



HAL
open science

Impacts de systèmes de culture sur la qualité de l'eau, Analyse croisée de dispositifs expérimentaux en Bourgogne-Franche-Comté

Marjorie Ubertosi, Marie Prudhon, Arnaud Coffin, Marie Wagner,
Pierre-Marie Badot, Eric Lucot

► To cite this version:

Marjorie Ubertosi, Marie Prudhon, Arnaud Coffin, Marie Wagner, Pierre-Marie Badot, et al.. Impacts de systèmes de culture sur la qualité de l'eau, Analyse croisée de dispositifs expérimentaux en Bourgogne-Franche-Comté. INRAE Dijon Agroécologie. 2020. hal-04559661

HAL Id: hal-04559661

<https://hal.inrae.fr/hal-04559661v1>

Submitted on 25 Apr 2024

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.



IMPACTS DE SYSTÈMES DE CULTURE SUR LA QUALITÉ DE L'EAU

Analyse croisée de dispositifs expérimentaux en
Bourgogne-Franche-Comté

Projet ProSys

Le Projet ProSys vise à favoriser le développement de systèmes de culture permettant d'élever la production de protéines végétales en Bourgogne-Franche-Comté en combinant les performances économiques, environnementales et sociales dans le contexte de changements climatiques.



Tâche 3.2 du projet ProSys : Systèmes de culture innovants à enjeux protéines : Suivi de systèmes de culture et de services écosystémiques.



OBJECTIF

Les systèmes innovants font appel à une combinaison de techniques culturales comme l'allongement de la rotation et l'introduction de légumineuses. Pour être validés et applicables sur le terrain, ces systèmes doivent faire l'objet d'une évaluation multi-critères dont l'étude des impacts sur la qualité de l'eau.

En Bourgogne-Franche-Comté, le projet PSDR4 ProSys a pu bénéficier de données agronomiques et de suivi de l'eau du sol dans quatre dispositifs de longue durée déjà existants. Ces quatre dispositifs, répartis sur le territoire, ont permis l'acquisition et la synthèse de données locales. La validation des résultats passe par une analyse croisée des différents dispositifs au regard des données de la littérature.

REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier toutes les personnes qui se sont impliquées dans le suivi expérimental des quatre sites ainsi que les personnes impliquées dans la tâche 3.2 du projet PSDR4 ProSys. Plus particulièrement : Frédéric Lombard, François Degiorgi, Audrey Bolard, Xavier Antoine, Sandrine Vatinelle, le personnel du domaine d'Epoisses ainsi que les agriculteurs ayant mis leur parcelle à disposition.

QUELQUES MOTS SUR LA LOCALISATION

La rivière la Loue est alimentée par plusieurs affluents. Deux sous-bassins versants de la Loue ont été sélectionnés : le bassin versant du Grand Bief et celui de Plaisir Fontaine. Ces deux bassins versants présentent des climats différents du fait de leur différence d'altitude.

Au sein de chaque bassin versant, les types de sols retenus sont ceux qui sont les plus présents sur le bassin d'après la cartographie des sols. Les systèmes de culture choisis sont également ceux les plus rencontrés sur la zone.

Enfin, trois agriculteurs se sont portés volontaires pour mettre à disposition leurs parcelles pour l'instrumentation permettant le suivi de la qualité des eaux.



INFORMATIONS GÉNÉRALES SUR LES MODALITÉS DE L'ÉTUDE

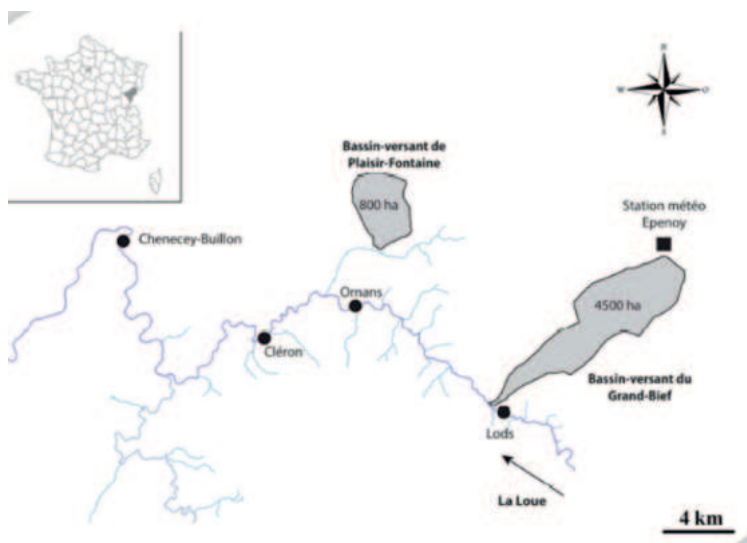
Étude située sur les plateaux du Jura avec un substrat karstique.

Les deux systèmes de culture étudiés sont :

- ➔ Prairie permanente pour la fauche
- ➔ Prairie temporaire puis cultures (orge, blé, seigle)

Les deux types de sols étudiés sont :

- ➔ Superficiels (< 20 cm)
- ➔ Moyennement profonds (20 - 60 cm)
- ➔ Sols peu acides et de texture limoneux-argileux



Localisation des deux bassins versants étudiés dans la vallée de la Loue (Bolard *et al.*, 2020)



Par conséquent, les 4 modalités étudiées par bassin versant sont :

- Prairie permanente sur sol superficiel
- Cultures sur sol superficiel
- Prairie permanente sur sol moyennement profond
- Cultures sur sol moyennement profond

MATÉRIEL DE SUIVI

12 lysimètres à plaques ont été installés dans chaque bassin versant (soit 3 plaques par modalités étudiées) : en 2015 dans le bassin versant du Grand Bief et en 2016 dans le bassin versant de Plaisir Fontaine. Ces lysimètres permettent de récolter l'eau gravitaire du sol en vue de sa caractérisation. En particulier les concentrations en nitrates ont été mesurées au regard des concentrations retrouvées dans les rivières. Le suivi a commencé en 2016 ou 2017 et jusqu'en 2019.

