

MÉTHODOLOGIE DE DIAGNOSTIC ENVIRONNEMENTAL AUTOUR DE CAPTAGES D'EAU POTABILISABLE SENSIBLES QUALITATIVEMENT DU POINT DE VUE DU NITRATE

*RAPPORT D'ACTIVITÉS FINAL
SYNTHÈSE
NOVEMBRE 2015*

Ce rapport doit être cité de la manière suivante :

Vandenberghe C.¹, Bah B.¹, Orban Ph.³, Wittorski O.², Huby M.², Piront L.², Brouyère S.³, Colinet G.¹ (2015). *Méthodologie de diagnostic environnemental autour de captages d'eau potabilisable sensibles qualitativement du point de vue nitrate*. Rapport d'activités final, octobre 2015. Convention S.P.G.E. – SWDE, 24p + rapports d'activités spécifiques en annexes.

1 : Gembloux Agro-Bio Tech, Université de Liège – Département Ingénierie des Biosystèmes (BIOSE) – Echanges Eau - Sol - Plante – Groupe de Recherche ENvironnement et Ressources Azotées (GRENeRA) (www.grenera.be)

2 : Geolys sprl (www.geolys.be)

3 : Université de Liège, ArGEnCo – GEO³ - Hydrogéologie & Géologie de l'Environnement (HGE) (www.argenco.ulg.ac.be/geo3_rech_hydro.php)

Sont joints à ce rapport faitier les trois rapports des partenaires de l'étude :

– Gembloux Agro-Bio Tech - GRENeRA :

Bah B., Vandenberghe C., Colinet G., 2014. *Méthodologie de diagnostic environnemental autour de captages d'eau potabilisable sensibles qualitativement du point de vue nitrate & application à six sites de la Société Wallonne Des Eaux*. Rapport d'activités final. Partie GRENERA. Convention S.P.G.E. – SWDE, 149p + annexes.

– HGE-ULg - Geolys :

Orban, Ph., Wittorski, O., Huby M., Piront, L., Brouyère, S., 2015. « Méthodologie de diagnostic environnemental autour de 6 captages d'eau potabilisable sensibles qualitativement du point de vue du nitrate » - Développement du logigramme principal et applications aux six sitespilotes, Convention SPGE, 9 p.

Wittorski, O., Dolle, F., Orban, Ph., Huby M., Piront, L., Brouyère, S., 2015. « Méthodologie de diagnostic environnemental autour de 6 captages d'eau potabilisable sensibles qualitativement du point de vue du nitrate » - Méthodologie de délimitation des zones d'alimentation des captages et caractérisation de leur vulnérabilité au nitrate, Convention SPGE, 43 p + annexes d'application sur les 6 sites pilotes.

Table des matières

1	INTRODUCTION	4
1.1	CONTEXTE ET OBJECTIFS DE L'ÉTUDE.....	4
1.2	PROGRAMME DE TRAVAIL	5
2	DÉMARCHE GÉNÉRALE DE L'ÉTUDE	6
3	GUIDE MÉTHODOLOGIQUE ET OUTILS ASSOCIÉS	7
3.1	LOGIGRAMME PRINCIPAL	7
3.2	DÉLIMITATION DE LA ZAC ET CARTOGRAPHIE DE LA VULNÉRABILITÉ.....	8
3.2.1	<i>Recherche documentaire.....</i>	<i>10</i>
3.2.2	<i>Délimitation des ZAC.....</i>	<i>10</i>
3.2.3	<i>Identification des zones vulnérables</i>	<i>10</i>
3.3	LOGIGRAMMES D' ACTIONS.....	12
3.4	OUTILS	14
3.4.1	<i>Superficie agricole utile (SAU).....</i>	<i>14</i>
3.4.2	<i>Impact des successions culturales sur la lixiviation du nitrate vers les eaux souterraines</i> <i>14</i>	
3.4.3	<i>APL moyen de la ZAC.....</i>	<i>15</i>
3.4.4	<i>Sensibilité des sols à la lixiviation du nitrate.....</i>	<i>16</i>
3.4.5	<i>Assainissement</i>	<i>17</i>
3.4.6	<i>Infrastructures de stockage d'engrais de ferme.....</i>	<i>17</i>
4	APPLICATION AUX SIX SITES PILOTES.....	18
4.1.1	<i>Application du logigramme principal</i>	<i>18</i>
4.1.2	<i>Délimitation de la ZAC et cartographie de la vulnérabilité</i>	<i>18</i>
4.1.3	<i>Application des logigrammes d'action et des outils.....</i>	<i>20</i>
5	ESTIMATION DU COÛT DE MISE EN ŒUVRE D'UN LOGIGRAMME D' ACTIONS	21
6	RÉSULTATS ET RECOMMANDATIONS	22
6.1	RÉSULTATS.....	22
6.2	RECOMMANDATIONS	22
7	BIBLIOGRAPHIE	24

Liste des figures

Figure 1.	Localisation géographique des six captages pilotes étudiés.	4
Figure 2.	Planification des principales phases du projet.	5
Figure 3.	Méthodologie globale	7
Figure 4.	Méthodologie générale de délimitation des zones d'alimentation des captages et de caractérisation de leur vulnérabilité au nitrate.....	9
Figure 5.	Logigramme d'actions N1	13
Figure 6.	Représentation spatiale du risque de lixiviation du nitrate vers les eaux souterraines, lié aux types de successions culturales pratiquées, à l'échelle de la Wallonie.....	15
Figure 7.	Distribution spatiale et conformité des parcelles contrôlées de 2007 à 2013.	15
Figure 8.	Représentation spatiale de la sensibilité des sols à la lixiviation du nitrate vers les eaux souterraines, à l'échelle de la Wallonie.	16
Figure 9.	Délimitation de la ZAC du captage de Waremme.	19
Figure 10.	Cartographie des coefficients de vulnérabilité (en percentiles) liés à une pollution au nitrate d'origine agricole, à l'échelle de la ZAC du captage de Waremme.	19

Liste des tableaux

Tableau 1.	Tableau de synthèse pour le choix du programme d'actions de restauration de la qualité de l'eau	8
Tableau 2.	Programme d'actions pour les sites pilotes.	18
Tableau 3.	Estimation du budget global (9 années) pour les ZAC pilotes.	21

1 INTRODUCTION

1.1 Contexte et objectifs de l'étude

Le projet s'inscrit dans le cadre des « contrats de captages » dont la mise en œuvre est assurée par la SPGE (Société Publique de Gestion de l'Eau) et ce, conformément au contrat de gestion qui lie cette dernière avec le Gouvernement wallon.

L'objectif de cette mission se décline en trois phases :

1. établir une méthodologie commune de détermination et priorisation des actions à entreprendre autour de captages en vue d'y préserver ou de restaurer la qualité de l'eau ;
2. tester la méthodologie (définition des actions à entreprendre) sur six situations jugées représentatives sur des captages de la SWDE (Société Wallonne des Eaux) ;
3. proposer et coordonner des actions à mettre en œuvre sur deux ou trois des six sites pilotes.

La méthodologie est traduite en logigrammes d'actions qui proposent des démarches communes de diagnostic et d'actions à entreprendre autour de captages en vue d'y préserver ou de restaurer la qualité de l'eau. La figure 1 montre la localisation géographique des six sites de captage pilotes qui ont servi à l'application et au test de la méthodologie. Ces prises d'eau ont été sélectionnées de manière à être représentatives de la diversité des contextes agronomiques (sols et occupations culturelles) et hydrogéologiques rencontrés en Wallonie. Les six sites pilotes choisis pour construire et tester la méthodologie sont les sites d'Arquennes, Cornesse, Givry, Solre-sur-Sambre, Waremme et Petit-Houmart, gérés par la SWDE. Ils sont tous localisés en zone vulnérable.

