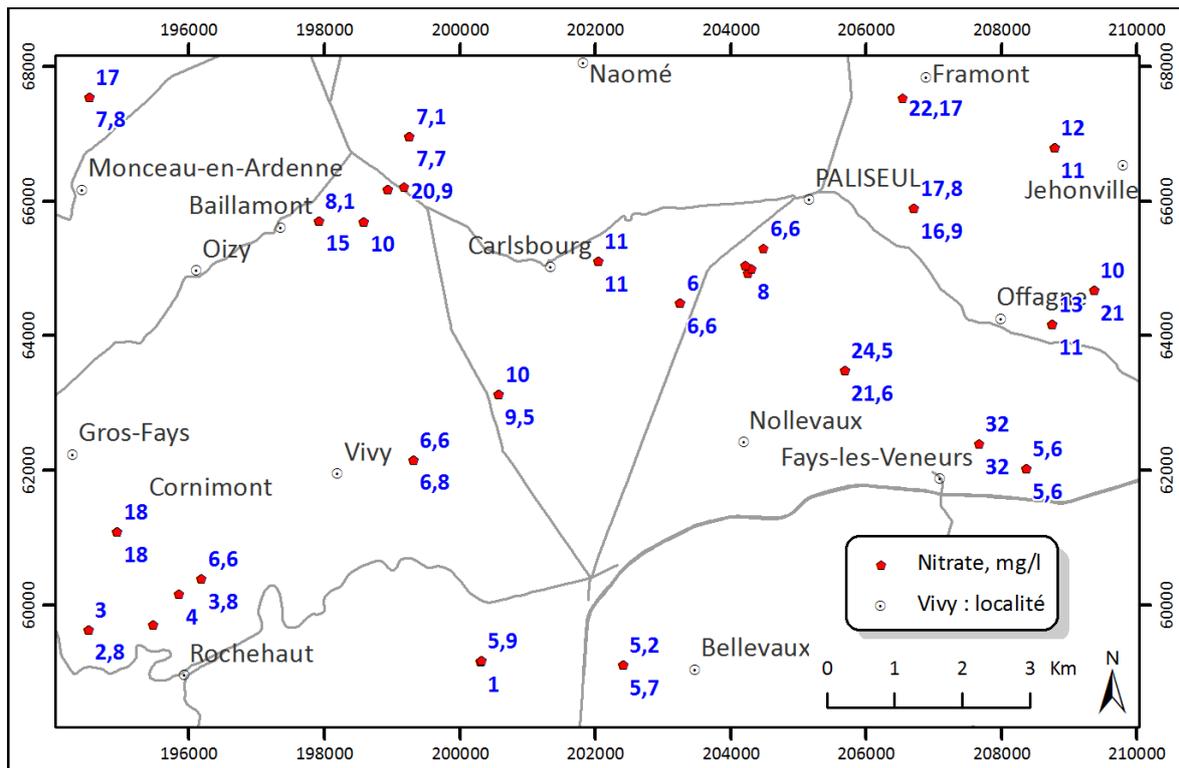


Figure V-2. Distribution des teneurs en nitrates sur la carte Vivy - Paliseul

#### V.1.4. Sources de pollution

La présence d'un établissement industriel (Entreprise Devilca à Bour Paliseul) et de deux anciennes décharges communales (Vivy et Paliseul) suivies par des réseaux de piézomètres peuvent expliquer certains dépassements de normes dans les analyses répertoriées. Ainsi les piézomètres BOUR DEVILCA PZ1 à PZ3 montrent entre 2001 et 2006, outre des pH acides et des valeurs anormalement élevées de conductivité, la présence en excès de métaux (Al, Fe, Mn, As, Pb, Ni) et de composés organiques (huiles minérales, phénols ainsi que plusieurs solvants). La proximité de certains ouvrages de production d'eau potable de la carte Vivy - Paliseul par rapport à ces sites pollués mérite d'être mentionnée à ce stade.

## VI. EXPLOITATION DES AQUIFÈRES

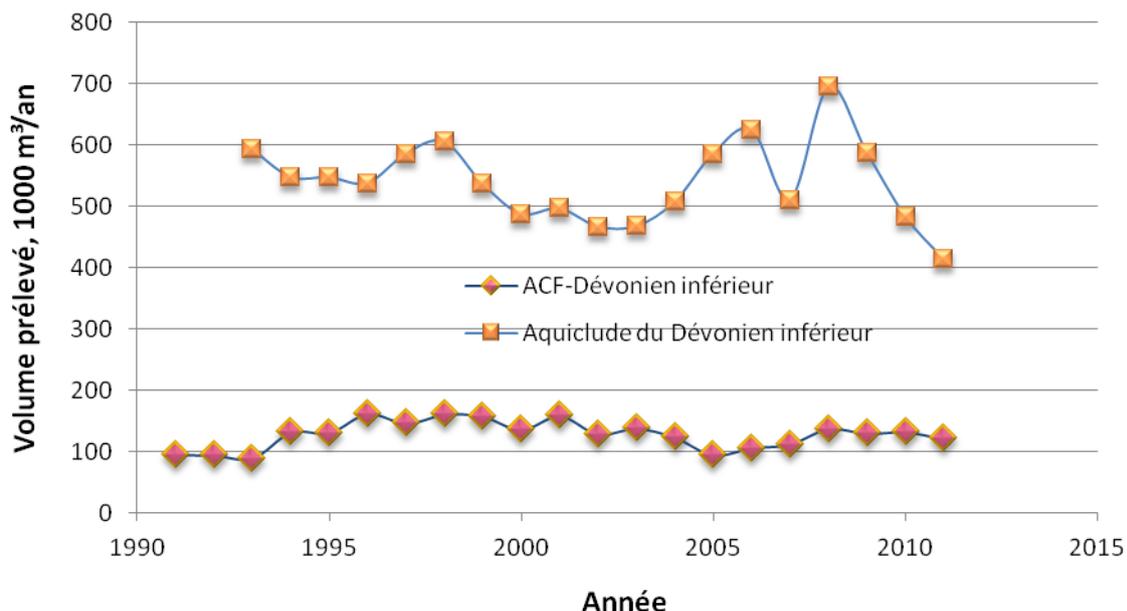
Tous les ouvrages recensés et existants en 2014, sans distinction de nature (puits, piézomètres, sources...), ont été reportés sur la carte thématique « *Carte des volumes prélevés*<sup>5</sup> » (1/50 000) de Vivy-Paliseul. Ils sont distingués par l'unité hydrogéologique sollicitée. L'intérêt de cette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

