

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 Willerzie – Gedinne



WILLERZIE - GEDINNE

63/3-4

Ludovic **CAPETTE**, Vincent **HALLET**

Université de Namur
Rue de Bruxelles, 61 - B-5000 Namur (Belgique)



NOTICE EXPLICATIVE

2016

Première version : Novembre 2013
Actualisation partielle : Janvier 2016

Dépôt légal – **D/2016/12.796/2** - ISBN : **978-2-8056-0216-0**

SERVICE PUBLIC DE WALLONIE

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

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

AVANT-PROPOS.....	1
I. INTRODUCTION	3
II. CADRES GEOGRAPHIQUE, GEOMORPHOLOGIQUE ET HYDROGRAPHIQUE.....	5
III. CADRE GEOLOGIQUE	8
III.1. CADRE GEOLOGIQUE GENERAL	8
III.1.1. Massifs calédoniens et orogénèse calédonienne	8
III.1.2. Sédimentation dévonienne.....	8
III.1.3. L'orogénèse hercynienne	8
III.2. CADRE GEOLOGIQUE REGIONAL.....	9
III.2.1. Cadre lithostratigraphique	10
III.2.1.1. Le Paléozoïque.....	11
III.2.1.2. Le Cénozoïque	15
III.2.2. Cadre structural.....	16
IV. CADRE HYDROGEOLOGIQUE.....	18
IV.1. DESCRIPTION DES UNITES HYDROGEOLOGIQUES.....	21
IV.1.1. Unités hydrogéologiques du Paléozoïque	21
IV.1.1.1. Aquiclude à niveaux aquifères du socle Cambro-Silurien	21
IV.1.1.2. Aquifère de Fépin.....	22
IV.1.1.3. Aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur	23
IV.1.2. Unités hydrogéologiques du Cénozoïque.....	23
IV.1.2.1. Aquifère alluvial.....	23
IV.2. PHENOMENES KARSTIQUES	24
IV.3. DESCRIPTION DE L'HYDROGEOLOGIE DE LA CARTE	24
IV.3.1. Masses d'eau souterraine.....	24
IV.3.1.1. Introduction	24
IV.3.1.2. Masses d'eau souterraine concernées par la carte Willerzie - Gedinne.....	25
IV.3.2. Hydrogéologie des différentes unités hydrogéologiques.....	26
IV.3.2.1. L'aquiclude à niveaux aquifères du socle cambro-silurien	27
IV.3.2.2. L'aquifère de Fépin	28
IV.3.2.3. L'Aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur.....	28
IV.3.2.4. Conclusions.....	31
IV.4. COUPE HYDROGEOLOGIQUE.....	32
IV.5. CARACTERE LIBRE, SEMI-CAPTIF, CAPTIF DES NAPPES	34
V. CADRE HYDROCHIMIQUE	36
V.1. CARACTERISTIQUES HYDROCHIMIQUES DES EAUX	36
V.1.1. Aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur	36
V.1.2. Aquiclude à niveaux aquifères du socle cambro-silurien.....	38
V.1.3. Commentaires.....	40
V.2. PROBLEMATIQUE DES NITRATES.....	42
V.2.1. Aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur	43
V.2.2. Aquifère de Fépin.....	44
V.2.3. Aquiclude à niveaux aquifères du socle cambro-silurien.....	44
V.3. QUALITE BACTERIOLOGIQUE.....	45
V.4. LES PESTICIDES.....	45
V.5. LES ELEMENTS TRACES METALLIQUES (ETM).....	47
V.6. ETAT DES MASSES D'EAU.....	48

VI. EXPLOITATION DES AQUIFERES	51
VI.1. VOLUMES PRELEVES POUR LA DISTRIBUTION PUBLIQUE.....	52
VI.2. AUTRES VOLUMES CAPTES	52
VII. PARAMETRES HYDROGEOLOGIQUES.....	53
VII.1. INTRODUCTION	53
VII.2. PARAMETRES D'ECOULEMENT.....	55
VII.3. PARAMETRES DE TRANSPORT	56
VIII. ZONES DE PROTECTION	57
VIII.1. CADRE LEGAL.....	57
VIII.2. MESURES DE PROTECTION.....	59
VIII.1. ZONES DE PREVENTION AUTOUR DES CAPTAGES.....	59
IX. METHODOLOGIE D'ELABORATION DE LA CARTE HYDROGEOLOGIQUE	61
IX.1. SOURCES DE DONNEES	61
IX.1.1. Données géologiques	61
IX.1.2. Données météorologiques et hydrologiques	61
IX.1.3. Données hydrogéologiques	61
IX.1.3.1. Localisation des ouvrages et sources	61
IX.1.3.2. Données piézométriques	62
IX.1.3.3. Données hydrochimiques.....	62
IX.2. ENCODAGE DANS UNE BASE DE DONNEES	62
IX.2.1. Construction de la carte hydrogéologique	63
IX.3. PRESENTATION DU POSTER A0	63
IX.3.1. Carte hydrogéologique principale	63
IX.3.2. Carte des informations complémentaires et des caractères des nappes.....	64
IX.3.3. Carte des volumes prélevés	64
IX.3.4. Tableau de correspondance 'Géologie – Hydrogéologie'	65
IX.3.5. Coupes hydrogéologiques	65
IX.3.6. Avertissement	65
X. REFERENCES.....	66
ANNEXE 1: LISTE DES ABREVIATIONS	69
ANNEXE 2 : TABLE DES ILLUSTRATIONS	70
LISTE DES FIGURES	70
LISTE DES TABLEAUX	71
ANNEXE 3 : COORDONNEES GEOGRAPHIQUES DES OUVRAGES CITES DANS LA NOTICE. 73	

AVANT-PROPOS

La carte hydrogéologique de Willerzie - Gedinne 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 ; <http://environnement.wallonie.be/>). Quatre équipes universitaires collaborent à ce projet : l'Université de Namur (Département de Géologie, UNamur), l'Université de Mons (Faculté Polytechnique, UMons) et l'Université de Liège (ArGEnCO-GEO³-Hydrogéologie & Sciences et Gestion de l'Environnement, Arlon Campus Environnement).

Les cartes hydrogéologiques sont basées sur un maximum de données, géologiques, hydrogéologiques et hydrochimiques, recueillies auprès de divers organismes. Elles ont pour objectif d'informer sur l'extension, la géométrie et les caractéristiques hydrogéologiques, hydrodynamiques et hydrochimiques des nappes aquifères, toute personne, société ou institution concernées par la gestion, tant quantitative que qualitative, des ressources en eaux.

La base de données hydrogéologiques de Wallonie (BD Hydro), principale source de données servant à l'élaboration des cartes hydrogéologiques, est en perpétuelle amélioration afin d'aboutir à une unique base de données centralisée, régulièrement mise à jour (Gogu, 2000 ; Gogu *et al.*, 2001 ; Wojda *et al.*, 2005).

La carte de Willerzie - Gedinne a été réalisée par Ludovic Capette (MSc en Sciences Géologiques) en 2013 et partiellement actualisée en 2016. Le projet est supervisé par le Prof. Vincent Hallet du Département de Géologie de l'Université de Namur.

Les auteurs de la carte hydrogéologique remercient vivement le Service Géologique de Belgique et en particulier le Dr. Eric Goemaere pour ses explications à propos de la géologie complexe de cette région. Nous remercions également l'Administration Communale de Gedinne pour nous avoir fourni nombre d'informations. Il en va de même pour tous les bureaux d'études actifs dans le domaine de l'environnement qui nous ont fourni des données, ainsi que tous les titulaires privés (généralement du monde agricole) de puits pour nous avoir laissé accéder aux ouvrages lors de nos investigations sur le terrain.

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

Les données utilisées pour la réalisation de la carte ont été encodées dans une base de données sous le format « File GeoDataBase » qui a été remise à la Direction des Eaux Souterraines (Département de l'Environnement et de l'Eau, DGO3, DGARNE, SPW).

Depuis mai 2006, la carte hydrogéologique de Wallonie est consultable en ligne via le portail cartographique du Service Public de Wallonie. Cette application WebGIS est disponible à l'adresse <http://environnement.wallonie.be/cartosig/cartehydrogeo>.

I. INTRODUCTION

Située à une cinquantaine de kilomètres au sud de Namur, la région couverte par la planchette 63/3-4 Willerzie – Gedinne s'étend sur la Province de Namur ainsi que sur le Département des Ardennes en France (Figure I.1). La Houille se forme au droit de la carte et est, via ses nombreux affluents, le principal exutoire. La Hulle est aussi présente à l'ouest où elle matérialise une partie de la frontière avec la France (Figure I.2). La majorité des aquifères exploités sont datés du Dévonien inférieur, les nappes logées dans le socle cambrien peuvent aussi être localement exploitées à l'échelle locale.

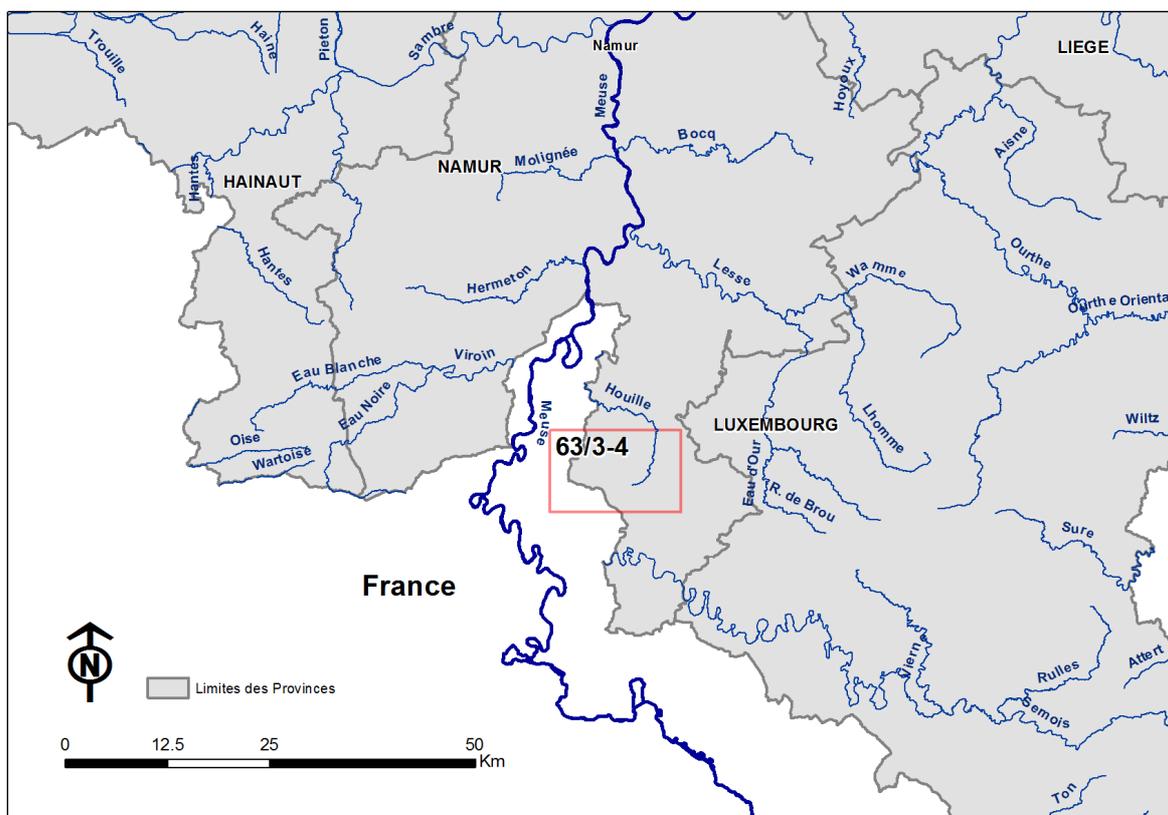


Figure I.1 : Localisation de la planche 63/3-4

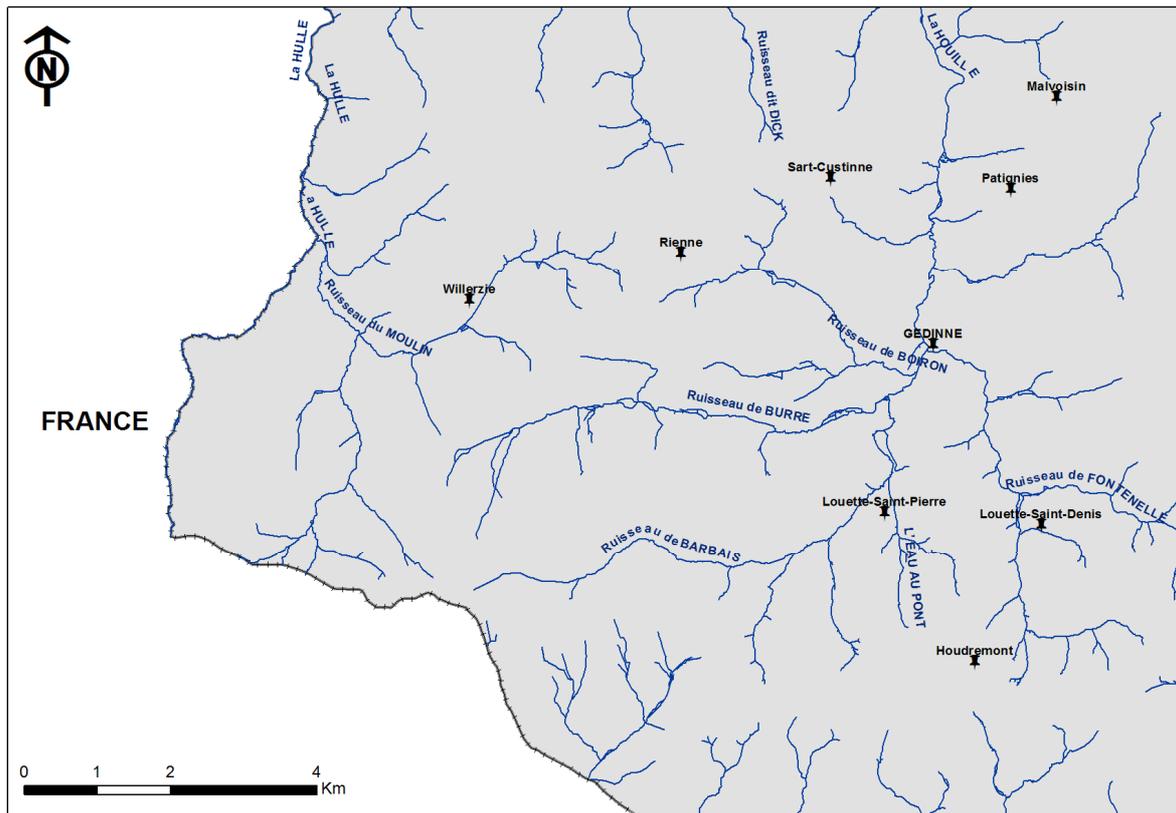


Figure I.2 : Zoom sur la planche Willerzie – Gedinne (63/3-4) et détail des cours d'eau

II. CADRES GÉOGRAPHIQUE, GÉOMORPHOLOGIQUE ET HYDROGRAPHIQUE

D'une superficie de 160 km², la planche Willerzie - Gedinne s'étend sur la Province de Namur ainsi que sur le Département des Ardennes en France (à l'ouest). Dans la partie belge (environ 115 km²), elle s'étend principalement sur le territoire de la commune de Gedinne et, dans une faible mesure, au sud, sur les communes de Vresse-sur-Semois et Bièvre.

Cette région fait partie de l'Ardenne (Figure II.1), au sens large (géologique et structural) du terme. Sa morphologie actuelle, conséquence de son histoire géologique, est constituée d'une surface de pénéplaine en voie de démantèlement. Les cours d'eau ont creusé leurs vallées souvent encaissées et l'érosion différentielle a provoqué de larges dépressions aux endroits où des roches moins résistantes (shales, siltites,...) affleurent.

L'Ardenne forme un haut-plateau (ensemble paysager du haut plateau de l'Ardenne centrale d'après Droeven *et al.*, 2004) couvrant l'ensemble de la carte. Son sous-sol schisto-gréseux à quartzitique est recouvert par de vastes zones boisées. Il est incisé par des vallées encaissées, pouvant atteindre une profondeur de plus de 50 mètres, essentiellement creusées par les affluents de la Houille, le principal cours d'eau de la carte. Ces vallées encaissées peuvent isoler des hauts plateaux résiduels tels que la Croix-Scaille (505 m) au sud-ouest de la carte.

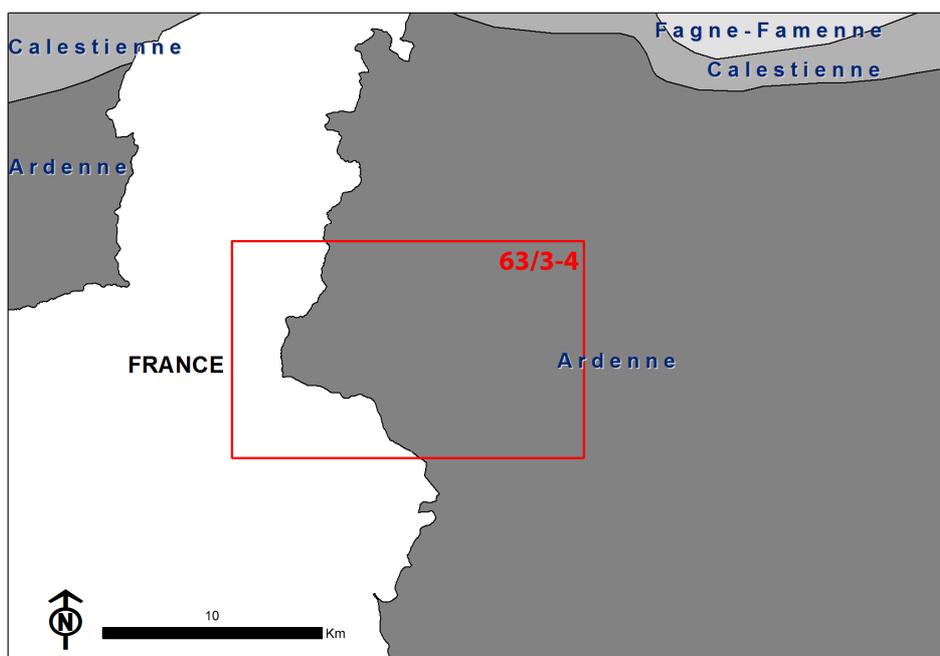


Figure II.1 : Unités morphostructurales aux environs de la planche 63/3-4

L'Ardenne centrale est caractérisée par des plateaux centraux agricoles au relief tranquillement ondulé et des bordures forestières au relief disséqué.

L'habitat est relativement homogène, caractérisé par le groupement des maisons en villages plutôt concentrés et des exploitations agricoles isolées.

Dans la partie belge, le réseau hydrographique (Figure II.2) est principalement constitué par la Houille et ses affluents. Son bassin versant occupe la plus grande superficie de la carte (71,4 km²). La Houille prend sa source à Gedinne, dans le bois de Rienne, à l'altitude de 480 mètres. Elle collecte les eaux de multiples petits affluents soit du nord vers le sud : le Ruisseau de Boiron, le Ruisseau des Vieux Prés, le Ruisseau de Burre, le Ruisseau de Barbais et le Ruisseau de la Houette. Après avoir arrosé Gedinne, elle se tourne vers le nord, puis change progressivement de direction vers le nord-ouest. À partir de Vencimont, elle coule franchement vers l'ouest et la frontière. Elle matérialise pendant quelques kilomètres la frontière franco-belge au sud-ouest de Felenne. Puis elle reprend son cours vers le nord, en territoire français, arrose Landrichamps puis Fromelennes et son hameau Flohimont. Elle a son confluent avec la Meuse dans la ville de Givet.

D'autres bassins versants, moins étendus sur cette carte, sont également présents (Figure II.2). A l'ouest : le bassin de la Hulle (26,9 km²) et le bassin de la Semois (6,9 km²) ; au sud, le bassin du Ruisseau du Rux au Moulin (9,3 km²) et à l'est, on observe deux portions du bassin du Ruisseau de Gembes qui occupent au total un peu plus d'1 km².

Pour comprendre la morphologie du réseau hydrographique actuel, il faut remonter au Cénozoïque. Les rivières de l'Ardenne prirent naissance sur les surfaces d'aplanissement qui suivirent l'érosion de la chaîne de montagnes hercynienne. Ces surfaces furent envahies par la mer qui y déposa, durant le Cénozoïque, des sables et des argiles. Sur cette couverture meuble, les cours d'eau s'écoulèrent suivant la plus grande pente, du sud vers le nord, vers la ligne de rivage, située aux environs du sillon Sambre et Meuse. Ces rivières se mirent à méandrer tout en s'enfonçant peu à peu. Lorsque, vers la fin du Cénozoïque, le soulèvement pris de l'ampleur, les rivières rencontrèrent, au fond de leurs vallées naissantes, les roches dures du Paléozoïque. Mais comme leurs vallées étaient déjà tracées elles s'enfoncèrent sur place, quelle que fut la nature des roches rencontrées (surimposition). Au climat tropical du Cénozoïque succéda un climat froid, annonçant les alternances des périodes glaciaires et interglaciaires du Quaternaire. Ce climat froid entraîna une érosion différentielle suivant la nature des roches. Les schistes étant moins résistants à la gélifraction, ils s'érodèrent plus facilement donnant naissance aux vallées profondes que l'on connaît actuellement sur la planche 63/3-4 (Quinif *et al.*, 1991).

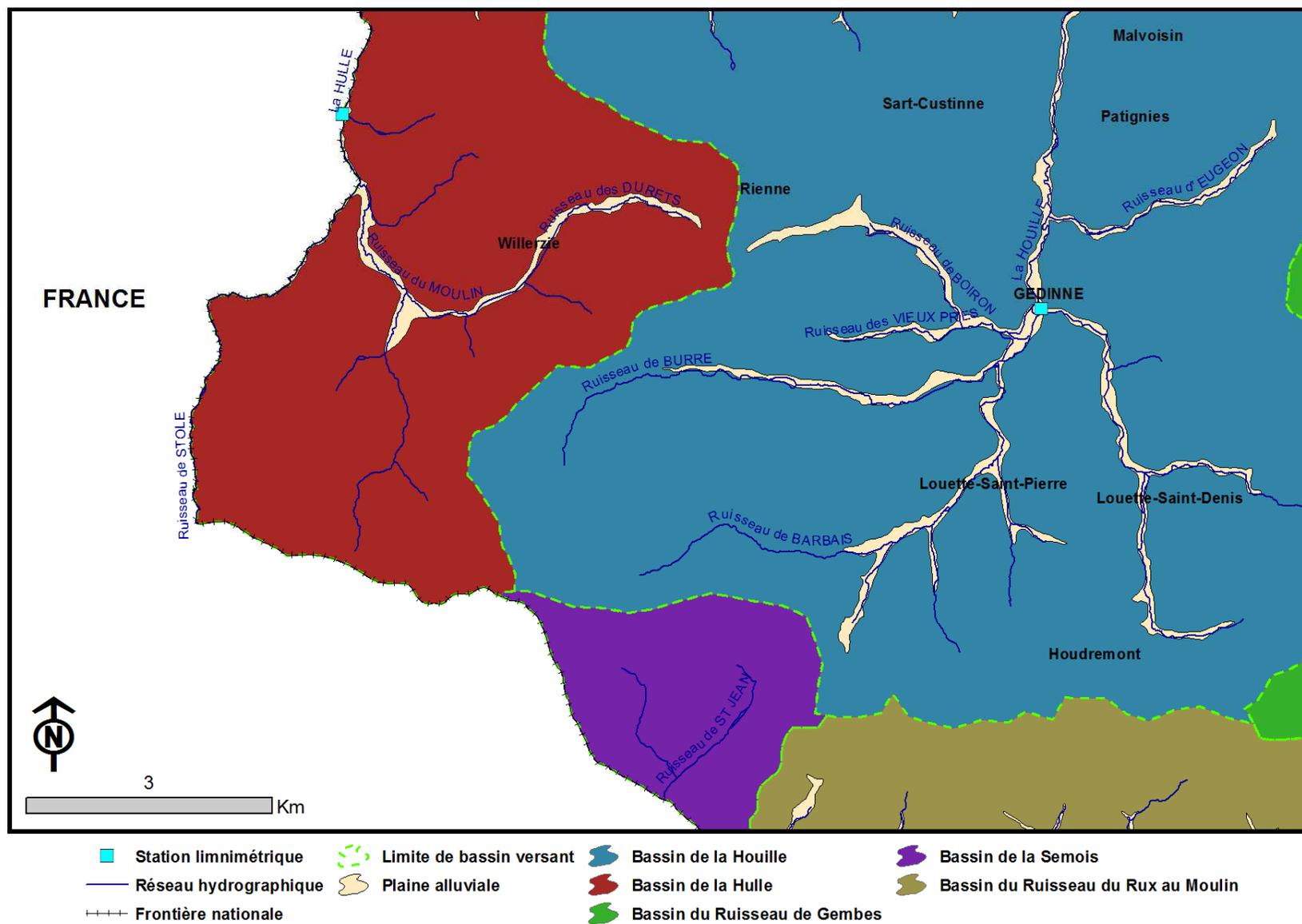


Figure II.2 : Carte du réseau hydrographique et des bassins versants de la région de Willerzie – Gedinne

III. CADRE GÉOLOGIQUE

III.1. CADRE GÉOLOGIQUE GÉNÉRAL

L'histoire géologique de la région se présente sous la forme d'une série de phases de sédimentation, de plissement et d'érosion brièvement décrites ci-après :

III.1.1. Massifs calédoniens et orogénèse calédonienne

Le Massif calédonien de Rocroi affleure au sud-ouest de la carte. Il se compose essentiellement de schistes, phyllades et quartzites d'âge cambrien.

Ces sédiments ont été plissés une première fois au cours de l'orogénèse calédonienne. Au terme de cette orogénèse, un continent (« Continent des Vieux Grès Rouges ») a émergé dans tout le nord de l'Europe. L'Ardenne est un chaînon isolé, situé nettement au sud de ce continent. Dès le début du Lochkovien, une transgression marine venant du sud n'envahi d'abord que la partie méridionale de l'Ardenne qui est, à ce moment, au stade terminal de sa pénéplanation. La mer transgresse au cours du Dévonien inférieur et couvre progressivement la région du futur Synclinorium de Dinant où elle dépose une série sédimentaire épaisse.

III.1.2. Sédimentation dévonienne

Les dépôts dévoniens observés dans la région de Willerzie – Gedinne appartiennent au Lochkovien (-419 à -411 millions d'années). A plus grande échelle, ils font partie de la transgression devono-dinantienne dont la base se marque en Ardenne par une discordance majeure résultant de l'avancée de la transgression sur le socle calédonien érodé.

Le Dévonien inférieur (ou Eodévonien) est composé par des dépôts terrigènes phylladeux ou siliceux. Ces terrains ont été déposés en discordance lors de la transgression marine sur la pénéplaine. Le découpage lithostratigraphique des terrains du Dévonien inférieur a été revu par la Commission nationale de Stratigraphie du Dévonien (Godefroid *et al.*, 1994). Ainsi, le Gedinnien de l'ancienne nomenclature est remplacé par le Lochkovien (voir [Tableau III.1](#)).

