

CONVENTION S.P.G.E. – NITRAWAL

PROGRAMME D' ACTIONS POUR LA PROTECTION DES CAPTAGES CONTRE LES CONTAMINATIONS D'ORIGINE AGRICOLE

BASSINS PILOTES D'ARQUENNES



RAPPORT D'ACTIVITES ANNUEL INTERMEDIAIRE 2005



Ce rapport doit être cité de la manière suivante :

Corswaren I, Fripiat C, Hulpiau A, Hupin F, Marcoen J M, Triolet N, Vandenberghe C (2005). *Programme d'actions pour la protection des captages contre les contaminations d'origine agricole. Bassins pilotes d'Arquennes. Rapport d'activités annuel intermédiaire 2005. Convention S.P.G.E. – Nitrawal, 34p + Annexes 34p.*

Table des matières

	LISTE DES FIGURES ET TABLEAUX.....	3
1.	PREAMBULE.....	4
1.1.	CONTEXTE DE L'ETUDE.....	4
1.2.	PRESENTATION DE LA STRUCTURE NITRAWAL.....	5
1.3.	DE L'INTERET D'UNE ETUDE « BASSIN VERSANT ».....	6
1.4.	PROGRAMME DE TRAVAIL.....	7
2.	CARACTERISTIQUES PHYSIQUES GENERALES DES DEUX BASSINS VERSANTS	8
2.1.	CONTEXTES GEOGRAPHIQUE ET HYDROGRAPHIQUE.....	8
	<i>Masses d'eau.....</i>	<i>8</i>
	<i>Bassins hydrographiques.....</i>	<i>9</i>
2.2.	LA TOPOGRAPHIE.....	10
2.3.	LE CONTEXTE GEOLOGIQUE.....	11
2.4.	LE CONTEXTE PEDOLOGIQUE.....	12
2.5.	LE CONTEXTE CLIMATIQUE.....	12
	<i>Climat d'Arquennes.....</i>	<i>12</i>
	<i>Données pour la modélisation.....</i>	<i>13</i>
2.6.	L'EAU SOUTERRAINE.....	15
	<i>Les prises d'eau.....</i>	<i>15</i>
	<i>Aspects quantitatifs.....</i>	<i>15</i>
	<i>Aspects qualitatifs.....</i>	<i>16</i>
3.	DESCRIPTION DES EXPLOITATIONS AGRICOLES.....	18
3.1.	INTRODUCTION.....	18
3.2.	LES EXPLOITATIONS AGRICOLES.....	19
	<i>Identification des acteurs (agriculteurs).....</i>	<i>19</i>
	<i>Typologie des exploitations agricoles.....</i>	<i>21</i>
	<i>Taux d'implication.....</i>	<i>21</i>
	<i>Taux de liaison au sol.....</i>	<i>23</i>
	<i>Description des bâtiments.....</i>	<i>23</i>
	<i>Assolement.....</i>	<i>24</i>
3.3.	MISE EN ŒUVRE DES ACTIONS.....	26
	<i>Suivi environnemental.....</i>	<i>26</i>
	<i>Suivi des démarches qualité.....</i>	<i>26</i>
	<i>Présentation des conclusions des bilans de campagne 2004.....</i>	<i>27</i>
4.	SUIVI DE LA CONCENTRATION EN AZOTE NITRIQUE DANS LE SOL.....	29
5.	FORAGE DE PIEZOMETRES.....	30
6.	MODELISATION DES TRANSFERTS.....	32
6.1.	LES MODELES.....	32
6.2.	CALIBRAGE DES MODELES.....	32
7.	ETAT D'AVANCEMENT DES ACTIONS.....	33
8.	REFERENCES.....	34

Liste des figures

Figure 1. District international hydrographique de l'Escaut (2005)	8
Figure 2. Bassins hydrographiques majeurs en Belgique	9
Figure 3. Les deux bassins d'Arquennes et leurs prises d'eau.....	9
Figure 4. MNT des deux bassins d'Arquennes (exagération 7x).....	10
Figure 5. Géologie de la zone d'études (Source : DGRNE, Carte géologique de Wallonie- planchette 39/5-6 (Braine-le-Comte – Feluy)).....	11
Figure 6. Extrait des planchettes 128 E et 129 W de la carte des sols de Belgique.....	12
Figure 7. Diagramme ombrothermique relatif aux deux bassins versants d'Arquennes (réalisé à partir des données du 1/01/2000 au 31/12/2004)	13
Figure 8. Comparaison des températures maximales et minimales entre les stations d'Ecaussinnes, d'Alleur et de Ernage (du 1/01/2000 au 31/12/2004).	14
Figure 9. Comparaison des précipitations mensuelles entre les stations d'Arquennes, d'Alleur et de Ernage (du 1/01/2000 au 31/12/2004).....	14
Figure 10. Localisation des prises d'eau de la SWDE	15
Figure 11. Evolution de la teneur en nitrate des prises d'eau E1, E2, G3 et G6	16
Figure 12. Pesticides dont la concentration est la plus élevée dans les eaux souterraines en Région wallonne (1996 - 2003) (en % d'échantillons) (Source : SEQ-ESO)	17
Figure 13. Taux d'implication des agriculteurs sur la zone d'étude d'Arquennes	21
Figure 14. Surface occupée par chaque agriculteur dans les bassins versants.....	22
Figure 15. Taux de liaison au sol 2004 des exploitations agricoles.....	23
Figure 16. Assolement des campagnes 2000 à 2005 sur la zone d'étude d'Arquennes.....	25
Figure 17. Assolement 2005.....	25
Figure 18. Carte des prises d'eau et des piézomètres	30

Liste des tableaux

Tableau 1. Concentration (ng/l) des principaux pesticides dans les prises d'eau en 2004 (Source : SWDE).....	16
Tableau 2. Liste des agriculteurs des bassins versants	19
Tableau 3. Typologie des exploitations.....	21
Tableau 4. Surface implantée de CIPAN (moutarde et phacélie) en 2005	26
Tableau 5. Reliquat azoté (kg N-NO ₃ /ha) mesuré dans le sol en post-récolte céréales.....	29

1. PREAMBULE

1.1. Contexte de l'étude.

Deux sites de prises d'eau exploités par la Société Wallonne Des Eaux (SWDE) sur la commune de Seneffe Arquennes sont contaminés par le nitrate (concentrations respectivement de 45 mg et de 72 mg par litre) et par des produits phytosanitaires (atrazine, déséthylatrazine, simazine, désisopropylatrazine).

Le bassin d'alimentation de ces captages est situé exclusivement en zone agricole. Le bassin d'alimentation du premier site (à l'ouest : une galerie et deux émergences) est couvert exclusivement par des terres de cultures. L'eau est captée dans la nappe des Sables bruxelliens. Ce bassin d'alimentation est hors zone vulnérable. Le bassin d'alimentation du deuxième site (à l'est : une galerie) est couvert de terres de cultures, comprend une ferme avec porcherie et est situé dans la zone vulnérable des Sables bruxelliens.

Chaque site dispose d'un projet de zone de protection rapprochée ; la zone de protection éloignée leurs est commune.

Suite aux contacts avec l'Observatoire des Eaux Souterraines, la SWDE et la Société Publique de Gestion de l'Eau (SPGE) relatifs au projet de désignation des zones de prévention des prises d'eau SWDE d'Arquennes et afin de répondre à leur demande de restrictions des pratiques agricoles au sein de ces zones de prévention, il est apparu que le site dont objet pourrait idéalement servir de site pilote pour :

- la mise en œuvre effective de bonnes pratiques agricoles en matière d'utilisation de fertilisants azotés;
- la détermination des améliorations à y apporter pour atteindre les objectifs de qualité des eaux souterraines captées sur ces sites de prises d'eau.

Les objectifs du programme d'actions ciblés par le présent projet de convention sont :

1. d'étudier et de mettre en place, dans le cadre du bassin pilote d'Arquennes, un outil d'aide à la décision en matière de prévention de la contamination des eaux (par le nitrate d'origine agricole) à proximité des ouvrages de prise d'eau ;
2. d'encadrer les agriculteurs exploitant des parcelles situées dans les zones de prévention des sites de prise d'eau d'Arquennes afin de corriger leurs pratiques agricoles en vue d'améliorer la qualité de l'eau exploitée sur ce site de prise d'eau.

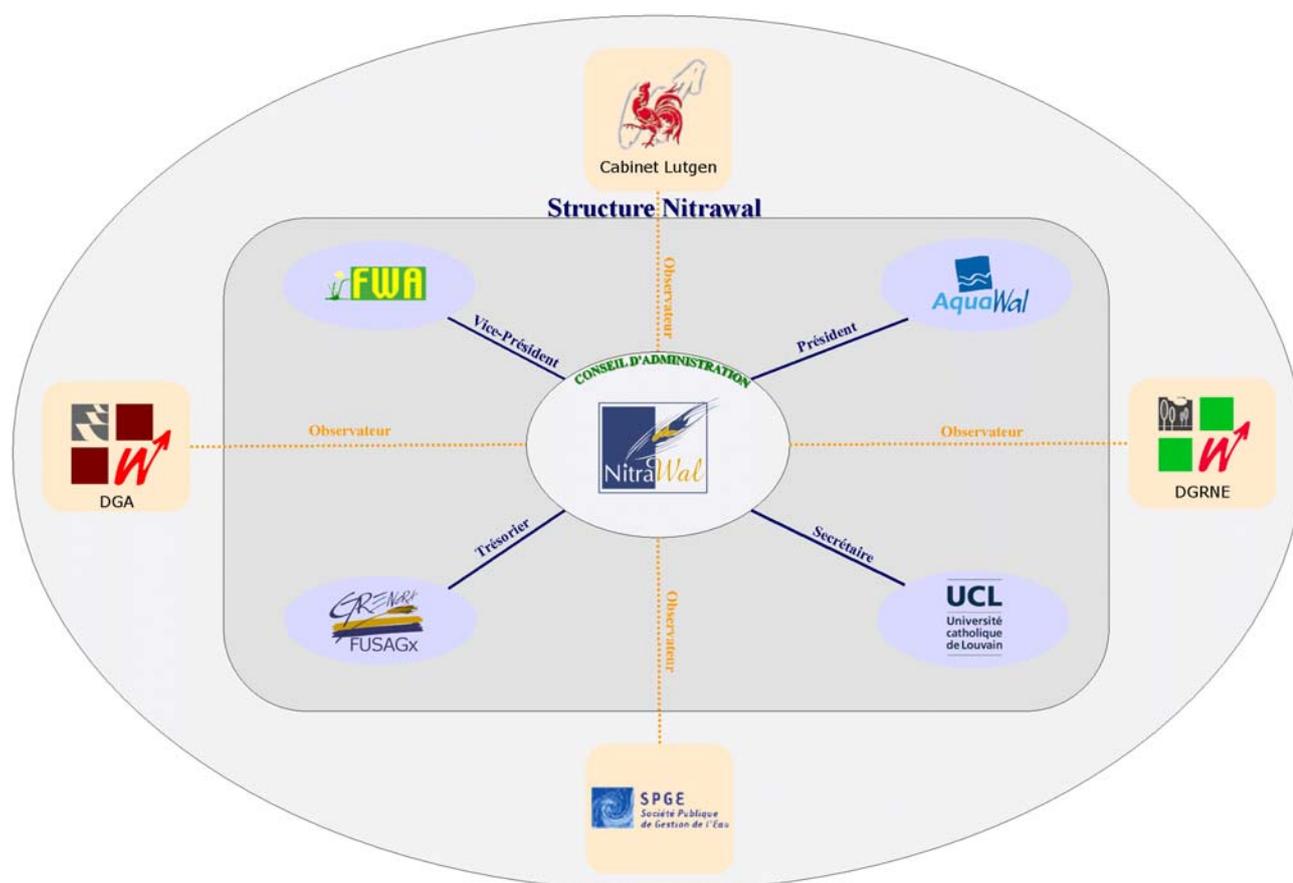
L'originalité et l'intérêt de ce projet de convention dépassent ainsi le cadre strict du bassin versant d'Arquennes et résident notamment dans :

- l'action concertée entre techniciens de terrains, scientifiques, représentants des agriculteurs et producteurs d'eau (voir paragraphe 1.2)
- l'approche interdisciplinaire (hydrologie, géopédologie, agronomie, chimie, ...) et
- la détermination d'une méthodologie générale qui soit reproductible sur d'autres prises d'eau.