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

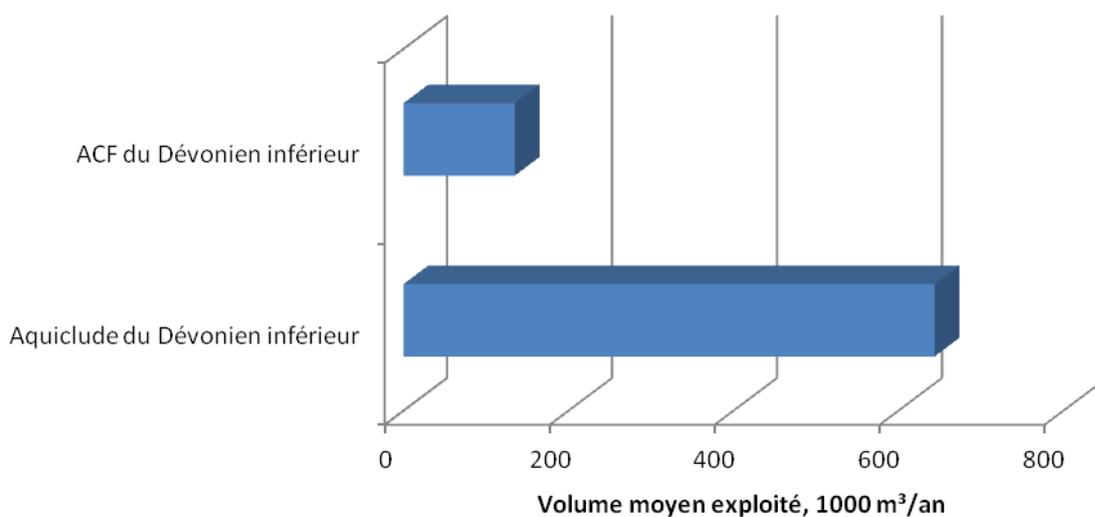
---

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

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

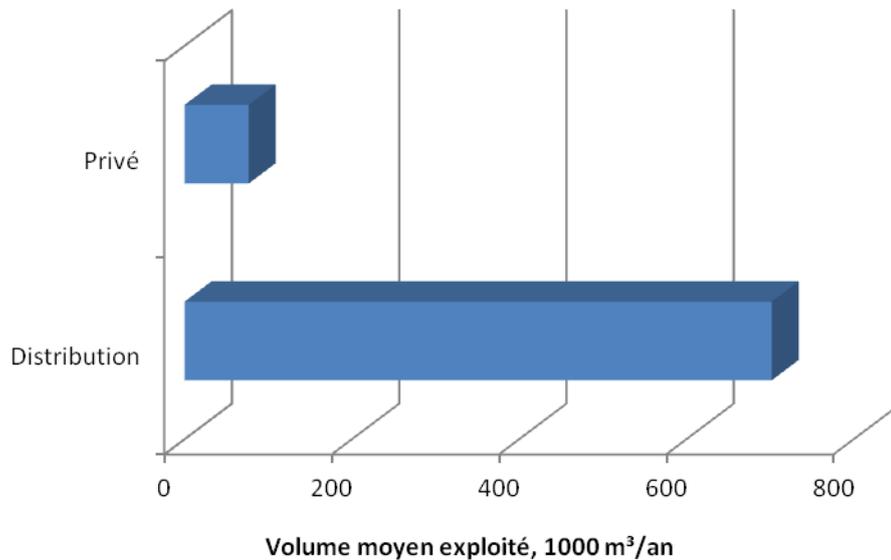


**Figure VI-1. Evolution de l'exploitation des eaux souterraines par unité hydrogéologique sur la carte Vivy – Paliseul. ACF : aquiclude à niveaux aquifères**



**Figure VI-2. Exploitation moyenne annuelle entre 2007 et 2011 des eaux souterraines par unité hydrogéologique sur la carte Vivy -Paliseul. ACF : aquiclude à niveaux aquifères**

En termes d'usage des volumes d'eau prélevée, la Figure VI-3 montre que malgré l'abondance d'ouvrages destinés aux particuliers, l'essentiel de la production est assuré par les ouvrages destinés à la distribution publique.



**Figure VI-3. Exploitation moyenne annuelle entre 2007 et 2011 des eaux souterraines par usage sur la carte Vivy - Paliseul.**

### **VI.1.1. Aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur**

Le volume moyen annuel est réduit à une centaine de milliers de m<sup>3</sup> ces dernières années (Figure VI-2). L'aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur est sollicité par 28 ouvrages répertoriés. Ces ouvrages sont constitués de 2 puits pour la distribution publique d'eau potable, 12 puits de particuliers, 8 drains, 5 sources et un ouvrage dont les caractéristiques sont inconnues. La production et la distribution publique d'eau potable est assurée par les services communaux de Bouillon et de Bièvre. Le volume total d'eau prélevée par ces captages publics n'a pas dépassé 85.000 m<sup>3</sup> en 2011. Les captages privés sont destinés à usage domestique et/ou agricole. Les volumes captés sont relativement faibles et rarement comptabilisés.

### **VI.1.2. Aquiclude à niveaux aquifères de Villé**

L'aquiclude à niveaux aquifères de Villé qui représente en théorie le plus grand potentiel aquifère sur la carte n'est sollicité par aucun ouvrage. Ceci s'explique par sa faible extension sur la carte.

### **VI.1.3. Aquiclude du Dévonien inférieur**

Il est le plus largement exploité, à raison d'environ 600.000 m<sup>3</sup>/an en moyenne entre 1991 et 2011. Si paradoxalement dans la Figure VI-2 l'essentiel de la production est localisée dans l'aquiclude du Dévonien inférieur, cela traduit :

- la superficie dominante de l'aquiclude du Dévonien inférieur au niveau de la carte Vivy-Paliseul,
- l'implantation des ouvrages préférentiellement à côté des lieux d'usages,
- la contribution sans doute non négligeable des aquifères des altérites des plateaux à l'aquiclude du Dévonien inférieur et en particulier pour la production des captages de distribution publique de la commune de Bièvre (Baillamont-Le Rot, Couez, Mon idée, Sèche Place, Oizy Ronde Douve),
- et enfin la présence dans ce niveau aquiclude et particulièrement vers l'est d'horizons géologiques plus propices à la productivité des ouvrages (membres de Sainte- Marie et d'Anloy).

## VII. CARACTERISATION DE LA COUVERTURE ET PARAMETRES HYDROGEOLOGIQUES DES NAPPES

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

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

### VII.1. CARACTERISATION DE LA COUVERTURE DES NAPPES

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

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

Par contre, les nappes de fissures sont enveloppées dans une masse schisto-phylladeuse peu perméable. Ce sont des nappes semi-captives, sous pression. Il ne faut pas pour autant exclure les possibles communications avec la surface via des axes préférentiels d'écoulement. Ces derniers sont déterminés par les lignes de failles et les bancs gréseux et quartzitiques fissurés. Ces conditions ont amené à considérer la couverture de ce type de nappes comme généralement semi-perméable.

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

## VII.2. 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'emménagement 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 s'il s'agit d'un aquifère captif et la hauteur d'eau saturée (très variable) s'il s'agit d'un aquifère libre.
- Le coefficient d'emménagement est également une grandeur 2D intégrant le coefficient d'emménagement spécifique sur l'épaisseur de l'aquifère pour les nappes captives. Pour les nappes libres, le coefficient d'emménagement 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 x 10 <sup>-7</sup> – 1 x 10 <sup>-4</sup>
	sans fissure	1 x 10 <sup>-14</sup> – 1 x 10 <sup>-10</sup>
Basaltes	avec fissures	1 x 10 <sup>-7</sup> – 1 x 10 <sup>-3</sup>
	sans fissure	1 x 10 <sup>-12</sup> – 1 x 10 <sup>-9</sup>
Quartzites	avec fissures	1 x 10 <sup>-7</sup> – 1 x 10 <sup>-4</sup>
	sans fissure	1 x 10 <sup>-12</sup> – 1 x 10 <sup>-9</sup>
Shales (argilites)		1 x 10 <sup>-13</sup> – 1 x 10 <sup>-9</sup>
Schistes (argilites schistosées)		1 x 10 <sup>-9</sup> – 1 x 10 <sup>-5</sup>
Calcaires	karstifiés	1 x 10 <sup>-5</sup> – 1 x 10 <sup>-1</sup>
	avec fissures	1 x 10 <sup>-9</sup> – 1 x 10 <sup>-3</sup>
	sans fissure	1 x 10 <sup>-12</sup> – 1 x 10 <sup>-9</sup>
Grès	avec fissures	1 x 10 <sup>-5</sup> – 1 x 10 <sup>-3</sup>
	sans fissure	1 x 10 <sup>-9</sup> – 1 x 10 <sup>-5</sup>
Craies		1 x 10 <sup>-6</sup> – 1 x 10 <sup>-3</sup>
Tufs volcaniques		1 x 10 <sup>-7</sup> – 1 x 10 <sup>-3</sup>
Graviers		1 x 10 <sup>-4</sup> – 1 x 10 <sup>-1</sup>
Sables		1 x 10 <sup>-6</sup> – 1 x 10 <sup>-2</sup>
Silts, limons		1 x 10 <sup>-9</sup> – 1 x 10 <sup>-4</sup>
Argiles et limons		1 x 10 <sup>-13</sup> – 1 x 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

