

Les zones de remédiation en sortie de drainage agricole, un outil supplémentaire pour la reconquête de la qualité des eaux de surface ?

François-Xavier Schott ⁽¹⁾, Agnès ORTAR ⁽²⁾, Marc BENOIT ⁽³⁾, Marina PITREL ⁽⁴⁾,
Sylvie DOUSSET ⁽⁵⁾, Richard CHERRIER ⁽¹⁾

1. Chambre Régionale d'Agriculture de Lorraine, Service Agronomie et Développement Durable, bât i, 9 rue de la Vologne, 54 520 Laxou
2. Laboratoire d'Hydrologie de Nancy, 40 rue Lionnois, 54 000 Nancy
3. INRA-SAD, 662 avenue Louis Buffet, 88 500 Mirecourt
4. Agence de l'Eau Rhin-Meuse, rue Lessy, 57 160 Rozerieulles
5. Nancy-Université, Dépt. Sciences Terre – LIEC, BP 239, bd des aiguillettes, 54506 Vandoeuvre

Introduction-Objectif :

L'activité agricole peut présenter un impact non négligeable sur la qualité de l'eau, notamment par l'usage généralisé de molécules herbicides (AMPA détecté dans près de 50% des prélèvements en eaux de surface du bassin Rhin Meuse en 2009) et par la modification du profil des berges (Agence de l'Eau Rhin Meuse, 2009).

Le drainage agricole, s'il offre la possibilité de cultiver des terres lourdes dans un climat lorrain difficile, peut présenter des inconvénients environnementaux : il connecte la solution du sol avec les cours d'eau, facilitant ainsi la fuite de molécules phytosanitaires dans le milieu naturel en période drainante, variable en fonction des caractéristiques physico-chimiques des produits et des conditions pédoclimatiques.

La part de surface drainée étant importante en Lorraine (en moyenne de 15 à 20% de la SAU, jusqu'à 70% sur certains BV), la mise en place de dispositifs épuratoires en sortie de drainage représente un levier potentiellement intéressant pour limiter les rejets de polluants dans le milieu, en complément d'une politique de réduction de l'utilisation de tels molécules.

Il s'agit ici d'**Evaluer la capacité épuratrice de systèmes rustiques de filtration des eaux de drainage en parcelle agricole.**



Matériel-Méthode :

L'expérimentation est menée sur 9 sites depuis fin 2011 (4 sites depuis 2010), différents dispositifs sont testés, de la botte de paille à la mare-tampon, en passant par des fossés plus ou moins longs et plus ou moins végétalisés (Figure 1 à 6).



Figure 1 : Dispositif « botte de paille »



Figure 2 : Dispositif « fossé long non re-végétalisé »



Figure 3 : Dispositif « fossé court re-végétalisé »



Figure 4 : Dispositif « mare-tampon en S »



Figure 5 : Dispositif « fossé long en trois bassins »



Figure 6 : Dispositif « linéaire en trois bassins »

Mesures :

- Une mesure continue du débit est assurée grâce à un débitmètre enregistreur hauteur débit (mesure de la hauteur d'eau dans un ouvrage primage calibré permettant par une équation hauteur/débit connue de connaître le débit instantané) (Figure 7)

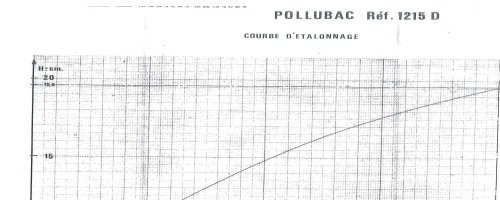


Fig. 1 - Alimentation du Pollubac 1215 AA, par déversement.

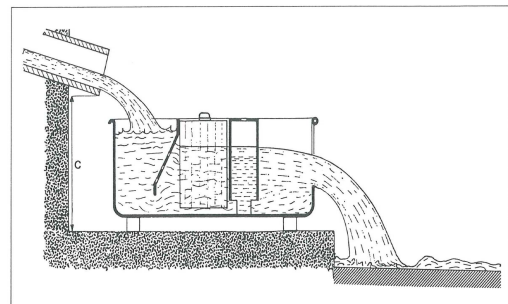


Figure 7 : Photo et schéma du dispositif de mesure

- des prélèvements sont effectués, asservis au débit enfin d'avoir un échantillon d'eau représentatif de la qualité de l'eau de drainage, en entrée et en sortie du dispositif, simultanément, sur la période de drainage.



- La fréquence de relevé des échantillons est de 15 jours, c'est-à-dire que l'échantillon prélevé pour analyse est un mélange des différents prélèvements effectués lors des 15 derniers jours.

- Sur les 10 litres collectés par les 2 préleveurs, 2,5 L sont effectivement conservés pour analyse des teneurs en nitrates (analyse par l'INRA de Mirecourt) et en produits phytosanitaires (analyse par l'ANSES, laboratoire Hydrologie de Nancy).

Figure 8 : Préleveur Sigma

- La liste des molécules phytosanitaires recherchées a été établie à partir de la connaissance des pratiques des agriculteurs sur les différentes parcelles concernées, étant donné le profil des molécules recherchées (molécules très solubles et rapidement entraînées par l'eau dans les drains) il a été décidé de ne rechercher que les molécules appliquées au plus tard 3 saisons agricoles avant la saison de prélèvement.

Résultats-Analyse :

Les résultats présentés ici sont issus de prélèvements à la fois asservis au débit et au temps, en effet des problèmes techniques et des difficultés de lecture de débit ont été à l'origine d'un nombre parfois important de prélèvements asservis au temps, prélèvements n'ayant pas la même représentativité que des prélèvements asservis au débit. Les résultats de certains sites ne seront pas présentés ci-après, soit les prélèvements réalisés sur ces sites étaient trop « aléatoires » suite à des problèmes matériels (débitmètre défaillant sur le site d'Avillers Sainte Croix), soit à des problèmes de mesure de débit (problème d'envoiement du dispositif d'Ollainville,) soit à des problèmes d'imperméabilité (communication directe par infiltration entre le cours d'eau et le dispositif à Domprix d'où une sortie d'eau du dispositif par le lieu de prélèvement quasi nulle).

Ces résultats sont ceux de 6 dispositifs, celui de la « botte de paille », celui du « long fossé non re-végétalisé », celui du « fossé re-végétalisé », celui d'une « mare en S » et ceux de 2 « fossés en trois bassins », dispositifs présentant le plus de données.

Par commodité de lecture des graphiques, les différents résultats d'analyses ont pu être réunis par des traits qui ne caractérisent en aucun cas une évolution entre deux dates d'analyse. Chaque point caractérise la qualité de l'eau de l'ensemble de la période qui s'est écoulée depuis le prélèvement précédent.

Du fait de l'installation relativement récente des dispositifs et le peu de recul que nous avons, cela appelle à la prudence concernant l'analyse de ces données. Néanmoins, quelques résultats peuvent déjà être présentés :

Année climatique et drainage

Pour appréhender au mieux les résultats des dispositifs, il est important d'observer le climat qui a eu lieu sur cette période de drainage. Pour cela, ce sont les données de température et de pluviométrie de la station météo de Nancy Ochey qui seront exposées.



Figure 9 : Températures (station météo de Crantenoy) de juillet 2011 à août 2012.
(source : Météo France)

Ce début de campagne 2011-2012 est marqué par un cumul de degrés jours bien supérieur à la moyenne. Avec 130°C au dessus de la moyenne des 10 dernières années. En effet, la fin d'année 2011 a été particulièrement douce avec 5,6°C de moyenne de température en décembre.

En opposition à cela le fait le plus marquant de la campagne est le froid sec qui a sévit en février avec 10 jours sans dégel, une moyenne de -7.1°C à Crantenoy sur cette décade et un minimum enregistré le 05/02 à -14.8°C.

Précédé d'une période douce, ce froid intense, sans couverture neigeuse, a impacté les cultures de certaines parcelles concernées par des dispositifs filtrants qui ont du être ressemées.

Le mois d'avril est plutôt frais avec des gelées les 13, 14 et 17 avril. Enfin au mois de juin on note seulement 3 jours avec des températures maximales supérieures à 25°C.

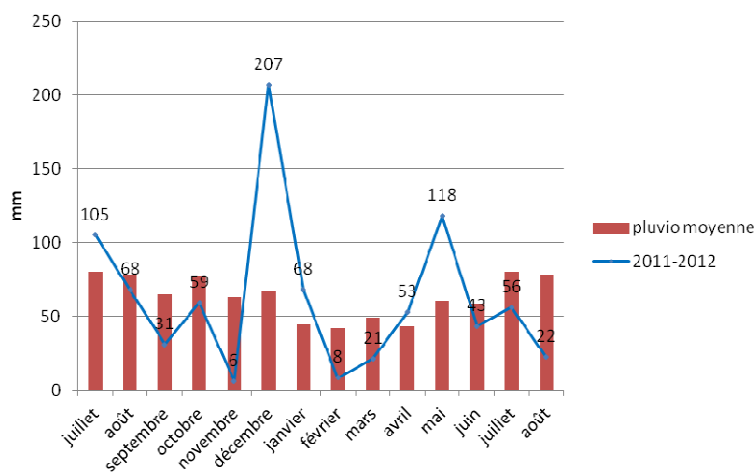


Figure 10 : Pluviométrie (station météo de Crantenoy) de juillet 2011 à août 2012.
(source : Météo France)

La pluviométrie de la récolte 2012 est plutôt abondante, 772 mm. Elle est au dessus de la moyenne (748 mm) et bien supérieure à l'an dernier où il n'était tombé que 559 mm.

Mais la répartition de ces pluies a été très hétérogène. Le mois de décembre a été particulièrement pluvieux, avec 207 mm et 23 jours de pluie à Crantenoy, après des mois de septembre, octobre et novembre particulièrement secs avec 95 mm cumulés sur ces trois mois.

La période allant de mi-mai à début juin a été particulièrement pluvieuse (environ 100 mm) avec des épisodes de pluie très intenses (beaucoup d'eau en peu de temps).

Qui dit beaucoup de pluie dit également faible ensoleillement. C'est le cas pour les mois d'avril et pour le mois de juin légèrement déficitaires.

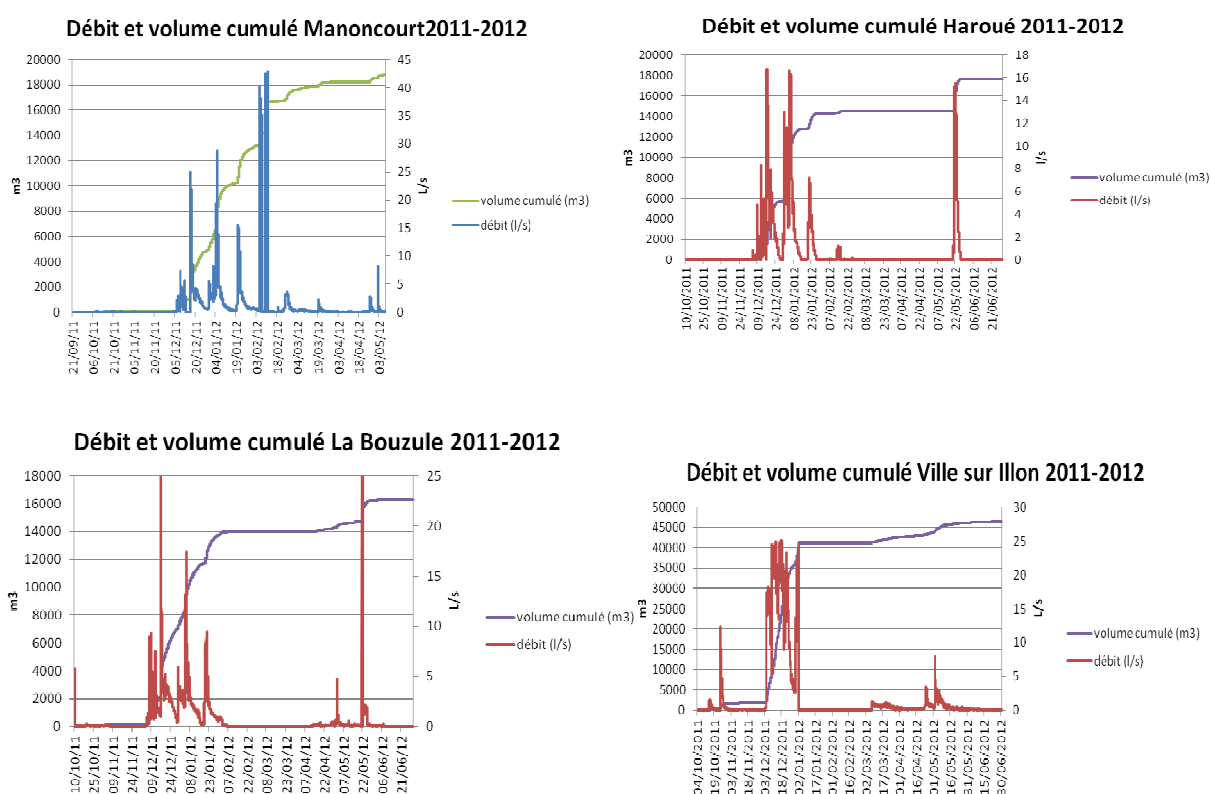


Figure 11 : Débit et volume cumulé du drainage collecté dans la zone tampon à Manoncourt sur Seille, Haroué, La Bouzule et Ville sur Illon pour la campagne 2011-2012.