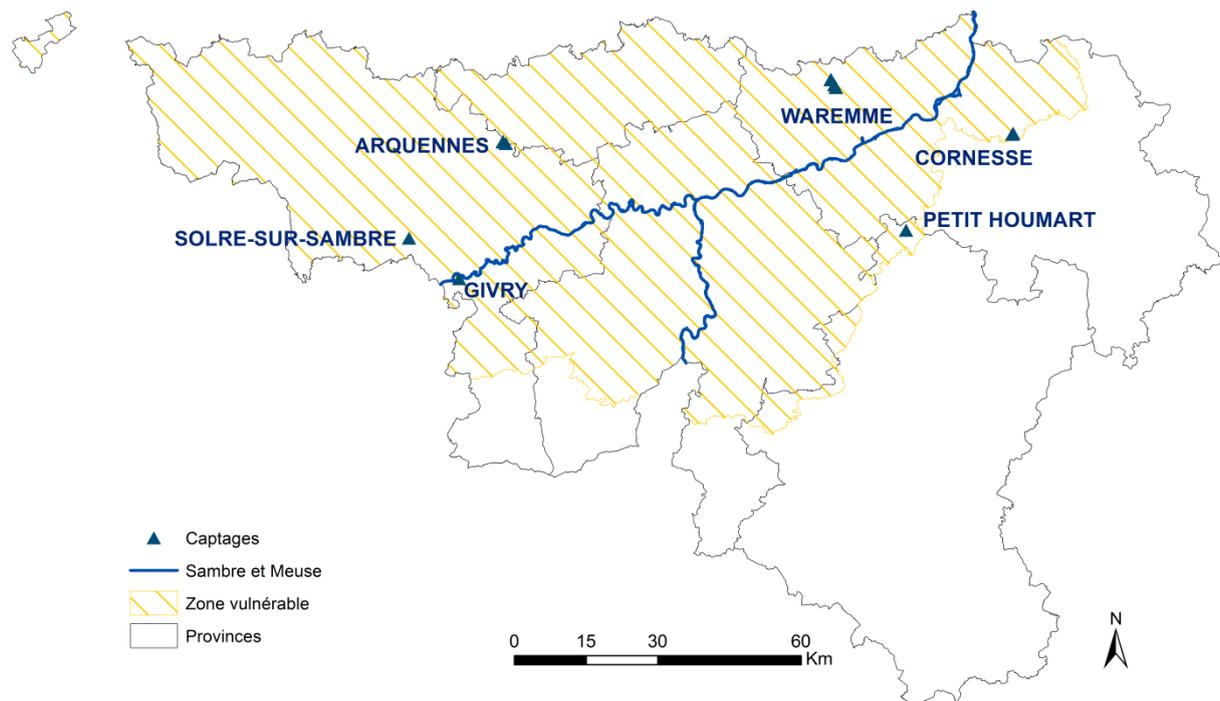


Figure 1. Localisation géographique des six sites pilotes étudiés.

1.2 Programme de travail

La convention définit trois phases de travail, dont les activités principales sont énumérées ci-après. La figure 2 montre une planification dans le temps des trois phases du projet.

Phase 1. Elaboration des logigrammes décisionnels

- Choix des six sites pilotes parmi les captages exploités par la SWDE.
- Mise au point d'une méthodologie de délimitation des zones d'alimentation des prises d'eau intégrant l'ensemble des informations disponibles et permettant d'en apprécier l'incertitude.
- Mise au point d'une méthodologie d'évaluation des sources de pollution et de leur distribution spatiale.
- Mise au point des logigrammes décisionnels (version 1.0), reprenant les actions à entreprendre autour des captages d'eau.

Phase 2. Application des logigrammes décisionnels sur les 6 sites pilotes

- Application de la méthodologie sur les 6 sites pilotes.
- Révision des logigrammes sur base des résultats d'application (version 2.0).

Phase 3. Mise en œuvre des actions sur 2 ou 3 sites pilotes

- Choix des 2/3 sites pilotes.
- Définition des actions.
- Application des actions sur 2 ou 3 sites pilotes.

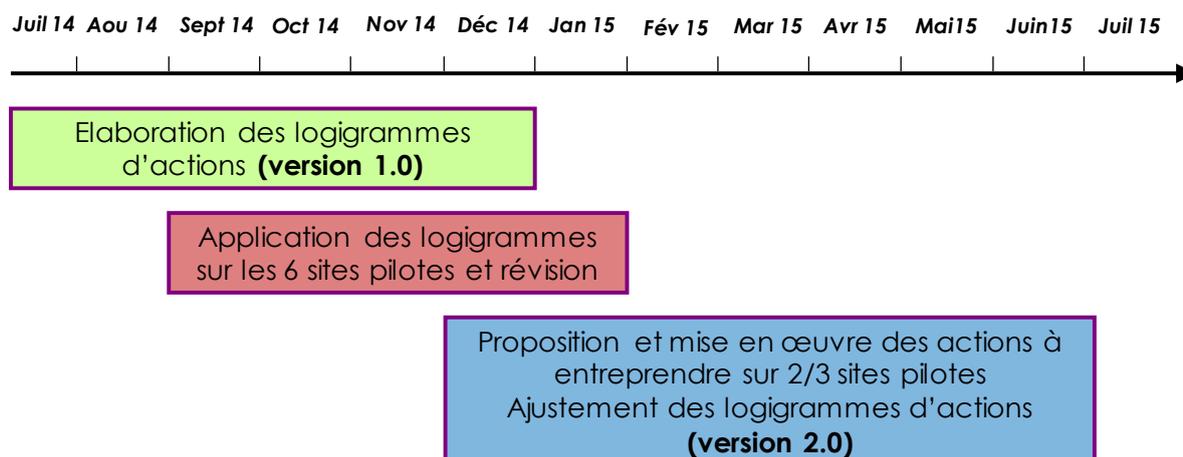


Figure 2. Planification des principales phases du projet.

2 DÉMARCHE GÉNÉRALE DE L'ÉTUDE

La méthodologie se décline sous la forme de logigrammes décisionnels qui permettent de classifier les prises d'eau, en fonction des concentrations en nitrate mesurées et de l'évolution temporelle de ces concentrations, et, compte tenu des enjeux et/ou délais imposés, de proposer des actions à mettre en œuvre en vue de préserver ou restaurer la qualité de l'eau. Concrètement, dans le cas des captages préoccupants, les logigrammes décisionnels renvoient, d'une part vers différents outils permettant de définir les contours de la zone d'alimentation du captage (ZAC) et de caractériser leur vulnérabilité au nitrate, d'autre part, vers des programmes d'actions de type agronomique à entreprendre en partie ou en totalité au sein de la ZAC définie, afin de préserver et/ou de restaurer la qualité de l'eau.

In fine, il s'agit d'un guide méthodologique applicable par des bureaux d'études afin notamment de :

- délimiter les ZAC au sein desquelles les actions de restauration de la qualité de l'eau seront mises en œuvre ;
- caractériser les ZAC d'un point de vue de la sensibilité des sols à la lixiviation du nitrate et de la vulnérabilité des aquifères présents au droit des ZAC pour permettre de cibler les zones les plus à risque (plus vulnérables) afin d'y appliquer/concentrer les mesures adéquates de protection et/ou de restauration de la qualité de l'eau.