III.1.3. L'orogénèse hercynienne

Pendant une période s'étendant environ de -360 à -290 millions d'années, la pile sédimentaire dévono-carbonifère a subi l'orogénèse hercynienne. Cette orogénèse marquerait la suture progressive des continents Gondwana et Laurasia qui formeront au Permo-Trias un super continent appelé Pangaea.

Ensuite, cette pile sédimentaire a subi l'orogénèse hercynienne. Cela s'est traduit par un raccourcissement selon la direction générale SSE-NNO, avec le plissement des terrains paléozoïques en une série de synclinoria et d'anticlinoria successifs.

La carte Willerzie – Gedinne se situe à cheval sur le bord nord du Massif de Rocroi et le bord sud de l'Anticlinorium de l'Ardenne (**Figure III.1**).

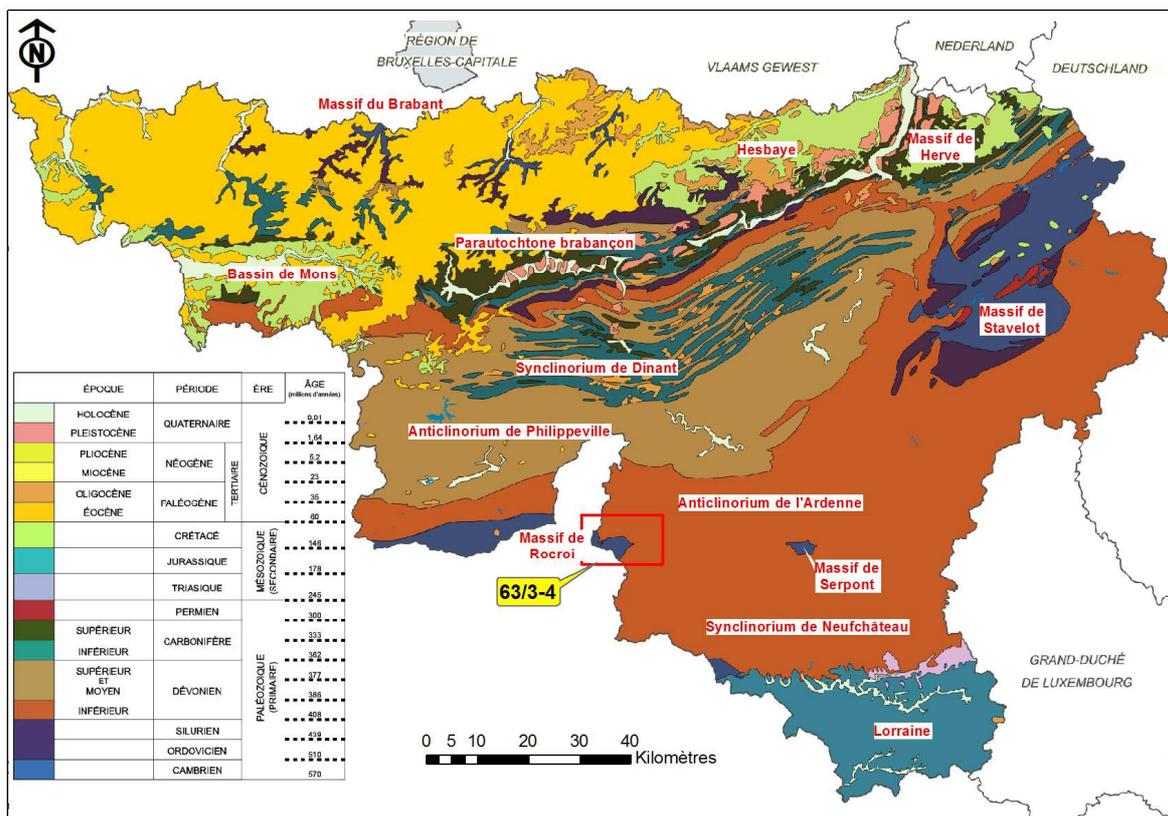


Figure III.1 : Localisation de la planche 63/3-4 sur la carte géologique de Wallonie (d'après de Béthune, 1961, modifié)

III.2. CADRE GÉOLOGIQUE RÉGIONAL

Ce chapitre donne une description lithologique et stratigraphique sommaire des différentes formations susceptibles d'être rencontrées sur la carte.

La nouvelle carte géologique 63/3-4 n'a pas encore été levée. La description présentée ci-dessous est issue de diverses sources dont le but est d'avoir une base suffisante pour une interprétation hydrogéologique aisée. Les sources principales sont :

- « L'Eodévonien de l'Ardenne et des régions voisines » (Asselberghs, 1946) ;
- « Carte géologique de Belgique, n° 201, Willerzie - Gedinne, 1/40 000 » (Gosset, 1898) ;
- « Les Formations du Dévonien inférieur du Massif de la Vesdre, de la fenêtre de Theux et du Synclinorium de Dinant (Belgique, France) » (Godefroid *et al.*, 1994) ;
- « Le Massif cambrien de Rocroi » (Beugnies, 1963).

III.2.1. Cadre lithostratigraphique

Sur la planche 63/3-4, le Paléozoïque est représenté par le Cambrien (Revinien) et le Dévonien inférieur qui reprend l'étage Lochkovien (anciennement Gedinnien). Les principales roches rencontrées sont des siltites, des schistes, des grès, des quartzites et des phyllades (Tableau III.1).

La zone concernée est également reprise dans le schéma représentant le transect nord – sud (voir Figure III.2).

Tableau III.1 : Tableau lithostratigraphique de la région de Willerzie – Gedinne

ERE	SYSTEME	SERIE	ETAGE	FORMATION (nouvelle nomenclature)	NOM (selon Asselberghs, 1946)	Lithologie	Abréviation
CENOZOIQUE	QUATERNAIRE	HOLOCENE				Alluvions modernes des vallées	alm
PALÉOZOÏQUE	DEVONIEN	INFÉRIEUR	Lochkovien (anc. Gedinnien) supérieur	Saint-Hubert	Assise de Saint-Hubert	Schistes et siltites phylladeux interstratifiés de niveaux de grès et quartzites	G2b
				Oignies	Assise d'Oignies	Schistes et phyllades interstratifiés par quelques bancs de grès	G2a
			Lochkovien (anc. Gedinnien) inférieur	Mondrepuis	Gedinnien inférieur schisteux	Schistes, quartzophyllades, quartzites et bancs de grès lenticulaires	G1
				Fépin	Couches de base	Arkose d'Haybes : grès blancs quartzitiques grossiers à fins et intercalations irrégulières de lits schisteux Poudingue de Fépin : poudingue à éléments et ciment quartzitiques, à niveaux gréseux et schisteux	
	CAMBRIEN	MOYEN ET SUPÉRIEUR	Revinien			quartzites gris bleu et phyllades noirs de Revin	Rv

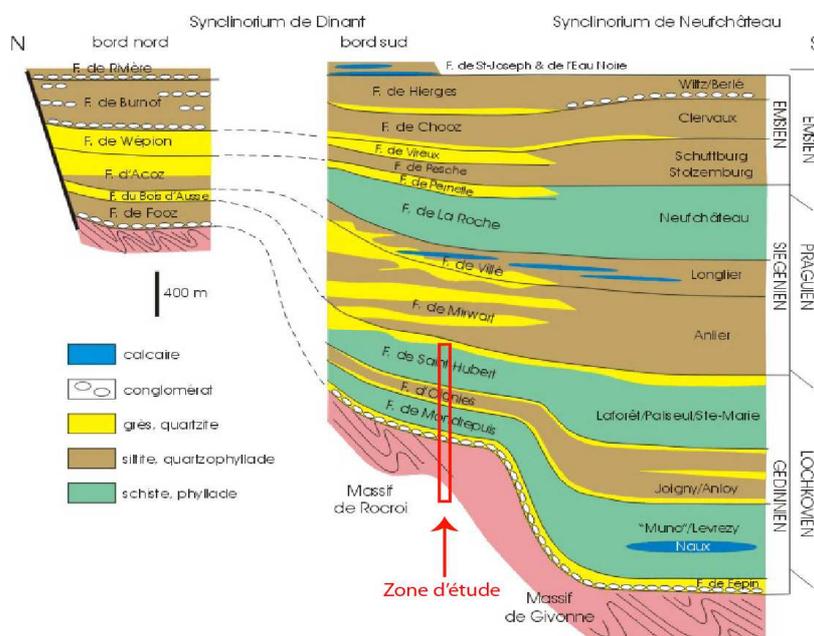


Figure III.2 : Situation dans le transect nord – sud des Synclinoria de Dinant et de Neufchâteau, durant le dépôt du Dévonien inférieur (d'après Boulvain et Pingot, 2011, modifié)

III.2.1.1. Le Paléozoïque

III.2.1.1.1 Le Cambrien

Au Cambrien inférieur, les sédiments qui constitueront le futur Massif de Rocroi se déposent dans un environnement de plate-forme. Au Cambrien moyen et supérieur par contre, la présence de turbidites témoigne d'un net approfondissement. Le Cambrien est représenté en Ardenne méridionale par plus de 2 km d'épaisseur de phyllades, de quartzites et de quartzophyllades en couches concordantes sans lacune apparente (Boulvain et Pingot, 2014).

Sur la carte, d'un point de vue lithostratigraphique, on observe uniquement la série supérieure au sud-ouest (Cambrien moyen et supérieur, Figure III.3) constituée de quartzites et phyllades noirs correspondant au **Groupe de Revin** (Revinien) d'environ 2000 mètres d'épaisseur. Ces sédiments pélitiques sombres comprennent des turbidites et des traces d'activité tectonique contemporaine de la sédimentation (slumps, brèches,...).

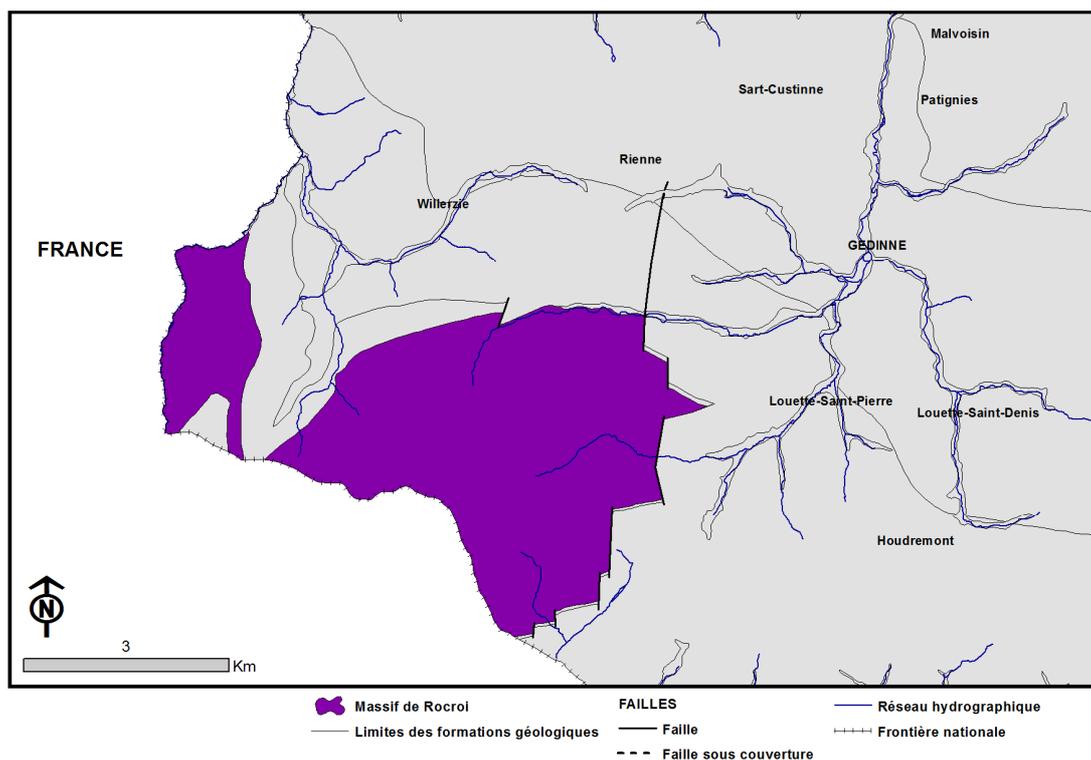


Figure III.3 : Situation du Massif de Rocroi sur la carte 63/3-4

III.2.1.1.2 Le Dévonien inférieur

La subdivision de cette série est faite selon Asselberghs (1946). La correspondance avec la nomenclature actuelle est indiquée au [Tableau III.1](#) et sur la [Figure III.2](#).

Soit des terrains les plus anciens aux plus récents :

Les couches de base (Gedinnien inférieur, G1)

Nomenclature actuelle : Formation de Fépin (Meilliez, 1984)

Elles reposent en discordance sur le Massif cambrien de Rocroi. On distingue :

- Le Poudingue de Fépin est constitué de gros éléments de taille variable, anguleux à sub-anguleux, arrondis ou elliptiques, dans un ciment siliceux (quartzitique), parfois argileux (arkosique). Les éléments sont des blocs de quartz blanc filonien et de quartzite emprunté au Cambrien pouvant atteindre un mètre de côté, plus rarement, des galets aplatis et fragments de phyllade noir cambrien ;
- L'Arkose d'Haybes renferme de l'arkose et des quartzites très grossiers et graveleux. C'est un grès blanc grossier, à la base de l'assise, et plus fin vers le sommet. Il est essentiellement quartzitique et contient quelques fragments de tourmaline noire, parfois un peu de feldspath kaolinisé. Des lits de schistes noirs peuvent y être intercalés de façon irrégulière. Aux alentours de Willerzie, l'arkose peut être remplacée par une venue de porphyre quartzifère.

Les niveaux du Poudingue de Fépin et de l'Arkose d'Haybes, ne sont pas constants. Ainsi, l'un peut disparaître laissant l'autre au contact du Massif de Rocroi. L'épaisseur totale est très variable : de 10 à 40 mètres sur cette carte.

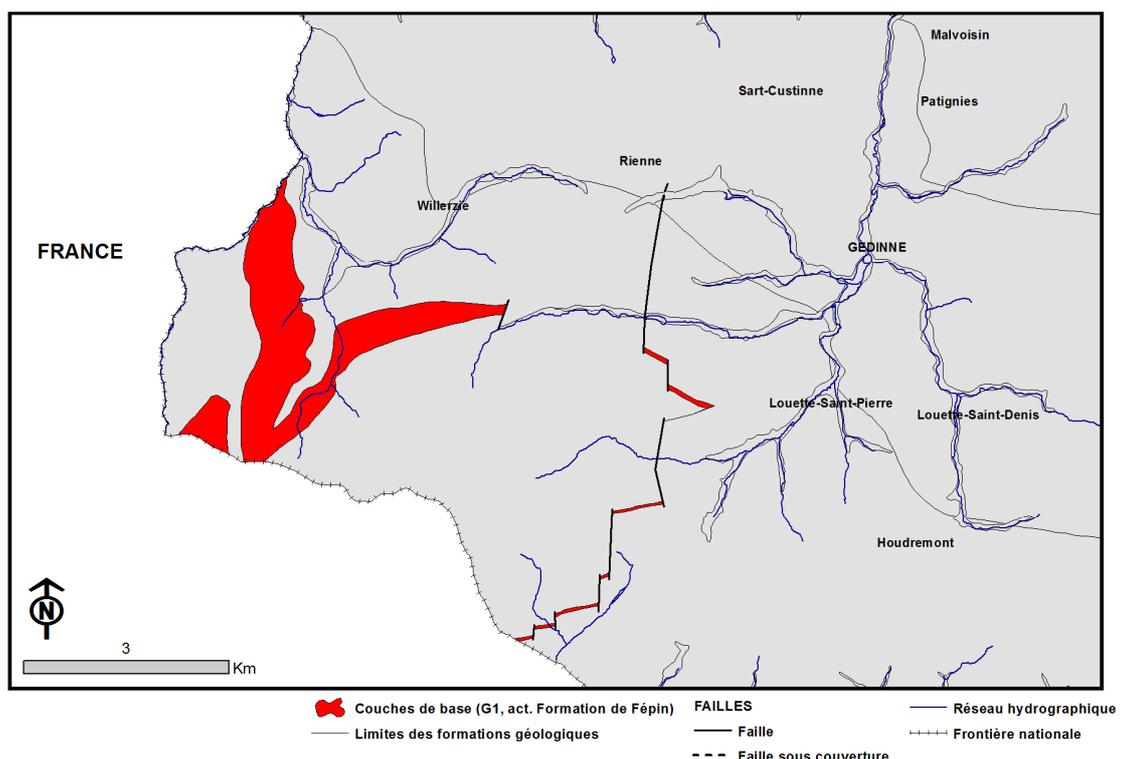
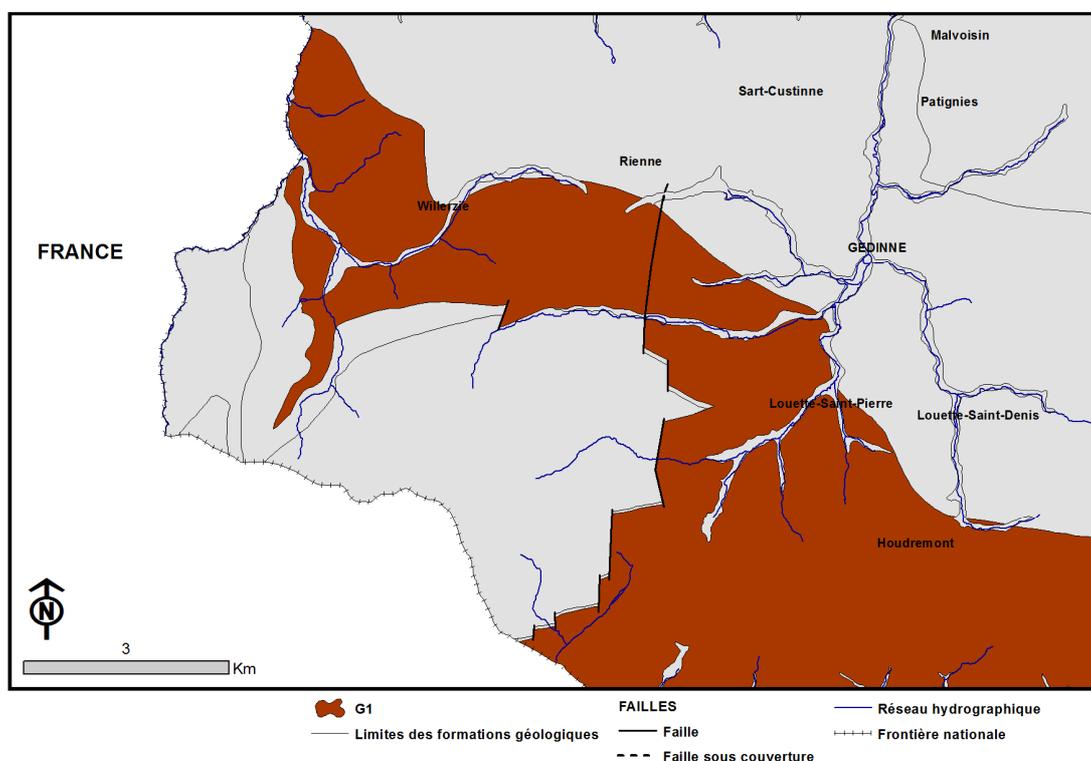


Figure III.4 : Localisation des couches de base (G1) sur la planche 63/3-4

Le Gedinnien inférieur schisteux (G1)

Nomenclature actuelle : Formation de Mondrepuis (Milhau *et al.*, 1989)

Ce sont essentiellement des schistes verts grossièrement feuilletés, souvent gréseux, avec des grains de quartz disséminés (d'origine détritique ou volcanique). Des strates cariées, anciennement calcaires mais décalcifiées sont chargées d'empreintes de fossiles qui confirment le caractère marin. Quelques bancs de grès, lenticulaires, sont dispersés à la base de la formation. On observe également quelques quartzophyllades et quartzites. La puissance est très difficile à estimer car les coupes continues sont très rares, et les limites inférieure et supérieure sont imprécises suite au passage insensible d'une formation à l'autre. L'épaisseur a néanmoins pu être estimée à 175 mètres à Fépin (France).



L'Assise d'Oignies (Gedinnien supérieur, G2a)

Nomenclature actuelle : Formation d'Oignies (Meilliez et Blicq *in* Godefroid *et al.*, 1994)

L'Assise d'Oignies (Figure III.6) est formée principalement de schistes et de phyllades bigarrés, rouge lie-de-vin, parfois vert clair, avec de nombreux bancs schisteux, chargés de nombreux nodules carbonatés. Ceux-ci disparaissent par dissolution en abandonnant des cavités tapissées de poussières de limonite ; les schistes sont alors dits cellulux. Les

roches schisteuses sont généralement quartzieuses et grossièrement feuilletées, d'autres sont fines et à feuillets réguliers. La formation renferme aussi des bancs de grès quartzitiques et parfois d'arkoses. Ces bancs sont fréquemment lenticulaires et les stratifications entrecroisées ne sont pas rares. Son épaisseur est de l'ordre de 400 mètres.

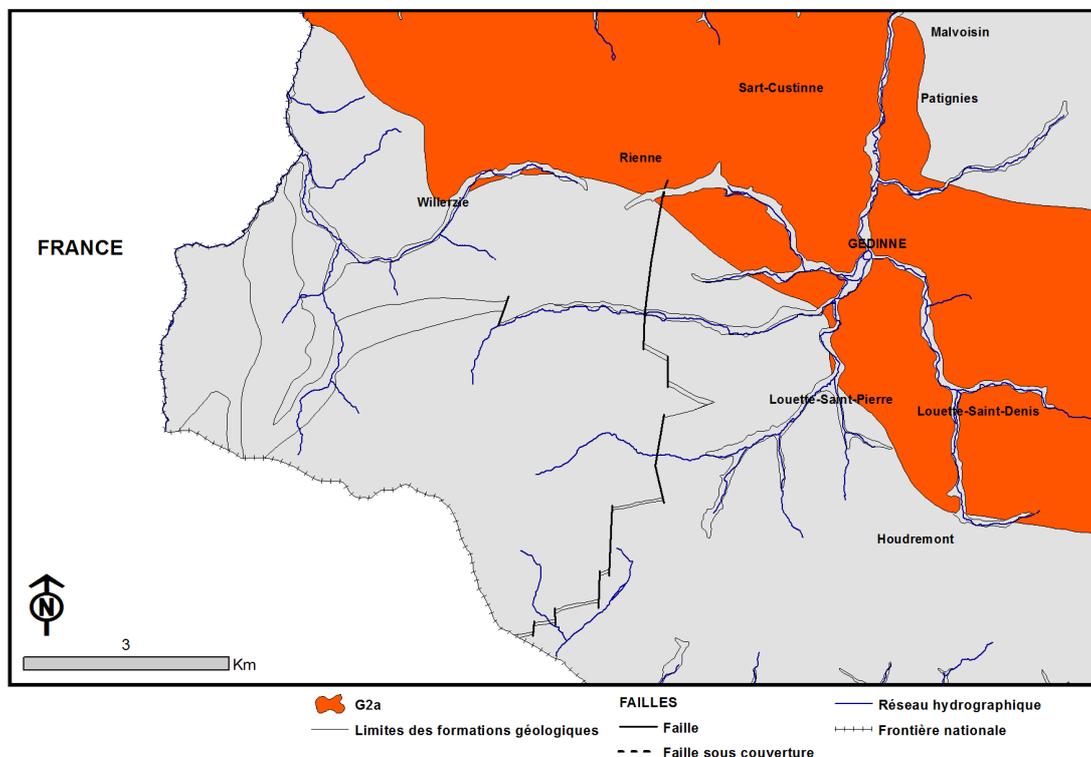


Figure III.6 : Localisation de l'Assise d'Oignies (G2a) sur la planche 63/3-4

L'Assise de Saint-Hubert (Gedinnien supérieur, G2b)

Nomenclature actuelle : Formation de Saint-Hubert (Godefroid *et al.*, 1994)

L'Assise de Saint-Hubert (Figure III.7) est caractérisée par un ensemble de shales et de phyllades gris-vert et verts, de quartzophyllades, de psammites, de quartzites verdâtres, gris ou verts (la teinte verte est moins vive que celle de l'Assise d'Oignies). Les paillettes de mica sont très abondantes dans toutes les roches. Les schistes sont souvent chargés en nodules carbonatés qui disparaissent par dissolution et laissent un résidu de poussière brune, en même temps que la roche devient cariée et celluleuse. L'épaisseur totale varie entre 200 et 400 mètres dans la région.

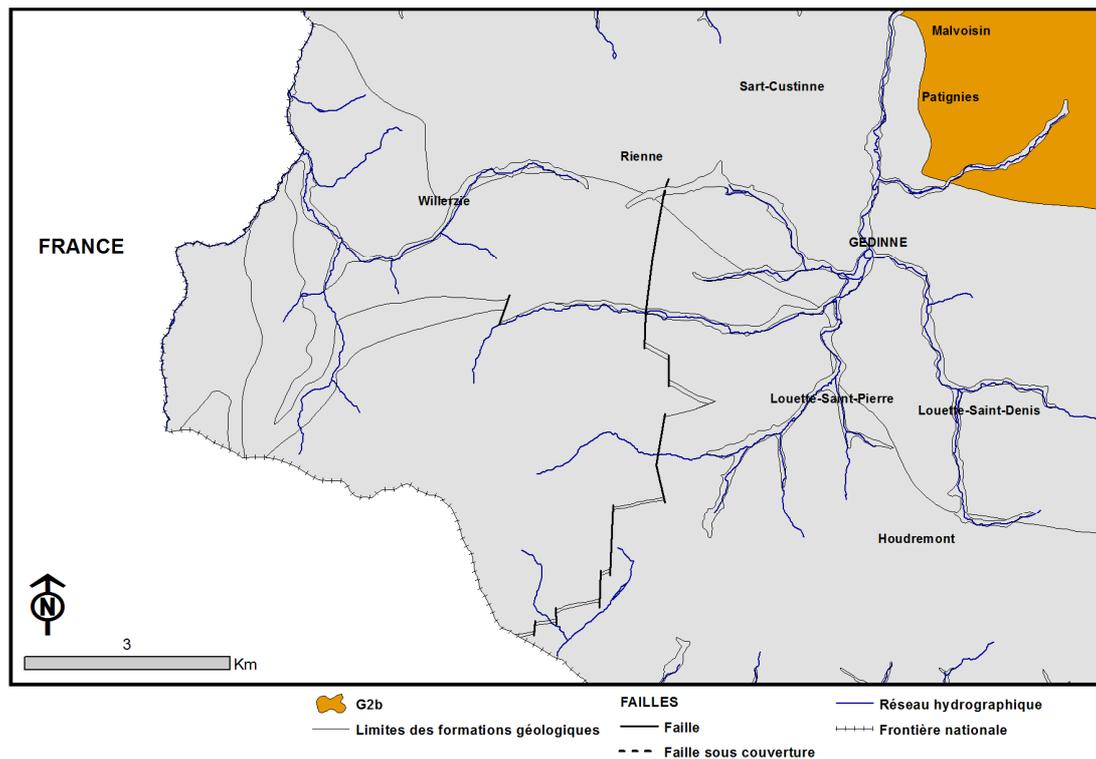


Figure III.7 : Localisation de l'Assise de Saint-Hubert (G2b) sur la planche 63/3-4

III.2.1.2. Le Cénozoïque

III.2.1.2.1 L'Holocène (Quaternaire)

Les Alluvions modernes des vallées (amo)

Galets, graviers, sables, argiles et limons, résultats de l'érosion du substrat local et régional. Leur texture est assez variable et un même profil peut présenter des couches successives fort différentes.