1.2. Présentation de la Structure Nitrawal

Le Gouvernement wallon a créé une structure unique et complète pour répondre aux obligations de la directive européenne 'Nitrates' en Région wallonne. Cette structure originale comprend :

- une équipe (Nitrawal asbl) d'ingénieurs et techniciens chargée d'accompagner les agriculteurs sur le terrain (bonnes pratiques, mise en conformité des bâtiments, ...),
- deux groupes de recherches des Facultés d'agronomie de Gembloux (FUSAGx) et Louvain-la-Neuve (UCL),
- les principaux producteurs et distributeurs d'eau wallons (s.a. Aquawal),
- un organisme représentant le monde agricole (FWA).



Cette structure associe de manière coordonnée des groupes pluridisciplinaires (phytotechniciens, hydrogéologues, pédologues) de recherches scientifiques, des équipes de vulgarisateurs et des représentants des secteurs de l'eau et de l'agriculture. Cette structure collabore¹ déjà activement avec PIRENE et le Centre wallon de Recherches Agronomiques (Gembloux).

¹ Directive Nitrates - Rapportage à l'Europe

1.3. De l'intérêt d'une étude « bassin versant »

Bruno Mary écrivait lors d'un colloque organisé par l'INRA (Mary et al, 1996) :

« Pourquoi des études à l'échelle du bassin hydrologique ?

On peut se demander s'il est nécessaire de faire des études à l'échelle du bassin hydrologique, puisque les expérimentations en cases lysimétriques ou en petites parcelles agricoles permettent de fournir des informations sur les pertes de nitrate, en fonction du système de culture. Cependant, ces expérimentations ne suffisent pas à bien évaluer quel sera l'impact réel sur le milieu de modifications de pratiques agricoles. Les études à l'échelle du bassin hydrologiques ont plusieurs intérêts :

1. *c'est l'échelle de gestion de la ressource en eau de la collectivité*
2. *elles intègrent dans l'espace et le temps les flux d'eau et d'azote, en incluant l'effet de l'aménagement de l'espace et du mode de conduite des exploitations agricoles*
3. *c'est l'échelle de validation des modèles de prévision »*

L'échelle où s'élabore la qualité de l'eau est celle du bassin versant ou bassin hydrologique (Alard V et al, 2002). Cependant, à cette échelle, il est souvent difficile de faire des mesures exhaustives sur l'ensemble de l'espace et du temps. L'utilisation de modèles dynamiques de simulation des flux d'eau et d'azote, validés par la mesure d'indicateurs d'état hydrique et azoté, permet de comprendre les processus de transformation et de transfert de l'azote.

Dans le cadre du Programme de Gestion Durable de l'Azote en agriculture (PGDA)², transposition wallonne de la Directive Nitrate (CE 91/676), deux types d'indicateurs d'état azoté sont établis et évalués annuellement dans les exploitations agricoles :

- ▶ à l'échelle de l'exploitation : le taux de liaison au sol et le bilan d'azote (pour les exploitations inscrites en Démarche Qualité (DQ))
- ▶ à l'échelle de la parcelle : la concentration en azote nitrique dans le sol (couche 0-90 cm) appelée APL (pour Azote Potentiellement Lixivable) mesuré en automne (pour les exploitations inscrites en DQ)

Pour chacun de ces indicateurs, des niveaux de référence sont fixés, soit par le PGDA (taux de liaison au sol inférieur ou égal à un), soit par l'« arrêté-fils » du PGDA, l'arrêté Démarche Qualité³ qui précise les niveaux à atteindre en terme de bilan d'azote ou d'APL.

L'approche par bassin versant permet de confronter ces indicateurs « parcelle » et « exploitation » et leurs niveaux de référence à l'indicateur qui s'impose naturellement à cette échelle : la concentration en nitrate mesurée à l'exutoire de celui-ci.

Ce type d'expérience a déjà été mené avec succès dans d'autres pays (voir Annexe 1). Afin de pouvoir mener au mieux cette mission, un voyage d'étude a été réalisé en France. L'objectif était double : soumettre notre programme de travail à la critique d'experts en la matière et s'inspirer de leurs expériences. (voir Annexe 2)

² Arrêté du Gouvernement wallon du 10 octobre 2002 (MB 29/11/02)

³ Arrêté Ministériel du 6 avril 2004 (MB 23/06/04)

1.4. Programme de travail

La convention définit 3 phases de travail :

Phase 1 : caractérisation du contexte

- Identification des acteurs (agriculteurs, riverains, personnel de la SWDE) et des pratiques agricoles
- Diagnostic « bâtiments » : stockage des différents produits, puits, état des bâtiments, alimentation en eau, rejets d'eaux usées, ...
- Essais (pompage, traçage et analyses) in situ et en laboratoire pour caractérisation du sous-sol
- Analyses d'eau (nitrate et produits phytosanitaires)

Phase 2 : Mise en œuvre des actions

- Liste d'actions à entreprendre : pratiques agricoles (fertilisation, ...), aménagement (cultures intercalaires pièges à nitrate, tournières, ...), bâtiments (gestions des flux d'eaux usées, ...)
- Etude des aspects financiers de ces actions
- Accompagnement individuel des agriculteurs
- Etablissement d'un bilan (input – output – solde) de l'azote à l'échelle du bassin versant
- Analyse des reliquats azotés du sol au printemps en vue d'établir un conseil de fertilisation
- Analyses des reliquats azotés du sol chaque année en début de période de lessivage (novembre)
- Suivi mensuel de la qualité de l'eau brute (nitrate et produits phytosanitaires)
- Calibration d'un modèle de lixiviation

Phase 3 : Evaluation

- Evaluation intermédiaire à la fin de chaque saison culturale
- Evaluation finale de l'impact des mesures mises en place sur la qualité de l'eau et sur les coûts (rentabilité de l'exploitation) des actions et propositions d'actions pour l'agriculteur
- Etablissement d'un outil d'aide à la décision en matière de contamination des eaux par le nitrate d'origine agricole à proximité des prises d'eau.

2. CARACTERISTIQUES PHYSIQUES GENERALES DES DEUX BASSINS VERSANTS

2.1. Contextes géographique et hydrographique

Masses d'eau

La zone d'étude appartient au district hydrographique international de l'Escaut (Figure 1) qui comporte le bassin hydrographique de l'Escaut, les bassins hydrographiques associés et les eaux souterraines et côtières qui leur sont associées.



Figure 1. District international hydrographique de l'Escaut (2005)

La directive cadre sur l'eau avance le concept de "masse d'eau" pour classifier les différents milieux aquatiques qui caractérisent le territoire européen. Il faut distinguer les masses d'eau de surface et souterraines. Au sens de cette directive, une masse d'eau de surface est une partie distincte et significative des eaux de surface telles qu'un lac, un réservoir, une rivière, un fleuve ou un canal, une partie de rivière, de fleuve ou de canal, une eau de transition ou une portion d'eaux côtières. Une masse d'eau souterraine est un volume distinct d'eau souterraine à l'intérieur d'un ou de plusieurs aquifères.

La zone qui nous concerne appartient à la masse d'eau de surface de la Samme-Thines. Les pratiques agricoles et les pressions domestiques et industrielles appliquées à cette masse d'eau ne permettent pas d'obtenir une qualité suffisante concernant l'azote, hors nitrate, et le phosphore (Collectif, 2004).

Pour ce qui est des eaux souterraines, la zone d'étude appartient à la masse d'eau du Socle du Brabant pour laquelle les risques chimiques liés à des contaminations ponctuelles sont faibles et moyens pour des contaminations diffuses (Collectif, 2004).

Bassins hydrographiques

La zone d'étude est localisée dans le bassin hydrographique de l'Escaut, un des douze bassins hydrographiques majeurs qui couvrent la Belgique (Figure 2).

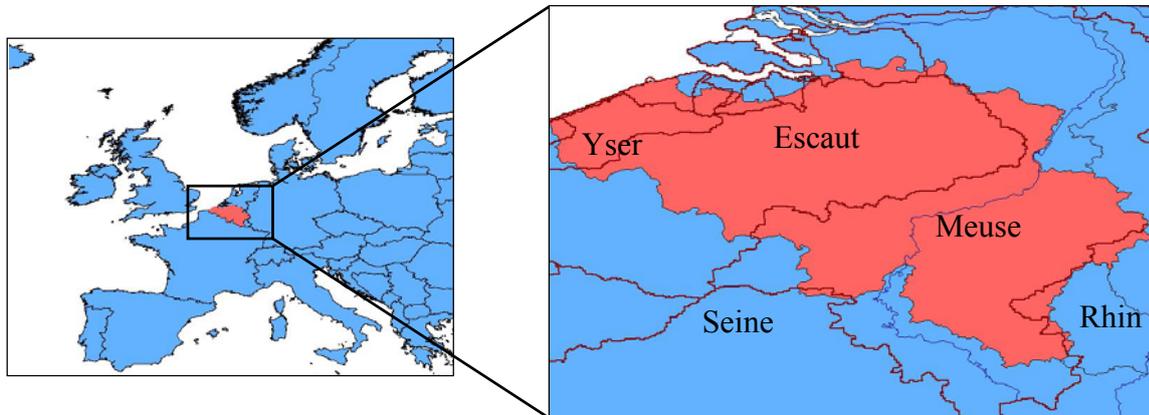


Figure 2. Bassins hydrographiques majeurs en Belgique

Suite à la régionalisation de la Belgique, les problématiques environnementales, et donc la gestion de l'eau dans son ensemble, ont été confiées aux trois régions, la Région wallonne, la Région flamande et la Région bruxelloise.

La zone d'étude est située dans le bassin du ruisseau du Trieux, lui-même situé dans le bassin versant de la Samme, lui-même situé dans le bassin versant de la Senne (Figure 3), un des 15 sous-bassins hydrographiques définis par la Région wallonne lors de l'établissement de sa politique de gestion de l'eau. La zone d'étude est, elle-même, subdivisée en deux petits bassins, le bassin Ouest et le bassin Est.

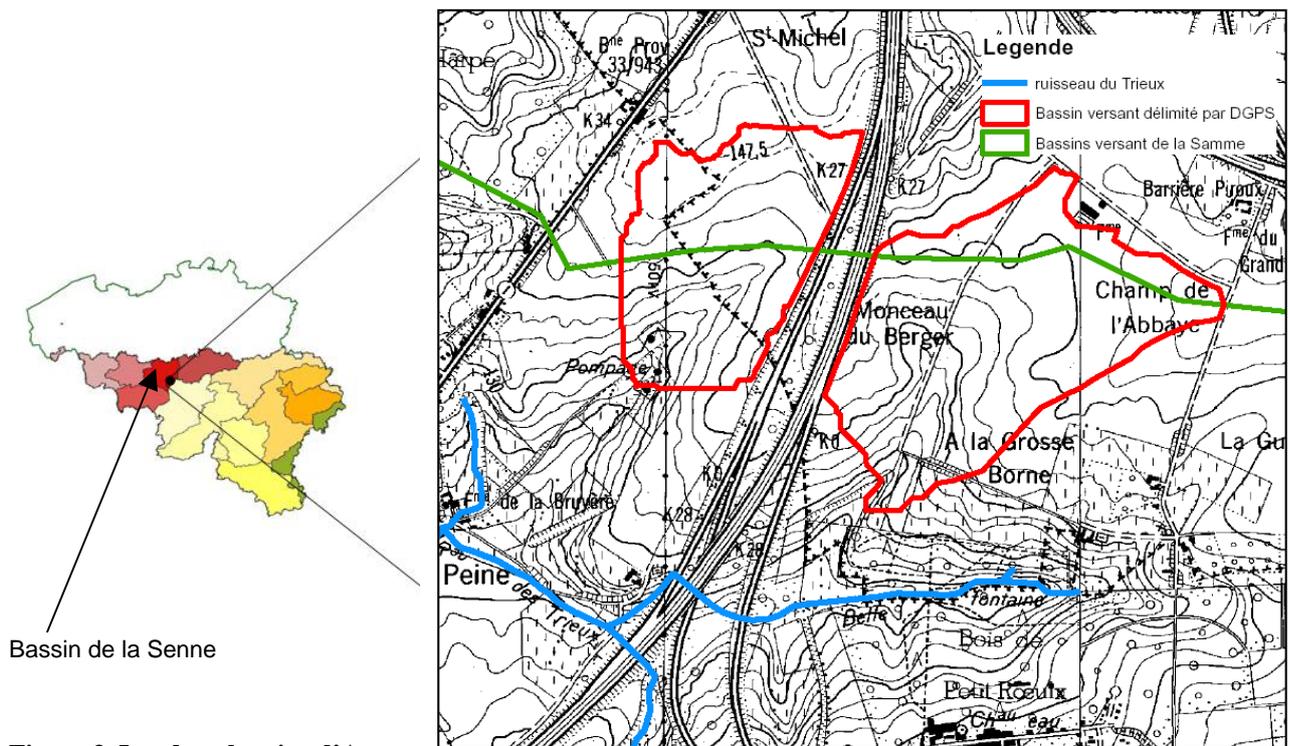


Figure 3. Les deux bassins d'Arquennes

Ces deux bassins sont hydrologiquement séparés en surface par le tracé de l'autoroute E19 reliant Mons à Bruxelles.