Le partenariat est constitué de deux équipes :

- l'équipe de recherche GRENeRA (Groupe de Recherche Environnement et Ressources Azotées) de l'Unité Echanges Eau - Sol - Plante de Gembloux Agro-Bio Tech, Université de Liège (ULg GxABT) ;
- le consortium formé par le Bureau d'études Geolys¹ et l'Unité d'Hydrogéologie et Géologie de l'Environnement (HGE) de l'Université de Liège (ULg).

Compte tenu des objectifs de l'étude et de l'expertise de chaque partenaire, les missions qui leur sont attribuées sont décrites ci-après.

GxABT GRENeRA est chargée de la coordination des activités du projet et de l'analyse du risque de pollution des captages en rapport avec la pression agricole (impact des systèmes de culture sur la qualité de l'eau, conformité aux bonnes pratiques agricoles, analyse de la sensibilité du sol à la lixiviation du nitrate, etc.).

Geolys – HGE-ULg est chargée des études hydrogéologiques et de la rédaction d'un guide méthodologique de délimitation des ZAC et de caractérisation de leur vulnérabilité au nitrate.

Le responsable du projet est N. Triolet de la SPGE, qui préside également le Comité d'accompagnement.

C. Wengler de la SWDE est l'interlocuteur direct au sein de cette société. Il est également chargé du suivi des activités du projet, particulièrement celles concernant les investigations de terrain sur les sites pilotes.

¹ Bureau d'études, conseil et suivi opérationnel dans les domaines de l'eau, du sol et des énergies renouvelables.

3 GUIDE MÉTHODOLOGIQUE ET OUTILS ASSOCIÉS

La méthodologie élaborée comporte plusieurs étapes qui peuvent être résumée comme illustré à la figure 3.

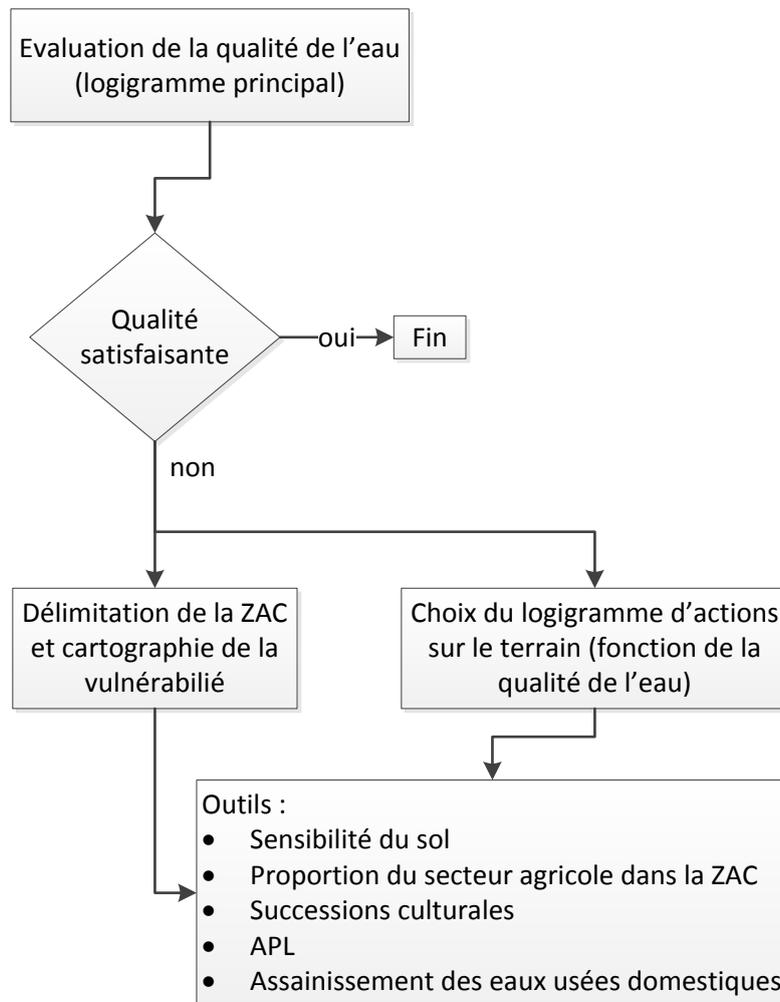


Figure 3. Méthodologie globale.

Le contenu des encadrés est développé ci-après.

3.1 Logigramme principal

Afin de proposer des programmes d'actions dont la contrainte est proportionnelle à la menace/contamination, un logigramme principal (résumé au Tableau 1) est élaboré sur base de :

1. la comparaison des concentrations en nitrate dans l'eau du captage aux valeurs seuils de 20, 35 et 50 mg/l ;
2. l'analyse de la tendance d'évolution des teneurs en nitrate dans l'eau du captage ;
3. la nécessité de déterminer si la ZAC de la prise d'eau doit être délimitée et de choisir un éventuel programme de mesures, noté N1, N2 ou N3 (Bah *et al.*, 2015) à mettre en œuvre dans cette ZAC afin de réduire la pression en nitrate.

Tableau 1. Tableau de synthèse pour le choix du programme d'actions de restauration de la qualité de l'eau

Tendance \ Concentration	↘	→	↗
> 50 mg/l	N3	N1	N1
35-50 mg/l	N3	N2	N2
20-35 mg/l			N2

Les modalités d'applications de ce logigramme (mode de calcul de la concentration mesurée au captage, modalités de détermination de la tendance, etc.) sont expliquées et exemplifiées dans le rapport de Urban *et al.* (2015).

Le programme d'action N1 est le plus contraignant en matière d'adaptation des pratiques agricoles, d'encadrement et de contrôle. Les programmes N2 et N3 sont des variantes plus 'légères' de N1.

3.2 Délimitation de la Zone d'Alimentation du Captage (ZAC) et cartographie de la vulnérabilité

Si un programme d'action est requis, l'étape préalable à la mise en œuvre de ce programme consiste à délimiter la ZAC, c'est-à-dire le lieu des points de la surface du sol au droit desquels l'eau participe, par infiltration ou par ruissellement, à l'alimentation du captage. Il convient ensuite d'identifier différents secteurs de la ZAC vulnérables au nitrate, au sein desquels les actions seront prioritairement mises en œuvre.

Pour ce faire, une méthodologie générale de délimitation des ZAC et de caractérisation de leur vulnérabilité au nitrate a été développée. L'approche proposée se veut pragmatique, applicable dans l'ensemble des situations rencontrées en Région wallonne. Elle est également itérative de manière à progresser pas à pas de manière sécuritaire en minimisant les coûts de mise en œuvre.

La méthodologie générale de délimitation des ZAC et de leur vulnérabilité au nitrate prend la forme d'un logigramme décisionnel (Figure 4).

Ce logigramme est composé de 3 étapes :

1. Recherche documentaire ;
2. Délimitation de la ZAC par un processus itératif permettant d'affiner au fur et à mesure cette délimitation ;
3. Définition des zones vulnérables les plus susceptibles de contribuer à la contamination du captage par le nitrate et au sein desquelles des mesures de réduction des intrants en nitrate doivent être prises en priorité.

Cette méthodologie est décrite de manière détaillée dans le rapport de Wittorski *et al.*, (2015).