Habituellement les paramètres hydrauliques des nappes souterraines sont assez mal connus en Ardenne et aucune donnée relative à ceux-ci n'a pu être identifiée sur la carte Vivy-Paliseul. De plus lorsqu'ils sont disponibles et connus localement, on ne peut pas les généraliser à l'ensemble de l'unité hydrogéologique vu la complexité du contexte géologique et structural.

Néanmoins, les données de transmissivité (T) et de perméabilité (K) qui sont disponibles sur les planches voisines de Haut-Fays – Redu et de Bouillon – Dohan (Figure VII-1) sont représentées dans le Tableau VII.4. Les informations détaillées sont données dans les références citées dans ce tableau. Les valeurs respectives de la perméabilité et de la transmissivité contrastent fortement avec les perméabilités extrêmement faibles des schistes et des phyllades environnants. Dans tous ces puits les principales venues d'eau correspondent à des passages gréseux et/ou quartzitiques fissurés. C'est ce qui explique ces perméabilités élevées obtenues et le caractère captif des nappes dans ces ouvrages.

### Puits de la Justice

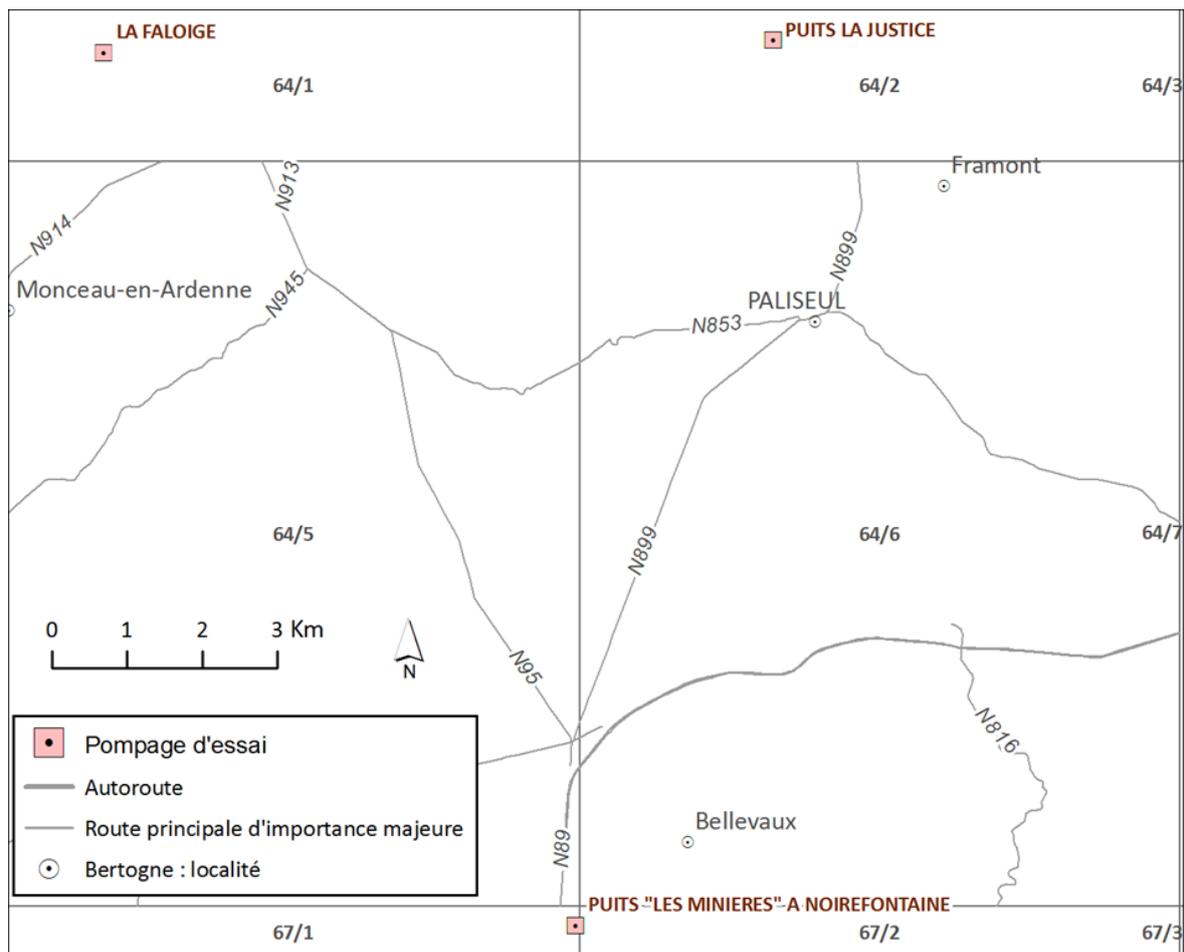
Le puits foré « Puits de la Justice » (60 m de profondeur) est situé à l'est du village d'Opont sur la carte Haut-Fays – Redu. Il est équipé d'un tubage de diamètre intérieur de 115 mm dont les crépines se situent entre 24 et 28,8 ; 43,2 et 52.8 et entre 55.2 et 57.6 m de profondeur. La pompe a été placée à 54 m sous le niveau du sol. Les résultats de transmissivité donnés au Tableau VII.4 correspondent à un essai de longue durée sur trois paliers (2,9 ; 5 et 7 m<sup>3</sup>/h). D'après la courbe caractéristique, le débit critique est d'environ 6 m<sup>3</sup>/h.

## Puits de Noirefontaine

Les données d'essai de pompage disponibles sur la carte Bouillon – Dohan se rapportent au "Puits de Noirefontaine" situé dans l'ancienne commune de Noirefontaine au sud de la planche Vivy – Paliseul. Dans cette région, le puits sollicite probablement l'aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur. Les essais de pompage se sont déroulés entre le 4/07/1990 et le 27/07/1990. Les résultats montrent des valeurs de transmissivité, calculées par la méthode de Jacob, comprises entre de  $0,26 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$  et  $0,8 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$  (Derycke, 1990).

**Tableau VII.4 : Résumé des données des paramètres hydrauliques**

Nom	X, m	Y, m	Prof., m	Unité hydrogéologique	K, $10^{-5}$ m/s	T, $10^{-3}$ m <sup>2</sup> /s	Date	Méthode	Référence
Puits la Justice	204600	69800	60	Aquiclude du Dévonien inférieur	0,43 à 1,3	0,073 à 0,22	03/08/1981	Cooper-Jacob sur trois paliers	Derycke <i>et al.</i> , (1981)
La Faloige	195679	69630	78		0,21 à 0,74		18/08/2005		Tromme et Cocinas (2006)
Puits de Noirefontaine	201970	57910	101	Aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur		0,026 à 0,08	04/07/1990	Méthode de Jacob	Derycke, (1990)



**Figure VII-1. Localisation des captages avec des données de pompage d'essai.**

## VIII. ZONES DE PROTECTION

### VIII.1. CADRE LEGAL

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

Afin de limiter les risques de contamination des captages, des périmètres de prévention doivent être mis en place. La législation wallonne<sup>6</sup> définit 4 niveaux de protection à mesure que l'on s'éloigne du captage : zones de prise d'eau (Zone I), de prévention (Zones IIa et IIb) et de surveillance (Zone III).