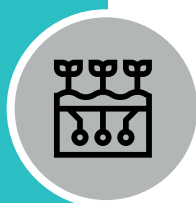


Lysimètre à plaques installé sous le mat racinaire (ci-dessus) et flacons permettant de recueillir les échantillons d'eau (à gauche)
(E. Lucot)

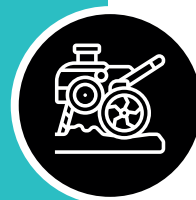
LES RÉSULTATS



Les résultats obtenus sur les années d'étude dans les deux bassins versants montrent des différences entre les **deux types d'occupation des sols** (prairie permanente et prairie temporaire /culture) : les prairies permanentes engendrent des eaux gravitaires collectées qui présentent les concentrations en nitrates les plus faibles.



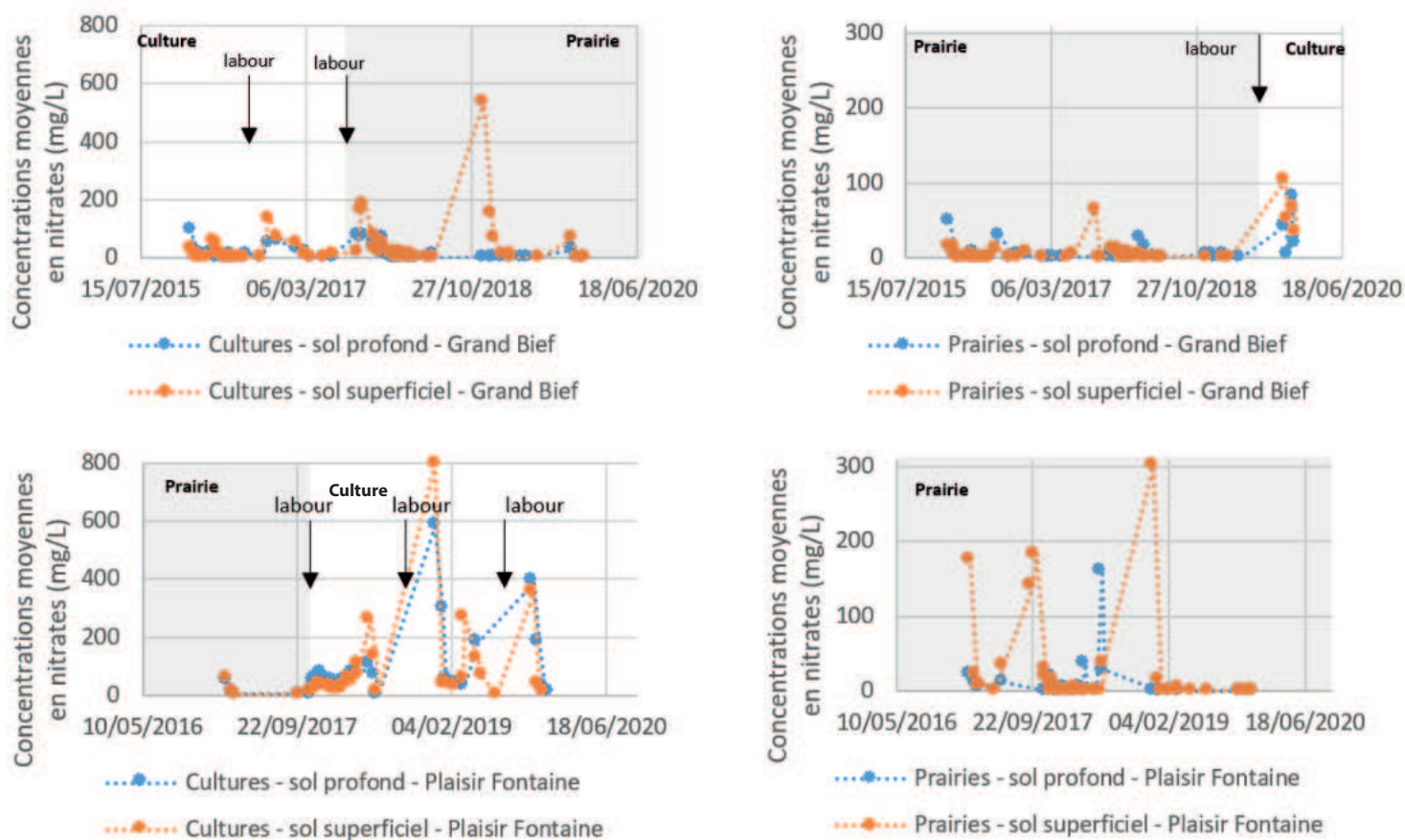
Dans le bassin versant du Grand Bief, les concentrations en nitrates des eaux gravitaires des sols **superficiels** semblent systématiquement supérieures aux concentrations retrouvées dans les sols moyennement profonds .



D'autre part, les **pratiques culturales** telles que le labour (labour pour implantation d'une culture/prairie) ou l'application d'engrais azotés entraînent une lixiviation importante des nitrates. Le labour pratiqué pendant la saison automnale ou hivernale va favoriser la minéralisation de l'azote et les plantes n'étant pas en période de « croissance », cet azote ne sera pas absorbé et risque d'être lixivié.



Enfin, les résultats montrent également que, suite à des interventions sur les parcelles type travail du sol, les concentrations relevées dans les eaux gravitaires sont suffisamment importantes pour impacter la qualité des eaux des cours d'eau avoisinants par écoulements de subsurface (Badot *et al.*, 2019 ; Bolard *et al.*, 2020).



