7 › Le drainage est-il encore utile aujourd'hui ?

21 › Le drainage est-il compatible avec les enjeux environnementaux ?

51 › Comment intégrer les fonctionnalités du drainage agricole à l'échelle d'un territoire ?

N° 32 – 2020

Sciences Eaux & Territoires

DRAINAGE AGRICOLE : ENJEUX, CONNAISSANCES, PERSPECTIVES

INRAE

Avant-propos

3 *Luc SERVANT, Jean-Yves GROSCLAUDE et Jean-Louis LEDEUX*

Le drainage est-il encore utile aujourd'hui ?

08 **Principes techniques et chiffres du drainage agricole**
De la tuyautique à l'hydro-diplomatie
Bernard VINCENT

16 **Témoignage – Assainissement et drainage**
à l'échelle d'une exploitation agricole du Maine et Loire
Valentin BEAUVAL

19 **Témoignage – Assainissement et drainage**
sur la plaine du Gharb au Maroc
Abdelilah TAKY

Le drainage est-il compatible avec les enjeux environnementaux ?

22 **Influence des itinéraires techniques et qualité de l'eau en sortie de drainage**
Alain DUTERTRE, Déborah RENAULT, Jonathan MARKS-PERREAU et Benoît RÉAL

32 **Gérer les eaux de drainage agricole :**
du génie hydraulique au génie écologique
Julien TOURNEBIZE, Hocine HENINE et Cédric CHAUMONT

42 **Focus – Accompagnement de projets agricoles :**
expertise et mise en œuvre opérationnelle du diagnostic de zones humides
Bertrand DURY

48 **Focus – Labellisation d'un drainage responsable**
Jean-François CHAPUIS et Laurence THIBAUD

Comment intégrer les fonctionnalités du drainage agricole à l'échelle d'un territoire ?

52 **Évaluation du pouvoir épurateur des zones tampons humides artificielles en sortie de drainage en contexte lorrain**
Frédéric PIERLOT, Philippe GOETGHEBEUR et François-Xavier SCHOTT

62 **Innovation dans le domaine du dialogue territorial**
pour gérer les impacts du drainage à l'échelle d'un territoire
François BIRMANT

66 **Interview – Rôle d'une association syndicale**
pour une approche collective d'un projet territorial de drainage
Michel WALLE

ÉDITORIAL

Le drainage agricole consiste à évacuer l'eau hors des parcelles lorsque celle-ci est en excès. Cette technique très ancienne a permis de diversifier les cultures, améliorer et sécuriser les rendements, assainir les prairies . Depuis les années 1990, les enjeux, l'intérêt et les impacts du drainage agricole font débat entre les différents acteurs. Parmi les critiques évoquées, on retrouve l'aggravation des crues à l'aval des bassins versants, l'accroissement des pollutions par les nitrates et les pesticides, et la destruction des zones humides.

Aujourd'hui, les techniques alliant l'hydraulique douce et l'ingénierie écologique progressent ainsi que les études expérimentales permettant de quantifier les impacts réels du drainage sur l'hydrologie et la qualité des cours d'eau. Faisant suite à un colloque sur le thème « Drainage agricole : enjeux, connaissances, perspectives » co-organisé le 12 octobre 2018 à Paris par l'Association française pour l'eau, l'irrigation et le drainage (AFEID), l'Association nationale de drainage et d'hydraulique agricole responsable (ANDHAR-Draineurs de France) et l'Assemblée permanente des chambres d'agriculture (APCA), ce numéro thématique de la revue *Sciences Eaux &Territoires* donnent la parole aux experts scientifiques et techniques du drainage en Europe et au-delà. Agriculteurs, agences de l'eau, associations... témoignent aussi de leurs bonnes pratiques de drainage autour de projets de territoire conciliant enjeux environnementaux et socio-économiques.

Pour les acteurs français du drainage réunis à Paris en octobre 2018, les enjeux au-delà du colloque sont de poursuivre les échanges sur le plan national et local et renforcer les travaux techniques et scientifiques afin de contribuer dans le futur au déploiement de solutions partagées et opérationnelles à l'échelle des exploitations et à celle des territoires. Grâce à ce numéro spécial, faisons le point sur les connaissances, pointons les incertitudes et controverses, dépassons les préjugés !

Bonne lecture.

La rédaction.

Très développé dans les années 1980, le drainage concerne aujourd'hui 10 % de la surface agricole utile en France, soit environ trois millions d'hectares

© Andhar-Draineurs de France

AVANT-PROPOS

Le drainage des terres agricoles est une pratique ancestrale nécessaire dans certains territoires pour adapter l'agriculture aux aléas climatiques. Le drainage permet l'évacuation ponctuelle de l'eau de pluie en excès dans le sol. En améliorant la circulation de l'eau, l'aération du sol et en maintenant un taux d'humidité suffisant, le drainage favorise le développement de la faune et de la flore du sol. Bénéficiant de meilleures conditions d'enracinement, les plantes supportent mieux les contraintes liées à l'excès d'eau en hiver, ou à la sécheresse en été, les parasites se développent moins. Le drainage sécurise la production : les rendements sont plus réguliers, et souvent améliorés. Enfin, il permet d'envisager l'agriculture biologique dans certains territoires hydromorphes.

Très développé dans les années 1980 en parallèle des politiques de réaménagement du foncier agricole, le drainage concerne aujourd'hui 10 % de la surface agricole utile (SAU), soit environ trois millions d'hectares. Associé à l'intensification agricole jugée polluante et prédatrice des ressources en eau et en terre, accusé de détruire les zones humides et d'accélérer les inondations, le drainage agricole est aujourd'hui controversé par la société civile.

Pourtant, de nombreuses innovations techniques viennent en complément d'une utilisation judicieuse et parcimonieuse des intrants pour garantir la qualité des projets et des travaux, diminuer l'impact sur l'environnement, améliorer la qualité des eaux et développer la biodiversité. Ces évolutions méritent d'être connues et développées.

Dans un contexte de changement climatique et d'attentes sociétales imposant des pratiques culturales de plus en plus précises et diversifiées, le drainage agricole soulève ainsi de nombreuses questions mais pourrait également apporter des solutions pérennes et contribuer à répondre à de nouveaux enjeux alimentaires et environnementaux.

Trente ans après le dernier colloque organisé en France sur le drainage, il était temps d'aborder à nouveau ce sujet

C'est pourquoi Chambres d'Agriculture France, ANDHAR-Draineurs de France et l'Association française pour l'eau, l'irrigation et le drainage (AFEID) ont co-organisé un colloque national sur le drainage agricole le 12 octobre 2018 à Paris. Cette journée à destination de l'ensemble des acteurs de la gestion de l'eau poursuivait les objectifs suivants : rappeler les enjeux du drainage agricole, partager l'état de la connaissance, échanger sur les controverses et débattre des perspectives.

En termes de méthode, les organisateurs souhaitaient poser sereinement les éléments du débat, entendre les questionnements, relayer les résultats scientifiques et s'appuyer sur des retours d'expérience pour favoriser un dialogue constructif entre acteurs. Le programme a été établi avec le concours du Comité scientifique réunissant les spécialistes des différents organismes publics concernés : AFB (Agence française pour la biodiversité), CGAAER (Conseil général de l'alimentation, de l'agriculture et des espaces ruraux – ministère de l'Agriculture), INRA (Institut national de la recherche agronomique), AFA (Association française d'agronomie), Irstea (Institut national de recherche en sciences et technologies pour l'environnement et l'agriculture)[1], ARVALIS-Institut du végétal, CNRS (Centre national de la recherche scientifique).

La journée était articulée autour de quatre séquences :

- Le drainage agricole est-il encore utile aujourd'hui ?
- Le drainage est-il compatible avec les enjeux environnementaux ?
- Comment intégrer les fonctionnalités du drainage agricole à l'échelle d'un territoire ?
- Quelles perspectives pour le drainage agricole ?

Dix-sept intervenants se sont relayés pour présenter des interventions sous des formats dynamiques et diversifiés alternant témoignages d'agriculteurs et d'acteurs locaux, présentations scientifiques, retours d'expériences, temps de discussions et débats.

1. Les deux établissements INRA et Irstea ont fusionné en janvier 2020 pour devenir INRAE, Institut national de recherche pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement.

La participation rencontrée lors de ce colloque témoigne des attentes et questionnements existants sur le sujet du drainage agricole. Cent-cinquante personnes sont venues d'horizons variés : agriculture, services de l'État, agences de l'eau, instituts techniques et scientifiques, associations de protection de la nature, entreprises, collectivités et structures gestionnaires… La présence d'acteurs internationaux indique que la problématique dépasse les frontières.

Les différentes interventions, dont la plupart font l'objet d'articles scientifiques et de témoignages d'acteurs dans ce numéro, ont permis de mettre en évidence que le drainage agricole est un outil de gestion de l'eau au service de l'agro-écologie. Cet outil est d'autant plus pertinent que le changement climatique prévoit un accroissement des événements extrêmes, aussi bien du point de vue des excès d'eau que des sécheresses. Le drainage augmente la résilience des systèmes agricoles et facilite le développement des pratiques culturales innovantes, en permettant de réduire le recours aux intrants et/ou au travail du sol. Pour prendre en compte les enjeux environnementaux, le drainage agricole évolue et les techniques de remédiation associées permettent non seulement d'améliorer la qualité des eaux de surface, mais également de favoriser la biodiversité de ces milieux.

Cependant le drainage agricole doit être appréhendé au-delà de la parcelle et le dialogue entre acteurs du territoire est indispensable à la bonne intégration des enjeux à l'échelle du bassin versant pour des projets cohérents dans l'espace et dans le temps.

Le programme, la qualité des interventions et le climat d'écoute mutuelle de la journée ont largement contribué à la satisfaction des participants qui ont plébiscité l'événement [2].

Quelles perspectives pour demain ?

À l'issue de cet événement, le drainage agricole apparait comme un outil indispensable à l'agriculture de demain, tout en ayant évolué dans sa conception pour intégrer les enjeux environnementaux. Cependant, de nombreuses actions restent à conduire.

Il parait essentiel de poursuivre le dialogue amorcé lors de cette journée entre les différents acteurs de l'eau. En effet, l'écoute mutuelle, les échanges et la collaboration entre acteurs est indispensable à une approche globale de la ressource à l'échelle des territoires, qui est la seule approche pertinente notamment dans le contexte de changement climatique.

Pour nourrir ce dialogue, il convient de s'appuyer sur des données et des résultats d'expériences fiables et diffusables au-delà des sphères agricoles. La compréhension des fonctionnements des agroécosystèmes nécessite des visites de terrain pour conserver le pragmatisme nécessaire. Un travail de recueil de données, d'études et d'expérimentations sur le sujet du drainage agricole serait utilement conduit en France et en Europe.

Des échanges constructifs avec les services instructeurs de l'État permettraient une meilleure appréhension et une vision partagée du cadre réglementaire et des mesures compensatoires à imaginer conjointement.

La recherche scientifique doit être poursuivie pour explorer de nombreux sujets tels que drainage et stockage de carbone, l'influence du drainage sur les prairies (portance des sols, productivité, aspects sanitaires), l'approche intégrée du drainage dans les écosystèmes forestiers, l'optimisation des zones tampons, l'évaluation des bioréacteurs, la mise en œuvre du drainage contrôlé dans les polders. Du côté des sciences humaines et sociales, il s'agit aussi de concevoir des méthodes participatives et des outils pour faciliter le dialogue territorial autour des enjeux de l'eau et du drainage à l'échelle du bassin versant, comme l'illustrent les expérimentations menées en Seine-et-Marne.

Les co-organisateurs avec de nombreux partenaires entendent poursuivre la dynamique engagée par cette journée pour apporter des réponses scientifiques et techniques aux questions posées et réunir les conditions d'un dialogue harmonieux entre acteurs basé sur la compréhension équilibrée des différents enjeux d'une saine synergie entre production agricole et préservation de l'environnement. ■

2. Quatre-vingt-quinze pour cent des participants ayant répondu au questionnaire de satisfaction déclarent que le programme a répondu à leurs attentes et 97 % souhaitent le renouvellement d'un tel événement.

Andhar-draineurs de france

ANDHAR-Draineurs de France (Association nationale pour le drainage et l'hydraulique agricole responsable) est une association loi 1901 qui a pour mission de promouvoir un drainage agricole responsable. Composée de sociétés et coopératives de drainage, de bureaux d'études, de chambres d'agriculture et de fabricants de matériels de drainage, l'association centralise les informations relatives au drainage et à l'hydraulique agricole, et diffuse auprès des adhérents, partenaires et institutionnels. Pour garantir des travaux respectueux de l'environnement, l'Association propose une labellisation du drainage responsable apportant ainsi des garanties de qualité aux agriculteurs et à la société.

Chambres d'agriculture france

Les Chambres d'agriculture sont des établissements publics dits consulaires, pilotées par des élus professionnels représentant les principaux acteurs du secteur agricole, rural et forestier. Les Chambres d'agriculture interviennent aux côtés des agriculteurs au niveau de l'exploitation agricole et à l'échelle territoriale : faisabilité technico-économique, conseil réglementaire, diagnostic, etc. Dans le cadre de leurs missions consulaire et de développement agricole, les Chambres d'agriculture sont des interlocuteurs des pouvoirs publics et des partenaires scientifiques et techniques.

Association française pour l'eau, l'irrigation et le drainage

L'Association française pour l'eau, l'irrigation et le drainage (AFEID) est une association à but non lucratif créée en 1952. L'AFEID regroupe l'expertise française sur les questions d'eau pour l'alimentation et le développement des territoires ruraux. Ses membres sont des experts adhérents à titre individuel et des organisations : profession agricole, sociétés d'aménagement régional, organismes de recherche, agences de l'eau, bureaux d'études, associations, fondations. L'AFEID contribue au débat sur les enjeux agricoles et environnementaux liés à l'eau par l'organisation régulière de rencontres régionales ou nationales et de conférences internationales.

Les auteurs

Luc SERVANT
Vice-président de la Commission Environnement,
APCA, Assemblée permanente
des Chambres d'agriculture
9, avenue George V, F-75008 Paris, France.
luc.servant@apca.chambagri.fr

Jean-Yves GROSCLAUDE
Président de l'AFEID,
Association française pour l'eau,
l'irrigation et le drainage,
361 rue Jean-François Breton, BP 5095,
F-34196 Montpellier Cedex 5, France.
afeid@inrae.fr

Jean-Louis LEDEUX
Président de ANDHAR-Draineurs de France,
Association nationale pour le drainage
et l'hydraulique agricole responsable,
Maison des Chambres d'agriculture,
9, avenue George V, F-75008 Paris, France.
contact@andhar.fr

Le drainage est-il encore utile aujourd'hui ?

©MayerDrainage©www.leuropevueduciel.com

LE DRAINAGE EST-IL ENCORE UTILE AUJOURD'HUI ?

Le drainage est-il encore utile aujourd'hui ? Pour répondre à la question, un expert du drainage fait le point sur l'état de l'art du drainage agricole en France et en Europe, montrant une évolution de l'ingénierie faisant de plus en plus appel aux disciplines du génie écologique et du dialogue territorial. Deux témoignages d'acteurs agricoles confirment l'utilité du drainage dans des contextes agronomiques et climatiques très contrastés : l'un dans le Saumurois en France et l'autre dans la plaine du Gharb au Maroc.

08 **Principes techniques et chiffres du drainage agricole – De la tuyautique à l'hydro-diplomatie**
Bernard VINCENT

16 **Témoignage – Assainissement et drainage à l'échelle d'une exploitation agricole du Maine et Loire**
Valentin BEAUVAL

19 **Témoignage – Assainissement et drainage sur la plaine du Gharb au Maroc**
Abdelilah TAKY

Principes techniques et chiffres du drainage agricole De la tuyautique à l'hydro-diplomatie

Le drainage est un élément incontournable de l'agriculture dans les territoires hydromorphes, où drains, fossés, canaux, etc. permettent d'évacuer l'eau en excès, améliorant ainsi les qualités du sol. Dans cet article qui fait le point sur l'état de l'art du drainage agricole en France et en Europe, l'auteur montre une évolution de l'ingénierie type génie rural vers une ingénierie de la remédiation, faisant de plus en plus appel aux disciplines du génie écologique et du dialogue territorial.

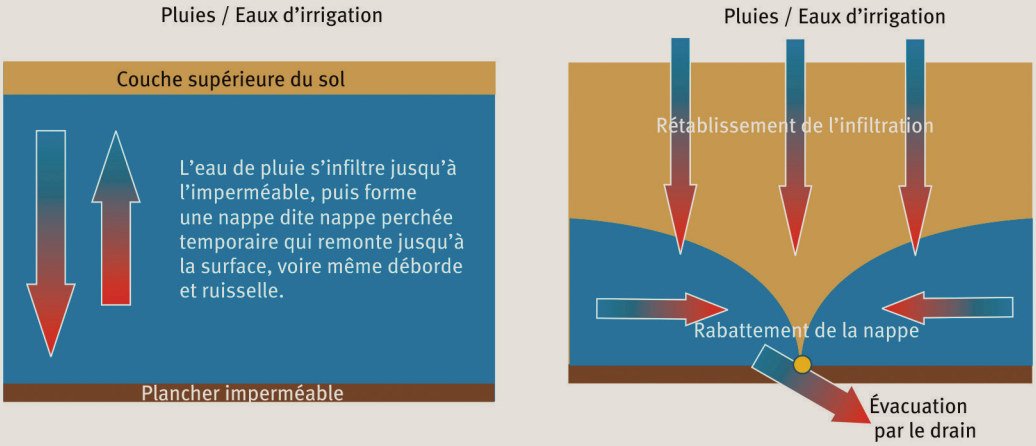
Le drainage agricole est une technique ancestrale. En effet, les premiers écrits relatifs à cette technique sont de Columelle, qui au premier siècle de notre ère détaille la construction des fossés et drains en pierre. Elle est plus connue en France comme technique de gestion de l'eau en excès. C'est aussi une technique de gestion des sels en excès dans les systèmes irrigués, où le drainage est un élément clé dans la durabilité du système. La civilisation sumérienne a disparu pour l'avoir oublié.

Dans cet article, nous nous intéresserons aux ouvrages de gestion de l'eau en excès. Les formes les plus simples relèvent du drainage de surface, rigoles, ados (façon de labourer en planches bombées d'une dizaine de mètres de large) et les plus performantes font appel à des ouvrages plus profonds : fossés, drains enterrés. Il y a aussi des drains verticaux, plutôt utilisés en Europe centrale. Nous ne traiterons que du drainage profond par tuyaux enterrés, ou drainage souterrain qui est pratiquement la seule modalité en néo installation. Nous décrirons les méthodes de conception et en discuterons les limites. Nous verrons les réalisations en France et en Europe, ferons un résumé de l'état de l'art et brosserons les perspectives du drainage agricole après avoir évoqué les techniques de réalisation ou de remédiation qui seront développées dans d'autres articles de ce numéro.

Préambule : les formes d'excès d'eau

Le dimensionnement du drainage est basé en France sur le fonctionnement hydraulique d'un sol drainé, dont la compréhension est souvent facilitée par une comparaison avec le fonctionnement d'un sol sain. Des sols sains existent en France tels qu'on peut en trouver en milieu calcaire comme en Picardie, en Brie, en Beauce et dans le Bassin aquitain. L'eau s'infiltre et migre en profondeur à travers les pores du sol, sans rencontrer d'obstacle, et va directement des horizons supérieurs aux niveaux inférieurs, en général constitutifs de la couche porteuse d'une nappe. Par contraste avec les sols sains, on trouve des sols engorgés pour la plupart à cause d'une nappe perchée temporaire. À la différence d'un sol sain, ces sols présentent entre 60 cm et 1 m une discontinuité texturale limon sur argile constitutive d'un plancher dit imperméable. L'eau de pluie s'infiltre jusqu'à l'imperméable, puis forme une nappe dite nappe perchée temporaire (NPT) qui remonte jusqu'à la surface, voire même déborde et ruisselle. Le plancher imperméable résulte généralement d'un processus connu des pédologues appelé lessivage, produit par l'entraînement mécanique des particules argileuses sous l'influence répétée de la pluie infiltrée au sein de sédiments lœssiques ou de profil d'altération limono-argileux.

❶ Représentation schématique d'une nappe perchée temporaire en situation non drainée (à gauche) et drainée par tuyaux enterrés (à droite). Le plancher imperméable (en marron) se situe en général entre 40 cm et 1 m de profondeur et les drains sont aux environs de 80 cm de profondeur.



La position de la surface de la nappe (figure ❶) fluctue en fonction des précipitations, des prélèvements par évaporation et sous l'influence de son tarissement naturel vers un exutoire en général distant. Proche de la surface de la fin de l'hiver au milieu du printemps, elle gêne le développement des cultures (asphyxie racinaire), les pratiques culturales et/ou les apports d'intrants. On dit que le sol souffre d'excès d'eau, ce que l'on contrecarre en utilisant des techniques de drainage : drainage de surface (rigoles, ados) ou drainage par fossés (principalement drainage forestier) ou encore par tuyaux perforés, enterrés, que l'on appelle drains.

En présence de NPT, l'agriculture est possible au prix d'une production faible et aléatoire, de dangers sur la qualité des sols (tassements dus au trafic en mauvaises conditions de portance, érosion) de risques environnementaux liés au ruissellement et à une mauvaise maîtrise des apports azotés. Le drainage agricole permet de contrôler la position de la nappe. Ainsi, après un épisode pluvieux, le niveau de la nappe baisse rapidement, ce qui permet de favoriser le développement des racines, et donc des cultures, augmenter le nombre de jours disponibles pour le travail du sol, ajuster les apports d'intrants, contrôler les impacts. Ici l'origine de l'excès d'eau est la pluie et cette situation correspond à la très grande majorité des situations drainées en France.

Il existe une autre forme d'excès d'eau que les agriculteurs sont amenés à gérer : l'excès d'eau quasi permanent lié à une nappe d'accompagnement de cours d'eau de taille variable – du ruisseau au fleuve – et généralement contrôlé par l'aval (rétrécissement du lit, position du niveau de la mer). La nappe fluctue sous l'influence des précipitations, des apports latéraux des versants, de la nappe phréatique, de l'efficacité des infrastructures hydrauliques souvent pluri centenaires. Les situations sont assez contrastées depuis la zone humide de bas fond, de prairies humides dont on peut penser que l'intérêt écologique prime jusqu'au système fortement anthropisé de polders où les usages sont multiples. Il se trouve aussi que les zones à excès d'eau permanent sont soumises à différents cadres réglementaires et le génie juridique est une composante importante sinon essentielle de l'ingénierie du drainage.

Dimensionnement du drainage

Le drainage recouvre plusieurs acceptions :

- un processus de transfert de l'eau, qui se raisonne à l'échelle du profil de sol ou du bassin versant,
- un ouvrage d'évacuation de l'eau en excès, qui concerne la parcelle ou un système de parcelles ou d'exutoires,
- un aménagement hydroagricole, qui s'insère dans un périmètre ou une région et s'apparente à l'assainissement agricole.

Il inclut aussi deux aspects complémentaires : le rôle de collecte de l'eau au sein du massif de sol (drainage *sensu stricto*) et celui de transport de l'eau collectée en dehors du massif du sol (assainissement agricole). Cette dualité est propre à tout système de drainage et induit parfois des confusions.

Nous nous intéressons ici au drainage en tant qu'ouvrage d'évacuation de l'eau en excès. Le dimensionnement du drainage vise dans ce cas à déterminer l'espacement des drains (fonction collecte) et le diamètre des conduits (fonction transport). La détermination de l'écartement des drains requiert une connaissance des écoulements au sein d'un sol drainé.

La figure ❷ montre que le débit du drain résulte de deux écoulements l'un préférentiel au-dessus du drain (5) et l'autre dans la masse du sol (4). Le premier est à l'origine des débits élevés au cours d'épisodes de pointe intenses, mais brefs, pour une durée cumulée de quelques heures par an et une présence d'eau en surface tout aussi fugace et pas nécessairement en lien avec la position de la nappe.

Le dimensionnement ne prend pas en compte les écoulements préférentiels (5) pour des raisons agronomiques, car des plantes ne sont pas sensibles à une présence aussi faible de la nappe, mais aussi économiques, car la prise en compte d'un débit plus élevé génère un surcoût qui n'a aucune raison d'être.

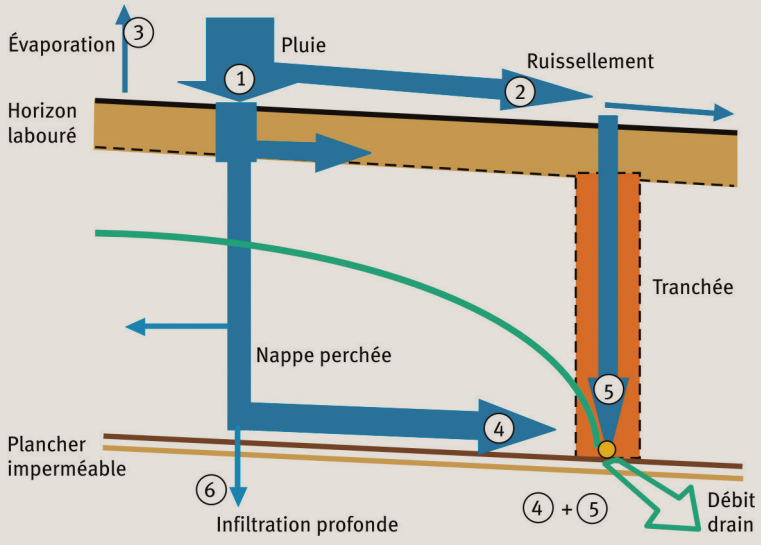
Les écoulements au-dessous de l'imperméable (6) étant négligeables, même s'il peut y avoir des nuances régionales (Zimmer, 1991), l'évaporation (3) étant faible en période de fonctionnement de drainage, le dimensionnement du drainage se fait finalement en considération de l'écoulement de la nappe perchée (4). Cet écoulement et les fluctuations correspondantes de la nappe sont bien reproduits par un modèle d'écoulement en régime transitoire dans un milieux poreux saturé. Ce modèle, mis au point dans les années 1970 et 1980 par Guyon (par exemple : Guyon, 1981) et Cros, et bien consolidé par les successeurs, (par exemple : Lesaffre, 1989), est paramétré par les caractéristiques hydrodynamiques des sols (Bouye, 1983) et des descripteurs du rabattement de la nappe (position initiale de la nappe, position finale et temps de tarissement) que l'on met en relation de façon semi-empirique aux besoins des cultures ou de l'agriculteur. On impose en général un rabattement de la nappe de 25 cm en 24 heures. La figure ❷, par simplification, montre un drain reposant sur l'imperméable. Les approches théoriques sont valides pour des drains posés au-dessus du substrat. Si le drain est dans l'imperméable, le sommet de l'imperméable est la limite hydraulique pour le calcul des dimensions ; dans ce cas, il y a une hypothèse implicite que la connexion hydraulique entre le sommet de l'imperméable et le drain, due au travail du sol de la draineuse au moment de la pose du tuyau, est suffisante et pérenne. Ceci a été confirmé par les retours d'expériences organisés dans le cadre des secteurs de références, avec toutefois de fortes restrictions dans les sols argileux plastiques ou gonflants et pour lesquels l'avis d'un pédologue spécialisé est requis[1].

Les paramètres de dimensionnement une fois établis, le diamètre des conduits est calculé et les systèmes de drainage sont dessinés de manière à avoir une couverture minimale de 75 cm en tout point du réseau et en respectant des pentes minimales de 0,5 % et 0,2 % pour les drains et les collecteurs, respectivement. La composition des pentes minimales et des longueurs de files de drains résulte de conduites relativement profondes et qui se rejettent entre 1 m et 1,5 m de profondeur dans les fossés récepteurs, ce qui en conditionne la géométrie et leur donne une capacité hydraulique souvent supérieure à celle strictement requise pour évacuer le débit de projet. Cette caractéristique des fossés modifie les écoulements dans le bassin versant, qu'il convient de compenser.