III.2.2. Cadre structural

Les terrains de la carte Willerzie – Gedinne se situent dans deux unités structurales majeures (Figure III.8) :

- Le Massif cambrien de Rocroi au sud-ouest de la carte ;
- L'Anticlinorium de l'Ardenne pour la partie nord – nord-est.

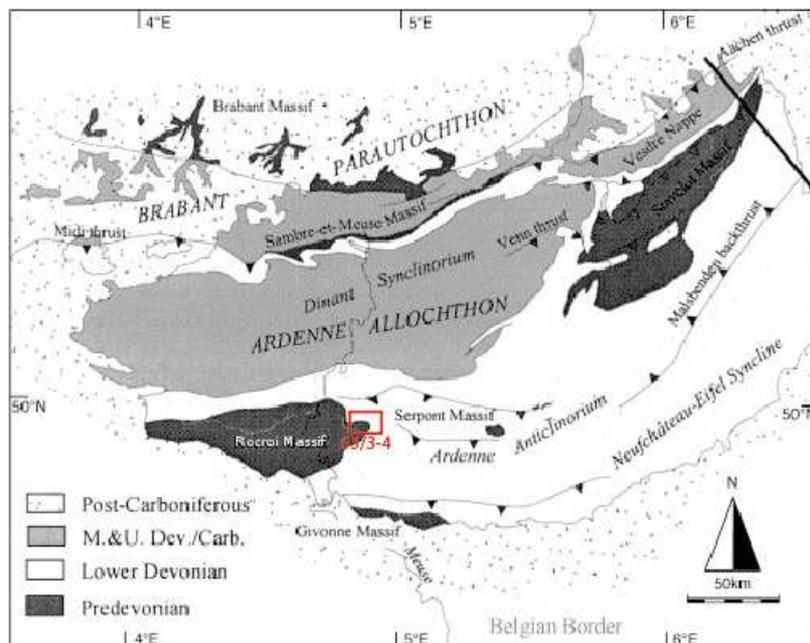


Figure III.8 : Carte des principales unités structurales et localisation de la planche 63/3-4 (d'après Kenis et al., 2002 ; modifié)

Le Massif cambrien de Rocroi est composé principalement de schistes, phyllades et de quartzites appartenant aux groupes de Revin et Deville. Ces terrains ont subi les deux orogénèses, calédonienne et hercynienne successivement. La poussée calédonienne sud-nord a fortement plissé et renversé les terrains cambriens. Cela a engendré la formation de trois plis principaux sur l'ensemble du massif, soit du nord au sud : l'Anticlinorium de Fumay, le Synclinorium de Revin et l'Anticlinorium de Bogny. Sur la planche 63/3-4, on distingue une succession de plis secondaires appartenant à l'Anticlinorium de Fumay et au Synclinorium de Revin (Figure III.9). Le pendage des couches est orienté vers le sud et la direction générale moyenne est N 80° E.

Le Dévonien inférieur (bord sud du Synclinorium de Dinant) s'appuie sur le Cambrien avec une direction générale de ses diverses unités de N 80° E également, mais le pendage présente une orientation nord. La discordance angulaire du Dévonien inférieur sur le Cambrien est ainsi clairement mise en évidence et témoigne de l'orogénèse calédonienne. Les plis sont pour la plupart « en escalier ». Les plateures deviennent plus fréquentes à l'approche du massif de Rocroi. Cette structure de plis résulte d'un raccourcissement nord-

sud lié à l'orogénèse hercynienne qui a provoqué le charriage de l'allochtone ardennais (ou nappe du Condroz) sur l'unité située plus au nord par le jeu de la faille du Midi (Figure III.8).

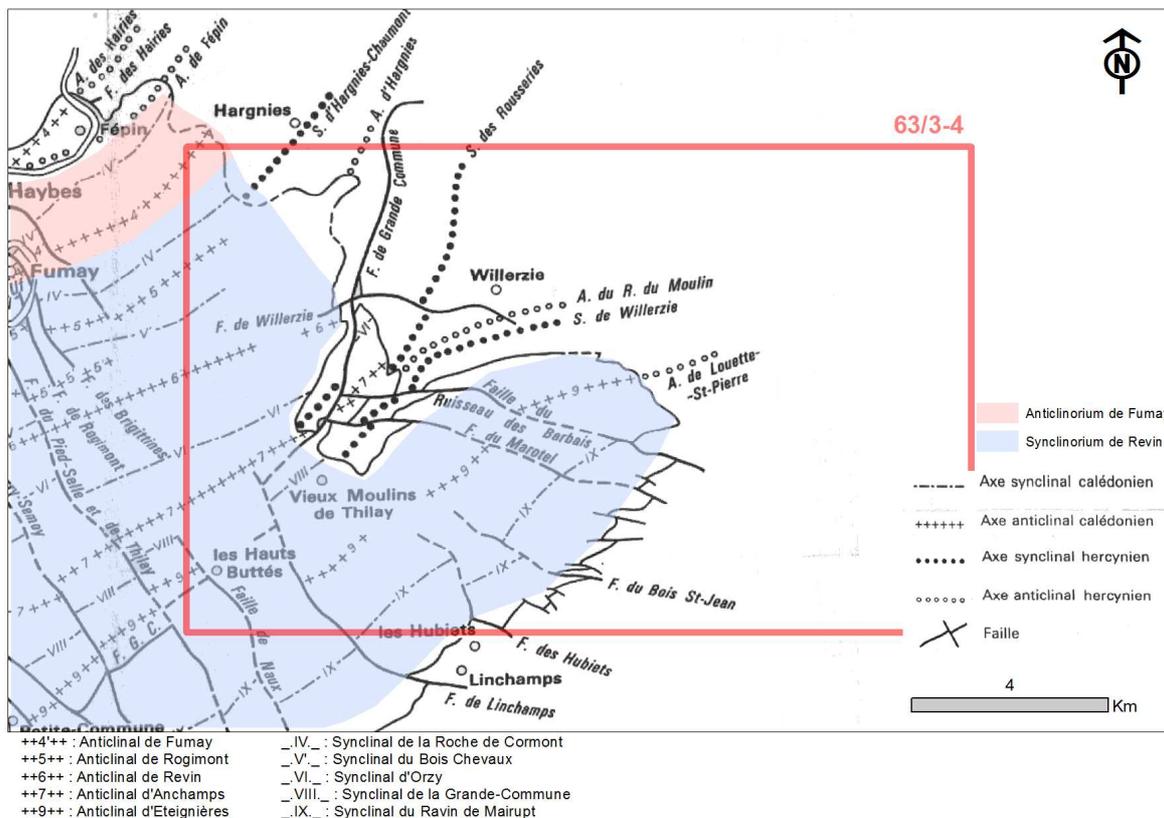


Figure III.9 : Carte tectonique du Massif de Rocroi avec les principaux plis de la planche 63/3-4 (d'après Beugnies, 1963 ; modifié)

IV. CADRE HYDROGÉOLOGIQUE

A l'échelle de la Wallonie, la carte se situe entièrement dans la formation aquifère principale baptisée « Socle cambro-silurien et Massif schisto-gréseux du Dévonien (Primaire) » (Figure IV.1).

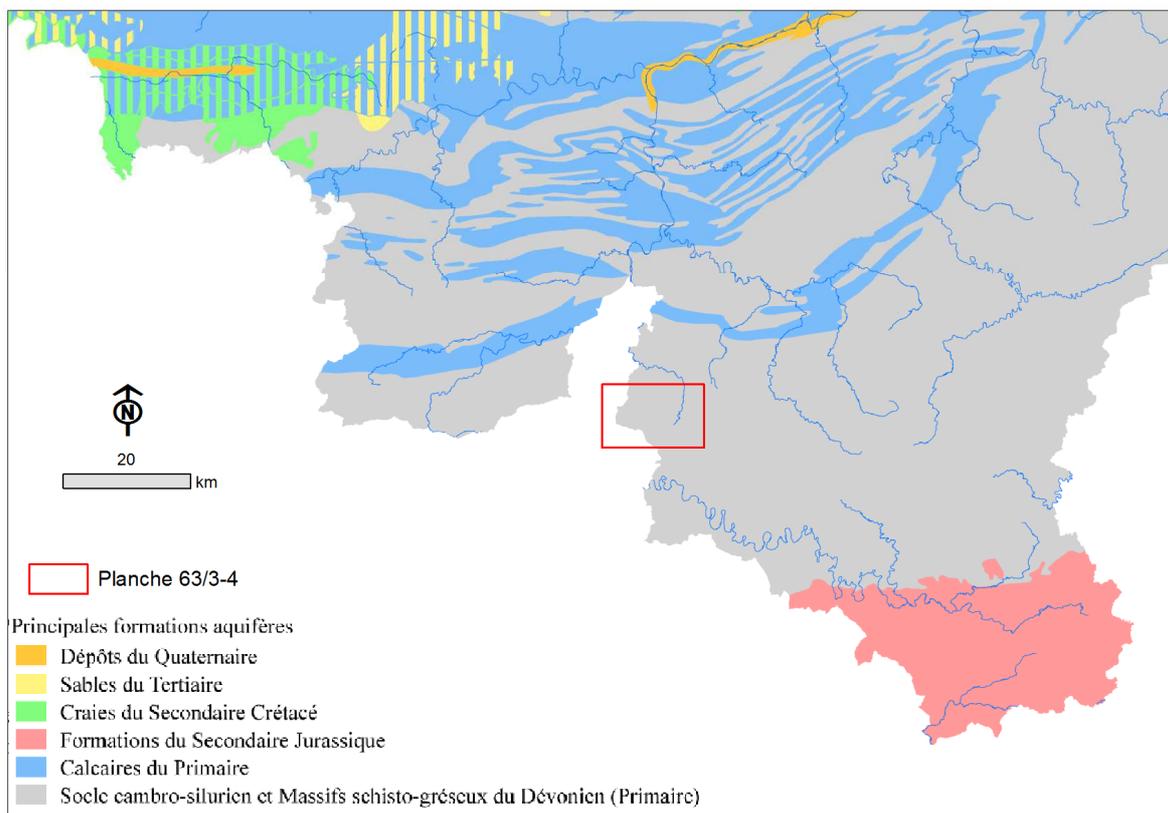


Figure IV.1 : Les principales formations aquifères de Wallonie et localisation de la planche 63/3-4 (source : SPW-DGO3, 2014. Etat des nappes d'eau souterraine de la Wallonie)

Le **Socle cambro-silurien** affleure en deux régions de l'Ardenne (Massifs de Rocroi et de Stavelot) ainsi qu'au nord dans le Massif du Brabant. Les formations sont principalement constituées de schistes, phyllades, quartzophyllades et quartzites fissurés. C'est en général là où les roches ont subi une altération naturelle ancienne (on parle de paléo-altération) que l'aquifère est le plus productif et peut dès lors être exploité. Ces terrains sont présents dans la partie sud-ouest de la carte Willerzie – Gedinne (Massif de Rocroi).

Les **Massifs schisto-gréseux du Dévonien** rassemblent les formations schisto-gréseuses de l'Ardenne, du Para-autochtone brabançon, du Synclinorium de Dinant et de la Nappe de la Vesdre. Ces formations sont principalement constituées de schistes, phyllades, grès, quartzophyllades et quartzites fissurés. Cet ensemble aquifère constitue la nappe principale en Ardenne mais est nettement moins exploité dans sa partie nord et dans la nappe de la Vesdre. Bien qu'étendu, il possède une faible capacité et peut même s'assécher par endroit en été. La nappe est contenue dans les zones superficielles, fissurées et altérées, et est

souvent captée par drains et par galeries mais aussi par des puits. Cet aquifère reste malgré tout une ressource précieuse pour les régions isolées de l'Ardenne. On retrouve ces terrains sur la majeure partie de la carte Willerzie – Gedinne à l'exception du Massif de Rocroi.

Au niveau de la planche 63/3-4, la localisation des ouvrages de captage montre que les eaux souterraines de la région sont présentes dans toutes les formations géologiques. Leur comportement et leur productivité sont cependant fortement conditionnés par la nature et la structure de la roche dans laquelle l'eau est stockée. C'est pourquoi les formations géologiques sont regroupées ou subdivisées en unités hydrogéologiques, chacune étant caractérisée par un comportement hydrodynamique qui lui est propre.

Trois termes sont utilisés pour qualifier le caractère plus ou moins perméable des formations rocheuses en hydrogéologie (Pfannkuch, 1990 ; UNESCO-OMM, 1992) :

- **Aquifère** : formation perméable permettant d'exploiter de grandes quantités d'eau souterraine ;
- **Aquitard** : formation semi-perméable dans laquelle l'écoulement se fait à une vitesse plus réduite que dans un aquifère, son exploitation est possible mais de capacité limitée ;
- **Aquiclude** : formation à caractère imperméable dans laquelle on ne peut économiquement extraire des quantités d'eau appréciables.

Ces définitions assez subjectives sont à manipuler avec précaution. Elles sont utilisées ici afin de renseigner, à une échelle régionale, sur le caractère globalement perméable, semi-perméable ou imperméable d'un ensemble de couches géologiques. Elles donnent une idée du potentiel économique que représentent les différentes unités hydrogéologiques en termes d'exploitation. Elles se basent principalement sur la description lithologique de ces unités.

De manière générale c'est la porosité efficace (la capacité pour une roche saturée de libérer un fluide par drainage gravitaire) et la perméabilité, proportionnelle à la granulométrie, qui va déterminer le caractère plus ou moins aquifère d'une roche (**Tableau IV.1**). Les roches cohérentes sont, en principe, imperméables. Néanmoins, la fissuration, l'altération ou la dissolution peuvent modifier leur perméabilité (**Figure IV.2**) :

- La fracturation crée un réseau de fractures au sein duquel l'eau peut circuler ;
- L'altération des roches induit des comportements différents selon leur lithologie. Trois comportements principaux se présentent :
 - La roche est un carbonate : l'altération entraîne une dissolution de la roche et un agrandissement du réseau de fractures existant. La perméabilité est donc augmentée ;

- La roche est un grès : l'altération donne du sable, ce dernier présente une plus grande porosité efficace et une bonne perméabilité ;
- La roche est un shale/schiste : l'altération donne une argile qui colmate le réseau de fractures. La perméabilité est diminuée.

A, Roche sédimentaire de granulométrie triée, porosité élevée ; B, roche sédimentaire de granulométrie mal triée, porosité faible ; C, roche sédimentaire de granulométrie triée et constituée de grains poreux, porosité très élevée ; D, roche sédimentaire de granulométrie triée mais dont la porosité est diminuée par une précipitation minérale dans les interstices ; E, roches cohérentes rendues poreuses par dissolution ; F, roches cohérentes rendues poreuses par fracturation.

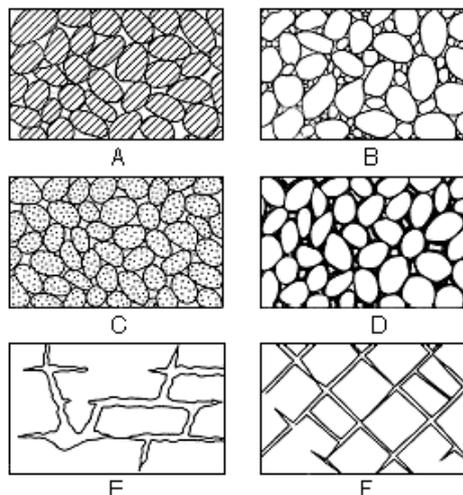


Figure IV.2 : différents types de porosité dans les roches meubles et cohérentes (d'après Meinzer, 1923)

Tableau IV.1 : Porosité totale, porosité efficace et perméabilité des principaux types de roches (d'après Castany, 1998)

Roche	Porosité totale (%)	Porosité efficace (%)	Perméabilité K (m/s)
Argile	45 à 55	0 à 5	10^{-12} à 10^{-9}
Sable moyen	30 à 40	25 à 35	10^{-5} à 10^{-2}
Gravier	25 à 35	20 à 30	10^{-3} à 10
Grès	0 à 10	0 à 5	10^{-10} à 10^{-8}
Calcaire	5 à 15	0 à 10	10^{-9} à 10^{-6}
Basalte massif	0 à 5	0 à 5	10^{-11} à 10^{-6}
Schiste	0 à 20	0 à 5	10^{-13} à 10^{-9}

Les failles, fréquemment minéralisées (barite et calcite), peuvent aussi constituer des zones de circulation préférentielles des eaux souterraines.

IV.1. DESCRIPTION DES UNITÉS HYDROGÉOLOGIQUES

Les unités hydrogéologiques définies pour la carte Willerzie – Gedinne sont décrites ci-dessous dans l'ordre stratigraphique, de la plus ancienne à la plus récente. Elles sont reprises de manière synthétique dans le **Tableau IV.2**, présent également sur le poster A0 accompagnant cette notice explicative.

Tableau IV.2 : Tableau des correspondances lithostratigraphie - hydrogéologie de la planche 63/3-4

ERE	SYSTEME	SERIE	ETAGE	FORMATION (nouvelle nomenclature)	NOM (selon Asselberghs, 1946)	Lithologie	Abréviation	Unité hydrogéologique
CENOZOIQUE	QUATERNAIRE	HOLOCENE				Alluvions modernes des vallées	alm	Aquifère alluvial
PALÉOZOÏQUE	DEVONIEN	INFÉRIEUR	Lochkovien (anc. Gedinnien) supérieur	Saint-Hubert	Assise de Saint-Hubert	Schistes et siltites phylladeux interstratifiés de niveaux de grès et quartzites	G2b	Aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur
				Oignies	Assise d'Oignies	Schistes et phyllades interstratifiés par quelques bancs de grès	G2a	
			Lochkovien (anc. Gedinnien) inférieur	Mondrepuis	Gedinnien inférieur schisteux	Schistes, quartzophyllades, quartzites et bancs de grès lenticulaires	G1	
				Fépin	Couches de base	Arkose d'Haybes : grès blancs quartzitiques grossiers à fins et intercalations irrégulières de lits schisteux Poudingue de Fépin : poudingue à éléments et ciment quartzitiques, à niveaux gréseux et schisteux		
	CAMBRIEN	MOYEN ET SUPERIEUR	Revinien			quartzites gris bleu et phyllades noirs de Revin	Rv	Aquiclude à niveaux aquifères du socle cambro-silurien

IV.1.1. Unités hydrogéologiques du Paléozoïque

IV.1.1.1. Aquiclude à niveaux aquifères du socle Cambro-Silurien

L'Aquiclude à niveaux aquifères du socle Cambro-Silurien (**Figure IV.3**) est constitué des formations du Cambrien et plus précisément de roches appartenant au Groupe de Revin, de nature quartzitique et phylladeuse, peu perméables. Au sein de cet ensemble, les niveaux plus grossiers de brèches et de conglomérats constituent des niveaux plus perméables, de même que le manteau d'altération superficiel. Sur la carte, cette unité est notamment exploitée par la Commune de Gedinne via trois drains.

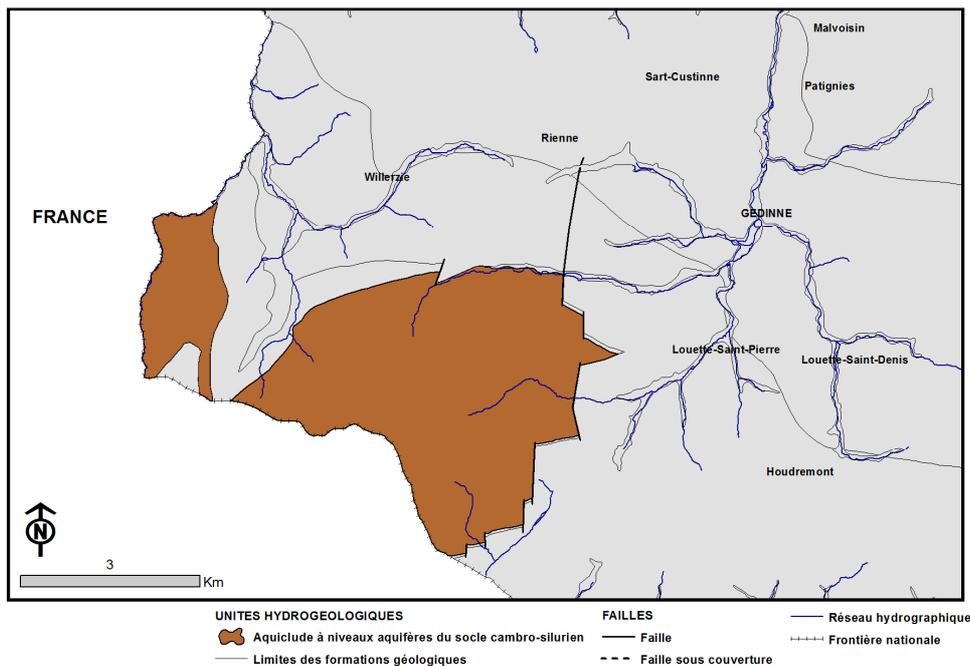


Figure IV.3 : Localisation de l'Aquiclude à niveaux aquifères du socle Cambro-Silurien de la carte Willerzie – Gedinne

IV.1.1.2. Aquifère de Fépin

L'Aquifère de Fépin (Figure IV.4) est formé de l'actuelle Formation de Fépin (comprise dans le niveau G1 d'Asselberghs, 1946). Ces terrains peuvent être considérés comme aquifères. Les masses de grès et le conglomérat de base de la Formation de Fépin justifient la dénomination en terme d'aquifère, et les niveaux schisteux aquicludes sont trop peu nombreux et trop peu épais pour avoir une influence significative.

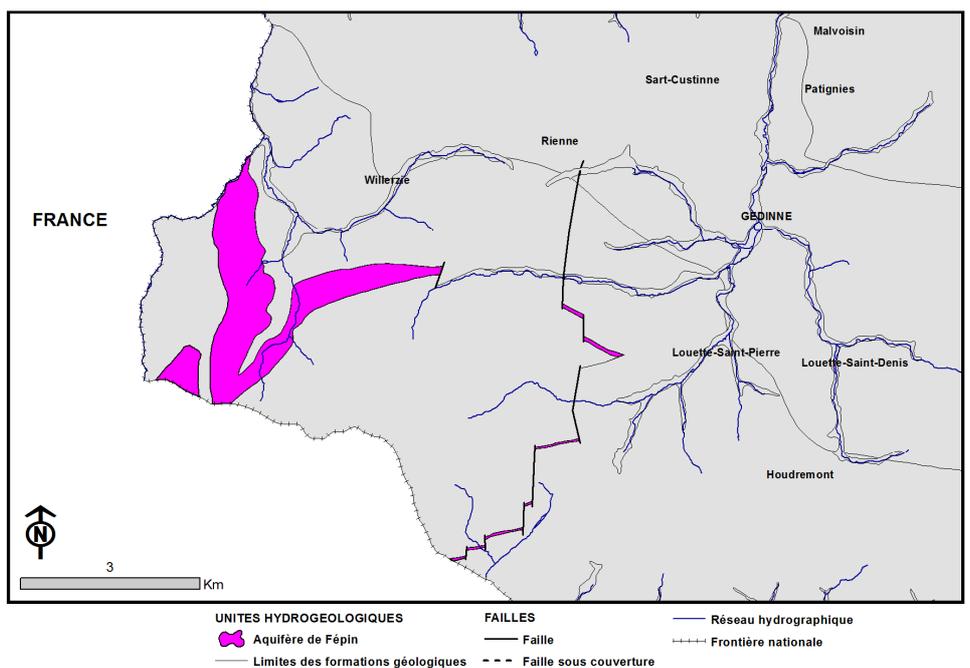


Figure IV.4 : Localisation de l'Aquifère de Fépin de la carte Willerzie – Gedinne

IV.1.1.3. Aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur

L'Aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur (Figure IV.5) reprend les terrains dont la lithologie est dominée par la présence de schistes et de phyllades, ce qui permet de caractériser cette unité en termes d'aquiclude. Ces formations possèdent néanmoins de nombreux niveaux gréseux et/ou quartzitiques, suffisants pour constituer des niveaux aquifères pour autant qu'ils soient altérés et/ou fissurés. Cette unité, sur cette carte, est composée des formations de Mondrepuis (Gedinnien inférieur schisteux d'après Asselberghs, 1946), Oignies (G2a d'après Asselberghs, 1946) et Saint-Hubert (G2b d'après Asselberghs, 1946).

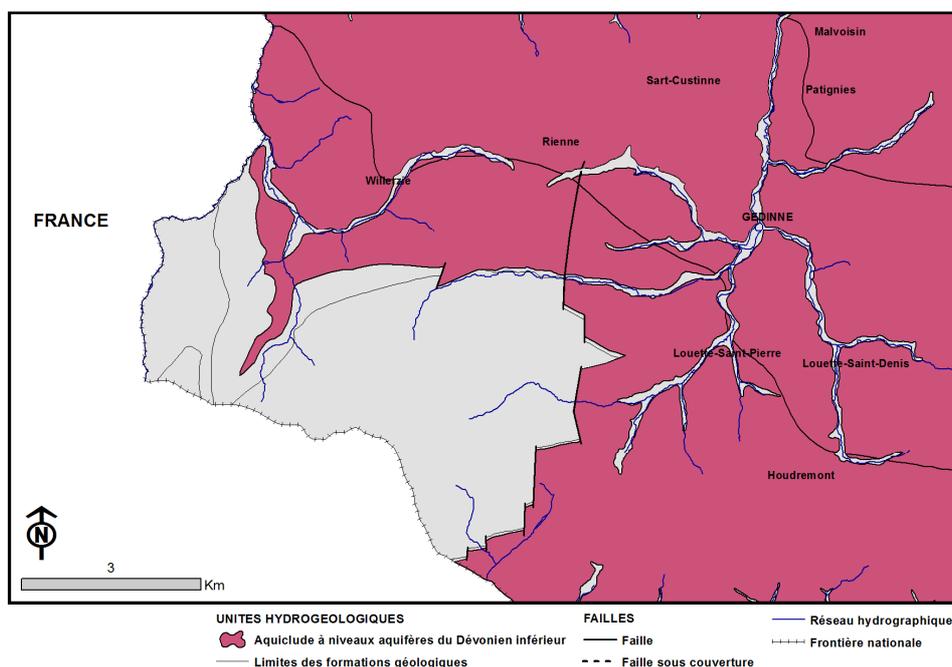


Figure IV.5 : Localisation de l'Aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur de la carte Willerzie – Gedinne

IV.1.2. Unités hydrogéologiques du Cénozoïque

IV.1.2.1. Aquifère alluvial

L'Aquifère alluvial est composé des alluvions modernes des vallées (Figure IV.6). La conductivité hydraulique des alluvions est fonction de leur granulométrie : les zones sablo-graveleuses conduiront bien mieux l'eau que les zones limono-argileuses. Ces sédiments peuvent donc former des aquifères locaux. Néanmoins, vu la nature argileuse de la plupart des formations avoisinantes et la faible extension spatiale de ces dépôts, les potentialités hydrogéologiques des alluvions doivent être extrêmement limitées.

