

Notice explicative

CARTE HYDROGÉOLOGIQUE DE WALLONIE

Echelle : 1/25 000



Photos couverture © SPW-DGARNE(DGO 3)

Fontaine de l'ours à Andenne

Forage exploité

Argillère de Celles à Houyet

Puits et sonde de mesure de niveau piézométrique

Emergence (source)

Essai de traçage au Chantoir de Rostenne à Dinant

Galerie de Hesbaye

Extrait de la carte hydrogéologique de Macquenoise - Forge-Philippe



MACQUENOISE - FORGE-PHILIPPE

62/1-2

Sylvie **ROLAND**, Alain **RORIVE**

Université de Mons
Rue de Houdain, 91 - B-7000 Mons (Belgique)



NOTICE EXPLICATIVE

2015

Première version : Décembre 2008
Actualisation partielle : Novembre 2014

Dépôt légal – **D/2015/12.796/1**- ISBN : **978-2-8056-0172-9**

SERVICE PUBLIC DE WALLONIE

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

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

TABLE DES MATIÈRES

Avant-propos	3
I. Introduction.....	4
II. Cadres géographique, géomorphologique et hydrographique.....	5
III. Cadre géologique	7
III.1. Cadre géologique régional.....	7
III.2. Cadre géologique de la carte.....	10
III.2.1 Cadre lithostratigraphique.....	10
III.2.1.1 Les formations du Paléozoïque.....	12
III.2.1.2 Les formations du Mésozoïque.....	19
III.2.1.3 Les formations du Cénozoïque.....	20
III.2.2 Cadre structural.....	21
IV. Cadre hydrogéologique	23
IV.1. Description des unités hydrogéologiques.....	23
IV.1.1 L'aquiclude à niveaux aquifères du socle cambro-silurien.....	25
IV.1.2 L'aquifère de Fépin.....	25
IV.1.3 L'aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur.....	25
IV.1.4 L'aquitard à niveaux aquicludes du Dévonien inférieur.....	25
IV.1.5 L'aquifère des sables du Paléocène.....	26
IV.1.6 L'aquifère alluvial.....	26
IV.2. Description de l'hydrogéologie régionale.....	27
IV.2.1 Généralités.....	27
IV.2.2 Masses d'eau souterraines.....	28
IV.2.3 Piézométrie de la planche 62/1-2.....	29
IV.3. Coupes hydrogéologiques.....	32
IV.4. Caractère des nappes.....	33
IV.5. Les carrières.....	33
V. Cadre hydrochimique.....	34
V.1. Caractéristiques hydrochimiques des eaux.....	34
V.1.1 L'aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur.....	34
V.1.2 L'aquiclude à niveaux aquifères du socle cambro-silurien.....	35
V.2. Problématiques des nitrates.....	37
V.3. Qualité bactériologique.....	39
V.4. Autres paramètres.....	39

VI.	Exploitation des aquifères	41
VII.	Paramètres d'écoulement.....	43
VIII.	Zones de protection.....	46
VIII.1.	Cadre légal.....	46
VIII.2.	Zones de prévention autour des captages.....	48
IX.	Méthodologie de l'élaboration de la carte hydrogéologique	49
IX.1.	Origine des données	49
IX.1.1	Données géologiques	49
IX.1.1.1	Description des lithologies des unités géologiques	50
IX.1.1.2	Faille de Macquenoise	50
IX.1.2	Données météorologiques et hydrologiques	50
IX.1.3	Données hydrogéologiques	50
IX.1.3.1	Localisation des ouvrages et des sources	50
IX.1.3.2	Données piézométriques	51
IX.1.3.3	Données hydrochimiques	51
IX.1.3.4	Données des paramètres hydrodynamiques.....	51
IX.1.3.5	Autres données	51
IX.2.	Méthodologie de construction de la carte	52
IX.2.1	Banque de données hydrogéologiques.....	52
IX.2.2	Construction de la carte hydrogéologique.....	52
IX.3.	Présentation du poster A0	52
IX.3.1	Carte hydrogéologique principale	53
IX.3.2	Carte des informations complémentaires et du caractère des nappes	54
IX.3.3	Carte des volumes prélevés	54
IX.3.4	Tableau de correspondance 'Géologie – Hydrogéologie'	54
IX.3.5	Coupes hydrogéologiques	55
IX.3.6	Avertissement.....	55
X.	Références bibliographiques.....	56
Annexe 1.	Glossaire des abréviations.....	60
Annexe 2.	Carte de localisation	61
Annexe 3.	Coordonnées géographiques des ouvrages cités dans la notice.....	62
Annexe 4.	Tableau des illustrations	63
Liste des figures.....		63
Liste des tableaux.....		64

AVANT-PROPOS

La réalisation de la carte hydrogéologique de Macquenoise – Forge-Philippe 62/1-2 s'inscrit dans le cadre du programme de cartographie des ressources en eau souterraine wallonne commandé et financé par le Service Public de Wallonie (SPW) : Direction générale opérationnelle de l'Agriculture, des Ressources naturelles et de l'Environnement (DGO 3). Quatre équipes universitaires collaborent à ce projet : l'Université de Namur (UNamur), la Faculté Polytechnique de l'Université de Mons (UMons) et deux départements de l'Université de Liège (ArGEnCo-GEO³-Hydrogéologie & Sciences et Géologie de l'Environnement, et ULg-Campus d'Arlon, ULg).

La carte a été réalisée en 2008 et révisée en 2014 par Ir. Sylvie Roland. Le projet a été supervisé à la Faculté Polytechnique de l'Université de Mons (UMons) par Ir. Alain Rorive, chargé de cours. La révision porte sur une actualisation partielle des données et notamment sur l'inventaire des ouvrages existants, les volumes d'eau prélevés et les zones de prévention. De même, le tableau de correspondance 'Géologie – Hydrogéologie' a été actualisé.

Les cartes hydrogéologiques sont basées sur de nombreuses données géologiques, hydrogéologiques et hydrochimiques, recueillies par bibliographie et 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, ainsi que sur leur exploitation. Elles s'adressent plus particulièrement à toute personne, société ou institution concernées par la problématique et la gestion, tant quantitative que qualitative, des ressources en eaux souterraines.

La carte principale du poster A0 joint à cette notice a été réalisée à l'échelle 1/25 000. Par un choix délibéré, la carte veut éviter toute superposition outrancière d'informations conduisant à réduire sa lisibilité. Dans ce but, outre la carte principale, deux cartes thématiques au 1/50 000 et deux coupes hydrogéologiques, ainsi qu'un tableau de correspondance 'Géologie – Hydrogéologie' sont présentés.

La base de données hydrogéologiques de Wallonie (BD Hydro) est la principale source des données servant à l'élaboration des cartes hydrogéologiques. Elle est en perpétuelle amélioration afin d'aboutir à une base de données centralisée, régulièrement mise à jour (Wojda *et al.*, 2006).

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

La région couverte par la planche 62/1-2 Macquenoise – Forge-Philippe se situe dans la partie sud de la province du Hainaut, région géographique de l'Entre-Sambre-et-Meuse (voir Figure I-1).

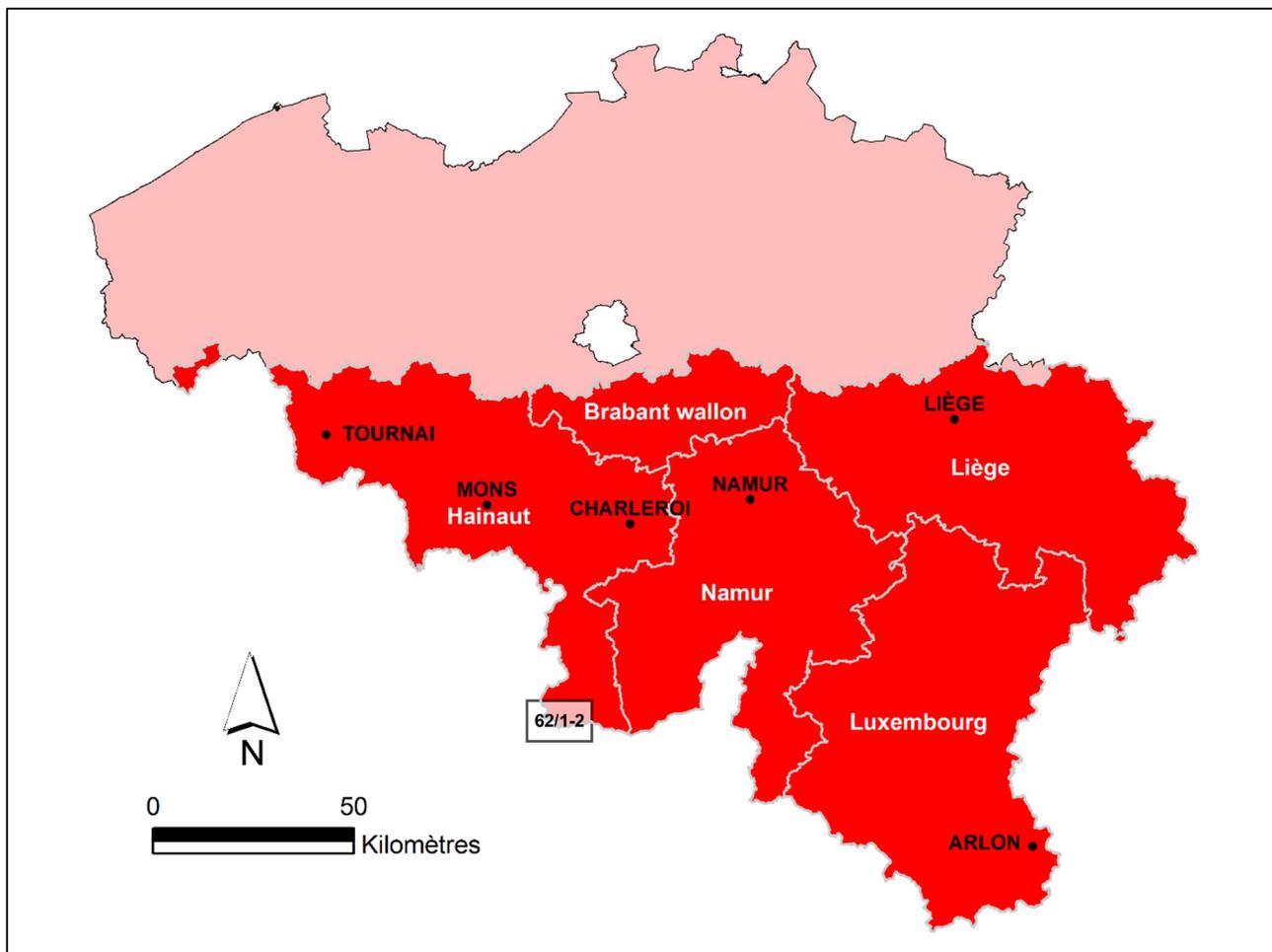


Figure I-1. Localisation de la carte 62/1-2 Macquenoise – Forge-Philippe

Sur cette carte, il n'existe pas vraiment d'aquifère important et intéressant au niveau de sa productivité, dans le sens où la disponibilité en eau de la région répond à peine aux besoins agricoles et domestiques. Seuls quelques niveaux aquifères sont parsemés dans des terrains aux propriétés hydrogéologiques médiocres. La faible perméabilité du sol permet la mise en place de plusieurs retenues sur les cours d'eau, avec formation de lacs.

II. CADRES GÉOGRAPHIQUE, GÉOMORPHOLOGIQUE ET HYDROGRAPHIQUE

La région couverte par la feuille Macquenoise – Forge-Philippe est située dans la partie méridionale du Hainaut, dans l'arrondissement de Thuin. Elle est contiguë à la France à l'ouest et au sud. Les communes concernées sont celles de Momignies et de Chimay (voir Figure II-1).

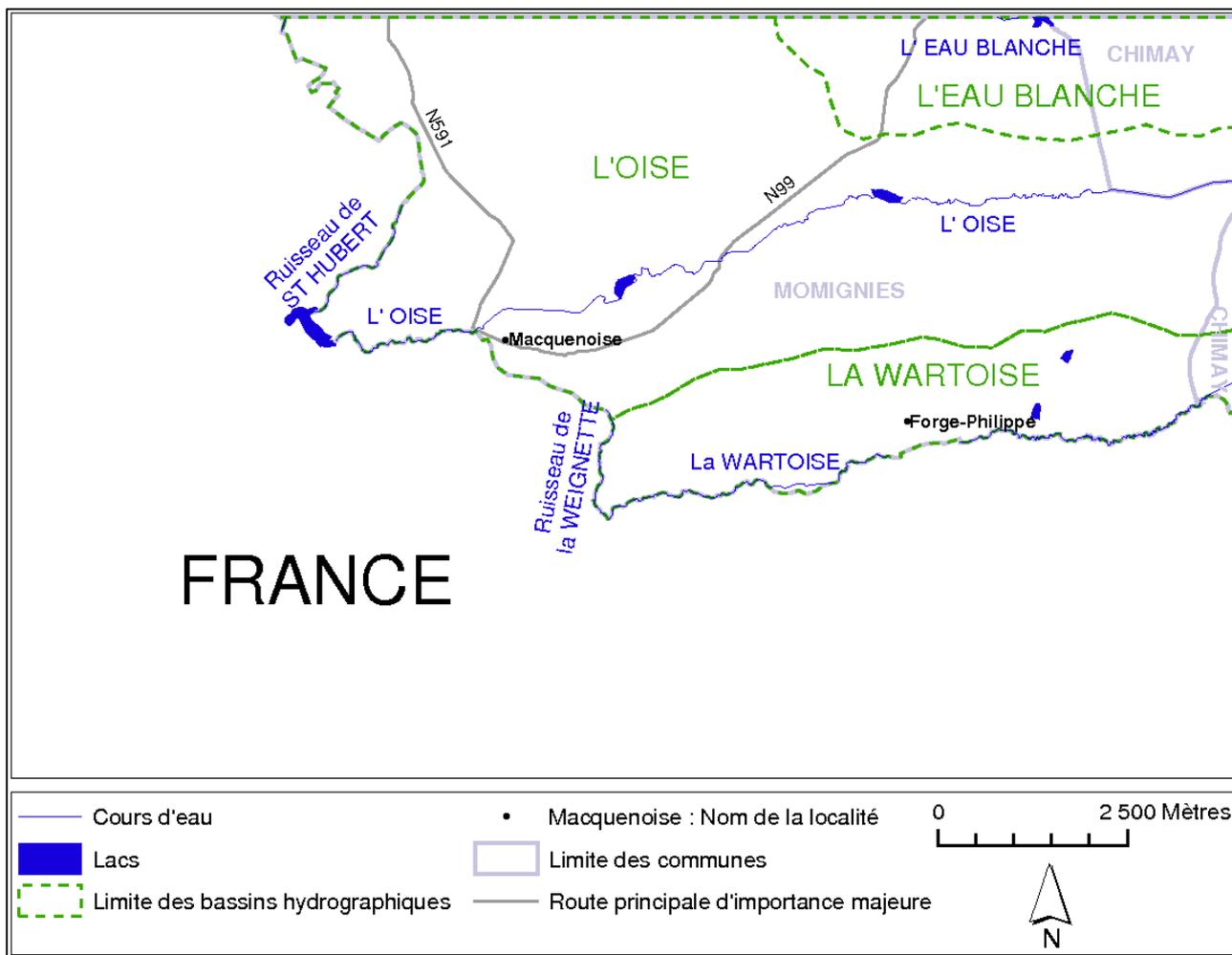


Figure II-1. Localisation des cours d'eau, lacs, limites des bassins hydrographiques, routes et limites des communes sur la carte 62/1-2 Macquenoise – Forge-Philippe

Aux niveaux géographiques et géomorphologiques, la carte de Macquenoise – Forge-Philippe appartient à la région de l'Entre-Sambre-et-Meuse. Elle se caractérise par deux unités morpho-structurales :

- la Thiérache – Ardenne ;
- le Massif de Rocroi, le long de la frontière belge au sud.

L'unité de la Thiérache – Ardenne est composée d'argilo-siltites, de grès et de quartzites de l'Emsien, du Praguien et du Lochkovien. Elle forme un haut plateau d'environ 290 mètres d'altitude

moyenne. Le point culminant (330 mètres) se situe au sud-est de la carte. Cette unité recouvre la quasi-totalité nord de la carte.

Le Massif de Rocroi est visible sur une bande au sud de la carte. Ce massif s'étend en France et bien à l'est. Il est constitué de quartzites et de phyllades du Cambrien moyen et supérieur.

La morphologie actuelle, conséquence de l'histoire géologique, est constituée d'une surface de pénéplaine en voie de démantèlement. Les cours d'eau ont creusé leurs vallées souvent encaissées. L'érosion différentielle a provoqué de larges dépressions aux endroits où les roches les moins résistantes (shales, schistes,...) affleurent.

Cette région est très isolée. Les principaux villages sont Macquenoise, Forge-Philippe et une partie de Séloignes (au nord). Les liaisons routières sont les N591 et N93.

Trois sous-bassins hydrographiques sont présents : l'Eau Blanche, l'Oise et la Wartoise, tous trois alimentés par les cours des mêmes noms. Le premier fait partie du bassin principal de la Meuse, les deux autres appartiennent à celui de l'Oise.

III. CADRE GÉOLOGIQUE

Le cadre géologique aborde dans un premier point la géologie régionale et dans un second point la géologie détaillée de la carte 62/1-2 Macquenoise – Forge-Philippe.

III.1. CADRE GEOLOGIQUE RÉGIONAL

Un résumé très succinct de l'histoire géologique de la Wallonie peut aider à la compréhension de la suite :

- de 530 à 400 Ma : dépôt d'une série sédimentaire d'âge cambrien, ordovicien et silurien ;
- de 420 à 380 Ma : plissement calédonien en plusieurs phases, émergence, érosion et pénéplanation de ce qui va devenir le socle calédonien ;
- de 400 à 290 Ma : dépôt sédimentaire d'âge dévonien à carbonifère en discordance sur le socle calédonien ;
- de 360 à 130 Ma : plissement varisque (ou hercynien) en plusieurs phases, émergence, érosion et pénéplanation ;
- de 130 Ma à actuel : dépôt de sédiments meubles mésozoïques puis cénozoïques, en discordance sur la pénéplaine ;
- depuis le début du Quaternaire : soulèvement de la pénéplaine épivarisque* entraînant l'érosion quasi complète de la couverture méso-cénozoïque.

La carte de Macquenoise – Forge-Philippe est en très grande partie située sur le bord sud du Synclinorium de Dinant, dans la partie occidentale de celui-ci (voir Figure III-1). Cette localisation géologique explique la présence d'une série plissée déversée vers le nord, au sud de Chimay. Ce synclinorium fait partie de l'allochtone ardennais qui par le jeu de la faille du Midi, a été charrié sur le Parautochtone brabançon (Belanger *et al.*, 2012). A plus grande échelle, la zone étudiée appartient au domaine rhéno-hercynien (zone externe nord) de l'orogène varisque en Europe occidentale.

Les terrains cambriens du sud de la carte, le long de la frontière, sont rattachés à l'Anticlinail de l'Ardenne (Massif de Rocroi).

