

## ARTIFICIAL WETLANDS TO REDUCE PESTICIDES' POLLUTION IN WATERTABLES: AN ONGOING INNOVATION?

### LES ZONES TAMPONS HUMIDES ARTIFICIELLES POUR RÉDUIRE LES POLLUTIONS DES NAPPES PAR LES PESTICIDES ISSUS DES RÉSEAUX DE DRAINAGE : UNE INNOVATION EN MARCHÉ ?

KCHOUK S.<sup>1,2</sup>; VINCENT B.<sup>3</sup>; IMACHE A.<sup>4</sup>; TOURNEBIZE J.<sup>5</sup>; BILLY C.<sup>6</sup>; BOUARFA S.<sup>7</sup>

#### ABSTRACT

Pesticides carried off by surface runoff or tile drainage system can be mitigated through "buffer zones" such as buffer strips and constructed wetlands. Buffer strips can be qualified as successful innovations since they switched from an experimental stage to their adoption in the regulatory texts and by the farmers. Constructed wetlands, still at the experimental stage in France, have required a compromise between a technical optimum and the requests of the farmers to be implemented for a first time. From an ex-post perspective for buffer strips and an ex-ante evaluation for constructed wetlands, this study analyses their transition from the concept phase to their appropriation by users. Those two devices follow each a different deployment approach but the implementation of a binding regulation, still not established for constructed wetlands, is the common denominator.

#### RÉSUMÉ

Le maintien de « zones tampons » telles que les bandes enherbées permet de capter les transferts superficiels de produits phytosanitaires et les Zones Tampons Humides Artificielles (ZTHA), les transferts par les réseaux de drainage. Les premières peuvent être qualifiées d'innovations réussies dans le sens où elles sont passées d'un stade expérimental vers une adoption dans les textes réglementaires et par la profession agricole. Les deuxièmes, encore au stade expérimental, ont nécessité un compromis entre un optimum technique et les requêtes des agriculteurs, afin d'être diffusées une première fois. En nous basant sur une analyse ex-post pour les bandes enherbées et ex-ante pour les ZTHA, nous analysons leur passage depuis la phase de conception vers leur appropriation par les usagers. Le déploiement de ces deux dispositifs suit deux approches différentes mais la mise en place d'une réglementation contraignante, encore non instaurée pour les ZTHA, est le dénominateur commun.

**Keywords:** Artificial wetlands ; buffer strips ; innovation ; pesticides pollution ; groundwater resources ; Champigny.

<sup>1</sup> UMR G-eau IRSTEA ; 361, rue J.F. Breton – 34196 Montpellier ; [sarra.kchouk@gmail.com](mailto:sarra.kchouk@gmail.com)

<sup>2</sup> UMR G-eau IRD ; 5 Impasse Chahrazed – BP 434 – 1004 El Menzah 4 Tunis

<sup>3</sup> UR HBAN IRSTEA ; 1, rue Pierre-Gilles-de-Gennes – CS 10030 – 92761 Antony cedex ; [bernard.vincent@irstea.fr](mailto:bernard.vincent@irstea.fr)

<sup>4</sup> Lisode ; 2512 Route de Mende 34090 Montpellier ; [amar.imache@lisode.com](mailto:amar.imache@lisode.com)

<sup>5</sup> UR HBAN IRSTEA ; 1, rue Pierre-Gilles-de-Gennes – CS 10030 – 92761 Antony cedex ; [julien.tournebize@irstea.fr](mailto:julien.tournebize@irstea.fr)

<sup>6</sup> ONEMA ; Le Nadar, Hall C - 5 square Félix Nadar 94 300 Vincennes ; [claire.billy@onema.fr](mailto:claire.billy@onema.fr)

<sup>7</sup> UMR G-eau IRSTEA ; 361, rue J.F. Breton – 34196 Montpellier ; [sami.bouarfa@irstea.fr](mailto:sami.bouarfa@irstea.fr)

