

Les effets des zones tampons humides artificielles en région agricole

Le bassin de la Seine est un territoire dont plus de 60 % de la surface est consacrée à l'agriculture. À partir des années 50, cette dernière s'est fortement intensifiée avec un usage croissant d'intrants chimiques comme les engrais et les pesticides. Ces pratiques agricoles perturbent les milieux aquatiques, notamment par le transfert ponctuel et/ou permanent de contaminants à des concentrations parfois supérieures aux normes de qualité environnementale définie par la directive cadre européenne sur l'eau (DCE – directive 2000/60).

Dans ces régions de grandes cultures, la préservation de la qualité de l'eau passe entre autres par la réduction des pollutions diffuses d'origine agricole. En complément des actions visant à réduire l'usage d'intrants, des actions de gestion sont mises en place afin d'améliorer la qualité de l'eau. C'est dans cet objectif que des solutions fondées sur la nature comme les zones tampons humides artificielles (ZTHA) se développent depuis une dizaine d'années sur l'ensemble du territoire métropolitain.

Dans le cadre du PIREN-Seine, des chercheurs de l'INRAE et des acteurs du territoire de la Brie Nangissienne ont travaillé à la mise en place de plusieurs ZTHA, dont le site pilote de Rampillon. Fruit d'une collaboration entre scientifiques, opérateurs de l'eau et acteurs du territoire, cette ZTHA montre des résultats encourageants dans la préservation de la qualité de l'eau, mais aussi pour la biodiversité, dans un territoire où les tensions autour de ces enjeux sont de plus en plus fortes.



La phase 8 du PIREN-Seine

Depuis le 1^{er} janvier 2020, le PIREN-Seine est entré dans sa phase 8, qui s'achèvera le 31 décembre 2023. Pour répondre aux enjeux environnementaux du bassin de la Seine, le programme s'est organisé en 6 axes de travail, qui ont chacun pour objectif de répondre aux attentes des acteurs de gestion de l'eau face aux défis du changement climatique, de la transition écologique de la société et de l'avenir de la ressource. La ZTHA de Rampillon est l'objet de recherches depuis plusieurs phases du PIREN-Seine, dont une partie des résultats sont restitués ici, mobilisant principalement l'association AQUI'Brie ainsi que quatre équipes scientifiques, dont deux partenaires du PIREN-Seine.

AXE 1 : Trajectoires du bassin, de ses tissus urbains et agricoles, et de ses territoires.

AXE 2 : Fonctionnement du bassin soumis à des extrêmes hydro-climatiques.

AXE 3 : Construction de la qualité des milieux aquatiques conciliant risques hydrologiques et biodiversité.

AXE 4 : Ambitions et enjeux pour la Métropole en 2024 et après.

AXE 5 : Dynamique des contaminants : de la compréhension des processus au métabolisme territorial.

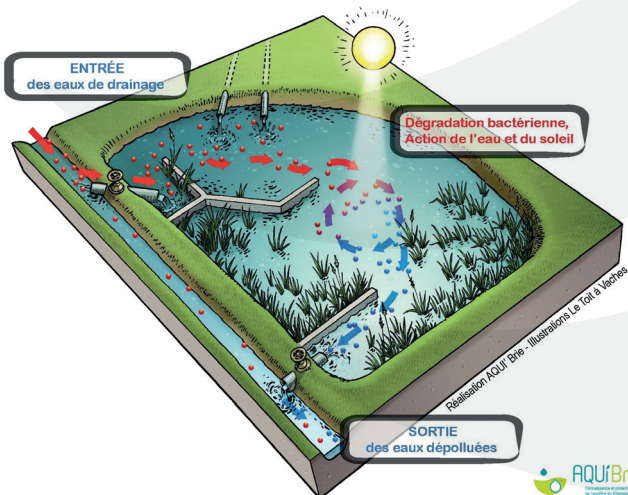
AXE 6 : Transfert de connaissances et mise à disposition des données.

La ZTHA de Rampillon, un site pilote d'ingénierie écologique

Qu'est-ce qu'une ZTHA ?

