



Etat qualitatif, état quantitatif et vulnérabilité des eaux souterraines sur le bassin versant de la Sambre

**Proposition d'état des lieux
SAGE de la Sambre**

Version Finale

SOMMAIRE

| | |
|--|----|
| INTRODUCTION | 3 |
| I- PRESENTATION GENERALE DE LA GEOLOGIE ET DE L'HYDROGEOLOGIE DU BASSIN VERSANT | 5 |
| A) La géologie du bassin versant de la Sambre | 5 |
| B) La structure hydrogéologique du bassin versant | 8 |
| C) La vulnérabilité de la ressource en eau potable | 10 |
| II- BILAN QUANTITATIF DE LA RESSOURCE EN EAU..... | 21 |
| A) L'alimentation des aquifères | 21 |
| B) Les prélèvements | 27 |
| C) Le bilan quantitatif de la ressource | 30 |
| III- BILAN QUALITATIF DE LA RESSOURCE EN EAU | 40 |
| A) Le réseau de mesure de la qualité des eaux souterraines | 40 |
| B) Les nitrates | 41 |
| C) Les produits phytosanitaires | 43 |
| D) Les autres paramètres | 45 |
| CONCLUSION | 47 |
| ANNEXES :..... | 50 |

Préambule

Cette fiche thématique de l'état des lieux du SAGE de la Sambre a pu être réalisée grâce :

- au partenariat technique (lecture et correction) de :

- o l'Agence de l'Eau Artois-Picardie
- o La Direction Régionale de l'Environnement (DIREN) du Nord-Pas-de-Calais
- o La Mission Inter Services de l'Eau du Nord
- o La Fédération Nord Nature
- o le SIDEN France
- o Le BRGM
- o Le Conseil Scientifique de l'Environnement du Nord Pas de Calais

- au concours financier de

- o l'Union Européenne-FEDER
- o l'Agence de l'Eau Artois-Picardie
- o le Conseil Régional Nord-Pas-de-Calais
- o le Conseil Général du Nord

Cette fiche thématique d'état des lieux du SAGE de la Sambre constitue une photographie de la situation du bassin versant à un instant donné. Elle devra donc être réactualisée périodiquement pour tenir compte de l'évolution de cette situation, notamment sous l'influence de la réglementation. Les données les plus récentes ayant permis sa réalisation datent des années 2004 à 2006. Ainsi, cette fiche peut être considérée comme représentative de la situation du bassin versant de la Sambre en 2004.

Introduction

Les prélèvements en eau souterraine représentent environ 95 % de l'eau totale prélevée dans l'Avesnois¹ (cf. état des lieux sur les prélèvements réalisé dans le cadre du SAGE Sambre). Elle est majoritairement à destination de l'alimentation en eau potable, mais elle est aussi prélevée par les activités industrielles.

Ainsi de sa quantité dépend la sécurisation de l'alimentation en eau potable de la population du bassin versant et au-delà.

De sa qualité dépend la qualité de l'eau distribuée aux consommateurs et le maintien de certaines activités industrielles notamment agroalimentaires.

De plus, la Directive Cadre Européenne sur l'Eau (DCE) impose l'atteinte du bon état écologique des eaux et des milieux aquatiques pour 2015.

Ainsi afin d'assurer l'ensemble de ces objectifs, il paraît indispensable de réaliser un état des lieux de la ressource en eau souterraine tant au niveau quantitatif que qualitatif.

A cette fin, nous nous appuyons essentiellement sur 2 études qui ont tenté de synthétiser l'ensemble des données sur le sujet : « Optimisation de la gestion quantitative et qualitative des aquifères de l'Avesnois : exemple du synclinal de Bachant » et « Optimisation de la gestion quantitative et qualitative des aquifères de l'Avesnois : exemple des synclinaux de Dourlers, Marbaix et Etroeungt » réalisées, pour le compte du PNR de l'Avesnois, respectivement par J. BEGUIER (2004) et S. GAULT (2006) de Polytech'Lille.

Un rappel de la géologie et de l'hydrogéologie sur le bassin versant de la Sambre nous permettra dans un premier temps d'aborder la vulnérabilité naturelle des nappes phréatiques.

Puis, nous tenterons de réaliser un bilan quantitatif des aquifères (bilan annuel, estimation de la réserve, niveau piézométrique...) ainsi qu'un bilan qualitatif notamment pour les nitrates et les phytosanitaires à partir des données disponibles.

¹ Si l'on ne tient pas compte des exhaures (mélanges d'eaux souterraines et d'eaux superficielles) par pompages en fond de fosse pour les carrières

I- Présentation générale de la géologie et de l'hydrogéologie du bassin versant

Après avoir étudié succinctement la géologie du bassin versant de la Sambre, nous en déduisons ses conséquences sur la localisation des réserves d'eaux souterraines et sur leur vulnérabilité.

A) La géologie du bassin versant de la Sambre

Le bassin versant de la Sambre est dans une situation de contact entre deux régions fortes différentes : à l'ouest, les plateaux à dépôts sableux et crayeux du Cambrésis et à l'est le socle primaire Ardennais, plus particulièrement, à la terminaison ouest du synclinorium de Dinant.

Le sous-sol, formé de terrains primaires, est constitué principalement de schistes et de bandes calcaires.

| Age | Période | Epoque | Etage | Nature | |
|-------------|----------------------------|-----------|----------------------|--|-----------------------------|
| Quaternaire | | | Quaternaire récent | Alluvions et Limons des Plateaux | |
| Tertiaire | Eocène | Inférieur | Yprésien | Sable | |
| | Paléocène | Supérieur | Landénien | Sable et grès | |
| Secondaire | Crétacé | Supérieur | Turonien | Marnes et Craie | |
| | | | Cénomaniens | Marnes et Craie | |
| Primaire | Carbonifère | Silésien | Stéphanien | | |
| | | | Westphalien | | |
| | | | Namurien | | |
| | | Dinantien | Viséen | Calcaires | |
| | | | Tournaisien | Calcaires et schistes | |
| | | | Strunien | Calcaires et schistes | |
| | Dévonien | Supérieur | Famennien | Schistes et psammites | |
| | | | Frasnien | Schistes et calcaires | |
| | | | Givetien | Calcaires | |
| | | Moyen | Couvinien (Eifelien) | Supérieur : Schistes et calcaires Inférieur : Schistes calcarifères | |
| | | | Inférieur | Emsien | Grès calcaireux et argileux |
| | | | | Siegénien | Grauwacke et grès |
| Gedinnien | Schistes et grès grossiers | | | | |

Tableau n°1 : Echelle stratigraphique

Les terrains primaires prédominent sur le bassin versant, formant ainsi les derniers affleurements de la terminaison occidentale des Ardennes (*cf. carte n°1 : « Formations géologiques », tableau n°1 : Echelle géologique*).

Ces terrains, en terme de paléogéographie¹, correspondent aux dépôts des transgressions marines dévoniennes puis carbonifères. Dès le Couvinien (Eifelien), la sédimentation est plus calcaireuse et les dépôts argileux et calcaires vont se succéder jusqu'à la fin du Dinantien.

Le bassin de sédimentation ainsi formé au Primaire fut ultérieurement plissé en petits synclinaux et anticlinaux de direction générale Est-Ouest, puis charriés et faillés par l'orogénèse hercynienne.

¹ L'objet de la paléogéographie est la reconstruction (théorique) de la géographie passée de territoires. (<http://fr.wikipedia.org>)

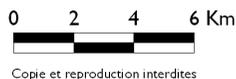
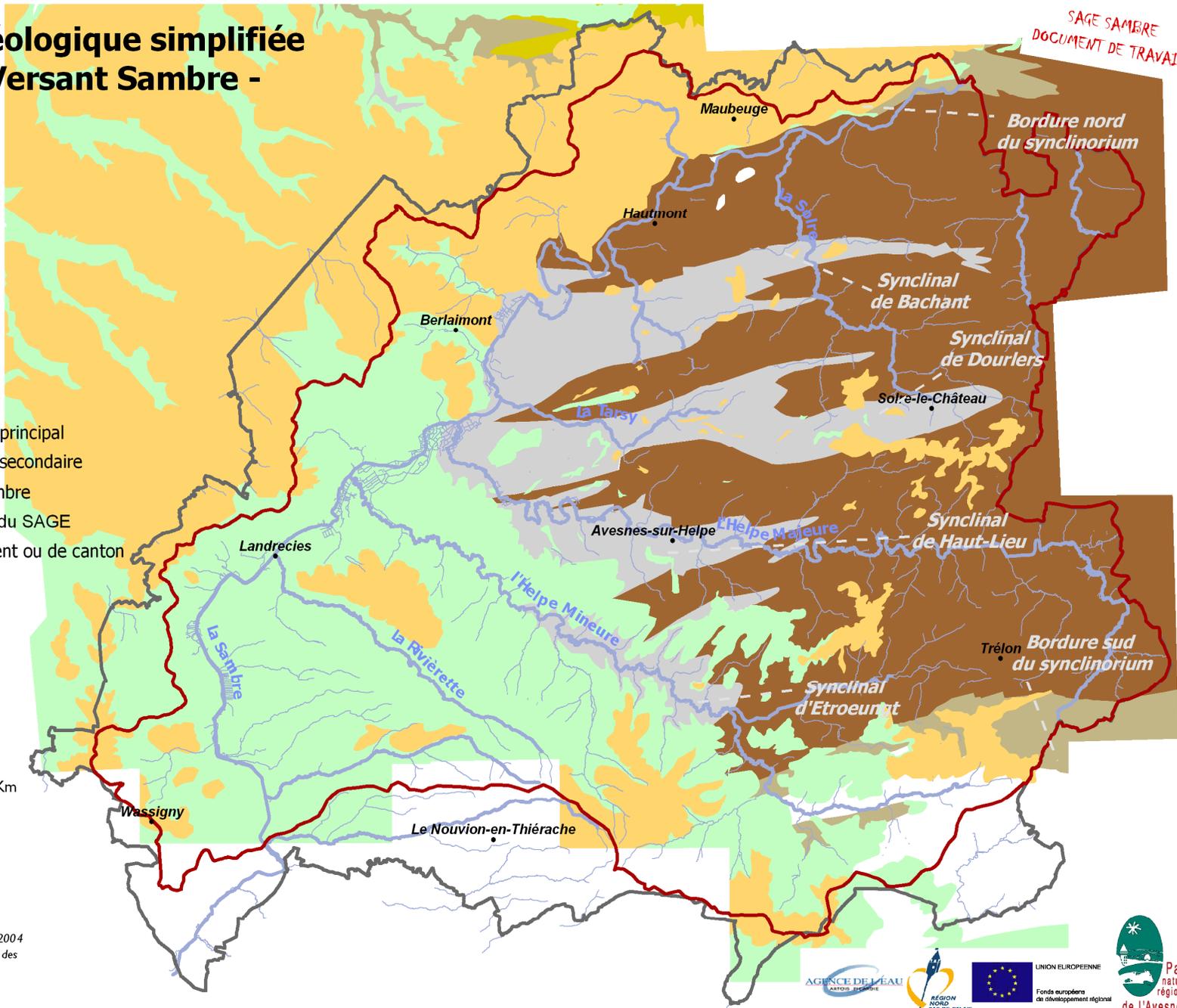
Structure géologique simplifiée - Bassin Versant Sambre -

SAGE SAMBRE
DOCUMENT DE TRAVAIL

Geologie

- Crétacé
- Dévonien inférieur
- Dévonien moyen
- Dévonien supérieur
- Dinantien
- Eocène inférieur

- Réseau hydrographique principal
- Réseau hydrographique secondaire
- Bassin versant de la Sambre
- Périmètre administratif du SAGE
- Chef-lieu d'arrondissement ou de canton



Copie et reproduction interdites

Sources : BD Topo © IGN - Paris - 2000
 Bassin versant © AEAP - 2003
 Captages © AEAP / DDASS Nord / DDASS Aisne - 2004
 Géologie © BURGEAP "Etude de synthèse sur l'eau des sites carriers de l'Avesnois" - 2002 / SMPNRA

Réalisation : ENR/SMPNRA, Avril 2007, 1/220 000



UNION EUROPEENNE
Fonds européens de développement régional



Dans cet ensemble plissé (synclinorium), restent, après pénéplanation, 2 bandes de calcaires dévoniens (rebords monoclinaux nord et sud) et 4 cuvettes synclinales carbonifères¹, assez indépendantes les unes des autres :

- bande monoclinale du rebord nord de Bavay à Rousies (calcaires dévoniens du Givétien et du Frasnien)
- bande synclinal de Bachant-Ferrière (Calcaires carbonifères du Dinantien)
- bande synclinale de Taisnières-Solre le Château (calcaires carbonifères du Dinantien)
- bande synclinale de Marbaix-Haut-lieu-Avesnes (Calcaires carbonifères du Dinantien)
- bande synclinale d(Etroeungt (calcaires carbonifères du Dinantien inférieur)
- bande monoclinale du rebord sud de Féron à Wallers (calcaires dévoniens du Givétien et du Frasnien)

Limite Ouest du synclinorium de Dinant

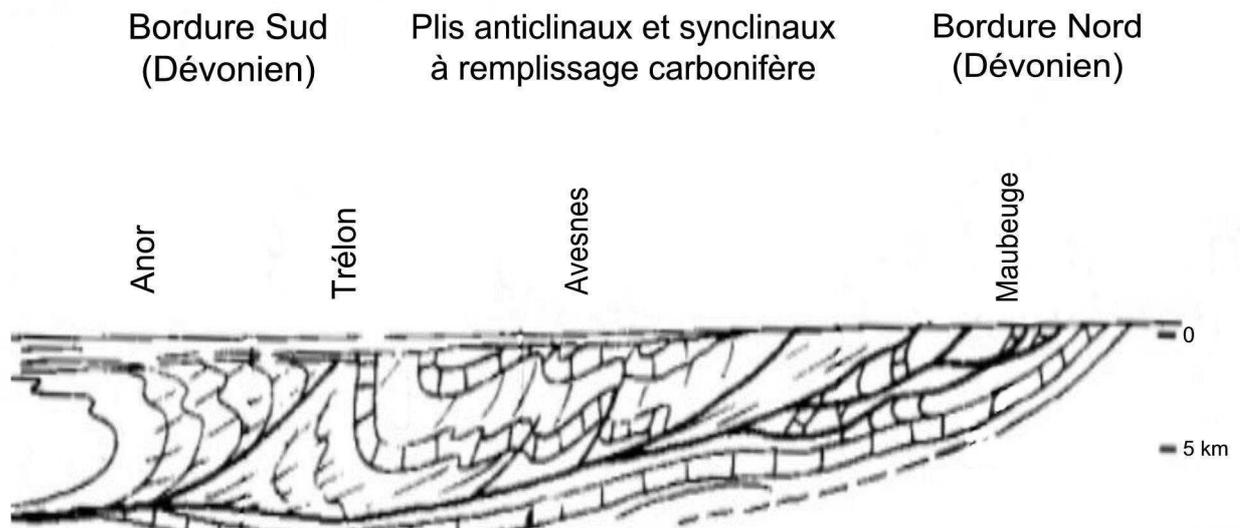


Figure 1 : Schématisation des structures synclinales et anticlinales (Source : M. DANLOUX, Fédération Nord Nature)

Les anticlinaux composés de schistes famenniens, isolent chaque bande synclinale. Des failles (Avesnes, Saint Hilaire) recoupent les grands plis produisant sur leurs axes des mouvements d'envoyage et de surélévation (Carlier, 1981).

¹ Le mot synclinal et /ou anticlinal fait référence à un épisode de plissement précis. Synclinal se dit d'un pli géologique dont la courbure est tournée vers le bas (opposé à anticlinal).

Une étude (Khatir, 1989) a permis de préciser ces structures et de mettre en évidence, notamment dans la carrière Bocahut de Haut-Lieu, une tectonique beaucoup plus compliquée, ne se limitant pas à de simples failles verticales, mais présentant une succession de « plis » en genoux, cisailés par des failles parallèles, provoquant ainsi des chevauchements et des dédoublements de série.

Après pénéplanation des reliefs et dépôts de sédiments continentaux (argiles et sables du Wealdien le plus souvent enfouis dans les karsts), les transgressions créacées puis tertiaires vont déposer leurs sédiments en discordance sur le primaire. Les assises du crétacé supérieur, du paléocène et de l'éocène inférieur, se retrouvent en couches sub-horizontales discordantes sur le primaire plissé et érodé.

Après une régression marquée à la fin du Crétacé, le pays a connu au Tertiaire plusieurs épisodes transgressifs au cours du paléocène (tuffeau landénien) et de l'éocène (sables cuisien, grès et calcaires lutétiens). Bien représentés à l'ouest de la Sambre, les terrains landéniens et cuisien ne subsistent que par placages sur le plateau supérieur à l'est, et sous forme de buttes témoins sur le primaire (Butte de Montfaux à Glageon, massif de Trélon-Ohain, Champ d'Offies à Dimont). On observe des traces du Lutétien dans les limons quaternaires qui recouvriront plus tard ces formations. Ces limons parfois très épais masquent les assises sous-jacentes.

B) La structure hydrogéologique du bassin versant

Caractère aquifère des formations géologiques

Par définition, un aquifère est un ensemble de roches perméables ayant la propriété d'emmagasiner l'eau souterraine et d'assurer son écoulement vers un exutoire (source, captage...). Il comporte une zone saturée et le plus souvent une zone non saturée.

La nappe est alors l'ensemble des eaux comprises dans la zone saturée d'un aquifère dont toutes les parties sont en liaison hydraulique.

Les formations géologiques décrites précédemment recèlent de par l'alternance de niveaux perméables (limons, sables, calcaires fissurés) et de niveaux imperméables (argiles, marnes, schistes) différents aquifères¹ dont les réserves en eau sont très variables.

Les aquifères présents en Avesnois

La liste suivante présente les formations géologiques aquifères et leurs principales caractéristiques, en sachant que pour l'alimentation en eau potable les 3 formations principales sont le Dinantien (synclinaux calcaires), le Dévonien moyen (2 monoclinaux calcaires du Nord et du Sud) la craie et les alluvions de la Sambre (partie Sud Ouest du bassin) :

- Les aquifères du Dévonien inférieur et supérieur, imperméables en profondeur et altérés en surface. Ces différentes formations sont le siège d'une nappe superficielle continue en relation avec les formations de couverture et alimentée par leur intermédiaire. Ces aquifères de faible capacité, liés aux fluctuations pluviométriques, donnent naissance à des sources qui émergent dans les vallées où se déversent latéralement sur les niveaux moins perméables ; ou encore sur les flancs des synclinaux, ils contribuent à alimenter la nappe du calcaire carbonifère.

¹¹ Un aquifère est une couche de terrain, suffisamment poreuse (qui peut stocker de l'eau) et perméable (où l'eau circule librement) qui alimente des ouvrages de production (puits ou captage).

- Aquifère des monoclinaux calcaires du Dévonien moyen : Le réseau aquifère est de type karstique. Des pertes et des résurgences ont été repérées dans les ruisseaux de Sous-le-Bois à Bousignies sur Roc et de Reugnies à Cousolre. Plusieurs forages et puits captent cette nappe avec plus ou moins de succès : captage du Pont Rouge à Maubeuge (82 m³/h/m), captage Eau et Force à Jeumont (5m³/h/m).