La figure 11 illustre le drainage qu'il y a pu avoir globalement sur la campagne 2011-2012 en se basant sur les débits et les volumes d'eau cumulés constatés sur les sites étudiés à Manoncourt sur Seille, Haroué, La Bouzule et Ville sur Illon. Ces graphiques sont à mettre en parallèle avec celui de la figure 10 présentant la pluviométrie de cette campagne de drainage. La majeure partie du volume d'eau drainé de septembre à mai l'a été en quatre pics allant de mi-décembre à début mars. Les pluies des mois de mai-juin ont conduit à des volumes d'eau drainés variables selon les sites. Mais cette période de drainage, même si elle est faible en volume, survient dans des conditions (température, développement de la végétation, période de traitement, etc.) très différentes du reste de la période drainante.

Volet azote

2.1. Dispositif « botte de paille » :

- sur les 38 prélèvements analysés (19 entrées, 19 sorties), aucun échantillon ne présentait des teneurs en nitrates supérieures à la norme de potabilité de 50 mg/L, la teneur maximale observée a été de 4,75 mg/L (entrée du dispositif, 23/03/2012), la teneur moyenne observée sur ces 38 prélèvements est de 1,7 mg/L.

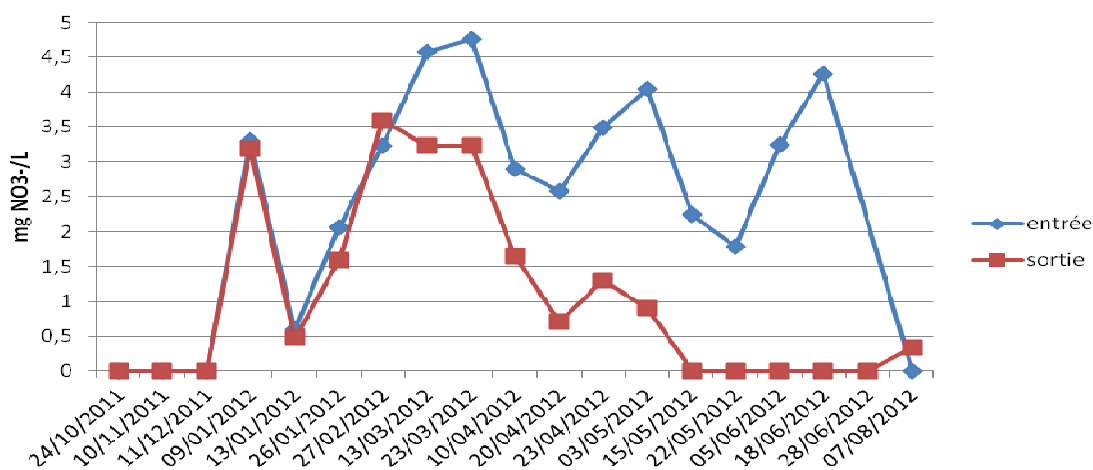


Figure 12 : Teneur en nitrates en entrée et en sortie du dispositif de Jallaucourt sur la campagne 2011-2012.

- « L'efficacité » du dispositif est déterminée par la différence des teneurs en nitrates entre l'entrée et la sortie du dispositif ($Eff = [NO_3^-]_{entrée} - [NO_3^-]_{sortie}$). L'efficacité moyenne du dispositif est de 1,33 mg de nitrates par litre d'eau, l'Eff maximale observée est de 4,27 mg/L (18/06/2012) et l'Eff minimale observée est de -0,36 mg/L (27/02/2012), l'écart type étant de 1,37.

Hypothèses sur l'explication des niveaux et variations de l'efficacité :

L'efficacité du dispositif semble être due à plusieurs facteurs, par ordre décroissant d'importance : « l'âge » de la botte de paille (notamment son rapport C/N) > les températures moyennes > le pH de l'eau > la durée de séjour de l'eau dans le dispositif (lié à la pluviométrie).

L'efficacité en période froide, de octobre à début mars apparaît comme quasi nulle alors qu'elle ne cesse de croître de début mars à fin juin en période plus chaude. Cette observation confirme l'hypothèse énoncée ci-dessus mais doit être confirmée dans les prochaines années d'expérimentation.

Ces hypothèses devront être vérifiées par une étude statistique qui ne sera possible qu'avec une série plus importante et plus « homogène » de données (exclusivement des prélèvements débit/dépendant)

2.2. Dispositif « fossé long non revégétalisé » :

- sur les 21 prélèvements analysés (12 entrées, 9 sorties), 15 échantillons présentait une teneur en nitrates supérieure à la norme de potabilité de 50 mg/L, la teneur maximale observée est de 193 mg/L (entrée du dispositif, 03/05/2012), la teneur moyenne observée sur ces 21 prélèvements est de 79 mg/L (écart-type de 61). Ces niveaux relativement importants de teneur en nitrates des eaux de drainage sur ce site sont très certainement la conséquence d'une année (et notamment d'un automne) très propice à la minéralisation de la matière organique des sols. En effet, si on observe les teneurs mesurées l'année précédente ainsi que les niveaux de fertilisation très corrects de la culture en place en 2010-2011, ces résultats surprennent. Il apparaît donc être fort probable que ces nitrates proviennent d'une forte minéralisation plutôt que d'un excès de fertilisation.

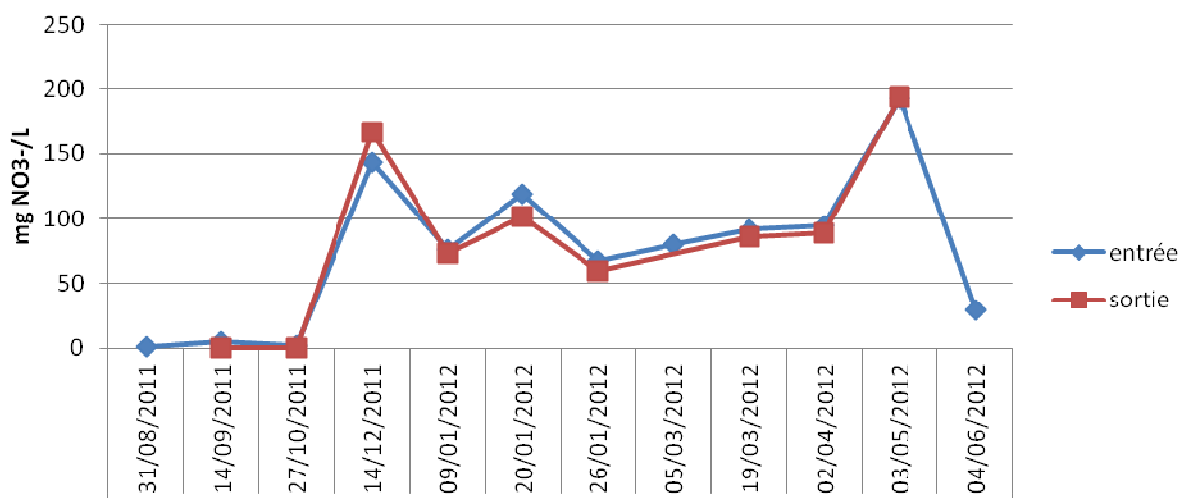


Figure13 : Teneur en nitrates en entrée et en sortie du dispositif de Manoncourt sur Seille sur la campagne 2011-2012.

- Pour ce dispositif, Effmax = 18 mg/L (20/01/12) , Effmin = -23 mg/L (soit une concentration des nitrates dans le dispositif,14/12/11). Cette « concentration » des nitrates dans le site le 14/12/2011 correspond probablement à l'entraînement par les premières eaux de drainage de l'azote minéralisé dans le site en dehors de la période de drainage. En effet, ces sites permettent de retenir des matières en suspension contenues dans les eaux de drainage, matières qui sont potentiellement chargées en matières organiques et qui peuvent donc se trouver être source d'azote lors de pics de minéralisation.

Hypothèses sur l'explication des niveaux et variations de l'efficacité :

Ces hypothèses sont semblables à celles exposées précédemment et devront être confirmées lorsque plusieurs années climatiques, avec des prélèvements homogènes, auront été observées.

2.3. Dispositif « fossé court revégétalisé » :

- sur les 34 prélèvements analysés (17 entrées, 17 sorties), 20 échantillons présentait une teneur en nitrates supérieure à la norme de potabilité de 50 mg/L (11 entrées, 9 sortie), la teneur maximale observée a été de 101,4 mg/L (sortie du dispositif, 26/06/2012), la teneur moyenne observée sur ces 34 prélèvements est de 54 mg/L (écart-type de 25).

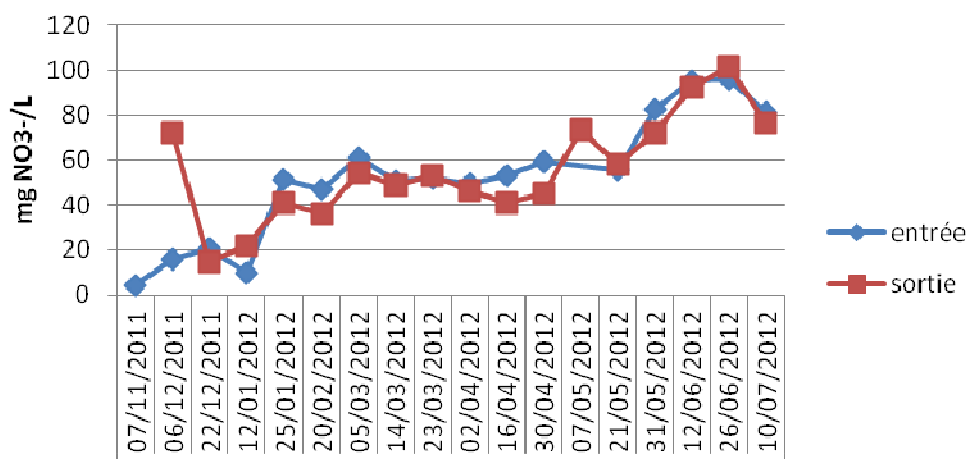


Figure 14 : Teneur en nitrates en entrée et en sortie du dispositif de Broussey en Woèvre sur la campagne 2011-2012.

- pour le prélèvement du 06/12/2011, peut-être erreur de manipulation

- Pour ce dispositif, si on enlève le prélèvement du 06/12/11, Eff moyenne= 3,9 mg/L, Effmax = 13,71 mg/L (30/04/12) , Effmin = -12,25 mg/L (12/01/12). Ce site semble être efficace sur le volet nitrate sur deux périodes, de fin janvier à début mars et en avril. Pour le reste de la période de drainage, son efficacité paraît limitée, ce qui est plutôt surprenant pour la période de mai à juin au vue des résultats sur des autres sites bien végétalisés comme celui-ci.

Hypothèse sur l'explication des niveaux et variations de l'efficacité :

- La faible efficacité observée de décembre à fin janvier s'explique peut-être par une connectivité hydraulique directe entre le dispositif et le cours d'eau à proximité en période de crue, limitant le courant qui s'établit normalement entre l'entrée et la sortie du dispositif, avec un mélange important des eaux.

