



**HAL**  
open science

## **Des zones humides pour réduire les flux de pesticides : retour sur 10 ans de mesures à Rampillon.**

Cédric Chaumont, Julien Tournebize, François Birmant, Laetitia Roger

### ► **To cite this version:**

Cédric Chaumont, Julien Tournebize, François Birmant, Laetitia Roger. Des zones humides pour réduire les flux de pesticides : retour sur 10 ans de mesures à Rampillon.. 51ème Congrès du Groupe Français de recherches sur les Pesticides, May 2023, Paris, France. ⟨hal-05516767⟩

**HAL Id: hal-05516767**

**<https://hal.inrae.fr/hal-05516767v1>**

Submitted on 18 Feb 2026

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire HAL, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons CC BY 4.0 - Attribution - International License

## **Des zones humides pour réduire les flux de pesticides : retour sur 10 ans de mesures à Rampillon.**

Cédric Chaumont (1), Julien Tournebize (1), François Birmant (2), Laeticia Roger (2)

(1) UR HYCAR, Université Paris-Saclay – INRAE, centre d'Antony, 1 rue Pierre Gilles de Gennes, 92160 ANTONY

(2) AQUI' Brie, 145 quai Voltaire, 77190 Dammarie-les-Lys

### **Introduction**

L'usage des pesticides en grande culture a pour conséquence une dissémination de résidus dans tous les compartiments environnementaux. Dans le cas spécifique du drainage agricole, même si les flux dans les eaux drainées excèdent rarement les 0.1% de la quantité appliquée à la parcelle, les concentrations dans les eaux de surface peuvent dépasser les limites autorisées et engendrer un impact pour les organismes aquatiques.

Dans le contexte de la Brie où de nombreuses zones d'engouffrement sont recensées, ces passages préférentiels mettent directement en communication les eaux de surface et l'aquifère du Champigny utilisé pour la production d'eau potable. On estime que 60% de la recharge de cet aquifère est lié aux gouffres ce qui lui confère une grande vulnérabilité à la pollution d'origine agricole.

Limiter les pollutions diffuses en agissant à la source est le premier levier incontournable avec des actions de conseil agricole basées sur la réduction des usages de pesticides. Cependant, les premières évaluations d'impact des politiques publiques, comme les différents plans Ecophyto, montrent un effet peu sensible sur l'usage dans un système de production souffrant d'une trop grande inertie.

En complément, des solutions compensatoires peuvent venir appuyer ce dispositif initial. L'ingénierie écologique, ou les solutions fondées sur la nature, sont une des voies complémentaires explorée ici avec des **zones tampons humides artificielles (ZTHA)** qui offrent des services de support et de régulation favorisant les réactions biogéochimiques propices à la rétention des pesticides mais procure aussi une richesse en habitats écologiques favorisant la biodiversité (Letournel 2021).

Cette option d'interception des flux drainés dans une ZTHA est testée depuis plus de 10 ans sur un bassin versant expérimental de 355ha à Rampillon en Seine et Marne (77). La qualité de l'eau en sortie de bassin versant est suivie depuis 2011 et l'effet de la ZTHA localisée en aval est également évaluée. Ces mesures nous renseignent aujourd'hui sur la dynamique pluriannuelle des intrants dans les eaux de surface ainsi que l'impact d'une solution fondée sur la nature.

### **Matériels et méthodes**

Nous proposons de présenter une analyse pluriannuelle des pratiques agricoles et de l'efficacité de rétention d'une centaine de molécules de pesticides appliquées à l'échelle du bassin versant de 355ha.

Concernant les pratiques, l'implication de l'association AQUI'brie sur ce territoire a permis de recenser les rotations culturales ainsi que les pratiques associées de 7 campagnes sur la période 2012-2019.

Concernant l'efficacité d'abattement, le système étudié est une zone humide artificielle dont la construction remonte à 2010. Elle est située à 60 km à l'est de Paris dans un territoire pilote de la

Brie Nangissienne sur la commune de Rampillon (77). La surface de la zone humide artificielle est de 5300 m<sup>2</sup> (0,15% du bassin versant amont), et son alimentation en eau provient du drainage agricole par tuyaux enterrés d'un bassin versant de 355 ha dont 90% de la surface est drainée par tuyaux enterrés et cultivée en agriculture conventionnelle. A sa construction, le fond du bassin a été étanché par argile compactée, ce qui nous permet de négliger les infiltrations profondes dans les bilans de quantité et de qualité hydriques présentés.