Le bassin Ouest s'étend sur une superficie de 31 ha alors que le bassin Est, légèrement plus grand, couvre une surface de 47 ha. Les « exutoires » de ces bassins sont les prises d'eau (galeries et émergences) exploitées par la SWDE

2.2. La topographie

Ces bassins sont localisés sur le plateau hennuyer, un des bas-plateaux de la Moyenne Belgique.

Leur relief peut-être caractérisé de mollement ondulé. L'altitude varie entre 120 et 160 m (Figure 4).

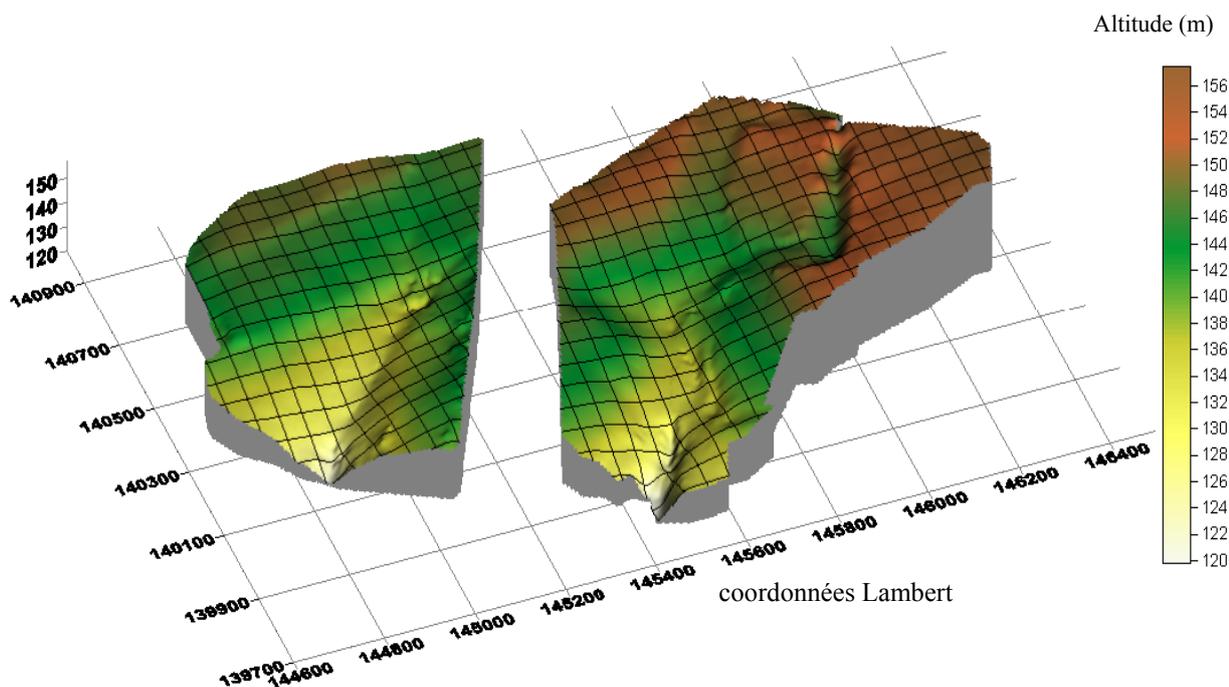


Figure 4. MNT des deux bassins d'Arquennes (exagération 7x) levé par DGPS (GPS Système 500 Leica)

L'élaboration du MNT était initialement prévue sur base de documents cartographiques existants (MNT 1 :50.000, carte IGN 1 :10.000). Le résultat ne fût pas satisfaisant. Un levé de terrain par DGPS (3600 points) a donc été réalisé (Figure 4) pour pouvoir prendre en compte cette « anomalie » topographique (Annexe 3).

L'imprécision résidait principalement au niveau de l'autoroute et au sommet des bassins versants. En effet, en observant la Figure 3, on constate que la limite (établie sur base du MNT 1 :10.000) du bassin versant de la Samme croise les frontières des deux bassins versants étudiés, frontières établies sur base du levé au DGPS.

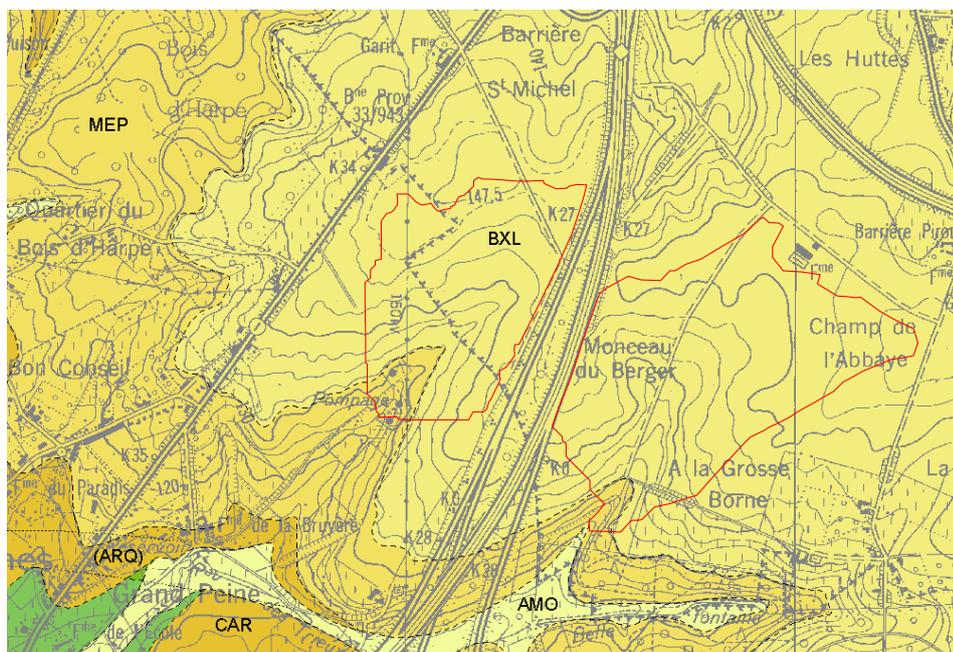
Une connaissance exacte de la topographie permet d'appréhender au mieux les limites des bassins versants, préalable indispensable à la modélisation. Vu la taille réduite des deux bassins versants, il importait de maîtriser au mieux la limite de ceux-ci. En effet, une erreur de 100 m peut être considérée comme négligeable pour des bassins de plusieurs dizaine de km² mais pas pour des bassins de quelques hectares. Cette erreur biaiserait dans notre cas d'étude les bilans de matière et d'eau.

L'éventuelle influence de l'autoroute séparant les deux bassins versants et plus particulièrement la gestion des eaux de pluies récoltées sur les surfaces imperméabilisées sera étudiée.

2.3. Le contexte géologique

Le sous-sol des bassins versant d'Arquennes est constitué (Hennebert et Eggermont, 2002):

- des roches du Paléozoïque supérieur, appartenant au bord nord du synclinorium de Namur (Figure 5 - ARQ) constituées d'argile (formation d'Arquennes),
- d'une couverture cénozoïque tabulaire, constituée d'argiles et de sables éocènes (Figure 5 – BXL - MEP),
- de dépôts pleistocènes éoliens (loess).



Echelle lithostratigraphique

- BXL – Formation de Bruxelles (sable)
- MEP – Formation de Mons-en-Pévèle (sable fin)
- ARQ – Formation d'Arquennes (argile)
- AMO – Alluvions modernes

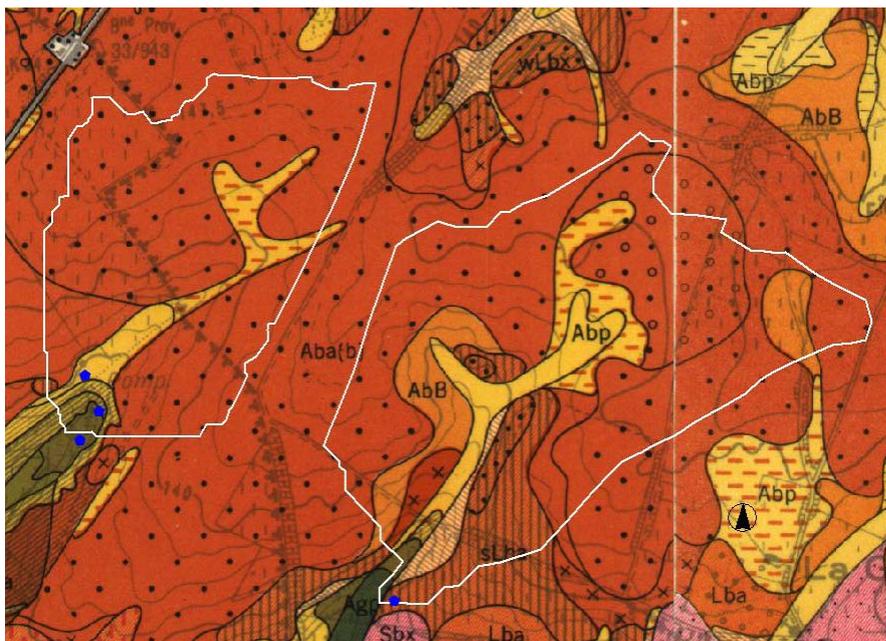
Figure 5. Géologie de la zone d'études (Source : DGRNE, Carte géologique de Wallonie- planchette 39/5-6 (Braine-le-Comte – Feluy))

En vue d'affiner la connaissance du sous-sol, 5 sondages géoélectriques ont été réalisés. Les résultats de ces sondages figurent en annexe 4.

2.4. Le contexte pédologique

Le contexte pédologique des deux bassins est assez similaire (Figure 6). Les sols des plateaux et des pentes sont des sols limoneux ou sablo-limoneux, généralement profonds et dont le drainage est favorable. Leur valeur agricole est élevée à très élevée. Ils permettent une assez bonne économie en eau : le drainage naturel est bon et le pouvoir de rétention pour l'eau est assez élevé pour pouvoir assurer un approvisionnement en eau toute l'année (Louis, 1958 et Pecrot, 1957).

Les sols des vallées sont sans développement de profil sur des matériaux limoneux ou limono-sableux. Le drainage varie de favorable à imparfait sauf vers l'exutoire où il ralentit fortement et devient très pauvre. La valeur agricole de ces sols est inférieure à celle des sols décrits précédemment. Toutefois ces sols présentent toujours un grand intérêt pour l'agriculture.



Aba(b) – Sol limoneux, à bon drainage naturel, à horizon textural tacheté
AbB – Sol limoneux, à bon drainage naturel, à horizon B textural ou structural
Abp – Sol limoneux, à bon drainage naturel, sans développement de profil
sLba – Sol sablo-limoneux à horizon B textural ; substrat sableux

Figure 6. Extrait des planchettes 128 E et 129 W de la carte des sols de Belgique

2.5. Le contexte climatique

Climat d'Arquennes

Les stations de référence pour les données météorologiques relatives aux deux bassins versants sont la station d'Arquennes pour les précipitations, la station de Gosselies (≈ 25 km des deux bassins) pour l'humidité relative et la station d'Ecaussinnes (≈ 10 km des deux bassins) pour les températures.

Le climat de la région est qualifié de tempéré et humide, ce qui est bien mis en évidence par la Figure 7.

Il ressort de ce diagramme que l'eau est disponible en abondance toute l'année, avec toutefois un pic au mois de février et un pic au mois de juillet.

Sur les cinq années suivies, il est tombé, à Arquennes en moyenne 954 mm de pluie par an en plus ou moins 190 jours. Ce qui est largement supérieur à la valeur normale à Uccle de 780 mm d'eau par an.

Le mois le plus froid est le mois de janvier avec une température minimale moyenne de $0,8^{\circ}\text{C}$ et une température maximale moyenne de $6,3^{\circ}\text{C}$. Par contre, le mois le plus chaud est le mois d'août avec des températures moyennes extrêmes de $12,8^{\circ}\text{C}$ et $23,4^{\circ}\text{C}$.