#### Zone de prise d'eau ou zone I

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

#### Zones de prévention rapprochée et éloignée ou zones IIa et IIb

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

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

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

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

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

---

<sup>6</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.

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

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

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

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

### Zone de surveillance ou zone III

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

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

## **VIII.2. MESURES DE PROTECTION**

Diverses mesures de protection ont été définies par les autorités compétentes pour les différentes zones. Ces mesures concernent notamment l'utilisation et le stockage de produits dangereux, d'engrais ou de pesticides, les puits perdus, les nouveaux cimetières, les parkings,... Elles visent à réduire au maximum les risques de contamination de la nappe. Toutes ces mesures sont décrites aux articles R.162 à R.170 de l'Arrêté du Gouvernement Wallon du 12 février 2009<sup>7</sup>.

La Société publique de Gestion de l'Eau<sup>8</sup> assure la gestion financière des dossiers concernant la protection des eaux potabilisables distribuées par réseaux, par le biais de

---

<sup>7</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>8</sup> SPGE, instituée par le décret du 15 avril 1999

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

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

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

### VIII.3. ZONE DE PRÉVENTION REPRISSE SUR LA CARTE

A ce jour, les seules zones de prévention approuvées par arrêtés ministériels concernent les captages exploités par le service communal de Bièvre à l'ouest de Carlsbourg (Figure VIII-1). Il s'agit d'un ensemble de cinq zones IIa rapprochées et de trois zones IIb éloignées.

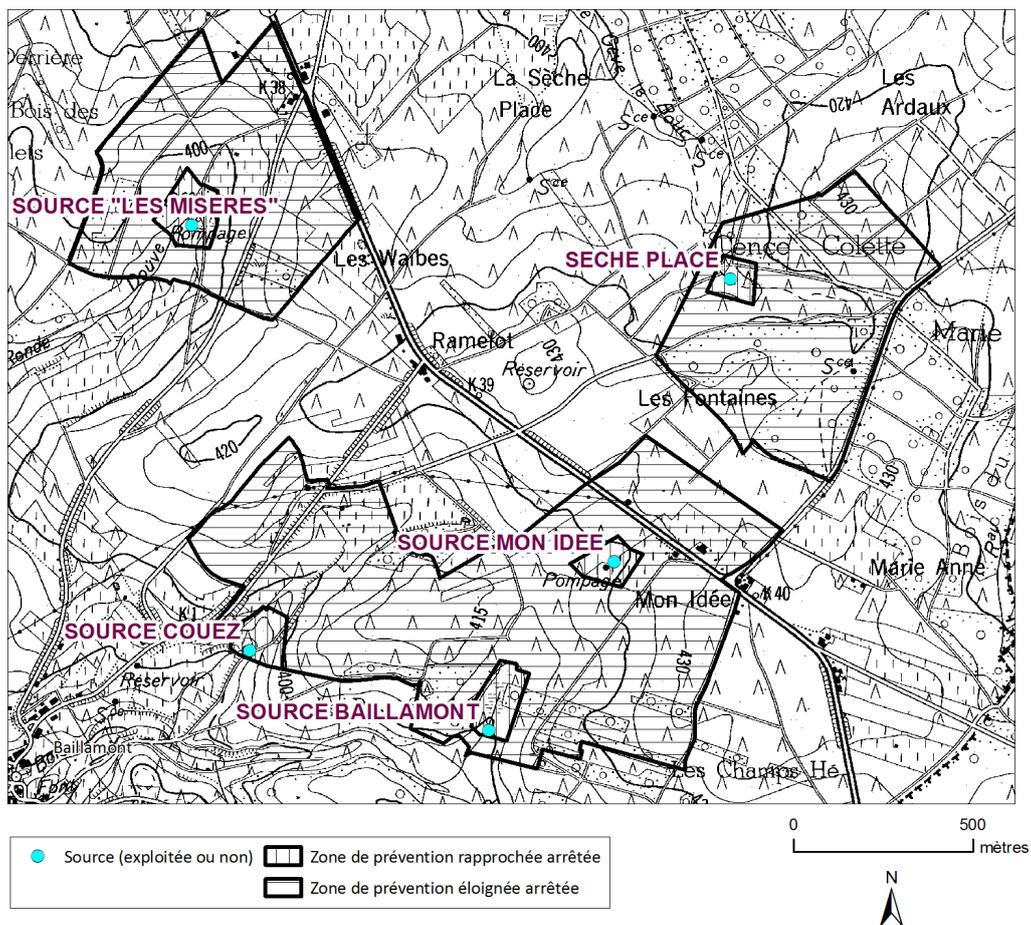


Figure VIII-1. Zones de prévention rapprochées (zone IIa) et éloignées (zone IIb) autour des captages de la commune de Bièvre sur la carte.

Les zones de prévention de ces ouvrages Baillamont-Le Rot, Couez, Mon Idée, Sèche Place et Les Misères Oizy Ronde Douve font l'objet d'arrêtés pris en date du 23/07/2008 (M.B. 14/11/2008). Par ailleurs, aucune zone de prévention n'est à l'enquête publique.

Enfin, une série de zones de prévention à définir prioritairement est déjà programmée par la Société publique de Gestion de l'Eau (S.P.G.E.) (

Tableau VIII-1). D'après la législation tous les captages de distribution publique d'eau potable doivent être à terme protégés par une zone de prévention.

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

NOM	EXPLOITANT	X	Y	
PRE BELLE FALOIGE	ADMINISTRATION COMMUNALE DE BIEVRE	196134	64288	Aquiclide du Dévonien inférieur
SOURCES DES AWYS A CARLSBOURG		200294	66544	
SOURCE CORNIMONT		194932	61084	Aquiclide à niveaux aquifères du Dévonien inférieur
MONCEAU (BOIS DE SECHEFAU)		194519	67554	
DERRIERE LE BOCHET	195460	59700		
GOECHAMPS	195850	60150		
TOURNANT DE POTTY	SERVICE COMMUNAL DE BOUILLON	196180	60380	Aquiclide du Dévonien inférieur
SOURCE DU SOUR DU GRAND RU		200315	59160	
PUITS DU SOUR DU GRAND RU		200310	59150	
PRE DU REZ		199310	62155	Aquiclide du Dévonien inférieur
SCOTIFONTAINE		202410	59100	Aquiclide à niveaux aquifères du Dévonien inférieur
CORNIFONTAINE	194510	59625		
BOIS SOLMON	SERVICE COMMUNAL DE PALISEUL	207100	65200	Aquiclide du Dévonien inférieur
PRE DU STOC	SWDE	208758	64170	
WAILLIMONT		200571	63126	
LA BUTTE		206714	65893	
FOUQUEUSE		203258	64489	
LES SOQUETTES		202044	65110	
MONT LE BOURG 5		203620	64780	
ENTRE LES VOIES-PUITS		206542	67533	
MONT LE BOURG 1		203628	64818	
CHORLOT-PUITS 6		206715	65900	
BOIS DU STOC		209375	64678	
PUITS LE SART		208790	66800	