Le dimensionnement des conduits et des exutoires se fait avec des considérations plutôt hydrologiques. En effet, le dimensionnement des ouvrages en aval, à travers les villages, villes et jusqu'à la mer se fait en régime permanent avec des paramètres de risque de plus en plus sévères à mesure que l'on va vers l'aval (annuel, décennal, centennal). En pratique, le passage du régime transitoire

1. C'est justement pour accéder à moindre coût à ses paramètres hydrodynamiques que l'on a mis en place les secteurs de références dans les années 1980, avec pour objectif de caractériser à l'échelle de la petite région agricole la majorité des sols susceptibles d'être drainés. On y a aussi acquis des références sur le fonctionnement des installations préexistantes.

❷ Schéma d'écoulement de l'eau vers le drain dans un sol drainé par tuyau enterré.
La pluie incidente (1) pour partie s'évapore (3), pour une autre partie ruisselle (2) soit à la surface du sol ou dans l'horizon labouré, et pour une troisième partie s'infiltre pour former une nappe perchée sur l'imperméable. La part ruisselée peut elle-même transiter préférentiellement au droit du drain via la tranchée (5) (ou via le prisme de fissuration) créée par la machine à drainer au moment de la pose du drain. La partie infiltrée rejoint soit les aquifères profonds, car les imperméables ne le sont jamais totalement (6) soit forme une nappe qui s'écoule vers le drain au rythme des précipitations (4) (Lesaffre 1989).



❶ Paramètres de dimensionnement du drainage dans différents pays européens.

Pays	Calcul écartement des drains	Capacité de transport des tuyaux
France	Régime transitoire : de 1 à 5 jours de rabattement de 0,2 à 0,45 cm après la pluie. Écartement 8 à 30 m.	Débit de projet de 1 à 2 l/s/ha (jusqu'à 5 l/s/ha en montagne). Tuyaux trois quart pleins.
Allemagne	Régime permanent : profondeur d'équilibre de la nappe 0,6 m.	Débit de projet de 0,8 à 2 l/s/ha. Écoulement à section pleine.
Irlande	Régime permanent : profondeur d'équilibre de la nappe de 0,4 à 0,6 m. Jusqu'à 50 m d'écartement.	Débit de projet de 1,2 à 1,7 l/s/ha.
Pays-Bas	Régime permanent : profondeur d'équilibre de la nappe de 0,3 à 0,5 m (jusque 0,7 m pour certaines cultures sensibles).	Débit de projet de 0,8 à 1,2 l/s/ha (jusque 3,5 l/s/ha pour les cultures sensibles). Écoulement à section pleine et partiellement en charge.

au régime permanent se fait dans les collecteurs. L'état de l'art prévoit un paramètre de risque peu sévère, en l'occurrence l'intensité moyenne journalière de la pluie annuale de trois jours (Ministère de l'Agriculture, 1986 ; Lesaffre, 1990), qui peut être déterminée sur des analyses statistiques des pluies (Ministère de l'Agriculture, 1979). C'est elle qui permet de déterminer le débit de projet, à savoir un débit spécifique dont les valeurs en France couvrent des valeurs de 1 à 2 l s^{-1} ha^{-1} avec des maximales de l'ordre 5 l s^{-1} ha^{-1} en montagne. Le calcul du diamètre du collecteur se fait par la formule de Manning Strickler pour une section juste pleine si raccordement par la génératrice supèrieure (trois-quart pleine sinon). En tête de bassin versant, les fossés sont dimensionnés sur la base d'un débit annual.

À noter que l'écoulement dans le drain est en régime graduellement varié du fait que la superficie drainée, et donc le débit collecté, augmente vers l'aval (Cros, 1973). On atteint un point dit de longueur maximale du drain quand le débit collecté est supérieur à la capacité de transport pour le diamètre donné quand le tirant d'eau critique est atteint. Au-delà de ce point, on change de diamètre de tuyau pour la dimension supérieure, ou on raccorde sur un collecteur si la dimension supérieure est déjà atteinte[2]. Les longueurs maximales sont généralement comprises entre 100 et 400 m.

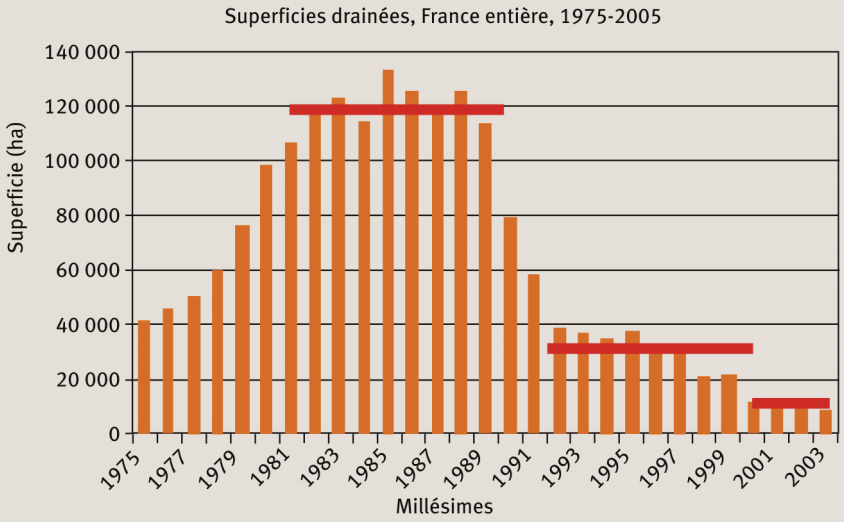
Ces règles sont décrites depuis les années 1970. Nous n'avons pas retrouvé trace des méthodes en vigueur auparavant. Nous avons été amenés à ausculter des réseaux anciens, certains posés au dix-huitième siècle, et avons constaté que la conception et le dessin étaient voisins de ce que l'on aurait fait aujourd'hui. Certains réseaux étaient encore fonctionnels, y compris parmi les plus anciens. Ceux qui ne l'étaient plus étaient mal conçus ou mal réalisés (sous profondeurs, contrepentes, tuyaux cassés ou disjoints, mauvais raccordements…). Pour les réalisations récentes, nous avons un recul et une expertise sur une cinquantaine d'années, qui nous permettent d'affirmer qu'un drainage bien conçu et réalisé est un ouvrage durable.

Comme l'indique le tableau ❶, les méthodes de dimensionnement varient d'un pays à l'autre, avec des valeurs de débit de projet comprises entre 0,8 et 3,5 l s^{-1} ha^{-1}. Les valeurs des écartements de drains varient également. Les plus élevées concerne les pays anglo-saxons où l'on a privilégié le drainage par des « *french drains* », appellation abusive de drains où l'on a remplacé le remblai naturel de la tranchée par du gravier. L'explication est plutôt d'ordre financier : les Anglais ont considéré qu'un ouvrage collectif était un collecteur gravillonné tous les 50 à 75 mètres, qu'ils finançaient lourdement, laissant aux agriculteurs la charge d'amener l'eau à ces systèmes gravillonnés. C'est ainsi que les agriculteurs ont développé les techniques de drainage-taupe[3] dont on ne connait pas l'état après quarante ans d'usage. On peut noter que le recours à un régime variable est une spécificité française. Les autres pays européens ont recours à une méthode en régime permanent qui recherche une position d'équilibre de la nappe sous une pluie fictive constante. Ce modèle est plutôt adapté aux pays où les nappes permanentes sont bien développées (typiquement les Pays-Bas) ou bien ceux dont les climats humides sont bien reproduits par l'hypothèse de pluie constante.

À partir de ces éléments, de l'analyse des contraintes (risque de colmatage minéral (Lennoz Gratin, 1993), sols gonflants, topographie) le concepteur dessine le projet, positionne les collecteurs, organise les panneaux[4] de drains, détermine les écartements de drains, les dimensions des drains et des collecteurs, vérifie les profondeurs et établit les plans d'exécution.

2. Les dimensions drains sont normalisées soit DN 44/20 et DN 58/65 au-delà (à partir de DN 72/80), les dimensions sont celles des collecteurs (les drains sont des tuyaux annelés et leurs dimensions sont données par le diamètre interne/diamètre externe en mm).
3. Technique associée au drainage, consistant en la création de galeries moulées dans un sol plastique suffisamment stable et débouchant dans un fossé ou une tranchée drainante très perméable.
4. Un panneau de drain est l'ensemble des drains qui ont le même écartement, la même nature des tuyaux, la même pente moyenne et se rejetant sur un même collecteur.

❸ Superficie (ha) drainées annuellement de 1975 à 2005, établies par Irstea (Zimmer, Dumitriu) sur les déclarations des entreprises de drainage adhérentes au Syndicat national des entreprises de drainage, les coopératives d'utilisation de matériel agricole (CUMA de drainage) en lien avec les Chambres départementales d'agriculture, le recoupement avec les financements du ministère de l'Agriculture, les données du Syndicat national des fabricants de drains annelés. Ces statistiques jusqu'alors supportées par le ministère de l'Agriculture, se sont arrêtées en 2005, le taux de réponse aux enquêtes étant devenu trop faible. Le cumul entre 1975 et 2000 est de 2 016 501 ha, mais cette valeur n'est pas directement comparable à celle du RGA de 2000 car nous n'avons pas le cumul en 1975.



Une fois conçus, les drains sont posés par des draineuses trancheuses ou des draineuses sous-soleuses, toutes deux guidées pas un faisceau laser. Un cahier des clauses techniques générales des travaux d'assainissement donne un encadrement technique à ces travaux (Ministère de l'Agriculture, 1986). Il existe une marque AFNOR « drain »[5] et il est recommandé d'utiliser des tuyaux normalisés, car le bond qualitatif est certain. Les matériaux d'enrobage des drains doivent être en conformité avec les normes géotextiles en vigueur[6].

Réalisations en France et en Europe

Le drainage en France

Le drainage agricole par tuyaux enterrés est peu visible et difficile à détecter ; il fonctionne, sauf exception, sans énergie et il n'y a pas pour l'instant d'autres méthodes que celles basées sur des déclarations des agriculteurs ou des partenaires de la filière. En France, nous avons à disposition les statistiques annuelles établies de 1975 à 2005, les Recensements généraux de l'agriculture (RGA, et plus particulièrement ceux de 2000 et 2010) et les dossiers loi sur l'eau.

La figure ❸ montre une progression du drainage dans les années 1975 jusqu'à un palier d'environ[7] 120 000 ha an^{-1}, qui dure une dizaine d'années. Un deuxième palier s'observe au début des années 1990 entre 35 000 et 40 000 ha an^{-1} traduisant une diminution nette de l'activité attribuée aux incertitudes liées à la mise en œuvre de la Politique agricole commune, et peut être celle de la loi sur l'eau. Il est notoire que ce phénomène a frappé d'autres domaines du secteur agricole (machinisme, bâtiment). Dans les années 2000, le rythme tourne autour de 10 000 ha an^{-1}. Ces statistiques annuelles ne sont plus réactualisées.

Le Recensement général agricole permet de comparer (figure ❹) des superficies drainées entre 2000 et 2010, et fait apparaitre une diminution des superficies drainées (en nuances de vert sur la carte) dans certains cantons pour une valeur cumulée sur tout le territoire de 230 000 ha. Cela suppose qu'il y ait eu des opérations de destruction ou des dysfonctionnements en nombre important. Or à l'époque de la collecte des données, les opérations de destructions de drainage n'existaient pas, et nous n'avons pas eu de retour sur des dysfonctionnements en si grand nombre et sur une si grande étendue.

5. NF U 51-101.

6. La norme NF G 38-060 de 2017 remplace et annule la précédente de 1993. Le drainage agricole est explicitement exclu de la nouvelle norme. Il y a un impact sur la mouillabilité des enrobages, la précédente norme NF 38-020 étant discriminante aux charges nulles alors que la nouvelle norme, instaurant un essai avec une charge de 1 m n'est plus discriminante (source orale, maitres d'œuvre de drainage en Hauts de France). Les maîtres d'œuvre sont invités à appliquer l'ancienne norme ou à trouver un palliatif (par exemple : test à la pissette).

7. D'après le SNED (de mémoire de l'auteur, la référence originelle étant perdue correspondrait à la capacité maximale à mobiliser les financements accompagnant le drainage : subventions, prêts à taux bonifiés).

L'explication de cette diminution peut être toute autre. Entre les deux RGA, le libellé de la variable a changé de « superficie drainée » à « superficie drainée encore fonctionnelle ». Nous pensons que les agriculteurs ont répondu de façon erronée, vraisemblablement par volonté de rendre encore moins visibles des travaux de drainage déjà très… souterrains ou, par ignorance suite, par exemple, à des mutations foncières. Les augmentations de superficies drainées (en nuances de bordeaux sur la carte), qui représentent un peu plus de 290 000 ha, ont plus de sens, car nous sommes encore dans un processus d'augmentation des superficies drainées et nous ne voyons pas de logique à ce qu'un agriculteur déclare une superficie comme drainée, alors qu'elle ne l'est pas. On peut donc affirmer qu'à minima, cette carte donne à l'échelle des cantons une représentation de la dynamique des réalisations de drainage entre 2000 et 2010. Également, la différence des superficies drainées de 62 345 ha entre les deux dates à l'échelle du territoire ne représente pas la variation entre les deux dates. C'est ce qu'indique le rapport Irstea publié en 2015 pour le compte du ministère de l'Agriculture. Ce même rapport suggère le retour pour les futures éditions du RGA à la variable « drainage » du RGA de 2000, cette variable étant moins ambigüe et permettant de rétablir des comparaisons fiables.

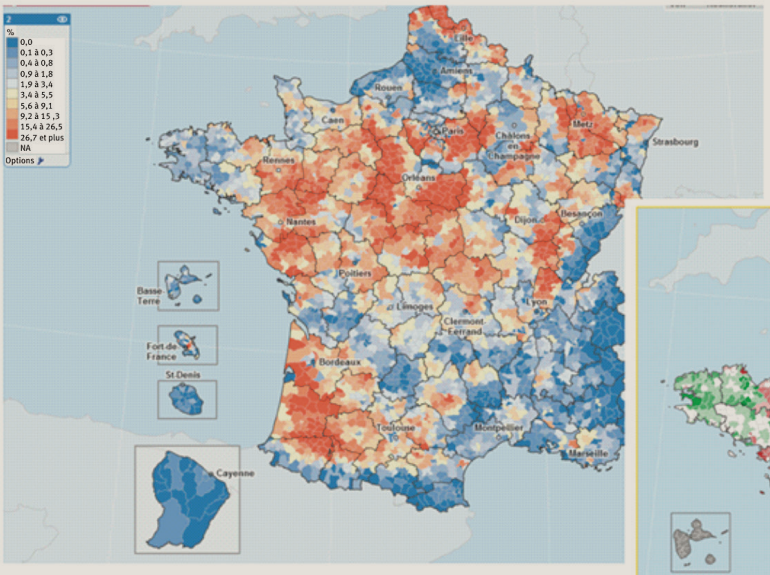
De ce qui précède et des cumuls des valeurs fournies par le RGA, il ressort que la superficie drainée est supérieure aux 2 861 720 ha dûment recensés en 2010 ; elle s'établirait à un peu plus de 3 000 000 ha[8], soit 10 % de la SAU (surface agricole utile) ou 20 % de la sole céréalière. On peut estimer que l'accroissement annuel sur la période serait de l'ordre de 20 000 ha an^{-1}, avec de fortes variations interannuelles.

Qu'en est-il de la situation du drainage en Europe ?

La figure ❺ montre que plus on remonte vers le nord, plus la part de SAU de superficies drainées augmente. En Angleterre, le taux élevé de réalisation est le résultat d'une politique volontariste et d'un choix technologique. Dans les pays baltes et scandinaves, la faible superficie arable et le faible nombre de jours favorable aux cultures font que les terres doivent se ressuyer au plus vite après le dégel. Les ingénieurs recourent à des techniques sophistiquées pour drainer des tourbières ou des sols sulfatés acides, car chaque hectare compte dans la balance alimentaire. Les cadres réglementaires et les accompagnements financiers ne sont pas comparables non plus.

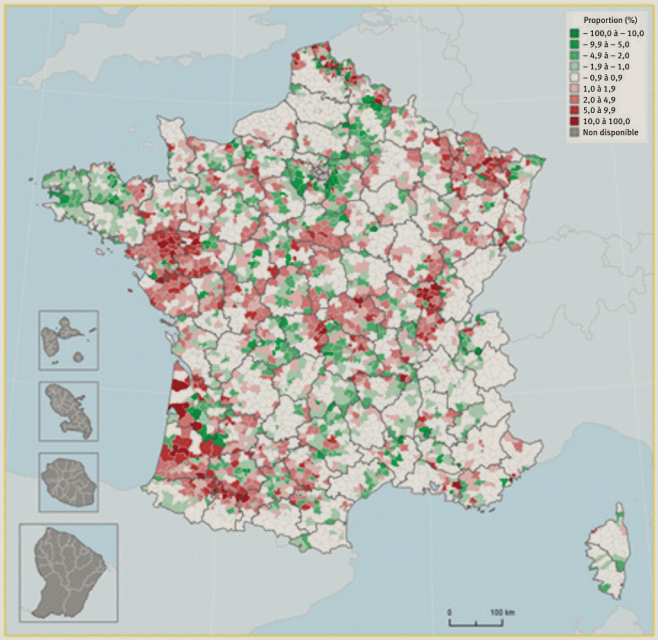
8. Ces estimations ne tiennent pas des installations hors cadre réglementaires.

❹ Superficies drainées en France en % de la superficie agricole utile (SAU) par canton.
À gauche en haut : superficie drainée en part de la SAU par canton (ha ha^{-1}) ; RGA de 2010.
À droite : évolution des SAU du RGA 2000 au RGA 2010, en part de la superficie drainée en 2010, à l'échelle du canton (ha ha^{-1}).

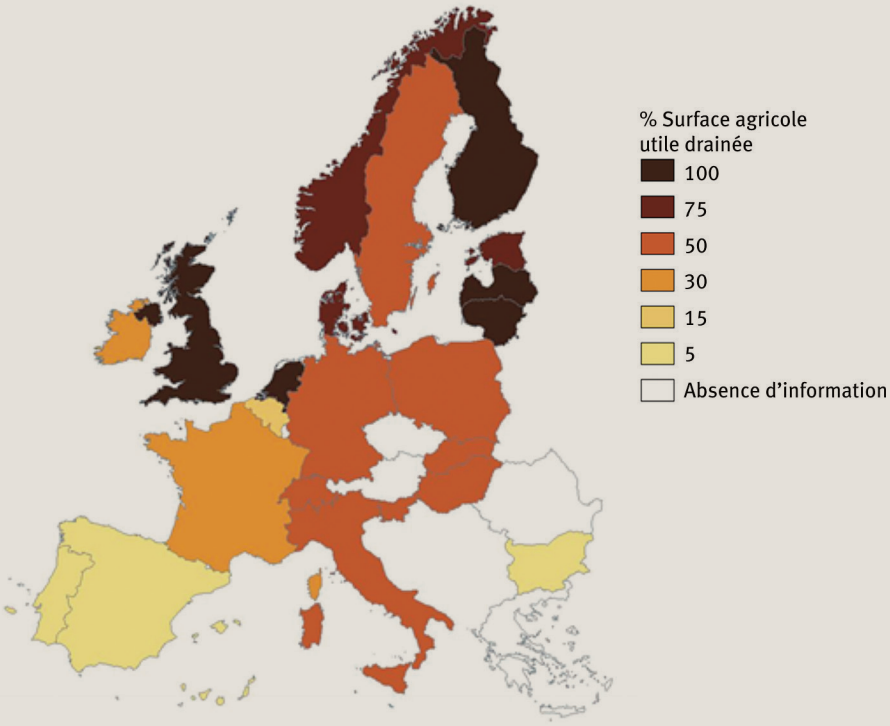


Superficie drainée en part de la surface agricole utile
3 millions d'hectares drainés
10 % de la surface agricole utile
20 % des superficies en grande culture

Évolution de la superficie drainée entre Recensement général agricole 2010 et Recensement général agricole 2000



❺ Superficies drainées en Europe en % de la SAU. Cette statistique résulte du croisement de différences sources : les déclarations des États membres de l'ICID (International Commission on Irrigation and Drainage) ; la base de données FAO ; la base de données de la Banque mondiale (extrait de ICID international drainage database : https://www.icid.org/world-drained-area.pdf).



Bien que cela n'apparaisse pas dans les cartes, nos partenaires européens considèrent que le drainage est un outil de gestion de l'eau et des sols d'un point de vue quantitatif et qualitatif, car il permet à la fois une gestion parcimonieuse des intrants, et des actions de régulation à l'aval par le simple fait qu'il transforme une pollution diffuse en pollution ponctuelle.

Une ingénierie en évolution

Une opération de drainage agricole est une opération complexe et multidisciplinaire. Le concepteur doit réaliser ou faire exécuter des études topographique, pédologique et hydrologique détaillées. Il faut aussi intégrer des données agronomiques et semi-naturalistes pour dimensionner des systèmes de drainage et, *in fine*, traduire l'ensemble dans des plans cohérents. Cet état de l'art assez ancien ne nécessite pas d'évolution sensible, car il est adapté aux situations françaises et tient compte de technologies avancées : par exemple, le guidage laser des draineuses est de pratique courante depuis une vingtaine d'années et permet d'atteindre une précision centimétrique. Si les règles de l'art sont respectées, il y a très peu de retours en service après-vente et les ouvrages sont durables. La jurisprudence en a fait des immeubles transmissibles qui ont une valeur patrimoniale, et même pour les plus anciens systèmes, une valeur historique. Un point toutefois mériterait vérification ; en effet, les débits de projets sont issus d'une étude statistique de pluies classées datant de… 1979. Depuis, quarante années se sont écoulées et il conviendrait de vérifier si le classement des pluies est toujours d'actualité. Un projet est prévu en 2020.

Il y a donc peu de choses à faire sur ce que l'on appelle la « tuyautique » car l'état de l'art a été correctement établi dès les années 1990. Le concepteur doit maintenant prendre en compte le cadre réglementaire dont l'application est complexe, car sujet à interprétation et à une jurisprudence évolutive. Il doit aussi appréhender l'impact de ses ouvrages avec à la clé des dossiers « loi sur l'eau » assez épais. Ces points de réglementation sont traités dans l'article de B. Dury (pages 42-47 de ce numéro).

Enfin, sur le plan de la qualité de l'eau en sortie de collecteur, le concepteur doit être capable de proposer des ouvrages de remédiation adaptés (encadré ❶) et correctement dimensionnés, tout en encourageant une utilisation vertueuse des intrants.

La remédiation, telle que majoritairement effectuée en France et basée sur des fondations fondées sur la nature, ne concerne que les installations récentes (Tournebize *et al.*, pages 32-41 de ce numéro). Les trois millions d'hectares drainés en France pourraient être équipés d'ouvrages de remédiation avec un impact potentiel bénéfique sur la qualité des eaux de surface. Pour atteindre cet objectif, pour un ratio moyen de superficie en zone tampon humide artificielle (ZTHA) par superficie drainée de 2 %, il faudrait créer environ 60 000 ZTHA, soit l'équivalent de de un à deux ans de pertes de terres par imperméabilisation. C'est un objectif atteignable par une politique raisonnée de la gestion de l'eau dans les territoires.

Conclusions

En France, on draine parce qu'il pleut et que les sols sont peu perméables ou présentent un plancher imperméable. C'est un élément incontournable de l'agriculture dans les territoires hydromorphes, où le drainage amène le sol au potentiel de rendement d'un sol sain. Un drainage bien conçu, réalisé et entretenu est un ouvrage durable, pluri-décennal, voire même pluri-centennal. C'est un immeuble et on peut lui attribuer une valeur patrimoniale et transgénérationelle. Par son rôle anti érosif, c'est un outil de préservation des sols.

Nous avons suggéré, et ce sera repris dans le reste du numéro, que le drainage amène une redistribution des bilans hydrique, de solutés, de particules. Nos voisins l'ont bien compris : le drainage est un outil de gestion de l'eau. Il faut faire force de sa capacité à transformer une pollution diffuse en une pollution ponctuelle pour reprendre l'effluent à moindre coût et en améliorer la qualité. Ceci nous fait écrire que l'innovation en drainage n'est pas tant sur la technologie que sur l'optimisation des dispositifs de remédiation et leur implantation concertée dans un territoire *via* des outils de dialogue territorial, de l'hydro-diplomatie en quelque sorte. Certains ouvrages de remédiation, comme les bioréacteurs nécessitent validation dans le contexte national. D'autres comme le drainage contrôlé ont toutes les infrastructures utiles pour être appliqués dans les 250 000 hectares de polders français. Cette remarque vaut pour d'autres pays européens. D'autres enfin, les ZTHA, ont prouvé leur performance (Tournebize *et al.*, pages 32-41 de ce numéro), au point que leur généralisation aux trois millions d'hectares drainés pourrait devenir un défi atteignable d'aménagement : vaut-il mieux 60 000 hectares de ZTHA ou l'équivalent de deux années de superficies imperméabilisées ? ■

❶ Des ouvrages de remédiation adaptés au contexte

- Nappes perchées temporaires :
le recours aux zones tampons humides artificielles, soit « collectives » en plein champ, soit « individuelles » dans la zone enherbée ou sur le parcours d'un collecteur est recommandée. Une autre modalité, non appliquée en France, mais performante (au moins sur le paramètre nitrate) est utilisée en Amérique du Nord et doit être validée : le bioréacteur.
- Nappes quasi permanentes :
le drainage contrôlé est adapté à ces situations et notamment aux 250 000 hectares de polders français. Il consiste à maintenir le niveau de la nappe à un niveau élevé à certaines périodes de l'année, à le baisser par exemple pour accéder au champ et à le maintenir en position intermédiaire, pendant l'été, pour satisfaire aux besoins hydriques de la plante. Pendant les périodes de nappe haute, l'eau est stockée dans le sol et les processus microbiologiques se mettent en œuvre pour abattre les nitrates et dans l'état actuel des connaissances, certains pesticides. La pratique est courante dans certains États d'Amérique du Nord. Elle ne l'est pas en France, ni en Hollande, ni en Belgique. Pourtant toute l'infrastructure est disponible ; ce n'est qu'une question de gestion d'ouvrages.
- Surcapacité hydraulique de certains exutoires :
ce concept de ralentissement dynamique (Tournebize *et al.*, pages 32-41 de ce numéro) a pour objectif de maximiser les potentialités de ralentissement et de rétention temporaire présentes dans le versant, dans les réseaux de fossés, le réseau hydrographique, la plaine d'inondation.

L'auteur

Bernard VINCENT
Université Paris-Saclay, INRAE, UR HYCAR, F-92160, Antony, France
bernard.vincent@inrae.fr

En savoir plus...

BOUYE, J.-M., OESTRE, T., LESAFFRE, B., 1983, *Le pompage d'essai appliqué au dimentionnement du drainage agricole – Mode opératoire, dépouillement, interprétation, matériel*, Études du CEMAGREF, n° 497-498, 60 p.

CROS, P., ALARD, J., 1973, Coefficients d'écoulement à surface libre dans les tuyaux de drainage et longueurs maximales de files de drains, *Bulletin technique du génie rural*, n° 114.

GUYON, G., 1981, Hydraulique des nappes des sols drainés, *Bulletin technique du génie rural*, n° 127, 35 p.

LENNOZ GRATIN, C., LESAFFRE, B., PENEL, M., 1993, Diagnosis of mineral clogging hazards in subsurface drainage systems, *Irrigation and drainage systems*, n° 6, p. 345-354.

LESAFFRE, B., 1989, *Fonctionnement hydraulique et hydrologique du drainage souterrain des sols temporaorement engorgés*, Études du Cemagref, série hydraulique agricole, n° 4, 334 p.

LESAFFRE, B., PENEL, M., 1990, Subsurface drainage design Criteria in french shallow soils, *in : 4th International drainage worshop, Cairo.*

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE, Bureau de l'hydraulique et des grands ouvrages, 1986, *Cahier des clauses techniques générales applicable aux études et à la maîtrise d'ouvrage des travaux d'assainissement et de drainage agricole*, édition provisoire, jamais publié.