* Epivarisque : ensemble constitué par les terrains dévono-carbonifères plissés, érodés et pénéplanés, et par les sédiments méso-cénozoïques

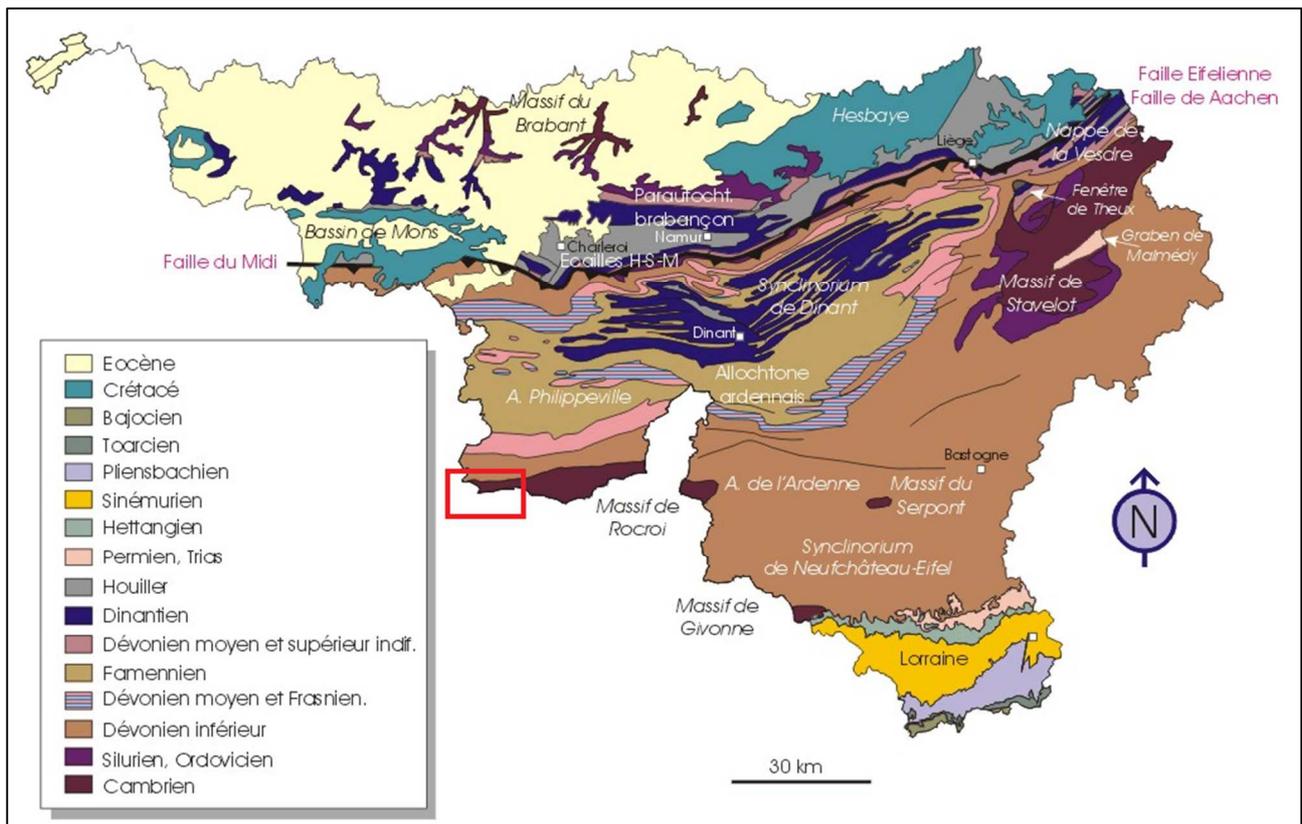


Figure III-1. Localisation de la planche 62/1-2 Macquenoise – Forge-Philippe sur la carte géologique de Wallonie (Boulvain & Pingot, 2014, modifié)

Plus particulièrement, la carte de Macquenoise – Forge-Philippe montre des terrains du Dévonien inférieur (Thiérache – Ardenne) ainsi que des terrains cambriens (Massif de Rocroi).

Le Massif de Rocroi est constitué de dépôts détritiques terrigènes d'âge cambrien et ordovicien (Verniers *et al.*, 2001). Ce sont essentiellement des schistes ou phyllades avec de niveaux de grès, de quartzites et des quartzophyllades. Pendant l'Ordovicien et au début du Silurien, la phase ardennaise de l'orogénèse calédonienne (de direction S-N) provoque la surrection et le plissement de la chaîne de montagne calédonienne. Avant la fin du Silurien, la chaîne de montagne est érodée et donne lieu à une pénéplaine.

Le Dévonien inférieur (ou Eodévonien) est composé par des dépôts terrigènes de type 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, le Siegénien et l'Emsien de l'ancienne nomenclature sont remplacés respectivement par le Lochkovien, le Praguien et l'Emsien.

Ensuite, cette série sédimentaire a subi l'orogénèse varisque. Cela s'est traduit par un raccourcissement selon la direction générale SSE-NNW, avec le plissement des formations paléozoïques en une série de synclinoria et d'anticlinoria successifs (non visibles ici, car la carte

présente les formations situées à l'extrémité sud du Synclinorium de Dinant). La Belgique est ainsi traversée d'est en ouest par le front varisque.

Par la suite, les sédiments méso-cénozoïques se sont déposés en discordance sur le socle pénéplané, mais ont été ensuite érodés pendant le soulèvement pliocène-quaternaire. Seuls subsistent les dépôts argileux et sableux du Paléogène. Pendant ce soulèvement, la région de Macquenoise – Forge-Philippe, appartenant au domaine continental, a subi l'incision progressive du réseau hydrographique ainsi que les effets des variations climatiques. Ces phénomènes sont à l'origine de l'érosion partielle des terrains de couverture et de la morphologie actuelle du paysage en forme de plateau incisé.

III.2. CADRE GÉOLOGIQUE DE LA CARTE

Cette partie donne une description lithologique et stratigraphique sommaire des différentes formations susceptibles d'être rencontrées sur cette carte.

La nouvelle carte géologique 62/1-2 Macquenoise – Forge-Philippe au 1/25 000 n'a pas encore été réalisée. 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, Mémoires de l'institut géologique de Louvain ;
- Carte géologique de la Belgique, planche 198, Macquenoise – Forge-Philippe, 1/40 000, levée et tracée par Malaise, 1898 ;
- Carte géologique détaillée de la France, planche XXVIII-8 Hirson, 1/50 000, levée et tracée par Hatrival *et al.*, 1969 ;
- Les Formations du Dévonien inférieur du Massif de la Vesdre, de la fenêtre de Theux et du Synclinorium de Dinant (Belgique, France), Service géologique de Belgique (Godefroid *et al.*, 1994).

Aucun travail de terrain n'a été conduit pour cette description géologique ; cette tâche est du ressort des géologues de la Carte géologique de Wallonie.

Les fonds géologiques utilisés sont :

- celui de « L'Eodévonien de l'Ardenne et des régions voisines » (Asselberghs, 1946) pour l'Emsien, l'ancien Siegénien et l'ancien Gedinnien supérieur ;
- celui de la Carte géologique de la Belgique, planche 198, Macquenoise – Forge-Philippe (Malaise, 1898), pour l'ancien Gedinnien inférieur, le Cambrien, le Landénien et les alluvions modernes.

III.2.1 Cadre lithostratigraphique

Sur la planche de Macquenoise – Forge-Philippe, le Paléozoïque est constitué du Cambrien et du Dévonien inférieur. Ce dernier reprend les étages du Lochkovien (ancien Gedinnien), du Praguien (ancien Siegénien) et de l'Emsien (nom inchangé). Les principales roches rencontrées sont des siltites, des schistes, des grès, des quartzites et des phyllades.

Tableau III-1. Tableau litho-stratigraphique de la carte de Macquenoise – Forge-Philippe

Ere	Système	Série	Etage	Nouvelle nomenclature : Godefroid et al., 1994			Beugnies, 1963		Asselberghs, 1946		Malaise - Gosselet, 1898		Lithologie		
				Formation	Membre	Abréviation	Nom	Abréviation	Nom	Abréviation	Nom modernes des vallées	Abréviation			
Cénozoïque	Quaternaire	Holocène		Alluvions modernes		AMO					Alluvions modernes des vallées	alm	Alluvions récentes		
		Paléogène	Thanétien (anc. Landénien)			SBL					Sables avec bancs de grès	L2	Sables quartzeux à grains fins		
	Paléozoïque	Dévonien	Supérieur	Emsien inférieur	Vireux	Ruisseau de Deluve	VIR		Assise de Vireux	E1	Grès et schistes de Vireux	Cb3	Grès, grès quartzitiques et bancs de schistes et de siltites		
					Pesche	Ecluse			Grauwacke de Pesche					Schistes interstratifiés de minces bancs et lentilles de grès et de quelques bancs coquilliers	
					Pernelle		LP		Faciès de La Roche	S3				Grès, grès quartzitiques massifs en bancs épais séparés par des niveaux schisteux, de shales et de siltites	
			Moyen	Praguien (anc. Siegénien) supérieur	La Roche										Schistes phylladeux avec quelques bancs gréseux isolés
					Villé		VIL		Faciès des Amonines	S2	Grauwackes, psammites et grès de Houffalize	Cb2	Grès fins laminaires à niveaux fossilifères		
					Minwart		MIR		Faciès d'Anlier	S1	Grès d'Anor	Cb1	Quartzites en bancs lenticulaires métriques, séparés par des bancs de shales et de siltites		
			Inférieur	Lochkovien (anc. Gedinnien) supérieur	Saint-Hubert		STH		Assise de Saint-Hubert	G2b	Schistes verts de Saint-Hubert	Gd	Schistes et siltites phylladeuses interstratifiées de niveaux de grès quartzitiques		
					Oignies		OIG		Assise d'Oignies	G2a	Schistes bigarrés d'Oignies	Gc	Schistes phylladeux interstratifiés par quelques bancs de grès et quartzites		
					Mondrepuis		MON		Gédinnien inférieur schisteux		Schistes fossilifères de Mondrepuis	Gb	Shales gréseux, calcareux et bancs de grès lenticulaires		
			Inférieur	Lochkovien (anc. Gedinnien) inférieur	Fépin	Arkose d'Haybes	FEP		Couches de base	G1	Arkose d'Haybes	Ga	Grès blancs quartzitiques grossiers à fins et intercalations irrégulières de lits schisteux		
						Poudingue de Fépin			Poudingue de Fépin				Poudingues à éléments et ciments quartzitiques, à niveaux gréseux et schisteux		
					Anchamps				Assise d'Anchamps	Rv3	Quartzites et phyllades noires de Revin	Rv	Alternances de phyllades et de quartzites		
			Cambrien	Supérieur	La Roche-à-Sept-Heures	(anc. Revinien moyen)					Revinien				Phyllades ardoisières plurimétriques et quartzites

Le Tableau III-1 reprend toutes les subdivisions géologiques utilisées sur la carte de Macquenoise – Forge-Philippe. Elles sont également reprises dans le schéma suivant représentant le transect nord – sud (voir Figure III-2). Dans le Tableau III-1, certains noms sont indiqués en couleur grise, correspondant à d'anciennes dénominations non utilisées dans le cadre de cette carte.

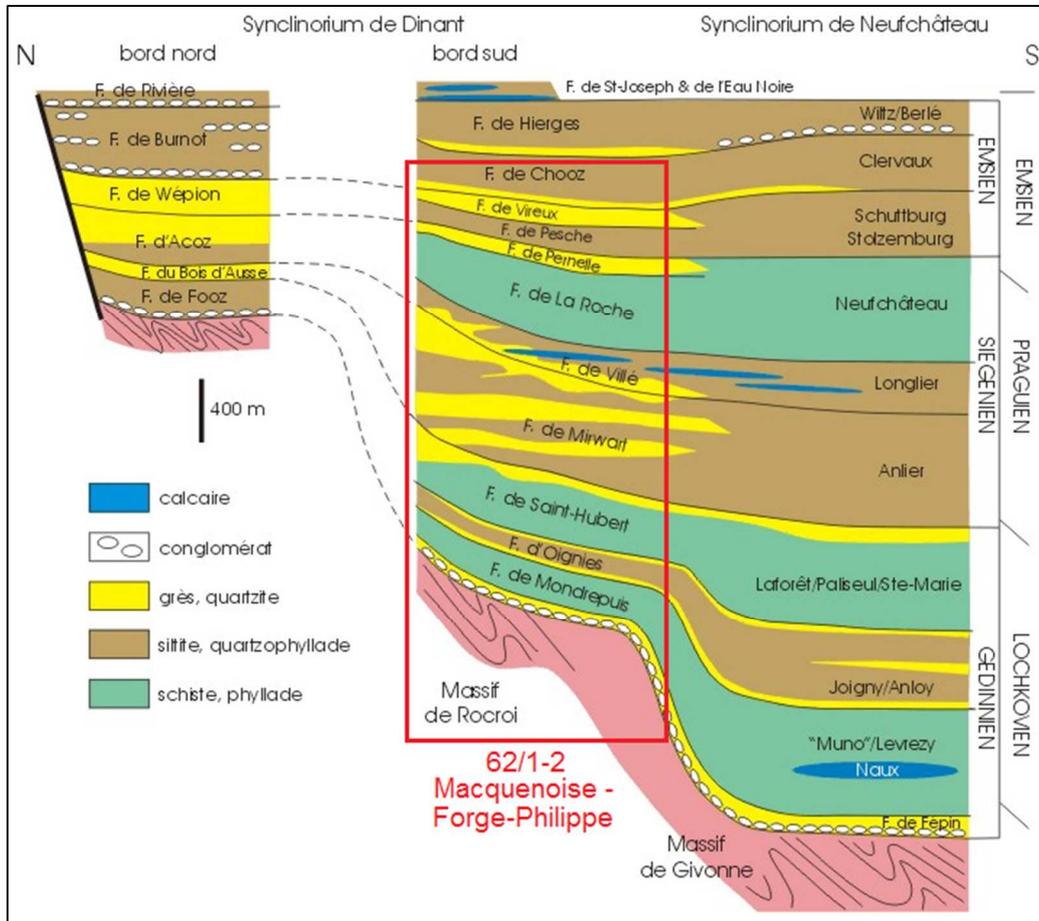


Figure III-2. Situation de la carte 62/1-2 Macquenoise – Forge-Philippe dans le transect nord-sud des Synclinoria de Dinant et de Neufchâteau, durant le dépôt du Dévonien inférieur (Boulvain & Pingot, 2013, 2012, modifié)

III.2.1.1 Les formations du Paléozoïque

III.2.1.1.1 Le Cambrien

Le Cambrien se développe dans le Massif de Rocroi. Sur la carte de Macquenoise – Forge-Philippe, c'est le Groupe de Revin qui est rencontré. Ce groupe est constitué de roches graphiteuses et sombres (quartzites gris noirs et de schistes noirs). Le fer se fixe à l'état de pyrite. D'après Beugnies (1963), cette série est séparée en deux assises par la faille de Macquenoise : l'Assise

d'Anchamps et l'Assise de la Roche-à-Sept-Heures. La première apparaît dans la vallée de l'Artoise tandis que la seconde affleure à peine sur le bord de la faille* (voir Figure III-3).

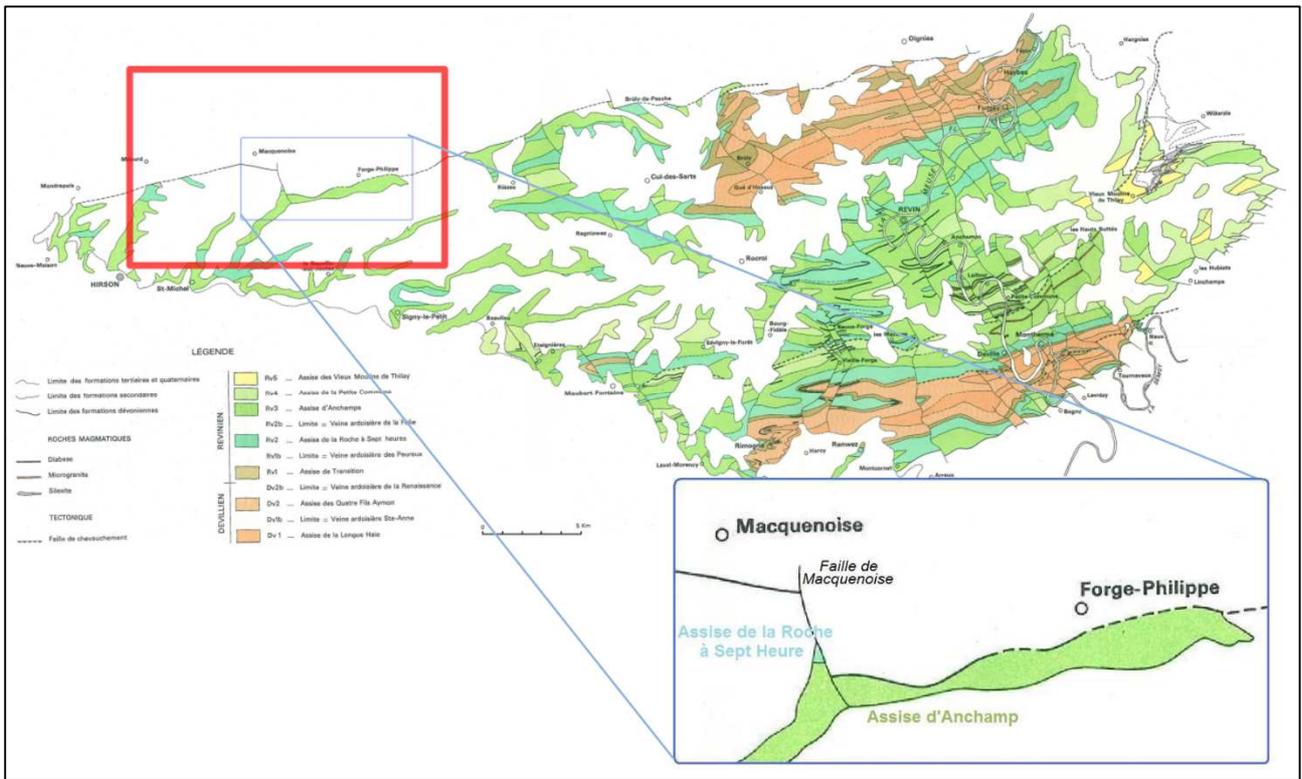


Figure III-3. Localisation de la carte de Macquenoise – Forge-Philippe par rapport au Massif cambrien de Rocroi (Beugnies, 1963, modifié)

L'Assise d'Anchamps (Rv3 – ancien Revinien moyen) ou « *Phyllades et Quartzites noirs d'Anchamps* » – Rv3 – ancien Revinien moyen) est constituée d'alternances de phyllades noirs micacés et de bancs peu épais (de quelques centimètres à deux mètres) de quartzites noirs. Ces derniers s'épaississent vers le sommet de l'assise jusqu'à atteindre une épaisseur de 5 mètres. Cette alternance, qui occupe les deux tiers de l'assise, repose sur un niveau quartzitique noir à grain fin, pyriteux et en bancs (le plus épais atteignant 4 mètres d'épaisseur). A la base de cette assise, se trouvent des phyllades noirs peu micacés avec quelques petits bancs de quartzite noir. La pyrite est fréquente dans toute l'assise, mais principalement dans les bancs de quartzite. Le faciès de l'Assise d'Anchamps est relativement constant sur tout le Massif de Rocroi. Par contre, son épaisseur varie sensiblement (de 150 à 650 mètres).

L'Assise de la Roche-à-sept-heures (Rv2 – ancien « Revinien » inférieur) se compose de « *Phyllades noirs de la Veine de la Folie* » et de « *Quartzites de la Roche-à-Sept-Heures* ». La Veine de la Folie constitue le sommet de l'assise. Sur une épaisseur variant de 10 à 30 mètres, cette veine se compose de couches phylladeuses noires ardoisières plurimétriques et de minces lits décimétriques de quartzites gris. Elle a été abondamment exploitée en plusieurs endroits. La base,

*Les deux assises ne sont pas distinguées sur la carte principale hydrogéologique du poster A0, mais sont cependant décrite dans cette notice.

correspondant aux quartzites de la Roche-à-sept-heures, est constituée de bancs de 1 à 4 mètres de quartzites gris renfermant localement des passées microconglomératiques (surtout vers la base). Quelques phyllades noirs et ardoisiers s'y retrouvent également.

