

# Plan d'action de Ouarville (Eure-et-Loir) : 8 années d'expérimentation (1999-2007)

Sébastien Sallé, Bernard Ailliot<sup>1</sup>.

## Généralités

L'objectif de ce plan est de limiter les infiltrations de produits phytosanitaires vers la nappe des calcaires de Beauce qui alimente le captage d'alimentation en eau potable (AEP) de Ouarville, en agissant, dans un premier temps sur les pollutions ponctuelles, dans un deuxième temps sur les pollutions diffuses. La maîtrise d'ouvrage est assurée par la Chambre d'agriculture d'Eure-et-Loir et les opérations conduites avec l'aide d'une vingtaine de partenaires<sup>2</sup>.

Le bassin d'alimentation du captage AEP s'étend sur environ 127 km<sup>2</sup> (12 700 hectares) en secteur de plaine céréalière relativement plate, sur des sols de profondeur variable dont environ 20 % sont superficiels (moins de

60 cm). Son contour correspond aux crêtes piézométriques de la nappe de Beauce. Le sous-sol est calcaire, fissuré, favorable aux infiltrations. La profondeur de la nappe (environ 25 m) implique un temps de transfert de l'eau à travers la zone non saturée important. Cependant, la présence de dolines laisse supposer des zones de circulations préférentielles à travers la roche, qui peuvent induire des transferts rapides vers la nappe souterraine.

Le suivi des concentrations en produits phytosanitaires dans le captage communal, de 1992 à 1996, a montré une contamination chronique en atrazine et déséthylatrazine (métabolite de l'atrazine) et saisonnière en urées substituées. Un diagnostic effectué en 1996 dans

---

5. JO du 30 août.

1. Service Agronomie Environnement, Chambre d'agriculture d'Eure-et-Loir (28).

2. GREPPES (Groupe Régional pour l'Etude de la Pollution par les Produits Phytosanitaires des Eaux et des Sols), SRPV et FREDON Centre, Agences de l'eau Loire-Bretagne (AELB) et Seine-Normandie (AESN), Région Centre, Conseil Général 28, DDAF 28, DDASS 28, DIREN Centre, Bayer CropScience, BRGM, Agro-ParisTech (INAPG), INRA, Hommes et Territoires, Mairie et agriculteurs de Ouarville.

*Géologues n° 162*

le cadre du GREPPES a mis en évidence la nécessité de mettre en place un plan d'action sur un secteur restreint autour du captage. Du fait de la lenteur relative des déplacements latéraux de l'eau dans l'aquifère, un bassin réduit à la zone d'influence du puits AEP a été retenu soit 2 500 ha autour de Ouarville (Fig. 1). Sur ce secteur, 13 agriculteurs ont été recensés comme prioritaires, représentant une surface de 1 500 ha environ.

## Suivi des pratiques culturales et des pollutions

Un *suivi annuel* permettant d'obtenir les *cultures* en place et les *désherbages* réalisés (produit, date, dose et localisation sur SIG) a été effectué de 1997 à 2007 chez les 13 exploitants. Les céréales occupent la majorité des surfaces (55 à 60 % de la SAU) (Fig. 2). Le reste est occupé par du colza (en hausse depuis 1997), du maïs, du pois (maïs et pois étant en baisse régulière depuis 1997) et des cultures industrielles (pomme de terre notamment, qui progresse régulièrement).

Presque toutes les surfaces sont irrigables (11 exploitants irrigants sur 13). La totalité des surfaces en maïs était traitée à l'atrazine au début du suivi (dose moyenne de 900 à 1 000 grammes/ha selon les années) avant que cette matière active ne soit retirée du marché en 2003. À la fin des années 90, les céréales étaient majoritairement désherbées avec des urées substituées (isoproturon sur 60 % des céréales et chlortoluron sur 16 %) mais, avec l'arrivée de la famille des sulfonylurées, la part des urées



Figure 1. Contour de la zone d'étude (document Chambre d'Agriculture d'Eure-et-Loir, 28, adapté de l'IGN).

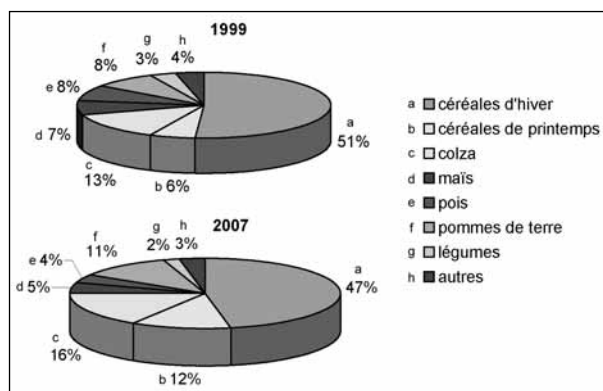


Figure 2. Assolement du bassin versant (document Chambre d'Agriculture d'Eure-et-Loir, 28).

a été réduite durant les années 2000 avec notamment 2 fois moins d'isoproturon utilisé depuis 2003.