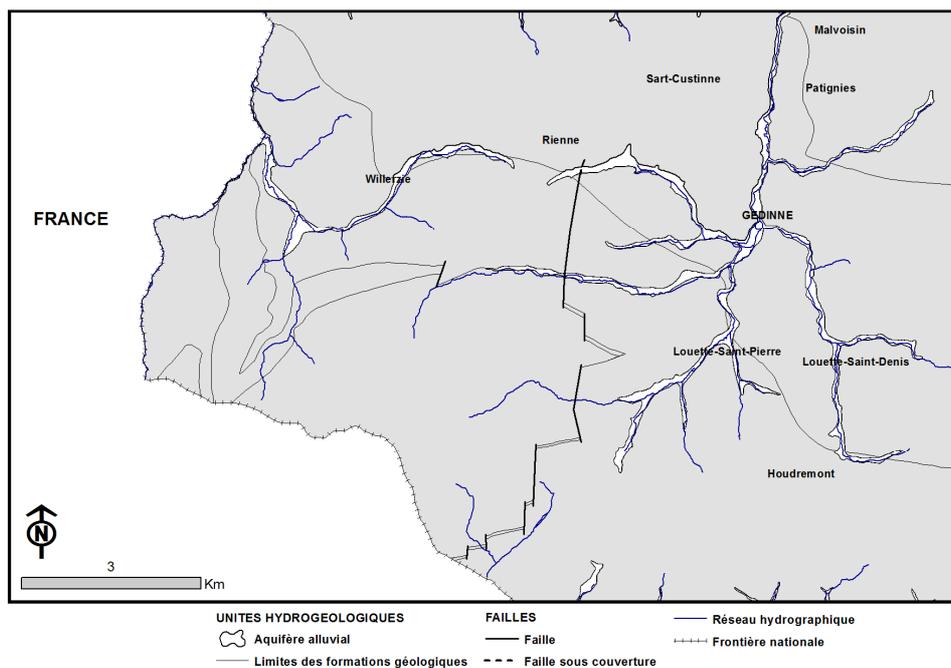


Figure IV.6 : Localisation de l'Aquifère alluvial de la carte Willerzie – Gedinne

IV.2. PHÉNOMÈNES KARSTIQUES

Les phénomènes karstiques touchent principalement les roches calcaires. Il est également possible que ces phénomènes se manifestent dans d'autres roches possédant une composante plus ou moins carbonatée. Vu la nature lithologique des terrains (aluminosilicates), il n'est guère surprenant qu'aucun phénomène karstique n'aie encore été répertorié sur la planche 63/3-4.

IV.3. DESCRIPTION DE L'HYDROGÉOLOGIE DE LA CARTE

IV.3.1. Masses d'eau souterraine

IV.3.1.1. Introduction

Définition

Comme pour les eaux de surface, la Directive cadre sur l'Eau (Directive 2000/60/CE) introduit un nouveau concept, celui de masse d'eau souterraine, nouvelle unité élémentaire du milieu aquatique, mieux adaptée à la gestion des eaux à l'intérieur des bassins hydrographiques à large échelle (districts hydrographiques).

Une masse d'eau souterraine se définit comme un volume distinct d'eau souterraine à l'intérieur d'un ou de plusieurs aquifères. L'article 5 de la Directive précise que les États membres effectuent une caractérisation initiale de toutes les masses d'eau souterraine pour évaluer leurs utilisations et la mesure dans laquelle elles risquent de ne pas répondre aux objectifs de qualité de chaque masse d'eau souterraine prévus à l'article 4.

Critères de délimitation adoptés en Wallonie

L'analyse doit définir en premier lieu l'emplacement et les limites de la masse ou des masses d'eau souterraine.

Les aquifères sont délimités suivant des critères purement hydrogéologiques, tandis que les masses d'eau souterraine, telles que définies dans la Directive, peuvent être délimitées tant suivant des critères hydrogéologiques que suivant des critères non hydrogéologiques. Les limites des masses d'eau souterraine peuvent également tenir compte d'impératifs liés à la gestion même de la masse d'eau.

Les critères retenus sont:

- Critères hydrogéologiques :
 - étendue et caractéristiques des couches géologiques ;
 - zone d'alimentation ;
 - ligne de partage des écoulements souterrains ;
 - liaison hydraulique entre les couches géologiques ;
 - interaction avec les eaux de surface et les écosystèmes terrestres associés ;
 - propriétés hydrochimiques, distinction entre les nappes libres et les nappes captives.
- Critères non hydrogéologiques :
 - captage ou possibilité de captage ;
 - impact des pressions, tant le captage que la pollution, sur les masses d'eau, les écosystèmes terrestres et les dégâts aux couches ou aux biens non meubles à la surface de la terre (comme les affaissements) ;
 - ligne de partage des eaux de surface ;
 - limites administratives.

IV.3.1.2. Masses d'eau souterraine concernées par la carte Willerzie - Gedinne

On distingue deux masses d'eau souterraines sur la carte Willerzie – Gedinne (Figure IV.7) :

- Les grès et schistes du massif ardennais : Lesse, Ourthe, Amblève et Vesdre (RWM100). Ils sont peu représentés sur la carte et uniquement à l'extrême est ;
- Les grès et schistes du massif ardennais : Semois, Houille et Viroin (RWM103). Présents sur la majorité de la planche 63/3-4.

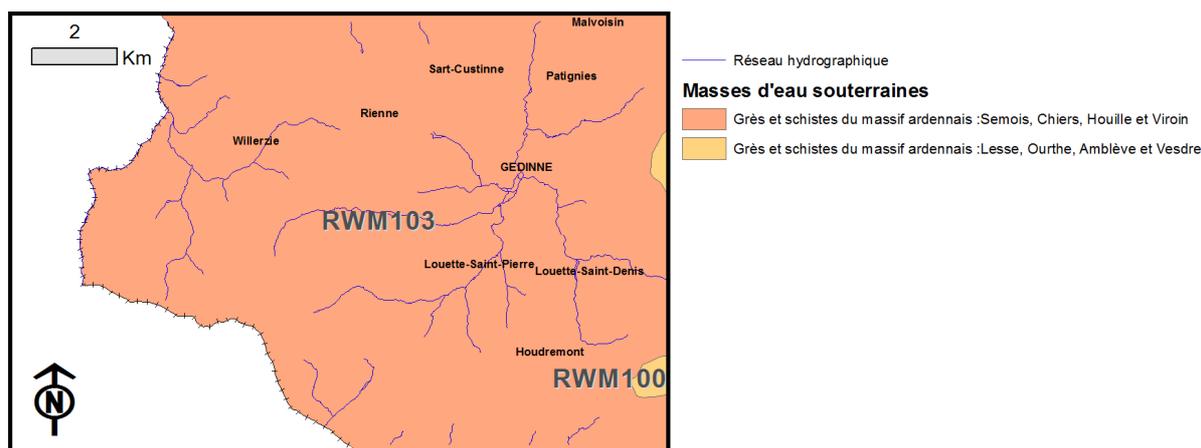


Figure IV.7 : Masses d'eau souterraine en présence au droit de la carte Willerzie – Gedinne

Les réserves aquifères de ces masses d'eau sont limitées, mais d'un grand intérêt pour l'alimentation du réseau hydrographique ainsi que pour les besoins de consommation locale (domestique et agricole). On y distingue deux types de réservoirs :

- Les nappes superficielles logées dans le manteau d'altération (libres et peu productives, mais suffisantes pour une consommation à petite échelle) ;
- Les nappes profondes contenues dans les fissures des intercalations gréseuses et quartzitiques et dans les zones de fractures.

Le caractère aquifère du sous-sol dépend, dans le premier cas, de l'importance du manteau d'altération et dans le second, de la présence et du degré de fissuration des grès et des quartzites.

IV.3.2. Hydrogéologie des différentes unités hydrogéologiques

Peu de données piézométriques sont disponibles pour la carte 63/3-4. Ceci est principalement dû au fait que beaucoup de captages consistent en des drains qui ne permettent pas de mesure piézométrique, néanmoins, ils témoignent d'une piézométrie sub-affleurante. Quant aux puits de particuliers, seuls quelques-uns ont permis une mesure piézométrique ponctuelle. L'ensemble des mesures piézométriques ponctuelles est repris sur carte principale du document cartographique ainsi que dans les descriptions des unités hydrogéologiques ci-dessous.

L'hydrogéologie pour chacun des aquifères présents sur la carte est décrite ci-dessous du plus ancien au plus récent.

IV.3.2.1. L'aquiclude à niveaux aquifères du socle cambro-silurien

Appartenant à l'unité structurale du Massif de Rocroi, le socle cambrien a été classé comme aquiclude à niveaux aquifères étant donné qu'il ne présente un potentiel aquifère que lorsqu'il est altéré et/ou fracturé. Le manteau d'altération peut aussi localement présenter des potentialités aquifères. Les formations sont principalement constituées de quartzites, schistes et phyllades. C'est en général là où les roches ont subi une altération naturelle ancienne (on parle de paléo-altération) que l'aquifère est le plus productif et peut dès lors être exploité.

Seuls les drains « COCOLE » et « GROS BOIS II » (Adm. Com. de Gedinne) exploitent cette unité hydrogéologique sur la carte Willerzie – Gedinne (Figure IV.8). Ils sont situés dans les bois de Rienne à environ 3 km au sud – sud-ouest de Rienne.

Les deux prises d'eau exploitent la nappe du manteau d'altération de l'aquiclude à niveaux aquifères du socle cambro-silurien localement surmontée par des colluvions. L'eau captée correspond donc, dans ce cas, à la nappe libre superficielle.

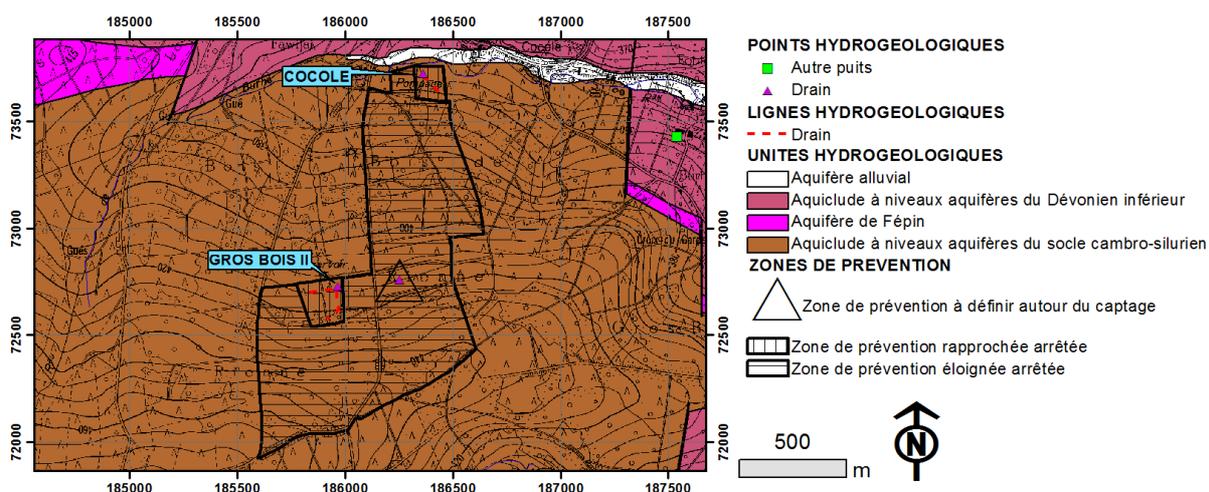


Figure IV.8 : Localisation des drains « COCOLE » et « GROS BOIS II »

Des jaugeages mensuels ont été effectués au niveau des ouvrages de mars à mai 2006 par Geolys (2007a), les résultats sont présentés sur le graphique de la Figure IV.9.

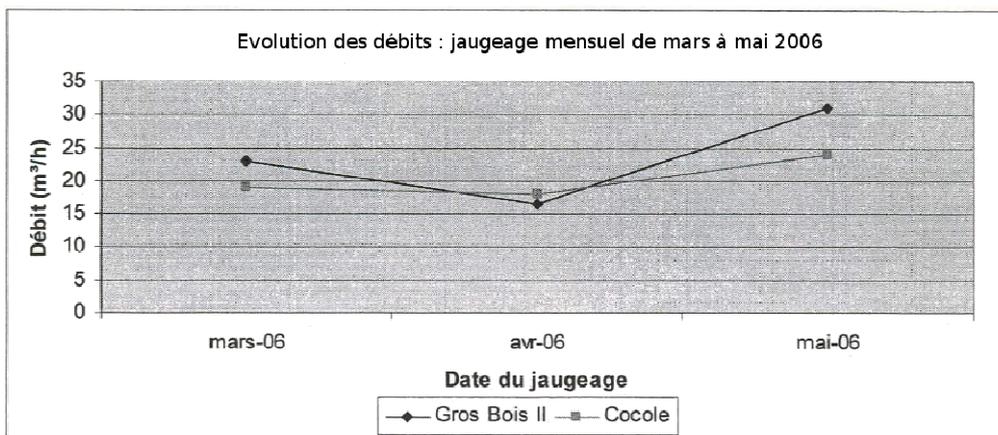


Figure IV.9 : Evolution des débits des drains « GROS BOIS II » et « COCOLE » de mars à mai 2006 (Geolys, 2007a)

Globalement, on observe que la prise d'eau la plus productive est celle de « GROS BOIS II » avec un débit moyen de 23 m³/h contre 20 m³/h pour « COCOLE ». Les variations de débit sont aussi plus importantes pour la prise d'eau de « GROS BOIS II ».

IV.3.2.2. L'aquifère de Fépin

Seul le drain « FRANC BOIS » (Figure IV.10), propriété de l'Administration communale de Gedinne, exploite cette unité hydrogéologique sur la carte. Il n'existe dès lors pas de mesure piézométrique précise. On peut toutefois supposer, vu la meilleure perméabilité de cette unité aquifère, un niveau plus rabattu par rapport aux unités hydrogéologiques à faible conductivité hydraulique qui l'encadrent.

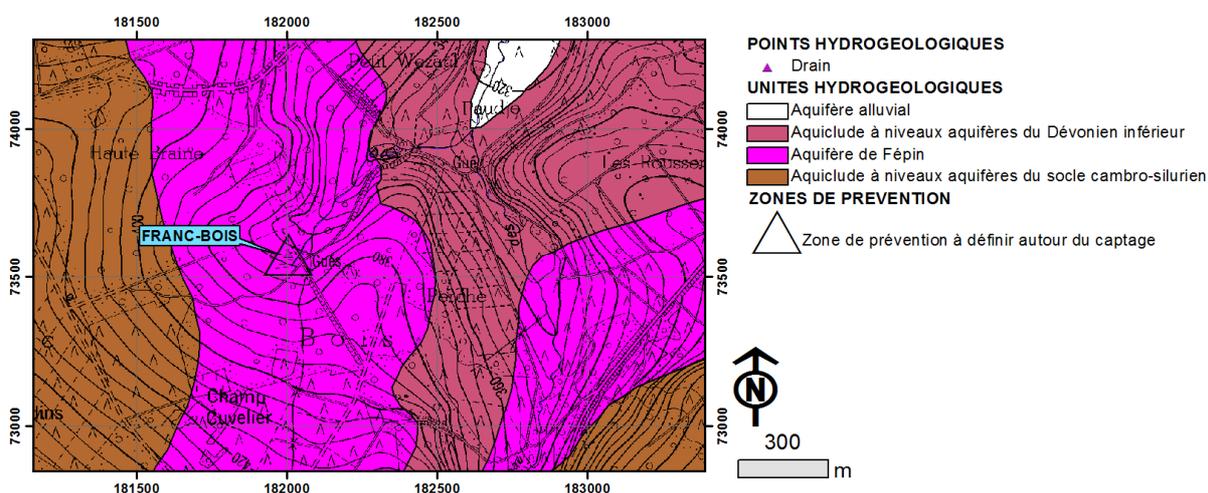


Figure IV.10 : Situation du drain « FRANC BOIS » dans l'aquifère de Fépin

IV.3.2.3. L'Aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur

Cette unité hydrogéologique est principalement schisteuse avec des intercalations de bancs gréseux ou quartzitiques. Une telle lithologie laisse supposer un niveau piézométrique

relativement proche de la surface topographique (nappe sub-affleurante) dans les vallées et plus profond au niveau des crêtes topographiques.

Sur la carte, cette unité hydrogéologique est abondamment exploitée par la Commune de Gedinne pour la distribution publique d'eau potable. Les ouvrages consistent essentiellement en des drains (12), des sources à l'émergence (6) et trois puits forés à grande profondeur.

Le drain « FONTENELLE » (Figure IV.11) a notamment fait l'objet de jaugeages réalisés par Geolys (2006) entre mars et mai 2006. Ils montrent que le débit effectif de la prise d'eau a varié entre 15 et 18 m³/h. Cette variation est relativement faible en comparaison de celles mesurées au niveau de l'aquiclude à niveaux aquifères du socle cambro-silurien aux drains « GROS BOIS II » et « COCOLE ».

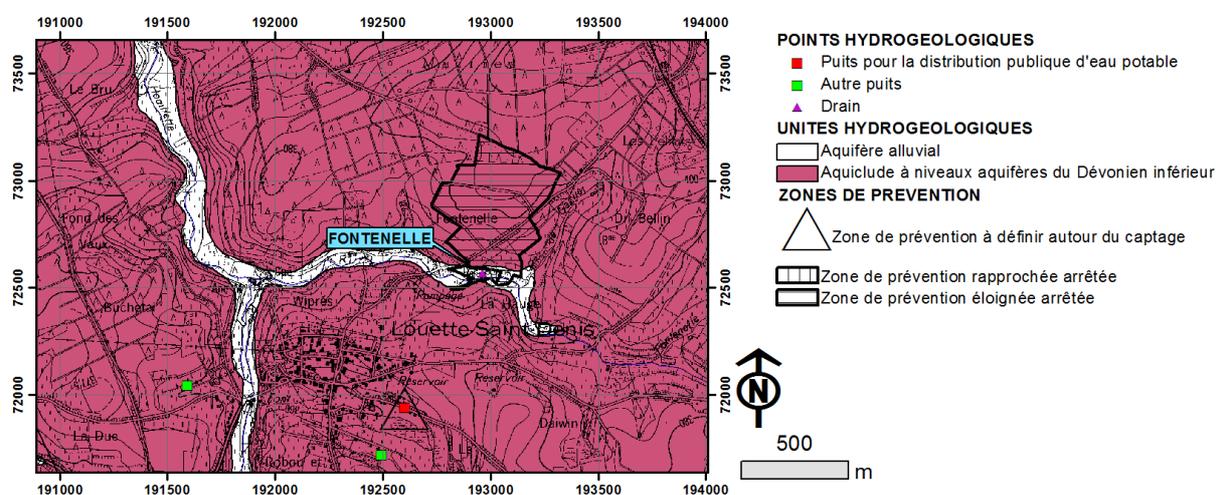


Figure IV.11 : Localisation du drain « FONTENELLE »

D'autre part, des mesures piézométriques ponctuelles ont pu être réalisées sur quelques ouvrages exploitant cet aquifère. Celles-ci sont indiquées sur la carte principale du document cartographique et détaillées au [Tableau IV.3](#) ci-dessous.

Tableau IV.3 : Mesures piézométriques ponctuelles effectuées dans l'aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur

DENOMINATION	X (m)	Y (m)	PROF. (m)	MESURE (m)	COTE (m)	DATE
FORAGE GEOTHERMIE FONTAINE - MAGNEE	187103	75646	95	3	364	14/12/2011
HOUDREMONT HAILLETTE DUCE	190910	71271	16	1,2	363,8	5/06/2013
LOUETTE SAINT DENIS BUCHTEY	191593	72044	40	14,68	345,32	11/07/2013
LOUETTE-ST-DENIS	192319	71431	7	4,91	378,09	11/07/2013
SART-CUSTINNE	188800	75836	3	0,92	359,08	10/07/2013
WILLERZIE	183934	75418	25	6,88	343,12	11/07/2013
WILLERZIE-LA MALADRESSE	182856	76789	6	5,64	319,36	10/07/2013

Ces mesures mettent en évidence des niveaux piézométriques affleurants à sub-affleurants (de 1 à 7 m) à l'exception du puits « LOUETTE SAINT DENIS BUCHTEY », situé sur un plateau, qui présente un niveau plus profond d'une quinzaine de mètres.

Il n'y a pas de chronique piézométrique disponible sur la carte Willerzie – Gedinne. Toutefois, les piézomètres du CET de Malvoisin (Figure IV.12), situé quelques dizaines de mètres au nord sur la carte Felenne – Vencimont (Capette et Hallet, 2014a), ont été mesurés de manière régulière entre octobre 2004 et septembre 2010 (Figure IV.13). On constate que les variations saisonnières sont extrêmement marquées (plus de 10 mètres) surtout sur le piézomètre Pz2. Cela contraint à distinguer les situations “hautes eaux” et “basses eaux” en matière d'étude des écoulements :

- En période de hautes eaux, l'altitude de la surface piézométrique varie de 405 mètres (à l'ouest du site - Pz3) à 390 mètres (le long des limites est et sud du site - Pz1). Le gradient mesuré entre ces deux points est donc assez intense (environ 1,5 %). Un faible gradient est également constaté du Pz2 vers le Pz1, soit suivant une direction est-nord-est. C'est cette situation qui est représentée sur la Figure IV.12 ;
- En période de basses eaux, le toit de la nappe s'abaisse d'environ 10 mètres dans les piézomètres Pz1 et Pz3. Le Pz2 s'assèche complètement, rendant impossible la mesure du battement réel. Il est toutefois certain que le gradient mesuré du Pz1 vers le Pz2 en hautes eaux, s'inverse en basses eaux. En d'autres termes, la direction de l'écoulement au droit de la zone d'enfouissement pourrait passer de l'est-nord-est à l'est-sud-est. Les trois puits étant alignés, d'autres mesures sont nécessaires pour confirmer cette hypothèse.

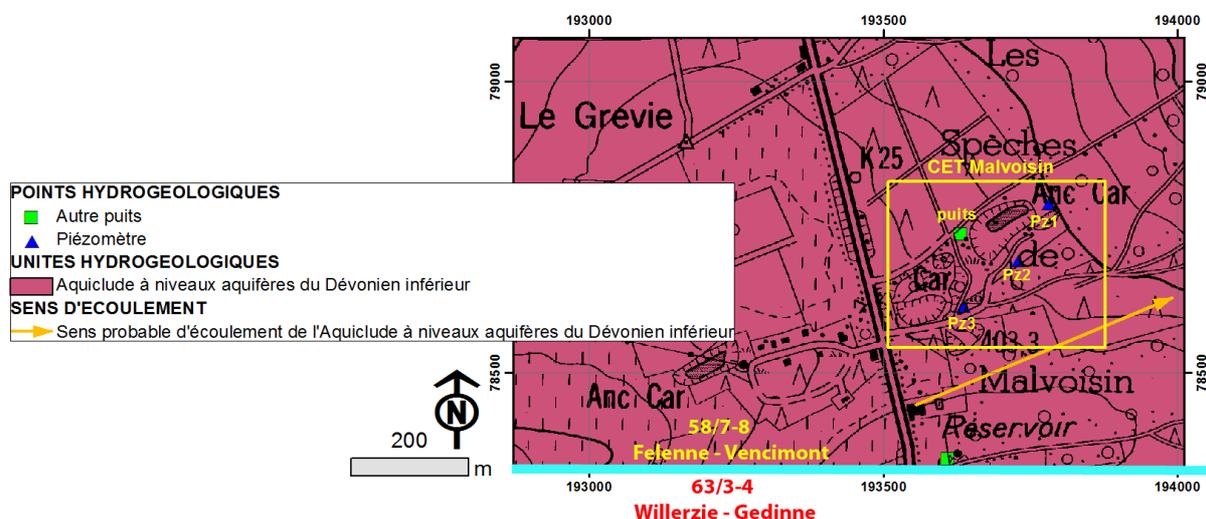


Figure IV.12 : Localisation des ouvrages du CET de Malvoisin et sens d'écoulement en période de hautes eaux

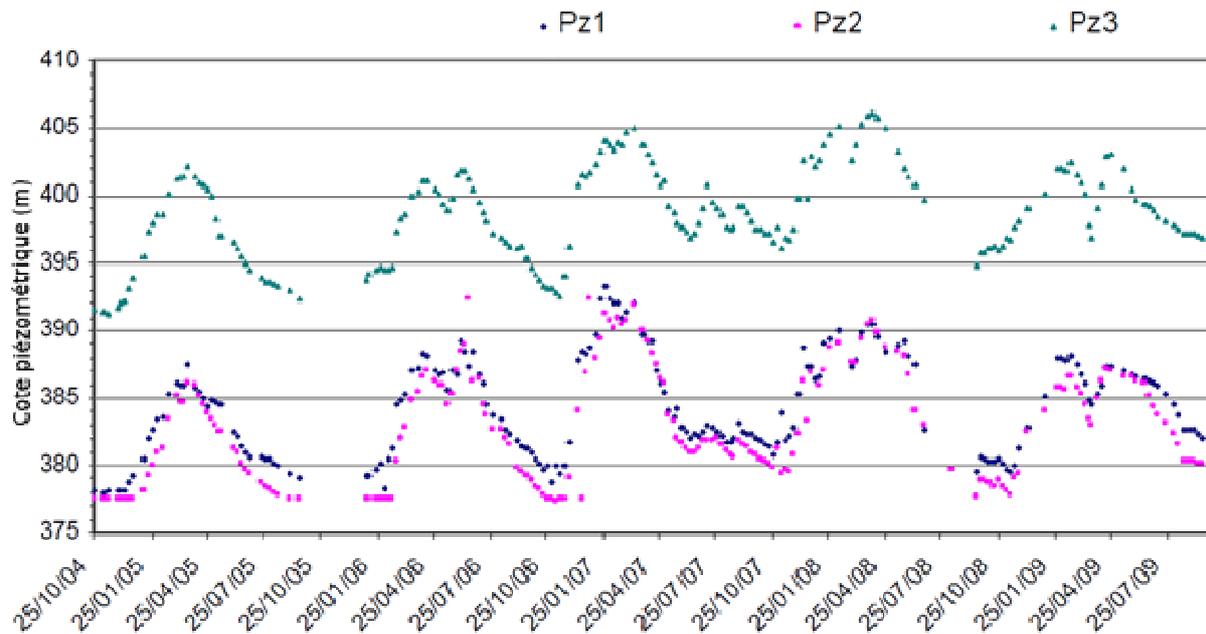


Figure IV.13 : Evolution piézométrique des piézomètres « Pz1 », « Pz2 » et « Pz3 » du CET de Malvoisin de 2004 à 2010

IV.3.2.4. Conclusions

En ce qui concerne les aquicludes à niveaux aquifères, les niveaux sont sub-affleurants même si l'on peut parfois observer des niveaux plus profonds à environ 15 m au droit des crêtes topographiques et des plateaux.

