

Les Rencontres 2011 du GIS GC HP2E

***« Protection des Aires d’Alimentation de
Captage vis à vis des pollutions diffuses »***

03 février 2011- Agro Paris Tech

Les « Rencontres 2011 du GIS GC HP2E »

Protection des Aires d’Alimentation de Captage vis-à-vis des pollutions diffuses

Les acteurs des filières et des territoires de grande culture se sont fédérés dans le cadre du *GIS Grande Culture à Hautes Performances Économiques et Environnementales* (GC HP2E). L'objectif est d'instaurer un mode de fonctionnement coopératif, global et cohérent du système de recherche et développement en vue de promouvoir des systèmes de production de grande culture s'inscrivant dans la perspective du développement durable.

Le GIS Grande Culture à Hautes Performances Economiques et Environnementales organise le 3 février 2011 ses premières rencontres annuelles autour du thème « Protection des Aires d’Alimentation de captage vis-à-vis des pollutions diffuses : retours d’expériences ».

Au travers de ces Rencontres, le GIS GC HP2E souhaite créer un forum qui permette aux acteurs des grandes cultures d'échanger leurs pratiques, leurs expériences et leurs attentes autour d'une problématique majeure pour les systèmes de grande culture. Ces rencontres doivent avant tout contribuer à partager des expériences de terrain, tirer des leçons pour les actions futures, identifier les verrous à lever et, le cas échéant, définir le cahier des charges d'innovations à développer. L'organisation de la journée donnera donc la priorité aux retours d'expériences de terrain et laissera une large place aux débats avec l'audience.

Le thème retenu pour cette première rencontre est en phase avec de nombreuses préoccupations actuelles et fait l'objet d'expériences diverses qui mobilisent largement les acteurs des grandes cultures.

Comment apprécier l'efficacité des actions, collectives et individuelles, en termes d'impact sur la qualité de l'eau au niveau des aires d'alimentation de captage ?

Quelles sont les conditions techniques, juridiques ou économiques de l'application et de l'efficacité des actions techniques ?

Quelles sont les modalités d'apprentissage et d'accompagnement qui facilitent leur mise en oeuvre ?

SOMMAIRE

Session 1 : Développement de méthodologie, d'outils de diagnostics et d'actions.....7

Intérêt des zones tampons humides pour protéger les ressources en eau souterraines partiellement drainées, *Julien Tournebize (CEMAGREF)*.....9

Présentation d'une méthode de hiérarchisation des zones d'action prioritaires sur un bassin d'alimentation de captage : application au BAC de Saint Maxire – Echiré (79), *Thibaut Constant (Groupe In Vivo)*..... 13

La modélisation agro-hydrologique, un outil pour évaluer des mesures de réduction de la pollution, *Patrick Durand (INRA)*.....21

Délimitation et vulnérabilité aux pesticides des Aires d'Alimentation de Captage en eaux de surface, *Guy Le Hénaff (CEMAGREF)*.....24

Protection des aires d'alimentation de captage vis-à-vis des pesticides par l'utilisation de cultures intermédiaires : projet CIREPPE (2011-2014), *Lionel Alletto (Ecole d'Ingénieur de Purpan)*.....29

Des nouveaux outils innovants pour l'évaluation et la réduction des risques environnementaux au sein des aires d'alimentation de captages, *Igor Dubus (Footways)*.....33

Améliorer le diagnostic territorial des captages "Grenelle" par une analyse pluriannuelle des pressions agricoles, *Laurette Paravano (Chambre d'agriculture de l'Yonne)*.....37

Conception de mesures de prévention diffuses (pesticides, nitrates) sur le bassin d'alimentation en eau des captages au calcaire de Champigny dans la fosse de Melun et de la basse vallée de l'Yerres, *Sandra Bellier (Mines Paris Tech)*.....42

NitrascopeTM, un outil de gestion des pollutions des eaux souterraines par les nitrates, *Julie Paille (Suez Environnement)*.....45

Elaboration et mise en œuvre d'une grille pédagogique d'évaluation et de conseil vis-à-vis des risques de transfert des produits phytosanitaires vers les eaux de surface, *Lancelot Leroy (Terrena)*.....48

Un Outil de diagnostic et de gestion dans le cadre des études de Bassin d'Alimentation de Captage : la modélisation des flux de nitrate lixivié sous les parcelles agricoles, *Simon Juchaut (Groupe In Vivo)*.....51

Etude de l'impact environnemental des itinéraires phytosanitaires actuels en Eure et Loir en 2010 et comparaison avec des itinéraires « écophyto », *Joel Lorgeoux (Groupe SCAEL)*.....56

Etude de l'impact des pratiques phytosanitaires sur blé tendre sur les eaux souterraines du BAC de Dormelles (77) et corrélation avec les valeurs d'IFT et de Marges Brutes, *Luc WESTERLOPPE (Groupe In Vivo)*.....60

Session 2 : Prise en compte et mobilisation des acteurs au niveau local.....65

Construire des coordinations d'activités agricoles sur un bassin d'alimentation de captage, *Fabienne Barataud (INRA)*.....67

Mise en place de diagnostics socio-économiques dans les aires d'alimentation de captage, *Anne-Louise Guilmain (Agence de l'eau Seine Normandie)*.....71

L'implication du Négoce dans les actions collectives de protection des zones de captage, *Sébastien PICARDAT (FNA)*.....74

Nécessité sociétale et réticences agricoles autour des zones de captages en eau, <i>Luc Bossuet (Agro Paris Tech)</i>	78
Partenariat entre l'Assemblée Permanente des Chambres d'Agriculture et la Fédération Professionnelle des Entreprises de l'eau pour la protection des Aires d'Alimentation de Captages contre les pollutions diffuses, <i>Laura Blasquez (Veolia Eau)</i>	82
Actions de préservation de la qualité de l'eau dans l'AAC de Nangis (77), <i>François Brimant (Aqui'Brie)</i>	85
Session 3 : Développement Opérationnel.....	89
Etude comparative des actions agricoles conduites par Eau de Paris sur les aires d'alimentation des sources de la Voulzie, de la Vigne et de la vallée de la Vanne, <i>Manon Zakeossian (Eau de Paris)</i>	91
Evolution des pratiques de fertilisation azotée et son impact sur les teneurs en nitrates dans les nappes phréatiques, <i>Jean Marie Larcher (Epis-Centre – Axéreal)</i>	95
Outils de diagnostics et plans d'action auprès d'agriculteurs pour la maîtrise de la qualité des eaux dans des bassins versant, <i>Benoît Réal (Arvalis, Institut du végétal)</i>	100
Problématique phosphore et proliférations algales sur le lac de Carcès- premier diagnostic, <i>Magali Dechesne (Veolia)</i>	104
Outil intégré de diagnostic et d'aide à la décision pour les pollutions diffuses par les pesticides, <i>Xavier Louchart (INRA, Supagro)</i>	108
Actions engagées par Eau de Paris pour reconquérir la qualité des sources de la vallée de la Vigne, <i>Manon Zakeossian (Eau de Paris)</i>	113
Actions engagées par Eau de Paris pour reconquérir la qualité des sources de la vallée de la Voulzie, <i>Manon Zakeossian (Eau de Paris)</i>	117
Actions engagées par Eau de Paris pour reconquérir la qualité des sources de la vallée de la Vanne, <i>Manon Zakeossian (Eau de Paris)</i>	121
Liste des participants.....	125

***Session 1 :
Développement de méthodologie, d'outils
de diagnostic et d'actions***

Intérêt des zones tampons humides pour protéger les ressources en eau souterraine dans 3 AAC partiellement drainées

Présenté par : **TOURNEBIZE Julien**
Courriel : julien.tournebize@cemagref.fr

Protéger les ressources en eau souterraine dans 3 AAC partiellement drainées

TOURNEBIZE J.¹, CHAUMONT C.¹, VINCENT B.¹, MALENFANT C.², BIRMANT F.³, ZAKEOSSIAN M.⁴

¹Cemagref, UR Hydrosystèmes et Bioprocédés, Parc de Tourvoie BP 44, 92163 Antony ; ²Service Gestion des Risques, de l'Eau et de la Biodiversité Direction Départementale des Territoires, 17 place de la république, 28019 Chartres cedex ; ³AQUI'Brie, 2 avenue Galliéni, 77000 Melun ; ⁴EAU DE PARIS - Unité Eaux souterraines, 3, route de Moret Sorques, 77690 Montigny-sur-Loing

Mots clefs : eaux souterraines, drainage, étude hydrologique, zone tampon humide artificielle, nitrate, pesticide, aire d'alimentation de captage

Résumé

Dans le cadre de la protection de la ressource en eau dans des bassins versants agricoles partiellement drainés, il est présenté un ensemble de trois cas d'aire d'alimentation de captage (AAC) situés dans le bassin parisien : Nangis, les sources de la Voulzie, Vovelles. En parallèle des actions de réduction à la source des intrants agricoles, il apparaît indispensable de mettre en œuvre des actions complémentaires basées sur la réduction des transferts de flux polluant par des aménagements tampons. Dans le cas spécifique des eaux de drainage, nous introduisons le concept de zone tampon humide artificielle dont les données bibliographiques et les premiers résultats expérimentaux démontrent une efficacité moyenne de 50% pour réduire les flux de nitrate et de pesticides. Après une étude hydrologique basée sur la caractérisation et la quantification des écoulements drainés qui contribuent à la recharge de l'aquifère, l'opportunité de la mise en place des zones tampons humides artificielles est discutée.

Contexte et objectifs

Les aires d'alimentation de captage (AAC) sont au cœur du système de protection de la ressource en eau. Dans le cas d'alimentation mixte eaux de surface / eaux souterraines, des actions doivent être élaborées spécifiquement et mises en œuvre. Dans ces bassins en général plutôt ruraux, la cause principale de la dégradation de la qualité de l'eau est souvent liée à la pollution diffuse d'origine agricole.

En parallèle des actions de réduction à la source des intrants agricoles, il apparaît indispensable de mettre en œuvre des actions complémentaires basées sur la réduction des transferts de flux polluant à l'aval des parcelles par des aménagements de type zone tampon. Nous ciblons notre travail sur les bassins versants partiellement drainés du bassin parisien, pour lesquels les connexions eaux de surface drainées et eaux souterraines sont a priori non négligeables de part la présence de zones d'infiltration préférentielle ou pertes.

Nous proposons ainsi de comparer trois situations contrastées sur lesquels des études préliminaires ont été menées conjointement par les maîtres d'ouvrage et les scientifiques.

Dans un premier temps, nous présenterons les zones tampons humides artificielles adaptées au cas des eaux de drainage et une synthèse bibliographique des efficacités mesurées.

Dans un deuxième temps, nous introduirons les caractéristiques hydrologiques des AAC : Nangis (étude centrée sur Rampillon, 400 ha, drainé à 100%, Seine et Marne, pilotée par AQUI'Brie), les sources de la Voulzie (10 000ha, drainé à 13%, Seine et Marne, pilotée par Eau de Paris), Vovelles (4 790 ha, drainé à 8%, Eure et Loir, pilotée par DDT/CG/CA 28).

Enfin nous discuterons des solutions proposées et l'intérêt des zones tampons humides artificielles dans la stratégie globale de préservation de la qualité de la ressource en eau.

Principaux résultats obtenus et applications envisageables

1. Les zones tampons humides artificielles

Le concept de zone tampon (aménagement anthropique situé entre la parcelle agricole et le milieu récepteur) intègre les zones tampons dites sèches comme les bandes enherbées qui sont largement décrites dans les documents techniques du CORPEN (2007) et les zones tampons dites humides. Dans le

cas des parcelles drainées, c'est le second concept qui semble le plus prometteur. En effet, l'hydraulique spécifique des parcelles drainées modifie les chemins de l'eau et court-circuite les zones rivulaires. Les eaux de drainage se retrouvent ainsi directement dans un fossé d'assainissement agricole. La mise en place de bassin tampon a alors pour objectif d'intercepter et de traiter les eaux de drainage avant leur retour dans le réseau hydrographique. Les zones tampons humides artificielles favorisent les processus de dissipation des polluants d'origine agricole. Pour les nitrates, l'assimilation par la végétation en période estivale, et la dénitrification sont les processus attendus, en maintenant un couvert végétal de type macrophyte, et des conditions anoxiques. Les pesticides utilisés étant très nombreux, il n'est pas possible de favoriser un seul type de processus. Les zones tampons humides artificielles doivent alors stimuler l'ensemble des voies de dissipation à savoir : la photodégradation par une profondeur limitée des bassins, l'hydrolyse, les réactions d'oxydo-réduction, l'adsorption sur des substrats divers (minéraux et organiques), la dégradation biologique en conditions aérobique et anoxique.

En termes d'efficacité, notre étude bibliographique a englobé toutes les origines des eaux de surface : drainage et ruissellement. Sur les 54 articles lus, nous avons extrait 109 résultats d'efficacité que nous comparons avec les premiers résultats des expérimentations en cours menées par le Cemagref. Les résultats montrent que ce soit pour les nitrates et les pesticides, qu'une efficacité moyenne de 50% de réduction de flux entre l'entrée et la sortie est légitime.

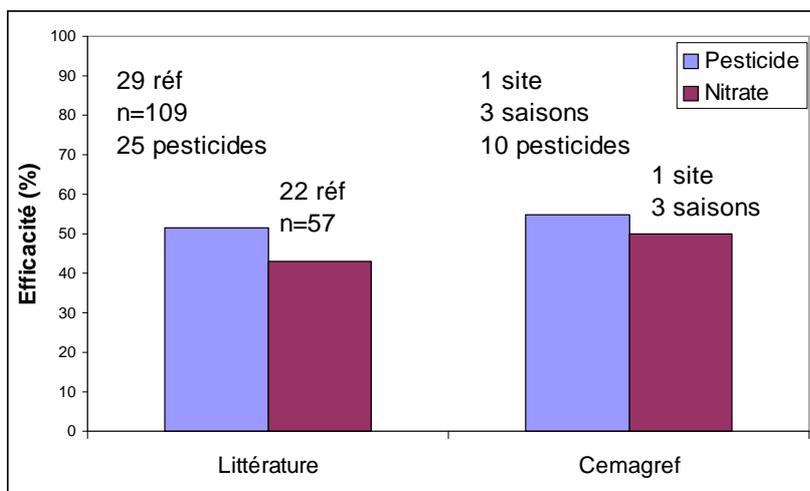


Figure 1. Efficacité des zones tampons humides artificielles vis à vis des pesticides et des nitrates, synthèse des données de la littérature (51 références) et des expérimentations du Cemagref.

2. Description des AAC

L'AAC des sources de la Voulzie (Belin, 2008), gérée par Eau de Paris, se trouve sur le plateau de la Brie, en limite Sud-Est de la Seine-et-Marne. Le bassin hydrologique, délimité par la topographie, s'étend sur 115 km². Le périmètre sourcier entaille la formation géologique des calcaires de Champigny. La problématique de la ressource en eau est liée aux concentrations en nitrate (>50mg/l) et ponctuellement en pesticide (>0,1µg/l). Le secteur est agricole céréalière partiellement drainé à hauteur de 13% (après enquête). L'AAC de Nangis (Tournebize et Chaumont, 2007, 2008, 2009) fait l'objet d'une collaboration entre le Cemagref et AQUI'Brie (l'association de l'aquifère des calcaires de Champigny en Brie, a pour objet la connaissance et le suivi de l'état de la nappe du Champigny) depuis 2005. Le but est de définir une méthodologie de protection de la ressource en eau dans le contexte d'engouffrement, basée sur l'étude et l'application d'un cas réel. Il s'agit donc de faire de cette expérience une vitrine sur laquelle les gestionnaires pourraient s'appuyer pour une déclinaison locale. La problématique est liée à la contamination par les pesticides. Le projet s'est concentré sur la zone de Rampillon qui présente un engouffrement des eaux de surface provenant d'un sous bassin entièrement drainé. Les eaux engouffrées alimentent la nappe de Champigny, et sont captées à Nangis. Le bassin versant a une surface de 400 ha, dont 98% en agriculture céréalière, drainée à 100%. Ainsi ce sont plus de 700 000 m³/an qui s'infiltrent dans la nappe par les gouffres de Rampillon (moyenne calculée sur la période 2005-2008). Ce type d'échange nappe/cours d'eau est caractéristique de la nappe de Champigny, 40 points similaires ont été répertoriés sur le territoire du Champigny. Ils contribuent à hauteur de 70% à la recharge de la nappe de Champigny.

L'AAC de Vovelles (Outin, 2010) se trouve sur le bassin d'alimentation de captage de Dammarie. Ce site a été sélectionné début 2006 par un comité animé par le ministère en charge de l'environnement suite à un appel à projets visant à disposer de sites pilotes sur lesquels l'élaboration de programmes d'action était déjà bien avancée, avant même que le dispositif réglementaire ne soit complètement fixé. Il a été choisi au vu des teneurs en nitrates supérieures à la norme, du risque important de transfert de produits phytosanitaires, mais aussi de la bonne volonté des exploitants agricoles sur le bassin. Il est utilisé comme bassin

expérimental par la Direction Départementale des Territoires (DDT), ce qui lui permet de tester l'efficacité des mesures agroenvironnementales existantes et éventuellement d'envisager des dispositifs plus adaptés au drainage. Ce bassin test pourra servir ultérieurement de vecteur de communication auprès du monde agricole et des autres collectivités. Le captage de Vovelles se situe sur le territoire de la commune de Dammarie, à 13 km au Sud de Chartres, en Eure et Loir dans la nappe de la Craie Séno Turonienne. L'AAC s'étend sur une surface totale de 4758 hectares. L'agriculture couvre 83% de la surface du bassin dont 8%, après enquête sont drainées. Le réseau hydrographique est uniquement constitué des vallées sèches qui présentent des zones d'infiltration préférentielles.

3. Méthodologie commune aux 3 cas

Les trois cas présentent des points communs :

- Agriculture intensive, des problématiques nitrates et / ou pesticides
- Infiltration préférentielle des eaux de surface et principalement de drainage, sur des zones de perte identifiées

Sur les 3 AAC des diagnostics hydrologiques ont été menées. Il s'agit à partir de mesures en continue de ligne d'eau et d'opération de jaugeages ponctuels (courantomètre ou traçage chimique), à différentes dates en différents points du bassin versant de localiser et de quantifier les flux d'infiltration selon la saison hydrologique. La recharge des aquifères a été évaluée par analogie avec le fonctionnement du drainage agricole. A partir des périodes d'écoulement mesuré et des volumes transférés en saison de drainage intense, il a été calculé un volume théorique d'infiltration diffuse sur les surfaces non drainées. Ainsi les diagnostics ont permis d'identifier les zones d'infiltration préférentielle, de quantifier la proportion de flux d'eau de surface (par rapport à l'infiltration directe).

Dans le cas particulier de l'AAC de la Voulzie, le captage collecte toutes les eaux de l'aquifère et les eaux de drainage se réinfiltrent en plusieurs points de telle sorte que les écoulements à l'exutoire du bassin versant sont négligeables. La comparaison des volumes journaliers estimés par analogie du drainage (38 000m³/j) et des volumes prélevés par Eau de Paris (36 000m³/j), soit un écart de 5% conduit à valider la méthode. Celle-ci a donc été étendue aux deux autres captages.

A partir des résultats du tableau 1, il apparaît que la proportion des eaux de drainage à la recharge varie de 100% à 2,6%. Ceci a des conséquences sur la complémentarité des actions à développer sur les AAC. On entend par réinfiltration totale ou partielle des eaux de surface, les écoulements du réseau hydrographique de surface qui se réinfiltrent et rejoignent la nappe aux niveaux des zones de perte.

AAC	Rampillon	Léchelle	Vovelles
Occupation du sol	100% agricole drainé	80% agricole dont 13% drainé	83% agricole dont 8% drainé
Diagnostic hydrologique	Réinfiltration totale des ESU ESO=ESU (100%)	Réinfiltration totale des ESU ESO=ESU (19%) + INFD (81%)	Réinfiltration partielle des ESU ESO=ESU (2.6%)+INFD (97.4%)
Type d'action proposée	Adaptation des pratiques et 4 aménagements compensateurs du drainage	Adaptation des pratiques et 4 aménagements compensateurs du drainage	Adaptation des pratiques et changement d'occupation du sol

Tableau 1. Synthèse des principales caractéristiques des 3 cas étudiés. (ESU : eaux de surface – ESO : eaux souterraines – INFD : infiltration diffuse)

Dans le cas de l'AAC de Vovelles, les eaux de surface représentent moins de 3% de la recharge de la nappe. Ce seront alors des actions basées sur la réduction des intrants et le changement drastique d'occupation du sol qui seront priorisées. Nous entendons par changement drastique d'occupation du sol, la mise en jachère, prairie, ou couvert forestier de 30% de la surface du bassin versant pour un objectif de concentration en nitrate inférieur à 50 mg/l.

Dans le cas de l'AAC des sources de la Voulzie, des actions fortes sur la réduction des intrants sont en cours depuis plusieurs années. Associés à cela, des aménagements compensateurs du drainage tels que des zones tampons humides artificielles sont à l'étude sur les secteurs drainés. Le verrou est lié à la maîtrise du foncier. L'emplacement des futurs aménagements sera préférentiellement localisé sur les terrains propriétés d'Eau de Paris. Les zones tampons auront donc un intérêt sur les secteurs amont drainés mais complémentaires des actions basées sur les pratiques en sol non drainé.

Dans le cas de l'AAC de Nangis, sur le sous bassin de Rampillon, associé aux actions de réduction des intrants, menées par AQUI'Brie, des propositions d'aménagement ont été discutées. Au niveau historique, le projet a débuté en 2005, et ce n'est qu'en 2010, que les zones tampons humides artificielles ont finalement été achevées. Après négociation, ce sont 4 aménagements de type zone tampon humide artificielle qui ont

été proposés sur le bassin versant. La maîtrise d'ouvrage est soit publique (syndicat de rivière) pour l'un des aménagements, soit privée (agriculteurs) pour les 3 autres. En effet les agriculteurs partenaires in fine du projet restent propriétaires de leur aménagement et participent donc activement à la limitation des impacts de leur activité agricole. Au final, la surface cumulée des aménagements correspond à 0,5% de la surface du bassin versant.

Perspectives et conclusion

L'approche de protection de la ressource en eau souterraine dans un secteur drainé nécessite au préalable une étude hydrologique afin de hiérarchiser les transferts hydriques. De la quantification des apports des eaux de drainage dépend le type de solution proposée.

Les travaux présentés montrent que :

- finalement les secteurs drainés présentent une facilité hydraulique d'acheminer les eaux dans des zones tampons dédiées à leur épuration naturelle. A noter aussi que les eaux de drainage peuvent être facilement échantillonnées pour suivre leur évolution qualitative et ainsi servir d'indicateur de pression agricole.
- la mise en œuvre des zones tampons humides artificielles est possible avec une efficacité satisfaisante a priori mais nécessite d'avoir accès à la maîtrise du foncier. Les zones tampons humides artificielles ne se substituent pas aux actions sur la pression polluante agricole mais ont un rôle positif et complémentaire pour limiter les transferts.
- il est important d'impliquer tous les acteurs dont les agriculteurs dans la démarche et cela le plus tôt possible.

La suite du travail s'appuiera sur l'évaluation in situ des approches d'aménagement de zone tampon humide artificielle et proposera une analyse coût / bénéfice de ce type d'action en complément des actions basées sur l'évolution des pratiques agricoles.

Références bibliographiques

- Belin, T. 2008. Compréhension et modélisation du fonctionnement hydrologique du bassin de la Voulzie (Seine et Marne) en vue de la proposition d'actions limitant les transferts d'origine agricole. Mémoire d'Ingénieur ENGEES. Eau de Paris / Cemagref. 83p.
- CORPEN 2007. Les fonctions environnementales des zones tampons : première édition 2007. Les bases scientifiques et techniques des fonctions de protection des eaux. MEDDEM. 176p.
- Outin, C., 2010. Caractérisation des voies de transfert hydrologique et des enjeux sociologiques sur le bassin d'alimentation de captage de Dammarie, Eure et Loir. Préconisation de démarches en vue de la réhabilitation du captage d'eau potable. Mémoire d'Ingénieur ENGEES. DDT 28 / Cemagref. 89p.
- Tournebize J., Chaumont, C., 2007. Opération pilote de prévention de la pollution de la nappe des calcaires de Champigny sur le point d'introduction préférentielle de la pollution diffuse du bosquet des Gouffres de Rampillon. Rapport d'exécution 2006. Cemagref. 65p.
- Tournebize J., Chaumont, C., 2008. Opération pilote de prévention de la pollution de la nappe des calcaires de Champigny sur le point d'introduction préférentielle de la pollution diffuse du bosquet des Gouffres de Rampillon. Rapport d'exécution 2007. Cemagref. 40p.
- Tournebize J., Chaumont, C., 2009. Opération pilote de prévention de la pollution de la nappe des calcaires de Champigny sur le point d'introduction préférentielle de la pollution diffuse du bosquet des Gouffres de Rampillon. Rapport d'exécution 2008. Cemagref. 60p

Présentation d'une méthode de hiérarchisation des zones d'action prioritaires sur un bassin d'alimentation de captage : application au BAC de Saint Maxire – Echiré (79)

Présenté par Thibaut Constant

Courriel : tconstant@invivo-group.com

Présentation d'une méthode de hiérarchisation des zones d'action prioritaires sur un bassin d'alimentation de captage : application au BAC de Saint Maxire – Echiré (79) : Thibaut CONSTANT¹, Méryll PASQUET¹, François BERNARDIN¹, Igor DUBUS², Olivier Gaillard³, Thierry Gaillard³, Antoine POUPART¹ :

¹Agriculture Durable et Développement, Union In Vivo Paris ; ²Footways Orléans ; ³SAFEGE Nanterre

Mots clefs : Bassin d'Alimentation de Captage, pollution diffuse, nitrates, phytosanitaires, modélisation.

Résumé

L'étude du fonctionnement hydrogéologique du Bassin d'Alimentation des Captages (BAC) de Saint Maxire - Echiré (24 190 ha) a permis de délimiter des zones prioritaires au sens où les flux d'eaux qui s'y infiltrent alimentent directement le champ captant et contribuent en majorité au volume annuel prélevé. La vulnérabilité de l'aquifère a été réalisée en appliquant la méthode DRASTIC qui permet de cartographier la vulnérabilité de la nappe aux pollutions diffuses en intégrant les paramètres suivants : profondeur de la nappe, recharge nette, lithologie de l'aquifère, pédologie, pentes, qualité de la zone non saturée, perméabilité de l'aquifère. La carte fait ressortir l'importante vulnérabilité des axes de drainage par les vallées et par les vallées sèches. La cartographie de l'aléa de pollution diffuse en nitrates et pesticides a été réalisée à partir de modélisation parcellaire de lixiviation des polluants. Les cartes d'aléas de pollution diffuses ont été croisées avec la carte de vulnérabilité de la nappe afin d'obtenir deux cartographies de risque de pollution diffuse en nitrates et en pesticides. Cette cartographie permet d'identifier les zones les plus à risques afin de spatialiser les actions agricoles à déployer lors du programme d'action. La définition du plan d'action s'est basée sur des indicateurs de résultats modélisés (reliques d'azote minéral entrée drainage et lixiviation des matières actives) permettant de tester a priori l'efficacité des actions agricoles envisagées pour réduire les pollutions diffuses.

Principaux résultats obtenus et applications envisageables

Contexte - Le champ captant de Saint Maxire – Echiré situé à 5 km au nord de Niort est composé de 12 forages : 10 forages captant dans la nappe supra-toarçienne et 2 forages exploitant la nappe infra-toarçienne. Le Syndicat des Eaux du Centre Ouest produit ainsi 2.2 millions de m³ d'eau par an et alimente 12 collectivités en eau potable (soit 38 000 habitants). Les forages du champ captant ont des concentrations en nitrate très différentes et variables au cours du temps selon la concentration en nitrate de la Sèvre Niortaise, les mélanges d'eau entre les deux aquifères dus aux régimes d'exploitation des forages, les débits de pompage etc. Toutefois, on note une dégradation lente et progressive jusqu'en 2001 de la qualité des eaux du champ captant concernant le paramètre nitrate avec des teneurs régulièrement supérieures à la limite de potabilité de 50 mg/l atteignant 70 mg/l pour certains ouvrages. Depuis 2001 au contraire, on note une tendance à la diminution des concentrations en nitrates au niveau des captages. En phytosanitaires, seule la Déséthyl atrazine dépasse régulièrement le seuil de potabilité de 0.1 µg/l sur certains forages captant dans le supra-toarçien.

Objectif - Considérer les Bassins d'Alimentation des Captages comme homogènes et engager une protection uniforme de la globalité du bassin, conduirait inévitablement à des mesures coûteuses et peu efficaces. La variabilité des conditions pédologiques, géologiques couplée à la quantification des risques d'impacts environnementaux résultant des pratiques culturales du territoire offre une chance à saisir pour investir dans des actions plus efficaces sur des surfaces plus réduites ou plus compatibles avec le maintien d'une agriculture compétitive. Nous proposons ici l'application d'une méthodologie d'étude BAC adaptée au contexte local du bassin versant de Saint-Maxire (79). La méthode d'étude, appliquée aux pollutions diffuses en nitrates et pesticides se divise en 5 étapes :

- 1- Etude hydrogéologique, délimitation du BAC et cartographie de la vulnérabilité intrinsèque de la nappe aux pollutions diffuses
- 2- Cartographie des aléas de pollutions diffuses en nitrates et pesticides

3- Etablissement de la carte des risques de pollutions diffuses en nitrates et pesticides

4- Etablissement d'un plan d'action hiérarchisé visant à limiter les pollutions diffuses

L'originalité de la méthode repose principalement sur les phases 2 et 5 où le diagnostic proposé utilise une méthode quantitative et non qualitative : la modélisation des transferts de polluants.

Principaux résultats obtenus et applications envisageables

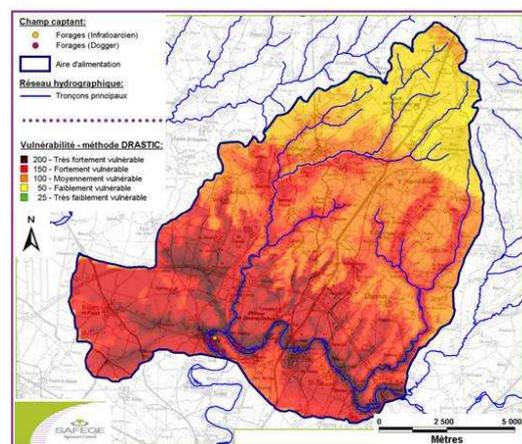
1-Résultats de l'étude hydrogéologique (safège 2010) :

Fonctionnement hydrogéologique du BAC : Le champ captant, implantés dans un méandre de la Sèvre Niortaise, est caractérisé par un fonctionnement hydrogéologique complexe, sollicitant à la fois des eaux issus des alluvions de la Sèvre Niortaise, de la nappe du Supra Toarcien et de la nappe de l'Infra Toarcien. La rivière Sèvre Niortaise alimente les ouvrages à hauteur de 75% du débit exploité par le champ captant en été et 50% en hiver. La nappe SupraToarcienne (Dogger) contribue à 14% en été et 40% en hiver à l'alimentation des forages. La nappe InfraToarcienne (Lias) participe à hauteur de 11% du débit extrait. Pour 3 ouvrages, la contribution de la nappe devient prépondérante en hiver puisqu'elle peut atteindre 60 à 80% ; elle est majoritaire et constante au cours de l'année pour un forage. La délimitation du BAC du champ captant englobe la portion des nappes du Dogger et du Lias qui alimente les ouvrages (délimité à partir de cartes piézométriques) ; ainsi que le périmètre du bassin versant topographique. L'ensemble constitue une surface de 24 190 ha. L'analyse du fonctionnement hydrogéologique du BAC permet d'identifier plusieurs zones prioritaires en termes de contribution majoritaire de l'eau qui s'infiltre sur ces zones vis à vis de l'alimentation du champ captant. On distingue par ordre de priorité : Les zones de priorité 1 et 2 (1 454 ha), où des plans d'actions de lutte contre l'infiltration des nitrates auraient un effet direct et important sur 4 ouvrages et indirect et à hauteur de 20% d'efficacité sur les autres ouvrages (fortement influencés par la rivière). Les zones de priorité 3 (3 072 ha) contribuent à l'alimentation de la Sèvre Niortaise. Sur ces zones, des plans d'actions permettant de limiter l'apport de nitrates à la Sèvre Niortaise devront être établis (aménagement de zones ruisselantes, zones tampons, ripisylves permettant une dénitrification riparienne). Ainsi, en dehors de ces 3 zones, la majorité de l'eau qui s'infiltre dans la nappe est drainée par le réseau de surface et ne contribue qu'à moins de 20% du débit de la rivière. Cette étude montre l'importance de la connaissance du fonctionnement hydrogéologique local afin de positionner les actions agricole de réduction des pollutions diffuses dans les zones où elles seront efficaces puisque significativement contributives à l'alimentation en eau des forages.

Cartographie de la vulnérabilité intrinsèque du BAC (Safège 2010): La vulnérabilité est le « défaut de protection ou de défense naturelle de l'eau souterraine contre les menaces de pollution, en fonction des conditions hydrogéologiques locales » (définition du CNFSH). La méthode de cartographie de vulnérabilité retenue est adaptée de la méthode DRASTIC développée par l'Agence américaine de la Protection de l'Environnement, E.P.A. (Aller et al. (1987). C'est une méthode à cotation numérique empirique qui repose sur trois hypothèses : les sources de contamination potentielles se trouvent à la surface du sol ; de la surface du sol, les contaminants potentiels atteignent l'aquifère par infiltration; la nature des contaminants potentiels n'est pas prise en compte dans le calcul de l'indice. Sept paramètres sont retenus avec une pondération variant de 1 à 5 selon leur importance. Chaque paramètre fait l'objet d'une cartographie. On attribue à chaque paramètre une note (côte de 1 à 10) selon les propriétés physiques du milieu. Les sept paramètres hydrogéologiques dont les initiales donnent le signe DRASTIC (en anglais) sont les suivants :

Symbole	Paramètre	Propriétés	Poids
D	Profondeur de la nappe	Plus cette profondeur est élevée, plus le contaminant met de temps pour atteindre la surface piézométrique	5
R	Recharge nette	Véhicule principal pour le transport du contaminant. Plus cette recharge est grande, plus le risque de contamination est élevé	4
A	Lithologie de l'Aquifère	Caractérisée par la granulométrie des terrains saturés ou leur degré de fissuration. Elle intervient dans le piégeage du polluant qui peut s'échapper au pouvoir d'absorption du sol.	3
S	Sol	Plus le sol est riche en argile et matière organique, plus l'absorption des métaux et des cations est importante, et plus la protection des eaux souterraines est grande	2
T	Topographie	Plus la pente des terrains est grande, plus le ruissellement des eaux est important et par conséquent la contamination des eaux souterraines est faible	1
I	Zone non saturée	Son impact est déterminé à partir de la texture des terrains qui la constituent. La percolation du polluant jusqu'à la surface piézométrique est d'autant plus grande que cette texture est favorable (graviers, sables grossiers ...)	5
C	Perméabilité	Plus ce paramètre est grand, plus le transfert du polluant est rapide	3

Paramètres pris en compte



Carte de vulnérabilité de la nappe

L'indice DRASTIC est la somme des produits des côtes et des poids pour chaque paramètre :

$$\text{Indices DRASTIC} = (Dr*5 + Rr*4 + Ar*3 + Sr*2 + Tr*1 + Ir*5 + Cr*3)/23 \quad \text{Avec } r = \text{côte}$$

La vulnérabilité augmente avec l'indice DRASTIC et cet indice représente une mesure relative de la vulnérabilité des eaux souterraines. Un site avec un indice DRASTIC faible n'est pas à l'abri d'une contamination, mais il est moins vulnérable à la contamination par rapport à un site ayant un indice DRASTIC élevé (Osborn et al. 1998). La carte fait ressortir l'importante vulnérabilité des axes de drainage matérialisés par les vallées de la Sèvre, de l'Egray et par les vallées sèches d'orientation générale nord-sud.

2-Résultats du diagnostic d'aléa de pollution diffuse :

Avec 292 exploitations agricoles et 16 197 ha de terres agricoles, l'agriculture occupe près de 70% de la surface du BAC : les exploitants dont les pratiques conditionnent en partie la qualité de l'eau tant superficielle que souterraine, figurent donc au premier rang des acteurs du BAC. Le développement économique de la zone d'étude repose essentiellement sur une zone de grandes cultures au sud ouest, une zone d'élevage au nord, et une zone mixte polyculture élevage au sud est du BAC. La répartition des cultures est la suivante : blé tendre : 35%, colza : 10%, maïs : 13%, tournesol : 13%, orge d'hiver : 5%, prairies : 20%, autres : 4% (cf. figure ci-contre).

L'un des objectifs du diagnostic d'aléa de pollution diffuse est d'expliquer la problématique de pollution du champ captant et de hiérarchiser les risques de pollutions diffuses en fonction des pratiques agricoles et des contextes pédoclimatiques.

Cette phase de diagnostic, lors des études BAC se limite souvent à une cartographie des pressions d'intrants : dose d'azote totale et IFT. Ces cartographies de pression sont ensuite croisées avec la carte de vulnérabilité de la nappe pour obtenir une carte des risques de pollution diffuse en nitrates et une carte des risques de pollution diffuse en pesticides.

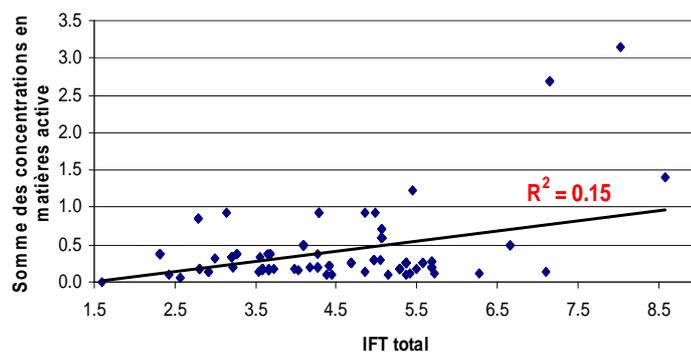
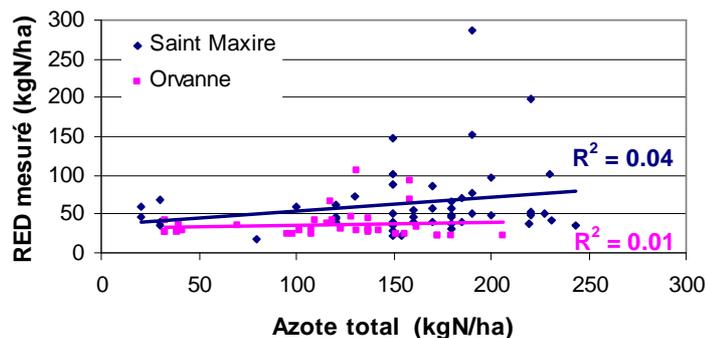
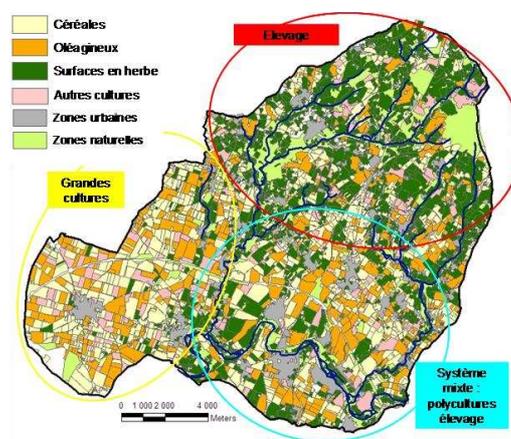
Cependant on note une absence de corrélation ($R^2=0.01$ et $R^2=0.04$) entre l'azote total (apports minéraux du précédent + AO d'Automne) et le Reliquat mesuré d'azote minéral à l'Entrée de la période de Drainage (RED) sur un échantillon de 49 parcelles en grandes cultures du BAC de Saint Maxire et 36 parcelles du BAC de Dormelles (cf. graphique ci-contre).

On remarque également l'absence de corrélation linéaire entre l'IFT et l'impact environnemental modélisé (R^2 de 0,15). L'indicateur mesurant l'impact environnemental étant la somme des concentrations en matières actives modélisés sur 153 parcelles de blé tendre à partir de 1988 applications de 48 matières actives différentes (variation de date et dose d'application) sur un type de sol du bassin versant de l'Orvanne (77).

La méthode de diagnostic proposée est ici basée sur un indicateur de résultat et non de moyens : la modélisation parcellaire des flux de nitrates et de matières actives phytosanitaires lixiviés. Cette méthode a été déployée par InVivo en partenariat avec les coopératives Sèvre et Belle, Corea, CapFaye et l'entreprise FOOTWAYS (pour les modélisations de transfert de pesticides) lors de l'étude du BAC du Centre Ouest. Les données de traçabilité des pratiques et de contexte pédologique des parcelles de 62 exploitations sur les années 2005 à 2009 des 3 coopératives du réseau InVivo Agro se sont ajoutées à 81 enquêtes individuelles d'exploitations agricoles. Ces deux sources de données compilées représentent 55% de la SAU du BAC réparties sur toutes les zones géographiques.

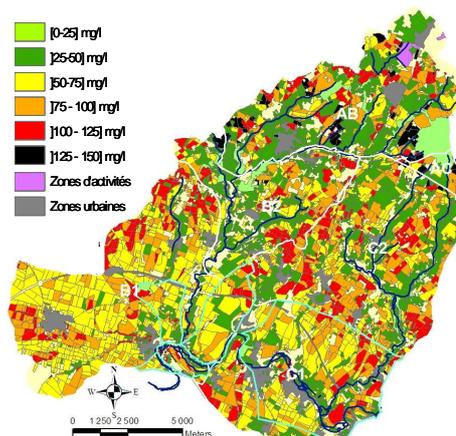
Aléa de pollution diffuse en nitrates :

Méthodologie - La méthode de quantification des flux de nitrates lixiviés à l'échelle de la parcelle se base sur les estimations de l'Outil d'Aide à la Décision de plan de fumure Epiclès : il intègre des modèles validés se basant sur la méthode du bilan d'azote, sur le calcul de pluie drainante et du lessivage d'azote (modèle de Burns) dans le sol. Cet outil présente l'intérêt de ne nécessiter qu'un faible nombre de paramètres à l'échelle de la parcelle (caractéristiques pédologiques, cumul des précipitations hivernales, caractéristiques de la culture précédente et de la culture en place, itinéraire technique de fertilisation etc.). Ce logiciel est actuellement utilisé au plan national par 38 coopératives dont certaines depuis plus de dix ans, l'OAD de



plan de fumure Epiclès constitue une riche base de données comprenant les pratiques culturales d'environ 12 000 exploitations sur 1.7 million d'hectares .

Résultats - Le calcul des concentrations en nitrate des lames d'eaux drainantes de chaque parcelle définit l'aléa de lessivage des nitrates pour l'enjeu « eau potable ». La cartographie de l'aléa de pollution diffuse en nitrates d'origine agricole est définie par la carte de la moyenne des concentrations en nitrates des 4 années enquêtées (cf. figure ci-contre). La moyenne pondérée par les SAU (hors prairies et jachères) est très élevée sur les 4 hivers : 91 mg/l. 17% de la SAU (hors prairies et jachères) est caractérisée par des concentrations en nitrate lixivié inférieures à 50 mg/l, 22% entre 50 et 75 mg/l, 23% entre 75 et 100 mg/l, 34% entre 100 et 150 mg/l et 10% supérieures à 150 mg/l. En prenant en compte l'effet de dilution des surfaces non agricoles, la concentration en nitrates des lames d'eau drainantes est en moyenne de 70 mg/l sur les quatre hivers ce qui est en adéquation avec les teneurs mesurées dans la nappe calcaire du supra-toarcien (70 mg/l en moyenne). Il est intéressant de noter que les concentrations en nitrates des lames d'eaux drainantes obtenues dans le cadre de l'étude BAC de Saint Maxire-Echiré sont nettement supérieures aux concentrations obtenues lors d'une autre étude sur le BAC de Vernouillet (5 000 ha – nappe de la craie à proximité de Dreux – 28) où la moyenne des concentrations en nitrate des lames d'eaux drainantes sur la même période s'était établie à 44 mg/l et était en adéquation avec l'état de pollution de la nappe de la craie. Cette différence de résultats est autant liée à des différences de conduites d'exploitation (grandes cultures, rotation colza/blé/orge fertilisé en azote minéral pour Dreux et utilisation plus importante d'effluents organiques pour Saint Maxire) qu'à des différences de types de sols (limons argileux profonds moins sensibles au lessivage) dans le cas du BAC de Vernouillet ou qu'à l'utilisation plus importante d'effluents organiques.



La concentration en nitrates moyenne des lames d'eaux drainantes est équivalente pour les différents systèmes de cultures : avec une moyenne de 70 mg/l pour la zone en grandes cultures (pour un flux de nitrate de 0.13 KgN/jour/ha en moyenne), 71 mg/l pour la zone en système mixte polyculture/élevage (pour 0.12 KgN/jour/ha) et 69 mg/l pour la zone d'élevage (pour 0.12 KgN/jour/ha). La variabilité interannuelle est due essentiellement aux variations de précipitations hivernales (la concentration en nitrate diminue suivant l'augmentation des lames d'eaux drainantes par effet de dilution variant de 76 mg/l en moyenne en 2006-2007 à 101 mg/l en 2007-2008). Les concentrations en nitrate dans les lames d'eaux drainantes sont en moyenne moins élevées pour les argilo-calcaires superficiels (75 mg/l) que pour les sols des plateaux (116 mg/l). Cela s'explique par les propriétés de ce type de sol (forte pierrosité et faible profondeur) caractérisé par des reliquats d'azote minéral plus faibles que les autres sols et des quantités d'eau drainées plus fortes (facteur de dilution). En dehors des critères pédologiques, les concentrations en nitrates dans la lame d'eau drainante varient en fonction des types de rotations, de la présence d'apports organiques, et des excès d'azote à la récolte. Cette quantification des flux d'azote permet également de hiérarchiser les différentes sources de pollutions : la part agricole représente 93 % des flux d'azote, la part venant de l'assainissement 6.4 % (Safège 2010) celle venant des forêts 0.6 %.

Aléa de pollution diffuse en pesticides :

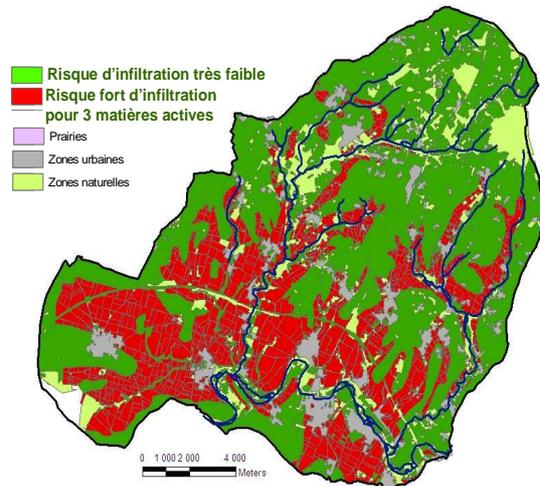
Méthodologie – L'entreprise FOOTWAYS a procédé aux modélisations de transfert des pesticides des 900 scénarii agri-environnementaux répertoriés à l'échelle du BAC. Un scénario agri-environnemental est défini comme étant le croisement entre un type de sol (5 différents), une culture (5 différentes), un climat (identique sur l'ensemble du bassin) et une matière active (88 différentes, prise en compte des dates et doses d'application ainsi que des caractéristiques de demi-vie et de Koc des molécules). FOOTWAYS utilise les procédés de modélisation mis au point lors du programme de recherche européen FOOTPRINT avec reparamétrage local des logiciels MACRO et PRZM. Ici seuls, les résultats de modélisation d'infiltration des matières actives (concentration moyenne en matière active dans les eaux d'infiltration sur une période de 10 ans de données pluviométrique) ont été traités étant donné l'objectif de dresser une cartographie d'aléa de pollution diffuse de la nappe.

Résultats - Sur les 900 scénarii modélisés (cf tableau ci-dessous), 59% sont caractérisés par un risque faible d'infiltration (concentration inférieure à 0.01 µg/l), 16% à risque modéré (concentration comprise entre 0.01 et 0.1 µg/l), 15% à risque élevé (concentration comprise entre 0.1 et 1 µg/l) et 10% à risque très élevé d'infiltration (concentration supérieure à 1 µg/l). On note une forte variation des risques d'infiltration suivant les types de sols à itinéraire technique identique. Les argilo-calcaires superficiels (UC1) sont particulièrement à risque puisque 66% des applications de phytosanitaires sortent à des concentrations supérieures à 0.1 µg/l. Pour les types de sols UC1, 2 et 3 représentatifs des contextes de plateaux, les risques de dépassement du seuil de 0.1 µg/l sont plus faibles et correspondent à respectivement 25%, 20% et 16% des traitements. Tandis que le sol UC4 représentatif des sols hydromorphes des vallées est à risque faible d'infiltration pour l'ensemble des traitements, les flux d'eaux se faisant davantage par écoulement latéral vers la rivière et non vers la nappe.

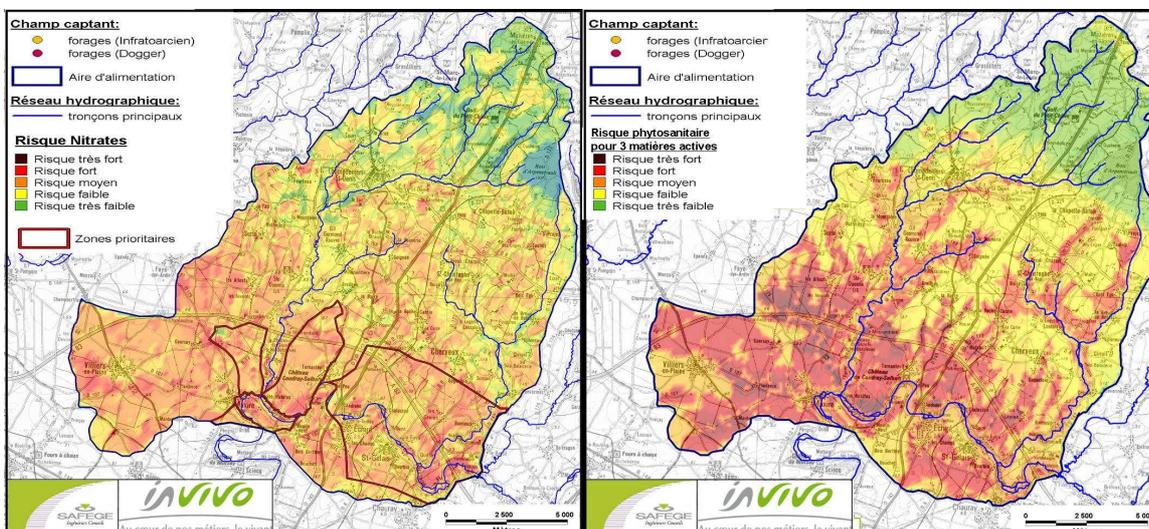
Risque d'infiltration décroissant	Type de sol	Risque faible	Risque modéré	Risque élevé	Risque très élevé
	UC6 : sols des plaines calcaires. Sols argilo-limoneux peu profonds sur calcaire dur		42 (23%)	20 (11%)	49 (27%)
UC1 : Sols des plateaux profonds, acides et peu hydromorphes sur altérite de schiste argileuse		89 (49%)	47 (26%)	37 (21%)	7 (4%)
UC2 : Sols des plateaux, limoneux moyennement profonds sur argiles rouges		94 (52%)	51 (28%)	25 (14%)	10 (6%)
UC3 : Sols des plateaux, limono-sableux, profonds, acides et hydromorphes sur altérites de schiste sablo-argileuse à argileuse		121 (67%)	29 (16%)	24 (13%)	6 (3%)
UC4 : sols des vallées, très hydromorphes sur argiles calcaires		180 (100%)	0	0	0

Répartition des traitements par classe de risque et par type de sols

Outre la variabilité pédologique, on note une variabilité des résultats de modélisation liés aux caractéristiques des matières actives (Koc et DT50). Sur les 88 matières actives modélisés, 62 sont présentes dans au moins un scénario un risque élevé ou très élevé d'infiltration, la plupart en raison de leur application sur le sol des plaines calcaires (UC6). En effet, si l'on ne prend pas en compte ce sol, alors le nombre de matières actives présentant au moins une fois un risque élevé ou très élevé tombe à 29, soit un tiers du nombre total de matières actives. Cependant, pour appréhender un risque de pollution à l'échelle de la portion de nappe qui alimente le champ captant, il faut tenir compte de la surface d'application pour chaque matière active. En effet, par exemple, parmi les matières actives modélisées à risque élevé, si elles sont utilisées sur quelques parcelles seulement elles ne représenteront pas de risque de dépassement de norme au niveau du captage étant donné les importantes dilutions qu'elles subiraient avant d'arriver au captage. La méthodologie retenue consiste à pondérer pour chaque classe de risque la concentration des matières actives infiltrées par leur surface d'application rapportée à la surface totale du BAC. Le principe est de considérer qu'une matière active sera à risque fort de pollution de la nappe si le résultat de ce calcul est supérieur à la norme de 0,1 µg/l. Ce calcul montre que 78% des matières actives sont à risque faible de pollution de la nappe, 18% à risque modéré et seulement 4% (soit 3 matières) actives à risque élevé et aucune matière active à risque très élevé d'infiltration. Ces trois matières actives sont à risque élevé à l'échelle du bassin en raison de leur forte concentration sous les sols des plaines calcaires (UC 6). En effet, si l'on ne prenait pas en compte les traitements de ces matières actives sur ces sols, alors elles ne seraient pas à risque à l'échelle du BAC. Partant de ce constat nous avons produit une carte des risques de pollution de la nappe en faisant ressortir les zones agricoles sur UC6 comme étant à risque élevé d'infiltration pour les 3 matières actives identifiées (cf. carte ci-contre).



3-Etablissement des cartes de risque de pollution diffuse en nitrates et pesticides : Ces cartes sont définies comme le croisement entre la carte de vulnérabilité intrinsèque de la nappe et la carte d'aléa de pollution diffuse du polluant considéré. Les cartes de risque de pollution diffuse en nitrates et pesticides sont présentées ci-dessous avec indication des zones prioritaires (cf. phase hydrogéologique).



4-Etablissement d'un plan d'action hiérarchisé visant à limiter les pollutions diffuses

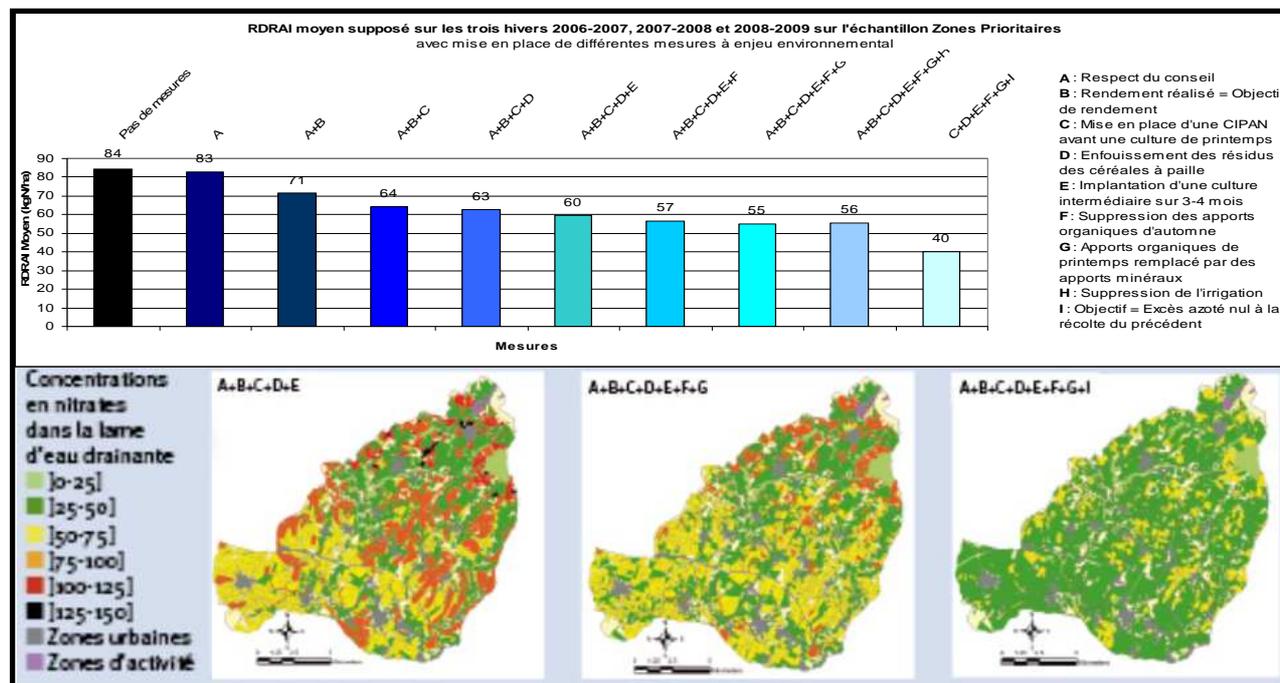
Plan d'action nitrates

Définition des objectifs et indicateurs de résultats - L'objectif de qualité de l'eau pour l'enjeu nitrate déterminé conjointement par le Syndicat des Eaux du Centre Ouest et les partenaires financiers est de 40 mg/l. Les variables de contrôle de la lixiviation sont par définition des facteurs sur lesquels l'agriculteur ne peut agir (température, pluviométrie et type de sol). Ainsi, en termes d'indicateur de résultat, il est préférable pour l'élaboration et le suivi du plan d'action de s'intéresser aux indicateurs de solde azoté, du Reliquat Post Récolte (dépendant essentiellement des pratiques des agriculteurs) et du Reliquat Entrée Drainage. Afin de déterminer les objectifs de RED maximum par type de sol à ne pas dépasser, pour lesquels la concentration en nitrate estimée reste inférieure au seuil de 40 mg/l après dilution des zones non agricoles, nous avons tracé pour chaque zone prioritaire, pour chaque type de sol et pour différents RED, l'allure des courbes de concentrations en nitrate en fonction de la pluie drainante d'après l'équation du modèle de Burns. En faisant ce même raisonnement pour chaque zone prioritaire, et tenant compte de la proportion de chaque type de sol, nous pouvons calculer les RED objectifs de chaque zone de priorité. Ainsi, il convient de diminuer le RED moyen de 40 kgN/ha (objectif de RED fixé en moyenne à 45 kgN/ha) pour atteindre les objectifs de qualité de l'eau de 40 mg/l de nitrate.

Définition du plan d'action - Les actions proposées dans le programme d'actions doivent ainsi permettre cette diminution de RED moyen.

21 actions ont été envisagées pour réduire les pollutions diffuses en nitrates. Ces actions ont été hiérarchisées selon des critères d'efficacité, d'acceptabilité et de coût puis spatialisées sur le BAC.

Afin de tester l'efficacité a priori du plan d'action, il est possible de simuler sur l'ensemble du BAC et sur les zones prioritaires, l'intérêt d'une mise en place de plusieurs mesures cumulées :



Les grandes lignes du programme d'action retenu s'articulent en 4 axes :

- Accompagner les agriculteurs dans le raisonnement de leur fertilisation :
Formation sur le raisonnement de la fertilisation, conseil en raisonnement de la fertilisation azotée, utilisation d'outils de pilotage et fractionnement des apports.
- Promouvoir l'importance du choix et de la gestion des cultures intermédiaires
- Gérer la problématique des apports organiques d'automne et de printemps
Diminution des apports organiques d'automne hors compost, mise en place d'une plateforme de compostage, limitation de la pression azotée organique totale, mise en place d'une filière méthanisation permettant d'envisager l'exportation des excédents d'azote, analyses d'effluents d'élevage.
- Piloter le résultat environnemental lors des conseils individuels par le calcul du solde d'azote et du RED
Acquisition de références sur des mesures de reliquats azotés entrée drainage, sortie d'hiver et d'Azote Potentiellement Minéralisable (APM).

Plan d'action phytosanitaire

Actuellement, hormis la déséthyl atrazine, aucune matière active phytosanitaire n'est détectée au niveau du champ captant. Au vu du diagnostic et en considérant les objectifs du plan Ecophyto 2018, nous avons suggéré l'application en priorité des actions suivantes sur les zones prioritaires :

- Suivi de la qualité des eaux de la Nappe du Dogger en amont du méandre de Saint-Maxire et suivi qualitatif de matières actives ciblées afin de valider les risques potentiels de pollution identifiés lors de la modélisation de lixiviation des matières actives.

- Diminuer l'utilisation des matières actives qui seraient identifiés lors des futures campagnes de mesures de la qualité des eaux sur les argilo-calcaires superficiels des zones prioritaires.