Dynamique des concentrations moyennes en nitrates analysées dans les eaux lysimétriques du bassin versant de Plaisir Fontaine et du Grand Bief de 2016/2017 à 2020 ; interventions de travail du sol et cultures en place. (Bolard *et al.*, 2020)

A noter : les graphiques présentant la dynamique des nitrates dans l'eau du sol ne sont pas tous à la même échelle

Conclusion

Sur les plateaux jurassiens, les résultats obtenus dans deux sous-bassins versants de la Loue ont permis de montrer que le type de sol et le système de culture choisi influencent la qualité des eaux gravitaires de la parcelle.

Des interventions telles que le labour ou l'épandage d'intrants azotés peuvent libérer des quantités importantes de nitrates qui transitent ensuite jusqu'au cours d'eau avoisinants.

QUELQUES MOTS SUR LA LOCALISATION

La ferme expérimentale du domaine d'Epoisses possède plus de 130 hectares.

Un essai longue durée a été mené sur le domaine entre 2000 et 2018. Cet essai, nommé PIC Adventices, a été conduit en **lutte intégrée**, avec une **réduction de l'utilisation des herbicides** et introduction de **légumineuses** dans les rotations (Munier-Jolain, 2018). Cinq **parcelles** ont été instrumentées pour collecter et analyser l'eau du sol.



INFORMATIONS GÉNÉRALES SUR LES MODALITÉS DE L'ÉTUDE

Informations générales sur les parcelles :

- ➔ Surface de chaque parcelle : 1,7 hectares
- ➔ Type de sol : argilo-limoneux
- ➔ Climat : semi-continentale



Unité Expérimentale INRAE Domaine d'Epoisses

Systemes de culture étudiés :

Conduite et rotations des cinq parcelles

L'année 2018 a été une année d'homogénéisation avec l'implantation de blé sur les parcelles

	Conduite	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	
+	S1	Référence	Blé H	Orge H	Colza H	Blé H	Orge H	Colza H	Blé H
	S2	Semis direct	Orge P	Avoine (CI) puis Soja	Blé H	Triticale + Féverole	Blé H	Colza H	Blé H
	S3	Sans DM*	Blé H	Soja	Triticale	Orge P	Féverole H	Colza H	Blé H
	S4	Avec DM	Blé H	Orge P	Pois + Triticale	Colza H	Blé H	Soja	Blé H
-	S5	0 Herbicide	Luzerne	Mais	Blé H / Luzerne	Luzerne	Blé H	Orge H	Blé H

* Désherbage Mécanique

MATÉRIEL DE SUIVI

Deux lysimètres à mèche et six bougies poreuses (résultats non présentés) ont été installés sur chaque parcelle pour collecter l'eau du sol. Les installations ont eu lieu en 2011 et 2012. Les analyses des nitrates et des substances actives ont été réalisées de 2013 à 2018, 2017-2018 étant l'année d'homogénéisation.



Lysimètres à mèche en cours d'installation. La plaque est ensuite mise en contact avec le sol



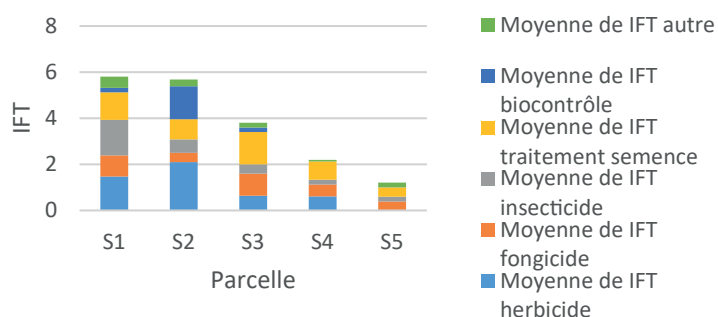
LES RÉSULTATS



PRESSION PHYTOSANITAIRE

Le système S5 (0 herbicide) présente naturellement l'IFT et le nombre de molécules actives appliquées les plus faibles.

L'introduction de légumineuses dans les rotations étudiées permet de diminuer les traitements phytosanitaires en rompant les cycles des adventices et des ravageurs.



IFT moyen par parcelle entre 2013 et 2017

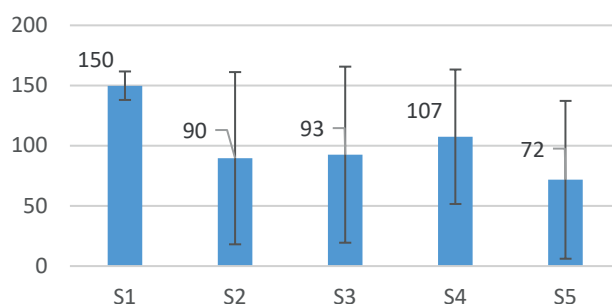


PRESSON AZOTÉE

Le système conventionnel (S1) se différencie des autres, avec une quantité d'azote moyenne de 150 kg/ha et une faible variabilité, liée à une rotation typique « Colza-Blé-Orge ».

L'introduction de légumineuses dans les différents systèmes (S2-S3-S4-S5) a permis de réduire les quantités moyennes d'azote apporté sur la période.

Ces systèmes présentent également une variabilité importante (représentée par les écarts-types) liée à la présence de légumineuses souvent peu ou pas fertilisées.