- L'aquifère du Dinantien : les porosités et perméabilités des calcaires carbonifères ont fortement été réduites par la compaction et l'induration de la roche (Davis & De Wiest, 1967). Ce sont les fractures et la dissolution de ces calcaires qui permettent principalement un emmagasinement puissant et un écoulement important de la nappe¹ voire karstique, karst de nature décimétrique (Munk, 1957 ; Thellier et al., 1961 ; Droz, 1982). Tous les synclinaux définis précédemment appartiennent au Dinantien. Ils sont composés de calcaires et dolomie et recèlent une nappe. Les débits fournis peuvent aller de 70 m³/h dans le Strunien, à Dompierre-sur-Helpe, jusqu'à 250 m³/h dans le Viséen, à Bachant.

- L'aquifère du Turonien : le Turonien, transgressif sur le socle primaire, contient dans ses parties moyenne et supérieure des bancs crayeux séparés par des bandes de marnes. La nappe est localisée au niveau de ces bancs crayeux. Cet aquifère est celui de la craie. Il est très présent au sud-ouest. Sur le bassin versant, il ne concerne que de petits bassins versant ou leur terminaison (l'épaisseur est donc limitée) le plus souvent en continuité avec les alluvions quaternaires. Il peut fournir jusqu'à 50 m³/h à Landrecies ou à Rejet de Beaulieu.

- L'aquifère des sables tertiaires : les massifs sableux sont souvent localisés au niveau des buttes à la surface du primaire ou sur les marnes. Ils affleurent pourtant à Sars-Poteries et Wallers-Trélon. Ils possèdent des perméabilités très faibles dues à leur taux élevé en matériaux argileux d'où leur utilisation comme substratum de décharge.

- L'aquifère des graves tertiaires : Une étude en cours au BRGM ainsi que des sondages et forages d'essais du SIDEN France ont mis en évidence localement des graves de silex aquifères en rive gauche de la Sambre, notamment au Nord Est de Landrecies. Des échanges avec le calcaire sous-jacent permet de produire de 20 à 60 m³/h.

- L'aquifère des alluvions du Quaternaire : Cette nappe est alimentée essentiellement par la pluie efficace, par la nappe de la craie lorsqu'elle est présente de part et d'autre de la vallée et enfin par les crues de la rivière lorsqu'elle se produit. Les alluvions des cours d'eau secondaires, comme par exemple l'Helpe majeure et l'Helpe mineure, n'ont pas une puissance et une granulométrie permettant de forts prélèvements. Ils peuvent fournir de 5 à 10 m³/h comme à Landrecies (peu de débit car essentiellement sableuse) et très localement de 50 à 80 m³/h, par exemple à Catillon.

- L'aquifère des limons, il est alimenté directement par percolation des eaux pluviales. Cette nappe peut donner naissance à des sources de trop plein ou déversement si elle s'écoule sur des toits imperméables. Lorsque les limons reposent sur des formations schisteuses ou calcaires, le transit des eaux de pluie vers les niveaux aquifères inférieurs se fait par leur intermédiaire. Ils assurent la continuité des écoulements souterrains vers les nappes du calcaire carbonifère ou alimentent la frange altérée des schistes famenniens par ailleurs imperméables en profondeur.

¹ Par nappe, on entend la partie saturée du sol, c'est à dire celle où les interstices entre les grains solides ou fissures de la roche sont entièrement remplis d'eau, ce qui permet à celle-ci de s'écouler.

Structure hydrogéologique des synclinaux

Certains rapports ont déjà souligné la complexité structurale du synclinorium de Bachant qui peut se décomposer en plusieurs petits synclinaux à l'intérieur de la grande entité structurale. En effet, les travaux de Khatir (1989, 1990) ont démontré que la structure fine de l'Avesnois est bien plus complexe qu'un synclinorium¹, en évoquant une notion de « compartiments structuraux », au sein desquels les caractéristiques de la nappe et de son écoulement sont ponctuellement identiques.

Ainsi sur le périmètre d'étude, sur 4 synclinaux (Bachant, Dourlers, Marbaix et Etroeungt), on dénombre sept « aquifères » (cf. carte n°2 : « *Aquifères des synclinaux du bassin versant* ») :

- Le synclinal de Bachant est segmenté en deux sous-bassins bien distincts, par une ligne de partage des eaux souterraines située au niveau de la RN2.
 - l'un correspond à la zone de Ferrière la Petite qui était, à l'origine, drainée par la Solre.
 - l'autre correspond aux zones de Limont-fontaine et de Bachant qui, à l'état naturel, était drainée par le ruisseau des Cligneux d'une part et par la vallée de la Sambre d'autre part.

Elle correspond, à peu de choses près, à la ligne de partage des bassins versants de la Solre et des Cligneux. Ceci signifie que « l'écoulement de la nappe s'effectue suivant deux sens (Talbot & Leplat, 1978), d'une part vers la Solre et le Quiévelon ainsi que vers le champ captant de Ferrière-la-Grande, d'autre part vers la Sambre et, accessoirement vers la zone captive ouest (Philippart, 1974). »

L'étude d'une coupe dans la carrière VANBROUTTE (colonne stratigraphique du viséen moyen et supérieur) sur la commune de St Rémy du Nord permet à CARLIER de proposer : « il semble donc que les niveaux supérieurs soient susceptibles d'être les plus aquifères. [...] Des observations de traces de karstification permettent de penser que les cinquante premiers mètres de la série sont plus propices à la circulation des eaux souterraines. »

- Sur le synclinal de Dourlers, existe une ligne de partage des eaux souterraines, située approximativement au niveau de la RN 2, qui permet de segmenter l'aquifère carbonifère en deux aquifères distincts. L'un correspond à la zone aquifère de Sars Poteries et l'autre à la zone aquifère de Dourlers.

- Sur les synclinaux de Marbaix et de Etroeungt, les anticlinaux, composés de schistes famenniens, individualisent les aquifères, l'un correspond à la zone aquifère de Marbaix, l'autre à la zone aquifère de Haut Lieu et le dernier à la zone aquifère de Etroeungt.

C) La vulnérabilité de la ressource en eau potable

1. DES AQUIFERES VULNERABLES AUX POLLUTIONS

La vulnérabilité est, par définition, la facilité à être atteint par la pollution. Le caractère karstique de l'aquifère induit des temps de transferts courts et donc une réponse très rapide aux pollutions.

¹ Un synclinorium est constitué d'un ensemble de synclinaux.

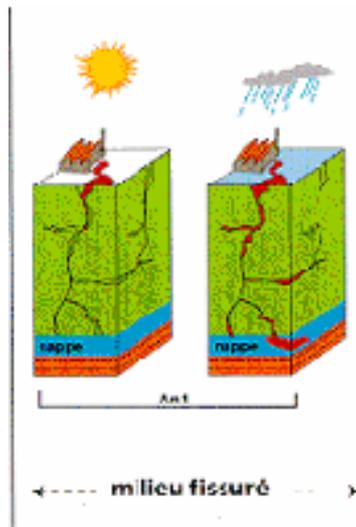


Figure 2 : Transfert d'une pollution dans un milieu fissuré

Cette sensibilité particulière aux pollutions est à mettre en relation directe avec la structure fortement hétérogène des aquifères karstiques, avec une alimentation de surface diffuse ou ponctuelle donc concentrée et des perméabilités très élevées dans des conduits souterrains (transmissifs) et des perméabilités plus faibles dans des blocs peu perméables (capacitifs). Les processus de filtration ou d'autoépuration des polluants n'ont pas le temps de se développer au sein de l'aquifère notamment à cause du temps de séjour de l'eau trop court.

Ainsi, plus la fracturation est importante, plus la vulnérabilité l'est. Or, comme nous avons pu le voir au chapitre précédent, cette fracturation est la raison du stockage d'eau dans des calcaires initialement compacts.

Il y a donc un inconvénient très important : les zones aquifères, fracturées, sont les plus sensibles à la pollution.

La fracturation du calcaire carbonifère n'est cependant pas suffisante pour conclure sur la vulnérabilité de l'aquifère. Ce phénomène est fortement dépendant de la nature du recouvrement de l'aquifère.

En effet, les formations pédologiques peuvent former une couverture protectrice au-dessus des roches aquifères. Il est donc important d'évaluer le pouvoir protecteur de ces horizons vis à vis de polluants potentiels. Les paramètres importants en terme de protection sont l'épaisseur et la texture qui vont conditionner l'infiltration plus ou moins rapide des polluants et les échanges susceptibles de se produire dans les horizons de sol. Ces paramètres sont d'autant plus importants sur le périmètre d'étude que les sols en milieu karstique sont très hétérogènes dans l'espace.

2. CARTE DE VULNERABILITE SIMPLIFIEE DRESSEE PAR LE BRGM

La carte de vulnérabilité simplifiée dressée par le BRGM a été obtenue en appliquant une méthodologie qui consiste à croiser l'indice de développement et de persistance des réseaux (IDPR) avec l'épaisseur de la zone non saturée (ZNS) (*cf. carte n°3 : « Vulnérabilité simplifiée des calcaires de l'Avesnois » et carte n°4 : « Vulnérabilité simplifiée de la bordure du Hainaut »*)

Méthode :

L'IDPR s'appuie sur la densité de drainage présent sur une zone d'étude comme un indicateur révélateur des caractéristiques de ruissellement et d'infiltration des formations géologiques. Par exemple, un bassin formé de matériaux très perméables aura en général une densité de drainage faible. A l'inverse, un bassin formé de roches imperméables, comme des marnes ou des argiles, présentera une densité de drainage élevée. L'IDPR compare un réseau théorique établi selon l'hypothèse d'un milieu parfaitement homogène au réseau naturel mis en place sous le contrôle d'un contexte géologique hétérogène.

L'épaisseur de la ZNS représente la zone comprise entre la surface du sol et la surface d'une nappe libre.

Analyse :

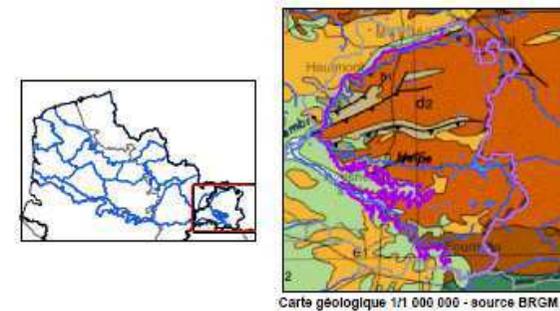
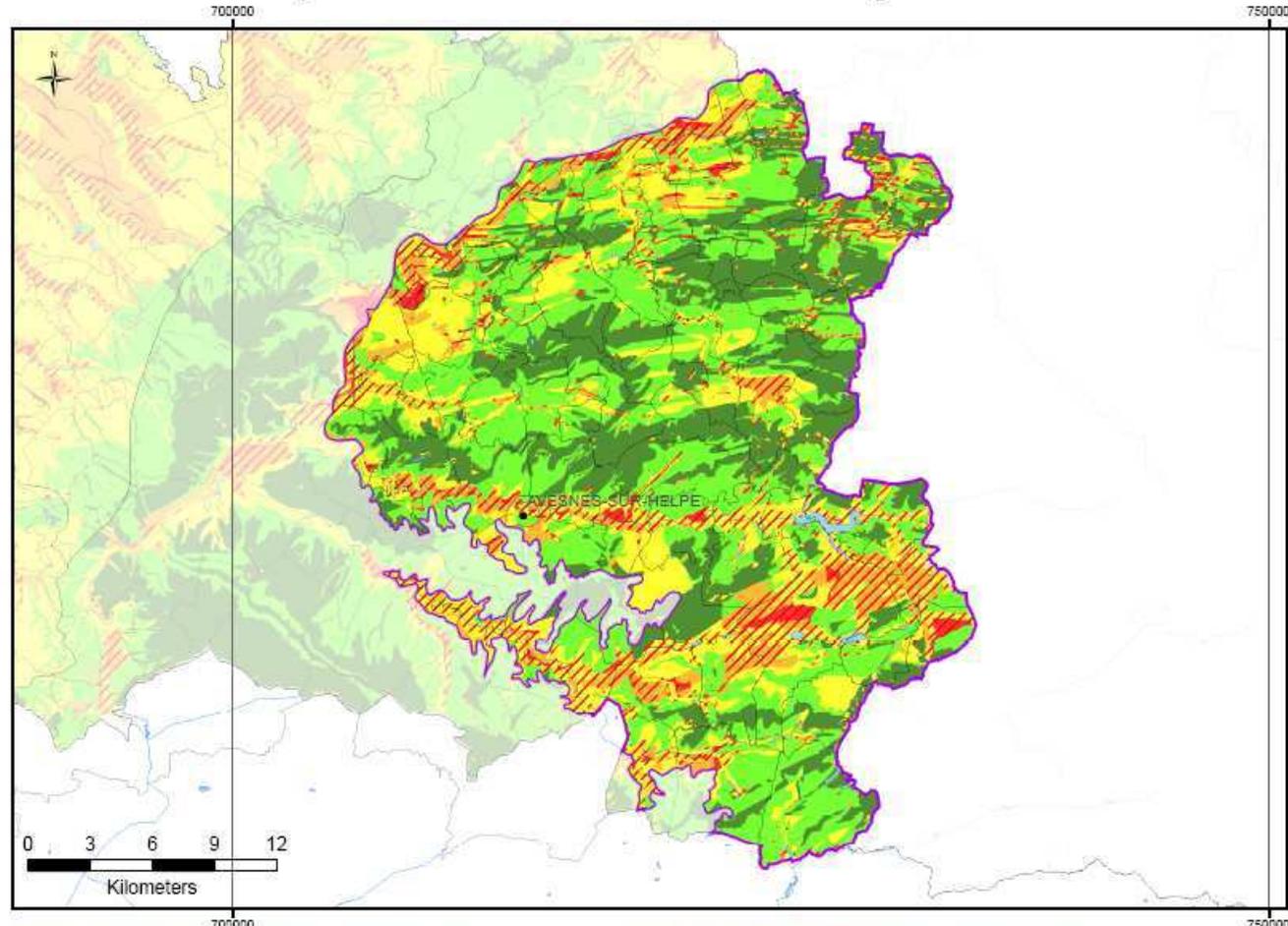
La carte du BRGM a été réalisée à l'échelle de la région du Nord Pas de Calais. De plus, la méthode appliquée est adaptée au système homogène, comme la craie, majoritaire dans la région du Nord Pas de Calais. Par contre elle ne permet pas d'évaluer la sensibilité des eaux souterraines des régions karstiques (pertes de cours d'eau, calcaires à l'affleurement...). Ainsi la méthode ne semble pas la plus adaptée aux synclinaux calcaires.

Vulnérabilité simplifiée des eaux souterraines - Région Nord-Pas-de-Calais



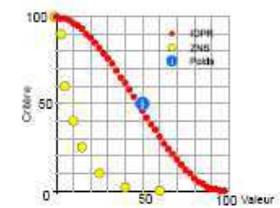
1016 Calcaires de l'Avesnois

| | | |
|--|---|----------------------------|
| Type : DS | Transdistrict : N | Sous couverture : (nc) km² |
| Surface totale : 673 km² | Affleurante : 673 km² | Libre : N |
| Libre et captif, majoritairement libre : Y | Libre et captif, majoritairement captif : N | Captif : N |
| Karstique : Y | Entités disjointes : Y | Intrusion saline : N |



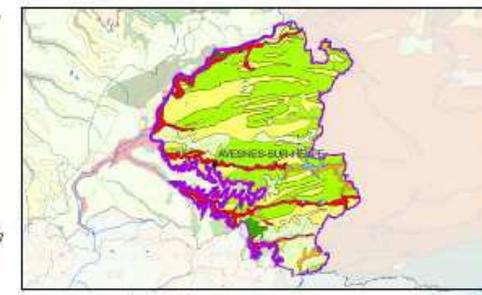
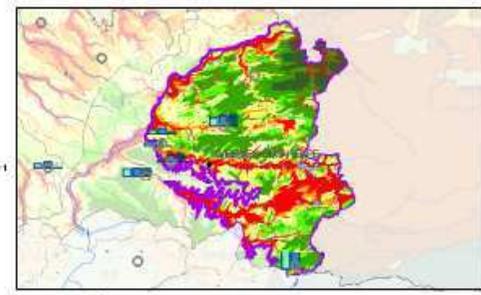
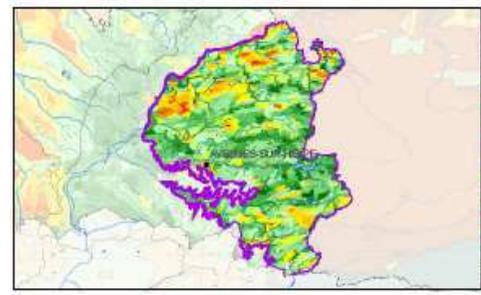
Vulnérabilité par unité fonctionnelle

