

**Notice explicative**

**CARTE HYDROGÉOLOGIQUE  
DE WALLONIE**

Echelle : 1/25 000



Photos couverture © SPW-DGARNE(DGO3)

Fontaine de l'ours à Andenne

Forage exploité

Argillère de Celles à Houyet

Puits et sonde de mesure de niveau piézométrique

Emergence (source)

Essai de traçage au Chantoir de Rostenne à Dinant

Galerie de Hesbaye

Extrait de la carte hydrogéologique de Philippeville - Rosée



# PHILIPPEVILLE - ROSEE

## 53/5-6

Ingrid **RUTHY**, Alain **DASSARGUES**

Université de Liège  
Sart-Tilman - Bâtiment B52 B-4000 Liège (Belgique)



### NOTICE EXPLICATIVE

2008

Première édition : Mai 2001  
Actualisation partielle : Mai 2008

Dépôt légal – **D/2008/12.796/4** - ISBN : **978-2-8056-0061-6**

**SERVICE PUBLIC DE WALLONIE**

**DIRECTION GENERALE OPERATIONNELLE DE L'AGRICULTURE,  
DES RESSOURCES NATURELLES  
ET DE L'ENVIRONNEMENT  
(DGARNE-DGO3)**

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

<b>I. INTRODUCTION.....</b>	<b>4</b>
<b>II. CADRE GEOGRAPHIQUE, GEOMORPHOLOGIQUE ET HYDROGRAPHIQUE.....</b>	<b>5</b>
<b>III. CADRE GEOLOGIQUE.....</b>	<b>7</b>
III.1 CADRE GEOLOGIQUE REGIONAL .....	7
III.2 CADRE GEOLOGIQUE DE LA CARTE .....	8
III.2.1 CADRE LITHOSTRATIGRAPHIQUE .....	8
III.2.2 CADRE STRUCTURAL.....	11
III.3 APPORTS DE NOUVELLES ETUDES GEOLOGIQUES .....	13
<b>IV. CADRE HYDROGEOLOGIQUE .....</b>	<b>15</b>
IV.1 DESCRIPTION DES UNITES HYDROGEOLOGIQUES .....	15
IV.1.1 UNITES HYDROGEOLOGIQUES DU DEVONIEN .....	15
IV.1.2 UNITES HYDROGEOLOGIQUES DU CARBONIFERE .....	16
IV.1.3 UNITES HYDROGEOLOGIQUES DU CENOZOÏQUE .....	19
IV.2 DESCRIPTION DE L'HYDROGEOLOGIE REGIONALE .....	21
IV.2.1 ENTITES CARBONATEES .....	21
IV.2.2 ENTITES GRESEUSES ET SCHISTO-GRESEUSES.....	32
<b>V. CADRE HYDROCHIMIQUE .....</b>	<b>35</b>
V.1 CARACTERISTIQUES HYDROCHIMIQUES DES EAUX.....	36
V.1.1 AQUIFERES DES CALCAIRES DU CARBONIFERE.....	36
V.1.2 AQUIFERES DES CALCAIRES DU DEVONIEN.....	37
V.1.3 AQUIFERES GRESEUX DU FAMENNIEN .....	38
V.1.4 AQUITARD DU FAMENNIEN .....	39
V.2 PROBLEMATIQUE DES NITRATES .....	40
V.3 QUALITE BACTERIOLOGIQUE .....	43
V.4 PESTICIDES ET AUTRES PARAMETRES .....	44
<b>VI. EXPLOITATION DES AQUIFERES .....</b>	<b>45</b>
VI.1 DISTRIBUTION PUBLIQUE D'EAU POTABLE .....	45
VI.2 PRELEVEMENTS PRIVES .....	46
<b>VII. PARAMETRES D'ECOULEMENT ET DE TRANSPORT .....</b>	<b>47</b>
VII.1 AQUIFERE DES CALCAIRES CARBONIFERES .....	47
VII.2 AQUIFERE GRESEUX DU FAMENNIEN .....	48

<b><u>VIII.</u></b>	<b><u>ZONES DE PROTECTION .....</u></b>	<b><u>49</u></b>
<b>VIII.1</b>	<b>CADRE LEGAL.....</b>	<b>49</b>
<b>VIII.2</b>	<b>ZONES DE PRÉVENTION AUTOUR DES CAPTAGES DE LA SWDE.....</b>	<b>51</b>
<b>VIII.3</b>	<b>ZONES DE PRÉVENTION AUTOUR DES CAPTAGES DE L'INASEP .....</b>	<b>51</b>
<b>VIII.4</b>	<b>ZONES DE PRÉVENTION AUTOUR DES CAPTAGES DE L'AIEM.....</b>	<b>51</b>
<b><u>IX.</u></b>	<b><u>PRESENTATION DE LA CARTE HYDROGEOLOGIQUE.....</u></b>	<b><u>54</u></b>
<b>IX.1</b>	<b>CARTE HYDROGEOLOGIQUE .....</b>	<b>54</b>
<b>IX.2</b>	<b>CARTES THEMATIQUES.....</b>	<b>54</b>
<b>IX.2.1</b>	<b>VOLUMES PRELEVES .....</b>	<b>54</b>
<b>IX.2.2</b>	<b>CARACTERISATION DU TYPE DES NAPPES ET INFORMATIONS COMPLEMENTAIRES .....</b>	<b>55</b>
<b>IX.3</b>	<b>COUPES GEOLOGIQUE ET HYDROGEOLOGIQUE.....</b>	<b>56</b>
<b>IX.4</b>	<b>TABLEAU DE CORRESPONDANCE ‘GÉOLOGIE-HYDROGÉOLOGIE’ .....</b>	<b>56</b>
<b><u>X.</u></b>	<b><u>METHODOLOGIE DE L’ELABORATION DE LA CARTE HYDROGEOLOGIQUE ...</u></b>	<b><u>57</u></b>
<b>X.1</b>	<b>ORIGINE DES INFORMATIONS .....</b>	<b>57</b>
<b>X.1.1</b>	<b>DONNEES GEOLOGIQUES .....</b>	<b>57</b>
<b>X.1.2</b>	<b>DONNEES METEOROLOGIQUES .....</b>	<b>57</b>
<b>X.1.3</b>	<b>DONNEES HYDROGEOLOGIQUES .....</b>	<b>57</b>
<b>X.1.4</b>	<b>DONNEES HYDROCHIMIQUES .....</b>	<b>58</b>
<b>X.2</b>	<b>BASE DE DONNEES HYDROGEOLOGIQUES .....</b>	<b>58</b>
<b><u>XI.</u></b>	<b><u>REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES .....</u></b>	<b><u>59</u></b>

Annexe 1 : Liste des abréviations

Annexe 2 : Carte de localisation

Annexe 3: Coordonnées géographiques des ouvrages cités dans la notice

## Avant - propos

La carte hydrogéologique 53/5-6 Philippeville-Rosée a été commandée par le Ministère de la Région wallonne. Cette carte hydrogéologique a été réalisée par l'unité 'Hydrogéologie et Géologie de l'Environnement' du secteur GEO<sup>3</sup> du département ArGEnCo de l'Université de Liège. Le projet a été supervisé par le professeur Alain Dassargues et la carte réalisée par Ingrid Ruthy. La première édition de cette carte date de mai 2001 (sous la direction du professeur Albéric Monjoie). Une actualisation partielle a été réalisée en février 2008. Cette actualisation prend uniquement en compte les données disponibles dans la base de données "BD-Hydro" (outil de travail commun aux équipes universitaires et à l'administration wallonne (DGRNE, Obs. Eaux Souterraines). Ainsi les données concernées sont les zones de prévention, les volumes prélevés, les nouveaux ouvrages déclarés, des données piézométriques nouvelles encodées dans la base de données. Par manque de temps, une collecte exhaustive n'a pas été menée.

Les auteurs de la carte hydrogéologique remercient vivement Frédéric Boulvain (professeur, Dpt de Géologie, ULg), Marc Drèze (SWDE), José Maréchal (INASEP), Frédéric Habils et Sylvie Roland (FPMs) pour leur relecture attentive et constructive de la carte et sa notice. Nous remercions aussi tous les bureaux d'études actifs dans le domaine de l'environnement qui nous ont fourni des données (Ecofox, Geologica, Issep...). Nous remercions aussi Ecofox-Aquale (David Gaule), Carmeuse s.a., Carrière Berthe s.a. pour les nombreuses données concernant la région de Florennes-Hemptinne.

Collaborent au projet 'Carte hydrogéologique de Wallonie' la Faculté Polytechnique de Mons (FPMs), les Facultés Universitaires Notre-Dame de la Paix de Namur (FUNDP) et l'Université de Liège (ULg) dont le site ULg-Arlon.

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

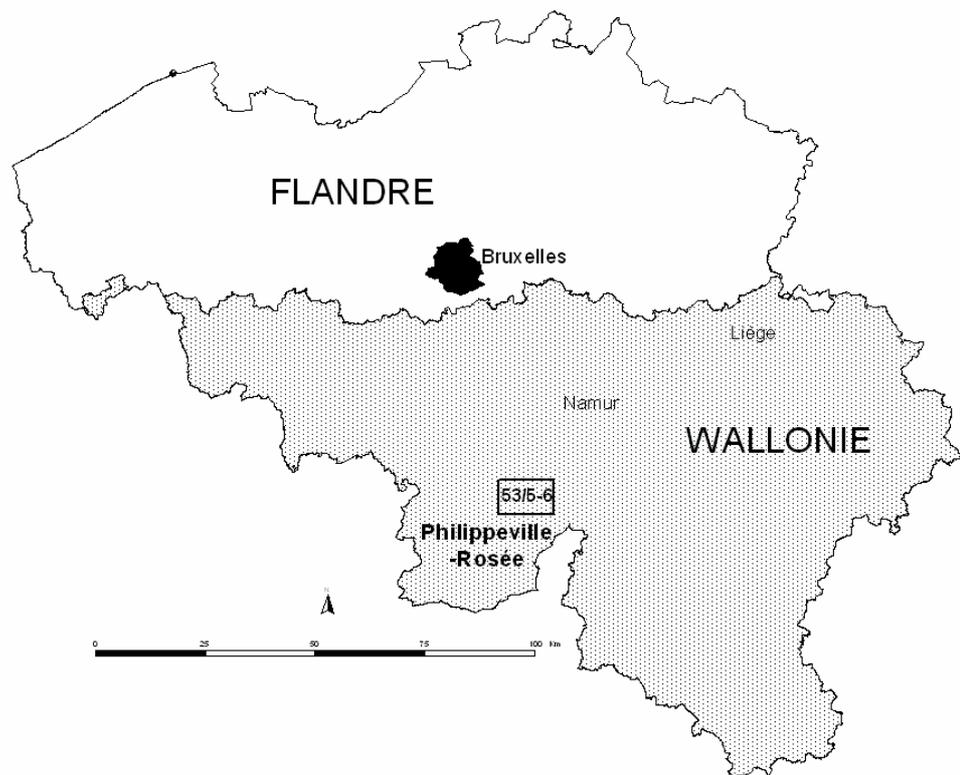
Par un choix délibéré, toute superposition outrancière d'informations conduisant à réduire la lisibilité de la carte a été évitée. Dans ce but, outre la carte principale, deux cartes thématiques, une coupe géologique et une coupe hydrogéologique, et un tableau litho-stratigraphique sont présentés.

Les données utilisées pour la réalisation de la carte ont été encodées dans une base de données sous format «Access - Microsoft» (Personal GeoDataBase) qui a été remise au Service des Eaux Souterraines de la Région wallonne.

## I. INTRODUCTION

La région de Philippeville-Rosée est située à une trentaine de kilomètres au sud-ouest de Namur (figure I.1). L'aquifère principal de cette région est logé au sein des calcaires carbonifères de la partie occidentale du Synclinorium de Dinant. Cet aquifère est exploité par plusieurs compagnies de distribution d'eau. Un second aquifère, de moindre importance, est constitué de la nappe des grès fameniens et est exploité en quelques sites par des sociétés intercommunales.

**Figure I.1 : Plan de situation**



## II. CADRE GEOGRAPHIQUE, GEOMORPHOLOGIQUE ET HYDROGRAPHIQUE

La carte de Philippeville-Rosée appartient au Condroz. Celui-ci correspond à la partie septentrionale du Synclinorium de Dinant, dont le relief est caractérisé par une alternance de crêtes et de dépressions conditionnées par la géologie. Le substratum de la région est constitué de roches dévono-carbonifères. Les crêtes topographiques correspondent aux anticlinaux schisto-gréseux et les dépressions aux synclinaux calcaires. L'allongement de ces structures est généralement est-ouest.

Le Condroz peut être divisé en plusieurs unités morphologiques distinctes. La zone étudiée fait partie du Condroz occidental, avec au nord-ouest, le "Pays d'Acoz", au nord la "Marlagne", à l'est le "Vrai Condroz" et au sud la "Fagne". L'altitude moyenne du Condroz occidental est de 260 m. La crête topographique, appelée localement "tige", de Philippeville, limite sud de la région, surplombe la dépression de la Fagne, en culminant à 310 m dans les bois de Rosée et de Florennes entre les villages de Vodecée et de Rosée. Sur la carte de Philippeville-Rosée, on peut distinguer deux autres lignes de crête. Une première ligne passe au nord d'Anthée et de Flavion et ensuite s'élargit à hauteur des bois de Corenne, de Louchenée et des Minières, entre les villages de Florennes et de Morialmé. La deuxième crête traverse le bois de Biert-le-Roi, passe au sud du village de Stave où elle atteint 291 m à Try-Sart et se prolonge vers l'ouest entre Morialmé et Oret. Ces "tiges" qui correspondent aux affleurements de grès et de "psammites" famenniens sont séparés par des dépressions plus ou moins importantes creusées dans les calcaires carbonifères où s'écoulent généralement les ruisseaux.

Les principales localités de la carte étudiée sont Florennes, Philippeville, Morialmé, ensuite Flavion, Rosée, Morville, Stave.

Le réseau hydrographique de la carte Philippeville-Rosée est relativement dense (figure II.1.). Il appartient d'une part au bassin hydrographique de la Meuse, et d'autre part au bassin de la Sambre. La crête de partage des eaux de surface se situe approximativement au méridien de Florennes.

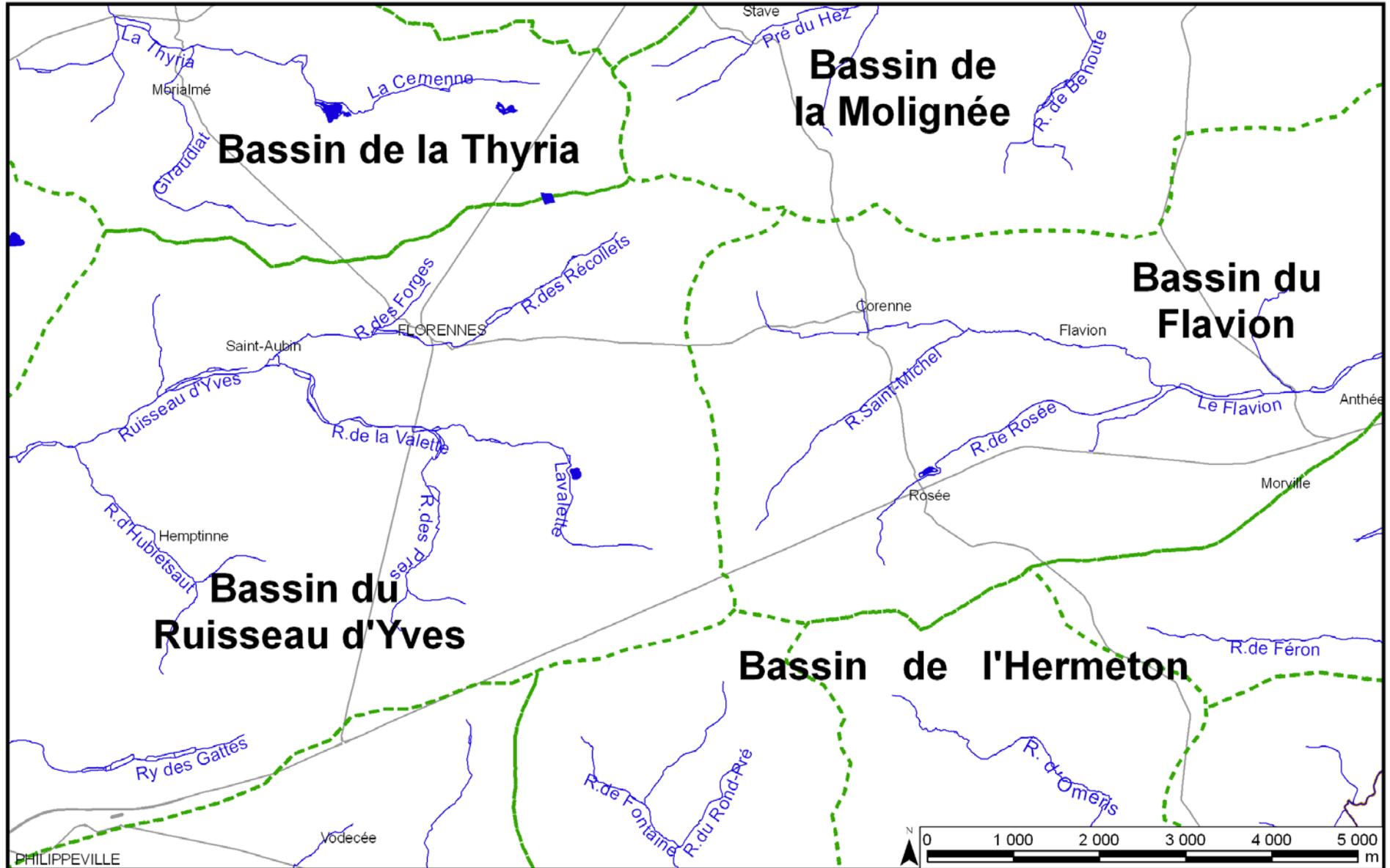
### Bassin de la Meuse

Le Flavion se jette dans la Molinee qui rejoint la Meuse à Yvoir. Les eaux du bassin de l'Hermeton arrivent, *in fine*, dans la Meuse à Hastière. Le ruisseau du Féron (SE de la carte) rejoint directement le fleuve, en aval d'Hastière.

### Bassin de la Sambre

Les eaux des bassins-versants de la Thyria et du ruisseau d'Yves s'écoulent vers l'ouest et rejoignent, *in fine*, l'Eau d'Heure.

Figure.II.1 : Localisation des bassins-versants

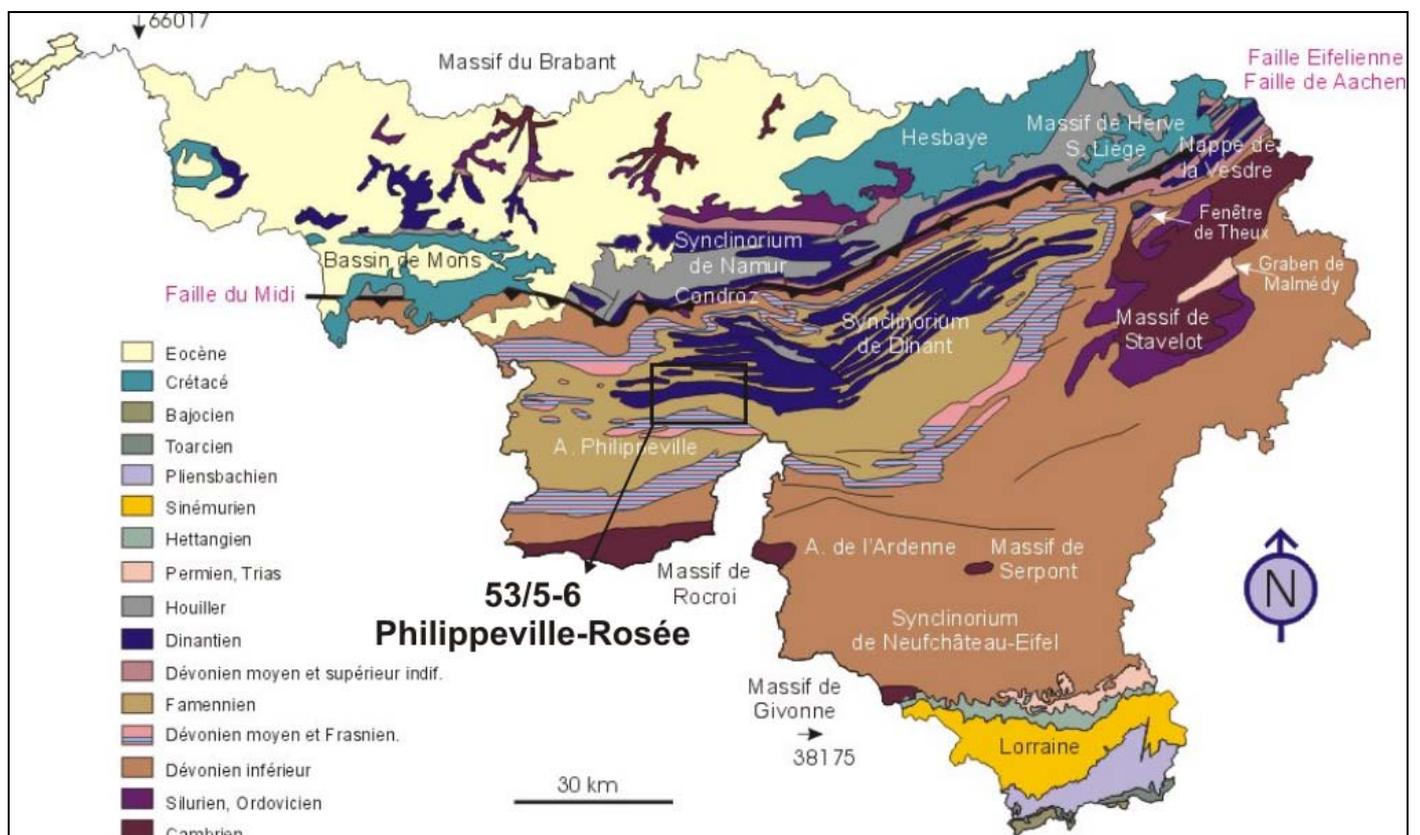


### III. CADRE GEOLOGIQUE

#### III.1 Cadre géologique régional

Les formations géologiques de la carte Philippeville-Rosée appartiennent à l'allochtone ardennais, plus précisément au Synclinorium de Dinant (figure III.1). Le Synclinorium de Dinant est constitué d'une succession de plis, de direction générale WSW-ENE, qui affectent les séries sédimentaires s'étageant du Dévonien inférieur au Carbonifère. Ces terrains ont subi l'orogénèse hercynienne (ou varisque). Il comprend deux zones synclinales séparées par un axe anticlinal courant de l'anticlinal de Durbuy à l'Anticlinorium de Philippeville, appelé aussi le "Massif" de Philippeville. Cette dernière structure anticlinale est relativement complexe limitée par des failles de charriage (Boulvain et Pingot, 2007).

Figure III.1: Carte géologique de la Wallonie (Boulvain & Pingot, 2007; modifié)



## **III.2 Cadre géologique de la carte**

La carte Philippeville-Rosée expose les formations datant du Dévonien et du Carbonifère. Des dépôts cénozoïques sont aussi présents sous forme de lambeaux sableux, de produits d'altération, d'éboulis de pentes, de colluvions ou d'alluvions modernes dans les vallées. Structuralement, cette carte appartient à deux grands unités: au Nord, le "Condroz" de l'Entre-Sambre-et-Meuse et, au Sud l'Anticlinorium de Philippeville.

La description lithologique des formations fait référence à la nouvelle carte géologique de Philippeville-Rosée au 1/25.000, éditée en décembre 1994 et dressée par Boulvain F. et Marion J-M. Cette carte géologique sert de fond à la carte hydrogéologique ; elle a été fournie sous format digital par la Région Wallonne.

### **III.2.1 Cadre lithostratigraphique**

#### **III.2.1.1 Les formations du Paléozoïque**

##### **III.2.1.1.1 Dévonien**

Sur la carte de Philippeville-Rosée, le Dévonien est représenté par les étages Givetien, Frasnien et Famennien.

###### *III.2.1.1.1.a Givetien (Dévonien moyen)*

Deux formations de cet étage affleurent sur la carte : les formations du Mont d'Haur et de Fromelennes. Elles sont présentes au Sud dans les axes anticlinaux du Massif de Philippeville.

La **Formation du Mont d'Haur (MHR)** est composée de calcaires moyens à grossiers noirs en bancs décimétriques à métriques. La puissance de cette formation est estimée à un peu moins d'une centaine de mètres.

