

Notice explicative

CARTE HYDROGÉOLOGIQUE DE WALLONIE

Échelle : 1/25 000



Editrice responsable : Bénédicte Heindrichs
SPW Agriculture, Ressources naturelles et Environnement
Avenue Prince de Liège, 15
B-5100 Namur (Jambes) - Belgique



Duisburg - Hamme-Mille

32/5-6

Ludovic CAPETTE et Vincent HALLET

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



NOTICE EXPLICATIVE
2022

Première version : mai 2010

Photos couverture © SPW Agriculture, Ressources naturelles et Environnement

Fontaine de l'ours à Andenne

Forage exploité

Argillère de Celles à Houyet

Puits et sonde de mesure de niveau piézométrique

Émergence (source)

Essai de traçage au Chantoir de Rostenne à Dinant

Galerie de Hesbaye

TABLE DES MATIÈRES

I. INTRODUCTION	9
II. CADRE GÉOGRAPHIQUE, GÉOMORPHOLOGIQUE ET HYDROGRAPHIQUE	9
III. CADRE GÉOLOGIQUE	10
III.1. CADRE GÉOLOGIQUE RÉGIONAL	10
III.2. CADRE GÉOLOGIQUE DE LA CARTE	11
III.2.1. Cadre lithostratigraphique.....	11
III.2.1.1. Paléozoïque.....	11
Formation de Blanmont	12
Formation de Tubize.....	12
III.2.1.2. Mésozoïque.....	12
Groupe de Gulpen-Maastricht	12
Formation de Gulpen	12
Formation de Maastricht.....	13
III.2.1.3. Cénozoïque	13
Paléogène	13
Formation de Hannut.....	13
Formation de Kortrijk	13
Formation de Bruxelles.....	13
Formation de Lede	13
Formation de Sint-Huibrechts-Hern	13
Quaternaire	14
Limon	14
Alluvions	14
III.2.2. Cadre structural.....	14
III.2.2.1. Socle calédonien.....	14
III.2.2.2. Couverture méso-cénozoïque.....	14
IV. CADRE HYDROGÉOLOGIQUE	15
IV.1. DESCRIPTION DES UNITÉS HYDROGÉOLOGIQUES	17
IV.1.1. Aquiclude à niveaux aquifères du socle cambro-silurien.....	18
IV.1.2. Aquifère des craies du Crétacé.....	18
IV.1.3. Aquifère des sables du Paléocène	18
IV.1.4. Aquifère des sables de l'Éocène	18
IV.1.5. Aquiclude-aquitard des argiles de l'Éocène	18
IV.1.6. Aquitard limoneux.....	18
IV.1.7. Aquifère alluvial.....	18
IV.2. PHÉNOMÈNES KARSTIQUES.....	19
IV.3. DESCRIPTION DE L'HYDROGÉOLOGIE RÉGIONALE	20
IV.3.1. Généralités.....	20
IV.3.2. Piézométrie.....	20
IV.3.2.1. Aquiclude à niveaux aquifères du socle cambro-silurien	20
IV.3.2.2. Aquifère des craies du Crétacé	20
IV.3.2.3. Aquifère des sables de l'Éocène.....	21
IV.3.2.4. Aquifère alluvial.....	23
IV.4. COUPE HYDROGÉOLOGIQUE	23
IV.5. CARACTÈRE LIBRE, SEMI-CAPTIF, CAPTIF DES NAPPES ET ARTÉSIANISME	25
V. CADRE HYDROCHIMIQUE	26

V.6. CARACTÉRISTIQUES HYDROCHIMIQUES DES EAUX.....	26
V.6.1. Aquiclude à niveaux aquifères du socle cambro-silurien	26
V.6.2. Aquifère des craies du Crétacé.....	27
V.6.3. Aquifère des sables de l'Éocène.....	28
V.6.4. Aquifère alluviale.....	28
V.6.5. Commentaires.....	29
V.7. PROBLÉMATIQUE DES NITRATES.....	30
V.7.1. Aquifère des craies du Crétacé.....	31
V.7.2. Aquifère des sables de l'Éocène.....	31
V.8. QUALITÉ BACTÉRIOLOGIQUE.....	32
V.9. PESTICIDES.....	32
V.10. ÉLÉMENTS TRACES MÉTALLIQUES	33
VI. EXPLOITATION DES AQUIFÈRES	34
VII. PARAMÈTRES HYDROGÉOLOGIQUES	35
VII.11. INTRODUCTION.....	35
VII.12. PARAMÈTRES D'ÉCOULEMENT	36
VII.12.1. Aquifère des craies du Crétacé	36
VII.12.2. Aquifère des sables de l'Éocène.....	37
VII.13. PARAMÈTRES DE TRANSPORT.....	37
VII.13.1. Aquifère des craies du Crétacé.....	37
VIII. ZONES DE PROTECTION.....	38
VIII.14. CADRE LÉGAL.....	38
VIII.14.1. Zone de prise d'eau.....	38
VIII.14.2. Zones de prévention.....	38
VIII.14.2.1. La zone de prévention rapprochée.....	39
VIII.14.2.2. La zone de prévention éloignée.....	39
VIII.14.3. Zone de surveillance.....	39
VIII.15. MESURES DE PROTECTION	39
VIII.16. ZONES DE PRÉVENTION AUTOUR DES CAPTAGES EN WALLONIE.....	39
VIII.16.1. Zones de prévention à définir.....	40
IX. BIBLIOGRAPHIE	41
X. ANNEXES	44
X.1. LISTE DES ABRÉVIATIONS.....	44
X.2. MÉTHODOLOGIE DE L'ÉLABORATION DE LA CARTE HYDROGÉOLOGIQUE.....	44
X.2.1. Origine des données.....	44
X.2.1.1. Données géologiques.....	44
X.2.1.2. Points hydrogéologiques	44
X.2.1.3. Données piézométriques.....	45
X.2.1.4. Données hydrochimiques.....	45
X.2.1.5. Zone de prévention, zone vulnérable aux nitrates	45
X.2.1.6. Isohypses.....	45
X.2.1.7. Volumes	45
X.2.2. Méthodologie de construction de la carte.....	45
X.2.2.1. Base de données hydrogéologiques.....	45
X.2.2.2. Construction de la carte hydrogéologique.....	45
X.3. LISTE DES OUVRAGES CITÉS DANS LA NOTICE.....	46

AVANT-PROPOS

La carte hydrogéologique 32/5-6 Duisburg – Hamme-Mille s'inscrit dans le projet cartographique « Eaux souterraines » commandé et financé par le Service Public de Wallonie¹. Quatre équipes universitaires ont collaboré à ce projet : l'Université de Namur (Département de Géologie, UNamur), l'Université de Mons (Faculté Polytechnique, UMon) et l'Université de Liège (ArGEnCO-GEO³-Hydrogéologie & Sciences et Gestion de l'Environnement, Arlon Campus Environnement).

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

La carte de Duisburg – Hamme-Mille a été réalisée par L. Capette (MSc. en Sciences Géologiques) en 2010 et partiellement actualisée en 2016. Le projet a été supervisé par le Prof. V. Hallet du Département de Géologie de l'Université de Namur. Avant sa publication sur le site de la carte hydrogéologique de Wallonie² en 2022, elle a été revue et partiellement mise à jour par S. Rekk (SPW – Direction des Eaux souterraines).

Les auteurs de la carte hydrogéologique remercient vivement les géologues ayant réalisé la carte géologique 32/5-6 (Dumoulin, V. et Blockmans, S.), la Société Wallonne des Eaux, la Société Publique d'Aide à la Qualité de l'Environnement, l'Institut Scientifique de Service Public pour avoir fourni de nombreuses données et permis l'accès à leurs ouvrages souterrains. Il en va de même pour tous les bureaux d'études qui nous ont fourni des données ainsi que tous les titulaires privés de puits pour nous avoir laissé y accéder.

Cette carte, en partie sur le territoire de la Région Flamande, a pu être réalisée grâce à l'apport de données de la Vlaamse Milieumaatschappij³ et de leur Databank Ondergrond Vlaanderen⁴. Nous remercions la Région Flamande et plus spécifiquement le Service Eau (Afdeling Water) de la VMM pour leur collaboration.

1 <https://spw.wallonie.be/guide/guide-services/16088>

2 <http://environnement.wallonie.be/cartosig/cartehydrogeo>

3 <https://www.vmm.be/>

4 <https://www.dov.vlaanderen.be/>

I. INTRODUCTION

Située en Moyenne Belgique, la région de Duisburg – Hamme–Mille (Fig. 1) couvre la zone limoneuse brabançonne dont la vocation agricole est bien marquée dans le paysage.

Peu d'activités commerciales et industrielles sont présentes si ce n'est aux environs de Grez-Doiceau. Les cours d'eau sont peu abondants et de faible importance mis à part les vallées de la Dyle (au centre de la carte) et de la Lasne (au sud-ouest) et de moindre extension la Ijsse à l'ouest et la Nethen à l'est. Cependant, de nombreuses zones humides sont observées notamment à Pécrot, Nodebais, Gottechain et Nethen. Beaucoup d'étendues boisées occupent les zones topographiquement escarpées.

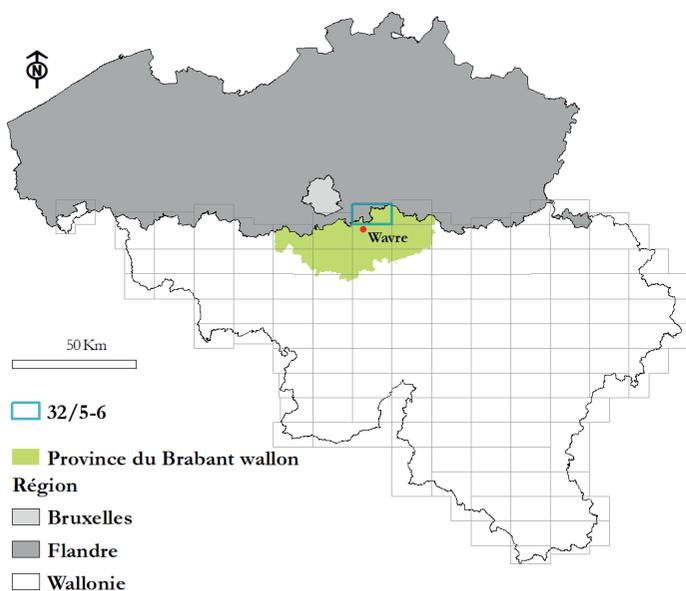


Fig.1 : Localisation de la carte hydrogéologique 32/5-6.

Le substrat de la carte comprend deux ensembles géologiques principaux séparés par une surface de discordance angulaire :

- * le socle paléozoïque du Massif du Brabant constitué de terrains d'âge Cambrien. Ce socle a été plissé et fracturé lors du cycle orogénique calédonien puis largement érodé ;
- * une couverture méso-cénozoïque déposée sur une surface imparfaitement aplanie. Au cours de cette période, les différentes transgressions qui se sont avancées ont abandonnés des sédiments aux faciès généralement littoraux (sables) et proximaux (craies).

Les sables cénozoïques constituent le principal réservoir

d'eau souterraine sur la carte de Duisburg – Hamme–Mille ; les craies du Crétacé sont aussi abondamment exploitées. Localement, des aquifères de fissures et d'altération peuvent se développer dans le socle cambro-silurien.

La carte hydrogéologique présentée ci-après est construite sur base de la nouvelle carte géologique levée par V. Dumoulin et S. Blockmans (2019).

II. CADRE GÉOGRAPHIQUE, GÉOMORPHOLOGIQUE ET HYDROGRAPHIQUE

D'une superficie de 160 km² (équivalent à une planche topographique au 1/25 000), la carte 32/5-6 Duisburg – Hamme–Mille s'étend en partie sur la Province de Brabant Wallon et d'autre part sur la Province de Brabant Flamand. Dans sa partie wallonne, la carte couvre une grande majorité de la commune de Grez-Doiceau ainsi que des surfaces moins importantes des communes de Wavre et Beauvechain.

Située en Moyenne Belgique, la région de Duisburg – Hamme–Mille couvre la zone limoneuse à sablo-limoneuse brabançonne dont la vocation agricole est bien ancrée dans le paysage. C'est l'importance de la couverture limoneuse qui fait la richesse des cultures pratiquées, essentiellement la betterave sucrière et les céréales en alternance avec des vergers. Le relief (Fig. 2) est ondulé et caractérisé par une alternance de vallées encaissées (altitude moyenne de 35 m) et de vastes plateaux limoneux (altitude de 135 m pour le plateau limoneux du Longueville). La Dyle, la Lasne et leurs affluents impriment au relief des vallonnements serrés mais d'amplitude verticale moyenne, de l'ordre de 50 m. Ces rivières ont façonné les paysages où s'entremêlent boisements des pentes importantes, urbanisation le long des cours d'eau et des axes de

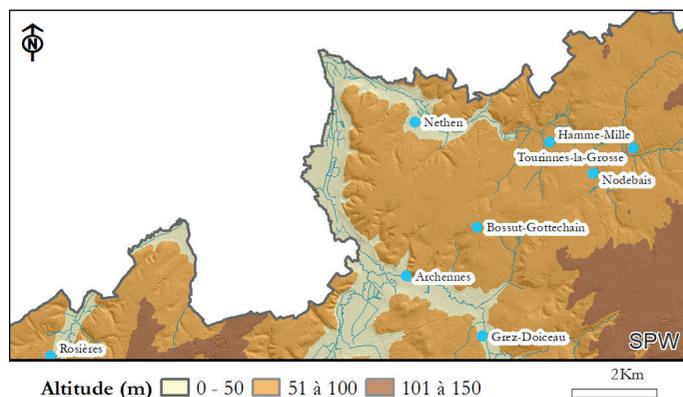


Fig.2 : Relief simplifié de la carte 32/5-6.

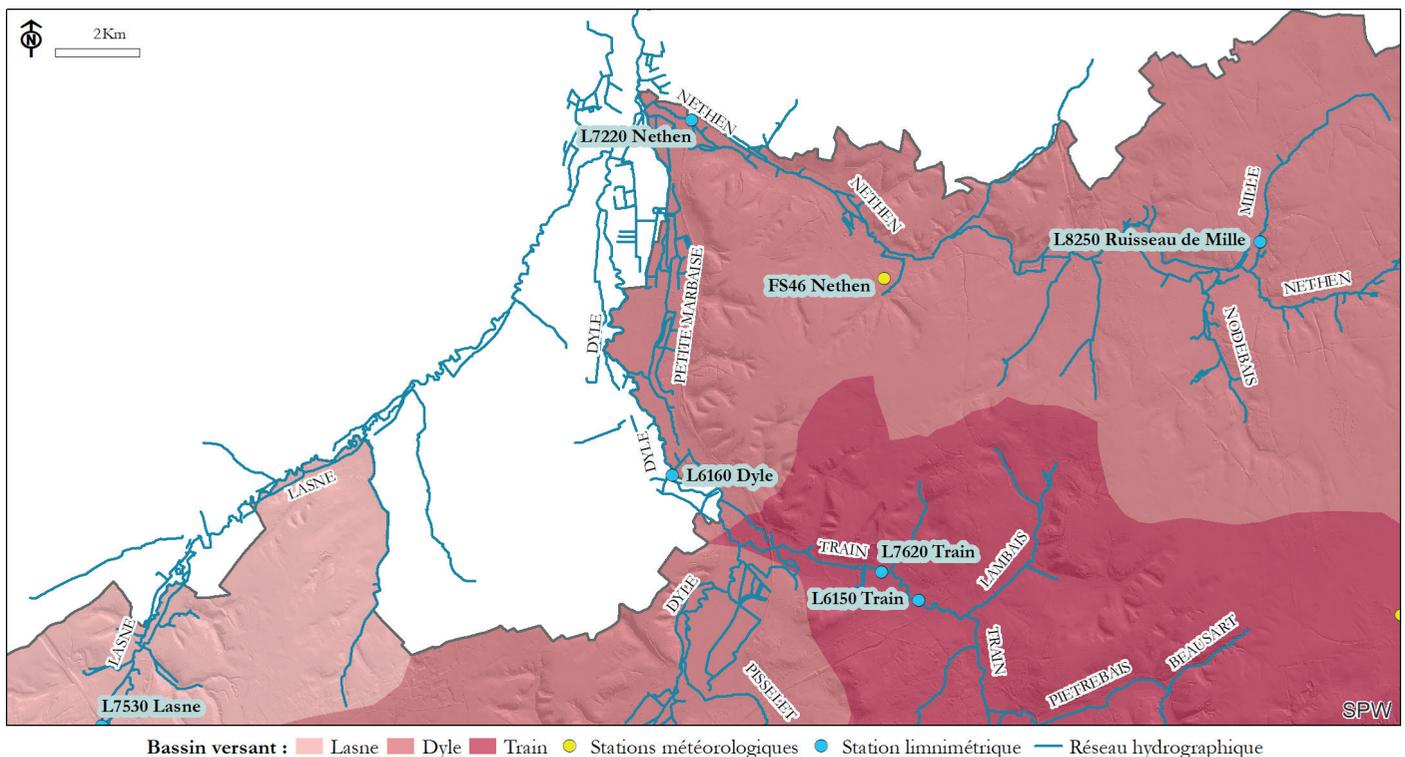


Fig. 3 : Réseau hydrographique, bassins versants, stations climatique et limnimétriques de la carte 32/5-6..

communication et étendues agricoles sur les lambeaux de plateau. Ici, les paysages sont marqués par le développement important de l'habitat récent. Ces caractéristiques confèrent au bas plateau brabançon un bel exemple d'openfield (paysage majoritairement découvert composé de parcelles non clôturées).

Le bassin-versant de l'Escaut draine la totalité de la carte Duisburg – Hamme-Mille, il est subdivisé en plusieurs sous-bassins (Fig. 3). Le bassin de la Dyle est le plus représenté, on distingue aussi les bassins de la Lasne et du Train.

La Dyle est le principal collecteur de la carte, où elle a notamment comme affluents le Train, la Nethen, la Lasne et l'Isse. Elle prend sa source en amont de la « Cense de Hagouille » sur le territoire de Houtain-le-Val (hors carte). Dans sa partie wallonne, la Dyle traverse les communes de Genappe, Court-Saint-Etienne, Ottignies-LLN, Wavre et enfin Grez-Doiceau. Elle poursuit ensuite son cours en Région flamande pour se jeter dans le Rupel, après un parcours de 86 km. Le Rupel, quant à lui, se jette dans l'Escaut quelques kilomètres plus loin.

Trois stations de jaugeage se trouvent sur la carte. Elles appartiennent à la DCENN du SPW (Direction des Cours d'Eau Non-Navigables). Il s'agit de la L6150 positionnée sur le Train entre Grez-Doiceau et Archennes⁵, de la L6160 située sur la Dyle à Pécrot⁶ et de la L7220 sur la Nethen entre Nethen et la Flandre⁷. Notons également la présence d'une station climatique de l'IRM à Nethen⁸.

III. CADRE GÉOLOGIQUE

III.1. CADRE GÉOLOGIQUE 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 de sédiments détritiques terrigènes au cours du Cambrien, de l'Ordovicien et du Silurien ;
- * de -420 à -380 Ma : plissement des terrains cambro-siluriens lors de l'orogénèse calédonienne et érosion de ceux-ci ;
- * de -400 à -290 Ma : dépôt en discordance sur le socle calédonien de terrains dévono-carbonifères ;

5 Coordonnées Lambert 72 (172 481 ; 159 607)

6 Coordonnées Lambert 72 (169 639 ; 161 023)

7 Coordonnées Lambert 72 (169 876 ; 165 122)

8 Coordonnées Lambert 72 (172 082 ; 163 301)

- * de -360 à -130 Ma : orogénèse varisque (ou hercynienne), érosion et pénéplation ;
- * de 130 Ma à actuel : dépôt de sédiments cénozoïques, généralement meubles, discordants sur cette pénéplaine.

La région couverte par la planche 32/5-6 Duisburg – Hamme-Mille (Fig. 4) comprend deux ensembles géologiques séparés par une surface de discordance angulaire. A la base, le socle paléozoïque du Massif du Brabant est constitué de terrains d'âge cambrien (Fig. 5) surmontés, en discordance angulaire, de la couverture méso-cénozoïque. Les terrains du socle sont des roches détritiques terrigènes provenant de l'altération de roches volcaniques basiques au Cambrien inférieur et du démantèlement d'un complexe granito-gneissique au cours de l'Ordovicien (André, Hertogen, & Deutsch, 1986). Ce socle a été plissé et fracturé lors de l'orogénèse calédonienne puis largement érodé. Les roches du Massif du Brabant n'affleurent pas sur la carte Duisburg – Hamme-Mille ; elles ne sont connues que par forage.

Une couverture méso-cénozoïque (Fig. 4) vient ensuite se déposer en discordance angulaire sur une surface imparfaitement aplanie et dont la base incline très faiblement vers le nord. Ces dépôts méso-cénozoïques sont souvent séparés par des surfaces d'érosion. Au cours de cette période, différentes transgressions se



Fig. 4 : Situation de la carte 32/5-6 dans le contexte géologique général de la Belgique (modifié, d'après Hance et al., 1999 et Belanger et al., 2012).

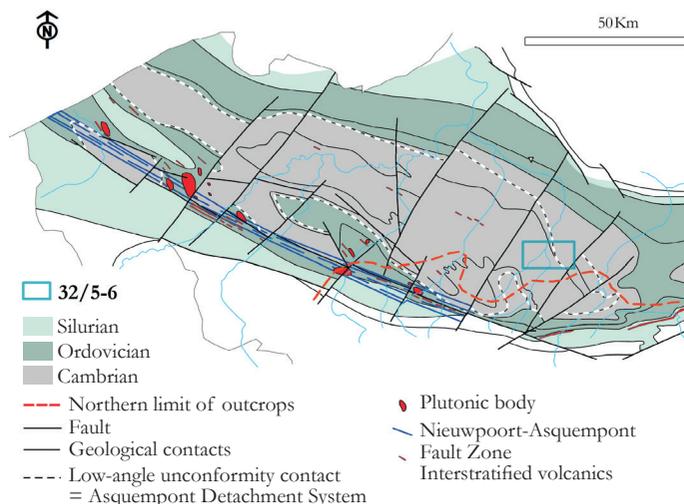


Fig. 5 : Localisation de la planche 32/5-6 Duisburg – Hamme-Mille sur la carte géologique du Massif du Brabant d'après Herbosch & Verniers (2014).

sont avancées sur la région en y abandonnant des sédiments aux faciès généralement proximaux.

III.2. CADRE GÉOLOGIQUE DE LA CARTE

III.2.1. Cadre lithostratigraphique

La description des formations géologiques fait référence à la nouvelle carte géologique 32/5-6 Duisburg – Hamme-Mille dressée au 1/25 000 de Dumoulin et Blockmans (2019). Cette carte est utilisée comme document de référence pour la carte hydrogéologique. Le **Tableau 1** reprend les subdivisions géologiques utilisées sur la carte Duisburg – Hamme-Mille.

