

L'agriculture et ses effets sur l'eau et les milieux aquatiques

Le bassin de la Seine est un territoire dans lequel l'agriculture joue un rôle central. Plus de 60% de la surface du bassin, soit 5,7 millions d'hectares, sont consacrés à l'agriculture, plus particulièrement à la culture des céréales et du colza. A partir de 1950, l'agriculture du bassin, qui était encore largement basée sur la polyculture-élevage, s'est fortement spécialisée dans la céréaliculture intensive sans élevage, et est devenue très dépendante des intrants chimiques tels que les engrais et les pesticides. Ces pratiques agricoles ont des conséquences sur les milieux aquatiques du bassin de la Seine, et les chercheurs du PIREN-Seine se sont donc employés à étudier ces pratiques et leurs effets depuis le milieu des années 1990.

Depuis plus de 20 ans, les scientifiques du programme ont étudié l'agriculture du bassin de la Seine sous différents angles, considérant à la fois les effets des pratiques agricoles sur la pollution des nappes par les pesticides, les conséquences des engrais synthétiques sur les flux d'azote, de phosphore et de carbone, et plus récemment sur les choix de société qu'impliquait le système agroalimentaire dans son ensemble. Pour cela, les chercheurs ont utilisé des approches complémentaires d'analyses de données existantes, de modélisation et celles relevant de l'expérimentation. Par exemple, un réseau de 18 itinéraires techniques d'agriculteurs a permis d'instrumenter 60 à 80 parcelles et de comparer l'impact environnemental de différentes pratiques, du conventionnel au biologique.

Les recherches menées sur le temps long au sein du PIREN-Seine ont permis non seulement de caractériser les processus qui sont à l'œuvre depuis les sols jusqu'aux cours d'eau, les nappes et les milieux aquatiques, mais également de relier la qualité des eaux à une vision intégrée du système agricole du bassin de la Seine. Ces recherches permettent aujourd'hui de se livrer à des exercices de prospective en proposant des scénarios possibles pour la santé des milieux aquatiques et des habitants du bassin. Ils aident ainsi les professionnels de l'agriculture, de l'environnement et les élus dans leurs prises de décision.



Les thématiques transversales du PIREN-Seine

Depuis 1989, de nombreuses thématiques ont été et sont encore traitées au PIREN-Seine. Certaines d'entre elles sont particulièrement ancrées dans le programme, et sont représentatives de son caractère interdisciplinaire.

L'évolution de la qualité de l'eau dans le bassin de la Seine : c'est un exemple de thématique mêlant, sans s'y réduire, des études physico-chimiques, biologiques, historiques. Présente dès les débuts du programme, cette thématique est investie depuis 30 ans par le PIREN-Seine, qui peut ainsi livrer une analyse approfondie sur le temps long.

L'agriculture et ses effets sur l'eau et les milieux aquatiques : démarrée en 1998 lors du lancement de la phase III du PIREN-Seine, l'étude des pratiques agricoles et de leur impact englobe de très nombreux domaines scientifiques. Agronomie, hydrologie, biogéochimie, géographie, sociologie, au fur et à mesure des années, la thématique s'est enrichie pour proposer une analyse fine des mécanismes agroalimentaires, et construire des scénarios réalistes pour demain.

Les contaminants, leur trajectoire et leur devenir dans le milieu naturel : étudiés ponctuellement depuis le début du programme, c'est en 2002 que les contaminants deviennent une thématique principale du PIREN-Seine. Analysés à la fois à travers leurs sources socio-économiques, leurs effets sur le vivant et la perception sociale de la pollution qu'ils entraînent, les contaminants réunissent de nombreux chercheurs aux expertises diverses pour appréhender le sujet de manière globale.



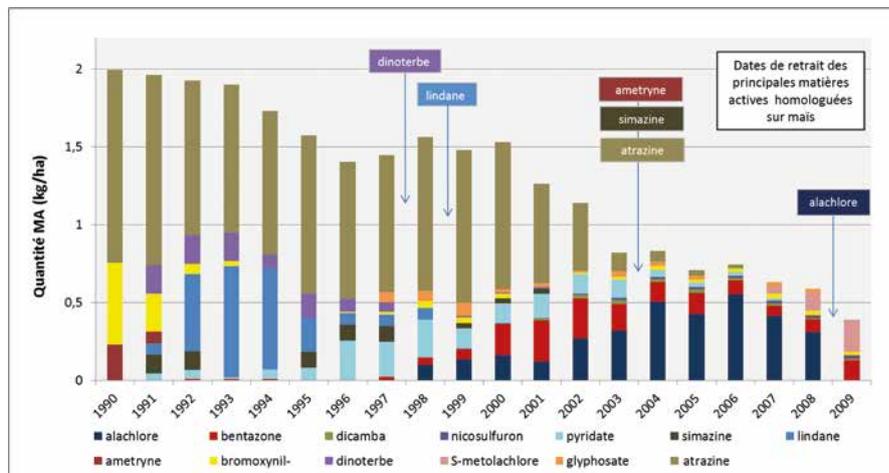
Une pollution par les pesticides persistante : à chaque époque son empreinte

L'agriculture conventionnelle repose sur un certain nombre de principes et d'usages développés à partir des années 1950 dans un objectif d'augmentation des rendements. Un des piliers de cette agriculture est le recours à des produits chimiques permettant la limitation, voire l'élimination d'espèces nuisibles sur les parcelles cultivées : les pesticides.