- très faible
- faible
- moyenne
- forte
- très forte



Scenario rapport BRGM/RP-S4238-FR
50 % critère IDPR - 50 % critère ZNS

/// Epaisseur ZNS <= 3 m

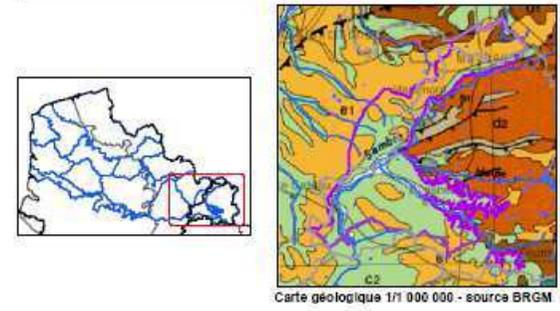
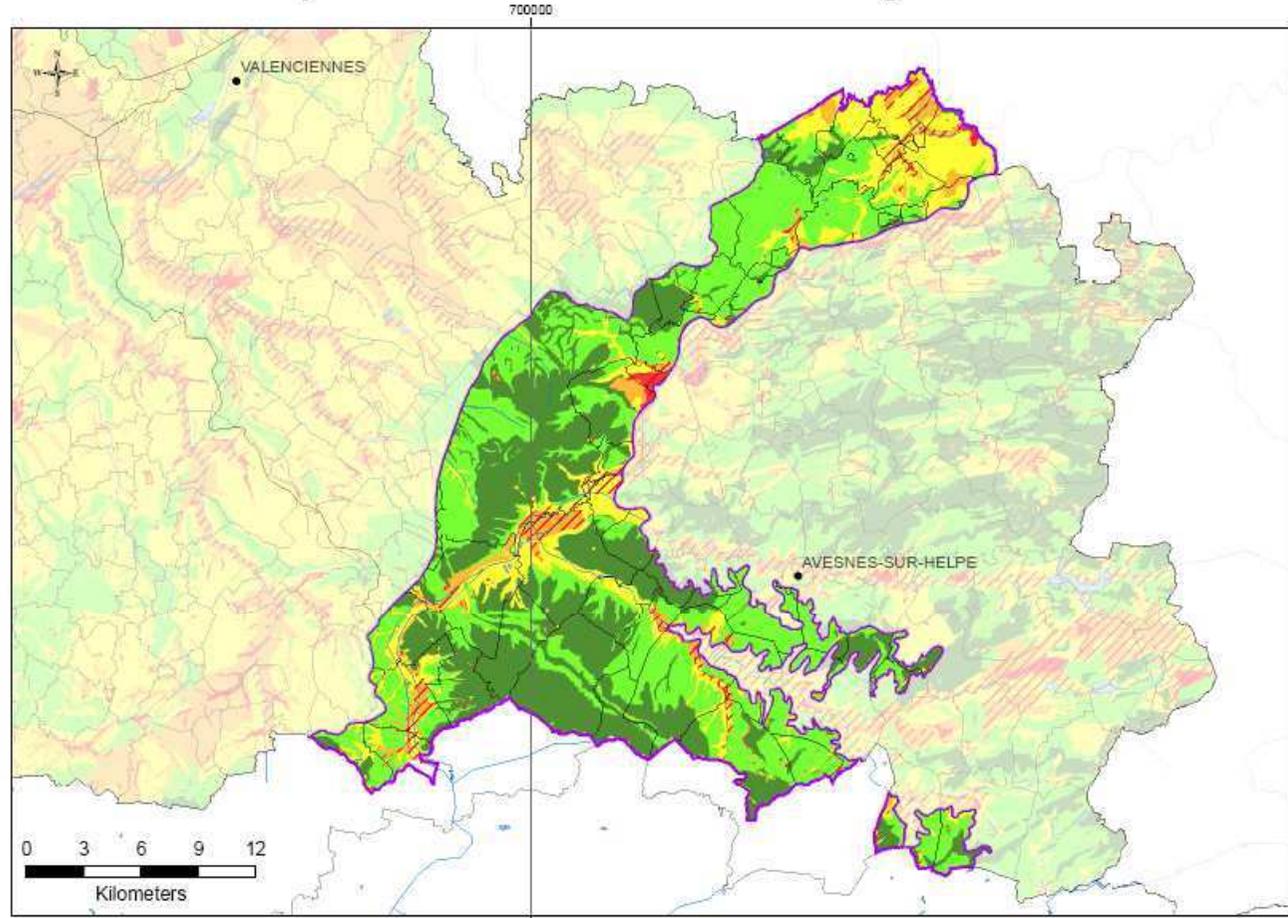


Vulnérabilité simplifiée des eaux souterraines - Région Nord-Pas-de-Calais



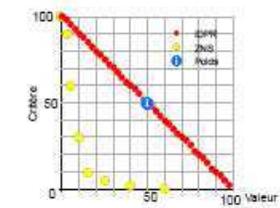
1017
Bordure du Hainaut

| | | |
|--|---|----------------------------|
| Type : IL | Transdistrict : Y | Sous couverture : (nc) km² |
| Surface totale : 885 km² | Afféurante : 885 km² | Libre : N |
| Libre et captif, majoritairement libre : Y | Libre et captif, majoritairement captif : N | Captif : N |
| Karstique : N | Entités disjointes : Y | Intrusion saline : N |

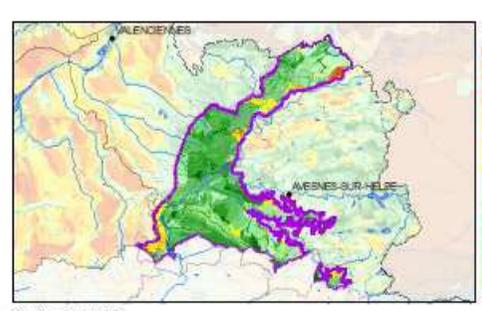


Vulnérabilité par unité fonctionnelle

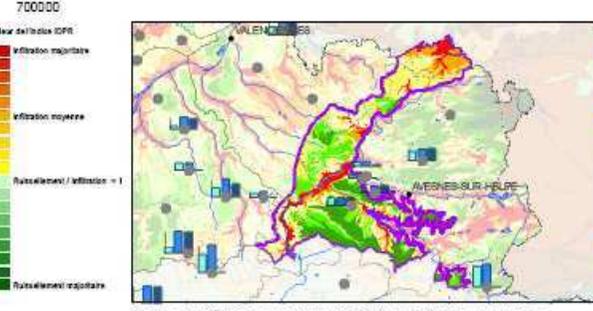
- très faible
- faible
- moyenne
- forte
- très forte



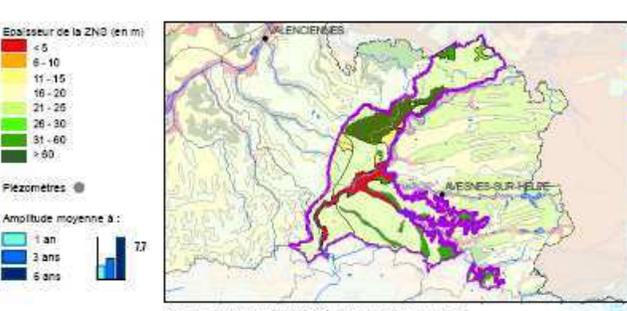
Epaisseur ZNS <= 3 m
Scénario rapport BRGM/RP-54238-FR
50 % critère IDPR - 50 % critère ZNS



Carte de l'IDPR



Carte de l'épaisseur de la ZNS et amplitude moyenne



Carte de vulnérabilité Beckelynock 1985

BRGM - SGR NPC / EAU - Janvier 2006

3. CARTE DE VULNERABILITE DES SYNCLINAUX

Même si la méthode utilisée sur le synclinal de Bachant et les autres synclinaux est proche, les données utilisées, notamment pédologiques, diffèrent.

La vulnérabilité du synclinal de Bachant

L'étude « *Optimisation quantitative et qualitative des aquifères de l'Avesnois : Exemple du synclinal de Bachant* » réalisée par qBEGUIER pour le compte du PNR Avesnois en 2004 permet de dresser une cartographie de la vulnérabilité naturelle du synclinal de Bachant.

Cette vulnérabilité a été dressée à partir des données pédologiques disponibles, soit l'épaisseur et la nature du recouvrement (données DRAF et coupes géologiques du BRGM), la fracturation et l'affleurement de l'aquifère (cf. carte n°5 « *Calcaires affleurants et vulnérabilité pédologique* » & carte n°6 : « *Vulnérabilité intrinsèque des aquifères* »).

La première constatation est la présence des formations aquifères à l'affleurement sur la majeure partie du synclinal. Cela signifie que les couches géologiques qui renferment les nappes productives sont peu ou pas protégées dans ces zones. Il peut même exister, dans le cas extrême, des gouffres de dissolution résultant du déplacement et de la déformation des karsts. Dans les autres zones, les différents sondages nous permettent d'estimer l'épaisseur de la couche de limons de plateaux. Les différents secteurs sont définis grossièrement à partir des quelques valeurs disponibles et des coupes considérées ci-dessus.

Enfin, la nappe est peu profonde : elle est proche de la surface topographique sur les zones d'affleurement et à plus grande profondeur sur le reste de l'aquifère. Ainsi, elle varie, selon les coupes géologiques présentées dans la carte géologique du BRGM, entre 5 et 25 m.

Ainsi, la carte n°6 : « *Vulnérabilité intrinsèque des aquifères* » indique que quasiment l'ensemble du synclinal de Bachant est considéré en vulnérabilité forte ou très forte. Seule une partie du synclinal sur la commune de Leval est classée en vulnérabilité faible.

La vulnérabilité des synclinaux de Dourlers, Marbaix et Etroeungt

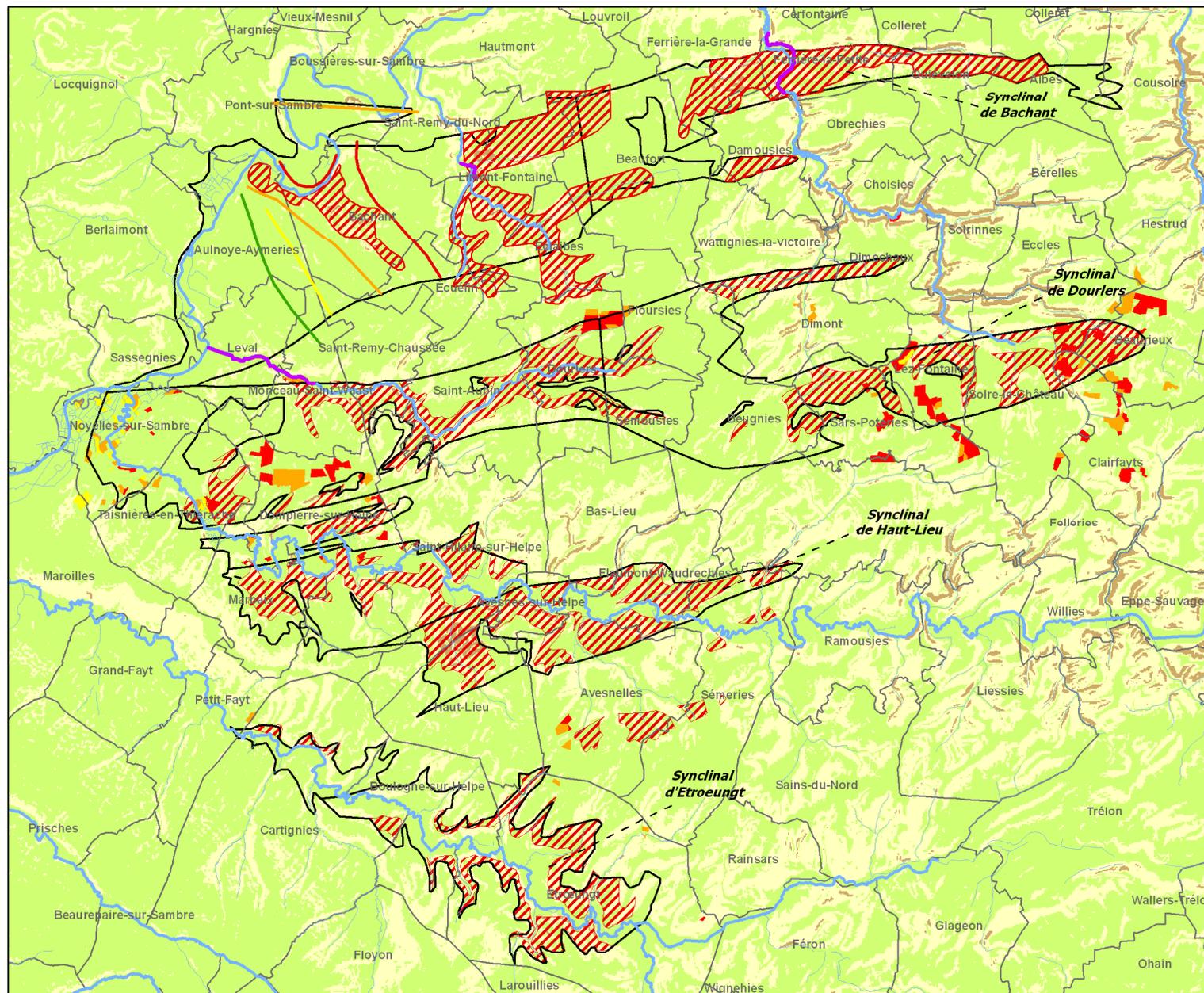
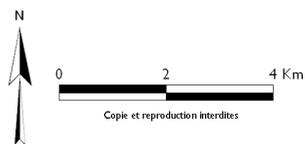
L'étude « *Optimisation quantitative et qualitative des aquifères de l'Avesnois : Exemple des synclinaux de Dourlers, Marbaix et Etroeungt* » réalisée par S. GAULT pour le compte du PNR Avesnois en 2006 permet de dresser une cartographie fine de la vulnérabilité naturelle de ces synclinaux à partir de la méthode RISK (cf. annexe n°1).

Cette méthode adaptée au système karstique a été développée en 2000 par le BRGM. Les critères utilisés sont : la roche (leur nature à partir des données géologiques du BRGM), l'infiltration (la pente à partir du modèle numérique de terrain de la BD topo ; les zones de pertes à partir de la bibliographie ; ici aucun relevé de terrain n'a pu être entrepris), le sol – couverture protectrice (données pédologiques transmises par la DRAF, quasiment inexistantes sur les synclinaux de Marbaix, Haut-lieu et Etroeungt) et la karstification (développement du réseau karstique à partir de la bibliographie) (cf. carte n°5 « *Calcaires affleurants et vulnérabilité pédologique* »).

R : les roches primaires affleurantes et potentiellement fissurées sont représentées par une vulnérabilité très forte. Il conviendrait de compléter cette cartographie par des visites de terrain pour caractériser l'état de fissuration des roches aquifères.

Calcaires affleurants et vulnérabilité pédologique

-  Calcaires affleurants
-  Aquifères
-  zones_pertes
- Réseau hydrographique**
-  principal
-  secondaire
- Vulnérabilité (pédologie):**
-  Faible
-  Moyenne
-  Forte
-  Très Forte
- Pentes**
-  Pente < 5 %
-  Pente: 5 - 15 %
-  Pente : > 15 %
- Epaisseur de limons (en m)**
-  5
-  10
-  15
-  20
-  Limites communales



Sources : BD Topo © IGN - Paris - 2000
 Bassin versant © AEAP - 2003
 Zones de pertes © SMPNRA d'après Caudron - Clément, 1972 et Ricourt, 1975
 Pédologie © SMPNRA / DRAF/ASAD/CG - d'après les inventaires de 1980 à 2004
 Synclinaux © BURGEAP " Etude de synthèse sur l'eau des sites carriers de l'Avesnois " / SMPNRA - 2002
 Aquifères (géologie)/Calcaires affleurants© SMPNRA d'après Cartes, 1/50 000 BRGM - 2003 / ©IGN-Paris - 1994.

Carte de vulnérabilité intrinsèque des aquifères

Vulnérabilité des aquifères des synclinaux de Doullers, Marbaix et Etroeuingt (Méthode A)

- Très forte
- Forte
- Moyenne
- Faible

Vulnérabilité du synclinal de Bachant (Méthode B)

- Très fort
- Fort
- Faible

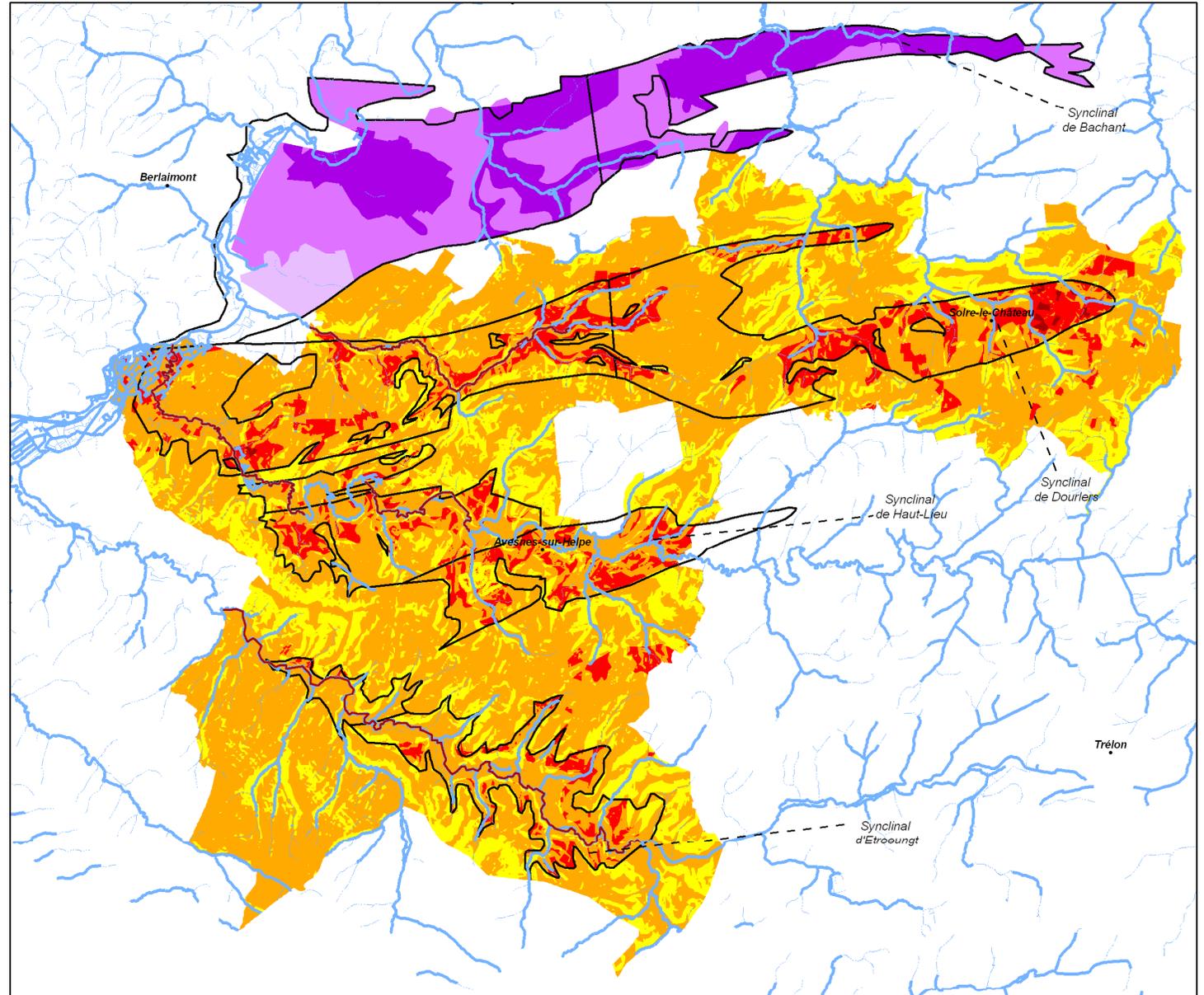
Aquifères

Zones de pertes

Réseau hydrographique

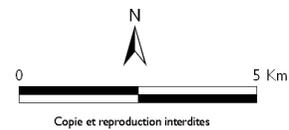
- Permanent
- Intermittent

• Chef-lieu d'arrondissement ou de canton



Sources : BD Topo © IGN - Paris - 2002
Bassin versant © AEAP - 2003
Zones de pertes © SMPNRA d'après Caudron - Clément, 1972 et Ricourt, 1975
Pédologie © SMPNRA /DRAF/ASAD/CG - d'après les inventaires de 1980 à 2004
Aquifères/Calcaires affleurants © SMPNRA, d'après Cartes 1/50 000 BRGM - 2004 / © IGN-Paris - 1994.

Réalisation : ENR/SMPNRA, Février 2007, 1/100 000



S : La vulnérabilité, telle que définie dans l'annexe n°1 « *RISK, une méthode adaptée aux systèmes karstiques* » pour le critère « sol », semble forte dans la terminaison de l'aquifère de Sars Poteries (de Sars Poteries à Beaurieux), faible à moyenne à la confluence avec la Sambre (de Taisnières en Thiérache à Noyelles sur Sambre) et moyenne à forte sur les communes de Dompierre et Dourlers. Cependant la densité de points de mesure ne nous permet pas de définir de couches homogènes. A cette fin, il conviendrait de mettre en œuvre des opérations de sondages pour caractériser le pouvoir protecteur de ces horizons.