Les unités géologiques sont décrites, de la plus ancienne à la plus jeune, de manière non exhaustive. Seules sont précisées les informations nécessaires à l'hydrogéologie (lithologie, épaisseur, etc.). Pour de plus amples informations le lecteur peut consulter les divers documents repris au chapitre «Bibliographie», page 41.

III.2.1.1. Paléozoïque

Le Paléozoïque de la carte 32/5-6 est formé des formations de Blanmont (BLM) et de Tubize (TUB) appartenant au Cambrien inférieur. Ces formations n'affleurent pas sur la carte et leurs descriptions se basent sur des sondages et l'observation d'affleurements situés sur les cartes voisines.

Formation de Blanmont

La Formation de Blanmont est constituée de quartzites massifs interstratifiés de siltites et de shales.

Tableau 1 : Tableau lithostratigraphique de la région de Duisburg - Hamme-Mille (Dumoulin & Blockmans, 2019).

Ere	Syst.	Série	Etage	Unité lithostratigraphique			Epaisseur (m)	Unité hydrogéologique Lithologie	
				Gr.	Fm	Symbole			
CENOZOÏQUE	QUATERNAIRE	HOLOCENE		Alluvions modernes		AMO	?	Limons sableux, limons et argiles	
				Limons		LIM	~ 5	Limons	
	PALEOGENE	OLIGOC.	RUPELIEN	Sint-Huibrechts-Hern		SHH	≤ 10	Sables fins argileux et argiles sableuses Passées argileuses	
				LUTETIEN	Lede		LED	10-15	Sables fins silteux souvent argileux Des rognons de grès peuvent être observés
		Eocene	Bruxelles		BXL	30 - 55	Sables quartzeux fins à grossiers parfois argileux Niveaux ferrugineux indurés plurimétriques		
			Ypresien		Kortrijk	KOR	0 - 25	Argiles plastiques parfois sableuses	
			Thanétien		Hannut	HAN	≤ 30	Sables fins parfois argileux Sables très fins et siltites souvent silicifiés (tuffeau) Argiles sableuses Cailloutis à silex	
MESOZOÏQUE	CRETACE	SUPERIEUR	MAASTRICHTIEN	GULPEN MAASTRICHT	Maastricht	GM	MAA	≥ 20	Rognons de silex plus ou moins calcareux entremêlés de craies indurées ou de calcaires fins friables à débris de coquilles
					Gulpen		GUL	≥ 7	Calcaires compacts Craies indurées Craies tendres (à petits silex gris)
PALEOZOÏQUE	CAMBRIEN	INFERIEUR		Tubize		TUB	≥ 1 500	Schistes, siltites, grès, arkoses et greywackes Présence fréquente de magnétite	
			Blanmont		BLM	≥ 1 000	Quartzites massifs interstratifiés de siltites et de shales		

Son épaisseur est estimée à 1 000 m au minimum.

Formation de Tubize

La Formation de Tubize est constituée de schistes, de siltites, de grès, d'arkoses et de greywackes avec la présence fréquente de magnétite (c'est particulièrement vrai dans la vallée de la Dyle).

Son épaisseur est probablement supérieure à 1 500 m.

III.2.1.2. Mésozoïque

Le Mésozoïque de la carte 32/5-6 est formé des formations de Gulpen (GUL) et de Maastricht (MAA) du Crétacé supérieur. Ces formations n'ont pu être distinguées suffisamment l'une de l'autre et ont été regroupées dans le Groupe Gulpen-Maastricht (GM). La sédimentation au crétacé supérieur est peu épaisse, incomplète et formée de faciès littoraux ou marginaux caractérisés par d'importantes variations de faciès. Les formations du Crétacé, sur cette carte, ne sont observées qu'en forage et en carrière souterraine.

D'après les données de forages, l'ensemble du Crétacé de la carte 32/5-6 fait en moyenne 20 à 30 m d'épaisseur avec un maximum d'environ 45 m et un minimum d'une dizaine de mètres, fonction du paléorelief du socle paléozoïque.

A noter, les carrières souterraines de phosphate de Grez-Doiceau (Fig. 6), exploitées jusqu'en 1918, creusées dans les craies du Crétacé. Aujourd'hui, le lac souterrain de la plus grande de ces carrières est exploité pour la distribution publique d'eau potable par l'indivision De Watergroep/SWDE.

Groupe de Gulpen-Maastricht

Formation de Gulpen

La Formation de Gulpen est composée de craies tendres parfois à petits silex gris surmontés d'un niveau induré (hardground) formé de craie parcourue de tubulures remplies de calcaires argileux, terreux et de calcaire compact. Ce hardground est lui-même surmonté

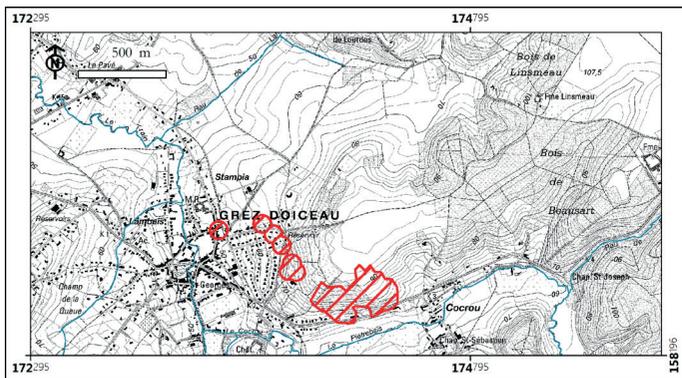


Fig. 6 : Localisation des carrières souterraines de Grez-Doiceau ayant exploitées les phosphates des craies du Crétacé.

de calcaires compacts.

La Formation de Gulpen présente sur la carte 32/5-6 est un équivalent du Membre de Zeven Wegen (partie inférieure de la formation) du bassin de Liège – Limbourg à corrélater avec la Formation de Nouvelles du bassin du Hainaut.

Son épaisseur est estimée à 7 m au moins.

Formation de Maastricht

La Formation de Maastricht est constituée de rognons de silex plus ou moins calcaireux entremêlés de craies indurés ou de calcaires fins friables à débris de coquilles.

Son épaisseur est d'au moins 20 m.

III.2.1.3. Cénozoïque

Le Cénozoïque de la carte 32/5-6 est formé du Paléogène avec les formations de Hannut (HAN), de Kortrijk (KOR), de Bruxelles (BXL), de Lede (LED) et de Sint-Huibrechts-Hern (SHH) de l'Éocène et du Quaternaire avec les limons (LIM) et les alluvions modernes des vallées (AMO).

Paléogène

Formation de Hannut

La Formation de Hannut est constituée de sédiments très fins, glauconifères, argileux, silteux ou sableux, parfois carbonatés, silicifiés et plus ou moins indurés. De la base vers le sommet on distingue :

- * un niveau d'ordre métrique d'argiles sableuses riches en glauconie avec, à la base, un cailloutis à silex. Par endroits, cette base peut-être marneuse par délavage des craies sous-jacentes. ;
- * des sables très fins et des siltites glauconifères, carbonatés et souvent silicifiés (tuffeau) ;

- * des sables fins plus ou moins glauconifères et parfois relativement argileux.
- * L'épaisseur de cette formation est très variable avec un maximum compris entre 25 et 30 m.

Formation de Kortrijk

La Formation de Kortrijk est constituée d'argiles plastiques parfois sableuses. Des lentilles de sables quartzeux assez grossiers sont également notés. Aux environs de Bossut-Gottechain se rencontrent des silts glauconifères à lits d'argile plastique surmontant un niveau plus argileux.

L'épaisseur de cette formation varie de 0 à 25 m.

Formation de Bruxelles

La Formation de Bruxelles est constituée de sables quartzeux plus ou moins glauconifères de granulométrie très variable, de très grossiers à fins. S'y retrouvent localement des concrétions gréseuses. A l'est de la carte, les sables affleurants sont plus fins et un peu argileux avec quelques lits marneux décarbonatés.

Au sud-ouest, à Huldenberg, des niveaux ferrugineux indurés plurimétriques sont rencontrés dans la partie supérieure de la formation.

L'épaisseur de la formation varie de 30 à 40 m avec un maximum apparent de 55 m.

Formation de Lede

La Formation de Lede apparaît, sur la carte, comme un sable fin silteux, souvent argileux parfois glauconifère. Des straticules de grès fins voire des bancs de rognons de grès peuvent être observés. La base de la formation présente parfois un cailloutis de silex dans une matrice de sable grossier ou de lumachelles indurées.

L'épaisseur de cette formation est comprise entre 10 et 15 m au maximum.

Formation de Sint-Huibrechts-Hern

La Formation de Sint-Huibrechts-Hern est composée de sables fins argileux et d'argiles sableuses, de granulométrie grossière, souvent glauconifères. Des passées d'argile peuvent être observées.

L'épaisseur de cette formation est de 10 m tout au plus.

Quaternaire

Les dépôts quaternaires sont constitués par les limons (LIM) nivéo-éoliens et colluvionnaires et les alluvions

anciennes (ALA) et modernes (AMO) des cours d'eau.

Limons

Les limons nivéo-éoliens, à l'état non altéré, sont carbonatés⁹. Ils sont, sur les plateaux, très homogène : 15% d'argile, 80% de silt et 5% de sable. A l'ouest de la carte, il s'agit plus de limons sableux ; la teneur en sable peut monter jusqu'à 67%, du fait de mélanges avec des sables.

Les colluvions sont des limons de composition assez proche de celle des limons nivéo-éoliens avec une teneur en sable généralement inférieur à 5%. Ces derniers se retrouvent surtout en bas de pente et se concentrent dans les fonds de vallées.

L'épaisseur de ces limons est de l'ordre d'une dizaine de mètres avec une moyenne de 5 m.

Alluvions

Les alluvions modernes des cours d'eau sont constituées de limons et de limons sableux, localement elles peuvent être argileuses.

Le long de la vallée de la Dyle, au nord de la carte, des alluvions anciennes ont été trouvées. Il s'agit d'anciennes terrasses fluviatiles composées de sédiments allant des galets aux limons. Leur présence est anecdotique et elles n'ont pas été représentées sur la carte géologique.

A Tourinnes-la-Grosse, à proximité de la source de la Nethen, un niveau de travertin, surmonté de tourbes et situé sous les alluvions de la Nethen, a été trouvé. Il est cartographié avec les alluvions modernes.

L'épaisseur de ces alluvions est très variable et non précisée.

III.2.2. Cadre structural

Les terrains de la carte Duisburg – Hamme-Mille se composent du socle paléozoïque calédonien, plissé et faillé, surmonté d'une couverture méso-cénozoïque tabulaire reposant en discordance angulaire.

III.2.2.1. Socle paléozoïque calédonien

Le socle calédonien est une ancienne pénéplaine imparfaitement aplanie. Le toit de ce socle présente un paléorelief qui peut, à certains endroits, être important, de l'ordre de la dizaine de mètres. Ceci se marque

particulièrement le long d'un axe globalement NO-SE, où le dénivelé peut atteindre 60 m, correspondant au passage de la Formation de Tubize, schisto-gréseuse, à la Formation de Blanmont, quartzitique, beaucoup plus résistante à l'érosion. D'autres irrégularités se marquent par l'action de l'altération différentielle sur les différentes lithologies présentes au sein de la Formation de Blanmont, comportant des intercalations de schistes et de siltites au sein des quartzites. Ces irrégularités se rencontrent notamment dans l'est de la carte.

De manière générale, l'altitude du toit du socle varie de -70 m, dans la partie septentrionale de la carte, à +40 m aux environs de Grez-Doiceau.

Le paléorelief du toit du socle calédonien influence la répartition des sédiments méso-cénozoïques. Les dépôts crétacés de Grez-Doiceau, par exemple, contourne le paléoplateau « de Biez » et s'étendent jusqu'à Gastuche et au nord de Wavre.

III.2.2.2. Couverture méso-cénozoïque

La couverture méso-cénozoïque présente une très légère pente vers le nord. Les dépôts cénozoïques sont ravinants, spécialement la Formation de Bruxelles, et reposent en inconformité sur les lambeaux résiduels des terrains crétacés.

Les traits notables de cette couverture sont, du fait de son contexte de sédimentation transgressif-régressif, les variations latérales de faciès et les nombreuses lacunes stratigraphiques accompagnées de phénomènes érosifs. Le plus marquant étant la mise en place de la Formation de Bruxelles qui provoque l'érosion partielle des argiles yprésiennes jusqu'aux sables de Hannut et forme de multiples chenaux, orientés SSO-NNE, dont les plus importants atteignent 30 à 40 m de profondeur (Fig. 20, p. 24).

La carte 32/5-6 se situe à cheval sur le chenal dit de Neerijse-Archennes, l'un des trois chenaux les plus importants avec ceux de Groenendaal et de Chaumont-Gistoux.

⁹ Jusqu'à 12% de CaCO₃

IV. CADRE HYDROGÉOLOGIQUE

Les roches, si elles sont fissurées et/ou poreuses, constituent des réservoirs dans lesquels l'eau souterraine, ou nappe d'eau souterraine ou nappe, transite de manière plus ou moins aisée. La facilité avec laquelle cet écoulement souterrain se fait est liée à la perméabilité de la roche (k), notamment, et est quantifiée par la conductivité hydraulique (K) ; cette dernière est la vitesse à laquelle l'eau souterraine se déplace au sein du réservoir rocheux.

Trois termes sont utilisés pour qualifier le caractère plus ou moins perméable des réservoirs rocheux en hydrogéologie (UNESCO-OMM, 1992) :

- * **Aquifère** : réservoir perméable dans lequel l'écoulement de l'eau souterraine se fait à des vitesses significatives. Ce type de réservoir permet d'exploiter de grandes quantités d'eaux souterraines ;
- * **Aquitard** : réservoir semi-perméable dans lequel l'écoulement se fait à des vitesses moindres que dans un aquifère. Ce type de réservoir permet d'exploiter des quantités moins importantes d'eau souterraine ;
- * **Aquiclude** : réservoir peu perméable ou imperméable dans lequel l'écoulement se fait à des vitesses très faibles ; l'eau souterraine dans ce type de réservoir ne peut pas être exploitée de façon rentable.

Ces termes sont surtout qualitatifs et non quantitatifs. Ils renseignent, à une échelle régionale, sur le caractère globalement perméable, semi-perméable ou imperméable d'un réservoir rocheux ou **unité hydrogéologique**. Ils donnent une idée du potentiel économique que représentent les différentes unités hydrogéologiques en termes d'exploitation. Ils se basent principalement sur la description lithologique des unités géologiques car les roches peuvent être caractérisées par la taille et la forme de leur pores et de leurs fissures, la granulométrie et la forme des grains, la distribution des granulométries, leur sensibilité à la dissolution, etc. Toutes ces caractéristiques déterminent la géométrie du réseau poreux (Fig. 7) du réservoir rocheux et conséquemment la perméabilité (k). C'est pourquoi les unités géologiques sont regroupées ou subdivisées en unités hydrogéologiques, chacune étant définie par un comportement hydrodynamique spécifique caractérisée

par la conductivité hydraulique (K) qui détermine le caractère plus ou moins aquifère d'une roche. Exprimée en m/s, elle est directement proportionnelle à la perméabilité. Cette dernière est conditionnée par la porosité efficace¹⁰. En effet, une roche comme l'argile avec une porosité totale importante contient de l'eau mais est très peu perméable car sa porosité efficace est quasi nulle (Tableau 2).

Tableau 2 : Porosité totale, porosité efficace et conductivité hydraulique des principaux types de roches (Castany, 1998)

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

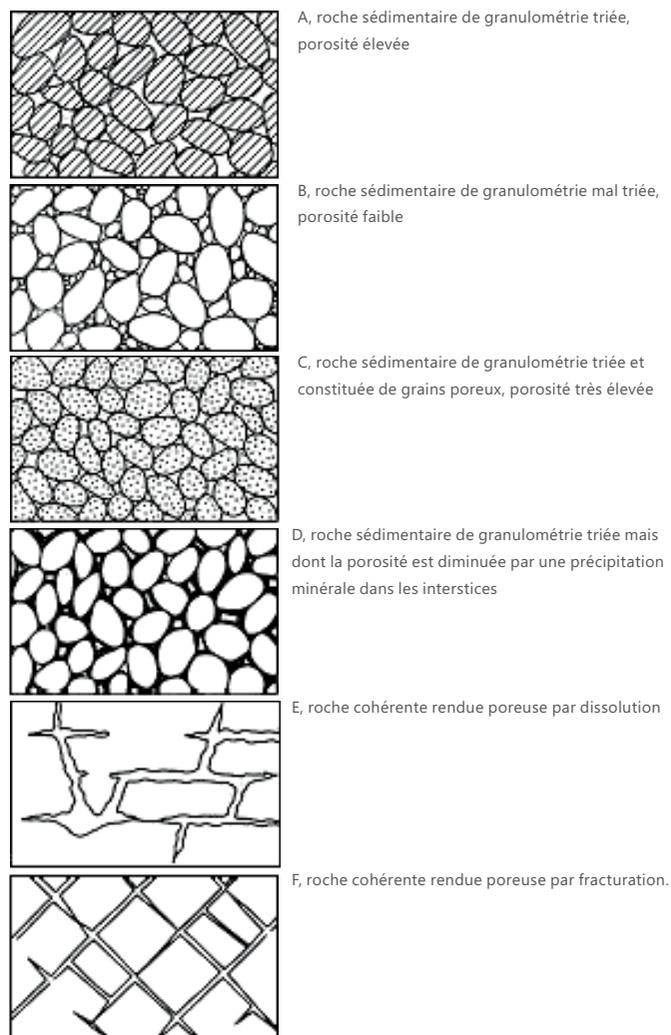


Fig. 7 : Différents types de porosité dans les roches meubles et cohérentes (Meinzer, 1923)

10 Rapport du volume d'eau contenue dans un matériau pouvant être libérée sous l'effet de la gravité, au volume total du milieu qui la contient.

Les roches cohérentes sont, en principe, très peu perméables. Néanmoins, la fracturation, l'altération ou la dissolution peuvent modifier leur perméabilité (Fig. 7, Tableau 2) :

- * La fracturation crée un réseau de fractures au sein duquel l'eau peut circuler ;
- * L'altération des roches induit des comportements différents selon leur lithologie. Trois comportements principaux se présentent :
 - * La roche est un carbonate : l'altération entraîne une dissolution de la roche et un agrandissement du réseau de fractures existant. La perméabilité est donc augmentée ;
 - * La roche est un grès : l'altération donne du sable, ce dernier présente une plus grande porosité efficace et une bonne perméabilité ;

* La roche est un shale/schiste : l'altération donne une argile qui colmate le réseau de fractures. La perméabilité est diminuée.

Les failles peuvent constituer, selon la lithologie du réservoir (grès, roches carbonatées) des zones de circulations préférentielles des eaux souterraines.

En plus de la notion d'aquifère/aquitard/aquiclude la Directive cadre sur l'Eau (Directive 2000/60/CE) a introduit un nouveau concept, celui de « masse d'eau souterraine » (Fig. 8) qui peut être définie comme un volume distinct d'eau souterraine à l'intérieur d'un ou de plusieurs aquifères. La délimitation précise des masses d'eau souterraine est toujours susceptible d'évoluer en fonction de l'amélioration de la connaissance de certains aquifères insuffisamment caractérisés jusqu'à présent. La carte 32/5-6 s'étend sur le territoire des masses

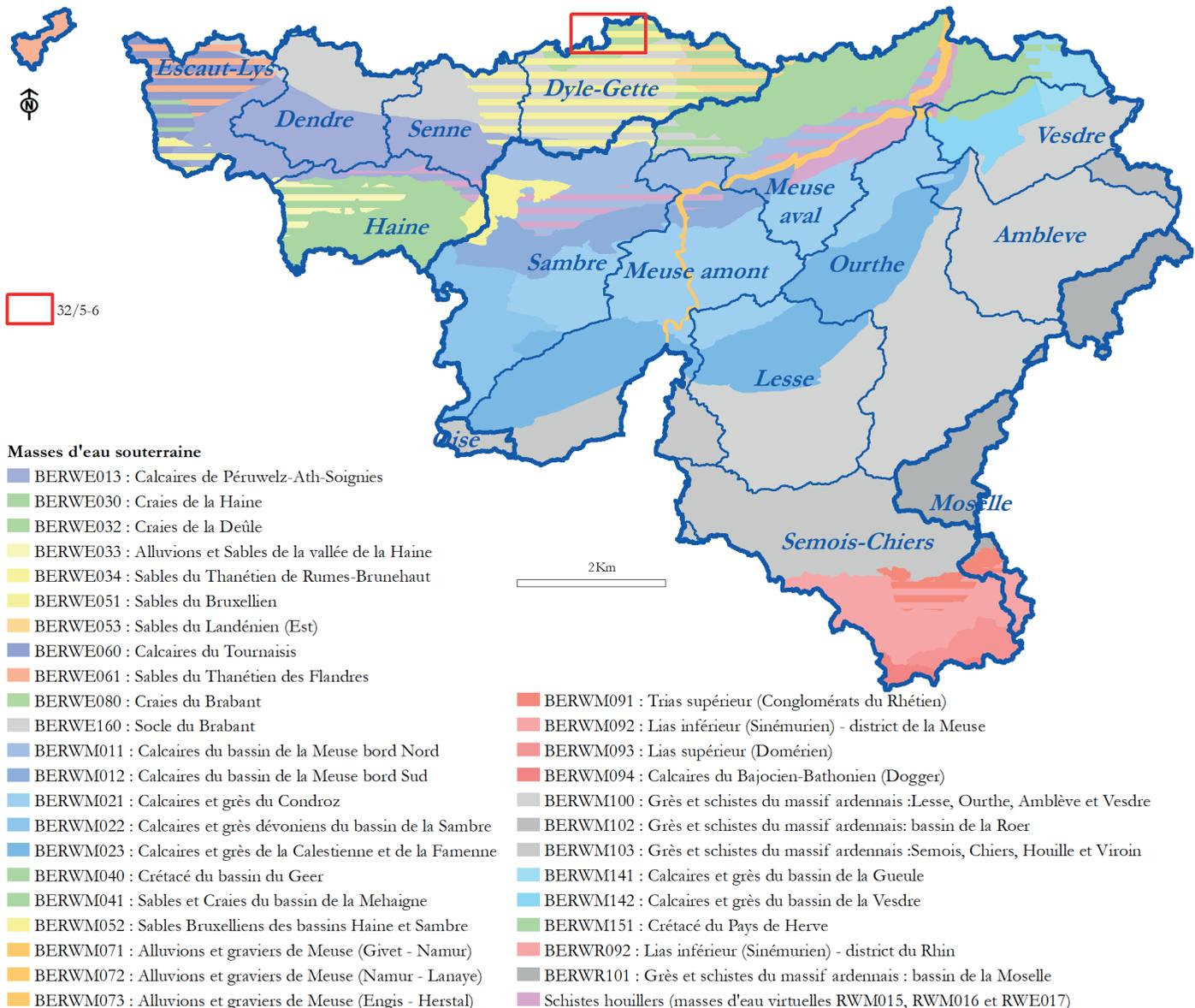


Fig. 8 : Masses d'eau souterraine en Wallonie et localisation de la planche 32/5-6 (SPW-DGO3, 2015, modifié)

d'eau souterraines « RWE051¹¹ : sables du Bruxellien » (SPW-DGO3, 2010) et « RWE080 : craies du Brabant » (Fig. 8).