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE, Groupement d'Antony, Division hydrologie-hydraulique fluviale, Ministère des transports, direction de la météorologie, service météorologique métropolitain, division de climatologie, bureau de l'eau, 1979, Analyse des pluies de 1à 10 jours sur 300 postes métropolitains.

ZIMMER, D., BOUZIGUES, R., CHOSSAT, J.-C., FAVROT, J.-C., GUIRESSE, A.-M., 1991, Importance et déterminisme des infiltrations profondes en luvisols-redoxisols drainés. Incidences sur les modalités de drainage, *Science du sol*, 19(4), p. 321-337.

Témoignage

Assainissement et drainage à l'échelle d'une exploitation agricole du Maine et Loire

Valentin Beauval, agriculteur dans le Saumurois, nous présente ici le bilan de trente années de drainage responsable dans son exploitation agricole du Maine et Loire.

Contexte de l'exploitation et pratiques de drainage associées

Mon collègue de GAEC (Groupement agricole d'exploitation en commun) Jean-François Haulon [1] et moi avons été agriculteurs de 1981 à 2010 à Louresse Rochemenier dans le Saumurois (Maine-et-Loire). La superficie de notre ferme était de soixante-six hectares, dont trente hectares en propriété situés dans la partie aval d'un petit bassin versant. Initialement, ces trente hectares étaient « humides » car le ruisseau les traversant était très envasé (et donc plus susceptible de déborder en cas de crue) et dix hectares étaient surplombés par un bief toujours en eau (survivance d'un droit d'eau alimentant un moulin établi il y a plus de deux siècles). Les sols de ces trente hectares sont d'origine alluviale avec un horizon A très humifère (3 à 6 % de matières organiques) ayant une épaisseur moyenne de 50 centimètres et un horizon B principalement constitué de marne. À notre arrivée, l'hydromorphie limitait fortement leur potentiel agronomique, même en prairie.

Facteur aggravant, les deux communes se trouvant en amont de notre petit bassin versant ont dans les années 1980 curé tous leurs fossés, ce qui a entraîné un écoulement beaucoup plus rapide de leurs eaux de ruissellement. La photo ❶ illustre les conséquences pour nos trente hectares de terres basses : après une pluie brutale de 50 millimètres, la moitié de cette superficie était inondée pendant plusieurs jours.

Nos travaux d'assainissement et de drainage ont été principalement réalisés de 1983 à 1985. Avec le recul, nous pouvons en faire le bilan. Nous avons mis en œuvre deux solutions :

- pour les dix hectares situés entre le bief et le ruisseau, un drainage classique avec 15 mètres d'écartement entre drains (l'argile dominante est la montmorillonite et elle se draine facilement) ;
- pour les vingt hectares restant, des curages de fossés pour rabattre la nappe.

❶ Parcelle de l'exploitation inondée sur la moitié de sa superficie suite à une pluie brutale de 50 mm.

1. Jean-François Haulon a été pendant dix ans conseiller agricole spécialisé en irrigation et drainage salarié de la Chambre d'agriculture de Gironde. Il a ensuite été enseignant vacataire à temps partiel en irrigation et drainage à l'École supérieure d'agricultures d'Angers.

Actuellement, en cas de pluies violentes sur le bassin versant, nous observons certes une inondation, mais l'eau repart en un à deux jours (contre trois à six jours avant assainissement) et cela occasionne généralement peu de dégâts aux cultures.

L'ensemble constitué du ruisseau et des fossés a été curé peu profondément car, dès le départ, nous avons souhaité maintenir la nappe à 80-100 centimètres de profondeur afin qu'elle alimente par capillarité nos cultures en été. Dans les trente hectares de terres basses, cela nous a permis de produire sans irrigation neuf tonnes par hectare de rendement grain en moyenne en maïs et d'obtenir de très bons rendements en chanvre semences.

En parallèle de nos travaux d'assainissement, nous avons jugé nécessaire de planter ou d'entretenir des haies bocagères très diversifiées (photo ❷). Sur les trente hectares, plus de trois kilomètres de haies couplées avec des bandes enherbées sont placées en bordure des fossés de ceinture et d'une partie des fossés centraux. Ces haies remplissent de nombreuses fonctions :

- elles produisent du bois de chauffage pour nos deux familles ;
- entourant des parcelles ayant en moyenne de quatre à six hectares, elles constituent des abris pour des auxiliaires des cultures ;
- elles ont un effet brise vent ;
- elles jouent également un rôle de filtre pour les pesticides ;
- enfin, elles captent beaucoup de carbone et contribuent donc à l'atténuation des changements climatiques[2].

Le système de cultures adopté suite à nos travaux d'assainissement dans les trente hectares de terres basses est similaire à celles de nos trente-six hectares de terres saines non drainés. Ce système de cultures a été maintenu par le jeune agriculteur qui nous a succédé. Il comprend en moyenne quinze hectares en multiplication de semences à forte valeur ajoutée (diverses potagères, chanvre et légumineuses), en rotation avec des grandes cultures (blé, épeautre, maïs, tournesol et parfois colza).

En résumé, les avantages induits par nos travaux d'aménagement et de drainage sont à nos yeux les suivants :

- forte réduction de l'hydromorphie mais maintien du rôle positif de la nappe en été, ce qui nous a permis d'avoir de bons résultats sur nos cultures de printemps et d'été ;
- minéralisation mieux prévisible de la matière organique. Nous savons en conséquence mieux gérer nos apports d'engrais azotés et nous n'avons pas eu besoin d'utiliser des raccourcisseurs, produits chimiques réduisant la taille des blés ;
- meilleure vie des sols : c'est un point facilement observable grâce à des profils de sol et cette vie était médiocre lorsque nos parcelles étaient engorgées avec la présence fréquente de pseudo-gley ;

❷ **Haie en bordure des bandes enherbées.**

- du fait d'une meilleure portance, plus larges possibilités d'intervention sur ces terres basses pour :

– les binages mécaniques sur les cultures d'été ou d'hiver (cf. photo ❸ de notre équipement de binage),

– le fractionnement de la fertilisation, ce qui permet de réduire les apports et surtout d'éviter qu'une partie de cette fertilisation soit emportée vers le ruisseau,

– la réduction des doses de pesticides. Je développe ci-après ce dernier point.

❸ **Porte-outils équipé d'une bineuse de 4,5 m à l'avant et d'une herse étrille à l'arrière.**

2. Pour des données chiffrées sur le rôle des haies :
http://www1.montpellier.inra.fr/RMT-Agroforesteries/JourneeNationale_Agroforesterie_18dec2018_MAAetRMT/ColombieSarah_Carbocage_Journ%C3%A9eAgrofo.pdf

Un bilan positif vis-à-vis de l'usage des pesticides

La réduction des doses des herbicides passe obligatoirement par leur positionnement au bon moment : on ne peut pas la mettre en pratique si on ne passe pas à temps sur la parcelle. En 1981, lors de notre installation, nous utilisions sur céréales « en préventif » et dès le semis des herbicides à effet racinaire à des grammages élevés, comme par exemple l'isoproturon (dose d'1 kg à 1,5 kg/ha). Sur maïs, nous utilisions des produits racinaires à base d'atrazine, de pendiméthaline ou de métolachlore et, sur tournesol, de la trifluraline.

Prenant en compte les analyses réalisées par la Direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement (DREAL) et la commission locale de l'eau (CLE) du Layon-Aubance (Maine-et-Loire), nous avons constaté que ces molécules se retrouvaient à des niveaux trop élevés dans les eaux de cette petite rivière considérée comme très polluée et dans laquelle se déversent les eaux du ruisseau traversant notre ferme. Une question d'éthique s'est alors posée : nous avons certes choisi de réaliser des aménagements pour réduire l'hydromorphie mais, pour autant, nous ne souhaitions pas que les eaux ressortent chimiquement polluées de nos parcelles !

❹ Haies bocagères et bandes enherbées, une mise en place nécessaire pour compenser les effets du drainage agricole.

© V. Beauval

En conséquence, nous avons supprimé tous les herbicides racinaires dont une bonne partie d'ailleurs a été classée C3 (suspectés d'être cancérigènes) et ont été progressivement interdits. Comme alternative, nous avons utilisé une performante bineuse six rangs et, quand cela était nécessaire, des herbicides foliaires comme des sulfonylurées positionnés au bon moment avec des grammages de matière active dix à cinquante fois plus faibles que les produits racinaires et présentant, de plus, de meilleurs profils toxicologiques. Alterner les familles d'herbicides et les cultures d'hiver et d'été nous a permis de limiter les résistances des adventices, mais elles apparaissent dans certaines parcelles de notre successeur (par exemple, la vulpie et le vulpin).

Étant donné nos choix brièvement résumés ci-dessus, nous avons atteint les objectifs d'Écophyto 2018 de réduction de 50 % des pesticides dès la fin des années 1990 en ayant également éliminé les herbicides dont les matières actives sont suspectées d'être cancérigènes, mutagènes et reprotoxiques (CMR). En blé, pour réduire fortement les fongicides (dont une part sont CMR), nous avons opté pour les mélanges variétaux.

Bilan et perspectives

- Accroissement indéniable du potentiel productif : même en limitant fortement les pesticides, les rendements de nos parcelles assainies ont été supérieurs aux moyennes départementales.
- Retour sur investissement en trois ans environ et ce malgré l'absence de subvention (nous avons autofinancé nos dix hectares de drainage et vingt hectares de curage de fossés).

Mais...

- Même si nous n'avons pas sur-creusé le ruisseau et les fossés, nos aménagements ont contribué à évacuer plus rapidement les eaux vers le Layon et la Loire...
- La perte de biodiversité est probable (par exemple, il n'y a plus de jonc dans la parcelle située entre le bief et le ruisseau) et, pour la « compenser », il nous est apparu indispensable de fortement investir dans des haies très diversifiées couplées avec les bandes enherbées obligatoires (ce couplage devrait être systématique en bordure de cours d'eau) (photo ❹).

En conclusion, nous estimons que l'assainissement et le drainage peuvent être souhaitables dans certaines situations pour faciliter la conduite des cultures et l'expression du potentiel de production des sols. Toutefois, de tels travaux devraient être obligatoirement assortis d'exigences environnementales spécifiques telles que la mise en place de haies diversifiées couplées aux bandes enherbées et des pratiques agro-écologiques comme des rotations assez longues, des binages mécaniques ainsi que l'abandon de l'utilisation d'herbicides à effet racinaire et plus globalement des pesticides CMR. ■

L'auteur

Valentin BEAUVAL
Agriculteur dans le Maine-et-Loire
valentin.beauval@orange.fr

Témoignage

Assainissement et drainage sur la plaine du Gharb au Maroc

Au Maroc, la mise en valeur agricole de certaines terres est pénalisée par l'excès d'eau hivernal. Cet article nous présente comment l'assainissement et le drainage agricole ont pu contribuer à l'aménagement et au développement de la plaine de Gharb au nord-ouest marocain.

La plaine du Gharb située au nord-ouest du Maroc, était initialement une plaine deltaïque, et s'étend sur une superficie totale d'environ 616 000 hectares dont 388 000 hectares de surface agricole utile (SAU). Le projet Sebou 1963-1968 avait identifié un potentiel de 250 000 hectares de terres aménageables en grande hydraulique. La superficie équipée actuellement est d'environ 114 000 hectares répartis comme suit :

- le gravitaire (94 000 hectares),
- l'aspersion (20 000 hectares en cours de reconversion à l'irrigation localisée),
- la submersion (12 000 hectares),
- la basse pression avec irrigation gravitaire à la parcelle (3 000 hectares).

Le périmètre du Gharb est aménagé en secteurs collectifs hydrauliquement indépendants dont la taille a été optimisée lors de l'opération de l'aménagement à environ 3 000 hectares pour des considérations de consommations d'énergie électrique.

La mise en valeur de la plaine est pénalisée par l'excès d'eau hivernal compte tenu de la nature subhumide de son climat et de la nature argileuse de ses sols conjuguée à une pente très faible. Debbarh *et al.* (1991) soulignaient que sur un potentiel irrigable au Maroc de 1 600 000 hectares, 350 000 hectares seraient soumis aux risques d'excès d'eau ou de salinisation dont 200 000 hectares concernent la plaine du Gharb. La nappe phréatique présente une salinité de 10 à 12 g/l et fluctue entre la surface du sol et 3 mètres de profondeur.

De ce fait, le drainage profond (à environ 1,50 m de profondeur) a été jugé nécessaire avant tout aménagement hydro-agricole pour permettre d'éliminer l'excès d'eau temporaire dû à la pluviométrie hivernale et de contrôler le niveau des nappes déjà salées (10 à 12 g/l) à des profondeurs non nuisibles au développement racinaire des cultures pratiquées sous irrigation (photo ❶). C'est ainsi que, plus de 80 000 hectares ont bénéficié de la réalisation des réseaux de drainage enterré. L'infrastructure d'assainissement et de drainage mise en place est comme suit :

- 13 100 kilomètres de drains,
- 2 300 kilomètres de collecteurs,
- 3 000 kilomètres de canaux d'assainissement.

Il est prévu que les superficies drainées atteignent 200 000 hectares au terme de l'aménagement de la plaine du Gharb.

❶ Pose des drains enterrés à environ 1,50 m de profondeur dans le périmètre du Gharb au Maroc.

L'irrigation des premiers secteurs remonte aux années 1930, et malgré le contexte difficile de la plaine du Gharb, le suivi continu de la qualité des eaux et des sols par le laboratoire de l'Office régional de mise en valeur agricole du Gharb (ORMVAG) n'a relevé aucune poche de salinisation des sols. Nous devons cette performance principalement au réseau de drainage et d'assainissement conjugué avec les systèmes d'irrigation gravitaire et par aspersion qui créent le lessivage des sels durant les périodes d'irrigation compte tenu des doses d'irrigation apportées par les agriculteurs. Après ces longues années de mise en valeur agricole intensive, on peut dire que le réseau de drainage a permis de sauvegarder la qualité des sols qui constituent l'outil de production des agriculteurs. Actuellement, la reconversion à grande échelle des systèmes d'irrigation classiques en irrigation localisée, avec des apports fréquents et de faibles doses, interpelle quant au fonctionnement de ce réseau de drainage. Ceci nécessiterait une évaluation des performances de ce réseau et une réflexion pour étudier les éventuelles adaptations à mettre en place. Un suivi continu et rigoureux de ce réseau s'impose. ■

L'auteur

Abdelilah TAKY
Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, Maroc.
taky_abdelilah@yahoo.fr

Le drainage est-il compatible avec les enjeux environnementaux ?

© C. Chaumont (INRAE)

LE DRAINAGE EST-IL COMPATIBLE AVEC LES ENJEUX ENVIRONNEMENTAUX ?

Les pratiques actuelles de drainage doivent apporter des garanties sur le plan environnemental. Du côté de la recherche, les connaissances sur les impacts du drainage sur la qualité de l'eau restituée au milieu naturel progressent. En parallèle, émergent de nouvelles techniques de remédiation écologique permettant d'atténuer de manière significative les effets négatifs du drainage. Du côté des professionnels, les acteurs se mobilisent pour mettre en œuvre un label de qualité pour un drainage responsable, c'est-à-dire respectueux des valeurs environnementales, économiques et sociales.

22 **Influence des itinéraires techniques et qualité de l'eau en sortie de drainage**
Alain DUTERTRE, Déborah RENAULT, Jonathan MARKS-PERREAU et Benoît RÉAL

32 **Gérer les eaux de drainage agricole : du génie hydraulique au génie écologique**
Julien TOURNEBIZE, Hocine HENINE et Cédric CHAUMONT

42 **Focus – Accompagnement de projets agricoles : expertise et mise en œuvre opérationnelle du diagnostic de zones humides**
Bertrand DURY

48 **Focus – Labellisation d'un drainage responsable**
Jean-François CHAPUIS et Laurence THIBAUD

Influence des itinéraires techniques et qualité de l'eau en sortie de drainage

Depuis le début des années 1990, sur le site expérimental de La Jaillière dans l'Ouest de la France. des campagnes d'analyses portant sur les concentrations en nutriments et en produits phytopharmaceutiques sont réalisées en sortie de parcelle agricole drainée. Les résultats de ces mesures sur le long terme permettent aujourd'hui de déterminer les effets du drainage agricole et des pratiques culturales sur la qualité de l'eau.

Historique

Dans les années 1980, le ministère chargé de l'agriculture et l'Office national interprofessionnel des céréales (ONIC) ont financé la création de soixante-dix secteurs de références, pour fournir des connaissances techniques et agronomiques pour la conception et l'utilisation des réseaux de drainage agricole.

Afin de compléter les connaissances, vingt-quatre expérimentations au champ ont été mises en place (Drainage – Secteurs de références – Recueil des expérimentations – Vincent, 1988), portant sur quatre thèmes :

- le drainage des sols lourds,
- le choix du mode de drainage, de l'écartement, des matériaux, et/ou du débit de projet,
- le traitement des formes de l'excès d'eau extérieur à la parcelle, l'assainissement agricole,
- la portance et les jours disponibles.

Ce dernier thème a conduit à la création, en 1987, du dispositif expérimental de la Jaillière, dans le cadre d'une collaboration entre le Cemagref et l'ITCF, devenus respectivement Irstea puis INRAE et Arvalis-Institut du végétal.

À la même période, la sensibilité de plus en plus forte de l'opinion publique sur la qualité de l'eau a conduit à quelques ajustements du protocole expérimental : c'est le début des études sur le suivi des transferts de solutés (minéraux et produits phytopharmaceutiques).

Dispositif expérimental

Ce qui se mesure est mieux connu que ce qu'on ne sait mesurer (Arlot, 1999) : la présence d'un réseau de drainage est actuellement le seul moyen de collecter l'eau d'infiltration à l'échelle de la parcelle agricole. Ainsi, la parcelle drainée est souvent comparée à un grand lysimètre, avec un réseau de tuyaux enterrés qui collecte l'eau en excès liée aux apports météoriques (pluie).

Le dispositif expérimental de La Jaillière est implanté dans des sols limoneux sur altérites de schiste, assez répandus dans l'Ouest de la France (Massif armoricain). Le sol est brun limoneux à pseudogley sur altérite de schiste, avec un plancher imperméable situé entre 0,6 et 0,9 mètre sous la surface du sol : en période d'excédent pluviométrique, l'apparition de la nappe perchée est rapide, et sa présence durable tant que le bilan climatique [P-Etp] [1] est positif. La mise en place d'un réseau de drainage dans ce type de milieu à forte hydromorphie contribue à évacuer l'eau excédentaire qui, sans cela, ruisselle à la surface du sol. Ces sols sont réputés de faible stabilité structurale et sont donc sensibles aux tassements provoqués par la circulation des engins agricoles, et à la battance provoquée par la pluie. De l'érosion est rarement observée car les sols sont souvent couverts par des végétaux : proportion plus ou moins importante de prairies, de cultures d'hiver, ou de couverts végétaux avant les implantations des cultures de printemps.

1. Différence entre les précipitations (P) et l'évapotranspiration potentielle (Etp).

Le dispositif expérimental « Pratiques culturales et qualité de l'eau de la Jaillière » (Loire-Atlantique) est créé depuis 1987, avec la mise en place des six premières parcelles d'essai (parcelles 1 à 6). Deux autres tranches de travaux sont ensuite réalisées : les parcelles 7, 8 et 9 en 1990, puis les parcelles 10 et 11 en 1991.

Onze parcelles constituent le dispositif expérimental (photo ❶) : neuf sont drainées et deux sont non drainées.

Le réseau de drainage est individualisé pour chaque parcelle expérimentale. La collecte de l'eau de ruissellement est assurée par un piège à ruissellement (photo ❷) pour neuf parcelles de l'essai (huit parcelles drainées et une parcelle non drainée).

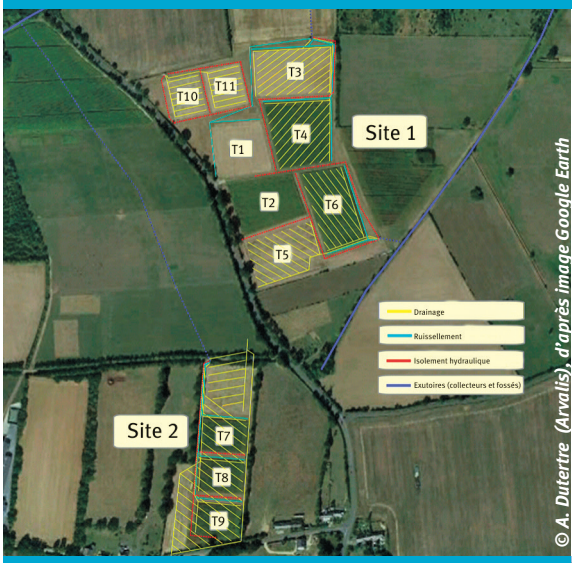
Dans l'essai de la Jaillière, les débits d'eau sont mesurés toutes les heures, 365 jours par an (figure ❶). Les échantillons d'eau, hebdomadaires, sont composés à partir de prélèvements élémentaires réalisés tous les 5 m³ pour le drainage, tous les 3 m³ pour le ruissellement de la parcelle non drainée et tous les 1 m³ en ruissellement pour les parcelles drainées.

La succession maïs-fourrage-blé est conduite sur parcelle drainée ou non, avec ou sans labour avec des couverts en interculture ou avec des couverts permanents.

La majorité des changements de pratiques s'opère après un temps d'observation et de mesure de quatre à huit ans, le temps de « mise à l'équilibre » de(s) la nouvelle(s) pratique(s). Pour autant, certains critères sont inchangés depuis la mise en place de l'essai, comme l'abandon du labour dans la parcelle 5 pour une conduite en techniques culturales simplifiées(TCS)[2].

2. TCS : les techniques culturales simplifiées regroupent l'ensemble des techniques de travail du sol comprises entre les préparations superficielles et le semis direct strict.

❶ Vue générale du dispositif de la Jaillière (Loire-Atlantique).

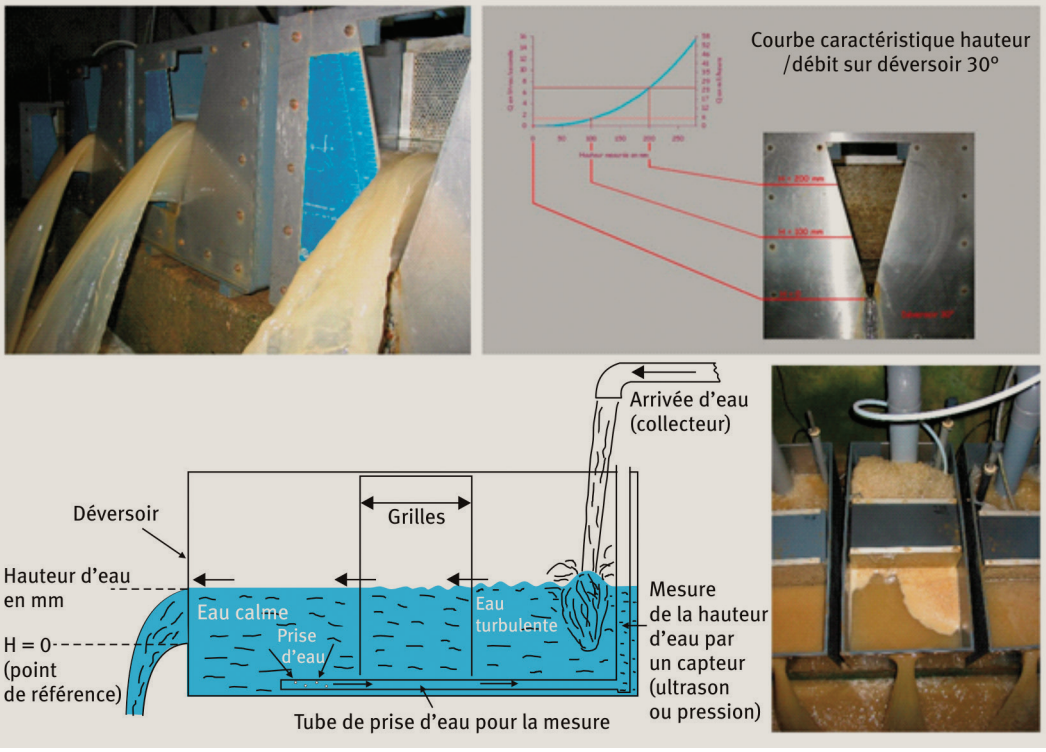


© A. Dutertre (Arvalis), d'après image Google Earth

❷ Vue d'un piège à ruissellement.

© A. Dutertre (Arvalis)

❶ Bacs déversoirs pour la mesure du débit d'eau.



© A. Dutertre (Arvalis)

Aujourd'hui, en 2019, le dispositif expérimental est dans sa trente-deuxième campagne culturale pour les parcelles les plus anciennes, vingt-huitième pour les plus récentes. Disposer d'un essai de longue durée sur les effets du drainage agricole d'une part, et les relations entre pratiques culturales et qualité de l'eau de surface (drainage et ruissellement) d'autre part, est suffisamment rare pour être souligné.

Saison hydrologique, drainage et ruissellement

Les données expérimentales présentées dans cet article couvrent les campagnes 1992-1993 à 2011-2012, soit vingt saisons hydrologiques.

À La Jaillière (sols hydromorphes, milieu tempéré, pluies modérées), l'alimentation en eau des réseaux de surface (drainage, fossés, cours d'eau) est essentiellement hivernale, dans une période moyenne située entre décembre et mars. Cependant, la variabilité interannuelle peut être importante car liée à la pluviosité.

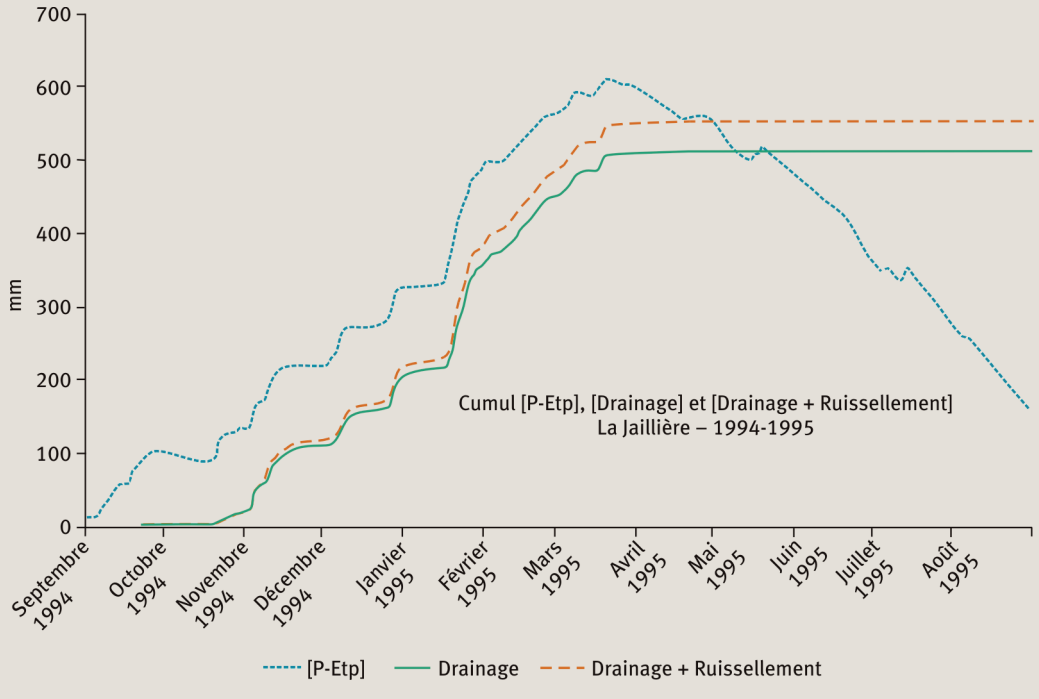
Après la reconstitution de la réserve en eau du sol à l'automne, tout nouvel apport météorique (pluie) contribue à alimenter soit les nappes profondes, soit le réseau hydrographique de surface par ruissellement ou par drainage (naturel ou artificiel). La mise en place d'un équipement hydrométrique en sortie de collecteur est une technique maintenant connue et maîtrisée pour quantifier le drainage à l'échelle de la parcelle agricole. La mesure de la lame d'eau écoulée montre ainsi que le cumul de drainage suit, en tendance, le cumul du bilan climatique [P-Etp] (figure ❷). Pendant la saison hydrologique, la restitution de l'eau de pluie au réseau est forte et soutenue. La saison de drainage est généralement continue jusqu'à l'inversion du bilan climatique. Les apports sont alors moins importants que la demande climatique (évapotranspiration) et, seuls quelques épisodes particuliers en intensité et en volume peuvent provoquer des petites reprises d'écoulement au printemps ou en été.