Les limites entre le Dévonien inférieur étudié par Asselberghs en 1946 et le massif cambrien de Rocroi, étudié par Beugnies (1963), ne correspondent pas exactement. La limite entre le Cambrien et le Dévonien inférieur, reprise sur la carte principale, est celle tracée par Malaise (1898) sur la Carte géologique de la Belgique, planche 198, Macquenoise – Forge-Philippe au 1/40 000.

III.2.1.1.2 Le Dévonien inférieur

La subdivision principale du Dévonien inférieur est faite selon celle d'Asselberghs (1946), au milieu du Tableau III-1. La correspondance avec d'autres dénominations est également indiquée (Tableau III-2). Les unités rencontrées, de la plus ancienne à la plus récente sont les couches de base, le Gedinnien inférieur schisteux, les faciès d'Anlier, des Amonines et de la Roche, la grauwacke de Pesche et l'Assise de Vireux.

Ces unités géologiques sont reprises dans le Tableau III-2 de correspondance.

Les couches de base (Gedinnien inférieur G1) (Asselberghs, 1946) :

- Asselberghs regroupait le *Poudingue de Fépin* et l'*Arkose d'Haybes* dans ces couches de base ;
- Autres noms : *Arkose de Fépin (Ga)* (Malaise, 1898, sur la carte géologique de la Belgique de Macquenoise – Forge-Philippe 198, au 1/40 000), *Poudingue de Fépin et Arkose d'Haybes* (Gosselet, 1888)
- Nouvelle nomenclature : Formation de Fépin (Meilliez, 1984 in Godefroid *et al.*, 1994).

Le Poudingue de Fépin est constitué de gros éléments de taille variable, anguleux à subanguleux, 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'épaisseur du poudingue de Fépin reste faible : de 1 à 4 mètres, mais pouvant atteindre 10 mètres.

Tableau III-2. Historique des subdivisions du Dévonien inférieur du bord Sud du Synclinorium de Dinant (Godefroid et al., 1994, modifié – en rouge : formations concernées sur la carte 62/1-2 – en vert : auteurs repris dans la présente notice)

FORMATIONS	PEPIN	MONDRÉ- PUIS	OIGNIES	SAIN- HUBERT	MIRWART	VILLE	LA ROCHE	PERNELLE	PESCHE	VIREUX	CHOOZ	HERGES	SAIN- JOSEPH
DUMONT, A., 1836, 1848, 1849, 1853	SYSTEME GEDINNIEN				SYSTEME COBLENTZIEU				SYSTEME AHRIEN		SYSTEME EIFELIEN		
	Poudingue de Fépin				ETAGE TAUNUSIEN		ETAGE HUNDRUCKIEN				... Schiste rouge	Schiste gris fossilifère, ...	
THORENT, A., 1839	Poudingue de Fépin	Schistes verts de Mondrepuis											
SAUVAGE, C. & BUVIGNIER, A., 1842	ETAGE DES GRES OU QUARTZO-SCHISTEUX INFÉRIEUR												
	Poudingue et grès de Fépin				Grès de Chooz ?		Schistes fossilifères et autres		Grès bleu à paver		Psammites et schistes rouges	Schistes calcaires de Herges	
HEBERT, E., 1855	SYSTEME DES SCHISTES GRIS VERDATRES DE MONDREPUIS												
		Schistes de Mondrepuis ?			Grès d'Anor								
GOSSELET, J., 1864	ETAGE GEDINIEN					GRAUWACKE A <i>Leptaena murchisoni</i> (ASSISE)		POUDINGUE DE BURNOT (ASSISE)			Grès noir de Vireux	Schistes rouges	Schistes à calcéoles (assise)
					Grès d'Anor		Schistes et grès de Montigny-sur-Meuse et de Houffalize			Grès noir de Vireux			
GOSSELET, J. & MALAISE, C., 1868	Poudingue de Fépin	Schistes fossilifères de Mondrepuis	Schistes bigarrés d'Oignies		Grès d'Anor		Schistes et grès de Montigny-sur-Meuse et de Houffalize			Grès noir de Vireux			
GOSSELET, J., 1868, 1871	SCHISTES DE GEDINNE					GRAUWACKE							
	Poudingue de Fépin	Schistes de Mondrepuis	Schistes bigarrés d'Oignies		Grès d'Anor					Grès noir de Vireux	Schistes rouges de Vireux ou de Herges	Roches noires (grauwacke) de Herges	Partie inférieure / Partie supérieure
GOSSELET, J., 1880	GEDINIEN				TAUNUSIEN	COBLENTZIEN OU GRAUWACKE							
	Poudingue de Fépin	Schistes ... de Mondrepuis	Schistes... d'Oignies	Schistes et quartzites de St-Hubert	Grès d'Anor					Grès noir de Vireux	Schistes rouges de Vireux	Grauwaacke de Herges	
CARTE GEOLOGIQUE DE LA FRANCE AU 80 000ème FEUILLE 15 - GIVET, 1882	d, SCHISTES DE MONDREPUIS				d' GRES D'ANOR	d' GRES ET SCHISTES DE VIREUX							
	d, c Arkose de Fépin + poudingue	d, b Schistes fossilifères de Mondrepuis	d, a' Schistes bigarrés d'Hargnies	d, a Schistes verts compacts			d ^b Schistes grossiers de Montigny			d ^m Grès noir de Vireux	d ^a Schistes rouges de Chooz	d st Schistes grossiers de Herges	niveau inférieur / niveau supérieur
GOSSELET, J., 1884, 1888 (+ RENARD, A., 1884)	GEDINIEN				COBLENTZIEN								
	Poudingue de Fépin	Schistes de Mondrepuis	Schistes bigarrés d'Oignies	Schistes de Saint-Hubert	Grès d'Anor	Grauwaacke de Montigny				Grès noir de Vireux	Schistes rouges Poudingue de Burnot	Grauwaacke de Herges	<i>Spirifer arduennensis</i> / <i>Spirifer catringatus</i>
LEGENDES DE LA CARTE GEOLOGIQUE DE BELGIQUE, 1892, 1896	GEDINIEN				COBLENTZIEN								
	Poudingue et arkose de Fépin	Quartz. et schistes de Mondrepuis	Schistes... d'Oignies	Schistes de Saint-Hubert...	Grès d'Anor et de Bastogne (Phyll. d'Alle)	Quartzo-phyllades d'Houffalize	Phyllades à grands feuillets			Grès et schistes noirs de Vireux	Schistes et schistes rouges de Winenne	Schistes... de Bure	
LEGENDES DE LA CARTE GEOLOGIQUE DE BELGIQUE, 1900, 1909	COMME LEGENDES 1892, 1896				COMME LEGENDES 1892, 1896								
					Grès d'Anor et de Bastogne (Phyll. d'Alle) Schistes de Mirwart								
DE DORLODOT, H., 1901					SIEGENIEN				EMSIEN			COUVI- NIEN	
MAILLIEUX, E., 1910					Grauwaacke, grès et psammite de Pesche et de Grupont								
MAILLIEUX E. & DEMANET, F., 1929	GEDINIEN				SIEGENIEN				EMSIEN			COUVI- NIEN	
	A. d'Haybes et P. de Fépin	Schistes de Mondrepuis	Schistes bigarrés d'Oignies	Schistes de Saint-Hubert	Grès d'Anor	Grauwaacke du Bois de Saint-Michel	Grauwaacke du Bois de Petigny	Grauw. de Pesche	Grès et Schistes de Vireux	Schistes de Winenne	Grauwaacke de Herges	Grauw.	
MAILLIEUX, E., 1933 → 1941	GEDINIEN				SIEGENIEN				EMSIEN				
	COMME MAILLIEUX, E. & DEMANET, F., 1929				Grauw. de Saint-Michel (région S)	Grauw. des Annonines (région E) (1933)	Grauw. de Petigny	Grauw. de Grupont (1940)	Grauwaacke de Pesche	COMME MAILLIEUX, E. & DEMANET, F., 1929			
ASSELBERGHS, E., 1946	GEDINIEN				SIEGENIEN				EMSIEN				
	P. de Fépin A. d'Haybes	Schistes de Mondrepuis	Oignies	Saint-Hubert	Facès d'Anlier	Facès des Annonines	Facès de La Roche	"Grauw." de Pesche	Grès de Vireux	Schistes rouges de Winenne	Facès de Herges et de Jemelle		
GODEFROID, J., 1979, 1982 GODEFROID, J. & STAINIER, P., 1982, 1988 GODEFROID, J. & STAINIER, P. & STEEMANS, P., 1982	Carboneat de Fépin	Shales of Mondrepuis	Shales of Oignies	Shales of St-Hubert	Formation of Anor	Formation of Ville (1982)	Formation of La Roche	Formation B	Pesche Formation	Formation de Vireux	Formation de Chooz	Formation de Herges	

L'Arkose d'Haybes renferme de l' « Arkose typique »* et des quartzites très grossiers et graveleux (épaisseur de 5 à 30 mètres). 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.

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 cambrien.

Le Gedinnien inférieur schisteux (G1) (Asselberghs, 1946)

- Autres noms : *Assise de Mondrepuis* (Maillieux, 1927), *Schistes fossilifères de Mondrepuis (Gb)* (Gosselet & Malaise, 1868 ; Malaise, 1898) ;
- Nouvelle nomenclature : Formation de Mondrepuis (Milhau *et al.*, 1989, Meilliez & Blicck in Godefroid *et al.*, 1994).

Ce sont des shales bleutés grossièrement feuilletés, souvent gréseux, avec des grains de quartz disséminés (d'origine détritique ou volcanique). Des strates cariées, anciennement calcareuses 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. La puissance de la formation est très difficile à estimer car les coupes continues dans cette formation sont très rares, et les limites inférieure et supérieure sont imprécises suite au passage insensible d'une formation à l'autre. L'épaisseur de la formation est supposée de 350 mètres à Mondrepuis, de 300 à 350 mètres en bord de Meuse, et de 500 mètres à Willerzie.

L'Assise d'Oignies (Gedinnien supérieur – G2a) (Asselberghs, 1946)

- Autres noms : *Schistes bigarrés d'Oignies* (Gosselet, 1880), *Shales of Oignies* (Godefroid *et al.*, 1982) ;
- Nouvelle nomenclature : Formation d'Oignies (Meilliez & Blicck, in Godefroid *et al.*, 1994).

L'Assise d'Oignies 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 limoniteuses ; les schistes sont alors dits cellulux. Les roches schisteuses sont

* Le terme 'Arkose' a été très souvent utilisé dans le passé pour décrire les grès contenant des amas de kaolin (argile résultant de l'altération des roches riches en feldspath). Cependant, le contenu en feldspath n'est pas suffisant pour parler d'arkose.

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.

L'épaisseur de la formation est de 400 mètres, mais a été revue à la baisse en 1994 pour n'atteindre que 210 mètres (à Fretogne). Les limites inférieure et supérieure de la formation étant difficiles à déterminer, un critère sur la couleur a été retenu par la Commission Nationale de Stratigraphie du Dévonien*.

L'Assise de Saint-Hubert (Gedinnien supérieur – G2b) (Asselberghs, 1946)

- Autres noms : *Schistes de Saint-Hubert* (Gosselet, 1888), *Schistes verts de Saint-Hubert* (Malaise, 1898), *Assise de Saint-Hubert* (Fourmarier, 1922, Asselberghs, 1946), *Shales of Saint Hubert* (Godefroid, 1982) ;
- Nouvelle nomenclature : Formation de Saint-Hubert (Stainier in Godefroid *et al.*, 1994).

L'Assise de Saint-Hubert est caractérisée par un ensemble de shales et de phyllades gris-vert et vert, de quartzophyllades, de psammites, de quartzites verdâtres, gris ou vert (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.

La Formation de Saint-Hubert correspondante a une puissance de 400 mètres dans la région de Couvin.

Le Faciès d'Anlier (Siegénien inférieur – S1) (Asselberghs, 1946)

- Autres noms : *Grès (blanc, rose ou gris) d'Anor* (Fourmarier, 1922 ; Gosselet, 1888), *Formation d'Anor* (Godefroid & Stainier, 1982) ;
- Nouvelle nomenclature : Formation de Mirwart (Stainier in Godefroid *et al.*, 1994).

Le Faciès d'Anlier est représenté par une masse puissante de grès quartzitique blanc, blanc crème, avec des particules de feldspath altéré en kaolin et des paillettes de mica blanc, blanchâtre. Les grès contiennent assez souvent des galets de shales noirs. Les masses gréseuses sont séparées les unes des autres par des bancs de shales ou de siltites gris vert ou noirs. Ces

* La couleur rouge devient caractéristique de la Formation d'Oignies, car elle est absente des deux formations qui l'encadrent (Meilliez et Blicq in Godefroid, 1994).

intercalations pélitiques contiennent aussi de minces bancs de grès de même type. La formation renferme aussi quelques psammites. L'épaisseur de la formation est estimée à 600 mètres.

Le Faciès des Amonines (Siegénien moyen – S2) (Asselberghs, 1946)

- Autres noms : *Assise de Montigny-sur-Meuse*, *Grauwacke de Montigny* (Gosselet, 1888), *Assise d'Houffalize*, *Grauwacke, psammite et grès de Houffalize* (Stainier, 1896) ; *Formation of Villé* (Godefroid & Stainier, 1982)
- Nouvelle nomenclature : Formation de Villé (Stainier in Godefroid *et al.*, 1994).

Asselberghs décrivait, en 1946, le Faciès des Amonines par de gros bancs calcaires gréseux souvent fossilifères et par des schistes calcareux tous pétris de fossiles. La Formation de Villé correspondante se caractérise par des alternances de shales et de grès. Les phyllades (ou les shales) sont de couleur bleue sombre à lamines gréseuses de couleur rouille. Les niveaux gréseux sont carbonatés et argileux, souvent très fossilifères, de couleur bleue. Ces grès deviennent bruns et cariés par altération superficielle. La formation contient aussi quelques bancs de grès, de quartzites verts parfois blancs. L'épaisseur de la formation est très variable : au sud de Couvin, elle est de 30 mètres seulement, tandis qu'elle atteint 200 mètres au sud de Grupont.

Remarques : Les unités géologiques entre les différentes cartes ne sont pas toujours les mêmes. Ainsi certaines formations ont été regroupées ou n'ont pas été représentées. C'est le cas pour la Formation de Villé qui n'apparaît pas du tout sur les cartes géologiques belge et française.

Le Faciès de La Roche (Siegénien supérieur S3) (Asselberghs, 1946)

- Le Faciès de La Roche a été scindée en deux nouvelles formations : la Formation de La Roche (Stainier in Godefroid *et al.*, 1994) et la Formation de Pernelle (Godefroid in Godefroid *et al.*, 1994).

Le Faciès de La Roche est représenté par des phyllades quartzeux bleus noirs à grands feuillets, des quartzophyllades et des quartzophyllades micacés bruns avec quelques bancs de quartzites gris et bleuâtres.

Actuellement, ces formations sont décrites comme ceci : La Formation de La Roche est constituée, sur une épaisseur d'environ 215 mètres, de schistes phylladeux sombres et de phyllades quartzeux (qui constituent des escarpements rocheux dénudés). Quelques bancs gréseux isolés sont présents dans les phyllades. La Formation de Pernelle a une épaisseur d'environ 40 mètres. De la base au sommet, elle se compose d'environ 18 mètres de grès et de grès quartzitiques, massifs, fossilifères par endroits, de couleur bleu vert, virant par endroit au brunâtre par altération, en bancs épais séparés par de minces niveaux schisteux. Ensuite, des shales et des siltites se trouvent sur environ 3 mètres. Ils sont foncés avec quelques minces bancs de grès. Enfin, la

formation se termine par environ 17 mètres de grès et de grès quartzitiques, semblables à ceux de la base.

Remarques : ces deux formations, redéfinies en 1994, ne sont pas reprises sur la carte géologique de Belgique (1898), ni sur la carte géologique détaillée de France (1969), mais devraient exister par continuité avec les cartes voisines situées au nord et nord – est (57/5-6 Momignies – Séloignes (Roland *et al.*, 2014) et 57/7-8 Chimay – Couvin (Dossin *et al.*, 2009).

La Grauwacke de Pesche (Emsien inférieur – E1) (Asselberghs, 1946).

- Autres noms : Schistes et grès coquilliers de Pesche (Godefroid, 1980) ;
- Nouvelle nomenclature : Formation de Pesche (Godefroid *et al.*, 1994, 1982).

La Grauwacke de Pesche constitue le niveau inférieur de l'Assise de Vireux (voir ci-dessous). Dans ce niveau, les schistes dominent : ils sont fréquemment quartzeux et micacés, parfois noduleux. Ils peuvent se déliter en morceaux ou en baguettes, mais peuvent se présenter en gros bancs compacts, chargés de strates de quartzite, passant à des quartzophyllades. La Grauwacke de Pesche renferme de nombreux bancs quartzo-calcaireux et macignoteux, fossilifères (Asselberghs, 1946).

Actuellement, La Formation de Pesche est décrite comme ceci : la formation comprend des shales et des siltites avec des bancs de grès, de grès argileux et de grès coquilliers à ciment calcaire. L'épaisseur est d'environ 190 mètres.

L'Assise de Vireux (Emsien inférieur – E1) (Asselberghs, 1946).

- Autres noms : Grès noirs de Vireux (Gosselet, 1864) Grès et schistes de Vireux (Godefroid, 1980) ;
- Nouvelle nomenclature : Formation de Vireux (Godefroid & Stainier, 1988).

La Formation de Vireux regroupe deux membres d'environ 65 mètres chacun : à la base, le Membre de l'Ecluse, et au sommet, le Membre du Ruisseau de Deluve. Ils sont tous deux constitués de grès quartzitiques, avec des niveaux fossilifères, qui forment des masses épaisses séparées par des argilo-siltites.

III.2.1.2 Les formations du Mésozoïque

Aucune formation mésozoïque n'est présente sur la planche 62/1-2 Macquenoise – Forge-Philippe.

III.2.1.3 Les formations du Cénozoïque

Les sables du Thanétien (Paléocène – ancien Landénien – LAN) sont des sables quartzeux blancs, très bien classés, à grain fin. Ces sables sont très purs. L'épaisseur est d'environ 5 mètres. Leur base est légèrement argileuse et de teinte verdâtre. Au sommet, ils contiennent de très gros blocs (pouvant aller jusqu'à 3 mètres d'épaisseur) de grès blanc à ciment siliceux.

Des limons des plateaux, non visibles sur la carte hydrogéologique, renferment de nombreux fragments provenant de l'altération des roches sous-jacentes. Ils sont généralement argileux et peuvent être très épais sur les plateaux occupés par les terrains cambriens.

Les alluvions récentes sont essentiellement argileuses dans les petites vallées et présentent quelques traces de tourbes dans les vallées plates du plateau de l'Ardenne ainsi que dans celle de l'Oise.