K : Vu le peu de données disponibles dans la bibliographie et d'après les critères de cette méthode, l'ensemble des 3 synclinaux ont été classés en vulnérabilité faible. La mise en œuvre d'opérations de traçage permettrait de préciser le cheminement des eaux et les vitesses d'écoulement au sein des aquifères.

La vulnérabilité des aquifères est représentée sur la carte n°6 : « *Vulnérabilité intrinsèque des aquifères* ». Nous allons nous focaliser sur les zones de vulnérabilité très forte et forte :

- Les zones de vulnérabilité très forte sont localisées sur les cours d'eau de la Tarsy, l'Helpe Majeure et l'Helpe mineure au niveau des zones de pertes. Elles sont également présentes sur les communes de Beaurieux, Solre le Château et Taisnières en Thiérache.
- Des zones de vulnérabilité forte sont présentes sur l'ensemble des communes. Néanmoins, les aquifères de Sars Poteries et Dourlers semblent plus touchés que les aquifères de Marbaix, Haut Lieu et Etroeungt.

Les communes les plus touchées, en terme de superficie, sont les communes de Beaurieux, Solre le Château, Lez Fontaine, Sars Poteries, Dourlers, Dompierre, Marbaix, Taisnière en Thiérache, Avesnes, Avesnelles, Saint Hilaire, et Etroeungt.

Il convient de préciser que les données pédologiques sont quasi inexistantes sur les aquifères de Marbaix, Haut Lieu et Etroeungt, la vulnérabilité potentielle induite par ces horizons n'est donc pas représentée sur la carte. Il conviendrait de réaliser des sondages pédologiques dans ces secteurs pour déterminer des couches homogènes.

La situation hydrogéologique du bassin versant est très particulière : la majorité du territoire repose sur un socle primaire constitué de roches imperméables ou peu perméables (schistes, grès...). Les réserves en eau se situent principalement dans les roches primaires fracturées (en bande orientée est-ouest, appelée synclinaux). La craie du secondaire à l'ouest constitue une réserve de faible importance (moins productive) car nous sommes au début des bassins versant des aquifères.

Sur les 4 synclinaux (Bachant, Dourlers, Marbaix et Etroeungt), les ressources en eau se situent au niveau de sept aquifères distincts (réserves d'eau potentielles) : aquifères de Ferrière la petite, Bachant, Dourlers, Sars Poteries, Marbaix, Haut Lieu et Etroeungt.

La karstification des aquifères induit aussi une extrême vulnérabilité, surtout que le recouvrement pédologique protecteur est discontinu. Par exemple, des pertes de cours d'eau permettent une infiltration directe d'eau superficielle jusqu'à l'aquifère.

L'ensemble du synclinal de Bachant est considéré en vulnérabilité forte ou très forte. Seule une partie du synclinal sur la commune de Leval est classée en vulnérabilité faible.

Sur les autres synclinaux, l'application de la méthode RISK du BRGM adaptée aux systèmes karstiques et l'analyse fine à l'échelle des aquifères nous a permis d'identifier des zones de vulnérabilité très forte sur les cours d'eau de la Tarsy, l'Helpe Majeure et l'Helpe mineure au niveau des zones de pertes (également présentes sur les communes de Beurieux, Solre le Château et Taisnières en Thiérache) et des zones de vulnérabilité forte présentes sur l'ensemble des communes. Les aquifères de Sars Poteries et Dourlers semblent plus vulnérables que les aquifères de Marbaix, Haut Lieu et Etroeungt.

Cependant l'analyse y est plus fine et le travail plus précis à l'échelle des cinq aquifères de Dourlers, Sars Poteries, Marbaix, Haut Lieu et Etroeungt.

Il convient de préciser que l'accès à des données pédologiques fiables et complètes manque (absence notamment sur les aquifères de Marbaix, Haut-Lieu et Etroeungt) et que les méthodes utilisées n'ont inclus aucune étude de terrain (notamment pour les zones de perte des cours d'eau). Il semble donc indispensable de préciser cette carte par une étude de terrain poussée pour affiner notre vision sur le pouvoir protecteur des horizons pédologiques.

II- Bilan quantitatif de la ressource en eau

La nappe souterraine est réapprovisionnée par l'eau (pluie, ruissellement, nappe superficielle de bordure, nappe alluviale, perte en rivière) qui s'infiltre jusqu'à la zone saturée. Le rendement équilibré d'un aquifère est principalement contrôlé par la quantité d'eau d'alimentation qu'il reçoit. Si la quantité d'eau prélevée (émergence naturelle combinée au prélèvement pour les activités humaines) excède la réalimentation, les niveaux d'eau de l'aquifère diminueront.

Dans la situation qui nous intéresse, le bilan est effectué sur la quantité d'eau disponible stockée dans l'aquifère qui dépend :

- de l'alimentation de ce réservoir : infiltration de la pluie sur les calcaires affleurants ou sur les calcaires recouverts de limons, apport par ruissellement ou infiltration sur les roches voisines moins perméables, échanges dans les deux sens entre les différentes masses d'eau (souterraines et/ou superficielles).
- des prélèvements effectués

L'analyse de ces paramètres devrait nous permettre d'établir un bilan quantitatif de la ressource en eau et d'estimer l'état de cette réserve.

A) L'alimentation des aquifères

Après une proposition de surface d'alimentation des aquifères, nous nous intéresserons aux 2 paramètres d'alimentation des aquifères : la pluviométrie et les échanges entre masses d'eau (souterraines et/ou superficielles).

1. LES SURFACES D'ALIMENTATION DES AQUIFERES

L'alimentation des aquifères est assurée soit par infiltration directe de la pluie sur les calcaires à l'affleurement, soit par ruissellement sur les terrains imperméables et infiltration de la pluie vers les calcaires à l'affleurement. On peut distinguer :

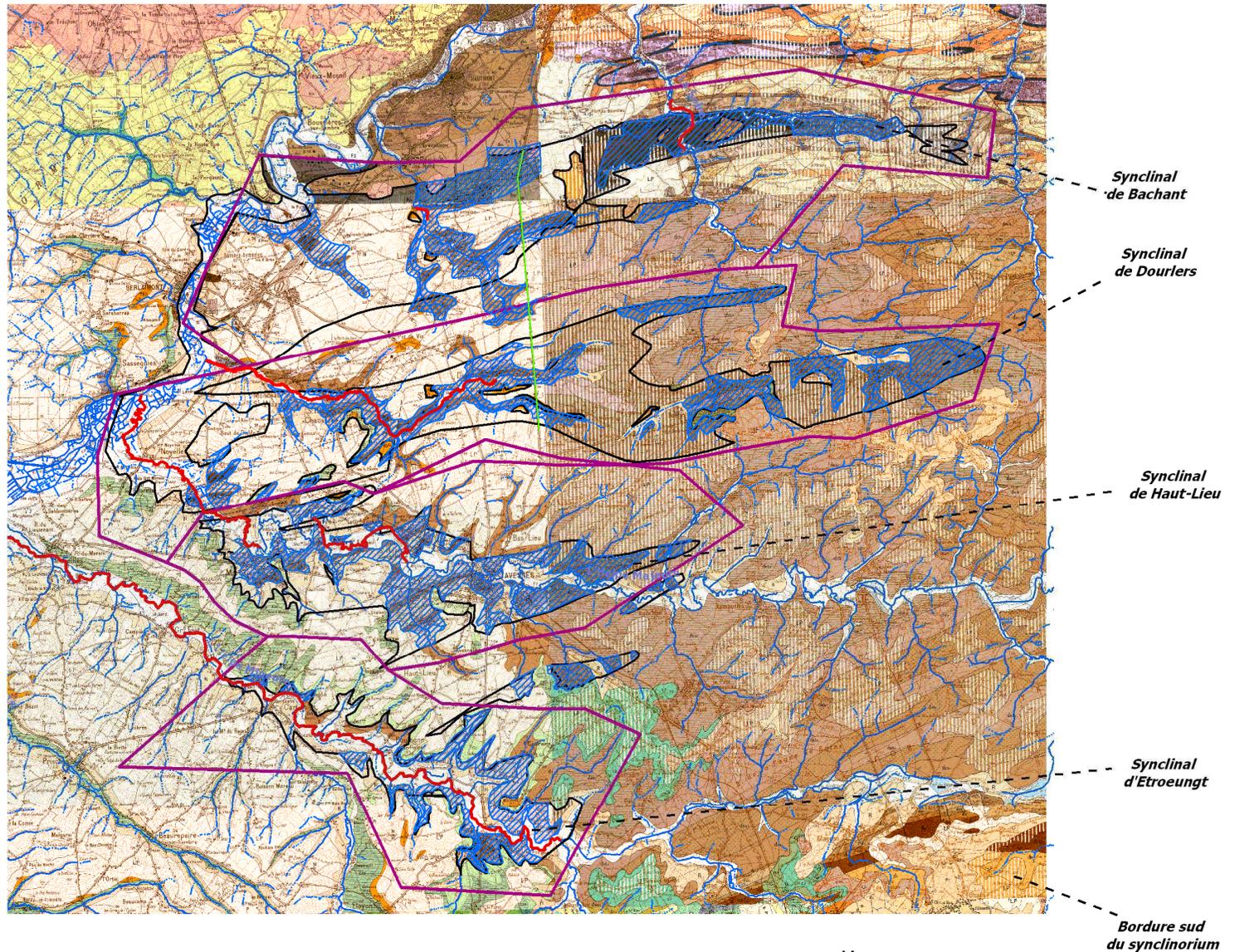
- L'aquifère qui se divise en 2 zones :
 - Les surfaces où les calcaires sont affleurant (surfaces affleurantes) ou sub-affleurant permettent une alimentation directe et rapide des aquifères par la pluie. Elles ont été définies à partir des cartes géologiques
 - Les surfaces où les calcaires sont recouverts d'une couche agro-pédologique. On admettra que ce sont essentiellement des limons.
- Les surfaces qui favorisent les écoulements de surface et contiennent des petites aquifères, tous deux susceptibles d'alimenter les calcaires à l'affleurement. Les surfaces ont été définies par rapport aux lignes de niveau, du point topographique le plus haut vers les aquifères.

Les surfaces de l'aquifère, les surfaces affleurantes et les surfaces de ruissellement sont estimées pour chaque aquifère dans le tableau n°2 et sont représentées sur la carte n°7 : « Les surfaces d'alimentation des aquifères ». Ces surfaces sont définies pour le calcul des volumes d'eau susceptibles d'alimenter les aquifères par la pluviométrie directe (surface affleurante) ou indirecte (surface de ruissellement).

| AQUIFERES | SURFACE AQUIFERE KM ² | SURFACE AFFLEURANTE KM ² | SURFACE SOUS LIMONS KM ² | SURFACE DE RUISSLEMENT KM ² |
|---------------|-------------------------------------|--|--|--|
| Bachant | 49,2 | 17,6 | 31,6 | 50 |
| Dourlers | 26,4 | 6,4 | 20 | 29,8 |
| Sars Poteries | 26,4 | 9,3 | 17,1 | 34,3 |
| Marbaix | 14,3 | 4,7 | 9,6 | 22,40 |
| Haut Lieu | 14,9 | 9,7 | 5,2 | 42,7 |
| Etroeungt | 12,9 | 5,3 | 7,6 | 29 |
| Total | 144,1 | 53 | 91,1 | 267,7 |

Tableau n°2 : Les surfaces potentielles d'alimentation des aquifères
(Sources : Carte IGN ; Cartes géologiques)

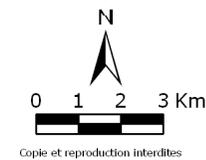
Les surfaces d'alimentation des aquifères sur les synclinaux



Sources : BD Topo © IGN - Paris - 2000
 Synclinaux © BURGEAP " Etude de synthèse sur l'eau des sites carriers de l'Avesnois" / SMPNRA - 2002
 Zones de pertes © SMPNRA d'après Caudron - Clément, 1972 et Ricourt, 1975
 Géologie © BRGM - 2004 / © IGN-Paris - 1994.
 Surfaces de ruissellement © SMPNRA - 2005

Réalisation : ENR/SMPNRA, Août 2006, 1/114 000

- Réseau hydrographique :**
- Intermittent
 - Permanent
 - Calcaires affleurants
 - Surfaces de ruissellement
 - Synclinaux (Epoque : Dinantien)
 - Ligne de partage
 - Zones de pertes



Les surfaces affleurantes ont une superficie totale de 53 km². A celles-ci, on peut ajouter les superficies sous-limons (91,1 km²) qui portent les surfaces aquifères à 144,1 km² et les zones de ruissellement, c'est à dire les zones potentielles extérieures susceptibles d'alimenter les aquifères, qui couvrent une superficie totale de 267,7 km².

2. L'ALIMENTATION DES AQUIFERES PAR UNE PARTIE DE LA PLUIE EFFICACE

La pluviométrie est une composante essentielle des bilans hydrologiques. Elle est finalement le seul apport extérieur d'eau au système global (superficiel et souterrain). De manière simplifiée, le devenir des précipitations est le suivant : une partie est évapotranspirée, la partie restante, appelée pluie efficace se décompose en une partie ruisselée, qui se dirige vers le réseau superficiel et l'autre partie qui s'infiltr. C'est cette dernière partie qui nous intéresse au plus haut point puisque c'est elle qui, une fois la recharge de la réserve utile déduite, constitue la recharge de l'aquifère. La figure n°3 montre ce devenir.

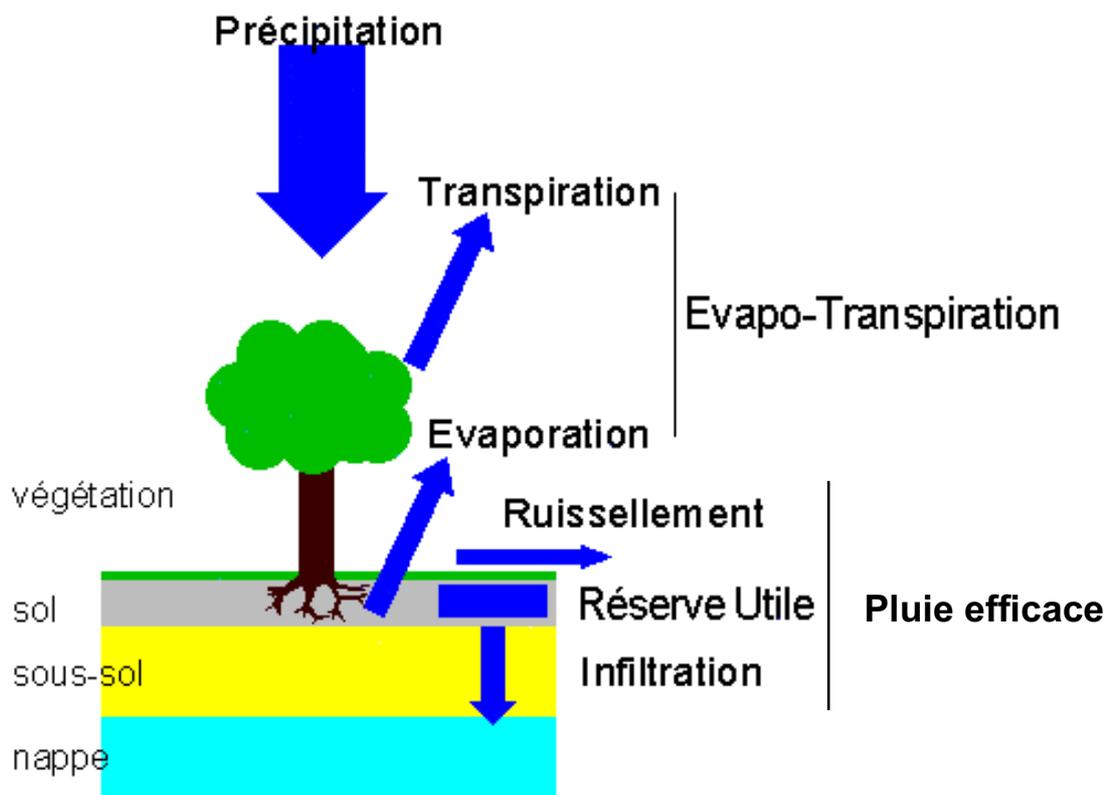


Figure n°3 : Devenir des précipitations

Les valeurs suivantes ont été retenues :

- Pluie Utile ou Efficace : 262 mm/an (évaluation BRGM-ANTEA sur la période 1968-2000)
- Coefficient de ruissellement : 30 % sur le Calcaire Carbonifère, 65 % sur le Dévonien schisteux et 15 % pour le Calcaire Carbonifère sous limon.

Ainsi nous évaluerons :

- la valeur d'infiltration à 184 mm/an soit 5,8 l/s/km² sur le Carbonifère affleurant ou sub-affleurant, à 223 mm/an pour le Carbonifère sous limons et 90 mm/an soit 2,8 l/s/km² sur le Dévonien schisteux.

Ainsi, à partir des surfaces définies précédemment, nous pouvons calculer théoriquement les volumes d'eau infiltrés dans les calcaires à l'affleurement ou sous-limon et les volumes d'eau ruisselés susceptibles d'alimenter les calcaires à l'affleurement à partir des terrains schisteux du Dévosion (cf. tableau n°3).

| AQUIFERES | SURFACE | VOLUME | SURFACE | VOLUME | SURFACE DE | VOLUME |
|---------------|-----------------|--------------------------------|-----------------|--------------------------------|-----------------|--------------------------------|
| | AFFLEURANTE | INFILTRE | SOUS-LIMON | INFILTRE | RUISSELLEMENT | INFILTRE |
| | km ² | 10 ⁶ m ³ | km ² | 10 ⁶ m ³ | km ² | 10 ⁶ m ³ |
| Bachant | 17,6 | 3,2 | 31,6 | 7 | 50 | 4,5 |
| Dourlers | 6,4 | 1,2 | 20 | 4,4 | 29,8 | 2,6 |
| Sars Poteries | 9,3 | 1,7 | 17,1 | 3,8 | 34,3 | 3 |
| Marbaix | 4,7 | 0,8 | 9,6 | 2,1 | 22,40 | 2 |
| Haut Lieu | 9,7 | 1,8 | 5,2 | 1,1 | 42,7 | 3,8 |
| Etroeungt | 5,3 | 1,0 | 7,6 | 1,7 | 29 | 2,6 |
| Total | 53 | 9,7 | 91,1 | 20,1 | 267,7 | 18,5 |

Tableau n°3 : Les volumes d'eau susceptibles de réalimenter les nappes

Si on se base uniquement sur les surfaces affleurantes ou s'il on ajoute les surfaces sous-limons puis la surface de ruissellement totale, la fourchette d'alimentation totale moyenne du synclinal peut varier d'un facteur 3 ou 4. Ainsi, la juste définition de la zone d'alimentation est primordiale.