Quantité d'azote (kg/ha) moyenne apportée par parcelle entre 2013 et 2017

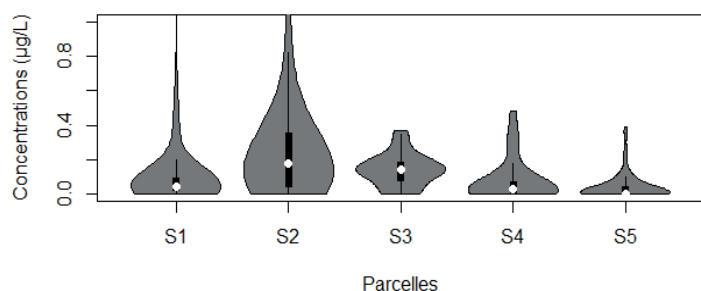


FLUX DE PESTICIDES

La distribution des concentrations des molécules retrouvées dans l'eau, toutes molécules confondues, montre que le système en semis direct (S2) est celui qui présente les concentrations les plus élevées et le système sans herbicide (S5) les plus faibles.

L'étude des substances retrouvées au regard des applications montre :

- que des molécules de désherbants non appliquées depuis 18 ans sont toujours retrouvées dans l'eau (S5), comme l'atrazine.
- les systèmes qui utilisent le plus de substances sont ceux où l'on en retrouve le plus, dont certaines n'ayant pas été appliquées sur la parcelle.



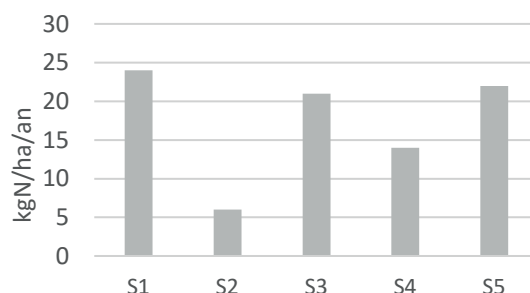
Distribution des concentrations des substances retrouvées dans l'eau



FLUX AZOTÉS

Le système en semis direct (S2) présente les pertes les plus faibles en azote.

Le système sans herbicide (S5) présente des quantités d'azote lixivié proches des trois autres systèmes : 18 mois après la destruction de la luzerne on observe une forte minéralisation de l'azote qui n'a pas été valorisé par la culture en place et a engendré d'importantes pertes (>100 mg/l).



Quantité d'azote moyenne perdu par lixiviation pour chaque système étudié (kgN/ha/an)

Conclusion

L'introduction de légumineuses dans la rotation peut permettre de diminuer les pressions azotées et phytosanitaires sur les parcelles.

Toutefois, la gestion de l'effet précédent est primordial : l'azote libéré par minéralisation des résidus (féverole, soja, luzerne...) doit être bien valorisé par les cultures suivantes.

QUELQUES MOTS SUR LA LOCALISATION

La 3ème expérimentation est une parcelle drainée chez un agriculteur à Virey-le-Grand. Le réseau de drainage mis en place en 1976 permet d'isoler hydrodynamiquement des sous-parcelles. L'eau des collecteurs peut être récupérée pour analyses. Deux sous-parcelles de 0,4 et 0,5 ha ont été suivies afin de caractériser la dynamique des nitrates et du glyphosate.



INFORMATIONS GÉNÉRALES SUR LES MODALITÉS DE L'ÉTUDE

Informations générales sur la parcelle :

- Surface de la parcelle : 10 hectares
- Type de sol : limono-argileux (limons battants)
- Climat : semi-continentale



Système de culture étudié :

C'est une parcelle en conduite conventionnelle avec une stratégie opportuniste de la part de l'agriculteur ; il n'y a pas de rotation type. Des légumineuses (soja) sont régulièrement implantées sur la parcelle.

Année de récolte	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Culture	Colza H	Blé H	Soja	Blé H	Soja/ Maïs	Blé H

Cultures implantées sur la parcelle de Virey-le-Grand de 2013 à 2018



MATÉRIEL DE SUIVI

L'eau des collecteurs se jette dans des augets basculants qui se déversent ensuite dans des bacs équipés d'une protection pour éviter les débordements (en bleu). Le nombre de basculements par minute est enregistré pour évaluer le débit. Les préleveurs collectent de l'eau dans le bac en fonction des volumes passés. Les analyses de nitrates ont été réalisées en laboratoire sur les échantillons d'eau collectés durant les campagnes de 2013/2014 à 2017/2018. Des analyses supplémentaires ont été réalisées en 2016-2017 : le glyphosate et son métabolite (AMPA) ont été recherchés.

Les données de concentrations en nitrates de la rivière du bassin versant où se situe la parcelle ont été récupérées sur le site www.naiades.eaufrance.fr : rivière la Thalie.