Sur ce territoire, les eaux de drainage transitent par buses enterrées puis par un fossé jusqu'à l'exutoire de ce bassin versant où cette zone humide est implantée. Le territoire de Brie présente un fort potentiel agronomique valorisé sur les grandes cultures classiques (blé d'hiver, orge, betterave sucrière et maïs).

En conséquence, la qualité de l'eau qui circule porte une signature agricole influencée par les mécanismes de lixiviation propres au drainage artificiel vecteur de pollutions diffuses.

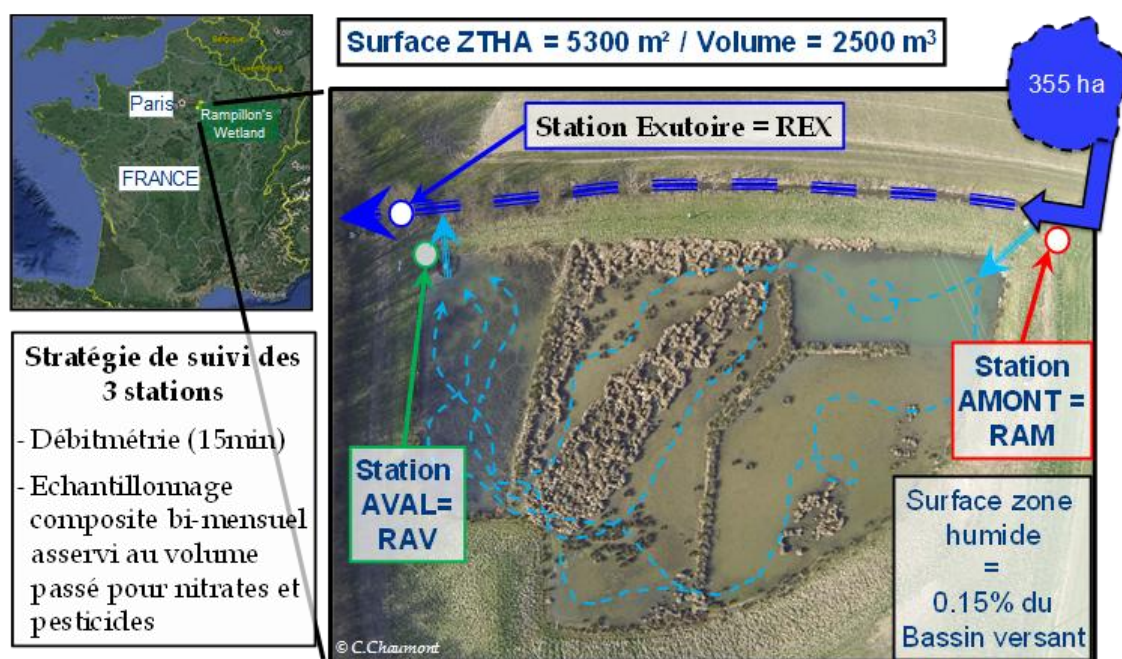


Figure 1 : Image de la ZTHA de Rampillon avec ses stations de mesures.

Depuis 2011 le débit (Flowmeter Doppler Sigma 950) et la pluie sont mesurés en continu (15 min) et un suivi qualité des eaux est réalisé au niveau de 3 stations par échantillonnage automatique (ISCO 3700) asservi au volume passé. Ces prélèvements composites, qui peuvent contenir jusqu'à 250 échantillons élémentaires, sont relevés en moyenne toutes les 2 semaines pour être ensuite analysés par dosage des nitrates (mesure interne) et pesticides (sous-traitance laboratoire externe). Les sous-traitants ont changé sur la durée de l'étude (3 marchés publics successifs). Cependant la continuité sur 90 molécules dont les limites de quantification sont en moyenne inférieures à 0.01µg/L permettent une comparaison sur la période 2012-2021. Sur une période plus courte (2014-2018), des paramètres physico-chimiques comme les nitrates, l'oxygène dissous ou la conductivité électrique sont également suivis à haute fréquence.