- Mise en œuvre de leviers agronomiques pour une diminution de la pression en bioagresseurs sur les zones prioritaires (allonger et diversifier les rotations culturales, choisir des variétés de semence peu sensibles aux maladies et à la verse, varier l'utilisation des produits utilisés (phénomènes de résistance), suivre les résultats d'indicateurs de pression (IFT), de transfert (modélisation de lixiviation), agronomiques (rendement) et économiques (marge brute à l'hectare) des exploitants, réaliser un semis à faible densité. Pour le colza, le maïs et le tournesol associer un désherbage chimique et mécanique, développer la lutte biologique lorsque les solutions existent, par exemple contre la pyrale du maïs.

- Mise en œuvre du plan d'action : ce plan pollution diffuse est accompagné d'actions pour lutter contre le ruissellement : aménagements paysagers pour limiter le ruissellement (haies, bandes enherbées). De la même façon que pour le plan d'action nitrates, les modélisations de transfert de pesticides réalisées permettent de tester a priori l'efficacité en termes de diminution de concentration des leviers d'action suivant : diminution de dose d'application, changement de date d'application, substitution de matière active, mise en place d'aménagement de l'espace (bande enherbée, haie) en faisant varier leur largeur.

- Développements envisagés : Une fois les polluants infiltrés, leur dispersion et leur transport sont liés au fonctionnement hydrodynamique de la nappe phréatique. La méthode ici proposée n'intègre pas les résultats de sortie de parcelles à un modèle hydrogéologique permettant le suivi des polluants dans la nappe et prenant en compte les différences de recharge (en quantité d'eau). Ce couplage entre un modèle parcellaire et un modèle hydrogéologique intégré eaux de surfaces / eaux souterraines est en cours de réalisation, appliqué à un BAC de 23 000 ha situé entre la Seine et Marne et l'Yonne dans le contexte de la nappe de la craie. Ce travail de couplage des outils permettrait de dresser des cartographies de concentrations en polluants de la nappe, de modéliser les concentrations en polluants au point de captage, de calculer les contributions polluantes de chacune des parcelles agricoles à la pollution du captage, et de simuler l'efficacité a priori d'un plan d'actions agricole sur la qualité des eaux du captage lui-même.

Perspectives et conclusion

La présente méthode permet de déterminer les surfaces du bassin où il faut agir de manière ciblée pour limiter le flux de nitrate infiltrant. L'approche parcellaire permet tout d'abord une cartographie et un diagnostic précis des risques d'infiltration liés aux pratiques culturales et au contexte pédologique, et permet à l'exploitant agricole, dans le cadre de diagnostics individuels d'exploitation, de visualiser les parcelles particulièrement vulnérables à la lixiviation, d'identifier les pratiques à risques et les leviers d'action. La parcelle étant l'échelle de gestion de la fertilisation, elle correspond à la dimension sur laquelle l'exploitant peut agir pour améliorer la qualité de l'eau infiltrant sa parcelle. Cette méthode propose une démarche quantitative, permettant de caractériser plus précisément les risques d'infiltration à l'échelle des parcelles et, par consolidation, des résultats à l'échelle du BAC. Face aux objectifs quantifiés de la qualité de l'eau au point de captage vis-à-vis des seuils de potabilité, une méthode basée sur la quantification correspond donc à un véritable atout pour déterminer le meilleur ajustement des pratiques agricoles pour répondre aux objectifs environnementaux. Par ailleurs ces méthodes quantitatives permettent de disposer d'éléments tangibles sur le déroulement du plan d'action. Ainsi, le reliquat d'azote minéral entrée drainage, en tant qu'indicateur de résultat annuel permet de juger de l'efficacité du programme d'actions et de l'atteinte des objectifs, étant convenu que le temps de réponse du système hydrogéologique est parfois long voire très long selon les contextes.

Références bibliographiques

- BRGM, 2007. Délimitation des bassins d'alimentation des captages et cartographie de leur vulnérabilité vis-à-vis des pollutions diffuses. *Guide méthodologique*, 73 pages.

- ALLER L., BENNET T., LEHR J., PETTY R., HACKETT G., 1987. DRASTIC: A Standardized System for Evaluating Ground Water Pollution Potential Using Hydrogeologic Settings. *Environmental Protection Agency*, 455 pages.

- BENOIT M., 2005. Mesures en parcelles d'agriculteurs des pertes en nitrate. Variabilité sous divers systèmes de culture et modélisation de la qualité de l'eau d'un bassin versant.
- BUSSARD T., 2005. Méthodologie de dimensionnement des zones de protection des captages d'eau souterraines contre les polluants chimiques persistants. *Thèse EPFL*, 172 pages.
- CORWIN, D.L. et WAGENET R.J., 1996. Applications of GIS to the modeling of nonpoint source pollutants in the Vadose zone. *Environmental Quality no 25*, pages 403-411.
- LACHEREZ-BASTIN S., 2005. Contribution à l'étude de la migration des nitrates dans le sol et la zone non saturée de la nappe de la craie dans le nord de la France. *Thèse de doctorat. Ecole polytechnique universitaire de Lille*, 191 pages.
- STANDFORD G. et SMITH S. J., 1972. Nitrogen mineralization potentials of soil. *Soil Sci. Soc. Am. Proc. no 36*, pages 465-472.
- TOURNEBIZE J., ARLOT M.P., BILLY C., BIRGAND F., GILLET J.P., DUTERTRE A., 2007. Quantification et maîtrise des flux de nitrate : de la parcelle drainée au bassin versant. *Ingénieries-EAT, n° spécial : Azote, phosphore et pesticides, stratégies et perspectives de réduction des flux*, pages 5-25.

La modélisation agro-hydrologique, un outil pour évaluer des mesures de réduction de la pollution

Présenté par : Patrick Durand
Courriel : patrick.durand@rennes.inra.fr

Développement et application du modèle agro-hydrologique TNT2, Patrick DURAND¹, Jordy SALMON-MONVIOLA¹, Fabien FERCHAUD², Pierre MOREAU¹, Thierry RAIMBAULT¹, Laurent RUIZ¹, Françoise VERTES¹, Thierry MORVAN¹

1 UMR 1069 SAS, INRA- Agrocampus Ouest, Rennes, 2 UR Agro-impact INRA, Laon

Mots clefs : azote, nitrate, hydrologie, STICS, modèle maillé, territoire, bassin versant

Résumé

Pour évaluer *ex post* ou *ex ante* les effets de mesures de réduction de la pollution diffuse nitrique sur l'évolution de la qualité des eaux d'un captage, il faut un outil capable de simuler la chaîne de processus allant des pratiques agricoles jusqu'à la ressource en eau. Il doit pouvoir estimer les temps de réponse du milieu et décrire en détail ces pratiques pour pouvoir modéliser les diverses mesures à tester. Ce sont les objectifs du modèle TNT2, qui couple un modèle hydrologique distribué avec une version simplifiée de STICS. Pour permettre son utilisation opérationnelle, des méthodes reconstituent de manière réaliste l'ensemble des données d'entrées nécessaires, à partir de niveaux d'information initiaux très variables. A ce jour, le modèle a été appliqué à une vingtaine de bassins versants, principalement en Bretagne, pour aider les gestionnaires (Etat, région, syndicat de bassin) à mieux comprendre les déterminismes de la pollution nitrique dans leur site et évaluer l'efficacité de combinaisons complexes de mesures de mitigation.

Contexte et objectifs

Le modèle TNT2 a été créé à l'origine pour simuler l'effet de la localisation des pratiques agricoles sur les transferts et transformations de l'azote en zone de nappe superficielles dans un contexte de polyculture élevage [1]. Il importait alors (i) de bien simuler les dynamiques spatiales et temporelles des interactions sols-nappe qui contrôlent fortement les transferts et transformation de l'azote dans ce type de milieux (ii) de pouvoir décrire la variété et la complexité des systèmes de culture, de rotations, d'itinéraires techniques qui caractérisent ces régions (iii) de prendre en compte la diversité des formes de l'azote, notamment organique, apportée au milieu par l'agriculture (iiii) de pouvoir réaliser des simulations sur des périodes suffisamment longues (10 à 30 ans) pour prendre en compte l'inertie et l'effet mémoire des systèmes considérés.

Pour être applicable en contexte opérationnel, le modèle devait pouvoir s'accommoder de données très incomplètes et d'origine variable, d'où la nécessité de développer des outils et des méthodes permettant de reconstituer les entrées exhaustives (notamment les successions d'itinéraires techniques sur toutes les parcelles du bassin versant) à partir de statistiques agricoles, de résultats d'enquête, de données de télédétection, etc. S'agissant de tester des scénarios de changements de pratiques agricoles très variés et souvent très complexes (application de MAE, par exemple), les typologies d'exploitations, d'itinéraires techniques et de successions culturales doivent être définies au cas par cas.

Principaux résultats obtenus et applications envisageables

Le modèle a été appliqué à ce jour à une dizaine de bassins versants, principalement en Bretagne, soit à des fins de recherches (application à l'ORE Agrhys, aux bassins versants de la fontaine du Theil [2,9] et d'Auradé [7]), soit pour évaluer, *ex post*, le volet azote du programme régional de reconquête de la qualité des eaux BEP2 (Bretagne Eau Pure) [4], soit pour évaluer *ex ante* le plan d'action mis en œuvre par l'Etat dans le cadre des bassins versants faisant l'objet du premier contentieux avec la commission européenne sur l'application de la directive nitrate [5,6], soit enfin pour aider à la mise au point de systèmes à très basses fuites d'azote dans les bassins versants alimentant les baies à marées vertes [10].

Dans le cas de l'évaluation de BEP2, les résultats principaux étaient (i) que les baisses de concentrations observées durant la dernière décennie était bien liées aux évolutions de pratiques agricoles, et non aux fortes variations climatiques que cette période a connue ; (ii) que ces évolutions étaient toutefois insuffisantes pour permettre d'atteindre rapidement une qualité des eaux satisfaisante.

Dans le cas des bassins versants à marées vertes, l'application standard des MAE existantes ne semble pas permettre d'atteindre les niveaux très bas de concentration requis pour contrôler le phénomène, même à moyen terme [10].

Dans ces trois cas, les scénarios permettant l'amélioration la plus rapide et la plus sensible de la qualité des eaux étaient ceux qui allaient au-delà de la réglementation actuelle en combinant un ensemble de mesures, notamment la mise en prairies extensives des zones hydromorphes, la couverture hivernale des sols systématique et la diminution de la sole en cultures annuelles.

Au stade actuel, l'outil n'est applicable que par un personnel très qualifié, requiert un temps de mise en œuvre important (3 à 6 mois d'ingénieur pour une nouvelle application sur un bassin versant), et s'applique à des systèmes d'étendue inférieure à une centaine de km² où l'hydrologie est dominée par une dynamique de nappe superficielle. Son utilisation est donc à raisonner en fonction de l'intérêt scientifique et/ou opérationnel du site concerné.

Perspectives et conclusion

Le modèle est actuellement en voie d'application sur l'ensemble des bassins versants à marées vertes de Bretagne. L'enjeu opérationnel est d'aider les gestionnaires locaux à construire des plans de lutte contre l'eutrophisation littorale en adaptant les changements de pratiques ou de systèmes agricoles aux contraintes locales et aux objectifs ambitieux de réduction des pertes nitriques. Du point de vue du modèle, il s'agit d'étendre l'applicabilité du modèle à des bassins de taille supérieure en simplifiant les procédures de renseignement du modèle et en ajoutant la prise en compte des processus internes au réseau hydrographique.

Dans le cadre du programme ACASSYA, c'est au contraire une application très détaillée qui est en cours sur un de ces bassins versants (le Yar), pour laquelle un couplage de TNT2 avec le modèle d'exploitation MELODIE est réalisé (dans le cadre de la plateforme RECORD). Ce couplage permettra (i) de définir des scénarios cohérents sur le plan des systèmes de production des exploitations et de leurs contraintes biotechniques (ii) d'enrichir l'évaluation de ces scénarios, notamment vis-à-vis de leur faisabilité. Un autre projet de couplage est en cours, dans le cadre du programme européen NitroEurope : il s'agit cette fois de coupler la partie hydrologique de TNT avec des modèles d'écosystèmes, de ferme et d'émissions/dépôts atmosphériques de façon à reconstituer le cycle de l'azote dans son intégralité à l'échelle du bassin versant, sur 6 sites européens.

Références bibliographiques

- [1] Beaujouan, V., Durand, P., Ruiz, L., Arousseau, P., and Cotteret, G. (2002). A hydrological model dedicated to topography-based simulation of nitrogen transfer and transformation: rationale and application to the geomorphology-denitrification relationship. *Hydrological processes*, 16:493–507.
- [2] Chambault, H., Laurent, F., Bordenave, P., Durand, P., Fourrié, L. 2008. Modélisation des flux d'azote dans le bassin versant laitier de la Fontaine-du-Theil. *Fourrages*, 193, 35-50.
- [3] Durand, P., 2004. Simulating nitrogen budgets in complex farming systems using INCA: calibration and scenario analyses for the Kervidy catchment (W. France). *Hydrol. Earth Syst. Sci.* 8 (4): 793-802.
- [4] Durand, P., Ferchaud, F., Goetschel, F., Martin, C., Corgne, S., 2006. Evaluation du programme BEP2. Rapport de fin de contrat Région Bretagne, Rennes, 120p. + annexes.
- [5] Durand, P., Mouglin, B., Ferchaud, F., Allier, D., Moreau, P., Putot, E., Baudhuin, P., Seguin, J.J., Raimbault, T., Schroetter, J.M., Gibbon, C., Blanchin, R., Perez-Escobar, A., 2008., Etude sur les bassins versants en contentieux « nitrates eaux brutes », Rapport de synthèse final, 112 p. + annexes 46 p.
- [6] Durand, P., Ferchaud, F., Moreau, P., Baudhuin, P., Raimbault, T., Gibbon, C., Perez-Escobar, A., 2008. Etude sur les bassins versants en contentieux « nitrates eaux brutes », Rapport complet de l'étude INRA, 175p. + annexes 58p.
- [7] Ferrant, S., Oehler, F., Durand, P., Ruiz, L., Salmon-Monviola, J., Justes, E., Dugast, P., Probst, A., Probst, J.L., Sanchez-Perez, J.M.. Understanding nitrogen transfer dynamics in a small agricultural catchment: comparison of a distributed (TNT2) and a semi distributed (SWAT) modelling approaches. *Soumis à J. Hydrol.*
- [8] Gascuel-Oudoux C., Arousseau P., Durand P., Ruiz L., Molenat J., 2010 The role of climate on inter-annual variation of stream nitrate fluxes and concentration. *Sc. of the Total Environment*, 408(23) 5657-5666

- [9] Oehler, F., Durand, P., Bordenave, P., Saadi, Z., Salmon-Monviola, J., 2008 Modelling denitrification at the catchment scale. *Science of the Total Environment*, 407 (5), p. 1726-1737.
- [10] Raimbault, T., Moreau, P., Durand, P. 2009. Modélisation agro-hydrologique du bassin versant du Yar. Rapport de contrat, UMR SAS, Rennes, 59 p.

Délimitation et vulnérabilité aux pesticides des Aires d’Alimentation de Captage en eaux de surface

Présenté par Guy Le Hénaff
Courriel : guy.le-henaff@cemagref.fr

Délimitation des aires d’alimentation de captage en eaux de surface et caractérisation de leur vulnérabilité vis à vis des pollutions agricoles diffuses par les pesticides (2011) Guy Le Hénaff et Christine Gauroy.

UR Milieux Aquatiques, Ecologie et Pollutions, Equipe pollutions diffuses ; CEMAGREF, LYON

Mots clefs : aire d’alimentation de captage, eaux de surface, délimitation, vulnérabilité, pollution diffuse, pesticide agricole, zones de protection, méthodologie.

Résumé

La délimitation d’une aire d’alimentation de captage en eau de surface est basée essentiellement sur la topographie et le recours à un outil SIG. La caractérisation de la vulnérabilité des eaux superficielles aux produits phytosanitaires s’appuie sur une différenciation selon les types de transfert : a) ruissellement hortonien; b) érosion hydrique; c) ruissellement sur sol saturé; d) écoulements hypodermiques (drainage et subsurface); e) dérive atmosphérique. Cette méthodologie aboutit à la réalisation de cartes de vulnérabilité intrinsèque permettant de représenter les phénomènes identifiés et ce de façon spatialisée par type de transferts. Une dernière étape vise à qualifier les éléments du paysage, qui peuvent jouer un rôle tampon notamment vis-à-vis du ruissellement, pour définir une vulnérabilité intrinsèque opérationnelle. Cela permet l’évaluation et la compréhension des phénomènes de pollutions diffuses et conduit à acquérir, à formaliser et à spatialiser les connaissances indispensables pour élaborer ensuite des actions localement pertinentes.

Contexte et objectifs

En France, la loi sur l’eau et les milieux aquatiques (LEMA) du 30 décembre 2006 et le décret du 14 mai 2007 relatif à « certaines zones soumises à contraintes environnementales » ont renforcé les dispositifs de gestion des ressources en eau. Ces textes permettent la création de zones de protection quantitatives et qualitatives des aires d’alimentation des captages (AAC) d’eau potable d’une importance particulière pour l’approvisionnement actuel ou futur. Les pollutions diffuses d’origine agricole sont clairement concernées par ces zones. Par la suite, le Grenelle de l’environnement a confirmé l’importance de cet enjeu de protection des captages utilisés pour la production d’eau potable. Pour ce qui concerne les captages prioritaires classés « Grenelle », l’enjeu porte sur la protection de ces captages d’eau de surface à l’horizon 2012.

Les opérations de délimitation et de caractérisation de la vulnérabilité doivent permettre de délimiter les zones de protection des aires d’alimentation de captages et de conduire aux plans d’action à mettre en œuvre. L’étude menée en 2010 par le Cemagref à la demande du ministère en charge de l’environnement (MEDDTL-DEB) et du ministère de l’agriculture (MAAPRAT-DGPAAT) et avec l’appui d’un groupe d’expert réunis en groupe de pilotage, a permis d’élaborer un schéma descriptif de la vulnérabilité aux pesticides des captages majoritairement alimentés par des transferts de surface. Les captages en eaux superficielles (ESU), sont de fait situés essentiellement dans des secteurs où l’eau de pluie s’infiltré très peu ou dans des zones sans nappes souterraines suffisantes pour assurer l’alimentation en eau potable. Les besoins en eau sont alors assurés par des prélèvements en rivière, que ce soit au fil de l’eau ou au niveau de retenues qui sécurisent également les besoins quantitatifs. Géologiquement, ces situations se rencontrent le plus souvent sur « socle » (massif armoricain, massif central,...) ou en cas de substrat sédimentaire présentant un horizon imperméable (Coteaux de Gascogne,...).

Le choix d’une différenciation selon les types de transfert permet un diagnostic du territoire, assure un apport important pour la compréhension des phénomènes de pollutions diffuses par les produits phytosanitaires et oriente vers des actions correctives adaptées à l’échelle de l’aire d’alimentation. Pour répondre aux objectifs, il faut passer par une acquisition et/ou une formalisation de connaissances indispensables (pédologie, spatialisation du drainage,...) permettant d’élaborer ensuite des actions pertinentes en s’appuyant sur une meilleure compréhension des processus et notamment des types de transferts hydriques qui interviennent en lien avec les conditions climatiques locales.

Choix méthodologiques

Le raisonnement s'appuie sur une approche qualitative des phénomènes de transferts d'eau. La méthode retenue vise à l'identification de zones de vulnérabilité homogènes, grâce à une approche de type CORPEN, permettant la description de zones à fonctionnement hydrique homogène au sein de l'aire d'alimentation. Les cartes de vulnérabilité portent sur les types de transferts intervenant pendant et après les applications de produits phytosanitaires : transferts par dérive atmosphérique, transferts par ruissellement hortonien, transferts par ruissellement sur sols saturés, transferts hypodermiques (drainage et subsurface) et transferts par érosion hydrique. La démarche d'étude de la vulnérabilité passe par la description, aussi précise que possible, de la circulation de l'eau dans les paysages agraires. Elle utilise les connaissances disponibles concernant l'identification et la compréhension des facteurs régissant les transferts d'eau et de solutés et notamment les règles de pédo-transferts. Pour permettre l'action, l'échelle de travail et de restitution doit offrir une précision suffisante permettant de déterminer le fonctionnement hydrologique des sols (sensibilité à la battance, hydromorphie, présence d'un horizon imperméable,...).

Le déroulement de l'étude de délimitation et de caractérisation de la vulnérabilité se décompose en trois phases :

- Phase 1 : Recueil et analyse des données existantes (études préalables (déclaration d'utilité publique), topographie, géologie, pédologie, hydrologie,...) et détermination des données insuffisantes ou complémentaires à acquérir. Si des paramètres majeurs influençant le plus fortement les transferts hydriques manquent, il convient au préalable de veiller à les acquérir. En particulier, si les données pédologiques sont incomplètes, il n'est pas envisageable de bien caractériser le fonctionnement hydrique des sols et donc de réaliser un diagnostic pertinent de la vulnérabilité aux transferts. Une connaissance spatialisée du drainage est par ailleurs nécessaire.
- Phase 2 : Délimitation précise de l'aire d'alimentation du captage à l'aide d'un Système d'Information Géographique et description des caractéristiques générales de l'AAC : surface, typologie de la prise d'eau, hydromorphologie du cours d'eau, contexte géologique, activités économiques, SAU,...
- Phase 3 : Caractérisation et spatialisation de la vulnérabilité des eaux de surface selon les différents types de transferts atmosphérique (dérive) ou hydriques des pesticides.

Segmentation par type de transfert

Le diagnostic portant sur l'aire d'alimentation visera à définir des zones homogènes et à élaborer une carte de vulnérabilité pour chaque type de transfert. Cette segmentation spatialisée permet de cibler les actions à mettre en place sur les zones de protection identifiées. Ces actions dépendront ainsi directement des types de transferts identifiés sur l'aire étudiée. Par exemple les bandes enherbées sont efficaces vis à vis de ruissellement diffus, par contre elles peuvent être moins performantes en cas d'écoulements concentrés trop importants ou de drainage agricole enterré. Pour les très grandes aires (> 500 km²) il paraît nécessaire dès le début de l'étude, de repérer les secteurs les plus contributifs afin de recenser les zones à diagnostiquer en priorité. A ce titre, le recours à une description assez grossière du milieu physique et de l'occupation des sols apparaît pertinent pour identifier les secteurs les plus concernés par des ruissellements et des écoulements superficiels propices aux transferts hydriques.

Pour la synthèse finale, deux niveaux d'expression de la vulnérabilité sont proposés :

- Le premier niveau concernera la **vulnérabilité intrinsèque permanente** : liée au milieu physique elle aura un caractère quasi immuable dans le temps.
- Le second portera sur la **vulnérabilité intrinsèque opérationnelle**. Ce niveau, qui intègre les éléments du paysage, sera plus précis et plus pertinent vis à vis du choix des actions, mais il est susceptible d'évoluer dans le temps en raison de possibles changements d'occupation du sol (changement de systèmes de cultures, boisements, passage en zone non agricole) ou de l'évolution des aménagements paysagers (haies, bandes enherbées).

La première étape nécessite de recenser les paramètres jouant un rôle dans la genèse puis dans l'importance des phénomènes. Les critères présentant une faible variabilité au sein de l'aire ne sont pas retenus : par exemple c'est un cas fréquemment rencontrés pour les caractéristiques des pluies.

La démarche de différenciation des six types de transfert identifiés est détaillée dans le tableau de la page 3. Voici les principaux paramètres influençant ces processus :

- Pour les transferts hydriques, les effets liés à la pédologie et au fonctionnement hydrique des sols sont déterminants. Les pluies (quantité, fréquence) influencent particulièrement les transferts par ruissellement, mais l'eau excédentaire est également à l'origine des écoulements de sub-surface. La topographie et la pente seront par ailleurs prises en compte pour le ruissellement érosif. Les actions anthropiques interviennent structurellement dans le cadre des transferts par drainage agricole enterré et conjoncturellement en cas d'érosion hydrique influencée par le travail du sol et par la couverture des sols : protection ou non de l'horizon de surface vis-à-vis de l'agressivité des pluies. Enfin la densité du réseau hydrique offre des possibilités plus ou moins grandes de transferts rapides (potentiellement les plus contaminants) entre les cours d'eau et les parcelles proches de ce réseau.

- Le risque, pour les milieux aquatiques, de dérive atmosphérique est intimement lié au voisinage parcelles-cours d'eau (densité du chevelu hydrographique) et à la présence de zones tampons. A noter cependant que le statut réglementaire des cours d'eau (soumis aux Bonnes Conditions Agricoles et Environnementales ou non) ou des fossés conditionne leurs degrés de protection et de gainage rivulaire par des bandes enherbées ou des zones non traitées.

Vulnérabilité des aires d'alimentation de captage en eaux de surface : segmentation selon les types de transferts								
Types transferts		ruissellement			écoulements de sub-surface		dérive	
étape 1 : paramètres	Caractérisation de la circulation de l'eau	érosif	diffus de surface	diffus de surface	hypodermique	drainage agricole	atmosphérique	
	sélection des paramètres Qualifiants le fonctionnement hydrique des sols Pédologie, Géologie, pédopaysage	R. hortonien	R. hortonien	R. sur surface saturée	rupture de perméabilité	présence / absence	proximité "cours d'eau"	
		battance (érodibilité)	battance	hydromorphie	soile proche géologie, pédologie		statuts CE	
		couverture du sol	pluie Quantité, Intensité-Durée-Fréquence	pluie saisonnalité		% surface drainée : _ RGA communale (cantonale)	BCAE	
	selon la taille de l'aire	pente	épisodes intenses	excédent hydrique	excédent hydrique	parcelle et spatialisée (Petite aire)	longueurs avec zones tampons	
	selon la pertinence et la disponibilité des données	pluie Quantité, Intensité-Durée-Fréquence	densité réseau hydrographique données locales de Rssilt	réseau hydrographique : densité forte révélatrice d'écoulements latéraux importants données locales de Rssilt		Zone Non Traitée		
		Données pédologiques indispensables					densité réseau hydrographique	
Etape 2 représentation du phénomène								
Cartes thématiques		Vulnérabilité au ruissellement érosif	Vulnérabilité au ruissellement hortonien	Vulnérabilité au ruissellement sur surface saturée	Vulnérabilité au écoulements hypodermiques	Vulnérabilité au drainage enterré	Vulnérabilité à la dérive	
Couverture du sol protection physique des sols,	Corine Land Cover déclarations PAC - RGA 2000 "début" du DTPA	occupation "grossière" des sols agricoles : prairies permanentes, temporaires, cult. hiver ou printemps						
Etape 3 : Éléments du milieu								
Zones Tampons:	Éléments paysagers et fonctionnalité des bandes enherbées, haies, talus, bois, prairies							
		carte opérationnelle vulnérabilité au ruissellement érosif	carte opérationnelle vulnérabilité au ruissellement hortonien	carte opérationnelle vulnérabilité au ruissellement sur surface saturée	carte opérationnelle vulnérabilité aux écoulements hypodermiques	carte opérationnelle vulnérabilité au drainage enterré	carte opérationnelle vulnérabilité à la dérive	
	Très Grand Bassin : distance priorisation des zones en fonction de la distance au point de prélèvement de l'eau	carte zones de protection						
							positions précises des parcelles drainées et repérage parties amont du réseau hydrographique lors du DTPA (diagnostic territorial des pressions agricoles)	

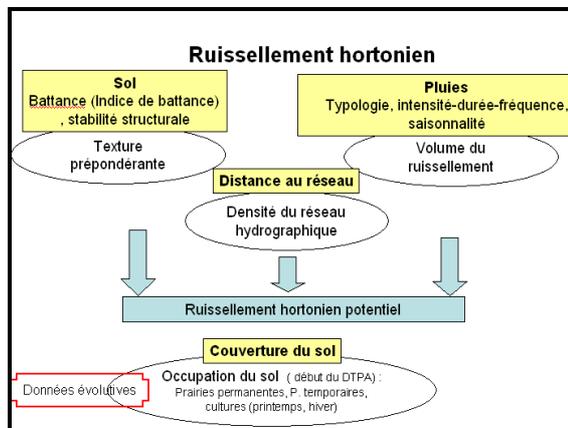
Une seconde étape permettra de réaliser les cartes thématiques de vulnérabilité intrinsèque pour chaque type de transfert identifié. A ce stade, seules des données physiques fixes dans le temps, sont prises en compte.

La dernière étape vise à utiliser et à qualifier les éléments du paysage qui jouent un rôle tampon notamment vis-à-vis du ruissellement. Ces particularités topographiques du milieu ont la spécificité d'être généralement mal décrites dans les bases de données existantes. La prise en compte des effets de ces éléments paysagers est toutefois un enjeu important de la stratégie de protection contre les ruissellements générant les pollutions diffuses. La spatialisation et l'appréciation de la fonctionnalité des zones exerçant un rôle tampon (talus, haies, ripisylve, dispositifs enherbés, prairies,...) nécessitent le plus souvent un diagnostic spécifique qui peut être réalisé à l'occasion du diagnostic des pressions agricoles. Les informations ainsi recueillies permettront au final de produire des cartes opérationnelles de vulnérabilité. Les dispositifs paysagers ne sont pas immuables, ils peuvent en particulier être renforcés (généralisation des bandes enherbées rivulaires, amélioration du maillage bocager, plantation de ligneux,...) mais aussi être mis en culture (retournement de prairies). Ces cartes opérationnelles gagneraient donc à être périodiquement actualisées (tous les 5 ou 10 ans).

Exemple d'application de la démarche pour le processus de ruissellement hortonien

Le déclenchement du ruissellement de type hortonien ou ruissellement par dépassement de l'infiltrabilité du sol est en lien avec deux facteurs principaux : l'état de surface du sol et le régime pluvieux auxquels s'ajoute un facteur aggravant : la proximité des parcelles avec le réseau hydrographique (voir tableau ci-dessus et la figure de la page 4).

La prise en compte spatialisée de ces trois paramètres conduit à l'élaboration d'une carte de vulnérabilité intrinsèque. Ce ruissellement diffus est généré par une intensité des apports d'eau, supérieure à la capacité d'infiltration du sol. Il est favorisé par un sol nu ou peu couvert, présentant une infiltrabilité très limitée (battance ou tassement). Pour représenter l'état de surface du sol, la battance, aisément appréciée par l'Indice de Battance de l'INRA, apporte une information suffisante pour les besoins qualitatifs de l'étude de vulnérabilité.



Applications attendues

La délimitation d'une aire d'alimentation de captages et la caractérisation de sa vulnérabilité aux pollutions diffuses par les pesticides doit permettre la protection efficace de la qualité de l'eau. Cette efficacité passe par une bonne pertinence des zones de protection et une description précise des processus de pollutions diffuses. Pour les décideurs locaux, l'application de cette méthodologie permettra de mieux connaître le territoire (délimitation et fonctionnement hydrique) et ainsi de construire un plan d'action adapté et efficace. L'étude de vulnérabilité est aussi une occasion de partager, avec les partenaires locaux, une vision préventive de protection de la ressource au sein d'une démarche plus large de co-construction.

Pour les agriculteurs, la description fine du contexte local et des phénomènes en jeu permettra in fine : a) un renforcement de la prise de conscience autour des pesticides et des risques de transferts de ces molécules vers les eaux; b) une capacité de prise de décision optimale, en fonction des risques parcellaires de transferts hydriques rapides, notamment pour le choix des dates d'applications (saison de drainage intense, délai avant les prochaines pluies,...) et de choix plus judicieux des molécules employées. La compréhension de l'intérêt de la mise en place des dispositifs d'atténuation est également attendue : bandes enherbées rivulaires, zones tampons de versant complémentaires si nécessaire, zones tampons humides artificielles, enherbement des chemins d'eau, actions intraparcellaires : travail du sol le plus adapté, effaceurs de traces de roues, casiers de surface, ...

Perspectives et conclusion

La délimitation de l'aire d'alimentation et la caractérisation de la vulnérabilité doivent permettre de délimiter les zones de protection des captages majoritairement alimentés par des eaux superficielles et d'aboutir à une réelle protection vis-à-vis des pollutions diffuses par les pesticides. Pour les décideurs locaux, l'application de cette méthodologie permettra de mieux connaître le territoire (délimitation et fonctionnement hydrique) et ainsi de construire un plan d'action adapté et efficace. Pour les agriculteurs, la description des transferts locaux permettra de renforcer la prise de conscience autour des pesticides, d'optimiser les décisions lors des applications et de mieux comprendre l'intérêt de la mise en place des dispositifs d'atténuation et des nouvelles pratiques agronomiques. En 2011, des applications tests de cette méthode « captages en eaux superficielles » seront réalisées et le cas de captages en situations mixtes (alimentation souterraine et superficielle) sera également abordé.

Principales références bibliographiques

- Bioteau T., Novince E., 2005. Délimitation des bassins versants amont des prises d'eau superficielle destinée à la production d'eau alimentaire en Bretagne. Drass, Diren, Cemagref, 15 p.
- Bourennane Schnebelen N. et Fort J.L. Coord. 2008 – Connaître les sols pour préserver la ressource en eau. Guide d'application à l'échelle d'un territoire. Gis Sol, groupe « Projets » IGCS, INRA Orléans, France, 84 p.
- CORPEN, 2003 – Eléments méthodologiques pour un diagnostic régional et un suivi de la contamination des eaux par les produits phytosanitaires. 55 pages + annexes

- CORPEN, 2007 – Les fonctions environnementales des zones tampons, les bases scientifiques et techniques des fonctions de protection des eaux. CORPEN groupe zones tampons. 176 p.
- Gril J.J., Le Hénaff G. et Faidix K., - Guide de diagnostic à l'échelle du petit bassin versant : Mise en place de zones tampons et évaluation de l'efficacité de zones tampons existantes destinées à limiter les transferts hydriques de pesticides ». CEMAGREF – MAAP/DGPAAT 2010, 37p.
- Le Bissonnais Y., Thorette J., Bardet C. et Daroussin J., 2002 - L'érosion hydrique des sols en France. INRA-IFEN, 108 p.
- Vernoux J.F., Wulleumier A., Dörfliger N. (2007) – Délimitation des bassins d'alimentation des captages et leur vulnérabilité vis-à-vis des pollutions diffuses. Guide méthodologique, rapport BRGM/RP-55874, 75 p.
- Voltz M., Louchart X. 2001 - Les facteurs-clés de transfert des produits phytosanitaires vers les eaux de surface. . N°spécial Ingénieries EAT « phytosanitaires : transfert, diagnostic et solutions correctives » . pp 45-54.

Protection des aires d'alimentation de captage vis-à-vis des pesticides par l'utilisation de cultures intermédiaires : Projet CIREPPE (2011-2014)

Présenté par : Lionel ALLETTO / Jules HATIER

Courriel : lionel.alletto@purpan.fr / jules.hatier@etudiants.purpan.fr

Protection des aires d'alimentation de captage vis-à-vis des pesticides par l'utilisation de cultures intermédiaires

Projet CIREPPE : Cultures Intermédiaires pour Réduire les Pertes de Pesticides

Lionel ALLETTO¹ / Pierre BENOIT² / Eric JUSTES³ / Valérie POT² / Carole BEDOS² / Laure MAMY⁴ / Enrique BARRIUSO²

¹Ecole d'ingénieurs de Purpan UMR AGIR INRA-INPT / ²INRA UMR EGC / ³INRA UMR AGIR / ⁴INRA UR PESSAC

Mots clefs : couvert végétal ; mulch ; rétention ; dégradation ; transfert

Résumé

Le projet CIREPPE vise à évaluer l'intérêt de l'introduction de cultures intermédiaires dans des systèmes de grandes cultures pour réduire les fuites d'herbicides des parcelles agricoles. Ce projet s'appuiera sur des expérimentations en conditions contrôlées de laboratoire, sur des dispositifs expérimentaux permettant d'établir des bilans quantitatifs en terme de dynamique hydrique et des solutés et sur l'utilisation de modèles pour envisager des situations non testées expérimentalement. L'objectif finalisé de ce projet est de mettre au point un outil d'aide à la décision permettant de choisir les cultures intermédiaires en fonction du système de culture et de piloter leur itinéraire technique (par exemple date de destruction en fonction de la biomasse produite ou de l'état hydrique du sol).

Contexte et objectifs

La restauration et la préservation de la qualité des eaux programmées dans le cadre de la directive cadre sur l'eau (DCE) impliquent nécessairement une réduction des nuisances environnementales générées par l'agriculture, en particulier celles liées à l'usage des pesticides. Les projets de recherche mis en place considèrent très souvent l'évaluation des risques spécifiques à une culture (à un itinéraire technique donné) incluse ou non dans une rotation. La plupart du temps, afin de réduire ces nuisances, une économie dans l'usage des pesticides est recherchée en raisonnant le contrôle de la pression parasitaire, en améliorant les techniques d'application, voire en accompagnant la conversion en agriculture biologique sur certaines aires d'alimentation de captage. En complément de ces démarches de réduction des usages, d'autres solutions techniques impliquant des pratiques culturales ou des aménagements agricoles (par exemple les bandes enherbées) peuvent être mises en œuvre à des échelles locales afin de limiter les fuites vers les masses d'eau.

Pour autant, compte tenu des connaissances actuelles sur les processus régissant le comportement des pesticides, le choix de solutions techniques reste faible, il est donc nécessaire d'en mettre au point et d'en évaluer de nouvelles permettant de réduire les impacts sur la qualité des eaux.

L'utilisation de couverts végétaux en période d'interculture est une pratique efficace pour protéger le sol de l'érosion (Malik *et al.*, 2000), améliorer la structure et la fertilité du sol (Unger and Vigil, 1998), contrôler les adventices, parasites et pathogènes (Worsham, 1991; Swanton *et al.*, 1999) et limiter les fuites de nitrate (Ritter *et al.*, 1998; Justes *et al.*, 1999). Les couverts végétaux permettent le plus souvent d'accroître l'activité biologique des sols et les teneurs en matières organiques (Reeves, 1994) et modifient la dynamique hydrique pour la culture suivante en permettant. Suivant les espèces, soit un assèchement du profil (Unger and Vigil, 1998; Currie and Klocke, 2005) soit au contraire un maintien d'une teneur en eau supérieure au sol nu (Drury *et al.* 1999). Quoi qu'il en soit, l'ensemble de ces modifications biophysiques peut influencer la rétention, la dégradation et le transport des molécules herbicides appliquées (Alletto *et al.* 2010). Par exemple, le maintien de résidus de couverts végétaux en surface du sol, comme observé en technique de conservation, conduit à une augmentation de l'interception puis de la rétention des pesticides appliqués (Reddy *et al.* 1995; Sadeghi and Isensee, 1997). La dégradation des pesticides est également modifiée par l'introduction de couverts végétaux. Bottomley *et al.* (1999) ont montré que les couverts hivernaux accélèrent la minéralisation du 2,4-D dans les horizons de subsurface, alors que d'autres travaux montrent au contraire un ralentissement de la dégradation d'autres composés herbicides selon la nature des résidus

(Zablotowicz *et al.* 1998; Gaston *et al.* 2001). D'une manière générale, la plupart des travaux sur les couverts végétaux se sont principalement intéressés à la dynamique de l'azote et très peu de références existent sur le comportement des pesticides en lien avec cette pratique culturale. Récemment, Potter *et al.* (2007) ont observé que les couverts estivaux permettaient de réduire significativement les fuites d'atrazine et diéthyl- atrazine vers les nappes. White *et al.* (2009) ont obtenu des résultats similaires avec un autre herbicide, le métolachlore, et ils ont émis l'hypothèse que l'utilisation de couverts végétaux induisait une dissipation plus rapide des molécules et/ou une réduction de la lixiviation, sans pouvoir conclure sur la part de l'explication de chacune de ces hypothèses dans la réduction des fuites.

L'objectif du projet CIREPPE est d'étudier les conséquences de l'introduction de couverts végétaux en période d'interculture sur la dynamique de l'eau et le devenir de molécules herbicides. Ce projet ayant débuté en janvier 2011, aucun résultat n'a encore été généré. Ce résumé étendu présentera donc la démarche mise en œuvre ainsi que des résultats préliminaires obtenus dans le cadre d'une autre étude incluant l'introduction de cultures intermédiaires.

Organisation et démarche du projet CIREPPE

Le projet CIREPPE s'articule en six tâches présentées brièvement ci-dessous dont le déroulement s'échelonne sur 36 mois (mi- 2011 à mi-2014 ; M1 à M36):

- 1. Tâche 1** (M1→M4): **Conception de systèmes de culture incluant des cultures intermédiaires**
Objectif : introduire (lorsque les périodes entre deux cultures marchandes le permettent) de la diversité végétale par le choix de cultures intermédiaires adaptées aux orientations du système (ex. enrichissement du sol en azote, structuration du sol, etc...)
Livrable : itinéraires techniques pour piloter les cultures intermédiaires dans différents systèmes de culture
- 2. Tâche 2** (M4→M8 / M18→M22 / M28→M34): **Caractérisation du comportement de molécules herbicides en laboratoire**
Objectif : cerner les effets sur la rétention et la dégradation des pesticides de la présence de cultures intermédiaires ou de résidus de cultures intermédiaires ; caractériser l'influence de la nature et de l'âge de ces résidus (=> caractérisation de l'évolution de la réactivité des matières organiques)
Livrable : données de dégradation complète pour deux (ou trois) pesticides « modèles » (S-métolachlore / glyphosate¹ / époxiconazole)
- 3. Tâche 3** (M4→M6 / M12→M22 / M28→M36): **Caractérisation du comportement de molécules en conditions de plein champ**
Objectif : intégrer les effets climatiques, impactant le développement des couverts, sur la dynamique de l'eau et le devenir des molécules herbicides ; tester les modèles qui seront utilisés dans la Tâche 5 pour déterminer leurs performances (capacité à prédire correctement le comportement des pesticides dans des situations non testées expérimentalement).
Sites retenus : deux sites expérimentaux servant de support au programme ANR MICMAC Design (coordination Eric JUSTES, INRA AGIR, Toulouse) qui vise à concevoir et à évaluer des prototypes de systèmes de culture à bas niveau d'intrants. Le projet CIREPPE, en s'intéressant aux périodes d'interculture, est complémentaire aux démarches engagées dans MICMAC Design. Ces deux dispositifs sont équipés pour permettre le suivi en continu de la dynamique de l'eau et des solutés (le suivi des molécules herbicides sera associé à des campagnes de traçage anionique pour suivre la dynamique de l'eau dans les sols)
Livrable : bilan de pertes de pesticides sous chaque modalité avec ou sans culture intermédiaires
- 4. Tâche 4** (M1→M4 / M10→M14 / M22→M26 / M30→M34): **Caractérisation agronomique des cultures intermédiaires**
Objectif : suivre le développement phénologique et l'élaboration de la biomasse des cultures intermédiaires
Livrable : établissement des relations stade phénologique / température efficace journalière / précipitations
- 5. Tâche 5** (M24→M36): **Modélisation du développement des cultures intermédiaires et des transferts hydriques et de solutés**
Objectif : à partir de l'ensemble des données expérimentales collectées, paramétrer des modèles de culture (STICS) et de transfert de pesticides (PRZM, PEARL) pour évaluer des scénarii pédoclimatiques non étudiés expérimentalement

¹ En lien avec les travaux conduits à l'INRA de Grignon dans le cadre de l'ANR PEPITES

6. Tâche 6 (M30→M36): Agrégation des informations obtenues pour établir un outil d'aide à la décision pour choisir et piloter les cultures intermédiaires

Objectif : proposer un outil synthétique reprenant les résultats des comportements agronomiques des cultures intermédiaires selon les systèmes de culture envisagés et les résultats environnementaux associés

Livrable : une première version d'un outil d'aide à la décision

Principaux résultats obtenus et applications envisageables

Les résultats présentés ci-dessous sont issus d'un travail de thèse visant à caractériser les effets du mode de travail du sol et de gestion de l'interculture en monoculture de maïs irrigué sur le devenir d'un herbicide, l'isoxaflutole (Alletto, 2007).

Les suivis de pertes en pesticides à 40 cm de profondeur (exprimées en % de la dose appliquée), réalisés à l'aide de lysimètres à mèche durant les années 2005 à 2008 (4 années) ont permis de mettre en évidence des effets significatifs liés à l'introduction d'une culture intermédiaire d'avoine au cours des années 2006 et 2008, à la fois en labour (CT) et en non-labour (MT).

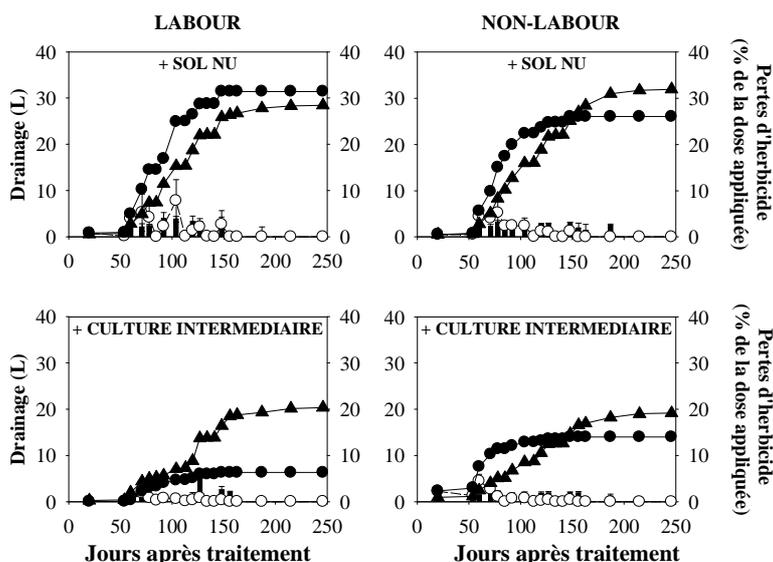


Figure 1. Drainage et lixiviation de l'isoxaflutole (et du diketonitrile) sous les différents systèmes de culture en 2006. Les barres verticales représentent les volumes drainés (L), les triangles noirs (▲) sont les volumes drainés cumulés (L), les cercles vides (○) sont les concentrations en herbicide exprimés en % de la dose appliquée et les cercles noirs (●) sont les pertes cumulées en herbicide.

Au cours de l'année 2006, les pertes moyennes d'herbicide sous les modalités ayant reçu un couvert végétal d'avoine étaient 2 à 5 fois plus faibles que sous les modalités gérées avec un sol nu en interculture. Ces différences ont été expliquées à la fois par (a) un assèchement du profil de sol sous les modalités avec couvert permettant un plus grand stockage d'eau lors des premiers événements pluvieux survenant après le traitement herbicide et (b) une rétention et une dégradation sensiblement plus rapide des molécules sous les modalités avec couvert végétal (en particulier pour les modalités en non-labour pour lesquelles un mulch est maintenu en surface) (Alletto *et al.*, 2008).

Perspectives et conclusion

Les quelques résultats sur les effets des cultures intermédiaires obtenus dans le cadre des travaux de thèse présentés ci-dessus ont servi de base de réflexion au projet CIREPPE. De nombreuses questions restent en effet en suspens sur l'intérêt éventuel des couverts végétaux pour réduire les fuites d'herbicides dans les parcelles et donc d'utiliser cette pratique agronomique en vue d'une protection des aires d'alimentation de captage. Ces questions concernent notamment les relations entre type de couvert et rétention/dégradation des pesticides (souvent considérés comme des processus en concurrence) ; date et mode de destruction (conditionnant l'évolution des matières organiques) et réactivité vis-à-vis des pesticides ; biomasse du couvert (impliquant une meilleure caractérisation agronomique de celui-ci) et efficacité dans la réduction du drainage et des pertes de pesticides.

Références bibliographiques

- Alletto, L., 2007. Dynamique de l'eau et dissipation de l'isoxaflutole et du dicétonitrile en monoculture de maïs irrigué : effets du mode de travail du sol et de gestion de l'interculture. Thèse de Doctorat de l'Institut National Agronomique Paris-Grignon, p. 318.
- Alletto, L., Benoit, P., Bergheaud, V., Coquet, Y., 2008. Temperature and water pressure head effects on the degradation of the diketone nitrile metabolite of isoxaflutole in a loamy soil under two tillage systems. *Environ. Pollut.* 156, 678-688.
- Alletto, L., Coquet, Y., Benoit, P., Heddadj, D., Barriuso, E., 2010. Tillage management effects on pesticide fate in soils. A review. *Agron. Sustain. Dev.* 30, 367-400.
- Bottomley, P.J., Sawyer, T.E., Boersma, L., Dick, R.P., Hemphill, D.D., 1999. Winter cover crop enhances 2,4-D mineralization potential of surface and subsurface soil. *Soil Biol. Biochem.* 31, 849-857.
- Currie, R.S., Klocke, N.L., 2005. Impact of a terminated wheat cover crop in irrigated corn on atrazine rates and water use efficiency. *Weed Science* 53, 709-716.
- Drury, C.F., Tan, C.S., Welacky, T.W., Oloya, T.O., Hamill, A.S., Weaver, S.E., 1999. Red clover and tillage influence on soil temperature, water content, and corn emergence. *Agron. J.* 91, 101-108.
- Gaston, L.A., Boquet, D.J., Bosch, M.A., 2001. Fluometuron wash-off from cover crop residues and fate in a loessial soil. *Soil Sci.* 166, 681-690.
- Justes, E., Mary, B., Nicolardot, B., 1999. Comparing the effectiveness of radish cover crop, oilseed rape volunteers and oilseed rape residues incorporation for reducing nitrate leaching. *Nutr. Cycl. Agroecosyst.* 55, 207-220.
- Malik, R.K., Green, T.H., Brown, G.F., Mays, D., 2000. Use of cover crops in short rotation hardwood plantations to control erosion. *Biomass Bioenerg.* 18, 479-487.
- Potter, T.L., Bosch, D.D., Joo, H., Schaffer, B., Munoz-Carpena, R., 2007. Summer cover crops reduce atrazine leaching to shallow groundwater in southern Florida. *Journal of Environmental Quality* 36, 1301-1309.
- Reddy, K.N., Locke, M.A., Wagner, S.C., Zablotowicz, R.M., Gaston, L.A., Smeda, R.J., 1995. Chlorimuron ethyl sorption and desorption kinetics in soils and herbicide-desiccated cover crop residues. *J. Agric. Food Chem.* 43, 2752-2757.
- Reeves, D.W., 1994. Cover crops and rotations. In: Hatfield, J.L., Stewart, B.A. (Eds.), *Advances in soil science: Crops residue management*. Lewis, Boca Raton, FL.
- Ritter, W.F., Scarborough, R.W., Chirside, A.E.M., 1998. Winter cover crops as a best management practice for reducing nitrogen leaching. *J. Contam. Hydrol.* 34, 1-15.
- Sadeghi, A.M., Isensee, A.R., 1997. Alachlor and cyanazine persistence in soil under different tillage and rainfall regimes. *Soil Sci.* 162, 430-438.
- Swanton, C.J., Shrestha, A., Roy, R.C., Ball-Coelho, B.R., Knezevic, S.Z., 1999. Effect of tillage systems, N, and cover crop on the composition of weed flora. *Weed Science* 47, 454-461.
- Unger, P.W., Vigil, M.F., 1998. Cover crop effects on soil water relationships. *Journal of Soil and Water Conservation* 53, 200-207.
- White, P.M., Potter, T.L., Bosch, D.D., Joo, H., Schaffer, B., Munoz-Carpena, R., 2009. Reduction in metolachlor and degradate concentrations in shallow groundwater through cover crop use. *J. Agric. Food Chem.* 57, 9658-9667.
- Worsham, A.D., 1991. Role of cover crops in weed management and water quality. In: Hargrove, W.L. (Ed.), *Cover Crops for Clean Water*. Soil and Water Conservation Society, Ankeny, Iowa, pp. 141-145.
- Zablotowicz, R.M., Locke, M.A., Smeda, R.J., 1998. Degradation of 2,4-D and fluometuron in cover crop residues. *Chemosphere* 37, 87-101.

Des nouveaux outils innovants pour l'évaluation et la réduction des risques environnementaux au sein des aires d'alimentation de captages

Présenté par : Igor Dubus
Courriel : i.dubus@footways.eu

Des nouveaux outils innovants pour l'évaluation et la réduction des risques environnementaux au sein des aires d'alimentation de captages (2009-) Igor DUBUS, Stefan REICHENBERGER, Romain TALVA

Footways, 10 avenue Buffon, 45071 Orléans Cedex 2.

Mots clefs : OAD, quantification des transferts et des impacts

Résumé

Des avancées récentes dans les domaines de la modélisation des transferts environnementaux et de la disponibilité de données agronomiques, pédologiques et climatique permettent aujourd'hui de proposer des outils innovants qui permettent de :

- 1) quantifier les pertes de produits phytosanitaires depuis les parcelles agricoles, et
- 2) raisonner les mesures à mettre en œuvre pour limiter les contaminations dans le cadre des plans d'action.

Footways a développé une approche méthodologique qui permet de disposer d'outils opérationnels pour évaluer les risques de contamination des ressources en eau pour toutes les aires d'alimentation de captage et tous les bassins versants français. Ces outils, basés sur les dernières avancées de la recherche et sur des modèles numériques validés par la communauté internationale, sont accessibles à travers une plateforme web.

L'utilisation de ces outils permet d'identifier les zones / produits / pratiques susceptibles d'entraîner des contaminations des ressources et d'évaluer l'efficacité des modifications et aménagements du paysage avant leur déploiement sur le terrain.

Contexte et objectifs

Le maintien ou la reconquête de la qualité de l'eau au sein des aires d'alimentation de captage et des bassins versants nécessite de disposer d'outils performants permettant d'évaluer les risques de contamination.

Des avancées récentes dans les domaines de la modélisation des transferts environnementaux et de la disponibilité de données agronomiques, pédologiques et climatique permettent aujourd'hui de proposer des outils innovants qui permettent de :

- 1) quantifier les pertes de produits phytosanitaires depuis les parcelles agricoles, et
- 2) raisonner les mesures à mettre en œuvre pour limiter les contaminations dans le cadre des plans d'action.

La méthodologie déployée par Footways est inspirée des méthodes d'évaluation des risques utilisées en homologation des produits, avant leur mise sur le marché. Elle consiste à utiliser des modèles mathématiques issus du domaine de la recherche et validés à travers de nombreuses études de validation.

Les avantages principaux du recours à la modélisation sont d'une part une quantification des transferts (on a dès lors accès à des estimations des quantités perdues depuis des parcelles ou des concentrations dans les eaux) et le caractère scientifique des évaluations effectuées.

La méthodologie apporte sur ces deux points une réelle avancée par rapport aux méthodologies et indicateurs classiquement utilisés dans le passé et basées sur des combinaisons arbitraires de facteurs.

La méthodologie et les résultats produits trouvent leur intérêt d'une part dans la définition de la vulnérabilité et, d'autre part, dans le raisonnement et la mise en place d'actions. Les outils Footways permettent notamment aux conseillers agricoles et aux agriculteurs de disposer d'informations sur les applications, les lieux et les pratiques susceptibles de conduire à des transferts vers les eaux, et de raisonner les modifications de pratiques à mettre en œuvre pour y remédier.

Principaux résultats obtenus et applications envisageables

La méthodologie Footways est actuellement déployée sur plusieurs aires d'alimentation de captage en France, soit dans le cadre d'études en réponses à des appels d'offre pour la protection de captages, soit dans le cadre de plans d'actions pour la reconquête de la qualité de l'eau, soit dans le cadre d'établissement de démonstrateurs. La méthodologie est également déployée sur des bassins versants en Europe, notamment en Suède, en Slovénie et en Grèce.

Les différentes étapes suivies sont les suivantes:

1. Définition de zones agro-pédo-climatiques homogènes et intégration des informations sur les pratiques

Cette première étape consiste à caractériser le territoire d'étude en terme de météorologie, de type de sols et de cultures. La méthodologie est conçue pour s'adapter aux données disponibles et il est donc possible d'intégrer des cartes de sols, quelle que soit leur résolution. Il est également possible de valoriser des informations à l'échelle des exploitations, des parcelles voire même de l'information intra-parcellaire. L'intégration des données pour les AAC se fait à l'aide d'outils de type Systèmes d'Information Géographique (SIG), ce qui permet d'identifier dans l'espace les zones à risque.

Des informations sur les produits phytosanitaires à simuler sont également intégrées à ce stade. Dans le cas où elles sont disponibles, elles peuvent prendre la forme de résultats d'enquêtes, de préconisations, d'informations à dire d'expert ou de DTPA.

2. Simulation des transferts de produits phytosanitaires après l'application

Les données collectées sont traitées par les modélisateurs de Footways selon les méthodes classiquement utilisées en évaluation quantitative des risques, pour les rendre compatibles avec une lecture par les modèles de simulation.

La simulation des transferts de produits phytosanitaires vers les eaux est réalisée à l'aide de trois modèles parcellaires:

- le modèle MACRO, pour les écoulements "verticaux" : percolation dans les sols vers les nappes, écoulements hypodermiques, reprise éventuelle par le réseau de drainage,
- le modèle PRZM, pour les écoulements "horizontaux" : ruissellement, érosion,
- les abaques de Rautmann/Ganzelmeier : dérive de pulvérisation.

Ces différents modèles sont utilisés dans l'évaluation du potentiel de contamination des eaux des molécules avant leur mise sur le marché, aussi bien en Europe que dans le reste du monde. Ils bénéficient à ce titre du plus fort degré de validation qu'il est possible d'atteindre à ce stade.

Ces modèles permettent de simuler l'apparition éventuelle des matières actives dans les eaux superficielles ou les eaux souterraines, à un pas de temps journalier. Ils permettent ainsi d'identifier les situations à risque vis-à-vis des sols, molécules, périodes, sols, contextes et de rechercher des solutions adaptées.

Il est à noter que la modélisation entreprise prend en compte des aménagements de l'espace tels que les bandes enherbées, les haies, ou les ZNT.

3. Etablissement d'indicateurs opérationnels

Les données brutes générées par les modèles sont particulièrement informatives mais peuvent être difficiles à utiliser dans un contexte opérationnel du fait de la masse d'information générée. Les résultats de modélisation sont donc retraités pour aboutir à des indicateurs de risque et d'impacts simples à comprendre et utilisables de manière opérationnelle : les indicateurs PITSA (en français: indicateurs pesticides pour une agriculture durable). Ces indicateurs s'expriment comme des fréquences de dépassement de concentrations-seuils dans les milieux (Figure 1).

Les indicateurs se déclinent sous la forme d'indicateurs adaptés aux contextes :

-de production d'eau potable : on utilise alors comme concentrations-seuils les limites réglementaires pour les substances individuelles ou la somme des substances ;
 -de la protection des organismes aquatiques : on utilise alors comme concentrations-seuils des concentrations d'effets ou écotoxicologiques.
 Footways peut également fournir des indicateurs complémentaires : indicateurs Footprint (Dubus et al., 2009), Indice de Fréquence de Traitement (IFT).

Les informations relatives au potentiel de transferts ou d'impacts peuvent être consultées sous la forme de tableaux, de statistiques, mais également de cartes interactives de type Googlemaps (Figure 2).

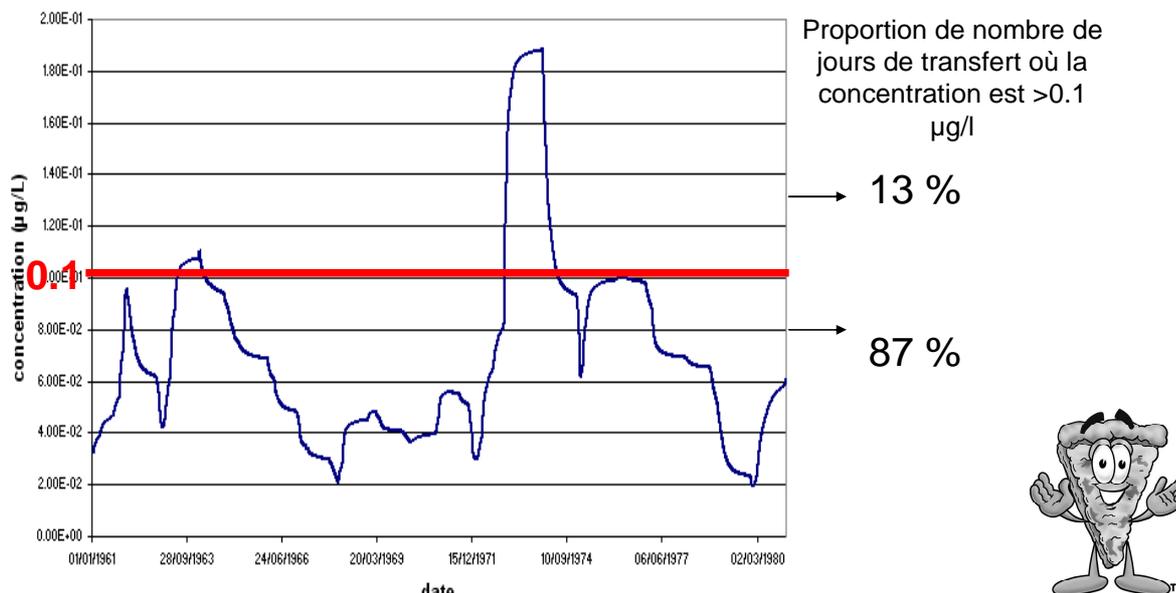


Figure 1. Illustration du calcul d'un indicateur PITSA

La figure présente les concentrations d'un produit phytosanitaire dans les eaux de percolation contribuant à la recharge des eaux souterraines. Les simulations journalières de concentrations ont été obtenues pour une période de 20 ans. L'indicateur PITSA représente la proportion de jours pour lesquels les concentrations dépassent les normes de potabilité (ici le cas d'une seule substance active, donc 0.1 microg/l). La valeur de l'indicateur PITSA est donc ici de 13%.