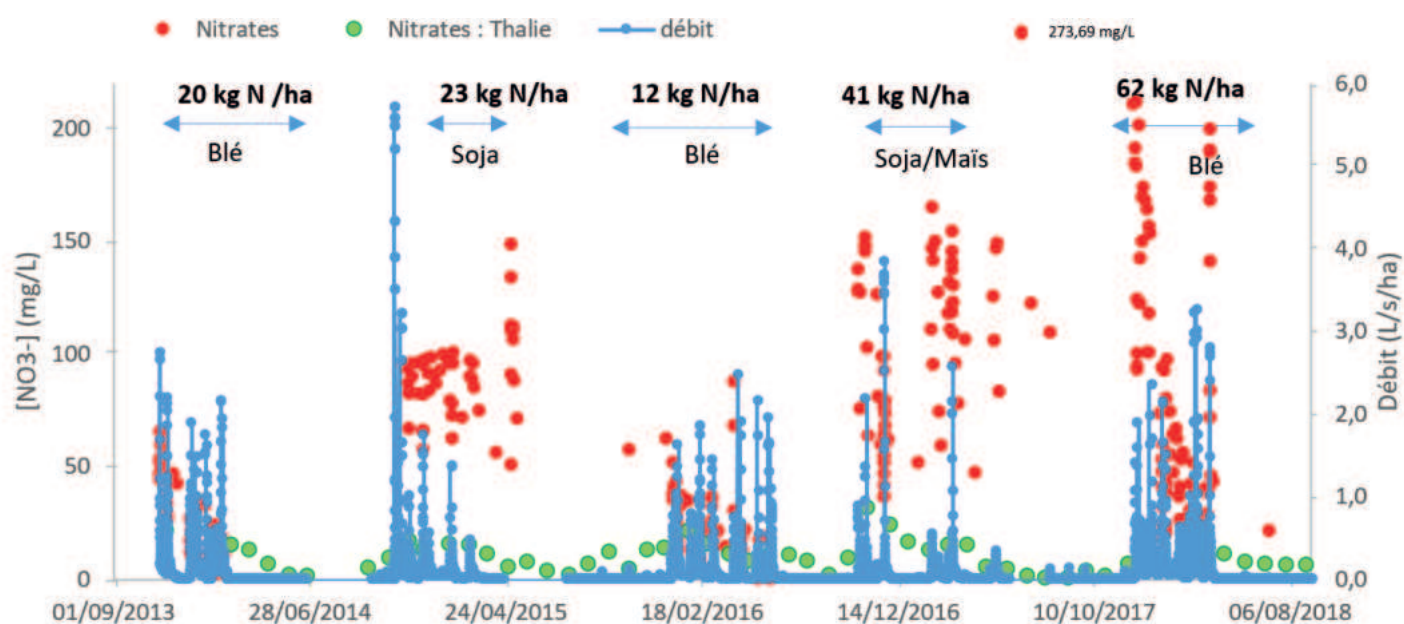


Equipement du collecteur d'une sous parcelle : auget basculant, bac de récupération et sa protection anti débordement (bleue), préleveur automatique



LES RÉSULTATS

DYNAMIQUE DES NITRATES



Dynamique du débit et de la concentration en nitrates de la sous-parcelle P5 ; dynamique de la concentration en nitrates de La Thalie ; Pertes en azote par campagne (kg/ha)



Les résultats montrent que les concentrations en nitrates sont plus faibles en année sèche (ex : campagne 2015/2016 - 12 kg/ha).



A l'automne 2016 (campagne 2016/2017), après la culture de blé, l'absence de couverture du sol jusqu'à l'implantation du soja/maïs a engendré des pertes importantes (41 kg N/ha) (Canovas, 2018).

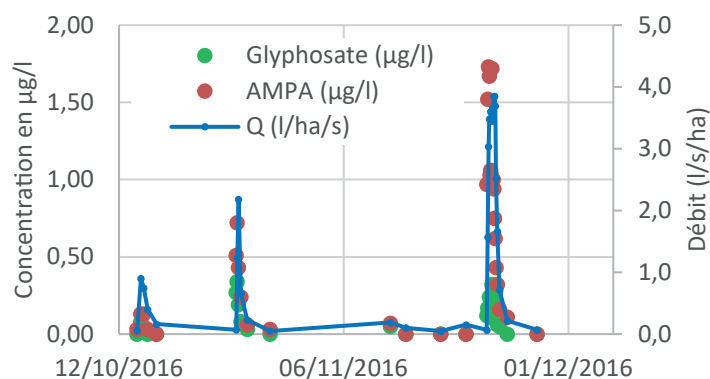


Enfin, la campagne 2017/2018 (blé précédent soja/maïs) présente des pertes d'azote importantes (62 kg/ha). Ceci est dû à une période chaude et sèche jusqu'en novembre 2017 suivies de pluies intenses. Les températures douces de l'automne ont permis une minéralisation des résidus. Les pluies qui ont suivi ont provoqué des pertes importantes d'azote.



Les concentrations en nitrates de la rivière la Thalie et les concentrations des eaux drainées de la parcelle drainée suivent la même dynamique. Cela signifie que sur la période étudiée le facteur climat a eu un impact sur la lixiviation des nitrates. Les concentrations les plus importantes sont retrouvées à l'automne. Toutefois la comparaison des concentrations des différents années met également en évidence l'effet des pratiques culturales.

DYNAMIQUE DU GLYPHOSATE



Dynamique du débit de la concentration en glyphosate et en AMPA - Parcelle P5



L'application de glyphosate a eu lieu le 31/08/2016 (1,215 kg de glyphosate/ha).



Les concentrations de glyphosate et d'AMPA (métabolite) augmentent lorsque le débit augmente (Canovas, 2018).



Ces concentrations dépassent la norme de potabilité de 0,1 µg/L mais restent inférieures à la norme de qualité environnementale (NQE) (28 µg/l pour le glyphosate et 452 µg/l pour l'AMPA).