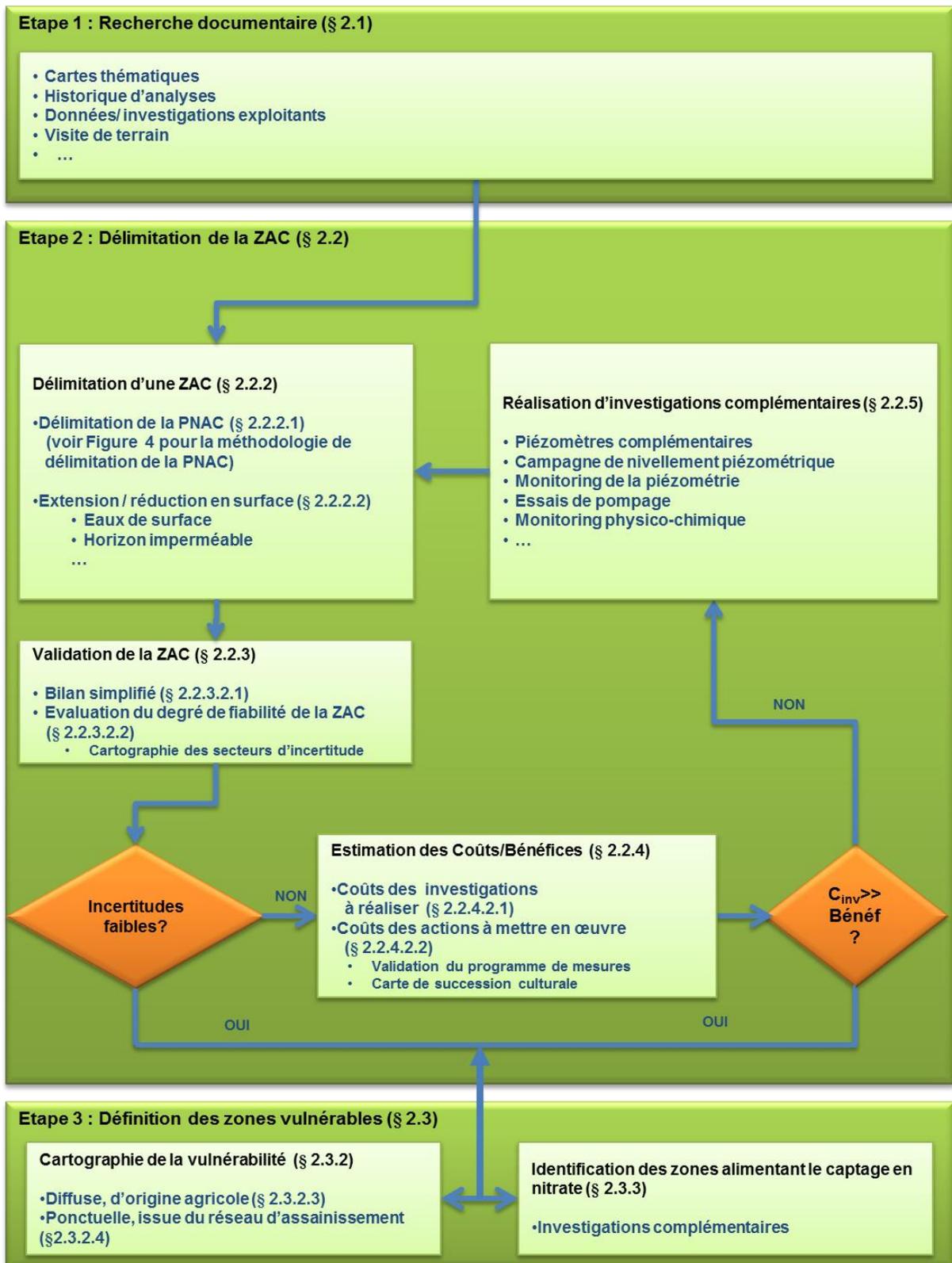


Figure 4. Méthodologie générale de délimitation des zones d'alimentation des captages et de caractérisation de leur vulnérabilité au nitrate. Les numéros de paragraphes renvoient vers les paragraphes du guide méthodologique de Wittorski *et al.* (2015).

3.2.1 Recherche documentaire

La recherche documentaire est une étape indispensable pour la délimitation de la ZAC et l'identification des zones vulnérables. Cette étape permet de rassembler, compiler, analyser et synthétiser l'ensemble des données disponibles relatives au captage et à son contexte environnemental.

3.2.2 Délimitation de la ZAC

La ZAC est délimitée en deux étapes principales successives, (1) la délimitation de la portion de nappe alimentant le captage (PNAC) et (2) l'identification des extensions et réductions de la projection en surface de la PNAC pour délimiter la ZAC (Wittorski *et al.*, 2015). Par la suite, l'extension de cette ZAC est validée en réalisant un bilan hydrogéologique simplifié et en évaluant l'incertitude des paramètres ayant conduit à sa délimitation. Si l'incertitude sur la délimitation de la ZAC est importante, il convient alors d'estimer si les bénéfices éventuels engendrés par la levée de cette incertitude (réduction potentielle de la ZAC et donc des actions à mettre en œuvre) sont supérieurs aux coûts des investigations complémentaires à réaliser pour y parvenir. Si les bénéfices sont supérieurs aux coûts, les investigations complémentaires seront réalisées afin d'affiner de manière itérative le tracé de la ZAC.

Le guide méthodologique (Wittorski *et al.*, 2015) décrit de manière détaillée l'ensemble des étapes de la Figure 4 résumées ci-dessus. Des techniques d'investigations complémentaires sont notamment proposées et leur pertinence est évaluée en fonction du type d'incertitude à lever.

3.2.3 Identification des zones vulnérables

Une fois la ZAC établie, il est nécessaire de cibler en son sein des secteurs au droit desquels les actions vont être prioritairement mises en œuvre en vue de réduire la pression nitrate et restaurer, à une échéance plus ou moins variable, la qualité de l'eau au captage.

L'objectif est donc d'une part de cartographier la vulnérabilité de la ZAC par rapport à la pression nitrate et d'autre part de déterminer in situ les zones alimentant préférentiellement le captage en nitrate. Le guide méthodologique (Wittorski *et al.*, 2015) détaille la démarche à adopter pour ce travail de cartographie de la vulnérabilité au nitrate au sein de la ZAC et propose quelques types d'investigations complémentaires pouvant être réalisées pour identifier les zones alimentant le captage en nitrate.

Les deux principales sources potentielles de nitrate dans la ZAC sont :

- les fertilisants et les effluents d'élevage épandus sur les terres agricoles (terres cultivées et prairies) ;
- les effluents domestiques et urbains (réseau d'assainissement).

La définition des zones vulnérables au nitrate doit donc intégrer ces deux composantes et être composée de deux types de carte.

Pour la vulnérabilité au nitrate issu d'origine agricole, une carte des secteurs les plus vulnérables au nitrate d'origine agricole est produite en combinant le risque lié aux successions culturales (Bah *et al.*, 2015) et les coefficients d'infiltration.

Pour les secteurs les plus vulnérables au nitrate issu du réseau d'assainissement, faute d'informations adaptées, il est actuellement proposé de fournir une carte des plans d'assainissement par sous-bassin hydrographique (PASH) reprenant le type de régime d'assainissement

Pour la détermination in-situ des zones alimentant préférentiellement le captage en nitrate, la réalisation d'investigations complémentaires incluant des analyses physico-chimiques et isotopiques est proposée.

3.3 Logigrammes d'actions

Comme évoqué précédemment (cf. §3.1, page 7), trois logigrammes d'actions sont développés en fonction de la qualité de l'eau.

La première question posée est relative à la situation géographique de la ZAC et plus particulièrement son inclusion entière en zone vulnérable. La deuxième question porte sur la part de la superficie agricole utile (SAU) dans la ZAC :

- Lorsque la part de la SAU dans la ZAC est importante (supérieure à 30 %), les données des contrôles APL seront exploitées pour évaluer l'intensité de la pression diffuse d'origine agricole.
- Lorsque la part de la SAU est faible (inférieure à 30 %), les investigations seront d'abord orientées vers des sources ponctuelles (domestiques et/ou agricoles) de pollution.