On peut définir une ZTHA comme un élément du paysage, souvent une mare ou un étang, qui se situe entre des parcelles agricoles ou un réseau de drainage et un cours d'eau ou une zone d'engouffrement vers la nappe phréatique. Elle est conçue de manière à reproduire des processus naturels de biodégradation afin de diminuer les concentrations en contaminants issus des eaux de ruissellement et/ou de drainage agricole.

Le principe de cet aménagement consiste à détourner l'eau de ruissellement, ici des parcelles agricoles, dans une sorte de réservoir naturel afin d'augmenter la durée de séjour de l'eau à l'air libre avant de la rediriger vers le réseau hydrographique. Dans ce dispositif, la végétation joue un rôle direct pour le ralentissement hydraulique, mais elle est aussi une source d'habitat pour des microorganismes dénitrificateurs. Ainsi retenue, l'eau subit l'action combinée du soleil, de cycles biogéochimiques, des bactéries et des plantes pour dégrader naturellement les pesticides et les nitrates présents.



L'histoire de la ZTHA de Rampillon

La ZTHA de Rampillon est située en Seine-et-Marne sur le territoire rural de la Brie Nangissienne et possède une surface de 5600 m². Elle récolte les eaux drainées du bassin versant du ru des Gouffres, d'une surface de 355 ha, et qui est occupé à 93,5 % par de grandes cultures, notamment du blé d'hiver, du maïs et de la betterave sucrière. Situé au-dessus de l'aquifère du Champigny, qui alimente en eau près de 1,5 million de personnes, ce territoire est plus que jamais concerné par les enjeux de qualité de l'eau.

L'histoire de Rampillon débute en 2005. À cette date, des chercheurs de l'INRAE, des opérateurs de l'eau, des agriculteurs, l'association AQUA Brie et des opérateurs fonciers entament des discussions pour la réduction des pollutions diffuses d'origine agricole et la préservation de la ressource en eau.

Après cinq ans d'échanges, en 2010, quatre ZTHA voient le jour sur ce territoire, dont celle de Rampillon. La mise en place de ces dispositifs est le fruit de la confiance qui a pu être instaurée entre différents acteurs locaux et scientifiques dont les perceptions et les enjeux sont divers selon l'usage qu'ils font de ce territoire.

Celle de Rampillon a été instrumentée en 2012 avec des stations météorologiques, des stations de suivis de débit et de diverses sondes pour collecter de l'eau à différents endroits de la ZTHA. Elle reçoit le prix national du génie écologique en 2014 et elle est actuellement la plus grande ZTHA expérimentale de France. Voici près de 10 ans qu'elle est suivie par les scientifiques du PIREN-Seine et qu'elle constitue un site phare du programme.

Des actions spécifiques selon les contaminants

Dans le cas du nitrate, l'absorption par les plantes et les réactions de dénitrification biologique réalisées par les bactéries contenues dans les sédiments représentent les principales voies d'élimination.

Pour les pesticides, les voies de dégradation ou d'assimilation dépendent principalement des propriétés des molécules considérées. Par ailleurs, étant donné que leur diversité peut beaucoup varier sur un bassin agricole, il n'existe pas de voie de dégradation privilégiée. C'est l'association des différents processus qui entre alors en jeu : la sédimentation concerne des molécules qui ont un fort pouvoir d'adsorption, c'est-à-dire de fixation sur une surface solide, tandis que la photodégradation est stimulée par une profondeur d'eau réduite. Enfin, les réactions de biodégradation sont favorisées par une grande diversité de microorganismes.

La ZTHA : une multifonctionnalité pour répondre à plusieurs services écosystémiques

10 ans d'études sur les intrants agricoles

Depuis 2012, la ZTHA de Rampillon est suivie sur de nombreux aspects. C'est à cette date que l'INRAE met en place un protocole de suivi de la qualité de l'eau basée sur la comparaison des flux entrants et sortants à l'aide de prélèvements d'eau et d'analyses chimiques en laboratoire. Ce suivi de la qualité de l'eau a révélé que la ZTHA contribue à réduire de 11 mg/L en moyenne les concentrations en nitrate, et à diminuer les fréquences de dépassement du seuil de potabilité, fixé à 50 mg/L, de 58 % à 24 %. Cette dénitrification s'effectue majoritairement à l'interface eau-sédiment, donc par l'action de bactéries. L'absorption réalisée par les plantes, bien que moins efficace, constitue le deuxième processus à l'œuvre pour l'élimination des nitrates. Au final, le dispositif en lui-même permet une réduction moyenne d'environ 40 % sur l'ensemble des contaminants. Mais cette efficacité est très dépendante des conditions climatiques comme la température et les précipitations et est donc variable selon la saison et l'année. Ainsi, l'efficacité de la ZTHA de Rampillon pour la réduction des pesticides oscille d'une année sur l'autre, allant de 55 % à 25 %.