Les pesticides d'origine agricole sont les principales sources de contamination des masses d'eau en France et dans de nombreux pays européens (CGDD, 2012). Sans stratégie d'atténuation ciblée, cette pollution diffuse fait peser de lourdes incertitudes quant à la capacité des pays concernés à remplir l'engagement de la Directive Cadre sur l'Eau (DCE). Deux types de solutions complémentaires et indissociables peuvent être envisagés pour remédier à cette contamination : une réduction des apports en pesticides en amont et la limitation du transfert des eaux chargées de la source polluante en aval des parcelles agricoles vers les masses d'eau. En France, le plan EcoPhyto s'inscrit dans le cadre du premier type de solution en visant à réduire de moitié l'application de produits phytosanitaires d'ici 2018. La limitation du transfert des polluants peut se faire au travers de surfaces appelées « zones tampons » constituant des zones de transitions entre les parcelles agricoles et les milieux aquatiques. Un des critères de classification de ces zones tampons peut se faire selon un gradient sec-humide. Les zones tampons dites « sèches » sont composées d'une végétation herbacée ou ligneuse caractéristique des milieux terrestres tandis que les zones tampons « humides » se distinguent par un plan d'eau libre plus ou moins permanent et d'une végétation caractéristique des milieux humides (<http://zonestampons.onema.fr>).

Il y a une vingtaine d'années, les zones tampons « sèches » telles que les bandes enherbées destinées à capter les pesticides dans les eaux de ruissellement sont passées avec succès du stade de l'invention en laboratoire à celui de l'innovation adoptée par les textes réglementaires et les agriculteurs. Des expériences plus récentes portent sur les performances des Zones Tampons Humides Artificielles (ZTHA) destinées à limiter la contamination des eaux souterraines par les eaux de drainage (Tourné et al., 2012).

Cette étude se propose de décrypter, pour les deux types de zones tampons, le passage de la conception « en laboratoire » vers leur diffusion auprès des usagers. Nous nous questionnons sur les modalités de diffusions des ZTHA en nous appuyant sur une analyse ex-post des bandes enherbées et d'une évaluation ex-ante pour les ZTHA. Nos résultats suggèrent un modèle de déploiement des ZTHA moins linéaire que celui des bandes enherbées.

## **1. Les bandes enherbées : l'histoire d'une success story ?**

La question des bandes enherbées a été soulevée au début des années 90, suite à l'émergence de la problématique de la pollution des eaux par les pesticides induite par l'application en droit français (1989) de la Directive européenne sur l'eau potable de 1980. Le Ministère de l'Agriculture a alors missionné le Cemagref (devenu IRSTEA en 2011) pour la mise en place d'un bassin versant expérimental où les mécanismes de présence et de transferts des pesticides ainsi que les techniques de limitation seraient étudiés. Des premières recherches ont alors conduits les scientifiques à s'intéresser aux bandes enherbées, jusqu'alors connues pour leur rôle de limitation de l'érosion, pour agir sur les transferts des parcelles jusqu'aux rivières. Les quelques études, toutes américaines, détaillant l'effet des bandes enherbées sur les pesticides affichaient des résultats positifs.

Des premières expérimentations faites par le Cemagref et Arvalis-Institut du Végétal ont été conduites, dans le but de les vérifier et les appliquer dans le contexte français. Par l'acquisition de références expérimentales, ces résultats ont principalement contribué à préciser le rôle des bandes enherbées, complémentaire d'une nécessaire action sur les pratiques agricoles et non un « droit à polluer ». La première parcelle expérimentale a joué un grand rôle dans la diffusion des résultats dans les milieux agricoles notamment avec l'étiquette « Arvalis – Cas d'école » que l'expérimentation portait et qui était rassurante. L'industrie phytosanitaire était a priori enthousiaste, considérant que l'interception des transferts n'impliquerait pas d'agir sur les quantités à appliquer ou la suppression de certaines substances. Les agriculteurs étaient quant à eux plus mitigés, car partagés entre l'intérêt de ne pas mettre en cause leurs pratiques et la perte de production occasionnée par leur mise en place. Le CORPEN (Comité d'Orientation pour des Pratiques agricoles respectueuses de l'ENVironnement) a joué un rôle important dans la diffusion des connaissances sur les bandes enherbées. En 1992, son activité jusqu'alors concentrée sur les nitrates s'est élargi aux pesticides en mettant en place un groupe de travail dédié. Deux documents techniques sur les bandes enherbées ont alors été publiés en 1997 (Produits Phytosanitaires et Dispositifs Enherbés) et 2007 (Les Fonctions Environnementales des Zones Tampons) sur l'état des connaissances et fournissant les préconisations techniques conditionnant leur efficacité. Des échanges entre chercheurs et agents du ministère de l'agriculture ont notamment révélé que ces documents, lus et validés par le Ministère, ont joué un rôle important pour la diffusion des bandes enherbées.