Dans les milieux à forte hydromorphie, comme La Jaillière, l'excédent de pluie contribue à l'apparition de la nappe perchée hivernale et à l'engorgement de l'ensemble du profil de sol. Lorsque la nappe perchée affleure à la surface du sol, l'eau de pluie ne peut plus s'infiltrer et se met à ruisseler, provoquant ainsi un ruissellement par saturation. Ce ruissellement est la principale voie d'évacuation de l'eau excédentaire en milieu non drainé. Dans une parcelle drainée, ce ruissellement est toujours observable et quantifiable, mais la majeure partie (environ 90 %) de l'eau en excès est évacuée par le réseau de tuyaux enterrés. À l'échelle pluriannuelle, le bilan des flux d'eau est plus important en parcelle drainée (drainage + ruissellement, figure ❸) que le seul ruissellement en parcelle non drainée, où des écoulements hypodermiques non mesurés peuvent se produire.

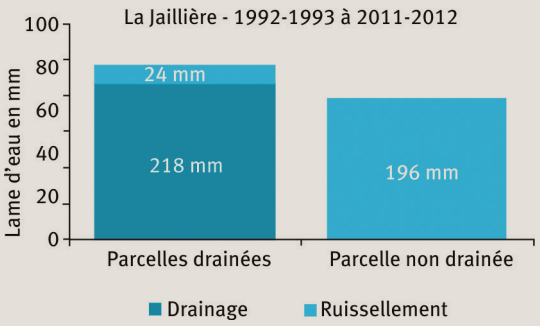
L'intérêt du drainage agricole réside dans sa capacité à rabattre rapidement le niveau de la nappe perchée sous la couche labourée, à environ 25-30 cm sous la surface du sol, voire plus. Cela permet aux racines des plantes de s'ancrer et se développer dans le sol plus facilement, en évitant les phénomènes d'asphyxie des cultures.

La stratégie globale de conduite de la parcelle dépend aussi beaucoup de la capacité à y entrer, que ce soit pour la mise à l'herbe des animaux pour l'exploitation des prairies, ou pour la réalisation d'interventions culturales,

❷ **Cumul du bilan climatique [P-Etp], cumul de drainage et cumul de drainage et ruissellement.**



❸ **Lames d'eau moyennes annuelles en drainage et en ruissellement.**



avec un équipement agricole sur les cultures annuelles. On parle alors de la praticabilité ou portance du sol, exprimée en nombre de jours disponibles. Les observations de terrain à la Jaillière montrent qu'après un épisode pluvieux pendant la saison hydrologique, il faut attendre entre trois et sept jours pour intervenir en parcelle drainée, entre deux et quatre semaines en parcelle non drainée.

Impact du drainage sur les rendements des cultures

L'influence du drainage sur le rendement des cultures est différente selon que l'on s'intéresse à une culture d'hiver comme le blé (figure ❹) ou à une culture de printemps comme le maïs. Avec un itinéraire technique identique, l'excès d'eau hivernal va principalement impacter le blé, avec une différence significative d'environ 8 quintaux par hectare en faveur de la parcelle drainée. La parcelle non drainée n'a pas pu être semée en blé à deux reprises sur quinze campagnes.

Le choix du travail du sol (labour vs TCS) n'influe pas sur le rendement du blé (différence non significative). Toutefois, la conduite sans labour fait l'objet d'une attention particulière, car les sols de la Jaillière sont très sensibles au tassement, notamment par la répétition des passages de roues des engins agricoles.

Le drainage ne modifie pas le potentiel de rendement d'une culture dans un milieu donné – rendement supérieur à 95 quintaux par hectare en 2005 (année sans drainage) pour toutes les parcelles d'essai, y compris en parcelle non drainée – mais limite l'effet négatif du facteur excès d'eau et régularise les rendements à l'échelle pluriannuelle (sécurisation du système de production).

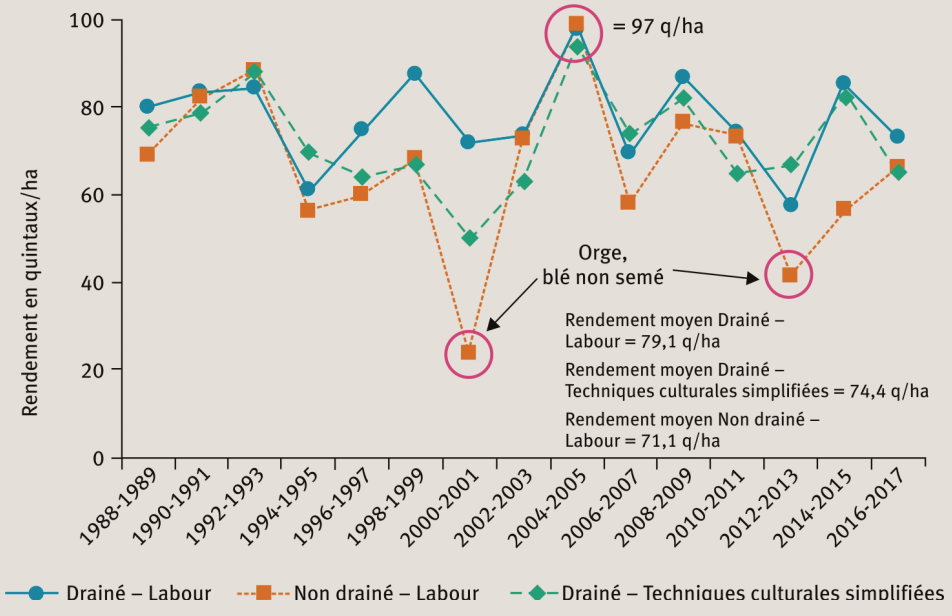
Pour une culture de printemps comme le maïs, aucune différence de rendement n'est observée, parce qu'au semis de la culture, la saison hydrologique est très souvent terminée.

Drainage et transfert du nitrate

Le flux d'azote nitrique à la parcelle résulte du calcul entre deux grandeurs mesurées : la lame d'eau et la concentration en nitrate. Le bilan des mesures de nitrate effectuées à la Jaillière, en situations de cultures annuelles, montre que le transfert d'azote est plus important en parcelle drainée qu'en parcelle non drainée (figure ❺).

Le drainage améliore les conditions d'oxygénation du sol, notamment de la couche labourée, par une nette diminution de l'engorgement par la nappe perchée. Ces conditions profitent à la minéralisation de l'azote organique, d'autant que les conditions météorologiques

❹ **Rendement du blé tendre d'hiver – La Jaillière (Loire-Atlantique).**

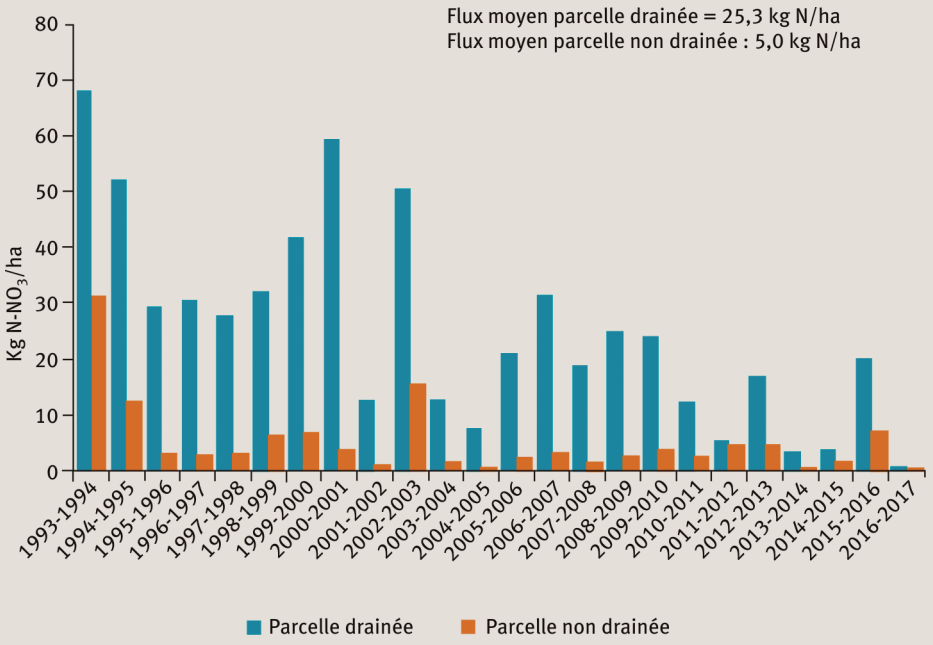


de l'Ouest, notamment les températures, sont rarement limitantes pour ce critère. Les transferts du nitrate sont donc favorisés par la présence de cet azote facilement lessivable.

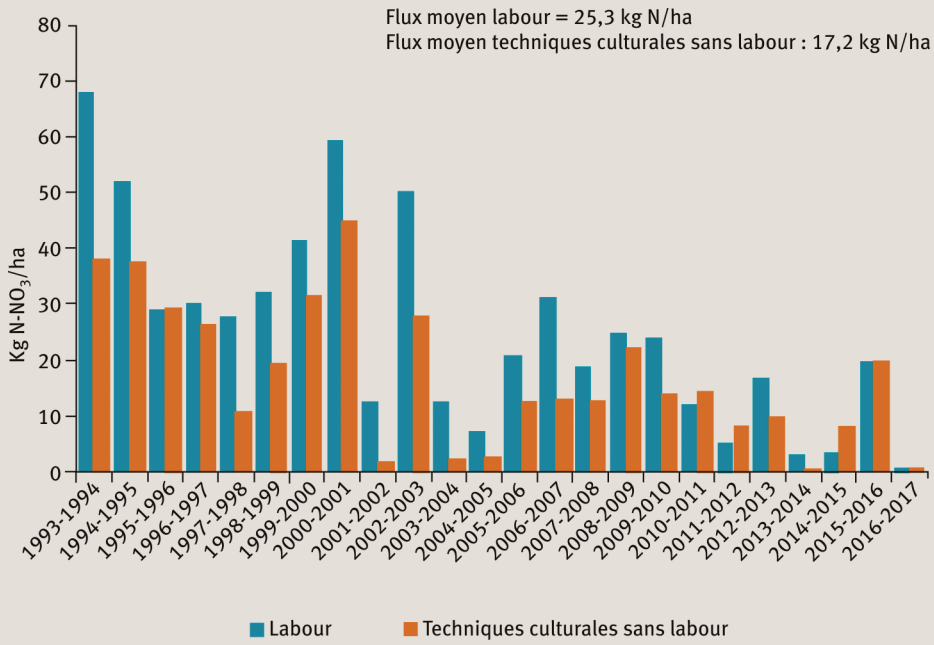
En contrepartie, la gestion raisonnée de la fertilisation en parcelle hydromorphe n'est rendue possible que grâce au drainage, car la portance du sol redevient rapidement possible après l'arrêt des pluies.

Dans la parcelle non drainée, la minéralisation de l'azote est rapidement stoppée par l'ennoiement temporaire, et toute nouvelle pluie contribue à diluer davantage le stock d'azote initial du sol. Contrairement à la parcelle drainée, l'hydromorphie marquée de la parcelle non drainée favorise la dénitrification qui peut, dans certains cas, conduire à des émissions significatives de N_2O. Un travail expérimental a été conduit en ce sens sur les parcelles de la Jaillière entre 2010 et 2012 afin de mesurer l'importance de l'hydromorphie sur la production de N_2O : sur les deux années d'étude, la parcelle non drainée a produit trois fois plus de ce gaz à effet de serre que la parcelle drainée.

❺ Effet du drainage sur les flux d'azote nitrique.



❻ Effet du travail du sol sur les flux d'azote nitrique.



Parmi les pratiques culturales favorables à la réduction du transfert du nitrate, l'effet de l'abandon du labour est mesuré dans l'essai de la Jaillière, en particulier dans la parcelle 5 qui n'est plus labourée depuis l'automne 1989. Dans cette parcelle, les flux de nitrate sont globalement moins importants que dans la parcelle labourée (figure ❻), sauf en cas de décompactage d'automne.

En techniques culturales simplifiées, tous les résidus de cultures se trouvent sur la surface du sol. Les cultures d'automne, comme les CIPAN (cultures intermédiaires pièges à nitrate), vont profiter de cette disponibilité minérale pour satisfaire leurs besoins en azote, ce qui va favoriser leur installation. De ce fait, cette part d'azote absorbé sera soustraite au risque d'entrainement vers le drainage.

Les sols de la Jaillière sont sensibles au tassement, ce qui constitue parfois une limite à la conduite des cultures en TCS. Un tassement observé conduit souvent à un décompactage d'automne, avant le semis du blé. Cela provoque alors une libération d'azote nitrique dans le sol et une augmentation des teneurs en nitrate de l'eau de drainage au cours de l'hiver suivant.

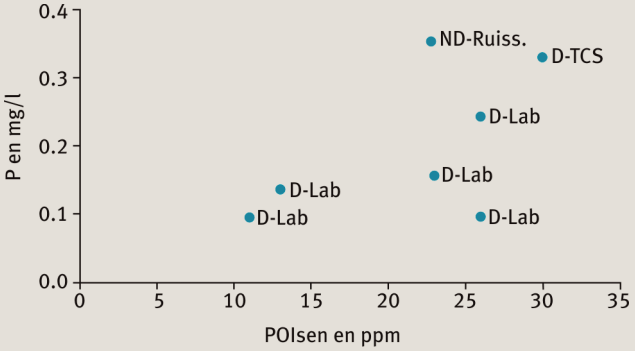
Drainage et transfert de phosphore

Le phosphore a été étudié à la Jaillière entre 1998 et 2012. Les échantillons d'eau brute ont été analysés par le laboratoire de chimie de l'INRA (devenu INRAE) à Thonon-les-Bains. Puis, à partir de 2004, les échantillons ont été subdivisés en deux : l'un est conservé brut, l'autre est filtré à 0,7 µm (limite normalisée de séparation du P soluble et du P particulaire).

Le transfert du phosphore par ruissellement ou par drainage est d'abord conditionné par le niveau de richesse du sol en cet élément (figure ❼).

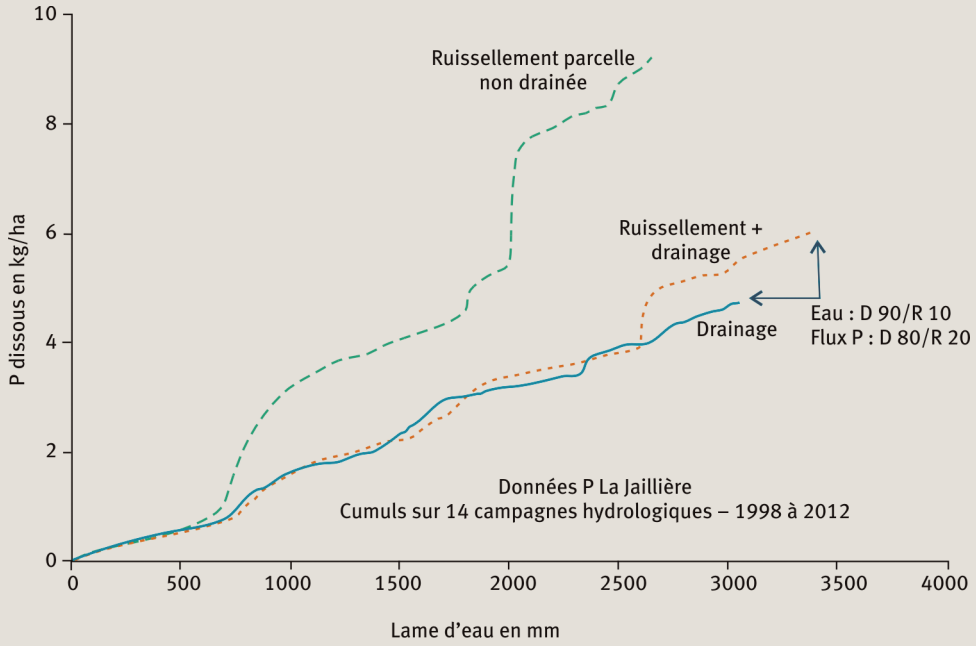
En effet, les pratiques de fertilisation (minérale ou organique) contribuent à apporter au sol la quantité de phosphore nécessaire pour satisfaire les besoins des plantes cultivées. Ces apports sont valorisés par la culture en place, ou stockés dans le sol si tout n'est pas intégralement absorbé. De plus, le minéral est incorporé dans tout ou partie de la couche labourée par le travail du sol (labour ou façons culturales superficielles), ou laissé en surface en situation de semis direct. Tous ces éléments déterminent, pour une parcelle donnée, la voie de circulation privilégiée (ruissellement ou drainage) et le risque de transfert du phosphore, en fonction de la richesse de chaque parcelle.

❼ **Relation teneur en phosphore (P_{Olsen}) du sol et transfert par drainage ou ruissellement.**



ND-Ruiss. : ruissellement parcelle non drainée
D-Lab : drainage parcelle drainée, labour
D-TCS : drainage parcelle drainée, sans labour

❽ **Effet du drainage sur les flux de phosphore dissous.**



Le phosphore est préférentiellement entraîné à la surface du sol par l'eau de ruissellement (parcelles drainée et non drainée), pour lesquelles on mesure des concentrations supérieures à celles mesurées pour l'eau de drainage. Au cours des quatorze campagnes d'étude, les flux cumulés de phosphore en parcelle drainée indiquent que 20 % des transferts sont assurés par le ruissellement, alors que seulement 10 % des flux d'eau sont dus à ce même ruissellement (figure ❽).

La réduction du travail du sol entraîne une modification de l'hydrologie de la parcelle cultivée, avec une augmentation de la vitesse de circulation de l'eau. Ce changement est provoqué par l'apparition de circulations préférentielles rapides entre la surface du sol et la profondeur, notamment vers les drains en parcelle drainée. Dans la parcelle sans labour, la technique conduit naturellement à une concentration plus élevée du phosphore dans les premiers centimètres de la surface du sol : la teneur en P_{Olsen} de l'horizon 0-5 cm y est environ 2,5 à 3 fois plus élevée que dans une parcelle labourée. La conjonction de ces deux facteurs, vitesse de transit de l'eau et enrichissement de la surface en phosphore, se traduit par des flux cumulés plus importants en parcelle en TCS qu'en parcelle labourée (figure ❾).

La construction des chroniques pluriannuelles de flux montre une évolution avec des changements brusques du rythme de transfert. Ces ruptures en « marche d'escalier » sont généralement plus marquées en ruissellement qu'en drainage. L'analyse de ces changements révèle qu'ils correspondent à la conjonction de deux facteurs : un apport récent de fertilisant (organique ou minéral), suivi immédiatement par des pluies importantes, provoquant une nette reprise des écoulements en ruissellement et en drainage. Ces transferts particuliers du phosphore, impactés par le rythme des apports et le régime local des épisodes pluvieux, peuvent représenter jusqu'à 30 %, voire 50 %, des transferts du phosphore d'une parcelle.

Au-delà de la perte agronomique du nutriment, le transfert du phosphore contribue à une perte de qualité des eaux de surfaces et, sous certaines conditions, au processus d'eutrophisation.

Drainage et transfert de produits phytopharmaceutiques

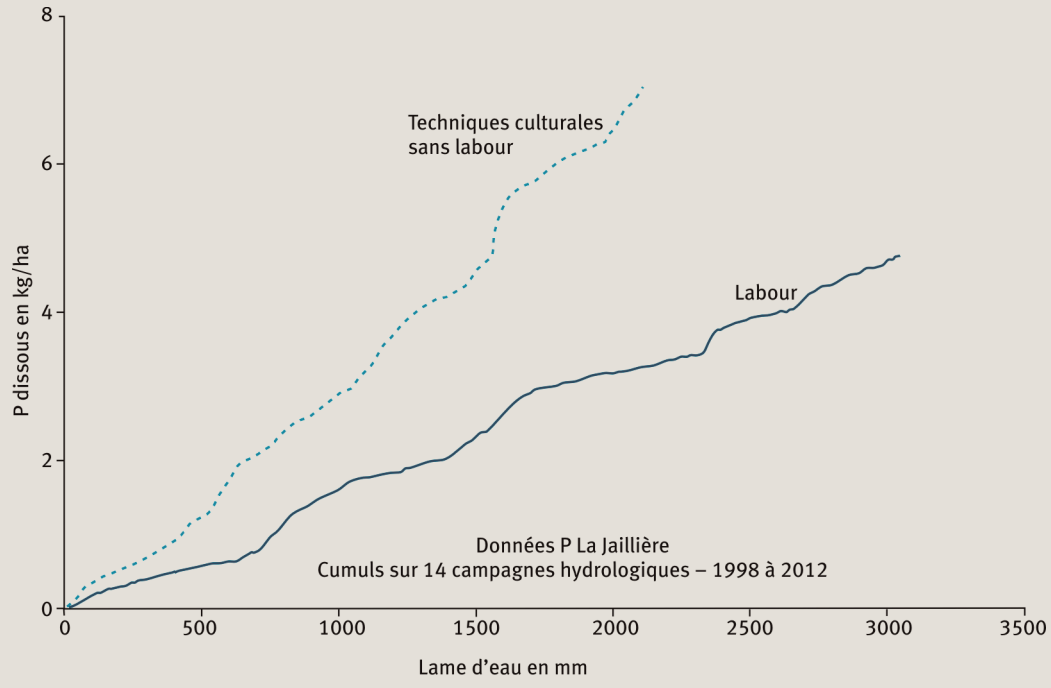
Le suivi des produits phytopharmaceutiques a débuté en 1994 dans le dispositif expérimental de la Jaillière. Jusqu'à l'année 2017, cent douze composés ont été étudiés, pour près de vingt-neuf mille analyses.

En vingt-cinq ans de suivi, certains solutés n'ont jamais été détectés, ni dans l'eau de drainage, ni dans l'eau de ruissellement. Cela représente vingt-huit substances, soit 25 % de l'ensemble des composés suivis.

Pour les produits phytopharmaceutiques, le transfert se fait principalement par ruissellement, même si quelques molécules présentent des flux plus importants dans l'eau de drainage (figure ❿).

Comme pour le phosphore, la réduction du travail du sol entraîne une augmentation de la vitesse de circulation de l'eau, et une augmentation de la teneur de certains composés dans l'eau de drainage, notamment ceux appliqués en automne ou en hiver. Les flux calculés sont alors supérieurs à ceux calculés en sortie de parcelle labourée (figure ⓫). Pourtant, certaines substances sont susceptibles d'être fixées et dégradées plus rapidement en parcelle non labourée, par un milieu biologiquement

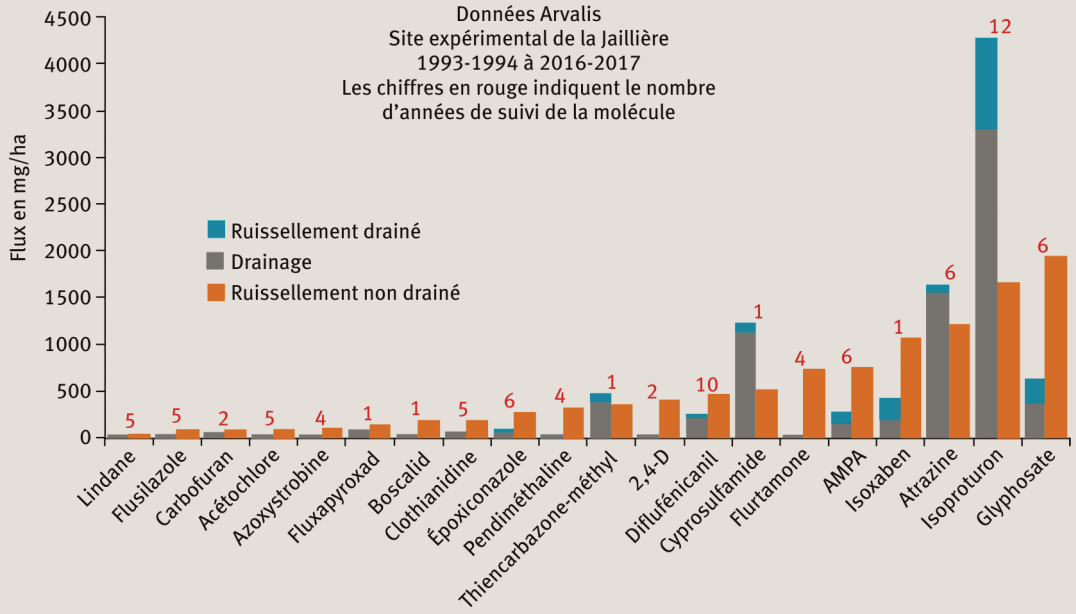
❾ **Effet du travail du sol sur les flux de phosphore dissous.**



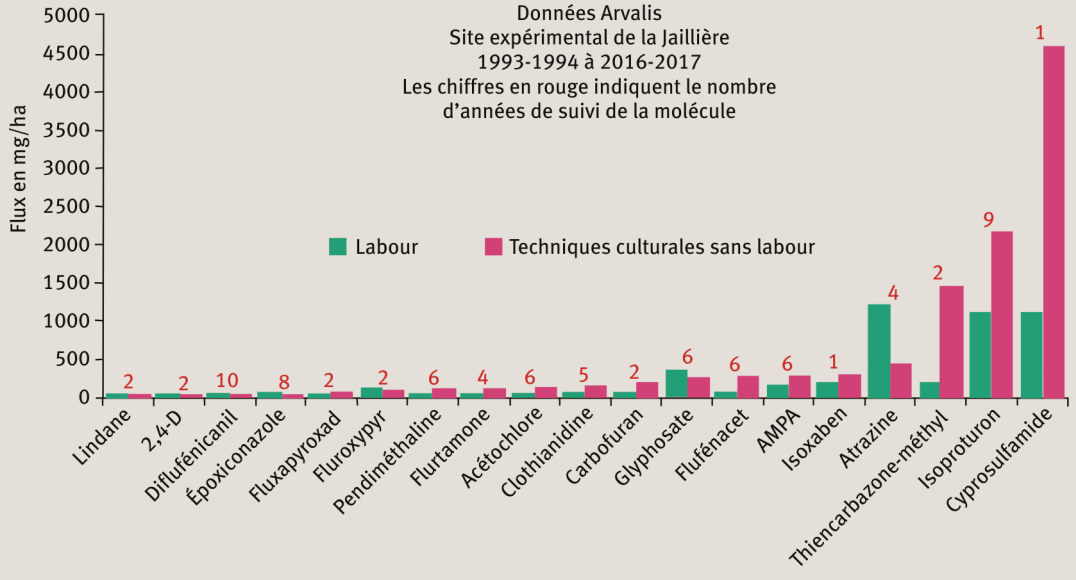
plus actif grâce aux matières organiques présentes sur la surface du sol. Ce phénomène concerne les substances appliquées au printemps ou en été. L'hydrologie reste néanmoins le premier facteur de transfert des solutés présents dans le sol.