L'aquifère de Fépin, plus perméable, devrait montrer des variations plus importantes ainsi qu'un niveau piézométrique plus profond. Cette hypothèse n'a pas pu être vérifiée sur la carte Willerzie – Gedinne faute d'ouvrage permettant une mesure piézométrique. Néanmoins, les informations disponibles sur les planches voisines Rièzes – Cul-des-Sart & Moulin-Manteau – Moulin de Chestion (Capette et Hallet, 2014b) corroborent ce scénario.

IV.4. COUPE HYDROGÉOLOGIQUE

Afin de mieux visualiser et de mieux comprendre la structure géologique et le comportement des nappes de la région de Willerzie – Gedinne, une coupe hydrogéologique a été réalisée. La position du trait de coupe, orienté NE-SO, a été choisie afin que la coupe soit représentative de la géologie (structures et lithologies) et de l'hydrogéologie (unités hydrogéologiques) de la zone cartographiée.

Le trait de coupe traverse exclusivement le plateau ardennais et passe notamment par le village de Willerzie et le lieu-dit « La Croix Scaille », point culminant de la carte. Il est constitué de formations de lithologies à dominance schisteuses et phylladeuses imperméables comprenant des passées gréseuses et quartzitiques augmentant leur potentiel hydrogéologique. Dans ces formations à qualification d'aquiclude, le niveau des nappes y est sub-affleurant et peut descendre jusqu'à une dizaine de mètres de profondeur sous les crêtes topographiques. Le tracé du niveau piézométrique dans cette partie de la carte dépend donc fortement de la topographie et du réseau hydrographique. On peut néanmoins s'attendre à ce que le niveau soit rabattu au droit de la Formation de Fépin (aquifère de Fépin) puisque cette dernière est plus perméable que les formations qui l'entourent (Figure IV.14). On peut considérer que les rivières sont systématiquement drainantes et constituent le niveau de base régional.

Précisons qu'à défaut de puits ou de piézomètre à proximité du trait de coupe, c'est un niveau piézométrique hypothétique basé sur les observations des cartes voisines qui est représenté sur la coupe de la Figure IV.14.

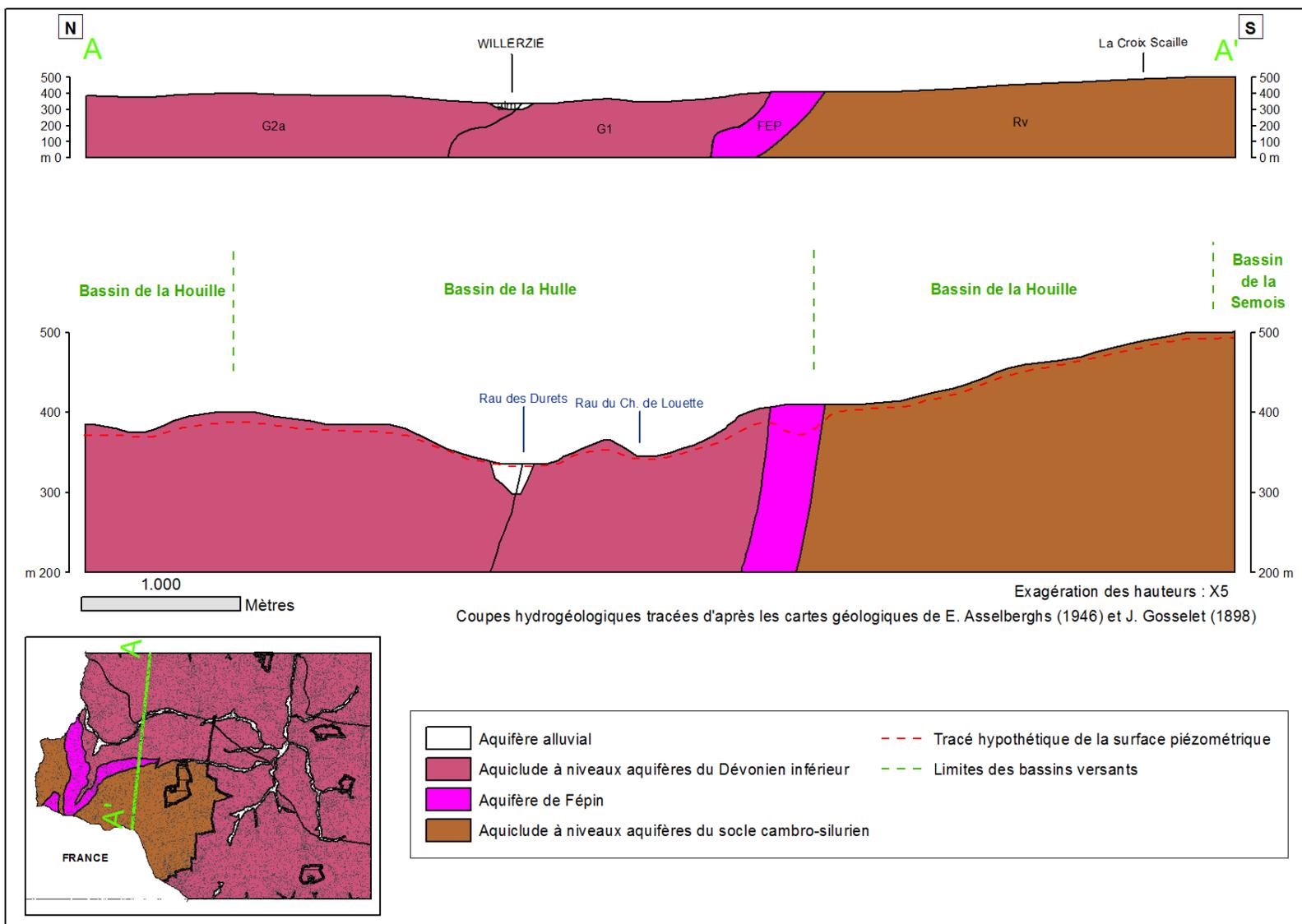


Figure IV.14 : Coupes hydrogéologiques de la planche 63/3-4

IV.5. CARACTÈRE LIBRE, SEMI-CAPTIF, CAPTIF DES NAPPE

Les différents types de nappes peuvent être définis comme suit (Poehls & Smith, 2009) :

- Nappe libre : nappe n'étant pas mise sous pression par des roches imperméables sus-jacentes et étant en contact direct avec l'atmosphère du fait de la perméabilité du sol surmontant l'aquifère. Le niveau piézométrique est la limite supérieure de la zone de saturation où la pression absolue égale la pression atmosphérique et où la pression de l'eau est égale à zéro. Dans ces conditions, le niveau piézométrique peut fluctuer librement. La nappe peut se recharger lors des précipitations ou par écoulement latéral d'une nappe captive. Les nappes perchées sont un cas particulier de nappe libre ;
- Nappe semi-captive : nappe où le toit de l'aquifère est souvent constitué par une formation hydrogéologique semi-perméable. Dans certaines conditions hydrodynamiques favorables, il y a des différences de charge qui favorisent des échanges d'eau (ou de pression) avec l'aquifère superposé ou sous-jacent, appelé drainance. La formation est alors assimilée à un aquifère multicouche ;
- Nappe captive : nappe sans surface libre, donc soumise en tous points à une pression supérieure à la pression atmosphérique et dont la surface piézométrique est supérieure au toit de l'aquifère. Ces propriétés peuvent, dans certains cas, donner lieu à des puits artésiens ou jaillissants.

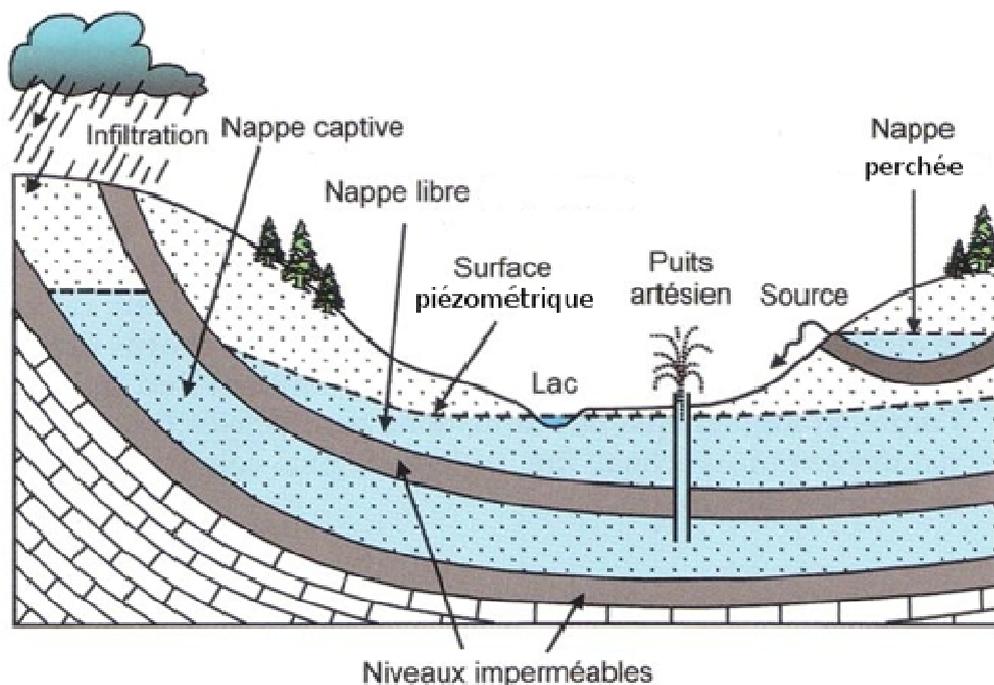


Figure IV.15 : Représentation schématique des différents types de nappes (d'après Dejonghe, 2007, modifié)

Sur la planche 63/3-4, les nappes contenues dans les formations du Dévonien inférieur sont considérées comme libres pour une profondeur de forage de l'ordre de 100 m. Bien sûr, à plus grande profondeur, en fonction des structures, une nappe libre peut se transformer en nappe captive. En revanche, les nappes de fissure contenues dans le Massif cambrien de Rocroi sont considérées comme semi-captives sous la couche du manteau d'altération car les couches d'altération ont une composante argileuse plus importante comparées aux couches superficielles du Dévonien inférieur et donc une conductivité hydraulique plus faible que la zone fissurée en profondeur.

Ces caractères libre et semi-captif sont représentés sur la carte des informations complémentaires et du caractère des nappes sur le poster A0 joint à cette notice.

V. CADRE HYDROCHIMIQUE

Ce chapitre dresse un aperçu de la composition chimique des eaux souterraines dans la région de Willerzie – Gedinne, ainsi que les préoccupations principales liées à leur qualité.

V.1. CARACTÉRISTIQUES HYDROCHIMIQUES DES EAUX

Les analyses chimiques ne sont pas nombreuses sur la planche 63/3-4, toutefois, on dispose d'analyses concernant les eaux de l'Aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur et l'Aquiclude à niveaux aquifères du socle cambrien sur les ouvrages localisés à la **Figure V.1**. Ces analyses proviennent pour la plupart de la base de données Calypso de la DGARNE, d'autres ont été communiquées par les administrations communales de Gedinne et de Bièvre.

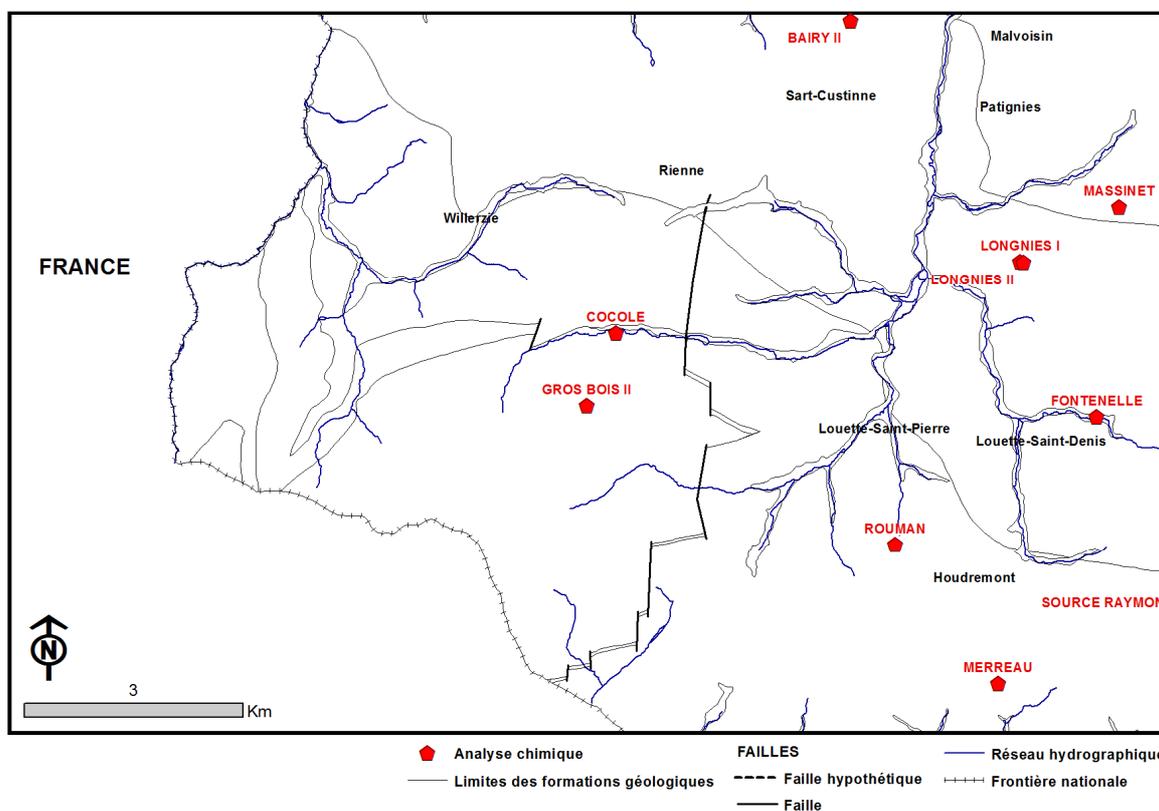


Figure V.1 : Localisation des ouvrages disposant d'au moins une analyse chimique complète sur la carte Willerzie – Gedinne

V.1.1. Aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur

Huit ouvrages disposent d'analyses chimiques en éléments majeurs, les résultats sont présentés au **Tableau V.1**.

Tableau V.1 : Résultats des analyses chimiques pour l'Aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur

Paramètres	Unités	Norme	FONTENELLE	BAIRY II	LONGNIES I	LONGNIES II	MASSINET	MERREAU	ROMAN	SOURCE RAYMONT
Profondeur (m)			s.o. (dr.)	s.o. (sce.)	s.o. (dr.)	s.o. (sce.)	s.o. (sce.)	s.o. (dr.)	s.o. (dr.)	s.o. (sce.)
Date de prélèvement			15/03/06	06/05/09	15/06/04	15/06/04	16/04/12	15/04/13	06/05/09	19/04/11
pH	unité pH	6,5 à 9,5	6,7	6,0	5,8	5,9	6,6	5,9	6,1	6,2
Conductivité électrique	µS/cm	2500	163	90	91	189	161	62	109	81
Dureté totale	°F	67,5	1,0	3,5	4,4	6,0	5,7	2,2	2,4	2,3
Aluminium	µg/l Al	200	822	4	13	<10	<3	13	4	11
Calcium	mg/l Ca	270	0,6	8,9	6,4	13,9	12,7	6	6,4	6,3
Sodium	mg/l Na	200	2,1	4,5	5,5	11,5	11,7	2,9	3,0	3,7
Potassium	mg/l K		0,2	0,7	0,4	0,9	0,9	0,4	0,3	0,4
Magnésium	mg/l Mg	50	0,7	3,2	2,6	4,8	6,1	1,8	1,9	1,6
Fer (total dissous)	µg/l Fe	200	<75	0,4	<100	<100	22	<12	<12	<75
Manganèse	µg/l Mn	50	146	<0,4	<30	<30	1,9	3,2	1,0	<20
Chlorures	mg/l Cl	250	4,0	8,2	12,0	36,0	30,6	7,6	4,7	4,7
Nitrates	mg/l NO3	50	4,8	15,03	11,0	11,0	15,6	10,5	9,8	12,0
Nitrites	mg/l NO2	0,5	<0,05	<0,01	0,12	0	<0,01	<0,01	<0,01	<0,05
Ammonium	mg/l NH4	0,5	<0,02	<0,06	0	0	<0,06	<0,05	<0,06	<0,02
Phosphates	µg/l PO4		<0,06	0,02	<0,06	0,14	<0,06	<0,15	0,02	0,15
Sulfates	mg/l SO4	250	6,4	6,3	13,0	5,2	11,0	5,7	2,9	6,7
TAC	°F		<0,2	1,95	1,0	1,8	1,9	2,2	1,52	1,35

Ces eaux ont une dureté faible (entre 1 et 6 °F) ; le pH est acide et souvent en dessous de la norme de 6,5 ; les conductivités ont des valeurs faibles (entre 60 et 200 µS/cm). La plupart des éléments majeurs analysés présentent des concentrations relativement faibles.

Toutefois, de forts dépassements des normes en aluminium et manganèse ont été constatés pour le drain « FONTENELLE », un traitement naturel et aisé des eaux permet toutefois de revenir à une concentration normale.

V.1.2. Aquiclude à niveaux aquifères du socle cambro-silurien

Seuls deux ouvrages en activité exploitent cet aquifère sur la carte Willerzie – Gedinne, il s'agit des drains « COCOLE » et « GROS BOIS II ». Les résultats sont présentés au [Tableau V.2.](#)

Le pH est acide avec des valeurs de 5 et 5,8 et la conductivité faible (moyenne de 100 µS/cm), la dureté est également très faible avec des valeurs de 0,7 et 6,3 °F. Les eaux sont généralement de bonne qualité sans dépassement des teneurs en éléments majeurs, la seule préoccupation étant l'acidité légèrement trop élevée. Cette acidité est liée à un excès de gaz carbonique caractéristique dans les formations du cambro-silurien aux environs de Gedinne (SPW-DGO3, 2014) et à l'absence d'éléments carbonatés.

Tableau V.2 : Résultats des analyses chimiques pour l'Aquiclude à niveaux aquifères du socle cambro-silurien

Paramètres	Unités	Norme	COCOLE	GROS BOIS II
Profondeur (m)			s.o. (dr.)	s.o. (dr.)
Date de prélèvement			27/05/10	15/03/06
pH	unité pH	6,5 à 9,5	5,0	5,8
Conductivité électrique	µS/cm	2500	31	171
Dureté totale	°F	67,5	0,7	6,3
Aluminium	µg/l Al	200	41	12
Calcium	mg/l Ca	270	1,1	13,0
Sodium	mg/l Na	200	2,4	5,2
Potassium	mg/l K		0,2	0,9
Magnésium	mg/l Mg	50	1,0	3,7
Fer (total dissous)	µg/l Fe	200	42	<75
Manganèse	µg/l Mn	50	27,6	<20
Chlorures	mg/l Cl	250	4,1	16
Nitrates	mg/l NO3	50	2,8	37
Nitrites	mg/l NO2	0,5	0	<0,05
Ammonium	mg/l NH4	0,5	0	<0,02
Phosphates	µg/l PO4		0	<0,06
Sulfates	mg/l SO4	250	1,9	7,9
TAC	°F		0,48	0,38

V.1.3. Commentaires

Les analyses chimiques reprises ci-dessus donnent un premier aperçu des compositions chimiques des eaux souterraines susceptibles d'être rencontrées sur la carte Willerzie - Gedinne. La **Figure V.2** reprend la classification hydrochimique des eaux souterraines sous forme d'un diagramme de Piper.

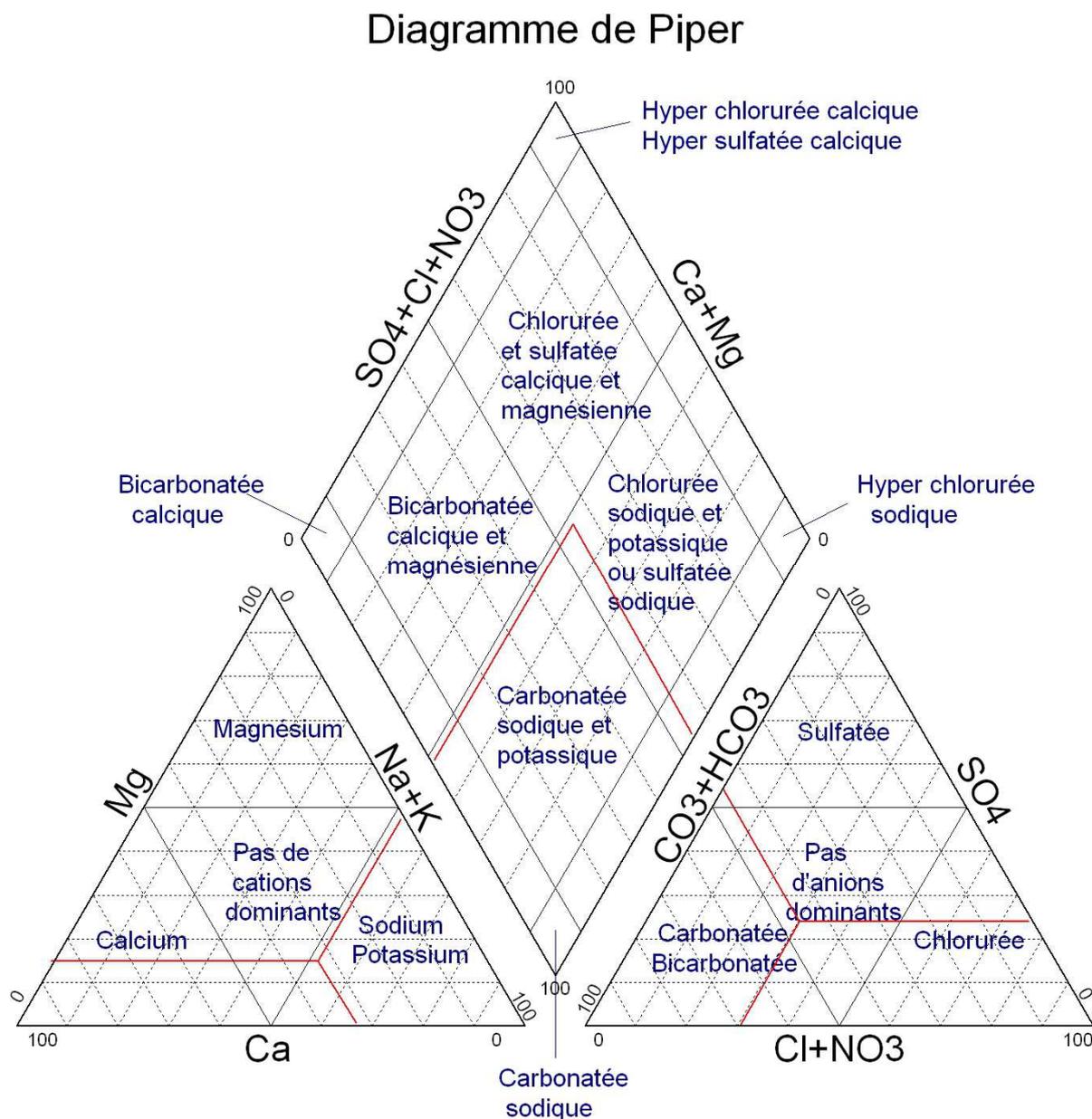


Figure V.2 : Classification hydrochimique des eaux souterraines selon un diagramme de Piper (d'après Fetter, 2001, modifié)

La **Figure V.3** reprend sur le diagramme de Piper la position des échantillons analysés. Les données hydrochimiques disponibles dans la région de Willerzie - Gedinne, bien que peu nombreuses, permettent de classer les eaux souterraines de l'aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur parmi les eaux chlorurées et sulfatées calciques excepté pour les

ouvrages « BAIRY II » et « ROMAN » qui s'intègrent dans les eaux bicarbonatées calciques et le drain « FONTENELLE » qui se classe dans les eaux chlorurées sodiques et potassiques.

Les eaux des deux ouvrages exploitant l'aquiclude à niveaux aquifères du socle cambro-silurien (« COCOLE » et « GROS BOIS II ») sont de type chlorurées et sulfatées calciques.