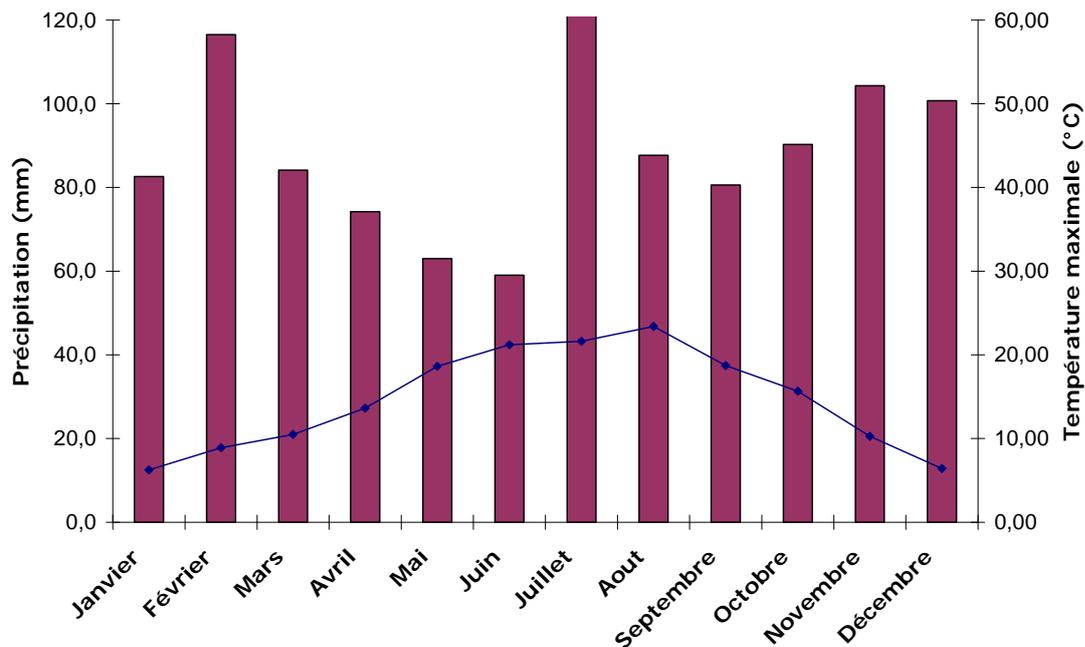


Figure 7. Diagramme ombrothermique relatif aux deux bassins versants d'Arquennes (réalisé à partir des données du 1/01/2000 au 31/12/2004)

La période annuelle sans gelée tourne autour de 200 jours (de début avril à début novembre). Le nombre moyen de jours de gelée par an est de l'ordre de 60.

Données pour la modélisation

Les données fournies par l'IRM ont un pas de temps journalier et concernent les précipitations, les températures minimales et maximales, l'humidité relative, l'insolation et la vitesse du vent. Ce sont les cinq grandes catégories de données climatiques utilisables pour la modélisation SWAT (voir §6). Elles couvrent la période allant du 1er janvier 2000 au 31 décembre 2004.

Les données reçues ont dû être formatées pour pouvoir être utilisées dans SWAT. Afin de vérifier la cohérence de celles-ci, les valeurs fournies par l'IRM pour les stations de référence pour Arquennes ont été comparées aux valeurs mesurées en deux autres stations de référence, celle de Ernage et celle d'Alleur, en ce qui concerne les températures (Figure 8) et les précipitations (Figure 9) pour la période allant du 1/01/2000 au 31/12/2002.

Les températures fournies à la station d'Ecaussinnes suivent la tendance générale des deux autres stations. Il est donc pertinent d'utiliser les données fournies par cette station pour la modélisation hydrologique de la zone non-saturée.

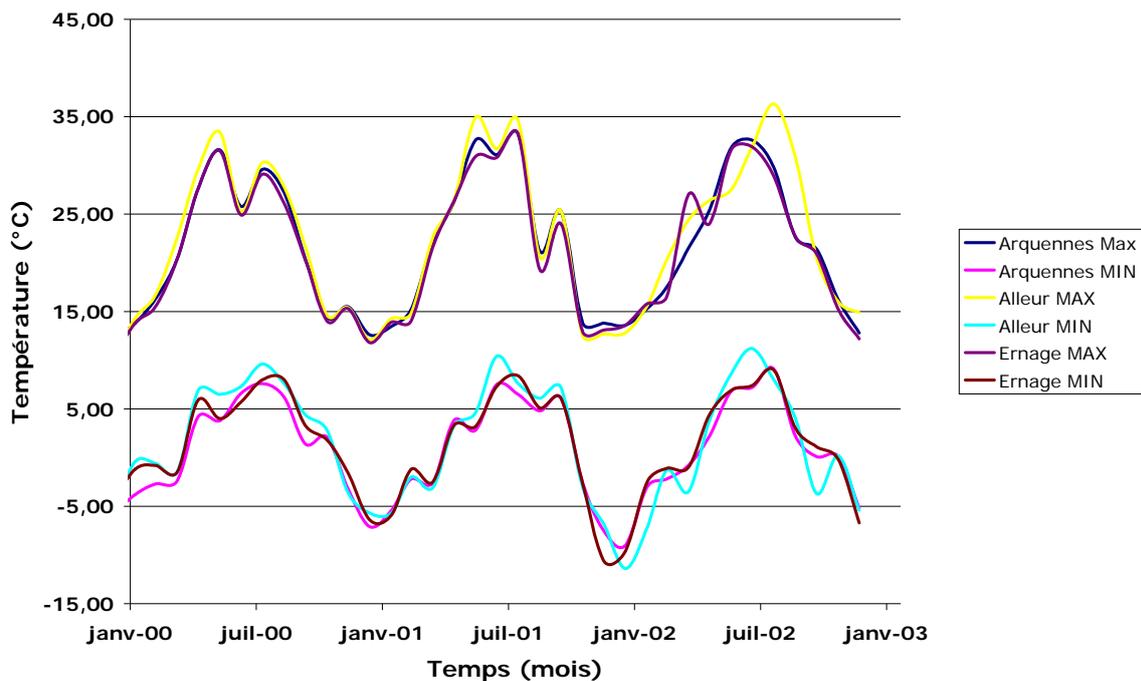


Figure 8. Comparaison des températures maximales et minimales entre les stations d'Ecaussinnes, d'Alleur et de Ernage (du 1/01/2000 au 31/12/2004).

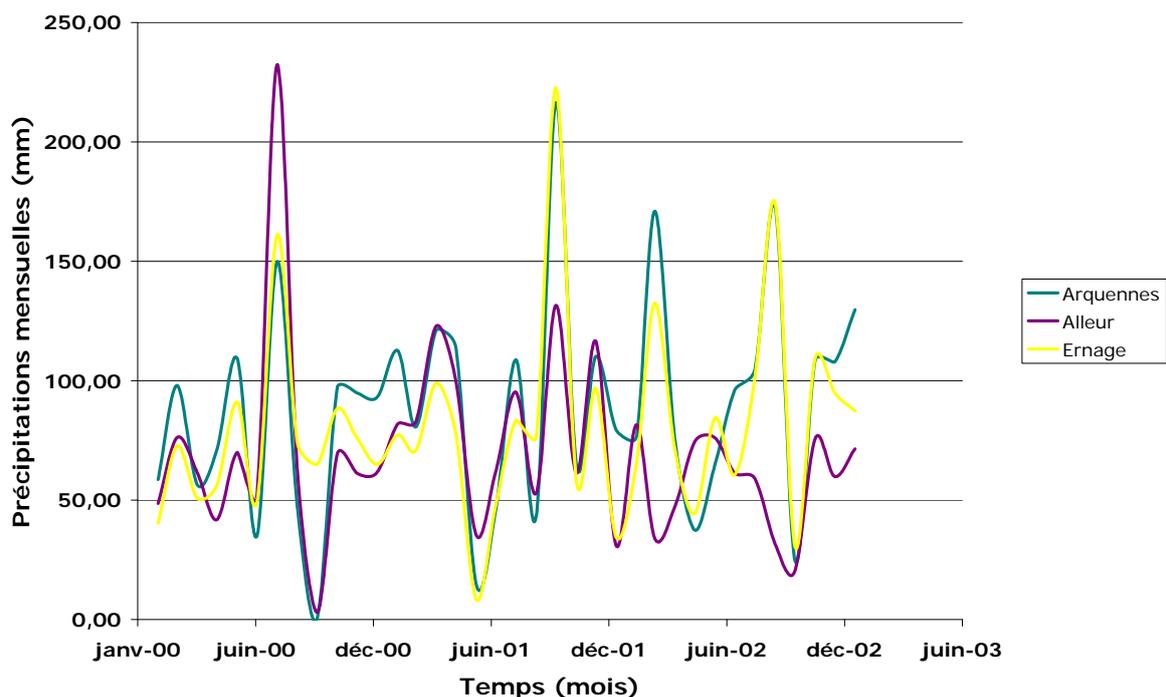


Figure 9. Comparaison des précipitations mensuelles entre les stations d'Arquennes, d'Alleur et de Ernage (du 1/01/2000 au 31/12/2004).

Il est plus délicat de comparer des hauteurs d'eau précipitées que des températures, tant les phénomènes de précipitations peuvent être très localisés. Toutefois, les quantités d'eau mesurées à Arquennes suivent plus ou moins la tendance donnée par l'une des deux autres stations ou les deux ensemble. Comme pour la température, on peut conclure que les données de précipitations sont exploitables pour la modélisation hydrologique.

2.6. L'eau souterraine

Les deux bassins versants ne comportent pas de réseau hydrographique.

Les mesures de qualité de l'eau ne se font donc actuellement qu'aux prises d'eau exploitées par la SWDE.

Les prises d'eau

Les prises d'eau "Arquennes E1" et "Arquennes E2" (Figure 10) sont des chambres de captage construites pour recueillir et capter des émergences naturelles. Un massif filtrant à été mis en place en amont des ouvrages.

La galerie "Arquennes G3" est composée d'une chambre de captage dans laquelle aboutissent deux galeries drainantes ovoïdes (1,05 mètres de haut) de 20 mètres de long, respectivement orientées SO-NE.

La galerie "Arquennes G6" est composée d'une chambre de captage dans laquelle aboutit une galerie ovoïde (1,03 mètres de haut) de 12 mètres de long.

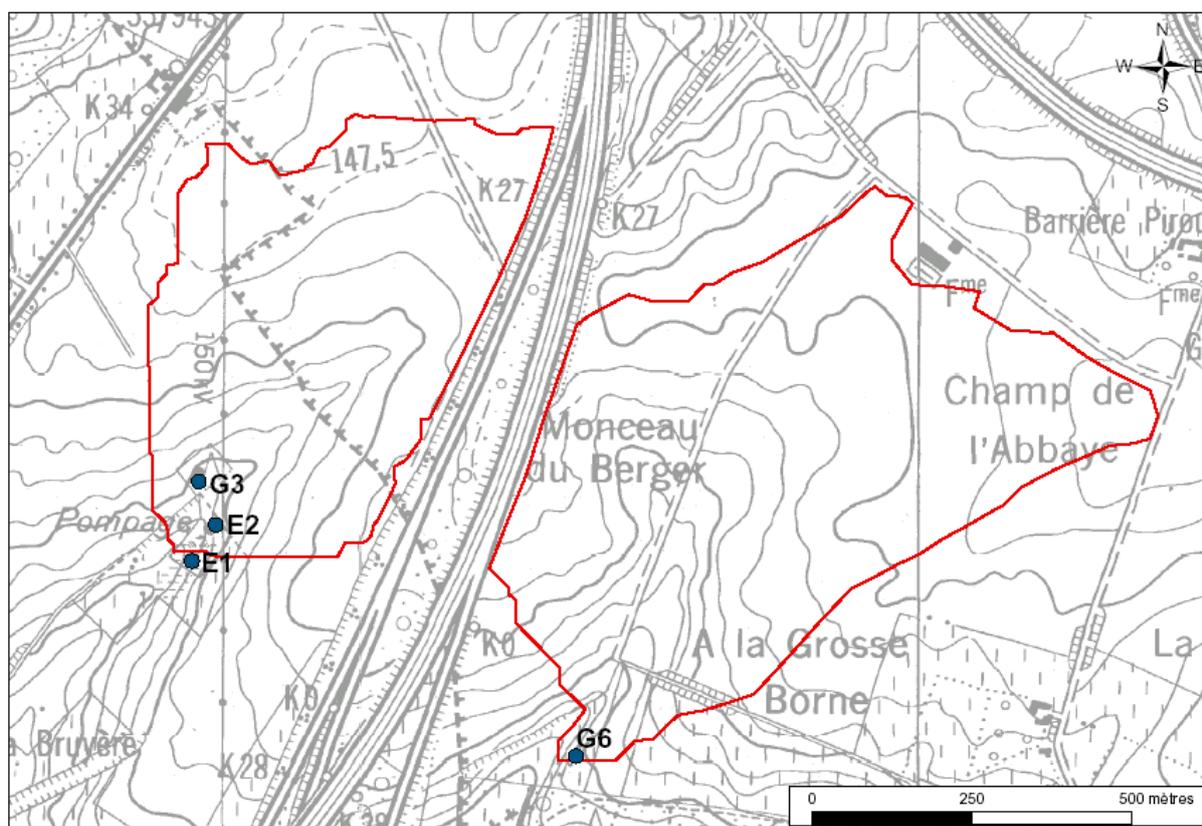


Figure 10. Localisation des prises d'eau de la SWDE

Aspects quantitatifs

Les prises d'eau "Arquennes E1", "Arquennes E2", "Arquennes G3" et "Arquennes G6" fournissent ensemble un débit annuel de l'ordre de 160.000 m³ (SWDE, 2003).