Les concentrations de produits phytopharmaceutiques mesurées dans l'eau de drainage et dans l'eau de ruissellement présentent parfois des valeurs élevées. Le travail conduit à la Jaillière a permis d'identifier les raisons de ces résultats : nature de la substance, dose d'application, conditions hydrologiques favorisant les transferts. À partir de ces données, tout l'enjeu consiste à proposer des solutions de protection des cultures qui présentent des risques très faibles de transfert, même si les flux les plus importants mesurés à La Jaillière ne représentent qu'une très petite part des quantités appliquées. Ces faibles transferts peuvent néanmoins avoir un impact environnemental significatif.

⑩ Flux de produits phytopharmaceutiques entre parcelle drainée et non drainée.



⑪ Flux de produits phytopharmaceutiques entre parcelle labourée et non labourée.



Conclusion

Le drainage agricole à la parcelle n'a pas d'autre objectif que d'évacuer l'eau présente en excès dans le sol. La technique est maîtrisée par l'ensemble des opérateurs de la filière, mais cela reste une opération coûteuse pour l'agriculteur.

Dans les 1980-1990, le choix de drainer les parcelles de l'exploitation signifiait généralement un changement du système de production, souvent en abandonnant l'élevage et les prairies pour la mise en culture. Aujourd'hui, les éleveurs aussi souhaitent drainer leurs parcelles, avant tout pour sécuriser leur système fourrager à base de prairies. Et c'est bien là le premier intérêt du drainage : les rendements des cultures sont plus réguliers, voire améliorés, y compris ceux des prairies. Les plantes bénéficient de meilleures conditions pour s'enraciner, ce qui leur permet naturellement de mieux supporter les contraintes liées à l'excès d'eau en hiver, ou à la sécheresse en été.

Drainer un sol modifie la circulation de l'eau, et donc l'hydrologie générale de la parcelle. En favorisant l'infiltration de l'eau dans le sol, le drainage diminue le ruissellement par saturation. Il limite également le temps d'engorgement du sol, permettant de retrouver plus rapidement des conditions favorables à la croissance des plantes ou à la réalisation de pratiques culturales.

Dans une démarche expérimentale, le drainage par tuyaux enterrés est un formidable outil pour la collecte de l'eau à l'échelle de la parcelle. Le transfert des solutés est étudié en mesurant la concentration des composés dans l'eau de drainage et dans l'eau de ruissellement.

Ainsi, et quand bien même l'hydrologie reste le principal facteur des transferts de solutés, l'agriculteur peut mettre en œuvre des pratiques culturales pour limiter l'entrainement du nitrate. La maîtrise des intrants, mais aussi le travail du sol et la couverture hivernale sont des éléments qui contribuent à la réduction du stock d'azote lessivable.

Pour les autres solutés, phosphore et produits phytosanitaires, la réduction du ruissellement est source d'amélioration de la qualité de l'eau. Mais là aussi, des pratiques culturales adaptées peuvent être engagées et planifiées, avec comme objectif la reconquête de la qualité des eaux de surface, tout en permettant le maintien d'une activité agricole économiquement viable et respectueuse de l'environnement. ■

Les auteurs

Alain DUTERTRE et Déborah RENAULT
ARVALIS-Institut du végétal, La Jaillière,
La Chapelle-Saint-Sauveur,
F-44370 Loireauxence, France.
A.DUTERTRE@arvalis.fr
D.RENAULT@arvalis.fr

Jonathan MARKS-PERREAU
ARVALIS-Institut du végétal,
Station expérimentale,
F-91720 Boigneville, France.
J.MARKS-PERREAU@arvalis.fr

Benoît RÉAL
ARVALIS-Institut du végétal,
Estrées-Mons, F-80208 Peronne, France.
B.REAL@arvalis.fr

En savoir plus...

ARLOT, M.-P., 1999 - Nitrate dans les eaux : drainage acteur, drainage témoin ? Les enseignements d'une approche hydrologique et hydraulique, Thèse de l'Université Pierre et Marie Curie, Paris 6, 373 p.,disponible sur : https://irsteadoc.irstea.fr/oa/PUB00008131-nitrates-dans-les-eaux-drainage-acteur-drainage-te.html

BODILIS, A.-M., COHAN, J.-P., COLART, A.-S., DRILLAUD, C., DUTERTRE, A., LELLAHI, A., MARKS-PERREAU, J., REAL, B., ARVALIS, 2013, Pratiques culturales et qualité de l'eau : maitriser les impacts – 20 ans d'expérimentation à la station de la Jaillière.

CASTILLON, P., DUTERTRE, A., COHAN, J.-P., BARBIER, C., DORIOZ, J.-M., ARVALIS, INRA, A 14-year study of phosphorus losses from drained and undrained cultivated plots : a contribution to the evaluation of losses due to fertiliser applications, à paraître.

DORIOZ, J.-M., TREVISAN, D., INRA, 2008, Le transfert diffus du phosphore dans les bassins agricoles : ordres de grandeur, mécanismes, maîtrise, *Ingénieries Eau-Agriculture-Territoires*, Numéro Spécial « Azote, phosphore et pesticides », p. 27-47, disponible sur : http://www.set-revue.fr/sites/default/files/articles-eat/pdf/DG2008-PUB00024194.pdf

MARKS-PERREAU, J., ARVALIS, 2011, Transferts des produits phytosanitaires vers les eaux superficielles : Analyses des résultats de qualité de l'eau du site d'expérimentation de La Jaillière (49), INP-ENSAT-Université Paul Sabatier Toulouse, Mémoire Master 2 « Fonctionnement des écosystèmes et anthropisation ».

TOURNEBIZE, J., ARLOT, M.-P., BILLY, C., BIRGAND, F., GILLET, J.-P., DUTERTRE, A., CEMAGREF, ARVALIS, 2008, Quantification et maîtrise des flux de nitrates : de la parcelle drainée au bassin versant, *Ingénieries Eau-Agriculture-Territoires,* Numéro Spécial « Azote, phosphore et pesticides », p. 5-25, disponible sur : http://www.set-revue.fr/sites/default/files/articles-eat/pdf/DG2008-PUB00024193.pdf

VINCENT, B., CEMAGREF, CPN, 1988, Drainage, Secteurs de références, Recueil des expérimentations, Opération Drainage-ONIC-Ministère de l'Agriculture.

Fossé collecteur d'eau de drainage et de ruissellement sur le site expérimental de la Jaillière.

© D. Gauthier (INRAE)-

Gérer les eaux de drainage agricole : du génie hydraulique au génie écologique

Pratique ancienne, dont l'objectif est d'évacuer les excès d'eau dans les sols pour en favoriser la culture, le drainage agricole génère toutefois des impacts sur les milieux naturels qu'il est important de comprendre pour faire évoluer les techniques vers une meilleure prise en compte des enjeux environnementaux. Après une synthèse des travaux de recherche sur l'impact des eaux de drainage sur la propagation des crues et sur le transfert des polluants d'origine agricole, cet article présente des solutions pour limiter ces impacts sur le régime et la qualité des eaux, en mettant l'accent sur les apports du génie écologique.

Depuis les lois sur l'eau de 1992 et 2006, gérer les eaux de drainage agricole est devenu un enjeu pour la préservation de la qualité de l'eau, objectif prioritaire de nombreux SAGE[1]. Pour atteindre les niveaux de bon état écologique, il s'avère important de limiter les transferts d'eau et de polluants liés à l'activité agricole en parcelle drainée. D'un point de vue historique, il faut cependant se rappeler que l'équipement en drainage agricole, favorisé par les politiques publiques dans les années 1980-1990, a permis de maintenir des objectifs de rendements sur des parcelles agricoles hydromorphes. À cette fin, l'ingénierie appliquée au drainage agricole a été développée pour maitriser les excès d'eau hivernaux de ces parcelles. Le réseau de drainage évacue par tuyaux enterrés l'excès d'eau pendant la période de saturation du sol (décembre à avril en général). Le dimensionnement fait appel aux caractéristiques hydrodynamiques du sol et aux contraintes agronomiques. Les études spécifiques des impacts du drainage agricole sur le régime et la qualité des eaux apparaissent dans les années 1990 (Blann *et al.*, 2009). Les auteurs précisent que pour étudier objectivement ces impacts, il faut distinguer le drainage des parcelles à vocation agricole dès le départ et la conversion de prairie permanente ou de zone humide à un usage agricole par la technique du drainage. Dans ce dernier cas, le drainage modifie significativement les flux d'eau et de polluants, et c'est pour cette raison, que le drainage en zone humide est fortement réglementé (voir l'arrêté de 2008 modifié en 2009 sur la définition d'une zone humide). La première partie de l'article synthétisera les résultats des travaux de recherche sur l'impact quantitatif des écoulements de drainage dans la propagation des crues. Sur le volet qualitatif, les travaux antérieurs ont montré que les flux de nitrate et pesticides à l'exutoire des réseaux de drainage étaient le reflet des pratiques agricoles (Arlot, 1999), les tuyaux de drainage acheminant les polluants dissouts disponibles à la lixiviation (reliquat azoté à l'entrée hiver, flux de pesticides après application). Limiter ses impacts nécessite dans un premier temps d'adapter les pratiques agricoles en diminuant la pression polluante. Or il s'avère que si ces changements sont un préalable indispensable, ils ne sont pas suffisants pour réduire à zéro le risque de transfert. Des actions complémentaires sont alors nécessaires comme le traitement en sortie de tuyau (*end of pipe solution*) de ces eaux de drainage par des systèmes qui seront décrits dans la deuxième partie de l'article.

Impact du drainage sur l'hydrologie

Au-delà de son intérêt agronomique, le drainage agricole souterrain influence sensiblement la réponse hydrologique des bassins versants concernés. En France, dont la présence du drainage se situe plutôt dans la partie nord, le solde climatique P-ETP (précipitations et évapotranspiration potentielle) sur la période hivernale (décembre à mars) génère des écoulements annuels moyens de 180 mm par an, avec un fonctionnement hydrologique saisonnier :

- amorce du drainage entre novembre et décembre (10 à 20 mm) ;

1. Schéma d'aménagement et de gestion des eaux.

• saison de drainage intense de décembre à mars, période pendant laquelle, due à une évapotranspiration faible, toute pluie génère un débit de drainage (150 mm) ;

• et enfin des écoulements sporadiques d'avril à juin (10 à 20 mm).

En France, l'écartement moyen utilisé, 10-12 m pour une profondeur de drain de 80 à 100 cm, dépend de la conductivité hydraulique à saturation et de la porosité de drainage, associé à un temps de ressuyage (écartement des drains) défini par l'agriculteur (généralement un jour après la pluie). Pour le dimensionnement des volumes à évacuer, la pluie de projet correspond à une pluie de période de retour annuelle de trois jours, soit un événement fréquent de l'ordre de 15 mm/j.

En période de crues, le rejet des écoulements en provenance de parcelles agricoles drainées est souvent perçu comme une cause possible d'inondations, court-circuitant des zones tampons dans lesquelles les eaux auraient pu circuler de manière plus diffuse en son absence, par infiltration ou ruissellement. L'étude de cet impact en aval, notamment sur les inondations, implique l'examen de plusieurs processus de transfert à différentes échelles (Robinson et Rycroft, 1999). À l'échelle de la parcelle, le drainage agricole réduit la contrainte agronomique liée à la présence dans les parcelles cultivées d'un excès d'eau hivernal temporaire. Cela engendre une augmentation de la capacité de stockage d'eau dans le sol en restaurant la capacité d'infiltration et, en conséquence, une diminution du ruissellement de surface.

Basé sur des observations à différentes échelles de bassins versants, l'étude du comportement hydrologique des réseaux de drainage pendant les crues montre trois phases (Henine *et al.*, 2010 ; Henine *et al.*, 2014) :

• phase 1 : pour des périodes de retour entre un et deux ans, compatibles avec le dimensionnement du réseau de drainage mais présentant un risque faible d'inondation, une accentuation des crues, le drainage a alors un impact négatif sur la crue ;

• phase 2 : pour les crues de période de retour entre cinq et dix ans, une autolimitation et un stockage dans le réseau ou les parcelles, le drainage a un impact positif sur la crue ;

• phase 3 : au-delà de dix ans, le drainage ne montre plus d'impact. Le risque inondation est généralement le plus fort, en raison non pas de la présence de drainage mais de la pluviométrie exceptionnelle.

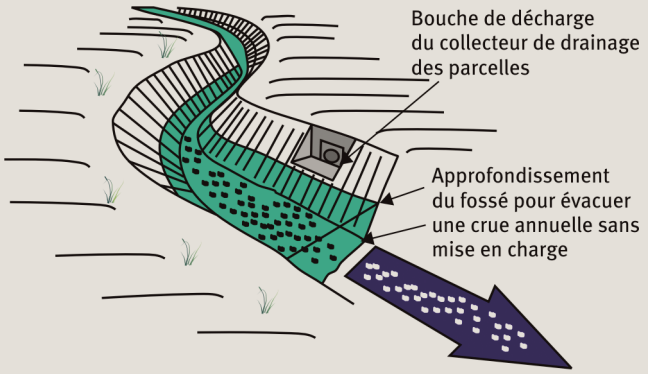
En général, la phase 2 est souvent occultée dans les études, mais bien réelle, puisque mesurée à partir d'observations sur un bassin versant réel. À partir d'une certaine valeur de débit spécifique, avoisinant la capacité maximale d'évacuation du réseau, l'hydrogramme de crue à l'exutoire est sensiblement atténué. Cet écrêtage est dû à la limitation de transfert dans le réseau de drainage, provoquant ainsi une rétention temporaire d'une partie de la pluie nette dans le système drainant (nappe et réseau de tuyaux). La limitation de transfert dans le réseau de drainage est liée à la mise en charge des drains et des collecteurs. En pratique, cette mise en charge peut être contrôlée soit par les critères de dimensionnement de chaque collecteur du réseau (rapport entre débit de collecte maximal et débit d'évacuation maximal), soit par un contrôle aval au contact du réseau avec le fossé à ciel ouvert. Une piste d'application en France consisterait à diminuer la section des collecteurs d'une classe de diamètre. Ceci pourrait être imposé lors des opérations de réhabilitation des réseaux de drainage, mais nécessiterait un effort de pédagogie auprès des agriculteurs qui verraient le fonctionnement hydrologique (temps de ressuyage) modifié.

Collecter les eaux de drainage à la parcelle et les évacuer dans le réseau hydrographique est une dualité propre à l'assainissement agricole. Si le comportement hydrologique en sortie de tuyaux de drainage est contrôlé par son dimensionnement hydraulique, les points de rejets des collecteurs et la morphologie souvent rectiligne des fossés contribuent à la perception négative du drainage agricole (voir l'exemple de la figure ❹). Rappelons que le fossé d'assainissement agricole est dimensionné de telle sorte que le collecteur de drainage débouche au-dessus de la ligne d'eau d'une crue de période de retour annuelle (figure ❶).

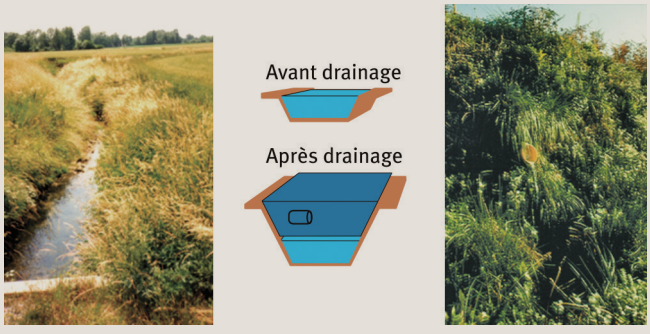
Cette prescription de dimensionnement implique deux conséquences majeures sur la morphologie imposée artificiellement aux fossés d'assainissement agricole et le fonctionnement hydrologique du bassin versant (figures ❷ et ❸) :

• un approfondissement conséquent des réseaux de surface (fossés ou cours d'eau), parfois jusqu'à trois mètres de profondeur, leur conférant une surcapacité de stockage non mis à profit pour écrêter les crues et pour épandre les volumes d'eau par débordement ;

❶ Connexion réseau de drainage et fossé d'assainissement agricole.



❷ Exemple du Ru du Fossé Rognon (bassin versant de l'Orgeval, Seine et Marne).



• une chenalisation des écoulements favorisant le transfert rapide des écoulements vers l'aval.

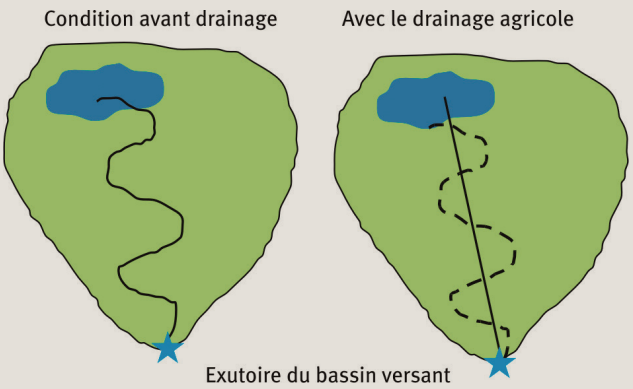
Ainsi la gestion des eaux de drainage en crue doit plutôt être focalisée sur la restauration de la capacité de laminage des crues au sein même du réseau superficiel. La renaturation et/ou le reméandrage du réseau de surface hydrographique (Adam *et al.*, 2007 ; Malavoi et Adam, 2007) en favorisant les échanges avec les zones ripariennes (définie comme la peau, enveloppe protectrice des rivières, par Pinay *et al.*, 2018) et le développement du ralentissement dynamique (Poulard *et al.*, 2008), contribueront à limiter l'impact aval du drainage agricole. Le concept de « ralentissement dynamique » utilise au maximum les potentialités de ralentissement et de rétention temporaire présentes dans le versant ou dans les réseaux de fossés. Dans le réseau hydrographique et sa plaine d'inondation, le ralentissement dynamique se fait au point de contrôle des écoulements : au niveau des passages busés des chemins agricoles ou de route, dans les zones de débordement, etc. La renaturation de la morphologie du fossé comme le reméandrage des fossés agricoles (figure ❹) a pour objectif de rétablir les dynamiques hydrologique (zone d'expansion de crue) et écologique (interaction biogéochimique) entre le fossé et la zone riparienne. En allongeant le temps de parcours et diminuant la vitesse d'écoulement dans les fossés, le pic de la crue est atténué en aval. La transférabilité de l'expérience danoise illustrée en figure ❹ est possible en France si trois conditions sont réunies :

• la gouvernance : les travaux ont lieu en général en zone privée et requièrent la participation volontaire des propriétaires ;

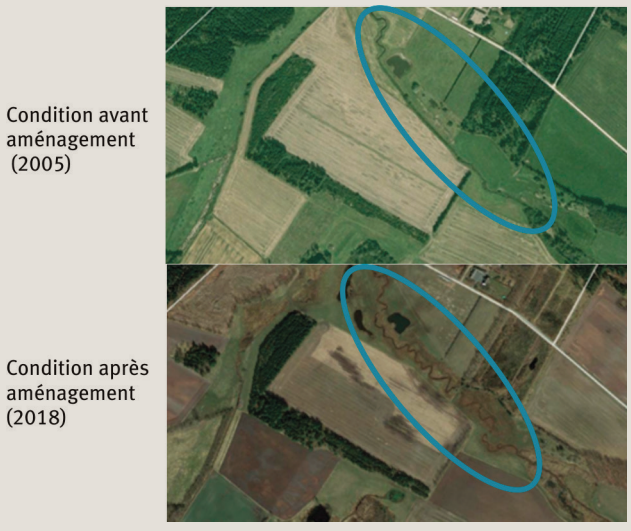
• un pilotage souvent public par la collectivité, par exemple dans le cadre de la GEMAPI[2] par un syndicat de rivière ;

• un coût élevé, financé principalement par des subventions publiques (par exemple les dix kilomètres renaturés en figure ❹ ont coûté 2 950 000 euros).

❸ **Modification théorique morphologique liée à la chenalisation des fossés d'assainissement agricole.**



❹ **Reméandrage des aménagements hydro-agricoles sur la chenalisation du réseau hydrographique : exemple du Fossé OMME au Danemark (localisation : 55°55'11N 9°17'57E).**



Limiter l'impact du drainage sur la qualité des eaux

Le drainage agricole présente un avantage qui est aussi un de ses défauts : transformer une pollution diffuse en une pollution canalisée à l'exutoire des réseaux de drainage. Ce qui lui confère parfois le qualificatif de lysimètre[3] géant dont il est facile de mesurer les flux ou concentrations. Les exportations classiquement mesurées aux exutoires sont d'environ 35 kg/ha/an d'azote sous forme de nitrate (soit 20 % de la fertilisation moyenne apportée sur les parcelles) et 1,5 g/ha/an pour les pesticides (environ 0,1 % de la dose appliquée) en contexte de grande culture conduite conventionnellement. Gérer ces flux est ainsi une opportunité réaliste par différentes solutions que nous détaillons ci-dessous. Les systèmes décrits ont en commun de favoriser les voies de rétention de ces polluants par des processus naturels.

Pour le cas du nitrate, deux processus sont cités : prélèvement par la végétation et dénitrification benthique par les bactéries en absence d'oxygène. Ce processus microbien anaérobie est dépendant du taux de carbone disponible (ratio C/N). Il permet la transformation des nitrates en deux gaz successifs : le N_2O (puissant gaz à effet de serre) et le N_2. La deuxième voie d'exportation des ions nitrate souvent mentionnée, est le prélèvement par la végétation. Ce phénomène naturel ne se produit que pendant la période végétative, réduite au printemps et au début de l'été. Même si la biomasse produite est ponctuellement importante, selon le type de macrophytes, la part de nitrate réellement absorbée rapportée à l'ensemble des flux annuels reste faible. Pulou (2011) a montré que le prélèvement d'azote par la végétation (7 %) est secondaire par rapport à la dénitrification (93 %) qui se produit toute l'année.

2. Gestion des milieux aquatiques et prévention des inondations.
3. Dispositif expérimental pourvu à sa base d'un dispositif recueillant l'eau de drainage et permettant d'étudier et de mesurer l'évolution de l'eau dans le sol.

Pour les pesticides, ils peuvent être éliminés de la colonne d'eau par des processus de transfert et de transformation. Le transfert des pesticides de la colonne d'eau vers des surfaces solides (sédiment, biofilm, végétation…) correspond aux phénomènes de sorption. Ce processus d'adsorption peut toutefois être réversible, notamment pour les molécules très solubles ou à faible coefficient d'adsorption. Dans ce cas, le phénomène inverse, la désorption, provoque le retour des molécules adsorbées dans la colonne d'eau. Le processus d'adsorption-désorption ne doit donc être considéré que comme un phénomène temporaire qui permet toutefois le retard du transfert des pics de concentrations de pesticides. Pour des milieux aquatiques vulnérables, cela permet de réduire la toxicité aigüe de la pollution ainsi transférée. Certaines molécules peuvent également être prélevées par les plantes et transférées dans les tissus végétaux (phytoaccumulation), mais cela ne représente qu'une faible part de la rétention. Les processus de transformation sont ceux conduisant à de nouvelles molécules (métabolites ou sous-produits de dégradation) issues de la molécule, dite « parente », de pesticide dont certaines liaisons ont été coupées. Les molécules ainsi formées, bien que généralement moins toxiques que les molécules parentes, peuvent toutefois présenter elles-mêmes de fortes propriétés toxiques. Les procédés microbiens de dégradation des pesticides semblent dominer, tant en milieu aérobie qu'anaérobie.

L'expression de tous ces processus est contrôlée par des facteurs abiotiques dont l'influence est primordiale :

- le temps de résidence hydraulique de l'eau – plus il est long et plus le processus de transformation/dénitrification est efficace ;
- la température – l'activité biologique étant favorisée par la hausse de température ;
- ainsi que d'autres facteurs comme le pH, la disponibilité en carbone, la surface de contact eau/substrat, que ce soient sédiment, végétation, biofilm ou autres substrats sorbants.

Les solutions techniques de traitement des eaux en sortie de tuyaux sont de deux types : ingénierie hydraulique (drainage contrôlé et bioréacteur) et ingénierie écologique (zone tampon humide artificielle, zone riparienne). Toutes les solutions décrites ci-dessous ne sont pas des solutions garantissant une efficacité à 100 %. Leurs performances dépendent des conditions hydrologiques (temps de séjour principalement). Mais elles contribuent à diminuer les transferts depuis la sortie des parcelles drainées jusqu'au cours d'eau. Cela doit être vu comme des solutions complémentaires aux bonnes pratiques agricoles à l'échelle de la parcelle (gestion de la fertilisation, CIPAN[4]…). Selon les solutions envisagées, elles influent plus ou moins sur l'aménagement du paysage et le rééquilibre écologique entre zone de production et zone de rétention.

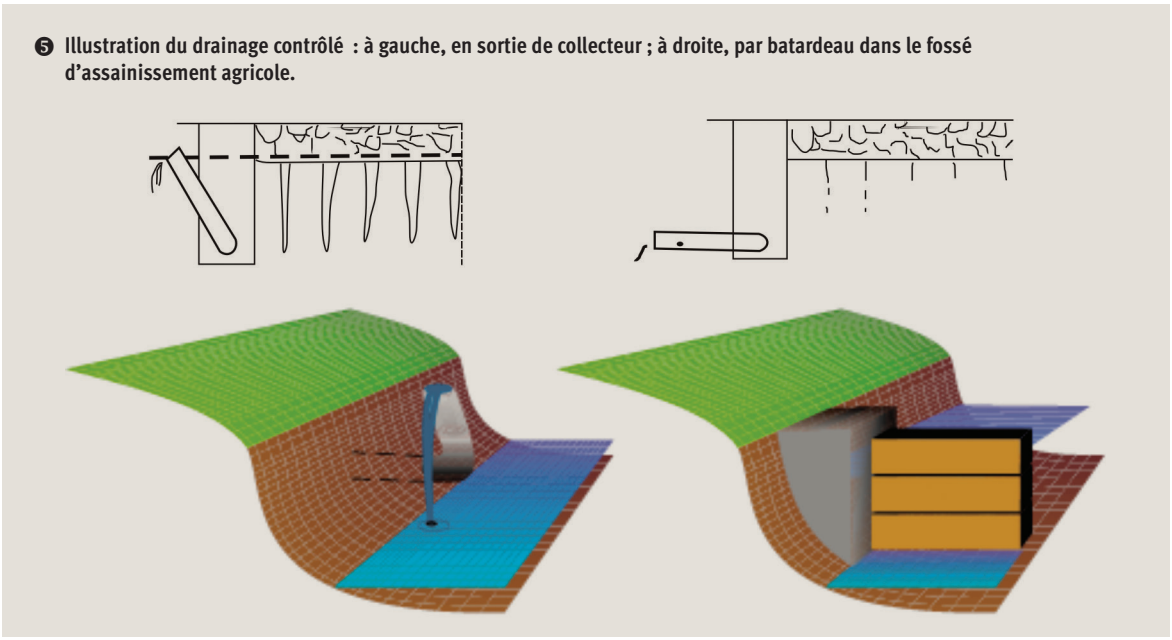
Solutions de type ingénierie hydraulique

Le drainage contrôlé (figure ❺)

Le drainage contrôlé est très développé et étudié aux États-Unis, notamment sur les paramètres nitrate, matières en suspension et phosphore (aucune étude lors de la recherche bibliographique n'a porté sur les pesticides). Le principe est de contrôler le niveau d'eau dans le fossé de collecte des eaux de drainage et ainsi maintenir une nappe élevée à certaines périodes de l'année. Cette technique est très efficace pour réduire les flux d'eau et de nutriments grâce à l'anoxie liée à une mise en charge de l'amont par un contrôle à l'aval. Le but est de favoriser la dénitrification dans le sol et réduire les volumes écoulés tout en optimisant les rendements des cultures. En pratique, la lame drainante peut être réduite de 30 % (données Caroline du Nord), 70 à 90 % (données Suède), 40 à 90 % (données Ontario). Cette diminution correspond à l'augmentation de l'évaporation et des pertes profondes (drainance). Les résultats des

4. Culture intermédiaire piège à nitrates.

❺ **Illustration du drainage contrôlé : à gauche, en sortie de collecteur ; à droite, par batardeau dans le fossé d'assainissement agricole.**



suivis conduisent à une diminution des concentrations en nitrate plus ou moins compensée par une augmentation des concentrations en azote organique. Cependant une des contraintes techniques de mise en place est la topographie des zones drainées. En effet, il est impératif que la zone soit très plate. Sa transposabilité au contexte français ne pourrait s'envisager que dans les territoires drainés plats comme les Landes, les zones de marais artificialisé ou les wateringes[5]. Avec le climat océanique actuel, l'intérêt est faible pour l'agriculteur de changer les hauteurs d'eau l'hiver. En revanche, les scénarios de projection climatique peuvent faire évoluer l'intérêt d'un drainage contrôlé, afin, par exemple, de maintenir les sols humides pendant la période printanière. Ce qui réduira aussi les pertes en fertilisants et pesticides pendant cette période. Enfin, du fait d'une limitation des écoulements et de leur vitesse, les fossés collecteurs peuvent présenter un risque élevé d'eutrophisation.