2.4. Dispositif « mare-tampon en S »

- sur les 26 prélèvements analysés (13 entrées, 8 sorties), 7 échantillons présentait une teneur en nitrates supérieure à la norme de potabilité de 50 mg/L (5 en entrée et 2 en sortie), la teneur maximale observée est de 86,55 mg/L (entrée du dispositif, 13/12/2011), la teneur moyenne observée sur ces 26 prélèvements est de 40 mg/L (écart-type de 25). Ces niveaux relativement importants de teneur en nitrates des eaux de drainage sur ce site sont très certainement la conséquence d'une année (et notamment d'un automne) très propice à la minéralisation de la matière organique des sols comme dit précédemment pour le dispositif de Manoncourt. En effet, si on observe les teneurs mesurées l'année précédente ainsi que les niveaux de fertilisation très correctes de la culture en place en 2010-2011, ces résultats surprennent. Il apparaît donc être fort probable que ces nitrates proviennent d'une forte minéralisation que d'un excès de fertilisation.

La baisse des teneurs en nitrates début janvier peut être due à un phénomène de dilution, comme dit précédemment, la période de drainage a débuté mi-décembre et s'est concentrée sur un mois jusque fin janvier.

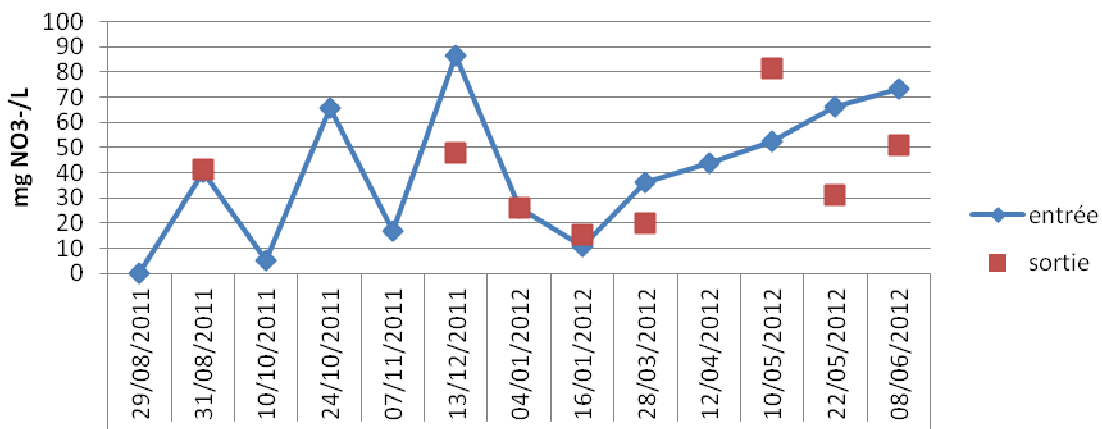


Figure 15 : Teneur en nitrates en entrée et en sortie du dispositif de La Bouzule sur la campagne 2011-2012.

- Pour ce dispositif, Effmax = 38,8 mg/L (13/12/11) , Effmin = -28,7 mg/L (soit une concentration des nitrates dans le dispositif, 10/05/12). Cette « concentration » des nitrates dans le site le 10/05/12 correspond à un épisode orageux intense (une centaine de millimètres de pluie en une nuit) qui a provoqué un flux de sédiments et d'eau de la parcelle vers le dispositif ce qui a très certainement conduit à des perturbations dans les prélèvements, ce qui remet en cause la véracité des résultats ce jour-là. On peut constater, comme sur le site de Jallaucourt, que le dispositif semble d'autant plus efficace que les températures sont élevées et que les débits sont faibles.

Hypothèses sur l'explication des niveaux et variations de l'efficacité :

Ces hypothèses sont semblables à celles exposées précédemment et devront être confirmées lorsque plusieurs années climatiques, avec des prélèvements homogènes, auront été observées.

2.5. Dispositif « fossé long en trois bassins »

- sur les 30 prélèvements analysés (15 entrées, 15 sorties), 9 échantillons présentait une teneur en nitrates supérieure à la norme de potabilité de 50 mg/L (6 en entrée et 3 en sortie), la teneur maximale observée est de 102 mg/L (entrée du dispositif, 10/05/2012), la teneur moyenne observée sur ces 30 prélèvements est de 45,93 mg/L (écart-type de 21,5). Ces niveaux relativement importants de teneur en nitrates des eaux de drainage sur ce site sont très certainement la conséquence d'une année (et notamment d'un automne) très propice à la minéralisation de la matière organique des sols comme dit précédemment pour le dispositif de Manoncourt. Le pic observé le 10 mai 2012 correspond à un apport d'azote minéral effectué sous forme solide sur la prairie adjacente au dispositif. Lors de cet apport, il a été noté une pollution ponctuelle du site par de l'azote minéral apporté ce qui explique le pic observé.

La baisse des teneurs en nitrates début janvier peut être due à un phénomène de dilution, comme dit précédemment, la période de drainage a débuté mi-décembre.

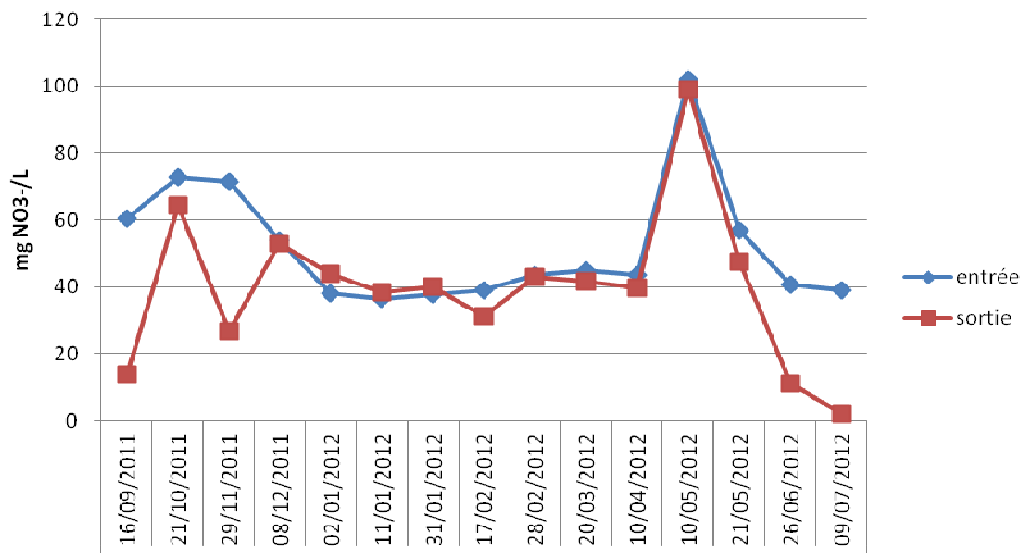


Figure 16 : Teneur en nitrates en entrée et en sortie du dispositif de Ville sur Illon sur la campagne 2011-2012.

- Pour ce dispositif, Effmax = 46,7 mg/L (16/09/11) , Effmin = -5,8 mg/L (soit une concentration des nitrates dans le dispositif,02/01/12). Au vue de la faible différence de concentration entre entrée et sortie du dispositif à cette date, il parait difficile de pouvoir affirmer cette différence. Ce dispositif parait lui aussi mieux fonctionner quand il fait plus chaud et que les débits de drainage sont plus faibles (automne et début d'été).

Hypothèses sur l'explication des niveaux et variations de l'efficacité :

Ces hypothèses sont semblables à celles exposées précédemment et devront être confirmées lorsque plusieurs années climatiques, avec des prélèvements homogènes, auront été observées.

2.6. Dispositif « linéaire en trois bassins »

- sur les 12 prélèvements analysés (7 entrées, 5 sorties), aucun échantillon présentait une teneur en nitrates supérieure à la norme de potabilité (6 en entrée et 3 en sortie), la teneur maximale observée est de 30,9 mg/L (sortie du dispositif, 05/06/2012), la teneur moyenne observée sur ces 12 prélèvements est de 8,67 mg/L (écart-type de 8,9).

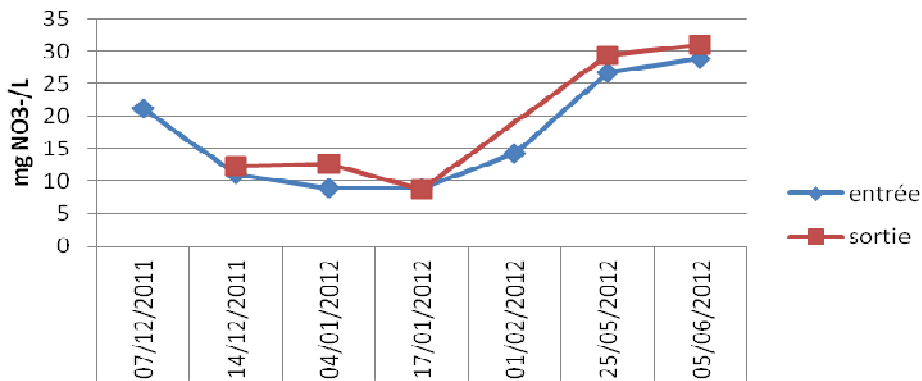


Figure 17 : Teneur en nitrates en entrée et en sortie du dispositif d'Haroué sur la campagne 2011-2012.

- Pour ce dispositif, Effmax = 0,32 mg/L (17/01/12) , Effmin = -3,63 mg/L (soit une concentration des nitrates dans le dispositif, 04/01/12). Au vue des faibles différences de concentration entre entrée et sortie du dispositif sur l'ensemble de la campagne de drainage, il paraît difficile de pouvoir affirmer ces différences et de parler d'efficacité de ce dispositif concernant le volet azote.

Hypothèses sur l'explication des niveaux et variations de l'efficacité :

Ces hypothèses sont semblables à celles exposées précédemment et devront être confirmées lorsque plusieurs années climatiques, avec des prélèvements homogènes, auront été observées.

Conclusion sur le volet azote :

Les dispositifs testés présentent des efficacités variables selon le type de dispositif et selon les périodes de l'année. En effet, les dispositifs présentant une retenue d'eau plus marquée (plusieurs bassins successifs ou une botte de paille) et une végétation développée (sites de Ville sur Illon, Jallaucourt notamment) semblent efficaces sur ce volet azote lorsque les températures sont relativement élevées (automne et printemps). Mais cette efficacité semble aussi liée au débit de drainage, avec une efficacité d'autant plus forte que le débit est faible. L'efficacité constatée sur les quatre sites ayant des données de débits satisfaisantes (Ville-sur-Illon, La Bouzule, Haroué et Manoncourt-sur Seille) est un abattement moyen de 16% (allant de 6 à 25% selon les sites). L'ensemble de ces remarques reste toutefois à confirmer lors des prochaines campagnes de drainage.

3. Volet Phytosanitaire :

3.1. Dispositif « botte de paille » :

- sur les 39 prélèvements analysés (19 entrées, 20 sorties), aucun ne présentait de non-conformité vis-à-vis de la norme phytosanitaire pour les eaux brutes. 9 présentaient des non-conformités vis-à-vis du paramètre phytosanitaire pour l'eau potable (4 en entrée, 5 en sortie). Cette non-conformité est due à une concentration trop importante d'une molécule (supérieure à 0.1 µg/L) dans 6 de ces cas ou de plusieurs molécules (supérieure à 0.5 µg/L) dans les 6 autres cas.

	Concentration moyenne* (µg/L)	% d'analyses avec concentration >0 µg/L	% d'analyses avec concentration >0,1 µg/L	% d'analyses avec concentration >2 µg/L	Dernière campagne d'utilisation	Type de matière active
Chlortoluron	0,008	97%			2011	Herbicide
Napropamide	0,003	92%			2012	Herbicide
Diméthachlore	0,002	77%			2012	Herbicide
Oh-atrazine	0,029	69%			?	Molécule de dégradation d'un herbicide
Propyzamide	0,096	69%	13%		2012	Herbicide
Clomazone	0,005	56%			2012	Herbicide
Triallate	0,004	56%			2011	Herbicide
Atrazine	0,001	54%			?	Herbicide
Epoxiconazole	0,003	54%			2010	Fongicide
Tébuconazole	0,010	46%			2010	Fongicide
Boscalid	0,033	41%	3%		2012	Fongicide
Flufénacet	0,001	38%			2011	Herbicide
Glyphosate	0,109	33%	13%		2012	Herbicide
Propoxycarbazone	0,006	31%			2007	Herbicide
Dea	0,001	26%			?	Herbicide
Metazachlore	0,001	26%			?	Herbicide
AMPA	0,071	23%	3%		2012	Molécule de dégradation d'un herbicide
Isoproturon	0,009	23%			?	Herbicide
Propiconazole	0,002	23%			?	Fongicide
Carbendazime	0,000	21%			?	Insecticide
Nicosulfuron	0,022	15%	3%		?	Herbicide
Diflufenicanil	0,003	13%			2011	Herbicide
Fluoxastrobine	0,005	13%			?	Fongicide
Metconazole	0,007	13%			2012	Fongicide

*concentration moyenne des échantillons où la molécule a été quantifiée

Tableau 1 : liste des molécules les plus fréquemment retrouvées dans les analyses du dispositif de Jallaucourt durant la campagne de drainage 2011/2012

- Sur les 41 molécules quantifiées (71% d'herbicides, 24% de fongicides et 5% d'insecticides et molluscicides), 24 sont quantifiées dans au moins 10% des analyses (tableau 1) et 18 ont été utilisées sur la parcelle depuis 2006-2007, pour les autres, soit leur utilisation était antérieure, soit les apports sont autres (atmosphériques, dérive de pulvérisation, etc.).