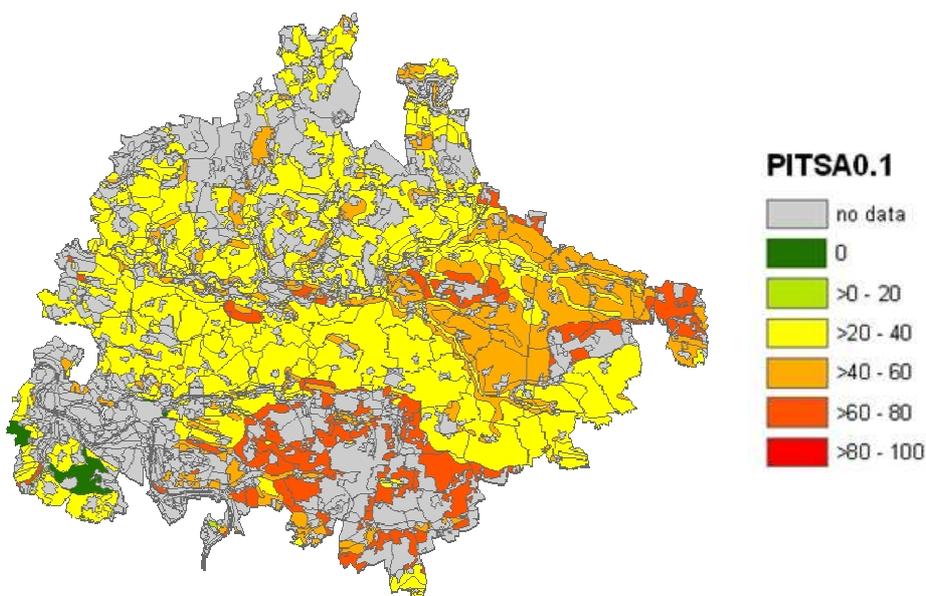


Figure 2. Exemple de carte présentant le potentiel de transfert d'un produit phytosanitaire particulier vers les eaux souterraines.

Ce type de cartes peut être généré de manière automatique à travers un abonnement au portail d'évaluation des risques *Footways Pro* et ceci pour n'importe quelle AAC en France.

Perspectives et conclusion

Les développements Footways présentés dans cette communication permettent de mettre à disposition de tous les acteurs impliqués dans la gestion environnementale des AAC des outils opérationnels pour 1) quantifier les pertes de produits phytosanitaires depuis les parcelles agricoles, et, 2) raisonner les mesures à mettre en œuvre pour limiter les contaminations dans le cadre des plans d'action.

L'information générée est particulièrement riche en valeur puisqu'elle permet de rendre compte de l'influence de tous les facteurs susceptibles d'influencer les transferts : météorologie, développement de la culture, aménagements de l'espace (bandes enherbées, aménagement des bords de cours d'eau), propriétés des produits, modalités, dates et doses d'application. Les outils développés permettent ainsi d'évaluer avant leur déploiement sur le terrain l'efficacité de différentes options de changements de pratiques et d'aménagements du territoire.

La méthodologie a été conçue pour s'adapter à l'échelle d'étude (depuis la parcelle jusqu'au territoire national), aux différents contextes rencontrés et à la disponibilité des données. Il est toutefois important de noter que la qualité des estimations sera pour partie fonction de la qualité des données collectées sur l'AAC. La méthodologie est déployable rapidement une fois les données collectées dans le cadre du DTPA et un déploiement sur de nombreuses aires d'alimentation de captages est possible.

La méthodologie a été intégrée dans des outils d'aide à la décision à l'attention des gestionnaires de la qualité de l'eau (outils cartographiques) et de la profession agricole (OAD pour le conseil agricole). Ces outils en ligne permettent ainsi d'accéder rapidement et de manière simple à des informations sur les quantités de produits phytosanitaires perdues depuis les parcelles agricoles et susceptibles de rejoindre les ressources en eau.

L'utilisation des outils par les gestionnaires et le milieu agricole au sein des AAC pourra permettre d'atteindre les objectifs d'une production agricole à la fois rémunératrice et protectrice des ressources au sein des AAC.

Références bibliographiques

Dubus I.G., Reichenberger S., Allier D., Azimonti G., Bach M., Barriuso E., Bidoglio G., Blenkinsop S., Boulahya F., Bouraoui F., Burton A., Centofanti T., Cerdan O., Coquet Y., Feisel B., Fialkiewicz W., Fowler H., Galimberti F., Green A., Grizzetti B., Højberg A., Hollis J.M., Jarvis N.J., Kajewski I., Kjær J., Krasnicki S., Lewis K.A., Lindahl A., Lobnik F., Lolos P., Mardhel V., Moeys J., Mojon-Lumier F., Nolan B.T., Rasmussen P., Réal B., Šinkovec M., Stenemo F., Suhadolc M., Surdyk N., Tzilivakis J., Vaudour-Dupuis E., Vavoulidou-Theodorou E., Windhorst D. & Wurm M. (2009). FOOTPRINT – Functional tools for pesticide risk assessment and management. www.eu-footprint.org. Final report of the EU project FOOTPRINT (SSPI-CT-2005-022704), 221 p.

Améliorer le diagnostic territorial des captages "Grenelle" par une analyse pluriannuelle des pressions agricoles

Présenté par : Laurette Paravano

Courriel : l.paravano@yonne.chambagri.fr, prost@grignon.inra.fr

Diagnostic territorial des pressions agricoles des captages de la Croix Rouge et Lauduchy (département 89). Paravano Laurette^a, Duchenes Valérie^a, Reau Raymond^b, Prost Lorène^c

^a: Chambre d'Agriculture de l'Yonne, Auxerre

^b: INRA, UMR Agronomie, Thiverval Grignon; ^c: INRA, UR SenS, Thiverval Grignon

Mots clefs : diagnostic agricole, performances de résultats, systèmes de culture, évaluation

Résumé

Pour faire face aux limites de certains diagnostics territoriaux des pressions agricoles, focalisés sur une image instantanée des pratiques et une analyse de conformité aux bonnes pratiques agricoles, nous testons une méthodologie de diagnostic. Elle repose sur une caractérisation des systèmes de culture à une échelle pluriannuelle en les situant sur un territoire dont la vulnérabilité est par ailleurs établie. Elle permet d'améliorer l'évaluation du risque d'impact des systèmes de culture sur la qualité de l'eau et permet ensuite de proposer des scénarios de changements afin d'alimenter le débat des acteurs du territoire, et contribuer ainsi à l'aide à la décision publique.

Contexte et objectifs

Afin de reconquérir la qualité de la ressource en eau des captages dégradés, plus de 500 captages ont été désignés en 2009 comme prioritaires au titre du Grenelle de l'Environnement. Ces captages "Grenelle" doivent faire l'objet d'un programme d'action, visant explicitement les pollutions diffuses d'origine agricole, pour atteindre une protection effective en 2012. Pour aider à la mise en place des plans d'action agricoles sur les aires d'alimentation de captages (AAC), des guides méthodologiques ont été mis au point, décrivant la démarche à suivre et ses différentes étapes. Parmi ces étapes, le diagnostic territorial des pressions agricoles (DTPA) occupe une place centrale. Il doit en effet permettre de *"caractériser les pratiques et les systèmes de production au regard des enjeux environnementaux [du] territoire, spatialiser et hiérarchiser les pressions d'origine agricole à l'origine d'une dégradation d'un milieu ou d'une ressource, recenser les actions déjà conduites sur le territoire, en dresser le bilan et identifier les marges de manœuvre disponibles, délimiter la zone d'action pertinente, proposer les lignes directrices des mesures à mettre en œuvre sur la zone d'action, optimiser un réseau de surveillance et de suivi de l'état du milieu si nécessaire, identifier les réseaux de conseil et les réseaux d'acteurs mobilisables pour la construction et la mise en œuvre du plan d'action et produire des documents de communication qui faciliteront le dialogue entre les acteurs concernés."*². Dans les faits, l'analyse des pratiques réalisée dans les DTPA se limite souvent à une étude de conformité avec les bonnes pratiques agricoles (ex : utilisation d'analyse de reliquats d'azote minéral pour raisonner la dose de l'engrais azoté de synthèse) et/ou à une analyse de la pression agricole sur un assolement spatialisé une année donnée.

Notre objectif est de mieux valoriser les informations collectées auprès des agriculteurs de l'AAC pour que le DTPA aide à identifier des pistes d'actions sur l'AAC. Cela passe notamment par une meilleure évaluation du risque d'impact des systèmes de culture sur la qualité de l'eau, en tenant compte de leur diversité, de la cohérence pluriannuelle des techniques et des sols sur lesquels elles sont réalisées. Pour répondre à cet objectif, 4 bases fondent la réalisation du DTPA. Premièrement, le DTPA doit se faire à l'échelle pluriannuelle des systèmes de culture de l'AAC. Deuxièmement, ces systèmes de culture doivent être localisés dans l'AAC pour aboutir à une grille de risque croisant les systèmes de culture pratiqués et le type de sol. Troisièmement, il faut outiller le diagnostic par une évaluation du risque d'impact sur la qualité de l'eau, ce qui nécessite de recourir à des outils capables d'évaluer les résultats des systèmes de culture en matière de pression sur la qualité des eaux. La production de cette évaluation quantitative pose les bases de travaux de simulation permettant de travailler sur des pistes d'action. Quatrièmement, notre DTPA repose sur l'idée qu'il ne faut pas chercher à fournir une photographie instantanée et parfaite des pratiques. Nous

² MEMENTO pour la réalisation d'un diagnostic territorial des pressions agricoles (DTPA), version 2 juin 2010, ministères de l'Alimentation, de l'Agriculture et de la Pêche & de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement durable et de la Mer

préconisons de faire une typologie des systèmes de culture sur l'AAC et notamment des conduites phytosanitaires et azote, en regroupant les modes de conduite proches. Cela rend tout d'abord possible une telle approche dans des AAC étendues. Cela permet également de s'abstraire des cas particuliers individuels pour faire apparaître des groupes de pratiques, des proximités, ainsi que des pratiques plus originales.

Principaux résultats obtenus et applications envisageables

Nous avons testé la méthodologie décrite ci-dessus pour construire le DTPA de deux AAC classées prioritaires au titre du Grenelle correspondant aux captages de la Croix Rouge et de Lauduchy sur les communes de Briennon sur Armançon et Champlost, dans l'Yonne. Ces deux captages sont soumis à des problèmes de pollution par les produits phytosanitaires et par les nitrates. Les AAC de la Croix Rouge et de Lauduchy représentent respectivement 2200ha et 400ha dont 1450ha et 320ha en SAU.

On compte 50 agriculteurs dans l'AAC de la Croix Rouge et 20 dans celle de Lauduchy. Compte tenu du nombre d'exploitations agricoles présentes, il a été décidé d'enquêter les exploitations les plus concernées en termes de surface et de localisation des parcelles. Ainsi 14 agriculteurs, représentant 67% de la SAU, ont été enquêtés sur le captage de la Croix Rouge et 4, représentant 57% de la SAU, ont été enquêtés sur le petit captage de Lauduchy. Outre un rôle d'information sur l'opération de protection de l'eau en cours, ces enquêtes ont eu pour objectif de faire l'état des pratiques des agriculteurs pour préparer le diagnostic et engager une réflexion sur les actions de protection de l'eau. Les points suivants ont été explorés : collecte d'informations générales sur l'exploitation et ses systèmes de culture, outils d'aide à la décision utilisés, aménagements destinés à limiter le risque de pollution ponctuelle, recensement et caractérisation des parcelles de l'exploitation situées dans l'AAC (milieu naturel, sol, drainage, rotation). Les rotations et itinéraires techniques pratiqués sur les parcelles concernées pour la récolte 2010 ont été décrits. Nous nous sommes notamment attachés à comprendre la façon dont l'agriculteur prend ses décisions stratégiques et tactiques de protection des cultures (par exemple, cherche-t-il à avoir des parcelles indemnes de mauvaises herbes ou tolère-t-il a priori un certain niveau de salissement ou de dégât ?) et de fertilisation azotée.

1. Typologie des systèmes de culture types sur l'AAC

Dans l'optique d'aboutir à un DTPA lié à des problèmes de pollution de l'eau par les produits phytosanitaires et les nitrates, nous avons caractérisé les systèmes de culture en combinant 4 paramètres :

- La rotation des cultures sur la parcelle
- Le travail du sol
- La protection des cultures contre les ravageurs, en faisant l'hypothèse que cette protection de cultures relève globalement d'une même logique entre les différentes cultures de la succession
- La fertilisation azotée, organique et minérale, en faisant la même hypothèse que pour la protection des cultures

La combinaison de ces deux paramètres définit des **stratégies de systèmes**

C'est ensuite **la combinaison entre les stratégies et les conduites phytosanitaires et de fertilisation azotée** qui définit au final le **système de culture type (SdC type)**. On ne s'intéresse dans cette étape de diagnostic qu'aux combinaisons qui existent sur les AAC et pas à l'ensemble des combinaisons possibles qui pourront être explorées dans une phase ultérieure de simulation et réflexions sur les pistes d'action.

Conformément à la quatrième hypothèse énoncée dans le paragraphe précédent, nous avons cherché à définir des grands types de systèmes de culture, représentant les pratiques assez finement pour permettre d'évaluer le risque d'impact sur la qualité de l'eau mais regroupant les pratiques proches pour favoriser leur mise en discussion avec les acteurs de l'AAC.

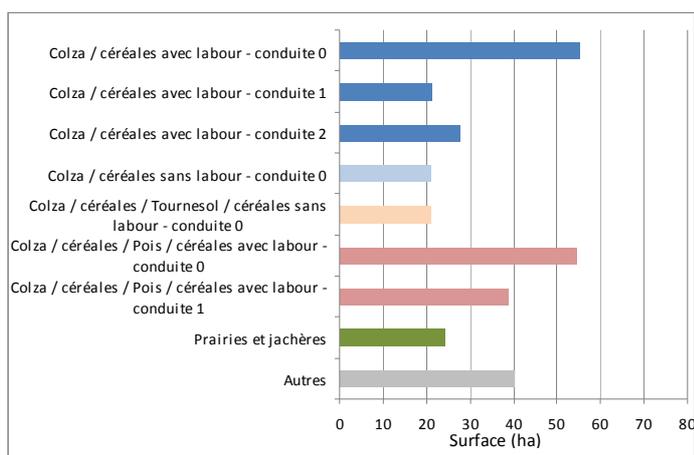
Nous avons ainsi abouti à la définition de 10 stratégies de systèmes, 3 types de conduite phytosanitaire et 4 types de conduite de fertilisation azotée (voir tableau ci-dessous).

10 stratégies de systèmes	3 types de conduite phytosanitaire	4 types de conduite de fertilisation azotée
<p>Les stratégies comportent une ou plusieurs têtes de rotation (colza, pois tournesol, maïs, culture fourragère) entre lesquelles s'intercalent 1 à 3 campagnes de céréales. Concernant le travail du sol, on a distingué ceux qui n'ont jamais recours au labour versus ceux qui y ont recours, que ce soit de façon systématique ou occasionnelle. Pour chaque stratégie, a été définie une succession type et un schéma de recours au labour (ou non), en vue de l'analyse ultérieure.</p> <p>Nous donnons ci-dessous un exemple parmi les 10 stratégies :</p> <ul style="list-style-type: none"> - stratégie colza/céréales avec labour : une tête de rotation, colza, revenant tous les 3 à 4 ans, entre deux colzas, un ou deux blés et/ou une orge généralement d'hiver, parfois de printemps. Un à deux labours au cours de la rotation, après le blé et/ou après la 2^{ème} céréale. Rotation retenue pour l'analyse : Colza / Blé /Orge d'hiver avec labour après chaque céréale. 	<p>Nous nous sommes inspirés des niveaux de recours aux produits phytosanitaires proposés par Butault et <i>al.</i> (2010) pour caractériser les conduites phytosanitaires présentes sur les AAC.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Une conduite 0 : correspond à une protection des cultures par les produits phytosanitaires permettant d'atteindre des niveaux de production correspondant au potentiel avec des applications assez systématiques ; - Une conduite 1 : correspond à une utilisation raisonnée des produits phytosanitaires ; - Une conduite 2 : correspond à une protection des cultures dite 'intégrée » mettant en jeu des moyens prophylactiques et des leviers agronomiques permettant de réduire la dépendance et le recours aux produits phytosanitaires pour la protection des cultures. 	<p>Nous avons caractérisé la conduite de fertilisation azotée selon 4 types :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Conduite A : fertilisation calculée sur la base d'un objectif de production correspondant au potentiel maximum (carence en azote non tolérée), et/ou à des raisonnements focalisés sur les risques de pertes de rendement. - Conduite A-élevage : conduite A lorsque la fertilisation comporte des apports de matière organique (MO) issue de l'exploitation (généralement avant colza ou maïs). La fertilisation minérale est peu réduite par rapport à une parcelle n'ayant pas reçu d'amendement organique. - Conduite B : fertilisation calculée à partir d'un objectif de production modéré (niveau moyen de production). - Conduite B-élevage : conduite B lorsque la fertilisation comporte des apports de MO issue de l'exploitation. Cette MO est bien prise en compte dans la fertilisation minérale complémentaire.
	<p>Dans les deux AAC, il existe 13 combinaisons ou "systèmes de culture phytosanitaires" (SdC phytosanitaires) des 10 stratégies et des 3 conduites phytosanitaires</p>	<p>Dans les deux AAC, il existe 18 combinaisons ou "systèmes de culture azote" (SdC azote), des 10 stratégies et des 4 conduites de fertilisation azotée.</p>

2. Croisement des systèmes de culture et des types de sol

Sur la base de l'analyse pédologique réalisée sur les deux AAC, trois types de sol ont été proposés pour la grille de risque : des sols filtrants (rendosols et calcosols) qui représentent 27% de la SAU étudiée sur les AAC, des sols à horizon imperméable (planosols, calcisols) représentant 17% de la SAU et des sols profonds (colluviosols et néoluvisols) représentant 56% de la SAU. Ces regroupements correspondent aux grands types de circulation d'eau dans les sols et permettent d'avoir une meilleure lisibilité des résultats en termes de risques.

La répartition des SdC phytosanitaires et des SdC azote a été étudiée. Nous donnons ci-dessous l'illustration de la répartition des SdC phytosanitaires dans les sols filtrants.



Exemple de répartition des SdC phytosanitaires en sols filtrants (302 ha dans le bassin).

Les 2 rotations céréalières à base de colza ou de pois et colza labourées dominent très largement avec près de 200ha soit 70% de la sole cultivée (hors prairies et jachères). Sur ces rotations, les conduites de type 0 représentent plus d'une centaine d'ha, le reste étant en conduite 1 pour 60ha et en conduite 2 pour 28ha. Sur les autres rotations (hors prairies et jachères), seule la conduite 0 est représentée.

Il s'agit ici de représenter la diversité des situations pour constituer une base de réflexion utile afin d'envisager de possibles évolutions des systèmes selon les types de sols, au regard de leur risque d'impact sur l'eau.

3. Paramétrage des pratiques associées aux **SdC types** pour aboutir à une évaluation des risques d'impact sur la qualité de l'eau

Pour évaluer les risques induits par les systèmes de culture ainsi décrits, nous avons décrit les pratiques associées aux SdC types, c'est à dire les actes techniques réalisés dans les parcelles selon le SdC type dont elles relèvent. Les risques associés à ces pratiques ont été évalués par les indicateurs issus de la méthode INDIGO. INDIGO est une application mise au point par l'INRA. Elle est utilisée par les services de la Chambre d'Agriculture de l'Yonne depuis une dizaine d'années. Elle permet, à l'échelle d'une parcelle, d'une exploitation ou d'un territoire, d'estimer les risques d'impacts environnementaux des pratiques agricoles grâce à différents indicateurs.

Nous avons utilisé INDIGO via une nouvelle application mise au point par l'INRA : CRITER. Dans cette application, les paramétrages d'INDIGO ont été adaptés à l'échelle pluriannuelle du système de culture. Cet outil permet en outre de calculer d'autres indicateurs qui pourront être utile à la réflexion autour d'un futur programme d'action (notamment l'Indice de Fréquence de Traitement).

Trois indicateurs ont été calculés dans cette étude :

- les indicateurs phytosanitaires **Iphy eaux souterraines** (évalue le risque pour les eaux souterraines par lessivage. Ce risque est dominant pour les sols filtrants, important pour les autres types de sol) et **Iphy eaux superficielles** (évalue le risque pour les eaux superficielles par ruissellement/érosion ou/et par dérive. Ce risque doit être considéré principalement pour les sols profonds et à horizon imperméable lorsque les ruissellements rejoignent la nappe captée). Ces indicateurs se présentent sous la forme d'un chiffre compris entre 1 et 10. 7 est la valeur de référence, 10 la situation la plus favorable. Au-dessous de la valeur 7, on considère qu'il y a un risque environnemental pour les eaux souterraines ou superficielles lié à l'existence d'une situation à risque.

- **les pertes d'azote PNO** (adaptation sous CRITER de INO3 d'INDIGO) expriment des risques de perte d'azote en kg/ha sous forme de nitrates. Ce calcul se base sur les caractéristiques du milieu et sur les pratiques agricoles à la parcelle.

Les différents SdC phytosanitaires et azote ont ainsi été caractérisés selon ces trois indicateurs puis les résultats ont été ramenés à l'échelle du territoire en les analysant selon leur importance en surface au regard des types de sol et de la vulnérabilité.

Nous représentons ci-dessous un exemple des résultats obtenus sur la valeur des Iphy eaux souterraines selon les SdC phytosanitaires (combinaison stratégie x conduite phytosanitaire) et selon les trois types de sol. Ces résultats permettent d'identifier les systèmes à risque sur les différents types de sols et de repérer, inversement, des systèmes permettant de préserver la qualité de l'eau.

STRATEGIE	CONDUITE	SOLS FILTRANTS		SOLS AVEC HORIZON IMPERMEABLE		SOLS PROFONDS	
		0 20 40 60 80 100	Surface (ha) 302	0 20 40 60 80 100	Surface (ha) 187	0 20 40 60 80 100	Surface (ha) 625
Colza / céréales avec labour	Conduite "0"		104		23		127
	Conduite "1"						
	Conduite "2"						
Colza / céréales sans labour	Conduite "0"		104		32		14
Colza / céréales / Tournesol / céréales sans labour	Conduite "0"		97		41		72
Colza / céréales / Pois / céréales avec labour	Conduite "0"		90		28		175
	Conduite "1"						
	Conduite "2"						
Colza / céréales / Pois / céréales sans labour	Conduite "0"		13		14		53
Colza / céréales / Pois ou Tournesol / céréales sans labour	Conduite "0"		0		29		74
Succession avec Maïs sans labour	Conduite "0"		302		0		25
Succession avec Maïs avec labour	Conduite "1"		23		8		19
Cultures fourragères / céréales	Conduite "1"		4		4		28
Prairies			24		8		38

Légende :

- Iphy eaux souterraines < 6
- Iphy eaux souterraines entre 6 et 7
- Iphy eaux souterraines entre 7 et 8
- Iphy eaux souterraines entre 8 et 10
- Iphy eaux souterraines égal à 10

Ce tableau montre que les systèmes de culture à risque dans ces bassins du point de vue des produits phytosanitaires sont principalement 1) les systèmes non fourragers et en particulier ceux à base de céréales et de colza des sols filtrants (27% de la SAU étudiée) quel que soit le mode de conduite phytosanitaire, et 2) les systèmes à base de céréales et de colza conduits sans labour dans les sols à horizon imperméable (17% de la SAU étudiée). Les risques sont en revanche plus faibles d'une part pour les systèmes à base de fourrages et de maïs et d'autre part pour les systèmes conduits dans les sols profonds (56% de la SAU étudiée) dès lors que les conduites sont différentes de la conduite "0".

Perspectives et conclusion

Cette méthodologie de construction du DTPA nous a permis de caractériser une diversité des systèmes de culture vue sous l'angle phytosanitaire et vue sous l'angle de la fertilisation azotée (résultats non présentés dans ce résumé). Elle confirme que le risque phytosanitaire et nitrate est très dépendant de l'interaction entre système de culture et milieu et permet de mieux l'évaluer.

Ces interdépendances suggèrent plusieurs pistes d'action. Pour reprendre l'exemple développé ci-dessus des risques liés à l'application de produits sanitaires, plusieurs pistes d'amélioration semblent à examiner en priorité : 1) engager une réflexion sur les cultures et les systèmes de culture dans les sols filtrants pour favoriser de nouvelles conduites phytosanitaires à risque faible, ou pour favoriser des systèmes à base de productions fourragères par exemple, 2) engager une réflexion sur les conduites des cultures dans les sols à horizon imperméable pour éviter le non labour permanent et/ou les conduites phytosanitaires de type "0", 3) dans les sols profonds, encourager le développement des conduites de type 1 ou 2.

De la même façon, le travail sur les systèmes de culture à risque du point de vue des nitrates (résultats non illustrés dans ce résumé) nous a permis de dégager différentes pistes d'actions, autour de l'allongement des rotations colza-céréales dans une partie des sols et l'adoption d'une conduite de l'azote plus économe en engrais. On s'intéressera également au recours à des conduites finement raisonnées et à l'introduction de cultures pièges à nitrate dans des points clés de chacune des rotations.

L'ensemble des conclusions du diagnostic de territoire servira donc de base à la réflexion sur les pistes d'actions à proposer tenant compte des contraintes du milieu et des possibilités des exploitants agricoles.

L'intégration d'une analyse des systèmes de culture permet donc de donner une profondeur temporelle qui manque souvent au diagnostic territorial. La démarche permet de pointer et développer des systèmes existants présentant un faible risque ainsi que d'inventer et introduire de nouveaux systèmes de culture plus performants.

Références bibliographiques

Butault J.P., Dedryver C.A., Gary C., Guichard L., Jacquet F., Meynard J.M., Nicot P., Pitrat M., Reau R., Sauphanor B., Savini I., Volay T., 2010. Ecophyto R&D. Quelles voies pour réduire l'usage des pesticides ? (90 p.)

Vers la conception d'actions vis-à-vis des pollutions diffuses (pesticides, nitrates) sur les BAC du calcaire de Champigny de la fosse de Melun et de la basse vallée de l'Yerres en s'appuyant sur des modélisations couplées

Présenté par : Sandra Bellier

Courriel : sandra.bellier@mines-paristech.fr

Conception de mesures de prévention de la pollution diffuse sur le bassin d'alimentation en eau des captages au calcaire de Champigny dans la fosse de Melun et de la basse vallée de l'Yerres (2010-2012) : S.Bellier¹, P.Viennot¹, E.Ledoux¹, C.Schott²

1- MINES ParisTech, Unité SHR, Centre Géosciences, Fontainebleau

2- INRA, Unité ASTER, Mirecourt

Mots clefs : nappe des calcaires de Champigny, bassin d'alimentation des captages, modélisation hydrogéologique, modélisation agronomique, pollutions diffuses, reconstitution du passé et de l'actuel, scénarii de pratiques agricoles, estimer l'évolution future

Résumé

Située au sud-est de Paris, la nappe des calcaires de Champigny est une ressource primordiale puisque 91% de l'eau prélevée est destinée à l'alimentation en eau potable des franciliens. Etant dans l'ensemble protégée par des formations semi-perméables, la nappe est très vulnérable dans les zones de pertes en rivières, au niveau des gouffres et des zones karstiques. Dans ce cadre, la reconstitution de la pollution diffuse du passé à l'actuel puis l'estimation de son évolution future selon des scénarii prédéfinis sont des outils essentiels pour permettre d'adapter la gestion et la protection de la nappe. Le couplage d'un modèle hydrologique-hydrogéologique à un modèle agronomique simulant la production des pollutions diffuses sera mis en œuvre.

Contexte et objectifs

La nappe des calcaires de Champigny alimente en eau potable plus d'un million de franciliens. Les captages exploités se concentrent principalement dans la fosse de Melun et dans la basse vallée de l'Yerres. Certains ont été identifiés comme stratégiques et donc prioritaires dans le cadre du Grenelle de l'environnement ou par le Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE) Seine Normandie. La nappe des calcaires de Champigny fait partie de la masse d'eau souterraine 3103 dont le bon état écologique imposé, par la Directive Cadre Européen sur l'Eau (DCE) doit être atteint en 2027 selon l'objectif dérogatoire actuel. Une phase d'étude préliminaire réalisée par AQUI'brie [1] a permis de délimiter les bassins d'alimentation des captages (BAC) situés dans la fosse de Melun et dans la basse vallée de l'Yerres et de cartographier la vulnérabilité intrinsèque de la nappe. Les BAC des champs captants situés dans la fosse de Melun et de la basse vallée de l'Yerres se confondent. Ils s'étendent sur plus de 2000 km², englobant notamment les bassins de l'Yerres et de l'Ancœur. Les BAC se situent en partie dans la Brie Française et Centrale où plus de 50% des terres sont exploitées par une agriculture intensive.

La nappe est fortement sollicitée pour les besoins en eau de la population seine-et-marnaise et francilienne. Des mesures de restriction des prélèvements ont été imposées depuis 2005 à cause d'une recharge insuffisante de la nappe. La recharge de la nappe des calcaires de Champigny s'effectue à ses affleurements à l'Est dans la région de Provins, par drainance à travers les formations de l'Oligocène, par des pertes en rivière et par des gouffres situés dans des rivières ou sur des plateaux. Au nord de l'Yerres et dans la vallée du Châtelet, la présence de karst a pu être mise en évidence. Ainsi une contamination de la nappe via des eaux superficielles semble très fortement probable.

Au niveau des pollutions diffuses d'origine agricole, la fosse de Melun reste à ce jour relativement peu contaminée grâce à un recouvrement important. En effet, les teneurs moyennes en nitrates mesurées actuellement sont de 25mg/l sur le secteur et cela en comparaison des 50mg/l mesuré vers Provins, où l'épaisseur du recouvrement marneux est faible voire inexistant (zones d'affleurement).

Les contaminants phytosanitaires, les plus fréquemment mis en évidence dans la formation aquifère sont les triazines et certains de leurs sous-produits (à des concentrations dépassant encore 0,1 µg/l), mais ces substances ne se prêtent plus à des actions de prévention auprès des utilisateurs puisqu'elles sont interdites depuis 2003. Des éléments bibliographiques font cependant état, dans certains captages, de la présence de diuron, de bentazone, de glyphosate et d'AMPA (AQUI'Brie, 2008).

Dans ce contexte, l'Agence de l'Eau Seine-Normandie et les trois producteurs d'eaux concernés (Eau Sud Parisien, le Syndicat des eaux d'Île-de-France et Veolia Eau Île-de-France) financent une thèse dont l'objectif est de réaliser un outil opérationnel simulant la production et le transport des pollutions diffuses (nitrates, pesticides) pour reconstituer l'évolution passée et actuelle de la pollution diffuse au sein des formations aquifères de la zone étudiée et en particulier sur les secteurs contribuant à l'alimentation des captages. La durée des chroniques de simulation (les trente dernières années) permet de caler les paramètres du modèle et d'obtenir un état initial actuel de la pollution pour des scénarios futurs.

A partir de ce modèle calé sur le temps présent, l'étude de divers scénarii de pratiques agricoles et de comportements urbains (désherbage sans produits phytosanitaires, amélioration de l'assainissement collectif ou industriel) sur les secteurs contribuant à l'alimentation des captages permettra d'en estimer les bénéfices. Il servira alors d'outil de dialogue entre les différents acteurs du projet et d'aboutir à la réalisation d'actions de prévention.

Cet outil sera le résultat du couplage d'un modèle agronomique (STICS) qui génère les flux de polluants d'origine agricole (nitrates, pesticides) dans les sols cultivés à un modèle hydrogéologique (MODCOU).

En parallèle de ce travail, une étude financée par les trois producteurs d'eaux et réalisé par SAFEGE et SOGREAH doit permettre de faire un état des lieux sur les BAC, de quantifier territorialement les pressions d'origines anthropiques (industries, agriculture, assainissement) exercées sur la nappe et l'ensemble des milieux aquatiques superficiels. Dans un deuxième temps, des propositions de programmes d'actions seront soumis à la concertation locale. Ces deux travaux doivent permettre aux producteurs d'eaux de proposer et de mettre en place des actions vis à vis des pollutions diffuses sur les BAC d'ici 2012 pour répondre aux exigences qu'impliquent les forages classés comme prioritaires par le Grenelle mais aussi pour atteindre à plus long terme l'objectif fixé par la DCE.

Méthodologies mises en place et applications envisageables

Le modèle hydrogéologique est le vecteur hydraulique de la dissémination des pollutions diffuses mais il est aussi un outil de compréhension et de gestion pour la ressource.

Le modèle hydrogéologique utilisé est MODCOU [2] développé à MINES Paristech. Il permet de simuler de façon couplée les écoulements de surface et en nappes. Ce modèle utilise la méthode des différences finies pour résoudre les équations régissant les écoulements souterrains en milieu poreux. Le bilan hydrique en surface est réalisé grâce à une modélisation paramétrique. Le modèle est calé sur les dix-sept dernières années de manière à reproduire les chroniques piézométriques et les débits aux stations hydrométriques. Cependant il sera exploité sur les quarante dernières années pour permettre de reproduire par la suite la migration des nitrates à travers la zone non saturée.

L'extension de la zone modélisée n'est pas limitée aux extensions des BAC de la basse vallée de l'Yerres et de la fosse de Melun mais est délimitée à partir des limites hydrographiques et géologiques régionales. Ainsi le modèle développé couvre une zone comprise entre le Grand Morin au nord, la limite des affleurements tertiaires à l'est, la Seine et la Marne à l'ouest. Il intègre les formations géologiques du Tertiaire allant des calcaires de Brie aux formations du Lutétien-Yprésien.

Le modèle permet de reproduire les spécificités du secteur modélisé c'est-à-dire les pertes en rivières, les secteurs agricoles fortement drainés et les gouffres.

La localisation et la quantification des pertes en rivières permettent de cibler plus particulièrement les zones d'entrées de contaminants dans la nappe par les eaux superficielles.

STICS (Simulateur multi-disciplinaire pour les Cultures Standard) développé par l'INRA (Unité Agroclim, Avignon) est un modèle de simulation du cycle agronomique des cultures ainsi que de leur bilan hydrique, azoté et carboné. Il permet de simuler au pas de temps journalier, le comportement du système d'échange sol-plante au cours de plusieurs années successives d'exploitation. STICS calcule au pas de temps journalier les flux d'azote à la base du système sous racinaire. Sa mise en œuvre sur notre zone d'étude requiert des données climatiques au pas de temps journalier issues du système SAFRAN de Météo-France, des données typologiques sur les sols provenant de la base de données géographique des sols au millionième de l'INRA (Unité Infosol, Orléans), des données agricoles regroupées dans une base de

données en cours de réalisation par l'INRA de Mirecourt avec les successions de cultures dans le temps à l'échelle communale et leurs paramètres agronomiques associés et des données sur les itinéraires techniques utilisés sur la zone modélisée.

En croisant ces données, on détermine 1479 zones homogènes, appelées « unités de simulations » sur lesquelles un bilan carbonaté, hydrique et azoté sera calculé. Ensuite grâce au couplage de MODCOU et de STICS, la quantité d'azote sous racinaire peut être ensuite lessivée, être entraînée vers le réseau hydrographique ou dans les eaux d'infiltration alimentant les nappes.

Ainsi, la quantification des concentrations en nitrates dans l'ensemble des formations aquifères modélisées et son évolution sur une période donnée sera possible.

Cette même méthode a déjà été appliquée sur la Seine [3 et 4] et sur la Basse-Normandie.

Après avoir reproduit la dynamique d'évolution de pollution depuis près de 30 ans et l'état actuel du milieu, différents scénarii de pratiques agricoles et leur influence sur l'évolution de la pollution sur plusieurs décennies pourront être testés. La mise en place de conseil en fertilisation auprès des agriculteurs pour réduire les intrants dans l'écosystème, l'implantation de bandes enherbées, la mise en place de Cultures Intermédiaires Pièges A Nitrates (CIPAN) dans les rotations culturales ou la substitution de cultures sont des choix possibles de scénarii. On pourra ainsi estimer les plus pertinents pour réduire les concentrations en nitrates dans les aquifères. L'amélioration de l'assainissement collectif, privé et industriel serait aussi à envisager comme scénario car le modèle prend en compte aussi la contamination azotée provenant des activités anthropiques.

Concernant les pesticides, les molécules les plus fréquemment retrouvées dans les eaux souterraines et superficielles de la zone d'étude sont les herbicides et leurs métabolites que ce soit en terme de fréquence ou de concentration. Dans un premier temps on se limitera à la reconstitution de l'historique de la contamination par les triazines et en particulier de l'atrazine dans les formations aquifères, cette molécule ayant été mesurée depuis une dizaine d'année dans les ouvrages des champs captants. Cela permettra de tester ou de mettre en œuvre certains outils aujourd'hui disponibles ou en cours d'élaboration qui simulent les processus de percolation des pesticides dans les sols. On s'appuiera en outre sur des outils en cours de développement dans le programme Piren-Seine (plate forme de modélisation Eau'Dysseé et de STICS-Phytodel) ainsi que sur les travaux de la thèse de W. Queyrel sur le transfert de pesticides dans le système sol-nappe-rivière qui élaborera un module simulant le transfert des pesticides dans STICS. Une modélisation opérationnelle de l'impact des pratiques agricoles à cette échelle, portant à la fois sur les nitrates et les pesticides, n'a jamais été encore mise en œuvre. Les premiers résultats vis-à-vis des pollutions diffuses sont attendus en 2012.

Références bibliographiques

[1]Reynaud A. (2008). Détermination du bassin d'alimentation des captages de la fosse de Melun et cartographie de leur vulnérabilité vis-à-vis des pollutions diffuses d'après les recommandations du guide méthodologique du BRGM (RP-55874-FR), rapport AQUI'Brie, 88p.

[2]Ledoux. E. (1980), Modélisation intégrée des écoulements de surface et des écoulements souterrains sur un bassin hydrologique. Ph.D. thesis, Ecole des Mines de Paris

[3]Ledoux E. ; Gomez E. ; Monget J.M. ; Viavattene C.; Viennot P. ; Ducharne A. ; Benoit M. ; Mignolet C. (2007). Agriculture and groundwater nitrate contamination in the Seine basin. The STICS-MODCOU modelling chain. *Science of the Total Environment*, 375/1-3 : 33-47pp.

[4]Viennot P., Ledoux E., Monget J.-M., Schott C., Garnier C., Beaudoin N., 2009. La pollution du bassin de la Seine par les nitrates. Plaquette du programme PIR

NITRASCOPE™, UN OUTIL DE GESTION DES POLLUTIONS DES EAUX SOUTERRAINES PAR LES NITRATES

Responsable du projet : Julie PAILLE

Courriel : julie.paille@suez-env.com

NITRASCOPE™, un outil de gestion des pollutions des eaux souterraines par les nitrates : J.PAILLE*, B. LEMAIRE*, E. OPPENEAU**, J.P. RIZZA***

*CIRSEE, Suez Environnement ; ** Lyonnaise des Eaux ; ***Safege

CIRSEE, Suez Environnement : 11 rue du Président Wilson, 78230 Le Pecq

Lyonnaise des Eaux : Tour CB21 - 16 Place de l'Iris, 92040 PARIS LA DEFENSE

Safege : Parc de l'île, 92022 Nanterre Cedex

Mots clefs : pollution diffuse, nitrates, captages eau potable, protection préventive des ressources en eau

Résumé

La protection des ressources en eau potable est une préoccupation ancienne qui fait aujourd'hui l'objet de nombreuses actualités techniques et économiques, appuyées par une réglementation de plus en plus exigeante.

SUEZ ENVIRONNEMENT a souhaité promouvoir une politique concrète en matière de protection des ressources en eau en développant un outil d'aide à la décision permettant de proposer des solutions pour lutter contre les pollutions diffuses.

Cet outil, appelé NITRASCOPE™ a été développé par le CIRSEE, Centre International de Recherche sur l'Eau et l'Environnement de SUEZ ENVIRONNEMENT.

L'application permet de tester l'efficacité de différents scénarii de modifications d'occupation des sols et/ou de réduction de la pression azotée sur le bassin d'alimentation du captage, dans le but de réduire les concentrations en nitrates aux captages. Ce résultat a pu être obtenu grâce à un travail commun de collaborateurs aux compétences techniques variées : hydrogéologie, agronomie, pédologie et informatique.

Contexte et objectifs

Réduire les pollutions diffuses, le plus en amont possible, avant qu'elles ne s'infiltrerent vers les nappes ou ne ruissellent vers les rivières est essentiel pour préserver durablement la qualité de vos ressources en eau. Ces objectifs sont maintenant cadrés par une réglementation de plus en plus exigeante, qui incite aux actions préventives en matière de gestion des ressources eau, tant sur le plan quantitatif que qualitatif.

En France, la protection des captages est un véritable enjeu avec l'identification par le Grenelle de l'Environnement de sites menacés par les pollutions diffuses et la mise en place d'ici 2012 de plans d'actions pour les protéger.

Pourtant, les Maîtres d'Ouvrages (MO) semblent encore peu disposés à participer à la gestion de bassin versant. Ceci peut s'expliquer par la difficulté de s'impliquer dans un domaine faisant intervenir de nombreux interlocuteurs externes (agriculteurs, industriels, administration), et qui ont des intérêts divergents. La seconde raison est due au manque de visibilité à long terme, car les Maîtres d'Ouvrage ne distinguent pas nécessairement les avantages qui pourront être tirés de telles actions.

Il semble que la réponse à cette situation peut être apportée par la mise en place d'approches techniques innovantes.

SUEZ ENVIRONNEMENT a souhaité promouvoir une politique concrète en matière de protection des ressources en eau en développant un outil d'aide à la décision permettant de proposer des solutions pour lutter contre les pollutions diffuses.

Principaux résultats obtenus et applications envisageables

Cet outil, pédagogique et convivial nommé NITRASCOPE™ a été développé dans le cadre d'un programme de recherche de SUEZ ENVIRONNEMENT.

NITRASCOPE™ est un modèle simplifié permettant de tester l'efficacité de différents scénarios de mesures préventives à mettre en place sur un bassin versant dans le but de **réduire les concentrations en nitrates aux captages d'eau potable**.

La première étape consiste donc à spatialiser le bassin versant étudié, ainsi que toutes les couches d'informations destinées à modéliser le système (différents types de sols, occupations de sol, zone non saturée et zone saturée...). Ces différentes couches sont renseignées à partir d'une base de données pré-établie (types de cultures, apports en nitrates...).

Le résultat principal de la simulation est une **courbe d'évolution des teneurs en nitrates** au droit des captages en fonction du temps. L'outil calcule un signal nitrates historique puis prospectif.

L'historique sert au calage du modèle, le prospectif permet de déterminer l'évolution future des concentrations en nitrates, en testant différents scénarios de modification de l'occupation des sols ou de réduction de la pression azotée.

Enfin, **les restitutions cartographiques** permettent d'identifier **les zones d'actions prioritaires** sur le bassin versant, sur lesquelles une démarche ciblée aurait un impact significatif sur la qualité des eaux.

Ces restitutions peuvent contribuer à définir le niveau d'efforts à réaliser pour inverser les tendances et observer le temps de réponse au niveau des captages.

En France, NITRASCOPE™ a déjà été appliqué sur plusieurs sites de captages d'eau potable dont la délégation de service public est assurée par Lyonnaise des Eaux:

- Captages de Montet et Chambon (AEP pour Communauté d'Agglomération de Châteauroux)
- Captages de Houille et Moulle (AEP pour la Communauté Urbaine de Dunkerque)
- Captage de St Clair / Epte (AEP de 5 communes en région parisienne)
- Captages de la plaine du Saulce (AEP de la ville d'Auxerre)

Ces sites, dont la particularité commune est la forte teneur en nitrates mesurée au niveau des captages, présentent néanmoins des caractéristiques hydrodynamiques différentes, ce qui a permis de confronter l'outil à conditions de traitement variées.

Perspectives et conclusion

L'outil NITRASCOPE™ est propriété de SUEZ ENVIRONNEMENT. Chaque nouveau projet est conceptualisé par des experts hydrogéologues du groupe (construction, calage, simulations), avant d'être déployé et utilisé localement comme aide à la décision et support de communication (présentation visuelle et pédagogique sous forme de graphiques et de cartes).

Utilisé dans le cadre de politiques préventives mises en place sur des sites prioritaires ou vulnérables, l'outil peut contribuer à définir, en concertation avec les acteurs locaux, des programmes d'actions pour une restauration de la qualité des eaux de captages.

Ainsi, SUEZ ENVIRONNEMENT est en mesure de proposer une **offre complète et structurée** permettant :

- D'établir un état des lieux de la qualité des ressources
- D'accompagner la collectivité dans sa démarche de protection durable des ressources en eau.
- De définir, en concertation avec les différents intervenants locaux, un plan d'action de lutte contre les pollutions diffuses
- De tester l'efficacité des mesures du programme d'actions à l'aide de l'outil NITRASCOPE™

Références bibliographiques

Algret A., 1993 : Enquête sur les pratiques agricoles dans les périmètres de captage de Châteauroux, Rapport de stage, Faculté de Pharmacie de Limoges, 41 p.

Belpaume P., Ruaudel T. et Boirat J.M., 1998 : Ville de Châteauroux (36) – Carte de vulnérabilité de la nappe souterraine du bassin versant hydrogéologique en amont des captages du Montet et Chambon, Rapport définitif, ANTEA A12286/A, 13 p.

Boirat J.M., 1998 : Ville de Châteauroux (Indre) – Analyse de la morphologie exokarstique de bassin versant hydrogéologique en amont des captages du Montet et Chambon, Rapport définitif, ANTEA A11821/A, 10 p.

Boirat J.M., 1995a : Amélioration de la qualité de l'eau potable : étude de faisabilité d'un mélange d'eaux des captages du Montet et Chambon et de la nappe du Dogger, ANTEA A04812, 19 p.

Boirat J.M., 1995b : Amélioration de la qualité de l'eau potable : étude complémentaire de l'aquifère des captages du Montet et Chambon, ANTEA A04537, 111 p.

Boirat J.M., 1995c : Origine et vulnérabilité de la ressource en eau qui alimente les captages du Montet et de Chambon, Note de synthèse relative aux investigations réalisées sur l'aquifère du Montet et de Chambon entre juillet et novembre 1995, ANTEA A05001, 8 p.

- CHAMBRE D'AGRICULTURE DE L'INDRE, 2004 : Année culturale 2003-2004 – Suivi agronomique des pratiques de fertilisation azotée sur le bassin versant d'alimentation des captages du Montet-Chambon, 37 p.
- Cloarec Y. et Pillet A., 2006 : Etudes Parcelles spécifiques préalables à l'instauration des Périmètres de Protection – Captages du Montet et de Chambon – Commune de Déols (Indre), Rapport CALLIGEE N05-36004, 84 p.
- Codarini S., 1994 : La protection des captages d'eau potable de la ville de Châteauroux, Mémoire de stage, Institut National Agronomique Paris-Grignon, 45 p.
- G. PIERSON, 1992 : Département de l'Indre – ville de Châteauroux – Etude relative aux captages du Montet et Chambon, Bureau d'Etudes Géologiques G. PIERSON, 14 p.
- Lallemand-Barrès A. et Roux J.C., 1999 : Périmètres de protection des captages d'eau souterraine destinée à la consommation humaine – guide méthodologique et réglementaire, Manuel & Méthodes n°33, éd. BRGM, 334 p.
- Layer B. et Le Gall A., 2008 : Année culturale 2006-2007 – Suivi agronomique des pratiques de fertilisation azotée sur le bassin versant d'alimentation des captages du Montet-Chambon, Chambre d'Agriculture de l'Indre, 44 p.
- Moulin J., 1996 : Etude pédologique des vallées du ruisseau de la Malterie et de la partie aval du ruisseau de Beaumont (Communes de Déols et Montierchaume), Chambre d'Agriculture de l'Indre, 9 p.
- SAFEGE, 1993 : Captage du Montet et de Chambon, affaire F005/077, 15 p.
- SETHYGE, 1998 : Etude environnementale sur le secteur des captages de la ville de Châteauroux – captages : Montet et Chambon, Société d'Etudes Hydrogéologiques et Géologiques, 30 p.
- Vernoux J.F., Wuilleumier A. et Dörfliger N., 2008 : Délimitation des bassins d'alimentation des captages et de leur vulnérabilité vis-à-vis des pollutions diffuses, Application du guide méthodologique sur des bassins test, BRGM RP-55875-FR, 172 p.
- Vernoux J.F., Wuilleumier A. et Dörfliger N., 2007a : Délimitation des bassins d'alimentation des captages et de leur vulnérabilité vis-à-vis des pollutions diffuses, Guide méthodologique, BRGM RP-55874-FR, 70 p.
- Vernoux J.F. et al., 2007b : Méthodologie de délimitation des bassins d'alimentation des captages et de leur vulnérabilité vis-à-vis des pollutions diffuses, Rapport intermédiaire : synthèse bibliographique et analyse des études réalisées sur le bassin Seine-Normandie, BRGM RP-55332-FR, 284 p.

Elaboration et mise en œuvre d'une grille pédagogique d'évaluation et de conseil vis-à-vis des risques de transfert des produits phytosanitaires vers les eaux de surface

Présenté par : Lancelot Leroy

Courriel : lleroy@terrena.fr

Grille d'évaluation des risques de transfert des produits phytosanitaires désherbants vers les eaux de surface lors des applications au printemps : réalisation et mise en œuvre par les conseillers cultures

Etude du bassin versant de l'Oudon (2009-2013) Lancelot Leroy-Christian Nicolas¹, Philippe Garde², Anne Monique Bodilis³

Un travail réalisé par Terrena, Arvalis et Syngenta.

Mots clefs : préconisation, désherbage, qualité des eaux

Résumé

La présence de produits phytosanitaires dans les eaux nous interpelle tous (gestionnaires de l'eau, citoyens, conseillers, agriculteurs) et nous oblige à trouver des solutions pour la limiter. Terrena, Arvalis et Syngenta se sont appuyés sur les connaissances récentes pour donner les moyens aux techniciens de réaliser leur conseil de désherbage de printemps en limitant les risques de transfert dans les eaux par ruissellement.

En effet, le moment du conseil est un moment propice pour prendre en compte les risques de transferts dans les eaux. Afin de permettre aux techniciens de réaliser une préconisation en prenant en compte ce risque, nous avons réalisé une grille de diagnostic des parcelles à risque et des solutions à proposer pour limiter ces risques (aménagement, travail du sol, changement de périodes de désherbage, changement de type de molécules).

Cette démarche accompagnée d'une sensibilisation des techniciens à cette problématique par une formation sur le site équipé de La Jaillière s'est avérée concluante, tant sur la mise en œuvre que l'adhésion des techniciens et agriculteurs à la démarche.

Contexte et objectifs

Les pollutions diffuses sont la conséquence de phénomènes complexes qui ont lieu après l'application d'une molécule.

Depuis plusieurs années, des recherches ont permis d'identifier les facteurs importants qui influencent les fuites de ces molécules phytosanitaires dans les eaux profondes ou de surface.

Les modèles mathématiques développés, s'ils expliquent bien les comportements, restent complexes pour une mise en œuvre à grande échelle.

Dans le cadre de l'Agriculture Ecologiquement Intensive, limiter la fuite de ces molécules est une priorité, d'autant plus que les contraintes réglementaires obligent à retrouver une bonne qualité des eaux à horizon 2015. Les herbicides sont souvent cités et retrouvés dans les eaux.

C'est dans ce contexte que Terrena, Arvalis Institut du végétal et Syngenta se sont retrouvés afin de travailler à la mise en place d'un moyen simple à mettre en œuvre au moment où la préconisation de désherbage se réalise par le technicien qui suit l'agriculteur.

Nous avons donc établi une grille utilisable par les techniciens lors de la préconisation de désherbage chez l'agriculteur.

Principaux résultats obtenus et applications envisageables

1- réalisation d'une grille de conseil

Pour cela, nous sommes revenus sur les grandes variables qui expliquaient ces risques, avec comme modèle le dispositif expérimental d'Arvalis à La Jaillière, la méthode d'Aquaplaine® et des recommandations du CORPEN.

Ce travail a débouché sur une grille d'évaluation du risque de transfert vers les eaux superficielles (principale source de pollution des eaux dans les limons de l'ouest) des produits phytosanitaires appliqués au printemps dans le contexte pédologique de l'Oudon (Limon sur schiste pour l'essentiel).

Cette grille prend en compte 5 questions à la suite qui déterminent les niveaux de risque :

- la distance à un point d'eau
- la présence d'une zone végétalisée entre la parcelle et le cours d'eau
- la pente de la parcelle
- le risque de battance/compactage
- la réserve utile de la parcelle

2- Identification des solutions à apporter

A l'issue des 5 questions, 4 classes de risque avaient été définies.

Afin de rendre cette grille opérationnelle pour un technicien de terrain, nous avons également identifié les solutions à apporter à chaque cas :

- mettre en place un aménagement
- améliorer les pratiques culturales
- raisonner la période d'application
- adapter le traitement (changement de molécule)
- les méthodes alternatives

3- Faire adhérer les techniciens à la démarche

Il était important de faire adhérer nos techniciens au projet. Pour cela, nous avons choisi une zone d'un bassin versant prioritaire et construit une formation pour leur faire prendre conscience de l'état des cours d'eau, des contraintes réglementaires et des moyens qu'ils pouvaient utiliser.

La Commission Locale de l'Eau, Arvalis, Syngenta et le service agronomie de Terrena sont intervenus. La formation s'est déroulée début décembre sur le site expérimental de La Jaillière, ce qui a permis aux techniciens de visualiser les flux d'eau. En fin de formation, des cas types sont venus mettre en application les apports théoriques de la journée.

4- Mise en œuvre par les techniciens

Quatre techniciens étaient chargés de mettre en œuvre cette grille, puis nous avons réalisé un bilan. Il s'est avéré satisfaisant, tant dans la mise en œuvre facile que dans l'acceptation par les agriculteurs. Ce retour nous a permis de mieux formaliser la grille avec un accès plus direct aux préconisations et une meilleure prise en compte des flores complexes.

A la fin de l'action, nous avons fait évoluer la grille pour la rendre encore plus opérationnelle. Nous y avons en particulier intégré les solutions à apporter afin que la technicien visualise directement le conseil suite au diagnostic de la situation. Nous avons également développé un outil informatique pour rendre l'analyse plus rapide et pour tracer le conseil.

Perspectives et conclusion

Il serait intéressant de confronter les résultats de cette grille à des démarches déjà entreprises sur des bassins versants afin d'en mesurer la pertinence et de pouvoir imaginer les effets d'une utilisation à grande échelle. D'autres outils comme Footprint pourraient être utilisés a posteriori afin de vérifier les conseils d'une telle grille.

Les risques de transferts dans les eaux ne se limitant pas aux applications de printemps avec risque de ruissellement hypodermique, nous allons constituer différentes grilles en prenant en compte les paramètres du milieu qui sont les plus représentatifs des facteurs de risque de transfert. Il faut néanmoins que nous restions vigilants sur la cohérence dans l'utilisation des grilles et leur simplicité si l'on souhaite que les techniciens puissent l'utiliser au quotidien.

Pour le transfert vers d'autres techniciens de l'entreprise, la même méthode qui consiste à faire prendre conscience, à s'approprier la grille avant de la mettre en œuvre dans les conseils, sera mise en œuvre.

Références bibliographiques

Benoit P, Barriuso E., Vidon P., Réal B. 2000. Isoproturon movement and dissipation in undisturbed soil cores from a grassed buffer strip. *Agronomie*, 20, 297-307.

Benoit P, Souiller C, Madrigal I, Pot V, Réal B, Coquet Y, Margoum C, Laillet B, Dutertre A, Gril JJ, Barriuso E. 2003. Fonctions environnementales des dispositifs enherbés en vue de la gestion et de la maîtrise des impacts d'origine agricole : cas des pesticides. *Etude et Gestion des Sols*, Vol10, 4, 215-228.

Benoit P., Barriuso E., Vidon P., Réal B. 1999. Isoproturon sorption and degradation in a soil from grassed buffer strip. *Journal of Environmental Quality*, 28, 121-129.

Benoit P., Madrigal I., Barriuso E., Etievant V., Dutertre A., Moquet M., Réal B. 2000. Rétention et dégradation de l'isoproturon dans des sols de bandes enherbées : premiers résultats sur les effets

du type de sol, de l'âge et du mode d'entretien des dispositifs. 6^{èmes} Journées de l'Etude des Sols, Nancy, 25-28 Avril 2000.

- Benoit P., Souiller C., Réal, B., 2002. Fonctions environnementales des zones tampon en vue de la gestion et de la maîtrise des impacts d'origine agricole : application aux micro-polluants organiques. Forum Qualité des Sols, Ministère de l'Environnement - AFES, 15-16 Mai 2002.
- Germe C, 2009 Synthèse des transferts de produits phytosanitaires par drainage, ruissellement et infiltration, La Jaillière (1993-2006), Le Magneraud (2002-2006) – Mémoire de fin d'étude ENSAT, 108p.
- Jouzel C. _2006 Les transferts de produits phytosanitaires par les eaux drainage et de ruissellement – La Jaillière 1993-2004, Mémoire de fin d'étude ESA, 88 p.
- Qualité des eaux : 10 ans d'expérimentation : nitrate et phytosanitaires dans les eaux de drainage et de ruissellement. 1999. Dutertre A., Gillet J.P., Laurent F., Massé J., Réal B., Carrouée B., Aveline A., Gril J.J., Arlot M.P., Chaumont C., Moguedet G., Decau M.L., Gaillardon P., Trébaul A. Compte rendu. Réalisation ITCF STP, Cemagref Antony, INRA CAEN. Les Presses du Val de Loire. 28P.

Un Outil de diagnostic et de gestion dans le cadre des études de Bassin d’Alimentation de Captage : la modélisation des flux de nitrate lixivié sous les parcelles agricoles

Présenté par : Simon JUCHAUT
Courriel : servicetechnique@sevreetbelle.fr

Un outil de diagnostic et de gestion dans le cadre des études de Bassin d’Alimentation de Captage : La modélisation des flux de nitrate lixivié sous les parcelles agricoles, Simon JUCHAULT¹, François THOMAS², Frédéric BOULBES³, Thibaut CONSTANT⁴, Antoine POUPART⁴

¹Coopérative SEVRE ET BELLE, Celles-sur-Belle ; ²Coopérative COREA, Civray ; ³Coopérative CAPFAYE, Faye-sur-Ardin ; ⁴Direction Agriculture Durable et Développement, Union InVivo, Paris

Mots clefs : Eau, Agriculture, Bassin d’Alimentation de Captage, Nitrate, Modélisation

Résumé

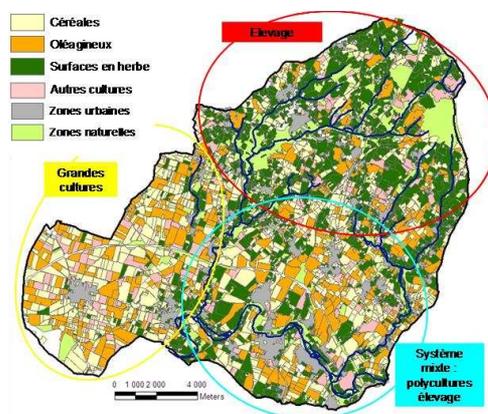
Les diminutions de pression azotée n’étant pas linéairement corrélées aux diminutions des concentrations en nitrate des lames d’eau drainante, la méthode proposée dans le cadre des Diagnostics Territoriaux des Pressions Agricoles des Bassins d’Alimentation de Captage (BAC) à enjeu Nitrate est ici basée sur un indicateur de résultat : la modélisation parcellaire des flux de nitrate lixivié. Cette méthode a été déployée par InVivo en partenariat avec les coopératives Sèvre et Belle, Corea et CapFaye lors de l’étude du BAC du Centre Ouest (79). Elle s’appuie sur l’outil d’aide à la décision Epiclès qui intègre des modèles validés de bilan d’azote prévisionnel, de calcul de pluie drainante et de lessivage d’azote. Cette méthode permet de hiérarchiser objectivement les pratiques des agriculteurs selon leur incidence environnementale, de tester à priori l’efficacité de différents scénarios d’action et de proposer un objectif de résultat : une diminution du Reliquat azoté Entrée Drainage permettant de satisfaire l’objectif de qualité de l’eau de 40mg/l de nitrate fixé conjointement par le Syndicat des Eaux et les partenaires.