Au niveau réglementaire, la France a imposé les bandes enherbées en les présentant d'abord comme des actions de lutte contre l'érosion, sans mention des pesticides. Cette approche incitative visait à trouver les moyens de récompenser la mise en place de bandes enherbées utilisant les instruments d'éco-conditionnalité de la PAC qui récompensaient par des indemnités les actions de protection des sols. D'un point de vue strictement technique, imposer des bandes enherbées en bordure de cours d'eau, en aval des parcelles, ne présentait pas d'intérêt pour lutter contre l'érosion. Ce n'est que plus tard que les conditions imposées par la Commission Européenne ont évolué et que la question de la mise en place des zones tampons pour la protection des eaux contre la pollution par les pesticides, ont été prises en compte explicitement.

## **2. L'expérience de Rampillon, une première étape de passage vers l'innovation (très) accompagnée par la recherche**

Les Zones Tampons Humides Artificielles (ZTHA) permettent d'intercepter les écoulements de sub-surface issus du drainage agricole. Les écoulements sont interceptés dans des dispositifs végétalisés puis stockés temporairement pour

favoriser leur phyto-épuration, avant d'être restitués dans le milieu naturel. Le temps de rétention des eaux est un facteur crucial qui exige une gestion fine des entrées et des sorties en fonction de l'hydrologie du milieu et des dimensions de l'ouvrage.

Des ZTHA pilotes ont été mises en place en France par l'Irstea dans le cadre de différents projets de recherche (Tournebize et al., 2013) : dans la commune d'Aulnoy en Seine-et-Marne, à l'exutoire d'un bassin versant drainé de 35 ha (Projet PIREN-Seine) ; à Bray en Indre-et-Loire, recueillant les eaux de drainage d'un bassin versant de 46 ha (Projet LIFE ArtWET). Une expérimentation d'implantation de plusieurs ZTHA sur un bassin versant drainé de 355 ha a été mise en œuvre en 2010 dans la commune de Rampillon, en Seine-et-Marne. Cette expérimentation, la première en France à cette échelle, avait pour but de tester l'efficacité de ce système dans les conditions de la région de la Brie. Toutefois, comme le décrivent Tournebize et al. (2012), ces dispositifs pourtant forts de résultats basés sur la littérature ont fait l'objet d'une forte réticence par les acteurs agricoles. L'expérience menée à Rampillon a été conduite, en partenariat avec l'Irstea, par l'association Aquil'Brie, qui a pour mission de mettre en œuvre des mesures de protection de la nappe de Champigny. Consciente du bien fondé d'aménager des ZTHA, mais démunie à l'époque d'instruments incitatifs forts, Aquil'Brie s'est engagée dans un processus de co-construction de ces ZTHA pilotes, associant les acteurs du bassin versant de Rampillon. Dans un contexte de forte pression foncière, Tournebize et al. (2012) ont décrit ce processus de co-construction, depuis la première réunion avec les agriculteurs jusqu'aux ouvrages finalement réalisés. Les auteurs mettent en évidence les compromis socio-techniques qui ont dû être trouvés, entre un dimensionnement technique initial et les possibilités concrètes sur le terrain qui ont conduit à une réalisation finale de l'ordre de 55% du projet initial en termes de surface de ZTHA. Plusieurs contraintes à la mise en œuvre de ces dispositifs ont été mises en évidence : (1) le fait que par leur existence même, ces ouvrages mettent en visibilité la pollution d'origine agricole, et par conséquent l'impact environnemental de l'usage des phytosanitaires ; (2) le fait que la mise en place d'une ZTHA n'exonère pas les agriculteurs de changer de pratiques et soit conditionnée par la nécessité absolue de diminuer les apports de phytosanitaires ; or, sur le bassin versant de Rampillon, peu d'agriculteurs sont engagés dans des accords contractuels visant à réduire leurs apports, (3), le fait que les petits ouvrages situés dans les parcelles des agriculteurs doivent être gérés par les agriculteurs eux-mêmes. Malgré ces freins, les ZTHA ont été déployées dans la commune de Rampillon. En plus de « l'opportunité foncière », les facteurs de réussite unanimement cités par les acteurs enquêtés sont l'implication et la collaboration des agriculteurs dans une démarche co-construite et non stigmatisante. Aussi, le succès de cette démarche tient de son aspect fédérateur assuré par Aquil'Brie et réunissant l'IRSTEA, apportant une base scientifique rassurante et le syndicat du Rû d'Ancoeur, notamment porté par son président, convaincu du bien fondé de cette expérimentation et force de proposition. L'opposition particulière qu'a suscitée l'implémentation de ZTHA à Rampillon peut s'expliquer par les enjeux particuliers du territoire. La Brie est un des secteurs de l'agriculture les plus intensifs de France, notamment en céréaliculture, occasionnant parfois des dépassements des IFT de référence du territoire. Ces dépassements sont parfois justifiés, de la part des agriculteurs, par l'envol du cours des céréales ces dernières années, et par la compétitivité de la France, plus précisément de la Brie centrale, en matière d'exports céréaliers. Ces pratiques ont d'autant plus d'impacts sur les territoires de la nappe du Champigny, qui alimente en eau potable plus d'un million de franciliens.