III.2.2 Cadre structural

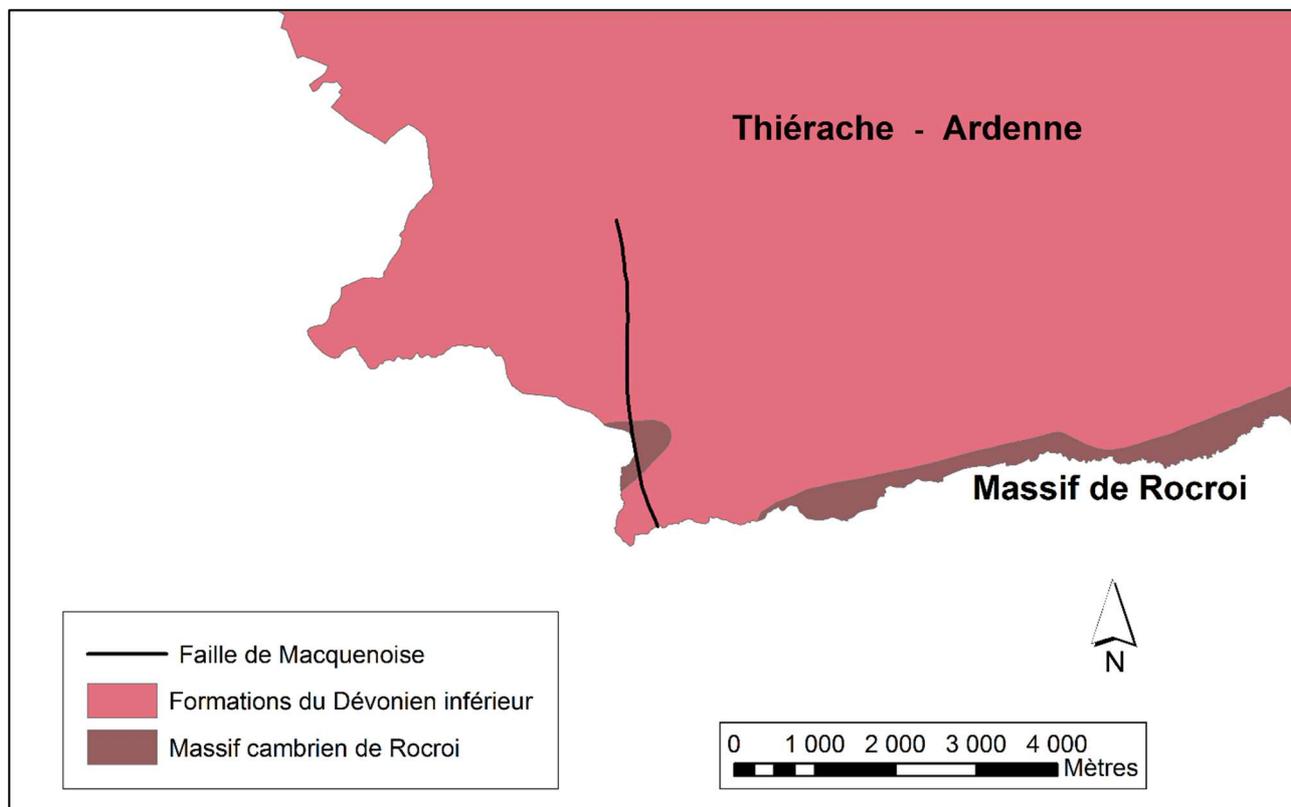


Figure III-4. Cadre structural de la carte de Macquenoise – Forge-Philippe

Sur la carte 62/1-2 Macquenoise – Forge-Philippe, deux unités structurales peuvent être distinguées (voir Figure III-4) :

- le Massif cambrien de Rocroi ;
- la Thiérache – Ardenne constituées par les terrains du Dévonien inférieur.

Le Massif cambrien de Rocroi est visible sur le bord sud de la carte. Il est composé principalement de phyllades et de quartzites appartenant au Groupe de Revin. Ces terrains ont subi les deux orogènes, calédonienne et hercynienne successivement.

La poussée calédonienne de direction sud-nord a fortement plissé et renversé les terrains cambriens. Cela a engendré la formation de trois plis principaux sur l'ensemble du massif : l'anticlinorium de Fumay, le synclinorium de Revin et l'anticlinorium de Bogny. Sur la carte de Macquenoise – Forge-Philippe, le pendage des couches est dirigé vers le Sud et la direction générale est N 80° E.

Le Dévonien inférieur s'appuie sur le Cambrien avec une direction générale de ses diverses unités de N 80° E également, mais le pendage est nord. La discordance angulaire du Dévonien inférieur sur le Cambrien est ainsi clairement mise en évidence et témoigne de l'orogène calédonienne.

Le Massif de Rocroi dans son ensemble est abondamment faillé. La plupart des failles affectant ce massif sont hercyniennes car elles prolongent leurs effets dans les formations dévoniennes de bordures. La faille de Macquenoise, reportée sur la carte 62/1-2, est une faille transversale (Beugnies, 1963). Elle sépare l'assise de la Roche-à-sept-heures de celle d'Anchamps.

En ce qui concerne l'unité de la Thiérache – Ardenne, elle appartient au versant sud du Synclinorium de Dinant. Cette unité est caractérisée, à l'ouest de la Meuse, par des plis en escalier. Les plateaux deviennent plus fréquentes à l'approche du massif de Rocroi. La schistosité de type plan axial y est pied sud. 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.

IV. CADRE HYDROGEOLOGIQUE

IV.1. DESCRIPTION DES UNITÉS HYDROGÉOLOGIQUES

Les unités hydrogéologiques définies pour la carte 62/1-2 Macquenoise – Forge-Philippe sont décrites ci-dessous dans l'ordre stratigraphique, de la plus ancienne à la plus récente. Elles sont reprises dans le Tableau IV-1 synthétique ainsi que dans le tableau de correspondance 'Géologie – Hydrogéologie' du poster A0 joint à la notice.

Les formations géologiques sont regroupées en fonction de leurs caractéristiques hydrodynamiques. Trois termes sont utilisés pour décrire les unités hydrogéologiques, selon le caractère plus ou moins perméable des formations (Pfannkuch, 1990 ; UNESCO-OMM, 1992) :

- Aquifère : formation perméable contenant de l'eau en quantité exploitable ;
- Aquitard : formation géologique de nature plutôt peu perméable et semi-perméable dans laquelle l'écoulement se fait à une vitesse beaucoup plus réduite que dans un aquifère. Son exploitation est possible mais de capacité limitée ;
- Aquiclude : formation à caractère peu perméable, très faiblement conducteur d'eau souterraine, dont il n'est pas possible d'extraire économiquement des quantités d'eau appréciables.

Ces définitions assez subjectives sont à utiliser avec précaution. Elles sont reprises ici afin de renseigner, à une échelle régionale, 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 sur la description lithologique de ces unités (formations ou ensembles de formations).

Certaines formations géologiques voient leur faciès changer latéralement, il est donc possible qu'une même formation soit définie en termes d'aquifère sur une carte et en termes d'aquitard sur une autre carte (raisonnement par carte).

Tableau IV-1. Tableau de correspondance 'Géologie – Hydrogéologie' de Macquenoise – Forge-Philippe

Ere	Système	Série	Etage	Nouvelle nomenclature : Godéroid et al., 1994			Beugnies, 1963		Asselberghs, 1946		Maïaise - Gosselet, 1898		Lithologie	Hydrogéologie													
				Formation	Membre	Abréviation	Nom	Abréviation	Nom	Abréviation	Nom	Abréviation															
Cénozoïque	Quaternaire	Holocène		Alluvions modernes						Alluvions modernes des vallées	alm	Alluvions récentes	Aquifère alluvial														
	Paléogène	Paléocène	Thanétien (anc. Landénien)								Sables avec bancs de grès	L2	Sables quartzeux à grains fins	Aquifère des sables du Paléocène													
			Emsien inférieur	Vieux	Ruisseau de Deluve							Grès et schistes de Vieux	Cb3	Grès, grès quartzitiques et bancs de schistes et de siltites	Aquifère à niveaux aquicludes du Dévonien inférieur												
	Ecluse																										
	Pesche																										
	Dévonien	Inférieur	Praguien (anc. Siegénien) supérieur	Pernelle	La Roche																						
	Dévonien	Inférieur	Praguien (anc. Siegénien) moyen	Villé	Mirtart																						
			Lochkovien (anc. Gedinnien) supérieur	Saint-Hubert	Oignies																						
			Lochkovien (anc. Gedinnien) inférieur	Mondrepuis	Fépin																						
Paléozoïque	Cambrien	Supérieur	(anc. Revinien moyen)	Anchamps	Groupe de Revin	Fépin	Fépin	Fépin	Fépin	Fépin	Fépin	Fépin	Fépin	Fépin													

IV.1.1 L'aquiclude à niveaux aquifères du socle cambro-silurien

L'aquiclude à niveaux aquifères du socle cambro-silurien* comprend les lithologies du Groupe de Revin. Les quartzites sont principalement aquifères avec une qualité variant en fonction du taux d'altération et de fissuration. L'altération peut donner lieu à des sables et s'opère généralement en surface. Le taux de fissuration, relativement important suite aux différentes phases tectoniques, donne lieu à des failles plus ou moins drainantes. Les schistes et les phyllades peuvent être considérés comme aquicludes. Leur altération en argiles empêche également la circulation des eaux souterraines.

Ainsi, par rapport à la qualité moyenne de l'unité, celle-ci est qualifiée globalement d'aquiclude même si les niveaux quartzitiques sont localement aquifères.

IV.1.2 L'aquifère de Fépin

L'aquifère de Fépin est formé de la Formation de Fépin (qui correspond aux Couches de base d'Asselberghs, 1946 ou à l'Arkose de Fépin de Malaise, 1898). Ces terrains peuvent être considérés comme aquifères. Les masses de grès et conglomérat de base de la Formation de Fépin justifient la dénomination d'aquifère. Les niveaux schisteux sont trop peu nombreux et trop minces pour avoir une influence significative (Capette & Hallet, 2014). De plus, son caractère aquifère plus marqué contraste par rapport aux terrains voisins moins perméables.

IV.1.3 L'aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur

L'aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur comprend les formations où les shales et siltites sont prédominants : les formations correspondantes concernées sont celles de Mondrepuis, Oignies, Saint-Hubert, La Roche et Pesche. Le caractère schisteux de ces lithologies confère à l'unité une perméabilité très faible, tandis que les niveaux gréseux et quartzitiques (formations de Mirwart, Villé et Pernelle), s'ils sont suffisamment altérés et fissurés, constituent des niveaux aquifères. Cependant, la faible extension et la faible épaisseur de ces derniers n'offrent que des potentialités limitées et destinées à un usage local.

IV.1.4 L'aquitard à niveaux aquicludes du Dévonien inférieur

La Formation de Vireux se distingue des autres formations voisines qui constituent l'aquitard à niveaux aquicludes du Dévonien inférieur. En effet, elle est formée de grandes masses de grès séparées par de fins niveaux schisteux. Ces masses de grès forment un aquitard de qualité variable selon le niveau d'altération et de fissuration. Les niveaux schisteux sont caractérisés comme aquicludes.

* Le terme générique « Cambro-Silurien » est utilisé même si, dans le cas de cette carte, les formations du Silurien sont absentes.

IV.1.5 L'aquifère des sables du Paléocène

Vu leur caractère très pur, les sables du Thanétien peuvent contenir une nappe superficielle perchée. La conductivité hydraulique dépend de la granulométrie : les zones sablo-graveleuses (situées au sommet) sont plus perméables que les zones plus argileuses (situées à la base).

IV.1.6 L'aquifère alluvial

L'aquifère alluvial est composé des alluvions modernes, formées par des limons argileux, des silts, des sables et des graviers. Elles constituent les premières nappes dans les vallées. Ces nappes sont très vulnérables aux pollutions agricoles, industrielles et domestiques. La conductivité hydraulique des alluvions est fonction de la granulométrie. Les zones sablo-graveleuses conduiront mieux l'eau que les zones limono-argileuses. Ces sédiments peuvent donc former des aquifères locaux. Cependant, vu la nature argileuse de la plupart des formations avoisinantes, les potentialités hydrogéologiques des alluvions sont extrêmement limitées.

IV.2. DESCRIPTION DE L'HYDROGEOLOGIE RÉGIONALE

Au niveau hydrogéologique, la carte de Macquenoise – Forge-Philippe sera décrite dans sa globalité car il y a peu de différence de comportements entre les deux unités morpho-structurales Thiérache – Ardenne et Massif de Rocroi (voir Figure IV-1).

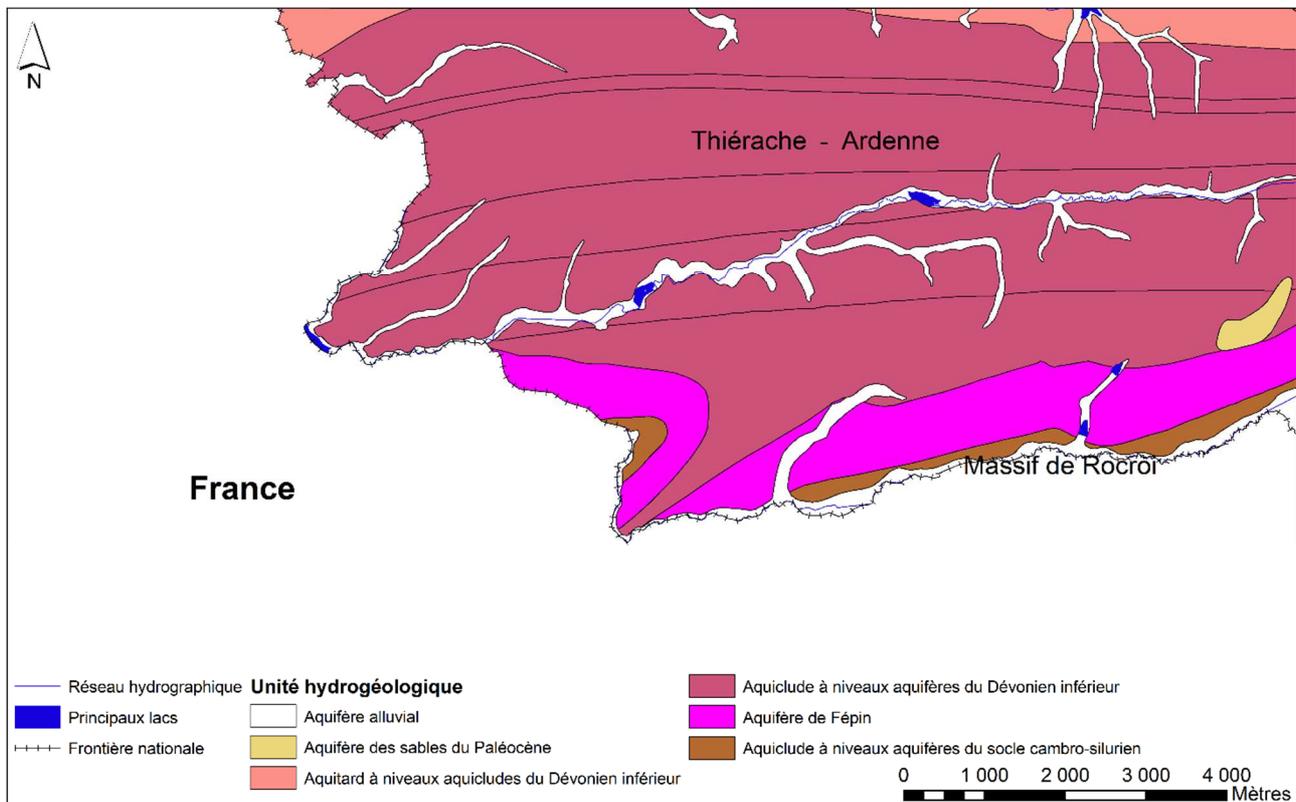


Figure IV-1. Ensemble des unités hydrogéologiques de la carte 62/1-2 Macquenoise – Forge-Philippe

IV.2.1 Généralités

La nature des roches rencontrées sur la carte de Macquenoise – Forge-Philippe ne permet d'identifier de véritables aquifères exploitables au sens économique du terme. Toutefois, les réserves en eau, même limitées, sont nécessaires pour l'alimentation du réseau hydrographique et pour les besoins de la consommation locale. Les deux types de réservoirs (SPW-DGO 3, 2010) qu'il est possible de rencontrer sont :

- les nappes superficielles contenues dans le manteau d'altération ;
- les nappes profondes logées dans les fissures et les zones de fractures des niveaux gréseux et quartzitiques.

Les potentialités aquifères dépendent notamment du degré d'altération et de fissuration des terrains, mais également de leur nature.

L'unité de la Thiérache – Ardenne occupe la quasi-totalité nord de la carte de Macquenoise – Forge-Philippe. Elle est constituée des formations du Dévonien inférieur correspondantes aux nouvelles Formations de Fépin, Mondrepuis, Oignies, Saint-Hubert, Mirwart, Villé, La Roche, Pernelle, Pesche, Vireux et Chooz.

A l'exception des formations de Vireux et de Fépin, les formations de la Thiérache – Ardenne sont principalement constituées de schistes, de siltites, de phyllades, de grès et de quartzites. Les schistes, les siltites et les phyllades présentent une faible perméabilité. Ils sont alors considérés comme aquicludes. Concernant les quartzites et les grès, ceux-ci constituent des niveaux aquifères, d'autant meilleurs qu'ils sont fissurés et altérés. Le manteau d'altération est capable de contenir une nappe d'eau exploitable localement.

Quant à la Formation de Vireux, qualifiée d'aquitard à niveaux aquicludes, et intercalée au sein des formations aquicludes, elle possède une composante plus gréseuse qui lui confère un potentiel hydrogéologique plus intéressant.

Concernant la Formation de Fépin, composées de masses gréseuses importantes, est considérée comme aquifère.

Le Massif cambrien de Rocroi qui borde la partie sud de la carte de Macquenoise – Forge-Philippe, présente les lithologies du Groupe de Revin formant un aquiclude à niveaux aquifères : des phyllades et des quartzites. Ces derniers sont intéressants lorsqu'ils sont altérés et fissurés. Les phyllades, par contre, donnent des argiles par altération, qui viennent colmater les fissures. L'altération superficielle est intéressante car elle permet l'installation de petites nappes exploitables localement.

Ces nappes contenues dans les couches superficielles altérées et fissurées peuvent être exploitées par drains ou galeries. Dans les régions de Macquenoise – Forge-Philippe (62/1-2) et de Momignies – Séloignes (57/5-6, au nord), ces types d'ouvrages, bien qu'utilisés, se rencontrent peu. La capacité d'emménagement de ces terrains est généralement très faible de même que le débit spécifique des ouvrages (voir VII. Paramètres d'écoulement).

Par comparaison avec des formations aquifères calcaires, les réserves en eau de la région de Macquenoise-Forge-Philippe sont assez faibles que ce soit dans la Thiérache – Ardenne ou dans le Massif de Rocroi. Ces réserves ne peuvent subvenir qu'à des besoins locaux et/ou de petites ampleurs.

IV.2.2 Masses d'eau souterraines

Concernant les masses d'eau souterraine, la carte de Macquenoise – Forge-Philippe en recoupe deux :

- la RWM103 des grès et schistes du massif ardennais (Semois, Chiers, Houille et Viroin), pour la grande majorité de la carte ;
- la RWM023 des calcaires et grès dévoniens de la Dépression de la Fagne – Famenne et de la Calestienne (Brouyère *et al.*, 2009), pour une petite surface au nord-est de la carte.

Ces masses d'eau souterraine sont reprises à la Figure IV-2.