## 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.

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

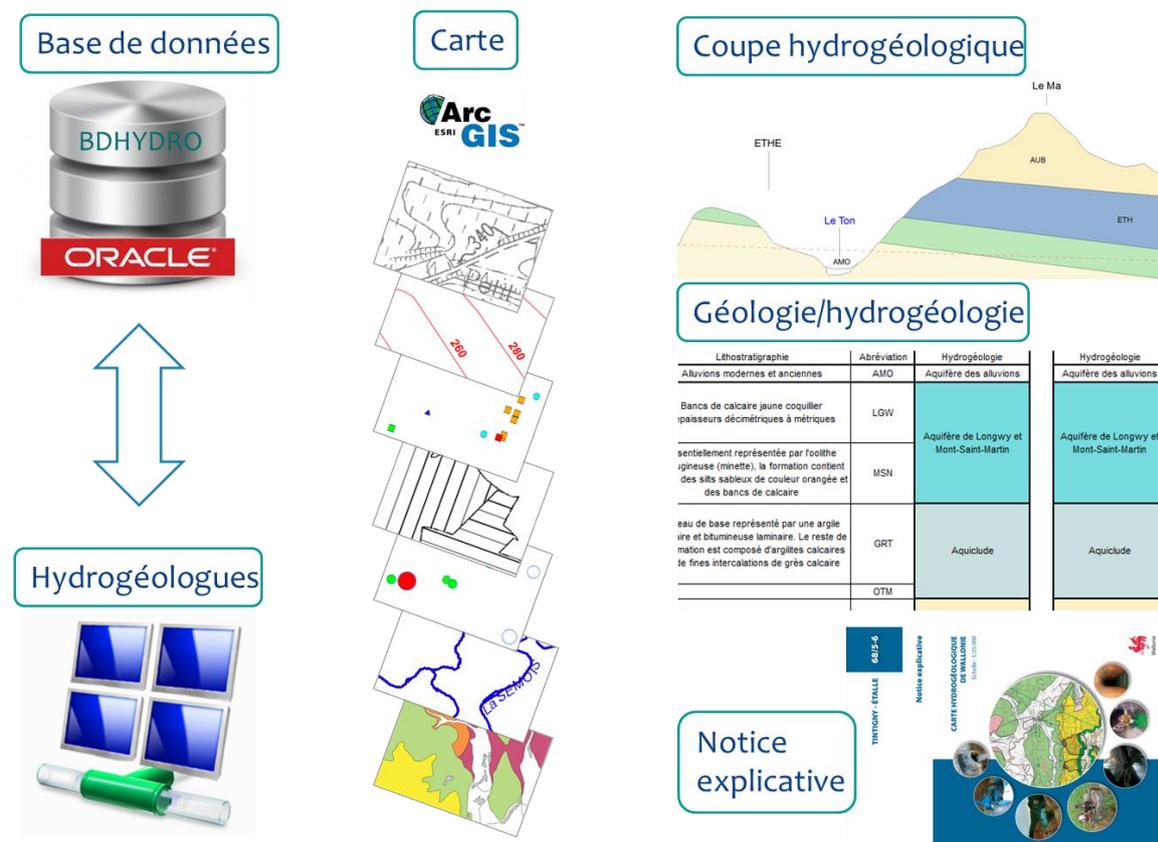


Figure IX-1. Synthèse du projet de la carte hydrogéologique de Wallonie

## **IX.1. COLLECTE DE DONNÉES**

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

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

### **IX.1.1. Données géologiques**

La carte hydrogéologique Vivy – Paliseul est établie sur base de la carte de l'Eodévonien de l'Ardenne et des Régions voisines (Asselberghs, 1946). D'autres descriptions lithologiques proviennent des levés en cours de la Carte géologique de Wallonie n° 64/5-6 Vivy – Paliseul (Belanger), du Service géologique de Belgique, de la Direction des Eaux Souterraines du centre de Marche-en-Famenne et des notes de forage de la société Arnould.

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

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

Dans la BDHYDRO, 137 ouvrages recensés en 2014 ont été introduits et reportés sur la carte au 1/25 000 (91 puits dont 19 pour la distribution publique, 15 drains, 18 sources, 7 piézomètres, 5 sondes géothermiques et 1 prise d'eau de surface). Les données proviennent principalement de la base de données Dix-Sous.

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

Une partie des données piézométriques a été communiquée par la D.G.A.R.N.E. (3 mesures), le reste (4 054 mesures) a été collecté sur le terrain dans le cadre de la réalisation de la carte hydrogéologique Vivy – Paliseul.

## **IX.1.3. Exploitation**

Les volumes prélevés sont encodés dans la BDHYDRO et les volumes déclarés en 2011 sont reportés sur la carte des volumes ainsi que les volumes moyens calculés sur la période 2007-2011. Les volumes plus récents ne sont que partiellement traités au SPW. A ces volumes sont attribués les autorisations de prise d'eau, les titulaires des ouvrages, les exploitants ainsi que le type d'activité. Ces données se trouvent dans la base de données Dix-sous de la D.G.A.R.N.E.

## **IX.1.4. Données hydrochimiques**

Les données hydrochimiques proviennent, pour la plus part, de la base de données physico-chimiques des captages d'eau souterraine de la DGO 3, Calypso. Le reste provient des rapports d'études hydrogéologiques ou des rapports techniques réalisés au sein du Département des sciences et gestion de l'environnement de l'Université de Liège (Campus d'Arlon) ou a tout simplement été fourni par les particuliers lors des campagnes sur le terrain.

En mai 2014, on comptait 28 ouvrages caractérisés par au moins une analyse chimique sur l'ensemble de la carte Vivy-Paliseul avec un total de 784 mesures qui ont été enregistrées couvrant une période allant de mars 1993 à fin décembre 2006.

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

Un travail important a été mené sur le terrain en juin-juillet 2013 afin de vérifier, compléter et parfois corriger les données collectées. En effet, les données reçues des administrations sont généralement d'ordre réglementaire (numéro d'exploitation, code du titulaire), avec peu d'informations techniques. Ceci s'applique principalement aux puits des particuliers.

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

### **IX.3. MÉTHODOLOGIE DE CONSTRUCTION DE LA CARTE**

#### **IX.3.1. Encodage dans une banque de données**

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

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

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

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

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

- Les données récoltées sous forme de couches numérisées (fichier vecteur) sont extraites pour chaque carte, ensuite stockées dans la GDB et enfin projetées sur la carte. C'est le cas des zones de prévention et de la trame commune. Celle-ci comporte des données hydrographiques (réseau hydrographique, berges, bassins versants et lacs) et administratives (réseau routier et autoroutier, localisation des agglomérations, etc.) ;

- Les informations reçues sous forme d'image sont soit des documents papier, soit des images raster non géo-référencées soit des images raster géo-référencées. Les premières seront scannées puis géo-référencées et les secondes seront géo-référencées ;
- Jusqu'à présent, les *fonds IGN* sont reçus sous forme d'images raster géo-référencées qui sont simplement importées dans le projet cartographique et représentées sur la carte principale 1 : 25 000. Comme c'est un ancien fond géologique (Asselberghs, 1946) qui a servi à délimiter les unités hydrogéologiques, c'est l'ancien fond topographique qui est utilisé pour la carte Vivy - Paliseul. L'utilisation du nouveau fonds IGN peut amener des décalages repérables sur la carte (alluvions sur les flancs de vallées, ...) ;
- D'autres images géo-référencées sont digitalisées pour produire des couches numérisées qui sont directement stockées dans la *GDB*. Dans cette catégorie se trouvent des couches d'informations comme la couche des *failles* qui se trouve sur la carte principale ;
- Un extrait de la carte géologique de l'Eodévonien de l'Ardenne et des régions voisines à 1/100 000<sup>ème</sup> (Asselberghs, 1946) et le tracé des alluvions de la carte géologique Vivy – Paliseul à 1/40 000<sup>ème</sup> (Dormal, 1897) ont été vectorisés pour servir de base à la réalisation de la couche des *unités hydrogéologiques* et de la couche de la *couverture des nappes*.