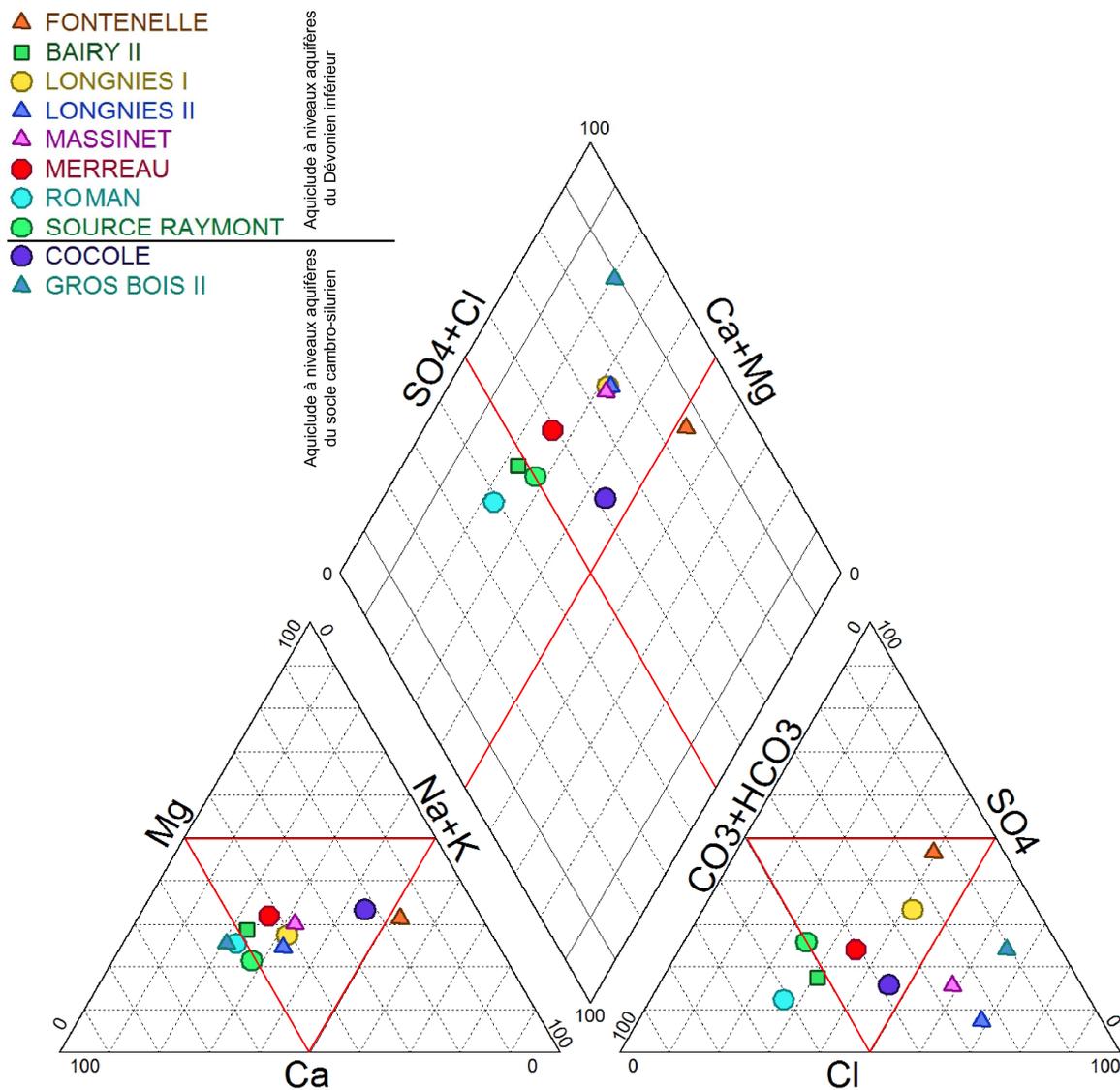


Figure V.3 : Position des analyses hydrochimiques des eaux de la planche 63/3-4 sur le diagramme de Piper

V.2. PROBLÉMATIQUE DES NITRATES

Les nitrates font depuis plusieurs années l'objet de contrôles réguliers de la part des sociétés de distribution d'eau. La norme européenne est de 50 mg de NO_3 par litre d'eau au maximum. Pour protéger les eaux de surface et souterraines de la pollution par les nitrates, plusieurs "zones vulnérables" ont été désignées par arrêtés ministériels (Figure V.4). Cette désignation implique l'application d'un programme d'action précis dont les mesures ont été définies au travers du Programme de Gestion Durable de l'Azote en agriculture (PGDA). Pour plus d'informations, le site www.nitrawal.be peut être consulté.

Comme le montre la Figure V.4, la planche 63/3-4 se trouve entièrement hors de ces zones vulnérables.

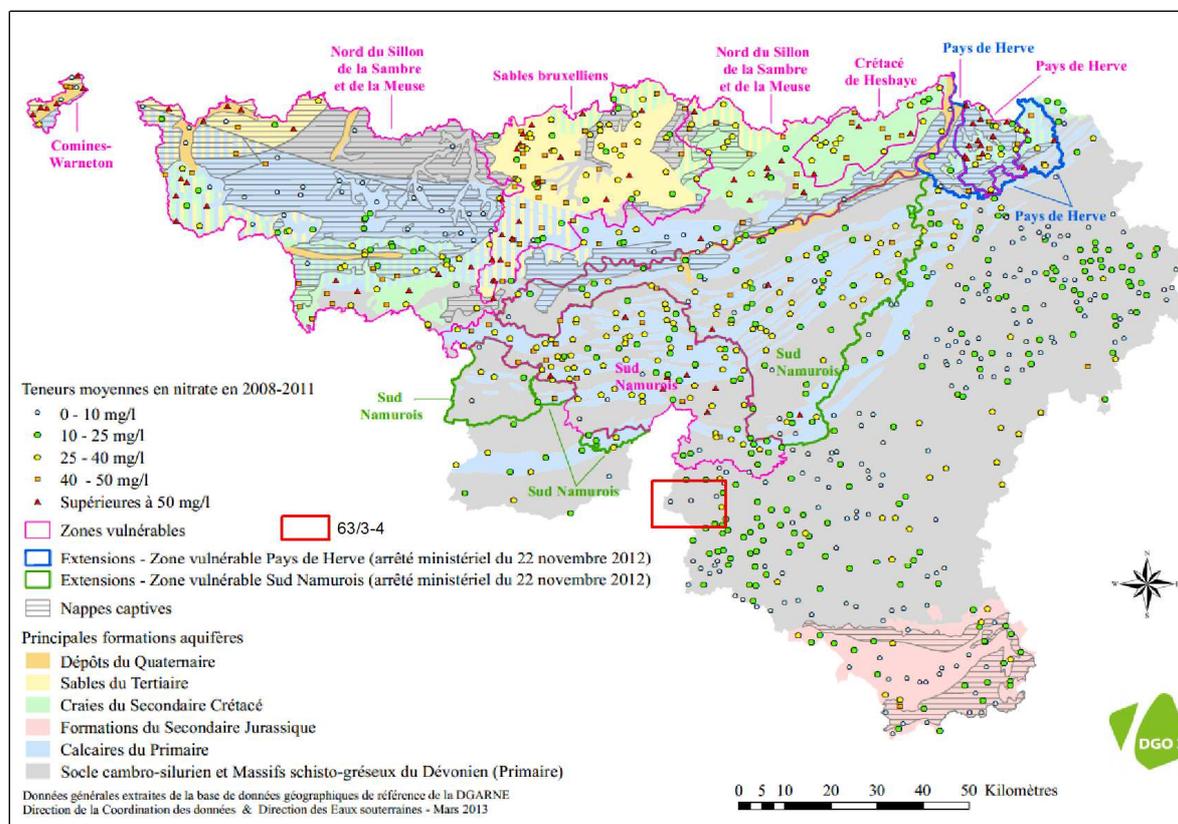


Figure V.4 : Zones vulnérables aux nitrates arrêtées en Wallonie et teneurs moyennes en nitrates de 2008 à 2011 sur les ouvrages du réseau de surveillance du Service Public de Wallonie. Localisation de la carte de Willerzie – Gedinne (source : SPW-DGO3, 2014. Etat des nappes d'eau souterraine de la Wallonie)

L'ensemble de ces 6 zones vulnérables aux nitrates reprennent la totalité des captages échantillonnés dépassant la norme des 50 mg/l (Figure V.4).

Il n'existe pas de chroniques récentes des teneurs en nitrates pour la carte 63/3-4 vu la faible vulnérabilité de la région. Toutefois, des analyses régulières ont été réalisées durant les

années 90 pour chacun des aquifères présents sur la carte, elles sont présentées ci-après. Elles montrent des teneurs assez stables et acceptables et ce malgré la faible profondeur des nappes.

V.2.1. Aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur

Les mesures ont été effectuées au droit des ouvrages « FONTENELLE », « HOLIN », « MALLAIT », « ROMAN », « MERREAU » et « SPECHES » entre 1995 et 1998 (Figure V.5 et Figure V.6). Aucun dépassement de la norme de 50 mg/l n'a été constaté durant cette période.

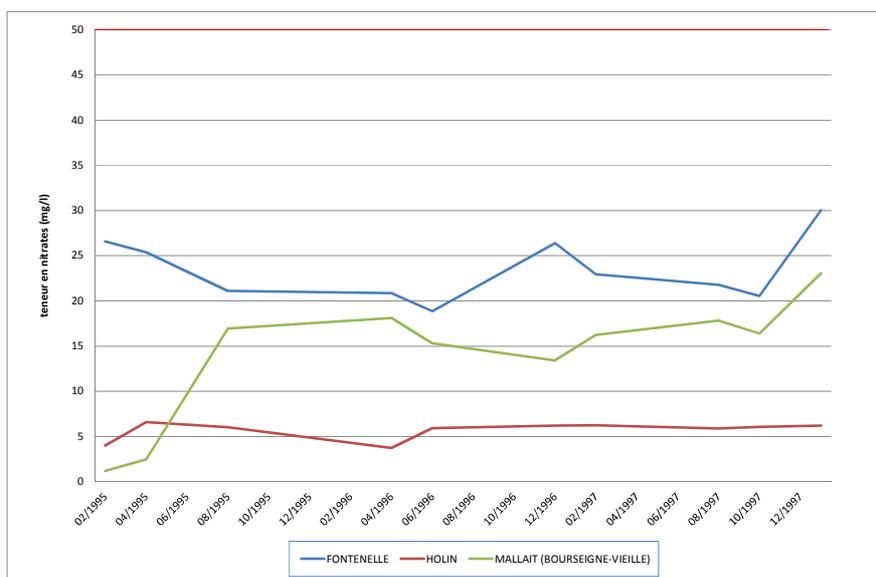


Figure V.5 : Evolution de la teneur en nitrates pour les ouvrages « FONTENELLE », « HOLIN » et « MALLAIT » entre 1995 et 1998

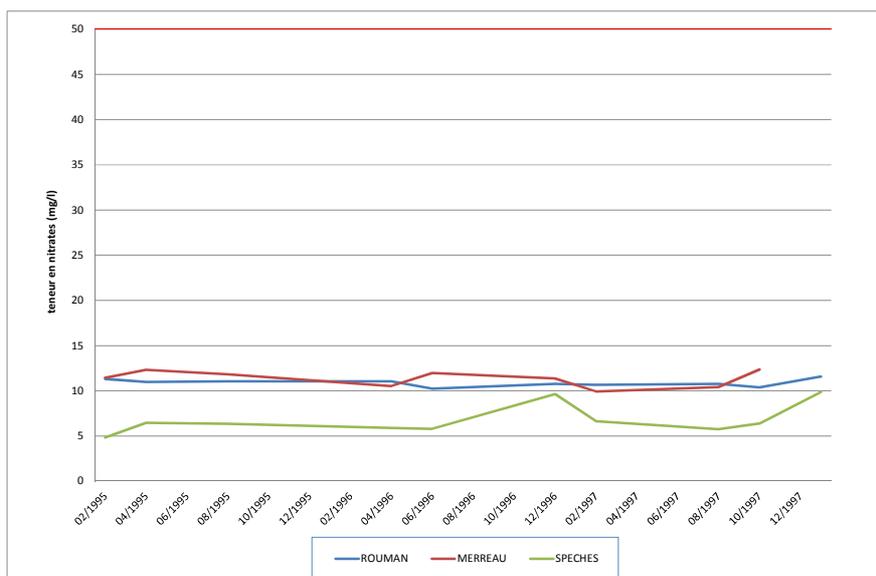


Figure V.6 : Evolution de la teneur en nitrates pour les ouvrages « ROMAN », « MERREAU » et « SPECHES » entre 1995 et 1998

V.2.2. Aquifère de Fépin

Seul le drain « FRANC BOIS » exploite cet aquifère sur la carte Willerzie – Gedinne. Les mesures réalisées entre 1995 et 1998 sont présentées à la [Figure V.7](#) et montrent des teneurs très faibles, toujours inférieures à 5 mg/l.

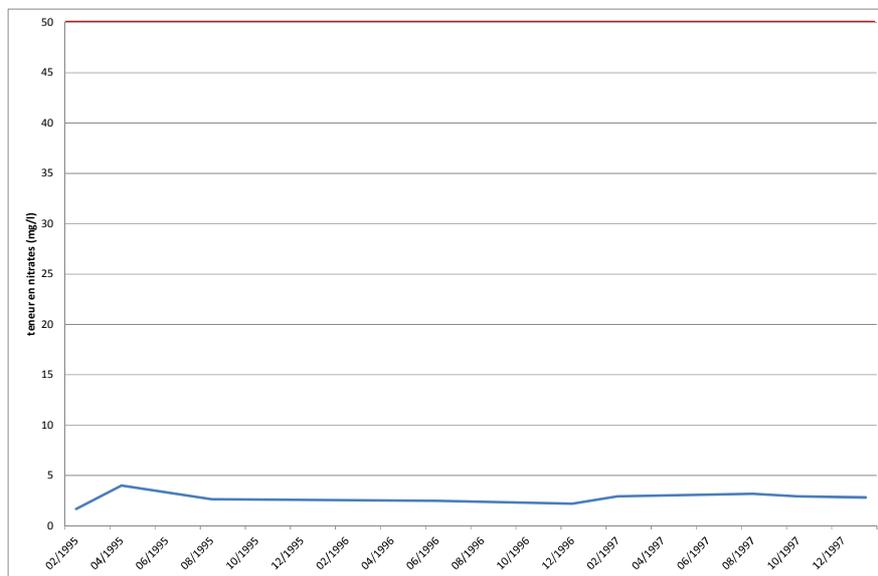


Figure V.7 : Evolution de la teneur en nitrates pour le drain « FRANC BOIS » de 1995 à 1998

V.2.3. Aquiclude à niveaux aquifères du socle cambro-silurien

Le drain « GROS BOIS I » dispose de mesures de teneurs en nitrates de 1992 à 1998 pour cet aquifère. Celles-ci sont présentées à la [Figure V.8](#) et ne dépassent pas les 5 mg/l.

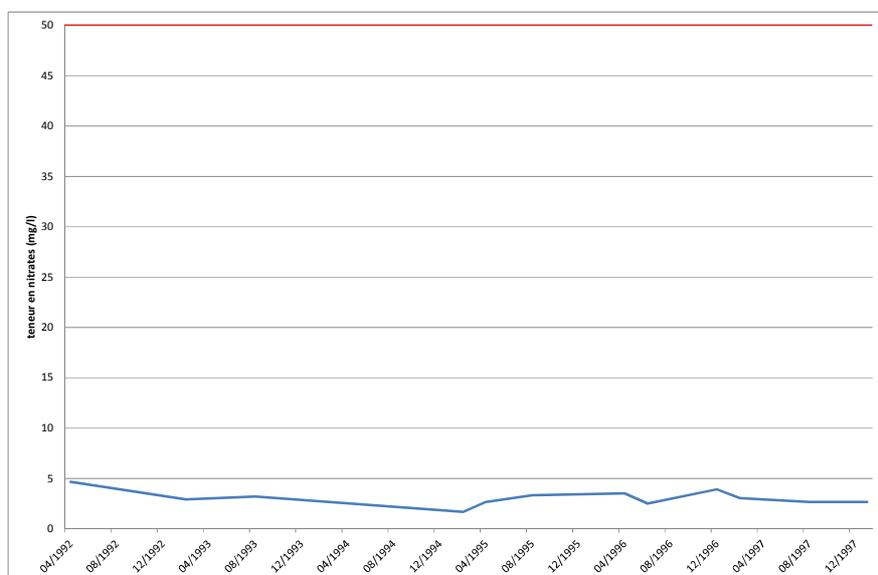


Figure V.8 : Evolution de la teneur en nitrates pour le drain « GROS BOIS I » de 1992 à 1998

V.3. QUALITÉ BACTÉRIOLOGIQUE

Parmi les autres paramètres régulièrement contrôlés au niveau des captages de distribution publique et des exploitations agricoles et industrielles, les analyses bactériologiques et les pesticides occupent une place importante.

Cinq ouvrages sur la carte disposent d'analyses bactériologiques récentes, celles-ci sont synthétisées au [Tableau V.3](#) et ne montrent pas de concentration anormalement élevée.

Les pollutions dans l'eau sont généralement liées aux traitements d'épandage de tous ordres, principalement dans l'agriculture et aux déversements d'industries de fabrication et de conditionnement mais également de particuliers. Les puits domestiques non équipés correctement sont moins bien protégés contre les infiltrations de surface. Dans tous les cas, un traitement permet de rendre à l'eau une qualité appréciable.

Tableau V.3 : Résultats des analyses microbiologiques pour quelques ouvrages de la région de Willerzie – Gedinne

Paramètre	Unité	COCOLE	BAIRY II	MASSINET	ROMAN	SOURCE RAYMONT
Unité hydrogéologique		Aquiclude à niveaux aquifères du socle cambro – silurien	Aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur			
Date		27/05/10	06/05/09	16/04/12	06/05/09	19/04/11
Coliformes totaux	Colonies /100 ml	1	0	3	3	0
Entérocoques	Colonies /100 ml	0	0	0	0	0
Escherichia Coli	Colonies /100 ml	0	0	0	0	0
Germes totaux à 22 °C	Colonies /ml	11	1	9	1	5

V.4. LES PESTICIDES

En ce qui concerne les pesticides, les éléments fréquemment concernés par des pollutions appartiennent essentiellement à la famille des herbicides. Les herbicides permettent d'éliminer les plantes appelées communément "mauvaises herbes". L'une des propriétés

recherchées pour un herbicide, outre sa sélectivité, est sa durée d'action après traitement, voilà pourquoi sa persistance dans l'environnement est parfois assez longue. D'autre part, les plus solubles d'entre eux sont susceptibles d'être entraînés, soit par ruissellement vers les cours d'eau, soit par infiltration lente en profondeur jusqu'aux nappes phréatiques. Certains herbicides sont l'apanage des agriculteurs, comme les produits dérivés du groupe chimique triazine (atrazine¹, simazine, propazine), qui sont des herbicides sélectifs utilisés principalement pour la culture du maïs, ou la bentazone, utilisée dans les cultures céréalières, de la pomme de terre, du lin, des haricots et petits pois,... D'autres, comme le diuron, sont plutôt utilisés par les particuliers (jardin et potager) et les communes (entretien des voiries et lieux publics).

Le **Tableau V.4** reprend les pesticides les plus importants analysés dans divers ouvrages présents sur la carte (localisation à la **Figure V.1**). Ces analyses ne montrent pas de dépassement des normes de potabilité (100 ng/l).

Tableau V.4 : Teneurs en pesticides principaux (famille des herbicides) pour quelques captages de la région de Willerzie – Gedinne

Paramètre	Unité	Norme	COCOLE	BAIRY II	LONGNIES I	MASSINET	ROMAN	SOURCE RAYMONT
Unité hydrogéologique			Aquiclude à niveaux aquifères du socle cambro – silurien	Aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur				
Date			27/05/10	06/05/09	15/06/04	16/04/12	06/05/09	19/04/11
Atrazine	ng/l	100	0	<3	9	55	<3	<25
Simazine	ng/l	100	0	<3	<5	4	<3	<25
Déséthyl atrazine	ng/l	100	0	<5	<20	54	<5	<25
Bentazone	ng/l	100	0	<2	0	0	<2	<25
Chlortoluron	ng/l	100	0	<1	<10	0	<1	<25
Diuron	ng/l	100	0	<1	<5	6	<1	<25
Isoproturon	ng/l	100	0	<1	<10	0	<1	<25

¹ L'utilisation de l'atrazine est interdite depuis 2005 en Belgique

V.5. LES ÉLÉMENTS TRACES MÉTALLIQUES (ETM)

La famille des ETM comprend notamment les éléments suivants : l'arsenic (As), le cadmium (Cd), le cuivre (Cu), le chrome (Cr), le mercure (Hg), le nickel (Ni), le plomb (Pb), le zinc (Zn),... Ils ont été souvent désignés comme « métaux lourds », terme imprécis car certains de ces éléments ne sont pas particulièrement « lourds » (le zinc), tandis que ces polluants ne sont pas tous des métaux (l'arsenic par exemple) (Pereira et Sonnet, 2007).

Parmi les analyses disponibles pour les ETM (Tableau V.5), seuls deux légers dépassements de normes s'observent : pour le cadmium à la source « BAIRY II » et pour l'antimoine au drain « LONGNIES I ». Un traitement des eaux permet néanmoins de rendre à l'eau une qualité appréciable.

Tableau V.5 : Teneurs en métaux lourds pour quelques ouvrages de la région de Willerzie – Gedinne

Paramètre	Unité	Norme	GROS BOIS II	COCOLE	BAIRY II	LONGNIES I	MASSINET	ROMAN
Unité hydrogéologique			Aquiclude à niveaux aquifères du socle cambro – silurien		Aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur			
Date		AGW 03/03/05	15/03/06	27/05/10	06/05/09	15/06/04	16/04/12	06/05/09
Antimoine	µg/l	5	<2	0	<0,05	6	<0,05	<0,01
Arsenic	µg/l	10	<1	0	<0,1	<2	0,2	0,1
Bore	µg/l	1000	<100	0	<2	<100	<2	<2
Cadmium	µg/l	5	0,8	0	8,9	<0,5	<0,05	<0,01
Chrome (total)	µg/l	20	<1	0,2	1	1	0,7	0,4
Cuivre	µg/l	100	<20	12	<0,4	<20	<0,4	<0,4
Fer (total) dissous	µg/l	200	<75	42	0,4	<100	22	<12
Manganèse	µg/l	50	<20	27,6	<0,4	<30	1,9	1
Mercure	µg/l	1	<0,5	0	<0,05	<0,5	<0,05	<0,05
Nickel	µg/l	20	<5	6,2	2,8	<10	3,4	3,7
Plomb	µg/l	10	<5	2,3	<0,1	8,6	0,3	<0,1
Selenium	µg/l	10	<1	0	<0,6	<5	<0,6	<0,6
Zinc	µg/l	200	<20	38	4	<20	3	3

V.6. ETAT DES MASSES D'EAU

La directive 2006/118/CE relative à la protection des masses d'eau souterraine contre la pollution et la détérioration a été transposée aux articles R.43ter du Code de l'eau. Ce texte précise les objectifs environnementaux énoncés pour les eaux souterraines par la Directive cadre de l'eau (DCE).

En ce qui concerne le bon état chimique, la composition de l'eau souterraine mesurée aux différents points du réseau principal de surveillance, doit être telle que les concentrations de polluants respectent les normes de qualité et les valeurs seuils inscrites à l'annexe XIV du Code de l'eau ([Tableau V.6](#)) :

Tableau V.6 : Valeurs seuils des paramètres chimiques intervenant dans la dégradation des masses d'eau souterraine (Source : SPW – DGO3 (2014). Etat des nappes d'eau souterraine de la Wallonie)

Polluant	Norme ou Valeur seuil
Nitrates	50 mg/l
Substances actives des pesticides, ainsi que les métabolites et produits de dégradation et de réaction pertinents	0,1 µg/l - 0,5 µg/l (total)
Ammonium	0,5 mg NH ₄ /l
Antimoine	5 µg/l
Arsenic	10 µg/l
Cadmium	5 µg/l
Chlorures	150 mg/l
Chrome	50 µg/l
Cuivre	100 µg/l
2,6-dichlorobenzamide (BAM)	0,2 µg/l
Mercure	1 µg/l
Nickel	20 µg/l
Phosphore total	1,15 mg/l P ₂ O ₅
Plomb	10 µg/l
Sulfates	250 mg/l
Trichloréthylène	10 µg/l
Tétrachloréthylène	10 µg/l
Zinc	200 µg/l

Sur cette base, l'état global des 33 masses d'eau souterraine de la Région wallonne vient d'être évalué pour la première fois, à l'aide des résultats accumulés entre 2005 et 2008 sur le réseau de surveillance DCE. En matière de nitrates, les résultats du survey nitrate (950 sites) permettent de conforter le diagnostic. Les masses d'eau classées en mauvais état l'ont été pour cause de nitrates (7), combinaison pesticides et nitrates (3), autres polluants (2) ou de prélèvements excessifs (1).

Les causes de la dégradation des eaux souterraines ont été regroupées comme suit :

L'agriculture, dont les pressions peuvent être diffuses ou ponctuelles, et qui provoquent des altérations en nitrates principalement et en pesticides secondairement ;

L'industrie (toutes catégories d'entreprises), dont les pressions sont considérées comme ponctuelles, et qui provoquent des altérations en macro-polluants, des risques d'introduction de micro-polluants (métaux, composés organiques) et des risques quantitatifs (industrie extractive) ;

La collectivité réunit les ménages et les services liés à la population au sens large (approvisionnement en eau, assainissement, transports, urbanisation, espaces verts...) ; l'approvisionnement en eau peut provoquer des risques quantitatifs ; les autres secteurs cités peuvent émettre des macro-polluants et des pesticides de manière considérée comme diffuse.

Enfin, les sites contaminés, anciennes décharges et autres sites à réhabiliter sont réunis dans la force motrice dite **historique** ; il s'agit de sources de micropolluants vers les eaux souterraines, dont la propagation éventuelle est à contrôler.

L'impact chimique de l'agriculture demeure clairement la grande problématique pour les eaux souterraines en Wallonie ; toutefois aucune force motrice n'est à négliger. La **Figure V.9** indique l'état des masses d'eau en fonction des causes de leur dégradation. En 2008, seulement 45 % des masses d'eau souterraines de Wallonie ont été jugées en bon état et sans risque de détérioration. Les plans de gestion de la directive cadre eau visent à amener cette proportion à 70% en 2015.

Les masses d'eau concernées par la planche Willerzie – Gedinne, en 2008, étaient en bon état avec risques qualitatifs (RWM103) ou en bon état sans détérioration observée (RWM100, **Figure V.9**).

Etat des lieux en 2008 des masses d'eau souterraine

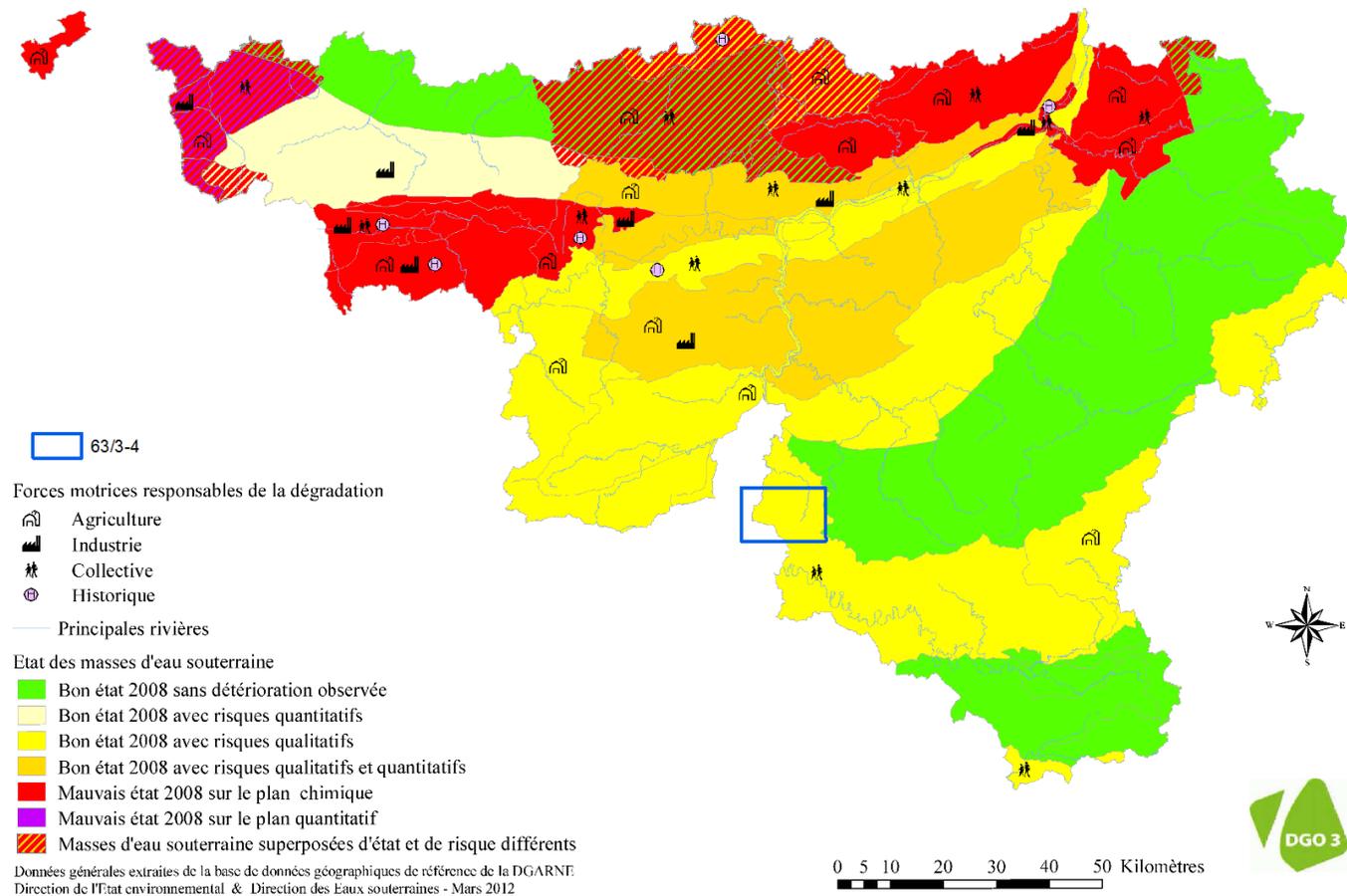


Figure V.9 : Etat des masses d'eau pour l'année 2008 et causes de leur dégradation. Localisation de la carte de Willerzie – Gedinne (Source : SPW – DGO3 (2014). Etat des nappes d'eau souterraine de la Wallonie)

VI. EXPLOITATION DES AQUIFÈRES

La planche Willerzie – Gedinne compte 61 ouvrages. La grande majorité des volumes extraits sont destinés à la distribution publique d'eau potable. Les autres captages sont principalement exploités pour un usage agricole, industriel, privé ou encore par certaines collectivités. Les administrations communales de Gedinne, Bièvre et Vresse-sur-Semois sont les principaux exploitants des eaux souterraines sur la carte. Le **Tableau VI.1** et la **Figure VI.1** résument la répartition des ouvrages entre les unités hydrogéologiques.