- 5 matières actives ont été quantifiées au moins dans une analyse à une concentration supérieure à 0,1µg/L dont 4 utilisées durant la campagne 2011-2012 et aucune ne l'a été à une concentration supérieure à 2µg/L.

- Sur les 9 matières actives épandues durant la campagne 2011-2012, 7 sont retrouvées dans au minimum 13% des analyses.

- Sur 41 molécules utilisées sur ce site depuis la campagne 2006-2007 et analysées à ce jour, 56% (23) ne sont jamais quantifiées en 2011-2012.

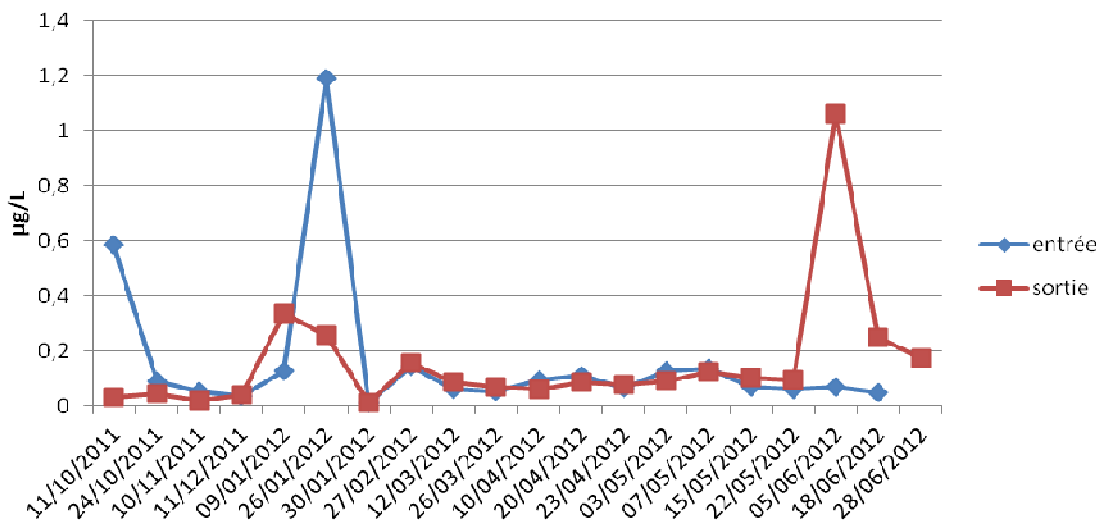


Figure 18 : Somme des concentrations en produits phytosanitaires en entrée et en sortie du dispositif de Jallaucourt sur la campagne 2011-2012.

- Dans 47% des cas les teneurs en pesticides des échantillons sont supérieures en sortie du dispositif qu'en entrée. Dans 11% des cas ces teneurs sont équivalentes et dans 42 % des cas les teneurs en sortie sont inférieures aux teneurs en entrée.

- Pour ce dispositif, Effmax = 0,93 µg/L (26/01/12) , Effmin = -0,99 µg/L (soit un relargage de molécules le 05/06/12). Concernant l'efficacité de ce dispositif vis-à-vis des phytosanitaires, trois périodes de fonctionnement se distinguent. Une première période d'octobre à fin janvier où le dispositif joue son rôle épuratoire puisque les concentrations en phytosanitaires baissent entre l'entrée et la sortie. Une seconde période, de fin janvier à début mai où le fonctionnement du dispositif paraît limité, les concentrations en phytosanitaires sont quasi équivalentes en entrée et en sortie. Puis une troisième période, de mai à fin juin où le site semble « relarguer » des phytosanitaires, les concentrations en phytosanitaires sont supérieures en sortie qu'en entrée.

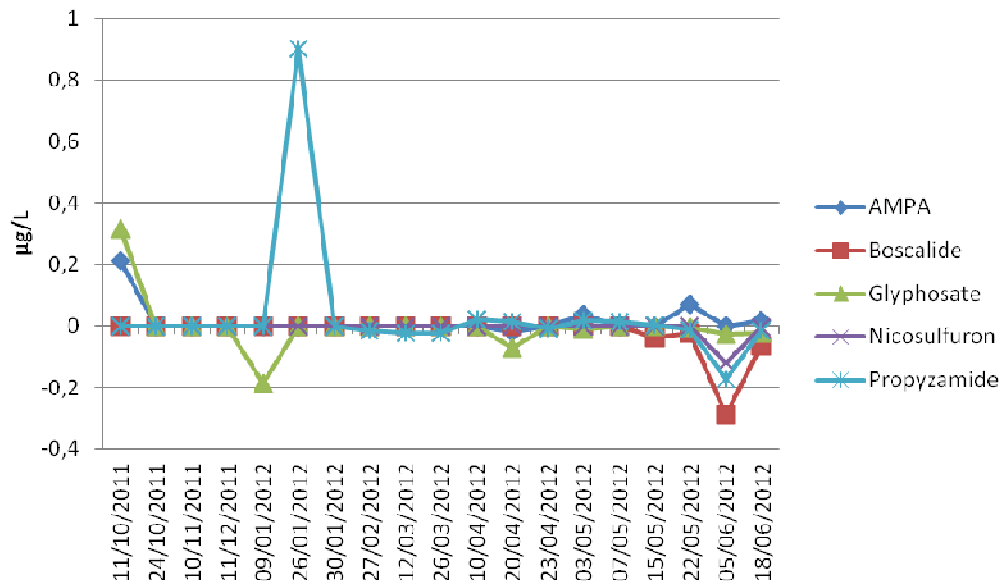


Figure 19 : différence de concentration entre l'entrée et la sortie du dispositif de Jallaucourt des molécules phytosanitaires retrouvées au moins une fois à plus de 0,1 µg/L.

La figure 19 permet de se rendre compte du « comportement » du dispositif vis-à-vis des molécules phytosanitaires exerçant le plus de pression sur la qualité des eaux de drainage durant la campagne 2011-2012 à Jallaucourt (molécules retrouvées au moins une fois à une concentration supérieure à 0,1 µg/L). Ce dispositif a limité les transferts d'AMPA et de propyzamide vers le cours d'eau, mais concernant le glyphosate son comportement est mitigé, avec une limitation des fuites en octobre mais des relargages par épisode début janvier, mi-avril et début juin.

Hypothèses sur l'explication des niveaux et variations de l'efficacité :

- Fixation de molécules à l'automne et au début de l'hiver : molécules à fort KOC (glyphosate) et/ou à faible solubilité (Propyzamide)

- Substances retrouvées dans le dispositif non appliquées sur la parcelle depuis de nombreuses années (Nicosulfuron): débordement du lit majeur du cours d'eau en juin suite à de violents épisodes orageux qui ont pu conduire à des apports d'eau et d'alluvions « étrangers » à la parcelle drainée étudiée.

- Substance appliquée sur la culture en place, retrouvée en sortie du dispositif et très peu en entrée : dérive lors de la pulvérisation (Boscalid)

- « relargage » de certaines molécules préalablement fixées dans le dispositif (propyzamide par exemple) en juin : dégradation de la botte de paille avec des conditions chaudes et humides et libération de certaines molécules phytosanitaires qui s'y étaient fixées.

3.2. Dispositif « fossé long non revégétalisé » :

- sur les 23 prélèvements analysés (12 entrées, 11 sorties), aucun ne présentait de non-conformité vis-à-vis de la norme phytosanitaire pour les eaux brutes. 15 présentaient des non-conformités vis-à-vis du paramètre phytosanitaire pour l'eau potable (8 en entrée, 7 en sortie). Cette non-conformité est due à une concentration trop importante d'une molécule (supérieure à 0.1 µg/L) dans 2 de ces cas ou de plusieurs molécules (supérieure à 0.5 µg/L) dans les 13 autres.

	Concentration moyenne* (µg/L)	% d'analyses avec concentration >0 µg/L	% d'analyses avec concentration >0,1 µg/L	% d'analyses avec concentration >2 µg/L	Dernière campagne d'utilisation	Type de matière active
Boscalide	0,043	100%	13%		2011	Fongicide
Diflufenicanil	0,012	100%			2012	Herbicide
Epoxyconazole	0,006	100%			2006	Fongicide
Isoproturon	0,635	100%	43%	13%	2012	Herbicide
Metolachlore	1,163	100%	9%	4%	?	Herbicide
Napropamide	0,023	100%	4%		2011	Herbicide
Clomazone	0,009	96%			2011	Herbicide
Cyproconazole	0,014	96%			2010	Fongicide
Dimethachlore	0,034	96%	9%		2011	Herbicide
Nicosulfuron	0,223	96%	9%	4%	2012	Herbicide
Carbendazime	0,004	87%			?	Insecticide
Metazachlore	0,013	87%	4%		2007	Herbicide
Propiconazole	0,004	83%			2010	Fongicide
Acétochlore	0,163	70%	17%		2009	Herbicide
Prosulfocarbe	0,005	70%			?	Herbicide
Mercaptodiméthur	0,002	65%			?	Molluscicide
Mesosulfuron-Me	0,005	65%			2010	Herbicide
Chlortoluron	0,001	52%			?	Herbicide
OH-atrazine	0,057	52%			?	Molécule de dégradation d'un herbicide
Propyzamide	0,027	48%			2011	Herbicide
Tebuconazole	0,002	43%			2007	Fongicide
Procymidone	0,087	39%	13%		2007	Fongicide
AMPA	0,149	35%	9%		?	Molécule de dégradation d'un herbicide
Fluoxastrobine	0,003	30%			2008	Fongicide
Mesotrione	1,172	30%	4%	4%	2012	Herbicide
DEA	0,001	26%			?	
DMTA-P	0,001	26%			?	Herbicide
Flufénacet	0,047	26%	4%		?	Herbicide
Metconazole	0,002	26%			2011	Fongicide
Azoxystrobine	0,001	22%			?	Fongicide
Tritosulfuron	0,010	22%			?	Herbicide
Atrazine	0,001	17%			?	Herbicide
Florasulam	0,006	17%			2009	Herbicide
Dichlormid	0,012	13%			?	Phytoprotecteur
Glyphosate	0,105	13%	4%		2009	Herbicide
Benoxacor	0,760	4%	4%		2012	Herbicide
Dicamba	0,235	4%	4%		2012	Herbicide

*concentration moyenne des échantillons où la molécule a été quantifiée

Tableau 2 : liste des molécules les plus fréquemment retrouvées dans les analyses du dispositif

Les zones épuratrices en sortie de drainage agricole, un outil supplémentaire pour la reconquête de la qualité des eaux de surface ? Expérimentation Chambre Régionale d'Agriculture de Lorraine. Janvier 2013

de Manoncourt sur Seille durant la campagne de drainage 2011/2012

- Sur les 41 molécules quantifiées (69% d'herbicides et 4% de molécules de dégradation, 21% de fongicides et 2% d'insecticides et molluscicides), 35 sont quantifiées dans au moins 10% des analyses (tableau 2) et 31 ont été utilisées sur la parcelle depuis 2006-2007, pour les autres, soit leur utilisation était antérieure, soit les apports sont autres (atmosphériques, dérive de pulvérisation, etc.).

- 15 matières actives ont été quantifiées au moins dans une analyse à une concentration supérieure à 0,1µg/L dont 5 utilisées durant la campagne 2011-2012 et 4 molécules l'ont été à une concentration supérieure à 2µg/L.

- Sur les 11 matières actives épandues durant la campagne 2011-2012, 6 sont retrouvées dans au minimum une analyse.

- Sur 50 molécules utilisées sur ce site depuis la campagne 2005-2006 et analysées à ce jour, 40% (20) ne sont jamais quantifiées en 2011-2012.