Regroupant un ensemble de produits chimiques visant à empêcher la prolifération des plantes concurrentes (herbicides), des champignons (fongicides), des insectes (insecticides) et d'autres parasites, les pesticides ne sont pas sans danger, tant pour leur effet polluant sur l'environnement que pour leurs conséquences sur la santé humaine.

D'une vague de pesticide à l'autre

Les chercheurs du PIREN-Seine ont étudié la dynamique des usages des pesticides au fil des décennies. En effet, les molécules utilisées actuellement ne sont pas les mêmes que celles qui étaient épanchées sur les terres agricoles il y a 30 ans. L'historique de l'utilisation de ces produits montre ainsi des vagues successives : au fur et à mesure des interdictions, les produits ont fait place à d'autres, qui viennent perpétuellement remplacer la molécule touchée par l'interdiction précédente. Et si les quantités de matière utilisées par hectare baissent régulièrement, c'est que les nouvelles molécules sont bien plus puissantes que les anciennes, ce qui entretient, encore aujourd'hui, une pression chimique importante sur le milieu naturel.



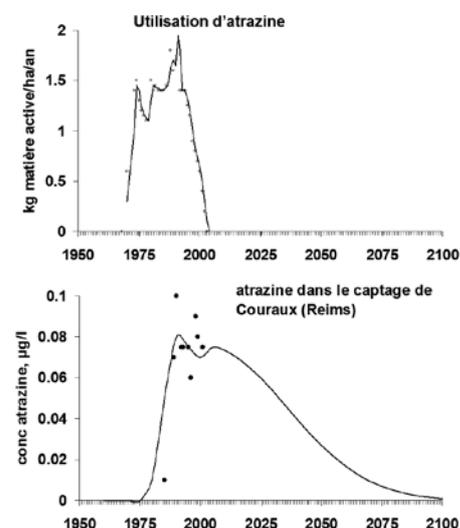
Une persistance dans le milieu

Du fait de la multitude des pesticides utilisés, les scientifiques doivent souvent se limiter au suivi de produits qui puissent être considérés comme représentatifs. Il en est ainsi de l'atrazine, un herbicide largement utilisé pendant plus de 20 ans dans la culture du maïs, et qui a contaminé tous les compartiments de l'environnement (sol, eau, atmosphère, organismes). Sa persistance est telle qu'il est encore détecté aujourd'hui malgré son interdiction en 2003. Son produit de dégradation, la déséthylatrazine (DEA) reste un paramètre déclassant pour les normes de potabilité dans certaines régions.

Les études montrent que l'atrazine stockée dans le sol peut être remobilisée par les remontées de nappe lors des épisodes pluvieux, provoquant une recontamination régulière des eaux de surface. Cette remobilisation entraîne une augmentation certes faible, mais régulière, du DEA, avec le risque d'une contamination à long terme des zones touchées. De nombreuses autres molécules peuvent également être lessivées vers les eaux de surface, en fonction des calendriers d'application des agriculteurs.

Concernant les nappes souterraines, l'interdiction de l'atrazine a été salutaire, mais si la tendance est à la baisse, la contamination reste très inégalement répartie sur le bassin en fonction des usages et de la vulnérabilité des nappes.

La présence d'atrazine dans les champs captants de Couraux, près de Reims, est logiquement en baisse mais selon les simulations par des outils de modélisation élaborés dans le cadre du PIREN-Seine, la contamination restera préoccupante pendant plusieurs décennies encore.



Outre l'atrazine, de nombreuses autres molécules ont été utilisées depuis les années 1970. Il conviendrait donc de se poser la question de leur devenir dans les nappes, ainsi que de leurs produits de dégradation. Si les bases de données associées à la modélisation peuvent permettre d'évaluer la contamination dans le bassin de la Seine, il apparaît nécessaire de mieux connaître les usages de pesticides au regard des caractéristiques des sols, ainsi que les processus de transfert propre à chaque substance.