Les stations Inlet (RAM) et Outlet (RAV) permettent de faire le bilan qualitatif de la zone humide artificielle. Durant les périodes de forts débits, toute l'eau produite par le bassin versant (355 ha) ne peut pas transiter dans la zone humide insuffisamment dimensionnée. Aussi, pour replacer l'efficacité cette zone humide à l'échelle des 355 ha, une troisième station de mesures (REX)

placée sur le fossé en aval du rejet de la ZTHA assure les suivis débit et qualité de tout le bassin versant.

Le niveau d'asservissement des préleveurs au cours de ces dix années de mesure est ajusté régulièrement durant l'évolution de la saison hydrologique de sorte que l'hydrogramme est suivi avec la meilleure intensité possible. Sur la période suivie (2011-2021) l'échantillonnage moyen réalisé couvre 86 à 90% des écoulements, le reliquat correspondant à des lacunes techniques liées au matériel ou à l'énergie.

## Résultats et discussion

### Echelle bassin versant

L'analyse des pratiques agricoles sur le bassin versant montrent que du point de vue des cultures, l'échelle de suivi conduit à une quasi invariance de l'assolement avec en moyenne 53% de blé, 18% de betterave sucrière, 14% de maïs le reste correspondant à des cultures minoritaires comme : féveroles, lin, colza, orge et avoine.

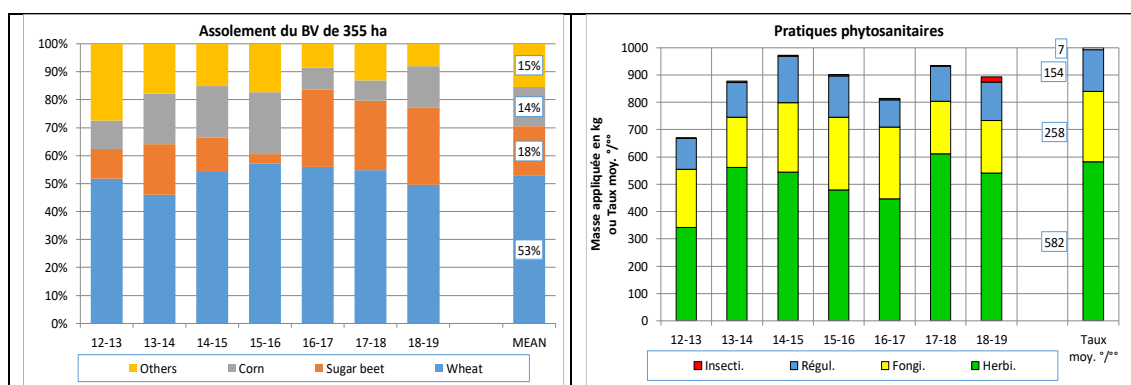


Figure 2a : répartition de la sole Figure 2b : répartition des apports de produits phytosanitaires de 2012 à 2019.

En miroir de cet assolement stable, on observe que les pratiques phytosanitaires sont elles aussi régulières et ne présentent pas de tendance à la baisse avec une moyenne de 866 kg/an soit 1.95 kg/ha/an. Le taux moyen, à droite de la figure 2b, représente le ratio moyen des apports par famille au cours des 7 années disponibles (‰). Ces apports sont majoritairement des herbicides (58.2%) puis les fongicides (25.8%) et les régulateurs de croissance (15.4%). Les pratiques insecticides sont minoritaires sur ce type de rotation (0.7%). A noter que les différentes cultures sont plus ou moins exigeantes en intrants de traitement, ainsi le blé consomme le même ratio de pesticides apportés sur le bassin que sa surface moyenne cultivée, tandis que respectivement la betterave et le maïs consomment 28 et 9% pour des ratios de surfaces de 18 et 14%.