Cette réflexion sur l'origine du nitrate peut également être alimentée par les résultats d'investigations isotopiques qui auraient pu être réalisées pour déterminer les zones alimentant le captage en nitrate (Wittorski et al., 2015). En effet sur base de ces résultats, il est potentiellement possible d'identifier l'origine du nitrate.

Lorsqu'une pression diffuse agricole est pressentie, un programme d'actions alliant encadrement (Nitrawal) et contrôle (SPW) est mis en œuvre pendant une période de 4 à 9 ans. Des primes pourront être octroyées en cas d'APL moyen (pondéré par la superficie de chaque occupation agricole) de l'exploitation inférieur à un seuil donné (Bah *et al.*, 2015).

3.4 Outils

3.4.1 Superficie agricole utile (SAU)

L'importance du secteur agricole dans le paysage de la ZAC est un des premiers critères décisionnels. Si ce secteur est important (> 30% de la SAU), on s'orientera a priori vers une pollution de type diffus.

Il convient donc de disposer d'un outil pour pouvoir évaluer la superficie agricole utile de la ZAC.

Cette superficie est estimée à partir de la Carte d'occupation des sols de Wallonie - COSW ou sur base du SIGEC (SPW- DGO3) (Bah *et al.*, 2015).

Du fait du caractère partiel du SIGEC, la SAU SIGEC est inférieure à la SAU COSW. Cette différence maximale a été évaluée à 15 % pour la Wallonie entière.

3.4.2 Impact des successions culturales sur la lixiviation du nitrate vers les eaux souterraines

Chaque culture impacte plus ou moins fortement la lixiviation du nitrate en fonction de la date de semis, de récolte ou de la profondeur d'enracinement. Par ailleurs, la durée de l'interculture entre deux cultures et la capacité de la seconde culture à prélever l'azote résiduel laissé par la première conditionnent également la lixiviation du nitrate. C'est donc à l'échelle des successions culturales que le risque doit être évalué.

Cette évaluation a été menée en prenant en compte les données du SIGEC de 2009 à 2013. Des règles décisionnelles permettent de définir des coefficients pour chaque paire de successions culturales de deux années consécutives (2009-2010, 2010-2011, etc.) sur les cinq années considérées. La cote finale obtenue par parcelle agricole est une moyenne des cotes attribuées à chaque paire de successions consécutives. Cinq classes de risque (faible, moyen, élevé et très élevé) de successions culturales ont été définies.

La figure 6 représente la carte de risque de lixiviation du nitrate vers les eaux souterraines, lié aux types de successions culturales pratiquées, à l'échelle de la Wallonie.

Cette carte alimente la carte de vulnérabilité développée précédemment (cf. § **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**).

L'approche considère que les fertilisations sont raisonnées et que les cultures intermédiaires piège à nitrate (CIPAN) sont semées de façon à être efficaces.

L'évaluation des successions culturales réalisée pour chaque parcelle agricole de Wallonie permet à Nitrawal d'orienter son action dans les exploitations où des améliorations importantes peuvent être mises en œuvre.

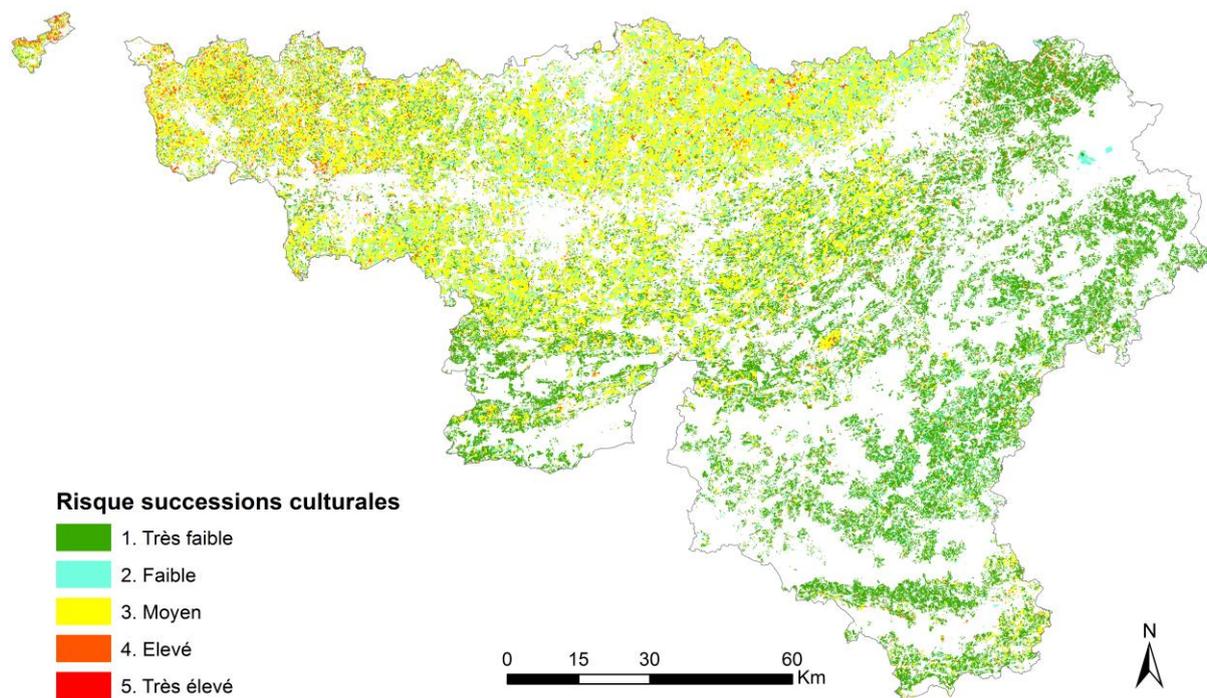


Figure 6. Représentation spatiale du risque de lixiviation du nitrate vers les eaux souterraines, lié aux types de successions culturales pratiquées, à l'échelle de la Wallonie.

3.4.3 APL moyen de la ZAC

Le stock d'azote nitrique dans le sol en automne (APL) est indicateur de la pression nitrate au cours de période de percolation du nitrate qui suit. L'estimation d'un APL moyen à l'échelle de la ZAC permet donc de mieux appréhender le risque **réel** de lixiviation.

Cette estimation est réalisée sur base des résultats des contrôles APL effectués chaque année depuis 2008 par le SPW (figure 7 ; Bah *et al.*, 2015).