La **Formation de Fromelennes (FRO)**, est composée de quelques mètres de schistes à nodules calcaires et de calcaires argilo-dolomitiques, suivis de calcaires fins à grossiers, gris. La puissance de la totalité de la formation est de 80 m.

###### *III.2.1.1.1.b Frasnien (Dévonien supérieur)*

Le Frasnien est caractérisé par des couches montrant un important développement de monticules "récifaux" et par une phase transgressive de grande ampleur. Les formations présentes sur cette carte reflètent cette succession de montées du niveau marin et de sédimentation en milieu ouvert calme. Le Frasnien affleure dans la partie sud de la carte dans l'Anticlinorium de Philippeville.

La **Formation de Nismes (NIS)** est la base transgressive du Frasnien. Elle est composée de shales gris olivâtres. Son épaisseur est estimée à une trentaine de mètres.

La **Formation du Pont de la Folle (FOL)** comprend deux membres, cartographiés séparément.

Le **Membre de la Fontaine Samart (FSA)** est constitué de calcaires gris foncé, bien stratifiés et localement massifs, d'environ trente-cinq mètres d'épaisseur.

Le **Membre des Machenées (MAC)** est formé de schistes nodulaires et de schistes, avec localement présence de nodules calcaires ( $\pm$  60 m d'épaisseur).

La **Formation de Philippeville (PHV)**, constituant le principal niveau carbonaté de l'étage, est composée de calcaires noirs en bancs minces avec quelques lentilles bioconstruites à sa base. Sa partie supérieure est formée par un complexe biostromal localement dolomitique. Son épaisseur est de l'ordre d'une centaine de mètres.

La **Formation de Neuville (NEU)** est composée de shales nodulaires et de calcaires argileux ( $\pm$  20 m d'épaisseur).

La **Formation des Valisettes (VAL)** clôture la série de formations du Frasnien dans cette zone. Elle est constituée de schistes fins gris foncé et verdâtres, avec localement des nodules calcaires rougeâtres. Son épaisseur est estimée à un peu moins d'une centaine de mètres. Elle a été cartographiée avec la Formation de Neuville.

Localement ces deux dernières formations contiennent des lentilles de calcaires construits ("Récifs de marbre rouge") ou **monticules micritiques (MM)**. Leur épaisseur varie de 40 à 80 m. Ils ont été exploités comme marbre, quelques exploitations étant encore en activité. Ces monticules se sont développés pendant les phases de stabilité relative lors des derniers mouvements transgressifs du Frasnien.

#### *III.2.1.1.1.c Etage Famennien (Dévonien supérieur)*

Cet étage géologique marque un épisode régressif marqué par une sédimentation terrigène avec succession de six formations dans la carte de Philippeville-Rosée.

La **Formation de la Famenne (FAM)** est formée de schistes verdâtres. Son épaisseur peut atteindre plusieurs centaines de mètres.

La **Formation d'Aye (AYE)** est constituée de schistes, siltites et siltites argileuses. Son épaisseur est estimée à 150 m.

Ces deux formations sont regroupées ensemble cartographiquement.

La **Formation d'Esneux (ESN)**, épaisse d'une centaine de mètres, est composée de siltites argileuses verdâtres en alternance avec des bancs centimétriques de grès fins micacés.

La **Formation de Souverain-Pré (SVP)** se caractérise par des grès fins à nodules calcaires. L'épaisseur de cette formation est généralement d'une centaine de mètres dans la zone correspondant à cette carte.

La **Formation de Ciney (CIN)** est composée de grès, de siltites gréseuses et de grès argileux brunâtres. L'épaisseur de cette formation peut atteindre plusieurs centaines de mètres.

La **Formation d'Etroeungt (ETR)** se compose de trois unités lithologiques, à savoir des schistes, des grès et des calcaires. Ces derniers annoncent la transgression carbonifère. L'épaisseur de cette formation est d'environ une cinquantaine de mètres. Cette formation est cartographiée avec la Formation de Ciney.

#### **III.2.1.1.2 Carbonifère**

La sédimentation carbonatée du Carbonifère commence avec le Tournaisien, première série du Carbonifère représentée sur cette carte. Lui succèdent les formations du Viséen et du Namurien.

##### *III.2.1.1.2.a Hastarien (Tournaisien)*

La **Formation d'Hastièrre (HAS)** est caractérisée par une trentaine de mètres de calcaires bioclastiques en bancs décimétriques, entrecoupés de lits schisteux décimétriques.

La **Formation du Pont d'Arcole (PDA)** marque un épisode terrigène correspondant à une nouvelle poussée transgressive. Il s'agit de shales vert olive à brunâtres. La puissance de cette formation est d'une vingtaine de mètres.

La **Formation de Landelies (LAN)** témoigne ensuite d'un redémarrage de la production de carbonate avec des faciès calcaires bioclastiques ( $\pm 30$  m).

La **Formation de Maurenne (MAU)** marque un autre épisode transgressif accompagné d'épandages détritiques. Elle est composée de calcaires noirs argileux, sur une vingtaine de mètres d'épaisseur.

Les Formations de Landelies et de Maurenne sont cartographiées ensemble par manque d'affleurements permettant de les distinguer nettement. Dans certaines zones de la

carte Philippeville-Rosée, il était difficile de distinguer ces 4 premières formations du Carbonifère. Ainsi localement, elles ont été regroupées cartographiquement (HPLM).

#### *III.2.1.1.2.b Ivorien (Tournaisien)*

La **Formation de Bayard (BAY)** est constituée de calcaires et dolomies grossiers gris en bancs décimétriques.

La **Formation de Waulsort (WAU)** est formée de calcaires fins massifs gris, en lentilles construites.

La **Formation de Leffe (LEF)** est représentée par des calcaires stratifiés gris violacés, ainsi que par des cherts.

Ces trois formations sont cartographiées ensemble (interdigitations latérales et manque d'affleurements). L'épaisseur maximale de l'unité cartographiée peut atteindre deux cents mètres.

#### *III.2.1.1.2.c Moliniacien (Viséen)*

La **Formation de la Molignée (MOL)** consiste en calcaires noirs fins et en dolomie noire.

La **Formation de Salet (SAL)** est composée de calcaires crinoïdiques gris foncé, de calcaires grenus noirs et de dolomies grises. Elle est cartographiée avec la Formation de la Molignée. La puissance de ces deux formations est extrêmement variable sur la carte (nulle à quelques décimètres).

La **Formation de Neffe (NEF)**, d'une centaine de mètres d'épaisseur, est formée de calcaires massifs blancs et de dolomie blanche.

#### *III.2.1.1.2.d Livien (Viséen)*

La **formation de Lives (LIV)** est caractérisée par des calcaires gris et gris foncé en bancs minces bien stratifiés, riches en stromatolithes. Cette formation comporte plusieurs intercalations de brèches calcaires. Ces niveaux forment ce qu'on a appelé la "Grande Brèche". L'épaisseur de cet étage est d'une centaine de mètres.

#### *III.2.1.1.2.e Namurien*

Cette série est représentée par le **groupe Houiller (HOU)** composé de shales, de shales gréseux et de phanites noirs. Il a une puissance d'environ cinquante mètres.

### **III.2.1.2 Les formations du Cénozoïque**

Au droit de la carte de Philippeville-Rosée, elles sont représentées par la **Formation de l'Entre-Sambre-et-Meuse (ESM)** (Oligocène, Paléogène). Ces dépôts tertiaires, piégés dans les dépressions paléokarstiques, sont formés de sables, d'argiles et de tourbes. Ces poches sableuses se trouvent préférentiellement dans les synclinaux à cœurs carbonifères, mais certains lambeaux peuvent se trouver sur un substrat gréseux fortement altéré.

La nature et la puissance des formations quaternaires sont mal connues, sur cette carte, par manque d'affleurements. Ces formations de couverture sont constituées de limons des plateaux, déposés par le vent lors des dernières glaciations. Au droit des vallées, les **alluvions modernes (AMO)** sont composées de graviers et de sables.

### III.2.2 Cadre structural

La majeure partie de la zone correspondant à cette carte est affectée par des plissements anticlinaux et synclinaux orientés sensiblement est-ouest.

On peut distinguer du Nord au Sud (figure III.2):

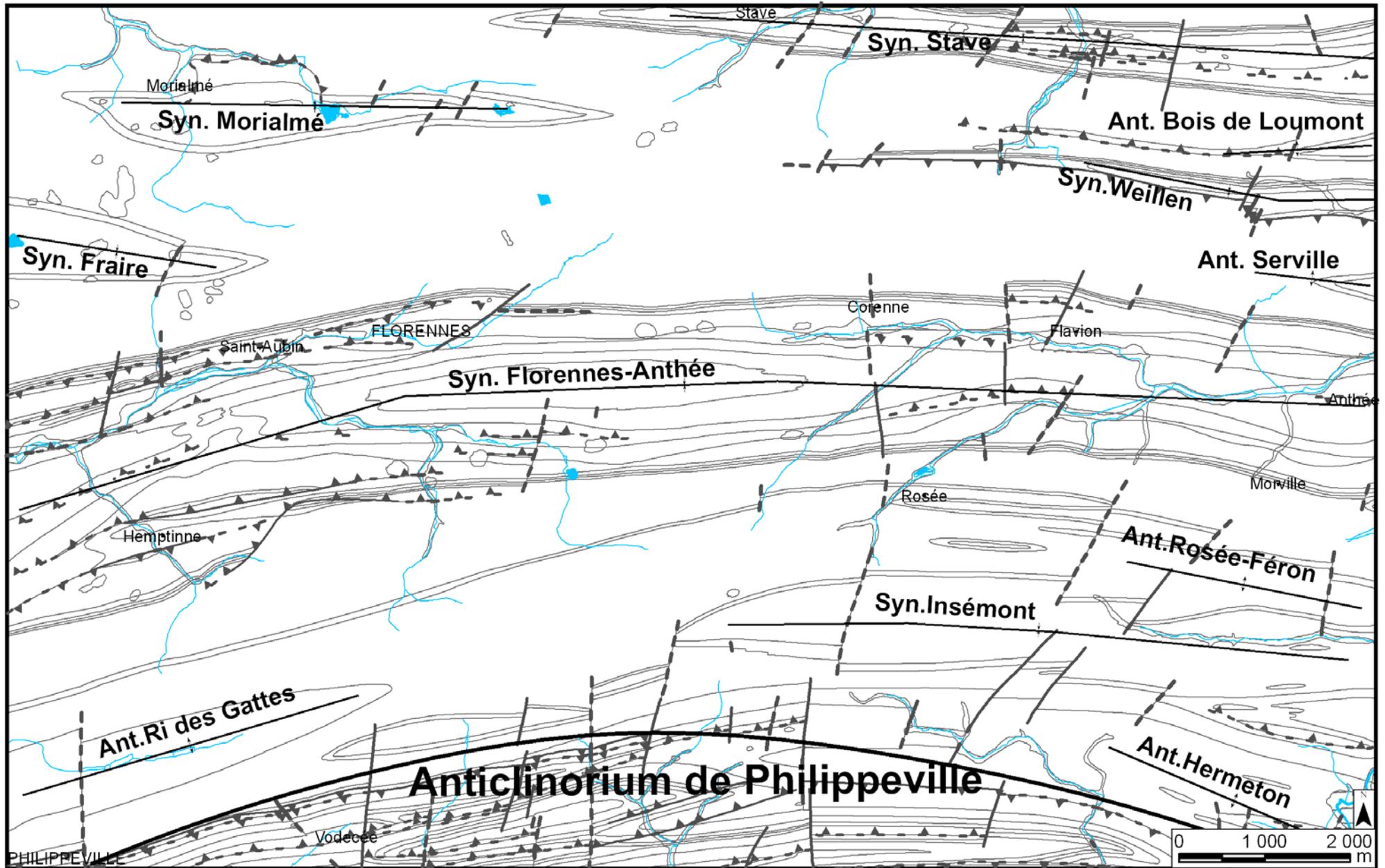
- au nord-est affleure un synclinal pincé à cœur carbonifère, avec un ennoyage vers l'Est. Il s'agit du Synclinal de Stave;
- plus au sud, on observe une succession de petits anticlinaux à cœur silto-gréseux (Ant. du Bois de Loumont, Ant. de Serville) et de petits synclinaux calcaires (Syn. de Morialmé, Syn. de Fraire, Syn. de Weillen) souvent affectés par des failles longitudinales à faible pendage et à caractère chevauchant;
- ensuite, vient le Synclinal de Florennes-Anthée à cœur houiller. Les formations du Carbonifère affleurent sur 2 km de largeur et sont également affectées par de nombreuses failles de chevauchement, généralement inclinées vers le nord;
- à l'est de la planche, on distingue l'Anticlinorium de Rosée-Féron (Formation d'Esneux), puis le synclinal d'Insemont (Formation de Ciney) et, l'anticlinal de l'Hermeton (Formations d'Esneux et de la Famenne);
- à l'ouest, la structure est relativement plus simple. On y distingue l'anticlinal du Ri des Gattes pris en relais au Sud par la prolongation occidentale du Synclinal d'Insemont.

Outre les failles longitudinales à caractère chevauchant décrites ci-avant, on distingue dans la partie orientale de la carte de nombreuses failles transversales, fortement redressées, d'orientation générale SSW-NNE.

- au sud de la carte, les formations frasniennes et givetiennes de l'Anticlinorium de Philippeville reposent via un contact chevauchant incliné vers le sud avec un rejet de l'ordre de 250 m sur les formations du Dévonien supérieur. Le "Massif" de Philippeville, fortement plissé (plis orientés WSW-ESE et E-W) est également affecté par de nombreuses failles longitudinales souvent inclinées vers le sud et par des accidents transverses sub-verticaux orientés N-S.

Ces plis et failles jouent un rôle important dans l'hydrogéologie régionale puisqu'ils correspondent souvent à des zones d'écoulement préférentiel des eaux souterraines.

Figure III.2: Cadre structural de la région Philippeville-Rosée



### **III.3 Apports de nouvelles études géologiques**

Dans le cadre du projet de décharge de la carrière de Morialmé, au lieu-dit "le Fayat", des études géologiques et hydrogéologiques ont été menées par les LGIH (rapports BEPN/891-892-901). A cette occasion, cinq forages et des campagnes de prospection géophysique (électriques et sismiques) ont été réalisés en bordure de la carrière.

Ces investigations ont conduit à revoir le contact entre les calcaires du Carbonifère (HPLM) et les grès du Famennien (CE). Elles ont permis de mettre en évidence un accident tectonique (faille) qui mettrait à l'affleurement le calcaire tournaisien nettement plus au sud que ne l'indique la carte géologique (1994).

La Région wallonne a mis en place, depuis 1998, un réseau de contrôle des centres d'enfouissement techniques (C.E.T.). La gestion de ce réseau est confiée à l'ISSeP. En 2006, le C.E.T. de Morialmé y est intégré. Une première campagne de contrôle y a été menée cette même année. Le rapport complet est consultable sur le portail 'Environnement' de la Région wallonne à l'adresse suivante: <http://environnement.wallonie.be/data/dechets/cet>.

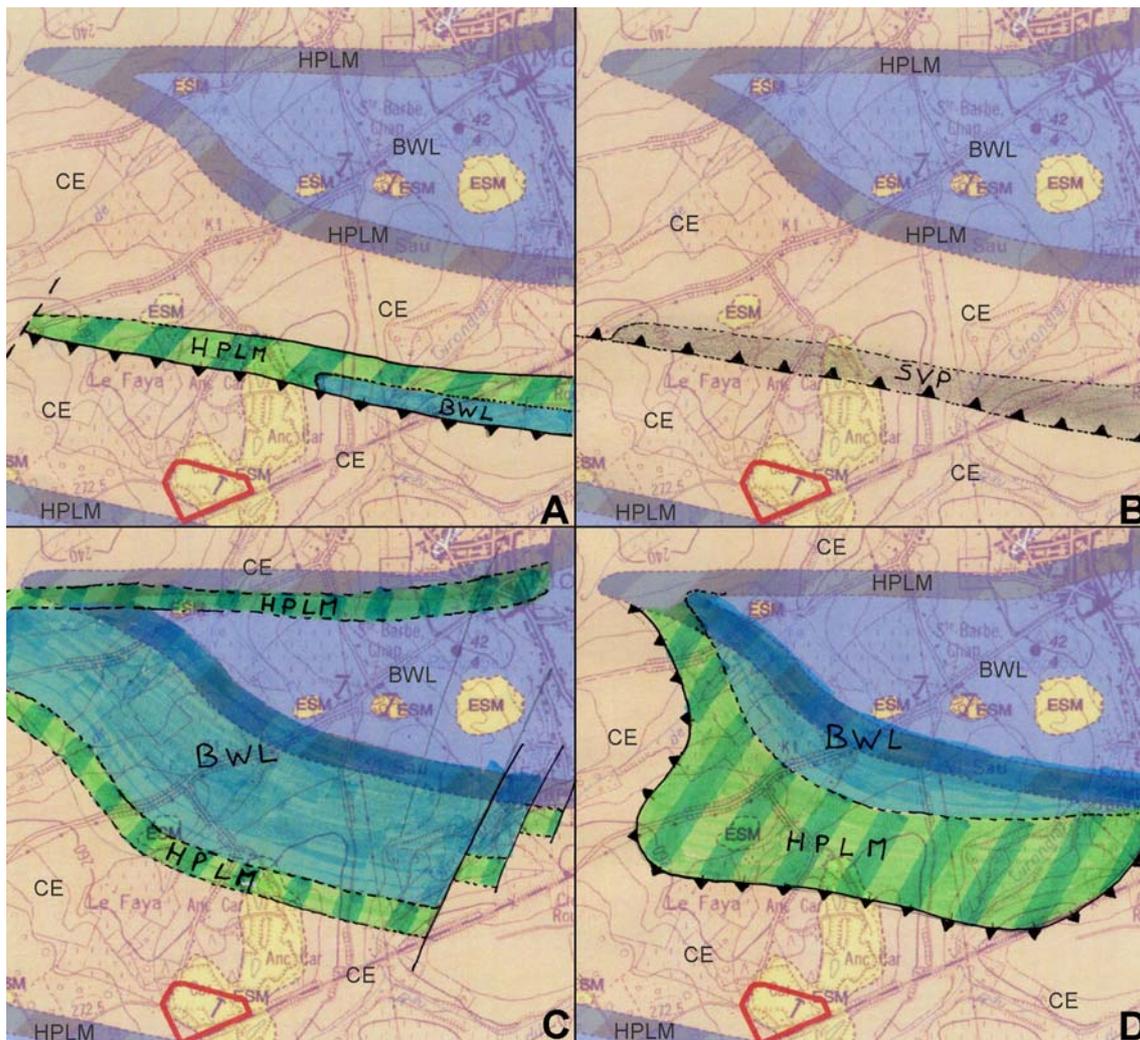
Les auteurs de ce rapport (Lebrun et al, ISSeP, 2007), après discussion avec les professeurs F.Boulvain (auteur de la carte géologique) et A.Monjoie (auteur de l'étude géophysique) ont proposés plusieurs explications tectoniques (figure III.3).

- *Il peut s'agir (figure III.3 A) d'une fine structure synclinale intermédiaire (HPLM-BWL), similaire à celle dessinée plus à l'ouest, où cette dernière est délimitée au sud par une faille de chevauchement ;*
- *Il peut s'agir (figure III.3 B) d'un pointement de la formation de Souverain-Pré (SVP) au coeur de l'anticlinal, comme on l'observe également à l'extrême ouest de la carte.*
- *Il peut également s'agir (figure III.3 C) d'un contact normal avec le synclinal mais dont l'axe aurait été déplacé vers le sud par le jeu d'une faille transverse ou d'un train de faille, de nombreux cas similaires étant recensés sur la carte.*
- *Il peut enfin s'agir (figure III.3 D) d'un élargissement vers le sud de l'emprise du synclinal de Morialmé suite à une faille de chevauchement, comme on en observe un sur le flanc nord dudit synclinal.*

*Sur la figure, les teintes du fond géologique original ont volontairement été atténuées pour mettre en évidence les corrections manuelles illustrant les différentes hypothèses.*

*Les deux premières hypothèses sont avancées par le Professeur Boulvain, avec une préférence pour la première, étant donné la présence d'une structure similaire à l'ouest dans le bon alignement qui pourrait ressurgir au sud de Morialmé. En défaveur de la seconde est aussi à signaler le caractère nettement moins carbonaté de la formation de Souverain-Pré dans les environs qu'en d'autres régions. Les deux dernières hypothèses sont défendues par le Professeur Monjoie, avec une préférence pour la dernière, étant donné que les failles transverses recensées dans la région donnent rarement des décalages de si grande amplitude. Cela dit, aucun des deux experts consultés n'est catégorique et ne nie la pertinence des quatre scénarios. L'absence d'affleurement empêche définitivement de trancher. Seule la réalisation de nouveaux forages dans la zone incertaine pourrait lever l'indétermination.*

**Figure III.3: Hypothèses tectoniques de la zone de Morialmé (Lebrun et al, rapport ISSEp 2007)**



Source: [http://environnement.wallonie.be/data/dechets/cet/12mor/pdf/12\\_geo05.pdf](http://environnement.wallonie.be/data/dechets/cet/12mor/pdf/12_geo05.pdf)

Dans le synclinal de Florennes-Anthée, à l'est de la carrière Berthe (Florennes) dans suite à des relevés de terrains, la direction des couches a été modifiée (pendage vers le sud) (LGIH BERT/991, 1991).

## IV. CADRE HYDROGEOLOGIQUE

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

- **aquifère**: formation perméable contenant de l'eau en quantités exploitables;
- **aquitard**: formation semi-perméable permettant le transit de flux à très faible vitesse et rendant la couche sous jacente semi-captive;
- **aquiclude**: couche ou massif de roches saturées de très faible conductivité hydraulique et dans lequel on ne peut extraire économiquement des quantités d'eau appréciables.

Ces définitions assez subjectives sont à manipuler avec précautions. Elles sont utilisées ici afin de renseigner, à une échelle régionale, le caractère globalement perméable, semi-perméable ou imperméable d'un ensemble de couches géologiques. Elles donnent une idée du potentiel économique que représentent les différentes unités hydrogéologiques en terme d'exploitation. Elles se basent sur la description lithologique de ces unités (formations ou ensembles de formations). Certaines formations géologiques voient leur faciès changer latéralement, il est donc probable qu'une même formation soit définie en terme d'aquifère sur une carte et en terme d'aquitard sur une autre carte (raisonnement par carte).

### IV.1 Description des unités hydrogéologiques

Les unités hydrogéologiques définies sur la carte Philippeville-Rosée sont décrites ci-dessous dans l'ordre stratigraphique. Elles sont reprises de manière synthétique dans le tableau IV.1.

#### IV.1.1 Unités hydrogéologiques du Dévonien

##### IV.1.1.1 Aquifères des calcaires du Givetien et du Frasnien

Dans les formations calcaires du Frasnien et du Givetien de la bande discontinue 'Durbuy-Philippeville' (partie méridionale de la carte), se loge une nappe de fissures à caractère karstique. Ces aquifères calcaires du Dévonien sont séparés de l'aquifère gréseux du Famennien par les formations schisteuses du Frasnien et de la base du Famennien. L'aquifère calcaire du Givetien est constitué par les Formations de Fromelennes et Mont d'Hours. L'aquifère calcaire du Frasnien est composé de la Formation de Philippeville et du Membre de la Fontaine de Samart (Formation du Pont de la Folle). Au sommet du Frasnien, dans les formations schisteuses et argilo-calcaires, se trouvent localement des lentilles de calcaires appelées "récifs de marbres rouges". Ils peuvent contenir localement des petites nappes aquifères.

Les formations schisteuses du Frasnien séparent l'aquifère des calcaires givetiens de celui des calcaires frasniens. Ces schistes compartiment également cette dernière unité hydrogéologique. Le caractère fortement faillé de l'Anticlinorium de Philippeville permet vraisemblablement des connexions, dues aux failles et fissures transverses, entre les différents compartiments calcaires. Les failles longitudinales peuvent entraîner la superposition entre les schistes et les calcaires, rendant l'aquifère localement captif.

##### IV.1.1.2 Aquitards du Frasnien et de Famennien

L'aquitard du Frasnien est représenté par la Formation de Neuville, composée de calcaires argileux et de shales nodulaires. Cependant, sur la carte géologique, cette formation est cartographiée avec la Formation des Valisettes, à caractère nettement schisteux. Ce regroupement est repris, sur la carte hydrogéologique, sous l'appellation d'Aquiclude du Frasnien.