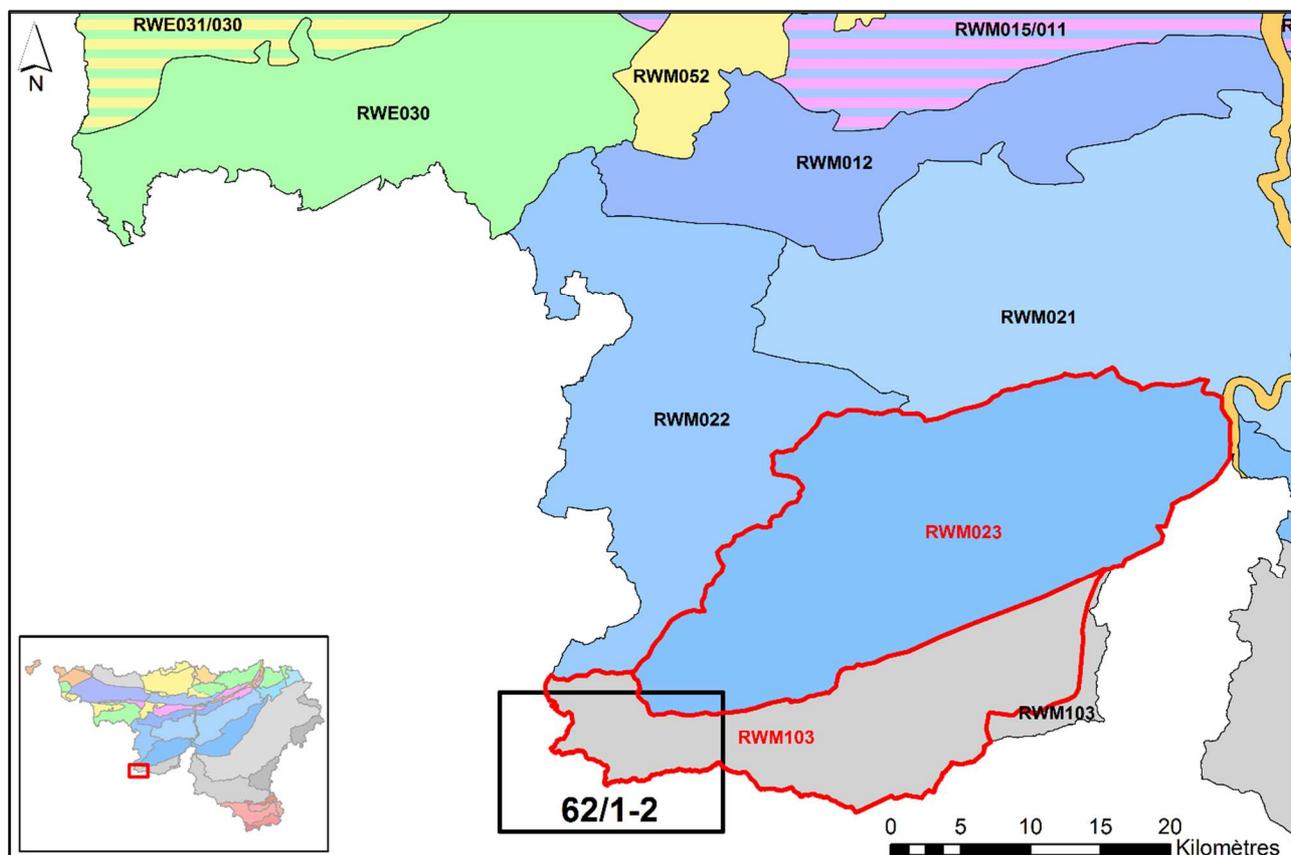


Figure IV-2. Localisation de la carte 62/1-2 Macquenoise – Forge-Philippe par rapport aux masses d'eau souterraine RWM023 et RWM103 (SPW-DGO 3, 2014)

IV.2.3 Piézométrie de la planche 62/1-2

Etant donné, d'une part que les formations sont en général peu perméables, d'autre part que les niveaux perméables alternent avec des niveaux imperméables et compte tenu qu'il y a peu de continuité hydrodynamique, il n'est pas possible de tracer des isopièzes continues. Toutefois, les cotes piézométriques ponctuelles mesurées sur le terrain, sont reprises sur la carte principale. Elles sont commentées ci-dessous.

Le Tableau IV-2 et le Tableau IV-3 donnent des informations piézométriques, pour quelques puits implantés dans l'aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur, l'aquitard à niveaux aquicludes du Dévonien inférieur, l'aquifère de Fépin et l'aquiclude à niveaux aquifères du socle cambro-silurien :

Tableau IV-2. Mesures piézométriques ponctuelles dans différents ouvrages implantés dans l'aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur

Ouvrages	<i>FPMS13820</i>	<i>Fourmatot</i>	<i>Ferme de Bati</i>	<i>FPMS13812</i>	<i>FPMS13805</i>
Type	Puits foré	Puits traditionnel	Puits foré	Puits traditionnel	Puits traditionnel
Profondeur (m)	7,3	9,98	35	16,2	6,6
Date de relevé	25/05/2008	25/04/2008	15/05/2008	29/04/2008	17/04/2008
Cote piézométrique (m)	271,9	262,4	308,3	286,8	288,5
Profondeur du niveau piézométrique (m)	1,1	3,75	6,7	10,2	1,52
Unité hydrogéologique sollicitée	Aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur				

Tableau IV-3. Mesures piézométriques ponctuelles dans différents ouvrages implantés dans l'aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur

Ouvrages	<i>Haies aux Charmes (Pré)</i>	<i>Vieux Gauchy</i>	<i>Rue d'en Haut</i>	<i>Puits Prairie Ermitage</i>	<i>Puits Buisset</i>
Type	Puits traditionnel	Puits traditionnel	Puits traditionnel	Puits foré	Puits traditionnel
Profondeur (m)	13,3	7,6	8,22	24	2,5
Date de relevé	11/09/2008	28/04/2008	25/04/2008	23/05/2008	23/05/2008
Cote piézométrique (m)	251,7	284,3	272	274,7	268,7
Profondeur du niveau piézométrique (m)	8,32	3,2	1	10,3	0,3
Unité hydrogéologique sollicitée	Aquitard à niveaux aquicludes du Dévonien inférieur	Aquifère de Fépin			Aquiclude à niveaux aquifères du socle cambrosilurien

Les ouvrages peu profonds présentent des niveaux piézométriques proches de la surface du sol. Ces niveaux sont ceux d'une nappe superficielle logée dans le manteau d'altération.

Les puits de plus grande profondeur sollicitent des niveaux aquifères entourés de terrains moins perméables. Dans ceux-ci, le niveau piézométrique peut être plus profond.

La Figure IV-3 montre les évolutions piézométriques pour différents ouvrages nommés :

- « Route d'Anor » (puits traditionnel de 14,2 mètres de profondeur), implanté dans l'aquitard à niveaux aquicludes du Dévonien inférieur ; la partie encadrée de 2007 à 2014 est agrandie à la Figure IV-4 ;
- « Fourmatot » (puits traditionnel de 9,98 mètres de profondeur), implanté dans l'aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur ;
- « Saut Piquet 58 » (profondeur inconnue), implanté dans l'aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur ;

- « Rue des combles 101 » (puits traditionnel de 9,2 mètres de profondeur), implanté dans l'aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur ;
- « Saboterie » (puits traditionnel de 8,5 mètres de profondeur), implanté dans l'aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur ;
- « Rond Point 291 » (puits traditionnel de 9,95 mètres de profondeur) établi dans l'aquifère des sables du Paléocène.

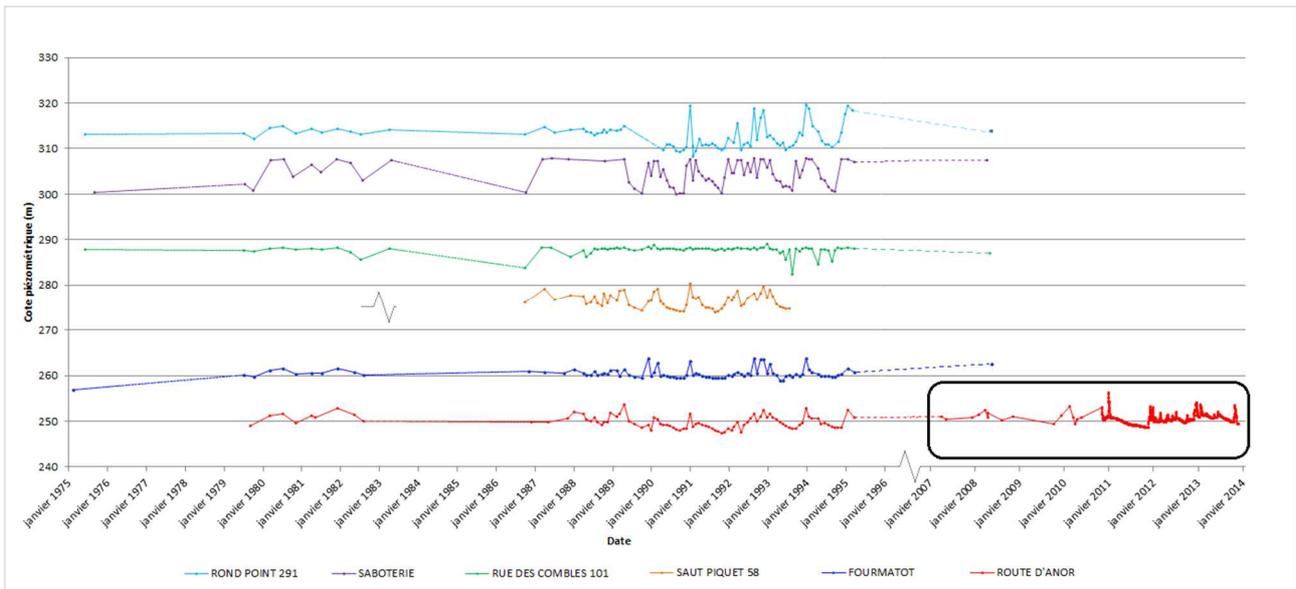


Figure IV-3. Evolutions des cotes piézométriques pour différents ouvrages. Agrandissement de la partie encadrée visible à la Figure IV-4

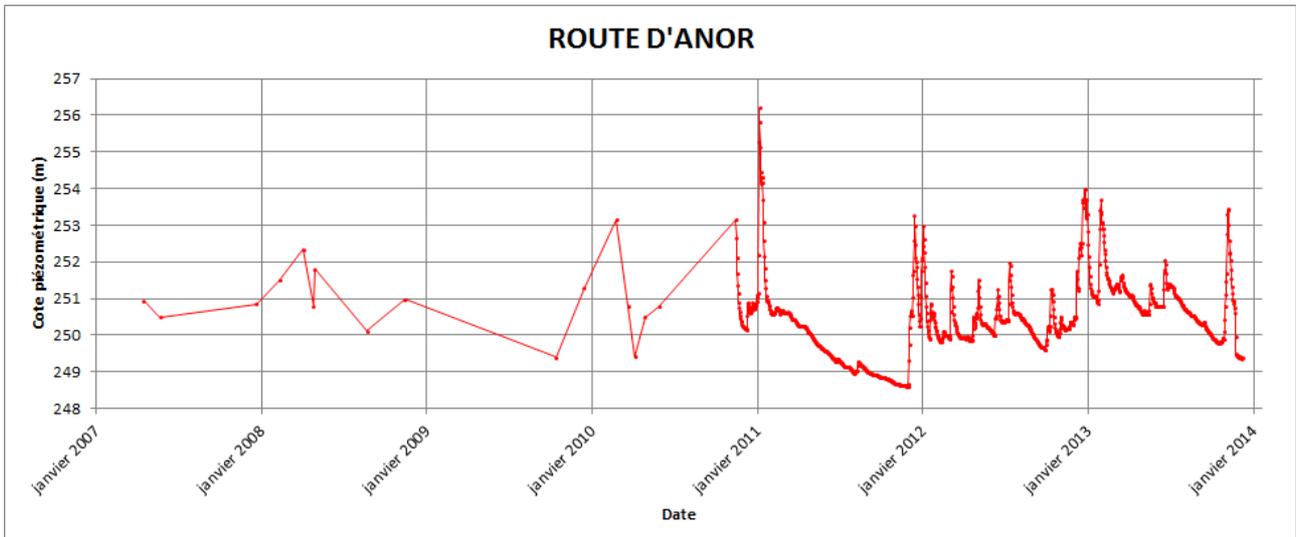


Figure IV-4. Evolutions piézométriques pour le puits « Route d'Anor », équipé d'une station PZ188 (SPW-DGO 3, 2013a). Agrandissement de la partie encadrée sur la Figure IV-3

Tous les ouvrages ont été suivis depuis 1975, à l'exception de « Saut Piquet 58 » (suivi de 1986 à 1993) et « Route d'Anor » (depuis 1979). Entre 1987 et 1995, les relevés ont été plus fréquents, ce qui permet de mieux visualiser les évolutions piézométriques. Pour le puits « Route

d'Anor, le suivi a repris en 2007. Vers la fin de l'année 2010, un système de mesure automatique a été installé et assure désormais le suivi piézométrique journalier. L'ensemble de ces mesures est disponible et accessible via le site internet Piez'Eau* (SPW-DGO 3, 2013a).

De manière générale, quel que soit l'ouvrage, les nappes restent stables et les fluctuations suivent la réalimentation saisonnière : les niveaux sont plus élevés en janvier et diminuent progressivement pendant l'année. Les amplitudes varient entre 6,19 mètres et 11,29 mètres selon l'ouvrage. Cette dernière amplitude, plus importante, concerne l'ouvrage implanté dans l'aquifère des sables du Paléocène.

Concernant le puits « Route d'Anor », le suivi journalier permet de bien distinguer le cycle annuel (saisonnier), mais aussi un cycle quasi mensuel à bimensuel qui peut être relié à la réalimentation rapide par les précipitations. Cela est très bien visible pendant l'année 2012.

IV.3. COUPES HYDROGEOLOGIQUES

Afin de mieux visualiser et de mieux comprendre la structure géologique et le comportement hydrogéologique des différentes unités présentes dans la région de Macquenoise – Forge-Philippe, deux coupes hydrogéologiques ont été insérées dans le poster A0 joint à la notice explicative. L'une est à l'échelle verticale 1/25 000 et l'autre à l'échelle verticale 1/5 000. Cette exagération des hauteurs d'un facteur 5 met en évidence les structures influençant l'hydrogéologie locale.

Le trait A1 – A2, orienté nord – sud, se situe au milieu de la carte. Il débute à l'est du Bois Hannoteau (A1), passe par Fourneau d'Oise, Malapaire, La Loge et s'achève à la frontière française, entre Cendron et Saut Piquet (A2). Ces coupes ont été tracées dans le cadre de la réalisation de cette carte hydrogéologique en 2008, inspirées de celles tracées par Asselberghs (1946) et modifiées lors de la mise-à-jour de cette carte (notamment pour l'aquifère de Fépin) en 2013. Elles montrent la géologie (structure et lithologie) et l'hydrogéologie (unités hydrogéologiques et mesures piézométriques ponctuelles) de la zone cartographiée.

La coupe a été tracée perpendiculairement à la structure. Globalement, elle montre les différentes unités hydrogéologiques en série plissée et présentant un pendage vers le nord.

Les cotes piézométriques ponctuelles mesurées ont été projetées sur le tracé de la coupe et sont représentées par des triangles inversés colorés suivant la nappe concernée.

* Réseau piézométrique de la Direction des Eaux souterraines : <http://piezo.environnement.wallonie.be>

IV.4. CARACTÈRE DES NAPPES

Les nappes contenues dans les formations de la carte 62/1-2 Macquenoise – Forge-Philippe sont considérées, de manière générale, comme libres (voir la « carte des informations complémentaires et des caractères des nappes »* au 1/50 000 sur le poster A0 joint à cette notice).

Les nappes se trouvent soit à l’affleurement, soit sous couverture perméable à semi-perméable : sous les sables du Thanétien, les alluvions ou les limons des plateaux (non visibles sur la carte) qui peuvent être argileux et plus épais sur le socle cambrien.

Le caractère libre des nappes peut entraîner une plus grande sensibilité à la pollution.

IV.5. LES CARRIERES

Il n’existe aucune carrière en activité sur la carte 62/1-2 Macquenoise – Forge-Philippe.

* La « carte des informations complémentaires et des caractères des nappes » présente le caractère des différentes nappes rencontrées sur la carte de Macquenoise – Forge-Philippe. La carte localise également les différents sites au droit desquels des données quantitatives ou qualitatives sont disponibles (analyses chimiques, essais de pompage, essais de traçage, diagraphie).

V. CADRE HYDROCHIMIQUE

Aucune campagne particulière de prélèvement pour analyse chimique n'a été organisée dans le cadre de la réalisation de cette carte hydrogéologique. Ce chapitre reprend les données existantes dans la base de données BD Hydro, alimentée par les résultats d'analyses fournis par le SPW (base de données physico-chimiques des captages d'eau souterraine CALYPSO), les sociétés publiques de distribution d'eau et/ou publiées à l'occasion d'études particulières (protection des captages...). Les points où sont disponibles les analyses chimiques ont été reportés sur la carte thématique au 1/50 000 « *Carte des informations complémentaires et des caractères des nappes* » du poster A0 accompagnant cette notice. L'aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur et l'aquiclude à niveaux aquifères du socle cambro-silurien seront caractérisés au point de vue hydrochimique. Les autres unités hydrogéologiques ne le sont pas.

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

V.1. CARACTÉRISTIQUES HYDROCHIMIQUES DES EAUX

V.1.1 L'aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur

Sur la carte de Macquenoise – Forge-Philippe, il n'existe qu'un seul ouvrage sur lequel une analyse chimique a été réalisée. Il s'agit de la source du Ri du Frêne appelée « Fontaine Pierre Jacques » (la localisation se trouve en Annexe 2). Elle est une sorte d'exutoire à l'aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur. Elle se situe en zone forestière. Les résultats d'analyses pour cette source sont présentés dans le Tableau V-1.

Afin de mieux caractériser cette unité hydrogéologique, les analyses chimiques de deux autres ouvrages situés sur la carte voisine Rièzes – Cul-des-Sarts (62/3-4) (Capette & Hallet, 2014) sont également présentées (voir Tableau V-1). Le « Puits Nord » et la « Ferme des Jeunes » sont situés en zone boisée.

Tableau V-1. Analyses chimiques des ouvrages Fontaine Pierre Jacques (62/1-2), Puits Nord et Ferme des jeunes (62/3-4) (Capette & Hallet, 2014) et valeurs seuil RW du Code de l'Eau

Ouvrages			Fontaine Pierre Jacques		Puits Nord		Ferme des jeunes 17/12/2007
			28/08/2006*	15/04/2013	10/04/2007*	17/03/2009**	
Analyses, unités et valeurs Seuil RW							
pH	unités pH	6,5 à 9,45	6,74	6,89	5,8	6,3	7,23
Conductivité	µS/cm à 20°C	2500	194	200	112	101	170
Turbidité	NTU	4	-	4,046	-	-	-
Dureté totale	° français	67,5	6,7	6	4,2	4,3	-
Oxygène dissous (in-situ)	mg/l O ₂		5,02	9,89	2,1 (07/2006)	-	-
Alcalinité totale (TAC)	°français		4	4,8	-	3,1	-
Aluminium	µg/l Al	200	205	136	-	< 50	-
Calcium	mg/l Ca	270	16,9	19	8	12	-
Magnésium	mg/l Mg	50	3,9	3,2	3,3	3,2	-
Ammonium	mg/l NH ₄	0,5	0,45	LQ	0,10	LQ	0,019
Manganèse	µg/l Mn	50	72	29	500	487	57
Sodium	mg/l Na	200	7,3	5,6	4,2	4,3	-
Potassium	mg/l K		3,4	< 0,5	0,42	< 1	LQ
Fer (sur filtré 0,4µ)	µg/l Fe	200	186	-	610	18,9	213
Fer (extractible)	µg/l Fe	200	-	354	-	-	-
Sulfates	mg/l SO ₄	250	1,32	2	10,9	7,5	LQ
Chlorures	mg/l Cl	250	13,9	10	8,5	7,6	-
Nitrates	mg/l NO ₃	50 ⁽¹⁾	16,9	16,3	4,4 (07/2006)	4,3	0,591
Nitrites	mg/l NO ₂	0,5	0,08	LQ ⁽²⁾	< 0,01	LQ	0,017
Silice	mg/l SiO ₂		10	9	186	-	-
Oxydabilité (KMnO₄)	mg/l O ₂	5	6,3	2,5	0,5	-	-

Sauf (1) : Norme de qualité européenne – (2) signifie Limite de Quantification, - est noté en l'absence de résultat

Les eaux sont caractérisées par une faible minéralisation (conductivité peu élevée, très faible teneur en calcium et magnésium) et restent proche de la neutralité (pH ≈ 7). La concentration élevée en silice du « Puits Nord » indique qu'il est établi dans les grès, ce qui ne semble pas le cas pour la « Fontaine Pierre Jacques ». L'eau de celle-ci serait d'origine superficielle : la teneur en oxygène dissous est relativement élevée (le niveau guide étant fixée à 10 mg/l).