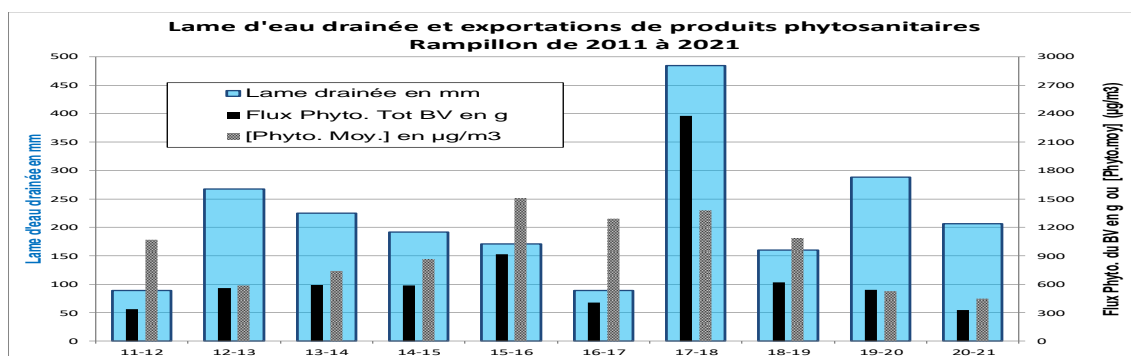


Figure 3 : répartition de la lame d'eau drainée et des flux de pesticides en sortie de bassin versant.

Si l'on regarde maintenant les flux de pesticides mesurés en sortie de bassin versant en fonction des années (Figure 3), Il ressort une variabilité importante des exportations (de 330 à 2370 g/an) et ce malgré la stabilité observée des apports annuels. Les concentrations moyennes dans les eaux sont également variables en moindre mesure (0.45 à 1.5 µg/L). Comme l'indique la figure 3, les flux semblent bien corrélés à la lame drainée ( $R^2 = 0.67$ ) alors que les concentrations leur sont plutôt anti-corrélées (dilution). En moyenne de ces 10 ans, le flux de sortie 724 g/an au regard des 866 kg/an soit un taux d'exportation de 0.084% et la concentration moyenne des eaux est de 0.94 µg/L. Pour les familles de produits, les exportations sont des herbicides 69%, des métabolites 16.2%, des fongicides 8.6%, des insecticides 5% et les régulateurs de croissance 0.3%.

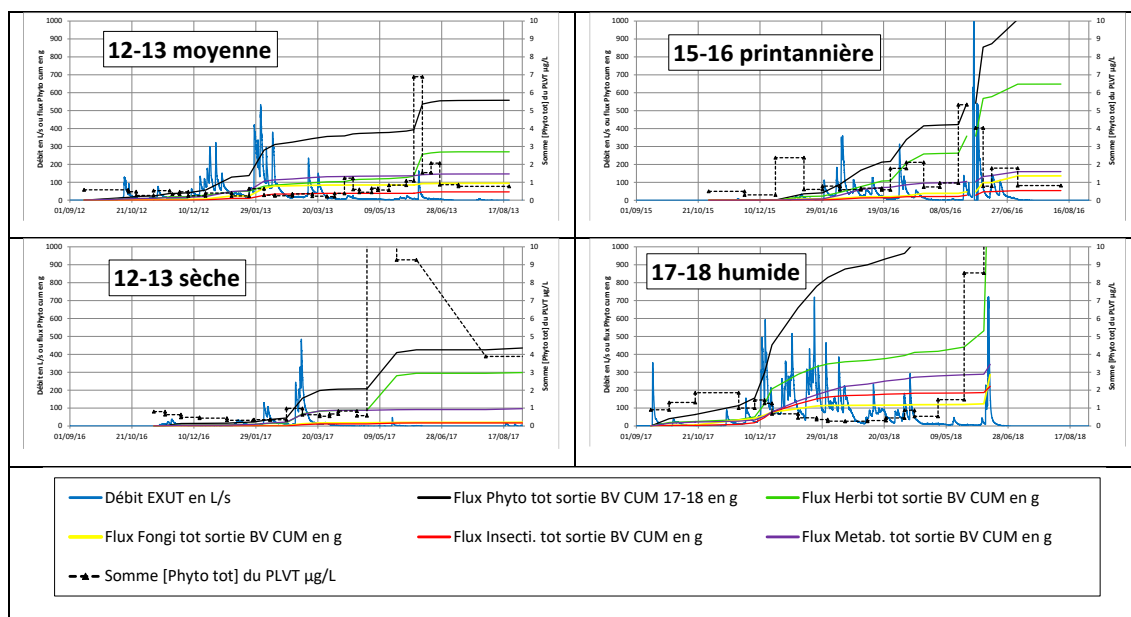


Figure 4 : Chroniques de débit et flux cumulés annuels selon la famille de pesticide et la typologie hydrologique.