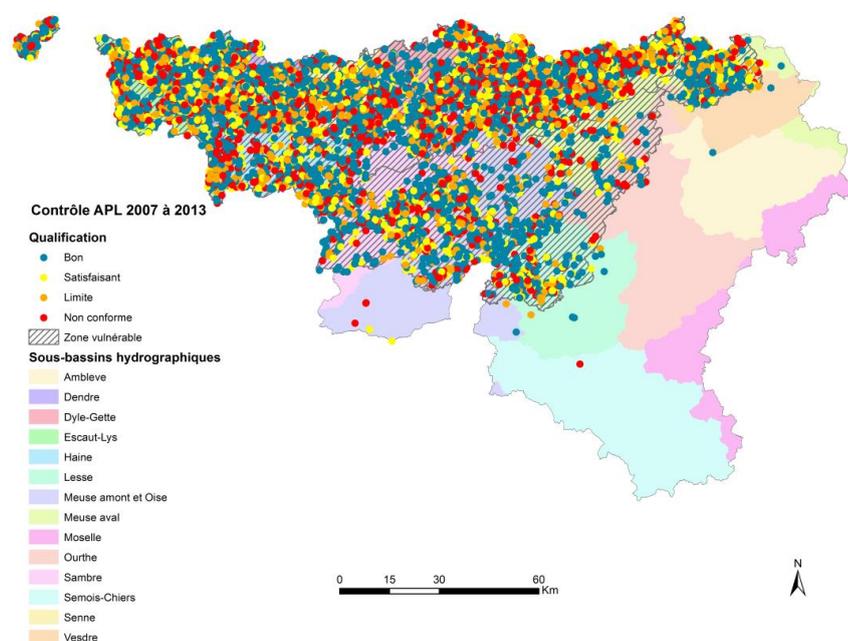


Figure 7. Distribution spatiale et conformité des parcelles contrôlées de 2007 à 2013.

3.4.4 Sensibilité des sols à la lixiviation du nitrate

Le risque de contamination des eaux souterraines par la lixiviation du nitrate dissous dans la solution du sol est plus important lorsque les sols sont plus sensibles à l'infiltration. Il convient dès lors d'identifier au sein d'une ZAC les zones les plus à risque pour proposer des pratiques agricoles spécifiques.

Les paramètres pris en compte (texture, drainage naturel, épaisseur du sol et teneur en charge caillouteuse pour les sols caillouteux) sont extraits de la Carte Numérique des Sols de Wallonie et pondérés en fonction de leur incidence sur la lixiviation/l'infiltration.

Une expérimentation (Bah *et al.*, 2015) visant à observer la dynamique du nitrate dans trois types de sols différents d'un point de vue de leur texture a été réalisée. Elle a consisté au dosage du reliquat d'azote à plusieurs profondeurs du sol et à plusieurs reprises (de novembre 2014 à avril 2015).

L'expérimentation réalisée a permis de confirmer qu'il est nécessaire de prendre en compte le type de sol afin d'y adapter les pratiques culturales. En sols sableux, les risques de pollution sont plus élevés. En sols limoneux ou argileux, les risques de lixiviation sont plus faibles. L'intérêt de la démarche réside dans le fait qu'elle a permis d'acquérir des données *in situ* qui contribuent à la validation des démarches d'évaluation basées sur un système « expert » ou une approche mécaniste.

La figure 8 montre la représentation spatiale de la sensibilité des sols de Wallonie à la lixiviation du nitrate vers les eaux souterraines.

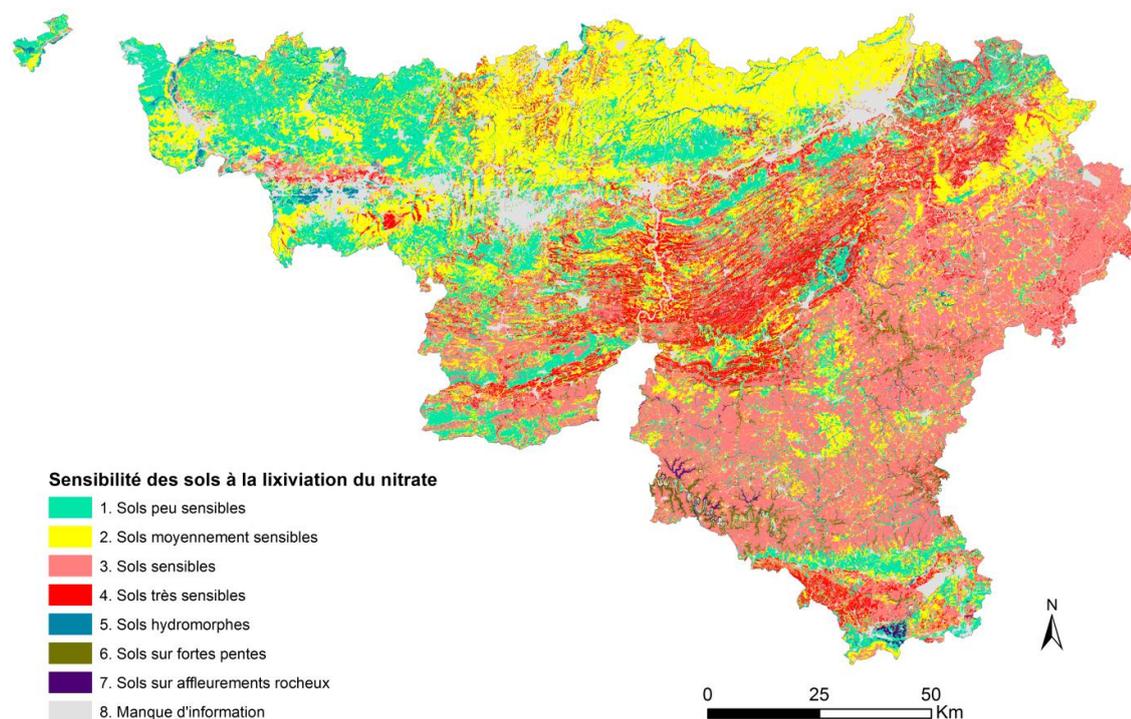


Figure 8. Représentation spatiale de la sensibilité des sols à la lixiviation du nitrate vers les eaux souterraines, à l'échelle de la Wallonie.

L'évaluation de la sensibilité des sols à la lixiviation du nitrate pour chaque parcelle agricole de Wallonie permet à Nitrawal d'orienter son action dans les parcelles où la sensibilité est la plus importante.

3.4.5 Assainissement

En hypothèse de pollution ponctuelle, l'investigation débute par la vérification de la conformité des infrastructures d'assainissement des eaux usées (Bah *et al.*, 2015) ou de stockage d'engrais de ferme sur le site de l'exploitation) (cf. §3.4.6 Infrastructures de stockage d'engrais de ferme, page 17).

Afin d'évaluer l'impact potentiel maximum des eaux usées domestiques sur la qualité de l'eau d'un site de captage, le flux massique annuel d'azote à l'exutoire des captages est comparé au flux massique potentiel domestique maximum (Bah *et al.*, 2015).

Une spatialisation du risque est réalisée au niveau de la ZAC en présentant les régimes d'assainissement issus du PASH (Wittorski *et al.*, 2015).

Cet approche est complétée par les investigations isotopiques développées précédemment (cf. §3.1, page 7 et Wittorski *et al.*, 2015).

3.4.6 Infrastructures de stockage d'engrais de ferme

Lorsque la part de la SAU dans la ZAC est faible (< 30 %) et que les infrastructures d'assainissement sont conformes et/ou que les investigations isotopiques indiquent une contamination agricole, il convient de rechercher les éventuelles sources de pollution ponctuelles au sein des exploitations agricoles situées dans la ZAC (Bah *et al.*, 2015).

Depuis 2014, chaque exploitation agricole peut solliciter au SPW une visite en vue d'un examen de conformité des infrastructures de stockage des engrais de ferme. Si la conformité est avérée, l'exploitation reçoit une Attestation de Conformité des Infrastructures de Stockage des Effluents d'Elevage (ACISEE).

4 APPLICATION AUX SIX SITES PILOTES

4.1.1 Application du logigramme principal

L'étude de la qualité de l'eau a été menée sur les sites pilotes. Les résultats (tableau 2) indiquent que le programme N1 doit être appliqué dans deux des six sites et le programme N2 dans les quatre autres sites (Orban *et al.*, 2015).

Tableau 2. Programme d'actions pour les sites pilotes.