À partir de 1999, un réseau de 7 puits d'irrigation (voir Fig. 1) a été suivi sur l'ensemble du bassin versant, plus le captage AEP. Ce *suivi analytique*, de périodicité mensuelle, s'est poursuivi sur tous les forages jusqu'en 2003, date à laquelle les puits n°3, 7, 21 et 22 ont été abandonnés (redondance avec les profils d'autres forages déjà suivis). Deux piézomètres (n°1 et 2) ont été creusés en sols superficiels et ajoutés au réseau en 2003. De 1999 à 2004, 13 molécules ont été systématiquement analysées, surtout des herbicides, dont le chlortoluron, l'isoproturon (et métabolites), l'atrazine (et métabolites), le dinoterb, le fluroxypyr, la bentazone et le glyphosate ponctuellement (Fig. 3).

De 2004 à 2007, le suivi a été bimensuel, mais avec 34 molécules recherchées. Le suivi analytique a mis en évidence que, malgré leur proximité, tous les forages ne présentaient pas la même contamination et que l'environnement immédiat autour du puits conditionnait le résultat des analyses. Tous les puits situés en campagne (n°2, 21 et piézomètres 1 et 2) sont peu contaminés quel que soit le type de sol environnant (limon argileux profond ou argilo-calcaire) et l'on retrouve principalement de l'atrazine à des teneurs le plus souvent inférieures à 0,1 µg/l ; parfois des traces de chlortoluron et de méta-zachlore ont été observées.

Un deuxième groupe de forages a pu être identifié, ce sont des forages à proximité de hameaux ou du village mais éloignés des corps de fermes (puits n°5, 6, 7 et 22). Dans ces situations, on observe que les teneurs en atrazine dépassent régulièrement les 0,1 µg/l avec des pics au-delà de 0,5 µg/l et on détecte un éventail de matières actives plus important dont le méta-zachlore, le chlortoluron, le dinoterb (interdit depuis 1997), la bentazone ou encore l'isoproturon. À l'intérieur de ce groupe, une différence est notable entre les puits 6 et 22 d'une part et

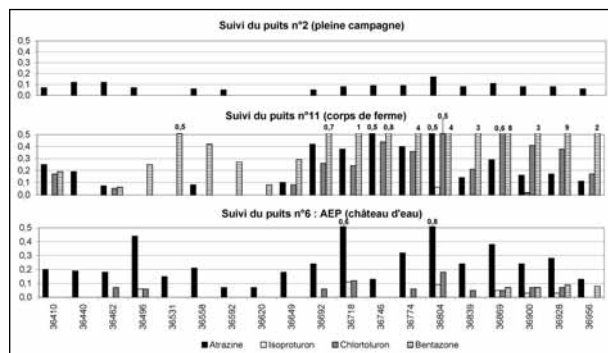


Figure 3. Analyses d'eau des forages (document Chambre d'Agriculture d'Eure-et-Loir, 28).

les puits 5 et 7 de l'autre. En effet, les puits 6 et 22 étant très proches l'un de l'autre et sous l'influence du puits 11, les contaminations sont plus marquées (plus de détections et pics un peu plus importants que pour les puits 5 et 7).

Un dernier regroupement peut être réalisé avec les puits 3 et 11 situés dans des corps de fermes à proximité des zones de remplissage et lavage des pulvérisateurs. Sur ces 2 points, les analyses ont montré un éventail de molécules détectées similaire au deuxième groupe, mais avec des teneurs beaucoup plus élevées puisque, lors du suivi, les concentrations en atrazine, chlortoluron, dinoterb, bentazone et métazachlore ont fréquemment dépassé 1 µg/l.

Le suivi montre que les puits 6 (AEP) et 22, situés en aval d'un site touché par des pollutions ponctuelles, sont influencés par ce dernier (puits 11). Par ailleurs, les hivers pluvieux du début du suivi (hivers 1999 à 2001) ont induit des pics de contaminations prononcés sur l'ensemble des forages sauf ceux situés plein champs.