Les Formations de Souverain-Pré et d'Esneux (Famennien) constituent également un niveau aquitard. Ces formations alternant les grès et grès micacés avec des horizons schisteux et schisto-gréseux peuvent présenter des potentialités intéressantes mais locales, lorsque le degré d'altération et de fissuration le permet. La Formation de Souverain-Pré comprend de nombreux nodules calcaires. Ce niveau carbonaté parmi la série de terrains silto-gréseux du Famennien supérieur est souvent marqué par une ligne de sources et des zones plus marécageuses.

#### **IV.1.1.3 Aquicludes du Frasnien et de Famennien**

Le Frasnien et le Famennien comprennent plusieurs formations (ou membres) à dominance argileuse. Constituées de shales et de schistes fins, ces roches présentent une conductivité hydraulique très faible les définissant en tant qu'aquiclude.

A la base du Frasnien, la Formation de Nismes et la partie argileuse de la Formation du Pont de la Folle (Membre de Machénées) constituent un seuil hydrogéologique séparant l'aquifère des calcaires givetiens de l'aquifère des calcaires frasnien. Cependant, les nombreuses failles (identifiées ou supposées) peuvent permettre des échanges entre ces unités hydrogéologiques.

La Formation des Valisettes (Frasnien), composée de shales, est également définie en terme d'aquiclude.

En continuité géographique de cet aquiclude du Frasnien supérieur, l'aquiclude de Famennien est constitué de shales, de schistes fins et de siltites des Formations de la Famenne et de Aye.

#### **IV.1.1.4 Aquifère des grès du Famennien**

L'aquifère des grès du Famennien est globalement l'une des ressources importantes en eau souterraine en Région wallonne.

Les anticlinaux gréseux, fissurés et altérés, constituent des aquifères exploitables. Ces nappes, généralement libres, sont localisées dans les formations gréseuses altérées en sable par la paléaltération post hercynienne et sont souvent fortement fissurées en profondeur. Définies en tant que "nappes de manteau d'altération", elles ont généralement une capacité réduite car limitées à la tranche superficielle des terrains gréseux.

Ces aquifères, généralement perchés, se déversent vers les dépressions calcaires voisines de manière diffuse ou, suite aux formations schisteuses imperméables de la base du Tournaisien, via des sources temporaires ou pérennes.

Les aquifères les plus favorables sont les grès des formations de Ciney et d'Etroeungt. Cette unité hydrogéologique a une épaisseur comprise entre 250 et 300 m. Les sables d'altération procurent au réservoir une importante porosité de pores combinée, en raison de la fracturation des grès sous jacents, à une porosité de fissures qui engendre une perméabilité intéressante pour drainer l'eau logée dans les pores. La nature sableuse de l'altération superficielle confère à ces aquifères de bonne capacité de "filtration" garantissant une eau de qualité.

### **IV.1.2 Unités hydrogéologiques du Carbonifère**

En Wallonie, les calcaires carbonifères constituent une très importante ressource en eau souterraine. Plusieurs unités hydrogéologiques peuvent être distinguées dans les formations du Carbonifère de la région de Philippeville-Rosée. Les nappes principales de cette carte sont logées au sein des calcaires carbonifères depuis la formation de Hastière (Hastarien) jusqu'à la formation de Lives (Livien) totalisant plus de 500 m d'épaisseur

#### **IV.1.2.1 Aquifère des calcaires de la Formation d'Hastière**

La Formation d'Hastière (Tournaisien inférieur) peut être considérée comme une unité hydrogéologique à part entière. En effet, composée de calcaires avec quelques niveaux de calcaires argileux, elle est caractérisée par une conductivité hydraulique et une porosité de fissures moyennes. Cette formation est intercalée entre les couches schisto-gréseuses du Famennien supérieur et les shales de la Formation du Pont d'Arcole. L'extension de ce niveau aquifère est limitée en raison de sa faible épaisseur et de la présence d'un toit peu perméable.

#### **IV.1.2.2 Aquiclude de la Formation du Pont d'Arcole**

La Formation du Pont d'Arcole, composée de schistes et de shales, constitue un seuil hydrogéologique au sein de l'aquifère des calcaires carbonifères (pris dans sa globalité). Cet aquiclude forme un niveau peu perméable isolant l'aquifère de la Formation d'Hastière des autres unités hydrogéologiques calcaires du Carbonifère.

#### **IV.1.2.3 Aquitard des calcschistes de la Formation de Maurenne**

La Formation de Maurenne, composée de calcschistes et de calcaires argileux, est caractérisée par des perméabilités plus faibles par rapport aux formations calcaires qui l'entourent. Elle définit un niveau aquitard au sein de l'aquifère calcaire du Carbonifère. Cet horizon n'est pas continu et a une faible épaisseur (≈20 m).

Sur la carte géologique, cette formation est cartographiée avec la Formation sous-jacente de Landelies. Ainsi, ces deux formations sont également regroupées en une seule unité hydrogéologique.

#### **IV.1.2.4 Aquifère-Aquitard-Aquiclude de l'Hastarien**

Étant donné le regroupement cartographique des formations de l'Hastarien, dans la partie nord-ouest de la carte, une unité hydrogéologique globale a été définie pour cet étage. Vu l'hétérogénéité des caractères hydrogéologiques de ces formations, cette unité est nommée 'Aquifère-Aquitard-Aquiclude de l'Hastarien'.

#### **IV.1.2.5 Aquifère des calcaires du Carbonifère**

Les calcaires du Tournaisien et du Viséen (de Landelies à Lives) forment un aquifère de fissures, pouvant être localement karstifié, comme en témoignent les phénomènes karstiques observés dans la région. Les calcaires viséens, globalement plus purs que les calcaires tournaisiens, sont souvent plus karstifiés.

L'aquitard de la Formation de Maurenne compartimente cette unité hydrogéologique, isolant la Formation de Landelies du reste de l'aquifère.

La nappe des calcaires carbonifères est sur-alimentée par le débordement de la nappe des grès du Famennien. Les eaux des grès du Famennien décalcifiées, sont agressives vis-à-vis des calcaires générant des poches de dissolution dans les zones de débordement préférentiel de la nappe des grès, généralement associées aux axes de fissuration transverse.

D'une manière générale, les nappes calcaires karstiques sont alimentées selon deux modes distincts:

- par infiltration diffuse et retardée des eaux météoriques à travers la couverture de limons;
- par infiltration concentrée via les nombreuses pertes. L'eau de ces pertes a pour origine, d'une part les sources de débordement de la nappe des grès du Famennien au contact avec les schistes de la base du Tournaisien, d'autre part le ruissellement sur les terrains schisto-gréseux du Famennien (Meus, 1993).

Le contexte tectonique très accidenté de la région Philippeville-Rosée (nombreuses failles de chevauchement et failles transversales) va permettre des interconnexions entre unités hydrogéologiques. Ces échanges sont aussi conditionnés par la nature du remplissage de ces fractures.

#### **IV.1.2.6 Aquiclude à niveaux aquifères du Houiller**

Les schistes, les schistes gréseux et les phanites noirs du Houiller sont peu perméables en petit. Leur porosité intrinsèque varie entre 0,5 et 1,5%. Ils ne contiennent d'eau récupérable que dans les fissures ouvertes des bancs gréseux tectonisés et fracturés, dans les schistes, les fractures étant généralement colmatées par un remplissage argileux.

Localement ces terrains houillers renferment donc une nappe de fissures localisée dans les horizons plus gréseux. Cette eau présente souvent une minéralisation élevée en fer et en sulfate, ainsi qu'un pH acide, liés à l'altération des sulfures de fer (pyrites) souvent abondantes dans ces formations.

Les formations schisto-gréseuses du synclinal de Florennes-Anthée peuvent être le siège de petites nappes libres perchées se déversant dans la nappe des calcaires carbonifères sous-jacentes via le jeu de failles ou par des sources de débordement suite à la présence d'une ceinture de schistes qui semble assurer en profondeur l'étanchéité des synclinaux houillers. Ces nappes sont d'extension très limitée et présentent de faibles capacités aquifères.

### **IV.1.3 Unités hydrogéologiques du Cénozoïque**

#### **IV.1.3.1 Aquifère des sables de remplissage**

Les dépôts sableux comblant les paléokarsts ont des capacités aquifères mais réduites car ces poches sont de faible extension et les matériaux sont assez hétérogènes (sables, argiles, tourbes,...). Ils constituent donc de petites nappes très locales, souvent temporaires. Ils jouent également le rôle de filtre pour les nappes sous-jacentes.

#### **IV.1.3.2 Aquitard des limons**

Les limons, épais de quelques décimètres à quelques mètres, jouent un rôle protecteur lors de l'infiltration des eaux météoriques : infiltration retardée dans le temps et effet de filtration. Cependant, cette couverture limoneuse n'est pas uniforme sur l'ensemble de la carte. Ces dépôts n'ont pas été cartographiés sur la carte hydrogéologique et ne sont pas repris dans le tableau synthétique 'Géologie-Hydrogéologie'.

#### **IV.1.3.3 Aquifère alluvial**

Les alluvions modernes sont composées principalement de graviers et de sables offrant des potentialités aquifères intéressantes, si leur extension le permet. L'alimentation directe par les eaux météoriques est faible en raison de la surface négligeable de la plaine alluviale. Ainsi, la majeure partie de l'alimentation de ces nappes vient de l'apport des versants, soit par écoulement hypodermique, soit par le déversement de la nappe du bed-rock lorsque celui-ci est aquifère. On peut supposer également des interactions entre la nappe et la rivière, mais ces échanges sont conditionnés par la présence ou non de murs (canalisation de la rivière).

Sur cette carte, les dépôts alluviaux ne représentent pas un réservoir aquifère important, vu leur faible extension horizontale et leur faible développement vertical.

**Tableau IV.1: Tableau de correspondance: Géologie – Hydrogéologie**

Ere	Système	Série	Etage	Formation	Membre	Lithologie	Abréviation	Hydrogéologie			
CENOZOIQUE	QUATERNAIRE	HOLOCENE		Alluvions modernes		Graviers et sables	AMO	Aquifère			
	PALEOGENE	OLIGOCENE		Entre-Sambre-et-Meuse		Sables, argiles et tourbes en remplissage de dépressions karstiques	ESM	Aquifère			
PALEOZOIQUE	CARBONIFERE	NAMURIEN		Groupe Houiller		Shales, schistes gréseux noirs	HOU	Aquiclude à niveaux aquifères			
		VISEEN	Livien	Lives et "Grande Brèche"		Calcaires fins gris foncé à noirs, brèche polygénique	LIV	Aquifère des calcaires du Carbonifère			
			Molinacien	Neffe		Calcaires grossiers blancs, dolomie blanche	NEF				
				Salet		Calcaires moyens gris foncé à noirs, dolomie grise	SLT		MS		
				Molignée		Calcaires fins noirs, dolomie noire	MOL				
		Ivorien	Leffe		Calcaires fins gris clair, cherts, dolomie grise	LEF	BWL				
			Waulsort		Calcaires fins massifs gris	WAU					
			Bayard		Calcaires et dolomie grossiers gris	BAY					
			TOURNAISIEN	Maurrene		Calcaires argileux noirs			MAU	HPLM	Aquitard
				Landelies		Calcaires fins à moyens gris foncé			LAN		Aquifère
		Pont d'Arcole			Shales vert olive à brunâtres	PDA	Aquiclude				
		Hastièrre			Calcaires moyens gris foncé avec intercalations argileuses	HAS	Aquifère				
		DEVONIEN	SUPERIEUR	Famennien	Etroeungt		Grès, shales et calcaires moyens		ETR	CE	Aquifère gréseux du Famennien
					Ciney		Grès, siltites gréseuses, grès argileux brunâtres		CIN		
	Souverain-Pré					Grès fins et siltites à nodules calcaires	SVP		Aquitard		
	Esneux					Siltites gréseuses	ESN	FA			
	Aye					Siltites argileuses verdâtres	AYE		Aquiclude		
	Famenne					Schistes verdâtres	FAM				
	Frasnien			"Récifs de Marbres Rouges"		Monticules micritiques, lentilles de calcaires fins rouges et gris	MM	Aquifère calcaire du Frasnien			
				Valisettes		Schistes fins vert foncé, localement nodules calcaires	VAL	NV	Aquiclude		
				Neuville		Calcaires argileux gris foncé et shales nodulaires	NEU		Aquitard		
				Philippeville		Calcaires grossiers et moyens gris, dolomies grises	PHV	Aquifère calcaire du Frasnien			
				Pont de la Folle	Machenées		Shales à nodules calcaires	FOL	MAC	Aquiclude	
Fontaine de Samart					Calcaires moyens gris foncé, lentilles de calcaire clair à la base	FOL	FSA	Aquifère calcaire du Frasnien			
Nismes				Shales verdâtres	NIS	Aquiclude					
MOYEN			Givetien	Fromelennes		Calcaires moyens à fins noirs	FRO	Aquifère calcaire du Givetien			
	Mont d'Haus				Calcaires moyens à grossiers noirs	MHR					

## **IV.2 Description de l'hydrogéologie régionale**

Les systèmes aquifères condruziens sont conditionnés par des alternances de crêtes famenniennes et de dépressions calcaires carbonifères. Dans la région de Philippeville-Rosée, l'aquifère principal est situé dans les calcaires carbonifères. Des nappes, de moindre capacité, sont logées dans les grès fracturés du Famennien. Des nappes contenues dans le manteau d'altération peuvent être observées également dans les formations gréseuses du Famennien ou du Houiller. Au sud de la carte, dans l'Anticlinorium de Philippeville, dans les formations du Dévonien, on observe un aquifère calcaire compartimenté par les formations schisteuses frasniennes. Les dépôts alluvionnaires (Quaternaire) et sableux (Paléogène) ne constituent pas, sur cette carte, des réserves aquifères intéressantes, leur extension étant relativement réduite.

Lithologiquement, les unités hydrogéologiques de la carte Philippeville-Rosée peuvent être réparties en deux groupes: les unités hydrogéologiques carbonatées d'une part, les unités hydrogéologiques gréseuses et schisto-gréseuses d'autre part. La suite de ce chapitre est organisée suivant ce schéma. En l'absence de données précises et nombreuses dans certaines zones de la carte, les principales informations relatives à l'hydrogéologie sont déduites des observations de terrain et cartographiques, tant géologiques que géomorphologiques. Quelques phénomènes karstiques sont également observés dans les formations carbonatées (Atlas du Karst wallon, 1996). Ils sont détaillés dans ce chapitre.

Une carte simplifiée, présentée en annexe, reprend l'ensemble des puits, sources,... cités dans le texte.

### **IV.2.1 Entités carbonatées**

Les nappes principales de la carte Philippeville-Rosée sont logées au sein des calcaires carbonifères et dans une moindre mesure dans les calcaires dévoniens. Il s'agit d'aquifères de fissures pouvant être localement karstifiés. Les phénomènes karstiques les plus actifs sont observés dans le bassin du Flavion, au droit du synclinal de Florennes-Anthée. D'une manière générale, les vallons au droit de ces formations calcaires sont souvent secs en période de basses eaux. Les potentialités aquifères du calcaire carbonifère ont été étudiées en 1989 par les LGIH pour la Région wallonne (LGIH, 1989).

L'hydrogéologie des calcaires de la région Philippeville-Rosée est décrite ci-dessous en suivant la structure géologique (par synclinal). Toutes les unités calcaires ne seront pas abordées avec le même degré de détail par manque de données.

#### **IV.2.1.1 Synclinal de Stave**

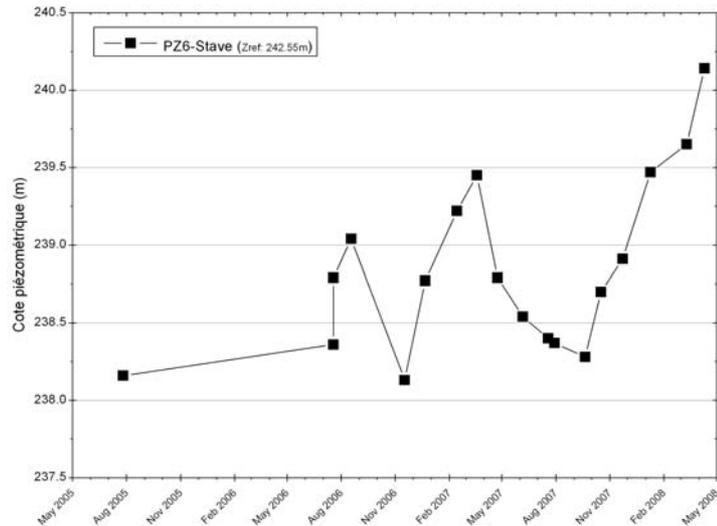
Situé au nord-est de la carte, ce synclinal, fortement faillé, est drainé par deux ruisseaux qui le traversent du sud au nord: Pré des Wès et Cerfontaine. Les eaux souterraines s'écoulent préférentiellement selon un axe est-ouest en direction de ces ruisseaux. Les nombreuses failles (longitudinales et transversales) jouent très probablement un rôle hydrogéologique qui n'a pu être mis en évidence.

Sur la carte de Philippeville-Rosée, le synclinal de Stave n'est exploité que par l'AIEM via une source à l'émergence (captage de Behoute). Cette source draine l'aquifère calcaire logé dans la Formation d'Hastière, isolé du reste de l'aquifère des calcaires carbonifères par les schistes du Pont-d'Arcole. Le volume prélevé par l'intercommunale est de 40 à 50 m<sup>3</sup>/j.

Dans la partie septentrionale du village de Stave, cet aquifère est exploité par une galerie de la SWDE avec un débit d'environ 2900 m<sup>3</sup>/j. Ce site de captage est localisé sur la carte de Biesme-Mettet située au nord de la carte étudiée.

Peu de données piézométriques historiques sont disponibles pour cette nappe. Depuis 2006, les FUNDP mesure régulièrement le niveau d'eau dans le piézomètre PZ6 du site SWDE. L'évolution piézométrique de ce forage est présentée à la figure IV.1.

**Figure IV.1: Fluctuations piézométriques au droit de PZ6-Stave**



### Phénomènes karstiques

Le ruisseau du Pré des Wés est caractérisé par une série de pertes temporaires. Les eaux infiltrées ressortent 500 m en aval (Résurgence du Pré des Wés). Cette liaison souterraine n'a pas été validée par un test de traçage. On dispose de peu d'information sur cette circulation d'eau souterraine. Ces sites karstiques se situant à proximité ou dans la zone de prévention éloignée du captage de Stave (SWDE), il convient d'être vigilant en cas de pollution dans cette petite vallée.

Dans la partie orientale du synclinal de Stave, on observe d'autres chantoirs dont la perte totale du ruisseau du Beau Chêne et le chantoir noyé du Fond de Chertin.

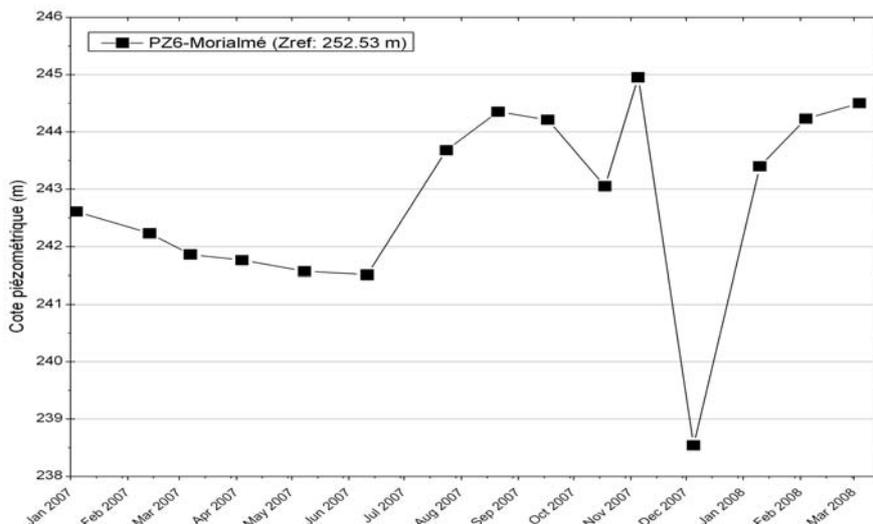
### **IV.2.1.2 Synclinal de Morialmé**

Située au nord-ouest de la carte, la nappe logée dans ce synclinal est relativement importante. Deux unités hydrogéologiques le définissent: l'aquifère des calcaires carbonifère et l'aquifère-aquitard-aquiclude de l'Hastarien. Ce dernier comprend les schistes intercalaires de la Formation du Pont d'Arcole qui vont constituer un seuil hydrogéologique. Son rôle est probablement réduit vu la présence de failles transversales mettant en contact les différents compartiments calcaires.

Les ennoyages dirigés vers le centre du synclinal induisent le sens naturel de l'écoulement des eaux souterraines. Cette surface piézométrique convergente est accentuée par les pompages de la SWDE (environ 4500 m<sup>3</sup>/j). Cette situation est illustrée sur la carte hydrogéologique où la piézométrie de janvier 1999, en conditions de pompage, est reprise. L'écoulement de l'eau souterraine est dirigé vers le centre du synclinal, c'est-à-dire d'est en ouest à l'est du captage et d'ouest en est à l'ouest de celui-ci. Dans la partie centrale, on note également un écoulement vers le nord où un exutoire de la structure géologique est possible. Trois directions préférentielles de fracturation sont visibles sur le site de captage. Il s'agit des directions du pli et des directions conjuguées à celui-ci (SWDE, 1999). La nappe logée dans ces calcaires présente un caractère libre.

Peu de données piézométriques historiques sont disponibles pour cette nappe. Depuis 2007, les FPMs mesure mensuellement le niveau d'eau dans le piézomètre PZ6 du site SWDE. L'évolution piézométrique de ce forage est présentée à la figure IV.2.

**Figure IV.2: Fluctuations piézométriques au droit de PZ6-Morialmé**



L'ordre de grandeur des conductivités hydrauliques mesurées est de  $10^{-4}$  m/s pour les piézomètres 1 à 4, de  $9,2 \cdot 10^{-4}$  m/s pour le PZ6 (SWDE, 1997).

Le synclinal de Morialmé est drainé en partie par la Semène selon une direction est-ouest, et en partie par le Girondiat (de direction sud-nord), qui se jette dans la Semène au nord du village de Morialmé pour former la Thyria, affluent de l'Eau d'Heure.

#### **IV.2.1.3 Synclinal de Weillen**

Situé au sud du synclinal de Stave, dans le quart nord-est de la carte Philippeville-Rosée, le synclinal faillé de Weillen présente des potentialités aquifères réduites (vu sa faible extension par rapport aux autres synclinaux calcaires de la région étudiée). Aucun ouvrage de prise d'eau n'y est recensé (déclaré à l'Administration wallonne).

Le synclinal est drainé par le ruisseau d'Hayée (affluent du Flavion) qui s'écoule dans la partie orientale du pli. Quelques pertes sont observées dans cette petite vallée. Certains sont comblés et une zone marécageuse s'y est développée. La partie occidentale du synclinal est essentiellement composée par l'aquitard de Maurenne rendant cette zone moins perméable. On y observe un ensemble de trois sorties d'eau au sein d'amphithéâtres terreux. Ces exurgences, dites de Cerfontaines, alimentent le ruisseau du même nom (ou aussi appelé le ruisseau de Behoude appartenant au bassin de la Molignée).

#### **IV.2.1.4 Synclinal de Fraire**

Situé à l'ouest de la carte, le synclinal de Fraire est presque entièrement compris dans le bassin du ruisseau d'Yves. Peu d'ouvrages sont recensés dans cette zone. Au lieu-dit "Au Masuys", un puits traditionnel, profond de 8,5 m, montre un niveau d'eau à une profondeur variant entre -0,25 et -4,5 m/sol (janvier à juillet 2007).

Dans ce synclinal (constitué de terrains du Tournaisien), la karstification est beaucoup moins poussée. Aucun phénomène karstique actif n'est observé. Quelques paléokarsts comblés par des sables et argiles (Formation de l'Entre-Sambre-et-Meuse) affectent les calcaires carbonifères.

#### IV.2.1.5 Synclinal de Florennes-Anthée

Le synclinal de Florennes-Anthée, d'une largeur moyenne de 2 km, traverse la carte d'ouest en est. Il est constitué de plusieurs unités hydrogéologiques:

- l'aquifère des calcaires du Carbonifère;
- l'aquitard calcschisteux de la Formation de Maurenne;
- l'aquiclude schisteux de la Formation du Pont d'Arcole;
- l'aquifère calcaire de la Formation d'Hastière;
- l'aquiclude à niveaux aquifères du Houiller qui occupe le cœur du synclinal.

Cette dernière unité hydrogéologique formée de terrains schisto-gréseux est abordée brièvement dans le chapitre suivant.