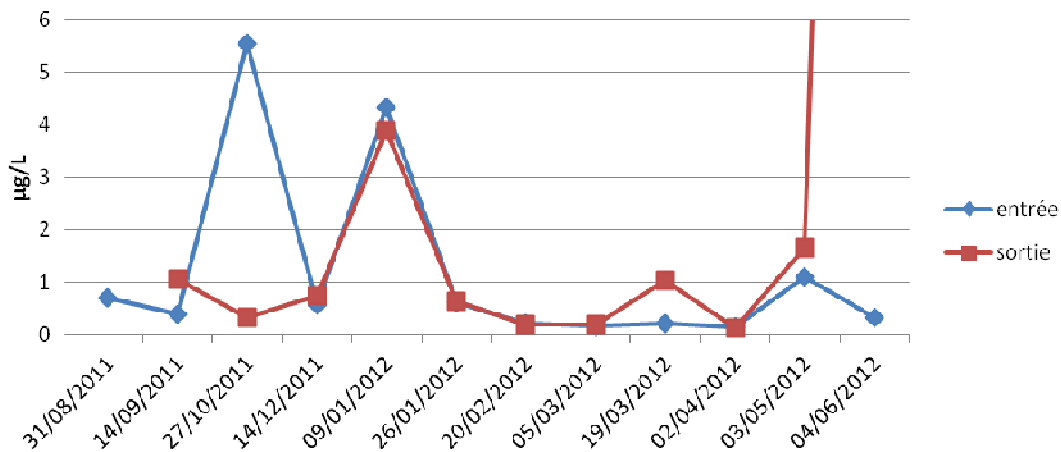


Figure20 : Somme des concentrations en produits phytosanitaires en entrée et en sortie du dispositif de Manoncourt sur Seille sur la campagne 2011-2012.

- Dans 60% des cas les teneurs en pesticides des échantillons sont supérieures en sortie du dispositif qu'en entrée. Dans 10% des cas ces teneurs sont équivalentes et dans 30 % des cas les teneurs en sortie sont inférieures aux teneurs en entrée.

- Pour ce dispositif, Effmax = 5,21 µg/L (27/10/11) , Effmin = -0,81 µg/L (soit un relargage de molécules le 19/03/12) ceci en excluant la valeur extrême observée le 04/06/12 qui n'est très certainement pas liée à un relargage du dispositif. Concernant l'efficacité de ce dispositif vis-à-vis des phytosanitaires, trois périodes de fonctionnement se distinguent. Une première période d'octobre à mi-décembre où le dispositif joue son rôle épuratoire puisque les concentrations en phytosanitaires baissent entre l'entrée et la sortie. Une seconde période, de mi-décembre à début mars où le fonctionnement du dispositif paraît limité, les concentrations en phytosanitaires sont quasi équivalentes en entrée et en sortie. Puis une troisième période, de mars à début mai où le site

semble « relarguer » des phytosanitaires, les concentrations en phytosanitaires sont supérieures en sortie qu'en entrée.

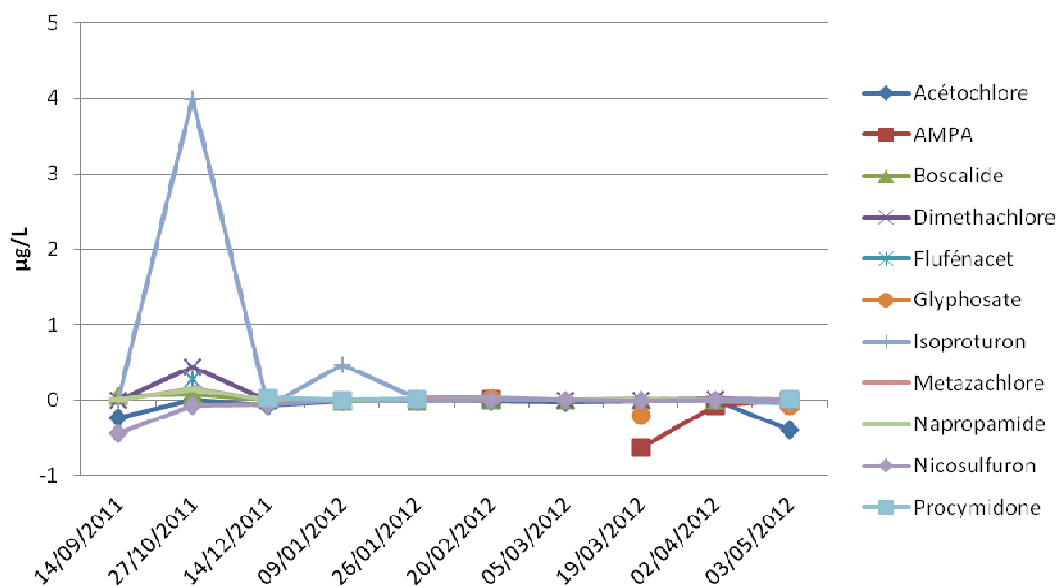


Figure 21 : différence de concentration entre l'entrée et la sortie du dispositif de Manoncourt sur Seille des molécules phytosanitaires retrouvées au moins une fois à plus de 0,1 µg/L.

La figure 21 permet de se rendre compte du « comportement » du dispositif vis-à-vis des molécules phytosanitaires exerçant le plus de pression sur la qualité des eaux de drainage durant la campagne 2011-2012 à Manoncourt sur Seille (molécules retrouvées au moins une fois à une concentration supérieure à 0,1 µg/L). Ce dispositif a limité les transferts de diméthachlore et principalement d'isoproturon vers le cours d'eau, mais concernant les autres molécules phytosanitaires retrouvées, son efficacité paraît limitée.

Hypothèses sur l'explication des niveaux et variations de l'efficacité :

- Fixation de molécules à l'automne et au début de l'hiver : molécules à faible KOC mais à durée de demi-vie relativement faible (< 25 jours) → dégradation des molécules dans le dispositif
- Substance appliquée sur la culture en place, retrouvée en sortie du dispositif et très peu en entrée : important lessivage suite à de fortes précipitations d'orage en mai-juin → entrée d'eau dans le dispositif autre que par la sortie de drainage
- « relargage » de certaines molécules préalablement fixées dans le dispositif (AMPA par exemple) en mars : minéralisation dans le dispositif de matières en suspensions qui ont sédimenté avec le retour de températures plus chaudes et donc libération de molécules fixées sur ces dernières.

3.3. Dispositif « fossé court revégétalisé » :

- sur les 34 prélèvements analysés (17 entrées, 17 sorties), aucun ne présentait de non-conformité vis-à-vis de la norme phytosanitaire pour les eaux brutes. 14 présentaient des non-conformités vis-à-vis du paramètre phytosanitaire pour l'eau potable (7 en entrée, 7 en sortie). Cette non-conformité est due à une concentration trop importante d'une molécule (supérieure à 0.1 µg/L) dans tous les cas et de plusieurs molécules (supérieure à 0.5 µg/L) dans 7 de ces cas.

	Concentration moyenne* (µg/L)	% d'analyses avec concentration >0 µg/L	% d'analyses avec concentration >0,1 µg/L	% d'analyses avec concentration >2 µg/L	Dernière campagne d'utilisation	Type de matière active
Metazachlore	0,009	100%			?	Herbicide
OH-atrazine	0,019	82%			?	Molécule de dégradation d'un Herbicide
DEA	0,005	79%			?	Herbicide
Atrazine	0,001	74%			?	Herbicide
Dimethachlore	0,001	68%			2009	Herbicide
Metsulfuron-Methyl	0,004	68%			2010	Herbicide
Propiconazole	0,005	68%			2010	Fongicide
Boscalide	0,007	65%			2009	Fongicide
Isoproturon	0,012	62%			?	Herbicide
Napropamide	0,006	62%			2009	Herbicide
Tebuconazole	0,006	50%			?	Fongicide
Cyproconazole	0,002	41%			2010	Fongicide
Nicosulfuron	0,085	41%	12%		?	Herbicide
Clomazone	0,001	32%			2009	Herbicide
Diflufenicanil	0,005	29%			?	Herbicide
2,4MCPA	0,129	26%	9%		2012	Herbicide
AMPA	0,169	24%	12%		2009	Molécule de dégradation d'un Herbicide
Glyphosate	0,256	24%	15%		2009	Herbicide
DMTA-P	0,001	21%			?	Herbicide
Epoxyconazole	0,005	18%			?	Fongicide
Flufénacet	0,013	18%			?	Herbicide
Mesotrione	0,047	18%	3%		?	Herbicide
Metolachlore	0,000	18%			?	Herbicide
Tritosulfuron	0,010	18%			?	Herbicide
Carbendazime	0,000	15%			?	Insecticide
Chlortoluron	0,003	12%			?	Herbicide
Picoxystrobine	0,001	12%			?	Fongicide
Clopyralid	0,916	9%	9%		?	Herbicide
					?	
Dicamba	0,116	6%	3%		?	Herbicide

*concentration moyenne des échantillons où la molécule a été quantifiée

Tableau 3 : liste des molécules les plus fréquemment retrouvées dans les analyses du dispositif de Broussey durant la campagne de drainage 2011/2012

- Sur les 41 molécules quantifiées (68% d'herbicides et 5% de molécules de dégradation, 24% de fongicides et 3% d'insecticides et molluscicides), 27 sont quantifiées dans au moins 10% des analyses (tableau 3) et 14 ont été utilisées sur la parcelle depuis 2008-2009, pour les autres, soit leur utilisation était antérieure, soit les apports sont autres (atmosphériques, dérive de pulvérisation, etc.).

- 7 matières actives ont été quantifiées au moins dans une analyse à une concentration supérieure à 0,1µg/L dont 1 utilisée durant la campagne 2011-2012 et aucune molécule l'a été à une concentration supérieure à 2µg/L.

- la seule molécule épandue sur ce site en 2012 a été quantifiée dans 26% des analyses.

- Sur 30 molécules utilisées sur ce site depuis la campagne 2008-2009 et analysées à ce jour, 50% (15) ne sont jamais quantifiées en 2011-2012.

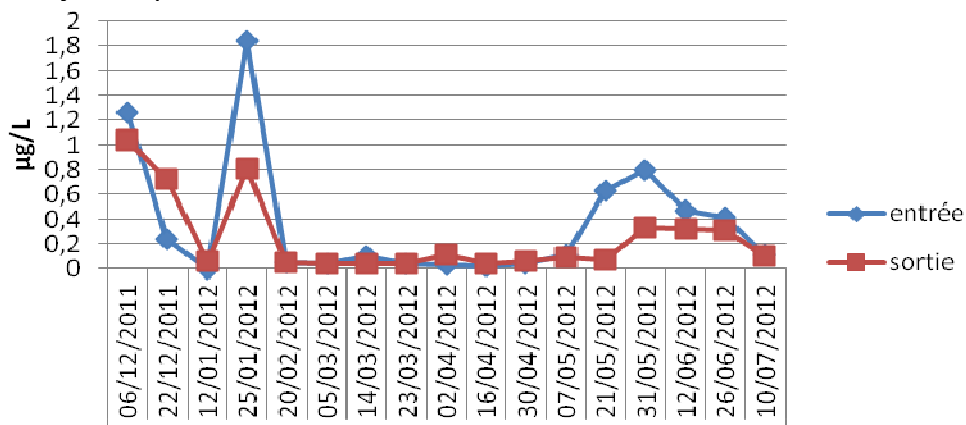


Figure 22 : Somme des concentrations en produits phytosanitaires en entrée et en sortie du dispositif de Broussey sur la campagne 2011-2012.

Dans 60% des cas les teneurs en pesticides des échantillons sont supérieures en sortie du dispositif qu'en entrée. Dans 10% des cas ces teneurs sont équivalentes et dans 30 % des cas les teneurs en sortie sont inférieures aux teneurs en entrée.

- Pour ce dispositif, Effmax = 5,21 µg/L (27/10/11) , Effmin = -0,81 µg/L (soit un relargage de molécules le 19/03/12) ceci en excluant la valeur extrême observée le 04/06/12 qui n'est très certainement pas liée à un relargage du dispositif. Concernant l'efficacité de ce dispositif vis-à-vis des phytosanitaires, trois périodes de fonctionnement se distinguent. Une première période d'octobre à mi-décembre où le dispositif joue son rôle épuratoire puisque les concentrations en phytosanitaires baissent entre l'entrée et la sortie. Une seconde période, de mi-décembre à début mars où le fonctionnement du dispositif paraît limité, les concentrations en phytosanitaires sont quasi équivalentes en entrée et en sortie. Puis une troisième période, de mars à début mai où le site semble « relarguer » des phytosanitaires, les concentrations en phytosanitaires sont supérieures en sortie qu'en entrée.