IV.1. DESCRIPTION DES UNITÉS HYDROGÉOLOGIQUES

Les unités hydrogéologiques définies pour la carte Duisburg – Hamme-Mille sont décrites ci-dessous dans l'ordre stratigraphique, de la plus ancienne à la plus récente. Elles sont reprises de manière synthétique dans le Tableau 3.

La carte 32/5-6 Duisburg – Hamme-Mille est basée sur la carte géologique de V. Dumoulin et S. Blockmans (2019) pour le territoire situé en Région Wallonne.

Pour information, le découpage des formations géologiques utilisé en Flandre diffère de celui utilisé en Wallonie du fait des méthodologies utilisées pour définir les limites entre les formations ; données de sondages pour la Flandre, données de terrain pour la Wallonie. Il est donc possible d'observer de légères discontinuités de part et d'autre de la frontière régionale linguistique.

Concernant la classification hydrogéologique, la Flandre s'est dotée d'une codification hydrogéologique du sous-sol (HCOV: Hydrogeologische Codering van de Ondergrond in Vlaanderen) (Meyus, Batelaan, & De Smedt, 2000) (Meyus, et al., 2005). Quatorze unités hydrogéologiques principales ont été définies. Des informations détaillées sont disponibles sur le site web « Databank

Tableau 3 : Tableau lithostratigraphique et unités hydrogéologiques de la carte de Duisburg - Hamme-Mille.

Ere	Syst.	Série	Etage	Unité lithostratigraphique			Epaisseur (m)	Unité hydrogéologique Lithologie	
				Gr.	Fm	Symbole			
CENOZOÏQUE	QUATERNAIRE	HOLOCENE		Alluvions modernes		AMO	?	Aquifère alluvial Limons sableux, limons et argiles	
				Limons		LIM	~ 5	Aquitard limoneux (Non cartographié) Limons	
	PALEOGENE	OLIGOC.	RUPELIEN	Sint-Huibrechts-Hern		SHH	≤ 10	Aquitard des sables du Paléogène supérieur Sables fins argileux et argiles sableuses Passées argileuses	
			LUTETIEN	Lede		LED	10-15	Sables fins silteux souvent argileux Des rognons de grès peuvent être observés	
		YPRESIEN		Bruxelles		BXL	30 - 55	Aquifère des sables de l'Eocène Sables quartzeux fins à grossiers parfois argileux Niveaux ferrugineux indurés plurimétriques	
			Kortrijk		KOR	0 - 25	Aquiclude-aquitard des argiles de l'Eocène Argiles plastiques parfois sableuses		
		PALEOCENE	THANETIEN	Hannut		HAN	≤ 30	Aquifère des sables du Paléocène Sables fins parfois argileux Sables très fins et siltites souvent silicifiés (tuffeau) Argiles sableuses Cailloutis à silex	
MESOZOÏQUE	CRETACE	SUPERIEUR	MAASTRICHTIEN	GULPEN MAASTRICH	Maastricht	GM	MAA	≥ 20	Aquifère des craies du Crétacé Rognons de silex plus ou moins calcaireux entremêlés de craies indurées ou de calcaires fins friables à débris de coquilles
			CAMPANIEN				Gulpen	GUL	≥ 7
PALEOZOÏQUE	CAMBRIEN	INFERIEUR		Tubize		TUB	≥1 500	Aquiclude à niveaux aquifères du socle cambro-silurien (voir coupe) Schistes, siltites, grès, arkoses et greywackes Présence fréquente de magnétite	
				Blanmont		BLM	≥1 000	Quartzites massifs interstratifiés de siltites et de shales	

11 Cette codification peut être décryptée comme suit : RW = Région Wallonne, E = district de l'Escaut, 051-080 = numéro correspondant à l'aquifère.

Ondergrond Vlaanderen »¹².

IV.1.1. Aquiclude à niveaux aquifères du socle cambro-silurien

L'Aquiclude à niveaux aquifères du socle cambro-silurien est formé des formations de Tubize et de Blamont. Ces formations schisteuses, silteuses, gréseuses ou quartzitiques ont globalement un comportement peu perméable mais les niveaux gréseux ou quartzitiques peuvent localement former des aquifères d'altération ou de fractures ce qui leur confère les caractéristiques d'un aquiclude à niveaux aquifères.

IV.1.2. Aquifère des craies du Crétacé

L'Aquifère des craies du Crétacé est formé des Formations de Gulpen (GUL) et de Maastricht (MAA), de composition essentiellement crayeuse. Les craies présentent une porosité et une perméabilité double ; de pores et de fractures (Dassargues & Monjoie, 1993) :

- * à l'échelle microscopique (quelques centimètres), la craie est un matériau compact mais poreux (porosité de 40 %) qui ne permet qu'une faible et lente circulation de l'eau (conductivité hydraulique de l'ordre de 1×10^{-9} m/s). L'eau contenue dans une telle roche n'est que très difficilement libérée, sauf au travers de microfissures qui augmentent localement la perméabilité de la craie. Cette porosité de pores favorise principalement le stockage de l'eau qui peut ensuite s'écouler via les fissures ;
- * à l'échelle macroscopique (quelques dizaines de mètres), des réseaux de fissures plus ou moins fréquents sont observés. Ils augmentent de façon notable la conductivité hydraulique de la craie à cette échelle de l'ordre de 1×10^{-4} m/s. La porosité efficace (de drainage) liée aux fissures représente environ 5 % d'eau facilement mobilisable.

Le niveau induré [hardground] (voir «III.2. Cadre géologique de la carte», page 11) présent au sommet de la Formation de Gulpen intervient dans la dynamique de l'écoulement. Sa faible conductivité hydraulique, de l'ordre de 2×10^{-5} m/s, peut générer une discontinuité hydraulique entre la nappe de la Formation de Gulpen et celle de la Formation de Maastricht. Lorsque ce

hardground est affecté de fractures, les nappes de ces deux formations sont en équilibre hydraulique.

IV.1.3. Aquifère des sables du Paléocène

L'Aquifère des sables du Paléocène est composé de la Formation de Hannut, constituée de sables et d'argiles. La composante sableuse étant majoritaire, cette formation peut être considérée comme aquifère.

Cette unité est présente sur l'ensemble de la carte mais n'affleure que dans le NE de la carte dans les vallées du Train et de la Dyle, aux environs de Grez-Doiceau.

IV.1.4. Aquifère des sables de l'Éocène

L'Aquifère des sables de l'Éocène est composé des formations sableuses de Bruxelles, de Lede et de Sint-Huibrechts-Hern. La conductivité hydraulique de ces sables est variable, fonction de leur granulométrie et de la présence ou non d'une proportion d'argile, mais reste relativement bonne.

IV.1.5. Aquiclude-aquitard des argiles de l'Éocène

L'Aquiclude-aquitard des argiles de l'Éocène est composé de la Formation de Kortrijk, constituée d'argiles pouvant être sableuses par endroits. Cette hétérogénéité rend difficile une classification hydrogéologique précise, c'est pourquoi elle est caractérisée comme aquiclude-aquitard.

IV.1.6. Aquitard limoneux

L'Aquitard limoneux est formé des limons quaternaires. La granulométrie très fine et la présence d'argile donne une conductivité hydraulique relativement faible.

IV.1.7. Aquifère alluvial

L'Aquifère alluviale est formé des alluvions modernes des cours d'eau. Composées principalement de sables et de graviers roulés, elles offrent des potentialités aquifères intéressantes si leur extension le permet. Leur conductivité hydraulique est fonction de leur granulométrie. Les zones sablo-graveleuses conduiront bien mieux l'eau que les zones limono-argileuses.

¹² <http://dov.vlaanderen.be/>

IV.2. PHÉNOMÈNES KARSTIQUES

Ce point ne sera pas développé ici, les phénomènes karstiques au sens strict étant pratiquement inexistant sur cette carte. En effet, la craie du Bassin créacé du Brabant est trop peu cohérente pour donner lieu à des cavités importantes durables. Dès que naissent de tels vides, la craie susjacente s’y effondre. Cependant, sa pureté, sa forte porosité, sa faible cohérence et sa puissance de plusieurs dizaines de mètres par endroits en font un terrain d’élection des dolines et des fissures, comblées par des terrains meubles susjacents.

Les dolines sont des dépressions fermées de forme ronde à elliptique, généralement plus larges que profondes. La Fig. 9 schématise les différents types. Sur la carte 32/5-6 ce sont principalement des dolines de dissolution et de tassement (Fig. 9, B), observées en grand nombre dans les prairies, entre autres du côté de Pécrot, en bordure de la Dyle et à Bossut.

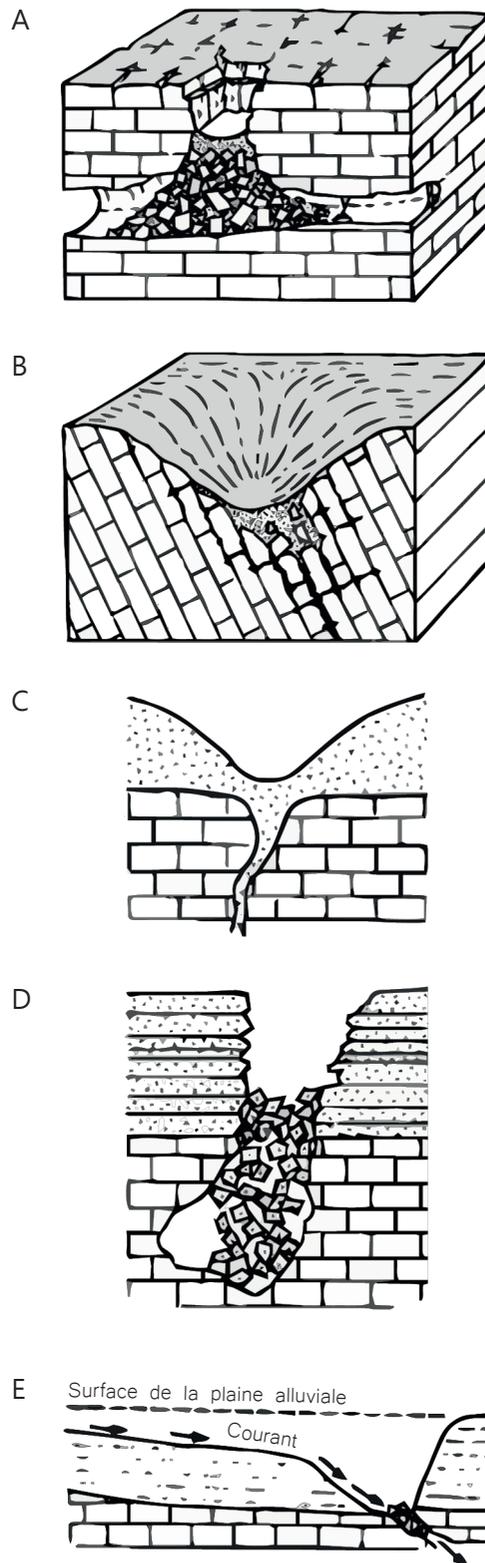


Fig.9 : Les différents types de dolines d’après Jennings (1985) (A) doline d’effondrement ; (B) doline de dissolution et de tassement , (C) doline de subsidence , (D) doline d’effondrement dans un karst ouvert ; (E) doline-perte

IV.3. DESCRIPTION DE L'HYDROGÉOLOGIE RÉGIONALE

IV.3.1. Généralités

Le contexte hydrogéologique de la région Duisburg – Hamme-Mille comprend plusieurs nappes superposées depuis celle, à la base, du socle paléozoïque jusqu'à celle des limons (non cartographiés) au sommet.

Le socle paléozoïque cambrien renferme un aquifère de fissures et de fractures, peu favorable à une exploitation à large échelle, avec des gros volumes. La zone d'altération superficielle, où la roche est désagrégée, procure des débits suffisants pour satisfaire des besoins domestiques, ou même localement un usage agricole ou industriel. Dans les zones colmatées par des particules fines (siltites et schistes), au contraire, la tranche altérée du socle constitue un horizon peu perméable et un écran à la percolation des eaux retenues dans la couverture méso-cénozoïque. Les niveaux aquifères seront localisés dans les niveaux gréseux ou quartzitiques pour autant que ces derniers soient suffisamment altérés ou fissurés. Affleurant rarement (aucun affleurement n'est visible sur la carte Duisburg – Hamme-Mille), la lithologie des formations paléozoïques est difficile à préciser à l'échelle locale. Le positionnement de forages de production ne pourra se faire que par prospection géophysique, méthode elle-même rendue peu efficace par la forte épaisseur des terrains mésozoïques et cénozoïques de couverture. L'Aquiclude à niveaux aquifères du socle cambro-silurien, sur cette carte, est peu exploité du fait des nombreuses alternatives possibles (Van Camp & Walraevens, 2014).

Les craies et les tuffeaux du Crétacé supérieur (Campanien et Maastrichtien) constituent un aquifère à double porosité ; de fissures et de pores. L'eau y circule principalement dans les joints et les diaclases.

Les sables paléocènes de la Formation de Hannut constituent un bon aquifère à porosité de pores tout comme les sables de l'Éocène des formations de Bruxelles, de Lede et de Sint-Huibrechts-Hern qui constituent l'aquifère le plus accessible, puisque superficiel, sur la carte Duisburg – Hamme-Mille.

Les limons ne constituent pas un bon aquifère mais leur grande extension latérale, leur épaisseur non négligeable

à certains endroits et surtout leur faible conductivité hydraulique en font un bon filtre pour les eaux météoriques s'infiltrant vers les nappes sous-jacentes, telles que celle des sables de l'Éocène.

Les alluvions modernes des cours d'eau forment des aquifères locaux. Ce type de nappe est alimenté par les eaux pluviales¹³, par les nappes sises dans les versants, ainsi que par la nappe du socle paléozoïque sous-jacent.

Les formations géologiques de la carte Duisburg – Hamme-Mille qui présentent les plus grandes potentialités aquifères sont les sables bruxelliens, les craies et tuffeaux crétacés et, localement, le socle cambrien. Ces principaux aquifères sont décrits ci-après.

IV.3.2. Piézométrie

Des données piézométriques, sur la carte 32/5-6, sont disponibles pour l'Aquifère des craies du Crétacé, pour les aquifères des sables de l'Éocène et du Paléocène et pour l'Aquifère alluviale.

IV.3.2.1. Aquiclude à niveaux aquifères du socle cambro-silurien

L'Aquiclude à niveaux aquifères du socle cambro-silurien ne présente un potentiel aquifère que lorsqu'il est altéré et/ou fracturé, ce qui est le cas. Cependant, sur l'étendue de cette carte, cet aquifère n'est pas exploité, dès lors les informations données ici proviennent d'observations faites sur des cartes voisines (Capette & Hallet, 2010) (Ruthy, Rekk, Hallet, Dassargues, & Monjoie, 2016).

D'après ces observations, la nappe de cet aquifère (1) serait en continuité hydraulique avec les cailloutis de base du Crétacé susjacentes lorsque le Crétacé surmonte le socle, (2) pourrait être captive si l'aquifère du socle est surmonté des aquifères plus argileux des formations de Hannut ou de Kortrijk.

IV.3.2.2. Aquifère des craies du Crétacé

La nappe de cet aquifère peut être captive sous les argiles de la Formation de Kortrijk (Capette, Closset, De Smedt, Deroanne & Hallet, 2014). Des mesures piézométriques régulières sont relevées dans divers ouvrages.

Le piézomètre **BOSSUT-GOTTECHAIN PZ3**, situé au nord

¹³ Alimentation qui peut être localement réduite par une imperméabilisation due aux activités urbaines.

de Bossut (Fig. 10) et propriété de la SWDE, fait partie du réseau piézométrique de surveillance du SPW. La Fig. 14 présente les fluctuations annuelles de 2018 à 2022. Les fluctuations saisonnières hautes eaux – basses eaux sont, généralement, inférieures à 2 m. Depuis le début des enregistrements, les profondeurs minimum et maximum mesurées du toit de la nappe sont de 44,66 m et 47,59 m respectivement, soit une cote maximum de 43,91 m et minimum de 40,97 m.

Le puits **AUTOMATIQUE PÉCROT**, au nord de Pécrot et en rive droite de la Dyle (Fig. 11), profond de 34,5 m, fait partie du réseau de surveillance piézométrique du SPW depuis 2010 (station PZ947). La Fig. 15, présente les fluctuations annuelles de 2018 à 2022.

Les fluctuations saisonnières hautes eaux – basses eaux sont inférieur à 2 m. Depuis le début des enregistrements, les profondeurs minimum et maximum mesurées du toit de la nappe sont de 4,57 m et 8,5 m respectivement, soit une cote maximum de 33,15 m et minimum de 29,22 m.

A Nethen, le puits **NETHEN OUEST PR1** (Fig. 12), propriété de la S.W.D.E., fait également partie du réseau surveillance piézométrique du SPW depuis octobre 2010. La Fig. 16 présente les chroniques piézométriques de 2018 à 2022.

Les variations saisonnières hautes eaux – basses eaux sont inférieur à 2 m.

Depuis le début des enregistrements, les profondeurs minimum et maximum mesurées du toit de la nappe sont de 4,48 m et 7,23 m respectivement, soit une cote maximum de 36,36 m et minimum de 33,63 m.

IV.3.2.3. Aquifère des sables de l'Éocène

Les ouvrages **NODEBAIS PZ5**, **PR7** et **PR8** du captage SWDE/De Watergroep de Nodebais (Fig. 13) sont crépinés dans l'Aquifère des sables de l'Éocène. Les cotes piézométriques relevées dans ces ouvrages montrent que Le Nodebais draine l'Aquifère des sables éocènes au niveau du captage. Les variations saisonnières à cet endroit sont de l'ordre de 0,5 m, avec des minimums en aout et des maximums en avril.

IV.3.2.4. Aquifère alluvial

Des cotes piézométriques ont été relevées entre 2000 et 2009 dans les piézomètres du site de Florival, au NO d'Archennes (Fig. 18). Les variations saisonnières



Fig.10 : Situation du puits **BOSSUT-GOTTECHAIN PZ3**, sollicitant la nappe des craies du Crétacé.

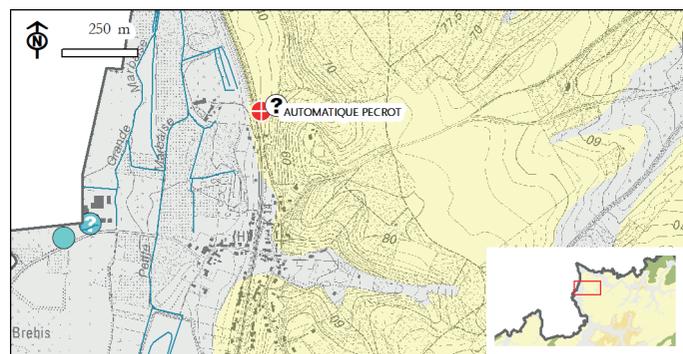


Fig.11 : Localisation du puits **AUTOMATIQUE PÉCROT** sollicitant la nappe des craies du Crétacé.

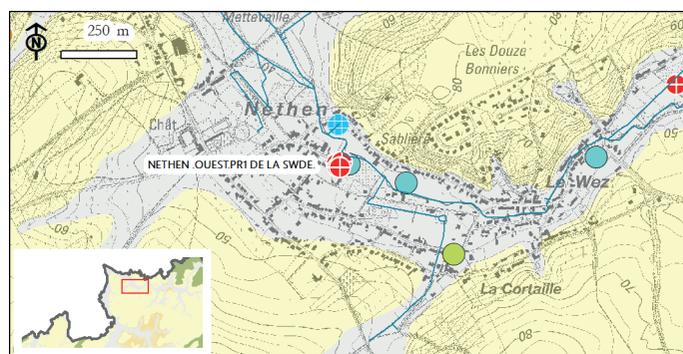


Fig.12 : Localisation du piézomètre **NETHEN OUEST PR1**, sollicitant la nappe des craies du Crétacé, sur le site de la SWDE à Nethen.

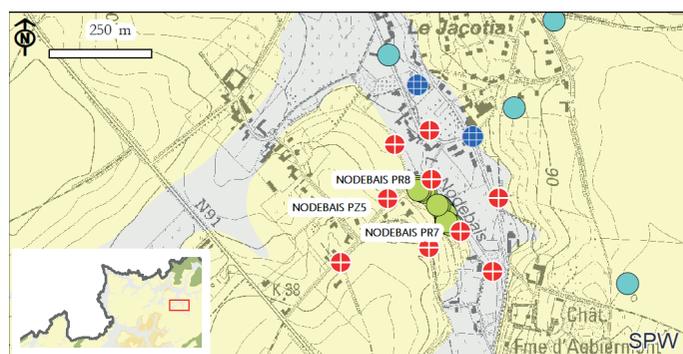


Fig.13 : Localisation des ouvrages **PZ5**, **PR7** et **PR8** du captage de Nodebais et sollicitant la nappe des sables de l'Éocène.



Fig.14 : Chronique piézométrique du puits **BOSSUT-GOTTECHAIN PZ3**, sollicitant la nappe des craies du Crétacé, de 2018 à 2022 (source : La piézométrie en Wallonie).

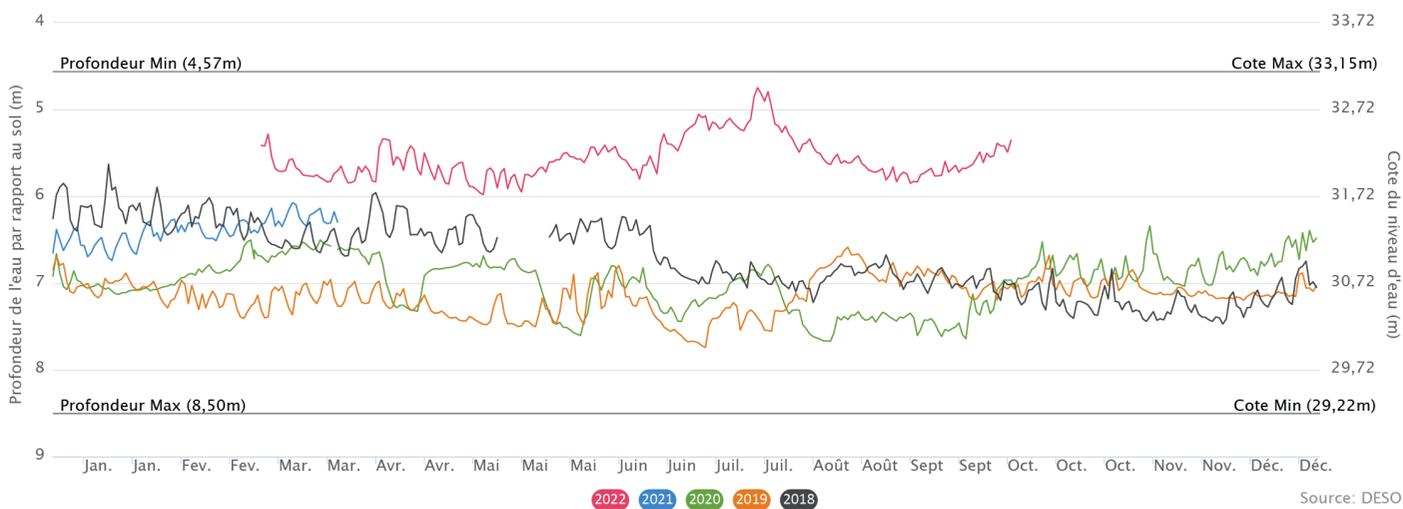


Fig.15 : Chronique piézométrique du puits **AUTOMATIQUE PÉCROT**, sollicitant la nappe des craies du Crétacé, de 2018 à 2022 (source : La piézométrie en Wallonie).