Le fer, l'aluminium et le manganèse sont présents naturellement dans les sols et peuvent se retrouver dissous dans les eaux souterraines à des concentrations très variables. Les teneurs en ces trois éléments sont très variables d'un endroit à l'autre et d'un moment à l'autre, mais sont généralement présents dans les terrains du Dévonien inférieur.

V.1.2 L'aquiclude à niveaux aquifères du socle cambro-silurien

Le Tableau V-2 donne les résultats de l'analyse chimique d'un ouvrage implanté dans l'aquiclude à niveaux aquifères du socle cambro-silurien (massif de Rocroi), mais qui est situé sur

* Résultats d'analyses repris de la première version de la notice de la carte hydrogéologique Macquenoise – Forge-Philippe (Roland & Rorive, 2008).

** Résultats d'analyses repris de la notice de la carte hydrogéologique Rièzes – Cul-des-Sarts (Capette & Hallet, 2014)

la carte voisine 62/3-4 Rièzes – Cul-des-sarts (Capette & Hallet, 2014). Il s'agit du « Puits Sud » appartenant à l'Abbaye de Scourmont asbl.

Tableau V-2. Analyses chimiques du Puits Sud et valeurs seuil RW du Code de l'Eau

Analyses, unités et valeurs Seuil RW		Ouvrages	
			Puits Sud 28/08/2007
pH	unités pH	6,5 à 9,45	6,76
Conductivité	µS/cm à 20°C	2500	243
Turbidité	NTU	4	-
Dureté totale	° français	67,5	13
Oxygène dissous (in-situ)	mg/l O ₂		6,1
Alcalinité totale (TAC)	°français		-
Aluminium	µg/l Al	200	-
Calcium	mg/l Ca	270	36,1
Magnésium	mg/l Mg	50	6,9
Ammonium	mg/l NH ₄	0,5	LQ
Manganèse	µg/l Mn	50	< 5
Sodium	mg/l Na	200	7,7
Potassium	mg/l K		< 1
Fer (sur filtré 0,4µ)	µg/l Fe	200	< 2
Sulfates	mg/l SO ₄	250	3,4
Chlorures	mg/l Cl	250	16,4
Nitrates	mg/l NO ₃	50 ⁽¹⁾	29
Nitrites	mg/l NO ₂	0,5	LQ ⁽²⁾
Silice	mg/l SiO ₂		8,9
Oxydabilité (KMnO₄)	mg/l O ₂	5	< 0,9

Sauf (1) : Norme de qualité européenne – (2) signifie Limite de Quantification, - est noté en l'absence de résultat

D'après cette seule analyse, l'eau qui est logée dans le massif cambrien a presque les mêmes caractéristiques que celle du Dévonien inférieur : la conductivité y est cependant un peu plus élevée, de même que les teneurs en calcium et magnésium.

Selon une étude réalisée par Géofina sa en 1998 sur le « Puits Sud », l'eau est du type bicarbonaté à cations indifférents : « En effet, même si le calcium semble dominant, la somme des alcalins, identique à la teneur en magnésium, s'approche assez fort de celle du calcium. Ces eaux ne peuvent donc être qualifiées de magnésiennes. Bien que relativement élevées, les teneurs en chlorures ne dominent pas et l'eau de la nappe reste bicarbonatée. » (Géofina sa, 2006a, 1999).

La teneur en fer est étonnamment faible et ne cadre pas avec les observations de dépôts ferreux sur les parois du puits et du matériel immergé. Cela peut-être expliqué par la précipitation d'hydroxyde de fer sur les surfaces (Géofina sa, 1999).

* Résultats d'analyses repris de la première version de la notice de la carte hydrogéologique Macquenoise – Forge-Philippe (Roland & Rorive, 2008).

V.2. PROBLÉMATIQUES 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 nitrates (NO₃) par litre d'eau au maximum. Pour protéger les eaux de surface et souterraines de la pollution par les nitrates, six « zones vulnérables » ont été désignées par arrêtés ministériels (voir Figure V-1). Depuis novembre 2012, certaines zones ont été revues et étendues (Pays de Herve et Sud Namurois). Cette désignation implique l'application d'un programme d'action précis dont les mesures ont été arrêtées dans le Programme de Gestion Durable de l'Azote en agriculture (PGDA)*. Un réseau de surveillance mis en place par le SPW permet de suivre les teneurs en nitrates et d'évaluer de manière cohérente et complète l'état des ressources en eau souterraines (SPW-DGO 3, 2013b).

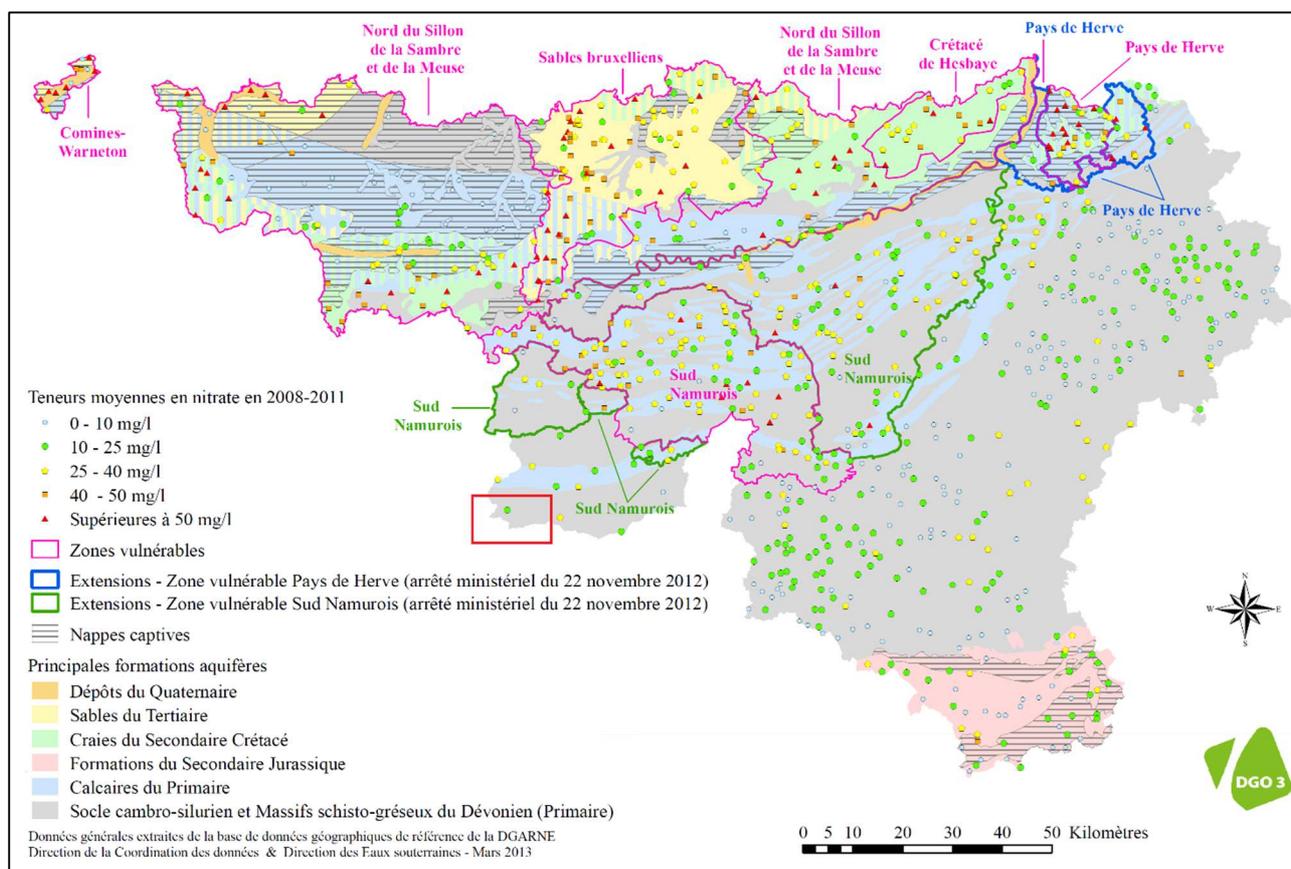


Figure V-1. Zones vulnérables aux nitrates arrêtées en Wallonie (SPW-DGO 3, 2013b) et localisation de la carte 62/1-2 Macquenoise – Forge-Philippe

La carte de Macquenoise – Forge-Philippe n'est pas reprise dans les zones vulnérables aux nitrates. D'après le Tableau V-1, la valeur de concentration en nitrates mesurée en 2013 sur la

* Livre II du Code de l'Environnement contenant le Code de l'Eau, Version Coordonnée, arrêté par le Gouvernement Wallon – articles R188 à R232.

<http://environnement.wallonie.be/legis/Codeenvironnement/codeeaucoordonne.htm>

Le site www.nitrawal.be peut également être consulté.

source « Fontaine Pierre Jacques » était de 16,3 mg/l. Cette valeur est bien en-dessous de la norme de potabilité fixée à 50 mg/l.

Sur la carte voisine 62/3-4 Rièzes – Cul-des-Sarts (Capette & Hallet, 2014), le « Puits Nord » et le « Puits Sud » ont été suivis depuis 1997 (voir Figure V-2). Les teneurs en nitrates du « Puits Nord » tournent autour de 4 mg/l, sans trop évoluer. Celles du « Puits Sud » sont un peu plus élevées et varient entre 24 et 29 mg/l. Elles restent toujours inférieures aux 50 mg/l réglementaires.

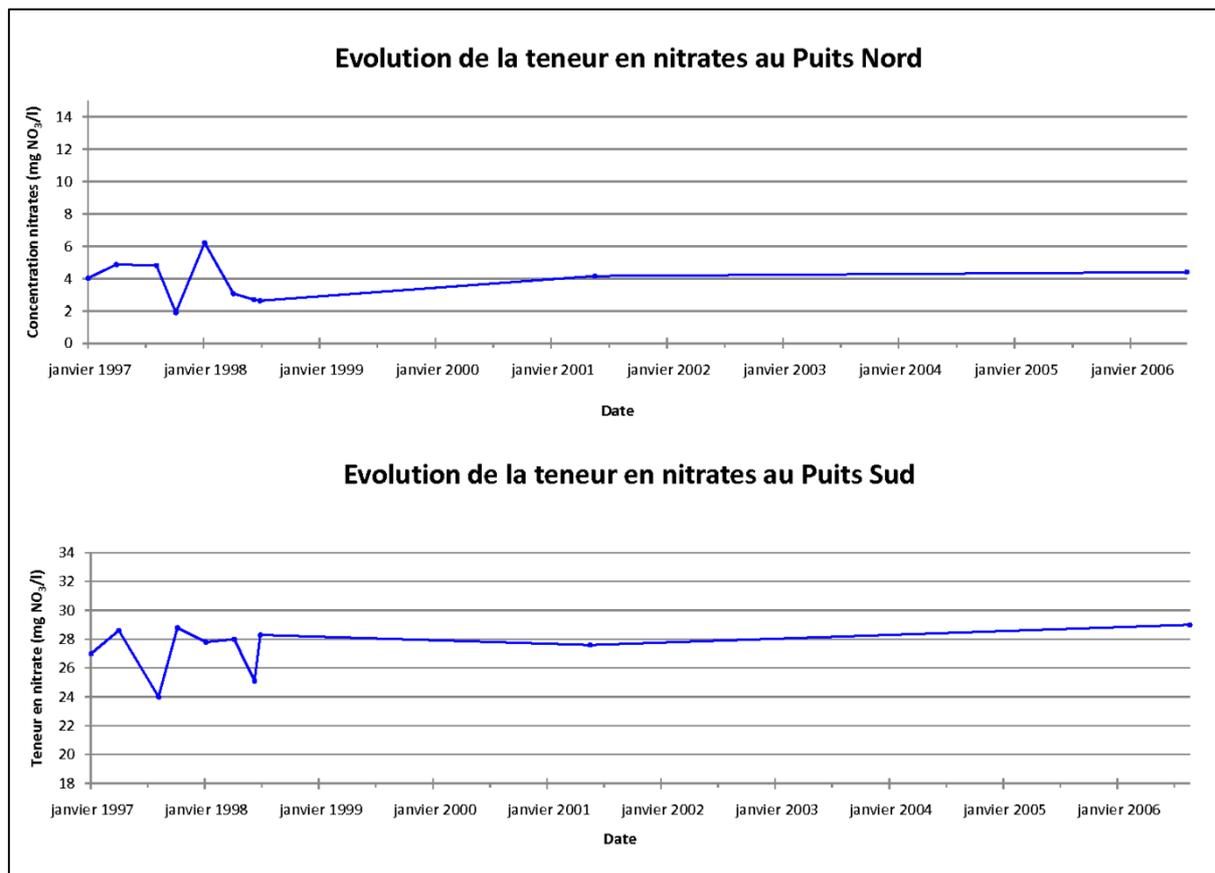


Figure V-2. Evolution de la teneur en nitrates au Puits Nord et au Puits Sud (Capette & Hallet, 2014)

V.3. QUALITÉ BACTÉRIOLOGIQUE

Deux analyses bactériologiques ont été réalisées sur la source « Fontaine Pierre Jacques » en mars 2009 et avril 2013. Les résultats sont présentés dans Tableau V-3. Les résultats d'analyses bactériologiques réalisés sur le « Puits Nord » (carte voisine 62/3-4 Rièzes – Cul-des-Sarts (Capette & Hallet, 2014)) datant d'avril 2007 sont également présentés.

Tableau V-3. Analyses bactériologiques de la « Fontaine Pierre Jacques » et du « Puits Nord » et normes wallonnes actuelles de potabilité des eaux de distributions

Ouvrages		Normes	Fontaine Pierre Jacques		Puits Nord
			17/03/2009	15/04/2013	10/04/2007
Germes aérobies totaux à 22°C	Nbre/ml		8300	-	14
Germes aérobies totaux à 36°C	Nbre/ml		-	520	1
Bactérie coliformes	Nbre/100 ml	0			1
Coliformes totaux	Nbre/100 ml	0	70	470	-
Escherichia Coli	Nbre/100 ml	0	60	250	0
Entérocoques	Nbre/100 ml	0	12	15	-
Enterocoques intestinaux	Nbre/100 ml	0	-	-	0
Staphylocoques à coagulase positive	Nbre/100 ml	0	-	-	0
Spore anaérobies sulfito-réductrices	Nbre/20 ml	0	-	-	2
Clostridium perfringens (y compris spores)	Nbre/100 ml	0	-	-	0
Salmonelles	Nbre/2000 ml	0	-	-	Absence
Listeria monocytogènes (recherche)	Nbre/2000 ml	0	-	-	Absence
Pseudomonas aeruginosa	Nbre/100 ml	0	-	-	0

Les eaux de la « Fontaine Pierre Jacques » sont fortement contaminées par des bactéries. Leur potabilisation demanderait un traitement particulier. Par contre, le « Puits Nord » présente une eau d'assez bonne qualité bactériologique. Un simple traitement par chloration devrait permettre sa potabilisation.

V.4. AUTRES PARAMETRES

Les pesticides sont régulièrement contrôlés au niveau des captages de distribution publique et des exploitations agricoles. Plusieurs directives européennes ont été mises en place pour protéger le consommateur. Les directives 91/414/CEE et 98/8/CEE, relatives à la mise sur le marché, respectivement, des pesticides à usage agricole et des biocides, ont été transposées en droit belge par les arrêtés royaux des 28 février 1994 et 22 mai 2003.

Les teneurs en pesticides (Atrazine, Diuron, Bromacile, etc.) ont été mesurées sur la source Fontaine Pierre Jacques. Les analyses ont été réalisées en août 2006, mars 2009 et avril 2013. Elles indiquent une faible concentration voire l'absence en ces substances (concentrations généralement inférieures à 10 ng/l), ce qui signifie qu'elles ne sont pas utilisées dans le voisinage de la source, située en zone boisée.

Une analyse réalisée sur le « Puits Nord » (carte voisine 62/3-4) est présentée dans le Tableau V-4. Celui-ci indique de nouveau qu'aucune substance nocive n'est présente dans l'eau, ou en très faible quantité. Une attention particulière est portée sur la protection de l'eau souterraine, allant jusqu'à la non-utilisation de produit fertilisant ou autres sur les parcelles avoisinant les ouvrages de l'Abbaye de Scourmont asbl et à l'établissement de zones de prévention.

Tableau V-4. Analyses de familles de pesticides dans le « Puits Nord »

Ouvrages		Normes*	Puits Nord 10/04/2007
Pesticides organochlorés	µg/l	0,03 ou 0,1	< 0,02
Pesticides phosphorés	µg/l	0,01 ou 0,1	< 0,05 ou < 0,1
Pesticides azotés	µg/l	0,1	< 0,02
Hydrocarbures aromatiques polycycliques	µg/l	NP ou 0,01	< 0,02
Trihalométhane	µg/l	NP	< 1
Hydrocarbures aromatiques monocycliques	µg/l	1 ou 3 ou 10	< 1

* La norme dépend de la substance en question. Dans le tableau, sont reprises les familles et non les substances. NP signifie Non Précisé

VI. EXPLOITATION DES AQUIFERES

Sur la carte thématique de Macquenoise – Forge-Philippe « Carte des volumes prélevés » au 1/50 000, tous les ouvrages recensés et existants en mars 2014, sans distinction de nature, ont été reportés (puits, piézomètres, puits sur galerie par gravité, sources, ...). Un symbolisme différent est attribué selon la nappe dans laquelle est établi l'ouvrage. Sa couleur correspond à celle de l'aquifère atteint.

Pour les ouvrages de prise d'eau dont le débit est connu, des pastilles rouges (pour les sociétés de distribution d'eau, absentes sur cette carte) ou vertes (pour les industriels ou particuliers) de diamètre proportionnel au débit prélevé ont été utilisées comme indicateur. Les données représentées par des pastilles pleines sont les dernières disponibles et datent de l'année 2012.

Les données sont extraites de la base de données du Service Public de Wallonie (BD Hydro). L'encodage des volumes d'eau prélevés n'est cependant pas complet. Ceci concerne principalement les petits exploitants et donc les petits volumes (inférieur à 3 000 m³/an). En effet, les puits des particuliers ou des agriculteurs ne sont pas encore tous pourvus d'un compteur.

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, et l'évolution des conditions hydrogéologiques de la nappe sollicitée, peuvent perturber les capacités de production. La présentation sur la « Carte des volumes prélevés », des volumes moyens prélevés, correspond à la moyenne des cinq dernières années (2008-2012) (basés sur les déclarations des titulaires de prise d'eau). Ces volumes moyens prélevés sont symbolisés par des cercles de couleur bleue (diamètre proportionnel au débit prélevé). Ils illustrent de manière plus réaliste l'exploitation moyenne 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. Elles reflètent simplement 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.

En 2012, neuf ouvrages ont prélevé 11 584 m³ d'eau dans l'aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur qui occupe la majorité de la carte. Entre 2008 et 2012, le volume moyen prélevé dans l'aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur est de 20 063 m³/an par 14 ouvrages. Le volume moyen annuel le plus élevé est de 4260,2 m³/an pour l'ouvrage « Ferme du Pavillon ».

Aucun ouvrage établi dans l'aquifère de Fépin n'a prélevé d'eau (absence de déclaration) en 2012. Toutefois, entre 2001 à 2005, un seul ouvrage a prélevé entre 1500 et 2000 m³/an dans cette unité.

Un ouvrage établi dans l'aquitard à niveaux aquicludes du Dévonien inférieur a capté entre 120 et 420 m³/an d'eau entre 2001 et 2005. Aucun volume n'a été déclaré en 2012 pour cette unité hydrogéologique.