Les bioréacteurs

Le développement de bioréacteurs passifs favorisant la dénitrification date du début des années 2000. Le principe consiste à intercepter les eaux de drainage dans un système fermé contenant un substrat enrichi en carbone (typiquement des copeaux de bois), créant des conditions anaérobies stimulant rapidement la dénitrification en transformant les ions nitrate en azote gazeux (figure ❻ et photo ❶). Les efficacités citées dans la revue de Addy *et al.* (2016) montrent un potentiel moyen d'environ 4,7 gN/m³/j, influencé fortement par la température et le temps de résidence hydraulique. L'analyse des résultats conduit à préconiser un temps de résidence optimal supérieur à un jour. Pour un temps de résidence plus court, l'efficacité est réduite, mais les réactions de dénitrification incomplètes conduisent à des émissions significatives (~2 % de l'azote dénitrifié) de N_2O, voire de H_2S. Les auteurs ne mettent pas en évidence une influence du type d'essence (résineux ou feuillus) des copeaux sur l'efficacité. Un autre inconvénient lié à l'emploi de copeaux de bois est l'émission de phénol et autres composés volatils. Les auteurs montrent d'autre part que l'efficacité des bioréacteurs diminue avec son vieillissement, mais se stabilise après trois ans. La question du dimensionnement est alors cruciale pour atteindre des objectifs d'efficacité et limiter les effets négatifs. Cette technique adaptée au traitement des eaux de drainage est transposable en France. Cependant, elle nécessite des petits ouvrages hydrauliques, non disponibles en France, pour gérer les flux et niveaux d'eau dans le bioréacteur sans mettre en charge le réseau de drainage amont. Les chiffres issus des publications de Christianson *et al.* (2012) et Addy *et al.* (2016) conduisent à un dimensionnement, transformé et adapté pour le cas français, d'un système de 10 m³ de bioréacteur pour un hectare drainé dans l'objectif d'une efficacité moyenne de 50 %. À ce jour, aucune étude d'évaluation n'a été menée en France, même si sur le plan théorique, cette solution technique est adaptable dans la plupart des cas. Enfin, l'analyse des travaux publiés ne montre pas de résultats en termes d'efficacité ni de choix de substrats spécifiques au traitement des pesticides.

❶ **Exemple d'un bioréacteur rempli de copeaux de bois (Skannerup, Danemark).**

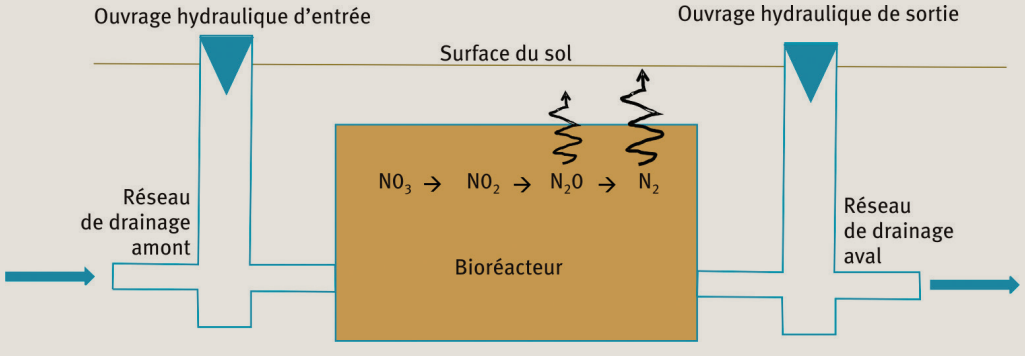
Solutions de type ingénierie écologique

Le bassin de rétention des eaux de drainage : zone tampon humide artificielle

La zone tampon humide artificielle (ZTHA) est une interface paysagère se rapprochant des milieux humides comme les zones humides ou les mares (photo ❷). Les ZTHA ont plutôt une origine anthropique, par opposition

5. Fossé ou ouvrage de drainage à vocation de dessèchement de bas-marais, de zones humides ou inondables situées en plaines maritimes sous le niveau des hautes mers.

❻ **Schéma de principe d'un bioréacteur inséré au réseau de drainage agricole.**



aux zones humides naturelles, même si leurs fonctionnalités sont identiques. Elles contribuent aussi à diversifier les paysages agricoles, en implantant de la végétation typique des zones humides (roseaux, joncs, carex, massettes), locales et non invasives. Cette technique fondée sur la nature, montre une efficacité dépolluante très variable au cours de l'année et selon le dimensionnement de la ZTHA, avec en moyenne un abattement de 50 % pour les pesticides et les nitrates (figure ❼). Cette variabilité de l'efficacité est due au facteur abiotique non contrôlable de la température et du facteur temps de séjour, facteur contrôlable par le critère de dimensionnement. Le processus de dénitrification benthique mesuré est satisfaisant avec un abattement moyen de 0,3 g/m²/j de $N\text{-}NO_3$ et il semble complet puisque les émissions de N_2O ne dépassent pas 0,1 % de l'azote dénitrifié. Concernant les pesticides, les suivis montrent une forte dispersion des efficacités selon les propriétés des molécules (certaines molécules comme le chlortoluron ne subissent aucune modification entre l'entrée et la sortie, alors que d'autres molécules comme la pendiméthaline ne sont plus détectées en sortie). Des travaux complémentaires doivent cependant s'orienter vers la question des métabolites générés, et l'accumulation par sorption des pesticides sur les sédiments des ZTHA (à ce jour, aucune molécule n'a été détectée par analyse sur les sédiments). Les travaux définissant les règles de dimensionnement des ZTHA (Tournebize *et al.*, 2015) convergent vers une valeur moyenne de 75 m³ de ZTHA par hectare drainé, soit un ratio de dimensionnement de 1 à 1,6 % entre la surface de la ZTHA et la surface contributrice drainée amont. La mise en place de ZTHA requiert néanmoins le sacrifice d'une partie de terres cultivées par l'agriculteur. C'est pourquoi la démarche globale doit impliquer tous les acteurs dans une logique de co-construction d'un territoire durable. Ce type d'aménagement est déployé en France pour limiter les transferts de nitrate et de pesticides (figure ❼). À ce jour, plusieurs opérations ont abouti à la création de ZTHA en sortie de drainage (figure ❽).

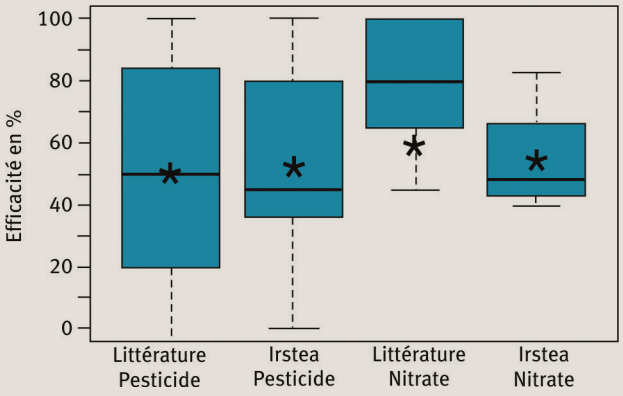
Une variante à la ZTHA a été étudiée sur huit ans (2006-2013, Tournebize *et al.*, 2015) et consiste à stocker les eaux de drainage pour un usage d'irrigation, en Seine et Marne (encadré ❶, figure ❾, photo ❸) L'exutoire de 36 ha de parcelles drainées est connecté à un bassin de 10 000 m³ soit un ratio de 300 m³/ha drainé. Le bilan hydrologique a montré que la présence de ce bassin réduisait de 16 % les flux hydriques annuels, même si une conception pouvait prendre en compte un débit de fuite pour soutenir les étiages. En termes de qualité des eaux, le bilan interannuel sur le paramètre nitrate montre une réduction de 50 %, qui semble en fait constituer un maximum pour ce type d'aménagement. La réduction des concentrations en pesticide étant très forte (aucune détection au-dessus des limites de quantification n'a été observée), la capacité épuratoire sur les pesticides n'a pas pu être démontrée en dehors d'un effet de dilution très marqué.

La dernière solution récemment publiée : inonder artificiellement la zone riparienne

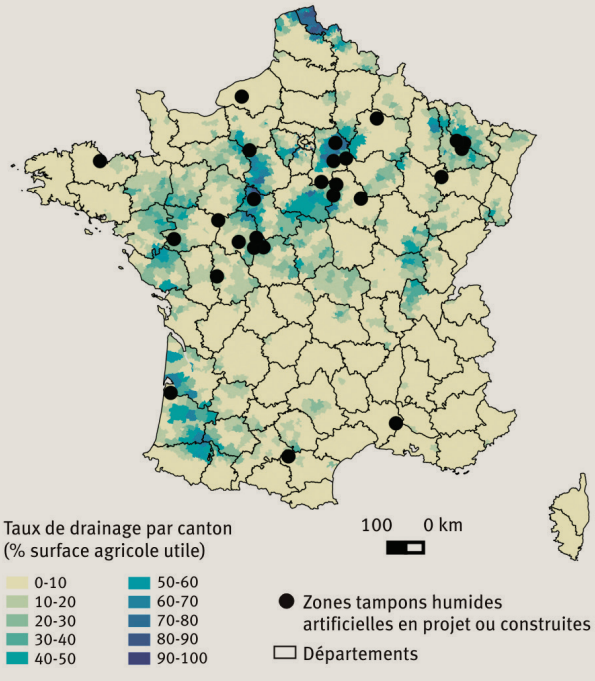
Partant du constat que les zones ripariennes présentent un taux de dénitrification élevé (entre 33 et 70 % en moyenne de rétention de nitrates, Valkama *et al.*,

❷ Zones humides artificielles expérimentales en forme de reins (Olentangy River Wetland Research Park, Ohio State University, Columbus, États-Unis) – source : Google Earth 2018.

❼ Efficacité des zones tampons humides artificielles sur les paramètres nitrate et pesticides, issue de la littérature et des expérimentations menées par Irstea.



❽ Carte des taux cantonaux de drainage et zones tampons humides artificielles en projet ou construites recensées par Irstea (sources : Recensement général agricole 2010 et Irstea).



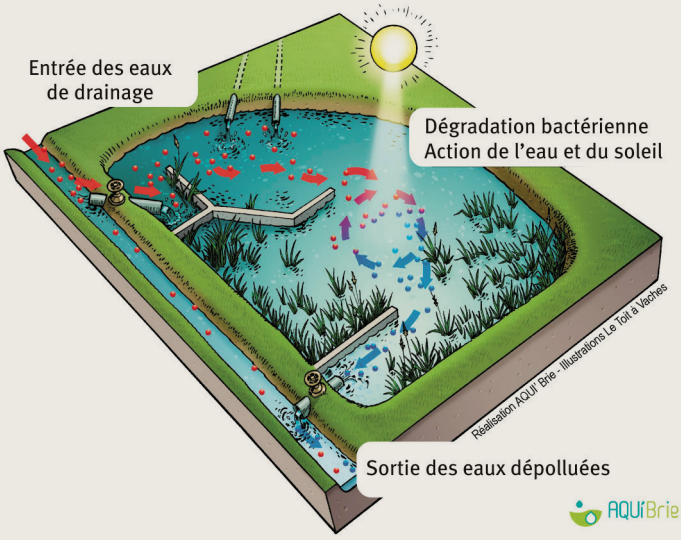
❶ Focus sur la zone tampon humide artificielle de Rampillon

En partenariat avec les acteurs locaux du territoire de l'Ancoeur en Brie nangisienne, le projet mené par Aqui'Brie, le Syndicat des 4 vallées de la Brie et Irstea (devenu INRAE) a abouti à la construction en 2010 d'une zone tampon humide artificielle en sortie de drainage d'un versant de 355 ha conduit en grande culture. L'objectif principal est d'améliorer la qualité des eaux alimentant une zone d'engouffrement, connectée à la nappe de Champigny.
L'effort est centré sur la réduction des flux de pesticides dans les eaux de drainage, mais un focus a aussi été réalisé sur le transfert de nutriments (nitrate).

Après une concertation avec les agriculteurs (voir l'article de Birmant, dans ce même numéro), la ZTHA a une surface de 5 600 m², un volume de 2 500 m³, soit un ratio surface ZTHA sur surface drainée de 0,15 % (7m³ par hectare drainé). Les coûts de l'étude, maîtrise d'œuvre et de la construction s'élèvent à 120 000 euros, soit l'équivalent de 340 euros/ha cultivé. Cette ZTHA expérimentale suivie depuis 2012 fait l'objet de plusieurs projets de recherche pour améliorer les connaissances sur son fonctionnement (hydrologique, cycle biogéochimique, biodiversité, sociologique...). Les principaux résultats montrent une réduction moyenne de 15 % sur les nitrates, et de 22 % en moyenne tout pesticide confondu (variant de 80 % pour pendimethalin à 0 % pour Clopyralid), en lien avec son dimensionnement réduit (7 m³/ha drainé contre 75 m³/ha recommandé suite à ces résultats pour un objectif moyen de 50 % de réduction). Aucune accumulation de pesticides n'a été révélée sur les sédiments, après huit années de fonctionnement. La ZTHA émet peu de gaz à effet de serre (très faibles émissions de N_2O < 0,1 % de l'azote dénitrifié, un bilan carbone positif).

❸ Photo aérienne de la zone tampon humide artificielle de Rampillon (Seine et Marne).

❾ Schéma de l'implantation de la zone tampon humide artificielle de Rampillon (Seine et Marne).



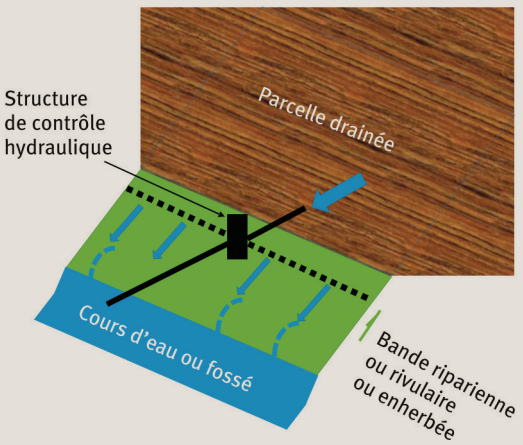
Cette expérimentation a été récompensée en 2014 par le prix national du Génie écologique, catégorie pollution diffuse. Les suivis 2012-2015 et 2016-2019 ont été financés par l'Agence de l'eau Seine-Normandie et l'Agence française pour la biodiversité. L'expérimentation se poursuit par le projet PSDR Brie'Eau (2016-2020) et par le projet Life ARTISAN (2020-2027) pour promouvoir les solutions fondées sur la nature dans les territoires ruraux (contacts : François Birmant, Aqui'Brie, et Julien Tournebize, INRAE).

2019), l'idée est d'intercepter le collecteur avant le rejet dans le réseau hydrographique et de répartir l'eau sous la zone riparienne le long du cours d'eau dans le sol par une gestion hydraulique artificielle. Il s'agit de la « *saturated riparian buffer* » SRB proposé par Jaynes et Isenhart (2018) ou « *integrated buffer zones* » (figure ⑩, photo ④) proposé par Zak *et al.* (2019). Le collecteur de drainage est connecté à un ouvrage hydraulique (gestion saisonnière de la hauteur d'eau) reliant deux files de drain enterré parallèles à la bande riparienne, à une profondeur supérieure à un mètre. Une fraction des écoulements contribue à la sub-inondation de la zone riparienne dont on aura au préalable vérifié la teneur en carbone organique du sol, générant des conditions favorables à la dénitrification. Cette technique limite ainsi le transfert de nitrate par exemple dans l'emprise foncière des bandes enherbées réglementaires, sans sacrifier du foncier cultivé. L'étude de Jaynes et Isenhart (2019) en Iowa (États-Unis) porte sur l'évaluation de six systèmes enterrés dans une bande rivulaire de 20 m en moyenne avec une longueur de tuyaux installés entre 115 et 308 m pour des surfaces cultivées entre 4 et 40 ha, assurant un temps de séjour de l'ordre de la semaine. L'efficacité moyenne mesurée s'élève à 90 % du flux de nitrate intercepté et déversé sur le linéaire de drainage parallèle, soit 35 % du flux total à l'exutoire des réseaux de drainage. Les auteurs ont calculé un taux d'abattement moyen de 0,13 gN/m³/j. Les critères de dimensionnement ne sont pas encore édictés, mais cette technique prometteuse pourrait être adaptée dans de nombreuses situations en France et devrait être évaluée pour limiter le transfert des pesticides.

Conclusions

De cette logique du génie rural des années 1980-1990, les enjeux environnementaux post-1992, requièrent une transition vers le génie écologique afin de limiter les impacts de l'activité agricole en parcelle drainée sur la qualité des milieux aquatiques. Si l'impact sur la production des inondations est limité du fait du dimensionnent des tuyaux, la gestion des crues à l'échelle du versant doit se porter sur la restauration d'un tracé plus naturel que le classique fossé rectiligne. Si la qualité de

⑩ **Schéma de fonctionnement d'un SRB (saturated riparian buffer) ou IBZ (Integrated buffer zone).**



④ **Exemple d'une « integrated buffer zone » avec en amont un bassin hydraulique et un écoulement dans la zone riparienne restaurée, connecté au cours d'eau (Fillerup, Danemark).**

l'eau en sortie de drainage ne dépend pas que de la présence des drains mais plutôt des pratiques agricoles à la parcelle, réduire de façon complémentaire la pression (agriculture à bas intrant) et les transferts par des aménagements est possible. Les techniques basées sur l'ingénierie hydraulique s'avèrent efficaces dans certains cas particuliers (drainage contrôlé en zone rigoureusement plate, bioréacteur dont les ouvrages de gestion hydraulique ne sont pas disponibles en France). Les solutions d'ingénierie écologique semblent plus appropriées en ajoutant une multifonctionnalité à l'échelle des bassins versants, mais en requérant du foncier pas toujours disponible. Sur le plan des performances, de nombreux travaux mentionnent le cas des nitrates, mais finalement assez peu celui des pesticides. Le potentiel de dénitrification semble plus élevé pour les bioréacteurs dimensionnés de façon optimale en fournissant du carbone labile (4,7 gN/m³/j), mais reste intéressant pour les systèmes plus naturels avec des taux proches 0,8 et 0,13 gN/m³/j pour ZTHA et SRB/IBZ conduisant à l'objectif de qualité des eaux (réduction de 50 % des flux) équivalent à une emprise foncière différente (10 m³/ha drainé pour le bioréacteur et 75 m³/ha drainé pour les ZTHA). L'efficacité n'est pas garantie à 100 %, mais dépend de nombreux facteurs dont la température, le temps de séjour et les propriétés physico-chimiques du polluant en lien avec la réponse hydrologique du drainage. Si les ZTHA ont été étudiées et expérimentées dans différents contextes sur les paramètres nitrate et pesticides, des travaux sont en cours sur la multifonctionnalité des ZTHA en lien avec la GEMAPI, mais surtout des travaux de recherche sont nécessaires pour les autres solutions et l'acquisition de références en contexte français : drainage contrôlé, bioréacteur, reconnexion de zone riparienne. ■

Les auteurs

Julien TOURNEBIZE, Hocine HENINE et Cédric CHAUMONT
Université Paris-Saclay, INRAE, UR HYCAR, F-92160, Antony, France
julien.tournebize@inrae.fr
hocine.henine@inrae.fr
cedric.chaumont@inrae.fr

En savoir plus...

ADAM, P., DEBIAIS, N., MALAVOI, J.-R., 2007, *Manuel de restauration hydromorphologique des cours d'eau*, Direction de l'eau, des milieux aquatiques et de l'agriculture (Demaa), Service eaux de surface, Agence de l'eau Seine-Normandie (Ed.), 64 p.,
disponible sur : **https://www.eaufrance.fr/sites/default/files/documents/pdf/01Manuel_restauration.pdf**

ADDY, K., GOLD, A.J., CHRISTIANSON, L.E., DAVID, M.B., SCHIPPER, L.A., RATIGAN, N.A., 2016, Denitrifying bioreactors for nitrate removal: A meta-analysis, *Journal of Environmental Quality*, n° 45(3), p. 873-881.

BLANN, K.L., ANDERSON, J.L., SANDS, G.R., VONDRACEK, B., 2009, Effects of agricultural drainage on aquatic ecosystems: A review, *Critical Reviews in Environmental Science and Technology,* n° 39(11), p. 909-1001.

CHRISTIANSON, L.E., BHANDARI, A., HELMERS, M.J., 2012, A practice-oriented review of woodchip bioreactors for subsurface agricultural drainage, *Applied Engineering in Agriculture*, n° 28(6), p. 861-874.

HENINE, H., NEDELEC, Y., AUGEARD, B., BIRGAND, F., CHAUMONT, C., RIBSTEIN, P., KAO, C., 2010, Effect of pipe pressurization on the discharge of a tile drainage system, *Vadose Zone Journal*, n° 9, p. 36-42.

HENINE, H., NÉDÉLEC, Y., RIBSTEIN, P., 2014, Coupled modelling of the effect of overpressure on water discharge in a tile drainage system, *Journal of Hydrology,* n° 511, p. 39-48.

JAYNES, D.B., ISENHART, T.M., 2019, Performance of saturated riparian buffers in Iowa, USA, *Journal of Environmental Quality,* n° 48(2), p. 289-296.

MALAVOI, J.-R., ADAM, P., 2007, La restauration morphologique des cours d'eau : concepts et principes de mise en œuvre, *Ingénieries EAT*, n° 50, p. 49-61,
disponible sur : **http://www.set-revue.fr/sites/default/files/articles-eat/pdf/DG2007-PUB00023151.pdf**

MITSCH, W.J., GOSSILINK, J.G., 2000, The value of wetlands: Importance of scale and landscape setting, *Ecological Economics*, n° 35(1), p. 25-33.

PINAY, G., BERNAL, S., ABBOTT, B.W., LUPON, A., MARTI, E., SABATER, F., KRAUSE, S., 2018, Riparian corridors: A new conceptual framework for assessing nitrogen buffering across biomes, *Frontiers in Environmental Science,* n° 6, article 47, 11 p., disponible sur : **https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fenvs.2018.00047/full**

POULARD, C., CHASTAN, B, ROYET, P., DEGOUTTE, G., GRELOT, F., ERDLENBRUCH, K., NEDELEC, Y., 2008, Prévention des inondations par ralentissement dynamique : principe et recommandations, *Ingénieries-EAT, numéro spécial « La prévention des inondations. Aspects techniques et économiques des aménagements de ralentissement dynamique des crues »,* p. 5-24,
disponible sur : **http://www.set-revue.fr/sites/default/files/articles-eat/pdf/DG2008-PUB00026456.pdf**

ROBINSON, M., RYCROFT, D.W., 1999, The impact of drainage on streamflow, *in : Agricultural Drainage*, vol. 1, SKAGGS, R.W., SCHILFGAARDE, J.V. (Eds), Madison, Wisconsin, USA : American Society of Agronomy, Inc. Crop Science Society of America, p. 767-800.

TOURNEBIZE, J., CHAUMONT, C.? FESNEAU, C., GUENNE, A., VINCENT, B., GARNIER, J., MANDER, T., 2015, Long-term nitrate removal in a buffering pond-reservoir system receiving water from an agricultural drained catchment, *Ecological Engineering,* n° 80, p. 32-45.

TOURNEBIZE, J., CHAUMONT, C., MOLINA, S., BERTHAULT, D., 2015, *Guide technique à l'implantation des zones tampons humides artificielles (ZTHA) pour réduire les transferts de nitrates et de pesticides dans les eaux de drainage : cas du département de la Seine-et-Marne*, Groupe Technique Zone Tampon, Onema, 35 p.,
disponible sur : **https://irsteadoc.irstea.fr/cemoa/PUB00040121**

VALKAMA, E., USVA, K., SAARINEN, M., UUSI-KÄMPPÄ, J., 2019, A meta-analysis on nitrogen retention by buffer zones, *Journal of Environmental Quality*, n° 48(2), p. 270-279.

Zone tampon humide artificielle de Rampillon (en Seine et Marne) : une zone tampon pilote pour intercepter et réduire les flux de polluants d'origine agricole en contexte de terres drainées.

© INRAE

Focus

Accompagnement de projets agricoles : expertise et mise en œuvre opérationnelle du diagnostic de zones humides

Tout projet agricole sur un parcellaire peut être situé pour tout ou partie sur une zone humide au titre du Code de l'environnement. Les outils développés par le réseau des Chambres d'agriculture (guide national sur les zones humides, diagnostic de zones humides) permettent aux conseillers d'en tenir compte à chaque étape du projet jusqu'à la réalisation des travaux.

Les zones humides sont des espaces au sein desquels les multiples contextes hydrogéomorphologiques confèrent au territoire des propriétés fonctionnelles qui peuvent avoir un intérêt pour la société. Ces bénéfices perçus par la société se définissent comme des biens et des services dits « écosystémiques ». Ceux-ci comprennent :

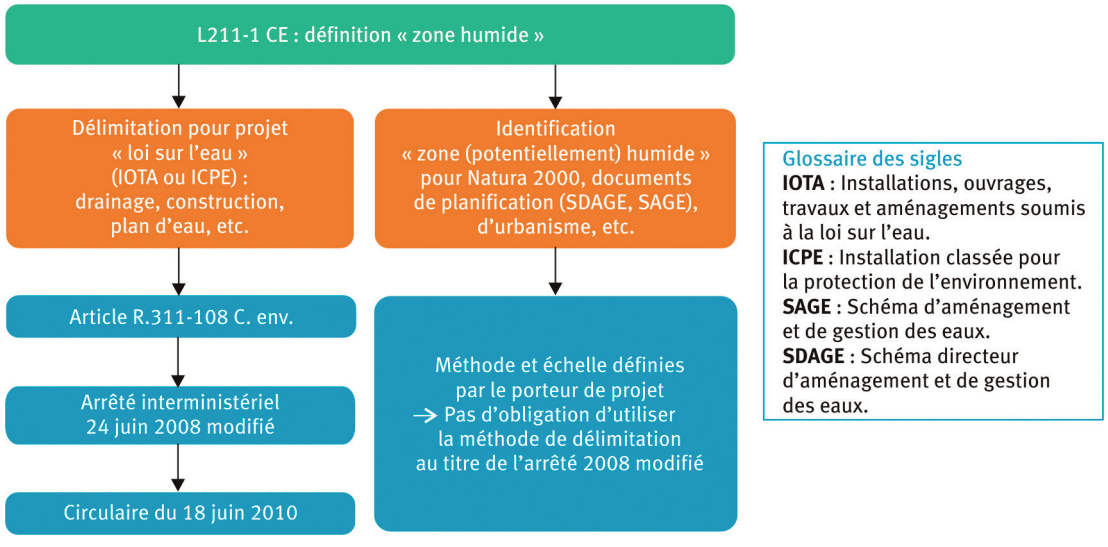
- des services de prélèvement tels que la nourriture, l'eau, le bois de construction, et la fibre ;
- des services de régulation qui affectent le climat, les inondations, la maladie, les déchets, et la qualité de l'eau ;
- des services culturels, tels que le tourisme, la pêche ou encore la chasse ;
- des services d'auto-entretien tels que la formation des sols, la photosynthèse, et le cycle nutritif ;
- des services de support de biodiversité.