Fig.16 : Chronique piézométrique du puits **NETHEN OUEST PR1**, sollicitant la nappe des craies du Crétacé, de 2018 à 2022 (source : La piézométrie en Wallonie).

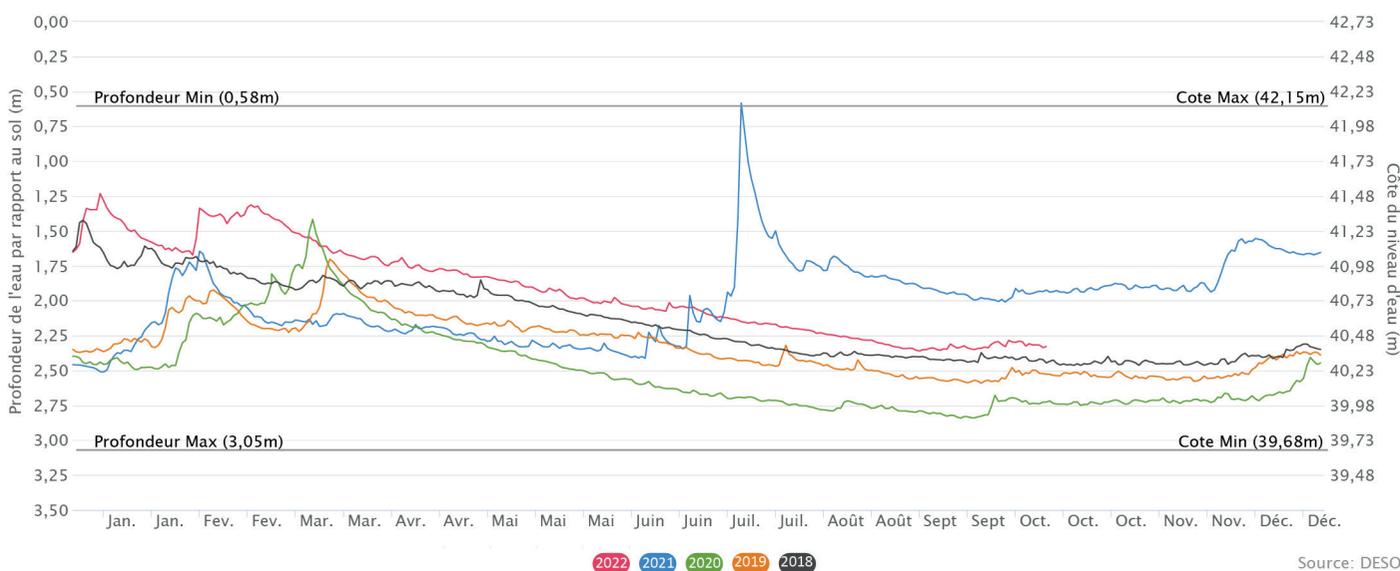


Fig. 17 : Évolution piézométrique de **GREZ-DOICEAU PZ7**, sollicitant la nappe des alluvions du Train, de 2018 à 2022 (source : La piézométrie en Wallonie).

constatées sont inférieures à 0,5 m. L'écoulement de la nappe de l'Aquifère alluvial se fait naturellement en direction de la Dyle, drainante, qui impose le niveau de base à la nappe alluviale.

Le piézomètre **GREZ-DOICEAU PZ7**, situé sur le site du captage de Grez-Doiceau (Fig. 19), fait partie du réseau de surveillance piézométrique du SPW depuis 2016 et sollicite la nappe de l'Aquifère alluvial. L'amplitude

des variations saisonnières hautes eaux – basses eaux est faible, de l'ordre de ~1 m (Fig. 17). Depuis le début des enregistrements, les profondeurs minimum et maximum mesurées du toit de la nappe sont de 0,58 m et 3,05 m respectivement, soit une cote maximum de 42,15 m et minimum de 39,68 m. Cette cote de 42,15 m est exceptionnelle et liée aux pluies non moins exceptionnelles de juillet 2021. L'oscillation « habituelle » se situe plutôt entre 39,68 m et 41,48 m. Ce graphe montre bien la période de hautes eaux durant les mois de janvier à avril environ et celle de basses eaux autour des mois de juillet à septembre. Cette cyclicité annuelle classique s'est clairement vue perturbée par les pluies intenses en juillet 2021.

De manière générale, on voit que l'aquifère superficiel à nappe libre des sables de l'Éocène, s'il a bénéficié d'une recharge inhabituelle en juillet à pourtant rattrapé à partir 2022 une courbe de tarissement habituelle proche des autres bien que légèrement à la hausse. Ce comportement est clairement différent de la nappe captive des craies du Crétacé pour laquelle les pluies de juillet 2021 ont induit une recharge tout aussi forte mais plus lente (pas de pic) et plus durable et qui perdure encore fin 2022 du fait d'une vidange plus lente également.

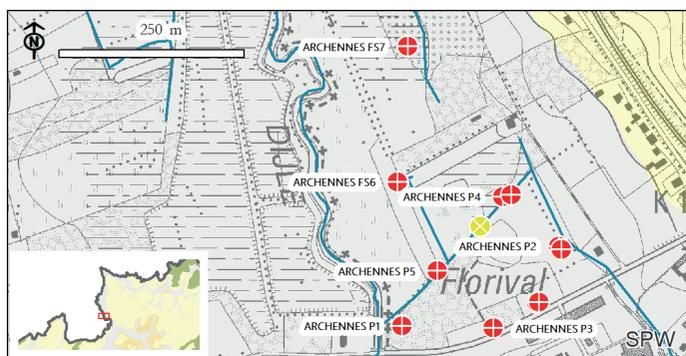


Fig. 18 : Site de Florival au NO d'Archennes et localisation des piézomètres dans lesquels des mesures ont été prises et sollicitant la nappe de l'Aquifère alluvial.

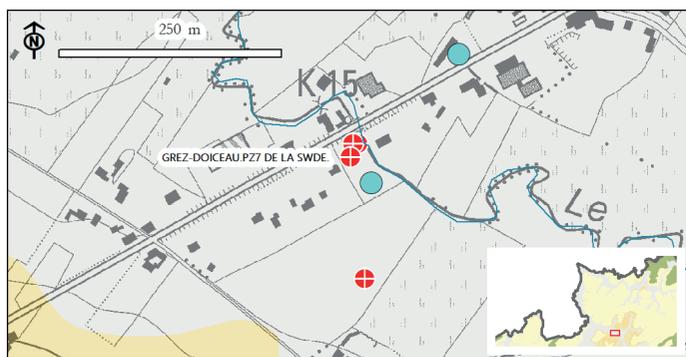
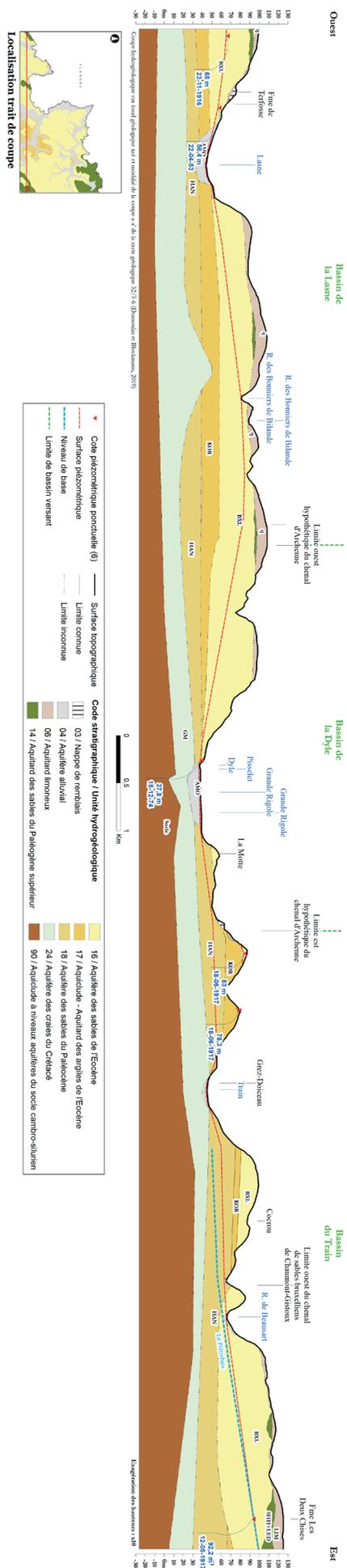


Fig. 19 : Localisation du piézomètre **GREZ-DOICEAU PZ7**, sollicitant la nappe de l'Aquifère alluvial, sur le site de captage SWDE de Grez-Doiceau.

IV.4. COUPE HYDROGÉOLOGIQUE

La coupe représentée ci-après est la coupe a-a' de la carte Géologique de Wallonie 32/5-6 de Dumoulin et Blockmans (2019). Elle a cependant été corrigée au niveau de la topographie, notamment au niveau



du ruisseau de Beusart, et des modifications ont été apportées au niveau des contacts de certaines unités hydrogéologiques. Un effort a été fait pour représenter, sur base de forages¹⁴, l'Aquitard limoneux. Cette coupe, orientée est-ouest, permet de mieux visualiser et comprendre la structure géologique et le comportement des nappes de la carte Duisburg – Hamme-Mille (Fig. 20).

A l'ouest, il passe à proximité de la localité de Rosières, puis non loin du hameau de Gastuche et traverse ensuite Grez-Doiceau pour aboutir à proximité du Bois de la Chise. La coupe présente les terrains subhorizontaux céno- et mésozoïques reposant en discordance sur le socle paléozoïque. Les terrains tabulaires pendent légèrement vers le nord et sont entaillés par la Lasne, la Dyle et leurs principaux affluents dont le Train.

La Dyle et le Train ont incisés les aquifères contenues dans les aquifères des sables éocènes et/ou paléocènes et ce jusqu'à l'Aquifère des craies du Crétacé. La Lasne, en revanche, ne les atteint pas. Ces cours d'eau imposent le niveau piézométrique des nappes avec lesquelles ils sont en contact.

En l'absence de l'Aquiclude-Aquitard des argiles de l'Éocène, les nappes des sables de l'Éocène et du Paléocène sont en continuité hydraulique. Cette observation est bien visible à l'est de la coupe, dans la zone du « chenal de Chaumont-Gistoux ». En revanche, plus à l'ouest, toujours dans le bassin du Train, l'Aquiclude-Aquitard des argiles de l'Éocène isole la nappe de l'Aquifère des sables du Paléocène de celle des sables de l'Éocène. Ainsi, des nappes perchées peuvent apparaître dans les sables éocènes. La nappe logée dans les sables du Paléocène est rendue captive ou semi-captive, selon le caractère plus aquiclude ou plus aquitard de l'unité hydrogéologique susjacente.

Fig. 20 : Coupe hydrogéologique de la carte Duisburg - Hamme-Mille.

14 <https://gisel.naturalsciences.be/gisel/gisel.html>

IV.5. CARACTÈRE LIBRE, SEMI-CAPTIF, CAPTIF DES NAPPES ET ARTÉSIANISME

Différents types d'aquifères (Fig.21) peuvent être définis (Poehls & Smith, 2009) :

- * **Aquifère non confiné** : aquifère dont le toit n'est pas limité par un aquitard ou un aquiclude (Fig.21, aquifère 1). Il contient une nappe libre. La surface piézométrique de cette nappe est libre de fluctuer. Le niveau piézométrique se situe sous le toit de l'aquifère et correspond à la limite supérieure de la zone saturée en eau de l'aquifère ;
- * **Aquifère confiné** : aquifère dont le toit est limité par un aquiclude (Fig.21, aquifère 2 et 3). La plupart du temps la nappe qu'il contient est sous pression. La nappe est alors dite captive. Leur surface piézométrique correspond au toit de l'aquifère mais leur niveau piézométrique (Fig.21, H2 et H3) se situe au dessus du toit de l'aquifère. Il n'y a pas de circulation verticale d'eau (drainance) entre les aquifères ;
- * **Aquifère semi-confiné** : aquifère dont le toit est limité par un aquitard (Fig.21, aquifère 2). Le degré de confinement varie en fonction de la perméabilité de l'aquitard. La nappe qu'il contient est sous pression mais moins que celle d'un aquifère confiné à nappe captive. Elle est dite

semi-captive. Leur surface piézométrique correspond au toit de l'aquifère et leur niveau piézométrique (Fig.21, H2 et H3) se situe au dessus du toit de l'aquifère. Il peut y avoir une circulation verticale d'eau (drainance) entre les aquifères mais limitée.

Les aquifères de la couverture cénozoïque sont, ici, des terrains tabulaires ; l'aquifère superficiel n'est donc jamais confiné et les aquifères sous-jacents ne seront confinés que si une couche peu perméable (aquitard / aquiclude) les recouvre.

La nappe de l'Aquifère des sables de l'Éocène est considérée comme libre sur l'ensemble de la carte, abstraction faite de la couverture limoneuse superficielle peu perméable et des alluvions modernes qui peuvent rendre cet aquifère confiné très localement.

L'Aquifère des sables du Paléocène est localement surmonté par l'Aquiclude-aquitard des argiles de l'Éocène. En fonction de la proportion en sable des argiles éocènes, un caractère captif à semi-captif pourrait être observé dans la nappe des sables paléocènes. Ailleurs, la nappe de cet aquifère est libre.

La base argileuse de l'Aquifère des sables du Paléocène confine l'Aquifère des craies du Crétacé sur l'ensemble de la carte à l'exception, dans la vallée de la Dyle, d'un petit tronçon au nord-ouest d'Archennes,

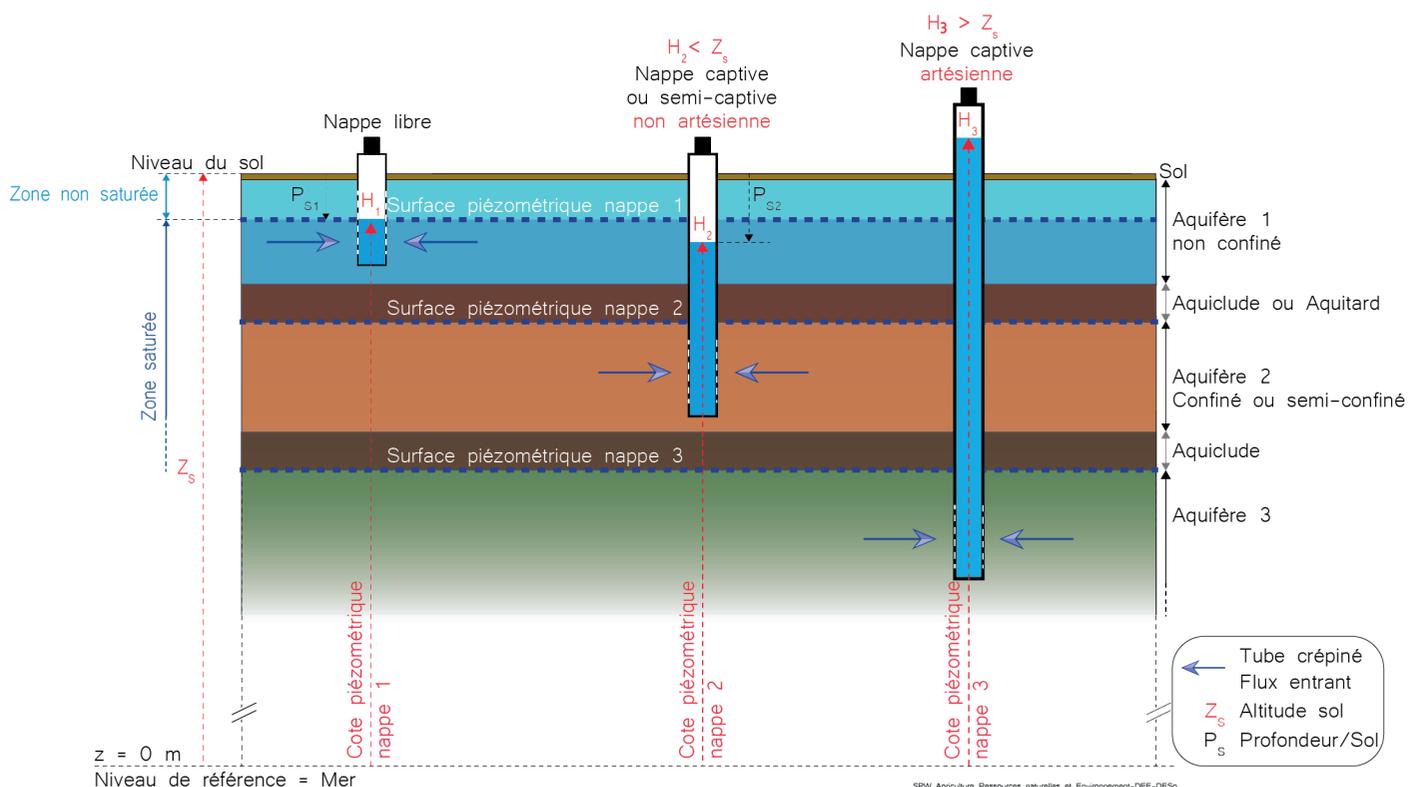


Fig.21 : Schéma illustrant le degré de captivité d'une nappe et le phénomène d'artésianisme

où la nappe est libre car uniquement surmontée de l'Aquifère alluvial plus perméable.

V. CADRE HYDROCHIMIQUE

Aucune campagne particulière de prélèvement chimique n'a été organisée dans le cadre de la réalisation de cette carte. 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 publiés à l'occasion d'études particulières (protection des captages, etc.).

A partir des données disponibles, il a été possible de caractériser du point de vue hydrochimique les principales unités hydrogéologiques de la carte, à savoir :

- * l'Aquiclude à niveaux aquifères du socle cambro-silurien ;
- * l'Aquifère des craies du Crétacé ;
- * l'Aquifère des sables de l'Éocène ;
- * l'Aquifère alluvial.

Les analyses chimiques présentées dans les paragraphes suivants ont été réalisées sur des eaux brutes, non encore traitées en vue de leur consommation.

En Région wallonne, depuis l'entrée en vigueur du Code de l'Eau (3 mars 2005), toute la législation relative à l'eau a intégré les anciens textes réglementaires (décrets et articles). L'arrêté relatif aux valeurs paramétriques applicables aux eaux destinées à la consommation humaine (AGW 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.6. CARACTÉRISTIQUES HYDROCHIMIQUES DES EAUX

V.6.1. Aquiclude à niveaux aquifères du socle cambro-silurien

Des analyses hydrochimiques (Tableau 4) pour l'Aquiclude à niveaux aquifères du socle cambro-silurien sont disponibles grâce au puits **PARC DE LA NOIRE EPINE P2**, situé au nord de Wavre et profond de 184 m (Fig. 22).

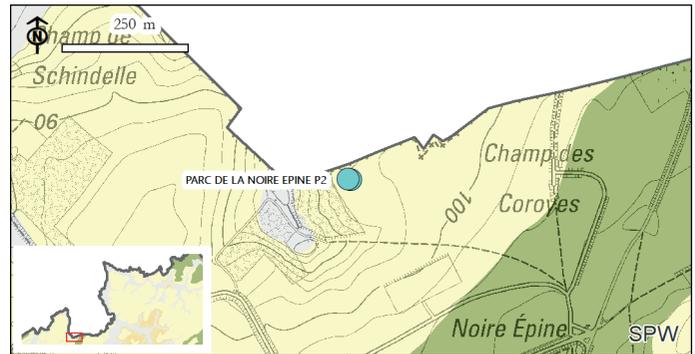


Fig. 22 : Situation du puits **PARC DE LA NOIRE EPINE P2**, au nord de Wavre, sollicitant l'Aquiclude à niveaux aquifères du socle cambro-silurien.

L'eau de cet ouvrage présente une faible minéralisation. Elle est relativement douce (24,6 °F), a une conductivité moyenne (497 µS/cm) et un pH légèrement basique (7,8). La faible teneur en nitrates indique une bonne protection face aux contaminations de surface. Protection liée à la couverture méso-cénozoïque qui comporte plusieurs niveaux peu perméables.

Tableau 4 : Analyse chimique (2015) de l'eau du puits **PARC DE LA NOIRE EPINE P2** sollicitant l'Aquiclude à niveaux aquifères du socle cambro-silurien.

Paramètres	Unités	Norme	PARC DE LA NOIRE EPINE P2
Profondeur	m		184
Date d'analyse			26/06/2015
pH	unité pH	6,5 à 9,45	7,8
Conductivité électrique	µS/cm	2500	497
Dureté totale (TH)	°F	67,5	24,6
Aluminium	µg/l Al	200	4
Calcium	mg/l Ca	270	77,5
Sodium	mg/l Na	200	6,5
Potassium	mg/l K	-	4,8
Magnésium	mg/l Mg	50	12,7
Fer (total dissous)	µg/l Fe	200	14
Manganèse	µg/l Mn	50	2
Chlorures	mg/l Cl	250	8,9
Nitrates	mg/l NO3	50	< L.Q. ¹
Nitrites	mg/l NO2	0,5	< L.Q.
Ammonium	mg/l NH4	0,5	< L.Q.
Phosphates	µg/l PO4		< L.Q.
Sulfates	mg/l SO4	250	21,1
Alcalinité totale (TAC)	°F		22,9

¹ Limite de quantification

V.6.2. Aquifère des craies du Crétacé

Le profil hydrochimique de l'eau de l'Aquifère des craies du Crétacé est présenté via les analyses chimiques (Tableau 5) des ouvrages **BIEZ P1 (LA CARRIERE)** (Fig. 23), **LA MOTTE P2 ET P3**, **PECROT P2, P20** (Fig. 24), et **DREVE DE LAURENSART 4** (Fig. 25).