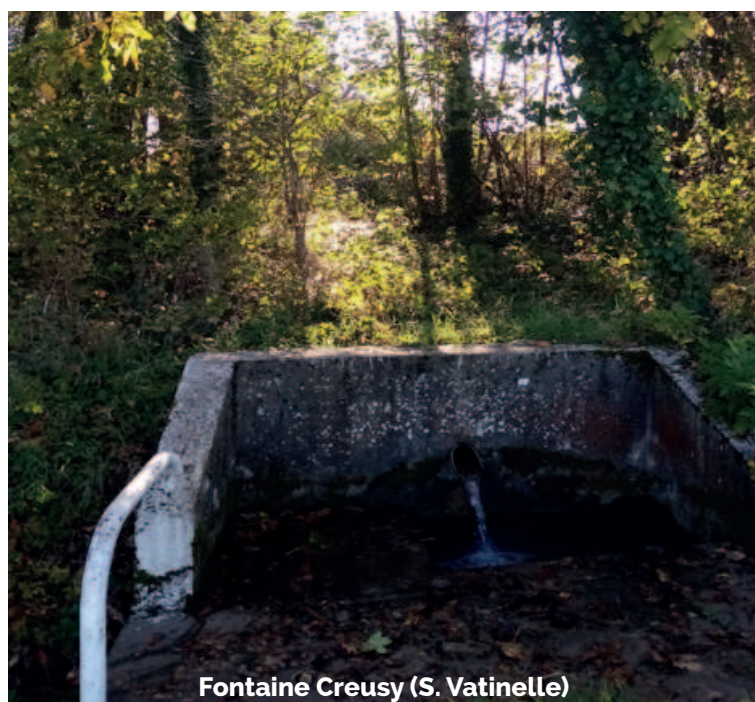
Conclusion

Les résultats obtenus sur la parcelle drainée de Virey-le-Grand montrent l'importance d'une couverture du sol à l'automne pour réduire les risques de lixiviation des nitrates.

De plus, les conditions climatiques conditionnent les pertes d'azote sur la parcelle et dans le bassin versant. Les concentrations en glyphosate et en AMPA augmentent avec les débits. Les teneurs sont supérieures à la norme de potabilité mais inférieures aux normes de qualité environnementale.

QUELQUES MOTS SUR LA LOCALISATION

La Fontaine Creusy, située dans la Plaine du Saulce, est une **source** alimentée par un petit bassin versant de 22,78 hectares comprenant une parcelle agricole et de la forêt. La forêt ne contribuant que très peu à la présence de nitrates dans l'eau, nous faisons donc l'hypothèse que les nitrates analysés dans l'eau de la Fontaine proviennent de la parcelle.



Fontaine Creusy (S. Vatinelle)

INFORMATIONS GÉNÉRALES SUR LES MODALITÉS DE L'ÉTUDE

Informations générales sur la parcelle :

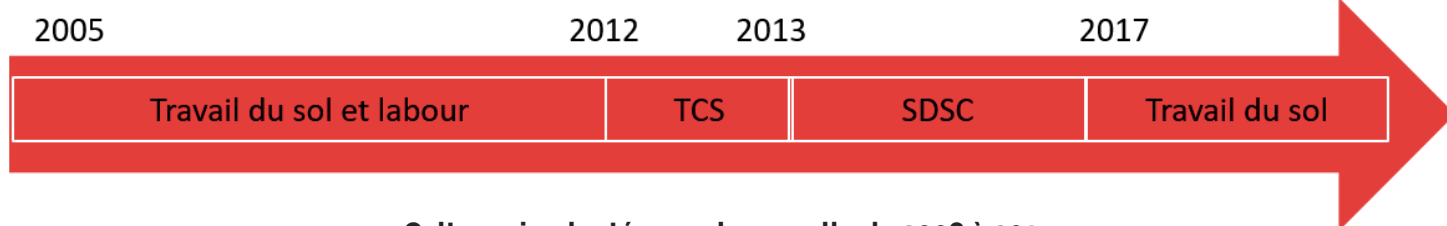
- ➔ Surface de la parcelle : 13,86 hectares
- ➔ Type de sol : colluviosol et rendosol peu à moyennement profond
- ➔ Climat : tendance océanique

Système de culture étudié :

Sous l'influence de l'Association pour la qualité de l'eau potable (Auxerre), la conduite de la parcelle a changé : d'abord menée en conventionnel, la parcelle a été convertie au Semis Direct Sous Couvert (SDSC) après un passage en Techniques Culturelles Simplifiées (TCS). Le pois a également été inclus dans la rotation (tableaux ci-dessous).



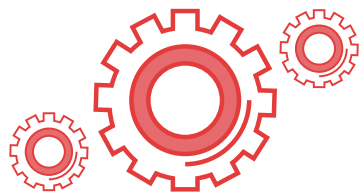
Différentes conduites réalisées sur la parcelle



Cultures implantées sur la parcelle de 2008 à 2019

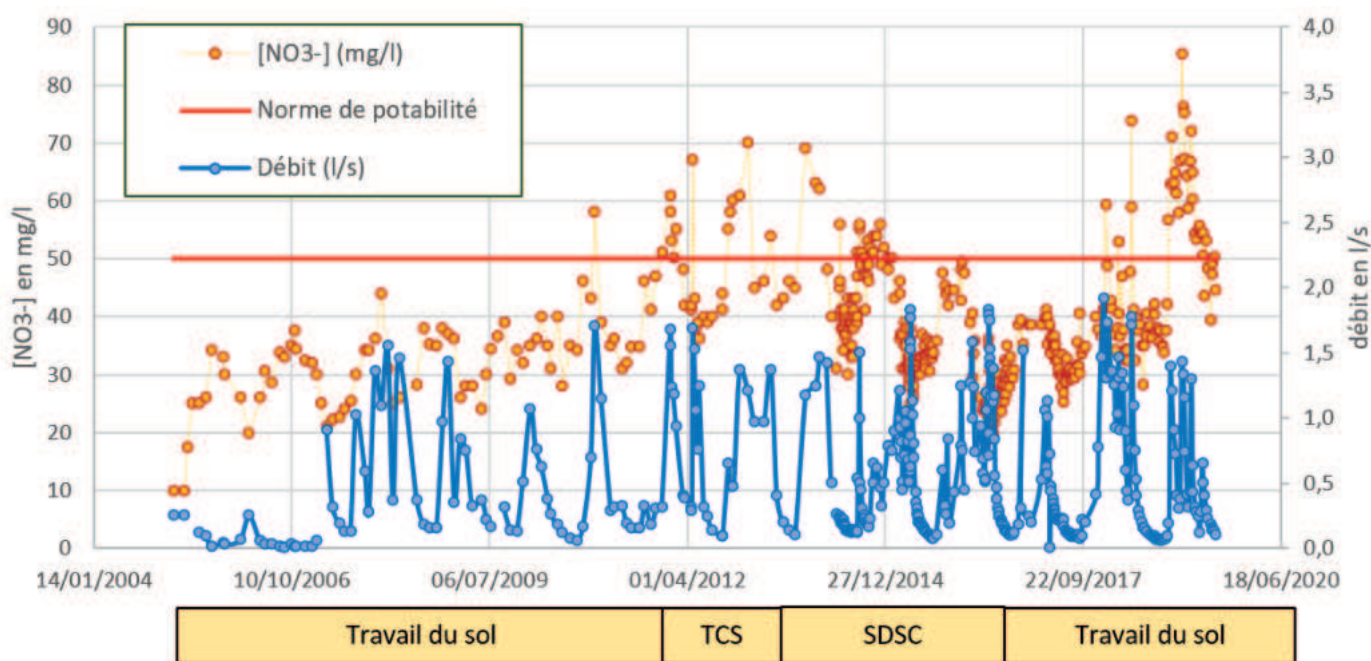
Années de récolte	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Culture	Blé H	Orge H	Colza	Blé H	Pois P	Blé H	Orge H	Blé H	Blé + colza H	Blé H	Pois H	Blé H