Enfin, en 2012, un ouvrage a capté moins de 50 m³ d'eau dans l'aquiclude à niveaux aquifères du socle cambro-silurien du Massif de Rocroi.

VII. PARAMETRES D'ECOULEMENT

Les essais de pompage sont des tests fréquemment réalisés sur les forages et puits de captage dans divers types d'études (zones de prévention, études de risques ou d'incidence, nouveaux captages,...). Ils visent à quantifier les paramètres qui régissent la circulation des eaux souterraines dans le sous-sol. Pour les principaux, il s'agit de la conductivité, de la transmissivité et du coefficient d'emmagasinement.

La conductivité hydraulique K , exprimée en [m/s] : est la propriété d'un corps, d'un milieu solide – notamment un sol, une roche – à se laisser traverser par un fluide, notamment l'eau, sous l'effet d'un gradient de potentiel.

La transmissivité T , exprimée en [m²/s] : est la propriété d'un aquifère à être traversé par l'eau sur toute sa hauteur. Elle exprime le débit d'eau qui s'écoule, par unité de largeur L et sur toute l'épaisseur e d'un aquifère, sous l'effet d'une unité de gradient hydraulique i . Par simplification, la transmissivité est souvent exprimée comme étant égale au produit de la conductivité hydraulique K par l'épaisseur e de l'aquifère (Castany, 1998).

Le coefficient d'emmagasinement S [sans dimension] exprime le rapport du volume d'eau libéré ou emmagasiné, par unité de surface de l'aquifère, à la variation de charge hydraulique correspondante (Castany, 1998). Dans le cas d'une nappe libre, sa valeur se rapproche de celle de la porosité efficace.

Peu exploités, les unités hydrogéologiques présentes sur la carte n'ont pas fait l'objet d'investigations hydrogéologiques. Sur la carte voisine Rièzes – Cul-des-Sarts (62/3-4), à environ 1 km du bord ouest de la carte, se trouvent les ouvrages de captage d'eau (servant à la fabrication de la bière de Chimay) de l'Abbaye Notre Dame de Scourmont asbl. Des études ont été menées par Géofina sa dans le but de délimiter des zones de protection autour des captages de l'abbaye. Les résultats sont résumés ci-après.

Lors de cette étude (Géofina sa, 2006a, 2006b, 2006c, 1999), des essais de pompage ont été réalisés sur deux sites différents : le « Puits Nord », implanté dans l'aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur, et le « Puits Sud », implanté dans l'aquitard à niveaux aquifères du socle cambro-silurien.

En août 2002, un essai de pompage a été réalisé au « Puits Nord » (). La Figure VII-1 montre la localisation du « Puits Nord » et des trois piézomètres (P1, P2 et P3) forés pour l'occasion.

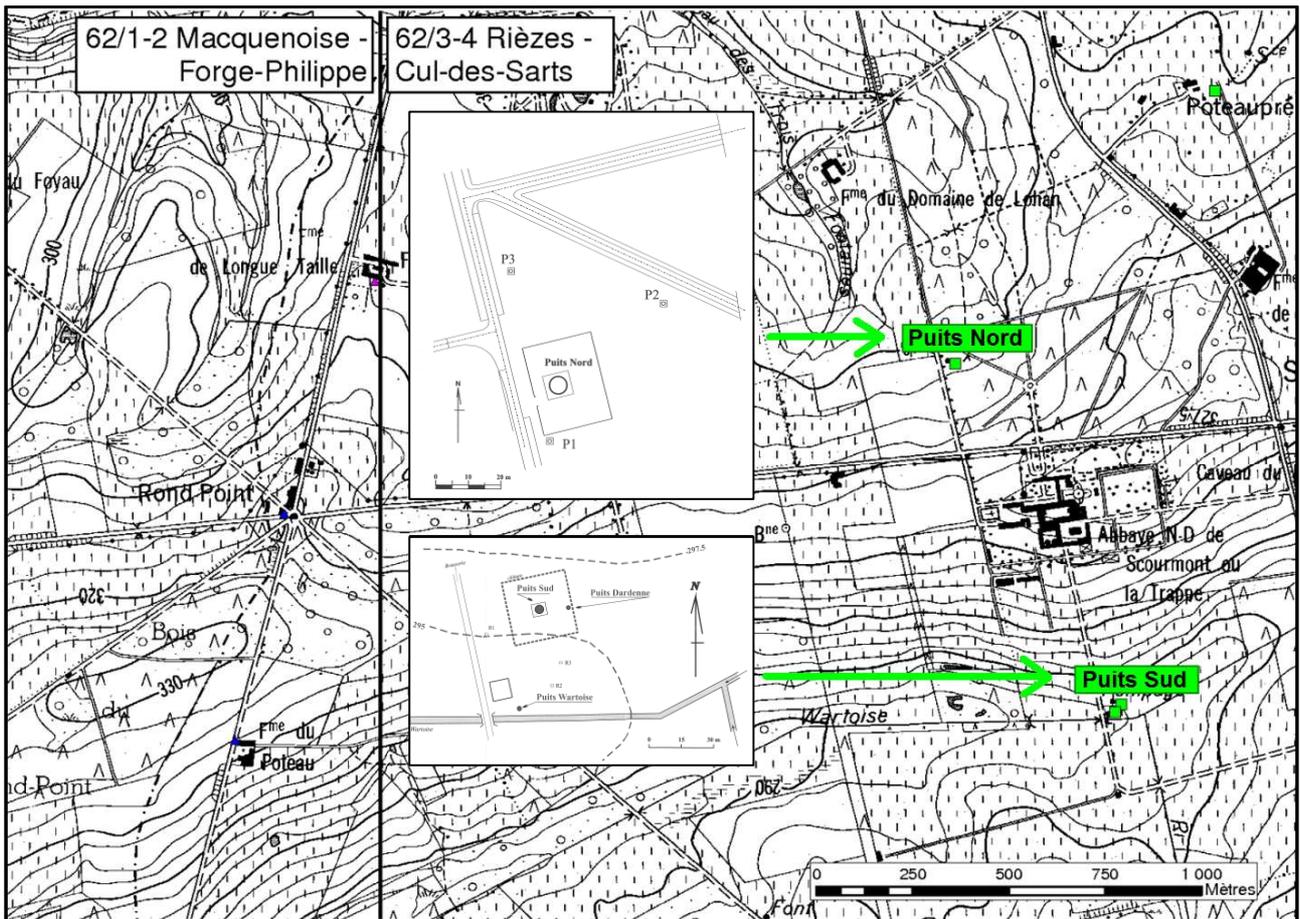


Figure VII-1. Localisation du « Puits Nord » (et ses piézomètres P1, P2 et P3) et du « Puits Sud » (et des puits Dardenne et Wartoise) (Capette & Hallet, 2014)

Les résultats sont obtenus pour des valeurs de débits différents et le rabattement mesurés sur les trois piézomètres. Ils sont présentés ci-dessous :

Au débit de 6,9 m³/h,

- la transmissivité T moyenne est de $1,70 \cdot 10^{-4}$ m²/s ;
- la perméabilité K moyenne est de $4,82 \cdot 10^{-6}$ m/s (hypothèse d'une épaisseur d'aquifère de 35 m) ;
- le coefficient d'emmagasinement s moyen est de $3 \cdot 10^{-2}$.

Au débit de 9,03 m³/h,

- la transmissivité T moyenne est de $2,94 \cdot 10^{-4}$ m²/s ;
- la perméabilité K moyenne est de $8,33 \cdot 10^{-6}$ m/s (hypothèse d'une épaisseur d'aquifère de 35 m) ;
- le coefficient d'emmagasinement s moyen est de $5,19 \cdot 10^{-2}$.

La perméabilité, peu élevée, correspond à des formations semi-perméables, ce qui caractérise bien l'aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur.

Pendant la période de mai à octobre 1998, un essai de pompage a été réalisé sur le site du « Puits Sud ». Celui-ci est accompagné des puits Dardenne et Wartoise (localisés également sur la Figure VII-1).

Pour le « Puits Sud », les résultats sont obtenus sur base des rabattements mesurés aux puits Dardenne et Wartoise à différents débits :

- la transmissivité T moyenne est de $1,49.10^{-4}$ m²/s ;
- la perméabilité K moyenne est de $3,73.10^{-6}$ m/s (hypothèse d'une épaisseur d'aquifère de 40 m) ;
- le coefficient d'emmagasinement s moyen est de $4,29.10^{-3}$.

La perméabilité est plus faible qu'au « Puits Nord » (quatre à six fois plus faible). Le coefficient d'emmagasinement est faible et serait caractéristique d'une nappe captive à semi-captive.

VIII. ZONES DE PROTECTION

VIII.1. CADRE LÉGAL

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

Afin de limiter les risques de contamination des captages, des périmètres de prévention doivent être mis en place. La législation wallonne* définit quatre niveaux de protection à mesure que l'on s'éloigne du captage : zones de prise d'eau (zone I), de prévention (zones IIa et IIb) et de surveillance (zone III). Ces zones sont délimitées par des aires géographiques déterminées notamment en fonction de la vulnérabilité de la nappe aquifère.

Zone I ou zone de prise d'eau

La zone de prise d'eau est délimitée par la ligne située à une distance de 10 m des limites extérieures des ouvrages de surface de 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.

Zone IIa et IIb ou zone de prévention rapprochée et éloignée

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 ».

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 suivant le principe défini ci-dessus, cette zone est délimitée par une ligne située à une distance horizontale de 35 mètres à partir des installations de surface, dans le cas de puits, et par deux lignes situées à 25 mètres de part et d'autre de la projection en surface de l'axe longitudinal dans le cas de galeries et de drains.

- 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

* Livre II du Code de l'Environnement contenant le Code de l'Eau, Version Coordonnée, arrêté par le Gouvernement Wallon – articles R154 à R158. <http://environnement.wallonie.be/legis/Codeenvironnement/codeeaucoordonne.htm>

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-dessus, 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 ;
- 1 000 mètres pour les formations aquifères fissurés ou karstiques.

La zone IIb ne dépasse toutefois pas le périmètre extérieur de la zone d'alimentation.

Lorsqu'il existe des axes d'écoulement préférentiel de circulation des eaux souterraines alimentant l'ouvrage de prise d'eau, la zone IIb est étendue le long de ces axes sur une distance maximale de 1 000 mètres et sur une largeur au moins égale à celle de la zone IIa.

Zone III ou zone de surveillance

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

Mesures de protection

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

La Société publique de Gestion de l'Eau** 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>).

* 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).

** SPGE, instituée par le décret du 15 avril 1999

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.2. ZONES DE PRÉVENTION AUTOUR DES CAPTAGES

Sur la carte 62/1-2 Macquenoise – Forge-Philippe, il n'existe aucune zone de prévention, ni arrêtée, ni à définir. Il n'existe, en effet, aucun captage de grande importance destiné à la distribution publique d'eau potable.

IX. MÉTHODOLOGIE DE L'ELABORATION DE LA CARTE HYDROGÉOLOGIQUE

Le présent chapitre donne les principales sources d'informations géologiques, hydrologiques et hydrogéologiques utilisées. Il décrit également l'utilisation de ces données et l'interprétation qui a été faite, permettant la réalisation de la carte hydrogéologique de Wallonie 62/1-2 Macquenoise – Forge-Philippe et de sa notice explicative.

IX.1. ORIGINE DES DONNÉES

IX.1.1 Données géologiques

En l'absence de nouvelle carte géologique de Wallonie de Macquenoise – Forge-Philippe au 1/25 000, la planche servant de base à la carte hydrogéologique est basée sur celle de l'Eodévonien de l'Ardenne et des régions voisines, établie par Asselberghs en 1946 et publiée dans les Mémoires de l'Institut géologique de Louvain. Le Massif cambrien de Rocroi occupe le reste de la planche (bord sud), qui a été étudié par Beugnies (1963).

D'autres fonds géologiques ont été consultés :

- la carte géologique de la Belgique : Macquenoise – Forge-Philippe, n° 198, planchette 1 et 2 de la feuille LXII de la carte topographique, levée et tracée au 1/40 000 par Malaise, 1898 ;
- la carte géologique détaillée de la France : Hirson, feuille XXVIII – 8, levée et tracée par Hatrival *et al.*, 1969.

Le choix du fond géologique s'est porté sur celui d'Asselberghs pour la partie nord. Cependant, pour cartographier les formations composant l'aquifère de Fépin au sud de la carte et ainsi maintenir la continuité avec la carte voisine 62/3-4 de Rièzes – Cul-des-Sarts (Capette & Hallet, 2014), le fond géologique de Malaise a été utilisé.

Des discontinuités entre les limites géologiques et/ou hydrogéologiques apparaissent avec la carte voisine située au nord 57/5-6 Momignies – Séloignes (Marion & Barchy, 2001 ; Roland *et al.*, 2014). La façon dont sont actuellement levées les nouvelles cartes géologiques ayant changé (basées sur des critères lithologiques), des discontinuités entre les unités géologiques existent entre les différentes générations de carte. Les cartes hydrogéologiques sont toujours réalisées avec le fond géologique le plus récent et disponible à la publication. Dès lors il se peut que des cartes réalisées avec des nouveaux fonds côtoient des cartes faites avec des anciens fonds, ce qui justifient les discontinuités.

IX.1.1.1 Description des lithologies des unités géologiques

La description des unités a été réalisée sur base des anciennes unités géologiques d'Asselberghs (1946). La correspondance avec les nouvelles dénominations de formations géologiques a été réalisée principalement à partir de « Les formations du Dévonien inférieur du Massif de la Vesdre, de la fenêtre de Theux et du synclinorium de Dinant (Belgique, France) par Godefroid *et al.*, 1994, dans les Mémoires pour servir à l'Explication des Cartes géologiques et Minière de la Belgique, du service géologique de Belgique. La notice de carte géologique détaillée de la France – Hirson – a servi pour la description des terrains du Cambrien.

Grâce à la description des lithologies des différentes unités géologiques, il est possible de caractériser les différentes unités hydrogéologiques en y apportant diverses nuances.

IX.1.1.2 Faille de Macquenoise

La faille de Macquenoise traverse le Massif cambrien de Rocroi et une partie des terrains dévoniens. Elle est reportée sur la carte principale de la carte hydrogéologique alors qu'elle n'est pas reprise sur la planche de l'Eodévonien de l'Ardenne et des régions voisines d'Asselberghs, 1946. Cette faille est reprise dans l'étude du Massif cambrien de Rocroi de Beugnies, 1963. De plus, la carte géologique de Malaise, 1898, représente un pli. En conséquence, la faille est représentée sur la carte sachant qu'elle devra être précisée à l'avenir.

IX.1.2 Données météorologiques et hydrologiques

Sur la carte 62/1-2 de Macquenoise – Forge-Philippe, il n'existe qu'une seule station limnimétrique (L-7200 – Oise) ; Elle appartient à la DCENN, est située à l'ouest de Macquenoise et est figurée sur la carte principale du poster A0 joint à cette notice.

IX.1.3 Données hydrogéologiques

IX.1.3.1 Localisation des ouvrages et des sources

Dans la banque de données hydrogéologiques du Service Public de Wallonie, 137 ouvrages déclarés ont été encodés. La plupart de ces ouvrages ont été visité sur le terrain. Ainsi, leur position géographique a pu être corrigée, leur type et profondeur ont pu être déterminés et une mesure de niveau d'eau a été réalisée sur certains d'entre eux. La principale difficulté rencontrée sur le terrain est la localisation de certains ouvrages. Beaucoup sont mal situés, voire non localisés (les coordonnées géographiques correspondes à celles du centre de la commune et l'adresse n'est pas toujours disponible). Reste ensuite le travail d'enquête auprès des habitants de la région qui permet d'obtenir les renseignements utiles concernant les ouvrages et l'accord pour une mesure du niveau piézométrique.

Finalement, ces 137 ouvrages, recensés en 2014 et reportés sur la carte hydrogéologique 62/1-2 de Macquenoise – Forge-Philippe. Cet ensemble est constitué par un drain, trois sources, 71 piézomètres et 62 puits possédant une autorisation d'exploitation.

IX.1.3.2 Données piézométriques

Toutes les mesures réalisées sur le terrain ont été encodées dans la base de données hydrogéologiques. Un tri est ensuite réalisé. Il se base sur la qualité de l'ouvrage, sa localisation, sa profondeur, ainsi que la nappe sollicitée par le puits. Au total, 61 mesures ont été réalisées sur le terrain. La plupart concerne l'aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur. Sur la carte principale du poster A0, seules 65 mesures (datant de 1987 à 2013) sont reportées. Celles-ci ont été réparties plus ou moins uniformément sur la carte et les données redondantes n'ont pas été gardées.

Etant donné la structure géologique de la région et le caractère hydrodynamique peu favorable des unités concernées, le tracé des isopièzes n'a pu être réalisé.

IX.1.3.3 Données hydrochimiques

Les données hydrochimiques proviennent de la banque de données CALYPSO (Qualité des Eaux Potabilisables et Souterraines) du Service public de Wallonie, elle-même alimentée par des informations en provenance des sociétés de distribution d'eau, du SPW, des bureaux d'études. Quelques données ont été fournies par l'Abbaye de Scourmont asbl concernant ces captages. Les analyses les plus complètes et les plus récentes possibles sont présentées. La qualité des eaux est ensuite discutée.

IX.1.3.4 Données des paramètres hydrodynamiques

Sur la carte 62/1-2 de Macquenoise – Forge-Philippe, aucune étude hydrogéologique n'a été réalisée. Afin de donner une idée des paramètres hydrodynamiques de l'aquiclude à niveau aquifère du Dévonien, quelques données ont été recueillies dans une étude de délimitation de zones de prévention autour des captages de la Bière de Chimay à l'Abbaye de Scourmont asbl, située sur la carte voisine 62/3-4 Rièzes – Cul-des-Sarts (Capette & Hallet, 2014).

IX.1.3.5 Autres données

La carte hydrogéologique de Wallonie est composée d'informations relatives aux zones de prévention autour des captages, aux zones vulnérables aux nitrates, etc. En fonction de la région étudiée, ces couches d'informations ne sont pas toujours présentes, c'est le cas pour la carte de Macquenoise – Forge-Philippe.

IX.2. METHODOLOGIE DE CONSTRUCTION DE LA CARTE

IX.2.1 Banque de données hydrogéologiques

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 qui réalisent les cartes hydrogéologiques et d'autres institutions (dont l'administration wallonne, DGARNE), 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 autres sont stockées dans la BD Hydro sous l'autorité de la DGARNE*. Ces données peuvent être demandées à la Région qui décide de leur 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.2.2 Construction de la carte hydrogéologique

Le projet cartographique est développé sous ArcGIS – ESRI. Toutes les données collectées sont structurées dans une File GeoDataBase (FGDB). 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 :

* Direction générale opérationnelle de l'Agriculture, des Ressources naturelles et de l'Environnement (DGO 3). Département de l'Étude du Milieu naturel et agricole - Direction de la Coordination des données. Avenue Prince de Liège 15 - B-5100 Jambes, Belgique

- 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 carte 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, sous licence SPW-DGO 3 ;
- 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 ;
 - des puits sur galeries par gravité ;
 - 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 ;
 - des piézomètres, ces derniers étant considérés comme tout point d'accès à la nappe, non exploité (forages de petit diamètre, puits non équipés) ;
- les stations limnimétriques et climatiques ;
- les carrières en activité ;
- les cotes piézométriques ponctuelles pour les différentes unités hydrogéologiques rencontrées, avec la date de la mesure ;
- les traits localisant le tracé des coupes hydrogéologiques ;
- les zones de prévention IIa et IIb approuvées par arrêté ministériel ;

- les points de captage en attente de la définition de leur zone de prévention.

IX.3.2 Carte des informations complémentaires et du caractère des nappes

Cette carte présente le caractère des différentes nappes rencontrées sur la carte de Macquenoise – Forge-Philippe. Elles sont ici toutes libres. La carte localise également les différents sites au droit desquels des données quantitatives ou qualitatives sont disponibles (uniquement des analyses chimiques).