Selon les critères d'identification des zones humides utilisés (pédologiques, floristiques, phytosociologiques) et selon le régime hydrologique, différentes notions voire régimes juridiques s'appliquent (figure ❶) :

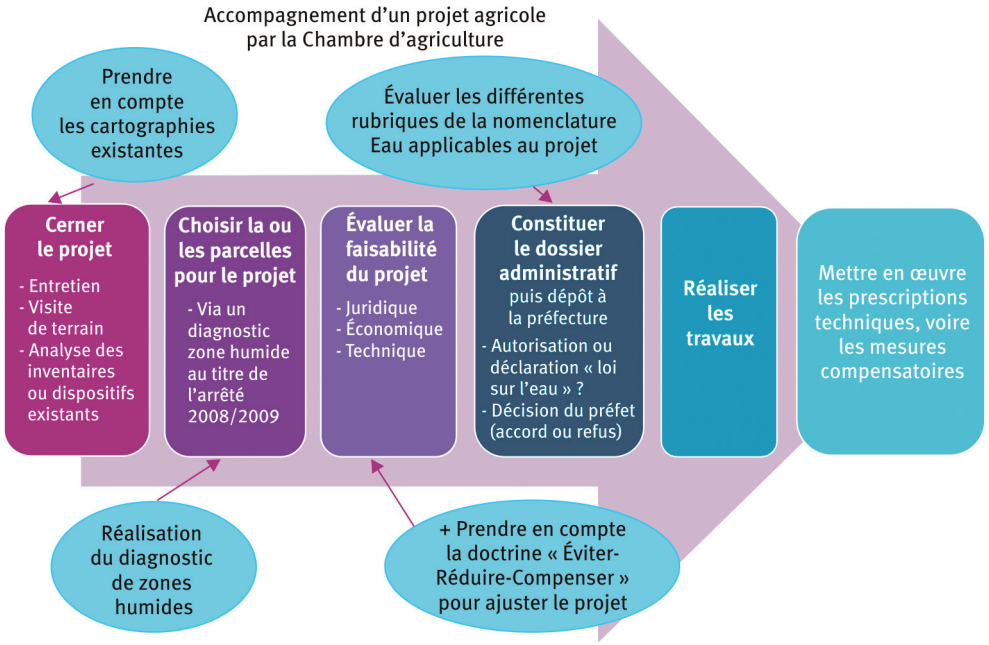
- pour les projets relevant de la nomenclature « loi sur l'eau » (comme le drainage, l'assèchement), cette définition a été précisée par un ensemble de textes réglementaires et interprétatifs ;
- pour les zones humides issues d'inventaires, elles sont des zones à plus forte présomption du caractère « humide » au titre de l'arrêté 2008 modifié.

Ces zonages informatifs, sans portée réglementaire directe, alertent sur l'intérêt potentiel de la zone et facilitent la prise en considération dans l'aménagement du territoire ou lors de projet sur le territoire.

❶ **Distinction pour l'application de la définition législative pour délimiter ou identifier les zones humides (source : APCA).**



❷ **Les différentes étapes d'accompagnement d'un projet agricole (source : APCA).**



Les différentes étapes d'accompagnement d'un projet agricole

Quand une exploitation envisage un projet de travaux hydraulique ou d'aménagement de parcelle (drainage, construction, etc.) différentes étapes d'accompagnement du projet sont à envisager (figure ❷).

Avant toute intervention sur le terrain, une première étape de vérification et d'analyse des outils, cartographie et dispositifs existants sur le territoire concerné par le projet reste essentielle. Cette première analyse permet d'identifier l'ensemble des enjeux connus et identifiés sur le parcellaire du projet et de bien prendre en considération les réglementations qui s'y appliquent.

Les porteurs de projets d'installations, d'ouvrages, de travaux et d'activités (IOTA) pouvant avoir un impact entre autre sur les zones humides sont soumis aux dispositions de l'article L.211-1 CE et doivent pouvoir clairement identifier si leur projet présente des impacts notamment environnementaux. Ainsi, avant d'engager tous travaux sur une parcelle pouvant comprendre une zone humide au titre de la police de l'eau, il est essentiel d'avoir réalisé la délimitation exacte de la zone humide et d'en comprendre son fonctionnement. Pour établir le diagnostic d'une zone humide, des compétences sont nécessaires dans différents domaines :

- hydrologie : fonctionnement hydrologique d'un bassin versant, hydro-géomorphologie des zones humides, rôle et interactions avec le bassin versant ;
- écologie : caractérisation des habitats, phénomènes de perturbations, écologie du paysage, connaissances naturalistes (botanique, entomologique, herpétologique, mammalogique, piscicole) ;
- pédologie : fonctionnement, évolution et diversité des types de sols, reconnaissance des traces d'hydromorphie et des types d'humus.

Ce diagnostic doit être effectué par un professionnel aux compétences reconnues. Les Chambres d'agriculture proposant ce diagnostic ont été recensées lors d'une enquête nationale conduite en 2015 par l'APCA[1]. Quatorze Chambres d'agriculture réalisent déjà des diagnostics de zones humides au titre de l'arrêté zones humides 2008/2009 et quinze envisagent de le mettre en place à court terme.

Ce diagnostic est à joindre au dossier déclaration ou autorisation « loi sur l'eau » dans le cadre du projet. Suivant les situations, et notamment pour les secteurs problématiques ou moins évidents, il peut être intéressant de confronter le résultat de l'expertise à l'avis d'un agent de la police de l'eau (DDT(M)[2], et/ou AFB [3]).

Une fois la zone humide déterminée, ce diagnostic permet d'appliquer la séquence « Éviter-Réduire-Compenser », le but premier étant d'informer l'exploitant sur la présence de zones humides et de chercher à éviter le plus possible tout impact sur ce milieu lors de la réalisation des travaux.

En l'absence de zones humides au titre de la police de l'eau, le diagnostic permet de sécuriser l'exploitant avant toute intervention sur sa parcelle.

Enfin, pour les projets IOTA présentant des incidences sur la ressource en eau et les milieux aquatiques, pour répondre à l'objectif de gestion équilibrée et durable de la ressource en eau, ces projets restent soumis à démarches administratives préalables (autorisation – déclaration : article R.214-1 CE) ou pour les ICPE [4].

1. Assemblée permanente des Chambres d'agriculture.
2. Direction départementale des territoires et de la mer.
3. Agence française de la biodiversité.
4. Installation classée pour la protection de l'environnement.

Concrètement sur le terrain, comment délimite-t-on une zone humide au sens « police de l'eau » ?

L'article L211-1 CE, introduit par la loi sur l'eau de 1992 et modifié par la loi n°2019-773 du 24 juillet 2019 portant création de l'Office français de biodiversité, définit les zones humides comme suit : « On entend par zone humide des terrains exploités ou non, habituellement inondés ou gorgés d'eau douce, salée ou saumâtre de façon permanente ou temporaire, ou dont la végétation, quand elle existe, y est dominée par des plantes hygrophiles pendant au moins une partie de l'année ».

Dans le cadre de la police de l'eau uniquement, cette définition a été précisée par un ensemble de textes réglementaires :

- le décret n°2007-135 du 30 janvier 2007 précise les critères de définition et de délimitation des zones humides figurant à l'article L. 211-1 du Code de l'environnement, codifié à l'article R211-108 CE ;
- l'arrêté du 24 juin 2008 modifié par l'arrêté interministériel du 1er octobre 2009 sur la délimitation des zones humides pour la mise en œuvre de la loi sur l'eau, précise les critères (alternatifs) relatifs aux sols et à la flore pour définir et délimiter une zone humide (L. 214-7-1 et R. 211-108 CE) ;
- la circulaire DGPAAT/DEB/C2010-3008 du 18 janvier 2010.

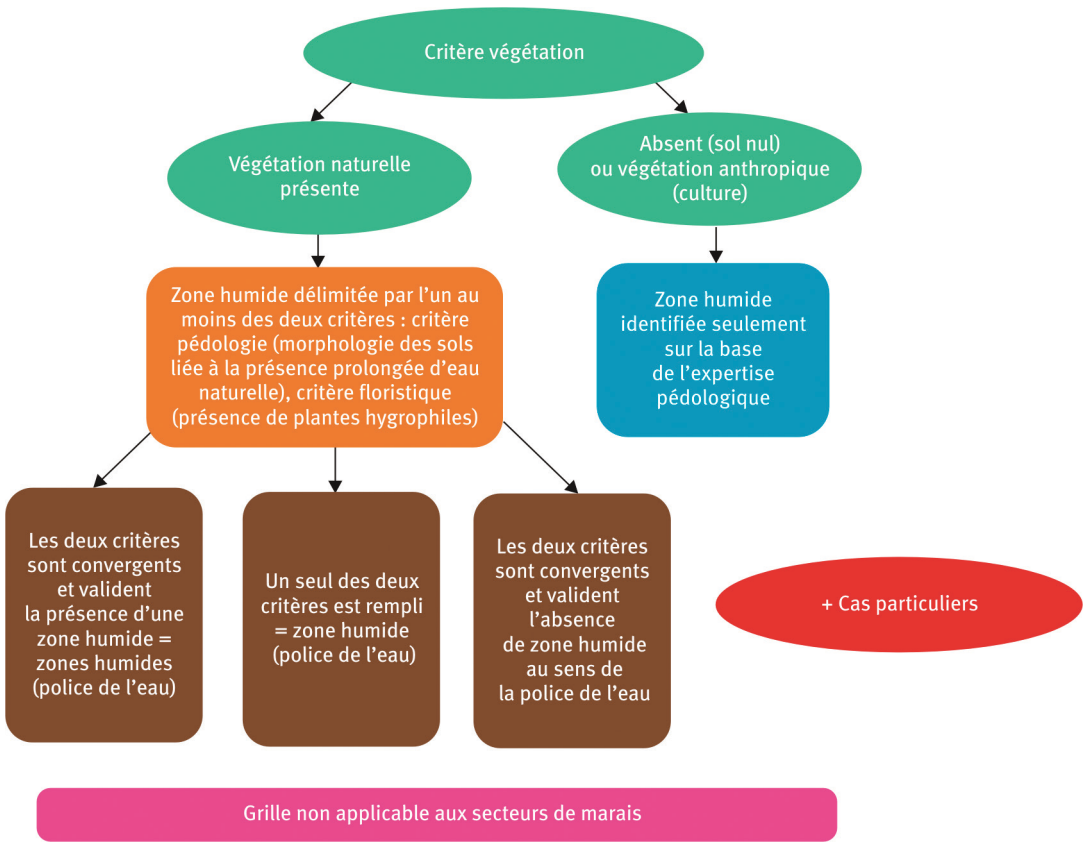
Cette nouvelle définition législative s'impose à compter de la date de publication de la loi n°2019-773 au Journal Officiel, soit le 26 juillet 2019 pour tous les dossiers de demande d'autorisation ou de déclaration, déposés et à venir.

Les critères relatifs à l'hydromorphie des sols et aux plantes hygrophiles sont alternatifs et interchangeables. Il suffit donc que l'un des deux critères soit rempli pour qu'on puisse qualifier officiellement un terrain de zones humides au sens de la Police de l'eau.

L'arbre de décision représenté dans la figure ❸ précise, suivant les situations d'occupation du sol, la présence ou l'absence de zones humides. La définition et le champ d'application de la notion de « marais » est distincte de la définition de « zone humide ». Les cas particuliers visent à prendre en considération les engorgements sans hydromorphie, les situations de zones humides « fossiles ». Pour ces situations, il peut être intéressant de confronter le résultat de l'expertise à l'avis d'un agent AFB ou PDTM.

L'examen de la végétation s'effectue sur des placettes positionnées de part et d'autre de la frontière supposée de la zone humide. Sur chacune des placettes, il s'agit de vérifier si la présence de plantes hygrophiles (soit les plantes qui poussent en milieu humide) représente plus de 50 % du nombre des plantes dominantes (annexe 2.1 de la circulaire DGPAAT/DEB/C2010-3008 du 18 janvier 2010).

❸ **Critères à prendre en compte pour le diagnostic zones humides (source : APCA).**



L'examen des habitats consiste à déterminer si ceux-ci correspondent à un ou des habitats caractéristiques des zones humides, c'est-à-dire à un ou des habitats cotés « 1 » dans l'une des listes figurant à l'annexe 2.2.2. de l'arrêté du 1er octobre 2009.

Il convient d'être prudent dans l'utilisation du critère floristique, qui peut ne pas être adapté pour les raisons suivantes :

- la saisonnalité : l'examen des sols peut être réalisé toute l'année alors que pour l'analyse de végétation, la période incluant la floraison des principales espèces est à privilégier (circulaire DGPAAT/C2010-3008 du 18 janvier 2010) ;
- le climat de l'année : les modes d'exploitations et les caractéristiques des sols (texture, caractéristiques chimiques et notamment pH), la flore qui se développe peut varier de façon importante ;
- la large amplitude écologique de certaines espèces.

En ce qui concerne le critère pédologique, l'examen du sol s'effectue par des sondages positionnés de part et d'autre de la frontière supposée de la zone humide avec une prise en considération des traits d'hydromorphie.

Concrètement l'hydromorphie est la manifestation morphologique de l'engorgement par l'eau d'un sol :

- sous la forme de taches, de ségrégations, de colorations ou de décolorations, de nodules, résultant de la dynamique du fer et du manganèse (tous deux sont des éléments colorés), en milieu alternativement réducteur puis réoxydé ;
- sous la forme d'une accumulation de matière organique (sols tourbeux).

Le nombre, la répartition et la localisation précise des sondages dépendent de la taille et de l'hétérogénéité du site, avec un sondage par secteur homogène du point de vue des conditions du milieu naturel.

Les sondages pédologiques visent à vérifier la présence :

- d'horizons histiques débutant à moins de 50 cm de la surface du sol et d'une épaisseur d'au moins 50 cm ;
- ou de traits réductiques débutant à moins de 50 cm de la surface du sol ;
- ou de traits rédoxiques débutant à moins de 25 cm de la surface du sol et se prolongeant ou s'intensifiant en profondeur ;
- ou de traits rédoxiques débutant à moins de 50 cm de la surface du sol, se prolongeant ou s'intensifiant en profondeur, et de traits réductiques apparaissant entre 80 et 120 cm de profondeur.

À retenir

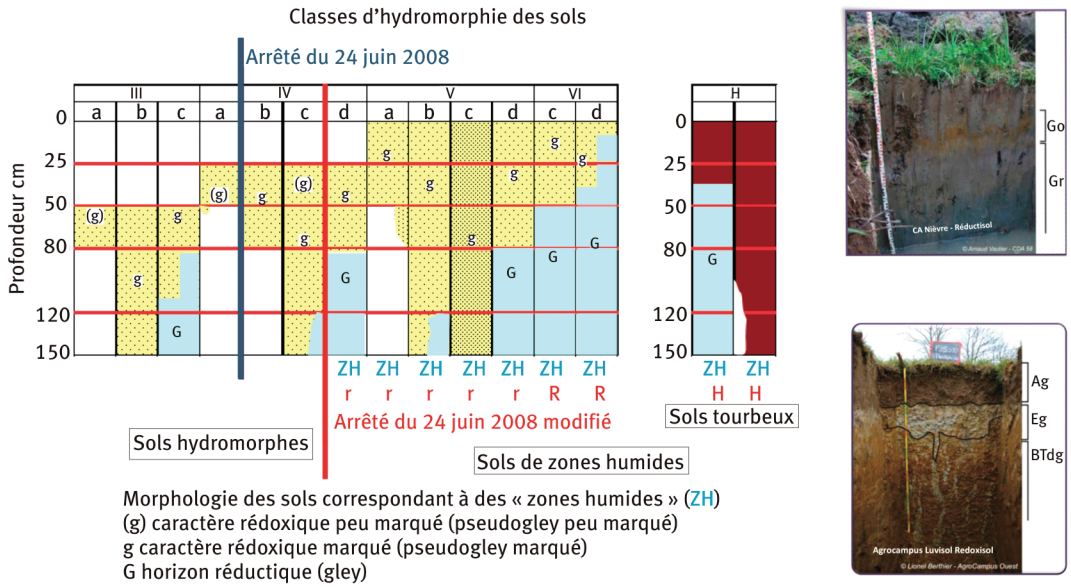
Conformément à l'article R.211-108 CE et l'arrêté 2008 modifié, lorsque les critères liés à la végétation sont absents (saisonnalité, activité humaine, etc.), la morphologie des sols suffit à définir une parcelle en zone humide au titre de l'arrêté 2008 modifié.

Aujourd'hui quels terrains font l'objet de travaux de drainage ?

En terrains hydromorphes, l'excès d'eau, bien que temporaire, altère le fonctionnement racinaire par asphyxie, ralentit la vie microbienne, aggrave les phénomènes de battance en surface et de prise en masse en profondeur, génère des difficultés pour la réalisation des travaux, peut provoquer un mauvais état sanitaire des plantes et du cheptel.

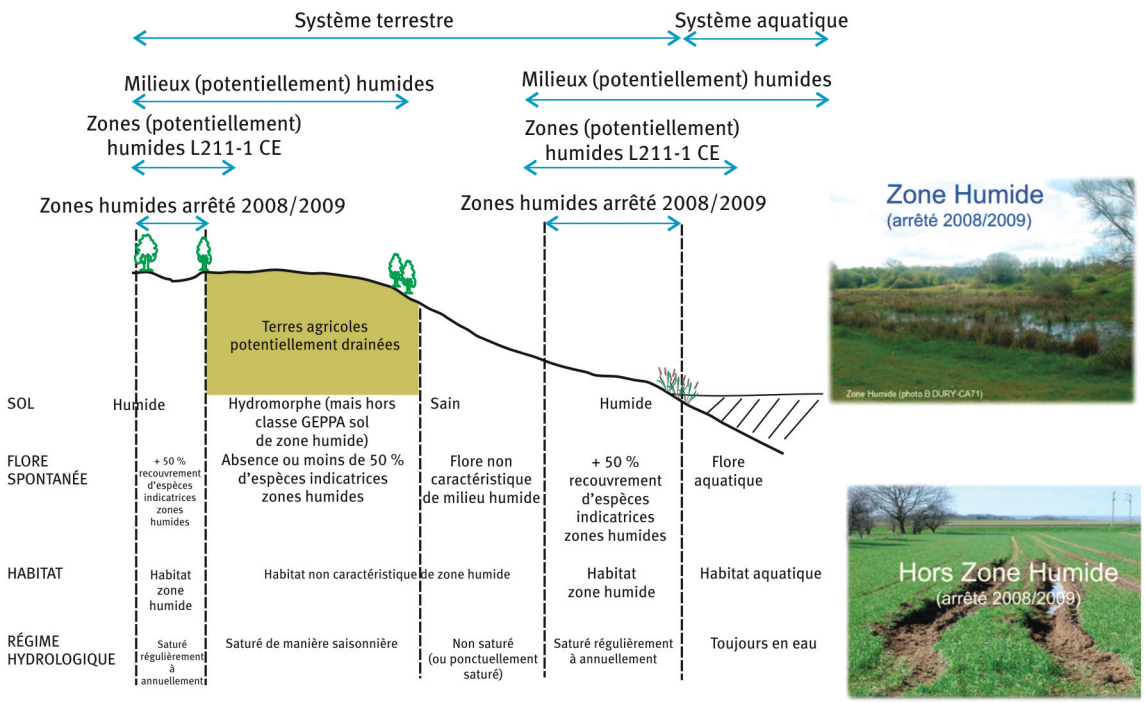
Tous les sols présentant des signes d'hydromorphie sont qualifiables de sols hydromorphes. Toutefois, comme l'illustre la figure ❹, seulement une partie de ces sols hydromorphes est aujourd'hui reconnue comme caractéristique de zones humides au sens défini par la police de l'eau.

❹ **L'appréciation du critère sol pour l'identification des zones humides (arrêté 208 modifié). Source : GEPPA 1981, modifié.**



Morphologie des sols correspondant à des « zones humides » (ZH)
(g) caractère rédoxique peu marqué (pseudogley peu marqué)
g caractère rédoxique marqué (pseudogley marqué)
G horizon réductique (gley)
H Histosols
R Réductisols
r Rédoxisols (rattachements simples et rattachements doubles)

❺ Présentation des critères de délimitation des zones humides au titre de l'arrêté 2008 modifié.



Évaluer les rubriques de la nomenclature « loi sur l'eau » applicables au projet de drainage agricole

La rubrique 3.3.2.0 « Réalisation de réseaux de drainage permettant un drainage » soumet à autorisation la réalisation de réseaux de drainage supérieurs à cent hectares et à déclaration ceux compris entre vingt et cent hectares. Cette rubrique a vocation à s'appliquer à tous les projets de drainage (drainage par tuyaux enterrés) qui se situent sur des zones qui n'auraient pas été qualifiées de zone humide au titre de l'arrêté de 2008 modifié.

En revanche, dès lors que la zone est délimitée en zone humide au sens de l'arrêté 2008 modifié, la pratique fait que les opérations de drainage sont rattachées à la rubrique 3310.

La rubrique 3310 « Assèchement, mise en eau, imperméabilisation, remblais de zones humides ou de marais » de l'article R214-1 CE prévoit que sont soumis à autorisation les travaux supérieurs à un hectare et déclaration les travaux supérieurs à 0,1 hectare mais inférieurs à un hectare.

Un même projet peut relever de plusieurs rubriques. S'il est soumis à des rubriques relevant du régime d'autorisation et du régime de déclaration, il faut retenir le plus restrictif, à savoir l'autorisation. Dans le cadre de la procédure d'autorisation comme de déclaration, le document d'incidence ou l'étude d'impact doit préciser « s'il y a lieu les mesures correctives ou compensatoires envisagées ».

Les seuils précités ci-dessus peuvent être diminués en zone Natura 2000 (ou en bordure) : les projets sont alors soumis à une étude d'évaluation des incidences spécifiques insérée dans le dossier d'autorisation ou déclaration.

Comment prendre en compte la doctrine « Éviter-réduire-compenser »

Dans la conception et la mise en œuvre de leurs projets, le maître d'ouvrage, visant le moindre impact environnemental, est soumis à certaines réglementations au titre du Code de l'environnement. Les maîtres d'ouvrage doivent définir les mesures adaptées pour éviter, réduire et, en dernier lieu compenser les atteintes aux espèces, habitats naturels et fonctions écologiques affectées. Les mesures compensatoires ont pour objet d'apporter une contrepartie aux incidences négatives notables, directes ou indirectes (article R. 122-13 du Code de l'environnement), en cas d'effets significatifs résiduels, lorsque cela est nécessaire et possible, compenser leurs impacts négatifs significatifs sur l'environnement, et ce au titre de différents textes :

- étude d'impact des projets de travaux, d'ouvrages ou d'aménagement (art. L122-1 et s. et R122-5 CE et s.) ;
- étude d'incidence ou étude d'impact au titre de l'autorisation environnementale (art. L.181-1 et s.) ;
- étude d'incidence au titre des lois sur l'eau (L214-1 CE et s.) ;
- évaluation des incidences au titre de Natura 2000 (art. L414-4 et R214-1 et s. CE) ;
- dérogation « espèces protégées » (art. L411-2 et R411-1 CE) ;

• compensation dans le cadre de la répartition des dommages environnementaux (art. 162-9 CE) ;

• compensation dans le cadre du Code forestier (défrichement : art. L34-1).

Les mesures compensatoires visent également (art. 69 de la loi pour la reconquête de la biodiversité, de la nature et des paysages du 08 août 2016) :

• l'objectif d'absence de perte nette, voire de gain de biodiversité ;

• à être effectives pendant toute la durée des atteintes et ne peuvent se substituer aux mesures d'évitement et de réduction ;

• à être mises en place en priorité sur le site endommagé ou, en état de cause, à proximité de celui-ci afin de garantir ses fonctionnalités de manière pérenne.

De manière générale, ces mesures visent à obtenir une équivalence écologique, c'est-à-dire la non-perte des fonctionnalités des zones humides impactées par le projet (équivalence écologique) et voire un gain net (cf. *Lignes directrices nationales sur la séquence éviter, réduire et compenser les impacts sur les milieux naturels*, MEDDTL, 2013). Les mesures compensatoires doivent être effectives durant toute la durée des impacts. Ces mesures compensatoires sont mises en place en priorité sur le site endommagé ou, en état de cause, à proximité de celui-ci afin de garantir ses fonctionnalités de manière pérenne.

Le maître d'ouvrage dispose de trois modalités pour satisfaire son obligation de compensation :

• mettre en œuvre les mesures lui-même ;

• faire réaliser les mesures par un opérateur de compensation ;

• acquérir des unités de compensation dans le cadre d'un site naturel de compensation accrédité par l'État (cf. *Sites naturels de compensation, un outil prometteur au service de la biodiversité*, CGDD, 2017).

De manière générale, la démarche doit :

• prendre en compte les impacts le plus en amont possible lors de la conception des projets, d'autant plus que l'absence de faisabilité de la compensation peut, dans certains cas, mettre en cause la réalisation du projet ;

• s'appliquer de manière proportionnée aux enjeux, à tous types de plans, programmes et projets dans le cadre des procédures administratives respectives.

Un guide pour renforcer l'expertise du réseau sur les zones humides

Le guide « *Maîtriser les notions de zones humides en lien avec l'activité agricole* », destiné au réseau des Chambres d'agriculture, a vocation à être un outil simple d'utilisation, pratique et opérationnel, permettant à tout conseiller une appropriation de la réglementation sur les zones humides pour accomplir la double mission des Chambres d'agriculture :

• accompagner les agriculteurs pour leurs projets de travaux hydrauliques ou d'aménagements divers (irrigation, construction, etc.) et les conseiller dans leur conduite d'exploitation ;

• participer à l'élaboration de documents de planification ou d'aménagement, en tant qu'organisme consulaire (ex. : schémas d'aménagement et de gestion des eaux, document d'urbanisme).

Ce guide comporte quatre parties répondant aux besoins des conseillers :

• connaître et faire connaître l'expertise, les compétences internes, les outils et l'offre du service du réseau des Chambres d'agriculture, les partenaires extérieurs ;

• appréhender les nouveaux concepts : milieux potentiellement humides, têtes de bassins versants, zones tampons humides artificielles ;

• participer à l'élaboration de documents identifiant des zones potentiellement humides ;

• comprendre la définition législative de zones humides et ses implications pour l'accompagnement d'un projet agricole.

Les limites du guide sont intrinsèques à celles que présente la définition législative des zones humides, à savoir une nécessaire analyse localisée et une appréciation locale valorisant des compétences multiples au sein du réseau des Chambres d'agriculture et aux côtés des partenaires. ■

L'auteur

Bertrand DURY
Chambre d'agriculture de Saône-et-Loire,
59 rue du 19 mars 1962, CS 70610,
F-71000 Mâcon, France
bdury@sl.chambagri.fr

En savoir plus...

Article R211-108 du Code de l'environnement : précise les critères de définition et de délimitation des zones humides figurant à l'article L. 211-1 du Code de l'environnement, codifiant le décret n°2007-135 du 30 janvier 2007.

Arrêté du 24 juin 2008 modifié par l'arrêté du 1er octobre 2009 : délimitation des zones humides pour la mise en œuvre de la loi sur l'eau précisant les critères floristiques et pédologiques de définition et de délimitation des zones humides (C. envir., art. L. 214-7-1 et R. 211-108).

Circulaire DGPAAT/DEB/C2010-3008 du 18 janvier 2010 : délimitation des zones humides en application des articles L.214-7-1 et R.211-108 du code de l'environnement.

Arrêt du Conseil d'État, 22 février 2017, N° 386325.

Note technique du 26 juin 2017 relative à la caractérisation des zones humides.

Circulaire DGPAAT/DEB/C2010-3008 du 18 janvier 2010 : délimitation des zones humides en application des articles L.214-7-1 et R.211-108 du code de l'environnement.