L'aquitard de la Formation de Maurenne puis surtout l'aquiclude de la Formation du Pont d'Arcole séparent l'aquifère de la Formation d'Hastière de l'aquifère des calcaires carbonifères (cloisonnement). Toutefois, les nombreuses failles, tant transversales que longitudinales, permettent vraisemblablement des connexions entre les différents compartiments aquifères.

L'aquifère calcaire du synclinal de Florennes-Anthée est alimenté directement par les précipitations (infiltration) et par le déversement (débordement) des aquifères gréseux logés dans les anticlinaux famenniens, via des sources et le ruissellement de surface, ou/et par infiltration via les zones faillées et fissurées.

Cet aquifère est drainé selon deux directions, vers l'est en direction du Flavion et vers l'ouest en direction du ruisseau d'Yves, affluent de l'Eau d'Heure. La crête de partage des eaux de surface se situe approximativement suivant un axe nord-sud à l'est de Florennes (figure II.1). En général, on peut considérer que les nappes logées dans les calcaires alimentent le réseau hydrographique de manière relativement diffuse.

Un bilan hydrique a été réalisé pour la période 1996-2005 (AQUALE, 2006). Ce bilan est établi pour un bassin s'étendant sur 41 km<sup>2</sup>. Ces limites sont présentées sur la figure IV.3. Les données pluviométriques proviennent de la station de l'IRM située à Florennes. L'infiltration efficace, estimée à 30 % de l'eau utile (définie, ici, par la somme du ruissellement et de l'infiltration), varie selon les années entre 41 mm et 193 mm (tableau IV.2). La recharge annuelle (via les précipitations) a été estimée en multipliant la lame d'eau infiltrée par la superficie du bassin étudié. Elle est comprise entre 1 687 977 m<sup>3</sup> et 7 929 423 m<sup>3</sup>.

**Tableau IV.2: Paramètres du bilan hydrique (AQUALE, 2006)**

	<u>1996</u>	<u>1997</u>	<u>1998</u>	<u>1999</u>	<u>2000</u>	<u>2001</u>	<u>2002</u>	<u>2003</u>	<u>2004</u>	<u>2005</u>
<u>Pluviométrie</u> (mm)	744.1	819.8	1037.9	978.8	1136.1	1123.7	1118.9	717.2	812.3	704.6
<u>Infiltration efficace</u> (mm)	74	86	147	125	169	176	193	63	77	41
<u>Recharge annuelle</u> (m <sup>3</sup> )	3059073	3537477	6034302	5126814	6932625	7245108	7929423	2576970	3176208	1687977

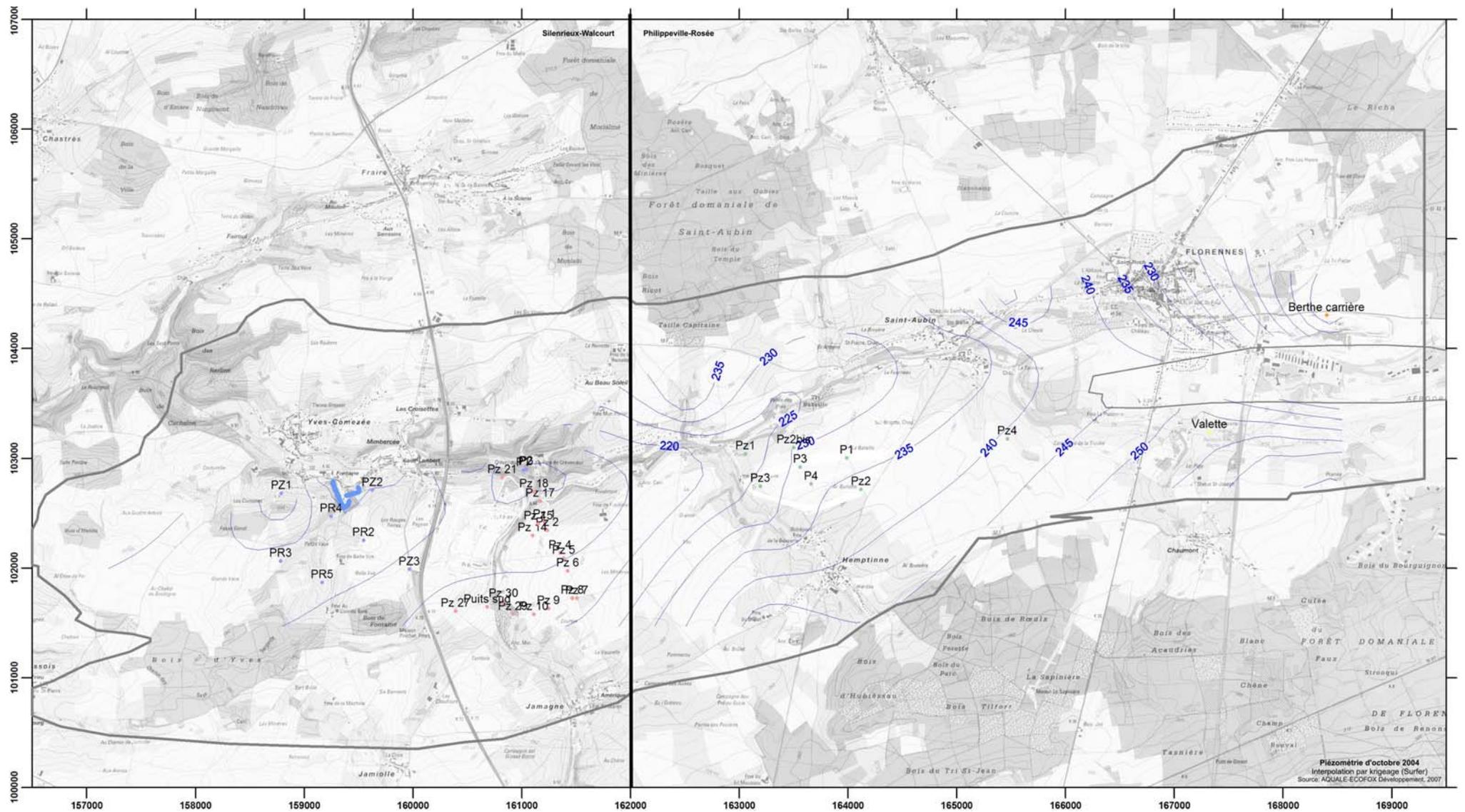
La société Carmeuse a pour projet d'ouvrir une carrière dans la région d'Hemptinne. Les pierres issues de ce gisement de calcaire à haute teneur en carbonate de calcium seront acheminées vers les fours à chaux du site d'Aisemont (Fosses-la-Ville) (Carmeuse, 2008). Ce projet implique la modification du plan de secteur et la demande d'un permis d'environnement. Pour ce faire, un bureau d'études agréé a été mandaté pour réaliser une étude d'incidences. Le périmètre investigué s'étend d'Yves-Gomezée (carte Silenrioux-Walcourt) à Florennes (figure IV.3). Parmi les nombreux points abordés par cette étude, un

important chapitre est consacré au contexte hydrogéologique de la zone (AQUALE, 2005,2006,2007).

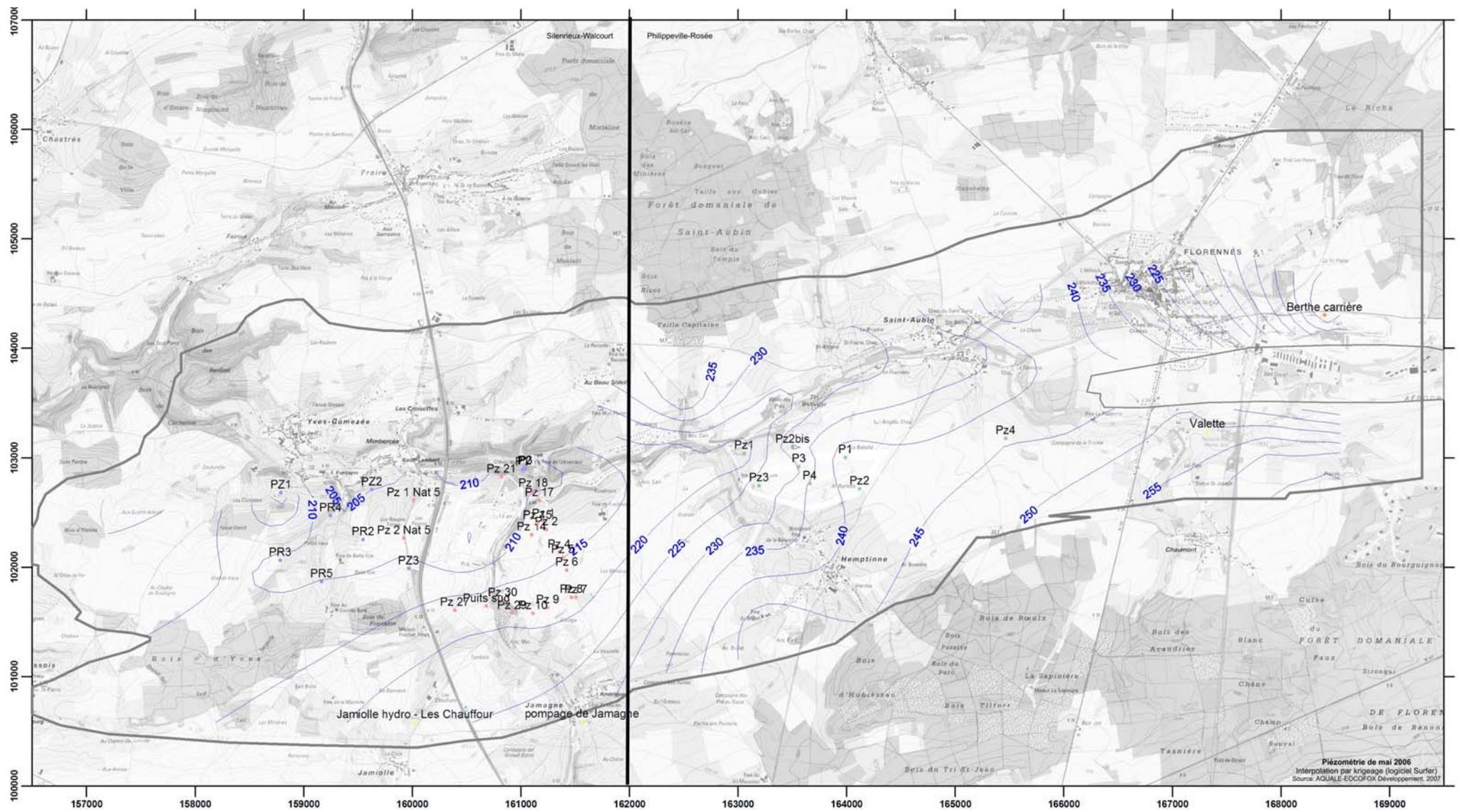
Plusieurs campagnes piézométriques ont été menées. Elles ont permis de tracer l'allure de la nappe des calcaires carbonifères à différentes périodes et d'établir des chroniques piézométriques.

La piézométrie tracée sur la carte hydrogéologique présente la situation de la nappe en mai 2007. Les valeurs piézométriques ont été interpolés par krigeage à l'aide du logiciel Surfer sans tenir compte de l'hétérogénéité des formations (données fournies par AQUALE). Cette carte piézométrique montre que le sens général de l'écoulement souterrain est approximativement parallèle aux couches géologiques, suivant un axe est-ouest. La nappe logée dans les calcaires carbonifères est drainée de manière relativement diffuse par le réseau hydrographique. Cependant, à certaines périodes, on observe plusieurs pertes actives. La crête de partage des eaux souterraines se situe dans la région de Florennes. Les isopièzes illustrent aussi l'influence très marquée de l'exhaure de la carrière Berthe (volume moyen annuel d'environ 700 000 m<sup>3</sup>). Sans exhaure, il est probable que la crête hydrogéologique coïnciderait avec la crête hydrographique. L'exhaure provoque le dédoublement de la crête hydrogéologique. L'écoulement naturel des eaux souterraines vers le centre du synclinal est aussi accentué par ce pompage. Sur les figures IV.3 et IV.4, sont présentées deux autres cartes piézométriques du synclinal calcaire de Florennes-Anthée, pour les périodes de octobre 2004 et mai 2006 (données fournies par AQUALE).

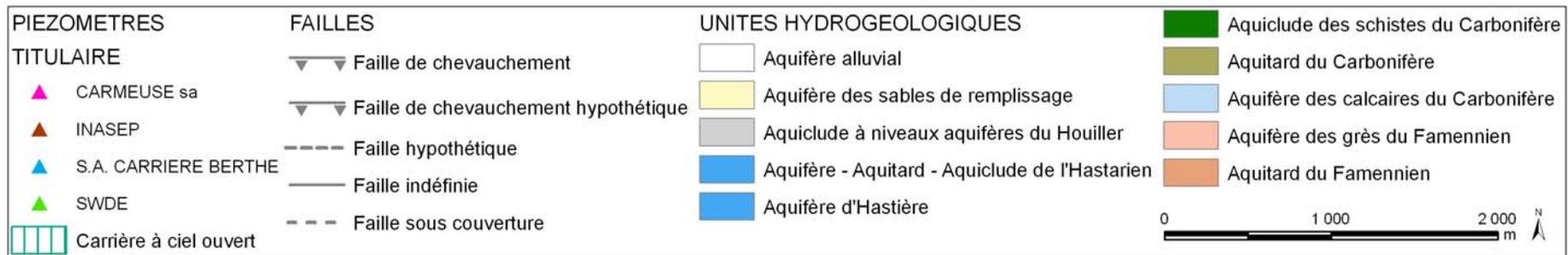
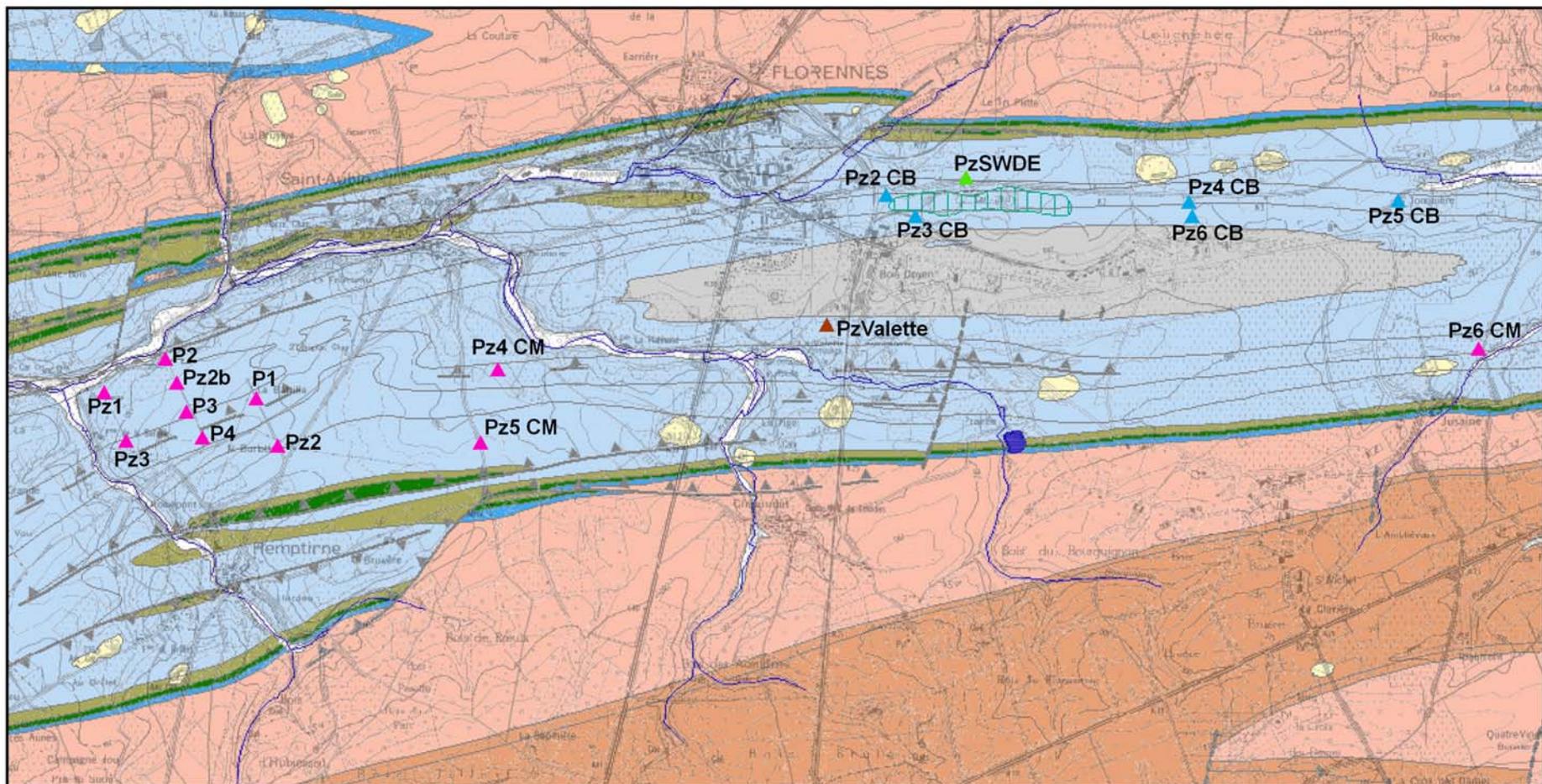
Plusieurs forages ont été réalisés dans le cadre du projet 'Carmeuse' (figure IV.5). Les niveaux d'eau y sont régulièrement mesurés. Quelques tests de pompage y ont été menés. Les figures IV.6 à IV.8 présentent les fluctuations de ces piézomètres. Les variations saisonnières sont assez marquées. Les amplitudes maximales atteignent une dizaine de mètres. La période des hautes eaux est le printemps, l'automne pour les basses eaux. Sur le graphe IV.8, on observe une chute importante du niveau piézométrique du piézomètre SWDE. Il est situé à proximité de la carrière et du puits d'exhaure. Cette forte diminution peut s'expliquer (du moins en partie) par l'augmentation du volume pompé. Avant 2000, le volume prélevé n'excédait pas 300 000 m<sup>3</sup> par an. Après 2000, il est supérieur à 400 000 m<sup>3</sup> par an, avec un maximum à 1 600 000 m<sup>3</sup> en 2006.



**Figure IV.3: Carte piézométrique du synclinal de Florennes-Anthée – Octobre 2004**

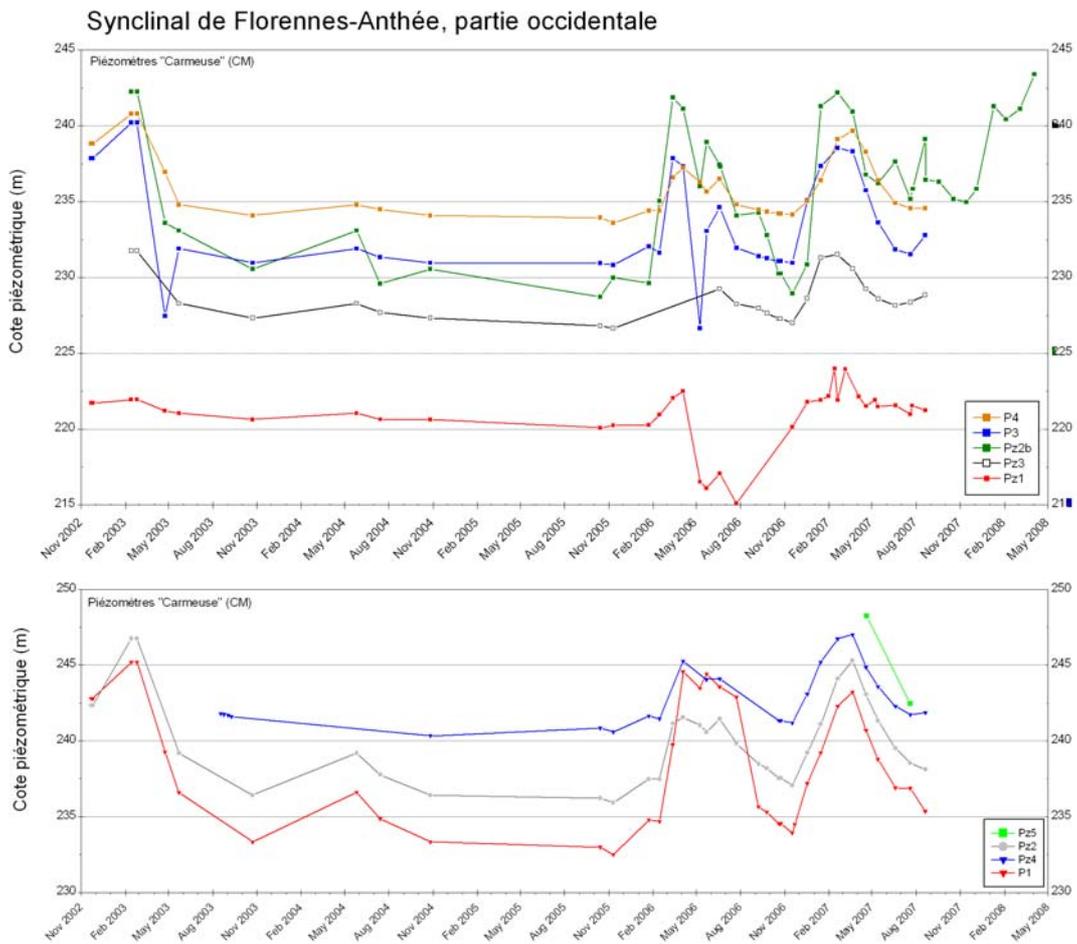


**Figure IV.4: Carte piézométrique du synclinal de Florennes-Anthée – Mai 2006**

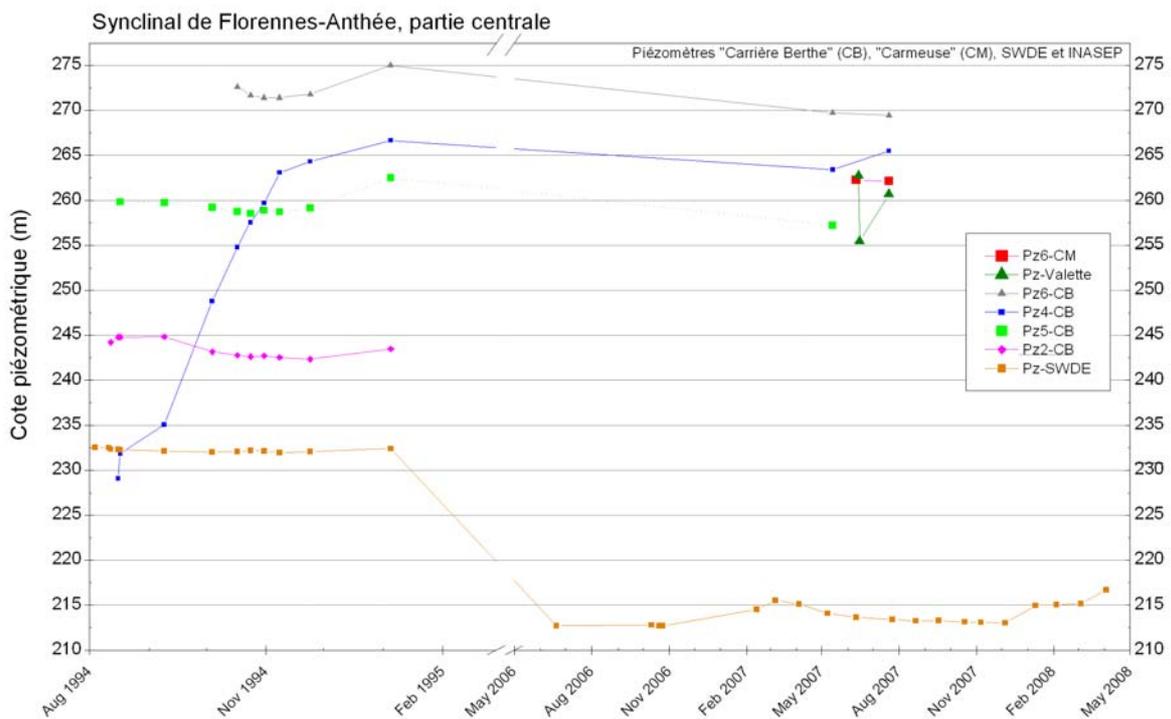


**Figure IV.5: Synclinal de Florennes-Anthée – Piézomètres 'Carmeuse' & 'Carrière Berthe'**

**Figures IV.6 & IV.7: Fluctuations piézométriques des forages du site d'Hemptinne**



**Figure IV.8: Fluctuations piézométriques des forages du site de la carrière Berthe**



## Phénomènes karstiques

### *Bassin du Flavion*

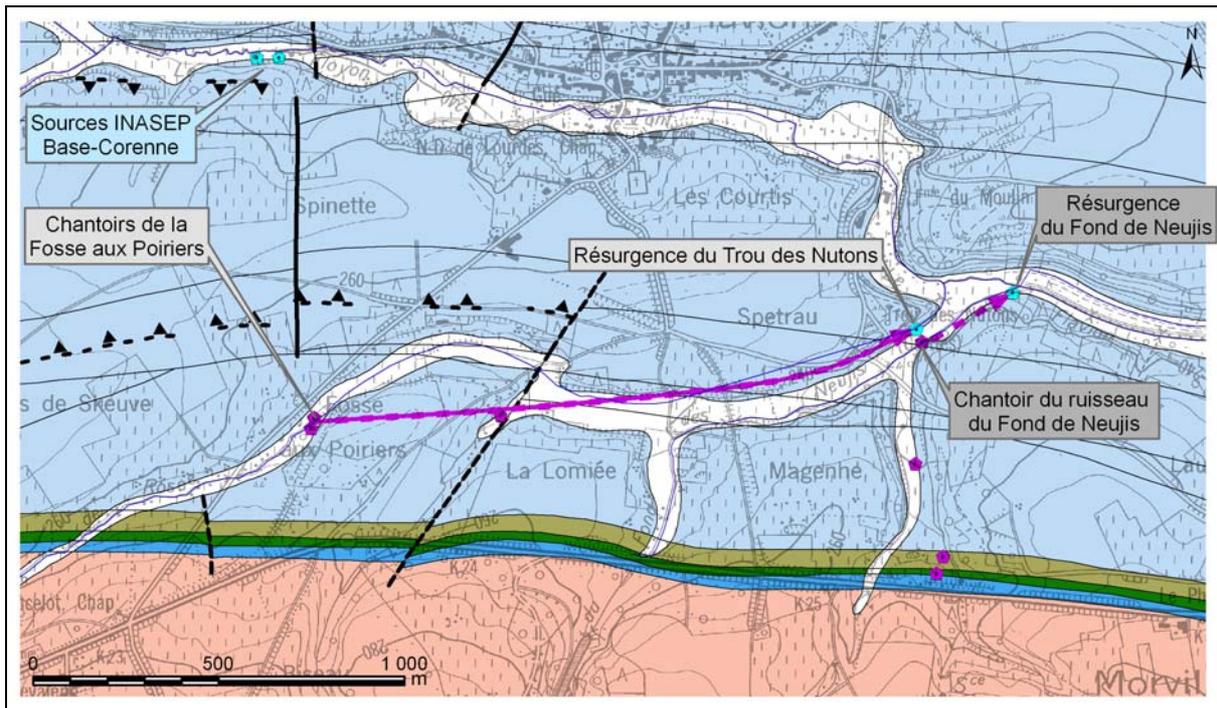
La majorité des affluents de rive droite du Flavion (R<sup>au</sup>. de Rosée, Fond des Neulis) a un écoulement temporaire absorbé par de nombreuses pertes. Les phénomènes karstiques de cette région sont essentiellement de type doline-dépression et perte/résurgence. Ils s'alignent assez nettement suivant certains axes, correspondant avec le réseau de drainage (lié aux circulations d'eau souterrain dans les calcaires). L'épaisse couverture de terrains meubles (pouvant atteindre 15 m) masque les affleurements et amortit les formes karstiques (plutôt arrondies). La dynamique karstique n'en est pas pour autant absente.