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

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

construites sur des fonds géologiques de différentes générations. C'est le cas au sud de la planche avec la carte hydrogéologique Bouillon – Dohan – Muno qui est basée sur la carte géologique de Belanger et Ghysel (sous-pressé) ;

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

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

**Cas des isohypses :** En raison de la structure plissée et faillée du sous-sol et le manque de données sur le toit et le substratum des unités hydrogéologiques, il n'est pas possible de tracer les isohypses sur la carte hydrogéologique Vivy – Paliseul 64/5-6.

## X. BIBLIOGRAPHIE

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

**Asselberghs, E., 1954.** L'Eodévonien de l'Ardenne. In : Prodrôme d'une description géologique de la Belgique. Vol. hors-série, Soc. Géol. Belgique, 88-117.

**Beugnies, A., 1983.** Structure de l'aire anticlinale de l'Ardenne à l'ouest du méridien de Libramont. Ann. Soc. géol. Nord, CII, 165-173.

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

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

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

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

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

**Debbaut, V., Cajot, O., Ruthy, I., Dassargues, A., Hanson, A. et Bouezmarni, M. 2014.** Aquifères de l'Ardenne in Aquifères et eaux souterraines en Belgique. Dassargues et Walraevens éditeurs, Gent, Academia Press, pp 299-314.

**Derycke, F., Fautre, R. et Karabitian, E., 1981.** Pompage d'essai – Opont – deuxième puits, administration communale. Rapport S.G.B. - 016 – HYD – 81. 5 p et annexes.

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

**Derycke, F., 1990.** Pompage d'essai – Noirefontaine J1 = 12/7/90. Rapport SGB – 387 – Hydro- 90. Série brune 157 : Noirefontaine/Bouillon. Service géologique de Belgique 54 p

**Dormal, M. V., 1897.** Carte géologique de Belgique, 1/40 000 Carte géologique de Belgique à l'échelle de 1/40 000. Vivy – Paliseul , n°207. Institut cartographique militaire, Service géologique de Belgique.

**Foucault, A. et Raoult, J.F., 1995.** Dictionnaire de géologie. 4è édition. Masson

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

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

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

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

**Pissart, A., (ed) 1976.** Géomorphologie de la Belgique, Université de Liège, Liège. Hommage au Professeur Paul Macar, 223p.

**Saintenoy-Simon, J., 1994.** Au fil de la Semois ardennaise. Adoxa, 2, pp 7-12.

**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

**Tromme, O. et Cocinas, I., 2006.** Commune de Bièvre, détermination des zones de prévention IIA et IIB de la prise d'eau de La Faloige. BIE/BIE/2005/04, Ecofox. P 7 et annexes.

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

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

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

## XI. ANNEXES

### XI.1. GLOSSAIRE DES ABRÉVIATIONS

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

## XI.2. LISTE DES FIGURES

Figure I-1 . Localisation de la carte Vivy – Paliseul 64/5-6.....	9
Figure II-1. Réseau et bassins hydrographiques sur la carte Vivy - Paliseul .....	13
Figure II-2. Evolution des débits du ruisseau des Aleines observée durant l'année 2013 au niveau de la station «L6990 – Auby-sur-Semois » .....	15
Figure II-3. Evolution des débits du Rux au Moulin observée durant l'année 2013 au niveau de la station «L7000 – Vresse-sur-Semois » .....	15
Figure III-1. Schéma paléogéographique du nord-ouest de l'Europe au Dévonien inférieur (Boulvain et Pingot, 2011).....	16
Figure III-2. Transect nord-sud dans les Synclina de Dinant et de Neufchâteau, durant le dépôt du Dévonien inférieur (modifié d'après Boulvain et Pingot, 2011). Le contexte de la carte Vivy – Paliseul est encadré en rouge.....	17
Figure III-3. Cadre géologique simplifié de l'Eodévonien de l'Ardenne basé sur Asselberghs (1946) modifié. La carte Vivy – Paliseul 64/5-6 est encadrée .....	19
Figure III-4. Extrait modifié de la carte géologique de l'Eodévonien de l'Ardenne et des régions voisines (Asselberghs, 1946) avec localisation de la carte Vivy – Paliseul (64/5-6) .....	21
Figure III-5. Schéma structural de la carte Vivy – Paliseul.....	26
Figure IV-1. Masses d'eau souterraine en Wallonie. La carte Vivy – Paliseul est encadrée.....	29
Figure IV-2. Schéma hydrogéologique simplifié de l'Eodévonien de l'Ardenne .....	29
Figure IV-3. Carte de localisation des altérites (extrait de la carte géologique Vivy – Paliseul, Belanger sous presse).....	32
Figure IV-4. Evolution piézométrique de l'aquiclude du Dévonien inférieur dans le puits « PUITES STEVEN DEVOS A FRAMONT » .....	37
Figure V-1. Paramètres physico-chimiques sur la carte Vivy - Paliseul .....	40
Figure V-2. Distribution des teneurs en nitrates sur la carte Vivy - Paliseul.....	41
Figure VI-1. Evolution de l'exploitation des eaux souterraines par unité hydrogéologique sur la carte Vivy – Paliseul. ACF : aquiclude à niveaux aquifères .....	43
Figure VI-2. Exploitation moyenne annuelle entre 2007 et 2011 des eaux souterraines par unité hydrogéologique sur la carte Vivy -Paliseul. ACF : aquiclude à niveaux aquifères .....	43
Figure VI-3. Exploitation moyenne annuelle entre 2007 et 2011 des eaux souterraines par usage sur la carte Vivy - Paliseul.....	44
Figure VII-1. Localisation des captages avec des données de pompage d'essai. ....	50
Figure VIII-1. Zones de prévention rapprochées (zone IIa) et éloignées (zone IIb) autour des captages de la commune de Bièvre sur la carte.....	53
Figure IX-1. Synthèse du projet de la carte hydrogéologique de Wallonie.....	55

### XI.3. LISTE DES TABLEAUX

Tableau III-1. Corrélations stratigraphiques des nomenclatures ancienne et nouvelle du Dévonien inférieur. La zone encadrée en rouge correspond sommairement à la carte Vivy – Paliseul.....	18
Tableau IV-1. Tableau de correspondance entre les unités géologiques et les unités hydrogéologiques sur la carte Vivy - Paliseul.....	33
Tableau VII-1 : Valeurs du coefficient de perméabilité en fonction de la granulométrie (Castany, 1998) <b>Erreur ! Signet non défini.</b>	
Tableau VII.2 : Résumé des données des paramètres hydrauliques.....	50
Tableau VIII-1. Les captages de la distribution publique d'eau potable pour lesquels des zones de prévention restent à définir. ....	54