Contexte et objectifs

Contexte - Le champ captant de Saint Maxire – Echiré situé à 5 km au nord de Niort est composé de 12 forages : 10 forages captent dans la nappe supra-toarcienne et 2 forages exploitent la nappe infra-toarcienne. Le Syndicat des Eaux du Centre Ouest produit ainsi 2.2 millions de m³ d’eau par an et alimente 12 collectivités en eau potable (soit 38 000 habitants). Les forages du champ captant ont des concentrations en nitrate très différentes et variables au cours du temps selon la concentration en nitrate de la Sèvre Niortaise, les mélanges d’eau entre les deux aquifères dus aux régimes d’exploitation des forages, les débits de pompage etc. Toutefois, on note une dégradation lente et progressive jusqu’en 2001 de la qualité des eaux du champ captant concernant le paramètre nitrate avec des teneurs régulièrement supérieures à la limite de potabilité de 50mg/l atteignant 70 mg/l pour certains ouvrages. Depuis 2001 on note une tendance à la diminution des concentrations en nitrates au niveau des captages. La surface du BAC (Bassin d’Alimentation des Captages) représente une surface de 24 190 ha.

Avec 292 exploitations agricoles et 16 197ha de terres agricoles, l’agriculture occupe près de 70% de la surface du BAC : les exploitants dont les pratiques conditionnent en partie la qualité de l’eau tant superficielle que souterraine, figurent donc au premier rang des acteurs du BAC. Le développement économique de la zone d’étude repose essentiellement sur une zone de grandes cultures au sud ouest, une zone d’élevage au nord, et une zone mixte polyculture élevage au sud est du BAC. La répartition des cultures est la suivante (en % de la SAU totale) : blé tendre : 35%, colza : 10%, maïs : 13%, tournesol : 13%, orge d’hiver : 5%, prairies : 20%, autres : 4%.

Objectifs - L’un des objectifs du Diagnostic Territorial des Pressions Agricoles est d’expliquer la problématique de pollution en nitrates du champ captant et de hiérarchiser objectivement les risques de pollutions diffuses en fonction des pratiques agricoles et des contextes pédoclimatiques.



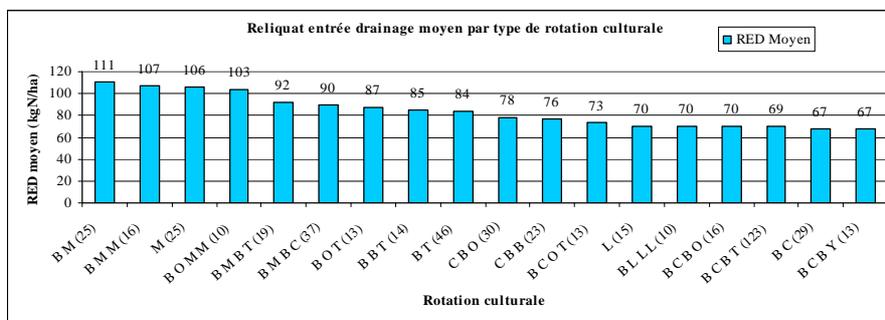
Répartition des cultures du BAC

Principaux résultats obtenus et applications envisageables

Méthodologie - La méthode de quantification des flux de nitrates lixiviés à l'échelle de la parcelle se base sur les estimations de l'Outil d'Aide à la Décision de plan de fumure Epiclès : il intègre des modèles validés se basant sur la méthode du bilan d'azote, sur le calcul de pluie drainante et du lessivage d'azote (modèle de Burns) dans le sol. Cet outil présente l'intérêt de ne nécessiter qu'un faible nombre de paramètres à l'échelle de la parcelle (caractéristiques pédologiques, cumul des précipitations hivernales, caractéristiques de la culture précédente et de la culture en place, itinéraire technique de fertilisation etc.). Ce logiciel est actuellement utilisé au plan national par 38 coopératives dont certaines depuis plus de dix ans. L'OAD de plan de fumure Epiclès constitue une riche base de données comprenant les pratiques culturales d'environ 12 000 exploitations sur 1.7 million d'hectares.

Résultats : Evaluation du diagnostic de risque de pollution diffuse en azote - Les données Epiclès de 62 exploitations suivies par les 4 coopératives du réseau InVivo Agro (Corea, Sèvre et Belle, Terrena et Cavac) se sont ajoutées à 81 enquêtes individuelles d'exploitations agricoles. Ces deux sources de données compilées représentent 55% de la SAU (Surface Agricole Utile) du BAC réparties sur toutes les zones géographiques. Les données de traçabilité des pratiques à l'échelle de la parcelle ont été traitées sur les quatre dernières années, permettant d'intégrer les rotations culturales de 2005 à 2009.

Variation des reliquats d'azote minéral calculés : Le Reliquat Post Récolte (RPR⁽¹⁾) moyen reste stable sur les 4 dernières années : 52 kgN/ha hors prairies et jachère. A cela viennent s'ajouter les effets directs des apports organiques d'automne et la minéralisation automnale pour obtenir un Reliquat Entrée Drainage (RED) moyen également stable mais très élevé de l'ordre de 85 kgN/ha toutes situations confondues. Les RED dépendent du type de sol : sur les sols des plaines calcaires (argilo-calcaire sur dalle calcaire, 25 cm d'épaisseur et 25% de pierrosité représentant 40% de la SAU), les RED sont plus faibles (moyenne 72 kgN/ha) que sur les sols des plateaux (limon et limons argileux sur altérite de schiste, 45 cm d'épaisseur et 5% de pierrosité en moyenne) avec une moyenne de 110 kgN/ha. Les RED dépendent également du précédent cultural et de la culture en place : ils sont plus importants sous les cultures de printemps et particulièrement sur maïs (moyenne de 112 kgN/ha en maïs grain), et sont plus faibles sous colza (moyenne 63 kgN/ha). Cela s'explique par la fréquence des apports organiques sur les cultures de printemps et surtout de maïs qui ont des arrière-effets non négligeables en automne, mais également par la forte capacité d'absorption d'azote à l'automne du colza. Ces apports d'azote organique sur cultures d'hiver sont effectués fin été - début automne et représentent un risque de lixiviation de nitrates élevé pendant l'hiver. Afin de prendre en compte l'effet de la rotation, nous avons calculé les RED moyen à l'échelle temporelle des rotations les plus représentées du BAC :



Variation des résultats de modélisation par types de rotations (classement par RED décroissant avec indication du nombre de parcelle par rotation)

B: Blé M: Maïs C: Colza O: Orge d'hiver T: Tournesol L: Luzerne Y: Cèillette

Nous remarquons que la présence du maïs dans la rotation engendre les RED moyens les plus élevés, variant de 90 kgN/ha à 111 kgN/ha selon les rotations. A l'inverse les rotations comportant du colza ou de la luzerne présentent les RED les plus faibles (entre 67 kgN/ha et 78 kgN/ha selon les rotations).

Les RED dépendent également de l'écart aux objectifs de rendements et aux conseils entraînant parfois des excès d'azote important à la récolte.

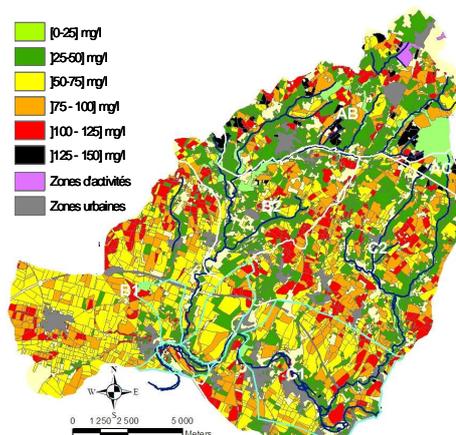
¹Le RPR est fonction du type de sol, de la nature de la culture, du rendement, de la fumure azotée minérale, de la date de récolte, de la vitesse de minéralisation, du nombre de jours de minéralisation, de l'efficacité des apports organiques.

Variation des pluies drainantes : On note une variation annuelle des lames d'eau drainante moyenne : la plus faible correspond à l'hiver 2005-2006 (201 mm pour un cumul pluviométrique de 358 mm de septembre à février) et la plus forte correspond à l'hiver 2006-2007 (384 mm pour un cumul pluviométrique de 678 mm de septembre à février). Les lames d'eaux drainantes dépendent également des types de sols (Réserve Utile) : les argilo-calcaires superficiels drainent plus d'eau (300 mm en moyenne sur les 4 hivers) que les limons des plateaux (lame d'eau drainante de 240 mm en moyenne sur les 4 hivers) qui ont une capacité de stockage supérieure.

Vulnérabilité des parcelles à la lixiviation d'azote : Nous remarquons une variabilité annuelle des pourcentages de lixiviation d'azote liée à l'évolution annuelle de la pluie drainante (croissante avec l'augmentation de la pluie drainante). La fraction d'azote lixiviée moyenne sur les 4 hivers est de 65%, signe d'une forte vulnérabilité des sols du BAC au lessivage des nitrates. On note également une différence de vulnérabilité selon les types de sol. Les argilo-calcaires superficiels sont plus sensibles au lessivage avec une moyenne de 73% d'azote lixivié sur les 4 hivers contre 55% pour les limons des plateaux.

Variation des concentrations en nitrates des lames d'eau drainantes :

Le calcul des concentrations en nitrate des lames d'eaux drainantes de chaque parcelle définit l'aléa de lessivage des nitrates pour l'enjeu « eau potable ». La cartographie de l'aléa de pollution diffuse en nitrates d'origine agricole est définie par la carte de la moyenne des concentrations en nitrates des 4 années enquêtées (cf. figure ci-contre). La moyenne pondérée par les SAU (hors prairies et jachères) est très élevée sur les 4 hivers : 91 mg/l. 17% de la SAU (hors prairies et jachères) est caractérisée par des concentrations en nitrate lixivié inférieures à 50 mg/l, 22% entre 50 et 75 mg/l, 23% entre 75 et 100 mg/l, 34% entre 100 et 150 mg/l et 10% supérieures à 150 mg/l. En prenant en compte l'effet de dilution des surfaces non agricoles, la concentration en nitrates des lames d'eau drainantes est en moyenne de 70 mg/l sur les quatre hivers ce qui est en adéquation avec les teneurs mesurées dans la nappe calcaire du supra-toarcien (70 mg/l en moyenne). Il est intéressant de noter que les concentrations en nitrates des lames d'eaux drainantes obtenues dans le cadre de l'étude BAC de Saint Maxire-Echiré sont nettement supérieures aux concentrations obtenues lors d'une autre étude sur le BAC de Vernouillet (5 000 ha – nappe de la craie à proximité de Dreux – 28) où la moyenne des concentrations en nitrate des lames d'eaux drainantes sur la même période s'était établie à 44 mg/l) et était en adéquation avec l'état de pollution de la nappe de la craie. Cette différence de résultats est autant liée à des différences de conduites d'exploitation (grandes cultures, rotation colza/blé/orge fertilisé en azote minéral) qu'à des différences de types de sols (limons argileux profonds moins sensibles au lessivage) dans le cas du BAC de Vernouillet.



La concentration en nitrates moyenne des lames d'eaux drainantes est équivalente pour les différents systèmes de cultures : avec une moyenne de 70 mg/l pour la zone en grandes cultures (pour un flux de nitrate de 0.13 KgN/jour/ha en moyenne), 71 mg/l pour la zone en système mixte polyculture/élevage (pour 0.12 KgN/jour/ha) et 69 mg/l pour la zone d'élevage (pour 0.12 KgN/jour/ha). La variabilité interannuelle est due essentiellement aux variations de précipitations hivernales (la concentration en nitrate diminue suivant l'augmentation des lames d'eaux drainantes par effet de dilution variant de 76 mg/l en moyenne en 2006-2007 à 101 mg/l en 2007-2008). Les concentrations en nitrate dans les lames d'eaux drainantes sont en moyenne moins élevées pour les argilo-calcaires superficiels (75 mg/l) que pour les sols des plateaux (116 mg/l). Cela s'explique par les propriétés de ce type de sol (forte pierrosité et faible profondeur) caractérisé par des reliquats d'azote minéral plus faibles que les autres sols et des quantités d'eau drainées plus fortes (facteur de dilution). En dehors des critères pédologiques, les concentrations en nitrates dans la lame d'eau drainante connaissent les mêmes tendances de variations que les RED (types de rotations, apports organiques, excès d'azote à la récolte...).

Contribution des différentes sources de pollutions - En terme de flux azoté, 93% serait dû à l'agriculture, et seulement 6% correspondrait à la contribution de l'assainissement autonome et collectif (Safège 2010), 1 % viendrait des forêts.

Hiérarchisation des zones d'action prioritaires - L'étude hydrogéologique du champ captant (cartographie de vulnérabilité de la nappe - Safège 2010) couplée à la cartographie de l'aléa de pollution diffuse en nitrates a permis d'identifier les zones prioritaires (1 454 ha) au sens où toutes les mesures prises sur ces secteurs auront un effet direct et important sur les teneurs en nitrate du champ captant.

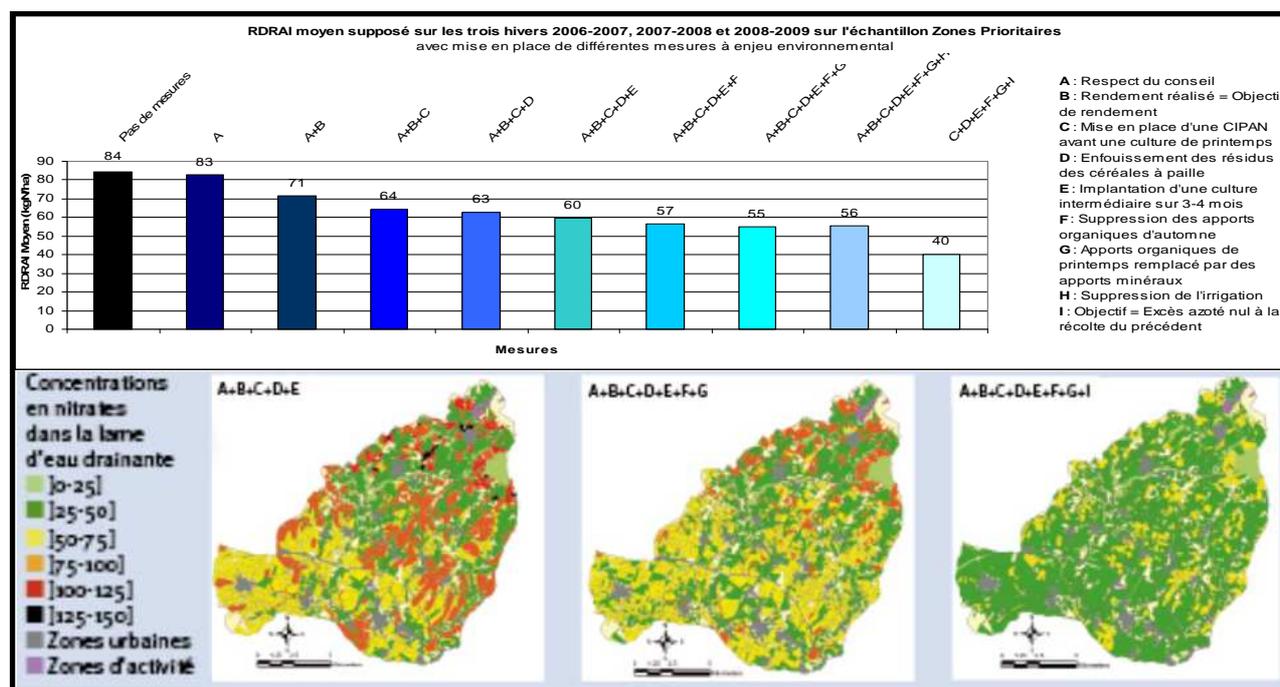
Définition des objectifs et indicateurs de résultats - L'objectif de qualité de l'eau pour l'enjeu nitrate déterminé conjointement par le Syndicat des Eaux du Centre Ouest et les partenaires financiers est de 40 mg/l. Les variables de contrôle de la lixiviation sont par définition des facteurs sur lesquels l'agriculteur ne peut agir (température, pluviométrie et type de sol). Ainsi, en termes d'indicateur de résultat, il est préférable

pour l'élaboration et le suivi du plan d'action de s'intéresser aux indicateurs de solde azoté, du Reliquat Post Récolte (dépendant davantage des pratiques des agriculteurs) et du Reliquat Entrée Drainage. Afin de déterminer les objectifs de RED maximum par type de sol à ne pas dépasser, pour lesquels la concentration en nitrate estimée reste inférieure au seuil de 40 mg/l après dilution des zones non agricoles, nous avons tracé pour chaque zone prioritaire, pour chaque type de sol et pour différents RED, l'allure des courbes de concentrations en nitrate en fonction de la pluie drainante d'après l'équation du modèle de Burns. En faisant ce même raisonnement pour chaque zone prioritaire, et tenant compte de la proportion de chaque type de sol, nous pouvons calculer les RED objectifs de chaque zone de priorité. Ainsi, il convient de diminuer le RED moyen de 40 kgN/ha (objectif de RED fixé en moyenne à 45 kgN/ha) pour atteindre les objectifs de qualité de l'eau de 40 mg/l de nitrate.

Définition du plan d'action - Les actions proposées dans le programme d'actions doivent ainsi permettre cette diminution de RED moyen.

21 actions ont été envisagées pour réduire les pollutions diffuses en nitrates. Ces actions ont été hiérarchisées selon des critères d'efficacité, d'acceptabilité et de coût puis spatialisées sur le BAC.

Afin de tester l'efficacité a priori du plan d'action, il est possible de simuler sur l'ensemble du BAC et sur les zones prioritaires, l'intérêt d'une mise en place de plusieurs mesures cumulées :



Les grandes lignes du programme d'action retenu s'articulent en 4 axes :

- *Accompagner les agriculteurs dans le raisonnement de leur fertilisation :*

Formation sur le raisonnement de la fertilisation, conseil en raisonnement de la fertilisation azotée, utilisation d'outils de pilotage et fractionnement des apports.

- *Promouvoir l'importance du choix et de la gestion des cultures intermédiaires*

- *Gérer la problématique des apports organiques d'automne et de printemps*

Diminution des apports organiques d'automne hors compost, mise en place d'une plateforme de compostage, limitation de la pression azotée organique totale, mise en place d'une filière méthanisation, analyses d'effluents d'élevage.

- *Piloter le résultat environnemental lors des conseils individuels par le calcul du solde d'azote et du RED*

Acquisition de références sur des mesures de reliquats azotés entrée drainage, sortie d'hiver et d'Azote Potentiellement Minéralisable (APM).

Perspectives et conclusion

Considérer les BAC comme homogènes et se limiter, comme dans la plupart des pays, à une protection de la globalité du bassin, conduirait inévitablement à des mesures coûteuses et peu efficaces. La variabilité des conditions pédologiques, géologiques et des pratiques culturales du territoire offre une chance à saisir pour investir dans des actions plus efficaces sur des surfaces plus réduites. En se focalisant sur le calcul du paramètre directement lié à la lixiviation hivernale, le RED, plutôt que sur la réduction des quantités de fertilisants azotés, cette méthode permet de mieux prendre en compte les objectifs environnementaux, sans attenter aux objectifs de rentabilité des exploitations agricoles. La présente méthode permet de déterminer les surfaces du bassin où il faut agir de manière ciblée pour limiter le flux de nitrate infiltrant. Cette méthode propose une démarche quantitative, permettant de caractériser plus précisément les risques d'infiltration de nitrates à l'échelle des parcelles et, par consolidation des résultats, à l'échelle du BAC. Elle permet de concentrer les efforts financiers dans les secteurs où ils seront le mieux rentabilisés. Face aux objectifs quantifiés de la qualité de l'eau au point de captage vis-à-vis du seuil de potabilité de 50 mg/l, une méthode basée sur la quantification mesurée ou calculée du RED correspond donc à un véritable atout par rapport à aux méthodes basées uniquement sur la réduction des quantités de fertilisants apportés par hectare. Enfin le RED, en tant qu'indicateur de résultat annuel permet d'évaluer l'efficacité du programme d'actions et de l'atteinte des objectifs, en attendant la réponse du système hydrogéologique qui peut nécessiter plusieurs années ou décennies selon les contextes. Un modèle constitue systématiquement une simplification de la réalité et comporte de nombreuses hypothèses. Pour les modèles de culture, la biologie occupe une place importante, et les modèles ne peuvent pas rendre compte de l'ensemble des processus qui entrent en jeu bien que la méthode proposée en intègre une majorité. Ce modèle doit être envisagé comme un support d'interprétation d'une réalité très complexe. Des mesures de terrain sont indispensables pour compléter cette méthode (reliquats d'azote minéral, analyse de jus de bas de tige). Enfin, l'OAD Epiclès ne prend pas en compte les caractéristiques des épisodes pluvieux (intensité, répartition), qui pourtant peuvent fortement conditionner l'infiltration sur sols superficiels à faibles réserves utiles, en dehors de la période hivernale de drainage des sols.

Références bibliographiques

- BENOIT M., 2005. Mesures en parcelles d'agriculteurs des pertes en nitrate. Variabilité sous divers systèmes de culture et modélisation de la qualité de l'eau d'un bassin versant.
- BUSSARD T., 2005. Méthodologie de dimensionnement des zones de protection des captages d'eau souterraines contre les polluants chimiques persistants. *Thèse EPFL*, 172 pages.
- CORWIN, D.L. et WAGENET R.J., 1996. Applications of GIS to the modeling of nonpoint source pollutants in the Vadose zone. *Environmental Quality no 25*, pages 403-411.
- LACHEREZ-BASTIN S., 2005. Contribution à l'étude de la migration des nitrates dans le sol et la zone non saturée de la nappe de la craie dans le nord de la France. *Thèse de doctorat. Ecole polytechnique universitaire de Lille*, 191 pages.
- STANDFORD G. et SMITH S. J., 1972. Nitrogen mineralization potentials of soil. *Soil Sci. Soc. Am. Proc. no 36*, pages 465-472.
- TOURNEBIZE J., ARLOT M.P., BILLY C., BIRGAND F., GILLET J.P., DUTERTRE A., 2007. Quantification et maîtrise des flux de nitrate : de la parcelle drainée au bassin versant. *Ingénieries-EAT, n° spécial : Azote, phosphore et pesticides, stratégies et perspectives de réduction des flux*, pages 5-25.

Etude de l'impact environnemental des itinéraires phytosanitaires actuels en Eure et Loir en 2010 et comparaison avec des itinéraires « écophyto »

Présenté par : **LORGEUX Joël**
Courriel : j.lorgeux@groupe-scael.com

Etude de l'impact environnemental des itinéraires phytosanitaires actuels en Eure et Loir en 2010 et comparaison avec des itinéraires « écophyto », Joël LORGEUX¹, Maxime EDOUARD², Igor DUBUS³, François BERNARDIN⁴, Thibault CONSTANT⁴, Antoine POUPART⁴

¹ Groupe coopératif SCAEL, Chartres, ² Etudiant ISA Lasalle-Beauvais, ³ FOOTWAYS Orléans
⁴ Agriculture Durable et Développement, Union InVivo Paris

Mots clefs : IFT, phytosanitaires, modélisation, pollution des eaux, rendement, marge brute, qualité

Résumé

Le premier objectif de cette étude était de réaliser un diagnostic des risques de pollution des eaux (souterraines et superficielles) des principaux programmes de protection du blé tendre sur le territoire de la coopérative agricole SCAEL. Dans un second temps, le but a été de comparer au sein d'une même parcelle un itinéraire classique avec un itinéraire « écophyto » (IFT et fertilisation réduits, choix de semences, retard de semis, etc.). Les résultats de rendement, de marge brute et d'impact environnemental ont été analysés. Il en ressort que le risque de lixiviation des programmes actuels est faible. Cependant le risque de pollution des eaux superficielles est plus élevé, mais variable selon les sols : sur les 20 matières actives modélisées, une est à risque élevé pour la lixiviation, 12 pour le ruissellement et 2 pour le drainage.

Ensuite, la comparaison entre itinéraires a montré une baisse de rendement de 3,8 q/ha en moyenne sur les itinéraires « écophyto », même si celle-ci s'est révélée très variable. Cette baisse de rendement est a priori autant liée à la réduction de la fertilisation azotée qu'à la réduction des IFT. La variation moyenne de la marge brute est de 16€/ha (pour un contexte des prix moyen du blé de 130€/tonne) et de 70€/ha pour un prix élevé de 240€/tonne. Enfin, la comparaison entre un itinéraire classique et un itinéraire allégé montre qu'il n'y a pas d'effet significatif sur le milieu si les quantités de matières actives herbicides à risque ne sont pas substantiellement modifiées.

Contexte et objectifs

Acteur économique, impliqué dans le conseil aux agriculteurs, le Groupe coopératif SCAEL a pour vocation de préserver et valoriser les productions agricoles en grandes cultures. Le contexte écophyto 2018 et la volonté d'être acteur dans la préservation du potentiel agricole, et des ressources en eau de son territoire, nécessitent de mieux connaître les impacts environnementaux des préconisations phytosanitaires, en identifiant les risques et en apportant les modifications nécessaires à une agriculture pérenne. L'incidence de la baisse d'IFT et de fertilisation sur le résultat économique et qualitatif des productions est aussi une préoccupation forte de la coopérative dans un contexte de marché orienté sur des productions de qualité supérieure.

Cette étude, réalisée sur la campagne 2009/2010, a pour objectif principal de réaliser un diagnostic des risques de pollution des eaux (souterraines et superficielles) des principaux programmes de protection du blé tendre sur le territoire de la coopérative agricole SCAEL. Ce diagnostic se base sur :

- le recensement des produits phytosanitaires et matières actives présents dans les principaux programmes de protection et leurs caractéristiques (Koc, DT50).
- le paramétrage des différents types de sols rencontrés et du contexte météorologique dans l'outil de modélisation
- la quantification des concentrations en matières actives dans les différents flux (lixiviation, ruissellement et drainage). Celle-ci a été réalisée par la société FOOTWAYS.

La société FOOTWAYS se base sur la méthodologie du programme de recherche européen FOOTPRINT utilisant les modèles MACRO et PRZM, reparamétrés localement. Les résultats et indicateurs de modélisation ont été articulés selon deux axes :

- les transferts de matières actives vers les eaux souterraines, dus au phénomène de lixiviation : moyenne de concentration sur 10 ans dans la lame d'eau drainante.

- les transferts de matières actives vers les eaux de surface, dus aux phénomènes de ruissellement, érosion, écoulements sub-surfaciques, drainage artificiel et dérive de pulvérisation : concentrations lors de flushs correspondant à une période de retour choisie (1 an ici).

La seconde partie de l'étude a permis de comparer au sein d'une même parcelle un itinéraire classique avec un itinéraire « écophyto » (constituant un couple). L'étude s'appuie sur **16 couples différents**. Les itinéraires ont été élaborés en partenariat entre l'agriculteur et le service agronomique de la coopérative dans un souci de cohérence entre baisse d'IFT, date de semis, densité de semis, choix variétal, fertilisation azotée, etc. La démarche s'est faite sur la base du volontariat avec un accompagnement technique pendant tout le cycle végétatif

Sur ces 16 couples, il a également été choisi d'aborder l'aspect économique des réductions d'IFT, en calculant les marges brutes de la campagne 2009-2010 par culture pour les couples de parcelles étudiées. De plus, sur 4 de ces couples de parcelles un diagnostic de risque environnemental des différents traitements phytosanitaires a été réalisé afin de mettre en perspective baisse de l'IFT et impact environnemental.

Principaux résultats obtenus et applications envisageables

Diagnostic des pratiques de protection des cultures :

Le diagnostic des pratiques phytosanitaires se base tout d'abord sur la vulnérabilité intrinsèque des matières actives appliquées : coefficient de partage carbone organique-eaux (Koc), durée de demie vie de la molécule (DT50) et potentiel de lixiviation de la molécule (indice GUS = $\log_{10}(DT50) \times (4 - \log_{10}(Koc))$).

Sur les 5 itinéraires techniques généraux de protection du blé tendre, 20 matières actives ont été identifiées (50% d'herbicides, 40% de fongicides, 5% d'insecticides et 5% de régulateurs). Leurs caractéristiques intrinsèques permettent de caractériser leur vulnérabilité à la lixiviation (sans lien avec la dose et la date d'application, ni le type de sol). Sur les 20 matières actives, 2 sont très persistantes (DT50 > 350 jours), aucune n'est fortement mobile (Koc < 19 cm³/g) et 2 ont un potentiel de lixiviation élevé (GUS > 2,8).

La modélisation des itinéraires principaux sur le territoire de la coopérative permet à la fois de hiérarchiser les matières actives à risque, d'identifier les traitements pouvant entraîner une pollution et de caractériser la vulnérabilité de chaque milieu à la lixiviation, au ruissellement ou au drainage. Sur les 20 matières actives modélisées, en moyenne, 19 sont à risque faible de lixiviation (concentration inférieure à 0.01 µg/l) et une à risque élevé (concentration comprise entre 0.1 et 1 µg/l). Concernant le risque de transfert par ruissellement, 4 matières actives sont à risque faible, 4 à risque modéré (concentration comprise entre 0.01 et 0.1 µg/l), 10 sont à risque élevé et 2 à risque très élevé (concentration supérieure à 1 µg/l). Enfin, pour les transferts par drainage, 15 matières actives sont à risque faible, 2 à risque modéré et 2 à risque élevé (une matière active n'étant pas appliquée sur sol drainé dans les itinéraires identifiés). Il faut préciser que ce sont des risques moyens, une matière active pouvant avoir des concentrations différentes selon le type de sol sur lequel elle est appliquée, sa dose ou sa date d'application.

Sur l'ensemble du territoire de la SCAEL, 5 Petites Régions Agricoles (PRA) ont été identifiées (Beauce, Beauce Dunoise, Perche, Faux-Perche et Thymerais) avec deux à trois types de sol principaux pour chaque PRA. Au total, 11 types de sols ont été identifiés et paramétrés, correspondant à autant de milieux différents. La modélisation permet de caractériser les voies de transferts de pesticides préférentielles pour chaque type de sol :

- Risque de lixiviation : comme dit précédemment, une seule matière active est à risque élevé de lixiviation. Les sols ne sont pas particulièrement vulnérables à cette voie de transfert. Les sols limoneux profonds, avec drainage naturel, apparaissent tout de même plus vulnérables que les autres.
- Risque de ruissellement/érosion/écoulements hypodermiques : tous les sols présentent un risque de ruissellement, avec au minimum deux applications de produits à risque au sein d'un itinéraire. Les sols apparaissant comme les plus vulnérables sont les limons argileux, avec des écoulements hypodermiques plus importants.
- Risque de drainage : il n'y a que quatre sols drainés, dont deux présentant un risque élevé. Il s'agit de sols peu perméables avec une hydromorphie importante.

Plus généralement, les sols argilo-calcaires du territoire semblent moins vulnérables aux transferts de pesticides, surtout par ruissellement. Le risque de pollution sur le territoire de la SCAEL, d'après les itinéraires majeurs et les sols principaux, concernent donc essentiellement les eaux de surface. Ainsi, le nombre de produits par itinéraire présentant un risque pour les eaux de surface, varie entre 2 et 6 selon le type de sol. Après ce constat de risque de pollution des eaux sur leur territoire, la SCAEL a décidé d'expérimenter des itinéraires « écophyto » (baisse de l'IFT, de la fertilisation, choix de semences, retard de semis, etc.) et leur impact sur le rendement, la marge brute et le risque de pollution.

Sur les 16 couples de parcelles d'expérimentation d'itinéraires « écophyto », la réduction d'IFT par rapport à la conduite de référence a été en moyenne de 30% en modifiant la conduite culturale. L'IFT H (Herbicides) a été réduit seulement si des mesures agronomiques ont été prises au semis (en moyenne de 15%). L'IFT HH (Hors Herbicides) est la voie principale et la plus simple de diminution d'usage des pesticides utilisée par les agriculteurs de leur propre chef (diminution en moyenne de 39%). En effet, la limitation des herbicides est

plus difficile à mettre en œuvre en grandeur réelle car les agriculteurs sont réticents à prendre un risque de salissement des parcelles. La réduction moyenne de la fertilisation est de 15% (diminutions allant de 0 à 24%).

Effet des conduites « écophyto » sur le rendement :

Le rendement moyen des parcelles blé tendre s'élève à 90,7 q/ha et à 42,2 q/ha en colza pour les conduites de référence. L'écart de rendement entre les conduites de référence et « écophyto » est en moyenne de 3,8 q/ha (soit une diminution de 4,2%) et varie de 0 à 10 q/ha. Ces écarts de rendement ne peuvent cependant pas être imputables à la seule diminution de la protection phytosanitaire. En effet, la diminution de l'IFT a été accompagnée d'autres changements destinés à assurer la cohérence des itinéraires (cf. ci-dessus) et la diminution de la fertilisation a également eu un impact sur le rendement. Il n'est cependant pas possible au vu des résultats de corrélérer la perte de rendement plus à la baisse d'IFT ou de fertilisation azotée.

Evaluation économique des conduites « écophyto » : la marge brute sur intrants

L'évaluation économique est un point clé de la durabilité des systèmes de production et des conduites adoptées sur l'exploitation. La marge brute est un indicateur essentiel pour comparer les conduites. C'est la différence entre les revenus générés par la récolte et les charges opérationnelles. Le poste de charges principal est la fertilisation avec les engrais azotés et les engrais de fond. Les charges restantes sont liées aux pratiques de l'agriculteur, avec l'utilisation de semences certifiées, le désherbage ou encore la stratégie de protection fongique. Les conduites «écophyto» sont principalement basées sur les réductions de la fertilisation azotée, des fongicides et du poste semence.

Les marges brutes par hectare des conduites «écophyto» sont parfois plus élevées que celles des conduites de référence (c'est le cas lorsque les pertes en rendement sont faibles, ≤ 5 q/ha). Mais dans l'ensemble elles sont supérieures en moyenne de 16 €/ha (diminution moyenne de 1,7% de la marge brute dans les conduites « écophyto »). Ces résultats sont valables dans le cas d'un prix des récoltes moyen (environ 130€ la tonne pour le blé tendre). Mais pour un prix du blé tendre élevé de 240€ la tonne par exemple, la diminution de marge brute est en moyenne de 70€/ha et donc le manque à gagner beaucoup plus important.

On remarque également que les parcelles sur lesquelles la perte de rendement reste limitée sont les parcelles où les diminutions de traitements phytosanitaires sont associées à d'autres changements de pratiques agronomiques. Il ne s'agit donc pas seulement de diminuer les pesticides appliqués, mais d'intégrer cette diminution dans une démarche plus générale de changements de pratiques.

Effet des conduites « écophyto » sur l'impact environnemental :

La modélisation de l'impact sur la qualité des eaux des traitements phytosanitaires n'a été réalisée que pour 4 couples de parcelles (pour les autres itinéraires, les résultats de modélisation ne permettaient pas de simuler certaines matières actives). Les valeurs de modélisation de concentration dans les eaux souterraines étant trop faibles pour pouvoir discriminer des matières actives les unes par rapport aux autres (concentration systématiquement inférieure à 0,01 µg/l) et observer un changement d'impact entre les conduites, ce sont les valeurs de modélisation de concentration dans les eaux superficielles qui ont été utilisées pour effectuer les comparaisons d'impact. Dans les eaux superficielles, pour évaluer l'impact, l'indicateur utilisé est la somme des concentrations modélisées de chaque matière active appliquée sur la parcelle.

- Couple 1 : sur blé. Réduction d'IFT total de 31%, sans réduire l'IFT H. La réduction de l'IFT s'accompagne de la réduction de la fertilisation azotée (de 20%). Pour ce couple, l'impact phytosanitaire diminue seulement de 2% (de 14 µg/l à 13,7 µg/l), les traitements les plus à risque étant inchangés entre les deux itinéraires. La marge brute par hectare diminue de 50€/ha pour un prix moyen du blé et de 127€/ha pour un prix élevé. Le rendement diminue lui de 8,2%.

- Couple 2 : sur blé. Réduction d'IFT total de 54%, sans réduire l'IFT H. La réduction de l'IFT est accompagnée par une réduction de la fertilisation azotée (de 20%). La réduction de l'impact phytosanitaire sur les eaux de surface est de 58% (à noter que l'itinéraire de référence a déjà un faible impact : de 0,85 µg/l à 0,36 µg/l). Le rendement baisse de 6 q/ha et la marge brute par hectare diminue de 19€/ha pour un prix moyen et de 85€/ha pour un prix élevé.

- Couple 3 : sur blé. Réduction d'IFT total de 46%, avec cette fois-ci une diminution de l'IFT H de 43% et de l'IFT HH de 49%. La diminution d'IFT s'accompagne d'un mélange des variétés de semis et d'un retard de la date de semis d'une semaine. La réduction du risque sur les eaux de surface est très importante puisque de 92% (de 12,3 µg/l à 1 µg/l) Les traitements à risque, surtout des désherbages, ont été diminués voire évités. La perte de rendement est minime (moins de 2 q/ha) et la marge brute de l'itinéraire « écophyto » augmente de 29€/ha pour un prix moyen du blé et de 6€/ha pour un prix élevé.

- Couple 4 : ce couple ci est sur colza. La réduction d'IFT total est de 44%, sans réduire l'IFT H La baisse d'IFT ne s'accompagne pas d'autre changement dans l'itinéraire technique. Pour ce couple, l'impact phytosanitaire diminue seulement de 4,4% (traitements les plus à risque identiques (de 8,7 µg/l à 8,3 µg/l), le rendement baisse de 6% et la marge brute de 4,5%.pour 300 euros la tonne de colza.

Ces résultats de modélisation montrent donc que diminution d'IFT n'est pas synonyme de diminution de l'impact phytosanitaire sur les eaux. En effet, sur les couples 1, 2 et 4 les agriculteurs n'ont pas voulu

diminuer leurs traitements herbicides, qui sont généralement les traitements les plus à risque pour l'eau. Il s'agit donc avant tout, pour diminuer le risque de pollution des eaux, d'éviter les traitements à risque et non pas seulement de diminuer les traitements phytosanitaires dans leur globalité.

Perspectives et conclusion

Cette étude a donc permis dans un premier temps à la coopérative agricole d'identifier le risque des itinéraires conseillés aux agriculteurs sur le territoire, et ceci selon le milieu. Il en ressort que le risque de lixiviation des programmes actuels est faible, mais que celui de pollution des eaux superficielles est plus élevé selon les sols. Dans l'optique de diminuer ce risque, l'étude a porté dans un second temps sur l'expérimentation d'itinéraires techniques à bas intrants.

Celle-ci est encourageante mais doit cependant être nuancée. En effet, sur le plan agronomique, il faut souligner que l'exercice agricole 2009/2010, en Eure et Loir, a été caractérisé par une faible pression en bio-agresseurs, surtout des maladies. Dans ce contexte, les itinéraires allégés ont donc conservé un bon contrôle sanitaire et n'ont pas entraîné de baisse significative de rendement. Mais dans un contexte différent, avec une forte pression parasitaire, des itinéraires à faible IFT pourraient causer des baisses de rendement plus significatives. C'est a priori le couplage avec une réduction de la fertilisation azotée qui a été pénalisant sur le rendement et la marge brute parcellaire. Le couplage réduction de la fertilisation azotée et réduction IFT doit donc être étudié plus finement si on veut maintenir le potentiel de production et la qualité de la récolte.

Sur le plan environnemental le risque calculé pour les eaux souterraines apparaît faible. Pour les eaux de surface, la modélisation de risque environnemental des itinéraires « écophyto » a mis en évidence que diminution d'IFT n'est pas synonyme de diminution d'impact sur la qualité des masses d'eau. Pour diminuer le risque de pollution des eaux, il faudrait réduire les traitements à risque, qui concernent principalement les désherbages. Or les agriculteurs sont encore peu enclins à diminuer leur usage d'herbicides, ce qui se traduit par un risque de pollution équivalent, même si la valeur de l'IFT diminue de façon significative.

Cette méthode d'évaluation des risques peut servir de base pour identifier dans les années à venir le meilleur compromis entre efficacité agronomique et économique d'une part, et maîtrise du risque environnemental sur le milieu eau d'autre part.

Références bibliographiques

CORPEN, 1997, Produits phytosanitaires et dispositifs enherbés. État des connaissances et propositions de mise en œuvre. Groupe Dispositifs enherbés, Paris : MEDDAT, 35 p.

FOOTPRINT (2009), Final project report. Deliverable DL43.

FOOTPRINT PPDB, Base de données sur les propriétés physico-chimiques, écotoxicologiques et toxicologiques des pesticides. <http://www.eu-footprint.org/fr/ppdb.html>

Gustafson D.I. (1989), Groundwater ubiquity score: A simple method for assessing pesticide leachability. Environmental Toxicology and Chemistry, Volume 8, Issue 4, pages 339-357

Larsbo M., Jarvis, N. (2003). MACRO5.0. A model of water flow and solute transport in macroporous soil. Technical description. Emergo 2003:6, Studies in the Biogeophysical Environment, SLU, Dept. Soil Sci., Uppsala, 47 pp.

GUICHARD, L. ; AUBERTOT, J.N. ; BARBIER, J.M. ; CARPENTIER, A. ; GRIL, J.J. ; LUCAS, P. ; SAVARY, S. ; SAVINI, I. ; VOLTZ, M., 2005. Pesticides, agriculture et environnement. Réduire l'utilisation des pesticides et limiter leurs impacts environnementaux. Expertise scientifique collective, synthèse du rapport, INRA et Cemagref (France). 64 p.

INRA, 2010, « Ecophyto R&D quelles voies pour réduire l'usage des pesticides ? », Synthèse du rapport de l'étude, 92 p.

SALLE, S. ; ALLIOT, B., 2009, « Plan d'action de Ouarville (Eure et Loir) : 8 années d'expérimentation (1999 - 2007) », Géologues, n°162, pp. 78 – 82.

SCHIAVON, M. ; PERRIN-GANIER, C. ; NOVAK, S. ; GRÉBIL, G., 2001, « La dissipation des produits phytosanitaires appliqués au sol », Transfert des produits phytosanitaires, diagnostic de pollution et solutions correctives. 15 au 17 mai 2001. Lyon : Cemagref. ISBN : 2-85362-610-5.

Etude de l'impact des pratiques phytosanitaires sur blé tendre sur les eaux souterraines du BAC de Dormelles (77) et corrélation avec les valeurs d'IFT et de Marges Brutes

Présenté par : Luc WESTERLOPPE
Courriel : westerloppe@110bourgogne.fr

Etude de l'impact des pratiques phytosanitaires sur les eaux souterraines du BAC de Dormelles (77) et corrélation avec les valeurs d'IFT et de Marges Brutes, Luc Westerloppe¹, François Bernardin², Igor Dubus², Thibaut Constant³ et Antoine Poupart³

¹ Coopérative 110 BOURGOGNE, Monetaeu ; ² FOOTWAYS ; ³ Agriculture Durable et Développement, Union InVivo, Paris

Mots clefs : BAC, phytosanitaires, lixiviation, modélisation, IFT, marge brute

Résumé

Cette étude présente les résultats de diagnostic des pratiques phytosanitaires sur blé tendre sur le Bassin d'Alimentation de Captage (BAC) de Dormelles. Elle a pour objectif de caractériser les matières actives appliquées selon leurs propriétés intrinsèques et de faire un état des lieux des pratiques actuelles en calculant notamment les valeurs d'IFT parcellaires. Dans un second temps, la lixiviation des matières actives liées aux différents traitements phytosanitaires est modélisée pour permettre d'identifier les pratiques à risque pour les eaux souterraines. Enfin, les valeurs de marges brutes calculées sont comparées aux valeurs d'IFT, de rendement et d'impact environnemental.

La valeur moyenne de l'IFT total sur les parcelles est de 4,41, celle d'IFT Herbicide de 1,67 et celle d'IFT Hors Herbicide de 2,73. Sur les 48 matières actives modélisées seuls 10% sont à risque élevé d'infiltration et 2% à risque très élevé d'infiltration. Parmi ces 6 matières actives à risque d'infiltration, seule une matière active avait un potentiel de lixiviation élevé au vu de l'indice GUS.

Seul le coefficient de corrélation entre le rendement et la marge brute est significatif. Très classiquement, il n'y a pas de corrélation entre l'IFT et la marge brute. Aucune corrélation n'est mise en avant entre l'IFT et l'impact environnemental modélisé.

Contexte et objectifs

Dans la démarche suivie par In Vivo, « Mesurer pour mieux Gérer l'impact de l'agriculture sur l'environnement », la Direction Agriculture Durable et Développement réalise des études de Bassin d'Alimentation de Captage (BAC) dans un souci de protection des zones de captages vis-à-vis des pollutions et de maintien de la rentabilité des activités agricoles. L'étude BAC de Dormelles (23 018 ha), en partenariat avec la coopérative 110 Bourgogne, s'inscrit dans cette démarche. L'étude décrite ici se focalise sur les risques de pollution en pesticides appliqués sur blé tendre uniquement.

En se basant sur les données des enquêtes individuels d'exploitation (23 enquêtes), un diagnostic du risque de dépassement de norme en pesticides (0,1 µg/L pour une matière active, 0,5 µg/L pour la somme) dans les eaux souterraines est réalisé. Ce diagnostic se base sur :

- le recensement des produits phytosanitaires et matières actives appliqués sur le BAC, leur surface d'application, leurs doses et dates d'application et leur quantité utilisée.
- le calcul des IFT Herbicide et Hors Herbicide par parcelle et par culture en comparaison à l'IFT de référence régional.
- la quantification des concentrations en matières actives dans la lame d'eau drainante sous les parcelles.

L'entreprise FOOTWAYS a procédé aux modélisations de transfert des pesticides sur les scénarii agri-environnementaux correspondant aux 153 parcelles enquêtées (836 ha). Un scénario agri-environnemental est défini comme étant le croisement entre un type de sol, une culture, un climat local (pluie, températures, ETP, vitesse du vent et rayonnement solaire, identiques sur l'ensemble du bassin) et une matière active (48 différentes, avec prise en compte des dates et doses d'application ainsi que des caractéristiques de demi-vie et de mobilité des molécules). Dans cette étude-ci, les résultats de modélisation présentés concernent un

type de sol (sol de plateau profond limono-sableux hydromorphe) sur blé tendre, l'objectif n'étant pas de comparer des milieux mais de hiérarchiser les matières actives et d'identifier les pratiques à risque. Cela correspond donc pour cette étude à 1988 applications de matières actives sur les 153 parcelles. FOOTWAYS utilise les procédés de modélisation mis au point lors du programme de recherche européen FOOTPRINT avec reparamétrage local des logiciels MACRO et PRZM. Ici, seuls les résultats de modélisation de lixiviation des matières actives (concentration moyenne en matière active dans les eaux d'infiltration sur une période de 10 ans de données pluviométrique) ont été traités.

Nous avons également abordé l'aspect économique en calculant les marges brutes par parcelle. Ce calcul permet de pouvoir mettre en avant les corrélations pouvant exister entre valeurs d'IFT, de rendement, de marge brute et d'impact environnemental. L'indicateur d'impact environnemental de chaque parcelle a été défini comme la somme des valeurs de concentration modélisées de toutes les matières actives appliquées sur une même parcelle.

Principaux résultats obtenus et applications envisageables

Diagnostic des pratiques de protection des cultures :

Le diagnostic des pratiques phytosanitaires se base sur le risque intrinsèque des matières actives appliquées : coefficient de partage carbone organique-eaux (Koc), durée de demie vie de la molécule (DT50) et potentiel de lixiviation de la molécule (indice GUS = $\log_{10}(\text{DT50}) \times (4 - \log_{10}(\text{Koc}))$). Il prend aussi en compte leur dose, leur surface d'application et les quantités utilisées, ainsi que sur les valeurs d'IFT parcellaire.

Sur les 153 parcelles en blé tendre enquêtées dans la partie Seine et Marne du BAC de Dormelles, on dénombre 73 produits phytosanitaires appliqués différents (42% d'herbicides, 38% de fongicides, 11% d'insecticides et 9% de régulateurs), ce qui représente 51 matières actives. Cette grande diversité de matières actives prouve que les agriculteurs ont tendance à varier leur utilisation de produits phytosanitaires. Cependant 10 matières actives sont appliquées sur plus de la moitié de la surface des parcelles enquêtées, et 11 sur plus d'un cinquième. Concernant les doses d'application, deux matières actives (herbicides) sont appliquées à forte dose, plus d'un kilogramme par hectare, trois à plus de 500 g/ha et près de la moitié des matières actives à faible dose (moins de 100 g/ha). Enfin, 4 matières actives représentent plus de la moitié des quantités de pesticides appliqués sur blé tendre, et 10 matières actives plus de 75% de la quantité totale.

Les caractéristiques intrinsèques des matières actives permettent de caractériser leur vulnérabilité à la lixiviation (sans lien avec la dose et la date d'application, ni le type de sol). Sur les 48 matières actives, 2 sont très persistantes (DT50 > 350 jours), une seule est fortement mobile (Koc < 19 cm³/g) et 6 ont un potentiel de lixiviation élevé (GUS > 2,8).

Enfin, les valeurs d'IFT total, herbicide et hors herbicides ont été calculées par parcelle. La valeur moyenne de l'IFT total par parcelle est de 4,41, avec un écart type de 1,2 (la valeur de l'IFT de référence du territoire du Gâtinais est de 5,5 toutes cultures confondues). L'IFT H (Herbicide) moyen est de 1,67 et l'écart type est de 0,7 (valeur de référence : 1,79). Enfin l'IFT HH (Hors Herbicides) moyen de 2,73, avec un écart type de 1,1 (valeur de référence : 3,71). Les valeurs d'IFT moyennes sont donc inférieures aux références du Gâtinais, mais d'une part ces dernières sont pour toutes cultures confondues, et d'autre part ces valeurs moyennes cachent une grande variabilité.

Modélisation du risque de lixiviation des matières actives à la parcelle :

Les résultats de modélisation sur sol de plateau profond limono-sableux hydromorphe sont présentés dans le tableau ci-dessous :

Risque d'infiltration	Faible	Modéré	Elevé	Très élevé
Nombre d'applications	1239 (63%)	620 (31%)	126 (6%)	3 (<1%)
Nombre de matières actives	29 (61%)	13 (27%)	5 (10%)	1 (2%)
Quantité de matières actives appliquées(kg)	593 (40%)	698 (48%)	177 (12%)	1 (<1%)

Sur les 1988 applications de matières actives 63% sont à risque faible d'infiltration (concentration inférieure à 0.01 µg/l), 31% à risque modéré d'infiltration (concentration comprise entre 0.01 et 0.1 µg/l), 6% à risque élevé d'infiltration (concentration comprise entre 0.1 et 1 µg/l) et 3 applications (<1%) à risque très élevé d'infiltration (concentration supérieure à 1 µg/l).

Sur les 48 matières actives modélisées seuls 10% sont à risque élevé d'infiltration et 2% à risque très élevé d'infiltration (concentration supérieure à 1 µg/l). Il est important de noter que parmi ces 6 matières actives à risque d'infiltration élevé, seule une avait un potentiel de lixiviation élevé selon l'indice GUS. Ce classement est un classement moyen, une matière active pouvant avoir un risque différent selon ses modalités d'application (date et dose). En termes de quantités de matières actives appliquées (surface*dose), 88% sont à risque faible ou modéré d'infiltration.

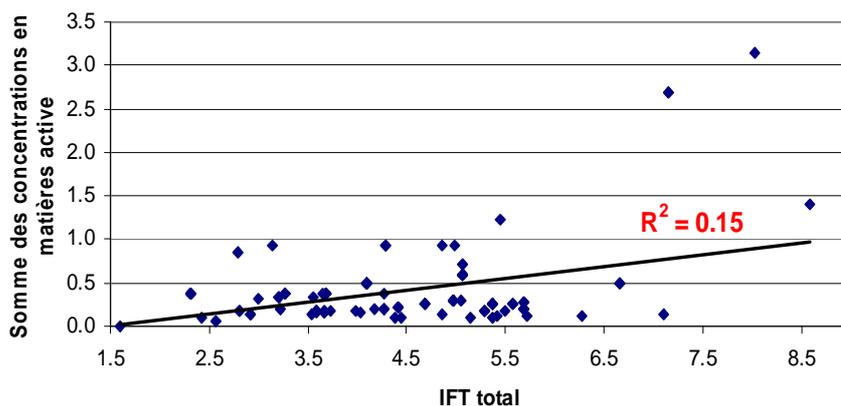
Concernant la nature des matières actives, on observe que les matières actives à risque élevé ou très élevé sont soit des herbicides (4 matières actives) soit des fongicides (2 matières actives).

La modélisation de la lixiviation des matières actives sur un type de sol donné permet donc de hiérarchiser les matières actives les unes par rapport aux autres en tenant compte de leur modalité d'application et d'identifier les itinéraires techniques présentant un risque élevé à l'échelle de la parcelle. Cependant, une matière active à risque fort d'après la modélisation ne présentera pas forcément de risque au captage si elle est peu utilisée à l'échelle du territoire. L'effet de dilution est donc très important à prendre en compte pour appréhender le risque au captage.

Enfin, pour évaluer le risque de dépassement de concentration de la somme des matières actives à la parcelle dans les eaux souterraines, il a été choisi de sommer les concentrations modélisées de toutes les matières actives appliquées sur chaque parcelle. Après calcul, sur les 153 parcelles, 39 parcelles (soit 26%) dépassent le seuil de 0,5 µg/l et ont donc un itinéraire technique à risque élevé. C'est également ce calcul qui a été retenu pour évaluer l'impact environnemental dans la suite de l'étude.

Corrélation entre l'IFT et l'impact environnemental modélisé:

- On remarque l'absence de corrélation linéaire entre l'IFT et l'impact environnemental modélisé (R^2 de 0,15).



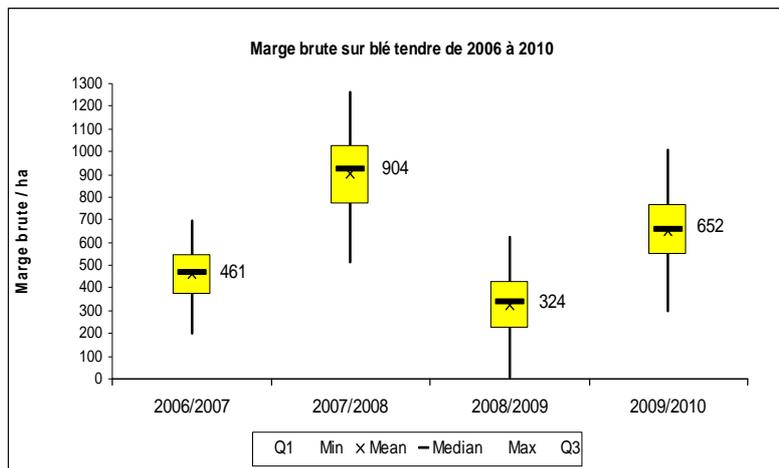
Une conduite parcellaire à faible IFT n'est donc pas synonyme de faible impact sur la qualité des eaux souterraines. Si l'on regarde cette corrélation avec les IFT H et IFT HH, les coefficients de corrélation sont respectivement de 0,14 et 0,04. Cela tendrait à montrer que, même si elle est faible, la part de variation de l'impact

environnemental due à la variation d'IFT est majoritairement causée par les traitements herbicides.

Si l'on observe cette fois la corrélation entre l'IFT et la valeur de concentration maximale des matières actives appliquées, le R^2 est seulement de 0,07. L'absence de corrélation est donc encore plus marquée entre une valeur d'IFT globale à l'échelle de la parcelle et la valeur de concentration de la matière active la plus à risque.

Corrélation entre rendement et marge brute :

Le coefficient de corrélation entre le rendement et la marge brute augmente évidemment avec le prix du blé. Dans un contexte de prix assez bas sur la zone d'étude (110 €/tonne, représentatif de la récolte 2009) le R^2 est de 0,23. Pour un prix relativement élevé (environ 150 €/tonne, représentatif de la récolte 2010) le R^2 est de 0,46. Enfin, pour un prix d'environ 170 €/tonne, le R^2 est de 0,67. La figure ci-contre montre l'évolution interannuelle des marges brutes sur blé tendre ainsi que leur dispersion dans l'échantillon.



Corrélation entre IFT et rendement :

La régression linéaire entre le rendement et l'IFT total indique un coefficient de corrélation de 0,23. Cela indique une corrélation très faible, mais compte tenu de la variabilité pédologique des parcelles et des différences de conduites culturales, celle-ci n'est pas négligeable. En revanche les corrélations entre le rendement et l'IFT H (Herbicide) et l'IFT HH (Hors Herbicides) indiquent deux résultats inverses : une absence claire de lien entre le rendement et l'IFT H mais une corrélation plus forte entre le rendement et l'IFT HH (R^2 de 0,45). L'utilisation des fongicides et régulateurs sont plus directement liés au niveau de potentiel de rendement des parcelles

Corrélation entre IFT et marge brute :

On note une absence de corrélation entre ces deux variables quelque soit le prix du blé.

Ce résultat peut être illustré simplement : un champ sale désherbé, retrouve le niveau de rendement d'un champ propre. L'emploi ou non de l'herbicide n'explique en aucun cas la variabilité de résultats d'une population de parcelles.

Corrélation entre Impact environnemental et marge brute :

Aucune corrélation n'est observée entre l'impact sur la qualité des eaux souterraines et la marge brute (quelque soit le prix du blé) ou le rendement. Cela montre qu'il est possible de réaliser de bons résultats agronomiques et économiques tout en minimisant le risque de pollution de l'eau. Il s'agit avant tout d'éviter certains traitements phytosanitaires à risque.

Perspectives et conclusion

La réduction de l'impact environnemental passe par l'engagement de chaque agriculteur qui progressivement doit intégrer les éléments de gestion environnementale dans le management de son entreprise. Ce dernier passe bien entendu par l'intégration du savoir faire déjà acquis. Les méthodes qui en découlent actuellement présentent néanmoins l'inconvénient de rester qualitative.

Malgré leur fiabilité croissante, ces méthodes de modélisation présentent le défaut de demeurer une estimation des transferts dans le milieu calculée, et non dûment constatée ou mesurée. Mais l'avantage de la modélisation quantitative est pour l'agriculteur de pouvoir mesurer le chemin parcouru, de rendre plus tangible les objectifs à atteindre, et surtout de pouvoir s'appliquer à l'unité opérationnelle : la parcelle agricole. Ces modélisations pourraient être à la base d'outil de simulation sur l'efficacité des changements culturels envisagés.

Enfin, les résultats sont exprimés dans les mêmes unités que les mesures de qualité des masses d'eau. Ils sont de ce fait plus aisément communicables, puisqu'ils décrivent l'effet sur le milieu et non le changement de pratiques qui pour aussi importantes qu'elles soient, ont du mal pour le grand public, à être reliées aux effets attendus.

Pour la puissance publique enfin, soucieuse de l'amélioration de la qualité du milieu, ils permettent aussi de proposer une démarche plus efficace que la réduction des pressions polluantes, et la limitation des intrants. La gestion des impacts, fondée sur la description de phénomènes directement liés au transfert de polluant permettrait d'optimiser l'affectation des budgets destinés à restaurer ou assurer le bon état environnemental tout en réduisant les contraintes imposées aux activités agricoles.

Références bibliographiques

FOCUS (2000), FOCUS groundwater scenarios in the EU review of active substances. Report of the FOCUS Groundwater Scenarios Workgroup, EC Document Reference SANCO/321/2000 rev.2, 202 p.

FOOTPRINT (2009), Final project report. Deliverable DL43.

FOOTPRINT PPDB, Base de données sur les propriétés physico-chimiques, écotoxicologiques et toxicologiques des pesticides. <http://www.eu-footprint.org/fr/ppdb.html>

Gustafson D.I. (1989), Groundwater ubiquity score: A simple method for assessing pesticide leachability. Environmental Toxicology and Chemistry, Volume 8, Issue 4, pages 339-357

Larsbo M., Jarvis, N. (2003). MACRO5.0. A model of water flow and solute transport in macroporous soil. Technical description. Emergo 2003:6, Studies in the Biogeophysical Environment, SLU, Dept. Soil Sci., Uppsala, 47 pp.

Scorza Júnior R.P., Jarvis N.J., Boesten J.J, van der Zee S., Roulier S. (2007), Testing MACRO (version 5.1) for pesticide leaching in a Dutch clay soil. Pesticide Management Science, Volume 63, Issue 10, pages 1011-1025.