Ces valeurs moyennes doivent être nuancées. En effet, le suivi de la pluie efficace sur les synclinaux de Dourlers, Marbaix et Etroeungt fait apparaître des périodes de haute pluviométrie (années 1994, 1995 et 1999) suivies de périodes de basse pluviométrie (années 1990 et 1996). Ces variations oscillent entre 94 et 531 mm de pluie efficace, elles sont donc significatives d'une année sur l'autre. Or ces variations ont un impact important sur les volumes susceptibles d'alimenter la nappe. Par exemple, les volumes d'alimentation de la nappe seront respectivement de $0,3 \cdot 10^6$ m³ et $1,5 \cdot 10^6$ m³ pour une pluie efficace annuelle de 94 mm et 531 mm dans l'aquifère de Marbaix, soit 5 fois plus importants. Ces chiffres d'alimentation doivent être nuancés car lorsque la pluie efficace est forte, les aquifères peuvent être saturés et donc être dans l'incapacité de stocker l'ensemble de la pluie utile.

3. LES ECHANGES ENTRE MASSES D'EAU

Un échange (alimentation ou drainage) s'effectue entre :

- masses d'eau souterraines (nappes)
- masse d'eau souterraine et masse d'eau superficielle (cours d'eau principalement).

Après avoir proposé une quantification de ces échanges, nous verrons combien ces estimations sont fragiles.

Relation entre masses d'eau souterraines

Les échanges entre les formations dinantiennes et dévoniennes schisto-gréseux peuvent s'effectuer dans les deux sens. Mais ces échanges sont nécessairement modérés puisque les écoulements souterrains sont peu importants dans le dévonien schisto-gréseux. En effet, le dévonien est fortement drainé par un réseau dense de ruisseaux, le plus souvent non pérennes, dont le chevelu indique qu'il produit peu d'écoulement souterrain. Les échanges entre le dinantien et le dévonien voisin ont été calculés dans le chapitre précédent en prenant en compte la surface de ruissellement.

Relation entre masses d'eau superficielles et souterraines

Globalement les aquifères sont drainés par les cours d'eau qui les traversent. Cependant un certain nombre de zones de pertes a pu être localisé sur les cours d'eau (Solre et Tarsy). Dans le cas de la Tarsy, le phénomène est généralisé le long du cours d'eau.

Ces échanges peuvent se modifier selon les saisons :

- En présence d'un fort déficit pluviométrique ou d'une saison sèche, le débit de la rivière (basses eaux), alimenté par drainage de la nappe en quantité d'autant plus grande que le niveau de la rivière est bas (période d'étiage), peut s'annuler ;
- A la fin de la période sèche, ou lors d'une séquence pluvieuse abondante, le sens de l'écoulement se modifie. Les hautes eaux de la rivière contribuent à la recharge des nappes.

Les échanges entre masses d'eau (superficielles et souterraines) peuvent avoir des conséquences importantes sur les ressources en eau :

- Lorsque les hautes eaux de la rivière contribuent à la recharge des nappes, cette inversion d'écoulement peut polluer la nappe si la rivière est elle-même polluée ;
- En présence d'un aquifère soumis à de forts pompages, la surexploitation de la nappe peut désorganiser le réseau hydrologique en asséchant ou en réduisant le régime des cours d'eau en relation avec les aquifères exploités. Ce phénomène est observé sur l'Helpe majeure, il est lié à l'activité des sites carriers, qui peut perturber la circulation des eaux du fait du pompage et du rejet des eaux d'exhaure dans les cours d'eau.

Les débits de pertes ne sont pas toujours faciles à déterminer : ceux-ci s'évaluent, en effet, par différence entre les débits jaugés en amont et aval du segment de cours d'eau étudié. L'erreur faite sur l'évaluation des débits mesurés aux sections amont et aval peut parfois dépasser 10% et l'incertitude finale sur les pertes, calculées par différence, peut parfois être très supérieure à la perte que l'on cherche à mettre à évidence.

Dans notre situation, la prise en compte est justifiée compte tenu de l'importance des valeurs mesurées. De grandes variations peuvent s'expliquer puisque les échanges sont fonction du débit du cours d'eau qui fait varier à la fois la charge hydraulique et l'extension de la zone d'échange.

Dans le cas où le ruisseau ou le cours d'eau constitue l'exutoire d'une carrière, le niveau d'exploitation en carrière, que l'exploitant fait varier suivant la période pour minimiser les exhaures influe aussi sur les échanges: travail à l'étage profond en période d'étiage, travail à l'étage supérieur en période de hautes eaux. L'idéal pour contrôler ces fortes variations est de disposer, en amont et en aval des zones soumises à des pertes et à d'importants rejets (exhaures), de stations hydrométriques stables et bien étalonnées sur le ou les cours d'eau influencés.

Valeurs disponibles des pertes de rivières vers la nappe

Des campagnes de jaugeages ont pu mettre en évidence les zones de pertes suivantes représentées sur la carte n°7 : « *Les surfaces d'alimentation des aquifères* » :

- Les jaugeages réalisés sur l'Helpe majeure ont montré des pertes différentielles localisées entre Saint Hilaire et Dompierre d'une part, et entre Marbaix et la Sambre d'autre part. Dans leur ensemble, ces pertes sont réduites (0 à 7%) mais correspondent à des volumes infiltrés importants comptes tenus du débit de la rivière ;
- Des pertes ont été localisées sur la Tarsy entre Dourlers et Berlaimont. Elles représentent entre 5 à 10% de l'écoulement superficiel total ;
- Des pertes ont été localisées sur l'Helpe mineure à l'aval de Etroeungt ;
- Des pertes vers la carrière sud de Limont-Fontaine des ruisseaux d'Eclaibes, des Cligneux et des prés à forêt. L'évaluation à l'aide des bilans établis sur modèle conduit à ajuster ce débit de perte à 24 l/s.

- Des pertes de la Solre : les mesures du 19 et 20 octobre 1994 (période d'été), parallèlement aux mesures de niveaux piézométriques, font ressortir deux zones de pertes, dont une seule concerne notre domaine d'étude : entre la confluence avec le ruisseau de l'Agace et le pont SNCF après la Radiève. Les débits s'élèvent à 88 l/s (317 m³/h).

Valeurs disponibles du drainage de la nappe par la rivière

Ces zones de pertes peuvent aussi être le lieu d'un drainage de la nappe par les cours d'eau :

- Drainage du synclinal de Bachant vers les ruisseaux d'Eclaires et des Cligneux : La valeur fournie (65 l/s) provient d'un calcul assez complexe de différence de débit sur le ruisseau des Cligneux effectué par Burgéap. La fiabilité de cette valeur est assurée par le bouclage du bilan global à 2 % près sur une zone très voisine de celle considérée ici.
- Drainage du synclinal de Bachant vers la Solre : La seule estimation que nous possédons est très ancienne (janvier 1971 à août 1972) et elle concerne « la surface de bassin versant en amont de la station 810 (à l'entrée de la rivière dans le synclinorium de Bachant). » Faute de mesure précise, nous considérerons que le drainage de la nappe par ce cours d'eau est négligeable.

Ne disposant d'aucune estimation des volumes d'eau associés à des pertes dans la bibliographie, le drainage des nappes vers les cours d'eau ne pourra pas être pris en compte dans les bilans des synclinaux de Dourlers, Marbaix et Etroeungt.

Bilan des échanges entre les nappes et les rivières

Les échanges entre les masses d'eau superficielles et souterraines ont lieu dans les deux sens et les volumes en jeu peuvent être relativement conséquents.

Pour le synclinal de Bachant, nous rencontrons les trois cas de figures : dans le 1er, les échanges sont négligeables, dans le 2nd, ils conduisent à un drainage de la nappe par la rivière et dans le 3ème à des pertes de rivière vers la nappe. (Cf. *Tableau n°4*)

| ZONE | DRAINAGE DE LA NAPPE PAR LE COURS D'EAU (10 ⁶ M ³ /AN) | ALIMENTATION DE LA NAPPE (10 ⁶ M ³ /AN) | BILAN DES ECHANGES VERS LA NAPPE (10 ⁶ M ³ /AN) |
|----------------------------------|--|---|---|
| Sambre | Négligeable | Négligeable | Négligeable |
| Cligneux | - 2 | + 0,7 | - 1,3 |
| Solre | 0 | + 2,8 | + 2,8 |
| Bilan Synclinal de Bachant | - 2 | + 3,5 | + 1,5 |

Tableau n° 4 : Volumes d'échange entre la rivière et la nappe dans les différentes zones du synclinal de Bachant

Nous pouvons voir que, sur le synclinal de Bachant, les échanges entre les masses d'eau superficielles et les masses d'eau souterraines ont lieu dans les deux sens et surtout que les volumes mis en jeu sont considérables. Toutes les situations existent sur le synclinal au niveau des zones d'alimentation que nous avons initialement isolées. Au total, les échanges sont négatifs : les aquifères du synclinal de Bachant sont drainés de 1,5.10⁶ m³/an par les cours d'eau.

Pour les synclinaux de Doullers, Marbaix et Etroeungt, les volumes associés aux pertes des cours d'eau vers les nappes sont conséquents (*cf. tableau n°5*) et le sont d'autant plus que le débit du cours d'eau est important. Par exemple, les pertes de l'Helpe majeure vers les nappes sont de l'ordre de $8,8.10^6$ m³/an au niveau de l'aquifère de Marbaix. Cette valeur est forte au regard des volumes d'alimentation de la nappe par la pluie. Pour mémoire, ce sont $0,8.10^6$ m³ d'eau qui alimentent la nappe par infiltration de la pluie sur les calcaires à l'affleurement, soit 11 fois moins importants.

| AQUIFERES | BASSIN VERSANT | DEBIT MOYEN INTERANNUEL 10 ⁶ M ³ /AN | ALIMENTATION DE LA NAPPE 10 ⁶ M ³ /AN |
|---------------|----------------|--|--|
| Doullers | Tarsy | 12,6 à Monceau Saint Waast | + 1,3 (sur la base de 10% de perte) |
| Sars Poteries | Solre | 34,7 à Choisies | + 2,8 |
| Marbaix | Helpe majeure | 126,1 à Taisnières | + 8,8 (sur la base de 7% de perte) |
| Etroeungt | Helpe mineure | 63 à Etroeungt | Pas d'estimation |

*Tableau n°5 : Alimentation de la nappe par les cours d'eau
Sources : Expériences de jaugeage réalisées par Caudron, Clément, 1972
et Ricour, 1975. DIREN, 2001 (moyenne interannuelle).*

Cependant ne disposant pas, pour ces aquifères, d'estimation du drainage de la nappe par les cours d'eau, ces dernières ne peuvent pas être prises en compte dans les bilans. Dans ces conditions, l'alimentation de la nappe par les cours d'eau ne peut pas être prise non plus en compte dans les bilans ; ce serait sinon surestimer la recharge de la nappe.

Ainsi, pour dresser un bilan global précis, il conviendrait de réaliser des campagnes de jaugeages sur les cours d'eau pour estimer les échanges entre les différentes masses d'eau (superficielles et souterraines). Les volumes en jeu sont d'autant plus importants qu'ils peuvent faire basculer les résultats d'un bilan d'une sous exploitation à une sur exploitation.

B) Les prélèvements

Une analyse fine des prélèvements réalisés sur le bassin versant de la Sambre a été effectuée dans la fiche d'état des lieux du SAGE Sambre consacrée à ce thème. Ici les prélèvements ont été étudiés dans l'objectif d'établir le bilan quantitatif des aquifères.

L'analyse sur le synclinal de Bachant concerne l'année 2001 et les autres synclinaux sur l'année 2003. Les données utilisées sont les valeurs de prélèvements disponibles à l'Agence de l'Eau Artois-Picardie (AEAP), c'est-à-dire ceux soumis à autorisation (*cf. carte n°8 : « Structure géologique simplifiée et localisation des captages »*). Les valeurs que nous fournissons sont donc une estimation légèrement inférieure à la réalité (*cf. tableau n°6 et n°7*).

Structure géologique simplifiée et localisation des captages - Bassin Versant Sambre -

SAGE SAMBRE
DOCUMENT DE TRAVAIL

Geologie

- Crétacé
- Dévonien inférieur
- Dévonien moyen
- Dévonien supérieur
- Dinantien
- Eocène inférieur

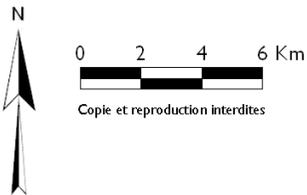
- Réseau hydrographique principal
- Réseau hydrographique secondaire
- Bassin versant de la Sambre
- Périmètre administratif du SAGE
- Chef-lieu d'arrondissement ou de canton

Typologie des captages souterrains

- Eau potable
- Industriel
- Non renseigné

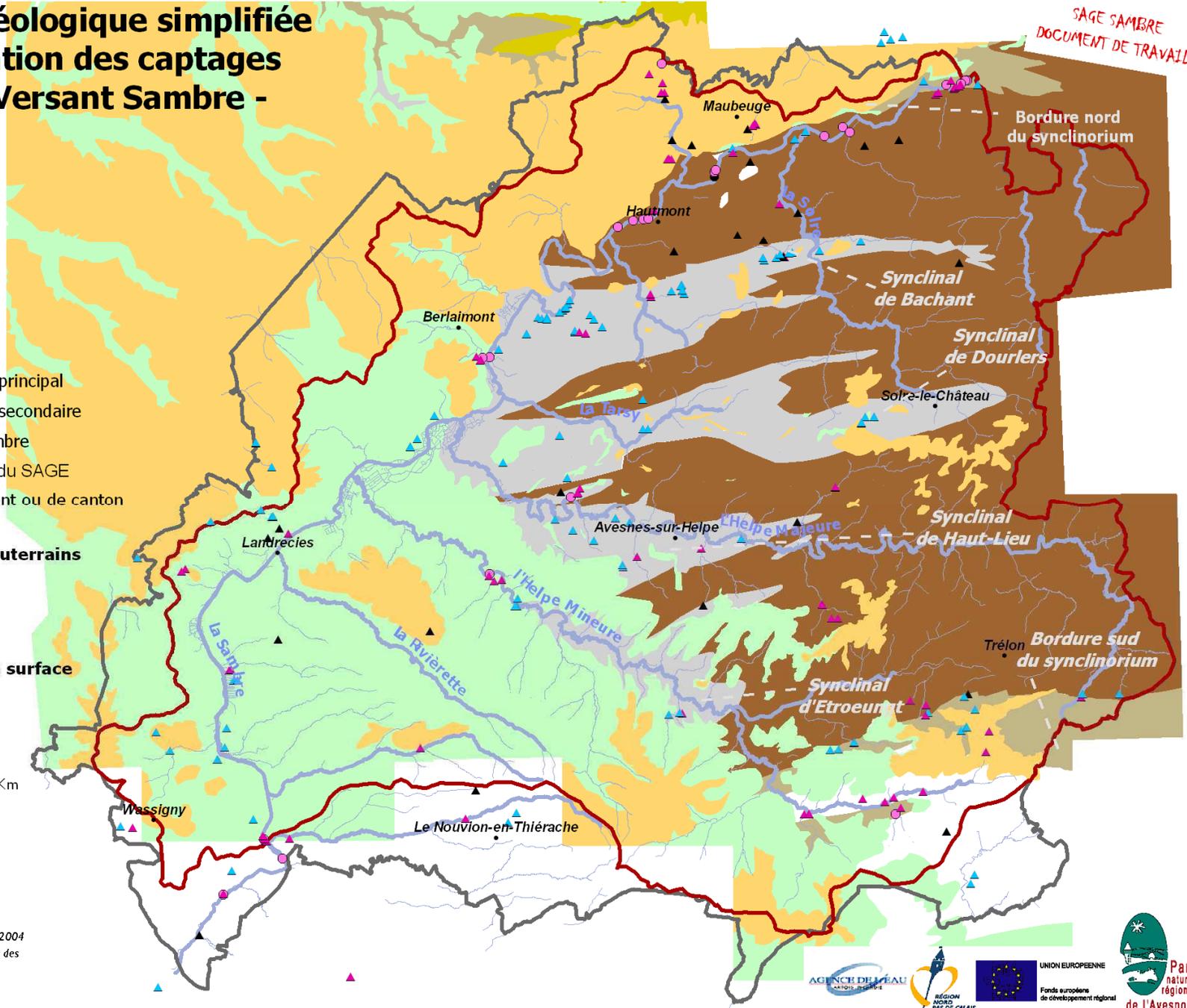
Typologie des captages de surface

- Industriel
- Non renseigné



Sources : BD Topo © IGN - Paris - 2000
Bassin versant © AEAP - 2003
Captages © AEAP / DDASS Nord / DDASS Aisne - 2004
Géologie © BURGEAP "Etude de synthèse sur l'eau des sites cartiers de l'Avesnois" - 2002 / SMPNRA

Réalisation : ENR/SMPNRA, Mai 2006, 1/220 000



UNION EUROPEENNE
Fonds européens de développement régional



| ZONE | PRELEVEMENT POUR L'ALIMENTATION EN EAU POTABLE (en 10 ⁶ m ³) | PRELEVEMENTS POUR LES INDUSTRIELS (en 10 ⁶ m ³) | TOTAL PRELEVEMENT (en 10 ⁶ m ³) |
|----------------------------------|--|--|---|
| Sambre – Tarsy | 4,85 | 0,35 | 5,2 |
| Cligneux | 1,3 | 3,4 | 4,7 |
| Solre – Thure & Hante | 2,4 | 0 | 2,4 |
| Total synclinal de Bachant | 8,55 | 3,75 | 12,3. |

Tableau n°6 : Volumes prélevés par les industriels et pour l'AEP dans les différentes zones du synclinal de Bachant en 2001

| AQUIFERES | VOLUME PRELEVE 10 ⁶ M ³ |
|---------------|--|
| Dourlers | 1,0 |
| Sars Poteries | 0,7 |
| Marbaix | 0,9 |
| Haut Lieu | 1,6 |
| Etroeungt | 0 |
| Total | 4,2 |

Tableau n°7 : Volumes prélevés dans les aquifères des synclinaux de Dourlers, Marbaix et Etroeungt en 2003

Les prélèvements totaux sur le synclinal de Bachant et le rebord nord du synclinorium s'élevaient donc à 12,3 10⁶ m³ en 2001 et à 4,2.10⁶ m³ en 2003 pour l'ensemble des autres synclinaux. Le territoire allant d'Aulnoye à Maubeuge est où les prélèvements sont les plus importants.

Il n'y a pas de prélèvement agricole répertorié sur le bassin versant, du fait de l'absence d'irrigation. Ceci ne signifie pas pour autant qu'aucun prélèvement n'est effectué. Il peut exister, par exemple, des prélèvements réalisés pour l'alimentation en eau du bétail, mais nous n'avons aucune donnée sur le sujet.

Les prélèvements en eau potable sont conséquents (8,55.10⁶ m³ en 2001 pour le synclinal de Bachant et le rebord nord du synclinorium et 2,7.10⁶ en 2003 pour l'ensemble des autres synclinaux) sauf sur l'aquifère d'Etroeungt où ils sont absents depuis 2001 et sur l'aquifère de Haut-Lieu où ils sont faibles (moins de 0,2.10⁶ m³ en 2005). Du fait du solde démographique négatif, de l'amélioration technologique des lave linge et lave vaisselle et de l'amélioration du réseau de distribution (détection et réparation des fuites), les prélèvements en eau potable diminuent globalement sur les synclinaux (-1,4.10⁶ m³ depuis 20 ans sur le synclinal de Bachant et la bordure nord du synclinorium), sauf sur l'aquifère de Marbaix où les prélèvements sont à la hausse et sur l'aquifère de Sars Poteries où les prélèvements sont constants.