Aspects qualitatifs

Toutes les prises d'eau présentent des teneurs élevées en nitrate : entre 45 et 72 mg/l (SWDE, 2003).

Les analyses réalisées après 2003 montrent une tendance à l'amélioration (mais toujours supérieur à 50 mg/l NO₃) pour la galerie G6 (bassin versant est) et une tendance à la détérioration (quasiment toujours supérieur à 50 mg/l NO₃) pour le bassin versant ouest (Figure 11)

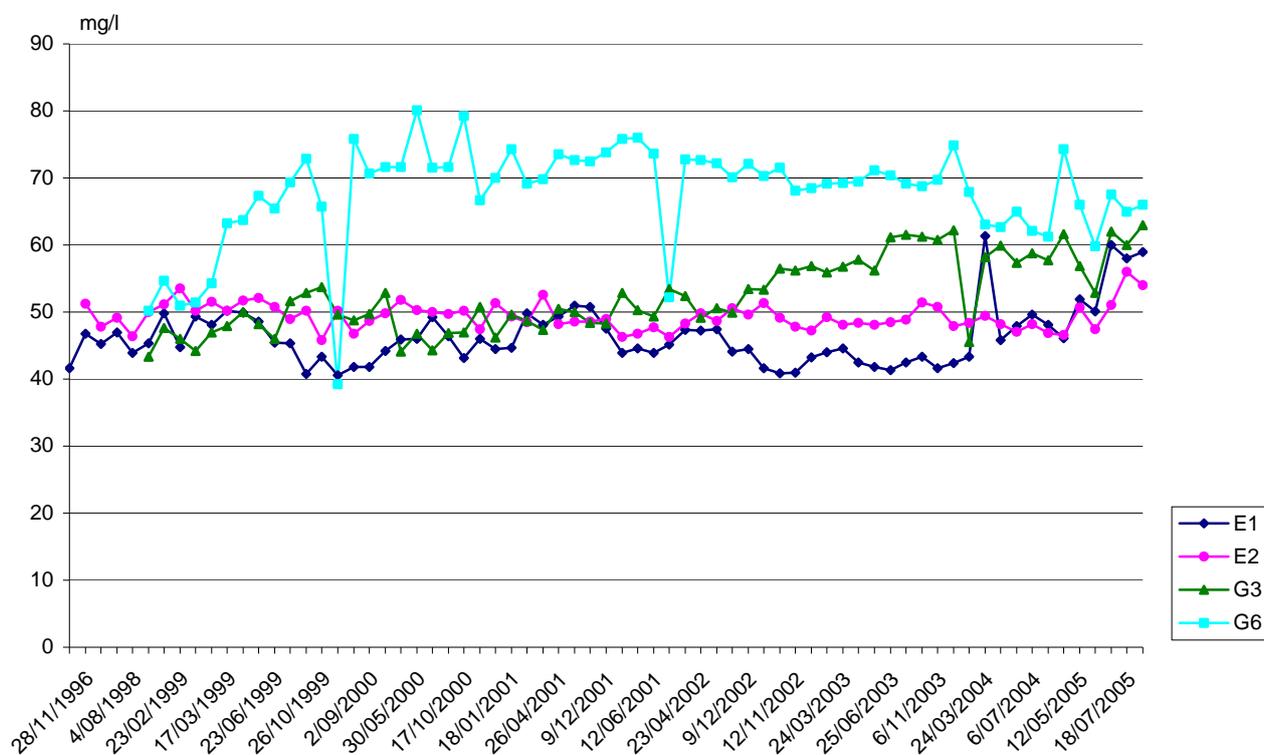


Figure 11. Evolution de la teneur en nitrate des prises d'eau E1, E2, G3 et G6

La SWDE décrit la qualité chimique des prises d'eau d'Arquennes de la manière suivante (SWDE, 2003). L'eau contient plusieurs pesticides dont les principaux sont l'atrazine, la déséthylatrazine, la simazine et la désisopropylatrazine (Tableau 1).

Les captages "Arquennes E1" et "Arquennes E2" sont en permanence non conformes pour l'atrazine, la déséthylatrazine et la bentazone. La galerie "Arquennes G3" se maintient sous les normes pour l'atrazine et la déséthylatrazine et ne contient pas de simazine, ni de désisopropylatrazine. La déséthylatrazine de la galerie "Arquennes G6" est à la limite de la norme; la concentration en atrazine y est très faible et cette galerie ne contient pas de simazine, ni de désisopropylatrazine. Seule la galerie "Arquennes G6" présente des teneurs en atrazine inférieure à celles en déséthylatrazine. La concentration en diuron dans les 4 prises d'eau est inférieure à 20 ng/l.

Tableau 1. Concentration (ng/l) des principaux pesticides dans les prises d'eau en 2004 (Source : SWDE)

	E1	E2	G3	G6
Atrazine	217 (200 n=3)	172 (164 n=3)	201 (169 n=3)	
Bentazone		125 (106 n=3)	27 (22 n=3)	
Déséthylatrazine	110 (99 n=3)	120 (106 n=3)	129 (122 n=3)	80 (78 n=3)
Désisopropylatrazine	50 (17 n=3)	53 (18 n=3)	70 (23 n=3)	
Simazine	62 (59 n=3)	36 (35 n=3)	56 (19 n=3)	
Somme pesticides totaux	472 (444 n=3)	530 (454 n=3)	320 (308 n=3)	

Note : ce tableau reprend les maxima observés, la moyenne et le nombre de résultats disponibles. Seuls sont présents les résultats supérieurs à 20 ng/l en pesticides individuels.

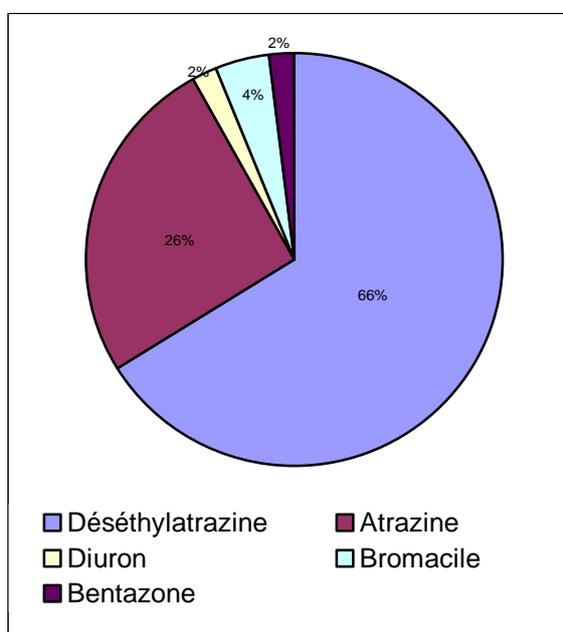
L'atrazine et ses produits dérivés ne sont plus sur le marché depuis le 10 septembre 2004 et ne peuvent plus être appliqués depuis le 10 septembre 2005.

La commercialisation de la simazine et ses produits dérivés sera interdite dès le 1er janvier 2007 avec une possibilité d'éliminer les stocks jusqu'au 31 décembre 2007. Toutefois les agrérations ont été limitées aux utilisations essentielles, c'est-à-dire, pour la Belgique, en cultures de scorsonères, d'asperges et de rhubarbe, et en cultures ornementales à partir du 10 septembre 2004, avec écoulement des stocks jusqu'au 10 septembre 2005.

Les produits agréés contenant de la bentazone sont utilisables.

En conclusion, les deux matières actives et leurs produits dérivés qui posaient problème, atrazine et simazine, sont actuellement interdites.

D'autre part, il semble intéressant de suivre également la bentazone, un des neuf pesticides suivis dans SEQ-ESO (cfr ci-dessous), et qui est en permanence au-delà de la norme à l'émergence « Arquennes E2 ».



Le système d'évaluation de la qualité des eaux souterraines (SEQ-ESO) évalue l'état patrimonial d'une nappe d'après six types d'altération dont l'altération « pesticides ». L'indice de qualité pour cette altération correspond au plus mauvais des 9 indices calculés à partir des concentrations respectives des 9 pesticides suivants : Déséthylatrazine, Atrazine, Diuron, Bromacile, Bentazone, Chloridazon, Simazine, Isoproturon et Chlortoluron.

L'état de l'environnement wallon de 2004, identifie l'atrazine et la déséthylatrazine comme les pesticides les plus problématiques (Figure 12). Dans 92% des cas, leur concentration est la plus élevée dans l'échantillon.

Figure 12. Pesticides dont la concentration est la plus élevée dans les eaux souterraines en Région wallonne (1996 - 2003) (en % d'échantillons)
(Source : SEQ-ESO)

En conséquence, les produits qui seront suivis sont :

- l'atrazine,
- la déséthylatrazine,
- le désisopropylatrazine,
- la simazine et
- la bentazone.

3. DESCRIPTION DES EXPLOITATIONS AGRICOLES

3.1. Introduction

La surface de la zone d'étude est de 76 ha entièrement occupée par des terres agricoles. La surface de prairie est très limitée : seule une parcelle de prairie temporaire est répertoriée (0.63 ha).

Le bassin versant Est est situé en zone vulnérable tandis que le bassin versant Ouest ne l'est pas.

Photo 1. Vue du bassin versant Est



Photo 2. Vue vers l'exutoire du bassin-Ouest



3.2. Les exploitations agricoles

Identification des acteurs (agriculteurs)

Le Tableau 2 reprennent les agriculteurs concernés par le projet.

Tableau 2. Liste des agriculteurs des bassins versants

Nom	Adresse
Données confidentielles	

Une présentation du système d'exploitation, de la surface agricole utile (S.A.U.) totale et sur Arquennes, de leur taux de liaison au sol 2004 et de leur réceptivité au projet est illustrée ci-dessous pour chaque agriculteur.

1	Exploitation	Système d'exploitation : Grandes cultures
		S.A.U. totale : 140 ha
		S.A.U. bassin versant : 32,68 ha
		Taux de liaison au sol 2004 : 0,27
		Réceptivité au projet : Positive

2	Exploitation	Système d'exploitation : Grandes cultures + Porcs
		S.A.U. totale : 80 ha
		S.A.U. bassin versant : 7,84 ha
		Taux de liaison au sol 2004 : 1,42
		Réceptivité au projet : Positive + Démarche qualité

3	Exploitation	Système d'exploitation : Grandes cultures + lait + viande
		S.A.U. totale : 115 ha
		S.A.U. bassin versant : 24,12 ha
		Taux de liaison au sol 2004 : 0,82
		Réceptivité au projet : Positive + Démarche qualité

Exploitation 4	Système d'exploitation : Grandes cultures + lait+ viande
	S.A.U. totale : 105 ha
	S.A.U. bassin versant : 5,82 ha
	Taux de liaison au sol 2004 : 0,65
	Réceptivité au projet : Mitigé, reste sur ses gardes

Exploitation 5	Système d'exploitation : Grandes cultures + lait
	S.A.U. totale : 55 ha
	S.A.U. bassin versant : 0,10 ha
	Taux de liaison au sol 2004 : 0,83
	Réceptivité au projet : Positive

Exploitation 6	Système d'exploitation : Grandes cultures + lait + Viande
	S.A.U. totale : 79 ha
	S.A.U. bassin versant : 0,85 ha
	Taux de liaison au sol 2004 : 1,06
	Réceptivité au projet : Positive

Exploitation 7	Système d'exploitation : Grandes cultures
	S.A.U. totale : 21 ha
	S.A.U. bassin versant : 4,07 ha
	Taux de liaison au sol 2004 : 1,09
	Réceptivité au projet : Positive

Exploitation 8	Système d'exploitation : /
	S.A.U. totale : /
	S.A.U. bassin versant : 0,08 ha
	Taux de liaison au sol 2004 : /
	Réceptivité au projet : Difficulté majeure d'obtenir des données fiables.

Typologie des exploitations agricoles

Sur les deux bassins versants d'Arquennes 8 agriculteurs cultivent des parcelles. Cette étude n'a pas pris en compte un des agriculteurs vu la difficulté d'obtenir des données fiables et son impact potentiel mineur sur le bassin versant (0.08 ha). La majorité des exploitations agricoles sont considérées en système d'exploitation mixte (Tableau 1). Seuls deux agriculteurs sont en système grandes cultures.