### 3. Une seconde étape de diffusion possible sur la Brie

Nous avons réalisé des entretiens semi-directifs auprès d'acteurs répartis aux différents échelons de la sphère agro-environnementale, du mois de Mai au mois de Juillet 2014. Ces acteurs appartiennent à trois types que l'on peut définir comme suit : (1) les organismes environnementaux tels que Seine-et-Marne Environnement et Aquil'Brie ; (2) l'administration représentée par la Police de l'Eau, le Conseil Général de Seine-et-Marne, l'Agence de l'Eau Seine-Normandie, la Direction Régionale et Interdépartementale de l'Environnement et de l'Energie Ile-de-France et la Mairie de Nangis ; (3) les organismes agricoles. La grille de cet entretien a été construite autour de quatre axes principaux orientés graduellement de la question générale de la qualité de l'eau et des moyens à mettre en œuvre pour améliorer sa qualité, à une critique de l'expérience de Rampillon.

Contrairement aux démarches conventionnelles curatives (stations de traitement, diversification de la ressource), où les acteurs ne sont pas intégrés, il est souligné par l'administration que les ZTHA s'inscrivent comme une troisième voie basée sur un partage de l'effort de réduction. Cet effort se ferait d'une part avec une incitation à une réduction qui serait moins importante que si elle était formulée de façon coercitive et d'autre part, à l'aide de tels dispositifs dont les procédés sont très proches de ceux rencontrés dans le milieu naturel. L'aspect « vitrine » de la parcelle expérimentale (récemment primée par le ministère de l'écologie) semble crucial en termes de démonstration de l'efficacité du dispositif. Le compromis trouvé entre l'optimum technique et les contraintes du territoire a été bien perçu par les acteurs. Toutefois, deux principaux freins au déploiement des ZTHA ont été identifiés. Le premier est leur emprise foncière, notamment dans le contexte de la Brie ; le second est de nature réglementaire.

L'administration considère qu'il est intéressant d'investir 1% de la SAU pour obtenir un abattement de 50% des polluants. Mais, à l'opposé, la profession agricole souligne l'importance de l'emprise foncière dans une région historiquement agricole et très productive, où l'hectare a beaucoup de valeur patrimoniale et économique. Les acteurs agricoles considèrent aussi qu'il est inéquitable que des ZTHA soient concentrées dans quelques exploitations. Les principes hydrologiques qui dictent la conception de ces ouvrages (en termes de localisation et de capacité de rétention) définis par la recherche sont en effet indépendants de la structure foncière du territoire et des contraintes des exploitations.