Tableau VI.1 : Distribution des ouvrages entre les différentes nappes pour la planche 63/3-4

Nappe exploitée	Nombre d'ouvrages
Aquifère alluvial	2
Aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur	55
Aquifère de Fépin	1
Aquiclude à niveaux aquifères du socle combro-silurien	3

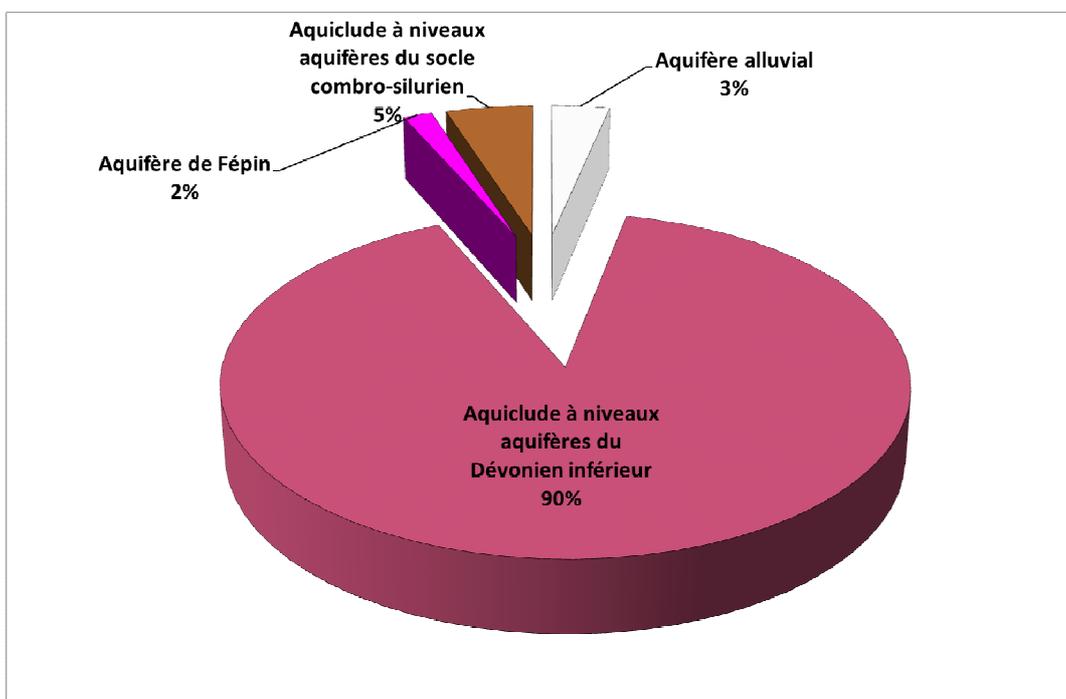


Figure VI.1 : Répartition des ouvrages entre les différentes unités hydrogéologiques sur la carte 63/3-4

Le document cartographique joint à cette notice contient une carte thématique des volumes qui reprend les volumes pompés pour l'année 2013 ainsi que les moyennes par an de 2009 à 2013.

L'exploitation d'une prise d'eau souterraine est soumise à de nombreux aléas et donc peut être variable. Les contraintes techniques de l'ouvrage, l'activité économique liée à ce captage, l'évolution des conditions hydrogéologiques de la nappe sollicitée et les éventuelles pollutions, peuvent limiter les capacités de production. La présentation des volumes moyens

prélevés sur la Carte des volumes, correspond à la moyenne des années 2009 à 2013 encodées par l'administration (basés sur les déclarations des titulaires de prise d'eau). Ils illustrent de manière plus réaliste l'exploitation des eaux souterraines sur la carte étudiée. Ces valeurs moyennes ne sont pas représentatives du potentiel d'exploitation ni de l'exploitation réelle des nappes mais reflètent l'importance d'un site d'exploitation pendant les cinq années considérées. Parmi ces dernières, il se peut que certaines d'entre elles soient des années sans prélèvement.

VI.1. VOLUMES PRÉLEVÉS POUR LA DISTRIBUTION PUBLIQUE

Les valeurs des volumes prélevés (en m³ par an) par les différents captages destinés à la distribution publique sont disponibles pour les années 2008 à 2013 (Figure VI.2). C'est le drain « ROMAN », propriété de la Commune de Gedinne, qui a extrait les volumes les plus importants pour cette période avec une moyenne de 63.000 m³ par an alors que la moyenne tout captages confondus se situe autour de 25.000 m³ par an.

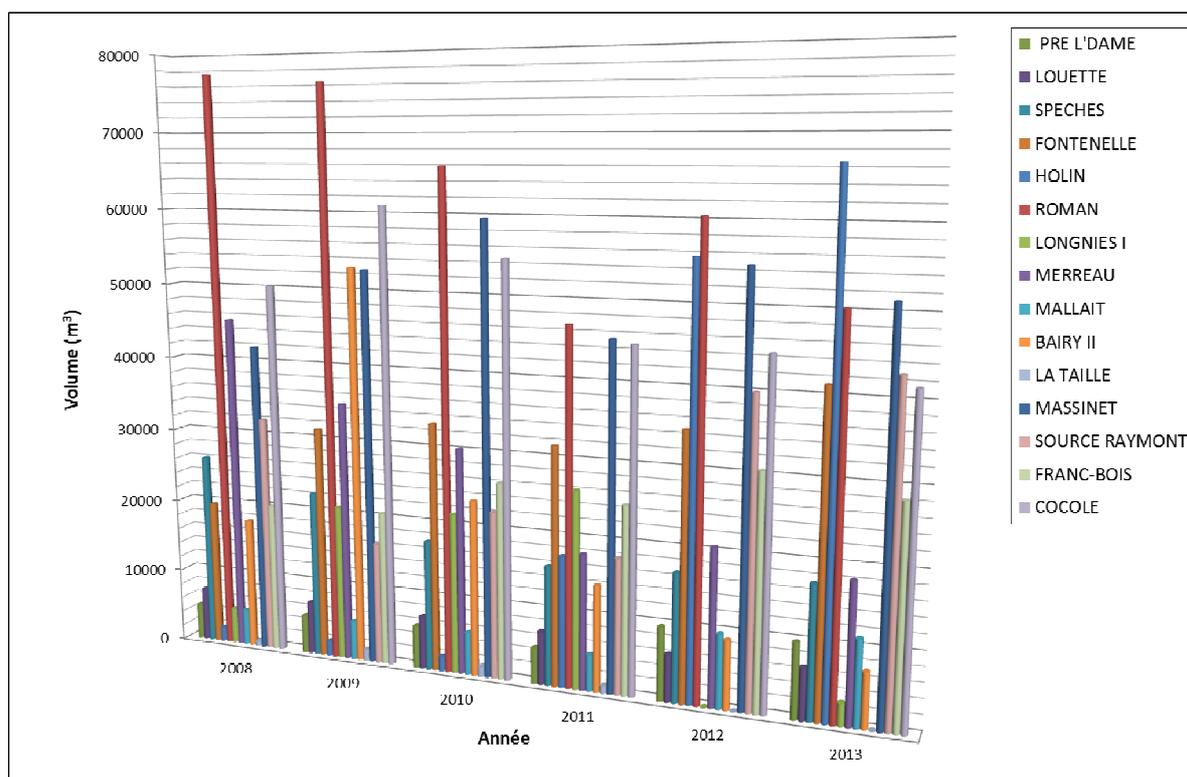


Figure VI.2 : Volumes prélevés entre 2008 et 2013 par les captages de distribution publique

VI.2. AUTRES VOLUMES CAPTÉS

Outre la distribution publique, les nappes aquifères peuvent être exploitées à plus petite échelle, souvent pour un usage agricole ou domestique. Ces ouvrages n'étant pas tous équipés d'un compteur, il n'existe que peu d'informations quant aux volumes pompés mais ceux-ci excèdent rarement les 2.000 m³ par an.

VII. PARAMÈTRES HYDROGÉOLOGIQUES

VII.1. INTRODUCTION

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

D'autres paramètres sont souvent cités dans les études consultées et parfois repris dans les notices des cartes :

- La transmissivité (T) exprime le débit d'eau qui s'écoule, pour une largeur unitaire, sur toute l'épaisseur d'un aquifère (de Marsily, 2004). Elle 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'emmagasinement est également une grandeur 2D intégrant le coefficient d'emmagasinement spécifique sur l'épaisseur de l'aquifère pour les nappes captives. Pour les nappes libres, le coefficient d'emmagasinement peut être approximé par la porosité effective (ou efficace) de drainage (n_e).

Les valeurs des paramètres peuvent varier suivant les échelles d'investigation. On parlera de valeurs à l'échelle macroscopique pour les essais réalisés sur échantillons en laboratoire, par comparaison aux valeurs à l'échelle mégascopique relatives aux zones investiguées lors d'essais menés sur le terrain.

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, les **Tableau VII.1** et **Tableau VII.2** présentent quelques valeurs de conductivité hydraulique selon le type de terrain (roche meuble ou indurée, lithologie, degré de fissuration...).

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

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

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

Lithologie		K (m/s)
Granites et Gneiss	avec fissures	$1 \times 10^{-7} - 1 \times 10^{-4}$
	sans fissure	$1 \times 10^{-14} - 1 \times 10^{-10}$
Basaltes	avec fissures	$1 \times 10^{-7} - 1 \times 10^{-3}$
	sans fissure	$1 \times 10^{-12} - 1 \times 10^{-9}$
Quartzites	avec fissures	$1 \times 10^{-7} - 1 \times 10^{-4}$
	sans fissure	$1 \times 10^{-12} - 1 \times 10^{-9}$
Shales (argilites)		$1 \times 10^{-13} - 1 \times 10^{-9}$
Schistes (argilites schistosées)		$1 \times 10^{-9} - 1 \times 10^{-5}$
Calcaires	karstifiés	$1 \times 10^{-5} - 1 \times 10^{-1}$
	avec fissures	$1 \times 10^{-9} - 1 \times 10^{-3}$
	sans fissure	$1 \times 10^{-12} - 1 \times 10^{-9}$
Grès	avec fissures	$1 \times 10^{-5} - 1 \times 10^{-3}$
	sans fissure	$1 \times 10^{-9} - 1 \times 10^{-5}$
Craies		$1 \times 10^{-6} - 1 \times 10^{-3}$
Tufs volcaniques		$1 \times 10^{-7} - 1 \times 10^{-3}$
Graviers		$1 \times 10^{-4} - 1 \times 10^{-1}$
Sables		$1 \times 10^{-6} - 1 \times 10^{-2}$
Silts, limons		$1 \times 10^{-9} - 1 \times 10^{-4}$
Argiles et limons		$1 \times 10^{-13} - 1 \times 10^{-7}$

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 (n_e), est considérée car sa valeur tient lieu de coefficient d'emmagasinement en nappe libre. A titre indicatif, le **Tableau VII.3** reprend quelques intervalles de valeurs de porosité totale et porosité effective de drainage (n_e) 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 (n_e) de différentes lithologies (échelles macroscopique et mégascopique) (Dassargues, 2010)

Lithologie	n (%)	n _e (%)
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

VII.2. PARAMÈTRES D'ÉCOULEMENT

Il n'y a actuellement pas d'essais de pompage réalisé au droit de la carte 63/3-4. Cependant, un essai de pompage a été mené à Malvoisin dans le cadre de l'établissement de la zone de prévention du « PUIITS DE GREVY » (Commune de Gedinne), ce site est situé juste au nord de la présente carte (sur la planche 58/7-8 Felenne – Vencimont) dans l'aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur (Figure VII.1).

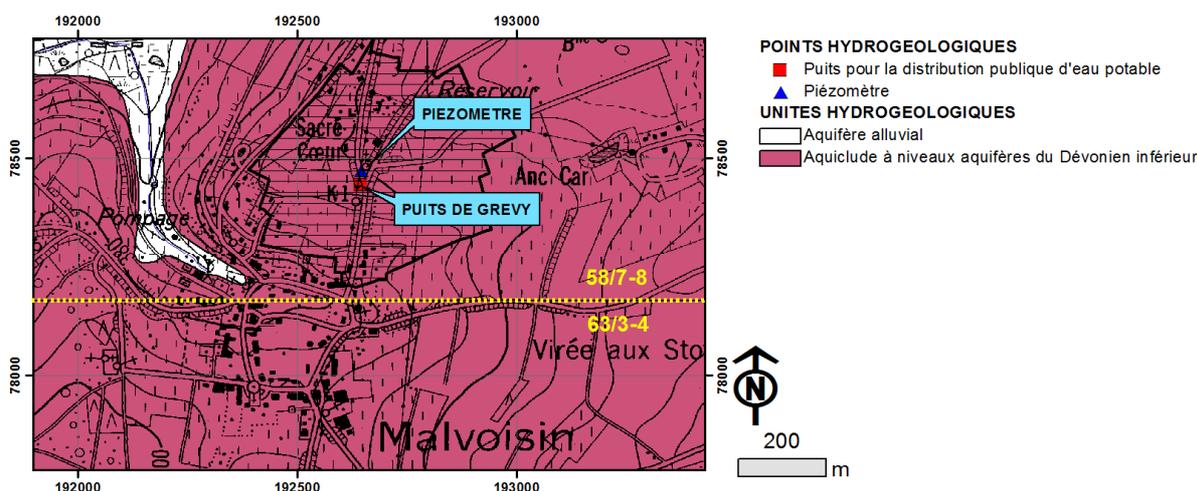


Figure VII.1 : Situation du captage communal « PUIITS DE GREVY » à Malvoisin

Il s'agit d'un essai de pompage de longue durée s'étendant du 25 mai au 14 juin 2005 à un débit (Q) moyen de 3,2 m³/h (Geolys, 2007b). Les résultats sont présentés au [Tableau VII.4](#).

Tableau VII.4 : Résultats de l'essai de pompage

		PUITS	PIEZO
Niveau statique initial (m)		26.22	27.85
Débit moyen (m ³ /h)		3.2	
Temps de pompage (h)		477.75 (≈20 Jours)	
Niveau d'eau en fin de pompage (m)		29.96	31.16
Rabatement total (m)		3.74	3.31
Rabatement horaire moyen en fin de pompage (cm/h) (12 dernières heures)		0.25	
Rabatement spécifique (m/m ³ /h)		0.009	
Temps de remontée (h)		13.25	
Rabatement résiduel (m et %) après 13 h de remontée		0.84 m / 3%	0.87 m / 3%
Transmissivité (selon la méthode graphique de l'approximation de Theis-Jacobs) (m ² /s)			
En rabattement	T 1 (10 ⁻⁴ m ² /s)	3	3.5-4
En remontée	T' 1 (10 ⁻⁴ m ² /s)	2	2
	T' 2 (10 ⁻⁴ m ² /s)	3	3.2
Coefficient de perméabilité calculé (K=T/e) (en 10 ⁻⁵ m/s)		1.7	
Régime permanent	K (10 ⁻⁵ m/s) Formule de Dupuit	2.5	
Coefficient d'emmagasinement		2.4 10 ⁻⁵	

Les transmissivités pour le puits et le piézomètre sont du même ordre de grandeur et restent relativement constantes au cours du temps, elles sont aussi très proches en remontée et en rabattement. Ces éléments indiquent un aquifère assez homogène avec peu de pertes de charges au niveau de l'ouvrage et une bonne réalimentation.

Le coefficient d'emmagasinement est très faible ce qui confirme que le puits exploite l'un des niveaux aquifères gréseux (captifs) au sein de l'aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur.

VII.3. PARAMÈTRES DE TRANSPORT

A ce jour, aucun essai de traçage n'a été réalisé au droit du territoire de la carte Willerzie – Gedinne.

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 wallonne² définit 4 niveaux de protection à mesure que l'on s'éloigne du captage (Figure VIII.1) : zones de prise d'eau (Zone I), de prévention (Zones IIa et IIb) et de surveillance (Zone III).

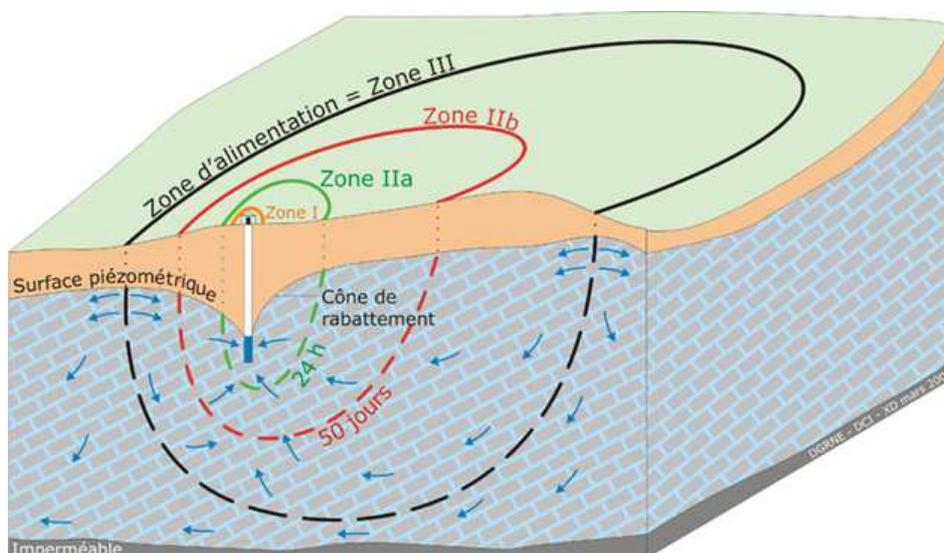


Figure VIII.1 : Zones de protection en Région Wallonne (source : SPW-DGO3 (2014). Etat des nappes d'eau souterraine de la Wallonie)

- 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.

² 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).

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

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

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

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

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

A défaut de données suffisantes permettant de définir la zone IIa selon le critère des temps de transfert, la législation suggère de délimiter la zone IIa par une ligne située à une distance horizontale minimale de 35 mètres à partir des installations de surface, dans le cas d'un puits, et par deux lignes situées à 25 mètres au minimum de part et d'autre de la projection en surface de l'axe longitudinal dans le cas d'une galerie ou d'un drain. 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 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 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 tout ou partie de la zone d'alimentation du point de captage.

Les limites de ces zones peuvent coïncider avec des repères ou des limites topographiques naturels ou artificiels, rendant leur identification et leur gestion 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 perdants, 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 2009³.

La Société Publique de Gestion de l'Eau⁴ assure la gestion financière des dossiers concernant la protection des eaux potabilisables distribuées par réseaux, par le biais de contrats de service passés avec les producteurs d'eau. Pour financer les recherches 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 m³ fourni par les sociétés de distribution d'eau.

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

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

VIII.1. ZONES DE PRÉVENTION AUTOUR DES CAPTAGES

L'ensemble des captages qui sont destinés à une distribution publique d'eau ou à un usage alimentaire devra, dans un futur plus ou moins proche, faire l'objet d'une étude de délimitation des zones de prévention rapprochée et éloignée. Cette étude sera proposée au Service des Eaux Souterraines de la DGARNE et approuvée par arrêté ministériel, après

³ 12 février 2009: AGW modifiant le Livre II du Code de l'Environnement constituant les 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).

⁴ SPGE, instituée par le décret du 15 avril 1999

éventuelle révision, par signature du ministre wallon en charge de l'environnement. Les zones de prévention qui doivent être définies sont symbolisées, sur la carte principale accompagnant cette notice, par un triangle vide centré sur les captages concernés.

Sur la planche 63/3-4, 5 zones de prévention ont été approuvées par arrêté ministériel (Tableau VIII.1) alors que 15 autres zones restent à définir (Figure VIII.2).

Tableau VIII.1 : Zones de prévention approuvées par arrêté ministériel sur la planche 63/3-4

Code de la zone	Nom des captages	Date de l'arrêté	Publication au moniteur belge	url arrêté ministériel
AC_GEDINNE01	Bairy I et II	08/11/2005	09/12/2005	http://environnement.wallonie.be/legis/EAU/easou088.htm
AC_GEDINNE04	Fontenelle	27/04/2009	02/06/2009	http://environnement.wallonie.be/legis/EAU/easou182.htm
AC_GEDINNE05	Gros Bois II, Cocole	27/04/2009	12/06/2009	http://environnement.wallonie.be/legis/EAU/easou181.htm
AC_GEDINNE07	Longnies I et II	25/10/2005	21/12/2005	http://environnement.wallonie.be/legis/EAU/easou091.htm
AC_GEDINNE11	Merreau	08/11/2005	12/12/2005	http://environnement.wallonie.be/legis/EAU/easou090.htm

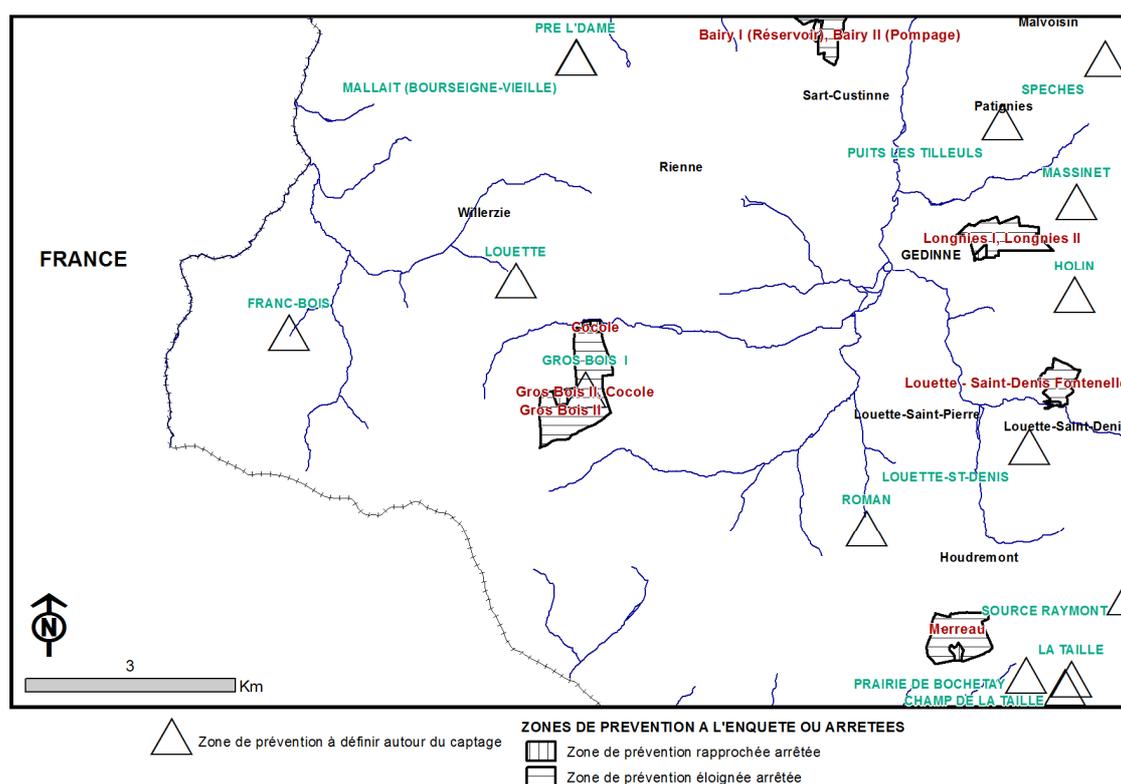


Figure VIII.2 : Zones de prévention approuvées par arrêté ministériel (en rouge) et à définir (en turquoise) sur la planche 63/3-4

IX. MÉTHODOLOGIE D'ÉLABORATION DE LA CARTE HYDROGÉOLOGIQUE

Le présent chapitre décrit brièvement les principales sources d'informations géologiques, hydrologiques et hydrogéologiques disponibles pour la région de Willerzie – Gedinne. Les données collectées sont encodées dans une base de données structurée et mises en cartes.

IX.1. SOURCES DE DONNÉES

IX.1.1. Données géologiques

Les données géologiques proviennent des descriptions de forages, disponibles principalement auprès du Service Géologique de Belgique, des foreurs et à partir d'études géologiques et hydrogéologiques diverses.

Les unités hydrogéologiques sont directement dérivées de la carte géologique d'Asselberghs (1946) pour les terrains du Dévonien inférieur et de la carte géologique de Gosselet (1898) en ce qui concerne les alluvions modernes, le poudingue et l' « arkose » de Fépin ainsi que le massif de Rocroi. Les couches géologiques sont regroupées ou subdivisées en unités hydrogéologiques lorsque leur comportement hydrodynamique est similaire.

Des discontinuités peuvent exister entre cartes voisines, celles-ci résultent d'interprétations lithologiques et donc hydrodynamiques différentes entre auteurs tant au niveau des cartes géologiques qu'hydrogéologiques. C'est le cas pour les assises G2a et G2b où, bien que définies en tant qu'aquiclude sur la carte 64/1-2, le terme aquiclude à niveaux aquifères c'est avéré plus pertinent au vu des lithologies en présence sur carte 63/3-4. Le tracé des alluvions peut également varier d'une carte à l'autre. Les mises à jour ultérieures devraient toutefois permettre une uniformisation.