Tableau 3. Typologie des exploitations

Système d'exploitation	détail	Nombre d'exploitation
Grandes cultures		2
Mixte	Grandes cultures + porcs	1
	Grandes cultures + lait + viande.	2
	Grandes cultures + lait	1
	Grandes cultures + viande	1

Taux d'implication

Les agriculteurs sont impliqués à différents degrés sur la zone d'étude. La surface exploitée sera un indicateur de l'influence de chacun d'eux sur le bassin versant (Figure 13).

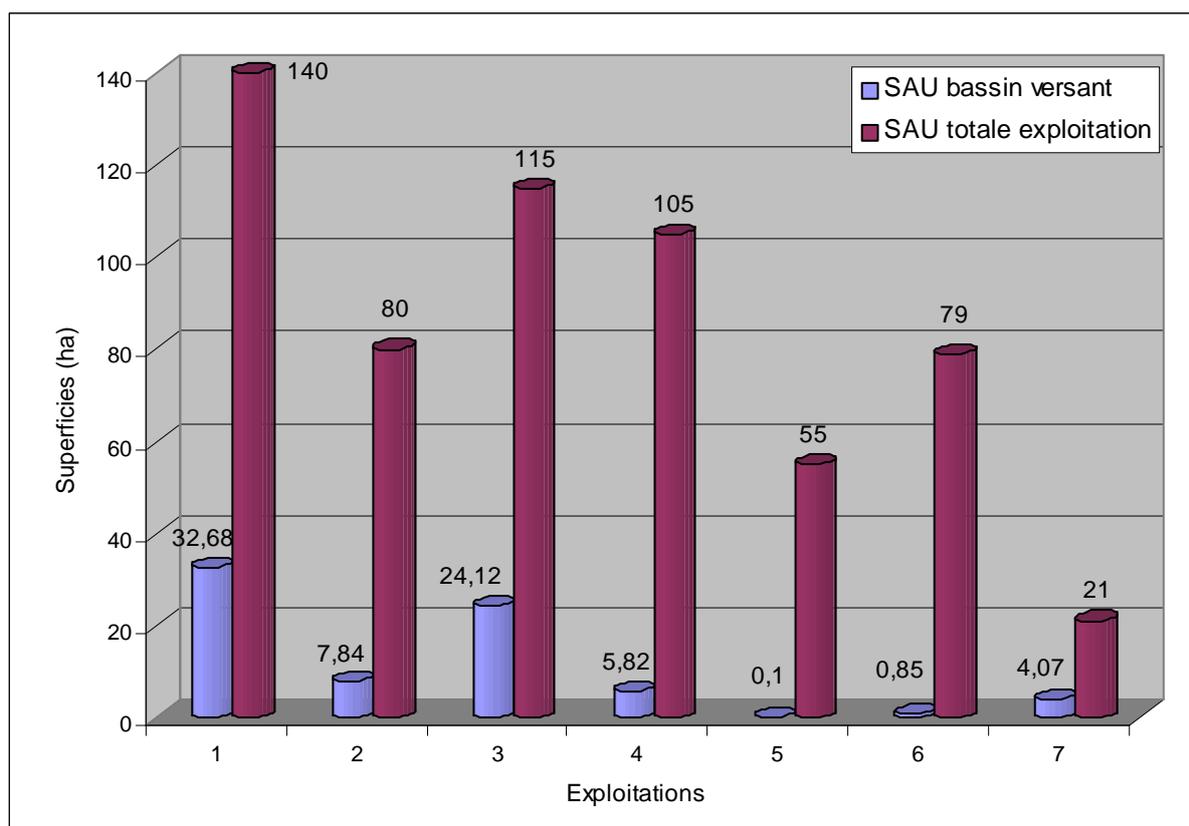


Figure 13. Taux d'implication des agriculteurs sur la zone d'étude d'Arquennes

On observe que 3 exploitations (fermes 1,3 et 7) ont entre 15 et 25% de leur S.A.U. sur le bassin versant. Sur ces 3 exploitations, une (ferme 1) est plus fortement concernée puisque celle-ci y exploite 23% de sa S.A.U.

Les deux autres exploitent respectivement 21% et 19% de leur S.A.U. sur le bassin versant. Cela correspond à 21,12 ha et 4,07 ha sur un total de 75,6 ha que comporte l'ensemble du bassin versant.

Deux exploitations (fermes 2 et 4) ont entre 5 et 10% de leur S.A.U. sur le bassin versant.

Les 2 autres exploitations (fermes 5 et 6) sont impliquées pour moins de 1% de leur S.A.U. sur le bassin versant. Les parcelles de ces exploitations peuvent également avoir un impact potentiel sur le bassin versant vu leur présence rapprochée des sites de captage.

La carte suivante (Figure 14) permet de visualiser l'implication de chaque agriculteur sur les bassins versants d'Arquennes.

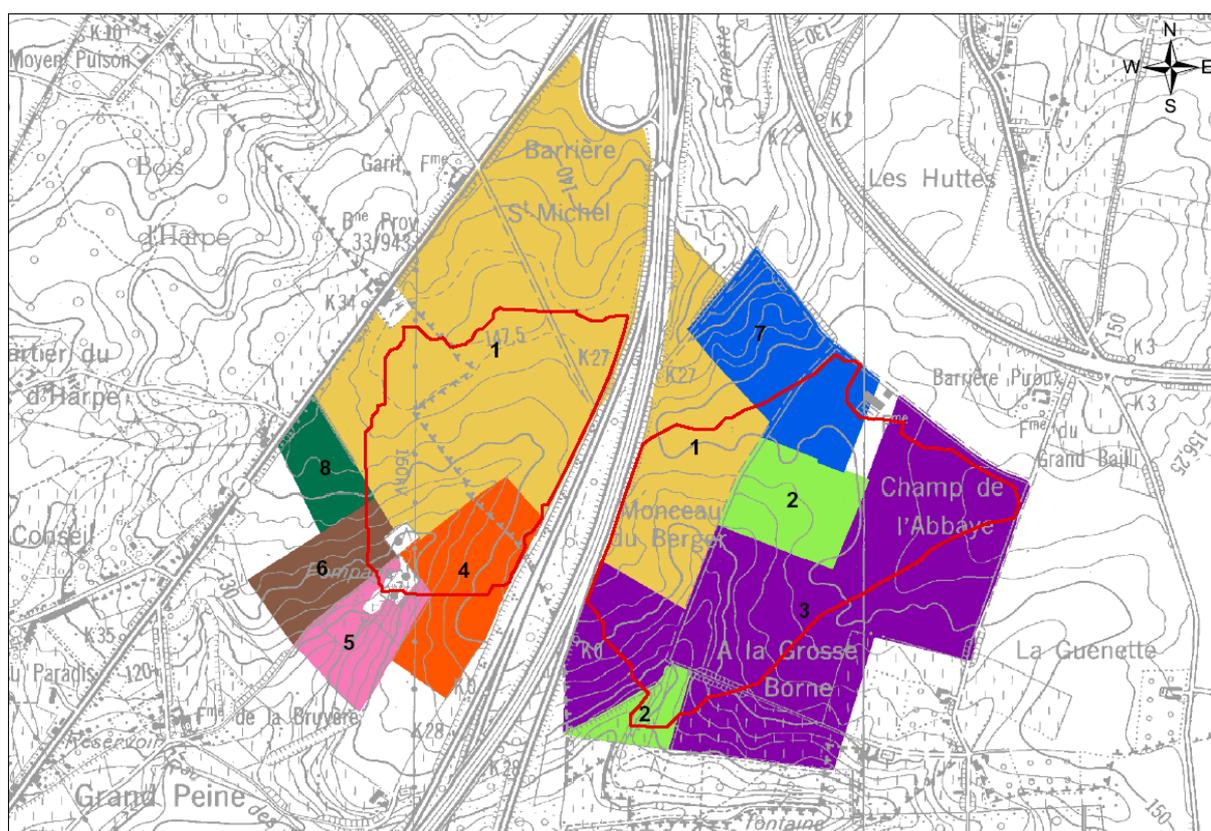


Figure 14. Surface occupée par chaque agriculteur dans les bassins versants

Taux de liaison au sol

Le taux de liaison au sol représente le rapport sur une année entre les flux d'azote organique et les quantités maximales d'azote organique épandable sur les terres de l'exploitation.

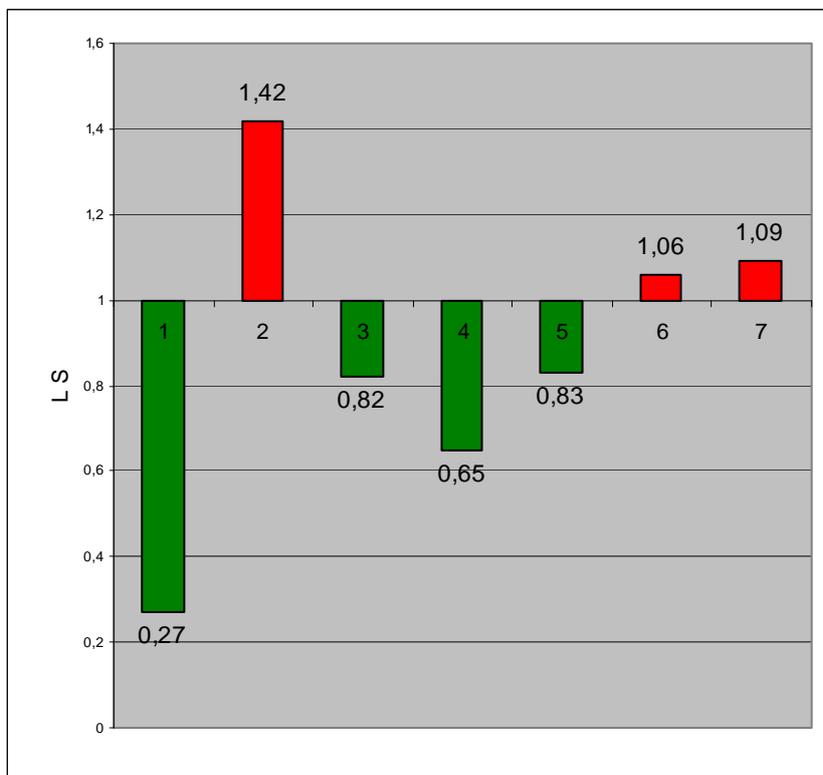


Figure 15. Taux de liaison au sol 2004 des exploitations agricoles

On observe que dans la majorité des cas, les exploitations ont un taux de liaison au sol inférieur à l'unité.

Néanmoins deux agriculteurs seront tenu de se mettre en règle concernant leur taux de liaison au sol pour le 31/12/05. Si cela n'était pas fait, ces agriculteurs risqueraient une ponction d'un certain pourcentage de leurs primes PAC.

Nitrawal les a avertis de leur situation et leur a proposé de les accompagner dans leurs démarches de mise en règle (réalisation de contrat épandage).

Description des bâtiments

Une seule exploitation a son siège d'exploitation dans la zone d'étude. Il s'agit d'un atelier de production porcine.

La mise aux normes des infrastructures de stockage des effluents d'élevage est en cours de réalisation chez cet éleveur.

Nitrawal suit le projet de près en s'assurant que les volumes prévus soient suffisants par rapport aux normes en vigueur.

Lors d'une réunion de travail, les différentes prescriptions techniques ont été exposées à la firme réalisant les travaux.

Nous avons donc vérifié la qualité des bétons utilisés (C30/37 HSR-LA BENOR), leur classe d'exposition (5b), le type d'armature utilisée, l'enrobage minimum requis pour les armatures, la présence de drains internes et périphériques et d'un puisard de contrôle.

Dans un souci de bien-être animal, l'éleveur a sur-dimensionné son ouvrage afin de limiter le stockage de lisier sous les pores.

Photo 3. Réalisation d'une citerne hors sol de 1000 m³ dans le cadre de la mise aux normes



Les types d'étables répertoriés sont :
- une étable sur caillebotis intégral.
- une étable paillée avec récolte des urines.

La gestion des eaux usées de cette exploitation est en cours de réflexion. L'agriculteur est conscient des démarches à entreprendre.

Assolement

La Figure 16 présente l'évolution de l'assolement de la zone d'étude pour les années culturales 2000 à 2005. Au cours des années, la surface emblavée en céréales reste prédominante sur la zone d'étude soit de 27% à 66%.

Au niveau des têtes de rotation, on observe une présence stable mais plus prononcée des cultures de betteraves, maïs et chicorées. Les terres sous maïs occupent d'année en année une surface stable. En effet, la présence de plusieurs sièges d'exploitations proche du bassin versant explique une certaine concentration de la culture du maïs.