L'une des pistes évoquées pour contribuer à lever la contrainte foncière consisterait à restaurer les fonctions environnementales de certaines zones humides dégradées ou d'exploiter des annexes hydrauliques tels que certains rus et fossés recueillant des eaux de drainage et qui présentent d'ores et déjà une eau de qualité médiocre. Ces zones n'imputent pas de foncier dans la mesure où elles ne sont pas exploitables. Cependant le principal frein à ce type d'intervention est d'ordre réglementaire dans la mesure où la limite entre ru naturel et fossé artificiel est ténue et la responsabilité d'intervention est différente selon le cas. De plus, le statut réglementaire de « zone humide » affecté à certaines zones rend impossible toute intervention et orientation de rejets même faiblement chargés. Enfin, la nécessité d'occuper les terres les moins chères préconise de positionner les ZTHA dans les fonds de vallées occupées par des prairies. Or, celles-ci remplissent déjà une fonctionnalité d'abattement des pesticides reconnues et ne peuvent, à ce titre, être modifiée. Ces points soulignent la nécessité d'éclaircissement et de hiérarchisation de la réglementation.

#### 4. « L'adopter c'est l'adapter »

Bien que déployés à des périodes différentes, les années 90-2000 pour les bandes enherbées, les années 2005-2010 pour les ZTHA, les deux processus de diffusion analysés dans cet article ont été portés à leur début par une recherche expérimentale de terrain qui a démontré leurs performances et qui a servi de vecteur de communication.

Aujourd'hui, nous pouvons qualifier les bandes enherbées d'innovations réussies au sens de Schumpeter (1911) comme étant une « *invention qui a réussi ou rencontré des utilisateurs* ». En effet, ces « inventions » au départ portées par la recherche ont suivi ce que Akrich et al. (1988a) nomment « *modèle de la diffusion* » dans le sens où ces dispositifs se sont répandus grâce à leurs caractéristiques techniques par « *effet de démonstration* ». L'adaptation s'est faite au niveau de son environnement réglementaire qui s'est adapté à lui en l'adoptant dans les textes réglementaires par vecteur d'opportunité.

Les ZTHA suivent un modèle moins linéaire défini par Akrich et al. (1989b) comme « *modèle de l'intéressement* » où « *le destin de l'innovation dépend de la participation active de tous ceux qui sont décidés à le faire avancer* ». En effet, contrairement aux bandes enherbées, l'implication de plusieurs « *alliés* » est nécessaire. Outre les agriculteurs pour lesquels une implication est requise (foncier, réduction des apports, entretien, ouverte/fermeture de la vanne hydraulique des ZTHA), l'adaptation d'un contexte réglementaire aujourd'hui ambiguë concernant les ZTHA et les zones humides au sens large, pourrait lever l'un des principaux obstacles à leur diffusion.

#### REFERENCES

- Akrich, M., Callon, M., Latour B. 1988a. A quoi tient le succès des innovations? 1. L'art de l'intéressement. Gérer et comprendre, Annales des Mines 11: 4 - 17.
- Akrich M, Callon M, Latour B. 1988b. A quoi tient le succès des innovations? 2. L'art de choisir les bons porte-parole. Gérer et comprendre, Annales des Mines 12: 14 - 29.
- Commissariat Général au Développement Durable, 2011. Coûts des principales pollutions agricoles de l'eau (No. 52), Etudes & Documents. Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable, des Transports et du Logement.
- CORPEN Groupe "Dispositifs Enherbés", 1997. Produits phytosanitaires et dispositifs enherbés - Etat des connaissances et propositions de mise en oeuvre.
- CORPEN Groupe "Zones Tampons", 2007. Les fonctions environnementales des zones tampons, les bases scientifiques et techniques des fonctions de protection des eaux.
- Tournebize J., Passeport E., Chaumont C., Fesneau C., Guenne A., Vincent B., 2013. Pesticide de-contamination of surface waters as a wetland ecosystem service in agricultural landscapes. Ecological Engineering ; 56 : 51-59.
- Tournebize, J., Gramaglia, C., Birmant, F., Bouarfa, S., Chaumont, C., Vincent, B., 2012. Co-design of constructed wetlands to mitigate pesticide pollution in a drained catch-basin: a solution to improve groundwater quality. Irrigation and Drainage 61: 75-86. doi:10.1002/ird.1655.
- Schumpeter, J.A., 1911. Theorie der wirtschaftlichen Entwicklung. Paris : Dalloz.