L'eau de ces ouvrages est de type bicarbonaté calcique, de dureté élevée (38,9-41,7 °F), de pH neutre ou légèrement basique (7-7,5) et de conductivité électrique moyenne (602-757 µS/cm). Les teneurs en nitrates ne dépassent pas les 25 mg/l. Les teneurs en sulfates sont moyennement élevées (67,9-86 mg/l).

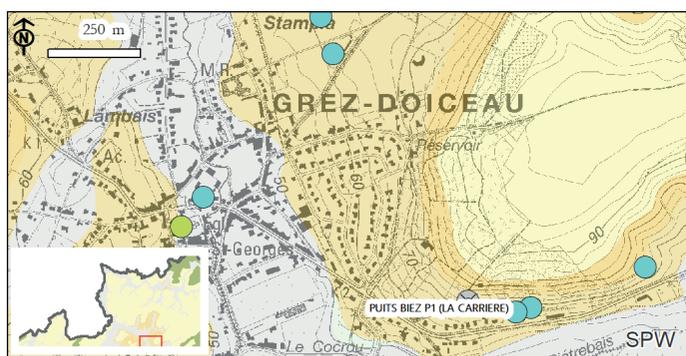


Fig.23 : Localisation du puits **BIEZ P1 (LA CARRIERE)** sollicitant l'Aquifère des craies du Crétacé..

Un dépassement de la norme en manganèse (Mn) est observé pour le puits **DREVE DE LAURENSART 4**

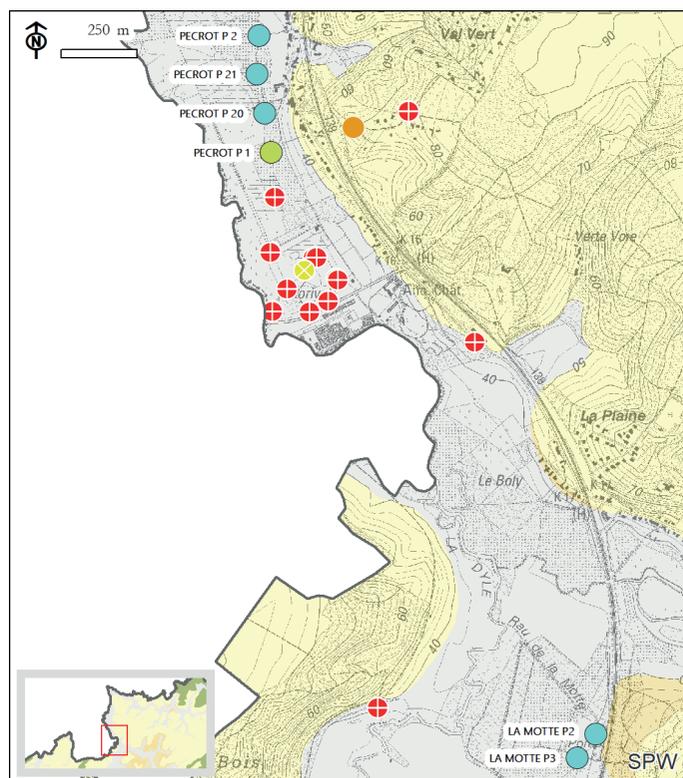


Fig.24 : Localisation des ouvrages **PECROT P2, P20, LA MOTTE P2, P3** sollicitant l'Aquifère des craies du Crétacé.

Tableau 5 : Analyses chimiques de l'eau des ouvrages **DREVE DE LAURENSART 4, BIEZ P1 (LA CARRIERE), LA MOTTE P2 et P3, PÉCROT P2, et P20** sollicitant l'Aquifère des craies du Crétacé.

Paramètres	Unités	Norme	Biez P1 (La Carrière)	La Motte P2	La Motte P3	Pécrot P2	Pécrot P20	Drève de Laurensart 4
Profondeur	m					42,5	45,6	12
Date de prélèvement			03/11/14	01/12/15	01/12/15	10/12/15	03/11/14	18/05/2015
pH	unité pH	6,5 à 9,45	7,3	7	7,2	7,3	7,5	7,2
Conductivité électrique	µS/cm	2500	757	685	602	717	730	737
Dureté totale (TH)	°F	67,5	41,5	38,9	39,2	41,7	40,3	39
Aluminium	µg/l Al	200	11	20	1	3	5	<20
Calcium	mg/l Ca	270	144,2	136,4	137,3	143,6	137	131
Sodium	mg/l Na	200	13,6	11,6	13,2	13,1	13	15,2
Potassium	mg/l K		2,4	2,9	2,9	3,2	2,8	2,4
Magnésium	mg/l Mg	50	13,3	11,7	12,1	14,1	14,8	15,1
Fer (total dissous)	µg/l Fe	200	26	67	48	9	21	103
Manganèse	µg/l Mn	50	0,5	0,2	0,4	< L.Q.	0,1	65
Chlorures	mg/l Cl	250	41,1	37,2	37,8	39,3	41,4	44
Nitrates	mg/l NO3	50	23,1	20	21,9	24	24,3	8,5
Nitrites	mg/l NO2	0,5	< L.Q.	< L.Q.	< L.Q.	< L.Q.	< L.Q.	< L.Q.
Ammonium	mg/l NH4	0,5	0,03	< L.Q.	< L.Q.	< L.Q.	< L.Q.	0,3
Phosphates	µg/l PO4		< L.Q.	0,06	0,1	< L.Q.	< L.Q.	0,06
Sulfates	mg/l SO4	250	77,7	70	67,9	77,6	80,7	86
Alcalinité totale (TAC)	°F		30,3	28,9	28,5	28,4	28,6	28,3

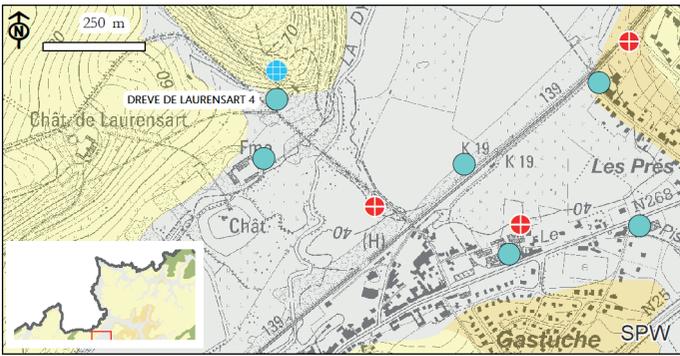


Fig. 25 : Situation du puits **DREVE DE LAURENSART 4** au NO de Gastuche et sollicitant l'Aquifère des sables de l'Éocène.

V.6.3. Aquifère des sables de l'Éocène

Pour l'Aquifère des sables de l'Éocène, des analyses chimiques (Tableau 6) sont disponibles pour les ouvrages **RUE VERTE VOIE P15 (ANCIEN P0)** (Fig. 26), et **BOSSUT BEAUSART P1** (Fig. 27).

Les résultats montrent des eaux de type bicarbonaté calcique, de pH légèrement basique (7,1-7,4) et de conductivités moyennes (737-824 µS/cm). Les chlorures sont souvent présents en concentrations assez élevées (35-44,8 mg/l) ainsi que les sulfates (67-87 mg/l). Des teneurs importantes en nitrates sont observées (8,5-59 mg/l) et peuvent dépasser la norme de potabilité.

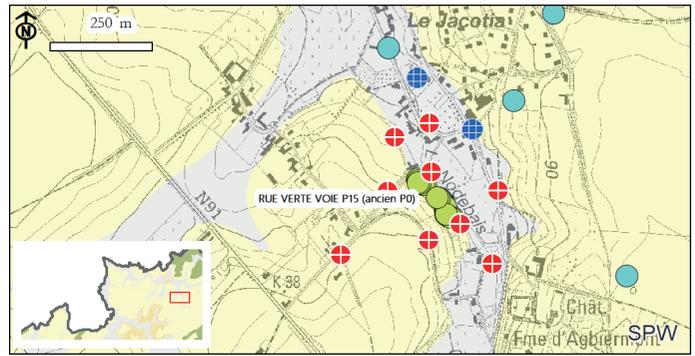


Fig. 26 : Localisation du puits traditionnel **RUE VERTE VOIE P15 (ANCIEN P0)** sollicitant l'Aquifère des sables de l'Éocène.

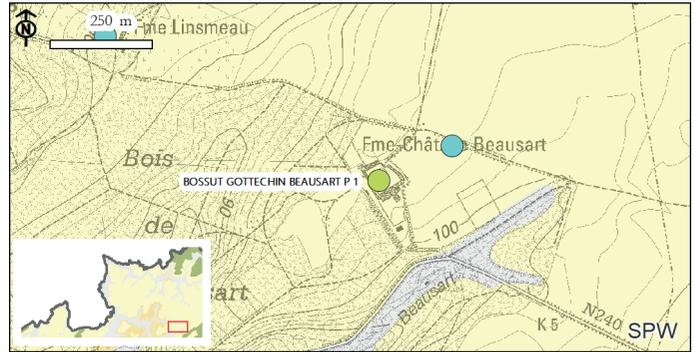


Fig. 27 : Localisation du puits **BOSSUT GOTTECHAIN BEAUSART P1** sollicitant l'Aquifère des sables de l'Éocène.

V.6.4. Aquifère alluviale

Des données chimiques pour l'Aquifère alluvial (Tableau 7) ont été réalisées dans le cadre de la surveillance environnementale effectuée par la SPAQuE en juillet 2006 sur les ouvrages **ARCHENNES P2, P3** et **P5**

Tableau 6 : Analyses chimiques de l'eau des ouvrages **DRÈVE DE LAURENSART 4**, **BOSSUT GOTTECHAIN-BEAUSART P1** et **RUE VERTE VOIE P15** sollicitant l'Aquifère des sables de l'Éocène.

Paramètres	Unités	Norme	Bossut GottechainBeausart P1	Rue Verte Voie P15 (ancien P0)
Profondeur	m		28	8
Date analyse			04/07/2013	14/01/2015
pH	unité pH	6,5 à 9,45	7,1	7,4
Conductivité électrique	µS/cm	2500	815	824
Dureté totale (TH)	°F	67,5	41,9	44,6
Aluminium	µg/l Al	200	<10	3
Calcium	mg/l Ca	270	143	149,6
Sodium	mg/l Na	200	21	12,8
Potassium	mg/l K		8,6	1,4
Magnésium	mg/l Mg	50	15,2	17,6
Fer (total dissous)	µg/l Fe	200	4,6	11
Manganèse	µg/l Mn	50	<5	0,8
Chlorures	mg/l Cl	250	35	40
Nitrates	mg/l NO ₃	50	59	42,4
Nitrites	mg/l NO ₂	0,5	< L.Q.	< L.Q.
Ammonium	mg/l NH ₄	0,5	< L.Q.	0,03
Phosphates	µg/l PO ₄		0,8	0,02
Sulfates	mg/l SO ₄	250	67	73,3
Alcalinité totale (TAC)	°F		31,8	31,4

(Fig. 28). L'eau de ces puits montre une conductivité est moyenne (625-657 $\mu\text{S}/\text{cm}$), un pH neutre à légèrement acide (6,8-7). Un très important dépassement de la norme de potabilité s'observe pour le fer au niveau du **P3**.

V.6.5. Commentaires

La Fig. 29 reprend la classification hydrochimique des eaux souterraines sous la forme du diagramme de Piper (Piper, 1944) dans lequel ont été projetées les analyses discutées plus haut. Ces dernières se situent dans les eaux de type bicarbonaté calcique.

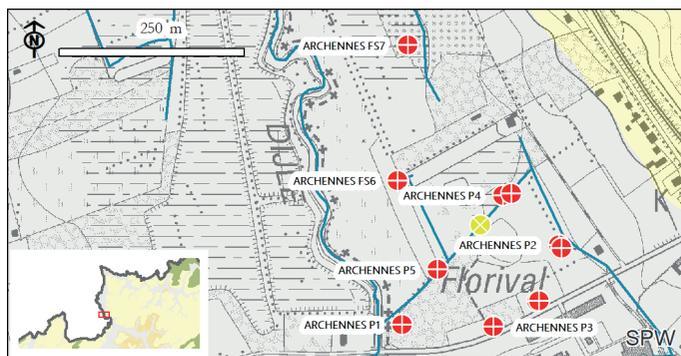


Fig. 28 : Localisation du puits **ARCHENNES P2, P3** et **P5** sollicitant l'Aquifère alluvial.

Tableau 7 : Analyses chimiques de l'eau des ouvrages **ARCHENNES P2, P3** et **P5** sollicitant l'Aquifère alluvial.

Paramètres	Unités	Norme	Archennes P2	Archennes P3	Archennes P5
Profondeur (m)			7,5	6,1	5,4
Date de prélèvement			01/07/2006	01/07/2006	01/07/2006
pH	unité pH	6,5 à 9,45	6,78	6,90	7
Conductivité électrique	$\mu\text{S}/\text{cm}$	2500	657	654	625
Aluminium	$\mu\text{g}/\text{l Al}$	200	57	<20	<20
Calcium	$\text{mg}/\text{l Ca}$	270	114	115	113
Sodium	$\text{mg}/\text{l Na}$	200	20,8	14,6	13,6
Potassium	$\text{mg}/\text{l K}$		8,4	2,8	2,6
Magnésium	$\text{mg}/\text{l Mg}$	50	14,7	12	12
Fer (total dissous)	$\mu\text{g}/\text{l Fe}$	200	79	5 570	<20
Manganèse	$\mu\text{g}/\text{l Mn}$	50	15	26	<4

La présence de sables carbonatés dans l'Aquifère des sables de l'Éocène explique le regroupement de ses analyses avec celles de l'Aquifère des craies du Crétacé.

L'Aquiclude à niveaux aquifères du socle cambro-silurien est bien discriminé dans ce diagramme du fait de sa plus faible minéralisation.

Un diagramme de Stiff (Fig. 31) permet également de bien visualiser les différences de compositions d'eaux provenant de sources distinctes (Fetter, 2001).

Ici, seul l'Aquiclude à niveaux aquifère du socle cambro-silurien se distingue des autres analyses. Leur faciès bicarbonaté calcique est bien visible pour toutes.

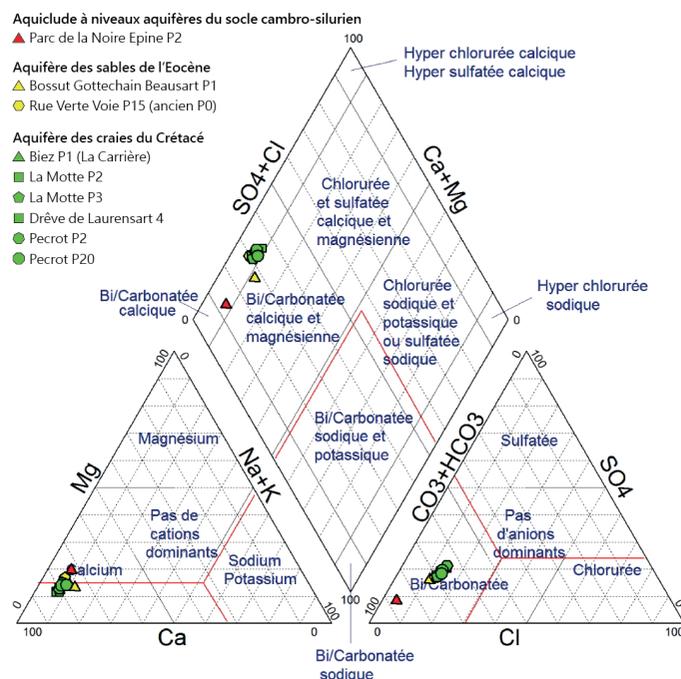


Fig. 29 : Classification hydrochimique des eaux analysées de la carte Duisburg - Hamme-Mille sur le diagramme de Piper.

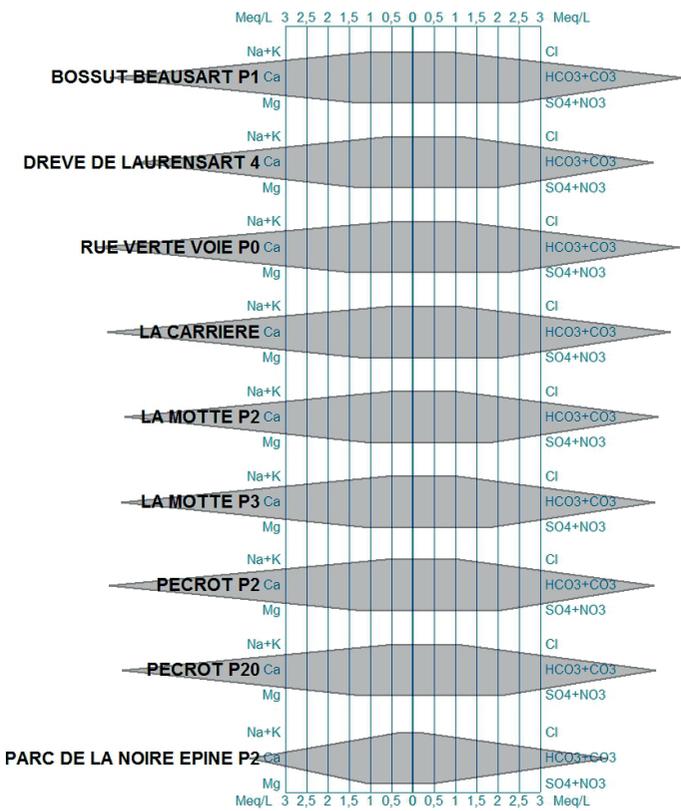


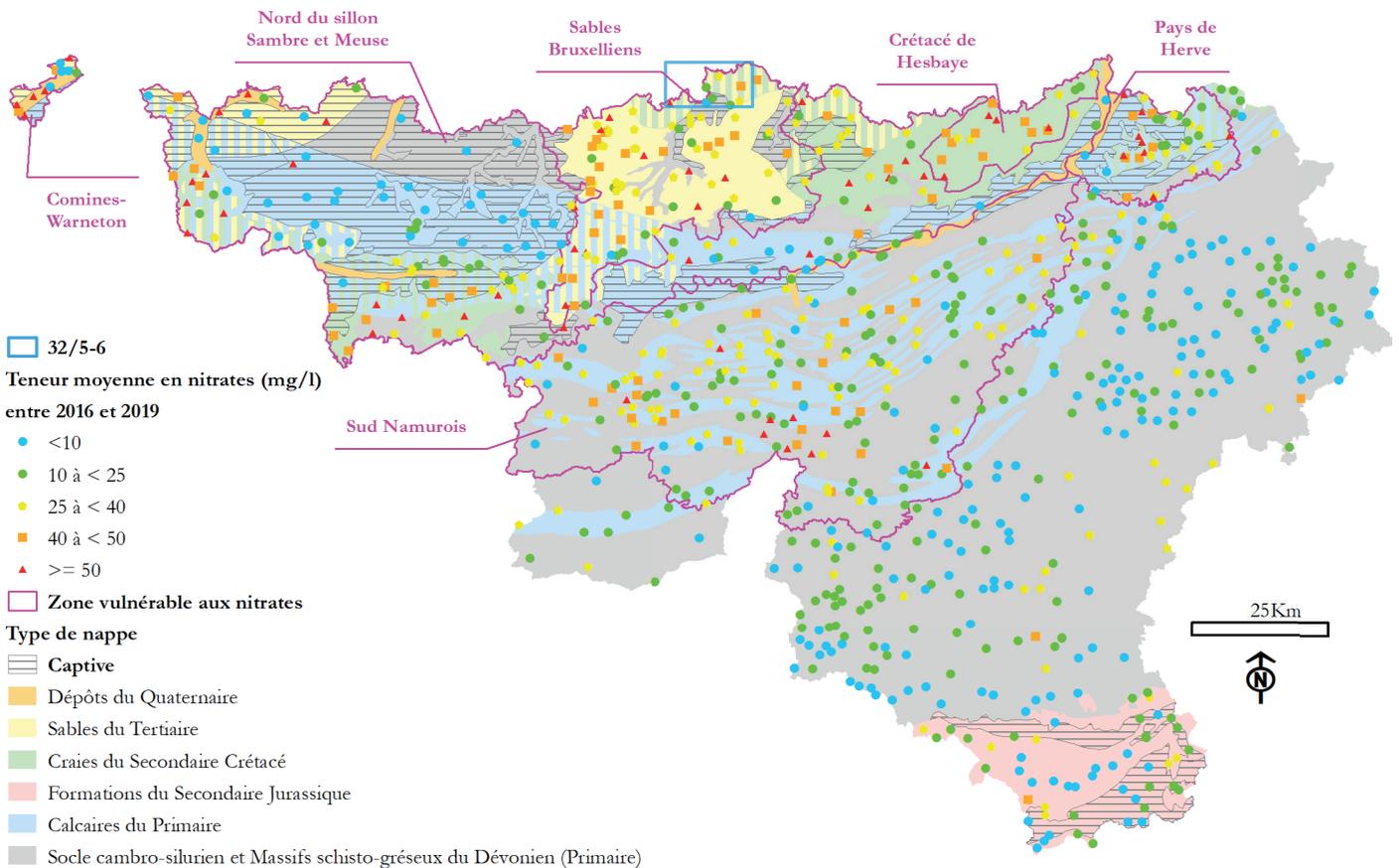
Fig. 31 : Diagramme de Stiff reprenant les analyses d'eau souterraines présentées dans la notice de la carte Duisburg - Hamme-Mille

V.7. PROBLÉMATIQUE DES NITRATES

Les nitrates font depuis plusieurs années l'objet de contrôles réguliers de la part des sociétés de distribution d'eau. La norme de potabilité européenne est de 50 mg de 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 délimitées par arrêtés ministériels (Fig. 30).

A l'intérieur de celles-ci l'application d'un programme d'actions précis, dont les mesures ont été arrêtées dans le Programme de Gestion Durable de l'Azote en agriculture (PGDA)¹⁵, vise à atteindre une meilleure gestion des nitrates. Par ailleurs, un réseau de surveillance a été mis en place par le SPW afin de suivre l'évolution de leurs teneurs en nitrates et d'évaluer de manière cohérente et complète l'état des ressources en eau souterraines (SPW-DGO3, 2015).

Depuis le 1er janvier 2007, l'entièreté de la Flandre est désignée comme « zone vulnérable aux nitrates » dans le cadre de la Directive européenne « Nitrates ».



Données générales extraites de la base de données géographiques de référence SPW Environnement - Direction de la Coordination des données & Direction des Eaux souterraines - Mars 2022

Fig. 30 : Zones vulnérables aux nitrates arrêtées en Wallonie et concentrations moyennes en nitrates de 2016 à 2019 sur les ouvrages du réseau de surveillance du Service Public de Wallonie. Localisation de la carte de Duisburg - Hamme-Mille (SPW-DGO3, 2015).

¹⁵ 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.

Pour plus d'informations sur les zones vulnérables aux nitrates en Flandre, le site <http://dov.vlaanderen.be/> peut être consulté.

L'ensemble de ces zones vulnérables aux nitrates reprend la quasi-totalité des captages échantillonnés dépassant la norme des 50 mg/l et plus des deux tiers des captages dont la teneur en nitrate est comprise entre 25 et 50 mg/l.