MATÉRIEL DE SUIVI



L'eau de la Fontaine est analysée depuis 2005 par l'Association pour la qualité de l'eau potable. Les suivis ont d'abord été mensuels jusqu'en 2014 puis hebdomadaires. Les résultats des analyses de la concentration et des flux de nitrates sont disponibles de 2005 à mi-2019. Ils permettent donc d'étudier l'impact du changement de pratiques sur la qualité de l'eau.

LES RÉSULTATS



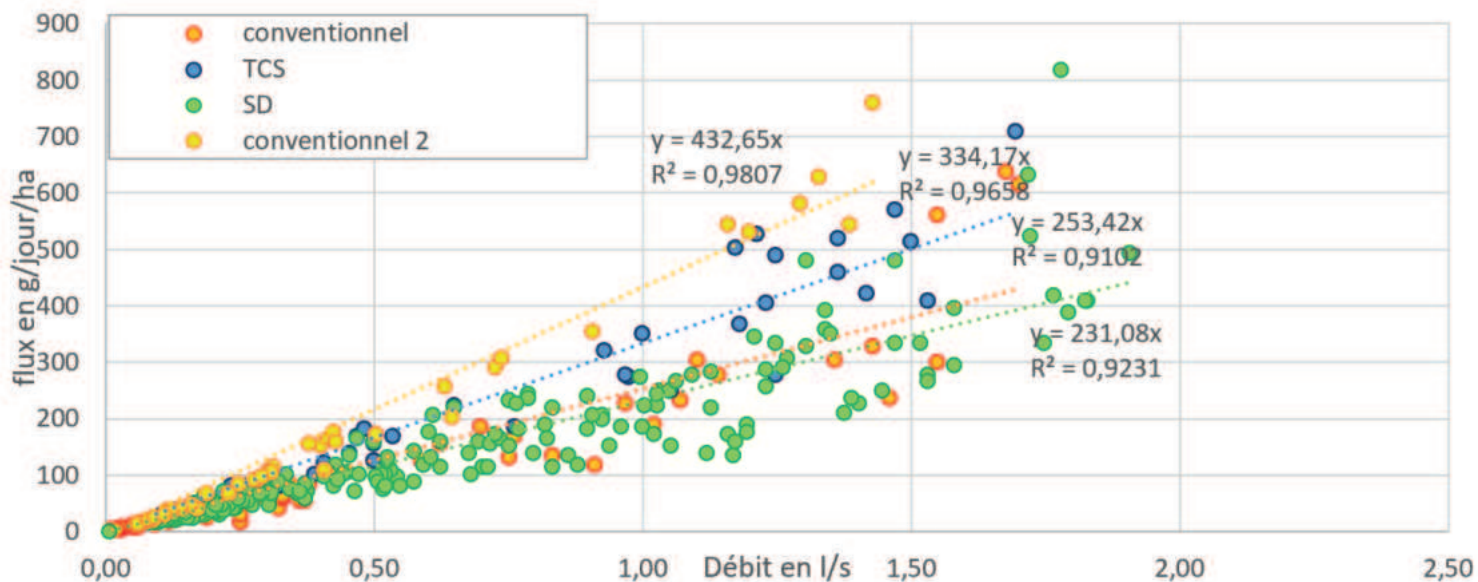
Débits et concentrations en nitrates à la Fontaine Creusy



Pendant les années de **travail du sol avec labour** (2005 à 2012), la concentration en nitrates $[NO_3^-]$ a **augmenté progressivement**. Pendant le passage en SDSC, pour des apports équivalents en nitrates, la concentration a diminué (TCS avril 2012 à novembre 2013, puis SDSC 2013-2017).



Ainsi, dans ce contexte pédo-climatique, le passage au **semis direct sous couvert de légumineuses** a permis de faire **diminuer la concentration en nitrates** dans l'eau de la source. En 2017, la reprise du labour lié à un changement d'exploitant a engendré une hausse significative de la concentration en nitrates dans l'eau (Rakotovao, 2018).



Débit et flux (g/jour/ha) de nitrates étudiés à la Fontaine Creusy



Les résultats précédents sont confortés par l'étude des flux de nitrates (volume d'eau drainée x concentration en nitrates). Le graphique ci-dessus montre que les pertes en nitrates sont les plus faibles en semis direct sous couvert (points verts) et que le retour au travail du sol a engendré les pertes les plus importantes (points jaunes).