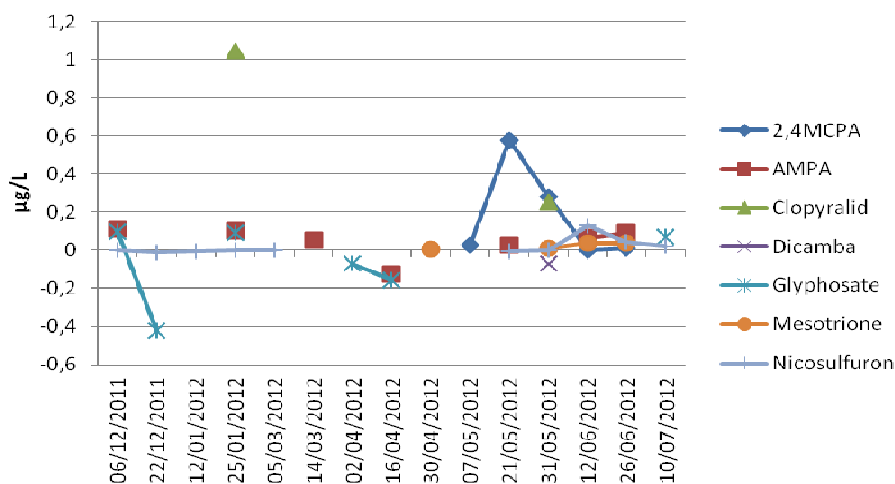


Figure 23 : différence de concentration entre l'entrée et la sortie du dispositif de Broussey des molécules phytosanitaires retrouvées au moins une fois à plus de 0,1 µg/L.

La figure 23 permet de se rendre compte du « comportement » du dispositif vis-à-vis des molécules phytosanitaires exerçant le plus de pression sur la qualité des eaux de drainage durant la campagne 2011-2012 à Broussey (molécules retrouvées au moins une fois à une concentration supérieure à 0,1 µg/L). Ce dispositif a principalement limité les transferts de 2,4 MCPA et Clopyralid vers le cours d'eau, mais concernant les autres molécules phytosanitaires retrouvées, son efficacité paraît limitée, surtout pour le glyphosate.

Hypothèses sur l'explication des niveaux et variations de l'efficacité :

- Fixation de molécules à l'automne et au début de l'hiver : molécules à faible KOC mais à durée de demi-vie relativement faible (< 25 jours) → dégradation des molécules dans le dispositif

- « relargage » de certaines molécules préalablement fixées dans le dispositif (Glyphosate quasi exclusivement) en décembre : apport exogène suite au débordement du lit majeur du cours d'eau dans le dispositif ou entrainement de molécules préalablement fixées dans le dispositif suite aux premières pluies significatives et au début de la période de drainage.

3.4. Dispositif « mare-tampon en S »

- sur les 17 prélèvements analysés (10 entrées, 7 sorties), cinq d'entre eux présentaient une non-conformité vis-à-vis de la norme phytosanitaire pour les eaux brutes (3 en entrée et 2 en sortie), 2 car la somme des concentrations des phytosanitaires dépassait 5µg/L et 3 car la concentration d'une molécule dépassait 2µg/L.

	Concentration moyenne* (µg/L)	% d'analyses avec concentration >0 µg/L	% d'analyses avec concentration >0,1 µg/L	% d'analyses avec concentration >2 µg/L	Dernière campagne d'utilisation	Type de matière active
Boscalide	0,03	100%			2008	Fongicide
Epoxyconazole	0,01	100%			2005	Fongicide
Nicosulfuron	0,81	100%	82%	12%	2011	Herbicide
Mesotrione	0,11	94%	35%		2011	Herbicide
Tritosulfuron	0,05	94%	18%		2011	Herbicide
Metolachlore	0,00	76%			?	Herbicide
Napropamide	0,00	59%			2004	Herbicide
Atrazine	0,00	53%			?	Herbicide
DEA	0,01	53%			?	Herbicide
OH-atrazine	0,13	53%	35%		?	Molécule de dégradation d'un herbicide
2,4MCPA	1,19	41%	29%	6%	2012	Herbicide
Clopyralid	0,57	41%	35%		2012	Herbicide
Fluquinconazole	0,00	41%			?	Fongicide
Iodosulfuron-Me	0,01	41%			2012	Herbicide
Mesosulfuron-Me	0,38	41%	29%		2012	Herbicide
Metsulfuron-Methyl	0,04	41%			?	Herbicide
Azoxystrobine	0,00	35%			?	Fongicide
Dinosèbe	0,00	35%			?	Herbicide
Metazachlore	0,00	35%			?	Herbicide
Prochloraze	0,58	35%	24%		2012	Fongicide
Propiconazole	0,00	35%			?	Herbicide
Isoproturon	0,00	29%			2005	Herbicide
Prosulfocarbe	0,00	29%			?	Herbicide
DMTA-P	0,00	24%			?	Herbicide
Fluoxastrobine	1,33	24%	24%	6%	2012	Fongicide
Carbendazime	0,00	18%			2004	Insecticide
Cyproconazole	0,00	18%			?	Fongicide
Dimethachlore	0,00	18%			?	Herbicide
Acétochlore	0,00	12%			2009	Herbicide
AMPA	0,23	12%	12%		2008	Molécule de dégradation d'un herbicide
Chlortoluron	0,00	12%			?	Herbicide
Clomazone	0,00	12%			?	Herbicide
DIA	0,00	12%			?	Herbicide
Flufénacet	0,00	12%			?	Herbicide
Glyphosate	0,15	12%	6%		2009	Herbicide
Prothioconazole	0,05	12%			2012	Fongicide

*concentration moyenne des échantillons où la molécule a été quantifiée

Tableau 4 : liste des molécules les plus fréquemment retrouvées dans les analyses du dispositif de La Bouzule durant la campagne de drainage 2011/2012

Les zones épuratrices en sortie de drainage agricole, un outil supplémentaire pour la reconquête de la qualité des eaux de surface ? Expérimentation Chambre Régionale d'Agriculture de Lorraine. Janvier 2013

- Sur les 43 molécules quantifiées (71% d'herbicides et 5% de molécules de dégradation, 21% de fongicides et 2% d'insecticides et molluscicides), 36 sont quantifiées dans au moins 10% des analyses (tableau 4) et 21 ont été utilisées sur la parcelle depuis 2003-2004, pour les autres, soit leur utilisation était antérieure, soit les apports sont autres (atmosphériques, dérive de pulvérisation, etc.).

- 11 matières actives ont été quantifiées au moins dans une analyse à une concentration supérieure à 0,1µg/L dont 5 utilisées durant la campagne 2011-2012 et 3 molécules l'ont été à une concentration supérieure à 2µg/L.

- Sur les 11 matières actives épandues durant la campagne 2011-2012, 8 sont retrouvées dans au minimum une analyse.

- Sur 34 molécules utilisées sur ce site depuis la campagne 2003-2004 et analysées à ce jour, 35% (12) ne sont jamais quantifiées en 2011-2012.

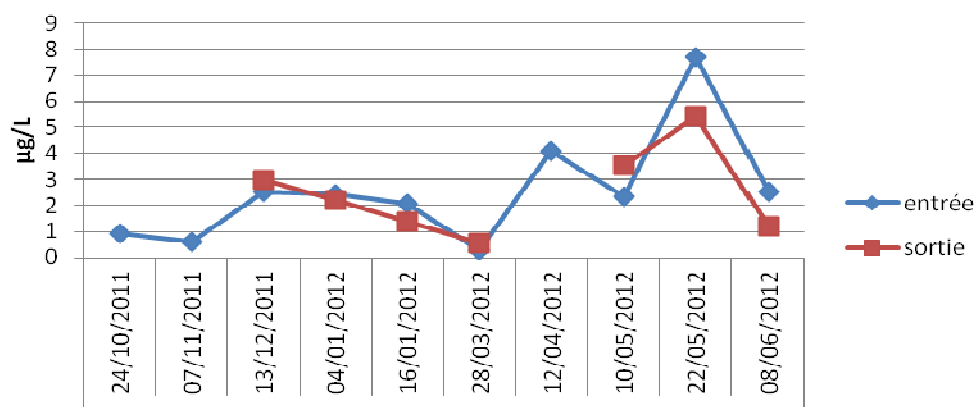


Figure 24 : Somme des concentrations en produits phytosanitaires en entrée et en sortie du dispositif de La Bouzule sur la campagne 2011-2012.

- Dans 42% des cas les teneurs en pesticides des échantillons sont supérieures en sortie du dispositif qu'en entrée. Dans 58 % des cas les teneurs en sortie sont inférieures aux teneurs en entrée. Il est important de noter que lorsque des analyses ont été faites en entrée mais pas en sortie de dispositif c'est parce que le débit d'eau entrant était très faible et que de part les infiltrations mais surtout l'évaporation (taille importante du dispositif), il n'y avait pas d'eau sortant du dispositif. On pourrait considérer dans ce cas précis que le dispositif a abattu 100% des phytosanitaires puisque sans le dispositif, cette eau serait directement allée dans le cours d'eau. Cela monterait à 70% des cas où les teneurs en phytosanitaires sont plus faibles en sortie qu'en entrée.

- Pour ce dispositif, Effmax = 2,29 µg/L (25/05/12) , Effmin = -1,21 µg/L (soit un relargage de molécules le 10/05/12). Concernant l'efficacité de ce dispositif vis-à-vis des phytosanitaires, les deux périodes où les débits étaient suffisants pour que de l'eau sorte du dispositif se ressemblent (de mi-décembre à fin mars et de mi-mai à début juin). En effet, avant ces périodes de débit important et comme dit précédemment, le dispositif offrant une grande surface d'échanges, l'eau entrant dans le dispositif mais n'en sortait pas. Mais lorsque l'eau s'est mise à sortir du dispositif, lorsque les débits de drainage ont augmenté, la première analyse révèle, sur les deux périodes en question, une concentration plus forte en phytosanitaires en sortie du dispositif qu'en entrée. Cela est sûrement dû

à un phénomène de concentration de certains phytosanitaires durant la période où de l'eau entre dans le dispositif mais n'en sort pas. Ensuite, les teneurs en phytosanitaires semblent globalement équivalentes ou plus faibles en sortie de dispositif qu'en entrée. De manière générale, ce dispositif semble jouer son rôle de zone tampon en lissant globalement les teneurs en phytosanitaires des eaux allant dans le cours d'eau.

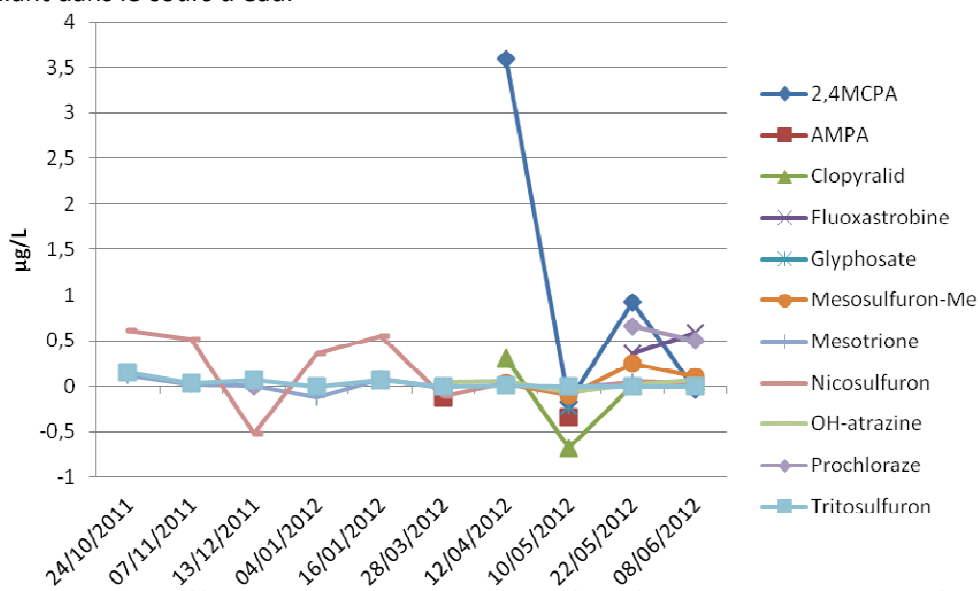


Figure 25 : différence de concentration entre l'entrée et la sortie du dispositif de La Bouzule des molécules phytosanitaires retrouvées au moins une fois à plus de 0,1 µg/L.