Les prélèvements industriels sont moins importants (3,75.10⁶ m³ en 2001 pour le Val de Sambre et 1,1.10⁶ m³ en 2003 pour l'ensemble des autres synclinaux) et concernent essentiellement :

- les Carrières du Bassin de la Sambre (CBS) sur le bassin versant des Cligneux (Synclinal de Bachant) dont les exhaures sont très importants depuis 1999 (2000 : $2,2 \cdot 10^6$ m³ et 2001 : $3,4 \cdot 10^6$ m³)
- la société Akers France S.A. sur le cours de la Sambre (Synclinal de Bachant) dont les prélèvements sont stabilisés à $0,3 \cdot 10^6$ m³
- l'entreprise agroalimentaire Canélia à Petit Fayt (Aquifère de Haut Lieu) dont les prélèvements sont faibles face aux volumes exhaures de la carrière Bocahut
- la carrière Bocahut à Haut Lieu (Aquifère de Haut Lieu) a exhauré $1,3 \cdot 10^6$ m³ pour l'année 2002.

L'évolution des prélèvements industriels dépend quasiment totalement des variations des prélèvements des carrières, qui dépendent eux même de l'approfondissement de la carrière. Les prélèvements industriels auront tendance à augmenter, notamment dans l'aquifère de Marbaix du fait de l'approfondissement des carrières de Dompierre et Saint-Hilaire.

Afin de mieux concilier les pompages à destination de l'alimentation en eau potable, l'activité des carriers et la préservation du milieu naturel, un projet est en cours sur le bassin versant afin de valoriser l'eau d'exhaure pour la production d'eau potable.

C) Le bilan quantitatif de la ressource

Afin d'assurer une gestion équilibrée et équitable de la ressource en eau, il apparaît essentiel de s'intéresser en premier lieu aux disponibilités de la ressource. A cette fin, trois bilans seront dressés :

- le premier dresse un bilan du volume disponible pour une année donnée (2001 pour le synclinal de Bachant et 2003 pour les autres synclinaux) en fonction de la surface d'alimentation, puis des prélèvements et de la pluviométrie ;
- le deuxième dresse un bilan pessimiste qui conjugue des prélèvements maximaux et une pluviométrie minimale pour les synclinaux de Dourlers, Marbaix et Etroeungt;
- le troisième fait un bilan des quantités d'eau disponible et enfin nous terminerons par le suivi du niveau piézométrique des nappes, celui-ci traduisant la réponse des aquifères aux sollicitations et à la réalimentation.

1. BILAN QUANTITATIF ANNUEL DES AQUIFERES VARIABLE SUIVANT LA SURFACE D'ALIMENTATION

L'établissement d'un bilan le plus exact possible nécessite la connaissance de données spatialement et temporellement précises et la prise en compte de la totalité des phénomènes. En particulier, cela nécessite des campagnes de mesure dédiées précisément définies. Ne disposant ni de telles données, ni du temps nécessaire pour les réaliser, nous utiliserons les données disponibles avec les réserves de rigueur.

Les deux tableaux suivants (*n°8 et 9*) comparent les volumes prélevés par les différentes activités avec les volumes infiltrés sur 2 périmètres : une surface minimale (infiltration sur l'aquifère en distinguant les calcaires affleurants et les calcaires recouverts de limons) et une surface maximale (ruissellement sur le dévonien schisto-gréseux voisin).

| | VOLUME INFILTRE SUR L'AQUIFERE | | | | VOLUME DISPONIBLE (10 ⁶ M ³) |
|----------------------------|--------------------------------|---|---|---|---|
| | SUR LES CALCAIRES AFFLEURANTS | SUR LES CALCAIRES RECOUVERTS PAR DU LIMON | ECHANGE AVEC LES RIVIERES (10 ⁶ M ³) | PRELEVE-MENTS (10 ⁶ M ³) | |
| Total synclinal de Bachant | 3,2 | 7 | + 1,5 | -12,3 | -0,6 |

| | VOLUME PROVENANT DU DEVONIEN VOISIN | VOLUME INFILTRE SUR L'AQUIFERE | ECHANGE AVEC LES RIVIERES (10 ⁶ M ³) | PRELEVE-MENTS (10 ⁶ M ³) | VOLUME DISPONIBLE (10 ⁶ M ³) |
|----------------------------|-------------------------------------|--------------------------------|---|---|---|
| Total synclinal de Bachant | 4,5 | 10,2 | + 1,5 | -12,3 | 3,9 |

Tableau n°8 : Estimation basse et haute du bilan moyen annuel dans les différentes zones du synclinal de Bachant pour l'année 2001

| | VOLUME INFILTRE SUR L'AQUIFERE | | PRELEVE-MENTS (10 ⁶ M ³) | VOLUME DISPONIBLE (10 ⁶ M ³) |
|---------------|--------------------------------|---|---|---|
| | SUR LES CALCAIRES AFFLEURANTS | SUR LES CALCAIRES RECOUVERTS PAR DU LIMON | | |
| Dourlers | 1,2 | 4,4 | 1,0 | 4,6 |
| Sars Poteries | 1,7 | 3,8 | 0,7 | 4,8 |
| Marbaix | 0,8 | 2,1 | 0,9 | 2 |
| Haut Lieu | 1,8 | 1,1 | 1,6 | 1,3 |
| Etroeungt | 1 | 1,7 | 0 | 2,7 |
| Total | 6,5 | 13,1 | 4,2 | 15,4 |

| | VOLUME PROVENANT DU DEVONIEN VOISIN | VOLUME INFILTRE SUR L'AQUIFERE | PRELEVE-MENTS (10 ⁶ M ³) | VOLUME DISPONIBLE (10 ⁶ M ³) |
|---------------|-------------------------------------|--------------------------------|---|---|
| Dourlers | 2,6 | 5,6 | 1,0 | 7,2 |
| Sars Poteries | 3 | 5,5 | 0,7 | 7,8 |
| Marbaix | 2 | 2,9 | 0,9 | 4 |
| Haut Lieu | 3,8 | 2,9 | 1,6 | 5,1 |
| Etroeungt | 2,6 | 2,7 | 0 | 5,3 |
| Total | 14 | | 4,2 | 29,4 |

Tableau n°9 : Estimation basse et haute du bilan pour les synclinaux de Dourlers, Marbaix et Etroeungt pour l'année 2003

Si l'on considère uniquement les volumes infiltrés sur l'aquifère (calcaire affleurant et calcaire recouvert de limons), le bilan du synclinal de Bachant met à jour un tout juste équilibre pour l'année 2001¹ (et un déséquilibre si on ne considère que les infiltrations sur le calcaire affleurant) alors que pour les autres synclinaux, les volumes restent importants.

¹ Il faut savoir que ce bilan est nécessairement faux puisque seules les données prélèvements se réfèrent à l'année 2001. En particulier, l'alimentation par la pluie a été plus importante compte tenu de la pluviométrie bien supérieure à la moyenne de l'année précédente. De plus, les échanges avec la rivière relève de mesures ponctuelles, la situation des nappes par rapport aux rivières étaient alors dans une situation particulière.

Ainsi, il n'y a apparemment aucun risque de déséquilibre entre les prélèvements et les ressources renouvelables sur ces synclinaux. En effet, bien que leur capacité soit beaucoup moins importante, les volumes prélevés ne sont pas élevés.

Cette situation d'équilibre sur le synclinal de Bachant pour une hypothèse basse d'alimentation est à remarquer car l'évolution des prélèvements peut être vu à la hausse dans les prochaines années.

Il faut souligner aussi que le bilan de l'aquifère d'Etroeungt est forcément positif car pour l'année étudiée il n'y a pas eu de prélèvements.

Si l'on considère l'hypothèse haute d'alimentation (apport du dévonien voisin par ruissellement et par les aquifères superficielles), le bilan serait excédentaire sur l'ensemble des aquifères : plus de $3,9 \cdot 10^6$ m³ pour l'ensemble du synclinal de Bachant et plus de $29 \cdot 10^6$ m³ sur l'ensemble des autres synclinaux.

Un bilan n'est donc valable que ponctuellement (spatialement et temporellement) et à condition de disposer de tous les paramètres permettant son établissement.

Nous voyons ici toute l'importance d'une juste définition de la zone d'alimentation par la pluie du synclinal considéré. Dans un cas, il constitue une réserve légèrement surexploitée et donc en péril et, dans l'autre, il est largement sous exploité et pourrait faire l'objet de nouvelles prospections.

L'un des moyens de faire le choix entre les deux zones d'alimentation définies peut être d'effectuer un suivi du niveau piézométrique des nappes. En effet, celui-ci traduit la réponse de l'aquifère aux sollicitations et à la réalimentation.

Ainsi, une étude spécifique de la variation du niveau des nappes, à partir des données existantes à l'AEAP et chez les exploitants, en corrélation avec les précipitations des années correspondantes permettrait d'avoir une idée plus précise de l'étendue du bassin d'alimentation qui est vraisemblablement compris entre les deux surfaces délimitées précédemment.

2. UN BILAN DES SYNCLINAUX DE DOURLERS, MARBAIX ET ETROEUNGT AVEC DES PRELEVEMENTS MAXIMAUX ET DES RECHARGES MINIMALES

L'objet de ce paragraphe est de se baser sur la situation la plus défavorable c'est-à-dire une année qui cumulerait des prélèvements maximaux avec une pluviométrie minimale. En effet, dans le paragraphe précédent la pluviométrie était une moyenne et les prélèvements concernaient une année précise.

Ainsi, sur les synclinaux de Dourlers, Marbaix et Etroeungt, l'alimentation annuelle minimale est de 94 mm de pluie (pluie efficace à la station de Maubeuge entre 1990 et 2000) et les prélèvements maximaux sont de $6 \cdot 10^6$ m³ (prélèvements annuels AEP : 2,7 et $3,3 \cdot 10^6$ m³ et industriels : 0,2 et $2,7 \cdot 10^6$ m³ entre 1993 et 2005). Le bilan en période sèche est calculé dans le tableau n°10 en soustrayant le volume prélevé maximal au volume d'alimentation minimal (infiltré sur les calcaires affleurants et calcaires sous limon).

| AQUIFERES | VOLUME DE PLUIE REÇUE SUR CALCAIRES AFFLEURANTS 10 ⁶ M ³ | VOLUME DE PLUIE REÇUE SUR LES CALCAIRES SOUS LIMON | VOLUME PRELEVE MAX 10 ⁶ M ³ | BILAN 10 ⁶ M ³ |
|------------------|--|--|---|---|
| Dourlers | 0,42 | 1,6 | 1,15 | +0,87 |
| Sars Poteries | 0,61 | 1,3 | 0,78 | +1,13 |
| Marbaix | 0,3 | 0,7 | 1,34 | -0,34 |
| Haut Lieu | 0,6 | 0,4 | 3,01 | -2 |
| Etroeungt | 0,34 | 0,6 | 0,18 | +0,76 |
| Total | 2,27 | 4,6 | | +0,42 |

Tableau n°10 : Bilan minimal des aquifères

Dans cette situation, le bilan est négatif sur les synclinaux de Haut-Lieu et Marbaix. Mais dans le cas d'une période sévère d'étiage, le cours d'eau de l'Helpe vient alimenter ces 2 synclinaux (de l'ordre de $8,8.10^6$ m³/an).

Le bilan est à l'équilibre pour les aquifères de Dourlers et Etroeungt et semble donc fragile.

Pour ces 4 synclinaux, en période d'étiage et de forts prélèvements, il conviendrait qu'un dialogue s'établisse entre les différents acteurs pour prioriser les usages en période de crise. Une concertation serait alors nécessaire pour mettre en place une gestion collective des prélèvements afin d'éviter les conflits d'usage.

Seul le bilan du synclinal de Sars Poteries est positif.

3. ESTIMATION DE LA RESERVE

Nous pouvons estimer l'épaisseur de la ressource de manière relativement simple : en soustrayant la profondeur du toit de la nappe (fournie par le SIDEN France dans leur rapport annuel) à la profondeur totale de l'ouvrage de pompage (transmis par la DDASS pour le synclinal de Bachant, par le BRGM et l'AEAP pour les autres synclinaux).

En considérant que l'ouvrage a été foré jusqu'au fond de l'aquifère, par le simple produit de la superficie de chaque zone aquifère, de l'épaisseur déterminée et du coefficient d'emmagasinement, nous obtenons une estimation de la réserve disponible (*cf. tableau n°11*). Ces estimations sont vraies si la réserve est homogène sur l'ensemble de la zone aquifère.

| Aquifères | Surface aquifère Km ² | Epaisseur de l'aquifère M | Coefficient d'emménagement % | Réserve disponible 10 ⁶ m ³ |
|-------------------------|--|---------------------------------|------------------------------------|---|
| Sambre Tarsy | 21,35 | 70 | 2 | 30 |
| Cligneux | 15,3 | 40 | 2 | 12 |
| Solre Thure et Hante | 8,8 | 40 | 2 | 7 |
| Bachant | - | - | 2 (estimé) | 49 |
| Doullers | 26,4 | 115 | 1% (estimé) | 30,4 |
| Sars Poteries | 26,4 | 50 ¹ | 1% (estimé) | 13,2 |
| Marbaix | 14,3 | 52 | 1% | 7,4 |
| Haut Lieu | 14,9 | 70 | 1 ² % | 10,4 |
| Etroeungt | 12,9 | 75 | 1% | 9,6 |
| Total | | | | 120 |

Tableau n°11 : Ordre de grandeur des réserves disponibles dans les différents aquifères (2001 pour Bachant et 2003 pour les autres aquifères)

Dans la région la plus orientale du synclinal de Bachant, la nappe a une épaisseur d'environ 40 mètres. Nous vérifions bien que l'extrémité ouest à proximité de la Sambre possède l'aquifère le plus épais : environ 70 m. Les valeurs indiquées dans le tableau n°11 sont ainsi cohérentes avec les constatations de E. Carlier.

Comme nous ne possédons pas de telles informations pour la Société Eau et Force qui possède les forages sur les bassins versants des Cligneux, nous considérerons que la situation est identique à la zone de la Solre.

Pour le synclinal de Bachant, les profondeurs du toit de la nappe correspondent bien au découpage vertical avancé par Burgéap. A partir du sol, à faible profondeur, il propose une alternance de couches de calcaires karstifiés et fracturés d'une vingtaine de mètres d'épaisseur chacune. Cette situation semble valable dans tout le synclinal. Dans la zone de la Solre, la portion aquifère correspond donc aux deux premières couches. Dans la zone de la Sambre, ce sont les 4 couches supérieures qui semblent concernées.

Dans cette même étude, le calage de ce modèle simpliste conduit à une valeur de coefficient d'emménagement de 2 % pour le synclinal de Bachant.

Pour les autres synclinaux, le BRGM et l'Agence de l'Eau Artois Picardie ont transmis dans les rapports techniques des ouvrages (archives) les coefficients d'emménagement de l'aquifère.

Ne disposant pas du coefficient d'emménagement des captages dans les zones aquifères de Doullers et Sars Poteries, nous considérons que la situation est identique aux zones aquifères de Marbaix et Etroeungt. La situation est différente dans l'aquifère de Haut Lieu, le captage est en régime captif. En considérant que l'ouvrage a été foré jusqu'au fond de l'aquifère, la différence nous permet d'estimer l'épaisseur de la nappe exploitée.

Ainsi, la réserve globale du bassin versant est de l'ordre de 120.10⁶ m³ d'eau³ dont près de la moitié provient du synclinal de Bachant.

¹ Le forage utilisé par Sabrina GAULT n'est pas considéré comme représentatif de l'épaisseur du synclinal. Ainsi, M. CAULIER du SIDEN France a proposé d'utiliser la même épaisseur que l'aquifère de Marbaix

² Le coefficient d'emménagement pris par S. GAULT est considéré comme non représentatif de l'aquifère. Ainsi, M. CAULIER du SIDEN France a proposé d'utiliser le même coefficient d'emménagement que les aquifères voisins.

³ Ce chiffre n'est qu'un ordre de grandeur car les calculs sont approximatifs et les années de références différentes entre les synclinaux.

La valeur de la réserve est faible au regard des échanges (prélèvements, recharge). Pour mémoire, chaque année, ce sont 12.10^6 m³ d'eau qui sont renouvelés dans le synclinal de Bachant et $4,2.10^6$ m³ pour l'ensemble des autres synclinaux.

Il faut savoir qu'un tel renouvellement n'est pas nécessairement néfaste d'un point de vue de la qualité de l'eau.

Si elle se confirme, cette valeur a au moins une incidence fondamentale : l'impact d'une pollution est beaucoup plus important compte tenu du faible volume de l'aquifère. L'effet de dilution est minimum. Les fortes sollicitations dans cette nappe ayant pour effet une diffusion accrue de cette pollution en particulier en direction des points de sollicitation, c'est-à-dire les captages.

Cependant les réserves en eau ne sont pas répandues de manière uniforme entre les aquifères:

- le synclinal de Bachant contient près de la moitié des réserves du bassin versant de la Sambre (49.10^6 m³). La partie située au niveau de la Sambre et de la Tarsy sur le synclinal de Bachant, est la plus productive avec une réserve estimée à 30.10^6 m³. Elle est renouvelée tous les 4 ans.
- l'aquifère de Dourlers contient un quart des réserves du bassin versant soit 30.10^6 m³ d'eau. Du fait des faibles prélèvements, la réserve est renouvelée tous les 30 ans.
- pour l'aquifère de Sars Poteries, bien que les surfaces affleurantes soient importantes, les réserves disponibles dans l'aquifère sont faibles (estimées à $13,2.10^6$ m³). La réserve est renouvelée tous les 19 ans, compte tenu des prélèvements réalisés ;
- pour l'aquifère de Haut Lieu, les prélèvements sont importants. Ainsi, elle est renouvelée environ tous les 3,4 ans en fonction des volumes d'exhaure de la carrière Bocahut ;
- les réserves de l'aquifère de Marbaix sont renouvelées tous les 8 ans.

4. REPONSE DES AQUIFERES AUX SOLLICITATIONS ET A LA REALIMENTATION

Nous souhaitons visualiser l'impact à long terme de l'exploitation, telle qu'elle se définit aujourd'hui, de ces aquifères. Il faudra donc prendre en compte les fluctuations annuelles de piézométrie induites par une pluviométrie variable et tenter d'en faire abstraction. L'étude de l'impact des prélèvements devra donc s'effectuer sur un pas de temps plus long (typiquement décennal).

Il convient de préciser que la structure extrêmement complexe du synclinal mise en évidence au début de cette étude rend les analyses de chroniques piézométriques très délicates. Plusieurs configurations totalement différentes peuvent être rencontrées. Il convient d'être très prudent par rapport aux interprétations à donner.

L'étude des graphiques de l'évolution piézométrique des captages montre des situations très variées : certains champs captants ont un niveau piézométrique à la hausse, d'autres à la baisse ou ont un niveau constant.