Les flux varient selon l'hydrologie de l'année, toutefois une typologie commune ressort malgré des années contrastées comme l'indique le figure 4. La période d'amorce de drainage (date variable), présente des concentrations supérieures à celles de la période hivernale où il n'y a pas d'application au champs, en revanche, après la reprise printanière des traitements, l'occurrence d'un pic de débit sera toujours accompagnée de concentrations très élevées. Selon l'amplitude de cet aléa printanier il pourra non seulement piloter les concentrations mais aussi le flux annuel comme pour les années 2015-16 et 2017-18.

### Echelle ZTHA

Compte tenu du dimensionnement de la zone humide, celle-ci ne capte pas tous les flux d'eau issus du bassin versant. Cette interception varie de 7 à 50% selon l'année avec une moyenne de 28.3% sur les 10 ans.

Si l'on considère uniquement les flux interceptés par la ZTHA en comparant les analyses des stations amont et aval, la figure 5 récapitule les abattements observés chaque année. Les taux d'abattement varient de 5 à 38% pour une moyenne de 16% sur les 10 ans. Il ne semble pas y avoir de relation entre le taux d'abattement et la famille cible du pesticide. Même si les insecticides semblent plus abattus certaines années cela correspond à un biais lié à de faibles flux engendrant une dilution avec de faibles concentrations. Dans ce dernier cas les limites analytiques

entraînent des non détections en aval ce qui surestime la performance d'abattement. Concernant les métabolites on observe en revanche quelques contreperformances liées à la transformation d'une matière active en un produit de dégradation.

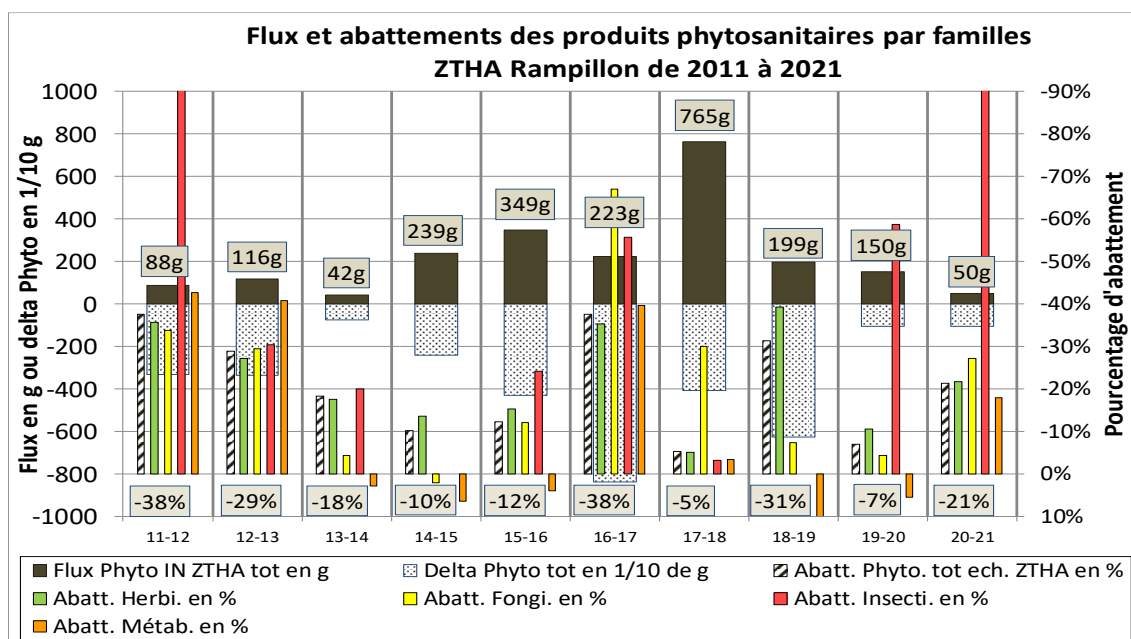


Figure 5 : Abattements observés sur les flux transitant dans la ZTHA.