Des flux de nutriments dominés par des engrais de synthèse

Outre l'utilisation de pesticides, l'agriculture conventionnelle est caractérisée par un recours systématique aux engrais de synthèse. Ces fertilisants, épanchés sous formes liquides ou solides, ont largement contribué à augmenter les rendements agricoles, en mettant à disposition des plantes les nutriments nécessaires à leur croissance. Mais leur utilisation à trop fortes doses est également à la source de nombreux problèmes environnementaux, car le surplus non utilisé est entraîné vers les milieux aquatiques, notamment lors des pluies d'hiver.

Le phosphore accumulé dans les sols : des risques d'eutrophisation pour les milieux aquatiques

Élément de base constitutif des macromolécules présentes dans toutes les cellules vivantes (ADN ou l'ATP⁽¹⁾), le phosphore a la particularité d'être très peu mobile dans l'environnement. N'existant pas sous forme gazeuse, le phosphore est issu de l'altération des roches terrestres, et n'est généralement présent qu'en faible quantité disponible pour la vie dans les milieux naturels. L'exploitation des mines de phosphore par l'homme pour la fertilisation des cultures, qui a atteint son apogée au début des années 1970, a ainsi conduit à un stockage de phosphore dans les sols, mobilisable par érosion vers les eaux de surface du bassin. Dans le même temps et jusque dans les années 1990, des phosphates étaient également apportés aux rivières par les effluents domestiques encore mal traités. Ces apports en phosphore, en excès par rapport à d'autres éléments nutritifs, a provoqué des événements d'eutrophisation significatifs dans les eaux de surface.

Le stockage extrêmement important du phosphore dans le sol met donc les milieux aquatiques sous la pression constante d'une remobilisation de ce phosphore accumulé et des phénomènes d'eutrophisation associées. Les estimations issues des travaux du PIREN-Seine montrent qu'à utilisation constante suivant les pratiques actuelles, certains sols du bassin de la Seine disposent d'une réserve de phosphore équivalent au double de leur niveau pré-industriel, et ce pour plusieurs décennies encore.

L'azote, un nutriment devenu polluant pour l'eau, participant au réchauffement global

Les engrais azotés constituent également une pression pour les milieux naturels. Outre son puissant potentiel eutrophisant, notamment pour les zones côtières, l'azote, essentiellement sous forme de nitrate NO_3^- , dépasse régulièrement la norme fixée à 50 mg NO_3^-/L par l'OMS et la DCE pour la consommation de l'eau potable, à partir des eaux souterraines, conduisant ainsi à des fermetures de captage. Même si des efforts ont permis d'améliorer la situation durant les dernières décennies, les champs captants d'Auxerre, site atelier où les chercheurs du PIREN-Seine interviennent, montrent un dépassement régulier de ce seuil de potabilité, en nitrate mais aussi en pesticides. En

outre, dès le seuil de 10 mg NO_3^-/L , la présence du nitrate dans les eaux de surface porte atteinte à la biodiversité, avec des conséquences pour un grand nombre d'animaux et de végétaux aquatiques tels que les macrophytes.

Mais le problème de l'azote ne se réduit pas à son potentiel de pollution des milieux aquatiques. La spécialisation agricole, sa dépendance aux engrais industriels et l'exportation de céréales hors du bassin de la Seine impliquent des pollutions au-delà du territoire. La fabrication d'engrais synthétique à partir de l'azote atmosphérique, le diazote N_2 , est un processus coûteux en énergie, et qui repose sur l'exploitation des hydrocarbures, avec une émission de gaz à effet de serre de l'ordre d'une tonne d'équivalent pétrole par tonne d'azote produit. De plus, la fertilisation des grandes cultures est à l'origine de pertes azotées vers l'atmosphère sous forme d'ammoniac NH_3 , précurseur de particules fines, ou de protoxyde d'azote N_2O , un gaz à effet de serre 265 fois plus puissant que le CO_2 . Les engrais azotés participent ainsi au changement climatique à la fois lors de leur fabrication et par leur utilisation agricole.

Une séquestration de carbone dans les sols trop faible

La séquestration du carbone présentée lors de la COP 21 comme une solution pour lutter contre le réchauffement global est loin de pouvoir compenser les émissions de gaz à effet de serre du bassin de la Seine. À l'échelle mondiale, une augmentation du taux de stockage annuel de carbone organique dans les sols agricoles équivalent à 0,4 % (soit 4‰) du stock présent actuellement correspondrait exactement à la quantité de CO_2 fossile émise dans l'atmosphère par l'activité humaine. Séquestrer du carbone dans les sols agricoles permettrait d'atténuer le changement climatique, tout en enrichissant les sols en matière organique.

Les recherches menées au sein du PIREN-Seine amènent cependant à la conclusion que la séquestration de carbone organique dans les sols agricoles du bassin de la Seine ne représenterait aujourd'hui que quelques 180 000 tonnes de carbone par an, soit environ 1‰ par an du stock présent, loin de l'objectif des 4‰.