## XI.4. COORDONNÉES GÉOGRAPHIQUES DES OUVRAGES

NUMERO	NOM	IDRW	CODERW	TYPE	X	Y	PROF
1	PUITS PHILIPPE HENRION APALISEUL	32592	6462020	Autres puits	204780	66628	50
2	PUITS BERNADETTE CAVELIER A PALISEUL	38531	6461013	Autres puits	204021	66087	50
3	BOIS DE SECHEFAUX A2	40573	6451005	Drains	194687	67302	
4	PUITS VAN OVERMEIRE	45938	6457011	Autres puits	195485	61100	
5	PUITS DEVOS STEVEN A FRAMONT	50273	6462023	Autres puits	207292	67263	80
6	BOIS DE SECHEFAUX A1	40572	6451004	Sources	194620	67370	
7	PUITS GEOTHERMIQUE DEMOLDER-SONMEREYN A VIVY	43033	6455003	Sondes géothermiques	198135	61966	160
8	PUITS GEOTHERMIQUE MARTINE ETIENNE A PALISEUL	43076	6462021	Sondes géothermiques	205028	66198	80
9	PUITS GEOTHERMIQUE PIRE A PALISEUL	43413	6462022	Sondes géothermiques	205453	66868	120
10	FORAGE GEOTHERMIQUE PONCELET-DANTOING A PALISEUL	49135	6461014	Sondes géothermiques	204612	66783	80
11	FORAGE GEOTHERMIQUE VINCENT-ETIENNE A PALISEUL	49995	6465015	Sondes géothermiques	206983	62709	100
12	PUITS ALAIN PONCELET A PALISEUL	52375	6462024	Autres puits	205257	66856	25
13	PUITS A BELLEVAUX - LE CAMP	1141	6467002	Autres puits	203275	58710	
14	PUITS MAZY	1235	6466013	Autres puits	207531	63129	
15	PUITS ROLAND	1243	6453006	Autres puits	200070	65485	
16	SECHE PLACE	1322	6452004	Sources	199255	66969	
17	ROUTY	1396	6451002	Autres puits	194846	66650	85
18	PRE DU STOC	1537	6466004	Drains	208758	64170	
19	SUR LE CHENET	1617	6465002	Puits pour distribution publique	206760	62265	50
20	SOURCE COUEZ	1634	6452008	Sources	197920	65713	
21	LES EVIS	1777	6458001	Sources	197210	60040	
22	PUITS WENKIN FRANCIS ET JEAN-CLAUDE A ASSENOIS	1828	6466008	Autres puits	209940	63391	35
23	PUITS SOROGÉ	1898	6465006	Autres puits	206938	62566	5.5

24	PAUVRAI	2090	6457003	Drains	195790	60780	
25	SOURCE - RUE DE LA MONTAGNE	2125	6463002	Sources	207780	67450	
26	BOUR DEVILCA PZ1	21460	6461005	Piézomètres	204219	65044	14.5
27	BOUR DEVILCA PZ2	21461	6461006	Piézomètres	204254	64928	12
28	BOUR DEVILCA PZ3	21462	6461007	Piézomètres	204303	64995	12
29	WAILLIMONT	2173	6456001	Drains	200571	63126	
30	PIEZO DEPOTOIR DE VIVY - BOIS DE LA CHARBONNIERE	22481	6455002	Piézomètres	198963	62958	60
31	DERRIERE LE BOCHET	231	6457006	Drains	195460	59700	1.6
32	GAUCHE CROIX DE POUPEHAN	2387	6457007	Puits pour distribution publique	195900	58680	
33	PUITS ANDRE	2426	6463006	Autres puits	209990	67420	
34	PUITS PETITJEAN	2483	6456005	Autres puits	199921	64131	40
35	ENTRE LES VOIES PUIITS 1	2520	6462004	Puits pour distribution publique	206710	67840	30
36	PUITS PIERRE NEMERY A BELLEVAUX	25464	6467004	Autres puits	203347	58806	90
37	LA BUTTE	25521	6462013	Puits pour distribution publique	206714	65893	
38	FOUQUEUSE	25523	6464004	Puits pour distribution publique	203258	64489	
39	PUITS JACQUES GOFFIN A FRAMONT	25902	6462014	Autres puits	206981	67625	94
40	PUITS BODSON DANIEL	25903	6462015	Autres puits	206954	68138	40.5
41	PUITS HENRION A PALISEUL	25921	6465010	Autres puits	205385	64475	
42	DERRIERE MONT DEVANT LE BOURG	2600	6461002	Sources	204490	65300	
43	PUITS INSTITUT SAINT-JOSEPH A PALISEUL	26101	6453009	Autres puits	200824	65339	50
44	PRE BELLE FALOIGE	2639	6454001	Puits pour distribution publique	196134	64288	80
45	PUITS SENSIQUE ERIC A PALISEUL	26772	6464005	Autres puits	203630	62709	20
46	PUITS JACQUET	272	6463005	Autres puits	208670	67850	
47	PUITS GERARD PONCIN A UCIMONT (BOUILLON)	28035	6458003	Autres puits	199318	59141	66.4
48	PUITS GUILLAUME	2819	6462008	Autres puits	206760	66365	
49	PUITS DEOM-THOMASSINT FAYS-LES-VENEURS	29011	6465011	Autres puits	206956	62041	50
50	PUITS JOSE ISTACE A PALISEUL	29593	6462016	Autres puits	205704	66964	56

51	BOIS A BOULE	2973	6468001	Sources	206200	60140	
52	PIEZO N° 1 - ANCIEN DEPOTOIR "LA PERIRE"	30102	6461009	Piézomètres	204629	67595	
53	PIEZO N° 2 - ANCIEN DEPOTOIR LA PERIRE A PALISEUL	30103	6461010	Piézomètres	204602	67652	
54	PUITS ANSAY	3090	6466010	Autres puits	209956	63425	
55	LES SOQUETTES	3098	6461008	Drains	202044	65110	
56	PUITS	3172	6452001	Puits pour distribution publique	199180	66220	30
57	PUITS LAMBERT	323	6456004	Autres puits	200142	63699	8
58	PUITS BODY	3300	6467003	Autres puits	203699	58553	
59	BOIS-ST-HUBERT (FAYS-LES-VEN.)	3389	6466001	Sources	208375	62018	
60	PUITS JAVAUX	3399	6466014	Autres puits	207410	62209	
61	PUITS ANCION	3406	6453007	Autres puits	200763	65839	
62	SOURCE "LES MISERES"	3476	6452005	Sources	197755	67120	
63	RUE DE FRAMONT-PUITS 6	361	6462003	Puits pour distribution publique	205710	66810	56
64	HOUDIAU FONTAINE	3681	6466005	Sources	207670	62390	
65	LES BOULETTES	3757	6465003	Sources	207170	64640	
66	SOURCE BAILLAMONT	3773	6452009	Sources	198583	65702	
67	PUITS MAZY	38	6465009	Autres puits	207229	64511	16
68	MONT LE BOURG 5	3836	6464001	Puits pour distribution publique	203620	64780	
69	PUITS NIKERS	3926	6458002	Autres puits	198906	58445	
70	PUITS LEONARD	3976	6466009	Autres puits	210015	63325	
71	PUITS JACQUES	4060	6465007	Autres puits	206445	62802	
72	PUITS GUILLAUME	4074	6462010	Autres puits	207300	67455	
73	GOECHAMPS	4265	6457004	Drains	195850	60150	
74	ANLOY-FORAGE DE RECONNAISSANCE	4300	6463003	Piezometres	209760	67983	
75	PUITS A CARLSBOURG	4351	6456002	Autres puits	200960	64820	10
76	BOIS SOLMON	4385	6462001	Puits pour distribution publique	207100	65200	
77	PUITS CORNIMONT	4583	6457008	Puits pour distribution publique	195040	61109	