***Session 2 :
Prise en compte et mobilisation des
acteurs au niveau local***

Construire des coordinations d'activités agricoles sur un BAC

Présenté par : Fabienne Barataud

Courriel : fabienne.barataud@mirecourt.inra.fr

Une problématique nitrate sous la contrainte du Grenelle à résoudre par un petit collectif d'acteurs : les captages d'Harol (2009 - ...) Fabienne BARATAUD¹, Virginie ROLLAND², Annie KUNGBENOIT², Marc BENOIT¹

¹UR Agrosystèmes Territoires Ressources(ASTER), INRA-SAD, Mirecourt

²Pôle Développement Durable, Chambre d'Agriculture des Vosges, Epinal

Mots clefs : démarche participative ; co-construction ; acteurs locaux ; scénarios ; pollution diffuse ; nitrates

Résumé

Une démarche de co-construction de scénarios visant une restauration de la qualité d'une ressource en eau potable d'un captage classé « Grenelle » a été engagée par une équipe de recherche avec les acteurs locaux (agriculteurs concernés et municipalité) en partenariat avec la chambre d'agriculture. Le collectif ainsi constitué (parallèle au comité de pilotage incluant, lui, les services déconcentrés de l'Etat et le bureau d'étude en charge de la délimitation hydrogéologique du bassin) a analysé le territoire en termes de relations entre acteurs et de ressources et en a proposé une formalisation ; il a également souligné les besoins d'approfondissement de compréhension des mécanismes biophysiques de transferts des eaux sur ces terrains et des conséquences importantes sur le fonctionnement des exploitations et des incertitudes liées à la délimitation du bassin d'alimentation de captage.

Contexte et objectifs

La Directive Cadre sur l'Eau 2000/60/CE fixe comme objectif l'atteinte du bon état des masses d'eau superficielles et souterraines d'ici 2015. La reconquête de la qualité de la ressource destinée à l'eau potable s'inscrit également dans ce contexte en fixant comme objectifs l'atteinte du bon état au plus tard en 2015 (sans possibilité de report) et la réduction du degré de traitement de purification. La loi n° 2009-967 du 3 août 2009 dite loi Grenelle 1 renforce les objectifs définis par cette DCE. « D'ici à 2012, des plans d'action seront mis en œuvre pour assurer la protection des 500 captages (échelle nationale) les plus menacés par les pollutions diffuses, notamment nitrates et produits phytosanitaires. Sur les périmètres de captages d'eau potable, la priorité sera donnée aux surfaces d'agriculture biologique et d'agriculture faiblement utilisatrice d'intrants afin de préserver la ressource en eau et réduire ses coûts d'épuration. »

Dans ce contexte fortement contraignant, les acteurs locaux – agences de l'eau, municipalités, intercommunalités, chambres d'agriculture, syndicats d'exploitation des eaux – sont à la recherche de méthodes et de solutions sur le terrain pour répondre à ces objectifs.

Pour toute collectivité concernée par le classement en BAC Grenelle et devant donc répondre, dans un délai fixé, à des contraintes fortes, la question posée est multiple :

- c'est d'abord celle de la conciliation d'objectifs à court et long terme, d'impératifs économiques et environnementaux, d'intérêts parfois divergents des citoyens, des agriculteurs et de leurs partenaires (Meynard et al., 2001).
- c'est ensuite celle de la coordination de l'ensemble des acteurs impliqués par la question de la qualité de l'eau, soit pour mettre en œuvre des solutions techniques connues permettant de limiter les pollutions issues des activités humaines, soit pour imaginer des réorganisations de son territoire (Benoît, Kockmann, 2008).

L'émergence de solutions passe alors par la résolution de différents points de blocage :

- caractère incertain des connaissances scientifiques mobilisables (caractéristiques biophysiques incomplètement déterminées, délimitation du bassin fluctuante, processus de transferts et de transformations difficiles à modéliser, effets de bordures, problèmes de changements d'échelle) ;
- imprévisibilité inhérente aux systèmes complexes (aléas, effets retard ou temps de latence, non-linéarité forte des processus) ;

- arbitrage difficile entre le court et le long terme (qui induit un coût de la décision et de l'action collective) ;
- arbitrage d'un point de vue économique entre action préventive et action curative ;
- absence d'accord sur les enjeux et mobilisation d'arbitrage politique des conflits ;
- surdétermination des dimensions culturelles et éthiques.

En tant que chercheurs nous nous trouvons dès lors sollicités à différents niveaux pour augmenter le degré de connaissances de ces systèmes complexes et appuyer la prise de décisions (Benoît, Papy, 1997).

Nous plaçant en situation d'accompagner un processus de gestion et de construction et non de prédire le futur, nous avons choisi de travailler avec les acteurs d'un Bassin d'Alimentation de Captage : celui de Harol dans les Vosges. La source de la Rochotte contribuant à l'alimentation en eau potable de la commune de Harol fait en effet partie des 507 captages désignés comme prioritaires par le Grenelle de l'environnement (elle présente de manière constante des concentrations en nitrates proches de la norme de potabilité de 50mg/l). Située dans le sud des Vosges, en tête du bassin versant de la Saône, cette Aire d'Alimentation de Captage est d'étendue restreinte (le Périmètre de Protection Rapprochée s'étend sur 55 ha et le Bassin d'Alimentation de Captage en cours de délimitation ne devrait pas dépasser les 100 ha) ; les terrains situés sur cette AAC sont très essentiellement agricoles (polyculture-élevage) et très minoritairement forestiers.

La municipalité, en la personne du Maire de la commune, exprime clairement le sentiment de désarroi qui a été le sien à l'annonce du classement en captage Grenelle : la problématique n'avait pas été anticipée du fait d'une confusion dans les résultats d'analyse entre l'eau distribuée (mélange de quatre sources, dont trois sous forêts, et ne posant pas de problème) et la source de la Rochotte seule. La situation particulière de la commune d'un point de vue géographique (proximité de la ligne de partage des eaux) et administratif (rattachement à une communauté de communes dépendant d'un autre bassin pour l'assainissement) a également induit pendant un temps un « flottement » entre les deux Agences de l'Eau : Rhin-Meuse et Rhône-Méditerranée-Corse.

L'action collective dans le cas précis de Harol trouve donc son origine à la fois dans une demande sociale et dans une question de recherche (qui s'est construite en partie sur la reconnaissance de cette demande sociale). Cette double origine se traduit par la co-existence de deux collectifs se recoupant partiellement : le premier est un Comité de Pilotage issu de la démarche AAC, formé par les « institutionnels » (et auquel la recherche a été invitée à participer), et ayant délégué à un bureau d'études les phases de délimitation et de diagnostic ; le second, constitué à l'initiative de la recherche est centré sur un groupe d'acteurs locaux incluant les agriculteurs de la zone

Principaux résultats obtenus et applications envisageables

Le collectif centré autour des acteurs locaux a d'abord travaillé à l'élaboration d'une représentation partagée du territoire autour de la question de la restauration de la qualité de la ressource, sous forme d'un diagramme d'interactions (Etienne, 2007). La question, partagée par tous, que ce collectif souhaite traiter est formulée comme suit : « Quelles actions mettre en place collectivement pour améliorer durablement la qualité de l'eau ? »

Le diagramme obtenu (figure 1) appelle trois réflexions principales :

Il fait tout d'abord apparaître des acteurs indirects (techniciens de coopératives ou autres fournisseurs et propriétaires fonciers) qui, bien que cités par les agriculteurs et la municipalité, ne sont, pour l'instant, associés à aucune des réflexions des deux collectifs.

Il met ensuite en évidence le besoin d'une connaissance plus précise des relations entre, d'une part, systèmes de culture et pratiques (ou modifications de ces systèmes de cultures et pratiques) et, d'autre part, impacts environnementaux en termes de concentrations en nitrates. Ce constat a conduit à engager un suivi de différentes sources environnantes et une caractérisation des sols du bassin ; il nourrit également une réflexion sur l'opportunité de recourir à des modèles, des indicateurs et/ou des mesures complémentaires.

Le diagramme souligne enfin l'importance de la délimitation du bassin d'alimentation de captage ; de cette délimitation dépendra en effet le nombre d'acteurs impliqués mais aussi, pour des acteurs de toute façon concernés, l'impact des mesures adoptées sur le fonctionnement global de leur exploitation en fonction de la part de terres appartenant au BAC.

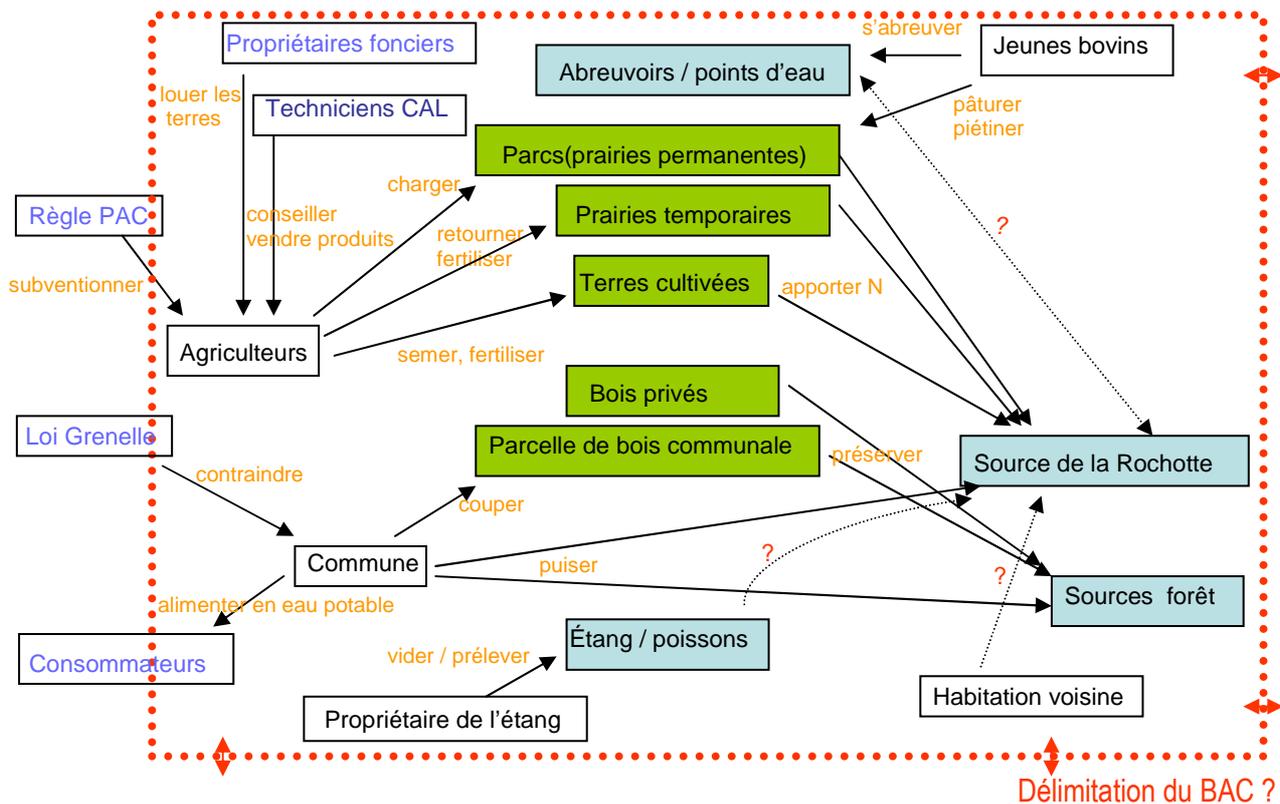


Figure 1 – Diagramme d'interactions Acteurs-Ressources du territoire de Harol

Nous basant sur les premières estimations du bureau d'étude en charge de cette délimitation nous avons alors calculé deux indicateurs :

D'une part, le taux de concernement (Benoît et al, 1997) de chaque agriculteur (surface des terres dans le périmètre rapportée à la SAU totale) selon deux scénarios de délimitation : le Périmètre de Protection Rapproché tel qu'il est défini actuellement, et un bassin hypothétique basé sur les premiers résultats du bureau d'étude (figure 2).

D'autre part, l'impact de chaque agriculteur sur le périmètre (surface des terres de l'agriculteur rapportée à la surface totale du périmètre) selon les deux mêmes délimitations envisagées.

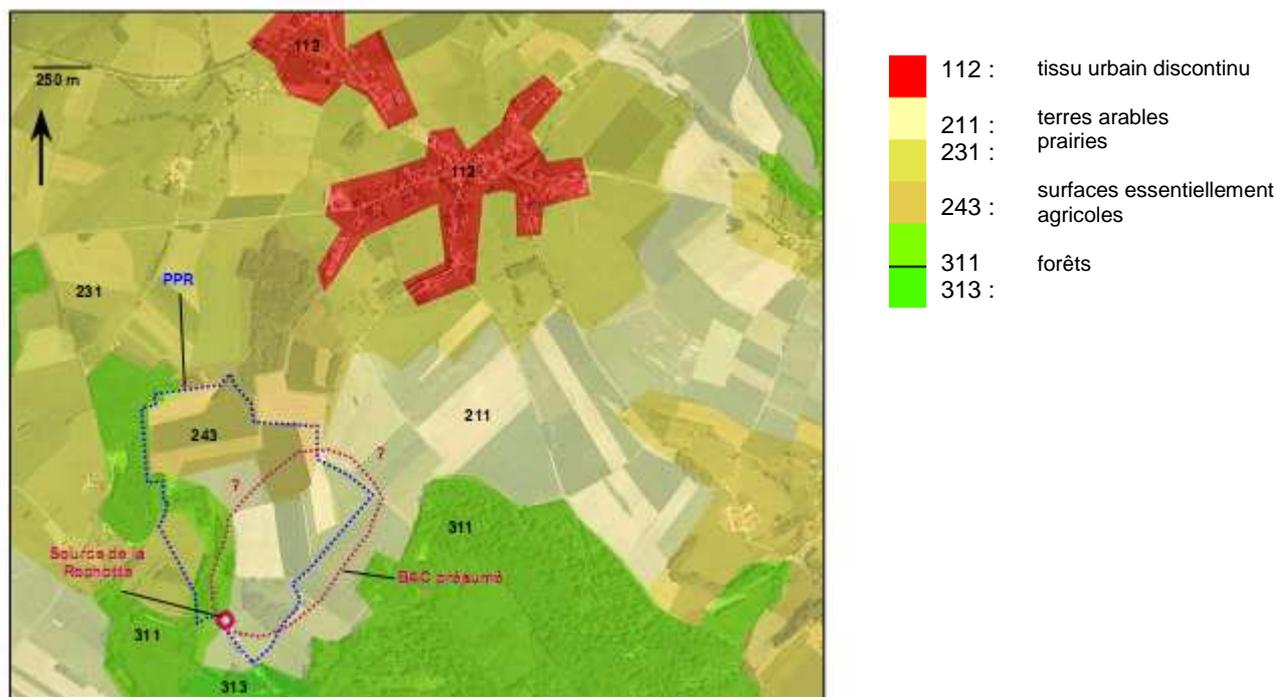


figure 2 – Occupation des sols, cartographie Corine Land Cover 2006 – 1/25 000 et délimitations du PPR actuel et du BAC présumé selon le bureau d'étude.

Les résultats (figure 3) mettent clairement en évidence les enjeux territoriaux fondamentaux de la délimitation : qu'il s'agisse pour certains agriculteurs d'une sortie (A5, A8) ou entrée (A4, A7) complète du secteur ou qu'il s'agisse de passer d'un concernement territorial très fort impliquant une modification fondamentale de l'activité à un concernement marginal ne supposant que quelques ajustements (A3). Or ce travail de délimitation se trouve aujourd'hui soumis à un impératif de finalisation dans des délais brefs et ses conclusions risquent d'être contestées dans de nombreux cas. Une délimitation un peu englobante (même si on redéfinit ensuite une zone d'action prioritaire au sein de ce territoire) présenterait l'avantage de ne pas faire porter des attentes trop fortes sur un nombre restreint d'acteurs, de maximiser les chances de retombées environnementales, d'élargir le champ des solutions possibles et de penser collectivement, à l'échelle du territoire, ces solutions.

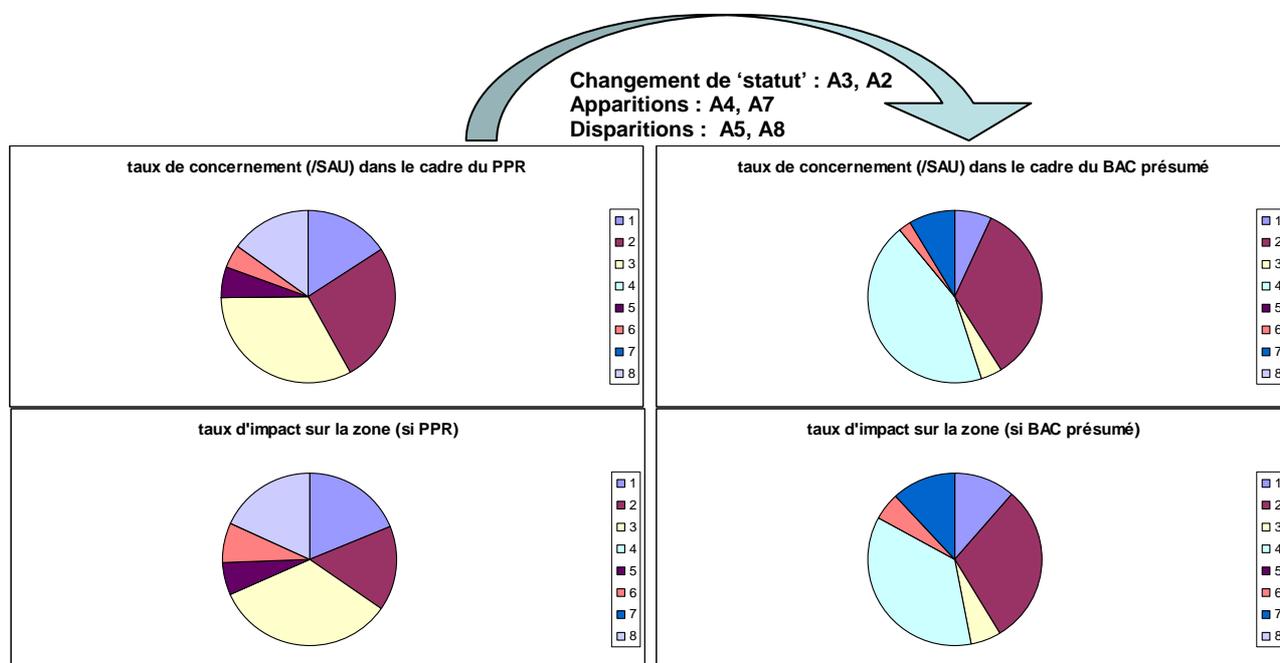


Figure 3 – Incidence de la délimitation du bassin sur la part des exploitations concernées.

Perspectives et conclusion

L'objectif ultérieur est de construire ensuite des scénarios de réorganisation territoriale à partir de cette représentation formelle du territoire, et d'évaluer les améliorations apportées par ces scénarios sur les futures ressources en eau..

Le travail d'ores et déjà effectué a permis de structurer le collectif autour de la volonté de compréhension des mécanismes en jeu sur la zone (en particulier hydrogéologique), de confronter les différentes contraintes auxquelles chaque agriculteur doit faire face et ses opportunités pour changer, et de souligner l'importance des répercussions sur les exploitations de la délimitation du BAC à venir.

Références bibliographiques

Benoît M., Deffontaines J.-P., Gras F., Biénaïmé E., Riéla-Cosserat R., 1997. Agriculture et qualité de l'eau. Une approche interdisciplinaire de la pollution par les nitrates d'un bassin d'alimentation. *Cahiers Agriculture* 1997; 6:97-105.

Benoît M., Papy F., 1997. Pratiques agricoles et qualité de l'eau sur le territoire alimentant un captage. In : Riou C., Bonhomme R., Chassin P., Neveu A., Papy F. (Eds.), 1997 : *L'eau dans l'espace rural-production végétale et qualité de l'eau*. Paris. INRA Editions. pp. 323-338.

Benoît M., Kockmann F., 2008. L'organisation des systèmes de culture dans les bassins d'alimentation de captages : innovations, retours d'expériences et leçons à tirer. *Ingénieries* n°54 : 19-32

Etienne, M., 2007. Co-construction d'un modèle d'accompagnement selon la méthode ARDI : guide méthodologique, ANR-05-PADD-007

Meynard, J.M., Dore, T., Habib, R., 2001. L'évaluation et la conception de systèmes de cultures pour une agriculture durable. *CR Académie d'Agriculture Fr.*, 87 (4) : 223-236

Diagnostic socio-économique agricole dans les aires d'alimentation de captages

Présenté par : Anne-Louise Guilmain, chargée d'études spécialisée Agriculture, AESN

Courriel : guilmain.annelouise@aesn.fr

Diagnostic socio-économique agricole dans une aire d'alimentation de captage (2010) : Emilie NAHON¹, Anne-Louise GUILMAIN¹, Antoine LANGUMIER², Céline BAUDET³.

¹ Service Eaux Souterraines et Agriculture, Direction de l'eau et des milieux aquatiques, Agence de l'eau Seine Normandie ; ² Ecodécision ; ³ AgriStem.

Mots clefs : aires d'alimentation de captages – diagnostic socio-économique - agriculture

Résumé

Afin de permettre l'adoption puis la mise en place d'un programme d'action efficace et adapté au contexte local dans les aires d'alimentation de captage pour préserver la qualité de l'eau, l'Agence de l'eau Seine Normandie souhaite développer les diagnostics socio-économiques agricoles de ces territoires.

Ces diagnostics ont pour but de mettre en évidence les interactions entre les agriculteurs et leur environnement socio-économique, en particulier leurs conseils et leurs filières. Ils permettent ainsi de faire ressortir les freins et leviers à la mise en place d'actions de préservation de la ressource en eau, issus de ce contexte.

Pour cela, une étude a été pilotée par l'Agence de l'eau Seine Normandie et menée par Ecodécision et AgriStem, afin de réaliser un mémento pour un bon déroulement de ces diagnostics, ainsi qu'un cahier des clauses techniques particulières (CCTP) type. La méthode a été de plus testée dans une aire d'alimentation de captage.

Contexte et objectifs

Aujourd'hui, la démarche mise en place pour protéger les captages des pollutions diffuses se décompose en 3 grandes phases : la délimitation de l'aire d'alimentation de captage (AAC) avec sa vulnérabilité intrinsèque, le diagnostic des pressions et la définition du programme d'actions. Cette dernière phase est sans doute la plus complexe. En effet, il est nécessaire de définir des mesures qui soient à la fois suffisantes pour le milieu et adaptées au contexte local. Connaître les interactions économiques, sociales et politiques locales doit donc permettre de mieux adapter les mesures et donc favoriser leur adoption. Cela permet également de saisir les freins et leviers vis-à-vis du changement de pratique de l'agriculteur, issus de ce contexte.

L'Agence de l'eau Seine Normandie souhaite donc développer des diagnostics socio-économiques sur les AAC afin d'avoir des plans d'actions avec une meilleure adaptation locale et donc une plus grande efficacité réelle. Elle souhaite sensibiliser les maîtres d'ouvrage sur l'utilité de ces études et les accompagner dans leur lancement. Pour cela, elle a fait réaliser un mémento pour la mise en place des diagnostics socio-économiques agricoles dans les AAC. Elle a également demandé au bureau d'études d'effectuer un « diagnostic test » dans un territoire de grande culture

Principaux résultats obtenus et applications envisageables

Le diagnostic socio-économique doit idéalement être réalisé après le diagnostic des pressions et avant la définition du plan d'actions. Cependant, il peut être adapté en fonction de l'état d'avancement des démarches.

Une démarche type a été proposée pour le déroulé de cette phase :

- Réunion avec le comité de pilotage, faisant le lien avec les autres phases de la démarche de protection des AAC.
- Réunion de démarrage auprès des acteurs déjà ressentis et des agriculteurs, afin de présenter l'étude, mais aussi, afin d'annoncer la date de restitution officielle.

- Réalisation des entretiens avec les agriculteurs (en étant complémentaires et non redondants par rapport aux diagnostics des pressions) ainsi qu'avec les autres acteurs (filières, conseil, centre de gestion, administration, PNR...).
- Analyse des données et des jeux d'acteurs.
- Propositions de pistes d'actions, de pistes de travail qui seront réétudiées, discutées, négociées, dans le cadre de la définition du programme d'actions.
- Réunion de restitution, afin de montrer les avancées apportées par l'étude aux acteurs pour maintenir une dynamique.
- Reprise de l'étude par l'animation en place.

L'étude a permis de préciser des éléments qui devaient être présents dans le rendu, ainsi que des propositions de forme de rendu.

Certains facteurs de réussite ont été identifiés :

- Pour la rédaction de l'appel d'offre : accorder une place réelle à l'étude, avoir des objectifs clairs et partagés
- Pour le choix du prestataire : une attention toute particulière doit être portée sur les compétences, notamment en agronomie « durable » (intégrée et biologique, notamment).
- Pour le lancement de l'étude : l'implication du maître d'ouvrage est indispensable pour faire prendre conscience de l'enjeu, mais aussi montrer l'implication collective.
- Pour l'appropriation de l'étude : des objectifs initiaux partagés, des points d'étape réguliers avec le comité de pilotage, une réunion de restitution publique et enfin, une communication générale autour du projet.

Perspectives et conclusion

L'Agence de l'eau Seine Normandie a intégré les diagnostics socio-économiques dans sa démarche de protection des captages d'eau potable contre les pollutions diffuses. Si elle n'en fait pas une obligation de mise en place pour l'attribution de ses aides, elle favorise fortement sa réalisation.

Elle a diffusé les documents issus de l'étude auprès de ses agents et communiqué auprès de partenaires sur ces diagnostics et sur leurs facteurs de réussite.

Ces diagnostics apportent un réel plus à la dynamique du territoire, mais, comme ils sont coûteux, ils sont à adapter au cas par cas. Cependant, ils peuvent débloquer des situations.

Les documents produits peuvent être transmis aux partenaires de l'Agence de l'eau Seine Normandie, sous réserve de spécifier l'origine.

Références bibliographiques

- AESN, Ecodécision, AgriStem, « Diagnostic socio-économique agricole sur une aire d'alimentation de captage, mémento » - Juillet 2010,
- AESN, Ecodécision, AgriStem, « Diagnostic socio-économique agricole sur une aire d'alimentation de captage, CCTP type » - Juillet 2010,
- AESN, Ecodécision, AgriStem, « Elaboration d'une méthodologie pour le lancement et le suivi des diagnostics socio-économiques des territoires AAC à partir de la réalisation d'un cas concret, rapport de phase 3 » - Juillet 2010,
- « Réseaux de commercialisation, l'exemple de l'Hérault », Les Cahiers de l'Observatoire, n°2, mai 2007, p5.
- « Diversité des producteurs en circuits courts -Typologie des maraîchers de l'Hérault et des Pyrénées-Orientales », Les Cahiers de l'Observatoire CROC/COXINEL, n°8 septembre 2008
- Brun A., « Quand Politique de l'eau et politique Agricole se conjuguent à l'imparfait », American Council for Quebec Studies, Septembre 2006
- Milot N., "The integrated management of the St. Lawrence River: a social experiment in public participation", American Council for Quebec Studies, 2007
- BERTRAND J., GAMRI S., MONTEILLIER S., « L'agriculture biologique peut-elle être une réponse adaptée aux enjeux territoriaux et environnementaux de qualité de l'eau ? - Les termes du débat national et les jeux d'acteurs autour des captages de La Rochelle » 2009
- B. Barraqué, Rapport pour le financement DT2R

- A.ROUSSARY, D.SALLES, G. AKERMANN, ACT'EAU : Journée d'étude recherche et action: «L'expérimentation des Aires d'Alimentation de Captages», 12 mars 2009, Université Toulouse 2 le Mirail
- ABHERVÉ D., RIBEYRE J., RIOS M., TUGAYÉ Z. « Protection des captages par l'amélioration des pratiques agricoles » 2009

Le conseil auprès des agriculteurs

L'implication du Négoce Agricole dans les actions collectives de protection des zones de captage

Présenté par : Sébastien PICARDAT

Courriel : fna.spicardat@negoce-village.com

Titre du projet, Coordonnateur et Responsables des équipes impliquées :

Le conseil auprès des agriculteurs - Sébastien PICARDAT¹

Basé sur les retours d'expériences suivants :

Captage de Chamoy Saint-Phal (Aube), « Ferme Aube 2013 » – Christian SAVARY²

Captage de la Fontaine au Seigneur (Yonne) – Sophie CHABROL³

Captage du Bois du Four à Bouvesse Quirieu (Isère), opération « Terre et Eau » - Maurice BOUTEILLE⁴

¹ Fédération du Négoce Agricole, ² Soufflet Agriculture, ³ Etablissement RUZE, ⁴ GAIC

Mots clefs : conseil, préconisation, distribution, produits phytopharmaceutiques, fertilisation, pollutions diffuses, zones de captage, animation, projet.

Résumé

Le conseil lié à l'utilisation des intrants agricoles, notamment des produits phytopharmaceutiques, est réalisé par des distributeurs (négociants ou coopératives), des chambres d'agriculture ou des conseillers indépendants. Encadré par les lois Grenelle sous la forme d'un agrément, délivré par l'Etat sur la base d'une certification d'entreprises, le conseil peut être un levier pour participer à la protection des zones de captage. Cette présentation détaillera les différentes étapes du conseil, puis illustrera le travail terrain des conseillers auprès des agriculteurs avec 3 exemples concrets. Elle démontrera la nécessité d'initier un diagnostic initial partagé entre les différents acteurs de la zone de captage et d'accompagner l'évolution des pratiques en concertation avec les opérateurs économiques. Elle identifiera également les conditions de succès qui permettent d'aboutir aux objectifs de protection fixés par les lois Grenelle, dans l'intérêt des utilisateurs de la ressource en eau.

Contexte et objectifs

Depuis de nombreuses années, des actions visant la protection de la qualité des eaux se sont mises en place, par prise de conscience des enjeux entourant la thématique « eau et agriculture ».

Les opérations FERTI-MIEUX par exemple ont été développées avec pour objectif principal la protection de la qualité de l'eau. Ces opérations ont été lancées en 1990 par l'Association Nationale pour le Développement Agricole (ANDA) à la demande des organisations professionnelles agricoles et avec la participation des agences de l'eau et consistaient en un label décerné à des groupes d'agriculteurs d'une région naturelle s'engageant dans une action volontaire de protection de la ressource en eau. Les conseillers de la distribution et des chambres d'agriculture se sont investis dans ces démarches très tôt et ont ainsi promu ces opérations auprès des exploitants agricoles.

Si des démarches étaient déjà engagées dans certains départements, la protection des zones de captage d'eau se structure et se généralise sous l'impulsion des lois Grenelle.

Lors des tables rondes du Grenelle de l'environnement, la préservation à long terme des ressources en eau utilisées pour la distribution d'eau potable a été identifiée comme un objectif prioritaire. Une des actions qui a été retenue pour répondre à cet objectif et traduite dans le projet de loi de programmation relatif à la mise en œuvre du Grenelle de l'Environnement est d'assurer la protection de l'aire d'alimentation de 507 captages les plus menacés par les pollutions diffuses d'ici 2012.

L'identification de cette liste participe aux objectifs de l'article 24 de la loi de programmation relatif à la mise en œuvre du Grenelle de l'environnement. La prochaine phase va consister à définir et mettre en œuvre des programmes d'actions pour assurer la protection effective des 507 captages identifiés. Il s'agira en particulier, pour chaque captage, d'arrêter la zone de protection de l'Aire d'Alimentation du Captage (AAC),

sur la base d'un diagnostic territorial des pressions agricoles, puis le programme d'actions au plus tard à l'automne 2011, pour permettre la mise en place des mesures agroenvironnementales d'ici mai 2012. Ainsi, des programmes locaux devront réunir les différents services déconcentrés de l'Etat (DRAAF, DREAL...), organismes publics et parapublics, professionnels agricoles, distributeur (négociants ou coopératives), collectivités territoriales,... dans l'objectif de mettre en œuvre des actions permettant de maîtriser la qualité de l'eau au niveau des aires d'alimentation de captage.

L'intervention orale propose de présenter le rôle des conseillers agricoles locaux dans la mise en œuvre des actions de protection d'un captage d'eau et l'accompagnement réalisé par ceux-ci auprès des agriculteurs à l'échelon d'une aire de captage d'eau.

L'intervention s'articulera en deux parties :

- Le conseil et la préconisation auprès des agriculteurs
- Retours d'expériences s'appuyant sur 3 exemples concrets et complémentaires d'accompagnement d'agriculteurs de zones de captage par des conseillers terrain
-

Principaux résultats obtenus et applications envisageables

- Le conseil et la préconisation auprès des agriculteurs

Le conseil et la préconisation auprès des agriculteurs sont des termes à bien identifier afin d'en comprendre le sens et le déroulement.

Tout au long du cycle de production d'une culture, le conseiller accompagne l'agriculteur. Il l'aide dans ses choix d'assolement et de rotation. Il lui apporte des conseils pour choisir ses semences et conduire ses itinéraires techniques culturaux. Il lui fournit un appui technique mais aussi économique, réglementaire,... Les conseils prodigués tiennent compte du contexte de l'exploitation, à savoir les cahiers des charges contractés, les débouchés possibles, les attentes et objectifs de l'agriculteur, le contexte pédoclimatique, ...

A la parcelle ou à la culture, le conseiller entre dans une démarche de préconisation. La préconisation est un processus qui commence par l'observation et va jusqu'à l'enregistrement de celle-ci.

On distingue 7 phases à la préconisation :

1. L'observation
2. Le constat (identification de l'adventice, de la maladie,...)
3. L'analyse et l'évaluation (prise en compte du contexte général pour évaluer l'importance des éléments constatés)
4. L'identification des solutions (pas d'intervention, intervention mécanique, chimique,...)
5. Le choix de la solution par l'agriculteur
6. La recommandation (en se basant sur la solution choisie par l'agriculteur, le conseiller précise les modalités recommandées pour un bon résultat de la solution visée)
7. L'enregistrement de la préconisation (comprenant l'identification du conseiller et de l'exploitant agricole, la date de la préconisation et le détail de la préconisation)

Suite au Grenelle de l'environnement, le conseil et la préconisation de produits phytopharmaceutiques sont encadrés et auront les mêmes niveaux d'exigence pour toute personne physique ou morale, publique ou privée, qu'elle exerce ou non une activité de distribution.

Cela se traduit par la mise en place de 2 agréments :

- L'agrément pour la distribution de produits phytopharmaceutiques à usage professionnel, comprenant la partie « conseil indépendant » (obligatoire pour tout organisme réalisant la distribution de produits phytopharmaceutiques professionnels)
- L'agrément « conseil indépendant » (obligatoire pour tout organisme public ou indépendant réalisant du conseil au sujet des produits phytopharmaceutiques à usage professionnel)
- **Retours d'expériences s'appuyant sur 3 exemples concrets et complémentaires d'accompagnement d'agriculteurs de zones de captage par des conseillers terrain**

Captage de Chamoy Saint-Phal (Aube) - opération « Ferme Aube 2013 »

Retour d'expérience se basant sur le poster intitulé « les organismes techniques aubois proposent un plan d'actions coordonnées pour la qualité de l'eau sur le Bassin d'Alimentation de Chamoy Saint-Phal »

Depuis 2008, la Mission Agricole de Protection des Captages, née d'un partenariat entre l'Agence de l'Eau Seine Normandie, le Conseil Général et la Chambre d'Agriculture de

l'Aube, intervient auprès des agriculteurs afin de les sensibiliser à la problématique « PPP » (Produits phytopharmaceutiques) sur leur exploitation.

Afin de toucher tous les agriculteurs du BAC, les distributeurs opérant sur la zone (la coopérative Nouricia et le négoce Soufflet Agriculture) ont été impliqués dans la démarche depuis l'automne 2009.

Les organismes techniques aubois proposent un plan d'actions coordonnées pour la qualité de l'eau sur le Bassin d'Alimentation de Chamoy Saint-Phal.

Ils ont calculé durant l'année 2010 l'IFT de chacune des 19 exploitations agricoles concernées par le périmètre de protection et ont construit un plan autour des 2 axes que sont la réduction des pollutions ponctuelles et la réduction des pollutions diffuses.

L'implication des organismes réalisant du conseil auprès des agriculteurs de la zone de captage fait prendre une nouvelle ampleur à la démarche initiée par la Mission Agricole de Protection des Captages. Le conseil et l'accompagnement individualisés des 19 agriculteurs permettent la mise en place d'actions ciblées et personnalisées, sur la base des IFT des exploitations préalablement calculés. Cette démarche vise à maintenir un accompagnement et une motivation des personnes concernées plus durable et plus efficace.

Captage de la Fontaine au Seigneur (Yonne)

En 2004, le diagnostic agricole du BAC de la Fontaine au Seigneur, situé sur la commune de Migennes, a été réalisé. La localisation d'actions à mettre en œuvre pour reconquérir et protéger durablement le captage d'eau est défini sur la base de la vulnérabilité du territoire en 2005 par la ville de Migennes. A cette époque, les acteurs locaux réalisant du conseil n'ont pas été sollicités.

Début 2009, l'agence de l'eau Seine Normandie, en collaboration avec la Chambre d'Agriculture de l'Yonne, ont organisé une réunion d'information auprès des exploitants agricoles concernés par la zone de captage de la Fontaine au Seigneur. Lors de cette réunion, un plan d'action a été présenté, comprenant principalement la mise en place de MAE pour la remise en herbe, la conversion à l'agriculture biologique, la réduction des intrants, ...

A la présentation du plan d'action, une association de protection fut créée par les exploitants agricoles, les propriétaires fonciers et les organismes stockeurs pour proposer une autre approche de la protection de cette zone de captage.

Après divers actions menées par cette association, il a été constaté que le diagnostic initial réalisé en 2004 faisait débat sur la ou les sources des problèmes de pollution par les produits phytopharmaceutiques de la zone de captage. Ces pollutions seraient susceptibles de venir de productions situées en amont de la zone de captage, et hors périmètre de protection. Le diagnostic étant mal posé, les actions initialement proposées font débat et semblent aboutir à opposer les acteurs.

Captage du Bois du Four (Isère) – opération « Terre et Eau »

Retour d'expérience se basant sur le poster intitulé « l'importance du conseil dans la mise en place du plan d'actions Terre et Eau pour la qualité de l'eau sur le captage du Bois du Four (Isère)»

L'entreprise GAIC participe aux opérations initiées par Fertimieux/PIL'AZOTE de l'Isère depuis plus de 15 ans et participe désormais au comité de pilotage « Terre et eau », opération mise en place en 2008 intégrant les questions liées aux produits phytopharmaceutiques.

Les opérations Terre et eau sont menées en collaboration avec de nombreux partenaires : profession agricole, organismes économiques, distributeurs, instituts techniques, Agence de l'eau, collectivités, distributeurs d'eau, administrations, associations...

Le comité de pilotage départemental, composé de l'ensemble des partenaires, se réunit une fois par an, pour faire le bilan des actions de l'année et décider des actions de l'année suivante. Les opérations Terre & eau ont pour objectif de réduire les pollutions par les nitrates et phytosanitaires, par l'adoption de pratiques agricoles respectueuses de la qualité de l'eau. L'entreprise GAIC F. Cholat participe actuellement à l'évaluation des opérations mises en place par Terre et Eau.

Le pilotage des actions menées sur la zone de captage est assuré par la chambre d'agriculture de l'Isère. L'objectif visé est de diminuer le taux de nitrates dans l'eau distribuée suite à un diagnostic réalisé en 2002

Des agriculteurs de la zone de captage se sont investis dans des démarches de Contrats Agriculture Durable, puis désormais sont engagés dans des Mesures

Agroenvironnementales territoriales (MAE t) – remise en herbe de grandes cultures, limitation de la fertilisation azotée sur grandes cultures,...

Le partenariat étant de longue date entre la GAIC et les autres partenaires locaux de la zone de captage du Bois du Four, voici une illustration de l'investissement d'un organisme réalisant du conseil pour la protection d'une zone de captage :

- L'intégration des adaptations et des contraintes dans les préconisations des équipes techniques et commerciales GAIC auprès des agriculteurs concernés
- Dans le cadre de la précédente action PIL'AZOTE', contribution à l'évaluation de la fourniture des sols de notre région par la mise en place de micro-parcelles témoin zéro azote
- Mise en place d'un essai CIPAN
- Pilotage de l'azote sur blé avec N testeur
- Propositions d'assolements avec des cultures non fertilisées en azote (pois protéagineux de printemps)
- Communication dans les « Flash infos » pour expliquer l'arrêté préfectoral de l'Isère relatif au 4ème programme de lutte contre les nitrates

Perspectives et conclusion

- La sollicitation de l'ensemble des acteurs locaux est un préalable à l'élaboration du diagnostic initial et au bon relai d'actions locales, dans le cadre d'un consensus partagé,
- Le diagnostic initial est primordial pour obtenir des résultats factuels et durables sur la qualité de l'eau d'une zone de captage,
- Les conseillers agricoles de terrain ont un rôle-clé dans la bonne réussite des actions engagées. Ils sont vecteurs d'information, de conseils, de motivation et d'une vue d'ensemble auprès des exploitants agricoles concernés,
- Leur sollicitation et leur implication dans les plans d'action locaux est variable. Certains organismes réalisant du conseil sont invités à participer aux réflexions et actions depuis de nombreuses années, d'autres sont sollicités depuis la mise en place du Grenelle de l'environnement en régions, d'autres ne sont pas aujourd'hui identifiés par les structures locales en charge de la protection des aires de captage,
- Le conseil lié notamment à l'utilisation des intrants agricoles est l'une des clés de la réussite de la protection des zones de captage.

Références bibliographiques

Présentations

- Qualité de l'eau sur le Bassin d'Alimentation de Chamoy Saint-Phal – power point Ferme Aube 2013 – 5 février 2010
- La protection du BAC de la fontaine au Seigneur à Migennes - power point Chambre d'Agriculture de l'Yonne – Mars 2009
- Evaluation des opérations Terre et Eau, cahier des charges de l'étude – Chambre d'Agriculture de l'Isère – septembre 2009

Documents écrits

- Projet de référentiel de certification des entreprises de distribution de produits phytopharmaceutiques à usage professionnel – DGAL - 14 décembre 2010
- Lettre d'information n°1 - Captage de Chamoy / Saint Phal - Mission Agricole de Protection des Captages – Septembre 2008
- Lettre d'information n°2 - Captage de Chamoy / Saint Phal - Mission Agricole de Protection des Captages – Février 2009
- Lettre d'information n°3 - Captage de Chamoy / Saint Phal - Mission Agricole de Protection des Captages – Avril 2010
- L'Aube au Chevet de l'eau - Agrodistribution – décembre 2010

Nécessité sociétale et réticences agricoles autour des zones de captages en eau

Présenté par : Luc Bossuet, Julien Ancelin, Marianne Ehrlich, Julie Monroux, Emmanuel Phelut

Courriel : luc.bossuet@agroparistech.fr ; julien.ancelin@stlaurent.lusignan.inra.fr ; marianne.ehrlich@agroparistech.fr ; Julie.Monroux@charente-maritime.chambragri.fr ; emmanuel.phelut@ville-de-la-rochelle.fr

ANR COVER : CONflits d'usage et de Voisinage dans les Espaces Ruraux et périurbains (2008-2010)
André Torre³

¹ UMR 1048 INRA-SADAPT, Agroparistech

Mots clefs : eau potable, partenariat, syndicat des eaux, chambre d'agriculture, agriculteurs, adhésion, réticence

Résumé

Des obligations réglementaires communautaires et législatives nationales imposent l'amélioration de la qualité des eaux potables en raison de leurs pollutions notamment d'origines agricoles et des exigences sanitaires. Le modèle productif intensif agricole se trouve de la sorte mis en question et des mesures incitatives sont mise en place pour modifier les pratiques. En parallèle, des partenariats s'élaborent au niveau institutionnel pour appuyer à cette amélioration. Reste à comprendre comment les agriculteurs réagissent à ces incitations, pourquoi et comment. Poser de telles questions, c'est admettre que la réponse est multidimensionnelle, à la fois technique, économique et sociologique. Pour y répondre, il est mis l'accent sur les points qui font consensus et ceux qui font davantage polémique, voire ceux qui correspondent à de l'attentiste.

Contexte et objectifs

La protection des zones de captage en eau potable est un enjeu éminemment politique car elle répond à des impératifs de développement durable. Concrètement, il s'agit de fournir aux populations une eau de qualité et en quantité suffisante afin d'assurer leurs besoins. Or dans cette mission, les syndicats des eaux sont confrontés à deux handicaps majeurs. Le premier tient aux normes reconnues internationalement et qu'il s'agit de respecter (seuils techniques)⁴. Le second est d'ordre socioéconomique. Le prix du litre d'eau au robinet ne peut pas franchir un certain pallier sans mécontenter la population, surtout si la raison en est le coût grandissant de sa dépollution (seuil social d'acceptabilité). Parce que la qualité des eaux de nombreux captages destinés à l'approvisionnement humain est fortement dégradée en Charente-Maritime, Deux-Sèvres et Vendée notamment, la France est régulièrement condamnée à verser de lourdes amendes à l'Union Européenne. Cette situation conduit à un changement de paradigme quant à la gestion de la ressource ; passage d'une gestion technico-économique à une gestion durable de l'eau (Ganoulis J., 2001). Cinq dimensions y conduisent : l'essor des besoins, notamment urbains, et la concurrence que se livrent les divers usagers avec les conflits qui en résultent, l'intensification dans l'exploitation de la ressource et ses dégradations qualitatives, enfin le changement climatique, marqué par des périodes de sécheresse significatives.

Afin de gérer ce changement, le choix est fait de construire une régulation partagée à l'échelle de bassins versants, sur la base de procédures négociées incluant acteurs publics et privés (Lascoumes et al., 2004) et des incitations financières couplées à diverses mesures de type agri-environnementales. Pour réduire les pollutions diffuses de l'eau engendrées par les pratiques agricoles plusieurs travaux mettent l'accent sur la nécessaire territorialisation des politiques environnementales afin de prendre en compte la diversité des situations pédoclimatiques et leurs influences sur le lessivage de l'azote (Lacroix A. et al., 2010). Or, cela ne suffit pas. Il faut de surcroît appréhender les conséquences sociales des évolutions réglementaires dans ce domaine ce qui nécessite de porter attention à l'acceptabilité des différentes mesures proposées aux acteurs

⁴ Une eau est considérée comme potable en dessous du seuil de 50mg/l de nitrates et de 0,1 µg/l de produit phytosanitaire (et somme produits phytosanitaires inférieure à 0,5 µg/l)

concernés. (Rinaudo et al. 1999). Dans ce but, il est utile au préalable de développer une analyse du contexte historique et multi dimensionnel ; socio-économique, technique et politique qui a présidé à l'instauration de la situation présente (Pinton, 2006). Le cas de la Charente-Maritime se prête tout particulièrement à ce genre d'étude.

Principaux résultats obtenus et applications envisageables

1. Rivalité entre intensification agricole et exigences sociétales

Le contexte pédoclimatique charentais-maritime correspond à une situation de faible pluviométrie annuelle, associée à de longue période de sécheresses estivales et à des précipitations importantes de novembre à janvier et d'avril à mai, sur des sols de groie, munis de faibles réserves souterraines peu profondes. La ressource est donc rare, limitée et peu renouvelable. Département agricole, la Charente-Maritime connaît depuis 1976, année de sécheresse, de profondes mutations, notamment en Aunis. Autrefois tourné vers la polyculture-élevage bovins lait, cette petite région connaît une profonde réorientation de sa production. L'instauration des quotas laitiers en 1984 favorise régression laitière au profit de la céréaliculture et de la maïsiculture. La législation en vigueur y contribue largement. L'irrigation se développe car les prélèvements agricoles en eaux font l'objet d'une procédure simplifiée de déclaration en raison de leur caractère saisonnier et transitoire de sorte que les volumes prélevés ne sont pas pris en compte (source DDAF 17 et CA 17). Les lois d'orientation agricole de 1979 et de 1992 favorisent encore davantage cette orientation vers l'irrigation, dynamique qui reçoit l'appui financier du Conseil Général par l'attribution de subventions à l'équipement des agriculteurs lors de la seconde décennie.

Or, ces choix agricoles se produisent au moment même où l'urbanisation côtière s'étend à l'arrière pays, notamment autour de la ville de La Rochelle occasionnant des besoins accrus en eaux potables (Bossuet L., et al., 2010). Ils se réalisent également à l'instant où les exigences en matière de qualité des eaux s'affirment réglementairement (*Directive Cadre Européenne* DCE Nitrate 1991, DCE Eau 2000 objectif 2015, DCE 2009, loi sur l'eau 1992, 1999 et 2006). Ils s'expriment aussi dans un contexte de forte conflictualité entre l'agriculture et la conchyliculture d'une part (Bossuet et al. 2009), entre l'agriculture et les activités liées au tourisme d'arrière pays et les associations de pêche en raison des assecs, mais également entre agriculteurs ; les céréaliers contre les éleveurs dans les marais doux. Face à cette réalité et dans un cadre relationnel tendu, comment réagissent le service des eaux de la ville de La Rochelle (SELR), les agriculteurs concernés par les périmètres de Varaize, Fraise et Anaïs, et la chambre d'agriculture ? C'est à l'étude des jeux entre les parties prenantes qu'est consacrée la présente contribution. Celle-ci repose sur des enquêtes auprès d'experts et d'acteurs de terrain et la consultation de résultats de prélèvements de terre en entrée et en sortie d'hiver sur les parcelles, ainsi que sur des analyses de l'eau sur les sites de captage, les uns étant fournis par la CA 17, les autres par le SELR.

2. Positionnement des acteurs

La démarche visant la réduction des intrants agricoles afin de préserver la ressource en eau potable de l'Aunis est différemment accueillie par les acteurs institutionnels et de terrain, démontrant que le monde agricole est fort divisé sur la question et cela dans un contexte où une réelle prise de conscience paraît néanmoins s'établir.

2.1. Les institutionnels

Représentant des agriculteurs sur la scène institutionnelle départementale, le président de la chambre d'agriculture concède aisément que les agriculteurs doivent faire des efforts pour réduire leurs pollutions. Selon lui, il en va de la crédibilité de la profession, dans un contexte de forte contestation de ses pratiques. Par contre et à juste titre, il incite sur le fait que les agriculteurs ont été poussés vers l'intensification, utilisant des produits jusqu'alors homologués malgré leurs caractères reconnus nocifs du point de vue environnemental aujourd'hui. De la même façon, il considère nécessaire de réfléchir au plan d'irrigation avec l'introduction de cultures peu gourmandes en eau dans les rotations afin de diminuer les prélèvements agricoles. A l'inverse le responsable du service environnement de la chambre d'agriculture conteste les seuils retenus pour décréter l'eau impropre à la consommation humaine. Si les concentrations des eaux dépassent ces seuils, elles doivent être utilisées exclusivement par l'agriculture. La fermeture du site de pompage du Gué d'Alleré par le SELR en est l'exemple. Pour justifier sa position, il affirme être insatisfait du goût de l'eau du robinet suite aux traitements qu'elle subit. En contradiction avec cette position, mais en accord avec son président, l'ingénieur responsable de la qualité des eaux de la CA 17 revendique la nécessité du partenariat entre le CA 17 et le SELR. Cette alliance vise à amener peu à peu *les agriculteurs à prendre conscience de leur rôle dans la pollution des eaux. Ce n'est pas facile et cela va prendre du temps, mais le tout intensif est fini...A moins de jouer à l'autruche !*

De son côté, l'ingénieur du SELR mentionne le partenariat avec la CA 17 montrant la qualité de celui-ci et la conscience qu'ont ses interlocuteurs quant à la nécessaire évolution des pratiques agricoles. Par contre, il met l'accent sur le rôle des coopératives et leur logique de vente qui conduit les agriculteurs à une

surconsommation d'intrants. Pour y faire face, il indique les conseils conjoints développés par le SELR et la CA 17 pour inciter les céréaliers à mieux réfléchir leurs interventions culturales.

2.2. Diversité de positionnement des agriculteurs

Au regard des MAE Eaux proposées, les agriculteurs répondent en suivant trois logiques.

Une majorité d'entre eux déclare attendre de voir. Sans obligation légale, ils privilégient leur façon de produire afin de maintenir leurs rendements face à l'incertitude des prix afin d'assurer leur revenu. Ils se laissent ainsi le temps d'observer les techniques et les résultats de ceux qui y adhèrent. En périphérie deux groupes minoritaires se distinguent. Les arguments du premier s'inscrivent dans une double logique ; philosophique et financière. L'une est nourricière : la terre a une fonction productive et il y a nécessité de nourrir la planète. L'autre est économique : Il s'agit de maîtriser la production au moyen de pratiques bien connues afin de faire face aux investissements et assurer le revenu dans un contexte de forte variabilité des coûts et des céréales. Les mesures proposées paraissent alors être un non-sens à ces producteurs. Le second groupe rassemble des exploitants s'inscrivant dans le cadre d'une agriculture biologique ou raisonnée, favorables aux mesures proposées dans la mesure où ils travaillent déjà en intégrant les pailles de la culture précédentes, en implantant des cultures intermédiaires piège nitrates (CIPAN) et en réalisant un labour tardif dans la saison. La logique qui y préside est d'assurer un revenu à moindre coût à l'hectare en minimisant les coûts de production tout en privilégiant la préservation l'outil de production (le sol) et par voie de conséquence l'environnement. L'objectif visé dans ce cadre est avant tout patrimonial s'inscrivant dans la durabilité via le renouvellement de la nature nutritive des sols par la vie microbienne et le faible recours aux produits phytosanitaires. Se faisant, ces pratiques répondent aux impératifs de préservation de la qualité des eaux de sous-sols par un moindre lessivage de l'azote et des produits phytosanitaires en période hivernale. Leur demande consiste à faire un bilan technico-économique avec leurs voisins plus intensifs afin de faire un point concret et complet.

Perspectives et conclusion

Dans un contexte ancien d'intensification agricole, il ressort que la gestion qualitative de la ressource en eau à finalité d'approvisionnement des populations pose problème en raison des pratiques agricoles. Pour faire face à cette réalité, les services de l'Etat (DDASS, DIREN, Agence de Bassin, DRAF) associés à la région tentent de faire pression sur les services de l'eau (SELR) et la CA 17 afin que les pollutions diffuses autour des sites de captage en eau potable de l'Aunis offre une eau répondant aux exigences sanitaires nationales et européennes. Dans ce cadre et après négociation, un partenariat se met en place entre la CA 17 et le SELR. Ces deux institutions y ont stratégiquement intérêt. La CA 17 afin de démontrer à ces partenaires départementaux et régionaux sa bonne foi ainsi que son inscription dans une logique de développement durable, même si les agriculteurs rechignent majoritairement à la suivre pour l'instant. Le SELR, parce qu'en établissant un partenariat plus ou moins efficace avec la CA 17, il se positionne comme un interlocuteur pivot entre le monde agricole (le pollueur) d'une part et les instances de contrôle de la conformité d'autre part (service de l'Etat et région). Est-ce à dire que ce double positionnement institutionnel a des conséquences réelles sur l'évolution des pratiques agricoles et l'amélioration des qualités des eaux sur les sites de captage ?

Malheureusement non dans l'absolu en raison de l'importance que revêt la géo-hydrographie de chaque bassin versant pris en compte dans l'étude, du maintien de pratiques culturales en inadéquation avec les nécessités réclamées. L'abandon du site du Gué d'Alleré en raison du niveau de pollution d'origine agricole est là pour en témoigner. Là où l'essor d'une agriculture biologique et la reforestation des terres en proximité des forages le permet une lente amélioration de la situation se manifeste. Il en va tout autrement, comme sur le site de Fraise. Ailleurs, l'agriculture biologique et raisonnée reste pour l'instant minoritaire et sans réelle influence sur la qualité des eaux en raison des assolements et des techniques culturales développées ; mais sur maïs, retournement précoce des CIPAN, maintien des niveaux d'apports des engrais azotés et des produits phytosanitaires dans de nombreuses exploitations.

A travers cette étude, il ressort que les instances départementales, agricoles et gestionnaires de l'eau sont conscientes de la situation et de sa dangerosité tant du point de vue sanitaire que sociale pour le monde agricole. Pour cela, ils sont à même de construire un partenariat concret et efficace. Par contre, sur le terrain, l'absence de mesures pérennes (au-delà de trois ans) et financièrement probantes décourage l'engagement de nombreux agriculteurs inquiets de la volatilité des cours des céréales et de leurs revenus.

Références bibliographiques

- Bossuet L., Carbonnel A. et Leger F., 2009, conflit et négociations autour d'une pompe ; le cas du marais doux de Saint-Augustin (Ch-M.), XLVI^{ème} Colloque de l'Association de Science Régionale de Langue Française, Clermont-Ferrand, 17 p.
- Bossuet L., Boutry O, Carbonnel A. et Graziani N., 2010, Conflits d'usage et de voisinage autour de la ressource en eau ; Illustration à partir du littoral charentais, *Economie Rurale*, (soumis).
- Ganoulis J., 2001, La gestion de l'eau à l'aube du 3^e millénaire : vers un paradigme scientifique nouveau, *Revue des Sciences de l'Eau*, 14/2, pp. 213-221.
- Lacroix A., Bel F., Mollard A., et Sauboua E., 2010, La territorialisation des politiques environnementales, le cas de la pollution nitrique de l'eau par l'agriculture, *Développement durable et territoires* [En ligne], Dossier 6, Les territoires de l'eau.
- Lascoumes P. et Le Galès P., 2004, L'action publique saisie par ses instruments, In : Lascoumes P. et Le Galès P. (dir.), *Gouverner par les instruments*, Paris, Sciences Po, pp. 11- 44.
- Pinton F., 2006, Interactions autour d'un objet en Puisaye, in : Pinton F., Alphandéry P., Billaud J-P., Deverre C., Fortier A., Géniaux G. (dir.), *La construction du réseau Natura 2000 en France*, La documentation Française, pp. 143-168.
- Rinaudo J-D. et Morardet S., 1999, Acceptabilité des réformes politiques de gestion de l'eau, *Economie Rurale*, 254, pp. 36-44.

Partenariat entre l'Assemblée Permanente des Chambres d'Agriculture et la Fédération Professionnelle des Entreprises de l'eau pour la protection des Aires d'Alimentation de Captages contre les pollutions diffuses

Présenté par : Laura Blasquez
Courriel : laura.blasquez@veoliaeau.fr

Recommandations de bonnes pratiques partenariales pour la protection des Aires d'Alimentation de Captage vis-à-vis des pollutions diffuses (2009) Beatrice ARBELOT¹, Laura BLASQUEZ², Yves FRANCOIS³, Bernard JOUGLAIN⁴, Nelly LE CORRE-GABENS⁵, Philippe LIROCHON⁶, Flavie MABON⁷, Joseph MENARD⁸, Emmanuelle OPPENEAU⁹, Alain TIRET¹⁰, Bruno TISSERAND¹¹.

¹Fédération Professionnelle des Entreprises de l'Eau (FP2E); ²Veolia Eau, ³Assemblée Permanente des Chambres d'Agriculture (APCA); ⁴SAUR; ⁵APCA; ⁶APCA; ⁷APCA-FP2E; ⁸APCA; ⁹Lyonnaise des Eaux; ¹⁰Veolia Eau; ¹¹Veolia Eau.

Mots clefs : Démarches partenariales APCA FP2E Aires d'Alimentation de Captage

Résumé

Afin d'initier une dynamique de dialogue et de coopération entre entreprises de l'eau et la profession agricole, la FP2E et l'Assemblée permanente des chambres d'agriculture (APCA) ont signé, le 29 octobre 2009, une charte de coopération. Cette première en France réunit des représentants des agriculteurs et des entreprises de l'eau autour d'une problématique environnementale majeure : protéger la qualité des eaux destinées à l'alimentation en eau potable tout en préservant l'équilibre économique des exploitations agricoles. Ce partenariat s'est concrétisé par une étude des bonnes pratiques partenariales autour de captages d'eau potable, sur dix sites métropolitains. Cette étude a permis de comprendre les leviers et les freins identifiés localement lors de la mise en place des démarches de protection des captages par les différents partenaires.

Contexte et objectifs

Le partenariat entre les Entreprises de l'Eau et les Chambres d'Agriculture a été conclu dans le but **d'initier une dynamique de dialogue et de coopération entre professionnels de l'eau et professionnels de l'agriculture**, acteurs qui ne se parlaient que très peu jusque là. Ce partenariat s'est concrétisé par la réalisation d'une étude visant à étudier les **conditions de mise en place de bonnes pratiques partenariales** autour de captages d'eau potable, sur 10 sites métropolitains.