L'entièreté de la partie wallonne de la carte Duisburg – Hamme-Mille est, quant à elle, située dans la zone vulnérable dite des « Sables bruxelliens » (Fig. 30).

Pour le territoire de la carte Duisburg – Hamme-Mille, des chroniques de concentrations en nitrates sont disponibles pour l'Aquifère des craies du Crétacé et pour l'Aquifère des sables de l'Éocène.

V.7.1. Aquifère des craies du Crétacé

Les Fig. 32 à Fig. 35 présentent l'évolution de la concentration en nitrates des ouvrages **BIEZ P1 (LA CARRIÈRE)** (Fig. 23, p. 27), **LA MOTTE P2** (Fig. 24, p. 27), **PECROT P20** (Fig. 24, p. 27) et **DREVE DE LAURENSART 4** (Fig. 25, p. 28) sollicitant la nappe de l'Aquifère des craies du Crétacé.

Aucun dépassement de norme n'est observé. On note une légère tendance à la hausse pour **PECROT P20** et à la baisse pour **BIEZ P1 (LA CARRIÈRE)**, **LA MOTTE P2** et **DREVE DE LAURENSART 4** (Fig. 35) sur les années considérées.

V.7.2. Aquifère des sables de l'Éocène

Trois ouvrages, sollicitant la nappe de l'Aquifère des sables de l'Éocène, disposent de chroniques « Nitrates » :

- * le puits **BOSSUT GOTTECHAIN BEAUSART P1** (Fig. 27, p. 28) montrait un important dépassement de la norme de potabilité en 2005 (> 90 mg/l), depuis la concentration n'a cessée de baisser et se trouvait en 2021 autour de 30 mg/l (Fig. 36) ce qui reste une concentration relativement élevée ;
- * le puits **RUE VERTE VOIE P15** (ancien P0) (Fig. 26, p. 28) ne dépasse pas la norme de potabilité, toutefois la concentration au droit de ce puits ne cesse d'augmenter depuis 1994. En 2021 elle était supérieure à 40 mg/l (Fig. 37).

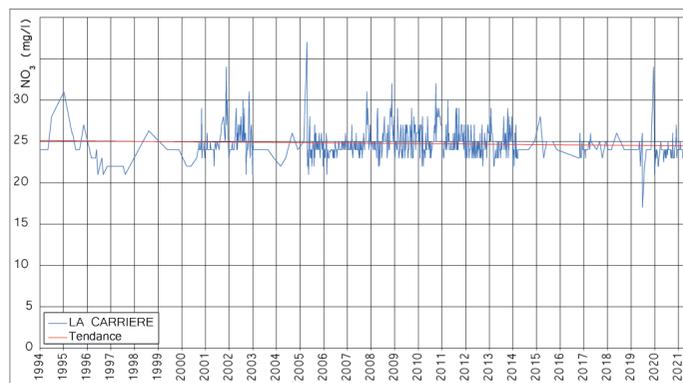


Fig. 32 : Évolution de 1994 à 2021 de la concentration en nitrates du puits **BIEZ P1 (LA CARRIÈRE)** sollicitant l'Aquifère des craies du Crétacé.

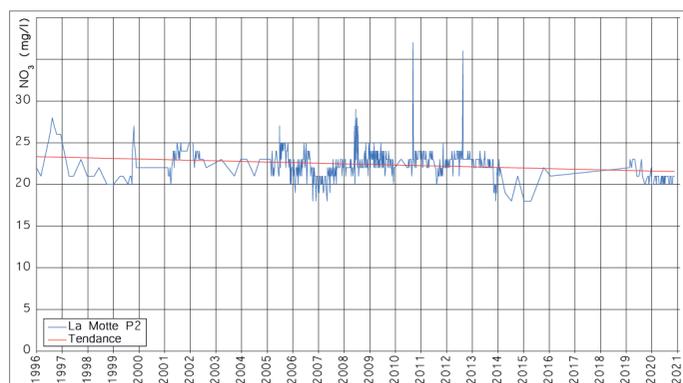


Fig. 33 : Évolution de 1996 à 2021 de la concentration en nitrates du puits **LA MOTTE P2** sollicitant l'Aquifère des craies du Crétacé.

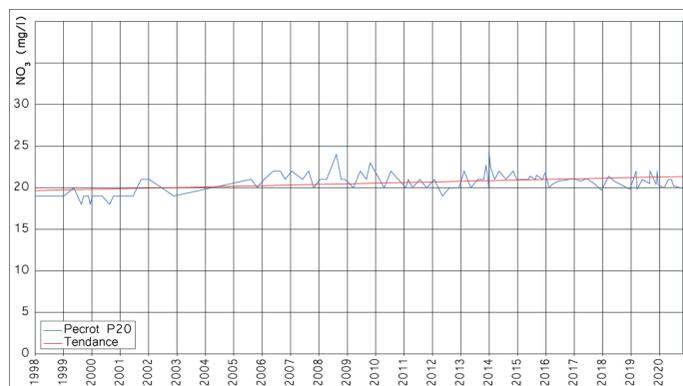


Fig. 34 : Évolution de 1988 à 2020 de la concentration en nitrates du puits **PECROT P20** sollicitant l'Aquifère des craies du Crétacé.

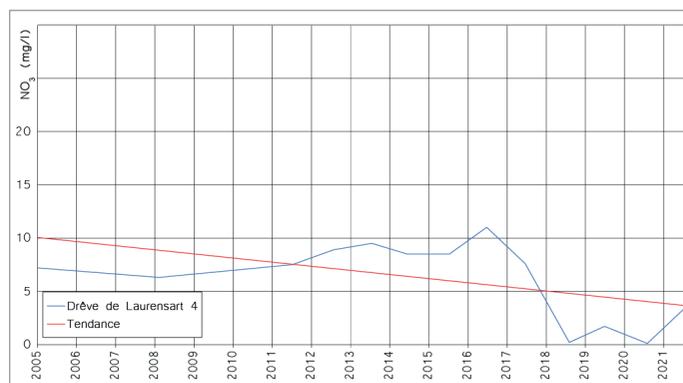


Fig. 35 : Évolution de 2005 à 2021 de la concentration en nitrates de l'ouvrage **DRÈVE DE LAURENSART 4** sollicitant la nappe de l'Aquifère des craies du Crétacé.

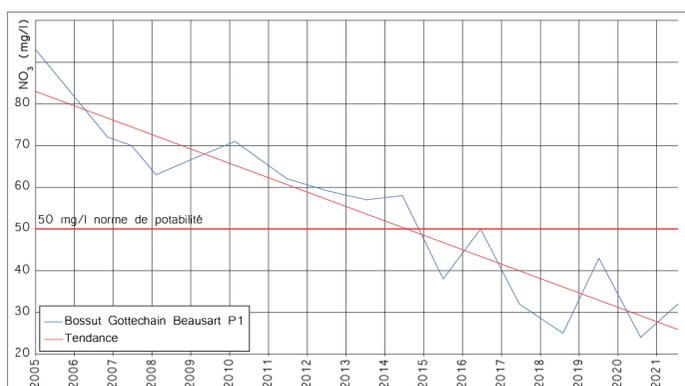


Fig. 36 : Évolution de 2005 à 2021 de la concentration en nitrates de l'ouvrage **BOSSUT GOTTECHAIN BEAUSART P1** sollicitant la nappe de l'Aquifère des sables de l'Éocène.

V.8. QUALITÉ BACTÉRIOLOGIQUE

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

Les pollutions bactériologiques sont généralement liées aux traitements d'épandage de tous ordres, principalement dans l'agriculture, et aux déversements d'industries de fabrication et de conditionnement mais également de particuliers. Les puits domestiques non équipés correctement sont moins bien protégés contre les infiltrations de surface.

Les paramètres bactériologiques de quelques ouvrages ont été analysés pour la carte Duisburg – Hamme-Mille (Tableau 8). Ces analyses ne montrent pas de contamination.

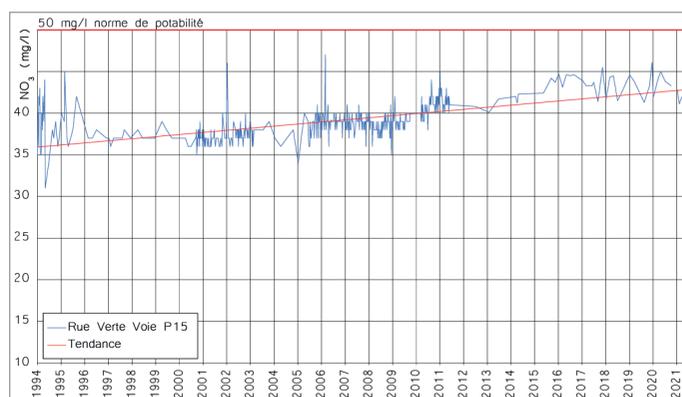


Fig. 37 : Évolution de 1994 à 2021 de la concentration en nitrates de l'ouvrage **RUE VERTE VOIE P15** sollicitant la nappe de l'Aquifère des sables de l'Éocène.

pour un herbicide, outre sa sélectivité, est sa durée d'action après traitement, voilà pourquoi sa persistance dans l'environnement est parfois assez longue. D'autre part, les plus solubles d'entre eux sont susceptibles d'être entraînés, soit par ruissellement vers les cours d'eau, soit par infiltration lente en profondeur jusqu'aux nappes phréatiques. Certains herbicides sont l'apanage des agriculteurs, comme les produits dérivés du groupe chimique triazine (atrazine¹⁶, simazine, propazine), qui sont des herbicides sélectifs utilisés principalement pour la culture du maïs, ou la bentazone, utilisée dans les cultures céréalières, de la pomme de terre, du lin, des haricots et des petits pois, ... D'autres, comme le diuron, sont plutôt utilisés par les particuliers (jardins et potagers) et les administrations pour l'entretien des voiries et des lieux publics.

Tableau 8 : Paramètres bactériologiques analysés sur quelques ouvrages de la carte Duisburg - Hamme-Mille

Paramètre	Unité	RUE VERTE VOIE P0	DREVE DE LAURENSART 4	LA CARRIERE	PECROT P2	PARC DE LA NOIRE EPINE P2
Aquifère		Aquifère des sables de l'Éocène	Aquifère des craies du Crétacé			Aquiclude à niveaux aquifères du socle cambro-silurien
Date		14/12/2015	18/05/2015	03/11/2014	10/12/2015	26/06/2015
Entérocoques	Colonies/100 ml	0	0	0	0	0
Escherichia Coli	Colonies/100 ml	0	0	0	0	0
Germes totaux à 36 °C	Colonies/ml	0	0	1	0	0

V.9. PESTICIDES

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

Le Tableau 9 reprend les pesticides les plus importants analysés dans divers ouvrages présents sur la carte. Ces analyses ne montrent pas de dépassement des normes de potabilité (100 ng/l).

16 interdit depuis 2004

Tableau 9 : Teneurs en pesticides principaux (famille des herbicides) pour quelques captages de la carte 32/5-6.

Paramètre	Unité	Norme	RUE VERTE VOIE P0	DREVE DE LAURENSART 4	LA CARRIERE	PECROT P2	PARC DE LA NOIRE EPINE P2
Aquifère			Aquifère des sables de l'Éocène	Aquifère des craies du Crétacé			Aquiclude à niveaux aquifères du socle cambro-silurien
Date			14/12/2015	18/05/2015	03/11/2014	10/12/2015	26/06/2015
Atrazine	ng/l	100	7	<10	7	3	0
Déséthyl atrazine	ng/l	100	17	<10	14	9	0
Simazine	ng/l	100	1	<10	0	0	0
Bentazone	ng/l	100	23	<10	0	0	0
Chlortoluron	ng/l	100	1	<10	0	0	0
Diuron	ng/l	100	1	<10	0	0	0
Isoproturon	ng/l	100	0	<10	0	0	0

V.10. ÉLÉMENTS TRACES MÉTALLIQUES

La famille des « éléments trace métalliques » (ETM) comprend notamment l'arsenic (As), le cadmium (Cd), le cuivre (Cu), le chrome (Cr), le mercure (Hg), le nickel (Ni), le plomb (Pb), le zinc (Zn), etc. Ils sont souvent appelés « métaux lourds », mais ce terme est imprécis car certains de ces éléments ne sont pas particulièrement « lourds », tel le zinc, et d'autres, tel l'arsenic, ne sont pas des métaux (Pereira & Sonnet, 2007).

Le **Tableau 10** présente les résultats d'analyses des ETM pour quelques ouvrages de la carte Duisburg – Hamme-Mille.

Excepté une concentration élevée en manganèse (65 µg/l) pour le puits **DREVE DE LAURENSART 4**, aucun dépassement de la norme de potabilité n'est observé.

Tableau 10 : Teneurs en éléments traces métalliques pour quelques ouvrages de la carte 32/5-6.

Paramètre	Unité	Norme AGW 15/01/04	RUE VERTE VOIE P0	LA CARRIERE	PECROT P2	DREVE DE LAURENSART 4	PARC DE LA NOIRE EPINE P2
Aquifère			Aquifère des sables de l'Éocène	Aquifère des craies du Crétacé			Aquiclude à niveaux aquifères du socle cambro-silurien
Date			14/12/2015	03/11/2014	10/12/2015	18/05/2015	26/06/2015
Antimoine	µg/l	5	0,1	0,2	0,1	<1	0,1
Arsenic	µg/l	10	0,4	0,7	0,3	<1	0,3
Bore	µg/l	1000	13	21	25	59	63
Cadmium	µg/l	5	< L.Q.	< L.Q.	< L.Q.	<0,03	< L.Q.
Chrome (total)	µg/l	20	2,6	< L.Q.	0,1	6,2	< L.Q.
Cuivre	µg/l	100	6,5	1,4	1,6	<1	1
Manganèse	µg/l	50	0,8	0,5	< L.Q.	65	2
Mercure	µg/l	1	< L.Q.	< L.Q.	< L.Q.	<0,05	< L.Q.
Nickel	µg/l	20	1,2	1,6	1,4	1,9	< L.Q.
Plomb	µg/l	10	0,7	0,1	0,2	<1	< L.Q.
Sélénium	µg/l	10	0,7	2,3	4	1,2	< L.Q.
Zinc	µg/l	200	12	34	24	27	7

VI. EXPLOITATION DES AQUIFÈRES

Les volumes discutés ici ont été extraits de la base de données Dixsous du Service Public de Wallonie. Ils ne représentent pas l'entièreté des volumes prélevés dans les nappes d'eau souterraine puisque ceux des petits exploitants, inférieurs à 3 000 m³/an, ne sont généralement pas encodés.

Les volumes moyens prélevés représentés sur le poster A0¹⁷ sur la « Carte des prélèvements » correspondent à la moyenne des années 2017 à 2021. Ces derniers ne sont pas représentatifs du potentiel d'exploitation ni de l'exploitation réelle des nappes. Ils reflètent juste l'importance d'un site d'exploitation pendant les cinq années considérées.

A l'échelle de la Wallonie, deux captages¹⁸ de la carte 32/5-6 sont classés comme « principales prises d'eau »¹⁹, soit au moins 1 Mm³/an (Fig. 38). Ils exploitent tous les deux la nappe des craies du Crétacé.

En termes de volumes (Fig. 39), la nappe la plus sollicitée est celle des craies du Crétacé (24²⁰) suivie par celles des sables de l'Éocène (16) et du socle cambro-silurien (90).

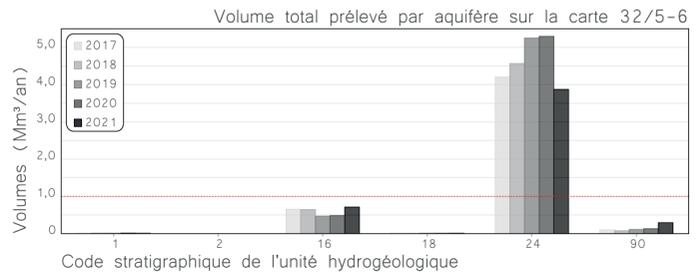


Fig.39 : Volume total prélevé par aquifère et par an, pour la période 2017-2021 sur la carte 32/5-6.

En termes de nombre d'ouvrages par aquifère (actifs ou non) (Fig. 40), c'est la couverture cénozoïque qui est la plus visée avec 108 ouvrages implantés dedans. Vient ensuite l'Aquifère des craies du Crétacé (24) avec 48 ouvrages et l'Aquiclude à niveaux aquifères du socle cambro-silurien (90) avec 5 ouvrages. A noter que pour 52 ouvrages, l'unité hydrogéologique sollicitée n'a pas pu être identifiée spécifiquement.

Sur les 219 ouvrages connus en 2022 de la carte 32/5-6, seuls 41 ont vu leurs volumes déclarés en 2021 encodés dans la banque de données Dixsous. Ces derniers se répartissent dans 6 classes d'usages principaux (Fig. 41). Parmi celles-ci les usages

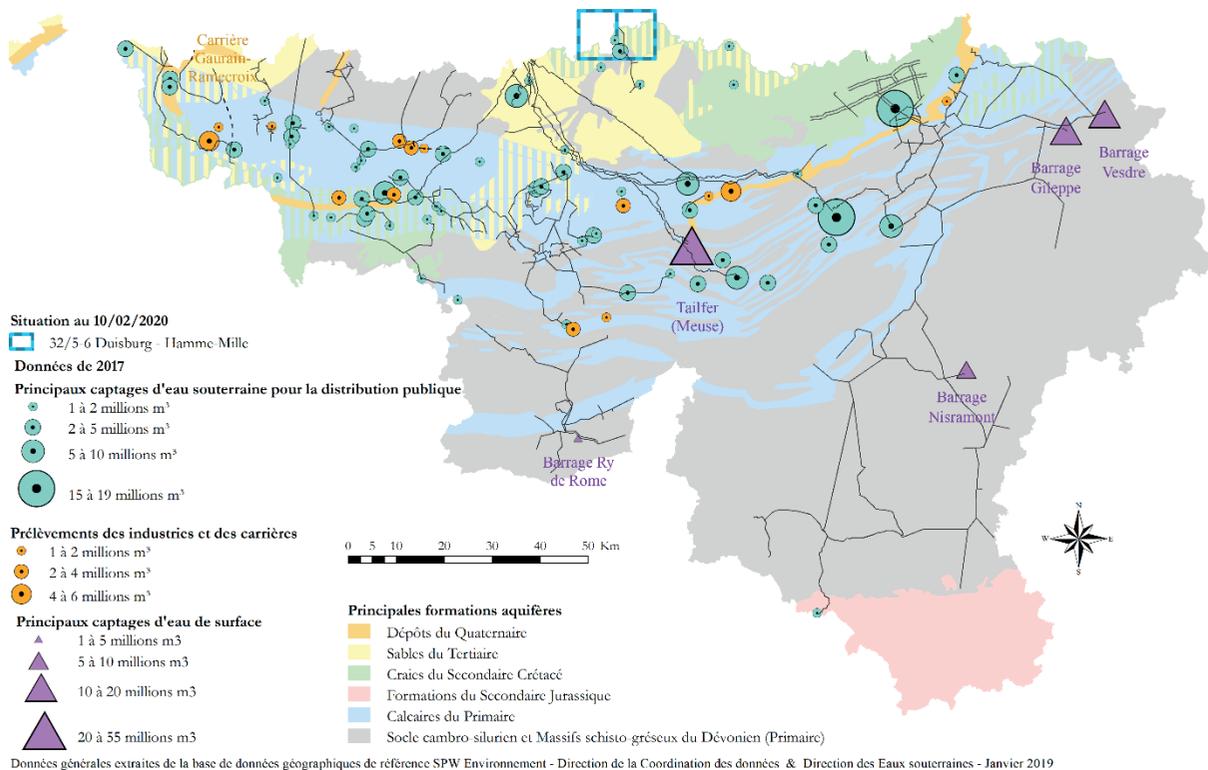


Fig. 38 : Localisation de la carte 32/5-6 sur la carte de l'État des nappes 2020 « Principales prises d'eau en Wallonie ».

17 Carte thématique « Carte des volumes d'eau prélevés »

18 Captage s'entend ici soit comme un seul ouvrage soit comme une batterie d'ouvrages, c.-à-d. un ensemble d'ouvrages sollicitant le même aquifère et localisés proches les uns des autres.

19 http://environnement.wallonie.be/de/eso/atlas/figures/Carte_3.jpg

20 Code stratigraphique de l'unité hydrogéologique

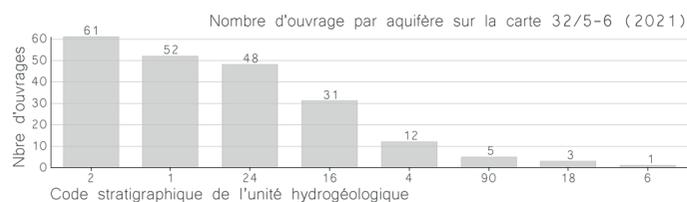


Fig.40 : Nombre d'ouvrages par aquifère sollicités sur la carte 32/5-6.

domestique, agricole et de distribution publique sont les plus nombreux en termes d'ouvrages mais pas en termes de volumes prélevés. Ces derniers sont très largement dominés par la distribution publique (Fig. 42), les autres usages sont anecdotiques en comparaison.

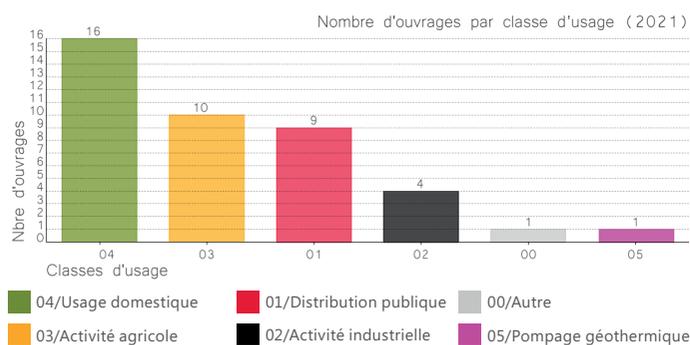


Fig.41 : Nombre d'ouvrages en fonction de la classe d'usage déclarée de l'ouvrage, sur la carte 32/5-6.

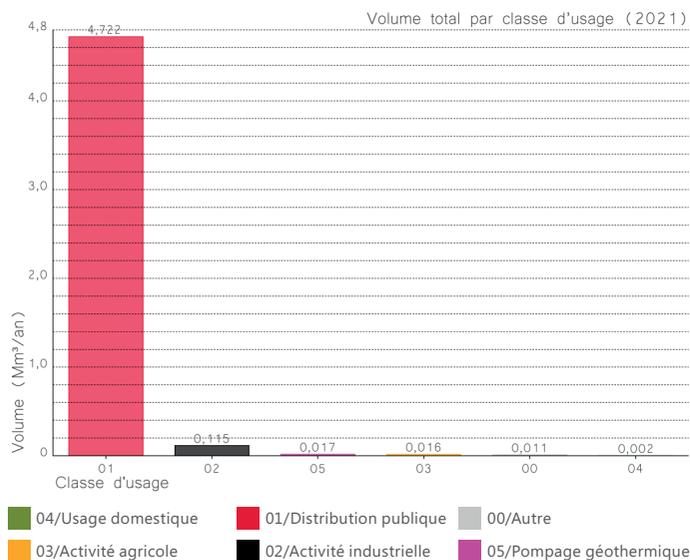


Fig.42 : Volume total prélevé en fonction de la classe d'usage déclarée de l'ouvrage, sur la carte 32/5-6.