Ces résultats sur les nitrates et les pesticides (cf. encadré) confirment le potentiel réel de la ZTHA pour réduire la concentration de polluants d'origine agricole et ainsi agir sur l'amélioration de la qualité de l'eau.

En ce qui concerne l'aspect biodiversité, un immense inventaire mené depuis 2016 a notamment permis de faire un comparatif entre les espèces inféodées aux zones humides sur le territoire de la Brie Nangissienne et celles présentes sur l'ensemble des quatre ZTHA. Il en ressort que les diversités spécifiques de ces deux territoires sont très proches avec un écart de seulement onze espèces : 146 pour le

territoire de la Brie contre 135 pour les ZTHA, dont plus de la moitié sont en commun.

Mais si l'on se focalise sur les espèces appartenant à des groupes zoologiques directement inféodés aux zones humides, comme les libellules et les amphibiens, on retrouve alors une équivalence respectivement de 96 et de 73 % entre les deux lieux d'études.

Par ailleurs, en élargissant l'analyse de l'inventaire aux bosquets et aux milieux ouverts, les scientifiques du PIREN-Seine ont recensé la présence de 374 espèces sur l'ensemble des quatre ZTHA, et appartenant à six groupes zoologiques. Fait notable, parmi les quatre zones, c'est celle de Rampillon qui comprend la diversité spécifique la plus élevée. Cette différence s'expliquerait par le rôle prépondérant de la plus grande diversité d'habitats naturels et semi-naturels dans laquelle elle s'intègre, par sa surface plus importante et sa connectivité avec des éléments du paysage déjà présents comme la présence d'une forêt à proximité.

Enfin, une étude entomologique de 2017 a permis d'inventorier 174 espèces d'insectes sur les zones tampons. Parmi elles, 39,6 % des espèces observées sont des auxiliaires de cultures qui représentent 69 % des effectifs totaux. Ces espèces s'avèrent être de précieux alliés pour les agriculteurs en participant, entre autres, à la régulation des ravageurs de cultures.

Sur la base de ces nombreux résultats, il apparaît pour les scientifiques qu'il est possible en moins de dix ans de recréer un écosystème aquatique fonctionnel et les processus naturels d'épuration qui lui sont liés, mais aussi que les ZTHA sont également d'excellents supports de biodiversité en milieu agricole.

Pesticides : des résultats contrastés, mais encourageants

En ce qui concerne les pesticides, le suivi mis en place en 2012 a permis d'observer une réduction de 37 % entre les flux entrants et sortants. Néanmoins, cette valeur moyenne masque une efficacité très variable allant de 100 à 0 % selon la molécule (cf. tableau ci-dessous).

Ces résultats peuvent être expliqués par le fait que la dégradation des pesticides est multifactorielle, liée à leur piégeage par les sédiments, à l'action des microorganismes et par les voies abiotiques comme l'effet de la température ou du soleil.

Efficacité classée pour les molécules étudiées dans la zone tampon humide artificielle de Rampillon

Inefficace	10 > 20%	20 > 40%	40 > 60%	60 > 100%
Mesotrione (H) Imazamox (H) Chlorotoluron (H) Ethofumesate (H) Fluroxypyr (H) 2,4-MCPA (H)	Cyproconazole (F) Imidaclopride (I) Atrazine déséthyl (H) Mesosulfuron (H) Isoproturon (H) AMPA (Met)	Clopyralid (H) Bentazone (H) Metamitron (H) Chloridazone (H) Florasulam (H) Boscalid (F) Dimetachlore (H) Nicosulfuron (H) Propyzamide (H)	Clomazone (H) Aclonifen (H) Dimethenamide (H) Atrazine (H) S-metolachlor (H) Azoxytrobine (F) Diflufenican (H) Lenacile (H) Glyphosate (H) Propiconazole (F) Quinmerac (H)	2,4-D (H) Benoxacor (H) Chlorméquat (RC) Triflurosulfuron mtl (H) Ethepon (RC) Napropamide (H) Tebuconazole (F) Epoxiconazole (F) Pendimethaline (H) Fluoxastrobine (F) Métazachlor (H)