La figure 25 permet de se rendre compte du « comportement » du dispositif vis-à-vis des molécules phytosanitaires exerçant le plus de pression sur la qualité des eaux de drainage durant la campagne 2011-2012 à La Bouzule (molécules retrouvées au moins une fois à une concentration supérieure à 0,1 µg/L). Ce dispositif a limité les transferts de nicosulfuron, de prochloraze, de fluoxastrobine, mesosulfuron-Methyl et principalement de 2,4-MCPA vers le cours d'eau, mais concernant les autres molécules phytosanitaires retrouvées, son efficacité paraît limitée (notamment concernant le clopyralid et l'AMPA).

Hypothèses sur l'explication des niveaux et variations de l'efficacité :

- Parmi les molécules qui se stockent dans le dispositif lorsque celui-ci reçoit de l'eau ; mais qu'il n'y a pas d'eau qui en sort, deux comportements semblent se dessiner : certaines molécules semblent se stocker sans trop se dégrader comme le clopyralid ou en moindre mesure le nicosulfuron puisqu'on observe un relargage de ces dernières dès que de l'eau ressort du dispositif (abattement négatif, figure 17). Alors que le 2,4 MCPA semble s'être dégradé durant cette phase puisque lorsque l'eau ressort du dispositif, l'abattement est nul et non négatif. Ces comportements différents sont difficiles à expliquer puisque les propriétés physico-chimiques de ces différentes molécules sont très proches.

- l'AMPA est retrouvé en sortie du dispositif à deux reprises et jamais en entrée et ce à des teneurs supérieures à 0,1µg/L. Cette molécule, produit de dégradation du glyphosate appliqué la dernière fois sur la parcelle drainée en 2008, a du se stocker sur de la matière organique présente dans le dispositif, et suite à des périodes chaudes, cette matière organique s'est minéralisée et a libéré l'AMPA (fin mars et mi-mai).

3.5. Dispositif « fossé long en trois bassins »

- sur les 30 prélèvements analysés (15 entrées, 15 sorties), quatre d'entre eux présentaient une non-conformité vis-à-vis de la norme phytosanitaire pour les eaux brutes (2 en entrée et 2 en sortie), tous car la concentration d'une molécule dépassait 2µg/L.

	Concentration moyenne* (µg/L)	% d'analyses avec concentration >0 µg/L	% d'analyses avec concentration >0,1 µg/L	% d'analyses avec concentration >2 µg/L	Dernière campagne d'utilisation	Type de matière active
Chlortoluron	3,92	100%	30%	13%	2012	Herbicide
Flurtamone	0,00	97%			2011	Herbicide
Diflufenicanil	0,02	83%	3%		2012	Herbicide
Boscalide	0,01	80%			2010	Fongicide
Diméthachlore	0,02	77%			2010	Herbicide
Isoproturon	0,00	77%			2008	Herbicide
Epoxyconazole	0,00	73%			?	Fongicide
Napropamide	0,01	70%			2010	Herbicide
Tebuconazole	0,04	70%	13%		?	Fongicide
Atrazine	0,00	67%			?	Herbicide
Azoxystrobine	0,03	67%	7%		2012	Fongicide
Clomazone	0,03	67%	7%		2010	Herbicide
DEA	0,01	67%			?	
Cyproconazole	0,03	60%	7%		2012	Fongicide
OH-atrazine	0,01	53%			?	Molécule de dégradation d'un herbicide
Propiconazole	0,00	43%			2009	Fongicide
Carbendazime	0,00	40%			?	Insecticide
AMPA	0,11	27%	10%		2012	Molécule de dégradation d'un herbicide
Glyphosate	0,10	27%	17%		2012	Herbicide
Mesosulfuron-Me	0,01	23%			2011	Herbicide
DIA	0,00	17%			?	
Metazachlore	0,00	17%			?	Herbicide
Propoxycarbazone Na	0,00	17%			?	Herbicide
2,4MCPA	0,02	13%			2012	Herbicide
Mécoprop	0,02	13%			2012	Herbicide
Mercaptodiméthur	0,00	13%			?	Molluscicide
Metolachlore	0,00	10%			?	Herbicide
Prochloraze	0,00	10%			?	Fongicide
Prosulfocarbe	0,00	10%			?	Herbicide

*concentration moyenne des échantillons où la molécule a été quantifiée

Tableau 5 : liste des molécules les plus fréquemment retrouvées dans les analyses du dispositif de Ville sur Illon durant la campagne de drainage 2011/2012

- Sur les 34 molécules quantifiées (66% d'herbicides et 6% de molécules de dégradation, 22% de fongicides et 6% d'insecticides et molluscicides), 29 sont quantifiées dans au moins 10% des analyses (tableau 5) et 16 ont été utilisées sur la parcelle depuis 2006-2007, pour les autres, soit leur utilisation était antérieure, soit les apports sont autres (atmosphériques, dérive de pulvérisation, etc.).

- 8 matières actives ont été quantifiées au moins dans une analyse à une concentration supérieure à 0,1µg/L dont 6 utilisées durant la campagne 2011-2012 et 1 molécule l'a été à une concentration supérieure à 2µg/L.

- Sur les 11 matières actives épandues durant la campagne 2011-2012, 8 sont retrouvées dans au minimum une analyse.

- Sur 28 molécules utilisées sur ce site depuis la campagne 2006-2007 et analysées à ce jour, 43% (12) ne sont jamais quantifiées en 2011-2012.

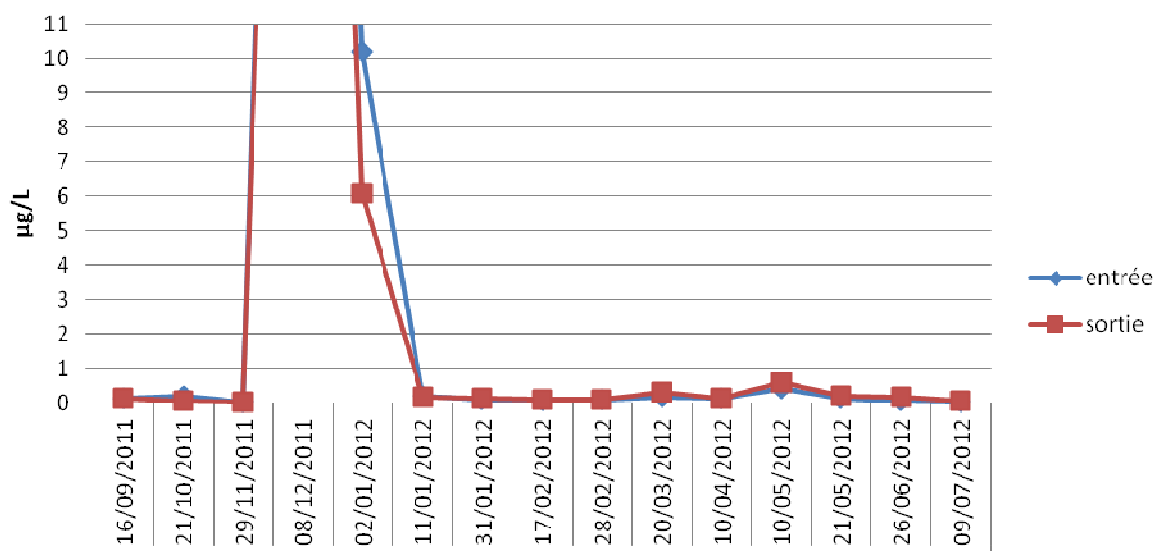


Figure 26 : Somme des concentrations en produits phytosanitaires en entrée et en sortie du dispositif de Ville sur Illon sur la campagne 2011-2012.

- Dans 43% des cas les teneurs en pesticides des échantillons sont supérieures en sortie du dispositif qu'en entrée. Dans 27 % des cas les teneurs en sortie sont inférieures aux teneurs en entrée et dans les 20% restant, les teneurs en entrée sont équivalentes à celles en sortie.

- Pour ce dispositif, Effmax = 4,1 µg/L (02/01/12) , Effmin = -0,17 µg/L (soit un relargage de molécules le 10/05/12). Concernant l'efficacité de ce dispositif vis-à-vis des phytosanitaires, elle semble intéressante puisque les teneurs en phytosanitaires sont faibles durant quasiment toute la période de drainage sauf pour le pic de chlortoluron constaté en décembre janvier où le dispositif a permis de réduire les concentrations en chlortoluron de 7,5 et 40% sur les deux dates en question. Ce pic correspond au premier pic de drainage de la campagne. Par contre le stockage de molécules dans le dispositif paraît limité sur le reste de la campagne de drainage mais les teneurs en phytosanitaires enregistrées y sont faibles.

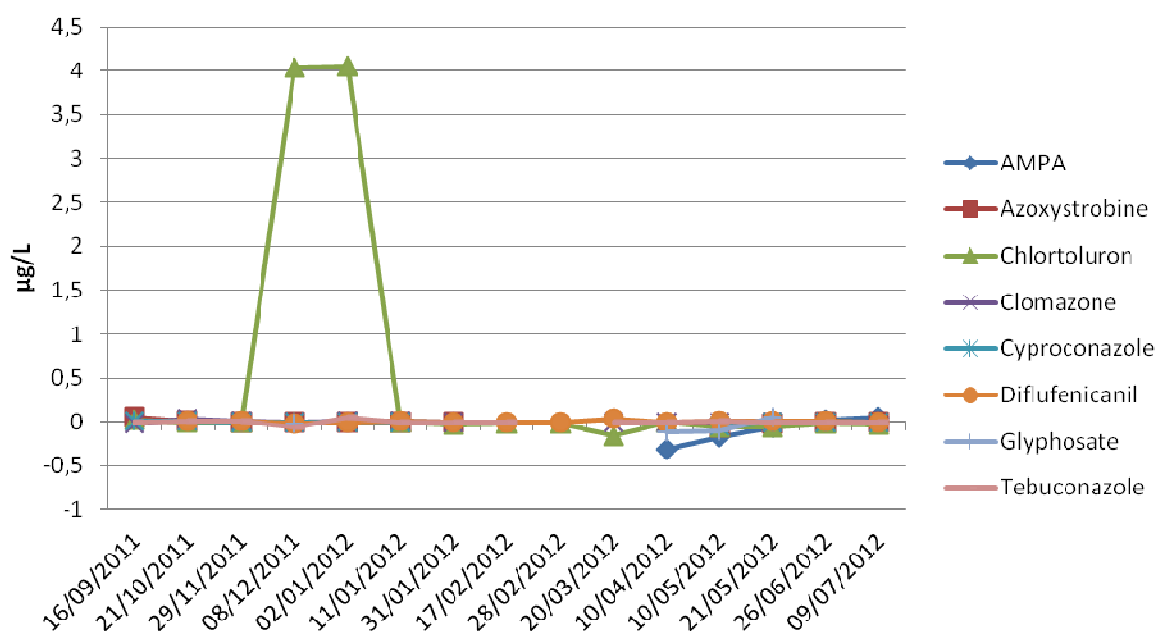


Figure 27 : différence de concentration entre l'entrée et la sortie du dispositif de Ville sur Illon des molécules phytosanitaires retrouvées au moins une fois à plus de 0,1 µg/L.

La figure 27 permet de se rendre compte du « comportement » du dispositif vis-à-vis des molécules phytosanitaires exerçant le plus de pression sur la qualité des eaux de drainage durant la campagne 2011-2012 à Ville sur Illon (molécules retrouvées au moins une fois à une concentration supérieure à 0,1 µg/L). Ce dispositif a principalement limité les transferts de chlortoluron vers le cours d'eau, mais concernant les autres molécules phytosanitaires retrouvées, son efficacité paraît limitée (notamment concernant l'AMPA).

Hypothèses sur l'explication des niveaux et variations de l'efficacité :

- Le chlortoluron semble avoir été stocké puis dégradé dans le dispositif puisque celui-ci ne se trouve pas relargué en sortie après les périodes d'entrée et d'abattement dans le dispositif.

- l'AMPA est retrouvé en sortie du dispositif à quatre reprises à des teneurs supérieures à 0,1µg/L alors qu'il est retrouvé quatre fois en entrée mais à des teneurs systématiquement inférieures à 0,1µg/L. Cette molécule, produit de dégradation du glyphosate appliqué la dernière fois sur la parcelle drainée en 2012, a du se stocker sur de la matière organique présente dans le dispositif, et suite à des périodes chaudes, cette matière organique s'est minéralisée et a libéré l'AMPA (avril-mai).