VII. PARAMÈTRES HYDROGÉOLOGIQUES

VII.11. INTRODUCTION

L'objectif des tests sur le terrain (essais de pompage, tests d'injection, traçages...) est de définir les caractéristiques hydrauliques de l'aquifère à l'aide de méthodes d'interprétation basées sur des solutions analytiques

simplifiées ou sur la calibration de modèles numériques. Les principaux paramètres caractérisant l'écoulement des eaux souterraines et le transport de solutés sont respectivement, la **conductivité hydraulique (K)**, le **coefficient d'emmagasinement spécifique (Ss)**, la **porosité effective** ou efficace **de drainage (ne)**, la porosité effective **de transport** et la **dispersivité longitudinale**.

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

- * La **transmissivité (T)** exprime le débit d'eau qui s'écoule, pour une largeur unitaire, sur toute l'épaisseur d'un aquifère (de Marsily, 2004). Elle est l'intégration de la conductivité hydraulique (K) sur une épaisseur saturée donnée pour ramener le plus souvent l'écoulement à un processus 2D. Cette épaisseur est habituellement l'épaisseur totale de l'aquifère s'il s'agit d'un aquifère captif, et la hauteur d'eau saturée (très variable) s'il s'agit d'un aquifère libre ;
- * Le **coefficient d'emmagasinement** est également une grandeur 2D intégrant le coefficient d'emmagasinement spécifique sur l'épaisseur de l'aquifère pour les nappes captives. Pour les nappes libres, le coefficient d'emmagasinement peut être approximé par la porosité effective (ou efficace) de drainage (ne).

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

Vu la multitude et la complexité des méthodes et concepts utilisés pour leur définition et leur détermination, la description détaillée de ces notions sort du cadre de cette notice. Nous invitons le lecteur à consulter le site de la carte hydrogéologique de Wallonie²¹ où les concepts majeurs de l'hydrogéologie y sont abordés de manière simplifiée. Quelques références bibliographiques y sont renseignées.

A titre indicatif, le **Tableau 11** et le **Tableau 12** présentent quelques valeurs de conductivité hydraulique selon le type de roche (meuble ou indurée, lithologie, degré de fissuration...).

21 <http://environnement.wallonie.be/cartosig/cartehydrogeo/concepts.htm>

Tableau 11 : Valeurs de conductivité hydraulique en fonction de la granulométrie (Castany, 1998)

K (m/s)	10	1	10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻³	10 ⁻⁴	10 ⁻⁵	10 ⁻⁶	10 ⁻⁷	10 ⁻⁸	10 ⁻⁹	10 ⁻¹⁰	10 ⁻¹¹
Qualitatif	Bonne à très bonne					Mauvaise					Très faible		
	Aquifère					Aquitard					Aquiclide		
Granulométrie homogène	Gravier pur				Sable pur		Sable très fin			Limons		Argile	
Granulométrie variée	Gravier grossier & moyen		Gravier et sable			Sable et limon argileux					/		

Tableau 12 : Intervalles de valeurs indicatives pour la conductivité hydraulique de différentes lithologies (échelles macroscopique et mégascopique) (Dassargues, 2010)

Lithologie		K (m/s)	
		max	min
Granites et Gneiss	avec fissures	1x10 ⁻⁴	1x10 ⁻⁷
	sans fissure	1x10 ⁻¹⁰	1x10 ⁻¹⁴
Basaltes	avec fissures	1x10 ⁻³	1x10 ⁻⁷
	sans fissure	10 ⁻⁹	1x10 ⁻¹²
Quartzites	avec fissures	1x10 ⁻⁴	1x10 ⁻⁷
	sans fissure	1x10 ⁻⁹	1x10 ⁻¹²
Shales (argilites)		1x10 ⁻⁹	1x10 ⁻¹³
Schistes (argilites schistosées)		1x10 ⁻⁵	1x10 ⁻⁹
Calcaires	karstifiés	1x10 ⁻¹	1x10 ⁻⁵
	avec fissures	1x10 ⁻³	1x10 ⁻⁹
	sans fissure	1x10 ⁻⁹	1x10 ⁻¹²
Grès	avec fissures	1x10 ⁻³	1x10 ⁻⁵
	sans fissure	1x10 ⁻⁵	1x10 ⁻⁹
Craies		1x10 ⁻³	1x10 ⁻⁶
Tufs volcaniques		1x10 ⁻³	1x10 ⁻⁷
Graviers		1x10 ⁻¹	1x10 ⁻⁴
Sables		1x10 ⁻²	1x10 ⁻⁶
Silts, limons		1x10 ⁻⁴	1x10 ⁻⁹
Argiles et limons		1x10 ⁻⁷	1x10 ⁻¹³

Le sous-sol, constitué de terrains meubles ou de roches consolidées, peut aussi être caractérisé par ses porosités. Pour l'écoulement des eaux souterraines seule la porosité efficace de drainage est considérée car sa valeur tient lieu de coefficient d'emmagasinement en nappe libre. A titre indicatif, le [Tableau 13](#) reprend quelques intervalles de valeurs de porosité totale et porosité efficace de drainage en fonction du type de roches.

VII.12. PARAMÈTRES D'ÉCOULEMENT

VII.12.1. Aquifère des craies du Crétacé

Des paramètres d'écoulement ([Tableau 14](#)) ont pu être déterminés lors de pompages d'essais réalisés pour la S.W.D.E. (ECOFOX, 2005), dans le cadre de la réalisation des forages des prises d'eau de « LA

MOTTE » et « PÉCROT » et de la délimitation des zones de prévention autour de ces ouvrages.

La conductivité hydraulique calculée, déduite des pompages d'essai réalisés en 2005, varie entre $4,4 \times 10^{-6}$ et $3,2 \times 10^{-3}$ m/s en descente et entre $1,1 \times 10^{-4}$ et $3,9 \times 10^{-3}$ m/s en remontée. La conductivité hydraulique de l'Aquifère des craies du Crétacé, sur les sites de La Motte et Pécrot, est donc mauvaise à bonne (cf. [Tableau 11](#)).

Les coefficients d'emmagasinement, déterminés sur les différents puits testés, varient entre $8,5 \times 10^{-9}$ et $2,5 \times 10^{-5}$. Ces valeurs, très faibles, confirment le caractère captif de l'Aquifère des craies du Crétacé, sur la carte 32/5-6, déjà mis en évidence par la réactivité des piézomètres de contrôle et les logs de forages.

Tableau 13 : Intervalles de valeurs indicatives pour la porosité (n) et la porosité efficace de drainage (ne) de différentes lithologies (Dassargues, 2010)

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

*dépendante de la fissuration

Tableau 14 : Conductivités hydrauliques (K) et coefficients d'emmagasinement (S) calculés pour l'Aquifère des craies du Crétacé sur les sites La Motte et Pérot et pour l'Aquifère des sables de l'Éocène pour le site de Nodebais [source : (ECOFOX, 2005) ; (SWDE, 2009)].

	K (m/s)		S (%)	
	Min	Max	Min	Max
Aquifère des craies du Crétacé	$4,4 \times 10^{-6}$	$3,9 \times 10^{-3}$	$8,5 \times 10^{-9}$	$2,5 \times 10^{-5}$
Aquifère des sables de l'Éocène	(D) $7,8 \times 10^{-6}$ (R) $1,48 \times 10^{-5}$	(D) $8,63 \times 10^{-2}$ (R) $3,1 \times 10^{-3}$	/	/

Tableau 15 : Paramètres de transport calculés à partir des courbes de restitution des traceurs (Geologica S.A., 1999)

Injection	Traceur	Restitution	Distance (m)	Porosité efficace (%)	Dispersivité longitudinale (m)	Première arrivée (h)	Vitesse modale (m/h)
PR1	Naphtionate de Na+	P1	27,6	48%	65	5,3	
PZ1	LiCl	P1	31,3	40%	90	1,9	2,43

VII.12.2. Aquifère des sables de l'Éocène

Sur le captage de Nodebais de la SWDE (SWDE, 2009), des essais de pompage ont permis de déterminer des valeurs de conductivité hydraulique pour l'Aquifère des sables de l'Éocène (Tableau 14).

La perméabilité la plus faible a été relevée au PR8 avec $7,8 \times 10^{-6}$ m/s en descente et $1,48 \times 10^{-5}$ m/s en remontée. La valeur maximum a été relevée quant à elle au PR9 avec $8,63 \times 10^{-2}$ m/s en descente et $3,1 \times 10^{-3}$ m/s en remontée. Ces conductivités peuvent être qualifiées de mauvaises à bonnes (cf. Tableau 11).

VII.13. PARAMÈTRES DE TRANSPORT

VII.13.1. Aquifère des craies du Crétacé

Quelques valeurs de paramètres de transport (Tableau 15) sont disponibles pour les craies du Crétacé sur la carte Duisburg – Hamme-Mille, grâce aux essais de traçage réalisés sur le site de Nethen (S.W.D.E.) en 1999 (Geologica S.A., 1999).

Le puits de production **NETHEN P1 (P1)** sollicite la nappe des craies du Crétacé ainsi que les piézomètres **NETHEN.OUEST.PR1 (PR1)** et **NETHEN.OUEST.PZ1 (PZ1)**.

Les 2 traceurs injectés sont parvenus au puits de production **P1** dont le débit, pendant la période de traçage, a été en moyenne de 100 m³/h.

VIII. ZONES DE PROTECTION

VIII.14. CADRE LÉGAL

Par suite du 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 wallonne²² définit 4 zones de protection à mesure que l'on s'éloigne du captage (Fig. 43) : (1) zones de prise d'eau ou zone I, (2) zone de prévention rapprochée ou zones IIa, (3) zone de prévention éloignée ou zone IIb et (4) zone de surveillance ou zone III.

Les limites de ces zones coïncident généralement avec des limites cadastrales ou topographiques, rendant leur identification sur le terrain plus aisée.

VIII.14.1. Zone de prise d'eau

La zone de prise d'eau ou zone I est délimitée par une ligne située à 10 m des limites extérieures des installations en surface strictement nécessaires à la prise d'eau (Fig. 43).

A l'intérieur de la zone de prise d'eau, seules les activités en rapport direct avec la production d'eau sont tolérées.

VIII.14.2. Zones de prévention

La zone de prévention ou zone II correspond à l'aire géographique dans laquelle le captage peut être atteint par un 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.

Cette zone est obligatoire en cas de nappe libre. Si la nappe sollicitée par le captage est captive, elle n'est pas obligatoire mais peut être imposée par les autorités régionales.

Une zone de prévention est généralement constituée

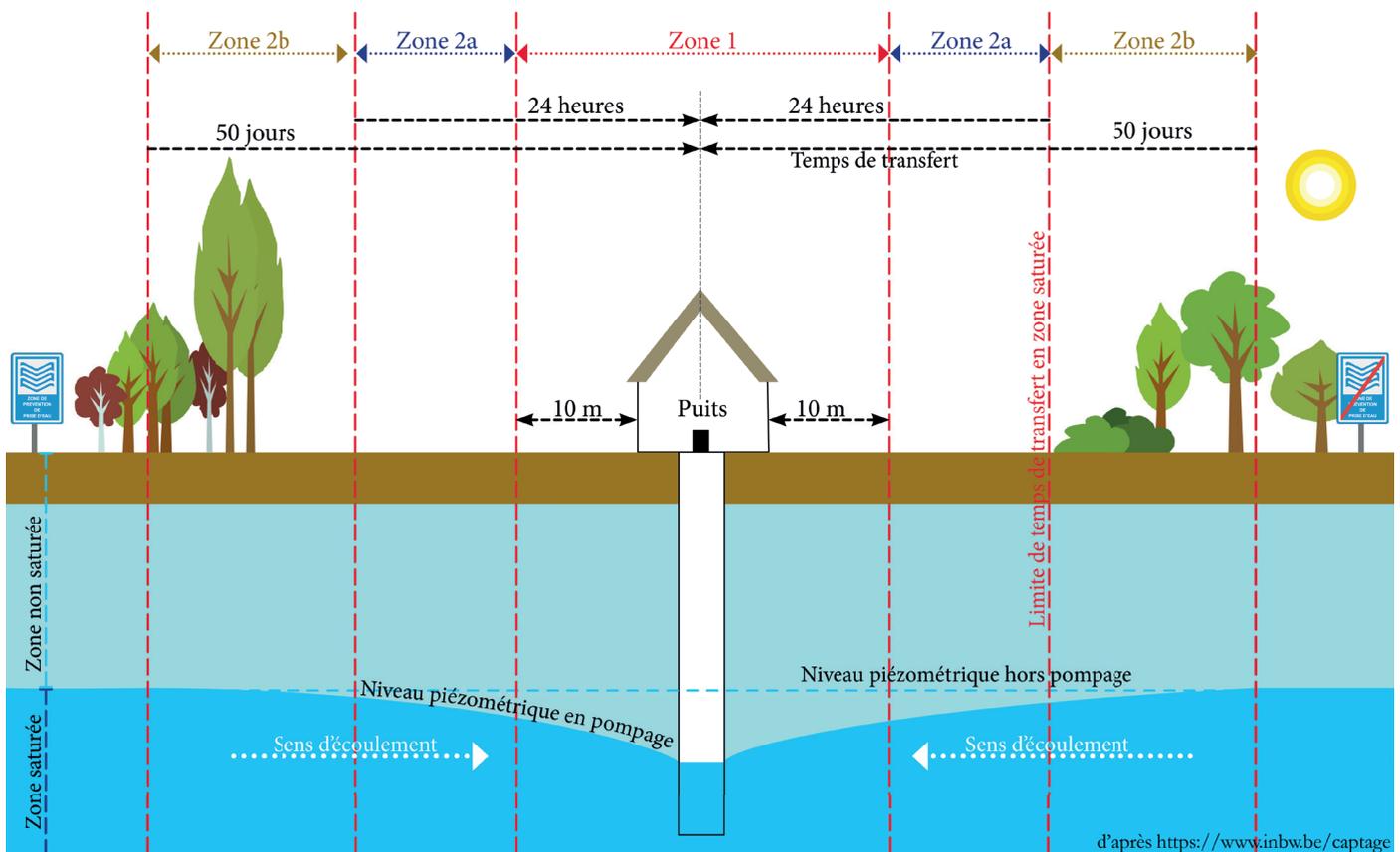


Fig. 43 : Figure VIII.1 : Zones de protection en Région Wallonne (SPW-DGO3, 2015)

²² Arrêté de l'Exécutif régional wallon du 14 novembre 1991 relatif aux prises d'eau souterraines, aux zones de prise d'eau, de prévention et de surveillance et à la recharge artificielle des nappes d'eau souterraine, abrogé par l'arrêté du GW du 3 mars 2005 relatif au livre II du code de l'Environnement, contenant le Code de l'eau (M.B. du 12/04/2005, p. 15068).

de 2 sous-zones (1) la zone de prévention rapprochée et (2) la zone de prévention éloignée.

VIII.14.2.1. La zone de prévention rapprochée

La zone de prévention rapprochée ou zone IIa (ou 2a) est comprise entre le périmètre de la zone I et une ligne située à une distance du captage correspondant à un temps de transfert de l'eau souterraine jusqu'à l'ouvrage égal à 24 h dans le sol saturé.

A défaut de données suffisantes permettant de la définir selon ce critère de temps de transfert, la législation suggère de délimiter cette zone par une ligne située :

- * dans le cas d'un puits, à une distance horizontale minimale de 35 m, à partir des installations de surface ;
- * dans le cas d'une galerie, par deux lignes situées à 25 m au minimum de part et d'autre de la projection en surface de l'ouvrage ;

En milieu karstique, tous les points préférentiels de pénétration, dolines et pertes, pour lesquels la liaison avec le captage est établie seront classés en zone IIa.

VIII.14.2.2. La zone de prévention éloignée

La zone de prévention éloignée ou zone IIb est comprise entre le périmètre extérieur de la zone IIa et une ligne située à une distance de captage correspondant à un temps de transfert de l'eau souterraine jusqu'au captage égal à 50 jours dans le sol saturé.

A défaut de données suffisantes permettant la délimitation de cette zone selon ce critère de temps de transfert, le périmètre de cette zone sera éloignée de celui de la zone IIa de :

- * 100 m, pour les formations aquifères sableuses ;
- * 500 m pour les formations aquifères graveleuses ;
- * 1 000 m pour les formations aquifères fissurés et/ou karstiques.

VIII.14.3. Zone de surveillance

La zone de surveillance ou zone III peut être déterminée pour toute prise d'eau mais elle n'est pas obligatoire. Elle englobe l'entièreté du bassin hydro-graphique

et -géologique situés à l'amont du point de captage.

VIII.15. MESURES DE PROTECTION

A l'intérieure de ces zones de protection, diverses mesures visant à réduire au maximum les risques de contamination de la nappe ont été définies par les autorités compétentes et concernent, notamment, l'utilisation et le stockage de produits dangereux, d'engrais ou de pesticides, les puits perdus, les nouveaux cimetières, les parkings, etc. Toutes ces mesures sont décrites aux articles R.162 à R.170 de l'Arrêté du Gouvernement Wallon du 12 février 2009²³.

La Société publique de Gestion de l'Eau²⁴ 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 protection 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.

Le Service public de Wallonie (ARNE) met à la disposition du public deux sites web :

- * « **Etat des nappes et des masses d' eau souterraine de la Wallonie** »²⁵ où sont exposées les différentes étapes nécessaires à la détermination des zones de protection en Région wallonne ;
- * « **Site des zones de prévention des captages de Wallonie approuvées par arrêté ministériel** »²⁶. Ce site permet de rechercher et de visualiser une zone de protection arrêtée ou soumise à l'enquête publique.

VIII.16. ZONES DE PRÉVENTION AUTOUR DES CAPTAGES EN WALLONIE

L'ensemble des captages qui sont destinés à une distribution publique d'eau ou à l'industrie alimentaire devra, dans un futur plus ou moins proche, faire l'objet d'une étude de délimitation des zones de prévention rapprochée et éloignée. Cette étude sera proposée à

23 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)

24 SPGE, instituée par le décret du 15 avril 1999

25 <http://environnement.wallonie.be/de/eso/atlas>

26 http://environnement.wallonie.be/zones_prevention/

la Direction des Eaux Souterraines de la SPW ARNE et approuvée par arrêté ministériel, après éventuelle révision, par signature du ministre wallon en charge de l'environnement.

En 2022, sur la carte 32/5-6, aucune zone de prévention n'a encore été arrêtée ni mise à l'enquête.

VIII.16.1. Zones de prévention à définir

En 2022, sur la carte 32/5-6, 10 captages faisaient d'une zone de prévention à définir. Ils peuvent être visualisés sur la carte principale du poster.

IX. BIBLIOGRAPHIE

André, L., Hertogen, J., & Deutsch, S. (1986) • Ordovician – Silurian magmatic provinces in Belgium and the Caledonian orogeny in middle Europe. *Geology*, 14, pp. 879–882.

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.

Boulvain, F., & Pingot, J.-L. (2011) • Genèse du sous-sol de la Wallonie. *Académie royale de Belgique. Mémoire de la Classe des Sciences, Tome XXXIV(2082)*, 190 p.

Boulvain, F., & Pingot, J.-L. (2016) • Introduction à la géologie de la Wallonie. Consulté le 2016, sur Université de Liège. *Pétrologie sédimentaire* : <http://www2.ulg.ac.be/geolsed/geolwal/geolwal.htm>

Capette, L., & Hallet, V. (2010) • Carte hydrogéologique de Wallonie : Jodoigne – Jauche n° 40/3–4. Université de Namur, Département de Géologie. Namur: Service public de Wallonie, DGO 3 (DEE), Belgique.

Capette, L., Closset, M., De Smedt, P., Deroanne, C., & Hallet, V. (2014) • Aquifères captifs des craies du Brabant / Gespannen watervoerende lagen van de krijtafzettingen van Brabant. Dans A. Dassargues, & K. Walraevens, *Watervoerende lagen en grondwater in België / Aquifères et eaux souterraines en Belgique* (Vol. 1, pp. 169–181). Gent: Academia Press.

Castany, G. (1998) • *Hydrogéologie, principes et méthodes*. Dunod.

Dassargues, A. (2010) • *Hydrogéologie*. Université de Liège.

Dassargues, A., & Monjoie, A. (1993) • Chalk as an aquifer in Belgium. Dans A. Dassargues, & A. Monjoie, *Hydrogeology of the chalk of North–West Europe* (Vol. 1, pp. 153–169). Oxford University Press. Récupéré sur <http://orbi.ulg.ac.be/handle/2268/2102>

de Béthune, P. (1961) • Carte de la géologie de la Belgique in *Atlas de Belgique*, planche 8. Atlas de Belgique.

De Man, E., Ivany, L., & Vandenberghe, N. (2004) • Stable isotope record of the Eocene–Oligocene transition in the southern North Sea Basin : positioning the Oi-1 event. *Netherlands journal of Geosciences/ Geologie en Mijnbouw*(83), 193–197.

de Marsily, G. (2004) • *Cours d'hydrogéologie*. Paris: Université Pierre et Marie Curie.

De Vos, W., Verniers, J., & Herbosch, A. V. (1993) • A new geological map of the Brabant Massif, Belgium. *Geol. Mag.*(130), pp. 605–611.

Debacker, T., Dewaele, S., Sintubin, M., Verniers, J., Muechez, P., & Boven, A. (2005) • Timing and duration of the progressive deformation of the Brabant Massif, Belgium. *Geologica Belgica*, 8(4), 20–34.

Dejonghe, L. (2007) • *Guide de lecture des cartes géologiques de Wallonie* (éd. 3ème). Ministère de la Région Wallonne.

Dumoulin, V., & Blockmans, S. (2019) • *Carte géologique de Wallonie. Duisburg – Hamme–Mille 32/5–6*. Namur, Belgique: Service public de Wallonie.

ECOFOX. (2005) • Prises d'eau de Grez-Doiceau « La Motte » et « Pérot » : Interprétation des pompages d'essai dans le cadre de l'établissement des zones de prévention. Rapport d'étude.

Fetter, C. W. (2001) • *Applied hydrogeology* (éd. 4eme). Prentice Hall.

Geologica S.A. (1999) • Réalisation d'un essai de traçage et d'une modélisation mathématique dans le cadre de l'établissement des zones de prévention de la future prise d'eau SWDE de Nethen (P1). Rapport d'étude.