IX.3.3 Carte des volumes prélevés

Cette carte situe l'ensemble des ouvrages recensés et existants en 2014 sur l'étendue de la carte, en discernant :

- les ouvrages (puits, piézomètres, 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 2012 par les puits privés exploités par des particuliers ou des industries, représentés par des pastilles vertes de diamètre proportionnel aux débits captés ;
- les volumes moyens prélevés, correspondant à la moyenne des cinq dernières années (2008-2012) (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 l'ensemble des différentes unités (assises, faciès, formations) géologiques et unités hydrogéologiques susceptibles d'être rencontrées sur l'étendue de la carte 62/1-2 de Macquenoise – Forge-Philippe. La description lithologique des unités géologiques du Dévonien inférieur (sauf pour l'ancien Gédinnien inférieur) fait référence à la carte de l'Eodévonien de l'Ardenne et des régions voisines établie par Asselberghs en 1946. La description lithologique des unités de l'ancien Gédinnien inférieur fait référence à la carte géologique de Belgique de Macquenoise – Forge-Philippe de Malaise, 1898. La correspondance avec les nouvelles formations géologiques a été établie à partir des définitions de Godefroid *et al.* en 1994. La description lithologique des unités géologiques du Massif cambrien de Rocroi fait référence notamment à la notice explication de la carte géologique française Hirson et au bulletin du Service de la carte géologique de la France « Le Massif Cambrien de Rocroi » établi par Beugnies A. en 1963.

Le tableau lithostratigraphique reprend la liste des différents faciès, assises, formations géologiques et unités hydrogéologiques susceptibles d'être rencontrées sur l'étendue de la carte.

Certains noms sont indiqués en couleur grise, correspondants à d'anciennes dénominations non utilisées dans le cadre de cette carte.

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.

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.

Le poster et la notice fournis 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 BIBLIOGRAPHIQUES

- Asselberghs, E.** (1946) : L'Eodévonien de l'Ardenne et des régions voisines. Mémoires de l'Institut Géologique de l'Université de Louvain, XIV 610 p
- Belanger, I., Delaby, S., Delcambre, B., Ghysel, P., Hennebert, M., Laloux, M., Marion, J.-M., Mottequin, B., Pingot, J.-L.** (2012) : Redéfinition des unités structurales du front varisque utilisées dans le cadre de la nouvelle Carte géologique de Wallonie (Belgique). *Geologica Belgica*, 15/3, pp. 169–175
- Beugnies, A.** (1963) : Le Massif cambrien de Rocroi. Bulletin du Service de la Carte Géologique de la France, 270/Tome LIX. 355–521 pp.
- Boulvain, F., Pingot, J.-L.** (2012) : Genèse du sous-sol de la Wallonie. Classe des Sciences, Collection in-8. Edition : Académie royale de Belgique. ISSN 0365-0936. ISBN 978-2-8031-0288-4
- Boulvain, F., Pingot, J.-L.** (2013) : Une Introduction à la géologie de la Wallonie. Cours en ligne, Université de Liège. (<http://www2.ulg.ac.be/geolsed/geolwal/geolwal.htm>)
- Boulvain, F., Pingot, J.-L.** (2014) : Une Introduction à la géologie de la Wallonie. Cours en ligne (<http://www2.ulg.ac.be/geolsed/geolwal/geolwal.htm>)
- Brouyère, S., Gesels, J., Jamin, P., Robert, T., Thomas, L., Dassargues, A., Bastien, J., Van Wittenberge, F., Rorive, A., Dossin, F., Lacour, J.L., Le Madec, D., Nogarède, P., Hallet, V.** (2009) : Caractérisation hydrogéologique et support à la mise en œuvre de la Directive Européenne 2000/60 sur les masses d'eau souterraine en Région Wallonne (Projet Synclin'EAU), livrable D.5.11 – Partie MESO RWM022 et RWM023, Convention RW et SPGE-Aquapôle
- Capette, L., Hallet, V.** (2014) : Carte hydrogéologique de Wallonie, Planchettes Rièzes - Cul-des-Sarts & Moulin-Manteau - Moulin de Chestion & n° 62/3-4 & 63/1-2 (à paraître). Edition : Service public de Wallonie, DGO 3 (DGARNE), Belgique
- Castany, G.** (1998) : Hydrogéologie. Principes et méthode. Edition : Dunod, Paris - ISBN 2 10 004171 1
- Dossin, F., Rekk, S., Sorel, A., Hallet, V.** (2009) : Carte hydrogéologique de Wallonie, Planchettes Chimay - Couvin n° 57/7-8. Edition : Service public de Wallonie, DGO 3 (DGARNE), Belgique. Dépôt légal D/2009/12.796/1. ISSN D/2009/12.796/1 - ISBN 978-2-8056-0063-0
- Fourmarier, P.** (1922) : Tectonique générale des terrains paléozoïques de la Belgique. Congr. géol. Int. Livret guide pour la XIIIème session, Belgique, 1922. Excursion C2. 1–79 pp.

- Géofina sa** (1999) : Etude du Puits Sud (2ème partie). Hydrogéologie & Périmètres de protection 33 p.
- Géofina sa** (2006a) : Projet de délimitation des zones de prévention IIa et IIb pour la prise d'eau "Puits Sud". ASBL Abbaye de Scourmont.
- Géofina sa** (2006b) : Projet de délimitation des zones de prévention IIa et IIb pour la prise d'eau "Puits Nord". ASBL Abbaye de Scourmont.
- Géofina sa** (2006c) : Délimitation des périmètres de protection autour des "Puits Nord" et "P3". Notice géologique. ASBL Abbaye de Scourmont.
- Godefroid, J.** (1980) : Le genre *Brachyspirifer* Wedekind, R., 1926 dans le Siegenien, l'Emsien et le Couvinien du bord méridional du Synclinal de Dinant. Bull. Inst. roy. Sc. nat. Belg., 52
- Godefroid, J.** (1982) : Gedinnian lithostratigraphy and biostratigraphy of Belgium. Historical subdivisions and brachiopod biostratigraphy, a synopsis. Cour. Forsch.-Inst. Senckenberg., 55 97–134 pp.
- Godefroid, J., Blicck, A., Bultynck, P., Dejonghe, L., Gerrienne, P., Hance, L., Meilliez, F., Stainier, P.-Y., Steemans, P.** (1994) : Les formations du Dévonien inférieur du Massif de la Vesdre, de la fenêtre de Theux et du Synclinorium de Dinant (Belgique, France). Mém. Expl. Carte Géologique et Minières de la Belgique., 38 1–144
- Godefroid, J., Stainier, P.** (1982) : Lithostratigraphy and biostratigraphy of the Belgian Siegenian on the south and south-east borders of the Dinant Synclinorium. Cour. Forsch.-Inst. Senckenberg., 55 139 – 164 pp.
- Godefroid, J., Stainier, P.** (1988) : Les Formations de Vireux et de Chooz (Emsien inférieur et moyen) au bord sud du Synclinorium de Dinant entre les villages d'Olloy-sur-Viroin (Belgique) à l'ouest et de Chooz (France) à l'est. Bull. Inst. roy. Sc. nat. Belg., Sc. Terre., 58 95–173 pp.
- Godefroid, J., Stainier, P., Steemans, P.** (1982) : Gedinnian and Siegenian Lithostratigraphy of Belgium. In: Plodowski, G., Werner, R. & Ziegler, W. (Eds). Field meeting on Lower and Lower Middle Devonian stages in the Ardenno-Rhenish type area. Guidebook. Int. Union Geol. Sc. Sub. Dev. Stratigraphy., 3/79
- Gogu, R.-C.** (2000) : Advances in groundwater protection strategy using vulnerability mapping and hydrogeological GIS databases. Thèse de doctorat. Université de Liège
- Gogu, R.-C., Carabin, G., Hallet, V., Peters, V., Dassargues, A.** (2001) : GIS-based hydrogeological databases and groundwater modelling. Hydrogeology Journal, 9/6, pp. 555–569
- Gosselet, J.** (1864) : Coupe géologique de la Vallée de la Meuse, de Mézières à Givet. Bull. Soc. géol. France, 2ème sér., 21 304–309

- Gosselet, J.** (1880) : Esquisse géologique du Nord de la France et des contrées voisines. 1er fasc.: Terrains primaires. Soc. géol. Nord, 167 p.
- Gosselet, J.** (1888) : L'Ardenne. Mémoire pour servir à l'explication de la carte géologique détaillée de France, Paris
- Gosselet, J., Malaise, C.** (1868) : Observations sur le terrain silurien de l'Ardenne. Bull. Acad. roy. Sc. Belg., 2ème sér., 26/7 61–118 pp.
- Hatrival, J.-N., Delattre, C., Waterlot, G., Beugnies, A., Bonte, A.** (1969) : Carte géologique détaillée de la France : Hirson. Feuille XXVIII-8, 1/50 000 et notice explicative
- Maillieux, E.** (1927) : Etude du Dévonien du bord sud du bassin de Dinant. Le Dévonien des environs de Couvin. In: Comptes-rendus 5ème session extraordinaire de la Société Géologique et Minéralogique de Bretagne tenue dans le terrain dévonien de l'Ardenne, entre Charleville et Ge. Bull. Soc. géol. min. Bretagne, Rennes, 6 128–168 pp.
- Malaise, C.** (1898) : Carte géologique de la Belgique: Macquenoise - Forge-Philippe, n°198, 1/40 000.
- Marion, J.-M., Barchy, L.** (2001) : Carte géologique de Wallonie au 1/25 000ème (avec notice explicative), Planche Momignies - Séloignes n° 57/5-6. Edition : Ministère de la Région Wallonne, Direction Générale des Ressources Naturelles et de l'Environnement. Dépôt légal D/2001/5322/47. ISSN D/2001/5322/47
- Meilliez, F.** (1984) : La Formation de Fépin (Gédinnien de l'Ardenne) : un marqueur régional lithostratigraphique et structural. Ann. Soc. géol. Nord, 103/1 37–53 pp.
- Milhou, B., Brice, D., 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 pp.
- Pfannkuch, H.-O.** (1990) : Elseviers Dictionary of Environmental Hydrogeology. Elsevier Science Publishers, xii+332 pp.
- Roland, S., Bastien, J., Rorive, A.** (2014) : Carte hydrogéologique de Wallonie, Planche Momignies - Séloignes n° 57/5-6. Edition : Service public de Wallonie, DGO 3 (DGARNE), Belgique. Dépôt légal D/2014/12.796/15 - ISBN 978-2-8056-0168-2
- Roland, S., Rorive, A.** (2008) : Carte hydrogéologique de Wallonie, Planchettes Macquenoise - Forge-Philippe n° 62/1-2 (1ère version, non éditée). Edition : Service public de Wallonie, DGO 3 (DGARNE), Belgique
- SPW-DGO 3** (2010) : Etat des lieux de la masse d'eau souterraine RWM103 "Grès et schistes du massif ardennais: Semois, Houille et Viroin" Service public de Wallonie, DGO 3 (DGARNE), Belgique 21

- SPW-DGO 3** (2013a) : Réseau piézométrique de la Direction des Eaux souterraines - stations automatisées. Edition : Service public de Wallonie, DGO 3 (DGARNE), Belgique (<http://piezo.environnement.wallonie.be/>)
- SPW-DGO 3** (2013b) : Etat des nappes d'eau souterraine de la Wallonie. Edition : Service public de Wallonie, DGO 3 (DGARNE), Belgique, Dépôt légal D/2013/11802/38. (<http://environnement.wallonie.be/de/eso/atlas/>)
- SPW-DGO 3** (2014) : Etat des nappes d'eau souterraine de la Wallonie. Edition : Service public de Wallonie, DGO 3 (DGARNE), Belgique, Dépôt légal D/2014/11802/11 - ISBN : 978-2-8056-0142-2. (<http://environnement.wallonie.be/de/eso/atlas/>)
- Stainier, X.** (1896) : Carte géologique de la Belgique à 1/40 000. n°187 Champlon - La Roche
- UNESCO-OMM** (1992) : Glossaire International d'Hydrologie. Seconde édition révisée. 413 p.
- Verniers, J., Herbosch, A., Vanguetaine, M., Geukens, F., Delcambre, B., Pingot, J.-L., Belanger, I., Hennebert, M., Debacker, T.N., Sintubin, M., De Vos, W.** (2001) : Cambrian-Ordovician-Silurian lithostratigraphic units (Belgium). In Bultynck & Dejonghe, eds., Guide to a revised lithostratigraphic scale of Belgium. *Geologica Belgica*, Brussels, 4/1-2 (Lithostratigraphic scale of Belgium), pp. 5–38
- Wojda, P., Dachy, M., Popescu, C., Ruthy, I., Gardin, N.** (2006) : Manuel d'utilisation de la banque de données hydrogéologiques de la Région Wallonne 44 p.
- 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 le Service Public de Wallonie, DGARNE - Université de Liège.

ANNEXE 1. GLOSSAIRE DES ABRÉVIATIONS

- AGW : Arrêté du Gouvernement Wallon
- DCENN : Direction des Cours d'Eau Non Navigables
- DGARNE – DGO 3 (anciennement DGRNE) : Direction Générale Opérationnelle de l'Agriculture, des Ressources Naturelles et de l'Environnement. Avenue Prince de Liège, 15. B-5100 Jambes (Namur). Belgique
- FPMs : Faculté Polytechnique de Mons
- IGN : Institut Géographique National de Belgique
- IRM : Institut Royal Météorologique
- Ma : Millions d'années
- SETHY : Service d'Etudes Hydrologiques du Service Public de Wallonie
- SPGE : Société Publique de la Gestion de l'Eau
- SPW : Service publique Wallonie
- SWDE : Société Wallonne des Eaux
- ULg : Université de Liège
- UMons : Université de Mons
- UNamur : Université de Namur

ANNEXE 3. COORDONNÉES GÉOGRAPHIQUES DES OUVRAGES CITÉS DANS LA NOTICE

Nom de l'ouvrage	X (m)	Y (m)	Zsol (m)	Type d'ouvrage	Profondeur (m)
FPMS 13820	135 875	76 351	273	Puits foré	7,3
FPMS 13812	140 226	76 047	297	Puits traditionnel	16,2
RUE D'EN HAUT	136 950	73 690	273	Puits traditionnel	8,22
FERME DE BATI	142 104	73 719	315	Puits foré	35
PUITS PRAIRE ERMITAGE	139 210	72 550	285	Puits foré	24
ROUTE D'ANOR	135 042	77 456	261	Puits traditionnel	14,2
FOURMATOT	136 370	75 330	266	Puits traditionnel	9,98
SAUT PIQUET58	141 120	73 490	307	Puits indéterminé	-
RUE DES COMBLES 101	141 320	75 490	289	Puits traditionnel	9,2
SABOTERIE	142 020	76 830	308	Puits traditionnel	8,5
ROND POINT 291	145 765	74 470	320	Puits traditionnel	8,95
FONTAINE PIERRE JACQUES	137 250	75 420	273	Source	-
PUITS NORD (62/3-4)	147 505	74 865	312	Puits citerne	21
PUITS SUD (62/3-4)	147 937	73 970	295	Puits citerne	-
FERME DES JEUNES (62/3-4)	148 180	75 580	312	Puits foré	-

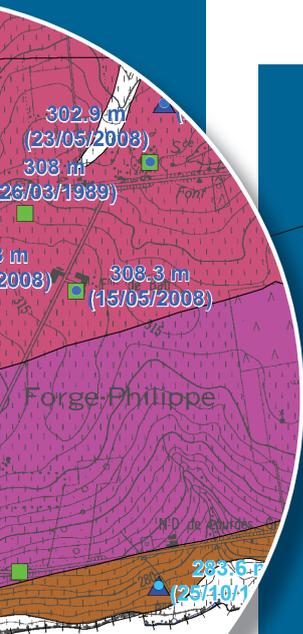
ANNEXE 4. TABLEAU DES ILLUSTRATIONS

LISTE DES FIGURES

Figure I-1. Localisation de la carte 62/1-2 Macquenoise – Forge-Philippe	4
Figure II-1. Localisation des cours d'eau, lacs, limites des bassins hydrographiques, routes et limites des communes sur la carte 62/1-2 Macquenoise – Forge-Philippe	5
Figure III-1. Localisation de la planche 62/1-2 Macquenoise – Forge-Philippe sur la carte géologique de Wallonie (Boulvain & Pingot, 2014, modifié).....	8
Figure III-2. Situation de la carte 62/1-2 Macquenoise – Forge-Philippe dans le transect nord-sud des Synclinoria de Dinant et de Neufchâteau, durant le dépôt du Dévonien inférieur (Boulvain & Pingot, 2013, 2012, modifié)	12
Figure III-3. Localisation de la carte de Macquenoise – Forge-Philippe par rapport au Massif cambrien de Rocroi (Beugnies, 1963, modifié).....	13
Figure III-4. Cadre structural de la carte de Macquenoise – Forge-Philippe	21
Figure IV-1. Ensemble des unités hydrogéologiques de la carte 62/1-2 Macquenoise – Forge-Philippe.....	27
Figure IV-2. Localisation de la carte 62/1-2 Macquenoise – Forge-Philippe par rapport aux masses d'eau souterraine RWM023 et RWM103 (SPW-DGO 3, 2014).....	29
Figure IV-3. Evolutions des cotes piézométriques pour différents ouvrages. Agrandissement de la partie encadrée visible à la Figure IV-4.....	31
Figure IV-4. Evolutions piézométriques pour le puits « Route d'Anor », équipé d'une station PZ188 (SPW-DGO 3, 2013a). Agrandissement de la partie encadrée sur la Figure IV-3	31
Figure V-1. Zones vulnérables aux nitrates arrêtées en Wallonie (SPW-DGO 3, 2013b) et localisation de la carte 62/1-2 Macquenoise – Forge-Philippe	37
Figure V-2. Evolution de la teneur en nitrates au Puits Nord et au Puits Sud (Capette & Hallet, 2014)	38
Figure VII-1. Localisation du « Puits Nord » (et ses piézomètres P1, P2 et P3) et du « Puits Sud » (et des puits Dardenne et Wartoise) (Capette & Hallet, 2014).....	44

LISTE DES TABLEAUX

Tableau III-1. Tableau litho-stratigraphique de la carte de Macquenoise – Forge-Philippe.....	11
Tableau III-2. Historique des subdivisions du Dévonien inférieur du bord Sud du Synclinorium de Dinant (Godefroid et al., 1994, modifié – en rouge : formations concernées sur la carte 62/1-2 – en vert : auteurs repris dans la présente notice)	15
Tableau IV-1. Tableau de correspondance ‘Géologie – Hydrogéologie’ de Macquenoise – Forge-Philippe.....	24
Tableau IV-2. Mesures piézométriques ponctuelles dans différents ouvrages implantés dans l'aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur.....	30
Tableau IV-3. Mesures piézométriques ponctuelles dans différents ouvrages implantés dans l'aquiclude à niveaux aquifères du Dévonien inférieur.....	30
Tableau V-1. Analyses chimiques des ouvrages Fontaine Pierre Jacques (62/1-2), Puits Nord et Ferme des jeunes (62/3-4) (Capette & Hallet, 2014) et valeurs seuil RW du Code de l'Eau.....	35
Tableau V-2. Analyses chimiques du Puits Sud et valeurs seuil RW du Code de l'Eau.....	36
Tableau V-3. Analyses bactériologiques de la « Fontaine Pierre Jacques » et du « Puits Nord » et normes wallonnes actuelles de potabilité des eaux de distributions	39
Tableau V-4. Analyses de familles de pesticides dans le « Puits Nord »	40



SPW | Éditions, CARTES

Dépôt légal : D/2015/12.796/1 – ISBN : 978-2-8056-0172-9

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

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



Service public
de Wallonie

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