### Actions mises en œuvre

#### Pollutions ponctuelles

Les *diagnostics* effectués ont mis en évidence que, fréquemment, le matériel de pulvérisation n'était pas adapté pour diluer les fonds de cuve au champ (cuve de rinçage trop petite ou inexistante, fond de cuve trop volumineux...) et que les pratiques de remplissage et de lavage du pulvérisateur à la ferme pouvaient induire des pollutions ponctuelles à la ferme.

Pour les forages les plus touchés (dans les corps de fermes), quasiment aucun lien direct n'a pu être établi entre les molécules fréquemment détectées dans la nappe et les produits utilisés par les exploitants (lavage du pulvérisateur ou épandage des produits sur une parcelle à proximité du puits). Une seule fois, un lien a pu être établi entre le lavage du pulvérisateur et l'apparition de la

molécule (éthofumesate) dans la nappe nous informant que le transfert pouvait être très rapide (peut-être quelques semaines via un puisard).

La mise en évidence de pollutions ponctuelles possibles à différents stades (préparation, gestion du fond de cuve et lavage du pulvérisateur) a débouché, en 2000, sur la mise en œuvre d'un *plan d'amélioration* adopté par tous les exploitants :

- équipement des pulvérisateurs d'une cuve de rinçage suffisante (200 l minimum) ;
- engagement à diluer les fonds de cuve et à les pulvériser au champ (Charte signée en mai 2000 par les 13 exploitants) ;
- sécurisation des sites de remplissage avec un clapet anti-retour et en privilégiant l'installation d'une cuve intermédiaire ;
- participation aux opérations de collecte des bidons vides ;
- participation à l'opération de contrôle du pulvérisateur (Pulvémieux) ;
- réalisation de formations sur les thématiques du transfert des produits phytosanitaires dans l'environnement et la mise aux normes des exploitations.

#### Pollutions diffuses

Afin de compléter les connaissances acquises auprès des exploitants et de caractériser les transferts possibles de produits phytosanitaires à la parcelle, des *études thématiques*, en particulier sur le transfert de l'isoproturon, ont été menées.

Avec l'appui des partenaires de l'action, différentes études ont permis de mieux *connaître le milieu* présent sur le secteur d'étude, notamment :

- deux relevés piézométriques, réalisés en 1999 (ANTEA) et 2000 (DIREN), confirmant le sens d'écoulement de la nappe (voir Fig. 1) ;
- une carte des sols sur 2 600 ha à l'échelle 1/10 000 (Fig. 4), réalisée en 2000, mettant en évidence que les 3/4 des sols sont des sols bruns lessivés (néoluvisols) ou lessivés (luvisols) de plus de 60 cm et qu'il y a environ 1 % de rendzines (rendosols) ;
- des tests de pompages (ANTEA) sur l'ensemble des forages suivis en 2000, afin de déterminer le débit critique de chaque forage ainsi que la transmissivité et le coefficient d'emménagement de l'aquifère capté (mise en évidence du caractère fissuré de l'aquifère localement plus prononcé pour les puits 2 et 21) ;
- une opération de traçage (ANTEA) en 2002 entre les puits 5 et 11 afin d'apprécier les vitesses de transfert et

l'influence du puits 5 : aucun lien mis en évidence démontrant le caractère hétérogène de l'aquifère ;

- la caractérisation hydrodynamique de 3 sols (néoluvisol profond, néoluvisol moyennement profond et calcosol peu profond) en 2000 (INAPG/Aventis) visant à déterminer la part de macroporosité : mise en évidence d'une macroporosité dans les sols du secteur, mais quasiment non fonctionnelle (car très rarement remplie d'eau) ;
- le programme de recherche européen ESHEL (Y. Coquet - AgroParisTech) sur le secteur du bassin versant de Ouarville, avec notamment une étude approfondie sur une parcelle cultivée de 22 ha afin de comprendre les mécanismes de transfert de l'isoproturon en intégrant la variabilité spatiale des sols.

Les propriétés hydrodynamiques obtenues sur les 3 sols testés, ont été utilisées comme entrées dans un **modèle de simulation** du devenir des produits phytosanitaires dans les sols : MACRO 4.2, prenant en compte les circulations préférentielles (macroporosité). Le logiciel paramétré par Aventis et l'INAPG a permis de simuler, en 2001, le devenir de l'**isoproturon** sur les trois types de sols étudiés. Un ordre d'influence des trois principaux facteurs

de transfert de l'isoproturon a pu être déterminé dans un premier temps, par ordre d'importance décroissante : réserve utile, période de traitement, précipitations.