Dans une moindre proportion, on observe la présence de quelques cultures de type «industriel»: pommes de terre, pois, carottes et fraises. L'agriculteur ayant emblavé une partie de ses surfaces en carottes ne souhaite plus reconduire de contrat : cette culture ne sera certainement plus présente pour les années à venir sur le bassin versant.

Les surfaces de jachères restent constantes.

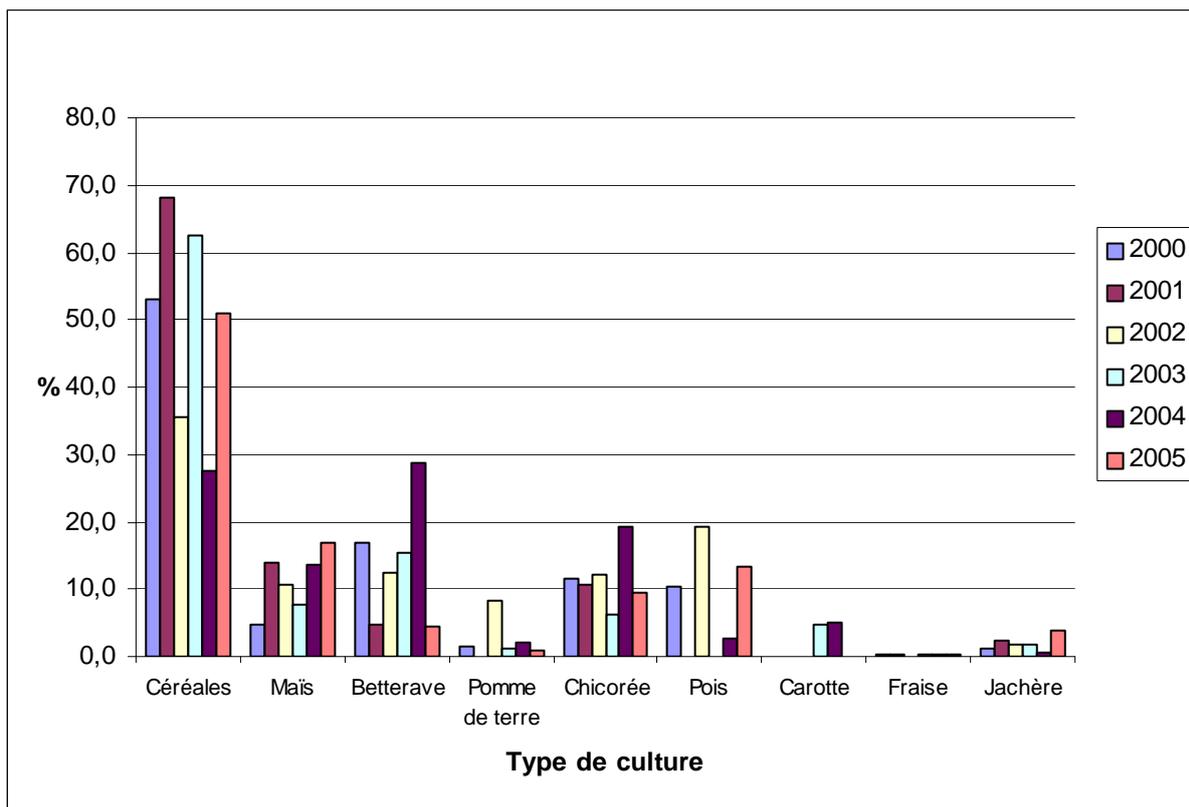


Figure 16. Assolement des campagnes 2000 à 2005 sur la zone d'étude d'Arquennes

L'assolement de l'année 2005 par agriculteur et pour l'ensemble de la zone d'étude est repris sur la carte suivante (Figure 17).

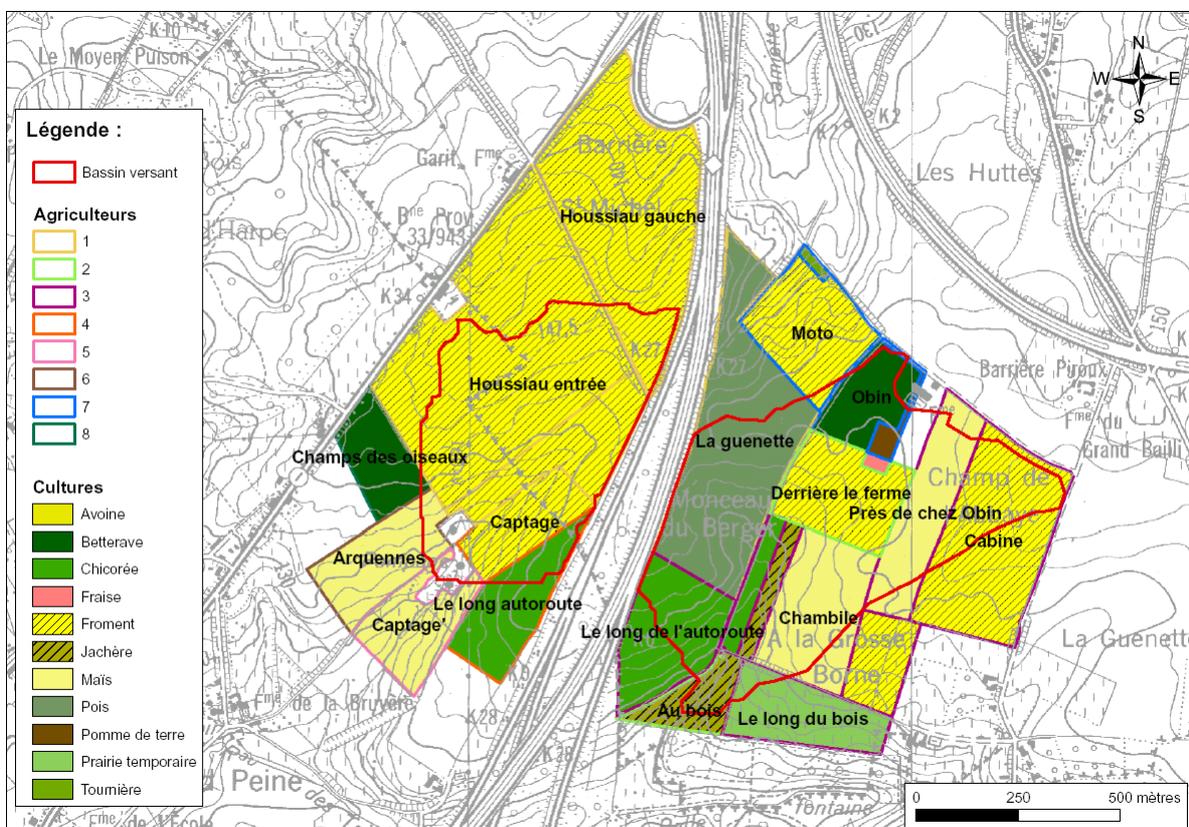


Figure 17. Assolement 2005

3.3. Mise en œuvre des actions

Suivi des fertilisations

L'ensemble des données culturales pour les années 2000 à 2005 ont été récoltées. Des conseils de fertilisation ont été transmis aux agriculteurs notamment à la sortie de l'hiver 2004, afin de leur permettre de mieux raisonner leur fertilisation pour l'année culturale 2005.

Des analyses de sol ont été réalisées après la récolte des céréales afin d'évaluer le reliquat azoté immédiatement après la culture. (voir § 4)

Suivi environnemental

Afin de sensibiliser les agriculteurs au bienfait de l'implantation d'une culture piège à nitrate, nous avons proposé une aide forfaitaire de 10 € à l'ha de surface ensemencée de CIPAN.

Au niveau économique, cette aide couvre entièrement les frais d'achat des semences de CIPAN (Tableau 4).

Tableau 4. Surface implantée de CIPAN (moutarde et phacélie) en 2005

Agriculteur	Moutardes	Phacélies	SAU
1	22,62 ha	10 ha	32,68 ha
3	4,88 ha	-	24,12 ha
7	0 ha	-	4,07 ha
4	0 ha	-	5,82 ha
2	6,28 ha	-	7,84 ha
6	-	-	0,85 ha
5	-	-	0,10 ha
Total	33,78 ha	10 ha	75,5 ha

Au niveau du bassin versant, la surface couverte par des CIPAN représente 58% de la SAU totale.

On observe donc que 91% des surfaces récoltées avant le 15/09/05 ont été couvertes par des CIPAN.

Suivi des démarches qualité

La démarche qualité est une dérogation accessible aux exploitations agricoles wallonnes dans le cadre du calcul du taux de liaison au sol. Cette dérogation permet de valoriser un maximum d'effluent sur l'exploitation et de faire valoir des valeurs de production d'azote du cheptel spécifique à l'exploitation.

Lorsque l'agriculteur veut entrer en démarche qualité, il signe une déclaration par laquelle il s'engage à collaborer avec Nitrawal afin de mettre en œuvre des pratiques favorables à la gestion de l'azote.

Quatre obligations sont liées à cet engagement :

- ✓ L'engagement est conclu pour une durée de 4 ans
- ✓ Au terme des 4 années, Nitrawal réalise une évaluation de la démarche qualité
- ✓ Entre le 15/10 et le 30/11, des analyses de sols sont réalisées dans certaines parcelles (5/exploitation)
- ✓ A la fin de chaque saison culturale un bilan d'azote est calculé.

Afin d'avoir une gestion optimale de l'azote sur l'ensemble de l'exploitation, quatre mesures sont à respecter par l'agriculteur :

- ✓ Fertilisation raisonnée en pommes de terre, maïs, légumes et légumineuses
- ✓ Implantation de minimum 50% de CIPAN sur les terres destinées aux cultures de printemps (récoltées avant le 15/09)
- ✓ Si retournement de prairie, ensemencement dans les 15 jours
- ✓ Limitation de la charge au pâturage (150 UGB.J entre le 15/09 et le 31/12).

Sur le bassin versant d'Arquennes, Nitrawal encadre deux agriculteurs en démarche qualité. Il s'agit de deux exploitations mixtes (grandes cultures + lait + viande et grandes cultures + porcs). Ces deux agriculteurs sont entrés en démarche qualité en 2003.

Un bilan d'azote a donc été réalisé chez chacun d'eux, ce bilan consiste à calculer la différence entre les entrées et les sorties d'azote du système agricole. Cet outil nous permet donc de faire un diagnostic global de la gestion de l'azote au sein de l'exploitation agricole.

Présentation des conclusions des bilans de campagne 2004

Exploitation 2

La gestion de l'azote au niveau de l'exploitation dans sa globalité est performante. En effet, au vu des résultats obtenus, on peut en conclure que la gestion de l'azote au niveau de l'exploitation atteint le seuil d'efficacité fixé.

Au niveau de l'assolement, la gestion de l'azote peut être améliorée. Les résultats du bilan de campagne démontrent qu'un potentiel d'amélioration de 24 kgN/ha est envisageable pour cette exploitation.

En conclusion, la gestion de l'azote du système d'exploitation élevage est performante tandis qu'au niveau du système d'exploitation culture, des pistes d'améliorations sont envisageables.

Voici un résumé des différentes actions à mettre en place :

- ✓ Appliquer un conseil de fertilisation en betteraves et pommes de terre
- ✓ Réduire les apports sur pois de conserverie (max 30 kg N/ha)
- ✓ Analyser régulièrement les effluents d'élevage et évaluer précisément les quantités épandues
- ✓ Augmenter la surface d'implantation de CIPAN.

Exploitation 3 :

La gestion de l'azote au niveau de l'exploitation dans sa globalité peut être améliorée. Au vu des résultats obtenus, on peut en conclure que la gestion de l'azote au niveau de l'exploitation n'atteint pas un seuil d'efficacité fixé. Un potentiel d'amélioration de 27 kgN/ha est envisageable.

Au niveau de l'assolement, la gestion de l'azote peut être améliorée. Les résultats du bilan de campagne démontrent qu'un potentiel d'amélioration de 47 kgN/ha est envisageable pour cette exploitation.

Il existe donc un potentiel d'amélioration de la gestion de l'azote sur l'ensemble de l'exploitation.

Voici un résumé des différentes actions à mettre en place :

- ✓ appliquer un conseil de fertilisation en maïs et pommes de terre
- ✓ augmenter la surface d'implantation de CIPAN.

En annexe 5 figure le détail des bilans systémiques d'azote de la campagne 2004.

4. SUIVI DE LA CONCENTRATION EN AZOTE NITRIQUE DANS LE SOL.

La concentration en azote nitrique d'un sol constitue un bon indicateur du risque de pollution des eaux souterraines. Cette concentration est traditionnellement exprimée en kg d'azote nitrique par hectare (kg N-NO₃/ha). Il s'agit d'une unité aisément interprétable par les agriculteurs puisqu'ils utilisent la même unité pour doser leurs apports d'engrais (organiques et minéraux).