3.6. Dispositif « linéaire en trois bassins »

- sur les 13 prélèvements analysés (7 entrées, 6 sorties), aucun d'entre eux présentaient une non-conformité vis-à-vis de la norme phytosanitaire pour les eaux brutes.

	Concentration moyenne* (µg/L)	% d'analyses avec concentration >0 µg/L	% d'analyses avec concentration >0,1 µg/L	% d'analyses avec concentration >2 µg/L	Dernière campagne d'utilisation	Type de matière active
Boscalide	0,11	100%	15%		2012	Fongicide
Clomazone	0,02	100%			?	Fongicide
Cyproconazole	0,02	100%	8%		2012	Fongicide
Epoxyconazole	0,01	100%			?	Fongicide
Metazachlore	0,06	100%	31%		?	Herbicide
Napropamide	0,01	100%			?	Herbicide
Nicosulfuron	0,12	100%	23%		2012	Herbicide
Dimethachlore	0,01	92%			?	Herbicide
Mesosulfuron-Me	0,01	92%			?	Herbicide
Fluoxastrobine	0,01	85%			2011	Fongicide
Fluquinconazole	0,00	85%			?	Fongicide
Amidosulfuron	0,08	77%	31%		2011	Herbicide
Chlortoluron	0,28	77%	62%		?	Herbicide
Azoxystrobine	0,01	69%			?	Fongicide
Propiconazole	0,00	62%			2012	Fongicide
Atrazine	0,01	46%			?	Herbicide
DEA	0,01	46%			?	
Diflufenicanil	0,00	46%			?	Herbicide
Dinosébe	0,00	46%			?	Herbicide
DMTA-P	0,00	46%			?	Herbicide
Mercaptodiméthur	0,00	46%			?	Molluscicide
OH-atrazine	0,06	46%			?	Molécule de dégradation d'un herbicide
Picoxystrobine	0,00	46%			?	Fongicide
Carbendazime	0,00	38%			?	Insecticide
Metconazole	0,02	31%			2012	Fongicide
Metolachlore	0,00	31%			?	Herbicide
Metsulfuron-Methyl	0,00	31%			2012	Herbicide
AMPA	0,02	23%			2012	Molécule de dégradation d'un herbicide
DIA	0,00	23%			?	
Flufénacet	0,01	23%			?	Herbicide
Glyphosate	0,10	23%	8%		2012	Herbicide
Mesotrione	0,07	23%	8%		?	Herbicide
Prosulfocarbe	0,00	23%			?	Herbicide
Prochloraze	0,00	15%			?	Herbicide
Tebuconazole	0,00	15%			?	Fongicide
Tembotrione	0,00	15%			2010	Herbicide
2,4MCPA	0,00	15%			?	Herbicide

*concentration moyenne des échantillons où la molécule a été quantifiée

Tableau 6 : liste des molécules les plus fréquemment retrouvées dans les analyses du dispositif d'Haroué durant la campagne de drainage 2011/2012

- Sur les 38 molécules quantifiées (58% d'herbicides et 6% de molécules de dégradation, 31% de fongicides et 6% d'insecticides et molluscicides), 37 sont quantifiées dans au moins 10% des analyses (tableau 6). Il est difficile de le lier à des utilisations sur les parcelles collectées puisque 6 parcelles différentes sont drainées dans le dispositif et pour l'une d'entre-elle, nous n'avons pour le moment pas d'information concernant les pratiques culturales.

- 8 matières actives ont été quantifiées au moins dans une analyse à une concentration supérieure à 0,1µg/L mais aucune ne l'a été à une concentration supérieure à 2µg/L.

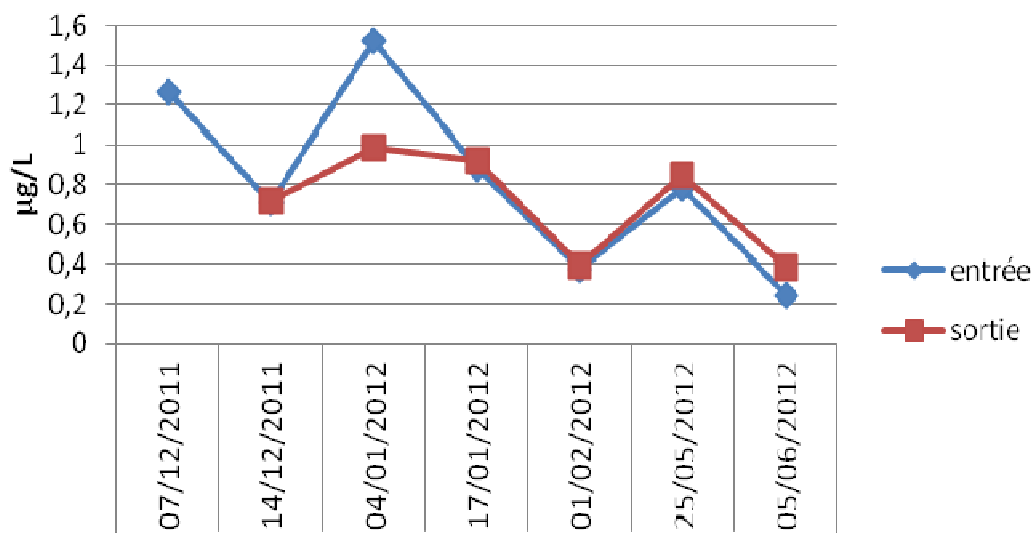


Figure 28 : Somme des concentrations en produits phytosanitaires en entrée et en sortie du dispositif d'Haroué sur la campagne 2011-2012.

- Dans quasiment tous les cas, les teneurs en pesticides des échantillons sont quasiment égales entre l'entrée et la sortie du dispositif. Le 04/01/12 est le seul prélèvement où il y a un abattement marqué en terme de concentration en phytosanitaires entre entrée et sortie du dispositif.

- Pour ce dispositif, Effmax = 0,54 µg/L (04/01/12) , Effmin = -0,14 µg/L (soit un relargage de molécules le 05/06/12). Concernant l'efficacité de ce dispositif vis-à-vis des phytosanitaires, elle semble intéressante puisque le site a permis de limiter le pic constaté au début de la campagne de drainage. Par contre le stockage de molécules dans le dispositif paraît limité sur le reste de la campagne de drainage.

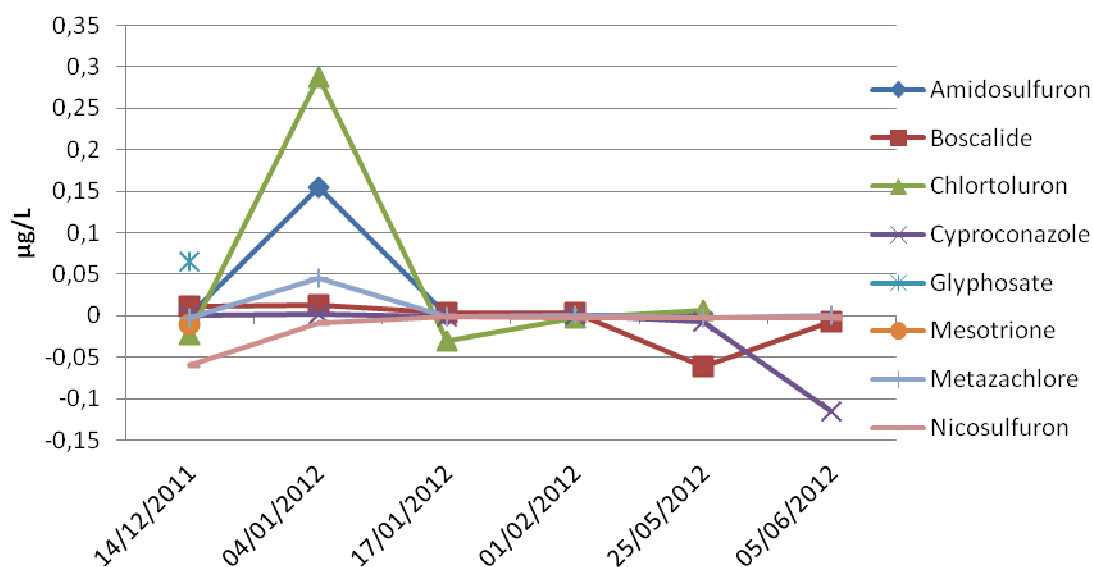


Figure 29 : différence de concentration entre l'entrée et la sortie du dispositif d'Haroué des molécules phytosanitaires retrouvées au moins une fois à plus de 0,1 µg/L.

La figure 29 permet de se rendre compte du « comportement » du dispositif vis-à-vis des molécules phytosanitaires exerçant le plus de pression sur la qualité des eaux de drainage durant la campagne 2011-2012 à Haroué (molécules retrouvées au moins une fois à une concentration supérieure à 0,1 µg/L). Ce dispositif a principalement limité les transferts de chlortoluron et d'amidosulfuron vers le cours d'eau, mais concernant les autres molécules phytosanitaires retrouvées, son efficacité paraît limitée.

Hypothèses sur l'explication des niveaux et variations de l'efficacité :

- Le chlortoluron, l'amidosulfuron et en moindre mesure le métazachlore semblent avoir été stockés puis dégradés dans le dispositif puisque ces molécules ne se trouvent pas relarguées en sortie après les périodes d'entrée et d'abattement dans le dispositif.

- les sorties de cyproconazole et de boscalid supérieures aux entrées en mai juin correspondent aux périodes de traitement et peuvent être dues à des entrées dans le dispositif autres que par le drainage (apports atmosphériques notamment).

Conclusion

- Méthodologie :

- Les difficultés techniques rencontrées sur certains sites non analysés dans ce rapport (Ollainville et Avillers-Sainte-Croix) ont été corrigées pour la future campagne de drainage ce qui permettra de les inclure dans la prochaine analyse.
- Certains sites vont être équipés au printemps 2013 de débitmètres en sortie de dispositif ce qui permettra de réaliser des bilans de matières entre entrée et sortie de dispositif et de mieux qualifier les abattements en phytosanitaires et en azote.

- Résultats :

- **Au niveau du paramètre azote**, l'efficacité des dispositifs est démontrée, avec une très forte variabilité intra-annuelle et entre les sites. La quasi-totalité des sites montre une efficacité lors des périodes « chaudes » d'automne et début été. L'efficacité constatée sur les quatre sites ayant des données de débits satisfaisantes (Ville-sur-Illon, La Bouzule, Haroué et Manoncourt-sur Seille) est un abattement moyen de 16% (allant de 6 à 25% selon les sites). Ce constat est d'autant plus marqué pour les sites bien végétalisés et pour le site avec la botte de paille.
- **Au niveau du paramètre phytosanitaire**, la quasi-totalité des dispositifs permet de limiter l'intensité du 1^{er} pic de phytosanitaires lié au début de la période de drainage à l'automne. Cela s'avère intéressant d'autant plus que ces premières eaux de drainage sont souvent chargées en phytosanitaires. L'efficacité constatée sur les quatre sites ayant des données de débits satisfaisantes (Ville-sur-Illon, La Bouzule, Haroué et Manoncourt-sur Seille) est un abattement moyen de 11%. Pour trois de ces sites (Ville-Sur-Illon, La Bouzule et Haroué) les valeurs d'abattement moyen sont assez centrées autour de 11% (de 11,7 à 11,9%).
- Concernant le dispositif de Manoncourt sur Seille (fossé long non végétalisé), les résultats semblent plus contrastés avec un relargage moyen annuel de 13%. En effet, les teneurs en sortie sont souvent proches de celles constatées en entrée et comme déjà constaté sur ce site certains phytosanitaires non épandus sont retrouvés en sortie et pratiquement pas en entrée.
- L'efficacité des dispositifs est globalement sous évaluée aujourd'hui. En effet, pour établir les abattements moyens, n'ayant pas à disposition de données de débit en sortie de dispositif, l'hypothèse que les débits d'entrée sont égaux aux débits de sortie est utilisée. Or en réalité, les débits de sortie sont sûrement inférieurs aux débits d'entrée. De plus, les teneurs en matières en suspensions (MES) ne sont pas suivies, or il a été observé sur la totalité des sites une sédimentation d'une partie de ces MES qui contiennent très certainement des phytosanitaires.