Le système karstique de la Fosse aux Poiriers a fait l'objet de quelques prospections (Atlas du Karst Wallon, 1996; Lavigne et Michel, 2002; Michel, 2002)(figure IV.9). Le chantoir de la Fosse aux Poiriers comprend plusieurs points de pertes dont la localisation est fonction du débit du ruisseau et de la réactivation du karst (vaste zone marécageuse). Les eaux qui s'engouffrent dans ces chantoirs proviennent du village de Rosée (égouts) et du ruissellement. En temps normal, toutes les eaux du ruisseau de Rosée sont absorbées par ces pertes. Lors de précipitations importantes, cette zone se sature et le ruisseau réoccupe temporairement la vallée sèche jusqu'à la résurgence du Trou des Nutons, environ 2 km en aval. L'écoulement souterrain entre les chantoirs de la Fosse aux Poiriers et la résurgence du Trou des Nutons a été testé en 1991 par l'INASEP. Le but de ce traçage était d'établir si une connexion entre ces pertes et les sources à l'émergence de Base-Corenne, situées vers le nord à 1 km à vol d'oiseau, existait. Le résultat fut négatif mais a mis en évidence la liaison précitée. Un jaugeage des pertes et de la résurgence a été effectué le 30 avril 2002 (journée sans précipitation). Les valeurs obtenues sont de 157,3 l/sec pour les pertes et de 145 l/sec pour la résurgence. Ce résultat semble indiquer que la résurgence est surtout alimentée par les eaux engouffrées dans ces chantoirs et qu'il n'y aurait pas ou peu d'apport par infiltration diffuse ou via la nappe. Afin de valider ces constatations, il conviendrait de mesurer, régulièrement et sur une période suffisamment longue, les débits de ces points.

500 m en aval de ces chantoirs, le ruisseau de la Lomiée se perd totalement dans le chantoir de Lomiée. Les eaux absorbées rejoignent probablement la circulation souterraine 'Fosse aux Poiriers-Trou des Nutons' (hypothèse à vérifier par traçage). D'autres phénomènes karstiques sont observés dans cette zone attestant que ce système karstique évolue (système toujours actif).

Le ruisseau du Fond de Neujis se perd partiellement dans quelques pertes qui jalonnent son lit. On observe une perte totale du ruisseau dans le chantoir du Fond de Neujis lors de très faibles débits. Les eaux absorbées ressortent, 300 m en aval, à la résurgence pérenne du Fond de Neujis.

**Figure IV.9: Phénomènes karstiques – Bassin du Flavion**



#### *Bassin du ruisseau d'Yves*

De nombreuses dolines et paléokarsts (souvent comblés par des sédiments sableux) souvent alignés le long du réseau hydrographique sont observés dans le bassin du ruisseau d'Yves. Quelques chantoirs sont observés dans la vallée de la Valette.

#### **IV.2.1.6 Anticlinorium de Philippeville**

Au Sud de la carte, affleure la partie septentrionale du "Massif" de Philippeville. La bande discontinue Durbuy-Philippeville est constituée, d'un point de vue hydrogéologique, par l'aquifère des calcaires du Frasnien et l'aquifère des calcaires du Givetien, séparés par un horizon aquiclude (du Famennien ou du Frasnien). En outre, ces aquifères calcaires sont compartimentés par les nombreuses failles (chevauchement et transversales). Ces aquifères sont drainés, d'ouest en est, par les ruisseaux de Vodecée, de Fontaine, du Rond-Pré, d'Omèris (bassin de l'Hermeton).

On ne dispose que de peu de données permettant de mieux caractériser ces unités hydrogéologiques. A Lautène (Lotenne) dans la partie orientale de la zone, un niveau d'eau a été mesuré en juin 2001 dans un puits privé. L'eau était à une profondeur d'environ 15 m par rapport au sol (cote  $\approx$  239,5 m). Ce puits foré est profond de 148 m mais on ne dispose ni de la coupe géologique, ni d'analyse hydrochimique. Néanmoins, vu sa profondeur et le contexte géologique local, il est probable que ce forage sollicite les formations carbonatées du Frasnien.

L'INASEP exploite l'aquifère calcaire du Givetien via une source à l'émergence (La Chinelle) à raison de 150 m<sup>3</sup>/j.

Quelques phénomènes karstiques sont observés dans la partie orientale de l'Anticlinorium (Atlas du karst Wallon, 1996). A Lautène, il y a quelques chantoirs actifs dans les calcaires frasniens. Vers l'est, un écoulement souterrain est supposé (car non testé) entre le chantoir du ruisseau de Nogivau et la résurgence, sourdant en rive gauche du ruisseau d'Omèris. En aval de cette perte totale du ruisseau, d'autres dépressions deviennent des chantoirs actifs lors d'importantes crues.

## **IV.2.2 Entités gréseuses et schisto-gréseuses**

Sur la carte Philippeville-Rosée, les terrains gréseux et schisto-gréseux affleurent sur environ 65 % de la superficie de la zone. Les unités hydrogéologiques concernées sont l'aquifère des grès du Famennien, l'aquitard silto-gréseux du Famennien, les aquicludes du Famennien et du Frasnien et l'aquiclude à niveaux aquifères du Houiller.

Ces unités hydrogéologiques sont drainées par un réseau hydrographique peu développé (en comparaison des formations calcaires). Les principaux ruisseaux s'écoulant en tout ou en partie sur les formations gréseuses et schisto-gréseuses sont le Girondiat (NW de la carte), le Behoude (NE), le ruisseau des Prés, la Valette, le ruisseau de Rosée, le Féron (au sud du Synclinal Florennes-Anthée), le Ri des Gattes (SW), et le ruisseau d'Oméris et l'Hermeton (SE). Plusieurs ruisseaux ont leur(s) source(s) dans ces formations.

D'un point de vue hydrogéologique, on distingue deux types de nappes dans ces terrains: la nappe d'altération du sommet sous la pénélaine et la nappe de fissures sous-jacente.

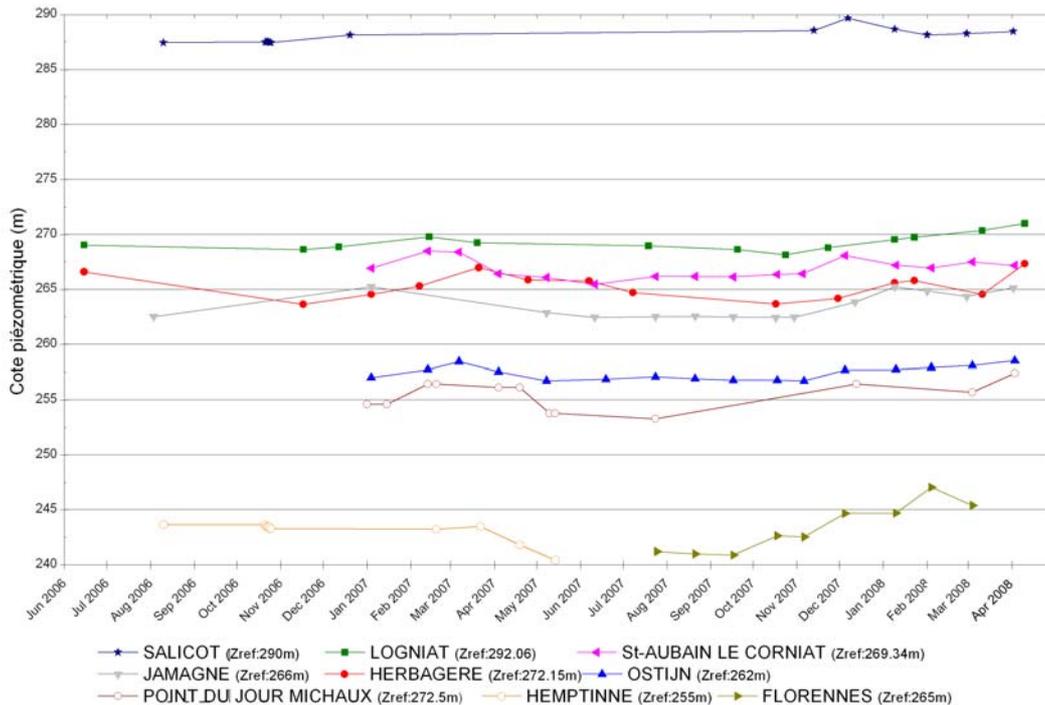
L'importance de la première est liée au taux d'altération différentielle des schistes, des siltites ainsi que des grès et quartzites (minoritaires dans cette zone). Les grès et quartzites s'altérant en sables peuvent contenir un aquifère intéressant. Par contre, les schistes, qui s'altèrent en argile, sont pratiquement imperméables. Sur ces terrains pénéplanés, l'épaisseur de cette frange altérée peut varier de quelques mètres à une vingtaine de mètres. Au lieu-dit "Le Faya" au sud de Florennes, l'épaisseur du manteau d'altération, ici de nature argileuse, est compris entre 2 et 12 m (LGIH, 1990).

La seconde est due à la phase tectonique hercynienne induisant un taux de fissuration élevé, particulièrement intéressant dans les niveaux gréseux et quartzitiques et dans une moindre mesure dans les horizons silteux, moins perméables. Le rôle des failles est sans doute non négligeable surtout lorsque celles-ci affectent les passées plus gréseuses. Elles permettent alors de stocker et/ou drainer des quantités d'eau importantes.

Les anticlinaux gréseux sont généralement en position haute ('perchés') par rapport aux synclinaux calcaires, se déversant ainsi vers les nappes calcaires via des sources et le ruissellement de surface, ou/et par infiltration via des zones faillées et fissurées. Les quelques niveaux piézométriques disponibles pour ces aquifères montrent que les grès alimentent les calcaires (voir carte hydrogéologique principale et coupe hydrogéologique).

On dispose de peu de données piézométriques pour ces unités hydrogéologiques en raison du faible nombre d'ouvrages recensés et de leur manque d'accessibilité. Les quelques niveaux d'eau mesurés confirment la présence de deux nappes. Une nappe superficielle, logée dans le manteau d'altération et relativement proche de la surface topographique (de quelques décimètres à 4-5 m) est exploitée par des ouvrages peu profonds (puits traditionnels, drains, galeries drainantes). Des forages plus profonds (> 20 m, certains atteignant 150 m) sollicitent la nappe logée dans les horizons fracturés du bed-rock gréseux. Les niveaux d'eau observés sont compris entre 7,35 et 24 m de profondeur par rapport au sol. Quelques puits sont suivis régulièrement depuis 2006 (figure IV. 10). Les variations saisonnières sont peu marquées. L'écart maximal observé entre les hautes eaux et les basses eaux est compris entre 2,87 et 6,17 m au droit des puits forés. Il est compris entre 1,8 et 3,21 m pour les puits peu profonds (5,96 à 12,38 m). Les niveaux d'eau semblent en hausse depuis fin 2007. Cependant, la période d'observations étant relativement courte, ces constats doivent être pris avec précaution et être validés sur le long terme.

**Figure IV.10: Fluctuations piézométriques dans les unités hydrogéologiques gréseuses et schisto-gréseuses**



### C.E.T. de Morialmé

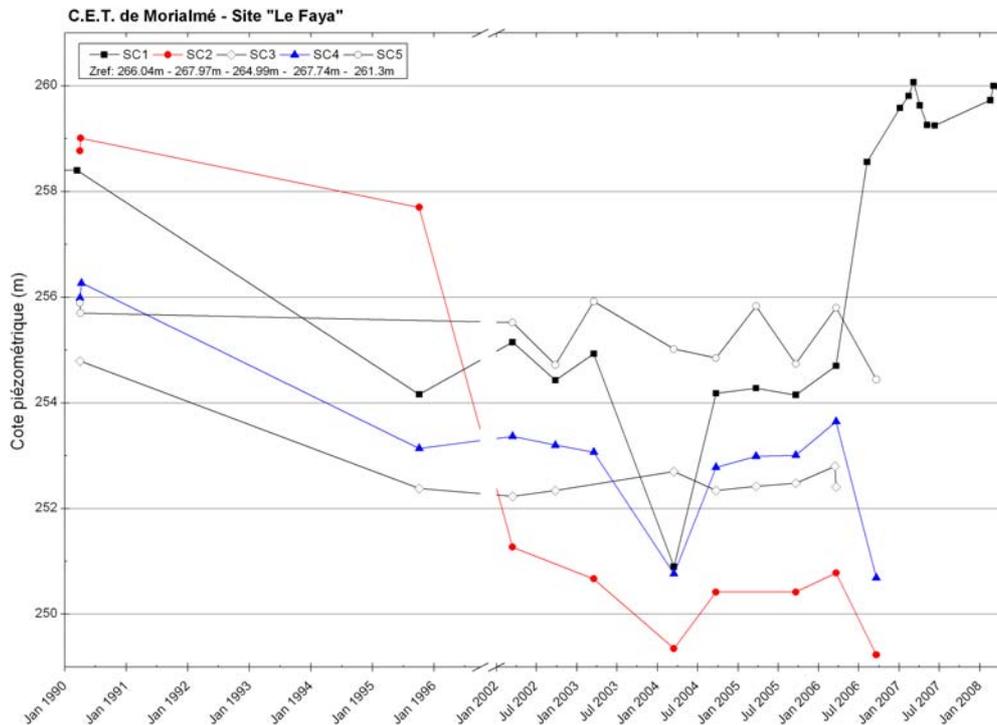
Au sud de Morialmé, au lieu-dit "Le Faya", une ancienne argilière a été utilisée pour stocker des déchets de classe 2 et 3<sup>1</sup> entre 1992 et 2005. Depuis 2006, ce centre d'enfouissement technique (C.E.T.) fait partie du réseau de contrôle des C.E.T. de la Région wallonne dont la gestion est confiée à l'ISSeP (Lebrun et al, ISSeP, 2007). Ce C.E.T. dont le dôme de déchets est couvert d'un capping, est en cours de réhabilitation. En outre, une partie du site est toujours exploitée en tant qu'argilière.

Avant l'exploitation du site en tant que décharge, le sommet de la nappe (aquifère gréseux du Famennien) était légèrement plus bas que le niveau du bas de la carrière. Les écoulements souterrains étaient dirigés vers le nord-est avec un gradient d'environ 2,5 % (LGIH, 1990). Depuis, suite à la mise en place d'un pompage sous membrane (afin de rabattre la nappe), les écoulements souterrains locaux ont été inversés. L'allure de la nappe semble rabattue par le captage. Les écoulements souterrains sont donc centrés sur le puits de pompage. Le niveau d'eau du piézomètre SC2, initialement le point haut de la surface piézométrique du site, a été fortement rabattu (environ 10 m) et constitue maintenant le point le plus bas. Les variations saisonnières sont peu marquées (figure IV.11). Ce lissage est peut-être dû au pompage sous membrane qui rabat plus fort le niveau en périodes de hautes eaux qu'en périodes d'étiage. L'important rabattement observé en mars 2004 dans trois de cinq forages est probablement à imputer à un pompage plus élevé. Inversement la remontée du niveau d'eau du SC1 a sans doute comme origine un pompage moins important. Mais en l'absence de l'historique des débits du pompage sous membrane, ces observations sont à prendre avec précaution.

Des essais de pompage ont été réalisés dans les forages avant la mise en exploitation du C.E.T. (LGIH, 1990). Les conductivités hydrauliques mesurées sont comprises entre  $1.10^{-4}$  m/s (SC5) et  $1,2.10^{-6}$  m/s (SC4).

<sup>1</sup> Les déchets de classe 2 sont les déchets ménagers et assimilés, les déchets industriels non dangereux et non toxiques. Les déchets de classe 3 sont les déchets inertes.

**Figure IV.11: Fluctuations piézométriques dans les forages du C.E.T. de Morialmé**



Le coeur du synclinal de Florennes-Anthée est constitué par l'aquiclude à niveaux aquifères du Houiller. Aucun ouvrage ne sollicite cette unité hydrogéologique. Le forage 'Pz-Laiterie' (prof: 56 m), testé par AQUALE, semble solliciter l'aquifère des calcaires carbonifères. Le rabattement à l'équilibre s'établit aux alentours de -2,1 à -2,2 m. Les perméabilités sont de l'ordre de  $3,2 \cdot 10^{-5}$  m/s à  $9,2 \cdot 10^{-5}$  m/s (données AQUALE). En outre, ces formations schisto-gréseuses peuvent rendre localement l'aquifère calcaire sous-jacent captif.

## V. CADRE HYDROCHIMIQUE

Les analyses chimiques présentées dans les paragraphes suivants ont été réalisées sur des eaux brutes, non encore traitées en vue de leur distribution. On ne dispose pas de données suffisantes pour définir le cadre hydrochimique de toutes les unités hydrogéologiques de la carte Philippeville-Rosée.

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 Code (Livre II). Les annexes décrivant, entre autres, les valeurs fixées pour les paramètres retenus sont reprises sous les numéros XXXI à XXXIV.

Plusieurs carrières (calcaires, dolomies, grès ou "Psammites du Condroz", récifs de marbre rouge), sablières et argilières ont jadis été exploitées dans le Condroz et dans la bande discontinue Durbuy-Philippeville. Les roches du "Massif" de Philippeville ainsi que quelques poches sableuses des synclinaux de Morialmé et Fraire contiennent des minerais (galène, sphalérite, limonite). Ces filons et amas ont été localement exploités. Ces anciens sites d'extraction abandonnés et parfois remblayés avec des déchets et matériaux divers sont des points d'infiltration privilégiés vers les eaux souterraines, tout comme le sont les dolines, chantoirs et autres phénomènes karstiques. Ces sources potentielles de pollution sont donc des lieux à surveiller.

Un inventaire de ces données est disponible auprès des autorités régionales (DGRNE et DGATLP). La SPAQuE a inventorié les sites potentiellement contaminés en Wallonie. Ils sont répertoriés dans une banque de données, WALSOLS, consultable sur <http://www.walsols.be/>. Depuis 1998, la DGRNE a mis en place un réseau de contrôle des C.E.T. Ce réseau est géré par l'ISSeP. De nombreuses informations sont disponibles sur <http://environnement.wallonie.be/data/dechets/cet/>.

## V.1 Caractéristiques hydrochimiques des eaux

### V.1.1 Aquifères des calcaires du Carbonifère

L'eau de la nappe des calcaires carbonifères est de type bicarbonaté calcique. Elle présente une conductivité moyenne. Le pH est légèrement basique. L'eau est relativement dure (>25°F). La valeur élevée de la dureté de ces eaux est due à la concentration importante en ions calcium et magnésium. Les concentrations en nitrates sont localement assez élevées tout en restant en deçà des normes de potabilité de la Région wallonne.

Au tableau V.1, sont reprises quelques analyses (eau brute) de différents captages exploitant la nappe des calcaires carbonifères. Les différentes entités calcaires carbonifères sont caractérisées (selon disponibilité des données<sup>2</sup>): le synclinal de Morialmé, le synclinal de Florennes-Anthée et le synclinal de Stave.

**Tableau V.1. : Caractéristiques hydrochimiques de la nappe des calcaires carbonifères**

Elément	Unité	Niveau-guide RW (norme de potabilité)	Synclinal de Morialmé	Synclinal de Florennes-Anthée		Synclinal de Stave
			P2-Morialmé SWDE	Base-Corenne (source) INASEP	La Valette (source) INASEP	Behoute (source) AIEM
		Code de l'Eau	04/10/2007	05/05/2008	07/11/2005	28/06/2007
pH	unités pH	6.5 à 9.5	7.29	7.35	7.29	7.38
Conductivité	µS/cm	1000 (2100)	510	575	581	573
Dureté totale	° français	40 (67.5)	27.9	35.6	36	29.2
Alcalinité totale	° français	25	24.2	27	28.1	-
Calcium	mg/l	200 (270)*	87.2	108.1	121.6	98.2
Magnésium	mg/l	50 (50)	15	18.4	13.6	11.4
Sodium	mg/l	50 (150)	9.9	7.6	7.5	6.9
Potassium	mg/l	5 (12)	1.1	1.7	0.8	1.2
Fer total dissous	µg/l	200 (200)	<12	15	<20	15
Manganèse	µg/l	250 (50)	<0.2	<5	<5	<2
Sulfates	mg/l	100 (250)	34.2	25.2	25.4	30.6
Chlorures	mg/l	50 (200)	21.9	20.5	17.4	21.9
Fluorures	mg/l	0.1 (1.5)	0.05	0.099	0.051	0.06
Nitrates	mg/l	25 (50)	11	32.65	29.07	23.19
Nitrites	mg/l	0.5 (0.1)	0.01	<0.03	<0.03	<0.006
Ammonium	mg/l	0.5 (0.5)	<0.02	<0.05	<0.05	<0.06
Silice	mg/l SiO <sub>2</sub>	10	10.81	4.4	9.3	-

<sup>2</sup> Les analyses sur les eaux brutes ne sont pas disponibles pour tous les captages destinés à la distribution publique, les producteurs d'eau effectuant les prélèvements sur le réseau (mélange d'eaux issues de différents ouvrages).

### V.1.2 Aquifères des calcaires du Dévonien

Tout comme les eaux issues des calcaires carbonifères, les eaux des calcaires dévoniens sont de type bicarbonaté calcique, dures et basiques. On ne dispose pas de données hydrochimiques sur les eaux brutes pour cette unité hydrogéologique sur la carte étudiée. A titre indicatif, le tableau V.2 reprend les paramètres analysés par l'INASEP lors d'un prélèvement de contrôle sur le réseau 'Lautenne' (alimenté, entre autres, par le captage de La Chinelle). Il ne s'agit donc pas d'une analyse sur les eaux brutes de ce captage.