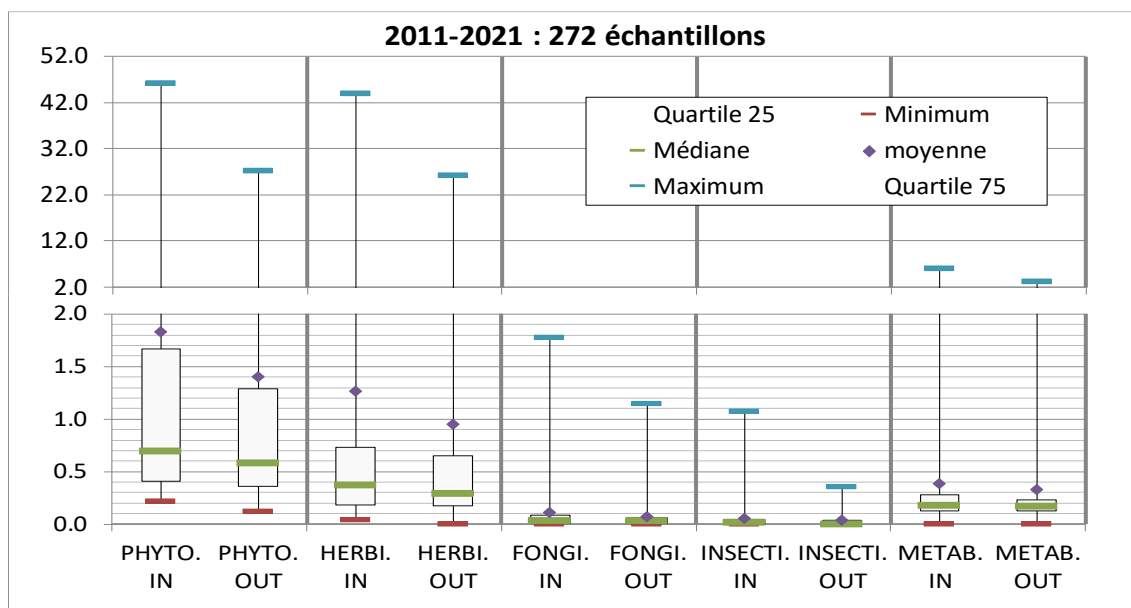


Figure 6 : Boxplot des concentrations ( $\mu\text{g/L}$ ) sur les échantillons composites.

La compilation de tous les échantillons composites réalisés en entrée et sortie de la ZTHA confère une bonne robustesse statistique ( $N=272$ ) et confirme bien le potentiel réel de la zone tampon, non seulement sur les valeurs moyennes et médianes, mais également sur les pics de concentrations printaniers vecteurs de toxicités aiguës.

Toutefois, les valeurs d'abattements moyens annuels présentés en figure 5 masquent une très grande diversité d'efficacité à plusieurs titres : d'une part la saisonnalité qui conditionne la température du milieu

mais aussi le temps de séjour (HRT : Hydraulic Residence Time) dans la zone directement dépendant du débit (Figure 7a) ; d'autre part les propriétés physico-chimiques, comme le Koc des molécules, contrôlant la mobilité et la persistance des matières actives (Figure 7b).

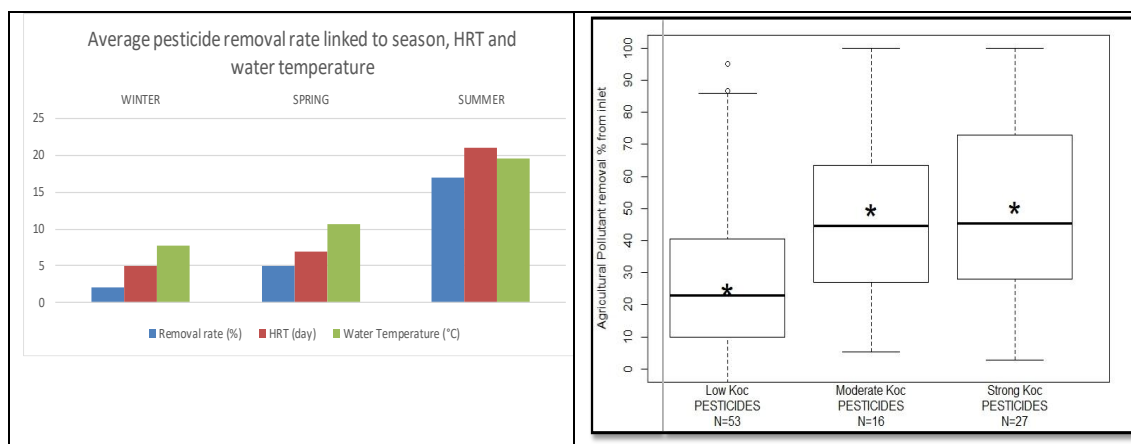


Figure 7a : Abattements, temps de résidence et température selon la saison. Figure 7b : Abattements des pesticides selon le Koc des molécules.