Dans la mesure où la macroporosité des sols de Ouarville ne semblait pas fonctionnelle, la société Bayer CropScience (ex Aventis) a proposé de poursuivre en 2002 la modélisation des transferts avec un modèle appelé PRZM. La modélisation s'est basée sur la matière active la plus utilisée sur le secteur : l'isoproturon, sur 28 années climatiques de 1971 à 2001 et diverses rotations. Seuls des transferts significatifs ont été mis en évidence dans le rendosol (Fig. 5) à faible réserve utile (RU) et à faible quantité de carbone organique. Si la rotation a peu d'importance dans les transferts, l'époque de traitement peut induire des flux plus importants notamment pour les traitements d'automne.

Les modèles nous ont permis d'observer les facteurs déterminants dans les transferts, soit par ordre d'importance décroissante : type de sol, % carbone organique (CO), date de traitement, dose d'isoproturon, année climatique. La mise en place des deux piézomètres en zone de rendosol a permis de confirmer ces hypothèses (l'isoproturon n'a pas été détecté sur les piézomètres de 2003 à 2007). Il convient de relativiser ces résultats dans la mesure où les valeurs calculées sont toujours inférieures au seuil admissible ( $0,1 \mu\text{g/l}$ ) même pour le sol le plus sensible ; ainsi les flux calculés n'influencent pas *a priori* de façon notable la qualité des eaux souterraines.

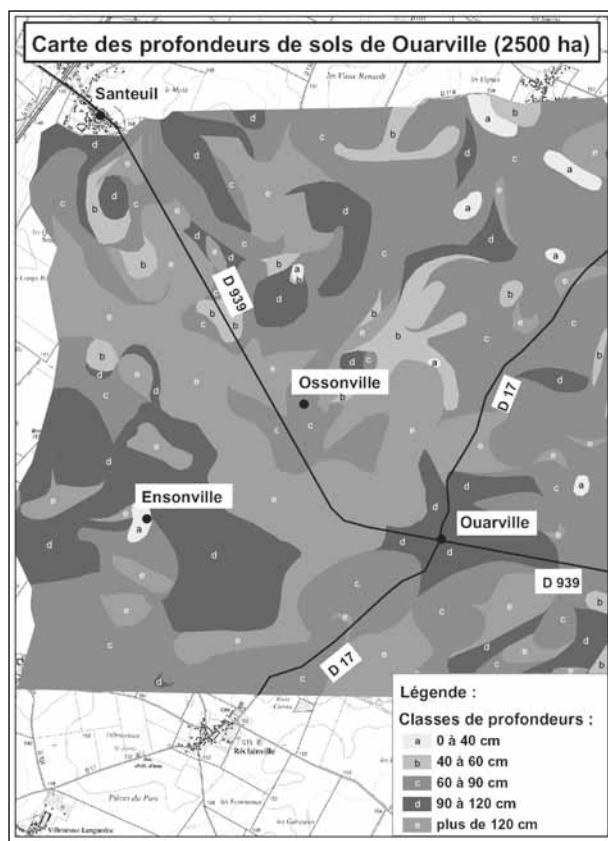


Figure 4. Carte des profondeurs des sols sur 2 500 ha à Ouarville (document Chambre d'Agriculture d'Eure-et-Loir, 28, adapté de l'IGN).



Figure 5. Rendosols à risque de transfert élevé (document Chambre d'Agriculture d'Eure-et-Loir, 28).

## Conclusions issues de l'expérimentation de Ouarville

L'un des *premiers enseignements* du plan d'action a été la mise en évidence que les problèmes de pollutions ponctuelles représentent, dans certaines situations comme sur Ouarville, une source majeure de contamination d'une part pour les forages proches des corps de ferme mais aussi pour des forages plus éloignés (notion de pollution diffuse issue d'une source ponctuelle). Les forages en pleine campagne sont peu contaminés et on retrouve essentiellement de l'atrazine. Bien que les exploitants concernés aient mis en place, dès 2000, de meilleures pratiques de remplissage/lavage du pulvérisateur à la ferme et généralisé la dilution des fonds de cuve au champ, le suivi analytique du forage AEP ne montre pas d'amélioration nette en 2009. Le temps de réponse entre les efforts fournis par les exploitants et l'amélioration de la qualité de l'eau reste difficile à établir mais il est fort probable vu certains indices (présence de dinoterb, évolution des teneurs en atrazine, nature de l'aquifère, profondeur de la nappe) qu'il faudra au minimum 5 à 10 ans voire beaucoup plus pour obtenir une qualité d'eau répondant aux normes pour le captage AEP.