Herbicides (H), fongicides (F), régulateurs de croissance (RC), insecticides (I), métabolite (Met).

Une mise en place contraignante, pour des bénéfices à long terme

Des contraintes foncières

L'aspect foncier reste la principale contrainte au déploiement des ZTHA sur un territoire. En effet, l'exemple de celle de Rampillon a montré qu'il n'est pas simple de convaincre les propriétaires privés de dédier une partie de leur terrain à un tel dispositif. À titre d'exemple, la proposition initiale comportait treize aménagements pour une surface équivalente à 1 % du bassin versant. Mais à la suite des discussions avec les acteurs du territoire, le dispositif actuel dispose de quatre zones pour une surface correspondant à 0,5 % du bassin. Une réflexion sur l'acquisition de surfaces dédiées à ce genre de dispositif reste à mener avec les acteurs publics du territoire afin de maximiser les surfaces « traitées » au sein d'un bassin versant. Si la perte d'une partie des terres agricoles peut paraître a priori négatif, ce dialogue est l'occasion pour les scientifiques de présenter les bénéfices sur le long terme de ce genre de dispositifs.

les agriculteurs sur la date des épandages ou encore sur les molécules à utiliser. L'idée étant d'amener à une prise de conscience que l'usage d'un produit n'a pas que des conséquences d'un point de vue agronomique, mais aussi sur l'ensemble de l'écosystème.

Des bénéfices écosystémiques sur le long terme

Après dix ans d'études et d'analyses, les résultats sont là. Les ZTHA développées dans la Brie Nangissienne, et en particulier celle de Rampillon, garantissent de nombreux services écosystémiques auparavant dégradés ou absents de ce territoire. En effet, en plus d'améliorer la qualité de l'eau par la restauration de processus d'épuration naturelle, elles favorisent le maintien, voire renforcent la biodiversité locale en accueillant des espèces habituellement absentes en zone agricole.

Tout en devenant au fil du temps de véritables réserves de biodiversité, ces ZTHA permettent également la diminution de la fragmentation des habitats naturels. Elles forment des zones de relais permettant de restaurer en partie des corridors écologiques, véritables autoroutes et aires de repos pour de nombreuses espèces. En participant au rétablissement de la connectivité entre les milieux à l'échelle du territoire, à l'amélioration de la qualité des eaux de surfaces et à la sauvegarde d'espèces, les ZTHA apparaissent comme un maillon indispensable à la mise en place de la « Trame verte et bleue » en contexte agricole.

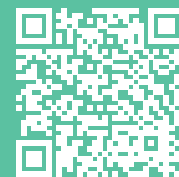
Questionner les usages

Les résultats issus du suivi depuis près de dix ans de la ZTHA de Rampillon sont très encourageants. Mais pour les scientifiques du programme, il est crucial d'insister sur le fait qu'il ne s'agit pas pour autant d'un argument pour un permis de polluer. Au contraire, ces études permettent de questionner les pratiques agricoles locales. En effet, étant donné la variabilité de l'efficacité de l'épuration selon les molécules et selon les conditions climatiques, des réflexions peuvent être engagées avec



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

Contact :
francois.mercier
@arceau-idf.fr



Crédits photos : PIREN-Seine

Edition : ARCEAU-IdF 2022 - www.arceau-idf.fr

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

ISSN : 2610-0916

Sources bibliographiques : https://www.piren-seine.fr/publications/fiches_4_pages/effets_ztha_milieu_agricole

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, animée par l'association ARCEAU-IDF.

Les partenaires opérationnels de la phase 8 du PIREN-Seine



Les partenaires scientifiques de la phase 8 du PIREN-Seine