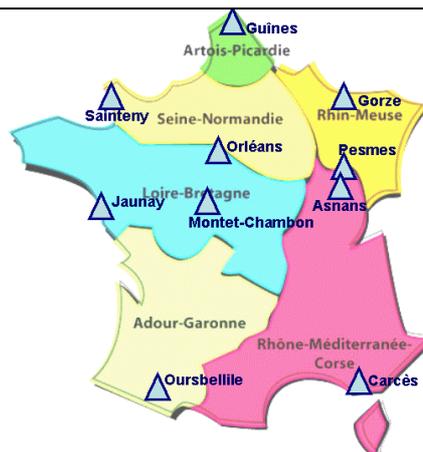
En effet, en fonction des démarches de protection développées sur les zones de captages, les Chambres d'agriculture ainsi que les Entreprises de l'eau peuvent jouer différents rôles, allant de la simple participation aux Comités de suivi à l'animation de la démarche, en passant par le conseil auprès des agriculteurs et des collectivités. Cette étude a permis de mieux comprendre les leviers et les freins dans la mise en place des différentes démarches de protection des captages identifiés localement par les partenaires lors de rencontres sur les sites retenus, selon la méthodologie suivante :

1) Constitution du Comité de Pilotage

Le Comité de pilotage est constitué de 3 élus de la Commission Environnement de l'APCA, d'administratifs de l'APCA ainsi que de la FP2E et de représentants de ses principaux adhérents : VEOLIA EAU, la Lyonnaise des Eaux et la SAUR.

2) Choix des sites

Un appel à sites volontaires pour participer à la démarche de compréhension des enjeux partenariaux sur les zones de captage a été lancé courant novembre 2009 au sein des réseaux respectifs des Chambres d'agriculture et de la FP2E. Le choix final a ensuite été fait de façon à obtenir la répartition géographique la plus homogène possible sur le territoire français, retenant au moins un site sur chaque grand bassin hydrographique (cf. Carte n°1). Ils sont exploités par 4 entreprises de l'eau différentes : Veolia Eau, Saur, Lyonnaise des Eaux et Sogedo.



Carte n°1: Répartition géographique des 10 sites participants à la démarche

3) Rencontre des acteurs de terrain

Les entretiens ont été réalisés auprès des acteurs de la protection de la ressource, au sein des trois catégories d'intervenants suivants : les maîtres d'ouvrages (communautés de communes, mairies ou syndicats d'eau), les Chambres Départementales d'agriculture et les Entreprises de l'eau.

4) Élaboration des recommandations de bonnes pratiques partenariales

Pour élaborer des recommandations partagées par tous, deux étapes de validation ont été réalisées. Dans un premier temps les synthèses des entretiens ont été vérifiées par les acteurs de terrain. Puis les recommandations proposées par le Comité de pilotage ont été présentées, discutées et validées avec tous les acteurs de terrain lors d'un séminaire de travail le 20 mai 2010.

Principaux résultats obtenus et applications envisageables

Une liste de 21 recommandations de bonnes pratiques entre acteurs de terrain a été élaborée (cf. Tableau n°1). Ces recommandations abordent des problématiques d'ordre sociologique, technique, juridique et économique, et demandent, pour leur mise en œuvre, à être portées au niveau local et/ou national. La version complète des recommandations est présentée dans le Guide méthodologique pour la protection des captages d'eau potable, disponible sur les sites internet de l'APCA et de la FP2E (<http://www.apca.chambagri.fr>; <http://www.fp2e.org>).

	N°	Titre de la recommandation
Démarrage du projet	1	Identifier et accompagner le maître d'ouvrage, identifier les rôles des différents acteurs et définir les instances de pilotage
	2	Définir des démarches contractuelles et pluriannuelles
	3	Homogénéiser et clarifier la communication faite sur les procédures à mettre en place pour les démarches de protection des captages par tous les acteurs (en particulier l'Etat)
	4	Fixer les objectifs de moyen et de résultat dès le début de la démarche
Etude et diagnostic	5	Établir un Diagnostic Territorial Multi-Pressions (DTMP) sur l'AAC
	6	Répertorier les méthodes de diagnostic pertinentes selon les milieux et les faire prévaloir au niveau national
Plan d'action	7	Impliquer les futurs acteurs du plan d'action en tenant compte des difficultés d'implication de certains acteurs
	8	Proposer un plan d'action multi-acteurs
	9	Favoriser les actions de prévention des pollutions agricoles par rapport au rachat foncier

	10	Adapter les filières aux actions environnementales prévues
	11	Mettre à disposition des agriculteurs des outils de raisonnement individuel
	12	Réviser certaines mesures du PDRH
	13	Évaluer les possibilités de mise en place et de financement de mesures hors PDRH
	14	Homogénéiser les modalités de calcul des indemnités pour servitudes versées dans le cadre des Périmètres de protection des captages
Suivi des moyens et des résultats	15	Suivre les actions agricoles à travers un panel de plusieurs indicateurs
	16	Suivre la tendance des résultats sur la qualité de l'eau en tenant compte de la variabilité de certains paramètres : temps de réponse des milieux naturels, importance des facteurs climatiques...
	17	Porter une attention particulière aux modes de diffusion des résultats
	18	Densifier le réseau de suivi de la qualité de l'eau (points stratégiques)
	19	Se baser sur des sites pilotes si le territoire est trop étendu
Communication	20	Valoriser les actions, agricoles et autres, auprès de tous les usagers de la ressource
	21	Valoriser les actions de protection de la ressource auprès du grand public

Tableau n°2: Recommandations de bonnes pratiques partenariales pour la protection des AAC

Perspectives et conclusion

En termes de bonnes pratiques partenariales, le principal levier identifié concerne la contractualisation entre les principaux acteurs impliqués techniquement et financièrement dans le plan de restauration de la qualité de la ressource. Pour que la démarche de protection des aires d'alimentation puisse s'inscrire dans le temps et être durable, il semble indispensable de réviser certaines conditions concernant les aides actuellement proposées, mais aussi de s'ouvrir à de nouvelles mesures potentielles et surtout, de développer au niveau des territoires de nouvelles filières économiques ouvrant de réelles perspectives aux exploitations agricoles : création de filière pour les cultures nouvelles ou à développer (taillis à courtes et très courtes rotations, chanvre, herbe...), développement de filières locales (marchés de proximité, restauration collective, etc.) Au plan technique, plusieurs pistes d'actions ont également été soulevées, dont la comparaison des différentes méthodes de diagnostics, suivant la pertinence de leur utilisation en fonction des milieux, le développement d'outils de raisonnement à destination des agriculteurs, mais aussi le développement d'indicateurs de suivi des moyens mobilisés ainsi que des résultats obtenus sur la qualité de l'eau. Les travaux de modélisation des impacts des actions menées sur l'AAC pour la préservation de la qualité de l'eau restent un sujet suscitant l'intérêt de tous les acteurs.

Les deux professions se sont donc accordées sur leur volonté d'instaurer des démarches durables sur les volets économiques, environnementaux et sociologiques, ainsi que de favoriser les démarches locales et contractuelles plutôt que réglementaires.

Au niveau national, l'APCA et la FP2E discutent actuellement de ces marges de progrès soulevées par les acteurs de terrain avec les partenaires nationaux compétents, tels que les Ministères en charge de l'agriculture, de l'écologie et de la santé, les agences de l'eau, les organismes de recherches, les syndicats agricoles, les représentants des collectivités territoriales et les associations environnementales etc. Une journée d'échange a notamment été organisée récemment entre l'APCA, la FP2E et l'Agence de l'eau Seine Normandie afin de montrer l'engagement des trois parties pour porter ensemble ces recommandations communes.

Au niveau local, les recommandations élaborées sont portées au sein des deux réseaux des Chambres d'agriculture et des Entreprises de l'eau et largement diffusées dans les sites de captages aux différents acteurs concernés.

Au vu des résultats du travail mené jusqu'à présent, l'APCA et la FP2E ont décidé de poursuivre leur partenariat, en continuant de suivre les actions locales et de faire partager les demandes locales au niveau national et européen.

Actions de préservation de la qualité de l'eau dans l'AAC de Nangis (77)

Présenté par : François BIRMANT

Courriel : francois.birmant@cg77.fr

Actions de préservation de la qualité de l'eau dans l'AAC de Nangis (77)

François BIRMANT¹, Agnès SAÏZONOU¹, Julien TOURNEBIZE², Cédric CHAUMONT²

¹ AQUI' Brie, 2 avenue Gallieni, 77000 Melun ; ² Cemagref, UR Hydrosystèmes et Bioprocédés, Parc de Tourvoie BP 44, 92163 Antony.

Mots clefs : nappe du Champigny, drainage, aménagements auto-épuration, zones humides artificielles, réduction de pesticides, transferts, animation, actions volontaires, mesures agro-environnementales.

Résumé

Sur l'aire d'alimentation du captage "Grenelle" de Nangis, AQUI' Brie mène, depuis 2005, une série d'actions visant à réduire les pollutions d'origine agricole vers la nappe des calcaires de Champigny. La vulnérabilité intrinsèque de la nappe oblige à la fois à la réduction de la pression polluante, notamment par les pesticides, mais également à la limitation de leur transfert en sortie de parcelles. AQUI' Brie a donc choisi de porter deux actions combinant la mise en œuvre de mesures agro-environnementales "eau" et la réalisation de zones humides artificielles, sur un bassin versant de 400ha. Ces actions ont été rendues possibles par la mobilisation de tous les partenaires (collectivités, agriculteurs et recherche) vers un même objectif. La contractualisation significative de MAE "eau" et l'achèvement des travaux d'aménagements démontrent la pertinence d'une action globale et concertée afin de protéger durablement une ressource en eau.

Contexte et objectifs

La nappe des calcaires de Champigny est la première ressource d'alimentation en eau potable de la région Ile-de-France. Sa qualité se dégrade (Reynaud, 2006). Une grande partie (les trois-quarts dans certains secteurs) de l'alimentation de cette nappe est assurée par l'infiltration rapide des eaux de surface au niveau notamment de zones d'engouffrement. L'eau y aboutissant est souvent de qualité médiocre à mauvaise (rejets de l'assainissement domestique et industriel, drainage agricole) (Reynaud, 2008). L'aire d'alimentation du captage "Grenelle" de Nangis (Reynaud, 2009) est un territoire de 5 700 ha inclus dans un territoire d'action prioritaire (Ancoeur amont) de plus de 11 000 ha, au sein duquel une action préventive agricole de préservation de la nappe du Champigny est menée depuis 2005 (Birmant, 2007).

Or sur ce territoire, le drainage des surfaces cultivées est quasi systématique. La conjonction de ses caractéristiques hydrogéologiques (phénomènes karstiques et gouffres) et de ses pratiques agricoles conduit à une accélération des transferts des eaux issues du drainage. Ces eaux exportent des quantités non négligeables de fertilisants et de pesticides vers la nappe contribuant ainsi à la dégradation de sa qualité (Branger, 2009).

Depuis 2005, AQUI' Brie – Cemagref – agriculteurs – Syndicat de rivière ont co-construit et mis en œuvre une action de protection d'une zone d'infiltration préférentielle (gouffre) vers la nappe du Champigny, par la réalisation de bassins auto-épuration, sur la commune de Rampillon. Cette action a pour intérêt d'être à la fois en tête d'un bassin versant de dimension limitée (400ha drainés, dix agriculteurs concernés) et sur l'aire d'alimentation du captage "Grenelle" de Nangis. Les aménagements auto-épuration sont des zones humides tampons et artificielles, en dérivation ou au fil des réseaux de drainage (Grégoire, 2009). Ils permettent le stockage des flux d'eau issus du drainage les plus chargés en pesticides et leur traitement par des processus naturels chimiques et biologiques.

L'objectif est de mettre en œuvre une action volontaire de réduction à la source des intrants combinée à une limitation des transferts par des aménagements auto-épuration. Une animation a été mise en place pour engager un maximum d'agriculteurs dans la démarche de réduction de l'utilisation d'intrants. Le principe de réalisation des aménagements a été de répondre à plusieurs contraintes que sont : une emprise foncière socialement acceptable (moins de 1% du bassin versant), une efficacité de traitement optimale, la capacité à traiter une large gamme de débits (en lien avec le fonctionnement du drainage agricole), une intervention humaine réduite et aucun apport d'énergie électrique (Carlier, 2009).

Principaux résultats obtenus

Depuis 2007, sur le territoire Ancoeur amont, 29 agriculteurs ont engagé 2 718 ha dans des mesures agro-environnementales de réduction de l'utilisation de pesticides (Phyto 04 et 05 du PDRH). Ceci représente 24% du territoire en surface et 21% des agriculteurs. L'objectif de ces mesures agro-environnementales est de réduire progressivement l'utilisation des pesticides de 40% pour les herbicides et de 50% pour les pesticides autres. Cette action est basée sur le volontariat des agriculteurs. L'atteinte des objectifs nécessite une modification du système de production, en introduisant un certain nombre de principes agronomiques (allongement de la rotation, choix de variétés rustiques, évitement des bio-agresseurs). Pour cela, l'animation agricole mise en œuvre par AQUIL' Brie s'appuie sur un diagnostic initial global des pratiques de l'agriculteur, le suivi annuel des pratiques phytosanitaires, la formation des agriculteurs et l'expérimentation sur leurs parcelles de techniques innovantes.

Concernant le bassin versant des gouffres de Rampillon, la démarche s'est construite en plusieurs étapes concertées entre les différents acteurs. Ces étapes ont été ponctuées de réunions annuelles de suivi et d'évaluation du projet. Afin de partager la pertinence du projet, il a été nécessaire de caractériser les transferts de pesticides en sortie du bassin versant (quantification et dynamique). Ce travail a été réalisé par le Cemagref entre 2005 et 2007 et s'est appuyé sur une étude bibliographique et sur un suivi de terrain intensif (Tournebize, 2007, 2008 et 2009).

Parallèlement à cette étape, la discussion a été entreprise avec l'ensemble des agriculteurs du bassin versant concernés afin de trouver des solutions dans l'adaptation de leurs pratiques agricoles. Elle a conduit à la signature de 3 mesures agro-environnementales "eau" sur le territoire pour un total de 151 ha et 1 contrat d'agriculture durable sur 95 ha. Un agriculteur cultivant 147 ha, s'est également engagé dans la démarche sans contractualisation du fait du dépassement de l'âge limite de contractualisation. Les autres agriculteurs participent aux réunions, à l'animation collective et fournissent leurs pratiques annuelles. Au total, sur 83% de la surface du bassin versant, les agriculteurs se sont engagés dans la réduction de l'usage des intrants.

En 2007, une étude des sols réalisée par le bureau d'étude EN OM FRA S.A.S. a été conduite afin de renseigner le Cemagref sur une localisation pertinente des aménagements, en des points stratégiques du bassin versant (Vaseux, 2007). L'emprise foncière des aménagements a été partagée entre le syndicat du ru d'Ancoeur et deux agriculteurs volontaires.

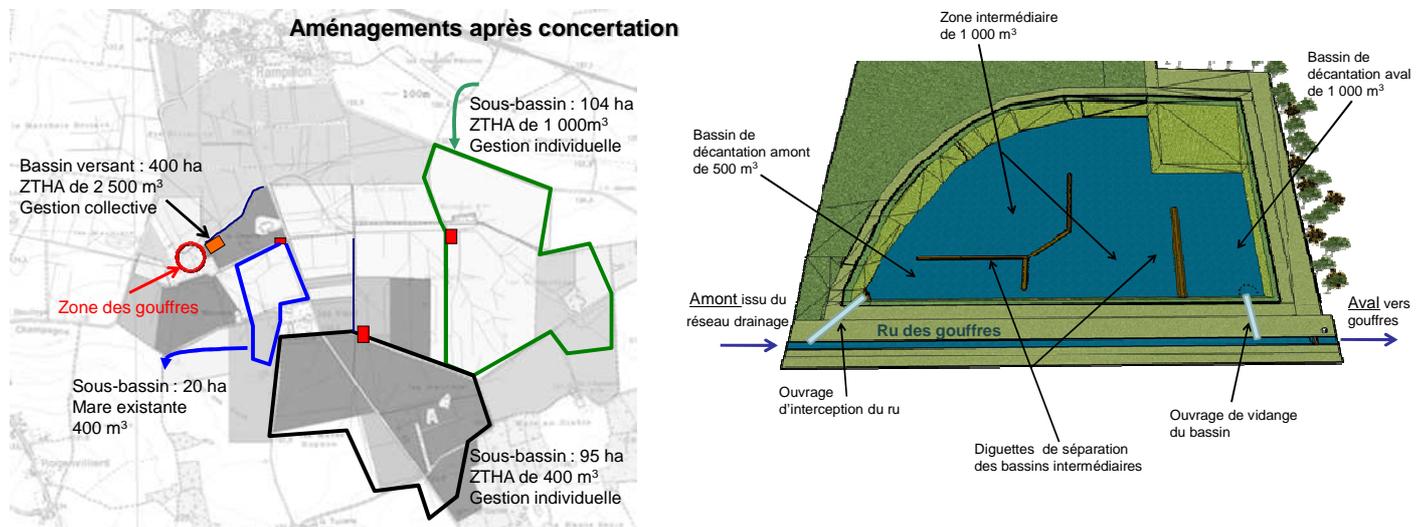


Fig. 1 : Plan de localisation des aménagements de Rampillon et vue schématique du bassin terminal en aval

Cette même année, une série de réunions a permis de s'assurer du soutien financier du projet par l'Agence de l'eau, le Conseil régional d'Île-de-France et le Conseil général de Seine-et-Marne pour l'acquisition foncière, la réalisation et l'entretien des aménagements auto-épuration. Une parcelle de 2ha, en amont immédiat des gouffres, a été acquise par le syndicat du ru d'Ancoeur, afin d'y réaliser le bassin terminal. L'acquisition de cette parcelle a été financée à 80% tandis que les travaux ont eux été financés à 100% pour chacun des maîtres d'ouvrage (syndicat de rivière et agriculteurs).

En 2008, l'étude de dimensionnement et les dossiers administratifs des aménagements ont été confiés au centre d'ingénierie aquatique et écologique (CIAE).

Les travaux de réalisation des aménagements ont débuté en juillet 2009 et se sont achevés en octobre 2010, à la faveur des créneaux climatiques favorables. Les travaux ont été confiés à l'entreprise SETHY et la maîtrise d'œuvre au bureau d'études CIAE. Trois zones humides artificielles ont été creusées et une mare a été réhabilitée afin d'améliorer son rôle épuration. La surface totale des aménagements est de 17 400 m².

Elle se décompose en une zone humide artificielle terminale d'une superficie de 12 000 m², deux bassins de 2000 à 2500 m² et une mare de 1000 m². Les volumes d'eau que les zones humides sont capables de traitées sont d'un peu plus de 4000 m³ par cycle épuratoire. La gestion hydraulique des bassins est assurée par des aménagements rustiques de vannes et de seuils. Ce système permettra de dévier les flux polluants et d'assurer un temps de séjour entre 5 et 25 jours selon les bassins. Le temps de séjour dans les bassins est régulé simplement par le débit de fuite de chaque aménagement. Ce débit de fuite est géré par des systèmes de fentes plus ou moins importantes entre les collecteurs en sortie de bassins. Ces fentes peuvent être élargies ou obstruées manuellement de façon simple par les propriétaires de l'aménagement.

Le terrassement des aménagements a conduit à créer au sein de chacun d'entre eux, des zones au rôle spécifique et des obstacles à l'écoulement. En général, chaque bassin a été conçu selon le principe d'une première zone de décantation plus profonde permettant un stockage plus important d'eau ; une seconde zone large de faible profondeur favorisant les réactions chimiques, l'adsorption au substrat et donc la dégradation bactérienne ; et enfin une dernière zone de décantation permettant d'augmenter le volume de stockage et le temps de séjour. Cette conception est particulièrement marquée dans le bassin terminal. Dans tous les bassins, des diguettes d'une hauteur légèrement supérieure à la hauteur d'eau maximale ont été érigées perpendiculairement au sens d'écoulement afin d'augmenter le temps de séjour et les surfaces d'adsorption entre pesticides et substrats.

La dernière phase des travaux a été la végétalisation des aménagements. Celle-ci a été confiée aux pépinières Naudet. Le choix a été fait de ne pas laisser une colonisation autochtone progressive mais de forcer la végétalisation afin d'atteindre plus rapidement un fonctionnement épuratoire optimal. Les espèces hélrophytes choisies sont cependant des espèces autochtones (Phalaris, Phragmites, Carex, mélange grainier type mégaphorbiaie) mais la localisation des différentes espèces dans le bassin a été faite pour créer des rideaux brisant l'écoulement, renforçant le rôle des diguettes, et des zones avec une moindre lame d'eau, de fort développement végétatif, afin d'augmenter l'adsorption et la dégradation bactérienne. Au total, environ 9000 m² de mélange grainier et 6000 plants d'hélrophytes ont été implantés.

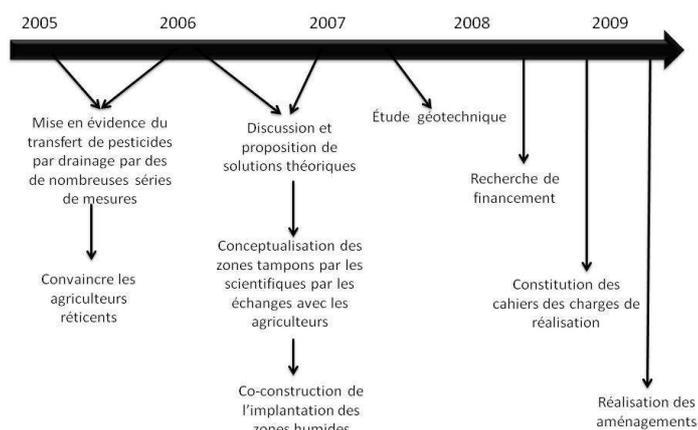


Fig. 2 : chronographe du projet de réalisation des aménagements auto-épuration de Rampillon

Perspectives et conclusion

L'originalité de cette approche sur l'aire d'alimentation du captage "Grenelle" de Nangis a été de combiner plusieurs actions volontaires ou expérimentales et d'associer l'ensemble des acteurs locaux et diversifiés, au travers d'une importante concertation.

La notion d'enjeu territorialisé a été un facteur clé de l'émergence du projet et par la suite de la mobilisation des acteurs. La synergie des actions permet une approche globale de la problématique de protection des captages. Elle concentre en un même lieu la réduction de la pression polluante et la limitation des transferts.

La phase de connaissance du contexte par un diagnostic précis de la problématique, des enjeux et des solutions envisageables est une étape également essentielle. L'animation agricole rapprochée sur ce territoire a permis de gagner un temps précieux dans la mise en œuvre du projet (Gramaglia, 2008). Car si les étapes successives du projet et le choix d'une concertation forte ont forcément obligé ce projet à s'inscrire dans une durée de plusieurs années, l'acceptabilité et la faisabilité de celui-ci obligeait également à ne pas retarder l'enchaînement des actions.

La concertation des acteurs et la mise en relation autour de ce projet d'agriculteurs, d'élus, d'entreprises privées et de chercheurs a certes été couteuse en temps mais elle assure la pérennité du projet et l'appropriation de l'enjeu. Ceci est vrai à la fois pour la réduction de l'utilisation des pesticides et l'orientation vers les principes de l'agriculture intégrée mais également pour l'intégration dans le paysage rural d'aménagement auto-épuration. Les zones humides artificielles créées reprennent la place et le rôle des zones humides naturelles qui ont été détruites par les générations précédentes d'aménageurs ruraux.

Cette expérience démontre qu'il est possible dans un contexte de fort impact de l'activité agricole de trouver des solutions techniques, d'organisation et d'aménagement pour réduire celui-ci. La combinaison de l'ensemble des solutions est nécessaire. L'acceptabilité des actions est assurée si leur mise en œuvre est accompagnée. Le regard des agriculteurs, notamment sur les aménagements, évolue de la contrainte à la reconnaissance d'un rôle important de ces espaces, s'inscrivant dans le fameux "bon sens paysan".

L'aspect expérimental du projet et les précautions techniques importantes prises en amont de la réalisation des aménagements rendent le coût de cette action élevé mais relativement acceptable. Cependant la rusticité des aménagements, l'emprise foncière limitée dans des zones de moindre productivité et les résultats technico-économiques encourageant d'une orientation du système de production vers l'agriculture intégrée laissent à penser que la reproductibilité de cette expérience est envisageable. D'ailleurs le CEMAGREF coordonne des projets assez similaires dans d'autres lieux. La mise en réseau de ces expériences est d'ailleurs souhaitable car les premiers échanges entre agriculteurs ayant cette problématique et développant ces projets avait été un facteur déterminant. Sur le territoire de la nappe du Champigny, plusieurs dizaines de zones d'engouffrement similaires attendent une protection de ce type ou équivalente.

Références bibliographiques

REYNAUD, A. – 2006. Qualité des eaux souterraines de la nappe des calcaires de Champigny et de la nappe de Brie - réseaux Qualichamp et autres – période octobre 1999-octobre 2004, rapport AQUI' Brie, 189p.

REYNAUD, A. – 2008. Enseignements des campagnes de jaugeages et de prélèvements sur le bassin versant amont de l'Ancoeur, septembre 2004 – février 2007, rapport AQUI' Brie, 118 p.

REYNAUD, A. - 2009. Détermination du bassin d'alimentation des captages (ou Aire d'Alimentation de Captage) F3 et F4 de Nangis et cartographie de leur vulnérabilité vis-à-vis des pollutions diffuses conformément aux recommandations du guide méthodologique du BRGM (RP-55874-FR), rapport AQUI' Brie, 54p.

BIRMANT, LOSINGER, I., F., REYNAUD, A. - 2007. - Projet agro-environnemental sur le territoire du bassin versant de l'Ancoeur, mars 2007, rapport AQUI' Brie. 62p.

BRANGER, F., TOURNEBIZE, J., CARLUER, N., KAO, C., BRAUD, I., VAUCLIN, M. - 2009. A simplified modelling approach for pesticide transport in a tile-drained field: the PESTDRAIN model. Agricultural Water Management, vol. 96, n°3, p. 415 - 428 [CQELY.254 08 (LY).]

GREGOIRE, C., ELSAESSER, D., HUGUENOT, D., LANGE, J., LEBEAU, T., MERLI, A., MOSE, R., PASSEPORT, E., PAYRAUDEAU, S., SCHÜTZ, T., SCHULZ, R., TAPIA-PADILLA, G., TOURNEBIZE, J., TREVISAN, M., WANKO, A. - 2009. Mitigation of agricultural nonpoint-source pesticide pollution in artificial wetland ecosystems. Environmental Chemistry Letters, vol. 7, n°3, p. 205 - 23127 p. []

CARLUER, N., TOURNEBIZE, J., GOUY, V., MARGOUM, C., VINCENT, B., GRIL, J.J. - 2009. Role of buffer zones in controlling pesticide fluxes to surface waters. Ecological Engineering: from Concepts to Applications, 01/12/2009 - 03/12/2009, Paris, FRA. 1 p. [CQELY.27375 (LY).]

TOURNEBIZE J., CHAUMONT, C. - 2007. Opération pilote de prévention de la pollution de la nappe des calcaires de Champigny sur le point d'introduction préférentielle de la pollution diffuse du bosquet des Gouffres de Rampillon. Rapport d'exécution 2006. Cemagref. 65p.

TOURNEBIZE J., CHAUMONT, C. - 2008. Opération pilote de prévention de la pollution de la nappe des calcaires de Champigny sur le point d'introduction préférentielle de la pollution diffuse du bosquet des Gouffres de Rampillon. Rapport d'exécution 2007. Cemagref. 40p.

TOURNEBIZE J., CHAUMONT, C. - 2009. Opération pilote de prévention de la pollution de la nappe des calcaires de Champigny sur le point d'introduction préférentielle de la pollution diffuse du bosquet des Gouffres de Rampillon. Rapport d'exécution 2008. Cemagref. 60p.

VASEUX, J. - 2007. Bassins auto-épurgateurs à Rampillon (77) – Etude géotechnique d'avant-projet, diagnostic géotechnique, Dossier n°5201-07, septembre 2007, rapport EN OM FRA SAS. 101p.

GRAMAGLIA, C., FEGER, C., VINCENT, B., TOURNEBIZE, J. - 2008. Mitigation of agricultural non point source pollution: experimenting with artificial wetlands for the dissipation of pesticides. 5th European Conference on Pesticides and Related Organic Pollutants, Marseille, FRA, 22-25 October 2008. 6 p. []

Session 3 : Développement opérationnel

Etude comparative des actions agricoles conduites par Eau de Paris sur les aires d'alimentation des sources de la Voulzie, de la Vigne et de la vallée de la Vanne

Présenté par : Manon ZAKEOSSIAN
Courriel : manon.zakeossian@eaudeparis.fr

Etude comparative des actions agricoles conduites par Eau de Paris sur les aires d'alimentation des sources de la Voulzie, de la Vigne et de la vallée de la Vanne

Manon ZAKEOSSIAN¹

¹EAU DE PARIS – Direction des Eaux Souterraines, 3 route de Moret – Sorques 77690 Montigny-sur-Loing

Mots clefs : eaux souterraines, nitrates, pesticides, pollution diffuse, agriculture durable, animation agricole

Résumé (10 lignes max)

Les sources contribuant à l'alimentation en eau de Paris étant localisées en secteur rural, leur qualité est principalement influencée par des contaminations d'origine agricole (nitrates et pesticides), plus ou moins marquées selon les caractéristiques des aquifères. En s'appuyant sur le bilan des actions conduites dès le début des années 1990, Eau de Paris a développé des actions agricoles « pilotes » sur les bassins d'alimentation de trois ressources stratégiques : les sources de la Voulzie (77), les sources de la Vigne (28) et les sources de la vallée de la Vanne (10, 89). L'objectif général de ces actions est de limiter la pression des intrants à l'échelle de l'ensemble du territoire, tout en proposant un modèle d'agriculture durable. Les orientations de chacun de ces projets sont adaptées aux spécificités du territoire et s'articulent notamment autour d'une animation et d'un accompagnement financier des agriculteurs. Le bilan des engagements des agriculteurs dans les mesures proposées est tout-à-fait encourageant pour ces trois territoires.

Contexte et objectifs

Eau de Paris, régie municipale, est en charge de la gestion du service public de l'eau pour Paris, et notamment de la production, du transport et de la distribution de l'eau potable. L'alimentation en eau potable des parisiens est caractérisée par une grande diversité des ressources qui constitue la force et l'originalité de ce réseau : la moitié est issue des eaux de surface prélevées dans la Seine et dans la Marne, l'autre moitié provient des eaux souterraines acheminées depuis les régions de Sens, Dreux, Fontainebleau et Provins. Ces eaux souterraines sont en majorité des émergences naturelles, alimentées par la nappe de la craie dans différentes régions et la nappe des calcaires de Champigny (secteur provinois).

Ces sources étant localisées en secteur rural, leur qualité est principalement influencée par des contaminations d'origine agricole (nitrates et pesticides), plus ou moins marquées selon les caractéristiques des aquifères. Entre 2004 et 2009, 4 usines ont été construites pour l'élimination de l'atrazine et de ses produits de dégradation dans les eaux souterraines (filtration sur charbon actif). Deux d'entre elles comportent également une étape de filtration membranaire pour traiter la turbidité et les contaminations bactériologiques. Malgré une dégradation marquée de la qualité de certaines ressources par les nitrates, ce paramètre ne fait pour l'instant pas l'objet d'un traitement, la structuration des aqueducs permettant la production d'une eau de qualité par dilution.

L'enjeu pour Eau de Paris est de restaurer la qualité des ressources dégradées par les nitrates, afin de sécuriser sur le long terme l'approvisionnement, sans avoir recours au traitement. D'autre part, il s'agit de mettre en place des actions préventives pour limiter toutes contaminations des ressources par les pesticides actuellement en usage.

Dès l'origine des captages, la protection des eaux souterraines pour l'alimentation en eau potable a été primordiale, notamment pour limiter la propagation des maladies infectieuses : taille importante des périmètres de protection « immédiate » des sources (826 ha au total), aménagement de gouffres ou étanchement de portions de cours d'eau perméables pour limiter les introductions d'eaux de surface vers les eaux souterraines. La dégradation des ressources en lien avec l'agriculture débute très nettement lors de la création de la PAC, en accroissant la productivité de l'agriculture par le progrès technique (mécanisation,

engrais chimiques, pesticides). Cette tendance s'observe sur l'ensemble des ressources gérées par Eau de Paris (exemple de la Voulzie ci-dessous).



Graphe 1 : évolution des concentrations moyennes annuelles en nitrates sur la source de la Voulzie (ensemble Voulzie) de 1925 à 2009

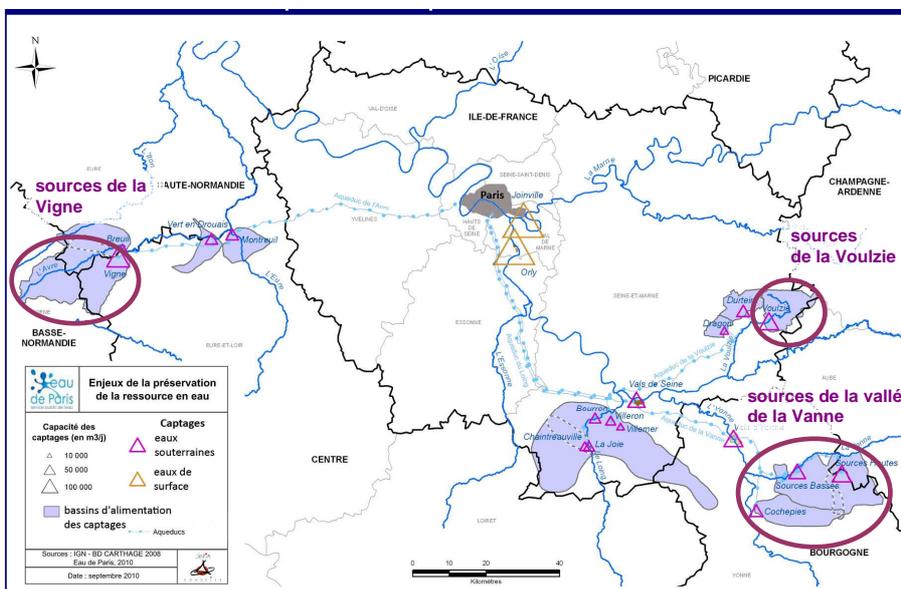
Au début des années 1990, cette augmentation des concentrations en nitrates, puis la prise de conscience de la présence des pesticides dans l'eau ont motivé la mise en place des premières actions en partenariat avec les agriculteurs : engagement dans l'action Ferti-Mieux sur la Voulzie, substitution de l'atrazine sur le bassin du Dragon, financement de jachères le long des cours d'eau sur le bassin de la Vigne.

Au regard notamment de la très forte vulnérabilité des bassins d'alimentation de ces captages, le résultat de ces actions sur la qualité de l'eau s'est révélé insuffisant. En revanche, ces expériences ont permis de développer des actions plus ambitieuses et plus construites, avec la volonté de promouvoir une agriculture dépassant le simple raisonnement des pratiques. En conséquence, l'objectif poursuivi par Eau de Paris est de proposer une agriculture durable, compatible avec la protection des ressources en eau, mais également viable économiquement. Il s'agit notamment d'accompagner l'appropriation de systèmes de culture limitant les intrants (nitrates et herbicides notamment), d'encourager le développement de l'agriculture biologique et de favoriser la mise en place d'aménagements épurant les eaux avant infiltration (bandes enherbées, aménagements en sortie de drainage, ...

Pour atteindre ces objectifs, les projets de territoire engagés par Eau de Paris combinent :

- Des contraintes réglementaires efficaces accompagnant les mesures volontaires (Directives nitrates, conditionnalité PAC, périmètres de protection des captages) ;
- Une animation de territoire dédiée aux objectifs généraux de l'action, soit la réduction des intrants à l'échelle de ce territoire (agriculture intégrée, agriculture biologique, mise en herbe) ;
- Des mesures agro-environnementales territorialisées, seul moyen d'apporter un appui financier aux agriculteurs pour faire évoluer leurs pratiques (financement AESN principalement) ;
- Des parcelles d'essai locales pour renforcer l'animation et favoriser le transfert entre agriculteurs.
- Des acquisitions foncières sur les zones les plus vulnérables (thématique adaptée en fonction des enjeux et des possibilités d'acquisitions)
- Un appui à la structuration des filières (projets en cours de développement).

Dans le respect de ces objectifs, Eau de Paris a développé 3 « actions pilotes » agricoles sur les captages d'eau souterraine les plus stratégiques, couvrant ainsi près de la moitié des aires d'alimentation des captages participant à l'alimentation en eau de Paris : les sources de la Voulzie (Seine-et-Marne), les sources de la Vigne (Eure-et-Loir) et les sources de la vallée de la Vanne (Yonne et Aube).



Carte 2 : localisation des 3 sites pilotes

Ces trois sources se situent en contexte karstique, comme une grande majorité des captages d'eaux souterraines alimentant Paris (nappe de la craie ou nappe de Champigny). Toutefois, leurs caractéristiques chimiques et leur environnement agricole sont différents (cf. tableau ci-dessous) :

CONTEXTE		sources de la Voulzie	sources de la Vigne	sources de la vallée de la Vanne
qualité de l'eau		nitrate : 54 mg/l atrazine : 0,1 µg/l, DEA : 0,35 µg/l fréquents dépassements de la limite de qualité pour les autres pesticides en période d'application des produits	nitrate : forte variabilité saisonnière, entre 30 et plus de 50 mg/l fréquents dépassements de la limite de qualité pour les autres pesticides en période d'application des produits	nitrate : selon ressources entre 25 et 40 mg/l en moyenne DEA aux environs de 0,1 µg/l dépassements occasionnels de la limite de qualité pour d'autres pesticides
taille du bassin d'alimentation		11 000 ha Seine-et-Marne principalement	37 700 ha Eure-et-Loir, Eure et Orne	46800 ha Yonne et Aube
environnement agricole		SAU = 90 % de l'aire d'alimentation du captage grandes cultures principalement cultures d'hiver majoritaires mais diversité des cultures de printemps présentes sur le territoire sols à fort potentiel de rendement (blé 2009 : 90 qx/ha) drainage 15 % de la SAU pas d'agriculture biologique avant 2008	SAU = 68 % de l'aire d'alimentation du captage en moyenne grandes cultures principalement, mais présence plus marquée d'élevages dans l'Orne (amont du bassin) cultures d'hiver majoritaires, peu de cultures de printemps sols peu favorables à la diversité des cultures, blé 2009 : 79 qx/ha drainage environ 15 % de la SAU agriculture biologique très peu développée : 50 ha en 2008	SAU = 60 % de l'aire d'alimentation du captage en moyenne systèmes grandes cultures dominant un peu d'élevage résiduel (localisés sur le bassin des sources de Cochebies) cultures d'hiver majoritaires mais diversité de cultures de printemps sur le territoire sols à potentiel de rendement modéré pas de drainage présence d'agriculture biologique : 290 ha en 2008

Principaux résultats obtenus et applications envisageables

En s'appuyant sur les diverses expériences engagées dans les années 1990 et en tenant compte des spécificités de chacun de ces territoires, Eau de Paris a défini les actions à engager, construit les partenariats techniques pour l'accompagnement des agriculteurs et assure à présent le pilotage de ces opérations. Chacune est articulée autour d'un poste d'animation territoriale, financé par Eau de Paris mais accueilli dans une structure technique locale.

Les structures associées dans ces animations de territoires sont diversifiées : chambres d'agriculture mais également associations ou structures spécialisées dans l'accompagnement technique agricole. Il s'agit avant tout pour Eau de Paris que ces partenaires acceptent et portent efficacement les orientations définies. Des partenariats avec des coopératives agricoles sont actuellement à l'étude, toujours dans le respect de ces principes.

Les orientations principales poursuivies sur chacun de ces territoires leur sont spécifiques : si le développement d'une agriculture à bas niveau d'intrants constitue l'orientation principale des territoires Voulzie et Vigne, le bassin des sources de la vallée de la Vanne est axé sur le développement des surfaces en agriculture biologique (cf. tableau page suivante).

Les actions d'animation sont appuyées par des mesures agro-environnementales adaptées, permettant l'accompagnement financier des agriculteurs prêts à s'engager dans des changements de pratiques ambitieux, adaptés aux enjeux de chaque territoire. La seule exception concerne le bassin des sources de la Voulzie : les mesures qui y sont proposées sont cohérentes concernant l'enjeu pesticides, mais Eau de Paris souhaiterait y adjoindre des mesures adaptées à l'enjeu nitrates, ainsi qu'une revalorisation de la conversion à l'agriculture biologique.

Dans les trois cas, on constate que malgré l'exigence des mesures proposées, l'engagement des agriculteurs est important en surface et en nombre, et entraîne de réelles évolutions des pratiques. La dynamique s'est nettement amplifiée la troisième année d'ouverture des MAE pour les bassins des sources de la Voulzie et de la Vigne.

Eau de Paris s'attache également à inscrire ces différentes actions localement, en créant des synergies pour le développement de ces territoires : dynamiques avec d'autres collectivités locales pour la protection des ressources situées sur le même bassin d'alimentation, appui au développement de filières, ...

ACTIONS ENGAGEES		sources de la Voulzie	sources de la Vigne	sources de la vallée de la Vanne
objectifs de l'animation agricole	- développement de systèmes de culture intégrés (limitation de l'azote et des herbicides) - développement de l'agriculture biologique	- développement de systèmes de culture intégrés (limitation de l'azote et des herbicides) - herbe (création et maintien) en bordure de cours d'eau - développement de l'agriculture biologique	- développement de l'agriculture biologique - aménagements pour limiter le ruissellement	
territoire concerné	ensemble du bassin	rive droite de l'Avre : 23 000 ha	ensemble du bassin	
partenaires actuels	animation de territoire : AQUI'Brie animation technique agriculture biologique et essais agriculture intégrée : Chambre d'Agriculture de Seine-et-Marne	animation de territoire : Chambre d'Agriculture d'Eure-et-Loir	animation de territoire : Sedarb (service d'écodéveloppement agrobiologique et rural de bourgogne) GAB de l'Yonne	
mesures agro-environnementales proposées (financement : AESN en majorité)	1 MAE : réduction herbicides -50 % + réduction autres produits -40 % ; l'animation oriente les exploitations engagées vers une adaptation de leurs systèmes de culture. Eau de Paris souhaite également ouvrir des mesures pour gérer les nitrates, et revaloriser la conversion vers les systèmes biologiques.	Les MAE proposées couplent la réduction des herbicides, des autres produits et/ou la réduction de la fertilisation. Les mesures sont adaptées aux difficultés de diversification des cultures sur les sols de ce territoire. La conversion à l'agriculture est revalorisée sur le territoire.	La MAE proposée permet de revaloriser la conversion à l'agriculture biologique et de renforcer ainsi l'efficacité des actions d'animation. A partir de 2011, des MAE pour le maintien ou la création de surfaces en herbe pour limiter le ruissellement seront proposées.	
adaptation au contexte				
engagement des agriculteurs	Depuis 2007, 30 agriculteurs se sont engagés sur près de 3900 ha, dont les 2/3 combinent la réduction herbicides et autres produits. En 2009, un agriculteur s'est engagé dans une conversion à l'agriculture biologique sans aides spécifiques (80 ha).	Depuis 2008, 65 agriculteurs sont engagés : 669 ha en création ou maintien d'herbe et près de 2900ha en réduction d'intrants (dont les 2/3 en limitation de la fertilisation). 36 ha ont été convertis en agriculture biologique en 2010	Suite à l'ouverture de la MAE en 2010, un total de 11 agriculteurs sont convertis ou en conversion pour une surface de 550 ha environ.	
actions complémentaires	Partenariat avec le Cemagref pour la mise en place d'aménagements épurateurs en sortie de drainage ; Animation en zone non agricole pour réduire l'usage des pesticides, portée par AQUI'Brie.	Information auprès des acteurs de la filière biologique à proximité du territoire pour développer l'agriculture biologique sur le bassin.	Actions d'animation pour une meilleure connaissance des filières biologiques, appui à la création d'AMAP, structuration des filières biologiques blé par les coopératives locales.	

Le dispositif MAE, bien qu'incontournable pour accompagner les projets, focalise les efforts d'animation au détriment d'un objectif de protection de l'eau plus global qu'il est difficile de ne pas perdre de vue. Toutefois, à l'issue de plusieurs années d'évolution, le cadre contraint des premières années tend à s'assouplir et pourrait permettre en théorie de répondre aux attentes des porteurs de projet « eau », une fois la mécanique de fonctionnement assimilée.

La réussite des projets dépend également fortement de l'implication des services déconcentrés de l'Etat à deux niveaux : d'une part la mise en place de dispositifs réglementaires adaptés à la vulnérabilité du territoire, d'autre part l'ouverture de MAE correspondant aux attentes de porteurs de projets pour la protection des ressources en eau.

Perspectives et conclusion

L'enjeu majeur pour ces projets est la pérennité des mesures d'accompagnement financier apportées aux agriculteurs. La volonté d'Eau de Paris étant de proposer des systèmes viables et pérennes, une contractualisation sur 5 ans est a priori insuffisante pour stabiliser les évolutions des structures agricoles de façon durable. Les évolutions à venir liées à la réforme de la PAC en 2013 impliqueront pour les porteurs de projets d'importants efforts d'adaptation pour assurer une continuité dans l'accompagnement local.

Par ailleurs, jusque récemment, la politique de l'eau ne faisait appel aux collectivités locales que dans le cadre des procédures sanitaires liées à l'instauration des périmètres de protection. La montée en puissance des politiques à l'échelle des aires d'alimentation (SDAGE, Grenelle) leur impose à présent la maîtrise d'ouvrage de la définition et de la mise en œuvre des programmes d'action pour la protection des captages. Pour autant, si elles sont invitées à se saisir des outils agro-environnementaux, elles ne sont pas encore associées au stade de la conception et de la formalisation de ces dispositifs.

Références bibliographiques

Voir posters proposés pour les rencontres GIS

Evolution des pratiques de fertilisation azotée et son impact sur les teneurs en nitrates dans les nappes phréatiques

Présenté par : Jean-Marie Larcher

Courriel : jml@episcentre.com

Evolution des pratiques de fertilisation azotée et son impact sur les teneurs en nitrates dans les nappes phréatiques. Exemple de 3 bassins versants de Champagne Berrichonne du Cher.

Jean-Marie Larcher

Epis Centre (groupe Axérial)

Mots clefs : fertilisation azotée, nitrates, nappes phréatiques, bassins versants

Résumé

La coopérative Epis Centre a conduit de 1993 à 2003, en collaboration avec la Chambre d'agriculture du Cher une action, l'opération AZUR, labellisée Fertimieux et, dans le cadre de ses propres préconisations jusqu'à ce jour, des actions de développement visant à optimiser la fertilisation azotée dans le Berry-Nivernais et s'appuyant sur les outils Epiclès et Farmstar. Ces outils sont aujourd'hui largement adoptés par les agriculteurs de la région.

L'évolution favorable des teneurs en nitrates dans 2 des 3 bassins versants, à nappe superficielle, peut être mise en relation directe avec l'évolution qualitative et quantitative des pratiques de fertilisation azotée. Dans le bassin du Porche, sur un captage profond, la teneur n'a pas baissé malgré des pratiques comparables. Une étude sur l'âge de l'eau a montré un temps de latence de 10 ans pour ce captage qui devrait en toute logique retrouver une teneur inférieure à 50 mg/l dans environ 5 ans. Ceci montre que grâce à l'adoption massive d'outils ayant prouvé leur efficacité agronomique et économique, il est possible, comme dans cet exemple, de repasser sous la barre des 50 mg/l de NO_3 en système céréalier de grandes cultures du Berry-Nivernais.

Contexte et objectifs

Dans le cadre de la directive nitrates, la Champagne Berrichonne du Cher a été classée zone vulnérable dès 92/93, du fait d'un dépassement fréquent du seuil de 50 mg/l dans les captages.

A la même époque, les organismes prescripteurs, dont la coopérative Epis Centre qui touche 70% des agriculteurs, ont mis en place des actions de conseils en faveur d'une fertilisation optimisée, basées sur le volontariat, avec les outils du moment : méthode des bilans, Ramsès, Jubil, pesées colza.

L'une de ces actions a été conduite de 1993 à 2003 conjointement par Epis Centre et la Chambre d'agriculture du Cher : l'opération AZUR labellisée dans le cadre de l'action nationale Fertimieux, sur un bassin versant de 6 000 ha de SAU. Sur ces 10 années, les pratiques des agriculteurs ont été enregistrées, analysées et mises en relation avec l'évolution des teneurs en nitrates.

A partir de 2003, la volonté de développer l'utilisation de l'outil informatique pour le calcul prévisionnel de fumure azotée (logiciel Epiclès Invivo) combiné avec l'outil de diagnostic par télédétection FARMSTAR (EADS-Arvalis-Cétiom) ont permis au groupe Epis Centre de poursuivre l'enregistrement des conseils et des pratiques et leur géolocalisation (cf. figure 1).

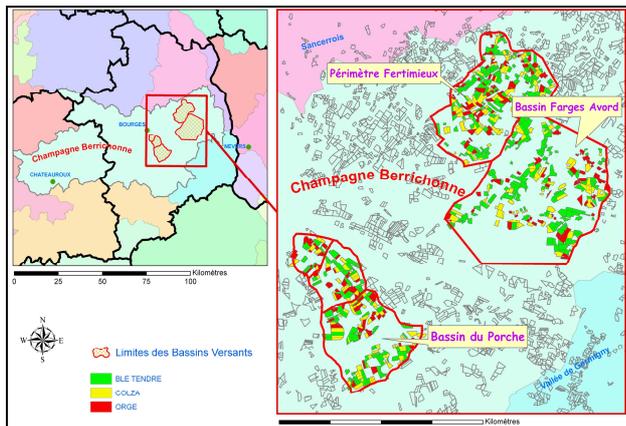


Figure 1 : Localisation des bassins versants

La progression de l'utilisation de ces outils a été constante et atteint aujourd'hui sur la plupart des bassins versants de Champagne Berrichonne 60 à 70 % des surfaces cultivées en colza-blé-orge (qui représentent eux-mêmes plus de 80% des TL).

Deux captages d'eau potable situés dans des bassins versants au cœur de la Champagne Berrichonne mais dont les teneurs en nitrates ont suivi des évolutions diamétralement opposées sur 20 ans ont retenus l'attention des observateurs :

- Avord dont la teneur en nitrates baisse régulièrement depuis les années 95 (cf. figure 2). 2 constats intéressants : l'amortissement de la variabilité et le passage « définitif » sous la barre des 50 mg/l depuis 2005. Il s'agit d'un captage AEP superficiel (< 25 m).

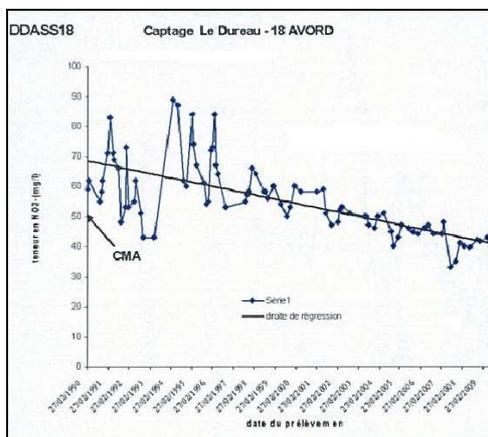


Figure 2 : Teneurs en nitrates 90 à 09 – Captage Avord

- Le Porche 2 : situé dans le bassin de captage prioritaire d'alimentation en eau potable de la ville de Bourges, et dont la teneur en nitrates a progressé de 1990 à 2000 puis s'est stabilisée à 65-70 mg/l (cf. figure 3). Il s'agit d'un captage profond (100 m). Un autre captage profond (Porche 1 ~ 80 m) suit les mêmes tendances.

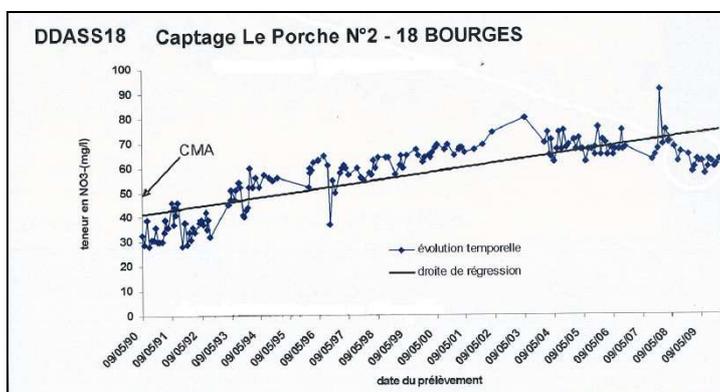


Figure 3 : Teneurs en nitrates 90 à 09 – Captage Porche 2

Ces évolutions ont fait, et font toujours l'objet de débats dans les différentes instances qui suivent ces questions.

Le but de cette analyse « historique » est de faire le lien entre l'évolution des pratiques sur les 3 bassins versants et sur près de 20 ans et l'évolution des teneurs en nitrates, de rechercher la cohérence d'ensemble des résultats malgré les contradictions apparentes, et de lancer des pistes de poursuite d'une démarche de progrès efficace.

Les 3 bassins ont des types de sols, des assolements et systèmes de cultures typiques des grandes cultures de Champagne Berrichonne du Cher, dominées par la rotation colza-blé-orge. Ils font tous les 3 l'objet du même type d'actions de développement avec des moyens comparables.

Principaux résultats obtenus et applications envisageables

L'opération AZUR (cf. figure 4) :

Dans sa première phase (93 à 98), cette action de développement s'est traduite par une faible évolution quantitative des doses d'azote appliquées mais une amélioration qualitative : réduction de la dose du 1^{er} apport et progression du fractionnement en 3 apports sur blé.

Dans sa 2^{ème} phase (98 à 2003), l'amélioration qualitative s'est poursuivie conjointement avec un début de baisse quantitative, grâce à la mise en pratique d'outils de calcul prévisionnel et de pilotage.

Entre le début et la fin de période, la « balance azote » (apports fertilisants – exportation grains) s'est améliorée de 20 u en moyenne pondérée, passant de + 70 à + 50 u.

Parallèlement, le suivi de la teneur en nitrates sur une moyenne de 30 points de prélèvements (puits et forages superficiels) fait apparaître une baisse d'environ 15 mg/l (65 mg/l en début d'action ; 50 mg/l en fin d'action).

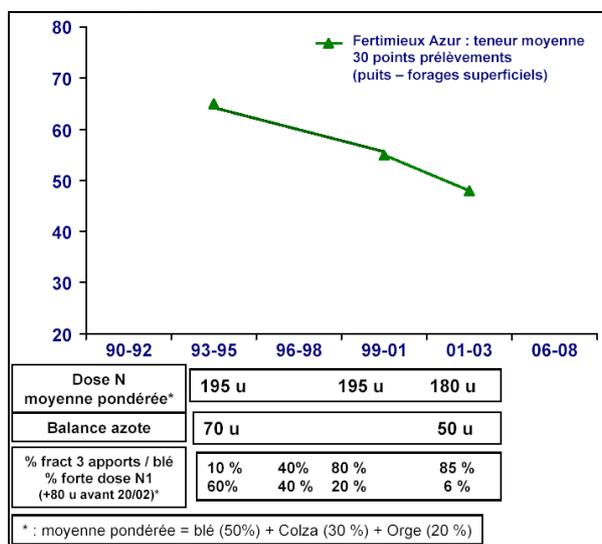


Figure 4 : Evolution des pratiques 93 à 03 – Fertimieux Azur

Sur le bassin de Farges-Avord (cf. figure 5), l'extraction des parcelles de notre base de données ayant fait l'objet de prescriptions Epiclès x Farmstar en 2008 et 2009, correspondant à 65% des surfaces colza-blé-orge de la zone met en évidence une poursuite de la baisse de la fumure azotée moyenne pondérée : 160 u/ha en 2009 et corrélativement, une balance azote encore améliorée de 15 u. La teneur en nitrates est passée sous la barre des 50 mg/l depuis 2005.

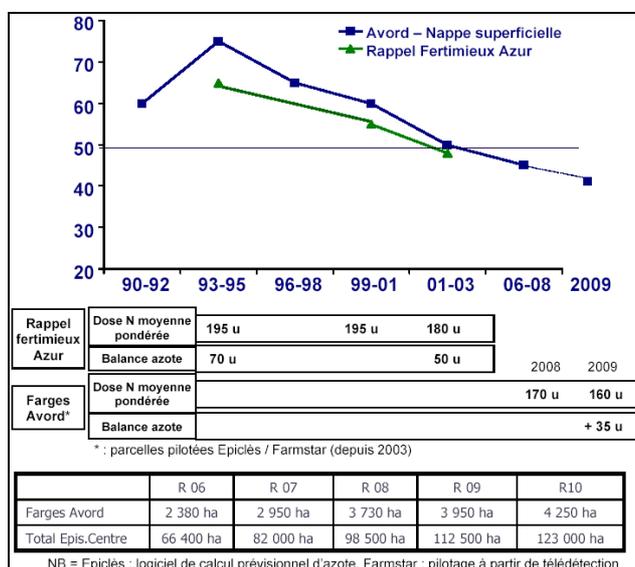


Figure 5 : Evolution des pratiques 2008-2009 – Bassin Avord

Le cas du Porche (captages profonds 1 et 2) est plus complexe (cf. figure 6).

La teneur en nitrates était en progression (95 à 2000) quand elle commençait à baisser à Avord puis stagnait (2000 à 2008), alors qu'à Avord, la baisse se poursuivait.

- L'extraction des parcelles gérées par Epiclès x Farmstar sur le bassin versant du Porche a montré :
 - que les assolements et les pratiques de fertilisation sont comparables à ceux du bassin d'Avord.
 - que le développement des outils de pilotage a suivi un rythme comparable (sauf 2010 : développement MAE).
- Une étude sur la datation des eaux souterraines réalisée par le LADES pour la communauté d'agglomération BOURGES PLUS a mis en évidence un temps de latence d'une dizaine d'année pour l'eau de ces captages profonds de 80 à 100 m.

Il est à noter que ce temps de latence a pu être observé à la « montée » (années 95 à 2000) comparativement à une nappe superficielle, et qu'on observe un léger infléchissement des teneurs du Porche 1 et 2 en 2009.

En toute logique, avec les démarches d'optimisation engagées par les agriculteurs du Porche (comme par les autres), les pratiques optimisées qui se sont généralisées à partir des années 2000 devraient porter leur fruit et permettre de repasser sous le seuil des 50 mg/l dans un délai de 4 à 5 ans.

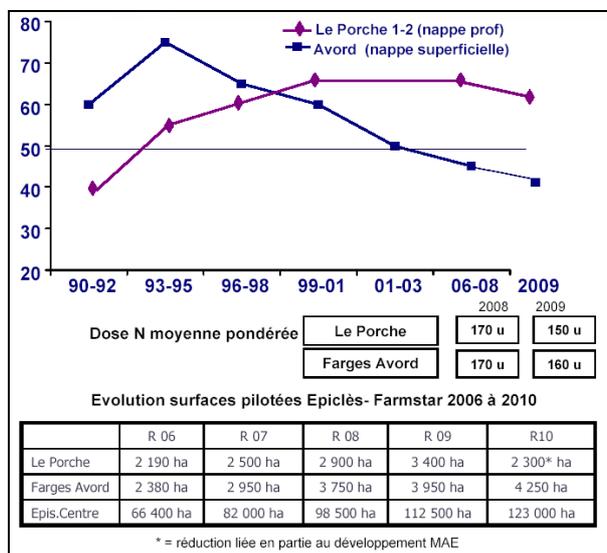


Figure 6 : Comparaison pratiques Avord/Le Porche

Une approche complémentaire vient étayer ces résultats : il s'agit de l'analyse de l'effet de la pluviométrie hivernale sur les reliquats sortie hiver mesurés depuis 20 ans par différents organismes du Berry-Nivernais et synthétisés par Arvalis avec plusieurs dizaines de parcelles par type de sol x précédent (cf. figure 7). On retrouve une tendance logique avec des reliquats plus faibles suite à des automnes-hiver plus humides mais surtout, dans les années à précipitations faibles, les reliquats des années récentes sont inférieurs aux années plus anciennes, ce qui correspond approximativement à l'amélioration de la balance azote évoquée précédemment.