**Tableau V.2: Caractéristiques hydrochimiques de la nappe des calcaires dévoniens**

Elément	Unité	Niveau-guide RW (norme de potabilité)	"Massif" de Philippeville
		Code de l'Eau	INASEP - <u>Eau Réseau 'Lautenne'</u>
			07/04/2008
pH	unités pH	6.5 à 9.5	7.15
Conductivité	µS/cm	1000 (2100)	636
Dureté totale	° français	40 (67.5)	40.3
Alcalinité totale	° français	25	-
Calcium	mg/l	200 (270)*	135
Magnésium	mg/l	50 (50)	15.9
Sodium	mg/l	50 (150)	5.9
Potassium	mg/l	5 (12)	1.3
Fer total dissous	µg/l	200 (200)	<12
Manganèse	µg/l	250 (50)	<0.2
Sulfates	mg/l	100 (250)	27.2
Chlorures	mg/l	50 (200)	17
Fluorures	mg/l	0.1 (1.5)	0.087
Nitrates	mg/l	25 (50)	39.82
Nitrites	mg/l	0.5 (0.1)	<0.006
Ammonium	mg/l	0.5 (0.5)	0.06
Silice	mg/l SiO <sub>2</sub>	10	-

### V.1.3 Aquifères gréseux du Famennien

Quelques analyses sur des échantillons d'eau issus de l'aquifère des grès famenniens sont présentées au tableau V.3. La nappe des grès famenniens montre un pH acide à neutre et une conductivité assez faible à moyenne. L'eau a une dureté moyenne, caractéristique de l'aquifère gréseux décalcifié. Les teneurs en composés azotés sont faibles, excepté pour la prise d'eau de Stave. Les résultats hydrochimiques sur les forages du C.E.T. de Morialmé montrent que ce dernier a une influence locale sur la qualité des eaux souterraines et qu'aucun impact indirect sur les eaux de surface n'a été mesuré (Lebrun et al, ISSeP, 2007).

**Tableau V.3. : Caractéristiques hydrochimiques de la nappe des grès du Famennien**

Elément	Unité	Niveau-guide RW (+Norme de potabilité)	P-Stave AIEM	SC1- Morialmé	SC2- Morialmé	SC4- Morialmé	SC5- Morialmé
		Code de l'Eau	20/06/2007	19/09/2006	19/09/2006	19/09/2006	19/09/2006
pH	unités pH	6.5 à 9.5	6.65	5.46	5.58	5.73	4.8
Conductivité	μS/cm	1000 (2100)	453	190.1	160.1	347	194.8
Dureté totale	° français	40 (67.5)	17				
Alcalinité totale	° français	25	-				
Calcium	mg/l	200 (270)*	47.2				
Magnésium	mg/l	50 (50)	12.6				
Sodium	mg/l	50 (150)	8.3				
Potassium	mg/l	5 (12)	1.7				
Fer total dissous	μg/l	200 (200)	<12	3575	102	1129	25
Manganèse	μg/l	250 (50)	7	117	80	763	33
Sulfates	mg/l	100 (250)	29	19.7	16.8	62	15.9
Chlorures	mg/l	50 (200)	17.9	25	10.3	9	14.1
Fluorures	mg/l	0.1 (1.5)	0.14	0.13	0.13	0.13	0.078
Nitrates	mg/l	25 (50)	20.87	<0.1	0.32	0.15	8.7
Nitrites	mg/l	0.5 (0.1)	<0.006	0.014	0.014	0.011	0.011
Ammonium	mg/l	0.5 (0.5)	<0.06	0.057	<0.050	0.060	<0.050
Silice	mg/l SiO <sub>2</sub>	10	-				

#### V.1.4 Aquitard du Famennien

On ne dispose pas de données hydrochimiques récentes sur les eaux brutes pour cette unité hydrogéologique sur la carte étudiée. A titre indicatif, le tableau V.4 reprend les paramètres analysés par l'INASEP lors d'un prélèvement de contrôle sur le réseau 'Morville' (alimenté, entre autres, par le captage du Bois des Dames). Il ne s'agit donc pas d'une analyse sur les eaux brutes de ce captage. Ce tableau présente aussi une analyse partielle d'un échantillon prélevé à la prise d'eau 'Al Tavienné', qui n'est plus exploitée aujourd'hui.

**Tableau V.4. : Caractéristiques hydrochimiques des eaux de l'aquitard du Famennien**

Elément	Unité	Niveau-guide RW (+Norme de potabilité )	Al Tavienné (galerie) ALEM	Réseau 'Morville' - INASEP
		Code de l'Eau	Mai 1999	05/05/2008
pH	unités pH	6.5 à 9.5	6.41	7.24
Conductivité	µS/cm	1000 (2100)	144	197
Dureté totale	° français	40 (67.5)	7.1	9.8
Alcalinité totale	° français	25		-
Calcium	mg/l	200 (270)*		34
Magnésium	mg/l	50 (50)		3.3
Sodium	mg/l	50 (150)		6.3
Potassium	mg/l	5 (12)		0.6
Fer total dissous	µg/l	200 (200)		30
Manganèse	µg/l	250 (50)		0.5
Sulfates	mg/l	100 (250)		9.1
Chlorures	mg/l	50 (200)	8.9	11.8
Fluorures	mg/l	0.1 (1.5)	9.86	0.125
Nitrates	mg/l	25 (50)	0.02	8.45
Nitrites	mg/l	0.5 (0.1)	0.05	<0.006
Ammonium	mg/l	0.5 (0.5)		<0.06
Silice	mg/l SiO <sub>2</sub>	10		-

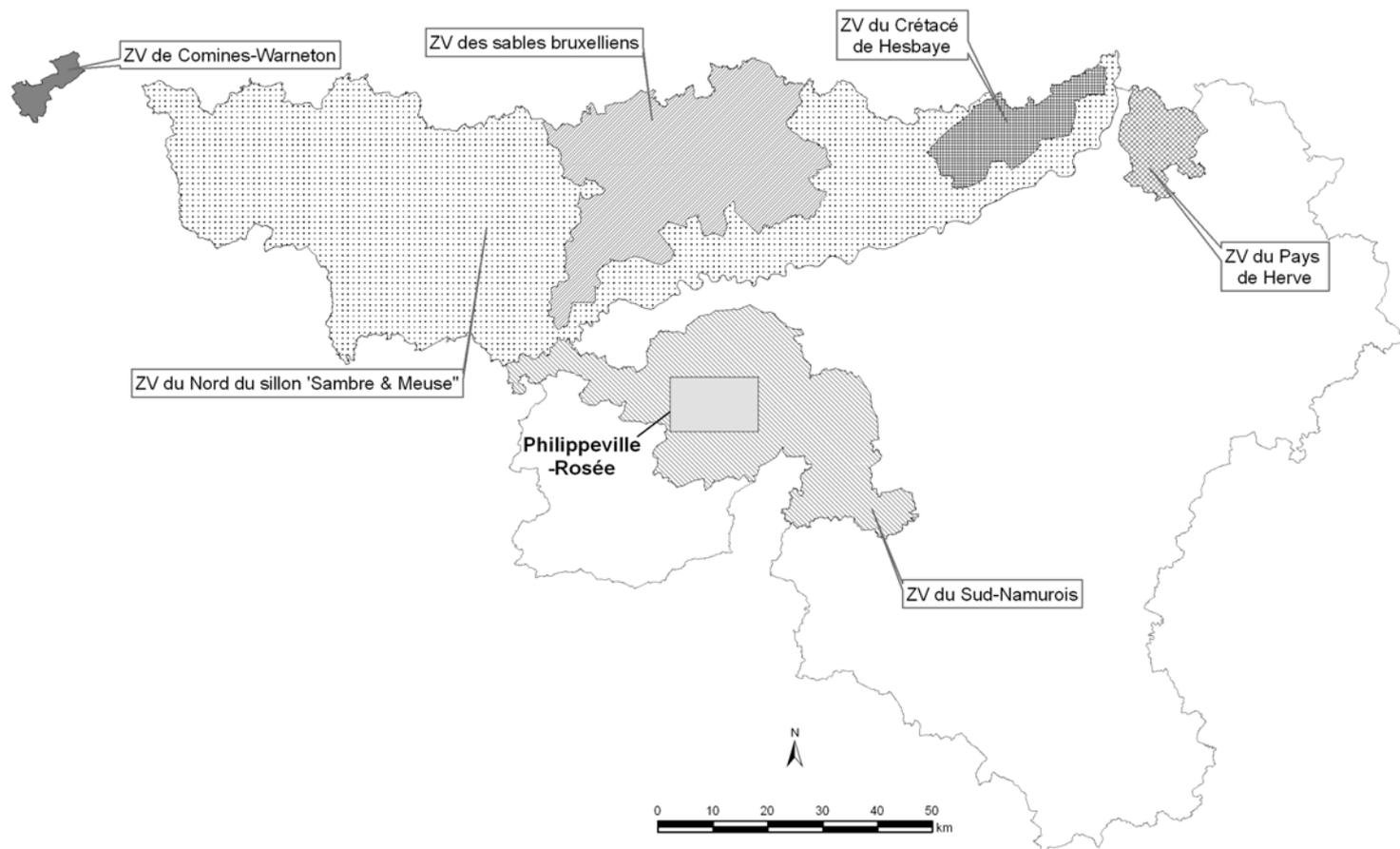
## V.2 Problématique des nitrates

Depuis plusieurs années, les teneurs des composés azotés, plus particulièrement les nitrates, font l'objet d'un suivi régulier de la part des compagnies d'eau et de l'administration de la Région Wallonne (DGRNE-ESO).

Pour protéger les eaux contre la pollution par les nitrates, plusieurs "zones vulnérables" ont été désignées par arrêtés ministériels (figure V.1). Elles ont pour objet la protection des eaux souterraines contre la pollution par les nitrates à partir de sources agricoles. Cette désignation implique l'application d'un programme d'action précis dont les mesures ont été arrêtées dans le code de "bonne pratique agricole". Pour plus d'informations, voir [www.nitrawal.be](http://www.nitrawal.be).

Le territoire dit du "Sud Namurois" a été désigné comme "zone vulnérable aux nitrates" par le gouvernement wallon (AGW du 22 décembre 2006<sup>3</sup>). Cette zone couvre complètement la carte Philippeville-Rosée (voir carte thématique).

**Figure V.1: Zones vulnérables en Région wallonne**



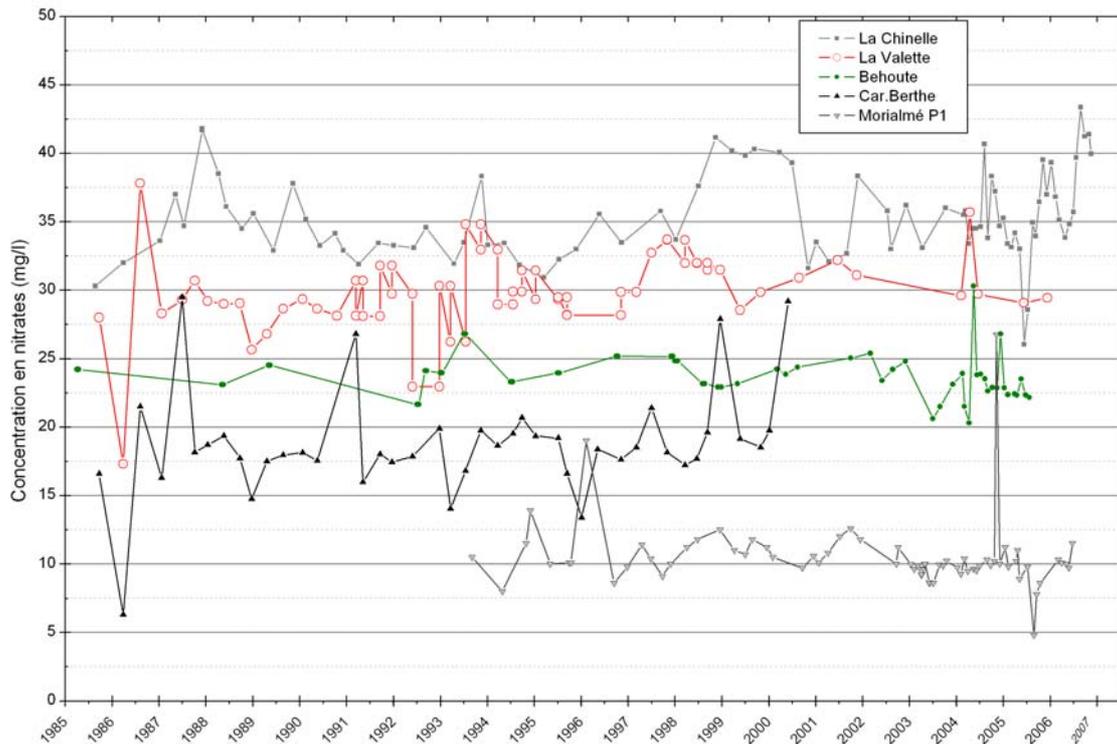
<sup>3</sup> Cet arrêté ministériel (22/12/2006) en modifiant les limites de la zone vulnérable du territoire dit "Sud Namurois" désignée par l'arrêté ministériel du 19 mars 2002 abroge ce dernier.

Les compagnies de distribution d'eau surveillent de manière très régulière les concentrations en nitrates de leurs différents captages. Elles constatent une lente mais constante augmentation des teneurs en nitrates.

Les figures suivantes présentent l'évolution des teneurs en nitrates au cours du temps de différents captages.

La figure V.2. présente quelques captages sollicitant la nappe des calcaires carbonifères (La Valette, Behoute, Car.Berthe, Morialmé) ou des calcaires dévoniens (La Chinelle).

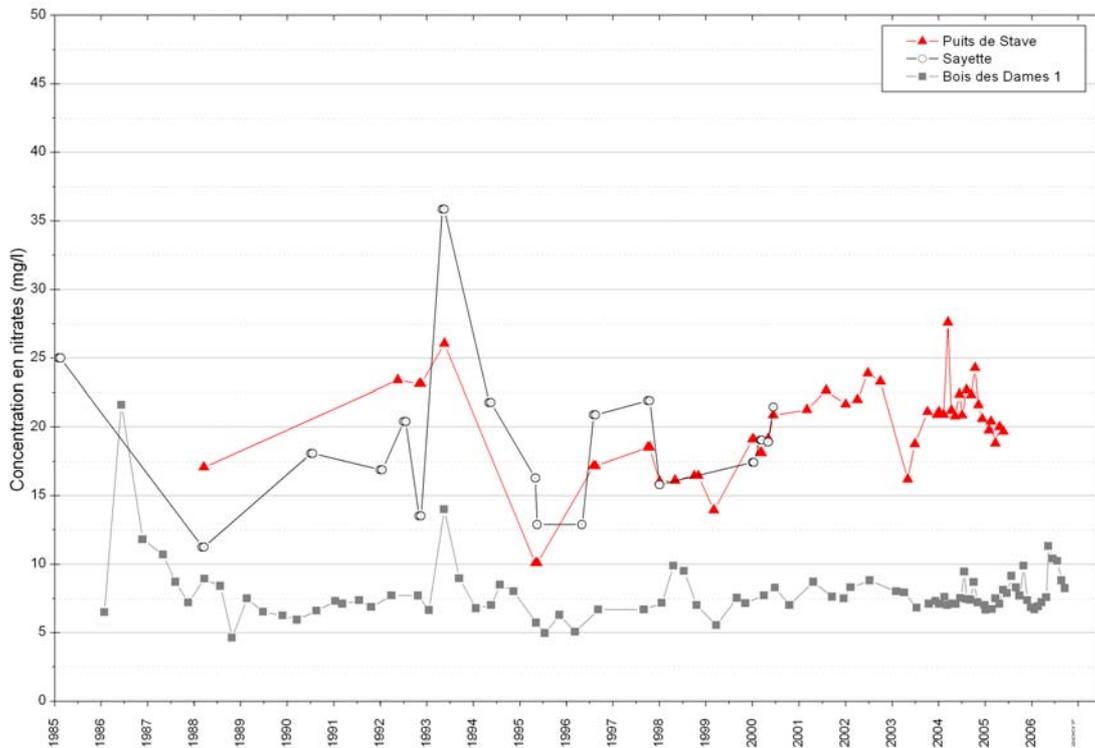
**Figure V.2. : Aquifères des calcaires: évolution des teneurs en nitrates**



Pour les aquifères calcaires du Carbonifère, les concentrations moyennes en nitrates varient entre 10 mg/l (Morialmé P1) et 30 mg/l (La Valette) et restent en deçà des normes autorisées. La Chinelle, source à l'émergence, présente des valeurs en nitrates plus élevées (moyenne: 35,5 mg/l).

La figure V.3. reprend quelques captages exploitant les nappes logées dans les formations gréseux et silto-gréseuses du Famennien (Bois des Dames, Sayette et Puits de Stave).

**Figure V.3.: Aquifères gréseux : évolution des teneurs en nitrates**



Les captages "Sayette" et "Puits de Stave" exploitant l'aquifère des grès famenniens ont des teneurs moyennes en nitrates de 19,4 et 19,9 mg/l respectivement. Les drains de Bois des Dames ont des teneurs en nitrates plus faibles (moyenne: 7,9 mg/l). Ils exploitent l'aquitard silto-gréseux du Famennien. Aucune tendance claire ne se dégage entre 1985 et 2007.

### **V.3 Qualité bactériologique**

Les eaux souterraines sont généralement bactériologiquement très pures et ne nécessitent aucun traitement à l'exception d'une légère chloration afin de se garantir contre la présence de germes dans les conduites et réservoirs. Durant les périodes de très fortes précipitations, la turbidité des eaux peut néanmoins augmenter dans certains captages indiquant des écoulements en milieu fortement fissuré (notamment dans les aquifères calcaires).

Toutes les unités hydrogéologiques présentes sur la carte Philippeville-Rosée ne sont pas caractérisées bactériologiquement par manque de données.

#### Aquifères des calcaires du Carbonifère

Pour les eaux du synclinal de Morialmé, les paramètres microbiologiques sont les suivants (échantillon d'eau du puits P2 de la SWDE prélevé le 04/10/2007):

- germes totaux à 22°C : 1 colonie/ml
- germes totaux à 37°C : 1 colonie/ml
- Coliformes totaux : 0 colonie/100 ml
- Coliformes fécaux : 0 colonie/100 ml
- Streptocoques fécaux : 0 colonie/100 ml
- Clostridia : 0 colonie/100 ml

Pour les eaux du Synclinal de Stave, les paramètres microbiologiques sont les suivants (échantillon d'eau de la source Behoute de l'AIEM prélevé le 28/06/2007):

- germes totaux à 22°C : 1 colonie/ml
- germes totaux à 37°C : 1 colonie/ml
- Coliformes totaux : 0 colonie/100 ml
- Coliformes fécaux : - colonie/100 ml
- Streptocoques fécaux : 0 colonie/100 ml
- Clostridia : 0 colonie/100 ml

#### Aquifères gréseux du Famennien

L'eau prélevée au puits de Stave (20/06/2007 par l'AIEM) présente les paramètres microbiologiques suivants

- germes totaux à 22°C : 44 colonies/ml
- germes totaux à 37°C : 11 colonies/ml
- Coliformes totaux : 0 colonie/100 ml
- Coliformes fécaux : - colonie/100 ml
- Streptocoques fécaux : 0 colonie/100 ml
- Clostridia : 0 colonie/100 ml

#### **V.4 Pesticides et autres paramètres**

Sur base des seules données disponibles, il semble que la pollution des nappes aquifères de la carte Philippeville-Rosée par les pesticides reste limitée: les concentrations, par produit ou pour l'ensemble des pesticides, restent largement sous la norme de potabilité. On a constaté néanmoins une légère pollution à l'atrazine et au déséthylatrazine au droit des ouvrages de la SWDE dans le synclinal de Morialmé. Les valeurs observées sont respectivement de 13 ng/l et 22 ng/l au puits P1 (13/08/2007), et de 12 ng/l et 21 ng/l au puits P2 (04/10/2007).

Pour les deux captages de l'AIEM toujours en activité (sur la carte étudiée), on ne dispose pas du détail de l'analyse sur les pesticides. Pour la source de Behoute (calcaires carbonifères), les pesticides totaux sont de 0,04 µg/l (28/06/2007). Les valeurs mesurées au puits de Stave (grès famenniens) sont de 0.02 µg/l (20/06/2007). La valeur de la norme en vigueur en Région wallonne est de 0,5 µg/l.

D'après les données disponibles, aucune pollution aux hydrocarbures ne semble présente sur la carte Philippeville-Rosée. Au puits de Stave, le paramètre générique "Somme des hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)" (norme RW: 0,1 µg/l) est de 0,02 µg/l (20/06/2007). A la source Behoute, il vaut 0,006 µg/l (28/06/2007).

Le *C.E.T. de Morialmé* fait l'objet d'un suivi environnemental par la Région wallonne. Ce suivi est assuré par l'ISSeP. A proximité de ce site, se trouvent les captages de la SWDE (site de Morialmé). Les ouvrages de ce site sont inclus dans le réseau de prélèvements. La campagne de contrôle de 2006 a montré que, pour certains paramètres, les normes wallonnes étaient dépassées dans certains piézomètres SWDE (Lebrun et al, ISSeP, 2007). Les ions concernés sont le fer et le manganèse, ainsi que la DCO. Aucun dépassement de norme n'a été observé ni dans le puits de production testé, ni dans le piézomètre 5 (considéré comme "amont" suite au pompage sous membrane au C.E.T., ou du moins non influencé par le C.E.T.). Le rapport de l'ISSeP tend vers l'hypothèse qu'il existe une légère influence du C.E.T. sur la qualité des eaux souterraines. Cependant, ces piézomètres rencontrent des lithologies différentes pouvant également expliquer ces différences de compositions géochimiques (au moins partiellement).

## VI. EXPLOITATION DES AQUIFERES

Les aquifères de la carte de Philippeville-Rosée sont exploités principalement par des sociétés de distribution publique d'eau. L'unité hydrogéologique plus exploitée est celle logée dans les calcaires carbonifères. Quelques captages, de capacité moyenne, sollicitent l'aquifère gréseux du Famennien.

A côté des compagnies de distribution publique d'eau potable, on dénombre une trentaine d'autres exploitants (privés) dans la région étudiée.

### VI.1 Distribution publique d'eau potable

Sur le territoire de la carte Philippeville-Rosée, trois sociétés de distribution publique d'eau potable opèrent: AIEM, INASEP et SWDE.

L'AIEM existe depuis une cinquantaine d'années. Elle alimente en eau potable les villages de Onhée, Anthée, Mettet, Fosses-la-ville en totalité ou en partie.

L'INASEP distribue l'eau potable dans l'Entre-Sambre-et-Meuse depuis une quinzaine d'années. Elle alimente les communes de Philippeville, Florennes, Cerfontaine, Walcourt, Viroinval, Fosses-la-ville, Beauraing, Hastière et Houyet en totalité ou en partie. Elle a aussi en charge l'épuration des eaux usées.

La SWDE alimente la commune de Morialmé et les villages voisins.

**Tableau VI.1: Distribution publique: Volumes prélevés en 2007 – Volumes annuels moyens (2000-2007)**

Captage	Exploitant	Volume prélevé en 2007 (m <sup>3</sup> )	Volume annuel moyen (m <sup>3</sup> ) (période 2000-2007)	Unité hydrogéologique sollicitée
Valette (source)	INASEP	168317	167550	Aquifère des calcaires du Carbonifère
Base-Corenne (source)	INASEP	147329	182987	
Route de Flavion (source)	INASEP	20132	21188	
Morialmé (puits)	SWDE	148458	290206	
Behoute (source)	AIEM	15290	16200	Aquifère des calcaires d'Hastière
Stave (puits)	AIEM	41991	37375	Aquifère des grès du Famennien
Pont du Sansoir (puits)	INASEP	41307	42878	
Bois des Dames (drain)	INASEP	29520	48153	Aquitard du Famennien
Chinelle (source)	INASEP	49799	60128	Aquifère des calcaires du Givetien

L'INASEP et l'AIEM possèdent d'autres sites de captage sur la carte Philippeville-Rosée. Ils ne sont utilisés que sporadiquement (pour combler les déficits en période estivale), voire mis hors-service (pour des raisons de vétusté et/ou de médiocre qualité hydrochimique).