Une première campagne d'échantillonnage a été réalisée sur les parcelles emblavées en céréales et pois le 30 août 2005, c'est-à-dire après la récolte de ces cultures.

Le tableau suivant (Tableau 5) présente les résultats des analyses.

Tableau 5. Reliquat azoté (kg N-NO₃/ha) mesuré dans le sol en post-récolte céréales

Agriculteur	Parcelle	Culture	Couche 0-30 cm	Couche 30-60 cm	Couche 60-90 cm	TOTAL
3	Captage	Froment	20,06	13,62	4,10	37,78
1	Houssiau gauche	Froment	27,11	10,06	4,88	42,05
1	La guenette	Pois	10,27	14,64	16,38	41,29
7	Moto	Froment	21,19	17,92	5,61	44,72
3	Cabine	Froment	30,81	13,41	4,30	48,52
2	Derrière la ferme	Froment	32,69	19,32	5,24	57,25
1	Houssiau entrée	Froment	20,34	12,74	6,92	40,00

Les résultats sont globalement cohérents avec une gestion raisonnée de l'azote. En effet, des valeurs de 30 à 50 kg N-NO₃/ha sont régulièrement observées dans des parcelles d'essai gérées par la Faculté Universitaire des Sciences Agronomiques de Gembloux (y compris GRENeRA) ou par le Centre Wallon de Recherches Agronomiques de Gembloux.

La parcelle « Derrière la ferme » mérite un commentaire. Le reliquat azoté mesuré (57,25 kg N-NO₃/ha) est relativement élevé. La fumure minérale appliquée sur le froment n'est pas excessive compte tenu du précédent (betterave). Par contre, le raisonnement de la fumure minérale appliquée sur la culture de betterave n'a pas tenu compte de l'application de lisier qui a précédé la culture de betterave. La fumure minérale a été appliquée en excès sur la culture de betterave en 2004. Le niveau mesuré en août 2005 est donc vraisemblablement une conséquence de cet excès.

Les parcelles peuvent être localisées sur la Figure 17 (page 25)

5. FORAGE DE PIEZOMETRES

Le forage de 8 piézomètres (Figure 18) a débuté fin août 2005. Ces forages permettront de mieux caractériser le sol et sous-sol, d'effectuer des pompages d'essai et des essais de traçage en vue d'appréhender les propriétés de l'aquifère et de suivre le niveau et la qualité de la nappe.

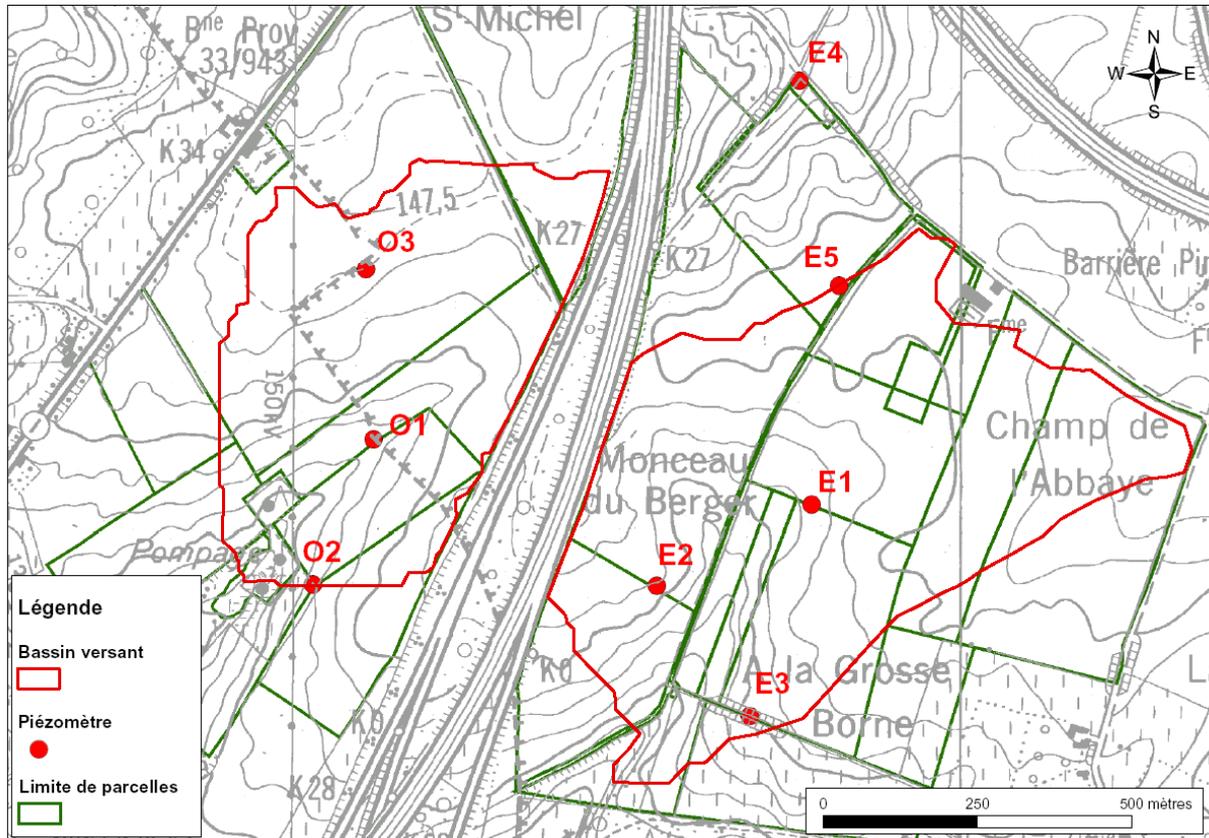


Figure 18. Carte des prises d'eau et des piézomètres

L'implantation des piézomètres a été guidée par des aspects géologiques et des contraintes agricoles (ne pas se situer au milieu d'une parcelle sous peine d'être endommagé lors des travaux du sol).

Le piézomètre O1 est placé dans le talweg du bassin versant Ouest, entre deux parcelles.

Le piézomètre O2 est situé sur le versant Est du bassin, à la limite de celui-ci. Il sera directement sous l'influence de la parcelle située en amont. Son intérêt sera multiple : outre la caractérisation des écoulements, il permettra de valider la limite du bassin hydrogéologique et son éventuelle variation saisonnière et de suivre plus particulièrement la bentazone qui est très présente à l'émergence E2 (Figure 10, page 15).

Le piézomètre O3 est situé sur le versant Ouest du bassin. Il sera directement sous l'influence d'une seule grande parcelle agricole. Sa position sur le plateau contribuera également à la validation des limites du bassin.

Le piézomètre E1 est situé sur le bassin versant Est, entre deux parcelles, légèrement décalé par rapport à l'axe du talweg. Il sera principalement sous l'influence des trois parcelles situées à son amont.

Le piézomètre E2 est situé sur le versant Ouest du bassin. Il interceptera les écoulements de l'unique parcelle située en amont de celui-ci.

Le piézomètre E3 est situé sur le versant Est du bassin. Sa position contribuera également à la validation des limites du bassin. Il est essentiellement sous l'influence de la parcelle située directement à son amont.

Les piézomètres E4 et E5 serviront de contrôle de limite du bassin. L'emplacement du E4 (à 300 mètres au-delà de la ligne de crête permet, d'une part, de limiter la profondeur de forage (puisque l'altitude est beaucoup plus basse et d'autre part, de contribuer à vérifier la correspondance entre bassins versants topographique et hydrogéologique.

A la date du 28 octobre 2005, les piézomètres O3, E1, E2 et E3 étaient forés.

6. MODELISATION DES TRANSFERTS

6.1. Les modèles

Les bassins versants sont découpés verticalement en deux zones : une zone non-saturée et une zone saturée. Dans la première zone, le mouvement de l'eau dans le sol est vertical (percolation) et horizontal (ruissellement). Dans la seconde zone, le mouvement de l'eau est essentiellement horizontal.

Outre ces différences en terme de flux, la zone non-saturée et plus spécifiquement la couche superficielle (ou labourée) est le siège de nombreux processus de transformation de l'azote (minéralisation, nitrification, dénitrification, ...); processus qui fixent ou libèrent du nitrate. La cinétique de ceux-ci est influencée par les conditions de sol et climatique.

Pratiquement, les écoulements et transferts dans la zone non-saturée sont modélisés à l'aide du logiciel SWAT (Annexe 6).

Les écoulements et transferts dans la zone saturée sont modélisés à l'aide des logiciels Aqua 3D et Modflow.

6.2. Calibrage des modèles

La modélisation des transferts nécessite une bonne connaissance du milieu physique. A cet fin, diverses investigations doivent être menées : forage de piézomètres, pompages d'essai, essais de traçage, essais en colonnes.

7. ETAT D'AVANCEMENT DES ACTIONS

Action	Etat d'avancement
<u>Phase 1 : caractérisation du contexte</u>	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Identification des acteurs (agriculteurs, riverains, personnel de la SWDE) et des pratiques agricoles ▪ Diagnostic « bâtiments » : stockage des différents produits, puits, état des bâtiments, alimentation en eau, rejets d'eaux usées, ... ▪ Essais (pompage, traçage et analyses) in situ et en laboratoire pour caractérisation du sol ▪ Analyses d'eau (nitrate et produits phytosanitaires) 	
<u>Phase 2 : Mise en œuvre des actions</u>	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Liste d'actions à entreprendre : pratiques agricoles (fertilisation, ...), aménagement (cultures intercalaires pièges à nitrate, tournières, ...), bâtiments (gestions des flux d'eaux usées, ...) ▪ Etude des aspects financiers de ces actions ▪ Accompagnement individuel des agriculteurs ▪ Etablissement d'un bilan (input – output – solde) de l'azote à l'échelle du bassin versant ▪ Analyse des reliquats azotés du sol au printemps en vue d'établir un conseil de fertilisation ▪ Analyses des reliquats azotés du sol chaque année en début de période de lessivage (novembre) ▪ Suivi mensuel de la qualité de l'eau brute (nitrate et produits phytosanitaires) ▪ Calibration d'un modèle de lixiviation 	
<u>Phase 3 : Evaluation</u>	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Evaluation intermédiaire à la fin de chaque saison culturale ▪ Evaluation finale de l'impact des mesures mises en place sur la qualité de l'eau et sur les coûts (rentabilité de l'exploitation) des actions et propositions d'actions pour l'agriculteur ▪ Etablissement d'un outil d'aide à la décision en matière de contamination des eaux par le nitrate d'origine agricole à proximité des prises d'eau 	
<u>Légende</u>	
	Action terminée
	Action en cours – timing respecté
	Action en cours – léger retard
	Action non-entamée – retard important
	Action non-entamée – timing respecté

Les essais prévus dans la phase 1 ont pris un retard de quelques mois, retard causé par l'ajournement des forages lié aux demandes pour pouvoir réaliser un forage à proximité immédiate d'un pylône électrique haute tension. Par la suite se sont greffés des problèmes avec le foreur (délais d'intervention très long et des ennuis mécaniques).

8. REFERENCES

- COLLECTIF. (2004). *District Hydrographique International de l'Escaut. Tome I: État des lieux en Région wallonne. Partie eaux de surface*. Vol. 1. Namur: Ministère de la Région wallonne, Direction générale des Ressources naturelles et de l'Environnement, Observatoire des Eaux de Surface, Direction des Eaux de Surface, Direction des Eaux Souterraines. 144 p.
- COLLECTIF. (2004). *District Hydrographique International de l'Escaut. Tome I: État des lieux en Région wallonne. Partie eaux souterraines*. Vol. 2. Namur: Ministère de la Région wallonne, Direction générale des Ressources naturelles et de l'Environnement, Observatoire des Eaux de Surface, Direction des Eaux de Surface, Direction des Eaux Souterraines. 42 p.
- HENNEBERT M., EGGERMONT B. (2002). Notice explicative. Carte géologique Braine-Le-Comte, Feluy. 1ère ed. Namur: Ministère de la Région wallonne, Direction Générale des ressources
- LOUIS A. (1958). Texte explicatif de la planchette de Feluy 128 E. Carte des sols de Belgique. Institut pour l'encouragement de la Recherche dans l'Industrie et l'Agriculture. Bruxelles, 101 p.
- PECROT A. (1957). Texte explicatif de la planchette de Nivelles 129 W. Carte des sols de Belgique. Institut pour l'encouragement de la Recherche dans l'Industrie et l'Agriculture. Bruxelles, 64 p.
- SWDE (2003). Projet de délimitation des zones de prévention de la prise d'eau de Seneffe (Arquennes) et Nivelles Arquennes E1, Arquennes E2. Note explicative.