## Conclusions

Les 10 ans de suivi de la ZTHA dimensionnée à 7m<sup>3</sup>/ha drainé (0.15% du bassin versant) montrent un potentiel global pour la dissipation des pesticides qui ne constitue cependant pas un permis de polluer. Malgré un abattement moyen de 16%, l'analyse des résultats montre également une grande variabilité d'efficacité (nulle à totale) en fonction des pesticides ciblés et il n'existe donc pas de garantie 100% reposant sur les processus en jeu au sein de la ZTHA. Il est donc nécessaire d'accepter cette variabilité, même si certaines voies d'optimisation sont possibles.

Si la température est un facteur abiotique influent, son caractère saison-dépendant est non maîtrisable, en revanche le temps de séjour hydraulique peut être amélioré en travaillant sur le dimensionnement de l'ouvrage ce qui impacte directement l'efficacité de l'ouvrage.

L'acquisition de nombreuses mesures de transfert au cours de ces 10 ans a permis la création d'un jeu de données utile et nécessaire à la modélisation dans le cadre du projet Pestipond (Projet 2019-2023 ANR PESTIPOND). Nous disposons aujourd'hui d'un abaque prédictif reliant abattement et dimensionnement de ZTHA pour quelques molécules.

Toutefois subsiste encore aujourd'hui bon nombre de questions sur la potentielle accumulation de pesticides dans les différents compartiments de la ZTHA, avec notamment un focus sur les métabolites connus et émergents.

## Remerciements

L'étude a été initiée avec l'OFB (Office Français de la Biodiversité) et le groupe technique français pour les zones tampons (coordination OFB/INRAE). Les expériences de terrain ont été soutenues financièrement par l'AESN (2012-2015), l'OFB (2016-2018) ainsi que les projets PSDR Brie'Eau (2016-2020) et ANR Pestipond (2019-2023). Les auteurs remercient également l'association AQUI'Brie ainsi que les agriculteurs du bassin versant.

## Bibliographie

Carluer, N., & Gouy, V. (2020). Des zones tampons pour limiter les pollutions diffuses d'origine agricole. *Phytoma*. 11p.

Gwenaël Imfeld, Sylvain Payraudeau, Julien Tournebize, Sabine Simeoni-Sauvage, Francis Macary, et al.. The Role of Ponds in Pesticide Dissipation at the Agricultural Catchment Scale: A Critical Review. *Water*, 2021, 13 (9), pp.1202. [ff10.3390/w13091202](https://doi.org/10.3390/w13091202). [ffhal-03209526](https://doi.org/10.3390/w13091202)

Letournel, G., Chaumont, C., Lebrun, J. D., Birmant, F., & Tournebize, J. (2021b). Qualité de l'eau et écotoxicologie des zones tampons humides artificielles de Rampillon (Seine-et-Marne). *Sciences Eaux & Territoires*, (Cahier spécial V), 4-11.

Letournel, G., Pages, C., Seguin, L., Chaumont, C., & Tournebize, J. (2021a). Biodiversité et services écosystémiques des zones tampons humides artificielles de Rampillon (Seine-et-Marne). *Sciences Eaux & Territoires*, (Articles hors-série 2021), 1-9.

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.

Tournebize, J., Chaumont, C., Mander, U. Implications for constructed wetlands to mitigate nitrate and pesticide pollution in agricultural drained watersheds / *Ecological Engineering* 103 (2017) 415–425

Tournebize, J., Henine, H., & Chaumont, C. (2020). Gérer les eaux de drainage agricole : du génie hydraulique au génie écologique. *Sciences Eaux Territoires*, 32(2), 32-41.

Tournebize, J., & Chaumont, C. (2021). Transfert de pesticides en parcelles drainées : Relation pratiques agricoles et exportations par les eaux de drainage 2012-2019. 24p.