Gogu, R. C. (2000) • *Advances in groundwater protection strategy using vulnerability mapping and hydrogeological GIS databases*. Thèse de doctorat. Liège: Université de Liège. LGIH. Faculté des sciences appliquées.

- Gogu, R. C., Carabin, G., Hallet, V., Peters, V., & Dassargues, A. (2001) • GIS-based hydrogeological database and groundwater modelling. *Hydrogeology Journal*, 9, 555-569.
- Hance, L., Dejonghe, L., Ghysel, P., Laloux, M., & Mansy, J.-L. (1999) • Influence of heterogeneous lithostructural layering on orogenic deformation in the Variscan Front Zone (eastern Belgium). *Tectonophysics*, 309, pp. 161-177.
- Herbosch, A., & Verniers, J. (2014) • Stratigraphy of the Lower Palaeozoic of the Brabant Massif, Belgium. Part II: The Middle Ordovician to lowest Silurian of the Rebecq Group. *Geologica Belgica*, 17(2), pp. 115-136.
- Interreg II. (2000) • Qualité de l'eau souterraine dans les aquifères des provinces Limbourg belge, Limbourg néerlandais et Liège. LGIH-ULg (Liège), LISEC (Genk) et TNO-NTIG (Delft et Heerlen).
- Jennings, J. (1985) • *Karst Geomorphology*. New York: Basil Blackwell.
- Meinzer, O. E. (1923) • *Outline of ground-water hydrology, with definitions*. (U. S. Survey, Éd.) *Water-supply Paper*(494), pp. 1-71.
- Meyus, Y., Batelaan, O., & De Smedt, F. (2000) • *Concept Vlaams Grondwater Model (VGM), technisch concept van het VGM, Deelrapport I: Hydrogeologische Codering van de Ondergrond van Vlaanderen (HCOV)*. Dans opdracht van het Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, departement Leefmilieu en Infrastructuur, AMINAL, afdeling Water (p. 58).
- Meyus, Y., Cools, J., Adyns, D., Zeleke, S., Woldeamlak, S., Batelaan, O., & De Smedt, F. (2005) • *Hydrogeologische detailstudie van de ondergrond in Vlaanderen. Eindrapport*. Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, Administratie Milieu-, Natuur-, Land- en Waterbeheer, Afdeling Water.
- Pereira, B., & Sonnet, P. (2007) • *La contamination diffuse des sols par les éléments traces métalliques en Région wallonne, Dossier scientifique réalisé dans le cadre de l'élaboration du Rapport analytique 2006-2007 sur l'état de l'environnement wallon*. Louvain-la-Neuve: UCL.
- Piper, A. M. (1944) • *A graphic procedure in the geochemical interpretation of water analyses*. *Transactions, American Geophysical Union*, 914-923.
- Poehls, D., & Smith, G. (2009) • *Encyclopedic Dictionary of Hydrogeology*. Elsevier Academic press.
- Ruthy, I., Rekk, S., Hallet, V., Dassargues, A., & Monjoie, A. (2016) • *Carte hydrogéologique de Wallonie. Wavre – Chaumont-Gistoux n° 40/1-2*. Belgique: Service public de Wallonie (DEE-DESo).
- Sintubin, M. (1999) • *Arcuate fold and cleavage patterns in the southeastern part of the Anglo-Brabant Fold Belt (Belgium) : tectonic implications*. *Tectonophysics*(309), 81-97.
- Sintubin, M., & Everaerts, M. (2002) • *A compressional wedge model for the Lower Palaeozoic Anglo-Brabant Belt (Belgium) based on potential field data*. *Geological Society of London (Special Publications)*(201), 327-343.
- Sintubin, M., Debacker, T., & Verniers, J. (2002). *The tectonometamorphic history of the Brabant Massif (Belgium): the state of the art*. *Aardk. Mededel.*(12), 69-72.
- SPW-DGO3. (2010) • *Etat des lieux de la masse d'eau RWE051 « Sables du Bruxellien » (Escaut)*. Version 9.0. Mise en œuvre de la Directive-cadre sur l'Eau (2000/60/CE). Service public de Wallonie, DEE-DESo.
- SPW-DGO3. (2015) • *Etat des nappes d'eau souterraine de la Wallonie*. Belgique: Service Public de Wallonie, DEE-DESo.
- Stiff, H. A. (1951) • *The interpretation of chemical water analysis by means of patterns*. *Journal of petroleum technology*(3), 15-17.
- SWDE. (1992) • *Pompages d'essai sur les puits des anciennes papeteries de « Gastuche » et de l'ancienne usine « Le Thermogène » à Grez-Doiceau*. Rapport technique, S.W.D.E., Service Protection des Ressources et Captage.

SWDE. (2003) • Site de Grez-Doiceau : Étude des zones de prévention des prises d'eau de La Motte (P2 et P3) et de Pécrôt (P1, P2, P20 et P21). Étude géophysique, S.W.D.E., Service Protection des Ressources et Captage.

SWDE. (2005) • Réalisation de neuf puits de reconnaissance et de quatre piézomètres à Grez-Doiceau dans le cadre de l'étude des zones de prévention des prises d'eau en indivision VMW/SWDE « La Motte » et « Pécrôt ». Rapport technique n°185, S.W.D.E., Service Protection des Ressources et Captage.

SWDE. (2009) • Réalisation de huit puits de reconnaissance (PR1 à PR3 et PR5 à PR9) et de huit piézomètres (PZ1 à PZ8) dans le cadre de l'étude des zones de prévention des prises d'eau de Beauvechain et Nodebais. Rapport technique n°206, S.W.D.E., Service Protection des Ressources et Captage.

SWDE. (juillet 1995) • Réalisation de deux piézomètres et d'un forage de reconnaissance à Grez-Doiceau. Rapport technique, SWDE, Protection captage, Vervier.

SWDE. (octobre 1995) • Réalisation de quatre piézomètres et de deux puits de production à Grez-Doiceau. Rapport technique, SWDE, Captage et protection, Vervier.

UNESCO-OMM. (1992) • Glossaire international d'hydrologie, en quatre langues (Anglais, Espagnol, Français, Russe) (éd. 2ème). Paris/Genève: UNESCO-OMM.

Van Camp, M., & Walraevens, K. (2014) • Massief van Brabant aquifer / Aquifère du Massif du Brabant. Dans A. Dassargues, & K. Walraevens (Éds.), Watervoerende lagen en grondwater in België / Aquifères et eaux souterraines en Belgique. (pp. 275-298). Gent: Academia Press,.

Vandenberghe, N., & Gullentops, F. (2001) • Toelichtingen bij de geologische kaart van België – Vlaams Gewest, Kaartblad 32 Leuven 1:50000. Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap.

Vandenberghe, N., Brinkhuis, H., & Steurbaut, E. (2003) • The Éocène/Oligocene Boundary in the North

Sea Area : a sequence stratigraphic approach. Dans D. Prothero, L. Ivany, & E. Nessbit (Éds.), From Greenhouse to Icehouse. The marine Eocene-Oligocene Transition. (pp. 419-437). Columbia University Press New York.

Vander Auwera, J., & André, L. (1985) • Sur le milieu de dépôt, l'origine des matériaux et le faciès métamorphique de l'Assise de Tubize (Massif de Brabant, Belgique). Bull. Soc. belge Géol.(94), 171-184.

Verniers, J., Herbosch, A., Vanguetaine, M., Geukens, F., Delcambre, B., Pingot, J.-L., De Vos, W. (2001) • Cambrian-Ordovician-Silurian lithostratigraphic units (Belgium). Geologica Belgica, 4(1-2), 5-38.

Vlaamse Milieumaatschappij (VMM) (2006) • Grondwaterbeheer in Vlaanderen : het onzichtbare water doorgrond. Aalst: VMM. Récupéré sur http://www.vmm.be/publicaties/2008/Grondwater_ok.pdf

Vlaamse Milieumaatschappij (VMM) (2008) • Grondwater in Vlaanderen : het Brulandkrijtstelsysteem. Récupéré sur [www.vmm.be: http://www.vmm.be/publicaties/2008/blks_systeem_definitief_ok.pdf](http://www.vmm.be/publicaties/2008/blks_systeem_definitief_ok.pdf)

Vlaamse Milieumaatschappij (VMM) (2008) • Grondwater in Vlaanderen : Het Centraal Kempisch Stelsysteem.

Von Hoegen, J., Kramm, U., & Walter, R. (1990) • The Brabant Massif as part of Armorica/Gondwana : U-Pb isotopic evidence from detrital zircons. Tectonophysics(185), pp. 37-50.

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. Service public de Wallonie (DEE-DESo) – Université de Liège.

Zachos, J., Quinn, T., & Salamy, S. (1996) • High-resolution (10000 years) deep-sea foraminiferal stable isotope records of the Éocène – Oligocene climate transition. Paleoclimatology (11), pp. 251-266.

X. ANNEXES

X.1. LISTE DES ABRÉVIATIONS

SPW ARNE

Service public de Wallonie Agriculture, Ressources naturelles et Environnement.

Avenue Prince de Liège, 15 à 5100 JAMBES

<http://environnement.wallonie.be/>

DESo

Direction des Eaux Souterraines

Depuis le 1er août 2008, Ministère wallon de l'Équipement et des Transports et le Ministère de la Région wallonne ont fusionné pour donner naissance au Service public de Wallonie. Ainsi la Direction des Eaux Souterraines est incluse dans le Département de l'Environnement et de l'Eau, lui-même appartenant au SPW ARNE dont les domaines de compétences sont l'Agriculture, les Ressources naturelles et l'Environnement.

DCENN

Direction des Cours d'Eau Non Navigables

IRM

Institut Royal Météorologique, Section Climatologie.

Avenue Circulaire, 3 à 1180 BRUXELLES

<http://www.meteo.oma.be/IRM-KMI/>

ISSeP

Institut Scientifique de Service Public

Rue du Chéra, 200 à 4000 LIÈGE

SGB

Service Géologique de Belgique.

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

Rue Jenner, 13 à 1000 BRUXELLES

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

SPAQuE

Société Publique d'Aide à la Qualité de l'Environnement

Boulevard d'Avroy, 38/6 à 4000 LIÈGE

<http://www.spaque.be> <http://www.walsols.be/>

SPGE

Société Publique de Gestion de l'Eau

SWDE

Société Wallonne des Eaux

Rue de la Concorde, 41 à 4800 VERVIERS

<http://www.swde.be>

VMM

Vlaamse Milieumaatschappij

A. Van de Maelestraat 96 à 9320 Erembodegem

<http://www.vmm.be> et <http://www.vmm.be/water>

DOV

Databank Ondergrond Vlaanderen

<http://dov.vlaanderen.be>

VMW

Vlaamse Maatschappij voor Watervoorziening

Belliardstraat 73 à 1040 Brussel

<http://www.vmw.be>

X.2. MÉTHODOLOGIE DE L'ÉLABORATION DE LA CARTE HYDROGÉOLOGIQUE

Le présent chapitre donne les principales sources d'informations géologiques, hydrologiques et hydrogéologiques utilisées. Elle décrit également l'utilisation de ces données, l'encodage et l'interprétation qui a été faite, permettant la réalisation de la carte hydrogéologique de Wallonie 32/5-6 Duisburg – Hamme-Mille et de sa notice explicative.

X.2.1. Origine des données

X.2.1.1. Données géologiques

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

Les unités hydrogéologiques sont directement dérivées de la carte géologique tracée V. Dumoulin et S. Blockmans (2019). Les formations géologiques sont regroupées ou subdivisées en unités hydrogéologiques lorsque leur comportement hydrodynamique est similaire.

Des discontinuités avec les cartes voisines entre les limites géologiques et/ou hydrogéologiques peuvent apparaître. C'est le cas sur le bord est de la carte avec la planche Meldert – Tienen, cette dernière se basant sur une ancienne carte géologique réalisée en 1892, toutefois, sa future actualisation devrait permettre une uniformisation.

X.2.1.2. Points hydrogéologiques

En 2022, 219 points sont connus (actifs et non actifs) et sont représentés sur la carte principale du poster.

Ces ouvrages proviennent principalement de la banque

de données de la Direction des Eaux Souterraines du Service public de Wallonie **DIXSOUS** mais également d'un travail de consultation des dossiers d'étude pour l'établissement des zones de prévention et d'un travail de terrain mettant en évidence d'anciens ouvrages ou des sources non répertoriées.

X.2.1.3. Données piézométriques

Les données piézométriques proviennent :

- * des mesures effectuées dans le cadre de la ré-actualisation de cette carte sur 41 ouvrages ;
- * du réseau piézométrique de la Direction des Eaux souterraines²⁷ ;
- * de la banque de données **Gisel**²⁸ du Service géologique de Belgique ;
- * de mesures réalisées par les sociétés de distribution sur leurs ouvrages ;
- * de la SPAQuE et de divers bureaux d'études.

X.2.1.4. Données hydrochimiques

Les données hydrochimiques présentées ici proviennent de la banque de données **CALYPSO** du Service publique de Wallonie.

X.2.1.5. Zone de prévention, zone vulnérable aux nitrates

Les zones de prévention autour des captages et les zones vulnérables aux nitrates proviennent du Service public de Wallonie.

X.2.1.6. Isohypses

Les isohypses du toit du socle paléozoïque du Massif du Brabant, représentés sur le poster, ont été tracées au 1/200 000 en 2005 par le Service Géologique de Belgique, dépendant de l'Institut Royal Belge des Sciences Naturelles ; la version numérique est fournie par la Databank Ondergrond Vlaanderen. L'extrait correspondant à la planche de la carte a été repris au 1/50 000.

Les cotes isohypses sont dérivées :

- * de sondages du Service Géologique de Belgique

(**Gisel**) ;

- * de coupes géologiques d'ouvrage issus de :
 - * dossiers de zone de prévention ;
 - * **DIXSOUS**.

X.2.1.7. Volumes

Les volumes représentés sur le poster proviennent de la banque de données **DIXSOUS** du SPW. Ils datent de 2022 et représentent les années allant de 2017 à 2021.

X.2.2. Méthodologie de construction de la carte

X.2.2.1. Base de données hydrogéologiques

Comme on l'a vu plus haut les données hydrogéologiques sont nombreuses et diversifiées : localisation des prises d'eau, caractéristiques géologiques et techniques, données piézométriques, analyses physico-chimiques, volumes prélevés, données provenant de diagraphies, d'essais de pompage et/ou de traçage, de prospections géophysiques, géologie, etc. Pour une meilleure gestion et utilisation, ces données sont stockées dans des banques de données.

Une partie de ces données proviennent du Service public de Wallonie via les banques de données **DIXSOUS**²⁹, **CALYPSO**³⁰ et sites comme **La Piézométrie en Wallonie**³¹.

Une autre partie des données hydrogéologiques proviennent des bureaux d'étude, des sociétés de distribution, parfois des particuliers et/ou directement de campagnes sur le terrain lors de la réalisation des cartes. Toutes ces données sont actuellement encodées dans une base de données géographiques.

X.2.2.2. Construction de la carte hydrogéologique

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

Ces données sont accessibles, dans la mesure restrictive du Règlement Générale sur la Protection des

27 <https://piezometrie.wallonie.be/>

28 <https://gisel.naturalsciences.be/gisel/gisel.html>

29 <http://carto1.wallonie.be/10SousInt>

30 Les données hydrochimiques de calypso sont accessibles via 10-sous par « requête géocentrique ».

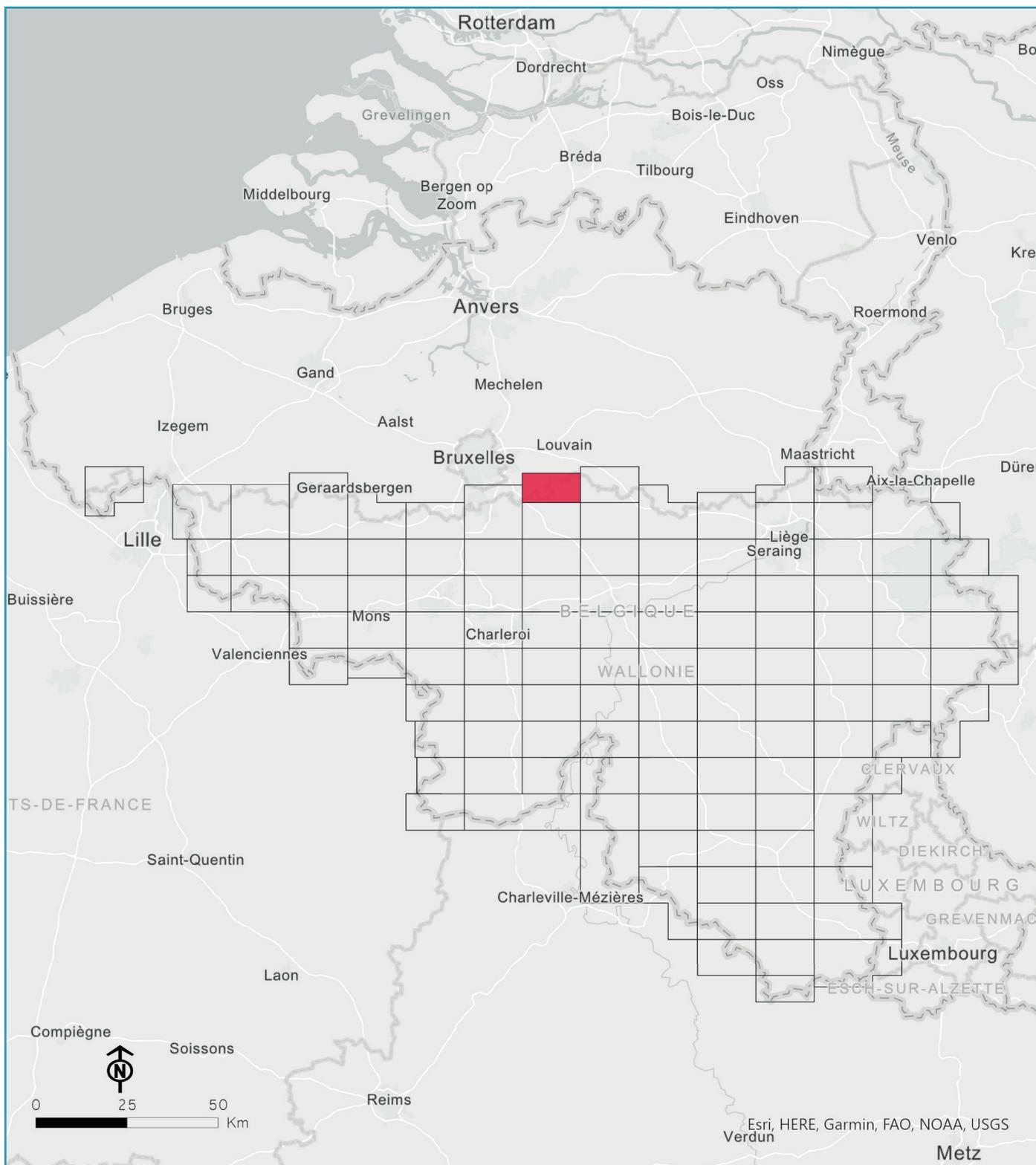
31 <https://piezometrie.wallonie.be/>

données, sur l'application cartographique des cartes hydrogéologique de Wallonie.

X.3. LISTE DES OUVRAGES CITÉS DANS LA NOTICE

Tableau 16 : Liste des ouvrages cités dans cette notice.

NOM	IDRW	CODERW	Type	Lambert 72 X	Lambert 72 Y	Prof. (m)
PECROT P 20	9089	3256003	Puits distribution publique	169653	161748	
PECROT P 21	9090	3256004	Puits distribution publique	169627	161877	
AUTOMATIQUE PECROT	947	3256143	Piézomètre	169951	163581	35
DREVE DE LAURENSART 4	4023	3259002	Puits privé	169610	158860	12
NETHEN P1	2137	3264002	Puits distribution publique	171996	163698	53
LA MOTTE P2	1642	3267004	Puits distribution publique	170742	159697	
PUITS BIEZ P1 (LA CARRIERE)	5638	3268004	Puits distribution publique	174069	158441	30
BOSSUT GOTTECHIN BEAUSART P 1	14480	3269002	Puits privé	175820	159295	28
BOSSUT GOTTECHIN BEAUSART P 2	14481	3268012	Puits privé	175907	159390	100
ARCHENNES P1	0	0	Piézomètre	169678	161094	7
ARCHENNES P2	0	0	Piézomètre	169889	161201	7
ARCHENNES P3	0	0	Piézomètre	169801	161091	6
ARCHENNES P4	0	0	Piézomètre	169814	161268	3
ARCHENNES P5	0	0	Piézomètre	169726	161168	6
LA MOTTE PR3	0	0	Piézomètre	170386	159496	33
PECROT PR10	89988	3264021	Piézomètre	170198	162392	76
PECROT PR9	89987	3264020	Piézomètre	170128	161752	91
NODEBAIS PR6	49863	3266030	Piézomètre	176231	161816	30
NODEBAIS PR7	49864	3266031	Piézomètre	176151	161913	21
NODEBAIS PR8	49865	3266032	Piézomètre	176080	162041	28
NODEBAIS PR9	49866	3266033	Piézomètre	176075	161873	36
NODEBAIS PZ4	49873	3266034	Piézomètre	175858	161838	38
NODEBAIS PZ5	49874	3266035	Piézomètre	175973	161994	30
NODEBAIS PZ6	49875	3266036	Piézomètre	175991	162125	22
NODEBAIS PZ7	49876	3266037	Piézomètre	176076	162160	16
NODEBAIS PZ8	49877	3266038	Piézomètre	176244	161995	15
ARCHENNES FS6	0	0	Piézomètre	169672	161288	7
ARCHENNES FS7	0	0	Piézomètre	169685	161470	7
ARCHENNES FS1	0	0	Piézomètre	169860	161125	7
PECROT P 2	9088	3256002	Puits distribution publique	169633	162004	
PARC DE LA NOIRE EPINE P2	31051	3258002	Puits privé	166783	158990	184
NETHEN.OUEST.PR1 DE LA SWDE.	30891	3264008	Piézomètre	171955	163700	56
NETHEN.OUEST.PZ1 DE LA SWDE.	30895	3264010	Piézomètre	171960	163687	57
NETHEN.OUEST.PZ5 DE LA SWDE.	30899	3264012	Piézomètre	171972	163706	30
NETHEN.OUEST.PZ6 DE LA SWDE.	30900	3264013	Piézomètre	171965	163687	30
GREZ-DOICEAU.PZ7 DE LA SWDE.	30901	3267010	Piézomètre	172479	159585	7
GREZ-DOICEAU P2.	30911	3267012	Puits distribution publique	172502	159556	45
RUE VERTE VOIE P0	3562	3266012	Puits distribution publique	176073	161997	
PECROT P 1	6672	3256001	Puits distribution publique	169674	161619	



ISSN : 2953-0067 (N) • ISBN : 978-2-8056-0427-0 • Dépôt légal : D/2022/11802/92

Editeur responsable

Bénédicte Heindrichs
15, Avenue Prince de Liège - 5100 Jambes (Namur) Belgique

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