Site pilote	Programme d'actions
Arquennes	N2
Cornesse	N1
Givry	N1
Petit Houmart	N2
Solre-sur-Sambre	N2
Waremme	N2

4.1.2 Délimitation de la ZAC et cartographie de la vulnérabilité

La méthodologie de délimitation des ZAC et de caractérisation de leur vulnérabilité au nitrate a été testée sur les six sites pilotes choisis dans le cadre du projet. Sur trois des sites pilotes (Solre-sur-Sambre, Cornesse et Waremme), des investigations complémentaires ont également été réalisées. Ces premiers tests ont permis d'affiner et de préciser le guide méthodologique.

Les résultats de l'application de la méthodologie sont présentés en annexe du guide méthodologique (Wittorski *et al.*, 2015).

En exemple, la carte de délimitation de la ZAC du captage de Waremme est présentée à la Figure 9. La carte des coefficients de vulnérabilité (en percentiles) liés à une pollution au nitrate d'origine agricole, à l'échelle de la ZAC du captage de Waremme est présentée à la Figure 10.

Pour le captage de Waremme, la campagne d'échantillonnage, réalisée afin d'identifier des zones alimentant le captage en nitrate, a permis de mettre en évidence que le sud de la ZAC (en amont des galeries de captage de la CILE) ne contribuait pas ou peu à l'alimentation du captage en nitrate. Les actions visant à améliorer la qualité de l'eau au captage de Waremme doivent donc être mises en œuvre de façon prioritaire dans le nord de la ZAC (en aval des galeries). Les analyses isotopiques font apparaître que le nitrate présent dans la nappe des craies de Hesbaye au niveau de la ZAC de Waremme est essentiellement d'origine agricole, associé à des fertilisants minéraux plutôt que des effluents d'élevage.

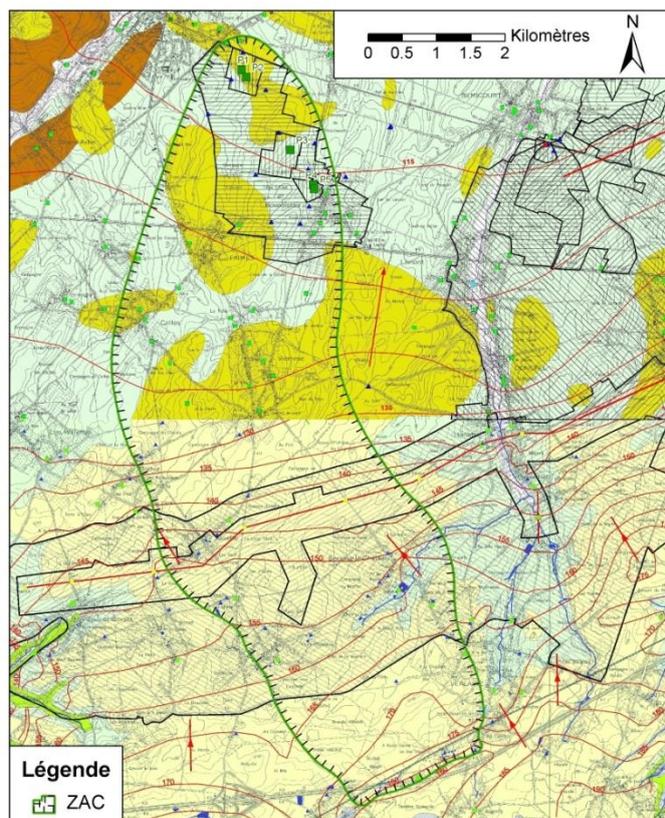


Figure 9. Délimitation de la ZAC du captage de Waremme.

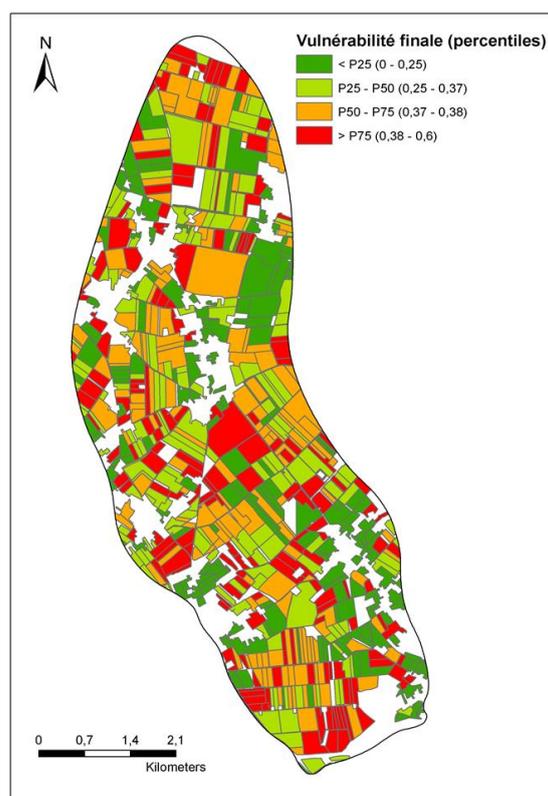


Figure 10. Cartographie des coefficients de vulnérabilité (en percentiles) liés à une pollution au nitrate d'origine agricole, à l'échelle de la ZAC du captage de Waremme.

4.1.3 Application des logigrammes d'actions et des outils

L'une des premières étapes de l'application des logigrammes des programmes d'actions porte sur la détermination de l'APL moyen (Bah *et al.*, 2015) de la ZAC. Afin d'être représentatif, un nombre minimal d'observations « APL » doit être disponible au niveau de la ZAC. Aucune de ces six ZAC pilotes ne possède ce nombre minimum requis. L'acquisition de données APL supplémentaires est donc nécessaire afin de réévaluer l'APL moyen pondéré et apprécier l'intensité de la pression agricole (diffuse), préalable à toute action d'encadrement au sein d'une ZAC.

Néanmoins, en poursuivant l'application des logigrammes d'actions à l'échelle des six ZAC pilotes avec les données disponibles, on observe que seules les ZAC d'Arquennes et de Petit-Houmart montrent des APL moyens inférieurs au seuil fixé, en deçà duquel l'APL est qualifié de faible.

La carte de l'impact des successions culturales à l'échelle de la ZAC est investiguée afin d'apprécier chaque succession.

La sensibilité des sols à la lixiviation du nitrate et les cartes de vulnérabilité sont également examinées afin de pouvoir orienter de manière plus spécifique les actions à conduire sur les zones les plus sensibles.

Pour les captages impactés à la fois par du nitrate et des pesticides, Nitrawal prend contact avec PhytEauWal et la cellule pesticides-captages du CRA-W dès la première année. Les missions de celles-ci sont les suivantes :

- répertorier les matières actives problématiques et les cultures sur lesquelles celles-ci sont appliquées ;
- proposer des pratiques et des matières actives de substitution moins à risque pour l'eau ;
- former/accompagner les techniciens de Nitrawal dans leur mission de terrain.

Les modèles constituent des outils d'aide à la décision qui peuvent se révéler utiles pour orienter la mise en place de programmes d'actions pour la protection des eaux. La modélisation est réalisée dès la première année du programme d'action afin d'estimer, sur base des pratiques culturales conseillées par Nitrawal, l'évolution (dynamique et amplitude) de la concentration en nitrate aux prises d'eau.