IX.1.2. Données météorologiques et hydrologiques

Les informations proviennent de DCENN en ce qui concerne les stations de jaugeage L6400 (X : 190624, Y : 74534) sur la Houille et L7370 (X : 182093, Y : 76885) sur la Hulle.

Il n'y a pas de stations climatiques localisées sur la carte Willerzie – Gedinne.

IX.1.3. Données hydrogéologiques

IX.1.3.1. Localisation des ouvrages et sources

Au total, 61 ouvrages ont été encodés dans la banque de données. Ces ouvrages comprennent 3 puits de distribution, 15 drains également destinés à la distribution, 33 puits

de particuliers ou d'industries, 8 sources et 2 sondes géothermiques. Ces données proviennent des sociétés de distribution d'eau, des communes, d'agriculteurs, de particuliers et de la banque de données du SPW (DixSous).

IX.1.3.2. Données piézométriques

Les données piézométriques proviennent des données collectées lors de mesures piézométriques effectuées dans le cadre de la réalisation de cette carte sur des puits appartenant à des particuliers ou des agriculteurs, ces données sont peu nombreuses (9) vu le peu d'ouvrages présents sur la carte et leur manque d'accessibilité.

Les données piézométriques du CET de Malvoisin ont été récoltées par l'ISSEP.

IX.1.3.3. Données hydrochimiques

Les données hydrochimiques ont, pour la plupart, été fournies par la banque de données CALYPSO du SPW. Environ 1240 valeurs de paramètres chimiques ont été encodées dans la banque de données au droit de 14 ouvrages.

IX.2. ENCODAGE DANS UNE BASE DE DONNÉES

De telles données, aussi complexes et plus ou moins abondantes, nécessitent une organisation structurée de manière à optimiser leur stockage, leur gestion et leur mise à jour. Ainsi une base de données hydrogéologiques géorelationnelle a été développée (Gogu, 2000, Gogu et *al.*, 2001). Cette première version de la base de données *BD HYDRO* a été régulièrement améliorée.

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

Ainsi les données détaillées de l'hydrochimie, de la piézométrie, des volumes exploités, des paramètres d'écoulement et de transport, de géologie telles que les descriptions de log de forage et d'autres données administratives ou autre sont stockées dans la *BD HYDRO* qui se trouve à la D'GARNE⁵. Ces données peuvent être demandées à la Région qui décide de leur

⁵ Direction générale opérationnelle Agriculture, Ressources naturelles et Environnement (DGO3). Département de l'Etude du Milieu naturel et agricole - Direction de l'Etat environnemental. Coordination Géomatique et Informatique. Avenue Prince de Liège 15 - B-5100 Jambes, Belgique

accessibilité au cas par cas. L'ensemble des données collectées est encodé dans la base de données géorelationnelle, *BD HYDRO* (Wojda *et al.*, 2005). Elle regroupe toutes les informations disponibles en matière d'hydrogéologie en Région wallonne. Parmi les nombreuses et diverses données de la *BD HYDRO* on trouve des informations relatives à la localisation des prises d'eau (puits, sources, piézomètres,...), leurs caractéristiques géologiques et techniques, ainsi que des données sur la piézométrie, la qualité physico-chimique des eaux souterraines, les volumes prélevés... Les divers tests (diagraphies, essais de pompage, essais de traçage, prospection géophysique) sont également encodés dans la *BD HYDRO*. Elle est également enrichie avec les informations sur les études, rapports et autres documents hydrogéologiques écrits. Ces renseignements se présentent sous la forme de métadonnées.

IX.2.1. Construction de la carte hydrogéologique

Le projet cartographique est développé sous ESRI-ArcGIS. Toutes les données collectées sont structurées dans une GeoDataBase (GDB). Les couches d'informations qui composent cette base de données sont ensuite intégrées au projet cartographique.

IX.3. PRÉSENTATION DU POSTER A0

La carte hydrogéologique se compose de plusieurs éléments :

- la carte hydrogéologique principale au 1/25 000 ;
- les cartes thématiques au 1/50 000 :
 - carte des informations complémentaires et des caractères des nappes ;
 - carte des volumes d'eau prélevés ;
- les coupes hydrogéologiques ;
- le tableau de correspondance entre la géologie et l'hydrogéologie ;
- la carte de Belgique (au 1/5 000 000) où est localisée la planche étudiée.

IX.3.1. Carte hydrogéologique principale

La carte principale comprend plusieurs couches d'information :

- le fond topographique de la carte IGN au 1/10 000 ;
- le réseau hydrographique ;
- les unités hydrogéologiques ;
- les failles ;
- la localisation des points d'eau constitués par :
 - des puits des sociétés de distribution d'eau ;

- des puits de sociétés industrielles et collectivités ;
- des puits privés exploités et déclarés au Service Public de Wallonie ;
- des puits non exploités, mais équipés d'une pompe ;
- des sources exploitées ou non ;
- les puits d'accès aux drains ;
- des sondes géothermiques ;
- les stations limnimétriques L6400 sur la Houille et L7370 sur la Hulle ;
- les cotes piézométriques ponctuelles dans les unités hydrogéologiques rencontrées, avec la date de la mesure ;
- les traits localisant le tracé des coupes hydrogéologiques ;
- Les zones de prévention IIa et IIb arrêtés par le Gouvernement Wallon ;
- les points de captage en attente de la définition de leur zone de prévention.

IX.3.2. Carte des informations complémentaires et des caractères des nappes

La « carte des informations complémentaires et du caractère des nappes » présente le caractère (libre, captif, semi-captif) des principaux aquifères et localise les différents sites au droit desquels des données quantitatives ou qualitatives sont disponibles (analyses chimiques, essais de pompage, essais de traçage, diagraphies) ainsi que d'autres informations complémentaires, entre autre, les zones de prospection géophysiques et les zones vulnérables au nitrates. Sur la présente carte, seules des analyses chimiques ont été effectuées.

IX.3.3. Carte des volumes prélevés

Cette carte situe l'ensemble des ouvrages recensés et existants en 2013 sur l'étendue de la carte, en discernant :

- les ouvrages (puits, drains, sources,...) différenciés selon l'aquifère qu'ils sollicitent. Les couleurs des symboles utilisés sont en relation avec la couleur de la nappe sollicitée ;
- les volumes déclarés pour l'année 2013 pour les ouvrages exploités par les administrations communales en vue de la distribution publique d'eau potable représentés par des pastilles rouges de diamètre proportionnel aux débits captés ;
- les volumes déclarés pour l'année 2013 pour les puits privés exploités par des particuliers, collectivités ou des industries représentées par des pastilles vertes de diamètre proportionnel aux débits captés ;

- les volumes moyens prélevés, correspondant à la moyenne des cinq dernières années (2009-2013) (basés sur les déclarations des titulaires des prises d'eau). Ils reflètent simplement l'importance d'un site d'exploitation pendant les cinq années considérées.

IX.3.4. Tableau de correspondance 'Géologie – Hydrogéologie'

Le tableau lithostratigraphique reprend la liste des différentes formations géologiques et unités hydrogéologiques susceptibles d'être rencontrées sur l'étendue de la carte. La description lithologique des couches géologiques fait référence aux cartes géologiques d'Asselberghs (1946) et de Gosselet (1898).

IX.3.5. Coupes hydrogéologiques

Parmi les éléments présentés sur le poster de la carte hydrogéologiques figurent les coupes hydrogéologiques. Elles permettent de comprendre le contexte géologique et hydrogéologique de la région. Sur ces coupes ont été ajoutées des informations sur les niveaux d'eau souterraine.

IX.3.6. Avertissement

Les cartes hydrogéologiques ont pour objectif de répondre aux besoins de toute personne, société ou institution concernée par la problématique et la gestion des ressources en eau tant au niveau quantitatif que qualitatif et de mettre à disposition une documentation synthétique et aisément accessible relative à l'hydrogéologie d'une région.

La carte et la notice fournies ne prétendent pas à une précision absolue en raison de la non-exhaustivité des données, de l'évolution de celles-ci et des interprétations nécessaires à leur établissement. Ils n'ont pour but que d'aider les hydrogéologues à prévoir le contexte général qu'ils peuvent rencontrer et l'ampleur des études nécessaires. La carte et la notice constituent un instrument de synthèse et d'orientation et ne dispensent en aucune façon de recherches complémentaires en fonction de sites particuliers et de projets définis.

X. RÉFÉRENCES

- Asselberghs, E.** (1946) : L'Eodévonien de l'Ardenne et des régions voisines, *Mém. Inst. Géol. Univ. Louvain*, XIV, 598 p.
- Beugnies, A.** (1963) : Le Massif cambrien de Rocroi, *Bull. Serv. Carte géol. de France*, n° 270, Tome LIX, 521 p.
- Boulvain, F. et Pingot, J.-L.** (2014) : Introduction à la géologie de la Wallonie, *Université de Liège*, <http://www2.ulq.ac.be/geolsed/geolwal/geolwal.htm>
- Boulvain, F. et Pingot, J.-L.** (2011) : Genèse du sous-sol de la Wallonie, *Académie royale de Belgique, Mémoire de la Classe des Sciences*, Tome XXXIV, n°2082, 190 p.
- Capette, L. et Hallet, V.** (2014a) : Carte hydrogéologique de Wallonie, Planchettes Felenne - Vencimont n° 58/7-8. *Edition : Service public de Wallonie, DGO3 (DGARNE), Belgique, Dépôt légal D/2014/12.796/7 - ISBN 978-2-8056-0159-0*
- Capette, L. et Hallet, V.** (2014b) : Carte hydrogéologique de Wallonie, Planchettes Rièzes – Cul-des-Sarts & Moulin-Manteau – Moulin de Chestion n° 62/3-4 & 63/1-2. *Edition : Service public de Wallonie, DGO3 (DGARNE), Belgique, Dépôt légal D/2014/12.796/12 - ISBN 978-2-8056-0165-1*
- Castany, G.** (1998) : Hydrogéologie, principes et méthodes, *Dunod*, 236 p.
- Dassargues, A.** (2010) : Hydrogéologie, *Notes de cours, Université de Liège, non publié*
- de Béthune, P.** (1961) : Carte de la géologie de la Belgique in Atlas de Belgique, planche 8. *Académie royale de Belgique, Comité national de géographie, Commission de l'Atlas national, Bruxelles*
- Dejonghe, L.** (2007) : Guide de lecture des cartes géologiques de Wallonie, *Ministère de la Région Wallonne, 3^{ème} édition*, 51 p.
- de Marsily, G.** (2004) : Cours d'hydrogéologie. *Paris, Université Pierre et Marie Curie*, 226 p.
- Droeven, E. ; Feltz, C. et Kummert, M.** (2004) : Les territoires paysagers de Wallonie, *Conférence permanente du développement territorial, Etudes et Documents 4, M.R.W.*, 68 p.
- Fetter, C.W.** (2001) : Applied hydrogeology, *Fourth Edition, Prentice Hall*, 598 p.

- Geolys** (2007a) : Dossier administratif de demande de périmètres des zones de prévention – « CAPTAGE DE COCOLE », « CAPATGE DE GROS BOIS II », *rapport D155*, 10 p. + annexes
- Geolys** (2007b) : Dossier administratif de demande de périmètres des zones de prévention – « PUIITS DE GREVY », *Rapport D152*, 14 p. + annexes
- Geolys** (2006) : Dossier administratif de demande de périmètres des zones de prévention – « CAPTAGE DE FONTENELLE », *rapport D158*, 8 p. + annexes
- Godefroid, J. ; Blicck, A. ; Bultinck, K. ; Dejonghe, L. ; Gerienne, P. ; Hance, L. ; Meillez, F. ; Stainier, P. et Steemans, Ph.** (1994) : Les formations du Dévonien inférieur du Massif de la Vesdre, de la fenêtre de Theux et du Synclinorium de Dinant (Belgique, France), *Mém. Expl. Cartes Géol. et Minières de la Belgique*, 38 p.
- Gosselet, J.** (1898) : Carte géologique de la Belgique : Willerzie – Gedinne, n°201, 1/40 000
- 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. et Dassargues, A.** (2001) : GIS-based hydrogeological database and groundwater modelling, *Hydrogeology Journal*, 9, 555-569
- Kenis, I. ; Sintubin, M. ; Muchez, Ph. & Burke, E.A.J.** (2002) : The « boudinage » question in the High-Ardenne Slate Belt (Belgium) : a combined structural and fluid-inclusion approach, *Tectonophysics*, 348, 93-110
- Meilliez, F.** (1984) : La Formation de Fépin (Gedinnien de l'Ardenne) : un marqueur régional lithostratigraphique et structural, *Ann. Soc. Géol. Nord*, 103/1, 37-53
- Meinzer, O. E.** (1923) : Outline of ground-water hydrology, with definitions, *U. S. Geol. Survey, Water-Supply Paper*, 494, 1-71
- Milhau, B. ; Brice, D. et Meilliez, F.** (1989) : Une coupe partielle de la Formation de Mondrepuis dans la vallée de la Hulle en bordure NE du Massif de Rocroi (Ardenne), *Ann. Soc. Géol. Nord*, 107/4, 271-280
- Pereira, B. et Sonnet, P.** (2007) : La contamination diffuse des sols par les éléments traces métalliques en Région wallonne, *Dossier scientifique réalisé dans le cadre de l'élaboration du Rapport analytique 2006-2007 sur l'état de l'environnement wallon, UCL*, 27 p.

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

Poehls, D.J. & Smith, G.J. (2009) : Encyclopedic Dictionary of Hydrogeology, *Elsevier Academic press*, 517 p.

Quinif, Y. ; Bouchez, T. et Cattelain, P. (1991) : Couvin-Nismes, *Lapiaz n° 8, Revue de l'Equipe Spéléo du Centre et de Mons*, 32 p.

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

UNESCO-OMM (1992) : Glossaire international d'hydrologie, en quatre langues (Anglais, Espagnol, Français, Russe), *Seconde édition, UNESCO-OMM, Paris/Genève*

Wojda, P. ; Dachy, M. ; Popescu, 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 Service public de Wallonie, DGARNE – Université de Liège*

ANNEXE 1: LISTE DES ABRÉVIATIONS

DGARNE : Service public de Wallonie (SPW). Direction Générale de l'Agriculture, des Ressources naturelles et de l'Environnement. DGO3.

Avenue Prince de Liège, 15 à 5100 JAMBES

<http://environnement.wallonie.be>

Direction des Eaux Souterraines

Depuis le 1^{er} août 2008, le Ministère wallon de l'Équipement et des Transports et le Ministère de la Région wallonne ont fusionné pour donner naissance au Service Public de Wallonie. Ainsi la DGRNE est reprise dans la Direction générale opérationnelle 3 (DGO3) dont les domaines de compétences sont l'Agriculture, les Ressources naturelles et l'Environnement. La Direction des Eaux Souterraines est incluse dans le Département de l'Environnement et de l'Eau.

DCENN : Direction des Cours d'Eau Non Navigables

ISSeP : Institut Scientifique de Service Public

Rue du Chéra, 200 à 4000 Liège

<http://www.issep.be>

SGB : Service Géologique de Belgique.

Département VII de l'Institut royal des Sciences Naturelles de Belgique

Rue Jenner, 13 à 1000 BRUXELLES

<http://www.sciencesnaturelles.be/geology>

TAC : Titre Alcalimétrique Complet. Le TAC est lié à la concentration en carbonates et en hydrogénocarbonates.

m : mètre

s : seconde

ANNEXE 2 : TABLE DES ILLUSTRATIONS

LISTE DES FIGURES

Figure I.1 : Localisation de la planche 63/3-4	3
Figure I.2 : Zoom sur la planche Willerzie – Gedinne (63/3-4) et détail des cours d'eau	4
Figure II.1 : Unités morphostructurales aux environs de la planche 63/3-4.....	5
Figure II.2 : Carte du réseau hydrographique et des bassins versants de la région de Willerzie – Gedinne	7
Figure III.1 : Localisation de la planche 63/3-4 sur la carte géologique de Wallonie.....	9
Figure III.2 : Situation dans le transect nord – sud des Synclinoria de Dinant et de Neufchâteau, durant le dépôt du Dévonien inférieur	10
Figure III.3 : Situation du Massif de Rocroi sur la carte 63/3-4	11
Figure III.4 : Localisation des couches de base (G1) sur la planche 63/3-4.....	12
Figure III.5 : Localisation du Gedinnien inférieur schisteux (G1) sur la planche 63/3-4	13
Figure III.6 : Localisation de l'Assise d'Oignies (G2a) sur la planche 63/3-4.....	14
Figure III.7 : Localisation de l'Assise de Saint-Hubert (G2b) sur la planche 63/3-4	15
Figure III.8 : Carte des principales unités structurales et localisation de la planche 63/3-4	16
Figure III.9 : Carte tectonique du Massif de Rocroi avec les principaux plis de la planche 63/3-4.....	17
Figure IV.1 : Les principales formations aquifères de Wallonie et localisation de la planche 63/3-4	18
Figure IV.2 : différents types de porosité dans les roches meubles et cohérentes)	20
Figure IV.3 : Localisation de l'Aquiclude à niveaux aquifères du socle Cambro-Silurien de la carte Willerzie – Gedinne	22
Figure IV.4 : Localisation de l'Aquifère de Fépin de la carte Willerzie – Gedinne	22
Figure IV.5 : Localisation de l'Aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur de la carte Willerzie – Gedinne	23
Figure IV.6 : Localisation de l'Aquifère alluvial de la carte Willerzie – Gedinne	24
Figure IV.7 : Masses d'eau souterraine en présence au droit de la carte Willerzie – Gedinne	26
Figure IV.8 : Localisation des drains « COCOLE » et « GROS BOIS II »	27
Figure IV.9 : Evolution des débits des drains « GROS BOIS II » et « COCOLE » de mars à mai 2006.....	28
Figure IV.10 : Situation du drain « FRANC BOIS » dans l'aquifère de Fépin.....	28
Figure IV.11 : Localisation du drain « FONTENELLE ».....	29
Figure IV.12 : Localisation des ouvrages du CET de Malvoisin et sens d'écoulement en période de hautes eaux	30
Figure IV.13 : Evolution piézométrique des piézomètres « Pz1 », « Pz2 » et « Pz3 » du CET de Malvoisin de 2004 à 2010.....	31
Figure IV.14 : Coupes hydrogéologiques de la planche 63/3-4	33
Figure IV.15 : Représentation schématique des différents types de nappes	34
Figure V.1 : Localisation des ouvrages disposant d'au moins une analyse chimique complète sur la carte Willerzie – Gedinne.....	36

Figure V.2 : Classification hydrochimique des eaux souterraines selon un diagramme de Piper	40
Figure V.3 : Position des analyses hydrochimiques des eaux de la planche 63/3-4 sur le diagramme de Piper	41
Figure V.4 : Zones vulnérables aux nitrates arrêtées en Wallonie et teneurs moyennes en nitrates de 2008 à 2011 sur les ouvrages du réseau de surveillance du Service Public de Wallonie. Localisation de la carte de Willerzie – Gedinne	42
Figure V.5 : Evolution de la teneur en nitrates pour les ouvrages « FONTENELLE », « HOLIN » et « MALLAIT » entre 1995 et 1998	43
Figure V.6 : Evolution de la teneur en nitrates pour les ouvrages « ROMAN », « MERREAU » et « SPECHES » entre 1995 et 1998	43
Figure V.7 : Evolution de la teneur en nitrates pour le drain « FRANC BOIS » de 1995 à 1998	44
Figure V.8 : Evolution de la teneur en nitrates pour le drain « GROS BOIS I » de 1992 à 1998	44
Figure V.9 : Etat des masses d'eau pour l'année 2008 et causes de leur dégradation. Localisation de la carte de Willerzie – Gedinne.....	50
Figure VI.1 : Répartition des ouvrages entre les différentes unités hydrogéologiques sur la carte 63/3-4.....	51
Figure VI.2 : Volumes prélevés entre 2008 et 2013 par les captages de distribution publique.....	52
Figure VII.1 : Situation du captage communal « PUIITS DE GREVY » à Malvoisin.....	55
Figure VIII.1 : Zones de protection en Région Wallonne).....	57
Figure VIII.2 : Zones de prévention approuvées par arrêté ministériel (en rouge) et à définir (en turquoise) sur la planche 63/3-4.....	60

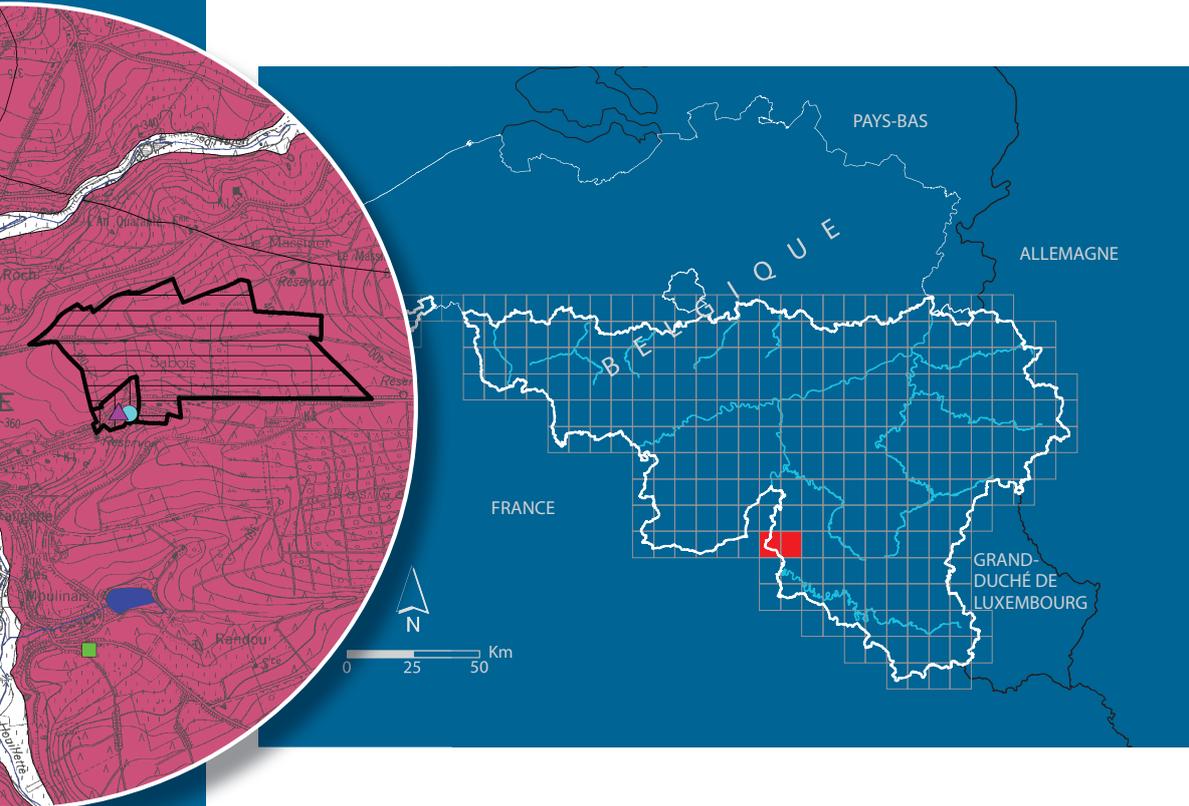
LISTE DES TABLEAUX

Tableau III.1 : Tableau lithostratigraphique de la région de Willerzie – Gedinne	10
Tableau IV.1 : Porosité totale, porosité efficace et perméabilité des principaux types de roches.....	20
Tableau IV.2 : Tableau des correspondances lithostratigraphie - hydrogéologie de la planche 63/3-4.....	21
Tableau IV.3 : Mesures piézométriques ponctuelles effectuées dans l'aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur.....	29
Tableau V.1 : Résultats des analyses chimiques pour l'Aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur	37
Tableau V.2 : Résultats des analyses chimiques pour l'Aquiclude à niveaux aquifères du socle cambro-silurien	39
Tableau V.3 : Résultats des analyses microbiologiques pour quelques ouvrages de la région de Willerzie – Gedinne	45
Tableau V.4 : Teneurs en pesticides principaux (famille des herbicides) pour quelques captages de la région de Willerzie – Gedinne	46
Tableau V.5 : Teneurs en métaux lourds pour quelques ouvrages de la région de Willerzie – Gedinne	47

Tableau V.6 : Valeurs seuils des paramètres chimiques intervenant dans la dégradation des masses d'eau souterraine	48
Tableau VI.1 : Distribution des ouvrages entre les différentes nappes pour la planche 63/3-4	51
Tableau VII.1 : Valeurs du coefficient de perméabilité en fonction de la granulométrie	54
Tableau VII.2 : Intervalles de valeurs indicatives pour la conductivité hydraulique de différentes lithologies (échelles macroscopique et mégascopique)	54
Tableau VII.3 : Intervalles de valeurs indicatives pour la porosité (n) et la porosité effective de drainage (n_e) de différentes lithologies (échelles macroscopique et mégascopique)	55
Tableau VII.4 : Résultats de l'essai de pompage	56
Tableau VIII.1 : Zones de prévention approuvées par arrêté ministériel sur la planche 63/3-4	60

ANNEXE 3 : COORDONNÉES GÉOGRAPHIQUES DES OUVRAGES CITÉS DANS LA NOTICE

NOM	TYPE	X	Y
BAIRY II (POMPAGE)	Source	189579	78046
CHAMP DE LA TAILLE	Source	193107	68473
COCOLE	Drain	186363	73724
FONTENELLE	Drain	192961	72568
FORAGE GEOTHERMIE FONTAINE - MAGNEE	Sonde géothermique	187103	75646
FRANC-BOIS	Drain	182005	73580
GROS BOIS I	Drain	186252	72757
GROS BOIS II	Drain	185966	72725
HOLIN	Drain	193250	74125
HOUDREMONT HAILLETTE DUCE	Puits privé	190910	71271
LA TAILLE	Source	193200	68590
LONGNIES I	Drain	191910	74725
LONGNIES II	Source	191953	74715
LOUETTE	Drain	185250	74340
LOUETTE SAINT DENIS BUCHTEY	Puits privé	191593	72044
LOUETTE-ST-DENIS	Puits privé	192319	71431
MALLAIT (BOURSEIGNE-VIEILLE)	Puits de distribution publique	186124	77564
MASSINET	Source	193270	75480
MERREAU	Drain	191609	68872
PRAIRIE DE BOCHETAY	Drain	192550	68645
PRE L'DAME	Drain	186112	77560
PUITS LES TILLEULS	Puits de distribution publique	192219	76625
ROMAN	Drain	190270	70750
SART-CUSTINNE	Puits privé	188800	75836
SOURCE RAYMONT	Source	194007	69770
SPECHES	Drain	193685	77540
WILLERZIE	Puits privé	183934	75418
WILLERZIE-LA MALADRESSE	Puits privé	182856	76789



SPW | Éditions, CARTES

Dépôt légal : D/2016/12.796/2 – ISBN : 978-2-8056-0216-0

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

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