Conclusion

Le suivi de la concentration en nitrates des eaux de la Fontaine Creusy, pendant la conversion en semis direct sous couvert de la parcelle en amont, a montré que cette conversion dans ce contexte pédo-climatique est un levier pour diminuer la lixiviation des nitrates.

Le retour à un système conventionnel entraîne une minéralisation forte et une lixiviation importante visible au moins sur deux années.

CONCLUSION DE L'ÉTUDE



Cette analyse croisée des résultats de quatre expérimentations longue durée a permis d'évaluer l'impact de systèmes de culture sur la qualité des eaux dans des situations pédoclimatiques contrastées.



L'introduction de légumineuse dans les rotations peut permettre la réduction des intrants azotés et phytosanitaires et par conséquent la diminution des pressions sur les masses d'eau.



En effet, les légumineuses permettent la fixation de l'azote atmosphérique grâce à des nodosités. Elles sont une bonne tête de rotation, diversifient l'assolement et permettent de rompre le cycle des bioagresseurs (Guinet *et al.*, 2019 ; Vertes *et al.*, 2010).



La pratique du semis direct sous couvert, les prairies permanentes et les parcelles en rotation avec légumineuses présentent les pertes en nitrates les plus faibles. L'implantation de luzerne ou de légumineuses à graines permet de stabiliser les nitrates dans le sol et ainsi également de diminuer le risque de lixiviation.



Toutefois, certaines situations sont à risque : le retournement de prairies ou de luzerne ou encore une reprise du travail du sol après SDSC peuvent entraîner une minéralisation importante et une lixiviation de nitrates parfois jusqu'à 18 mois après le retournement de la luzerne ou de la prairie.



Concernant la dynamique des produits phytosanitaires, les résultats des expérimentations ne permettent pas de tirer des conclusions claires. Il semble que les risques soient surtout présents les semaines suivant l'application toutefois des produits anciens sont également retrouvés régulièrement dans les eaux.

Ainsi maintenir la qualité de l'eau représente un enjeu essentiel mais complexe.

“ BIBLIOGRAPHIE

- BADOT P.M., LUCOT E., BOLARD A., CHANEZ E., DEGIORGI F. 2019. Etude de l'état de santé des rivières karstiques en relation avec les pressions anthropiques sur leurs bassins versants. Volet : Fonctionnement des sols agricoles (carbone, azote et phosphore) sur les bassins versants de deux affluents de la Loue. 28 mai 2019.
- BOLARD A., DEGIORGI F., LUCOT E., BADOT P.M. 2020 . Transfert de carbone, d'azote et de phosphore depuis les sols agricoles des bassins versants karstiques de deux affluents de la Loue
- CANOVAS L. 2018. Impact des pratiques agricoles sur la qualité des eaux. Etude et comparaison des facteurs contrôlant la dynamique des nitrates et du glyphosate sur la parcelle expérimentale de Virey-Le-Grand. Rapport de stage. 2018. p1-32.
- GUINET M., NICOLARDOT B., DUREY V. 2019. Fixation symbiotique de l'azote et effet précédent: toutes les légumineuses à graines se valent-elles ?
- MUNIER-JOLAIN N., DEYTIEUX V., GUILLEMIN J.P., GRANGER S. 2008. Conception et évaluation multicritères de prototypes de systèmes de culture dans le cadre de la Protection Intégrée contre la flore adventice en grandes cultures. Innovations Agronomiques. 2008, 3, 75-88.
- RAKOTOVAO H.N. 2018. Etude des effets du changement de pratiques sur l'activité biologique des sols et sur la qualité de l'eau. Mémoire de stage.
- RENAUT P. 2014. Etude des effets du semis direct sous couvert sur le sol et sur la qualité de l'eau. Mise en place d'un protocole de suivi sur l'aire d'alimentation du captage Grenelle de la plaine du Saulce. Rapport de stage. Université de Bourgogne.
- THIEL P. 2017. Caractérisation de la dynamique de l'eau et des intrants à la parcelle : comparaison de dispositifs. Rapport de stage. p1-23.
- VERTES F., JEUFFROY M.H., JUSTES E. 2010. Connaître et maximiser les bénéfices environnementaux liés à l'azote chez les légumineuses, à l'échelle de la culture, de la rotation et de l'exploitation. Innovations agronomiques, 2010. vol. 11, p. 25-44.



POUR CITER CE DOCUMENT

UBERTOSI M., PRUDHON M., COFFIN A., WAGER M., BADOT P.M., LUCOT E. (2020). Impact de systèmes de culture sur la qualité de l'eau : Analyse croisée de dispositifs expérimentaux en Bourgogne-Franche-Comté, Projet PSDR ProSys, Bourgogne-Franche-Comté.



PLUS D'INFOS SUR LE PROGRAMME PSDR ET LE PROJET

www.psd.fr
<http://www6.inra.fr/psdr-bourgogne>



Scannez et découvrez la version numérique !

Pour scanner, utiliser l'appareil photo de votre smartphone
ou télécharger l'application gratuite Unitag disponible sur
PlayStore et AppleStore

Si vous ne parvenez pas à accéder au contenu,
rendez-vous directement sur :
<https://www6.inrae.fr/psdr-bourgogne/>



CONTACTS

Marjorie UBERTOSI (AgroSup Dijon)
marjorie.ubertosia@agrosupdijon.fr

Candice LAROCHE (INRAE)
candice.laroche@inrae.fr

Christophe LECOMTE (INRAE)
christophe.lecomte@inrae.fr

Marie-Claude LEMOINE (INRAE)
marie-claude.lemoine@inrae.fr



CRÉATION GRAPHIQUE

Manon PEYRARD (AgroSup Dijon)
manon.peyrard@agrosupdijon.fr