Deux captages de la SWDE, proches de la carte étudiée, sollicitent aussi les nappes logées dans les calcaires du Carbonifère. A titre les volumes prélevés en 2007 sont:

- site de Crèvecoeur (carte Silenrieux-Walcourt, Synclinal de Florennes-Anthée): 930746 m<sup>3</sup>;
- site de Stave (carte de Biesme-Mettet, Synclinal de Stave): 901879 m<sup>3</sup>

## **VI.2 Prélèvements privés**

Les ressources en eaux souterraines de la carte Philippeville-Rosée sont également exploitées par des particuliers et des industries. Dans la première catégorie (une trentaine d'ouvrages de prise d'eau), sont inclus les agriculteurs. Le volume d'eau prélevé annuellement par les particuliers n'excède pas en général 2500-3000 m<sup>3</sup>.

A Florennes, les "Carrières Berthe" exploitent les calcaires de la Formation de Neffe (Viséen). Un important débit d'exhaure est observé. Le volume moyen annuel de l'exhaure est de 723715 m<sup>3</sup>, calculé pour la période 2000-2006 (sur base de données fournies par l'exploitant à la Région wallonne).

## VII. PARAMETRES D'ÉCOULEMENT ET DE TRANSPORT

Les données hydrogéologiques précises concernant les paramètres d'écoulement et de transport sont peu nombreux pour la carte de Philippeville-Rosée. Beaucoup de captages publics s'effectuant par gravité (galeries ou sources à l'émergence), peu d'essais de pompage ou de traçage ont été réalisés.

### VII.1 Aquifère des calcaires carbonifères

En 1989, les LGIH ont réalisé une étude sur les potentialités aquifères des calcaires carbonifères de l'Entre-Sambre-et-Meuse. Plusieurs essais de pompages ont été effectués dans la région afin de déterminer les paramètres hydrodynamiques locaux de l'aquifère. L'un de ces tests a été réalisé, dans la partie orientale du synclinal de Florennes-Anthée, dans un piézomètre situé à l'est d'Anthée (carte Hastière-Dinant 53/7-8). La conductivité hydraulique obtenue ( $3,1 \cdot 10^{-6}$  m/s) est assez faible (LGIH, 1989).

Dans le puits de reconnaissance SWDE, situé à proximité de la carrière Berthe (Florennes), des valeurs de transmissivité de  $7,5 \cdot 10^{-4}$  m<sup>2</sup>/s en pompage et de  $6,5 \cdot 10^{-3}$  m<sup>2</sup>/s en remontée ont été estimées par la SWDE sur base d'essais de pompage réalisés dans un puits à "pénétration partielle" crépiné sur 32 m d'épaisseur.

Au droit du synclinal de Morialmé, dans les piézomètres du captage de la SWDE, les essais de pompage, réalisés en février et mars 1997, ont donné une valeur de perméabilité moyenne de  $4,5 \cdot 10^{-4}$  m/s, à l'exception d'une valeur de  $K=9,7 \cdot 10^{-7}$  m/s trouvée dans une zone vraisemblablement peu fissurée (SWDE, 1997). Un essai de traçage a permis d'estimer, par ajustement à partir de méthodes analytiques et d'un modèle 3D, une valeur de dispersivité longitudinale des calcaires de l'ordre de 20-25 m (Geologica, 1999).

Le bureau d'études AQUALE a la demande, entre autres, de la société Carmeuse a réalisé une étude hydrogéologique dans la zone d'Hemptinne (AQUALE, 2006, 2007). Des essais de pompage ont été menés sur les piézomètres 1, 2 et 4 (essais de courte durée et avec paliers). Leur interprétation révèle des valeurs de conductivité hydraulique locale comprise entre  $1,4 \cdot 10^{-4}$  m/s et  $1,1 \cdot 10^{-6}$  m/s. Les perméabilités les plus faibles sont observées dans le secteur nord du site d'Hemptinne (zone moins déconsolidées et/ou moins dolomitisées). Les tests réalisés dans les piézomètres 5 et 6 donnent des valeurs de conductivité hydraulique, respectivement, de  $4,4 \cdot 10^{-6}$  m/s et  $1 \cdot 10^{-4}$  m/s (équation de Dupuit) (AQUALE, 2007).

Des essais ont aussi été effectués dans la partie occidentale du synclinal de Florennes-Anthée et en aval du site d'Hemptinne (carrière Les Petons appartenant à Solvay et sites de captage de la SWDE sur la carte Silenrioux-Walcourt). Les conductivités hydrauliques mesurées peuvent se résumer comme suit (AQUALE, 2006):

- formations calcaires et dolomitiques du Tournaisien et Viséen:  $1 \cdot 10^{-6}$  à  $7 \cdot 10^{-5}$  m/s;
- zones faillées calcaires et dolomitiques du Tournaisien et Viséen: 4 à  $7 \cdot 10^{-4}$  m/s;
- formation schisteuse du Pont d'Arcole (Aquiclude du Carbonifère):  $1 \cdot 10^{-8}$  m/s;
- formation schisto-gréseuse de Ciney (Aquifère des grès du Famennien):  $3 \cdot 10^{-7}$  m/s;
- formation silto-gréseuse de Souverain-Pré et Esneux (Aquitard du Famennien):  $3 \cdot 10^{-7}$  m/s;
- formation schisto-gréseuse du Houiller:  $1 \cdot 10^{-7}$  m/s.

## **VII.2 Aquifère gréseux du Famennien**

Au Sud de Morialmé, sur le site de l'ancienne argillère, cinq forages ont été réalisés et des essais de pompages de courte durée ont été effectués sur trois d'entre eux par les LGIH. Ceci a permis le calcul des paramètres hydrogéologiques de la nappe de fissures contenue dans les grès famenniens. Les conductivités hydrauliques observées sont comprises entre  $0,88 \cdot 10^{-5}$  et  $0,12 \cdot 10^{-5}$  m/s (LGIH, 1990).

Au droit du puits de Stave<sup>4</sup> (AIEM), un essai de pompage par paliers enchaînés a été réalisé en avril 1995. Les résultats sont les suivants :

- pour un débit de 3,6 m<sup>3</sup>/h, la transmissivité varie de  $1,7 \cdot 10^{-4}$  à  $3,2 \cdot 10^{-4}$  m<sup>2</sup>/s (en phase de pompage).
- pour un débit de 6,2 m<sup>3</sup>/h, la transmissivité varie de  $0,8 \cdot 10^{-4}$  à  $2,6 \cdot 10^{-4}$  m<sup>2</sup>/s (en phase de pompage).
- pour un débit de 7,8 m<sup>3</sup>/h, la transmissivité varie de  $0,4 \cdot 10^{-4}$  à  $1,2 \cdot 10^{-4}$  m<sup>2</sup>/s (en phase de pompage) et de  $3,8 \cdot 10^{-4}$  à  $1 \cdot 10^{-4}$  m<sup>2</sup>/s (en remontée).

---

<sup>4</sup> Caractéristiques du P-Stave: profondeur: 97m, 2 crépines: hauteur totale crépinée: 49,3 m.

## VIII. ZONES DE PROTECTION

### VIII.1 Cadre légal

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

Afin de limiter les risques de contamination des captages, des périmètres de prévention doivent être mis en place. Quatre zones ont été définies dans la législation wallonne<sup>5</sup>:

1. la zone de prise d'eau (zone I)
2. la zone de prévention rapprochée (zone IIa)
3. la zone de prévention éloignée (zone IIb)
4. la zone de surveillance (zone III)

#### 1° Zone de prise d'eau ou zone I

La zone de prise d'eau est délimitée par une ligne située à une distance de dix mètres des limites extérieures des installations en surface strictement nécessaires à la prise d'eau.

#### 2° Zone de prévention rapprochée ou zone IIa

La zone IIa est comprise entre le périmètre de délimitation de la zone I et une ligne située à une distance de l'ouvrage de prise d'eau correspondant à un temps de transfert de l'eau souterraine jusqu'à l'ouvrage égal à 24 heures dans le sol saturé.

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

En milieu karstique, tous les points préférentiels de pénétration (doline et perte) dont la liaison avec le captage est établie sont classés en zone IIa.

#### 3° Zone de prévention éloignée ou zone IIb

La zone IIb est comprise entre le périmètre extérieur de la zone IIa et le périmètre extérieur de la zone d'appel de la prise d'eau.

Le périmètre extérieur de la zone IIb ne peut être situé à une distance de l'ouvrage supérieure à celle correspondant à un temps de transfert de l'eau souterraine jusqu'à l'ouvrage de prise d'eau égal à 50 jours dans le sol saturé.

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

- 100 mètres pour les formations aquifères sableuses;
- 500 mètres pour les formations aquifères graveleuses;

---

<sup>5</sup> 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

- 1 000 mètres pour les formations aquifères fissurées ou karstiques.

Lorsqu'il existe des axes d'écoulement préférentiel de circulation des eaux souterraines alimentant l'ouvrage de prise d'eau, la zone IIb est étendue le long de ces axes sur une distance maximale de 1000 m et sur une largeur au moins égale à celle de la zone IIa.

#### 4° Zone de surveillance ou zone III

La zone de surveillance englobe l'entièreté du bassin hydrographique et du bassin hydrogéologique situé à l'amont du point de captage.

Diverses mesures de protection<sup>6</sup> ont été définies au droit des quatre zones.

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

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

---

<sup>6</sup> Arrêté du Gouvernement wallon du 9 mars 1995 modifiant l'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

## **VIII.2 Zones de prévention autour des captages de la SWDE**

LA SWDE exploite un site de captage sur la carte Philippeville-Rosée. Il s'agit du site de Morialmé (figure VIII.1). Les zones de prévention Ila et IIb définies autour des puits de production ont été déterminées sur base des temps de transfert suite à l'élaboration d'un modèle mathématique. Les limites du modèle ont été localement déplacées pour correspondre avec des limites matérialisables sur le terrain. Cette délimitation des zones de prévention Ila et IIb a été arrêtée par le Gouvernement wallon en date du 15 octobre 2002: "*Arrêté ministériel relatif à l'établissement des zones de prévention des ouvrages de prise d'eau souterraine dénommés Florennes Morialmé P1 et Florennes Morialmé P2, sis sur le territoire de la commune de Florennes (M.B.09.11.2002)*".

La SWDE possède d'autres captages dans la région (sur les cartes voisines) dont les zones de prévention sont partiellement situées sur la carte Philippeville-Rosée (figure VIII.1). Il s'agit des zones de prévention des captages de Walcourt et de Mettet. Ces zones de prévention ont été délimitées sur base des temps de transfert. Les limites du modèle ont ensuite été déplacées afin d'être matérialisables sur le terrain.

Les arrêtés pour ces deux périmètres sont, respectivement: "20 juin 2003 - *Arrêté ministériel relatif à l'établissement des zones de prévention rapprochée et éloignée des ouvrages de prises d'eau souterraine dénommées "Crèvecœur P1, Crèvecœur P2, Crèvecœur P3", sis sur le territoire de la commune de Walcourt (Yves-Gomezée)" (M.B.23.07.2003)*" – "25 novembre 2004 – *Arrêté ministériel relatif à l'établissement des zones de prévention rapprochée et éloignée des ouvrages de prise d'eau souterraine dénommés Biesmerée-Est P3, Lepoivre P2, Lepoivre P4, Lepoivre P5, Lepoivre Exhaure, Stave G1, sis sur le territoire de la commune de Mettet (anc.Biesmerée et Stave) (M.B.23.12.2004)*".

## **VIII.3 Zones de prévention autour des captages de l'INASEP**

A ce jour, aucune zone de prévention autour des captages de l'INASEP situés sur la carte Philippeville-Rosée n'a été définie. Les zones à définir sont symbolisées sur la carte hydrogéologique par un triangle vide, tracé autour des captages toujours exploités pour la distribution d'eau potable. Les prises d'eau pour lesquelles il a été mentionné un arrêt définitif, ne sont pas reprises.

Les captages soumis à zones de prévention sont Base-Corenne, Bois des dames, Carrière Berthe, La Valette, Pont du Sansoir, Route de Flavion sur la commune de Florennes et La Chinelle sur Philippeville (figure VIII.1).

## **VIII.4 Zones de prévention autour des captages de l'AIEM**

A ce jour, aucune zone de prévention autour des captages de l'AIEM situés sur la carte Philippeville-Rosée n'a été définie. Les zones à définir sont symbolisées sur la carte hydrogéologique par un triangle vide, tracé autour des captages toujours exploités pour la distribution d'eau potable. Les prises d'eau pour lesquelles il a été mentionné un arrêt définitif, ne sont pas reprises.

Les captages soumis à zones de prévention sont le puits de Stave et la source de Behoute situés sur le territoire de la commune de Mettet (figure VIII.1).

En l'absence de données, il conviendra peut-être de se référer aux distances fixes définies dans la législation soit :

- pour la zone Ila : une distance horizontale minimale de 35 mètres à partir des installations de surface, dans le cas d'un puits, et par deux lignes situées à 25 mètres au

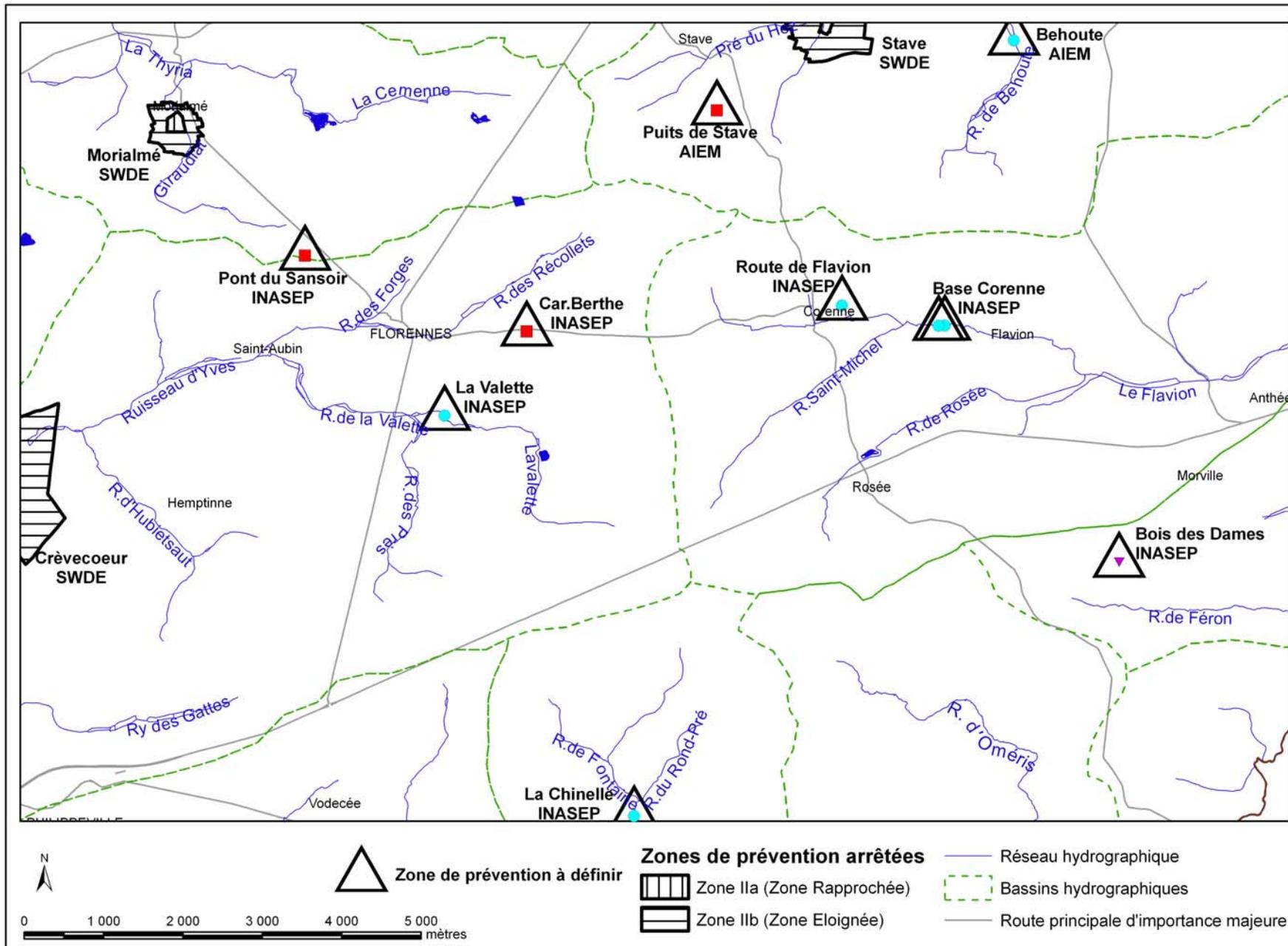
minimum de part et d'autre de la projection en surface de l'axe longitudinal dans le cas d'une galerie ;

- pour la zone IIb : une distance horizontale 1 000 mètres.

Remarquons cependant que la détermination des zones par la méthode des distances fixes ne tient pas compte des aspects suivants :

- le gradient régional limite les risques de pollution des captages à partir de l'aval et augmente ces mêmes risques vers l'amont;
- l'hétérogénéité des formations influence grandement les temps de transfert des contaminants vers les captages. Cet aspect est particulièrement important dans les synclinaux calcaires où on peut s'attendre à devoir prendre des zones de préventions plus étendues dans la direction longitudinale par rapport aux axes des synclinaux que dans la direction transverse;
- les axes d'écoulement préférentiel et les phénomènes karstiques.

Figure VIII.1:Zones de prévention – Carte Philippeville-Rosée



## **IX. PRESENTATION DE LA CARTE HYDROGEOLOGIQUE**

La carte hydrogéologique se compose :

- d'une carte hydrogéologique (1/25 000) donnant des informations sur les différentes unités hydrogéologiques, l'allure de la nappe, la localisation des prises d'eau, les zones de prévention... ;
- d'une carte (1/50 000) de localisation des captages ;
- d'une carte (1/50 000) localisant :
  - les sites où sont disponibles des données hydrochimiques et au droit desquelles divers tests (pompages, traçages, diagraphies, ...) ont été réalisés ;
  - les sites investigués par prospections géophysiques ;
- d'une coupe géologique et d'une coupe hydrogéologique ;
- d'un tableau lithostratigraphique 'Géologie-Hydrogéologie'.

### ***IX.1 Carte hydrogéologique***

La carte principale au 1/25 000 comprend 8 couches d'informations :

1. le fond topographique de la carte IGN 1/10 000;
2. le réseau hydrographique;
3. les unités hydrogéologiques, basées sur les formations géologiques;
4. les failles;
5. les carrières à ciel ouvert en activité;
6. la localisation des points d'eau comptant:
  - des puits des sociétés de distribution d'eau;
  - des puits privés exploités et déclarés à la Région wallonne;
  - des piézomètres;
  - des sources exploitées ou non et pour lesquelles des données telles que analyses chimiques, débits, ... sont disponibles;
  - des puits sur galerie (points de prélèvement par pompage ou par gravité dans une galerie);
  - des exutoires de drains captants;
  - des pertes et des résurgences;
7. la localisation des stations climatiques;
8. les isopièzes (en rouge);
9. à défaut de carte piézométrique, des valeurs de niveau de la nappe, avec la date de la mesure
10. le sens probable de l'écoulement souterrain;
11. les écoulements karstiques reconnus par traçage;
12. les zones de prévention IIa et IIb arrêtées par le Gouvernement wallon;
13. les zones de prévention à définir autour des captages de distribution d'eau publique;
14. le trait de coupe

### ***IX.2 Cartes thématiques***

#### **IX.2.1 Volumes prélevés**

Cette carte, au 1/50.000, est basée sur les informations extraites de la base de données de la Région Wallonne "dix-sous" (DGRNE). Les volumes représentés sont les

volumes déclarés par les titulaires à la Région wallonne. Les volumes destinés à la distribution publique d'eau sont ceux de l'année 2007, Pour les autres volumes (carriers, industries, agriculteurs, particuliers), il s'agit de l'année 2003. Ces années ont été choisies pour leur représentativité.

L'exploitation d'une prise d'eau souterraine n'est pas constante pour plusieurs raisons. D'abord pour répondre à des besoins hydriques variables selon la pluviométrie, l'activité économique ou autre. Mais aussi, à cause de contraintes techniques liées à l'ouvrage ou de contraintes qualitatives et/ou quantitatives liées à la nappe. La présentation des volumes moyens prélevés correspondant aux cinq dernières années encodées par l'administration illustre de manière plus réaliste l'exploitation des eaux souterraines sur la carte étudiée (2002-2006). Ces valeurs moyennes ne sont pas représentatives du potentiel d'exploitation ni de l'exploitation réelle des nappes. Elles reflètent simplement de manière indicative l'importance d'un site d'exploitation pendant les cinq années considérées. Il se peut que pendant ces années, certains ouvrages n'aient pas été en exploitation continue (année sans prélèvement) (voir chapitre VI de la notice).

Cette carte situe également l'ensemble des ouvrages recensés en les différenciant selon l'unité hydrogéologique recoupée. Pour plusieurs ouvrages, il n'a pas été possible de déterminer dans quelle formation géologique ils sont implantés ne disposant pas d'information sur le log géologique ou/et la profondeur du puits.

### **IX.2.2 Caractérisation du type des nappes et informations complémentaires**

Cette carte localise les différents sites au droit desquels des données quantitatives ou qualitatives sont disponibles (analyses chimiques, diagraphies, essais de pompage, essais de traçage). Pour plus de détails, se référer aux chapitres IV, V et VII de la notice.

Le caractère des nappes rencontrées est spécifié : nappe libre, nappe semi-captive (semi-libre) ou nappe captive. Il est à noter que c'est la première nappe rencontrée (nappe à l'affleurement, sous la couverture limoneuse) qui est caractérisée. Sur la carte Philippeville-Rosée, la majorité des unités hydrogéologiques sont considérées comme des nappes libres. Il faut cependant nuancer cette caractéristique. La nappe supérieure qui est logée dans le manteau d'altération est toujours libre. La nappe profonde logée dans les horizons fissurés et fracturés peut être sous pression. Dans les terrains du Houiller, la nappe peut se retrouver localement en charge sous les couches plus argileuses (shales, "phtanites", argile de dissolution). L'unité hydrogéologique du Houiller peut également rendre localement la nappe sous-jacente logée dans les calcaires carbonifères captive.

Des zones de prospections géophysiques sont localisées:

- Captage de Morialmé (données SWDE) : 10 sondages électriques, 6 sondages sismiques et 10 km de traînés électriques;
- C.E.T. de Morialmé (rapports LGIH BEPN/891/892/901, 1989-1990) : 19 sondages électriques, 18 sondages sismiques et 5 traînés électriques;
- Carrière Berthe (rapport LGIH BERT/991, 1999) : 11 sondages électriques, 4 traînés électriques et 45 sondages sismiques;
- Carrière Berthe – puits SWDE (données SWDE) : sondages électriques;
- Nord de Florennes (rapport LGIH ADINCO/861, 1986) : 11 sondages électriques, 4 km de traînés électriques et 5 sondages sismiques.

Le territoire dit du "Sud Namurois" a été désigné comme zone vulnérable aux nitrates (AGW 22/12/2006). Cette désignation implique l'application d'un programme d'action précis dont les mesures ont été arrêtées dans le code de « bonne pratique agricole ». La carte Philippeville-Rosée est entièrement incluse dans cette zone.

### **IX.3 Coupes géologique et hydrogéologique**

La coupe est orientée approximativement, Nord – Sud. Elle recoupe la majorité des unités hydrogéologiques rencontrées dans la carte Philippeville-Rosée. Deux coupes ont été dressées, sur le même axe, mais avec une échelle des hauteurs différente. L'échelle horizontale des coupes est au 1/25.000, l'échelle verticale est de 1/25.000 pour la coupe géologique et de 1/5.000 pour la coupe hydrogéologique. Ce facteur d'exagération des hauteurs (X5) permet une meilleure visibilité des niveaux piézométriques, reportés sur cette coupe.

La coupe géologique permet de mieux saisir le contexte géologique de la région. Les principales structures géologiques de la région étudiée sont recoupées, à savoir:

- le synclinal calcaire de Morialmé;
- l'aquifère gréseux du Famennien (anticlinal);
- le synclinal calcaire de Fraire;
- le synclinal calcaire de Florennes-Anthée;
- l'aquitard silto-gréseux du Famennien;
- l'anticlinorium de Philippeville (aquifère calcaire dévonien et aquitard schisto-gréseux).

Elle est basée sur la coupe b-b' de la nouvelle carte géologique.

Les niveaux piézométriques de l'aquifère calcaire du Carbonifère des synclinaux de Morialmé et de Florennes-Anthée sont tracés sur la coupe hydrogéologique. Les quelques niveaux ponctuels disponibles pour les autres unités hydrogéologiques sont également repris. On peut facilement constater que les aquifères gréseux du Famennien sont en position haute par rapport aux nappes des calcaires carbonifères. Ils alimentent donc ces dernières.