Les figures 6 à 9 retracent le *suivi analytique* effectué sur le puits communal (n°6), de 1999 à 2009 :

- **atrazine** (Fig. 6) : à partir de 2001, on ne remarque plus de pic de concentrations comme c'était le cas de 1991 à 2000 ; les exploitants ont signé une charte de bonnes pratiques en 2000, généralisant la gestion des fonds de cuve au champ. Depuis l'arrêt de l'atrazine en 2003, on observe un bruit de fond régulier de 0,1 à 0,2 µg/l et durable *a priori* ;

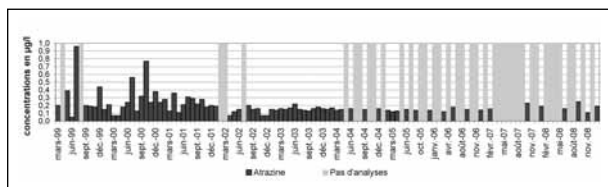


Figure 6. Teneurs en atrazine sur le puits communal, entre 1999 et 2009 (document Chambre d'Agriculture d'Eure-et-Loir, 28).

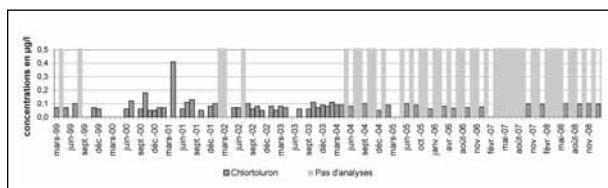


Figure 7. Teneurs en chlortoluron sur le puits communal, entre 1999 et 2009 (document Chambre d'Agriculture d'Eure-et-Loir, 28).

- **chlortoluron** (Fig. 7) : les détections ont toujours été régulières entre 0,05 et 0,1 µg/l, mis à part un pic constaté en avril 2001. Là aussi, on observe un bruit de fond identique à l'atrazine ;

- **isoproturon** (Fig. 8) : molécule la plus utilisée sur le secteur du bassin versant jusqu'en 2003 ; les concentrations ont quasiment toujours été en dessous de 0,1 µg/l et aucun pic n'a été constaté ;

- **bentazone** (Fig. 9) : la chronique des concentrations nous montre une présence de cette molécule dès le début du suivi avec des teneurs stables inférieures à 0,1 µg/l jusqu'en 2004 ; à partir de 2005, une tendance à l'augmentation des teneurs est visible. La détection de cette molécule sur le captage AEP s'est intensifiée quelques mois après la détection de pics importants (fréquemment supérieurs à 4 µg/l) sur le puits 11 (1 200 m en amont dans le sens d'écoulement de la nappe). Le lien entre ces deux forages, par ailleurs constaté avec l'atrazine, laisse supposer que le captage AEP de Ouarville est influencé par un stock de pollutions ponctuelles héritées d'anciennes pratiques et présent sur l'épaisseur de la zone non saturée de l'aquifère.

Le *deuxième enseignement* est que la sensibilité du milieu aux transferts de produits phytosanitaires ne peut, sur un secteur comme Ouarville, se résumer à l'établissement d'une carte des risques basée uniquement sur les types de sols. D'autres facteurs comme la teneur en carbone organique, les propriétés des produits épandus, la date de traitement ou encore le climat sont essentiels. De même, si un classement permet effectivement de hiérarchiser le risque en fonction des secteurs, il n'apporte pas la certitude qu'il y aura des transferts significatifs de produits en bas de profil sur les zones classées en risque fort.

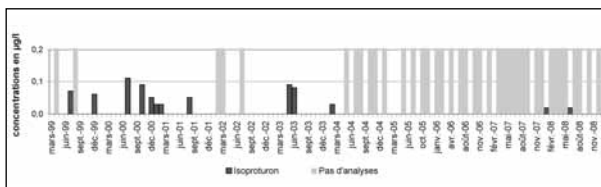


Figure 8. Teneurs en isoproturon sur le puits communal, entre 1999 et 2009 (document Chambre d'Agriculture d'Eure-et-Loir, 28).

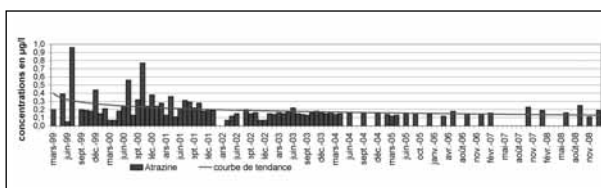


Figure 9. Teneurs en bentazone sur le puits communal, entre 1999 et 2009 (document Chambre d'Agriculture d'Eure-et-Loir, 28).