Sur le synclinal de Bachant, il apparaît une distinction claire entre des chroniques anciennes du SIDEN France (sauf pour Ferrière F2) et des chroniques plus récentes de la Société Eau et Force.

- Pour les premières, les variations apparaissent faibles au regard de la période d'étude. De plus, sur le champ captant d'Aulnoye-Aymeries, l'un des piézomètres indique une très légère hausse tandis que l'autre indique une très légère baisse. Ces données penchent donc en faveur d'une stabilisation du niveau de la nappe dans la zone ouest (Bachant et Aulnoye-Aymeries) et d'une légère remontée dans la zone est (Ferrière la Grande).
- Pour les secondes, les variations sont, dans l'ensemble, plus importantes et orientées à la hausse. L'année 2002, troisième année pluvieuse consécutive, a vu la montée sensible des niveaux sur les champs captants de Limont-Fontaine et Grande Fâche. Les variations sont cependant relativement disparates au sein d'un même champ captant. Ce phénomène, très difficile à expliquer à une telle échelle, est valable pour les trois champs captants étudiés.

Sur les piézomètres de Saint Hilaire (384X216), Marbaix (387X183) et Taisnières (383X229 et 227), les fluctuations sont peu importantes car elles sont amorties par une réalimentation¹ ou un drainage de la nappe à partir des alluvions des affluents.

En dehors de ces forages, l'impact de la pluviométrie est clairement mis en évidence. Ainsi des années sèches associées à de gros prélèvements peuvent mener à des destockages des nappes ou à une alimentation des nappes par les cours d'eau.

Une éventuelle sur ou sous exploitation est beaucoup plus délicat à identifier : si la durée d'étude est suffisante les fluctuations de niveau sont peu importantes et si les fluctuations sont significatives, la durée d'étude est trop courte pour être valable.

La stabilité des niveaux piézométriques sur les chroniques longues peut s'expliquer de deux manières différentes :

- soit le niveau d'alimentation est très voisin du niveau de prélèvement et les variations pluviométriques annuelles sont responsables des petites fluctuations que nous avons pu constater.
- soit le niveau d'alimentation est supérieur au niveau de prélèvement et, dans ce cas, c'est le réseau hydraulique superficiel qui évacue le volume excédentaire.

Aujourd'hui, il est difficile de trancher entre les 2 hypothèses. Pourtant d'après M. CAULIER du SIDEN France, la deuxième explication semble majoritaire même si localement comme à Saint Aubin et à Ferrière où la Solre traverse le synclinal de Sars Poterie, la première explication s'impose.

Des mesures à l'échelle du synclinal, au niveau du réseau des cours d'eau en période de hautes eaux et de basses eaux, permettraient peut être de valider l'une de ces deux hypothèses. Un modèle hydrologique pourrait alors être construit et calé à partir de ces valeurs, de la pluviométrie et des coefficients de ruissellement utilisés précédemment.

Une telle méthode a permis à Burgéap d'établir un bilan relativement précis dans la zone plus réduite du voisinage des carrières CBS de Limont-Fontaine.

¹ Cette réalimentation explique la faible amplitude des variations piézométriques lors d'événements pluvieux et la relative stabilité des niveaux piézométriques moyens.

Pour mettre en évidence une diminution ou une augmentation à la fois significative et constante, il conviendrait d'effectuer un suivi régulier des niveaux de la nappe parallèlement au suivi de la pluviométrie et des volumes prélevés pour visualiser l'impact à long terme de l'exploitation.

Pour cela, l'exploitation des valeurs des piézomètres patrimoniaux de l'AEAP qui ne sont pas situés à proximité immédiate d'un champ captant, pourrait être très riche en enseignements. En effet, la modification d'activités à proximité des champs captants perturbe sensiblement la lecture des piézomètres. L'idéal serait de pouvoir disposer d'un nombre suffisants de piézomètres bien placés et d'effectuer un suivi des niveaux parallèlement au suivi de la pluviométrie.

5. DEPASSEMENT DES SEUILS DE SECHERESSE

Un arrêté sécheresse inter départemental dit « arrêté cadre interdépartemental relatif à la mise en place de principes communs de vigilance et de gestion des usages de l'eau en cas de sécheresse ou de risque de pénurie dans les bassins versants des départements du Nord et du Pas de Calais » a été signé en 2005 (cf. annexe n°2). Il a pour objectif de limiter certains usages si des seuils de sécheresse sont atteints. A cette fin, 3 niveaux de gestion de crise ont été définis : le niveau de vigilance, le niveau d'alerte et le niveau de crise.

Le point de surveillance à Grand-Fayt (00387X0184) a été considéré comme représentatif de l'état quantitatif des aquifères du bassin versant.

Le passage d'un niveau de gestion de crise à un autre se fait lorsque des seuils sont dépassés. Pour les eaux souterraines de la Sambre, les seuils sont :

| NIVEAU DE GESTION DE CRISE | PROFONDEUR DU PIEZOMETRE DE GRAND-FAYT |
|----------------------------|--|
| Vigilance | Quinquennal |
| Alerte | Décennal |
| Crise | Vicennal |

Tableau n°12 : Les 3 niveaux de gestion de crise à Grand Fayt

Chaque valeur de seuil est systématiquement recalculée en fonction des moyennes des débits des années précédentes pour la période considérée et donc varie toutes les quinze semaines. C'est pourquoi il n'est pas possible de fournir une valeur de seuil dans le tableau précédent.

Les mois de Juillet et Août ainsi que la période allant de mi-October à fin novembre 2005 ont été classés en seuil de vigilance vis-à-vis de la sécheresse. Des restrictions d'usages ont été prolongées jusqu'à fin octobre 2005.

Ceci montre la sensibilité des aquifères à l'étiage.

| | JUILLE T 1IER-15 | JUILLE T 15-31 | AOUT 1IER-15 | AOU T 15-31 | SEPT. 1IER-15 | SEPT . . 15-30 | OCT. 1IER-15 | OCT. 15 -31 | NOV 1IER-15 | NOV. 15-31 |
|---------------|------------------------|----------------------|-----------------|-------------------|------------------|----------------------|-----------------|----------------|----------------|---------------|
| Seuils | Vigil. | Vigil. | Vigil. | Vigil | RAS | RAS | RAS | Vigil. | Vigil. | Vigil. |

Tableau n°13 : Evolution des seuils de sécheresse pour l'année 2005 (DIREN)

Ce constat a également été fait en 2004, lorsque à titre expérimental, la DIREN a suivi également le niveau piézométrique de Grand-Fayt afin de suivre la période d'étiage. Les 2 seuils (vigilance et alerte) étaient définis avec les profondeurs de référence respectives suivantes : 5 m et 6 m.

Du 15 août au 31 octobre 2004, les aquifères du bassin versant de la Sambre ont été classées en période de vigilance vis-à-vis de la sécheresse.

Le bilan quantitatif des aquifères permet de calculer au mieux les entrées (alimentation par la pluie et les échanges entre masses d'eau) et les sorties des aquifères (les prélèvements par différents usages humains). Or beaucoup de données sont absentes ou approximatives.

Le bilan pour une surface d'alimentation minimale c'est-à-dire l'ensemble des infiltrations sur l'aquifère (calcaire affleurant et calcaire recouvert de limon) met à jour :

- *pour le synclinal de Bachant, un tout juste équilibre apparaît ($-7,6.10^6$ m³ si on ne considère que les calcaires affleurants ou $-0,6.10^6$ m³ pour l'année 2001 si on considère les calcaires recouverts de limons) avec la zone de la Solre excédentaire alors que la zone de la Sambre et des Cligneux est déficitaire. Elle peut donc être considérée comme une zone à observer avec attention car elle subit les plus grands prélèvements du bassin versant et ces derniers pourraient augmenter.*

- *pour les aquifères de Dourlers, Sars Poteries, Haut-Lieu et Etroeungt (absence de prélèvements pour les années considérées), le bilan est toujours positif. Il n'y a apparemment aucun risque de déséquilibre entre les prélèvements et les ressources renouvelables. En effet, bien que leur capacité soit beaucoup moins importante, les volumes prélevés ne sont pas élevés. Pourtant, l'hypothèse de prélèvements maximaux lors d'une période d'étiage fait apparaître un déficit de l'aquifère de Haut-Lieu.*

- *pour l'aquifère de Marbaix le bilan est positif s'il on considère l'ensemble de l'infiltration sur l'aquifère par contre il est négatif s'il on ne considère que l'infiltration sur les calcaires affleurants. De plus, l'hypothèse de prélèvements maximaux lors d'une période d'étiage fait apparaître un déficit de la réserve. Ainsi elle paraît plus fragile que les aquifères précédentes ce qui est à surveiller du fait de l'approfondissement à venir des carrières de Dompierre et de Saint Hilaire.*

Si l'on considère l'hypothèse haute d'alimentation (apport du dévonien voisin par ruissellement et par les aquifères superficielles), le bilan serait excédentaire sur l'ensemble des aquifères : plus de $3,9.10^6$ m³ pour l'ensemble du synclinal de Bachant et de $29,4.10^6$ m³ sur l'ensemble des autres synclinaux.

Ainsi, la juste définition de la zone d'alimentation est primordiale et nécessiterait des investigations supplémentaires. De même, le calcul des échanges entre les masses d'eaux superficielles et souterraines est à préciser notamment pour les synclinaux de Dourlers, Marbaix et Etroeungt.

Compte tenu de l'incertitude importante concernant la superficie d'alimentation des aquifères par la pluie et par les volumes échangés entre les masses d'eau (superficielles et souterraines), les bilans proposés sont forcément approximatifs mais donnent des ordres de grandeur.

La réserve d'eau sur le bassin versant est de l'ordre de 120.10^6 m³ d'eau dont près de la moitié sur le synclinal de Bachant et un quart sur l'aquifère de Dourlers. Les prélèvements étant élevés, le taux de renouvellement des aquifères est important : tous les 3,4 ans sur l'aquifère de Haut-Lieu, 4 ans sur le synclinal de Bachant, 8 sur l'aquifère de Haut-Lieu... sauf sur l'aquifère de Dourlers et de Sars-Poterie, où les prélèvements sont faibles face à la réserve disponible (respectivement un renouvellement tous les 30 et 19 ans).

Par contre les faibles volumes des aquifères limitent les dilutions lors de pollution.

L'impact à long terme des prélèvements sur l'état des aquifères a été difficile à mettre en évidence. Sur les chroniques longues des niveaux piézométriques disponibles, les variations semblent relativement faibles. En effet, le niveau d'alimentation des captages qui ont pu être étudiés est très voisin du niveau de prélèvement.

Par contre, le niveau piézométrique fluctue suite aux variations pluviométriques annuelles. Ainsi, vu les faibles volumes et les prélèvements importants, une année sèche ou plusieurs d'affilées pourraient entraîner des situations de fragilité.

De plus, ce constat devra prendre en compte l'évolution actuelle des prélèvements. En effet, si les prélèvements à destination de l'alimentation en eau potable diminuent, il y a actuellement des projets d'augmentation des prélèvements et les prélèvements industriels auront tendance à augmenter du fait de la substitution des prélèvements en eau superficielle par de l'eau souterraine et par l'approfondissement des carrières, notamment sur l'aquifère de Marbaix.

Le suivi réalisé dans le cadre de l'arrêté sécheresse de 2005 a fait apparaître en 2004 (à titre expérimental) et en 2005, des périodes de vigilance vis-à-vis de la sécheresse de juillet à fin novembre (sauf en septembre et mi-octobre 2005).

III- Bilan qualitatif de la ressource en eau

Les eaux souterraines contiennent naturellement une quantité variable de très nombreuses substances. A l'état natif, ces teneurs sont généralement suffisamment faibles pour que l'eau soit propre à la consommation humaine sans traitement. Cependant, plusieurs phénomènes peuvent contribuer à la modification de cette qualité. L'alimentation de la nappe provenant majoritairement de la pluie, la qualité de cet approvisionnement peut être mise en cause. Une fois parvenue au niveau du sol, elle peut entraîner les reliquats de l'activité humaine jusqu'à la ressource. De plus, une contamination par les masses d'eau en lien hydraulique avec l'aquifère étudié est toujours envisageable.

Ainsi, après avoir abordé le système de suivi de la qualité des eaux souterraines, nous verrons quel est l'état qualitatif des aquifères pour 2 paramètres majeurs : les nitrates et les phytosanitaires.

A) Le réseau de mesure de la qualité des eaux souterraines

Le besoin d'information sur la qualité des eaux souterraines n'a été ressenti qu'au milieu des années 80. Ainsi, le suivi de la qualité des eaux souterraines ne s'est développé que récemment et reste incomplet au niveau de la densité de points de mesures dans certaines régions. Trois décisions marquent cette période :

- d'une part, l'élaboration d'un instrument d'évaluation, le Système d'Evaluation de la Qualité des eaux souterraines (SEQ - eaux souterraines) fondé sur une appréciation des altérations de l'eau.
- d'autre part, le lancement de campagnes de mesures dédiées à certains paramètres (notamment nitrates et produits phytosanitaires).
- enfin, la création décidée en 1999 mais encore inachevée, d'un Réseau National des Eaux Souterraines (le RNES) après signature d'un protocole entre la Direction chargée de l'environnement et les Agences de l'eau.

Il existe plusieurs réseaux de mesure pour l'aspect qualitatif de la ressource :

- Sur le réseau patrimonial géré par l'Agence de l'Eau Artois Picardie (AEAP), 51 paramètres sont mesurés 2 fois/an.
- Sur le réseau de surveillance sanitaire (géré par la DDASS), 114 paramètres sont mesurés de 1 à 6 fois/an (suivant le volume exhauré, en respect du livre 3 du code de la santé publique).
- Enfin, sur le réseau complémentaire de surveillance sanitaire (géré également par la DDASS), 53 paramètres sont mesurés 1 fois/an.

Sur le bassin versant, existent 75 points de mesures concernant les nitrates (dans l'Aisne à partir de 1961, surtout à partir de 1978) et 54 points de mesures concernant les pesticides (quelques points à partir de 1990 et surtout à partir de 1997) suivis par l'Agence de l'Eau Artois Picardie. Le maillage de ce réseau de mesures a été considéré comme suffisant pour un suivi correct de la qualité de l'eau souterraine.

Il faut ajouter à ces réseaux de mesures, les analyses réalisées par les distributeurs d'eau. Certaines données analysées ci-après y font référence. Pour les synclinaux de Doullers, Marbaix et Etroeungt, le SIDEN France a transmis la qualité de ses captages à partir de 1985 (cf. annexe n°3). Pour le synclinal de Bachant, Eau et Force a transmis des données allant de 1992 à 2002.

L'eau potable est réglementairement analysée au niveau des trois étapes fondamentales que nous avons déjà évoquées : le captage d'eau brute mais aussi l'usine de traitement et la distribution.

« Néanmoins, les mesures sur les lieux de forages, pourtant prévues par la réglementation, sont délaissées au profit de mesures après traitement de potabilisation ou après mélange des eaux [...], gommant ainsi les analyses des eaux les plus dégradées. » (Rapport du Sénat, « eau et l'Assainissement », 2003)

Ainsi, il faut bien distinguer les analyses effectuées sur la ressource brute et celles effectuées « au robinet » de l'utilisateur. En effet, les normes et surtout les contraintes ne sont pas du tout du même ordre ce qui conduit à la constatation précédente.

L'étude d'un des bilans annuels de la qualité de l'eau distribuée (*annexe n°4*) nous montre que 4 paramètres ont des valeurs maximales très proches des limites de qualité : les nitrates et trois produits phytosanitaires. Les valeurs moyennes restent importantes pour deux de ces produits. Nous allons donc nous focaliser sur l'étude de ces deux paramètres.

B) Les nitrates

1. ORIGINE

La concentration « naturelle » en nitrates des eaux souterraines en l'absence de fertilisation est estimée au niveau national entre 5 et 15 mg/l (en NO₃-).

En préliminaire et sans revenir sur le cycle chimique assez complexe mais parfaitement connu de l'azote, il faut préciser que les espèces chimiques azotées réduites (NH₄⁺) s'oxydent en nitrates dans les couches oxygénées (donc superficielles) du sol.

La pollution azotée a plusieurs origines :

- urbaine : Les Effluents Résiduaux Urbains et Industriels (ERU & ERI) en contiennent des quantités non négligeables (principalement sous forme ammoniacale pour les effluents urbains).
- agricole : Les épandages de produits azotés minéraux ou organiques sur les terres cultivables conduisent à un lessivage des excédents par la pluie puis un entraînement vers la zone saturée de l'aquifère. Un phénomène de pollution ponctuel peut se produire aussi avec les effluents d'élevage s'ils sont mal épandus ou avec certains bâtiments d'élevage si la gestion des effluents est mauvaise.
- industrielle : La pollution industrielle résulte d'activités spécifiques utilisant ou produisant ce composé ou ses dérivés (industrie productrice d'engrais agricole...).

Les nitrates descendent donc vers la profondeur, mais la vitesse de migration dépend fortement du type de roches traversées (elle est rapide dans les couches karstiques qui constituent les synclinaux). Ils ne sont, en général, ni retenus ni dégradés. Une fois dans la nappe, les vitesses de migration des eaux nitratées sont lentes, de l'ordre du mètre par jour ou moins. Une fois arrivés en profondeur, ils subsistent et ne sont donc pas dégradés.

2. RISQUES SANITAIRES

Les nitrates sont recherchés dans les eaux d'alimentation en raison des risques que des teneurs excessives sont susceptibles de faire courir en particulier aux nourrissons. Les nitrates transformés dans l'organisme en nitrites, peuvent par la modification des propriétés de l'hémoglobine du sang, empêcher un transport correct de l'oxygène par les globules rouges, provoquant ainsi des cyanoses parfois très graves chez le nourrisson. Chez l'adulte, les nitrites peuvent être transformés en sous produits : les nitrosamines, lesquels seraient liés à un risque accru de cancer.

CONCENTRATION EN NITRATES DANS LES AQUIFERES

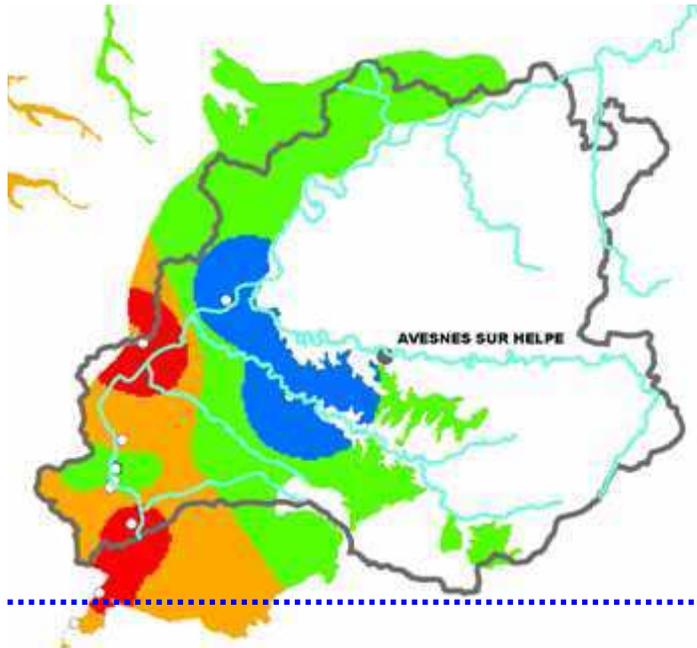
2002

Concentration en nitrates



1978

Source : AEAP



La réglementation actuelle fixe une valeur limite à 50 mg/l au robinet du consommateur afin de protéger les populations les plus sensibles (nourrissons, femmes enceintes ou allaitantes) (Ministère de la santé et des solidarités).