### **IX.4 Tableau de correspondance 'Géologie-Hydrogéologie'**

Le tableau lithostratigraphique reprend la liste des différentes formations géologiques rencontrées au droit de la carte de Philippeville-Rosée.

La description lithologique des formations fait référence à la nouvelle carte de Boulvain F et Marion J-M. dressée en 1994.

La lithologie des formations est également décrite ; leur caractéristique hydrogéologique est définie en termes d' (Elsevier, 1990; UNESCO, 1992):

- aquifère : formation perméable contenant de l'eau en quantités exploitables
- aquiclude: couche ou massif de roches saturées de très faible conductivité hydraulique et dans lequel on ne peut extraire économiquement des quantités d'eau appréciables
- aquitard: formation semi-perméable permettant le transit de flux à très faible vitesse et rendant la couche sous jacente semi-captive.

Remarquons que ces notions restent très relatives et doivent s'adapter au contexte hydrogéologique. La description détaillée de chaque unité hydrogéologique est reprise dans le chapitre IV.

## **X. METHODOLOGIE DE L'ELABORATION DE LA CARTE HYDROGEOLOGIQUE**

Le présent chapitre décrit brièvement les principales sources d'informations géologiques, hydrologiques et hydrogéologiques disponibles pour la région de Philippeville-Rosée.

### ***X.1 Origine des informations***

#### **X.1.1 Données géologiques**

La carte géologique servant de fond à la carte hydrogéologique est celle de 1994 dressée par Boulvain F. et Marion J-M. Les données numériques cartographiques ont été fournies par la Région wallonne.

Sur la carte Philippeville-Rosée, la carrière Berthe (carrière à ciel ouvert) est la seule carrière importante toujours en activité. Son extension nous a été fournie par l'entreprise. Les anciens sites d'extraction (carrières, sablières, argilières) situés sur cette carte ne sont pas cartographiés, soit les fosses n'existent plus (remblayées), soit leur extension est trop petite pour être visible à l'échelle du 1/25.000, soit absence de données, soit peu d'intérêt hydrogéologique.

#### **X.1.2 Données météorologiques**

Des données de précipitations et températures sont disponibles à l'IRM pour la station de Florennes I10 (précipitation depuis 01/1951 et température depuis 12/1953). Pour toute demande de données, s'adresser directement à l'IRM.

#### **X.1.3 Données hydrogéologiques**

##### **X.1.3.1 Localisation des ouvrages et sources**

Dans la banque de données, 170 ouvrages existants (dont 107 puits, 36 piézomètres, 13 points localisés au droit de galeries ou de drains et 14 sources) ont été introduits. Ils sont répertoriés comme prises d'eau ou points d'accès à la nappe.

Ces données proviennent des sociétés de distribution d'eau, de particuliers et industries, de divers rapports techniques et de la base de données de la Région Wallonne.

Les phénomènes karstiques représentés sur la carte hydrogéologique sont les pertes (chantoirs) et résurgence (y compris les exurgences). 29 pertes et 12 résurgences ont été recensées (Atlas du Karst Wallon, 1996).

##### **X.1.3.2 Données piézométriques**

Deux types de données piézométriques sont présentés sur la carte hydrogéologique de Philippeville-Rosée : isopièzes et cotes ponctuelles. En effet, il n'a pas été possible de tracer les isopièzes pour l'ensemble des unités hydrogéologiques de la carte étudiée, en raison du manque de ouvrages ou/et de leur inaccessibilité (ex.: puits recouvert de terre, tête de puits scellée). Sur la carte principale, des cotes ponctuelles avec la date de mesure permettent de connaître localement le niveau de la nappe. Lorsque la donnée existe, des graphes présentant l'évolution du niveau piézométrique dans le temps sont donnés au chapitre IV.

Dans deux zones, les isopièzes ont pu être tracés. Il s'agit des synclinaux calcaires carbonifères du Morialmé et de Florennes-Anthée. Les isopièzes décrivant l'allure de la nappe du synclinal de Morialmé de janvier 1999 ont été fournis par la SWDE. On observe un écoulement convergent des eaux souterraines, vers le centre du synclinal (écoulement

naturel dû à l'ennoyage) et vers les captages (écoulement induit par les pompages). Le bureau d'études AQUALE-ECOFOX a réalisée une étude hydrogéologique régionale axée sur le synclinal de Florennes-Anthée. Cette étude a permis la collecte d'un nombre important de données. Plusieurs campagnes piézométriques ont été menées. La situation de la nappe des calcaires carbonifères en mai 2007 est présentée sur la carte principale. Les isopièzes sont construits à partir d'une soixantaine de points de mesure (forages) et des niveaux d'eau du réseau hydrographique (drainant l'aquifère) par interpolation avec le logiciel Surfer (données fournies par AQUALE). Le chapitre IV est consacré partiellement à l'analyse de cette entité hydrogéologique. On peut en résumer les grands traits ainsi : les eaux souterraines s'écoulent selon un axe est-ouest, vers le bassin du Flavion (partie orientale) ou vers le bassin du ruisseau d'Yves (partie occidentale). La ligne de partage des eaux souterraines se situe approximativement à l'est de Florennes. L'exhaure de la carrière Berthe est très nettement marquée dans l'allure de la surface piézométrique (cône de dépression centré sur la carrière).

Les données piézométriques proviennent de la base de données de la Région wallonne, de campagnes de terrain réalisées dans le cadre de ce projet, de diverses études ponctuelles, du réseau quantitatif de la DGRNE, des sociétés de distribution d'eau, de l'ISSeP, de bureaux d'études en environnement.

#### **X.1.4 Données hydrochimiques**

Les données hydrochimiques sont fournies par les sociétés de distribution d'eau (SWDE, INASEP et AIEM), par la base de données de la Région wallonne (CALYSPO). Elles sont également issues de divers rapports techniques.

Des données hydrochimiques disponibles au droit de puits, de sources, de drains... (31 sites) ont été encodées dans la base de données hydrogéologiques. Environ 2300 paramètres ont été mesurés pour 922 prises d'échantillons. Les premières données remontent à 1985. Outre des analyses 'ions majeurs', on dénombre essentiellement des analyses 'Nitrates'. En fonction des données disponibles, des analyses hydrochimiques sont présentées pour quelques unités hydrogéologiques au chapitre V.

### **X.2 *Base de données hydrogéologiques***

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

## XI. REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

### • Publications

- Atlas du Karst Wallon, 1996, *Inventaire cartographique et descriptif des sites karstiques et rivières souterraines de Wallonie*. DGRNE (Direction Générale des Ressources Naturelles et de l'Environnement) – CWEPS (Commission Wallonne d'Etude et de Protection des Sites Souterrains asbl).
- Boulvain, F., Marion J-M., 1994, *Carte géologique de Philippeville-Rosée et notice explicative 53/5-6*, Ministère de la Région Wallonne, DGRNE, Namur.
- Boulvain, F. (ULg) & PINGOT, J-L. (UCL), 2007, *Une introduction à la géologie de la Wallonie*. Cours en ligne, Université de Liège, Liège.
- Elevier's Dictionary of Environmental Hydrogeology, 1990, Elsevier.
- Lavigne, B., Michel, G., 2002, *Etude de trois systèmes hydrogéologiques en Haute-Meuse*, EcoKarst, 48, 5-10
- Michel, G., 2002, *Le système karstique de la Fosse aux Poiriers (Florennes-Flavion)*, EcoKarst, 49, 5-10
- UNESCO-OMM, 1992, *Glossaire International d'Hydrologie*, seconde édition, 413p.

### • Doctorat et travaux de fin d'études

- Gogu R.C., 2000, *Advances in groundwater protection strategy using vulnerability mapping and hydrogeological GIS databases*, Thèse de doctorat, Université de Liège., non publiée
- Meus P., 1993, *Hydrogéologie d'un aquifère karstique du calcaire carbonifère en Belgique (Néblon - Anthisnes). Apport des traçages à la connaissance des milieux fissurés et karstifiés*. Thèse de doctorat, Université de Liège., non publiée

### • Rapports techniques

- AQUALE-ECOFOX Développement sprl, 2005, *Solvay-Carières les Petons, Dossier de demande d'autorisation de prise d'eau, Rapport technique*, rapport CLP\_2005\_01
- AQUALE-ECOFOX Développement sprl, 2006, *Carmeuse s.a. Gisement de Saint-Aubin – Hemptinne, Etude hydrogéologique des incidences potentielles du projet d'extraction sous la nappe*, Rapport CAR/HEM/2006/01
- AQUALE-ECOFOX Développement sprl, 2007, *Carmeuse s.a. Site projeté d'Hemptinne, Forage du nouveau piézomètre PZ5*, Rapport CAR/HEM/2007/01
- AQUALE-ECOFOX Développement sprl, 2007, *Carmeuse s.a. Site projeté d'Hemptinne, Forage du nouveau piézomètre PZ6*, Rapport CAR/HEM/2007/02
- CARMEUSE Natural Chemicals sa, 2008, *Le projet de Carmeuse à Hemptinne*, Troisième feuillet d'informations, 12p.  
[http://www.carmeuse.be/files/files/download/Hemptinne/brochure\\_hemptinne.pdf](http://www.carmeuse.be/files/files/download/Hemptinne/brochure_hemptinne.pdf)
- GEOLOGICA E197, 1999, *Essai de traçage et modélisation mathématique dans le cadre de l'établissement des zones de prévention des prises d'eau de Morialmé (P1 et P2)*, Meus P., Marchal R.

- Lebrun, V., Kheffi, A., Collart, C., Maquinay, J-Cl., 2007, *Réseau de contrôle des C.E.T. en Région Wallonne – C.E.T. de Morialmé – Première campagne de contrôle (2006)*, Rapport 0274/2007, 63p + 7 annexes, ISSeP ([http://environnement.wallonie.be/data/dechets/cet/12mor/12\\_0C.htm](http://environnement.wallonie.be/data/dechets/cet/12mor/12_0C.htm))
- LGIH ESM/894, 1989, *Etude des potentialités aquifères du calcaire carbonifère de l'Entre-Sambre-et-Meuse*. Ministère de la Région wallonne, Jobé P., Richez C., Chapelle P., Biron J-P., Monjoie A.
- LGIH BEPN/891-892-901, 1990, *Carrière de Morialmé – Projet de décharge – Etude géologique et hydrogéologique*, Lejeune V., Monjoie A.
- LGIH BERT/991, 1991, *Carrières Berthe à Florennes – Expertise judiciaire – Prospection géophysique*, Wislez D., Polo-Chiapolini Cl., Monjoie A.
- SWDE RT n°69, 1997, *Réalisation de cinq piézomètres (PZ1 à PZ4 et PZ6) à Florennes dans le cadre de l'étude des zones de prévention des prises d'eau : Morialmé P1 et P2* – Service Protection des Ressources et Captage, Castellani M.
- SWDE, 1999, *Synthèse de l'étude géologique et hydrogéologique-Prise d'eau de Florennes (Morialmé)*, Service de protection des ressources et Captage.
- 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*, Ministère de la Région Wallonne, Direction Générale des Ressources Naturelles et de l'Environnement, Convention RW-ULg-Hydrogéologie

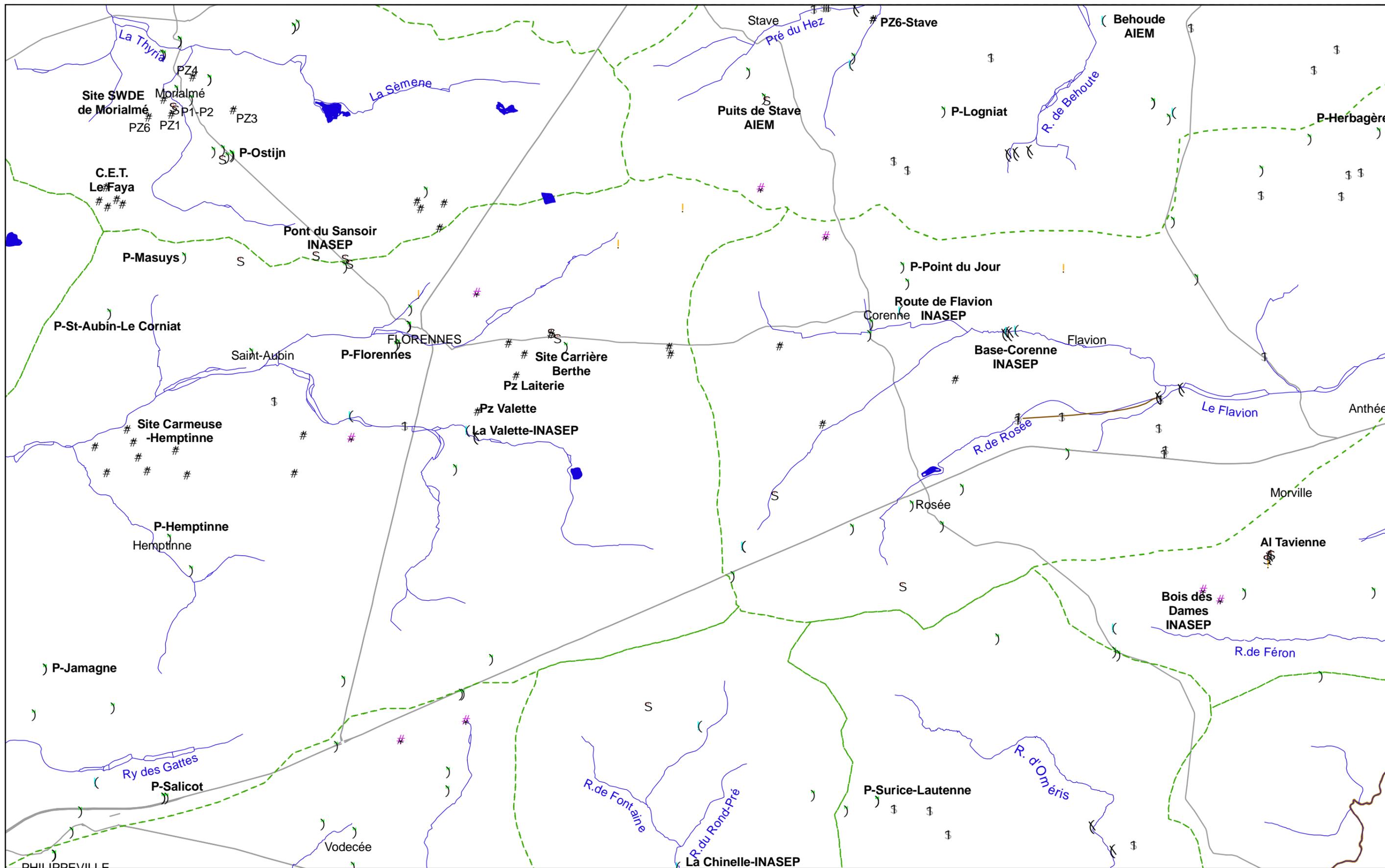
# ANNEXE 1

## Liste des abréviations

- **A.I.E.M.** : Association Intercommunale des Eaux de la Mignée  
Rue de l'Estroit, 39 à 5640 METTET
- **D.G.R.N.E.** Ministère de la Région Wallonne  
Direction Générale des Ressources Naturelles et de l'Environnement  
Service des Eaux Souterraines  
Avenue Prince de Liège, 15 à 5100 JAMBES
- **F.P.Ms.** : Faculté Polytechnique de Mons – Cellule d'Hydrogéologie  
Rue de Houdain, 9 à 7000 Mons  
<http://www.fpms.be/>
- **F.U.N.D.P.**: Faculté Universitaire Notre-Dame de la Paix de Namur  
Département de Géologie  
Rue de Bruxelles à 5000 Namur  
<http://www.fundp.ac.be/>
- **I.N.A.S.E.P.** : Intercommunale Namuroise de Services Publics  
Rue de l'Hôpital, 6 à 5600 PHILIPPEVILLE  
<http://www.inasep.be/>
- **I.R.M.**: Institut Royal Météorologique, Section Climatologie.  
Avenue Circulaire, 3 à 1180 Bruxelles  
<http://www.meteo.be>
- **I.S.Se.P**: Institut Scientifique de Service Public  
Rue du Chéra, 200 à 4000 LIEGE  
<http://www.issep.be>
- **S.W.D.E.** : Société Wallonne des Eaux  
Rue de la Concorde, 41 à 4800 VERVIERS  
<http://www.swde.be/>

## **ANNEXE 2**

### **Carte de localisation**



**POINTS HYDROGEOLOGIQUES**

- # Piézomètre
- S Puits pour la distribution publique d'eau potable
- ) Autre puits

**PHENOMENES KARSTIQUES PONCTUELS**

- ! Puits sur galerie par gravité
- \* Drain
- ( Source (exploitée ou non)

**PHENOMENES KARSTIQUES PONCTUELS**

- ⌋ Perte
- ⌋ Résurgence

**HYDROGRAPHIE ET INFRASTRUCTURE**

- Réseau hydrographique
- Principaux lacs
- Berges des rivières à large lit

**BASSINS HYDROGRAPHIQUES**

- Bassins hydrographiques
- Route principale d'importance majeure



## ANNEXE 3

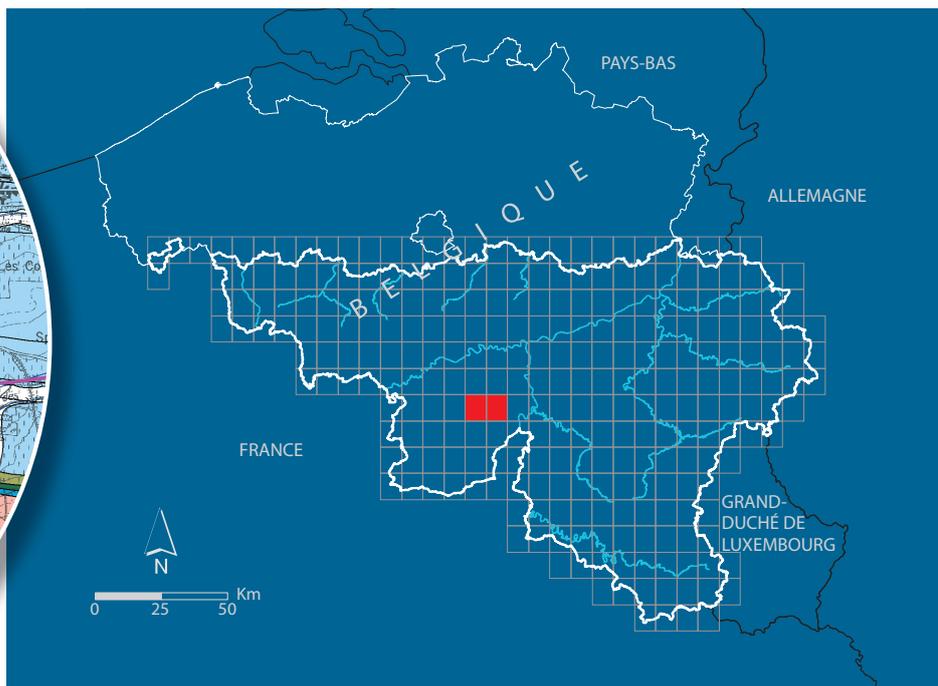
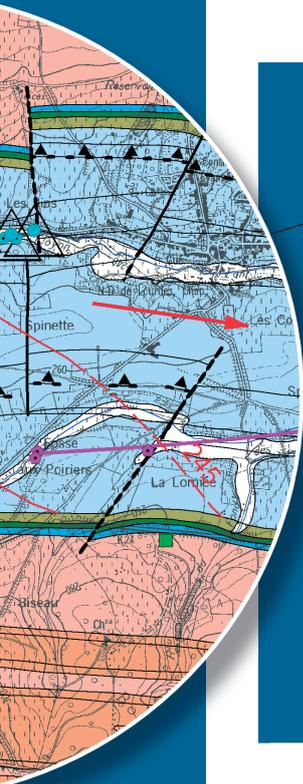
### Coordonnées géographiques des ouvrages cités dans la notice

Nom	Code RW	X(m)	Y(m)	Z(m)	Type	Prof.(m)
P1-Morialmé	5351001	163961	106980	241.54	Puits foré	42
P2-Morialmé	5351004	163988	106949		Puits foré	42
PZ1-Morialmé		163939	106887.6	244.45	Piézomètre	48
PZ2-Morialmé		163853.7	107059.7	240.48	Piézomètre	50
PZ3-Morialmé		164653.2	106937.4	263.94	Piézomètre	60.32
PZ4-Morialmé		164186.9	107318.2	245.35	Piézomètre	50
PZ6-Morialmé		163676.5	106857.3	251.81	Piézomètre	53.45
PZ6 Stave		172048.2	107984	241.65	Piézomètre	30
Pont du Sansoir-1	5352002	165949.2	105225.6	280.66	Puits foré	
Pont du Sansoir-2		165610	105260	280	Puits foré	
Route de Flavion	5364002	172370	104625	263	Source	
Puits de Stave	5361004	170820	107055	283	Puits foré	97
La Chinelle	5359001	169800	98200	270	Source	
La Valette	5356007	167367	103247	256	Source	
PZ-Valette		167475.8	103452.7	268.74	Puits foré	36
Base-Corenne-C1	5365002	173605	104385		Source	
Base-Corenne-C2	5365001	173710	104405		Source	
Behoute	5362004	174720	107985		Source	
Bois des dames 1	5369004	175860	101415	270	Drain	
Bois des dames 2	5369001	176060	101300	285	Drain	
CM P1-CARMEUSE		163987.5	103005.2	256.79	Piézomètre	64.13
CM P2-CARMEUSE		163430.6	103246.8	237.32	Piézomètre	
CM P3-CARMEUSE		163558.1	102923.5	249.92	Piézomètre	
CM P4-CARMEUSE		163658.2	102767	249.57	Piézomètre	
CM Pz1-CARMEUSE		163056.2	103043.4	234.73	Piézomètre	36
CM Pz2bis-CARMEUSE		163500.7	103099.1	245.73	Piézomètre	91.12
CM Pz2-CARMEUSE		164118	102718.4	260.49	Piézomètre	64.5
CM Pz3-CARMEUSE		163191.2	102748.3	242.95	Piézomètre	81
CM Pz4-CARMEUSE		165464	103180.1	252.69	Piézomètre	111
CM Pz5-CARMEUSE		165359.7	102736.7	267.44	Piézomètre	55.2
CM Pz6-CARMEUSE		171462	103306.9	267.27	Piézomètre	32
Berthe-2 (CB Exhaure)	5356006	168514	104205	226	Exhaure (carrière)	
PZ2-Berthe (CB PZ2)		167837	104241	264.81	Piézomètre	
PZ3-Berthe (CB PZ3)		168017	104112	269.36	Piézomètre	
PZ4-Berthe (CB PZ4)		169691.5	104197.5	278.07	Piézomètre	

PZ5-Berthe (CB PZ5)		170968	104207	269.71	Piézomètre	
PZ6-Berthe (CB PZ6)		169709	104111.9	282.6	Piézomètre	
PzSWDE-Berthe	5356008	168328	104346	263.49	Piézomètre	88
PZ-Laiterie		167924	103863	282	Piézomètre	56
Logniat	5362003	172877.6	106934	292.06	Puits foré	27
OSTIJN	5351007	164600	106400	262	Puits	9.35
Point du Jour - P Michaux	5361006	172402	105135	272.5	Puits foré	21
St-Aubin-Le Corniat	5355009	163236	104593	269	Puits traditionnel	5.96
St-Aubin-Masuys	5355069	164102	105244	272.5	Puits traditionnel	8.41
Morialmé-SC1	5351008	163105.2	105913.6	265.4	Piézomètre	25.21
Morialmé-SC2		163198.1	105807.8	267.97	Piézomètre	30.05
Morialmé-SC3		163371.5	105856.6	264.99	Piézomètre	30.2
Morialmé-SC4		163293.7	105896.2	267.74	Piézomètre	40.5
Morialmé-SC5		163170.8	106098.8	261.29	Piézomètre	30.4
Herbagère	5363002	177905.3	106689.6	272.155	Puits foré	30
Salicot		163862	98999	290	Puits traditionnel	7.33
Al Tavienne	5366001	176637	101701		Galerie	
FLORENNES		166575	104245	265	Puits foré	
HEMPTINNE	5354001	163931	101994	255	Puits traditionnel	12.38
JAMAGNE	5357061	162493	100492	266	Puits traditionnel	7.41
SURICE-Lautègne	5367003	172109	98958	255	Puits foré	148







Dépôt légal : D/2008/12.796/4 – ISBN : 978-2-8056-0061-6

Editeur responsable : Claude DELBEUCK, D GARNE,

15, Avenue Prince de Liège – 5100 Jambes (Namur) Belgique