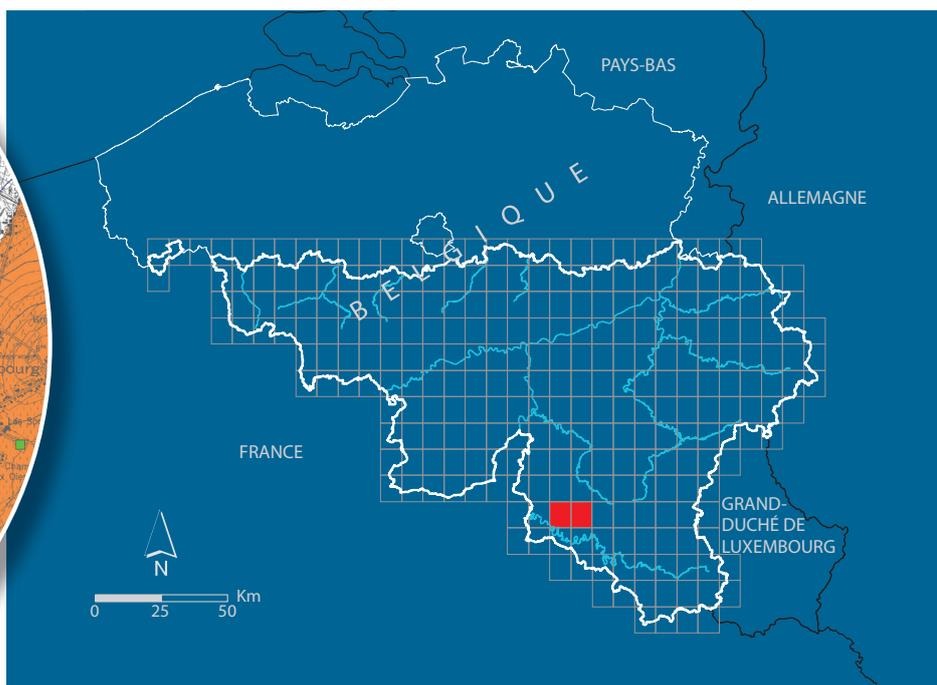
78	PUITS MAZY	4616	6463007	Autres puits	208798	65177	
79	PUITS MOHY	4667	6456006	Autres puits	200466	63722	6
80	ENTRE LES VOIES-PUITS	4715	6462005	Puits pour distribution publique	206542	67533	30
81	LA ROCHETTE	4800	6461003	Autres puits	202022	65447	
82	PUITS GUILLAUME	4997	6462009	Autres puits	206150	67685	
83	AUX MOULINS DE PT LE PRETRE-PF	5151	6468002	Autres puits	205314	60429	
84	SOURCE DUPUIS	5262	6466011	Sources	208687	63129	
85	SOURCES DES AWYS A CARLSBOURG	5271	6453004	Sources	200294	66544	
86	PRE MARMOSAY	5572	6466002	Drains	208110	64090	
87	PUITS MOHY	5589	6453008	Autres puits	201604	64926	3
88	SOURCE	5662	6452006	Sources	198932	66176	
89	PUITS STEVEN DEVOS A FRAMONT	57	6462012	Autres puits	207167	67439	
90	PUITS DU SOUR DU GRAND RU	5723	6459001	Puits pour distribution publique	200310	59150	92
91	SOURCE CORNIMONT	5846	6457010	Sources	194932	61084	
92	PUITS A OFFAGNE	5853	6466006	Autres puits	207977	64483	
93	PUITS - RUE DU WEZ	5923	6465004	Autres puits	207181	61754	
94	MONT LE BOURG 1	5990	6464002	Puits pour distribution publique	203628	64818	
95	PUITS JACQUES	6227	6465008	Autres puits	205948	62953	
96	PUITS PONCELET	6242	6462011	Sources	205115	66107	
97	TOURNANT DE POTTY	6423	6457005	Drains	196180	60380	
98	PUITS JACQUET	6456	6463004	Autres puits	208720	67110	
99	PUITS JACQUET	6503	6456003	Autres puits	201154	64680	35
100	CHORLOT-PUITS 6	6538	6462002	Puits pour distribution publique	206715	65900	80
101	PRE DU REZ	6583	6455001	Drains	199310	62155	
102	RUE D'OPONT, 30	668	6462007	Autres puits	204945	66500	2.4
103	LES CHANVERES	6718	6457009	Autres puits	194961	61368	
104	ENTRE LES VOIES PUIITS 2	6845	6462006	Puits pour distribution publique	206540	67730	

105	PUITS MOHY	6930	6461004	Autres puits	203677	65921	6
106	LES BUCHONS	6931	6469001	Sources	208025	60375	
107	PUITS SAINT JOSEPH	7110	6453001	Autres puits	201010	65280	
108	PUITS ANCION	7298	6468003	Autres puits	205766	60758	
109	SCOTIFONTAINE	7327	6467001	Drains	202410	59100	
110	PUITS MAZY	7417	6466012	Autres puits	209180	63633	
111	PUITS MOHY	7426	6453005	Autres puits	200886	65042	
112	MONCEAU (BOIS DE SECHEFAU)	7573	6451001	Indéterminé	194519	67554	
113	BOIS DU STOC	7709	6466003	Drains	209375	64678	
114	LAUNOY	7784	6465001	Puits pour distribution publique	205690	63480	
115	SOURCE DU SOUR DU GRAND RU	7875	6459002	Drains	200315	59160	
116	PUITS - RUE DU STOC	7998	6466007	Autres puits	208024	64213	
117	PUITS - RUE DU LAVIS 3	8068	6465005	Autres puits	206862	61959	
118	LES CHAPONS	8141	6464003	Drains	203770	63670	2
119	CORNIFONTAINE	8267	6457002	Drains	194510	59625	
120	PUITS LE SART	8305	6463001	Puits pour distribution publique	208790	66800	73
121	PUITS MOUZELARD	8490	6463008	Autres puits	208352	65630	
122	PUITS VICTOR JAVAUX	9127	6466015	Autres puits	208371	61857	8
123	PUITS FABRICE JOURDAN N° 1 A FRAMONT	30731	6462017	Autres puits	206810	68086	70
124	PUITS FABRICE JOURDAN N° 2 A FRAMONT	30732	6462018	Autres puits	206802	68115	60
125	PUITS VINCENT ADAM A PALISEUL	31174	6462019	Autres puits	206234	65868	6.5
126	PUITS ETABLISSEMENT SAINT-JOSEPH	33711	6453010	Autres puits	201048	65286	
127	PUITS BAIJOT	33971	6453011	Autres puits	200850	67950	27
128	PUITS DOMINIQUE BODY A PALISEUL	34696	6453012	Autres puits	201131	65059	
129	PUITS BOURGUIGNON A CARLSBOURG	34351	6461011	Autres puits	202053	65547	
130	PUITS CULOT ANDRE ET EDDY A FAYS-LES-VENEURS	33591	6465012	Autres puits	206673	62295	50
131	PUITS JULIEN PERARD A NOLLEVAUX	34172	6465013	Autres puits	204800	64350	

---

132	PUITS DANIEL ARNOULD A NOLLEVAUX	34171	6467005	Autres puits	202960	60475	
133	PUITS ARNOULD DANIEL A NOLLEVAUX	0	6467006	Autres puits	203106	61397	50
134	PUITS JEAN-LUC DOUNY	0	6461012	Autres puits	202520	65192	
135	PUITS JOSEPH DUPUIS A FAYS-LES-VENEURS	8305	6465014	Autres puits	207338	61951	70
136	PUITS ARNOULD DANIEL A NOLLEVAUX	0	6467006	Autres puits	203106	61397	50
137	(PUITS AC BIEVRE)	8305	6452002	Puits pour distribution publique	197760	67132	





SPW | *Éditions, CARTES*

Dépôt légal : D/2015/12.796/14 – ISBN : 978-2-8056- 0193-4

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)