Même si l'impact des nitrates sur la santé est encore aujourd'hui discuté, ils sont un indicateur de la vulnérabilité du milieu (sol et nappe) car ils témoignent de sa capacité d'épuration. En particulier, une augmentation de leur teneur est généralement révélatrice d'une saturation du milieu.

3. ANALYSES

La carte n°9 « *Concentration en nitrate des aquifères* » compare les concentrations en nitrate entre 1978 et 2002 dans les aquifères du bassin versant à partir des données de l'Agence de l'Eau Artois Picardie.

En 1978, quasiment tout le bassin versant a des concentrations inférieures à 25 mg/l sauf 2 zones avec des concentrations entre 25 et 40 mg/l :

- le Val de Sambre, la partie ouest du synclinal de Bachant et du synclinal de Dourlers
- la partie Sud – Ouest du bassin versant (plateaux crayeux du Hainaut)

Il y a même une pointe de concentration de 50 mg/l au niveau de Catillon sur Sambre.

En 2002, la situation est bien différente : une augmentation des concentrations apparaît sur l'ensemble du bassin versant, sauf sur la partie ouest du synclinal de Dourlers, ainsi que les synclinaux de Marbaix et Etroeungt dont les concentrations restent inférieures à 25 mg/l.

Des concentrations entre 40 et 50 mg/l touchent :

- la pointe est du synclinal de Dourlers et le secteur de Bachant Limont Fontaine pour le synclinal de Bachant
- la partie à l'ouest d'une ligne allant de Landrecies à Bergues sur Sambre (aquifère de la Craie).

De plus, les zones dont les concentrations sont supérieures à 50 mg/l se sont étendues au tour de Landrecies et Rejet de Beaulieu/Oisy (aquifère de la Craie ou des alluvions) ce qui présente une pollution très inquiétante des eaux souterraines.

De plus, les études précises des synclinaux calcaires (*cf. annexes n°3 et 5*) confirment cette augmentation des concentrations sur l'ensemble des aquifères même si la situation semble se stabiliser depuis 2000. Pourtant certains captages ont souffert ou souffrent encore de problèmes patents : forages de Limont-Fontaine et de Ferrière la grande.

C) Les produits phytosanitaires

1. ORIGINE

Les produits phytosanitaires représentent toutes les substances destinées notamment à protéger les végétaux contre tous les organismes nuisibles, à détruire partiellement ou entièrement les végétaux ou à assurer leur conservation. Les trois principales classes sont : les fongicides, servant à combattre la prolifération des champignons phytopathogènes ; les insecticides, destinés à détruire les insectes nuisibles et les herbicides, destinés à éliminer les adventices des cultures. La dénomination « pesticides » est abusivement mais largement employée pour désigner ces produits.

L'agriculture est le principal utilisateur des produits phytosanitaires, mais ils sont utilisés aussi pour l'entretien des jardins et des espaces verts, les bordures d'autoroute, les voies ferrées...

Ces molécules, généralement extrêmement complexes, sont assez récentes et sont le résultat des progrès de la chimie de synthèse. Elles sont donc analysées depuis moins longtemps (1ères analyses en 1992) que des substances telles que les nitrates ou les phosphates. Leur évolution est donc moins bien perçue.

D'une manière globale, la percolation de l'eau dans le sol entraîne la lixiviation des molécules phytosanitaires, en fonction des caractéristiques du produit, des propriétés du sol, du degré de karstification, de la vitesse d'infiltration et de l'épaisseur de la zone non saturée (Van der Werf, 1996 ; Guimont et al., 2003 ; Smelt et al., 2003). La rétention et les processus de dégradation des produits phytosanitaires limitent ce type de transfert. Mais les produits de dégradation suscitent souvent les mêmes préoccupations que les molécules mères (molécules toxiques pour la santé).

La particularité de ces produits est bel et bien d'appartenir à une même famille chimique. Ainsi, la limite de qualité porte non seulement sur la concentration maximale de chaque substance (0,1 µg/l sans distinguer les molécules) mais aussi sur la somme de ces concentrations (0,5 µg/l). Enfin, il faut savoir que de nombreux produits détectés dans les eaux souterraines proviennent de la dégradation des produits épandus.

En se référant à la section eaux potables du code de la santé publique, on notera que par « total pesticides », on entend la somme de tous les pesticides individualisés détectés et quantifiés. Or nous pouvons constater qu'une quarantaine de molécules sont analysées mais que peu d'entre elles sont quantifiées. Un 1er problème de taille apparaît : la limite de quantification.

Enfin, compte tenu des coûts d'analyse pour ce type de produit, de nombreuses molécules ne sont pas recherchées.

2. LES RISQUES SANITAIRES

Les risques sanitaires liés aux phytosanitaires dans l'eau potable peuvent être liés à des intoxications aiguës. Les risques à long terme, quant à eux, sont plus difficiles à apprécier. Des publications scientifiques récentes ont mis en évidence des liens avec des effets retardés sur la santé principalement dans le champ des cancers, des effets neurologiques et des troubles de la reproduction. Une exposition à de faibles doses pourrait donc avoir des conséquences sanitaires à long terme pour le consommateur. La présence de phytosanitaires dans les eaux d'alimentation ne doit donc pas être négligée.

3. LES ANALYSES

Les produits les plus utilisés (Atrazine, Simazine, Diuron...) ainsi que leurs sous-produits (Deséthylatrazine, Deséthylsimazine...) sont détectés sur les captages du bassin versant. Et la tendance générale est à la hausse (*cf. annexes n°3 et 6*). Il faut indiquer que l'usage de l'atrazine est interdit depuis 2003.

Certains dépassent, même ponctuellement, les limites de qualité pour la norme mono paramètre pour la Deséthylatrazine, un métabolite de l'atrazine, au niveau des captages de Dompierre, Taisnières et Sars Poteries. Ces eaux sont donc non conformes aux exigences de qualité définies par le Code de la Santé Publique.

Sur le synclinal de Bachant, tous les captages présentent des quantités importantes en ces différents produits. Ils dépassent même les limites de qualité pour la norme monoparamètre pour la Deséthylatrazine, l'Atrazine et plus rarement la Simazine et la Terbutylazine. Seul le captage Bachant Horipette présente de gros problèmes de dépassements pour les 2 normes et cela depuis les toutes premières mesures en 1996

En revanche, la somme des concentrations des différentes molécules détectées respecte généralement la norme « Somme ».

Malgré les difficultés d'analyse de l'évolution des teneurs (peu de points de suivi et analyses récentes), il semble que les teneurs augmentent et que cette augmentation s'accélère depuis l'année 2000. A ce rythme, comme la norme mono paramètre est déjà franchie, la norme « somme des paramètres » sera alors atteinte plus rapidement qu'il n'y paraît du simple fait de la sommation.

De plus, cette analyse ne concerne qu'un nombre limité de molécules alors que le panel des molécules utilisées est en constante évolution.

D) Les autres paramètres

Les autres paramètres suivis sont ceux donnés dans le bilan annuel présenté en annexe n°4 (dureté, alcalinité, pH, conductivité, résidu sec, turbidité, chlorure, fer, fluor, potassium, nitrite, sulfates...).

Depuis que les analyses sur la ressource se sont systématisées (au début des années 80), nous ne pouvons pas déceler d'autres dégradations de la qualité de l'eau captée que celles évoquées ci-dessus. Il est à préciser que de nombreux paramètres comme les hormones ne sont pas suivis aujourd'hui alors qu'ils ne sont pas sans impact.

Le réseau de mesures de la qualité des eaux souterraines est assez récent : la majorité des mesures est réalisée depuis 1978 pour les nitrates et 1987 pour les phytosanitaires.

Néanmoins des évolutions peuvent être mises à jour.

En 1978, seuls 2 points dépassaient les concentrations de 40 mg/l pour les eaux souterraines (eaux brutes) : Maubeuge et Catillon sur Sambre. Alors qu'en 2002, l'augmentation des concentrations est observée sur l'ensemble des aquifères. Les zones dépassant les concentrations 40 mg/l se sont étendues autour de Sars Poteries, Limont-Fontaine et sur une large zone à l'Ouest d'une ligne allant de Landrecies à Bergues sur Sambre (aquifères de la Craie). Des concentrations supérieures à 50 mg/L sont également observées autour de Landrecies et de Rejet de Beaulieu/Oisy.

Même si la situation semble se stabiliser depuis 2 à 3 ans, la situation est préoccupante sur l'ensemble des aquifères.

Pour ce qui est des phytosanitaires, les produits les plus utilisés (Atrazine, Simazine, Diuron...) ainsi que leurs sous-produits (Deséthylatrazine, Deséthysimazine...) sont quasi systématiquement détectés sur les captages du bassin versant (eaux brutes). Des dépassements ponctuels des normes mono paramètre peuvent avoir lieu, notamment, au niveau des captages de Dompierre, Taisnières et Sars Poteries. Pour le synclinal de Bachant les dépassements touchent également l'Atrazine et plus rarement la Simazine et la Terbutylazine. Le captage Bachant Horipette présente de gros problèmes de dépassements pour les 2 normes (mono paramètre et somme) et cela depuis les toutes premières mesures en 1996.

En revanche, la somme des concentrations des différentes molécules détectées respecte généralement la norme « Somme ».

Malgré les difficultés d'analyse de l'évolution des teneurs en produits phytosanitaires (peu de points de suivi et analyses récentes), il semble que les teneurs augmentent et que cette augmentation s'accélère depuis l'année 2000. A ce rythme, comme la norme mono paramètre est déjà franchie ponctuellement, la norme « somme des paramètres » sera alors atteinte plus rapidement qu'il n'y paraît, du simple fait de la sommation. Il faut souligner que l'usage de l'Atrazine est interdit depuis 2003.

De plus, cette analyse ne concerne qu'un nombre limité de molécules alors que le panel des molécules utilisées est en constante évolution.

Conclusion

L'eau souterraine n'est pas présente sur l'ensemble du territoire. Les réserves en eau se situent principalement dans les roches primaires calcaires fracturées à l'est (en gouttières orientées est-ouest, appelées synclinaux). L'eau est contenue dans les fissures de ces calcaires. La craie du secondaire à l'ouest constitue une réserve de moindre importance parce que moins étendue (début de bassin versant) et d'épaisseur limitée sur ce secteur.

Le système karstique des 4 synclinaux (Bachant, Dourlers, Marbaix et Etroeungt) induit une extrême vulnérabilité de cette ressource puisque, au niveau d'une fracture, une pollution peut s'infiltrer directement et très rapidement jusqu'à l'aquifère :

- l'ensemble du synclinal de Bachant est considéré en vulnérabilité forte ou très forte. Seule une partie du synclinal sur la commune de Leval est classée en vulnérabilité faible ;

- les autres synclinaux sont également classés en vulnérabilité forte ou très forte. Les synclinaux de Sars Poteries et Dourlers sont les plus vulnérables du fait des zones de pertes sur les cours d'eau de la Tarsy, l'Helpe Majeure et l'Helpe mineure (également présentes sur les communes de Beaurieux, Solre le Château et Taisnières en Thiérache)

Il convient de préciser que l'accès à des données pédologiques fiables et complètes manque (absence notamment sur les aquifères de Marbaix, Haut-Lieu et Etroeungt) et que les méthodes utilisées pour élaborer ces cartes de vulnérabilité n'ont inclus aucune étude de terrain. Il semble donc indispensable de préciser cette carte par une étude de terrain poussée pour affiner notre vision sur le pouvoir protecteur des horizons pédologiques, sur les zones de pertes, la karstification...

De plus, nous n'avons aujourd'hui aucune donnée concernant le monoclinale de Wallers-Trélon que ce soit en quantitatif ou qualitatif et concernant son pendant Nord (au niveau de Rousies et Jeumont).

La réserve d'eau sur le bassin versant est de l'ordre de 120.10^6 m^3 d'eau et se trouve préférentiellement sur le synclinal de Bachant (pour près de la moitié) et sur l'aquifère de Dourlers (pour un quart).

Les prélèvements étant élevés, le taux de renouvellement des aquifères est important : tous les 3,4 ans sur l'aquifère de Haut-Lieu, 4 ans sur le synclinal de Bachant, 8 sur l'aquifère de Haut-Lieu... sauf sur les aquifères de Dourlers et de Sars poteries, où les prélèvements sont faibles face à la réserve disponible (renouvellement respectivement tous les 30 ans et les 19 ans). Par contre les faibles volumes des aquifères limitent les dilutions lors de pollution. Ainsi, les fortes sollicitations dans les nappes ont pour effet une diffusion accrue des pollutions en particulier en direction des points de sollicitation, c'est-à-dire les captages.

Le bilan pour une surface d'alimentation minimale c'est-à-dire l'ensemble des infiltration sur l'aquifère (calcaire affleurant et calcaire recouvert de limon) met à jour :

- pour le synclinal de Bachant le bilan est tout juste à l'équilibre s'il on considère l'ensemble de l'infiltration sur l'aquifère (-0,6.106 m³ pour l'année 2001) par contre il est négatif s'il on ne considère que l'infiltration sur les calcaires affleurants (-7,6.106 m³) avec la zone de la Solre excédentaire alors que la zone de la Sambre et des Cligneux est déficitaire. Elle peut donc être considérée comme une zone à observer avec attention car elle subit les plus grands prélèvements du bassin versant et ces derniers pourraient augmenter.

- pour les aquifères de Dourlers, Sars Poteries, Haut-Lieu et Etroeungt (absence de prélèvements pour les années considérées), le bilan est toujours positif. Il n'y a apparemment aucun risque de déséquilibre entre les prélèvements et les ressources renouvelables. En effet, bien que leur capacité soit beaucoup moins importante, les volumes prélevés ne sont pas élevés. Pourtant, l'hypothèse de prélèvements maximaux lors d'une période d'étiage fait apparaître un déficit de l'aquifère de Haut-Lieu.

- pour l'aquifère de Marbaix le bilan est positif s'il on considère l'ensemble de l'infiltration sur l'aquifère par contre il est négatif s'il on ne considère que l'infiltration sur les calcaires affleurants. De plus, l'hypothèse de prélèvements maximaux lors d'une période d'étiage fait apparaître un déficit de la réserve. Ainsi elle paraît plus fragile que les aquifères précédentes ce qui est à surveiller du fait de l'approfondissement à venir des carrières de Dompierre et de Saint Hilaire.

Si l'on considère l'hypothèse haute d'alimentation (apport du dévonien voisin par ruissellement et par les aquifères superficielles), le bilan serait excédentaire sur l'ensemble des aquifères : plus de 3,9.106 m³ pour l'ensemble du synclinal de Bachant et de 29,4.106 m³ sur l'ensemble des autres synclinaux.

Ainsi, la juste définition de la zone d'alimentation est primordiale et nécessiterait des investigations supplémentaires. De même, le calcul des échanges entre les masses d'eaux superficielles et souterraines est à préciser notamment pour les synclinaux de Dourlers, Marbaix et Etroeungt. Compte tenu de ces incertitudes, les bilans proposés sont forcément approximatifs et proposent uniquement des ordres de grandeur. Ainsi, pour dresser un bilan global précis, il conviendrait de réaliser des campagnes de jaugeages sur les cours d'eau pour estimer les échanges entre les différentes masses d'eau (superficielles et souterraines). Les volumes en jeu sont d'autant plus importants qu'ils peuvent faire basculer les résultats d'un bilan d'une sous exploitation à une sur exploitation.

Le suivi réalisé dans le cadre de l'arrêté sécheresse de 2005 a fait apparaître en 2004 (à titre expérimental) et en 2005, des périodes de vigilance vis-à-vis de la sécheresse de juillet à fin novembre (sauf de septembre à mi-octobre 2005).

L'impact à long terme des prélèvements sur l'état des aquifères a été difficile à mettre en évidence. Sur les chroniques longues des niveaux piézométriques disponibles, les variations semblent relativement faibles. Ainsi aujourd'hui il semble exister un équilibre entre l'alimentation des nappes et les prélèvements. Pourtant ce constat doit être modulé par 2 points :

- les variations pluviométriques annuelles influent fortement le niveau des nappes. Ainsi, une sur-exploitation des aquifères de Marbaix et Haut-lieu (Bachant non étudiée) apparaît si sont cumulés des prélèvements importants et une faible pluviométrie. Le classement en 2004 et 2005 des aquifères en vigilance vis-à-vis du risque de sécheresse nous indique de la même façon que la situation est fragile, même si les seuils utilisés peuvent encore aujourd'hui être discutés ;

- les prélèvements peuvent augmenter : projets d'augmentation des prélèvements à destination de l'alimentation en eau potable et des prélèvements industriels à la hausse du fait de la substitution des prélèvements en eau superficielle par de l'eau souterraine et par l'approfondissement des carrières, notamment sur l'aquifère de Marbaix ;

Concernant la qualité de l'eau, le constat est inquiétant : pour le nitrate, même si la situation semble se stabiliser depuis 2 à 3 ans, il y a une augmentation générale des concentrations dans les nappes. Les zones dépassant les concentrations 40 mg/l se sont étendues autour de Sars Poteries, Limont-Fontaine et sur une large zone à l'Ouest d'une ligne allant de Landrecies à Bergues sur Sambre. Des concentrations supérieures à 50 mg/l sont également observées autour de Landrecies et de Rejet de Beaulieu/Oisy.

Pour ce qui est des phytosanitaires et de leurs sous produits, la situation est encore plus préoccupante car ils sont quasiment systématiquement détectés sur les captages du bassin versant et les teneurs semblent augmenter depuis 2000.

Des dépassements des normes mono paramètre pour les eaux brutes sont observées ponctuellement sur les synclinaux de Dourlers et Bachant (notamment pour l'Atrazine le deséthylatrazine et plus rarement pour la Simazine et la Terbutylazine. Le captage Bachant Horipette présente de gros problèmes de dépassements pour les 2 normes (mono paramètre et somme) et cela depuis les toutes premières mesures en 1996.

Malgré les difficultés d'analyse de l'évolution des teneurs (peu de points de suivi, analyses récentes et éventail des molécules en constante évolution), l'évolution des teneurs semble tendre vers une atteinte plus rapide qu'il n'y paraît de la norme « somme des paramètres».

ANNEXES :

Annexe n°1 : RISK, une méthode adaptée aux systèmes karstiques

Annexe n°2 : Un arrêté sécheresse interdépartemental

Annexe n°3 : La qualité des eaux souterraines sur les synclinaux de Dourlers, Marbaix et Etroeungt

Annexe n°4 : Bilan 2003 de la qualité de l'eau pour l'Unité de Distribution de Ferrière la Grande

Annexe n°5 : Evolution de la concentration en nitrates dans les eaux brutes du synclinal de Bachant

Annexe n°6 : Evolution de la teneur en produits phytosanitaires dans les eaux brutes du synclinal de Bachant