5 ESTIMATION DU COÛT DE MISE EN ŒUVRE D'UN LOGIGRAMME D'ACTIONS

Le coût de mise en œuvre d'un programme d'actions dépend principalement de deux paramètres : le type de programme d'actions et l'étendue de la ZAC. L'estimation du coût (en fonction de ces deux critères) est importante à deux titres :

1. dans des contextes hydrogéologiques complexes, la ZAC est parfois délimitée de façon relativement sécuritaire compte tenu des données disponibles. Le coût des investigations (forages, suivi piézométrique, traçages ...) pouvant conduire à une réduction de la taille de la ZAC peut ainsi être comparé au gain lié à la réduction du coût du programme d'actions ;
2. pour les acteurs de terrain (tels que Nitrawal et les laboratoires provinciaux) ainsi que pour les bailleurs de fonds potentiels (tels que le SPW, la SPGE et les producteurs d'eau), il importe de pouvoir estimer l'impact d'un programme d'action sur le budget de leur activité.

L'estimation du budget annuel global d'un programme d'actions a été réalisée en considérant deux types d'actions :

- les mesures « APL » dans les parcelles et
- l'encadrement des agriculteurs par Nitrawal.

D'autres coûts pourraient exister et ne sont à ce stade pas pris en compte dans cette estimation :

- les dédommagements liés à une réglementation sur des cultures et successions culturales interdites dans la ZAC (programme N1) (non développé dans le cadre de cette convention) ;
- les primes APL (programme N1 et N2) (Bah *et al.*, 2015).

Le tableau 3 donne une estimation du budget global des programmes d'actions.

Pour le site d'Arquennes, compte tenu de la nature du programme d'action (N3), il n'y a pas d'encadrement proactif de Nitrawal avant le contrôle APL et, par conséquent, pas d'autocontrôle (volontaire) prévu lors de ce type d'encadrement.

Tableau 3. Estimation du budget global (9 années) pour les ZAC pilotes.

ZAC	Coût APL			Coût encadrement Nitrawal			Coût total
	Volontaire	Contrôle(s) complet(s)	Contrôle partiel	Avant contrôle complet	Après contrôle complet	Après contrôle partiel	
Arquennes	-	1.620 €	162 €	-	4.320 €	720 €	6.822 €
Cornesse	2.700 €	5.400 €	270 €	36.000 €	7.200 €	1.200 €	52.770 €
Solre	51.480 €	102.960 €	5.148 €	686.400 €	137.280 €	22.880 €	1.006.148 €
Givry	24.300 €	48.600 €	2.430 €	324.000 €	64.800 €	10.800 €	474.930 €
Waremmé	30.780 €	61.560 €	3.078 €	410.400 €	82.080 €	13.680 €	601.578 €
Petit Houmart	2.880 €	5.760 €	288 €	38.400 €	7.680 €	1.280 €	56.288 €

6 RÉSULTATS ET RECOMMANDATIONS

6.1 Résultats

Le partenariat Université de Liège – HGE, Gembloux Agro-Bio Tech et Geolys a élaboré un guide méthodologique de restauration de la qualité de l'eau dans les ZAC.

Ce guide permet à son utilisateur :

- de classer les prises d'eau en fonction du degré de contamination par le nitrate et de son évolution temporelle ;
- de délimiter une ZAC et d'en apprécier son incertitude ;
- de définir au sein de la ZAC les secteurs contribuant à l'alimentation du captage en nitrate ;
- de choisir un programme d'actions à mener en fonction de la qualité de l'eau ;
- d'évaluer la pression agricole diffuse potentielle (en relation avec les successions culturales renseignées) ;
- d'évaluer la pression agricole diffuse réelle (en relation avec l'interprétation des résultats des contrôles APL) ;
- d'évaluer la sensibilité des sols et la vulnérabilité de l'aquifère sur base des caractéristiques pédologiques et topographiques locales ;
- d'organiser un programme d'encadrement et de contrôles des agriculteurs et d'en évaluer l'impact ;
- d'aborder les sources ponctuelles de pollution si le « diffus agricole » s'avère être peu contaminant pour l'aquifère ;
- d'évaluer la vulnérabilité au nitrate issu du réseau d'assainissement.

Le guide a été partiellement mis en application pour six sites pilotes afin d'en évaluer la praticabilité. De plus, des investigations hydrogéologiques ont été menées sur trois de ces six sites. Les enseignements tirés de son application ont également permis d'améliorer le guide.

6.2 Recommandations

Certains outils tels que la carte des successions culturales ou la base de données de contrôles APL réalisés par le SPW nécessiteront d'être mis à jour pour rester en phase avec l'évolution des pratiques agricoles futures (rotations, gestion de l'azote) et rencontrer plus fréquemment le nombre minimum d'observations requis pour pouvoir apprécier immédiatement la pression agricole diffuse. Les cartes de vulnérabilité au nitrate d'origine agricole qui intègre le risque lié aux successions culturales devront également être actualisées.

En matière de sensibilité des sols, l'expérimentation réalisée au cours de cette étude a permis une première validation de la carte de sensibilité du sol à la lixivitation du nitrate. Il conviendrait de répéter cette expérimentation afin de conforter la validation et de pouvoir ainsi justifier avec plus de certitude des recommandations en matière de successions culturales liées à un critère pédologique local.

L'évaluation de l'APL en tant qu'indicateur environnemental a été historiquement menée sur des sols profonds. Il conviendrait d'examiner la nécessité d'affiner cette évaluation pour des sols superficiels (20 à 40 cm d'épaisseur) pour lesquels la percolation peut être très rapide.

La cartographie du risque potentiel lié au réseau d'assainissement pourrait être améliorée. Cette cartographie est actuellement essentiellement un outil informatif visant à conforter l'hypothèse d'une contamination liée aux pertes du réseau d'assainissement (suite à des analyses chimiques et/ou isotopiques). Les pertes du réseau d'assainissement pouvant être très variables et imprévisibles (rupture de canalisation, sous dimensionnement des systèmes de traitement des régimes autonomes, pertes liées à l'âge et à l'état des canalisations, etc.), il sera indispensable de se rapprocher des organismes de gestion des eaux usées pour connaître l'état actuel du réseau et les antécédents des éventuels rejets dans les sols.

Remerciements

Les auteurs expriment leur gratitude :

- à la SPGE sans qui cette étude n'aurait pu être menée ;
- à la SWDE et au SPW pour la mise à disposition d'informations ;
- à Nitrawal asbl pour les réflexions partagées lors de l'élaboration des programmes d'actions ;
- au Professeur Yves Brostaux (ULg Gembloux Agro-Bio Tech) pour les conseils apportés en statistique.

7 BIBLIOGRAPHIE

Bah B., Vandenberghe C., Colinet G., 2014. *Méthodologie de diagnostic environnemental autour de captages d'eau potabilisable sensibles qualitativement du point de vue nitrate & application à six sites de la Société Wallonne Des Eaux*. Rapport d'activités final. Partie GRENERA. Convention S.P.G.E. – SWDE, 149p + annexes.

Orban, Ph., Wittorski, O., Huby M., Piront, L., Brouyère, S., 2015. « Méthodologie de diagnostic environnemental autour de 6 captages d'eau potabilisable sensibles qualitativement du point de vue du nitrate » - Développement du logigramme principal et applications aux six sites-pilotes, Convention SPGE, 9 p.

Wittorski, O., Dolle, F., Orban, Ph., Huby M., Piront, L., Brouyère, S., 2015. « Méthodologie de diagnostic environnemental autour de 6 captages d'eau potabilisable sensibles qualitativement du point de vue du nitrate » - Méthodologie de délimitation des zones d'alimentation des captages et caractérisation de leur vulnérabilité au nitrate, Convention SPGE, 43 p + annexes d'application sur les 6 sites pilotes.