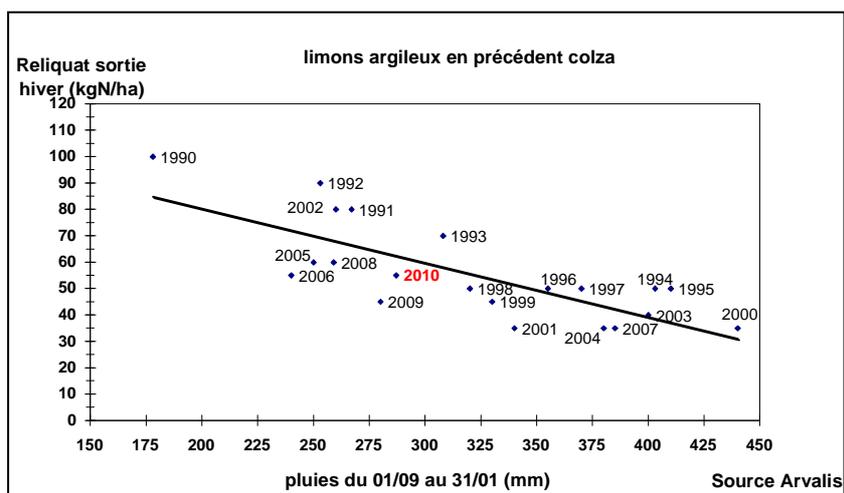


Figure 7 : Effet de la pluviométrie hivernale sur le reliquat sortie hiver

Perspectives et conclusion

Le principal défi, repasser sous la barre des 50 mg/l, a été atteint. Pour le pérenniser, voire encore l'améliorer, il est d'abord nécessaire de ne pas relâcher l'effort dans la voie engagée, et d'éviter de revenir à des démarches « standardisées ». Chez certains agriculteurs, une marge de manœuvre est encore possible pour optimiser l'objectif de rendement, le sécuriser face aux aléas climatiques ou parasitaires, et pour mieux respecter les préconisations des outils, afin d'améliorer la balance azote.

Une autre voie concerne la gestion intraparcellaire de la fertilisation, permise par la finesse de l'observation satellite, proposée par notre service agronomique et déjà pratiquée par un bon nombre d'agriculteurs (cf. figure 8).

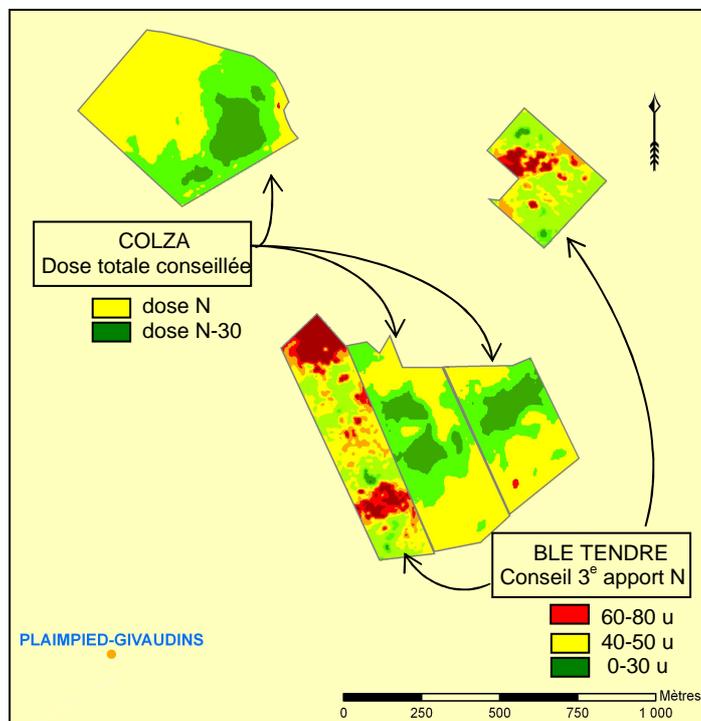


Figure 8 : Variabilité intraparcellaire des conseils de fertilisation azotée – Zoom sur quelques parcelles, printemps 2010

En plus de la diminution de la balance post-récolte, la mise en œuvre des pièges à nitrates (colza, repousses de colza, CIPAN) devrait permettre de gérer définitivement la gestion des nitrates dans les nappes phréatiques de Champagne Berrichonne.

En conclusion, ces exemples montrent :

- qu'un diagnostic peut être réalisé rapidement par la valorisation de bases de données alphanumériques et cartographiques existantes.
- que la mise en œuvre généralisée par les agriculteurs de méthodes d'optimisation de la fertilisation azotée a permis une réduction des doses d'azote et une amélioration de la balance azote de 30 à 40 u/ha en 15-20 ans.
- que cette réduction s'est traduite par une baisse corrélative des teneurs en nitrates dans les nappes superficielles, directement associée aux pratiques agricoles, de 25-35 mg/l de NO_3 (60-65 mg/l en 1995 ; 40 à 45 mg/l en 2008-2009).
- la poursuite de la mise en œuvre de pratiques de fumure azotée optimisée, combinée avec une amélioration de la gestion de l'interculture doit sécuriser à terme le maintien des teneurs en nitrates en dessous des 50 mg/l, sans passer par des mesures de réduction de la production agricole qui seraient forcément antiéconomiques et coûteuses pour la collectivité.
- il y a cependant une condition indispensable à l'adoption massive par les agriculteurs de ces nouveaux outils : c'est d'apporter la preuve permanente de leur validité économique, ce à quoi nous nous attachons avec le support des expérimentations et du traitement des données culturales grandes parcelles.

Références bibliographiques

DDASS 18 : contrôle nitrates captages AEP

LADES : datation des eaux souterraines. Forage du Porche. BOURGES PLUS

Arvalis : analyses annuelles reliquats sortie hiver Berry-Nivernais

Outils de diagnostics et plans d'action auprès d'agriculteurs pour la maîtrise de la qualité des eaux dans des bassins versants

Présenté par : **Benoît REAL**

Courriel : b.real@arvalisinstitutduvegetal.fr

Titre du projet, Coordonnateur et Responsables des équipes impliquées :

Outils de diagnostics et plans d'action auprès d'agriculteurs pour la maîtrise de la qualité des eaux dans des bassins versants Benoît REAL¹, Julie MAILLET MEZERAY², Céline GUIARD VAN LAETHEM³, Sophie CAPPE³, Laurent PENET⁴

¹SAEE, ARVALIS – Institut du végétal, Estrées Mons, ²SAEE, ARVALIS – Institut du végétal, Boigneville, ³Chambre d'Agriculture de l'Aisne, Laon, ⁴Coopérative AX'ION, Soissons

Mots clefs : bassin versant, pollution diffuse, pollution ponctuelle, phytosanitaires, outil de diagnostic, mobilisation des acteurs, partenariat, plans d'action

Résumé

De 1997 à aujourd'hui, trois opérations diagnostic/action sur des bassins versants ont été menées (dont une encore en cours) avec différents partenaires (Instituts, Chambres d'Agricultures, Coopératives agricoles, DIREN, UIPP, Europe, Agences de l'Eau, collectivités territoriales), dans l'objectif de réduire la contamination des eaux par les pesticides imputables aux pollutions d'origine ponctuelle et diffuse. Sur les trois territoires concernés, la démarche s'appuie sur les trois phases suivantes : diagnostic spatialisé des types de transfert et des sources de pollution, élaboration de plans d'action adaptés aux conditions de milieux et de pratiques, et suivi d'indicateurs d'état de la qualité des eaux et de progrès (aménagement de cours de ferme, aménagement de zones tampons, et changement des pratiques de protection des cultures. La réussite de ces actions a reposé sur la mise en œuvre d'outils de diagnostic pédagogiques basés sur l'agronomie, la dimension collective des actions débouchant sur des démarches multi-acteurs, l'implications de nombreux experts de terrain pour construire des recommandations pratiques, et bien évidemment l'engagement des agriculteurs.

Contexte et objectifs

Les objectifs définis pour chacune des trois opérations menées entre 1997 et aujourd'hui sur des bassins versants variés sont similaires : il s'agit de réaliser sur un territoire où des problèmes de qualité des eaux dus aux produits phytosanitaires apparaissaient, un diagnostic partagé de la cause de la dégradation de cette qualité des eaux, de proposer des solutions opérationnelles et compréhensibles par les acteurs de la chaîne de conseil, d'œuvrer de façon conjointe à la mobilisation des agriculteurs, de mesurer l'évolution des pratiques mises en œuvre par les agriculteurs et d'en vérifier l'efficacité par rapport à la qualité des eaux. Les trois projets différaient dans l'échelle de mise en œuvre. A La Fontaine du Theil (35), le bassin versant couvre 136 ha et concernait 20 agriculteurs. Le bassin versant du Péron (02) est de 14 000 ha et concernait 76 agriculteurs. Enfin, celui d'Agriper'Aisne concerne actuellement 480 811 ha et, dans un premier temps 300 agriculteurs, puisque la priorité est mise sur les Bassins d'Alimentation de Captage prioritaires du département de l'Aisne avant d'être étendu à tout le département.

Le choix du bassin versant de **La Fontaine du Theil**, situé au Nord de Rennes, a été fait à la suite d'une étude conduite sur de petits bassins versants bretons où des problèmes de contamination des eaux avaient conduit à la mobilisation d'agriculteurs motivés pour résoudre ces problèmes. C'est un petit BV de 136 ha, comprenant 80 parcelles cultivées par 20 agriculteurs, qui s'étend sur trois communes, et sur lequel on ne note la présence que d'un seul corps de ferme. La SAU est occupée à 32 % par des prairies permanentes et temporaires, à 38 % par du maïs, à 25 % par des céréales à paille avec un peu de jachère, de tournesol et de colza. La rivière est alimentée par trois sources, et deux étangs sont présents sur ce bassin. Les sols sont des limons battants plus ou moins argileux sur schistes peu fissurés. En cas de fortes pluies on assiste à du ruissellement par refus d'infiltration dû à la battance. Quand les sols sont saturés d'eau en période hivernale, on observe également du ruissellement par saturation associé à des transferts hypodermiques (ou de sub-surface). Quelques réseaux de drainage, de fossés et chemins creux communiquent directement avec le ruisseau de La fontaine du Theil, affluent de la Tamoute, lui-même affluent du Couesnon qui se jette dans la Manche.

A l'exutoire du bassin versant une station de mesure des débits de la rivière avait été installée avec un préleveur automatique permettant la prise d'échantillons d'eau proportionnellement au débit de la rivière. Un

suivi en continu de la qualité des eaux a été réalisé pendant toute la période d'étude. La présence dès le début de l'opération d'un certain nombre d'herbicides dans la rivière à la sortie du bassin versant a conduit à un diagnostic complet des parcelles pour identifier les modes de transfert des eaux excédentaires susceptibles d'entraîner des résidus d'herbicides en période hivernale et au printemps. Dès 1998 un diagnostic de tous les pulvérisateurs opérant sur le bassin a été réalisé, accompagné d'une formation des agriculteurs au réglage de leur appareil. Des formations sur le désherbage des céréales et du maïs ont également été dispensées. Des tours de plaine réguliers ont été organisés avec les agriculteurs pour assurer une meilleure maîtrise de la protection des cultures. Enfin, la mise en place de zones tampons (essentiellement des bandes enherbées mais aussi la réalisation d'un talus arboré), et un échange de parcelles entre deux agriculteurs pour installer une prairie dans une zone particulièrement sensible aux transferts d'herbicides ont été réalisés.

Le choix du bassin versant du **Péron** est dû à l'initiative d'un technicien de la coopérative CERENA suite à une contamination importante de la rivière qui avait entraîné la disparition de presque toutes les espèces de poisson dont le Péron était riche. Avec l'aide de l'Agence de l'Eau Seine Normandie, il a mis en place chez un agriculteur une ferme de démonstration « zéro défaut pollution ponctuelle ». Devant l'affluence de visiteurs venant chercher des idées d'équipement pour réduire ce risque de pollution, il eut l'idée de réaliser un bassin versant de démonstration qui serait une vitrine de la maîtrise de toutes les formes de pollution des eaux par les produits phytosanitaires. Ce projet a pris corps sous la dénomination Agri Péron porté par la Chambre d'Agriculture (02), ARVALIS-Institut du Végétal et la coopérative CERENA. Il a bénéficié d'un financement européen auquel s'est ajouté l'aide financière de l'Agence de l'Eau Seine Normandie et celle du Conseil Général de l'Aisne destinée à aider les agriculteurs à sécuriser leur corps de ferme et à installer des zones tampons. Au début du projet d'une durée de trois ans, 13 agriculteurs s'étaient engagés à suivre les solutions préconisées suite au diagnostic des causes de contamination des eaux. La DIREN Picardie a réalisé un suivi de la qualité des eaux du Péron et du captage AEP au cours de la première et de la dernière année de l'opération.

Le bassin du Péron, situé au Nord du département de l'Aisne, a une superficie de 14 648 ha dont 1 168 ha de zones non agricoles (villages, bois, marais, etc...) soit 8 % de la surface totale du bassin. La SAU (Surface Agricole Utile) est de 13 480 ha et représente 82 % du territoire. La longueur du bassin est de 22,8 km et sa largeur maximale est de 8,5. La longueur du linéaire du Péron est de 15,2 km. Il s'étend sur le territoire de tout ou partie de 15 communes. En amont de Monceau-le-Neuf-et-Faucouzy, à proximité de la source, se trouve le captage AEP qui alimente les habitants du bassin.

Le bassin versant est typique des bassins du Nord Bassin Parisien développés sur nappe de craie. La source du Péron située au tiers amont du bassin correspond à l'affleurement de la nappe de la craie. En amont de la source se trouve une zone de plateau entourée de petites collines. La partie Ouest du bassin est composée de plusieurs séries de collines avec des pentes assez fortes jusqu'aux crêtes de limitation du bassin où les pentes sont plus faibles. On trouve des talwegs qui correspondent à des petites vallées glacières où le colluvionnement a adouci le paysage. La partie Est du bassin est composée d'un plateau plus ou moins en escalier avec rideaux et talus qui délimitent les ruptures de pentes. Les pentes sont plus douces sauf sur le dernier versant qui aboutit à la vallée du Péron.

La vallée du Péron est un substrat d'alluvions modernes (argile et limons). Comme dans la plupart des vallées du Nord Bassin Parisien, le lit du Péron est bordé d'étangs, de marais, de prairies humides et de peupleraies. Un canal de drainage des marais situés à hauteur de Chevresis Monceau est parallèle au Péron, en sa rive gauche.

AgriPéron Aisne est un projet en cours qui a été porté par les professionnels agricoles du département qui souhaitent montrer que ce qui a été réalisé sur le bassin versant du Péron peut être étendu à tout un département. La même démarche a été adoptée : diagnostic des risques de transfert de produits phytosanitaires, conseils et préconisations sur des changements de pratiques et aménagements et évaluation de l'impact de ces solutions sur la qualité des eaux. L'ensemble des acteurs agricoles du département sont mobilisés. L'animation est réalisée par la Chambre d'Agriculture (02), les diagnostics et les formations aux diagnostics pollutions ponctuelles et diffuses (Aquasite®, Aquavallée® et Aquaplaine®) sont réalisés par ARVALIS-Institut du Végétal. Tous les organismes de collecte et de distribution sont impliqués : les coopératives CERENA, AX'ION, COHESIS, CHAMPAGNE CEREALES, TERREOS et les établissements HUBAU (négoce).

Principaux résultats obtenus et applications envisageables

A la Fontaine du Theil, les résultats enregistrés dès les premières années de l'opération ont été encourageants. Parmi les différents leviers pour améliorer la qualité de l'eau mis en place, ce sont principalement l'évolution des pratiques au champ et les pratiques de pulvérisation ainsi que les aménagements des zones cultivées ou non qui ont permis de diminuer de manière importante la contamination de la rivière. Au fur et à mesure de l'expérimentation, de nombreux aménagements ont été réalisés. Ils ont permis de réduire significativement le nombre de parcelles à risque. Une série de « zones tampons » a été mise en place au bord du ruisseau : 8 bandes enherbées, 4 haies et talus, 2 jachères et 2 prairies permanentes, implantées sur des parcelles situées en bordure immédiate du ruisseau. En parallèle, les berges ont été nettoyées, les haies dégradées ont été restaurées, une décharge en plein air a été supprimée. Les pratiques culturales ont, elles aussi, évolué :

l'entretien chimique des bords de champs et du ruisseau a été remplacé par un entretien mécanique. Le travail du sol est désormais réalisé perpendiculairement à la pente, les parcelles sont implantées avec un couvert végétal en hiver et le désherbage chimique tient davantage compte des recommandations acquises en formation. La surface des parcelles à risque de transfert a été réduite de 75 %. Les agriculteurs de La Fontaine du Theil qui sont éleveurs de bovin étaient confrontés à la présence en bordure de prairie et de fossés humides d'une ombellifère extrêmement toxique pour les bovins : l'*oenanthe*. Pour lutter contre cette dicotylédone annuelle, les désherbages chimiques de bordure de fossés étaient pratique courante. La fourniture de piquets électriques de pâture en forme de potence a permis de désherber mécaniquement les fossés, limitant ainsi les sources de pollution ponctuelle des eaux du bassin versant.

De 1998 à 2006 877 prélèvements d'eau et 15073 analyses de résidus ont été réalisés à l'exutoire du bassin versant, représentant le suivi de plus de 28 substances actives en fin de projet. Le suivi des substances actives d'herbicides a permis de couvrir plus de 80 % des herbicides appliqués sur le bassin.

Entre 1998 et 2006, le taux de quantification des substances actives suivies a évolué fortement à la baisse, passant de 22% en 1998-1999 à 5 % en 2005-2006, soit une diminution de 17 %. Sur certaines campagnes, jusqu'à 98 % des analyses effectuées ne révélèrent la présence d'aucune substance active. Il est possible de comparer les résultats obtenus avec les seuils réglementaires du Décret n° 2001-1220 qui précise les limites de concentration en pesticides dans les eaux destinées à la consommation humaine. Ces seuils sont de 2 µg/l par substance active et 5 µg/l toutes substances actives confondues pour les eaux brutes destinées à la production d'eau potable. Les calculs de dépassement de seuil ont été réalisés à partir des concentrations moyennes à l'échelle d'une période de prélèvement et non à partir des valeurs instantanées. Le seuil de 5 µg/L est dépassé les deux premières années de l'expérimentation, la fréquence de dépassement restant néanmoins faible (0.6 %). Ces dépassements ne sont plus observés par la suite.

Sur le bassin versant du Péron, à la différence de La Fontaine du Theil, le nombre de parcelles à risque révélé par Aquavallée® et confirmé par des Aquaplaine® était faible. 2,7 % de la SAU présentait des risques de transfert, : 91 ha présentaient des risques de transfert par battement de la nappe d'accompagnement du Péron, 52 ha des risques de transfert par le réseau de drainage et 221 ha des risques d'infiltration rapide vers la nappe de la craie. A chacun des ces modes de transfert des solutions ont été proposées aux agriculteurs, qui les ont adoptées : mise place de cultures de printemps, substitution de produits et aménagements paysagers. Le suivi de la qualité des eaux réalisé par la DIREN au printemps 2004 montra la présence de 28 substances actives dans la rivière à la suite d'un orage. Tous les fongicides « céréale » et tous les herbicides « betterave » appliqués à cette période étaient détectés. La contamination provenait des cours de ferme, lessivées par un orage. Ces cours de ferme le long du Péron étaient en pente et leurs eaux de ruissellement rejoignent directement la rivière par des caniveaux et des fossés. Le premier plan d'action a donc été orienté vers la sécurisation des postes de remplissage des pulvérisateurs : 52 cours de ferme ont été réaménagés. Au cours du suivi de la qualité de l'eau en 2007, seuls des herbicides utilisés en zone non agricole étaient détectés dans la rivière. L'eau du captage AEP a également été contaminée par des applications d'herbicide maïs durant tout l'été 2004. Les applications réalisées à proximité de la source du Péron, zone d'affleurement de la nappe, sur des sols squelettiques sur craie karstifiée en étaient la cause. La substitution d'herbicide permet de résoudre rapidement ce problème. Pour résoudre quelques phénomènes de ruissellement et d'érosion qui n'atteignaient pas la rivière mais qui localement rejoignaient des zones d'infiltration rapide vers la nappe, les agriculteurs ont implanté 12 nouvelles zones tampons, 18 haies et alignements d'arbres. Trois jachères ont été déplacées pour avoir un rôle de zone tampon et 17 bandes enherbées à intérêt faunistique ont été semées.

Le programme Agriper'Aisne est en cours. Un diagnostic Aquavallée® a été réalisé et les chefs de projet formés au diagnostic Aquavallée®. ARVALIS-Institut du Végétal et la Chambre d'Agriculture ont confirmé la localisation des zones à risque de transfert. 59 % de la SAU (480 811 ha) ne présente pas de risque de transfert de produits phytosanitaires que ce soit en hiver, au printemps ou en fin d'été. Les modes de transfert les plus importants sont ceux générés par les réseaux de drainage, par le ruissellement de saturation observé sur les sols hydromorphes (24 % de la SAU), ainsi que par ruissellement dû à la battance et l'érosion. (16,2 % de la SAU).

Chez l'ensemble des organismes participants, des chefs projets ont été formés aux outils de diagnostic. Ils ont bénéficié de l'édition de compte rendus automatisés issus des outils de diagnostic, de façon à démultiplier leur restitution aux techniciens et agriculteurs. La méthode de restitution des diagnostics a pu être industrialisée à l'aide des RPG que les agriculteurs ont confié aux diagnostiqueurs. L'originalité de ce projet réside dans le diagnostic d'exploitation non seulement vis-à-vis des risques liés aux produits phytosanitaires mais aussi sur le risque de transfert de nitrate, sur la biodiversité et sur l'énergie grâce à l'utilisation de l'outil DAEG (Agrotransfert Ressources et Territoires).

Dans un premier temps la mobilisation des agriculteurs se concentre sur les Aires d'Alimentation des Captages prioritaires du Grenelle de l'environnement pour être ensuite étendue à l'ensemble du département.

En septembre 2010, 150 exploitations auront été diagnostiquées à l'aide de financements de l'Agence de l'Eau Seine Normandie, et 150 exploitations avec l'aide de l'Agence de l'Eau Artois Picardie.

Perspectives et conclusion

Si les résultats sont propres à chaque bassin versant (contexte pédoclimatique), la méthodologie suivie sur ces bassins versants, qui repose sur les recommandations du CORPEN, peut donc, quant à elle, être appliquée à différentes échelles sur les bassins versants. Le contenu et la dimension de l'opération dépendront de la taille du bassin versant, de l'ampleur des problèmes détectés et des solutions mises en œuvre. Les actions doivent s'inscrire dans un plan d'action avec un objectif de transparence et d'évaluation des résultats obtenus.

De La fontaine du Theil à Agriper'Aisne, en passant par Agri Péron, la principale leçon que tous les acteurs de ces opérations retiennent est que leur réussite est très fortement liée à l'engagement de tous les partenaires et des agriculteurs. Le partage des diagnostics et le consensus autour des solutions à mettre en œuvre sont gages de succès. Dans les trois opérations, certains ont bénéficié d'aides financières pour y parvenir (Agences de l'Eau, Conseil Général) et d'autres ont préféré financer les aménagements de cours de ferme ou du paysage sur leurs fonds propres. Certains aspects de l'animation se sont révélés cruciaux dans la réussite de ces opérations. Tout d'abord l'élaboration d'un discours homogène partagé et porté par tous les acteurs de la chaîne de conseil. Dans le programme Agriper'Aisne, les solutions proposées, dont les restrictions d'utilisation de certains produits phytosanitaires, ont été validées par les techniciens formés au diagnostic, par leurs responsables techniques, par les responsables « approvisionnement » de la coopérative ou du négoce, et par les présidents des coopératives. Enfin, l'identification d'un interlocuteur unique auprès de chaque agriculteur, qu'il soit de la Chambre d'Agriculture, de la coopérative ou d'un autre organisme, a renforcé la crédibilité du conseil, facilité l'appropriation des solutions à mettre en œuvre, et garanti leur efficacité sur l'amélioration de la qualité des eaux.

Ce qui a été possible sur le petit bassin versant de La Fontaine du Theil et sur un bassin versant plus important comme celui du Péron est désormais déployé à l'échelle d'un département, grâce à la mobilisation de tous les partenaires agricoles et à l'utilisation d'outils de diagnostic pédagogiques adossés à des bases techniques solides.

Références bibliographiques

REAL B., 1999. Pollution du Grand Morin par les produits phytosanitaires. Faisabilité d'une opération de prévention - Diagnostic et propositions. SEDIF, 27 p.

REAL B., DUTERTRE A., ESCHENBRENNER G., BONNIFET J.P., MULLER J.M. (2004) - Transfert de produits phytosanitaires par drainage, ruissellement ou percolation. Résultats de 10 campagnes d'expérimentation, Dix neuvième conférence du COLUMA, Dijon, 8, 9 et 10 décembre 2004, p 70.

REAL B., MAILLET-MEZERAY J., THIERRY J., MARQUET N. (2007) – De la parcelle au bassin versant : confrontation des résultats obtenus en matière de transfert de l'isoproturon et des acétanilides, Vingtième conférence du COLUMA, Dijon, 11 et 12 décembre 2007, p 200.

MAILLET MEZERAY J, THIERRY, MARQUET N, 2009. La Fontaine du Theil catchment area: maintaining water quality – Assessment after 9 years of experimentation. Pesticide Behaviour in Soils, Water and Air workshop, 15th and 16th of september 2009, York.

MAILLET MEZERAY J, THIERRY, MARQUET N, 2009.AFP – Vingtième conférence du COLUMA. Journées internationales sur la lutte contre les mauvaises herbes. Dijon – 11 et 12 Décembre 2007. Bassin versant de la Fontaine du Theil : 1998-2006, Un bilan positif. 13 pages.

Agri Péron : www.agri02.com

Bassin versant de La Fontaine du Theil : Produire et reconquérir la qualité de l'eau – Une démarche active et concertée, 37 p. Dépôt légal avril 2010 – ISBN 978-2-86492-818.8.

Problématique phosphore et proliférations algales sur le lac de Carcès- premier diagnostic

Présenté par : Magali Dechesne
Courriel : magali.dechesne@veolia.com

Problématique phosphore et proliférations algales sur le lac de Carcès (2009-2010)

Magali DECHESNE¹, Sandra DUFRENEIX¹, Christelle PAGOTTO, Laura BLASQUEZ³

¹ Veolia Environnement Recherche & Innovation, 10 rue Jacques Daguerre, 92500 Rueil-Malmaison

² Veolia Eau Direction Technique, 1 rue Giovanni Battista Pirelli, 94410 Saint Maurice

³ Veolia Eau Direction France, 52 rue d'Anjou, 75008 Paris

Mots clefs : Ressource en eau, bassin versant, algues, cyanobactéries, eutrophisation, phosphore

Résumé

Dans le cadre de ses projets de recherche, Veolia a mis en place une méthodologie pour réaliser un diagnostic de plan d'eau. Il s'agit d'une première étape pour mieux appréhender les proliférations de microalgues, dont les cyanobactéries, sur une retenue, et aider au choix d'un moyen de lutte adapté au site et à son contexte. La méthodologie élaborée par Veolia vise à la fois à établir l'état trophique du lac, en s'appuyant sur la diagnose rapide du Cemagref, et à replacer la problématique dans le contexte du bassin versant, en identifiant notamment les sources de phosphore, le phosphore étant le facteur limitant le développement végétal en eau douce. Le diagnostic de plan d'eau a été appliqué au lac de Carcès en 2009, en complément de la démarche de protection de la ressource engagée à l'échelle de l'Aire d'Alimentation de Captage et pilotée par la Direction Départementale des Territoires et de la Mer. Cette contribution présente les conclusions du diagnostic et les recommandations formulées.

Contexte et objectifs

Le lac de Carcès, ou lac de Sainte Suzanne, appartient à la ville de Toulon. Il a été construit en 1936, à la confluence du Caramy et de l'Issole et au niveau de l'émergence de la source d'Ajonc, sur les communes de Carcès et de Cabasse dans le Var. Son principal usage est la production d'eau potable ; il assure la majeure partie des besoins en eau de la ville de Toulon et d'une partie de son agglomération (400 000 habitants).

Depuis plusieurs années, le lac de Carcès est sujet à des proliférations de microalgues, avec des densités cellulaires en cyanobactéries pouvant être importantes (max = 80 000 cell/mL en 2007 en arrivée d'usine). Ces proliférations algales posent à la fois des problèmes d'ordres technique (accumulation de la biomasse dans les crépines) et sanitaire en présence de cyanobactéries (production potentielle de cyanotoxines).

Depuis 2004, Veolia Eau applique son programme de surveillance sur l'eau brute en arrivée d'usine selon les recommandations de l'AFSSA/AFSSET. Pour rappel, la réglementation française impose un seuil à ne pas dépasser dans l'eau potable de 1 µg/L de microcystine totale. Les analyses de microcystine donnent des concentrations sur eau brute inférieures au seuil de détection (0.16 µg/L), avec quelques rares épisodes positifs (max = 0.26 µg/L en 2007).

En 2009-2010, un diagnostic du plan d'eau a été réalisé, afin de mieux cerner les facteurs favorisant le développement des algues au niveau du lac et de son bassin versant, et de proposer des actions pour améliorer la qualité de l'eau. Les principales conclusions et recommandations sont présentées ci-après.

Facteur clef : le phosphore

Le phosphore est largement incriminé lorsqu'on parle d'eutrophisation des milieux aquatiques et de proliférations algales. Le phytoplancton se nourrit de matières minérales : principalement de carbone, d'azote sous forme de nitrates (NO₃) et d'ammonium (NH₄), de phosphore sous forme de phosphates (PO₄) et d'autres éléments minéraux en moindre quantité (potassium, sodium...). Les sources de carbone et d'azote sont quasiment illimitées (source atmosphérique), contrairement aux sources de phosphore qui sont uniquement terrestres. Le phosphore est naturellement présent dans les roches et le sol, mais ses principales sources sont les activités anthropiques (eaux usées, agriculture, industrie).

On considère que le phosphore est l'élément limitant la croissance de la biomasse en eau douce et donc un facteur clef de l'amélioration de l'état trophique du milieu aquatique à long terme. La compréhension de son origine (interne ou externe au plan d'eau) et de ses sources (agriculture, eaux usées, industries) permettra d'orienter les actions d'amélioration de la qualité des eaux.

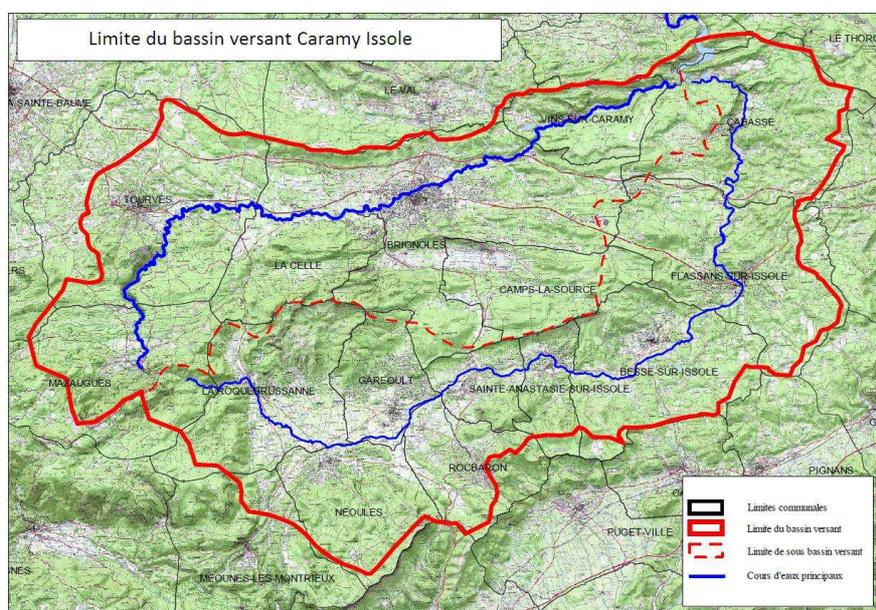
Afin de limiter l'eutrophisation des plans d'eau, le SDAGE RMC fixe pour objectifs 0.2 mg PO₄/L (soit 0.06 mg P/L) dans les cours d'eau et 0.02-0.03 mg P/L dans les plans d'eau (AE RMC, 1996). Il est précisé que "ceci constitue le minimum indispensable en-dessus duquel aucune amélioration significative ne peut être espérée. Ces objectifs ne peuvent pas toutefois garantir la maîtrise du phénomène et devront, selon la situation, être plus ambitieux." L'atteinte de ces objectifs passe généralement par la réduction des flux de phosphore du bassin versant.

Principaux résultats obtenus

Le diagnostic de plan d'eau consiste en un recueil et une analyse de données sur le bassin versant (contexte local, géologie, climat, activités polluantes), le fonctionnement du plan d'eau (morphologie, alimentation, usages et pratiques de gestion) et la qualité du plan d'eau (état trophique, phytoplancton).

Caractérisation du bassin versant

Le lac de Carcès se situe sur les communes de Carcès et de Cabasse dans le Var (83), à la confluence du Caramy et de l'Issole, sur le bassin versant du Caramy (46 800 ha).



Le lac est classé comme zone d'action prioritaire par le SDAGE Rhône-Méditerranée pour la période 2010-2015 et captage prioritaire au titre du Grenelle de l'Environnement. Il n'existe pas de SAGE ou autre document de planification. L'arrêté préfectoral du 6 mai 2010 définit la zone de protection de l'aire d'alimentation du captage. On note également la présence de trois ZNIEFF (Ripisylves et annexes des vallées de l'Issole et du Caramy; Trou des Fées - les côtes; Vallée de l'Argens) et d'un SIC (Vallée de l'Argens). Au sens de la DCE, le lac est une retenue de type A12 (retenue méditerranéenne de basse altitude sur socle cristallin profond, profonde avec thermocline) et le code de la masse d'eau est FR-DL-108.

Le bassin versant connaît un régime pluvial méditerranéen, avec de forts étiages en été et des crues éclaircies à l'automne. Le contexte géologique et hydrogéologique est fortement calcaire. Le bassin versant est largement dominé par les secteurs naturels (>60% du bassin versant) puis, dans une moindre mesure, par les activités agricoles (13%). La majeure partie de la surface agricole est dédiée à la viticulture (65% des surfaces utilisées). Les zones urbanisées restent marginales et le bassin versant subit peu de pressions urbaines, Brignoles étant la principale ville du bassin versant (2501 habitants, INSEE, 2009). Le bassin versant est traversé d'ouest en est par l'autoroute A8.

Le recensement des sources de phosphore sur le bassin versant montre des sources diffuses et des sources ponctuelles. Les teneurs naturelles en phosphore dans les sols du bassin versant sont de l'ordre de 50 à 100 mg de P₂O₅ par kg de sol. Compte tenu des pentes élevées dans certains secteurs, de la végétation locale, des surfaces dédiées à la viticulture et des pluies parfois intenses, le sol naturel peut

constituer une source diffuse importante lors de phénomènes d'érosion. Les usines de traitement des eaux usées (14 STEP recensées sur les affluents avec une capacité totale de 48 800 EH, mais les plus importantes sont dotées d'unités de déphosphatation), les systèmes d'assainissement individuel (non dénombrés) et les coopératives viticoles constituent également des sources de phosphore.

Fonctionnement du plan d'eau

Retenue de grande taille, la surface et le volume du lac varient fortement en fonction des conditions d'exploitation et des précipitations. Sa superficie varie entre 54 ha (161 NGF) et 99 ha (169 NGF), avec un volume allant de 1.5 à 8 millions de m³. Les berges sont de bonne qualité. Le plan d'eau est naturellement encaissé, protégé par la forêt. Cette retenue est aujourd'hui la propriété de la ville de Toulon, dont elle assure la majorité de l'approvisionnement en eau potable, ainsi qu'à une partie de son agglomération (400 000 habitants). L'usine de pompage du Pont de Brauch est localisée dans la partie amont du lac, l'eau brute est ensuite acheminée pour traitement vers les usines de la Valette et de Carnoules.

Les eaux de la retenue se composent pour une grande partie d'eaux superficielles en provenance du Caramy et de l'Issole, ainsi que d'eaux issues de l'aquifère karstique (Fontaine d'Ajonc). Les cours d'eau connaissent un régime pluvial méditerranéen, avec de forts étiages en été et des crues éclairs à l'automne.

Des stations de suivi existent pour les deux affluents. Le suivi des débits est réalisé par la DREAL et le suivi qualité est effectué par l'Agence de l'eau aux stations de Vins-sur-Caramy et de Cabasse pour l'Issole. Le débit moyen interannuel du Caramy est de 2,16 m³/s (1972 à 2009), et celui de l'Issole est de 1,43 m³/s (1974 à 2009) (Source : Banque Hydro). La Fontaine d'Ajonc a un débit moyen de l'ordre de 0,03 m³/s.

En été, les faibles débits entrants ne permettent pas un bon renouvellement des eaux du lac, avec l'Issole régulièrement à l'étiage. En outre, le pompage d'eau brute pour la production d'eau potable induit un fonctionnement hydrologique particulier à l'amont de la retenue, avec un sens d'écoulement inversé en fin de saison estivale. Les débits des cours d'eau sont en baisse depuis les années 1980. Des simulations hydrologiques montrent qu'à l'avenir, on devrait s'attendre à des crues plus fréquentes l'hiver et des étiages plus sévères l'été (Sogreah, 2009).

Selon le SEQ Eau, les affluents ont une eau de bonne qualité, mais les apports en nutriments ne sont pas négligeables en termes d'état trophique (voir tableau ci-dessous). Les concentrations en phosphore dans les cours d'eau semblent diminuer depuis 2004, mais demeurent régulièrement supérieures aux objectifs fixés par le SDAGE RMC. On retiendra que les suivis actuels ne sont pas assez réguliers pour bien représenter la concentration en phosphore dans les cours d'eau.

	Caramy	Issole
Nitrates	4.18 mg NO ₃ /L	3.55 mg NO ₃ /L
Phosphore total	0.09 mg P/L	0.07 mg P/L
Phosphates	0.22 mg PO ₄ /L	0.165 mg PO ₄ /L

Concentrations moyennes récentes en nutriments pour le Caramy (données 2007) et l'Issole (données 2006)

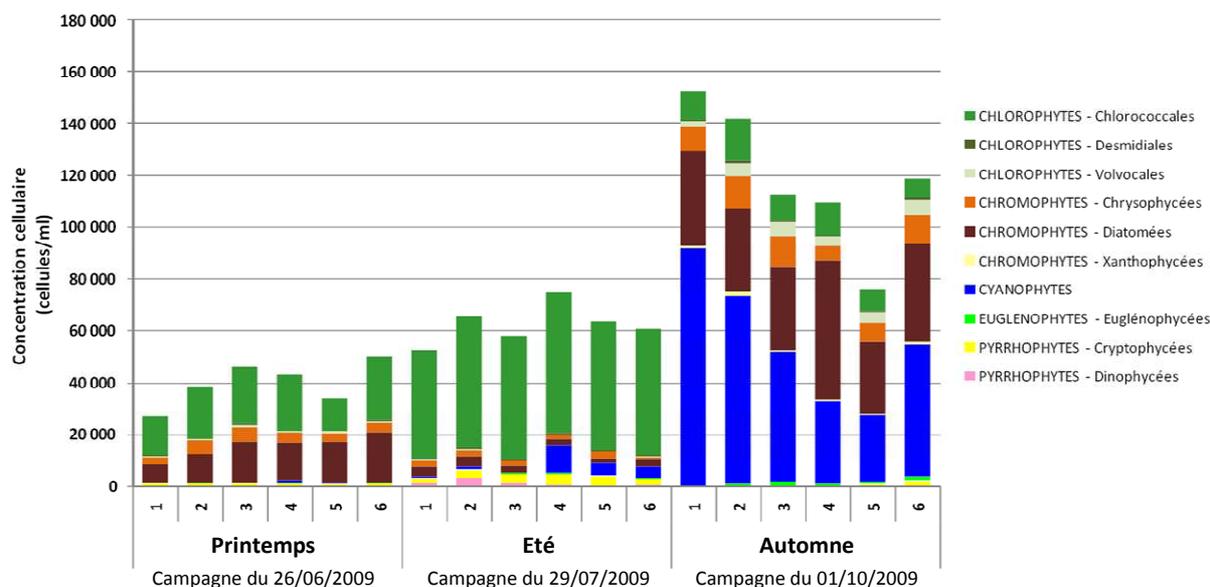
Qualité du plan d'eau

Le fonctionnement annuel de la retenue a été étudié en 2009 au travers de 4 campagnes de prélèvement (hiver, printemps, été, automne) selon le protocole de la diagnose rapide (Cemagref, 2003). Six stations ont été définies dans la retenue depuis l'amont, au niveau de la prise d'eau, jusqu'à l'aval, au droit du barrage.

Le diagnostic trophique a montré que le lac n'est pas dans une situation critique aujourd'hui. C'est un plan d'eau mésotrophe en limite d'eutrophie, avec une qualité chimique et biologique plutôt moyenne. La qualité de l'eau est pénalisée par une transparence faible, de mauvaises conditions d'oxygénation au niveau des couches profondes et un fort développement végétal. Ces phénomènes sont classiquement observés dans les milieux d'origine artificielle. La chimie du sédiment est quant à elle pénalisée par une quantité importante de matières phosphorées mais faiblement biodisponibles. Ce phosphore serait plutôt d'origine naturelle et pourrait provenir de l'érosion des sols.

L'étude du phytoplancton montre une nette évolution saisonnière, avec un schéma classique des successions algales (voir figure ci-dessous). Lors de la campagne de printemps, ce sont les Chromophytes (pour la plupart des diatomées) et les Chlorophytes qui dominent. Lors de la campagne d'été, les diatomées laissent place à une majorité de Chlorophytes, dont la croissance est favorisée par le réchauffement du lac. Lors de la campagne d'automne, la diminution de la température de l'eau est à nouveau favorable à une augmentation des effectifs de diatomées.

Les cyanobactéries sont minoritaires mais présentes sur l'ensemble de la saison estivale, avec une augmentation des densités cellulaires de juin à octobre. Le niveau 1 OMS (>2000 cell/ml) est dépassé en octobre sur toutes les stations, avec une concentration importante au niveau de la prise d'eau (~90 000 cell/mL).



Densités cellulaires observées sur le lac de Carcès (saison 2009)

Conclusion : propositions pour l'amélioration de qualité du lac

Les suivis de phytoplancton montrent des cas ponctuels de proliférations de cyanobactéries, qui semblent se produire surtout en conditions d'étiage sévère. Les risques sont plus importants en fin d'été, en amont de la retenue (au niveau de la prise d'eau) à cause des conditions hydrauliques. Dans l'immédiat, ce sont davantage les proliférations de Chlorophytes et Chromophytes qui peuvent poser des problèmes de colmatage des filtres, mais à l'avenir, plus d'étiages sévères sont à prévoir, avec des conséquences sur les proliférations de cyanobactéries.

Le maintien d'une zone plus profonde en amont de la retenue permettrait d'éviter en partie ces conditions propices aux proliférations algales. Il est donc recommandé de maintenir un niveau d'eau plus élevé dans la retenue, voire de déplacer la prise d'eau à l'aval du lac (!) afin de conserver le sens d'écoulement des eaux de l'amont vers l'aval et d'améliorer le brassage des eaux.

Ces propositions sur l'amélioration des conditions hydrauliques ne sont pas simples à mettre en place. La réduction des apports en phosphore constitue une autre voie pour limiter les proliférations algales. Les analyses réalisées dans le lac et ses affluents ont montré que le phosphore serait plutôt d'origine externe au lac, et que les affluents présentaient régulièrement des concentrations supérieures aux recommandations de l'Agence de l'eau RMC (0.06 mg P/L). A court terme, la mise en place de moyens de piégeage des nutriments passifs (îlots flottants, plaques ensemencées) sur le plan d'eau ou ses affluents pourrait être envisagée comme solution curative.

Pour assurer la qualité du plan d'eau à long terme, il conviendrait de réduire les apports en phosphore à l'échelle du bassin versant, en s'appuyant sur un bilan précis des flux de phosphore afin de déterminer où et comment agir. Ceci s'inscrit bien dans une démarche de protection des zones de captages vis-à-vis des pollutions diffuses, le volet sur les sources ponctuelles devant être complété par ailleurs.

Références bibliographiques

- Agence de l'eau Rhône Méditerranée Corse. 1996. SDAGE - Note technique n°2 : Eutrophisation des milieux aquatiques, bilan des connaissances et stratégies de lutte. 31 p.
- Cemagref. 2003. Actualisation de la diagnose rapide des plans d'eau / Analyse critique. 109 p.
- Cemagref. 2003. Protocole actualisé de la diagnose rapide des plans d'eau. 25 p.
- Sogreah Consultants. 2009. BARRAGE DE CARCES - DOSSIER D'AUTORISATION AU TITRE DU CODE DE L'ENVIRONNEMENT - MODIFICATION DU DEBIT EN AVAL DU BARRAGE. 119 p.

Outil intégré de diagnostic et d'aide à la décision pour les pollutions diffuses par les pesticides

Présenté par : **Xavier Louchart**
Courriel : louchart@supagro.inra.fr

Outil intégré de diagnostic et d'aide à la décision pour les pollutions diffuses par les pesticides

Xavier LOUCHART¹, Laurent BOUCHET², Laurent CROTET², Jean-Christophe FABRE¹, Alain ROUX³

¹INRA, UMR LISAH, 2 place Viala, 34060 Montpellier Cedex 2, ²Envilys, Domaine du Chapitre, 170 Boulevard du Chapitre, 34750 Villeneuve les Maguelone, ³IPL SED Méditerranée, Parc Georges Besse, 145 allée Charles Babbage, 30035 Nîmes Cedex

Mots clefs : bassin versant, risque de contamination, ruissellement, pesticides, modélisation, échantillonneur passif

Résumé

Un projet collaboratif R&D entre l'INRA (UMR LISAH), un bureau d'étude en agri-environnement (Envilys) et un professionnel de l'eau et de l'environnement (IPL SED Méditerranée) est en cours pour concevoir et mettre en œuvre un outil intégré contribuant à une meilleure identification des flux de résidus de produits phytopharmaceutiques dans le système « agriculture – eau – environnement ». Il s'agit par le biais de cet outil d'amener des éléments quantitatifs de décision permettant aux utilisateurs et gestionnaires des ressources en eau de maintenir les usages, et d'atteindre les objectifs de qualité fixés pour les masses d'eau (superficielles, souterraines) au titre de la DCE.

Cet outil en cours de développement combine de la métrologie de terrain originale en complément des déterminations analytiques classiques et de la simulation des flux de pesticides (modèle et plate-forme de simulation). Il sera testé sur 3 bassins versants pilotes types en Languedoc-Roussillon.

Contexte et objectifs

La gestion et la maîtrise de la qualité des eaux au niveau des aires d'alimentation de captage en milieu agricole est un enjeu primordial pour la décennie à venir, compte tenu des pressions réglementaires et attentes (article 21 de la LEMA, lois Grenelle, Directive Cadre sur l'Eau ng10362015, plan EcoPhyto 2018 ...) et de l'état actuel de la qualité des masses d'eau. En effet, la majorité des eaux tant de surface que souterraine des bassins versants agricoles au plan national ont été largement contaminées, essentiellement par pollution diffuse, due à une utilisation intensive de produits phytosanitaires. Dans le bassin Rhône-Méditerranée-Corse et sur la période 2006-2007, près de 70% des stations en eaux superficielles présentaient une eau de qualité moyenne à mauvaise, 50% des stations étant contaminées par plus de 50 de matières actives différentes (Agence RMC, 2008). En eaux souterraines, 40% des stations présentaient une dégradation significative à très importante.

Pour réduire ces pollutions et espérer protéger ou restaurer la qualité des masses d'eau, il est donc nécessaire de concevoir des alternatives aux pratiques agricoles et de gestion de l'espace actuelle (plans d'actions). Pour cela, il est nécessaire de disposer d'outils de simulation permettant d'évaluer rapidement et à faible coûts leurs impacts potentiels sur l'environnement avant leur mise en œuvre. Un tel outil doit être capable de simuler les flux d'eau et de pesticides sur un bassin versant agricole, en tenant compte i) des processus hydro-chimiques majeurs du fonctionnement de l'hydrosystème, et ii) des contraintes anthropiques liées à l'agrosystème (pratiques culturales, aménagements, changements d'occupation des sols ...). A ce jour, peu d'outils sont disponibles pour réaliser de telles prouesses.

Enfin, la gestion de la qualité des eaux nécessite la mise en place d'une stratégie d'échantillonnage optimale pour la quantification des substances actives. Les fréquences d'échantillonnage et les matières actives recherchées doivent être adaptées au contexte agro-climatique et au fonctionnement hydrologique du bassin versant. Actuellement, la quantification s'opère essentiellement à partir d'échantillonnages ponctuels (très opérationnel, mais peu représentatif temporellement), et plus rarement par échantillonnage automatisé (fiable en termes de flux et suivi de dynamique, mais coûteux et consommateur de temps). L'avènement des dispositifs d'échantillonnage passif ouvre de nouvelles perspectives. Ceux-ci offrent de nombreuses possibilités : échantillonnage intégratif sur un temps d'exposition donné, mesure de la concentration d'un polluant au moment de son relargage dans l'environnement, détection de sources de pollution en mode qualitatif ou semi-quantitatif.

Ainsi, pour essayer de répondre à ces attentes fortes, tant du point de vue des outils de simulation que de la quantification des matières actives, en vue d'une meilleure gestion et maîtrise de la qualité des eaux un projet collaboratif R&D a été mis en place (projet Phyt'eau BV Mod) réunissant une équipe pluri-disciplinaire de 3 partenaires :

- Envilys (société de conseil et prestataire de services en agronomie et environnement) coordonne le projet et apporte l'expertise thématique ;
- INRA (UMR LISAH) apporte l'expertise scientifique sur le fonctionnement hydro-chimique des agro-hydrosystèmes méditerranéens et développe des outils de modélisation et simulation des flux dans le paysage ;
- IPL Santé Environnement Durable (SED) Méditerranée (laboratoire d'analyse (chimie, microbiologie, radioactivité) agréé et accrédité COFRAC) apporte la compétence analytique et développe de nouvelles techniques analytiques.

Ce projet a donc pour objectif principal le développement d'un outil intégré d'aide à la décision, combinant mesures (terrain, et détermination en laboratoire) et plate-forme de simulation pour :

→ simuler des flux d'eau et de polluants sur un territoire donné, et par conséquent contribuer à limiter l'impact des pratiques agricoles sur l'environnement.

→ amener des informations nouvelles sur les flux de produits phytosanitaires. L'optimisation des techniques analytiques vise aussi une meilleure quantification des matières actives.

L'enjeu de cet outil est d'apporter des solutions validées scientifiquement aux décideurs, pour mettre en œuvre des actions pertinentes sur les territoires et évaluer leur efficacité.

Démarche, principaux résultats obtenus

La démarche envisagée s'appuie sur d'une part le développement et l'amélioration d'outils de simulation (modèle MHYDAS et plate-forme OpenFLUID®), et d'autre part, la partie métrologique et analytique visant au développement d'échantillonneurs passifs utilisables en conditions réelles et discontinues d'écoulement. De surcroît, une interface spécifique sera développée par Envilys, afin de donner accès aux outils de simulation à ses clients tout en conservant le contrôle de l'outil et les échanges de données.

In fine, une interaction forte entre la partie métrologique et la partie modélisation est visée. En effet, la quantification des matières actives par échantillonneur passif doit permettre d'alimenter la modélisation des flux de pesticides pour la validation et le contrôle des simulations. Inversement, la simulation des chroniques de pesticides dans les eaux doit permettre de mieux comprendre et d'identifier la dynamique des flux de pesticides que le capteur de l'échantillonneur passif aura intégrés pendant sa période d'acquisition. Les trois composantes principales de ce projet, modèle, plate-forme de simulation et échantillonneurs passifs sont détaillées ci-après, ainsi que les sites pilotes sur lesquels ils seront mis en œuvre.

Modèle MHYDAS

Historiquement, le modèle MHYDAS est un modèle pluie-débit développé par le LISAH dans le but d'étudier les effets des aménagements agricoles sur le comportement hydrologique de bassins versants anthropisés pendant les événements pluvieux (Moussa et al., 2002). A ce jour, MHYDAS intègre plusieurs modules pour modéliser les échanges sur face-souterrains, le transport érosif et le devenir et le transfert des polluants organiques (cf Figure 1). Le module polluant est en cours de validation. Les tests réalisés à l'échelle de parcelle viticole et du bassin versant de Roujan montrent de bonnes performances du modèle à reproduire les dynamiques rapides de concentrations en herbicides dans les eaux de surface (Bouvet et al., 2010). En outre, le modèle permet de simuler les chroniques de concentrations en pesticides dans les sols et les eaux (Louchart et Lalauze, 2009) dans toutes les unités spatiales prises en compte pour représenter le domaine spatial (e.g. parcelles, 36biefs), et d'intégrer les acquis du LISAH en terme de représentation ou d'évolution des processus de sorption, dégradation, mobilisation (Louchart et al., 2001 ; Louchart et Voltz, 2007).

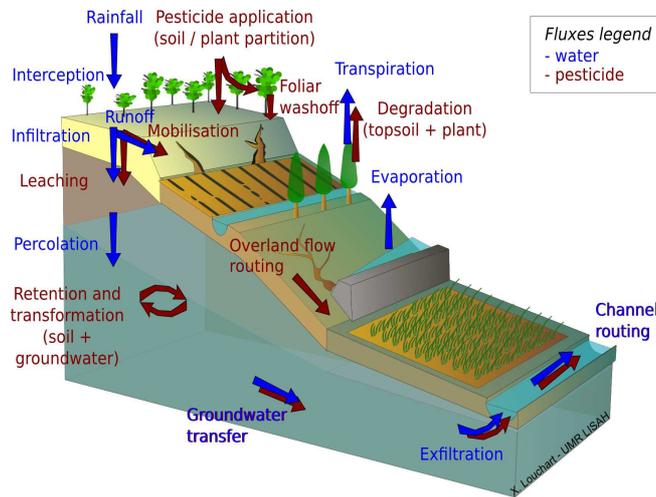


Figure 1 : processus hydrologiques, de devenir et de transfert des pesticides simulés par MHYDAS

Plate-forme OpenFLUID® (<http://www.umar-lisah.fr/openfluid>)

La plate-forme OpenFLUID (Figure 2) permet la mise en œuvre de modèles pour la simulation des flux dans les bassins versants, de manière indépendante ou couplée. Elle est composée de trois composants principaux : le moteur de simulation OpenFLUID-engine, l'interface graphique utilisateur OpenFLUID-builder, et un centre de ressources, d'information, et de documentation OpenFLUID-web (Fabre et al., 2010). Le moteur de simulation OpenFLUID-engine est le composant principal de la plate-forme. Il assure l'exécution de codes de calcul branchés dynamiquement à un noyau logiciel qui supervise la simulation spatio-temporelle des processus.

La plate-forme OpenFLUID fait actuellement fonctionner le modèle MHYDAS pour la simulation des flux d'eau et de produits phytopharmaceutiques sur des bassins versants cultivés.

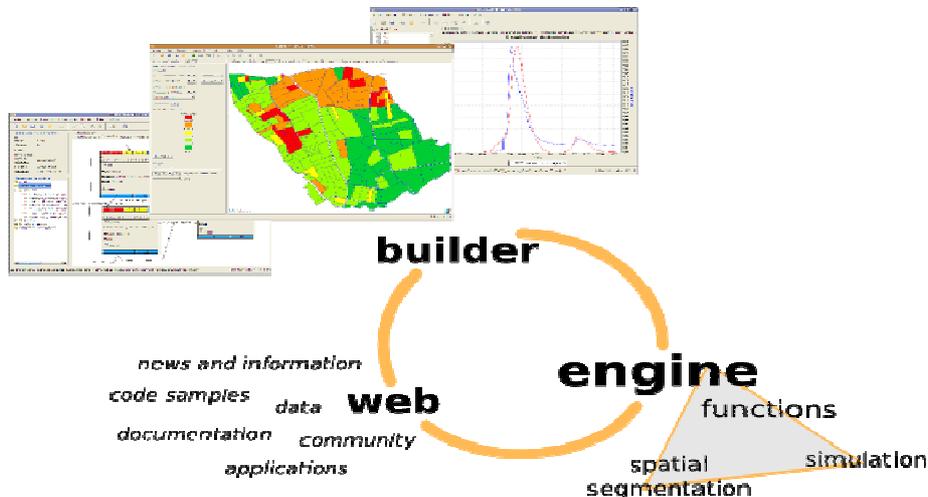


Figure 2 : structure et composants de la plate-forme OpenFLUID®

Échantillonneurs passifs

Les échantillonneurs passifs (basés sur des capteurs passifs) tels que les « Polar Organic Chemical Intégrative Sampler (POCIS) » ont été développés ces dernières années pour extraire in situ les contaminants à l'état de trace, dans les matrices eaux et sédiments. Des essais/validations sur sites, il ressort que ceux-ci donnent accès aux concentrations moyennes de polluant (fractions dites labiles), sur une période d'exposition donnée (Mazella et al., 2008). Couplés à une analyse classique, ils amènent des informations complémentaires des méthodes de laboratoire. Ils peuvent être utilisés pour estimer les tendances de pollution à long terme, ou pour le « screening » de famille de contaminants. Les challenges pour utiliser ces échantillonneurs passifs concernent plus particulièrement l'optimisation des modèles d'étalonnages, le développement de procédures s'assurant qualité, et la maîtrise des facteurs (développement bactérien, matières en suspension, taux d'échantillonnage) influençant l'accumulation de polluants sur l'échantillonneur passif lors de son déploiement sur le terrain (Mazella et Coquery 2008).

Sites

L'outil en cours de développement sera testé sur 3 bassins versants pilotes types en Languedoc Roussillon (Figure 3) : le bassin de Roujan (91 ha) de l'ORE OMERE sur lequel plus de 15 années de chroniques hydro-chimiques ont été acquises, lesquelles permettront de valider la démarche de modélisation; et 2 bassins dans la vallée de l'Hérault (bassin versant de Paulhan, env. 180 ha) g1036et celle du Libron (bassin versant de Puissalicon, env. 100 ha), en cours d'instrumentation, où les eaux souterraines sont contaminées par les eaux de surface et la problématique de protection des 2 captages AEP sur ces sites est forte.

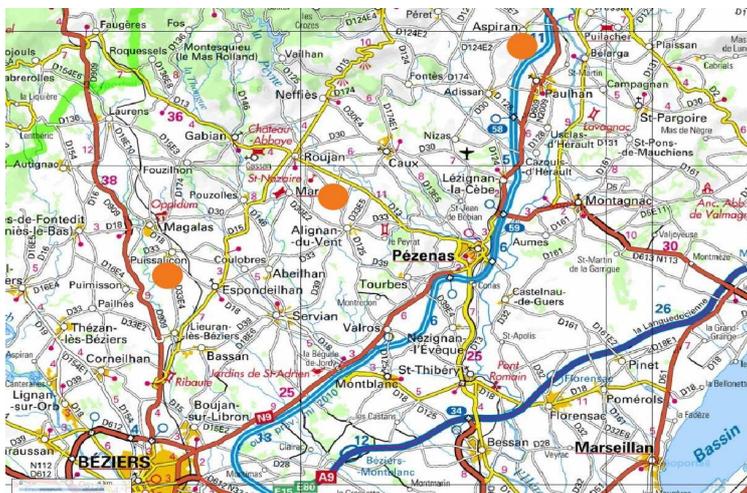


Figure 3 : sites pilotes du projet en Languedoc-Roussillon, d'Ouest en Est : Puissalicon, Roujan, Paulhan.

Perspectives et conclusion

En combinant des outils de simulation des flux de pesticides dans les eaux et de la métrologie de terrain (échantillonnage passif et classique), ce projet vise donc le développement d'un outil intégré de diagnostic des pollutions diffuses par les pesticides et d'aide à la décision. En particulier il permettra de :

- simuler les flux d'eau et de polluants sur l'ensemble des compartiments et masses d'eau d'un territoire donné
- amener des informations fiables sur les concentrations et optimiser les suivis et contrôle des réseaux de surveillance
- proposer un moyen d'étude performant de la vulnérabilité des territoires agricoles, de caractérisation de l'aléa « pollution diffuse phyto-pharmaceutique ».

Par les simulations réalisées et l'analyse et la quantification des incertitudes, cet outil devrait permettre de guider les gestionnaires du territoire et les professionnels du monde agricole dans le choix et l'optimisation des cultures (conduite, rotation, protection), l'organisation spatiale des systèmes de culture, et les aménagements hydro-agricoles à mettre en œuvre dans un objectif de protection ou de restauration de la qualité des masses d'eau.

Références bibliographiques

Agence de l'eau RMC. 2008. Pesticides dans les eaux superficielles et souterraines des bassins Rhône Méditerranée et Corse. 20 p.

Bouvet L., Louchart X., Barès M., Lalauze S., Moussa R. & Voltz M. 2010. Modélisation intégrée des agro-hydrosystèmes avec MHYDAS : exemple des transferts de pesticides en milieu viticole méditerranéen. Séminaire "Modélisation intégrée des Hydrosystèmes", Ecole des Mines, Paris, 22-23 avril 2010.