Par ailleurs, les émissions de CO_2 du secteur agricole (production d'engrais, gasoil ou fioul des machines agricoles, chauffage des bâtiments, etc.) représentent à eux seuls 1,1 millions de tonnes de carbone par an, soit 6 fois plus que ce que « compense » la séquestration dans les sols.

Au total, avec le protoxyde d'azote et le méthane, l'agriculture du bassin de la Seine émet aujourd'hui 20 fois plus d'équivalent carbone qu'elle n'en séquestre.



⁽¹⁾ Acide désoxyribonucléique et Adénosine triphosphate

Des solutions socio-agronomiques pour un futur plus durable

Du fait de la pression exercée sur le milieu d'une part, et de sa participation au réchauffement climatique d'autre part, le système agricole actuel, fortement consommateur d'intrants, apparaît peu soutenable. Les scientifiques du PIREN-Seine travaillent donc depuis plusieurs années à proposer des solutions agronomiques et systémiques pour permettre de construire un futur durable au bassin de la Seine.

Un régime alimentaire qui s'inscrit dans des tendances actuelles

Au regard du potentiel polluant des pesticides et des engrais de synthèse, les recherches menées au sein du programme ont abouti à la conclusion que la généralisation des principes de l'agriculture biologique ainsi que la reconnexion de la culture céréalière avec l'élevage, accompagnées de la diversification des productions agricoles, étaient nécessaires pour s'affranchir des intrants et retrouver une agriculture durable. Une telle transformation entrainerait sans doute une réduction de productivité, mais qui pourrait parfaitement être compensée par un changement du régime alimentaire de la population qui substituerait la moitié de sa consommation de produits animaux (viande et lait) par des protéines végétales (lentilles, haricots, pois, soja) : c'est le régime « demitarien ». Outre le passage en polyculture élevage biologique, ce scénario donne la priorité à la consommation de produits locaux, tant pour l'alimentation animale qu'humaine.

Le régime local, biologique et « demitarien » (ou auto-bio-demitarien) a été mis à l'épreuve dans un scénario décrivant un système agro-alimentaire autonome et biologique. L'analyse quantitative de ce scénario montre qu'il est biologiquement, physiquement et

économiquement viable. A l'échelle de la France, il permet de nourrir la population tout en exportant encore des céréales à hauteur de 40% des exportations actuelles. Enfin, il permet surtout de réduire considérablement les nuisances environnementales. Si ce scénario peut sembler irréaliste à première vue, il s'inscrit pourtant très bien dans des tendances de consommation actuelles et d'exigences alimentaires d'une population de plus en plus sensibilisée aux questions écologiques et de santé publique.

Les villes en leur bassin : recréer le lien entre territoires agricoles et urbains

Le développement d'un régime alimentaire particulier touche à des questions sociologiques très profondes. L'évolution technologique du système agroalimentaire et l'incitation à l'achat par l'attractivité des prix ont participé à la déconnexion des populations urbaines vis-à-vis des processus de production et d'acheminement de la denrée, et donc du monde agricole. Dans les exercices de scénarisation effectués par les chercheurs, il est apparu nécessaire de recréer ce lien entre territoires agricoles et territoires urbains afin de reconnecter les populations des villes aux enjeux des zones rurales qui les nourrissent. Pour ce faire, de nombreuses pistes de réflexion sont proposées. De l'aménagement urbain autour des espaces verts au développement des transports publics territoriaux écologiques, peu polluants, en passant par la réutilisation des excréta humains comme engrais agricole, les voies à explorer sont nombreuses pour permettre un réinvestissement des populations urbaines dans le territoire rural qui les entoure, et envisager une réelle transition écologique, adaptée au bassin de la Seine.



Pour plus d'informations, rendez-vous sur www.piren-seine.fr

Contact :
alexandre.delomenie
@arceau-idf.fr

Cellule transfert
du PIREN-Seine
4 place Jussieu
Case 105
75005 Paris



Photo bandeau : Domaine public
Autres photos : PIREN-Seine

Edition : ARCEAU-IdF 2019 - www.arceau-idf.fr

Création graphique : id bleue (Sablé)
www.idbleue.com

ISSN : 2610-0916

Le **PIREN-Seine** est un programme de recherche interdisciplinaire dont l'objectif est de développer une vision d'ensemble du fonctionnement du bassin versant de la Seine et de la société humaine qui l'investit, pour permettre une meilleure gestion qualitative et quantitative de la ressource en eau.

Cette fiche est éditée par la *Cellule transfert* du PIREN-Seine, financée par l'Agence de l'eau Seine-Normandie, l'EPTB Seine Grands Lacs et le CNRS-ZA Seine, et animée par l'association ARCEAU-IDF.

Les partenaires de la Phase 7 du PIREN-Seine