Fabre J. C., Louchart X., Colin F., Dagès C., Moussa R., Rabotin M., Raclot D., Lagacherie P. & Voltz M. 2010. OpenFLUID : a software environment for modelling fluxes in landscapes. 2010 International Conference on Integrative Landscape Modelling, Montpellier, 3-5 février 2010.

Louchart X. & Lalauze S. 2009. Modélisation et simulation du devenir et du transfert des produits phytosanitaires sur le bassin de Neffiès - Scénarios de pulvérisation d'insecticides et de fongicides. Rapport final du projet européen LIFE Aware. UMR LISAH, Montpellier, décembre 2009.

Louchart X., Voltz M., Andrieux P. & Moussa R. 2001. Herbicides transport at field and watershed scales in a Mediterranean vineyard area, *Journal of Environmental Quality* 30(3), 982-991.

Louchart X. & Voltz M. (2007. Aging effects on the availability of herbicides to runoff transfer, *Environmental Science & Technology* 41, 1137-1141.

Mazella N., Coquery M. 2008. Actes et synthèse du séminaire Cemagref/Aquaref consacré à l'échantillonnage passif et aux méthodes alternatives de prélèvement.

Mazella N., Lissalde S., Méchin B., Delest B., Delmas F. 2008. Développement des techniques d'échantillonnage passif pour surveiller la qualité de l'eau en continu. In « Mieux connaître les usages de pesticides pour comprendre les expositions », 11-12 mars 2009.

Moussa R., Voltz M. & Andrieux P. 2002, Effects of the spatial organization of agricultural management on the hydrological behaviour of a farmed catchment during flood events, *Hydrological Processes* 16, 393-412.

Actions engagées par Eau de Paris pour reconquérir la qualité des sources de la Vigne

Présenté par : Manon ZAKEOSSIAN
Courriel : manon.zakeossian@eaudeparis.fr

Actions engagées par Eau de Paris pour reconquérir la qualité des eaux souterraines des sources de la Vigne

Manon ZAKEOSSIAN¹, Sylvain COUDREUSE², Bernard AILLIOT³, Jérôme RATIARSON⁴

¹EAU DE PARIS – Direction des Eaux Souterraines, 3 route de Moret – Sorques 77690 Montigny-sur-Loing, ²Chambre d'Agriculture d'Eure-et-Loir, animateur du territoire de la Vigne, ³Chambre d'Agriculture d'Eure-et-Loir, 10 rue Dieudonné Costes 28024 Chartres cedex, ⁴Agence de l'Eau Seine-Normandie Direction de secteur Seine Aval, Hangar C Espace des Marégraphes BP 1174, 76176 Rouen cedex 1.

Mots clefs : eaux souterraines, nitrates, pesticides, animation agricole, réduction d'intrants, herbe, agriculture biologique, mesures agro-environnementales

Résumé

Les sources de la Vigne, alimentées par la nappe de la craie et situées en Eure-et-Loir contribuent à l'approvisionnement de Paris. Caractérisées par une alimentation karstique, elles présentent des contaminations périodiques par la turbidité et les pesticides. Les concentrations en nitrates de ces sources sont variables au cours de l'année, et peuvent dépasser la limite de qualité en période de recharge de la nappe. Eau de Paris développe actuellement sur ce territoire une animation spécifique d'une part pour orienter les exploitants agricoles vers une agriculture économe en intrants, voire vers l'agriculture biologique, d'autre part pour favoriser la mise en place de larges surfaces en herbe en bordure des cours d'eau temporaires. Des mesures agro-environnementales de réduction des pesticides et de la fertilisation, ainsi que des mesures de création et de maintien des surfaces en herbe permettent l'accompagnement financier des exploitants sur ce territoire. A l'issue de 3 années d'engagement, 3600 ha ont ainsi été contractualisés. L'appui technique, la formation et les échanges sur les pratiques proposés dans le cadre de l'animation de territoire ont pour objectif de développer une agriculture durable compatible avec l'amélioration de la qualité de l'eau.

Contexte et objectifs

Les sources de la Vigne, situées à proximité de la vallée de l'Avre sont des émergences naturelles de la nappe de la craie, dans un contexte karstique, caractérisé par des circulations rapides des eaux de surface vers les eaux souterraines *via* les engouffrements et le lit perméable des rus permanents ou temporaires. L'aire d'alimentation de ces captages est étendue : 37 700 ha environ situés en Eure-et-Loir, dans l'Eure et dans l'Orne : D'autres captages approvisionnant les collectivités locales sont influencés par la même aire d'alimentation (Rueil-la-Gadelière et Verneuil-sur-Avre notamment).

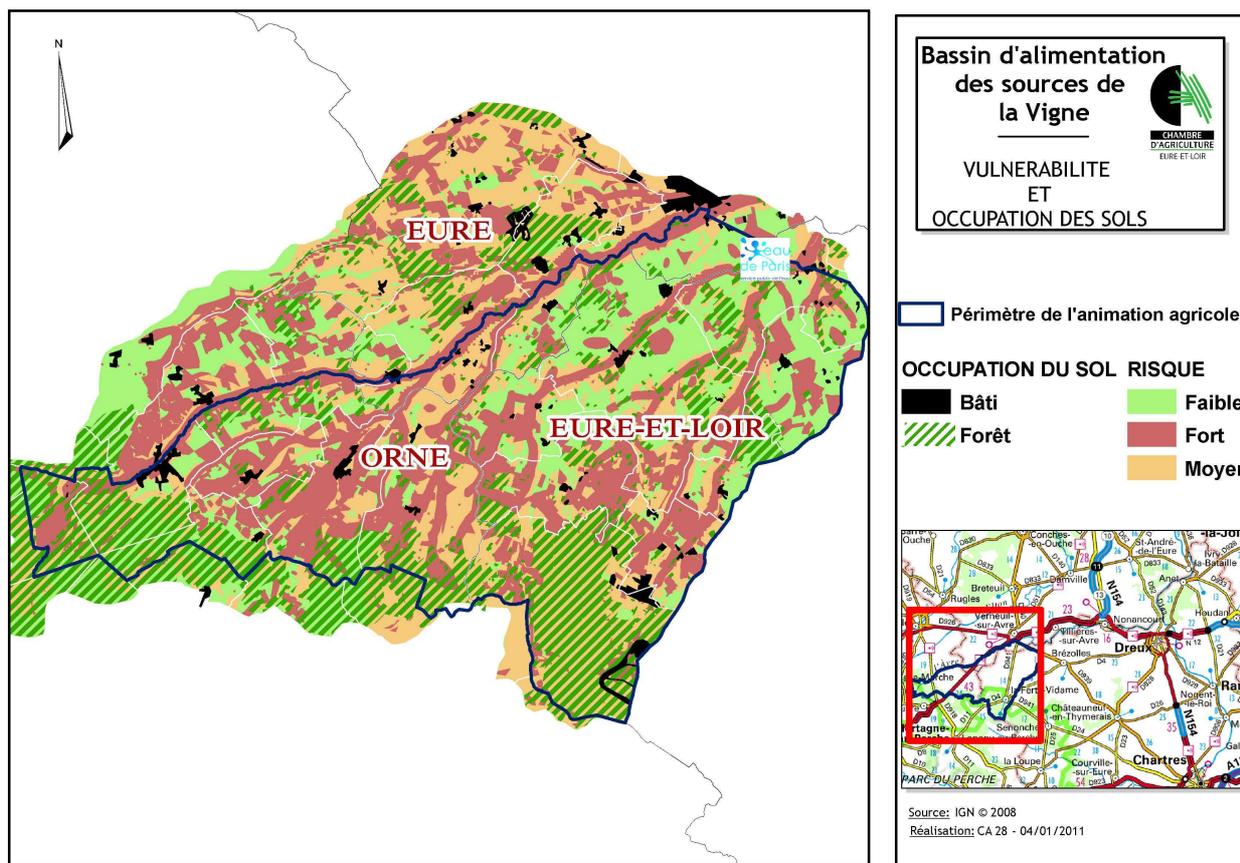
Les surfaces agricoles représentent environ 68 % de l'aire d'alimentation du captage. L'orientation des exploitations est plutôt grandes cultures, notamment en Eure-et-Loir, avec une majorité de cultures d'hiver, et très peu de cultures de printemps en lien avec la nature des sols. La partie amont du bassin (Orne) présente un peu plus d'herbe, d'élevage et de surfaces boisées.

En lien avec le contexte hydrogéologique, les sources de la Vigne présentent des dégradations de la qualité, notamment en ce qui concerne la turbidité, mais également les nitrates et les pesticides d'origine agricole.

Les concentrations en nitrates présentent des variations saisonnières marquées, s'échelonnant entre 30 et plus de 50 mg/l (moyenne 2009 : 38,4 mg/l ; moyenne 2008 : 42,1 mg/l). Cette ressource est stratégique pour l'alimentation de l'aqueduc de l'Avre qui contribue à l'alimentation en eau potable de Paris. En effet, l'ensemble des ressources transportées par cet aqueduc présentent des concentrations en nitrates proche de la limite de qualité : lorsque la concentration en nitrates des sources de la Vigne est trop élevée, la production de l'aqueduc est remise en cause.

Des pesticides sont détectés à des concentrations supérieures à la limite de qualité en période d'application des produits (notamment chlortoluron, isoproturon). Un programme renforcé de suivi des pesticides est mis en place depuis septembre 2010 (recherche de 300 molécules tous les 15 jours).

Pour ces raisons, les sources de la Vigne sont classées prioritaires Grenelle. Préalablement à la mise en œuvre de cette démarche, une étude de délimitation de l'aire d'alimentation et de cartographie de la vulnérabilité a été réalisée (finalisation juillet 2008). La carte ci-dessous couple la vulnérabilité intrinsèque et l'occupation des sols sur l'ensemble de l'aire d'alimentation des captages.



Carte 1 : vulnérabilité intrinsèque croisée avec l'occupation du sol sur le bassin d'alimentation des sources de la Vigne

Afin de protéger la qualité de cette ressource, des jachères volontaires financées par Eau de Paris ont été mises en place depuis 1995 le long des cours d'eau. En partenariat avec la Chambre d'Agriculture d'Eure-et-Loir, un suivi et des conseils de gestion de la fertilisation azotée sont venus compléter ce dispositif entre 2005 et 2007, sur une surface de 3 000 ha à proximité des sources. Par ailleurs, depuis juillet 2007, des bandes enherbées obligatoires de 5 m le long de l'ensemble des cours d'eau (temporaires ou permanents) assurent la continuité des dispositifs déjà en place pour le département de l'Eure-et-Loir, dans le cadre de la conditionnalité des aides PAC.

Depuis 2008, un nouveau programme a été développé par Eau de Paris, avec pour objectif de diminuer efficacement les pressions à l'échelle de l'aire d'alimentation du captage, afin d'obtenir un résultat mesurable sur la qualité de l'eau (nitrates et herbicides). L'animation agricole du territoire est portée par la Chambre d'Agriculture d'Eure-et-Loir, sur un territoire d'action de 23 000 ha en rive droite de l'Avre.

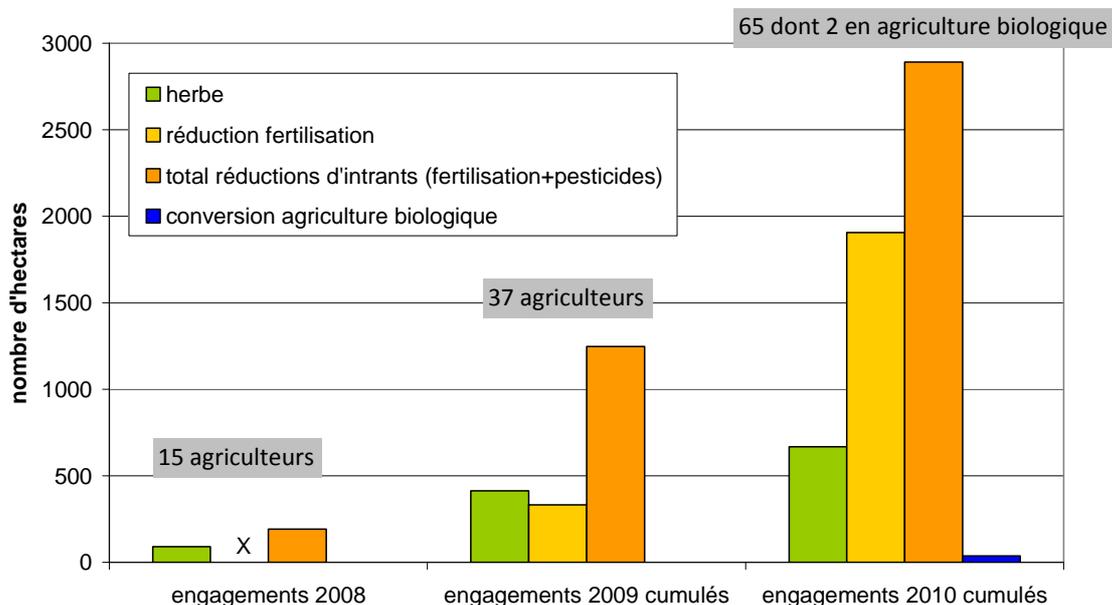
Les actions engagées sont les suivantes :

- Maintien et extension des surfaces enherbées le long des cours d'eau, avec l'appui de mesures agro-environnementales territorialisées (MAET) depuis 2008 ;
- Encouragement au développement de systèmes de culture intégrés, afin de diminuer les intrants appliqués (nitrates et pesticides) sur les zones les plus vulnérables de l'aire d'alimentation des sources. Des MAET sont proposées pour accompagner ces réductions d'intrants depuis 2008. Parallèlement, des expérimentations sont menées pour tester l'utilisation locale de désherbiveuses.
- Appui au développement de l'agriculture biologique : appui financier via les MAE, appui technique et développement des filières.

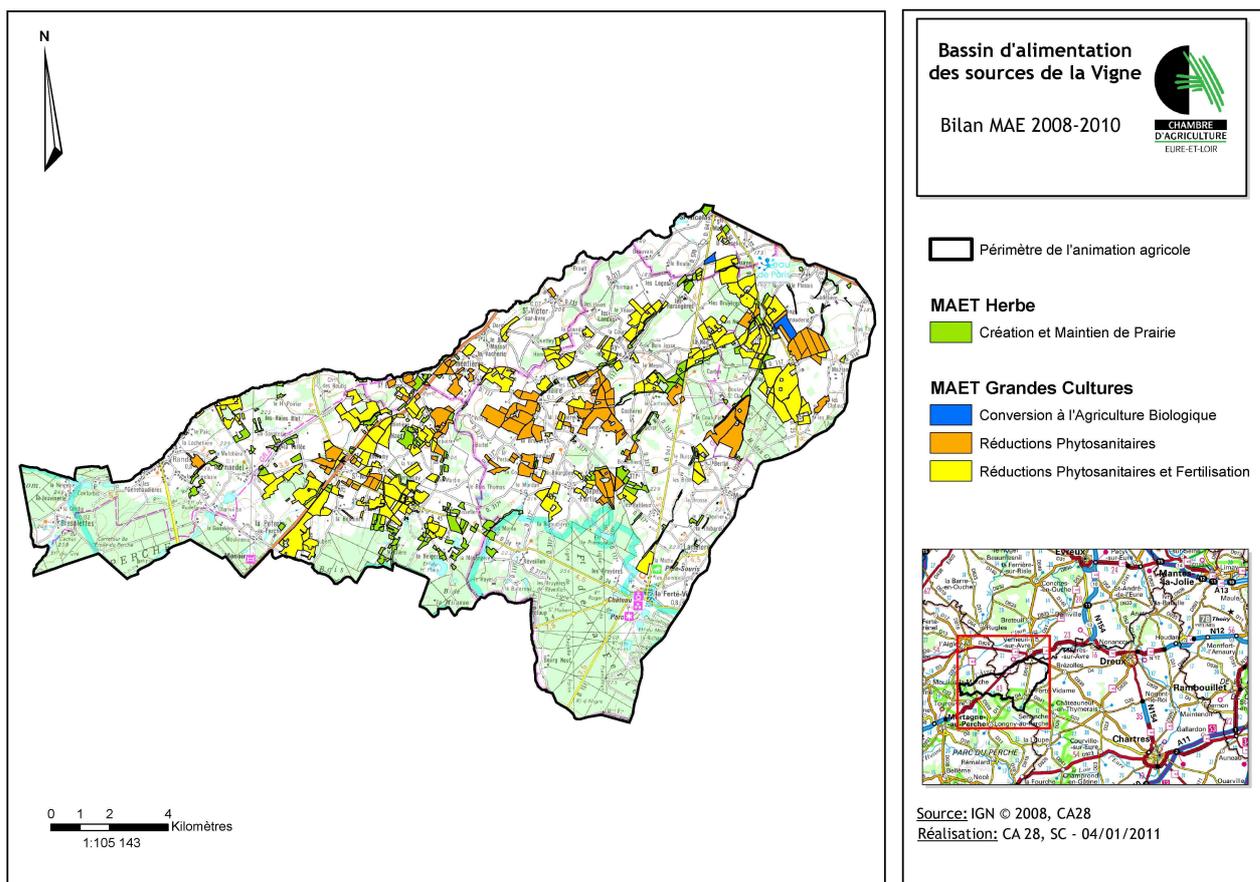
Principaux résultats obtenus

A l'issue de 3 années de MAET, 65 agriculteurs sont engagés : 669 ha en création ou maintien de surfaces en herbe au-delà des 5 m obligatoires (conditionnalité des aides PAC), et près de 2900 ha en réduction d'intrants, soit 24 % de la SAU contractualisable (rive droite de l'Avre , cf.)

Evolution des engagements en MAE sur le bassin de la Vigne
 surface de l'aire d'alimentation ouverte à la contractualisation: 23 000 ha



Graph 1 : évolution des engagements des agriculteurs dans les MAET sur le bassin d'alimentation des sources de la Vigne



Carte 2 : localisation des engagements MAET sur le territoire d'animation des sources de la Vigne

Aujourd'hui, il est difficile de mesurer l'impact de cet engagement, les détections de pesticides étant également fortement dépendantes de l'augmentation du nombre de molécules recherchées, du développement des méthodes d'analyse des pesticides et de l'évolution de la technicité des laboratoires d'analyse.

En ce qui concerne les nitrates, les concentrations sont en moyenne stables, malgré des variations saisonnières qui restent importantes.

Perspectives

Les perspectives sur ce territoire sont les suivantes :

- Articuler efficacement la démarche volontaire existante sur le bassin et la démarche Grenelle en cours de mise en place, afin de poursuivre la dynamique engagée auprès des agriculteurs sur le bassin ;
- Proposer des systèmes agronomiques permettant de limiter les intrants, notamment herbicides, malgré des sols peu favorables à la diversité des cultures au sein des rotations ;
- Pérenniser les changements engagés par les exploitants pour atteindre des systèmes durables, respectueux de la qualité de l'eau et viables économiquement ;
- Mieux prendre en compte les problématiques spécifiques liées au drainage qui représente un facteur de vulnérabilité important sur ce bassin ;
- Favoriser les conversions vers l'agriculture biologique, en renforçant l'information et l'animation autour de ces systèmes. Des MAET spécifiques sont déjà ouvertes depuis 2008 aux agriculteurs de ce bassin pour mieux les accompagner financièrement lors de la conversion.
- Etendre l'animation agricole à la partie du bassin d'alimentation située en rive gauche de l'Avre, en partenariat avec la ville de Verneuil, afin de favoriser le développement de systèmes moins consommateurs en intrants sur l'ensemble du bassin d'alimentation.

Références bibliographiques

AH2D Environnement / Telosia, 2009. Etude préalable à la DUP des périmètres de protection des sources de la Vigne (28) – Etude d'environnement et de vulnérabilité du bassin d'alimentation des captages.

Actions engagées par Eau de Paris pour reconquérir la qualité des sources de la Voulzie

Présenté par : Manon ZAKEOSSIAN
Courriel : manon.zakeossian@eaudeparis.fr

Actions engagées par Eau de Paris pour reconquérir la qualité des eaux souterraines des sources de la Voulzie

Manon ZAKEOSSIAN¹, Samy SOYAH², Agnès SAÏZONOU³, Olivier BARNAY⁴, Julien TOURNEBIZE⁵

¹EAU DE PARIS – Direction des Eaux Souterraines 3 route de Moret-Sorques 77690 Montigny-sur-Loing, ² AQUI'Brie, animateur de territoire Voulzie, ³ AQUI'Brie, 2 avenue Galliéni 77000 Melun, ⁴ Chambre d'Agriculture de Seine-et-Marne, 418, rue Aristide Briand 77350 Le Mée sur Seine, ⁵ CEMAGREF, UR Hydrosystèmes et Bioprocédés, Parc de Tourvoie BP 44, 92163 Antony.

Mots clefs : eaux souterraines, nitrates, pesticides, animation agricole, mesures agro-environnementales, réduction des intrants, agriculture biologique, drainage

Résumé

Les sources de la Voulzie situées dans la région de Provins et alimentées par la nappe de Champigny, contribuent à l'approvisionnement en eau potable de Paris. La dégradation de cette ressource par les nitrates et les pesticides a conduit à la mise en œuvre d'actions de protection de la ressource dès les années 1990. En s'appuyant sur l'expérience acquise depuis ces années, Eau de Paris développe actuellement sur ce territoire une animation spécifique pour orienter les exploitants agricoles vers une agriculture économe en intrants, voire vers l'agriculture biologique. Des mesures agro-environnementales de réduction des pesticides (-40 % pour les herbicides et -50 % pour les autres pesticides) permettent l'accompagnement financier des exploitants sur ce territoire. A l'issue de 4 années d'engagement, 3900 ha ont ainsi été contractualisés. L'appui technique, la formation et les échanges sur les pratiques proposés dans le cadre de l'animation de territoire ont pour objectif de développer une agriculture durable compatible avec l'amélioration de la qualité de l'eau.

Contexte et objectifs

L'aire d'alimentation des sources de la Voulzie représente une surface de 11 000 ha situés majoritairement en Seine-et-Marne dans la région de Provins. Ces émergences naturelles de la nappe de Champigny participent à l'alimentation en eau de Paris et assurent également l'approvisionnement d'une collectivité locale. La nappe de Champigny dans cette région est particulièrement vulnérable : l'aquifère n'est pas ou peu protégé par les argiles vertes et est caractérisé par des circulations rapides des eaux de surface vers les eaux souterraines (via des gouffres ou via le lit perméable des cours d'eau).

Les surfaces agricoles représentent 90 % de l'aire d'alimentation de ce captage. Les grandes cultures y sont dominantes, dans un secteur à fort potentiel de rendement. Les cultures d'hiver sont majoritaires, mais des cultures de printemps assez variées font également partie des assolements.

Conséquence de la vulnérabilité de ce territoire et de son occupation majoritairement agricole, les sources de la Voulzie présentent des dégradations de la qualité des eaux, en ce qui concerne les nitrates et les pesticides d'origine agricole. Pour ces raisons, et en tenant compte de leur importance stratégique, ces captages ont été classés prioritaires Grenelle. Les concentrations en nitrates sont analysées depuis l'origine des captages soit 1925 et un programme renforcé de suivi des pesticides a été développé depuis 2007 (recherche de 300 molécules tous les 15 jours). Les pesticides sont retrouvés pour la plupart au moment des périodes d'application (automne et printemps), en lien avec les circulations rapides caractérisant cette nappe.

Au début des années 1990, l'augmentation des concentrations en nitrates sur cette ressource a conduit Eau de Paris à initier un partenariat avec la Chambre d'Agriculture de Seine-et-Marne, ce

bassin ayant participé à la définition du référentiel Ferti-Mieux. L'impact des actions menées sur la qualité de l'eau étant insuffisante (concentrations en nitrates au dessus de la limite de qualité), l'action a été réorientée en 2005, afin d'obtenir un résultat plus probant sur la qualité de l'eau.

Les actions engagées à partir de 2005 ont été axées vers le développement de systèmes de culture intégrés, avec un double objectif : faire évoluer les rotations pour limiter la pression herbicides et maladies, tout en diminuant les quantités d'azote appliquées pour adopter un objectif de rendement plus cohérent avec ce système. A partir de 2007, des mesures agro-environnementales territorialisées (MAET) réduction pesticides ont été proposées sur ce territoire (- 40 à - 50 %). L'engagement des agriculteurs dans ces mesures a été soutenu par des actions d'information, de soutien technique collectif et individuel vers l'évolution des systèmes, et par des essais réalisés localement.

Parallèlement, à partir de 2010, une animation spécifique a été mise en œuvre pour promouvoir l'agriculture biologique : réalisation de diagnostics économiques de conversion, démonstration de techniques de désherbage mécanique à destination des agriculteurs conventionnels.

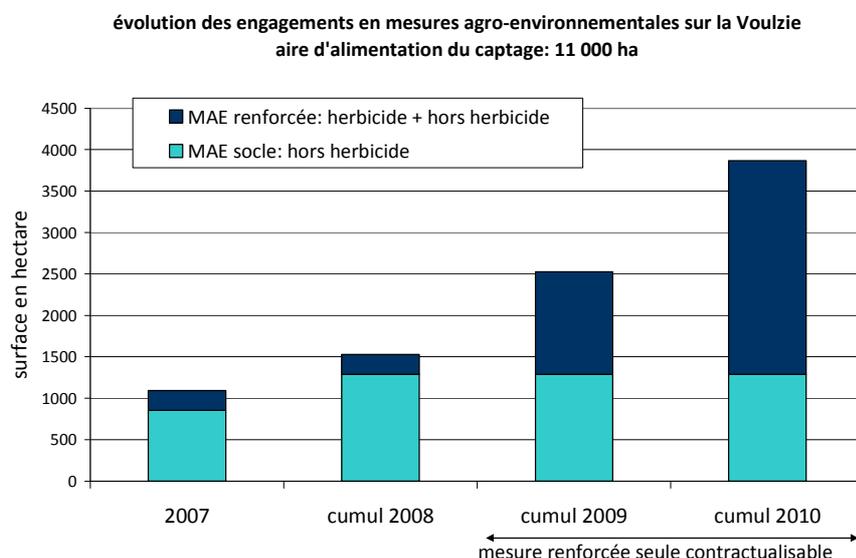
Les actions développées sur le territoire des sources de la Voulzie sont conduites via un double partenariat : avec l'association AQUI'Brie qui assure l'animation de territoire et la mise en œuvre d'actions en zone non agricole, et avec la Chambre d'Agriculture de Seine-et-Marne qui assure l'animation technique pour la promotion des pratiques biologiques et l'encadrement des essais locaux en production intégrée.

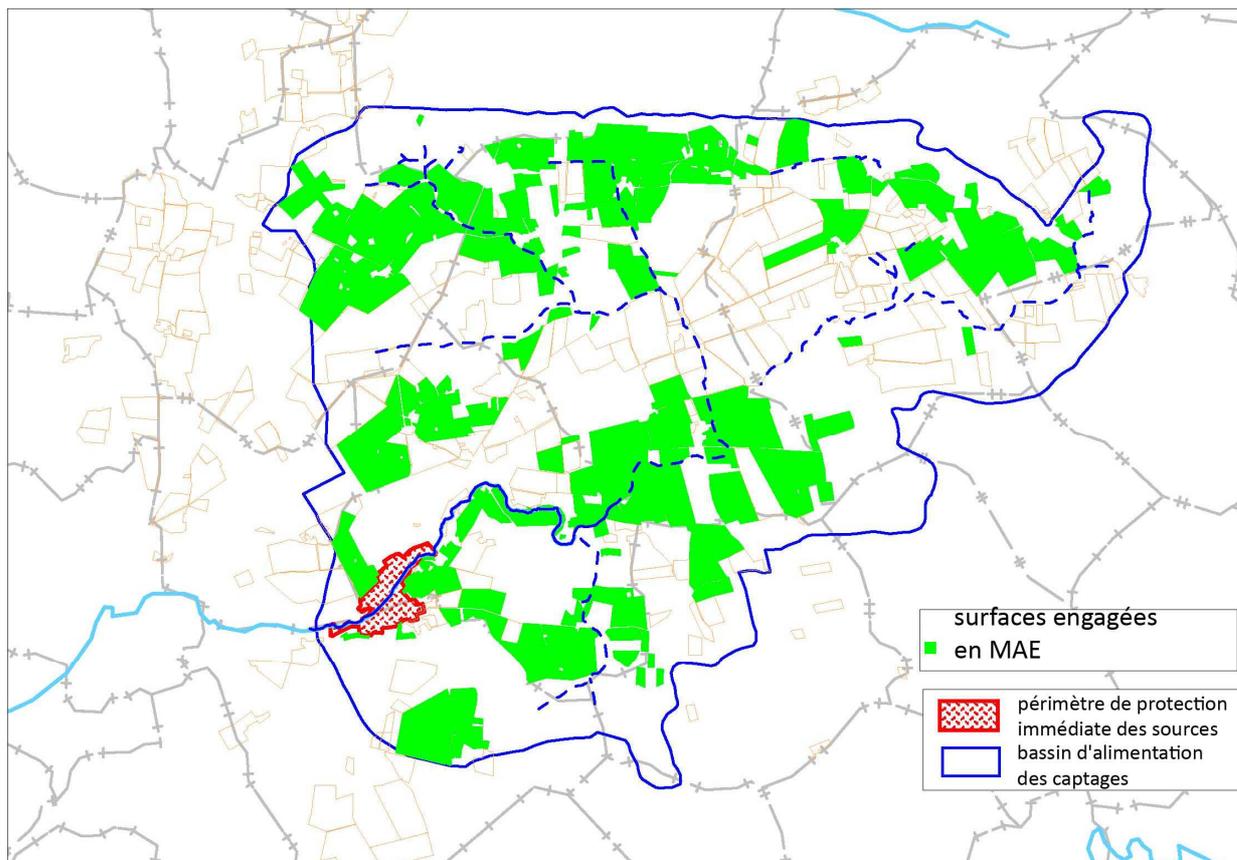
Ce programme d'action basé sur l'engagement volontaire est complété par des dispositifs réglementaires, qui, lorsqu'ils sont adaptés à la vulnérabilité du territoire, permettent d'en renforcer l'efficacité. C'est le cas notamment des bandes enherbées de 5 m obligatoires depuis 2005 le long de tous les cours d'eau temporaires du bassin, dont le lit perméable constitue l'un des vecteurs de contamination des ressources souterraines.

Enfin, les nombreuses connaissances hydrogéologiques disponibles sur ce bassin ont été complétées par une étude spécifique réalisée en partenariat avec le Cemagref et axée sur la connaissance des réseaux de drainage qui constituent près de 15 % de la SAU du bassin d'alimentation des sources. Ce travail de cartographie des réseaux et exutoires a été complété par une étude d'impact du drainage sur la qualité des eaux souterraines, notamment vis-à-vis des nitrates. Une modélisation couplant les données hydrodynamiques et les flux de nitrates ont ensuite permis de tester différents scénarios d'évolution des pratiques agricoles, de l'occupation du sol ou la mise en œuvre d'aménagements auto-épurateurs en sortie de drainage.

Principaux résultats obtenus

L'engagement des agriculteurs dans les MAET est notable puisqu'il représente une proportion importante de l'aire d'alimentation du captage : 30 agriculteurs sur près de 3 900 ha dont les 2/3 associant une réduction de 40 % des herbicides et de 50 % des autres pesticides, soit au total l'équivalent de 40 % de la SAU du bassin.





Localisation des surfaces engagées en MAE sur le bassin d'alimentation de la Voulzie

Aujourd'hui, il est difficile de mesurer l'impact de cet engagement, les détections de pesticides étant également fortement dépendantes de l'augmentation du nombre de molécules recherchées, du développement des méthodes d'analyse des pesticides et de l'évolution de la technicité des laboratoires d'analyse.

En ce qui concerne les nitrates, les concentrations sont en baisse depuis 2000 (de 59 mg/l à 53 mg/l). Toutefois, les faibles recharges de la nappe de Champigny observées ces dernières années renforcent cette tendance à la baisse.

Perspectives

Les perspectives sur ce territoire sont les suivantes :

- Articuler efficacement la démarche volontaire existante sur le bassin et la démarche Grenelle en cours de mise en place, afin de poursuivre la dynamique engagée auprès des agriculteurs sur le bassin ;
- Proposer des mesures adaptées pour limiter les fuites de nitrates vers la nappe, les MAET actuelles ouvertes sur le département 77 orientant surtout les pratiques phytosanitaires ;
- Pérenniser les changements engagés par les exploitants pour atteindre des systèmes durables, respectueux de la qualité de l'eau et viables économiquement.
- Expérimenter la mise en place d'aménagements auto-épuration en sortie de drainage, afin de limiter les concentrations en nitrates s'infiltrant vers la nappe via les cours d'eau temporaires ;
- Favoriser les conversions vers l'agriculture biologique.

Références bibliographiques

Belin, T., 2008. Compréhension et modélisation du fonctionnement hydrologique du bassin de la Voulzie (Seine-et-Marne) en vue de la proposition d'actions limitant les transferts d'origine agricole. Mémoire d'Ingénieur ENGEES. Eau de Paris / Cemagref. 83 p.

Actions engagées par Eau de Paris pour reconquérir la qualité des sources de la vallée de la Vanne

Présenté par : Manon ZAKEOSSIAN
Courriel : manon.zakeossian@eaudeparis.fr

Actions engagées par Eau de Paris pour reconquérir la qualité des eaux souterraines des sources de la vallée de la Vanne

Manon ZAKEOSSIAN¹, Jeanne BERRANGER², Fabrice GUERON³

¹EAU DE PARIS – Direction des Eaux Souterraines, 3 route de Moret Sorques 77690 Montigny-sur-Loing, ² SEDARB, animateur du territoire des sources de la vallée de la Vanne, Service d'Ecodéveloppement Agrobiologique et Rural de Bourgogne, 19 avenue Pierre Larousse BP 382 89006 Auxerre cedex, ³ SAFER de Bourgogne, 18 rue Guynemer 89000 Auxerre

Mots clefs : eaux souterraines, pesticides, agriculture biologique, acquisitions foncières, bail rural environnemental, ruissellement

Résumé

Les sources de la vallée de la Vanne, alimentées par la nappe de la craie et contribuant à l'approvisionnement de Paris, sont situées dans les départements de l'Yonne et de l'Aube. Caractérisées par une alimentation karstique, elles présentent des contaminations périodiques par la turbidité et les pesticides. Les concentrations en nitrates de ces sources sont variables selon les ouvrages, avec des valeurs moyennes de 25 mg/L à 40 mg/L. Eau de Paris développe actuellement sur ce territoire une animation spécifique pour le développement de l'agriculture biologique. Des échanges et des formations sur les techniques, les systèmes et les filières biologiques sont proposés pour les agriculteurs conventionnels, ainsi qu'une aide financière territorialisée pour la conversion à l'agriculture biologique depuis l'année 2010. Environ 550 ha sont actuellement en agriculture biologique ou en conversion sur ce bassin. Par ailleurs, Eau de Paris réalise depuis plusieurs années des acquisitions foncières sur ce bassin d'alimentation, en partenariat avec la SAFER de Bourgogne. Cet outil foncier est également utilisé pour accompagner l'installation ou la conversion d'agriculteurs en système biologique, grâce à la signature de baux ruraux environnementaux.

Contexte et objectifs

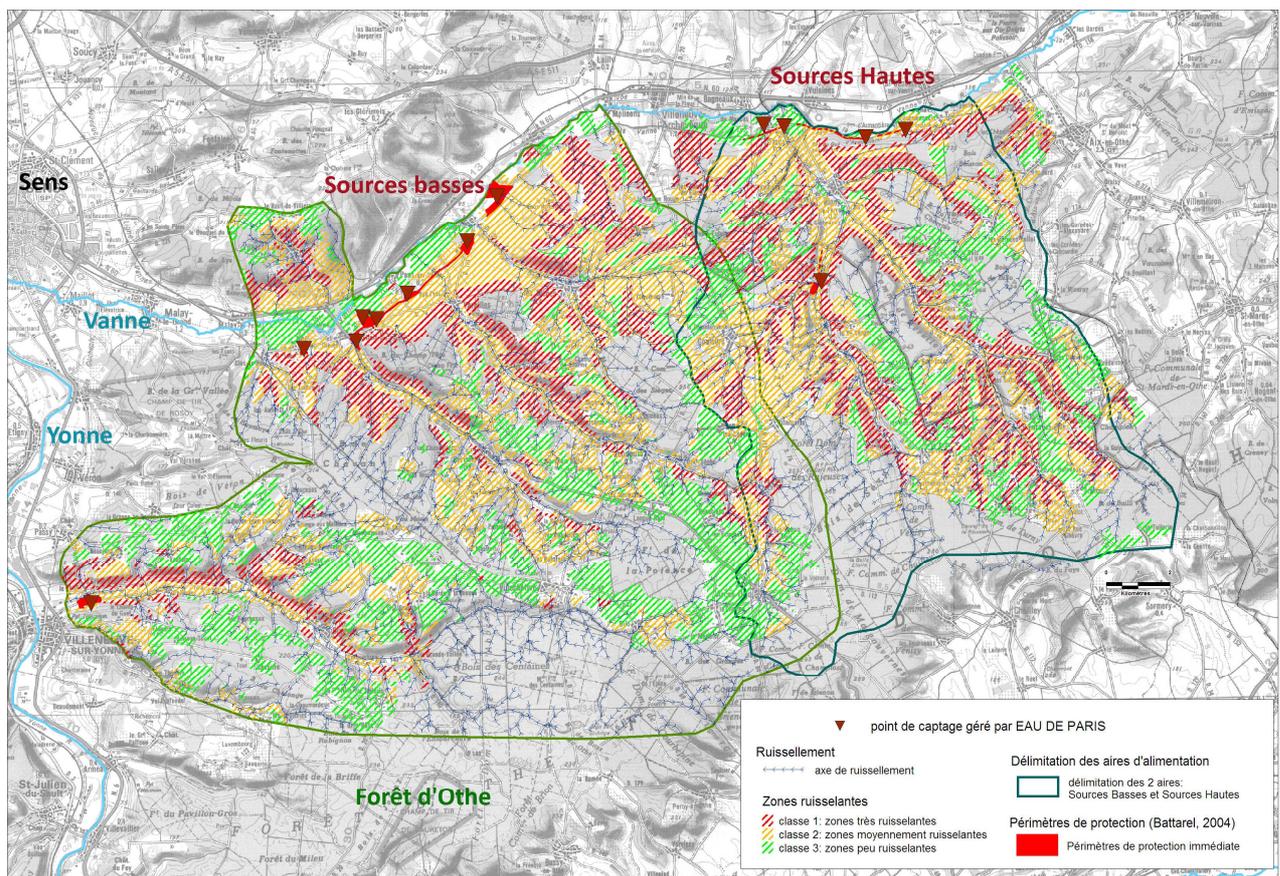
Les sources de la vallée de la Vanne regroupent un ensemble de 15 émergences naturelles de la nappe de la craie situées dans la région de Sens, dans les vallées de la Vanne et du ru de Saint Ange (affluent de l'Yonne). Leur aire d'alimentation globale constitue un ensemble de 46 800 ha situés en limite de l'Yonne et de l'Aube. Ces sources participent à l'alimentation en eau de Paris et assurent également l'approvisionnement de collectivités locales. D'autres captages communaux sont influencés par la même aire d'alimentation. La nappe de la craie est caractérisée dans ce secteur par des circulations karstiques et notamment des transferts rapides des eaux de surface vers les eaux souterraines à partir d'effondrements ou de fonds de rus temporaires perméables.

Les surfaces agricoles représentent environ 60 % de l'aire d'alimentation du captage. Les grandes cultures y sont dominantes, avec un peu d'élevage résiduel. Au contraire des autres territoires d'intervention d'Eau de Paris, quelques exploitations biologiques étaient déjà présentes en 2008.

Les sources de la vallée de la Vanne ont toujours présenté des caractéristiques chimiques liées au contexte karstique, notamment turbidité et bactériologie. En lien également avec ces circulations rapides, des pesticides ont été identifiés en période d'utilisation agricole des produits, à des concentrations supérieures à la limite de qualité, justifiant le classement Grenelle de certaines ressources. Les concentrations en nitrates sont variables selon les sources de 25 à 40 mg/l.

Depuis la moitié des années 1990, Eau de Paris a principalement développé sur ce territoire une stratégie d'acquisitions foncières, en partenariat avec la SAFER de Bourgogne. Les terrains ont été

tout d'abord positionnés à proximité immédiate des ouvrages de captage ou de zones privilégiées d'infiltration d'eau de surface. Ils étaient principalement entretenus en herbe, ou ont permis la mise en place de bandes enherbées localisées de 10 m. Ces actions foncières ciblées ont été complétées sur ce territoire par la mise en place réglementaire de bandes enherbées de 5 m le long des cours d'eau temporaires au titre de la conditionnalité des aides PAC, assurant ainsi la continuité de cette protection. Une cartographie de la vulnérabilité des terrains au ruissellement a également été établie sur ce bassin d'alimentation. Des aménagements naturels tels que des bandes enherbées ou haies en rupture de pente ou des coins de parcelles enherbées seront prochainement proposés afin de ralentir ces eaux et de les épurer avant infiltration.



Cartographie de la vulnérabilité liée au ruissellement et aux transferts rapides sur les aires d'alimentation des sources de la vallée de la Vanne

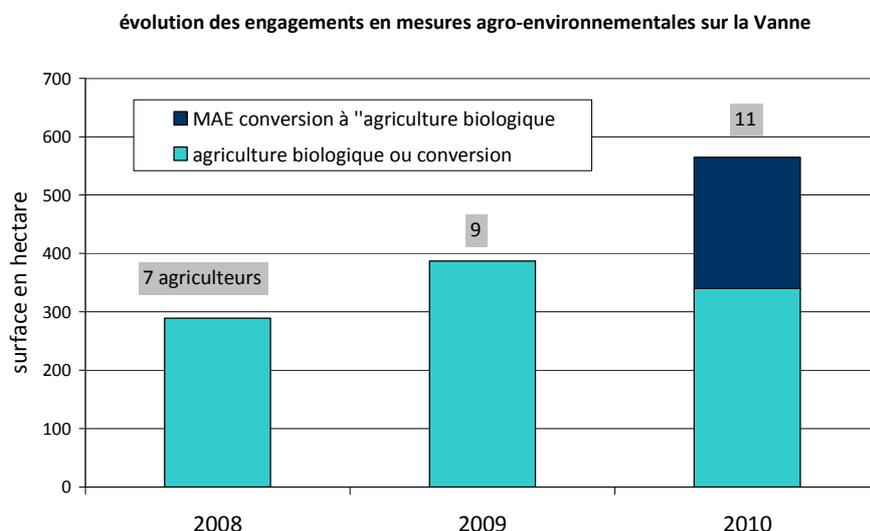
Depuis 2008, Eau de Paris a souhaité développer l'agriculture biologique sur ce territoire, en partenariat avec une structure régionale, le SEDARB. L'animation mise en place a notamment permis d'apporter un soutien technique aux agriculteurs biologiques, de proposer aux agriculteurs conventionnels des diagnostics économiques de conversion et un accompagnement à la conversion. Un travail d'information et de structuration des filières locales est également réalisé.

Parallèlement, des acquisitions foncières permettent d'appuyer la conversion sur ce territoire, en proposant un mode d'exploitation biologique sur les parcelles acquises et une gestion sous baux ruraux environnementaux.

En mai 2010, l'ouverture d'une mesure agro-environnementale territorialisée a renforcé l'efficacité de l'animation engagée, en proposant un montant financier plus incitatif à la conversion sur ce territoire, tout en limitant la fertilisation azotée.

Principaux résultats obtenus

En 2008, 7 agriculteurs biologiques étaient présents sur le territoire pour 289 ha. 11 agriculteurs sont actuellement convertis ou en conversion pour une surface d'un peu plus de 550 ha. Le caractère incitatif de la MAET proposée devrait renforcer les engagements pour 2011 et 2012, dans la lignée des premiers engagements de 2010.



Graphique : évolution des surfaces en agriculture biologique ou en conversion sur l'aire d'alimentation des sources de la vallée de la Vanne

En matière de maîtrise foncière, Eau de Paris est propriétaire sur ce territoire d'environ 92 ha qui constituent les périmètres de protection immédiate des sources. 100 ha supplémentaires ont été acquis à proximité de ces périmètres sourciers par l'intermédiaire de la SAFER de Bourgogne et sont entretenus sous baux ruraux environnementaux. Les contraintes d'exploitation correspondent soit à un entretien en herbe pour les parcelles les plus vulnérables, soit en agriculture biologique (50 ha convertis en 2010). 80 ha supplémentaires ont été acquis par Eau de Paris fin 2010 : la moitié sera cultivée en agriculture biologique dès 2011 dans le cadre de l'installation d'un jeune agriculteur, l'autre moitié fera l'objet d'échanges avant conversion. Le bail rural environnemental contractualisé à cette occasion permet également la mise en place de bandes enherbées en rupture de pente afin de limiter le ruissellement.

En ce qui concerne l'impact de ces actions sur la qualité de l'eau, les analyses n'ont pas souligné de présence de pesticides au-delà de la limite de qualité depuis 2 ans, ce qui pourrait être lié à l'effet conjugué des bandes enherbées et des actions engagées. Toutefois, ce résultat devra être confirmé suite à la mise en œuvre d'un programme de suivi renforcé à partir de septembre 2010 (prélèvements mensuels, recherche de 300 molécules).

Perspectives

Les perspectives sur ce territoire sont les suivantes :

- Articuler efficacement la démarche volontaire existante sur le bassin et la démarche Grenelle en cours de mise en place, afin de poursuivre la dynamique engagée auprès des agriculteurs sur le bassin ;
- Poursuivre la dynamique de conversion à l'agriculture biologique sur ce territoire en y créant des conditions favorables (appui technique et financier, mise en place de débouchés pérennes pour les productions) ;
- Encourager la structuration des filières, notamment au niveau local, en contribuant ainsi au développement du territoire ;

- Renforcer l'animation agricole sur le territoire en créant une intervention spécifique sur la partie auboise (en cours de mise en place)
- Développer des aménagements naturels pour retenir et filtrer les eaux de ruissellement. Des mesures agro-environnementales territorialisées pour la mise en herbe sont proposées en 2011 pour répondre à cet objectif

Références bibliographiques

SOGETI Ingénierie, 2007. Cartographie des zones de ruissellement et propositions d'aménagements des bassins d'alimentation des captages d'eau potable des Sources Hautes et des Sources Basses.

Les Rencontres 2011 du GIS GC HP2E

« Protection des Aires d'Alimentation de Captage vis à vis des pollutions diffuses »

Liste des participants

Ambolet	Bernard	Bayer S.A.S CropScience France	bernard.ambolet@bayer.com
Andres	Michel	Lyonnaise des Eaux	michel.andres@lyonnaise-des-eaux.fr
Aouissi	Jalel	UMR SAS	aouissi@agrocampus-ouest.fr
Aubin	Xavier	Nouricia	xavier.aubin@nouricia.com
Bachet	Marie	CG14 - Cellule Animation RESEAU	m.bachet@cg14.fr
Bailly	Chantal	INRA	chantal.bailly@avignon.inra.fr
Barreau	Simon	Chambre d'Agriculture	s.barreau@ile-de-france.chambagri.fr
Barzman	Marco	INRA Eco-Innov	barzman@sophia.inra.fr
Bellier	Sandra	MINES PARISTECH	sandra.bellier@mines-paristech.fr
Bernardin	François	Union In Vivo	FBernardin@invivo-group.com
Blosseville	Nathalie	UNIP	n.blosseville@unip.fr
Boiffin	Jean	INRA	jean.boiffin@angers.inra.fr
Boistard	Pascal	Cemagref	pascal.boistard@cemagref.fr
Boscherel	Guérolé	VEOLIA EAU	guenole.boscherel@veoliaeau.fr
Bossuat	Hervé	ACTA	herve.bossuat@acta.asso.fr
Bouchet	Laurent	Envilys	laurent.bouchet@envilys.com
Boughrarou Larbi	Fazia	Ina d'Alger	faziaboughrarou@yahoo.fr
Bourdeau Garrel	Jonathan	Fédération Nature Centre	jonathan.bourdeau@naturecentre.org
Bourennane- Schnebelen	Nathalie	INRA Orléans	Nathalie.Schnebelen@orleans.inra.fr
Bulter Gouband	Fabienne	ACTA	fabienne.butler@acta.asso.fr
Canus	Bruno	ONEMA/DCUAT	bruno.canus@onema.fr

Cappe	Sophie	Chambre d'Agriculture de l'Aisne	sophie.cappe@ma02.org
Cariolle	Michel	ITB	cariolle@itbfr.org
Carlot	Aurore	France Nature Environnement	aurore.carlot@fne.asso.fr
Carluer	Nadia	Cemagref	nadia.carluer@cemagref.fr
Carniello	Séverine	Ville d'Orléans	scarniello@ville-orleans.fr
Carrouée	Benoit	UNIP	b.carrouee@unip.fr
Catala	Carine	Chambre d'Agriculture de la Vienne	carine.catala@vienne.chambagri.fr
Charrière	Séverine	Union In Vivo	SCHARRIERE@invivo-group.com
Chegard	Laetitia	SAFEGE	laetitia.chegard@safège.fr
Cheron	Emilie	Chambre Régionale d'Agriculture de Normandie	emilie.cheron@normandie.chambagri.fr
Coddet	Emmanuelle	Régie des Eaux de Grenoble	emmanuelle.coddet@reg-grenoble.fr
Colleu	Sylvie	INRA DS AGRI	sylvie.colleu@paris.inra.fr
Constant	Thibaut	Union In Vivo	tconstant@invivo-group.com
Coudreuse	Sylvain	Chambre d'agriculture d'Eure et Loir	s.coudreuse@eure-et-loir.chambagri.fr
Coutarel	Lauriane	INRA	lauriane_43@hotmail.fr
Crotet	Laurent	Envilys	laurent.crotet@envilys.com
Dalvai	Julien	Pôle Emploi	jdalvai@hotmail.fr
Davy	Grégory	Bureau d'études SCE	gregory.davy@sce.fr
DE PAEPE	Isabelle	BASF Agro	isabelle.de-paepe@basf.com
Dechesne	Magali	Veolia Environnement Recherche & Innovation	magali.dechesne@veolia.com
Delaloutre	Jean François	Dow AgroSciences	jdelaoutre@dow.com
Dellinger	Céline	DREAL Lorraine	celine.dellinger@developpement-durable.gouv.fr
Demmerle	Eric	MAAPRAT/DGPAAT	eric.demmerle@agriculture.gouv.fr

Denis	Michel	EURL DENIS Michel	denis-louf@wanadoo.fr
Desmet	Björn	MEDDTL	bjorn.desmet@developpement-durable.gouv.fr
Devos	Patrice	CGAAER/Minagric	patrice.devos@agriculture.gouv.fr
Dhuy	Dominique	Axéreal	ddhuy@wanadoo.fr
Dinghem	Séverine	VEOLIA EAU	severine.dinghem@veoliaeau.fr
Domange	Nicolas	ONEMA	nicolas.domange@onema.fr
Donnars	Catherine	Inra	catherine.donnars@paris.inra.fr
Dron	Christian	Direction Régionale de l'Agriculture et de la Forêt -Ile de France	christian.dron@agriculture.gouv.fr
Dubus	Igor	Footways	i.dubus@footways.eu
Duchenes	Valérie	Chambre d'agriculture de l'Yonne	v.duchenes@yonne.chambagri.fr
Dufreneix	Sandra	Lyonnaise des Eaux	sandra.dufreneix@lyonnaise-des-eaux.fr
Dupont	Philippe	ONEMA	philippe.dupont@onema.fr
Durand	Patrick	INRA	patrick.durand@rennes.inra.fr
Durandeau	Sophie	AESN	durandeau.sophie@aesn.fr
Duzan	Alexandre	Lyonnaise des Eaux	alexandre.duzan@lyonnaise-des-eaux.fr
Ehrlich	Marianne	INRA SAD	marianne.ehrlich@agroparistech.fr
Espalieu	Delphine	Agence de l'Eau Adour- Garonne	delphine.espalieu@gmail.com
Favre	Séverine	ATC	s.favre@groupe-atc.com
Fefeu	Béatrice	Chambre d'agriculture 63	b.fefeu@puy-de-dome.chambagri.fr
Ferrand	Camille	Chambre d'Agriculture Ile De France	c.ferrand@ile-de-france.chambagri.fr
Fleury	Philippe	ISARA-Lyon	fleury@isara.fr
Fort	Jean-Luc	Chambre régionale d'Agriculture Poitou- Charentes	jean-luc.fort@poitou-charentes.chambagri.fr
Fouilleux	Georges	DRIAAF Ile de France	georges.fouilleux@agriculture.gouv.fr

Fouquart	Pascal	DRAAF Nord Pas-de-Calais	Pascal.FOUQUART@agriculture.gouv.fr
Gadeau	Danielle	Parus's	mes.anges@wanadoo.fr
Gagniarre	Marion	Makhteshim Agan France	marion.gagniarre@ma-france.com
Gaillard	Thierry	SAFEGE	thierry.gaillard@safège.fr
Gendrot	Carine	ONEMA	carine.gendrot@onema.fr
Gibaud	Catherine	MAAPRAT-DGPAAT	catherine.gibaud@agriculture.gouv.fr
Gratecap	Jean-Baptiste	ISARA-Lyon	jbgratecap@isara.fr
Gril	Jean-Joël	Cemagref	jean-joel.gril@cemagref.fr
Guery	Bénédicte	SEDIF	b.guery@sedif.com
Guichaoua	Adrien	INRA Transfert	adrien.guichaoua@paris.inra.fr
Guyot	Christian	BAYER SAS	christian.guyot@bayer.com
Halle	Philippe	CAP-SEINE	philippe.halle@capseine.fr
Hatier	Jules	Ecole d'ingénieurs de Purpan	jules.hatier@etudiants.purpan.fr
Herbinet	Bénédicte	INRA	benedicte.herbinet@paris.inra.fr
Herve	Matthieu	DEB/GR1	matthieu.herve@developpement-durable.gouv.fr
Hestin	Emmanuelle	DDT 91	emmanuelle.hestin@essonne.gouv.fr
Hochart	Stéphane	Négoce Agricole Nord Picardie	contactnanp@aol.com
Hovan	Mélanie	Chambre d'Agriculture Loiret	melanie.hovan@loiret.chambagri.fr
Huet	Jean-Pierre	ADCVA89	jp.huet@free.fr
Jannot	Philippe	MEDDTL/DEB	philippe.jannot@developpement-durable.gouv.fr
Jean	Adrien	Chambre d'Agriculture de l'Eure	adrien.jean@agri-eure.com
Jeanneau	Séverine	SYNGENTA	severine.jeanneau@syngenta.com
Jeuffroy	Marie Helene	INRA	Marie-Helene.Jeuffroy@grignon.inra.fr

Juchaut	Simon	Coopérative Sevre et belle	servicetechnique@sevreetbelle.fr
Labrune	Sébastien	Agence de l'Eau Artois-Picardie	s.labrune@eau-artois-picardie.fr
Lacroix	Pascal	BASF Agro SAS	pascal.lacroix@basf.com
Lanies	Gilbert	Coopérative Vivadour	gilbert.lanies@vivadour.com
Larcher	Jean-Marie	Epis Centre	jml@episcentre.com
Lattanzio	Marta	Nufarm SAS	marta.lattanzio@fr.nufarm.com
Laurent	François	ARVALIS	f.laurent@arvalisinstitutduvegetal.fr
Laya	Jean-Michel	Eau de Paris	jean-michel.laya@eaudeparis.fr
Layer	Bernard	Chambre d'Agriculture de l'Indre	bernard.layer@indre.chambagri.fr
Le Flahec	François	Chambre d'Agriculture de La Vendée	francois.leflahec@vendee.chambagri.fr
Le Hénaff	Guy	CEMAGREF	guy.le-henaff@cemagref.fr
Le Torrivellec	Audrey	Philagro France	audrey.le_torrivellec@philagro.fr
Lellahi	Afsaneh	Arvalis Institut du végétal	a.lellahi@arvalisinstitutduvegetal.fr
Lespinas	Jean Luc	CAVAC	jl.lespinas@cavac.fr
Longevialle	Denis	NOURICIA	denis.longevialle@nouricia.com
Lorgeoux	Joel	Groupe coopératif SCAEL	j.lorgeoux@groupe-scael.com
Louchart	Xavier	INRA	louchart@supagro.inra.fr
Malenfant	Claire	DDT 28	claire.malenfant@eure-et-loir.gouv.fr
Marquet	Nicols	UIPP	nmarquet@uiipp.net
Martinez	Michel-Bernard	DDT 95	michel-bernard.martinez@val-doise.gouv.fr
Mauprivez	Claude	Seveal	cmauprivez@seveal.com
Melin	Elvira	DRIEE	elvira.melin@developpement-durable.gouv.fr
Meneroud	Martine	Ministère de l'agriculture	martine.meneroud@agriculture.gouv.fr

Meric	Marianne	Vivadour	marianne.meric@vivadour.com
Messéan	Antoine	INRA	messean@grignon.inra.fr
Molitor	Rose-Marie	DRIAAF	rose-marie.molitor@agriculture.gouv.fr
Monroux	Julie	CHAMBRE D'AGRICULTURE	julie.monroux@charente-maritime.chambagri.fr
Oustrain	Savine	Champagne Céréales	soustrain@champagne-cereales.com
Paravano	Laurette	Chambre d'Agriculture de l'Yonne	l.paravano@yonne.chambagri.fr
Pasquet	Meryll	In Vivo	mpasquet@invivo-group.com
Peron	Stéphane	SIAEP du Houleme	speron.siaephoulme@gmail.com
Petit	Caroline	INRA	caroline.petit@agroparistech.fr
Pilorgé	Etienne	Cetiom	pilorge@cetiom.fr
Poulain	Antoine	AGRIAL	a.poulain@agrial.com
Poupart	Antoine	In Vivo	apoupart@invivo-group.com
Prioux	Stéphane	Dupont Solutions (France) S.AS.	stephane.prioux@fra.dupont.com
Prost	Lorène	INRA	lorene.prost@grignon.inra.fr
Prouvost	Gaëlle	Agence de l'eau Loire Bretagne	gaelle.prouvost@eau-loire-bretagne.fr
Puig	Pauline	Chambre d'agriculture du Cher	p.puig@cher.chambagri.fr
Ranouil	Patricia	NACA : Groupement négoce agricole centre atlantique	patriciaranouil@aol.com
Ratiarson	Jérôme	Agence de l'Eau Seine-Normandie	ratiarson.jerome@aesn.fr
Real	Benoît	ARVALIS-Institut du végétal	b.real@arvalisinstitutduvegetal.fr
Reau	Raymond	INRA UMR Agronomie	raymond.reau@grignon.inra.fr
Réchauchère	Olivier	INRA	olivier.rechauchere@paris.inra.fr
Ritchie	Raphael	SAFEGE	raphael.orskiritchie@safège.fr
Roussille	Marion	Grand Evreux Agglomération	mroussille@agglo-evreux.fr

Sablier	Laurence	Chambre d'Agriculture Ile de France	l.sablier@ile-de-france.chambagri.fr
Schmitt	Catherine	Yonne Nature Environnement	cath.schmitt@wanadoo.fr
Schneider	Frédéric	DREAL NPDC	frederic-a.schneider@developpement-durable.gouv.fr
Simonet	Sophie	Chambre d'Agriculture 71	ssimonet@sl.chambagri.fr
Soussana	Jean-François	INRA	dsenv@paris.inra.fr
Soyah	Samy	Eau de paris	samy.soyah@eaudeparis.fr
Stengel	Pierre	INRA	pierre.stengel@avignon.inra.fr
Talva	Romain	Footways	r.talva@footways.eu
Tardin	Serge	RAGT Plateau Central	stardin@ragt.fr
Thepaut	Nolwenn	Agence de l'eau Seine Normandie	thepaut.nolwenn@aesn.fr
Thibierge	Jérôme	INVIVO	jthibierge@invivo-group.com
Thouin	Catherine	DRIEE Ile-de-France	catherine.thouin@developpement-durable.gouv.fr
Tournayre	Jean-Claude	UIPP	Tournayrejcl@aol.com
Tournebize	Julien	Cemagref	julien.tournebize@cemagref.fr
Vallee	Karine	Agence de l'eau Artois Picardie	k.vallee@eau-artois-picardie.fr
Vernoux	Jean François	BRGM	jf.vernoux@brgm.fr
Verrier	Catherine	Syngenta	catherine.verrier@syngenta.com
Vilain	Lionel	FNE	lionel.vilain@fne.asso.fr
Vincent	Didier	Agence régionale de santé Rhône-Alpes	didier.vincent@ars.sante.fr
Vincent	Audrey	ISARA-Lyon	avincent@isara.fr
Zakeossian	Manon	EAU DE PARIS - Direction des eaux souterraines	manon.zakeossian@eaudeparis.fr
Zamora	Xavier	CG14 - Cellule animation RESEAU	x.zamora@cg14.fr