APCA, 2017, *Maîtriser les notions de zones humides et de milieux humides en lien avec l'activité agricole, Guide à l'usage des conseillers*, 102 p., disponible sur :
https://chambres-agriculture.fr/fileadmin/user_upload/National/FAL_commun/publications/National/2018_guide_zones-humides_VF.pdf

Focus

Labellisation d'un drainage responsable

Consciente de la nécessité de démontrer une éthique professionnelle collective, l'association ANDHAR-Draineurs de France a développé le Label'Andhar comme un label de qualité attribué aux opérateurs de drainage volontaires engagés dans un drainage responsable, c'est-à-dire respectueux des valeurs environnementales, économiques et sociales. Au-delà de l'analyse des critères et de l'étude des pratiques au sein de l'établissement et sur chantier, cette labellisation exigeante traduit l'engagement de l'établissement dans une démarche d'amélioration continue.

Pourquoi un label pour le drainage agricole ?

Le drainage agricole a été largement plébiscité dans les années 1980 pour développer et sécuriser les productions agricoles dans les terres hydromorphes. Mais aujourd'hui, il souffre d'une mauvaise image face aux préoccupations environnementales. Les contraintes administratives devenant dissuasives, les chantiers de drainage confiés à des agri-poseurs, en dehors du cadre réglementaire et des règles de savoir-faire, se multiplient.

Face à ce constat alarmant, les draineurs, bureaux d'études et fabricants de drains et de matériels se sont fédérés en 2011 pour créer l'association ANDHAR-Draineurs de France qui a pour mission de promouvoir un drainage responsable. Une des principales actions de l'association est de mettre en place un label dénommé Label'Andhar pour qualifier, développer et valoriser le drainage responsable et ainsi apporter des garanties de qualité au maître d'ouvrage et à l'administration.

Quels sont les engagements reconnus par le Label'Andhar ?

Le Label'Andhar reconnait un savoir-faire respectueux des valeurs environnementales, économiques et sociales, garantissant la qualité de la conception du projet jusqu'à la réalisation du chantier et le sérieux de l'établissement de drainage. Le règlement définissant les conditions de candidature et les modalités d'attribution du Label'Andhar a été proposé par une commission interne, puis approuvé en assemblée générale le 15 juin 2016.

Le Label'Andhar porte sur neuf thèmes :

- la qualité du conseil apporté au maître d'ouvrage sur le projet,
- la prise en considération des enjeux environnementaux,
- l'impératif et la qualité des études préalables,
- la conduite du projet en relation avec le maître d'ouvrage,
- la formation et la sécurité du personnel,
- l'utilisation de matériel adapté et techniques de pose adéquates,
- la réalisation des travaux dans les règles de l'art,
- la garantie des travaux et les conseils après drainage,
- la valorisation des métiers.

❶ Visite d'un chantier de drainage par la commission Label'Andhar.

Comment se déroule une labellisation ?

L'opérateur de drainage volontaire, adhérent ou non à l'association, dépose un dossier de candidature présentant son établissement (principaux chiffres, matériels et personnels, démarche hygiène et sécurité). Une commission est spécialement constituée pour l'étude de cette candidature, composée d'un président, d'un ou de deux chargés d'évaluation membres de l'association et d'un ou de deux experts extérieurs. Bien évidemment, dans un souci d'éthique, aucun concurrent direct du candidat ne peut participer à cette commission et la composition de la commission est approuvée par le candidat.

Pendant une journée, la commission se déplace chez le candidat pour visiter l'établissement, échanger avec le responsable de l'activité drainage, analyser les pratiques, consulter des dossiers pris au hasard. La commission se rend également sur un chantier en cours pour observer les pratiques et le matériel et interroger le personnel sur ses connaissances et son savoir-faire (photo ❶).

Les membres de la commission s'appuient sur une grille d'analyse de quarante-quatre critères organisés autour des neuf thèmes. Chaque critère est noté et fait l'objet d'observations. Après délibération, la commission décide de l'attribution ou non du Label'Andhar. Elle en informe le jour même l'établissement candidat et lui précise par écrit les points forts qui ont été relevés, ainsi que les points à améliorer. Le Label'Andhar est attribué pour une durée de trois ans.

Les atouts de la méthode et les difficultés rencontrées

La méthode choisie se veut pragmatique. Le Label'Andhar a été mis en place PAR des draineurs, POUR des draineurs. Pour autant, il apparait après les premières labellisations que le niveau d'exigence est très élevé car les attendus correspondent aux meilleures pratiques. L'objectif atteint est que les établissements volontaires s'inscrivent dans une démarche d'amélioration continue, en s'engageant à travailler sur certains points d'ici le renouvellement du label. Par ailleurs, la démarche de labellisation a apporté de la reconnaissance et une valorisation du métier en interne comme à l'extérieur.

La principale difficulté reste d'accepter pour les opérateurs de drainage de se faire évaluer par des pairs, d'ouvrir les portes de leur établissement à la commission, de laisser le personnel et les clients se faire interroger…

Conclusion et perspectives

Aujourd'hui, six opérateurs de drainage sont certifiés par le Label'Andhar et de nouvelles candidatures seront étudiées prochainement. Le contenu du Label'Andhar peut et doit encore s'améliorer, notamment par le regard des experts extérieurs. Il est appelé à être développé et reconnu d'une part par la profession agricole, et d'autre part par l'administration, comme témoin de l'engagement des opérateurs de drainage certifiés dans une démarche d'éthique professionnelle et de responsabilité assumée. ■

Les auteurs

Jean-François CHAPUIS
Président de la Commission Label'Andhar,
ANDHAR-Draineurs de France,
Maison des Chambres d'agriculture,
9 Avenue George V, F-75008 Paris.

Laurence THIBAUD
Chef de projet ANDHAR,
ANDHAR-Draineurs de France,
Maison des Chambres d'agriculture,
9 Avenue George V, F-75008 Paris.
laurence.thibaud@andhar.fr

Comment intégrer les fonctionnalités du drainage agricole à l'échelle d'un territoire ?

Image par FotoRieth de Pixabay

COMMENT INTÉGRER LES FONCTIONNALITÉS DU DRAINAGE AGRICOLE À L'ÉCHELLE D'UN TERRITOIRE ?

Les chemins de l'eau sur le bassin versant ne connaissent pas de frontières administratives. Il en est de même pour les eaux de drainage dont les circuits en aval des parcelles drainées, empruntent des voies dépassant les limites de la parcelle. Différentes catégories d'acteurs du territoire peuvent alors être impactées par les eaux issues des collecteurs. En France, les associations syndicales autorisées de drainage, à l'instar de celle de Béthune-Lillers dans le Pas-de-Calais, ont assuré un rôle de médiateur auprès des agriculteurs et des citoyens. Ailleurs, des expériences innovantes ont vu le jour, mettant en avant la nécessité d'un dialogue territorial pour la mise en œuvre de solutions partagées à l'échelle des territoires.

52 **Évaluation du pouvoir épurateur des zones tampons humides artificielles en sortie de drainage en contexte lorrain**
Frédéric PIERLOT, Philippe GOETGHEBEUR et François-Xavier SCHOTT

62 **Innovation dans le domaine du dialogue territorial pour gérer les impacts du drainage à l'échelle d'un territoire**
François BIRMANT

66 Interview – **Rôle d'une association syndicale pour une approche collective d'un projet territorial de drainage**
Michel WALLE

Évaluation du pouvoir épurateur des zones tampons humides artificielles en sortie de drainage en contexte lorrain

Un des freins au déploiement des zones tampons humides artificielles (ZTHA) en sortie de drainage concerne l'emprise foncière conséquente de ces dispositifs, notamment lorsqu'ils sont réalisés à l'échelle d'un regroupement de parcelles. Dans cette expérimentation menée en Lorraine, une région où la part de surface drainée est supérieure à la moyenne nationale, les scientifiques ont testé la capacité épuratrice de ZTHA rustiques et de faible dimension, installées dans la bande enherbée réglementaire. Les résultats prometteurs sur les abattements de flux de produits phytosanitaires permettent d'envisager leur déploiement sur le terrain en complément de pratiques agricoles limitant l'emploi de ces molécules.

L'utilisation des produits phytosanitaires a permis l'augmentation et la sécurisation des rendements agricoles après la Seconde Guerre mondiale. Cependant, cela n'a pas été sans conséquences pour l'environnement, et notamment sur la qualité des eaux. Les analyses réalisées sur l'état des différentes masses d'eau montrent qu'en 2007, les pesticides étaient présents dans 91 % des points suivis dans les cours d'eau et dans 59 % des points d'eau souterrains.

L'origine des pollutions des eaux par ces substances peut être de deux ordres, ponctuelle, résultant généralement de pollutions accidentelles liées en grande partie à de mauvaises manipulations des produits, ou diffuse, résultant d'un enchainement de processus conduisant au transfert des produits de la parcelle où ils ont été appliqués vers l'environnement. Les processus entrant en jeux dans ces transferts sont la volatilisation puis la déposition, le ruissellement et le lessivage.

D'autres voies de transfert existent à l'échelle du bassin versant, notamment par percolation, mais également *via* le réseau de drainage. Dans le cas de petits bassins versants drainés, ces transferts de substances actives, même s'ils dépassent rarement les 0,5 % de la dose appliquée et exceptionnellement les 3 % (Boithias *et al.*, 2014 ; Kladivko *et al.*, 2001) peuvent être à l'origine de contaminations des eaux par des concentrations importantes, essentiellement à la reprise de drainage lorsque l'effet de dilution est minime (Tournebize *et al.*, 2017). Les bassins avec des forts pourcentages de parcelles drainées sont donc considérés comme des zones à haut risque de transferts avec cependant des flux faibles (Joulin et Chalons, 2006 ; Real *et al.*, 2005). Le drainage agricole, s'il offre entre autre la possibilité de cultiver des terres lourdes dans un climat lorrain difficile, peut alors présenter des inconvénients environnementaux, notamment en rejetant directement à l'exutoire des collecteurs, les eaux drainées chargées dans les cours d'eau, court-circuitant les bandes enherbées mises en place et facilitant ainsi le transfert des produits phytosanitaires dans le milieu naturel en période drainante (Schiavon *et al.*, 1996).

La part de surface drainée en Lorraine est supérieure à la moyenne nationale avec de 15 à 20 % de la surface agricole (SAU) drainée, jusqu'à 70 % sur certains bassins versants. La mise en place de zones tampons humides artificielles (ZTHA) 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 telles molécules.

❶ Cartographie des sites suivis avec indication des communes d'implantation, des surfaces drainées collectées, du type de site et des dimensions des sites (longueur x largeur et éventuellement longueur des 3 côtés dans le cas de la mare en triangle).

Suite au travail bibliographique de l'INRA-SAD de Mirecourt portant sur la création de ZTHA, une collaboration entre la Chambre d'agriculture Grand Est, l'INRA (désormais INRAE), l'Université de Lorraine, et le CNRS est mise en place pour aborder la problématique de façon opérationnelle. La plupart des travaux réalisés jusqu'alors l'ont été à l'échelle de groupes de parcelles (Krone-Davis *et al.*, 2013 ; Maillard *et al.*, 2011 ; Mander *et al.*, 2017 ; Passeport *et al.*, 2013 ; Tournebize *et al.*, 2017). Le travail à cette échelle conduit à l'élaboration de ZTHA de taille et volume conséquents, ce qui peut rendre leur implantation difficile du fait de leur concurrence directe avec l'espace cultivé par les agriculteurs.

Dans le cadre de cette étude, nous avons donc pris le parti d'évaluer la capacité épuratrice de ZTHA rustiques ayant une faible emprise foncière, ces ZTHA étant installées dans la bande enherbée réglementaire pour faciliter l'acceptabilité de leur implantation. En outre, ces dispositifs doivent être reproductibles, avec végétalisation naturelle pour permettre un déploiement sur le territoire et ne nécessiter que peu voire pas d'intervention humaine. Ceci conduit à créer des ouvrages de petite taille et nous proposons ici une étude complémentaire permettant de tester l'efficacité de petits dispositifs installés en série directement à la sortie de parcelle drainée, loin des 90 m^3 par hectare préconisé par le guide méthodologique de 2015 pour le département des Vosges (Tournebize *et al.*, 2015).

Les sites suivis

Six ZTHA différentes et de faible emprise foncière (des ratios « surface de sites/surface drainée collectée » allant de 0,1 % à 0,5 %) ont été implantées sur le territoire lorrain depuis 2009 et suivis depuis 2011 dans le cadre de ce travail (figure ❶). Ces sites ont été implantés dans différents contextes pédoclimatiques lorrains allant de parcelles situées dans la plaine de la Woëvre, aux pieds de la cuesta des côtes de Meuse dans des sols argileux sur grèves de plaine à des parcelles en vallée de Seille sur limons battants sur marnes dégradées jusqu'à des sols argilo-limoneux hydromorphes au pied de plateaux calcaires du plateau lorrain.

Leur implantation ne suit pas une méthodologie logique de ratio de surface ou de volume par rapport à la surface drainée collectée en amont telle que proposée dans le guide d'installation rédigé par le Groupe technique « Zones tampons » (Catalogne et Le Hénaff, 2017), mais suit une logique d'optimisation de la surface disponible suivant la configuration du site retenu. La structure des sites est donc variable d'un site à l'autre allant du fossé avec des seuils successifs, en passant par un fossé de drainage élargi sur une portion jusqu'à plusieurs bassins circulaires successifs. L'objectif principal est, selon la surface disponible, de maximiser le temps de séjour des eaux de drainage pour permettre d'éventuelles dégradations des substances actives et des nitrates qu'elles peuvent charrier. Un élément morphologique commun à l'ensemble des dispositifs est un premier bassin en entrée plus profond (de 1 à 1,2 m de profondeur) favorisant la sédimentation des matières en suspension puis plusieurs bassins avec une profondeur d'eau allant de 0 à 80 cm.

Les six sites étudiés peuvent se décliner en deux catégories :

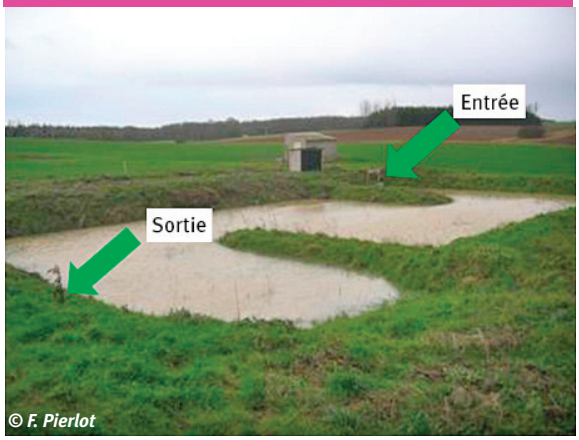
- les dispositifs de type « mare » : Avillers-Sainte-Croix (Meuse), Ollainville (Vosges) et La Bouzule (Meurthe-et-Moselle) ;
- les dispositifs de type « linéaire » ou « fossé » : Jallaucourt (Moselle), Manoncourt sur Seille (Meurthe-et-Moselle) et Ville-sur-Illon (Vosges).

❶ Caractéristiques des six sites expérimentaux.

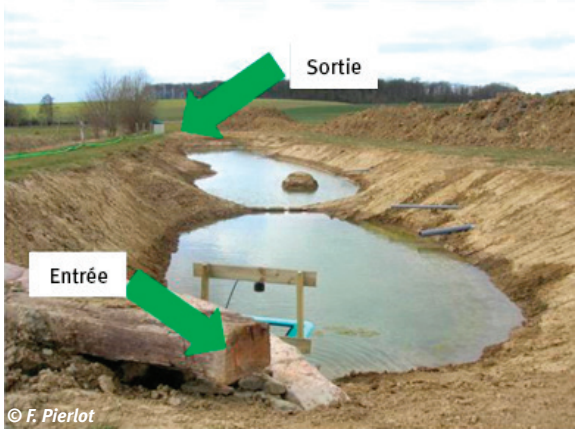
Site	Surface drainée collectée (ha)	Volume de la zone tampon humide artificielle (m³)	Ratio surface de la zone tampon humide artificielle/surface drainée (m³/ha drainé)	Période de suivi	Efficacité mesurée
Manoncourt-sur-Seille	10	40	4	2011-2016	8 %
Jallaucourt	5	4	0,8	2011-2014	11 %
Avillers-Sainte-Croix	11	45	4,1	2011-2016	28 %
La Bouzule	5,5	90	16,4	2011-2016	17 %
Ville-sur-Illon	8	100	12,5	2011-2016	19 %
Ollainville	9,2	49	5,3	2011-2014	0 %

Le tableau ❶ recense les volumes et surfaces relatives à la taille de la parcelle drainée collectée. Le rapport calculé est inférieur à celui préconisé dans le guide d'implantation des zones tampons publié par le Groupe technique (Catalogne et Le Hénaff, 2017).

❶ Dispositif de la Bouzule.



❷ Dispositif de Ville-sur-Illon à son implantation.



Le site de La Bouzule (photo ❶) est situé sur la ferme expérimentale de l'École nationale supérieure d'agronomie et des industries alimentaires (ENSAIA), la mare en S reçoit les eaux de drainage d'une surface de 5,5 ha. Le rapport du volume du dispositif sur la surface drainée théorique est de 16,4 m³/ha, traduisant l'emprise foncière relativement élevée de ce dispositif. Cette mare est peu végétalisée et ne présente aucun obstacle au trajet de l'eau hormis les deux redans, créant alors un chenal d'écoulement préférentiel de l'eau.

Le dispositif de Ville-sur-Illon est un fossé composé de trois bassins successifs séparés par des merlons en terre qui s'alimentent les uns à la suite des autres par surverse (photo ❷). Le premier bassin est plus profond que les autres afin que les particules en suspension issues de l'eau de drainage y sédimentent. Le fossé peut contenir jusqu'à 89 m³ d'eau en période de drainage intense. Le rapport du volume disponible dans le dispositif (100 m³) et de la surface théorique drainée (8 ha) est de 12,5 m³/ha (VD/ ST). Le fossé s'est spontanément végétalisé au fil du temps et abrite dorénavant plusieurs essences d'arbres ainsi que de nombreux macrophytes qui sont autant de freins à l'écoulement de l'eau et de supports pour les micro-organismes qui dégradent les pesticides.

Le dispositif d'Avillers est un fossé de type « linéaire » ponctué de seuils en terre successifs qui créent des bassins de décantation, dans lesquels l'eau est retenue (photo ❸). Le fossé peut contenir jusqu'à 45 m³ d'eau en période de drainage intense et 24,1 m³ en temps normal. Le rapport du volume disponible dans le dispositif (45 m³) et de la surface théorique drainée (11 ha) est de 4,1 m³/ha. L'emprise foncière de ce fossé est donc faible, d'autant plus qu'il se trouve dans la bande enherbée réglementaire. La végétation qui s'est installée spontanément est composée de diverses espèces de macrophytes. La présence de seuils en terre permet à l'eau de résider plus longtemps dans le dispositif, mais aussi d'optimiser la surface du fossé occupée par l'eau. De ce fait, la surface de contact entre les micro-organismes et les pesticides est maximale.

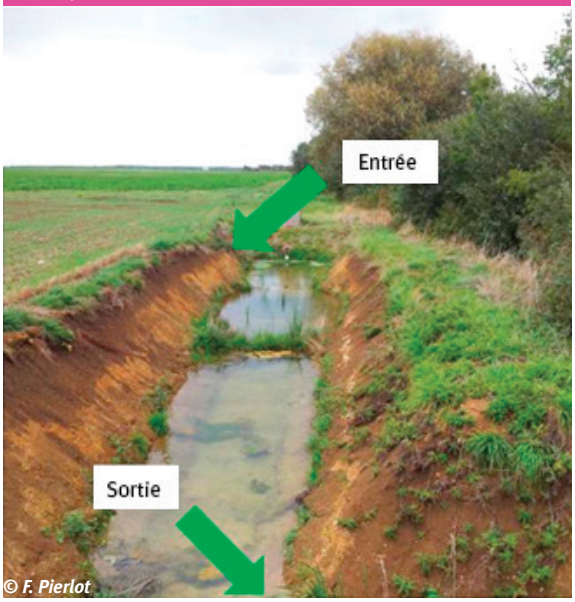
Le dispositif de Manoncourt-sur-Seille est un fossé de type « linéaire » qui est élargi à mi-parcours afin de créer une zone de décantation (photo ❹). En sortie du col-

lecteur de drains est creusé un bassin plus profond que le reste du fossé afin que les particules en suspension issues de l'eau de drainage y sédimentent. Le fossé peut contenir jusqu'à 32 m³ d'eau en période de drainage intense. Le rapport du volume disponible dans le dispositif (40 m³) et de la surface théorique drainée (10 ha) est de 4 m³/ha. L'emprise foncière de ce fossé est donc peu élevée. Le fossé s'est spontanément végétalisé au fil du temps et abrite dorénavant plusieurs macrophytes et joncs qui freinent l'écoulement de l'eau.

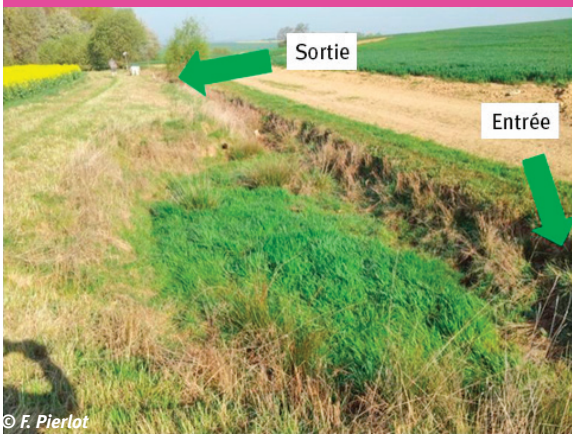
Le dispositif de Jallaucourt est du type « linéaire-filtrant » (photo ❺) puisqu'il se compose d'un fossé creusé d'une longueur de 8 mètres de long sur 4 mètres de haut et 4 mètres de large et d'une botte de paille qui a été positionnée au milieu (qui jouera le rôle de filtre). La pente est très faible, et le dispositif est situé dans la bande enherbée de la parcelle, juste avant l'exutoire du drain dans le cours d'eau. Avec une surface théorique drainée de 5 ha, le rapport VD/SD de 0,8 m³/ha traduit donc une très faible emprise foncière.

Le dispositif d'Ollainville est du type « surfacique », d'une profondeur de 70 à 80 cm qui a été creusé au bout de la parcelle, dans la bande enherbée (photo ❻). Étant donné que le collecteur de sortie se trouve assez bas, le volume total n'est que de 49 m³. La surface drainée est de 9,23 ha. Le rapport VD/SD est donc de 5,3 m³/ha.

❸ Dispositif d'Avillers-Sainte-Croix.



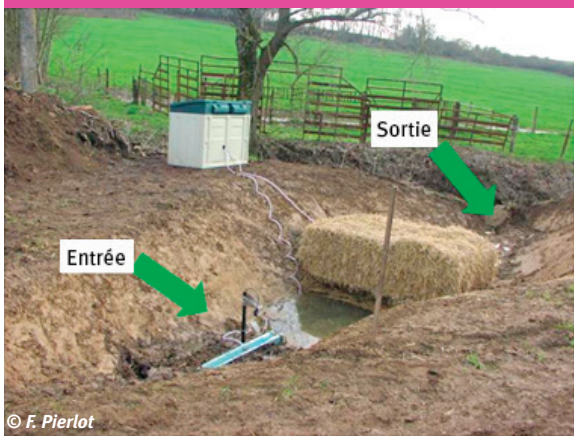
❹ Fossé de Manoncourt-sur-Selle à son implantation.



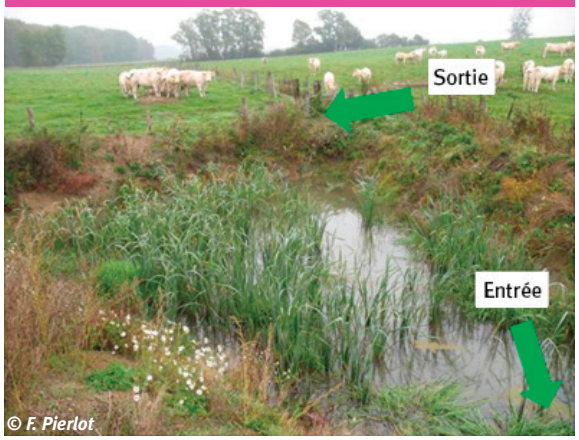
Matériel de suivi

Les sites ont été équipés de système de mesure de débit à l'aide d'un suivi continu de hauteur d'eau (figure ❷). Ces mesures de débit étaient effectuées dans un premier temps sur un point, en entrée ou en sortie de dispositif selon la configuration de ce dernier pour avoir la meilleure lecture de débit possible. Les sites où cela s'est avéré techniquement faisable, ont été équipés de débitmètre en entrée et sortie de site. C'est le cas pour les sites d'Haroué et de Ville-sur-Illon à partir du printemps 2014 et Manoncourt-sur-Seille à partir de l'automne 2015. Des prélèvements d'eau sont asservis au volume écoulé et réalisés par des préleveurs automatiques en entrée et en sortie de dispositif. Un prélèvement pour analyse de cet échantillon composite est réalisé toutes les semaines sur les sites suivis dans le cadre des thèses de R. Vallée et C. Gaullier (Jallaucourt et Manoncourt de 2011 à 2014 et Ville-sur-Illon et Manoncourt-sur-Seille de 2014 à 2016) sur l'ensemble de la période de drainage et toutes les deux semaines sur les autres sites. Les échantillons sont stockés à 4 °C avant analyse.

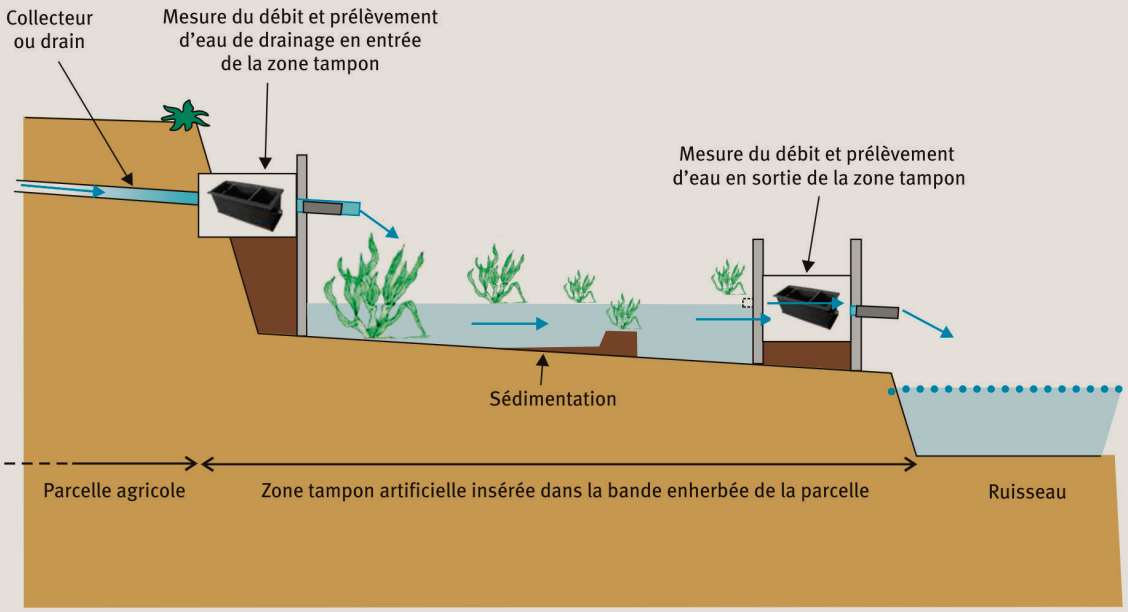
❺ Fossé de Jallaucourt.



❻ Dispositif d'Ollainville.



❷ Schéma du dispositif expérimental de suivi d'une zone tampon humide artificielle dans le cadre de l'expérimentation.



Analyses réalisées

Le dosage de 79 phytosanitaires ou métabolites est réalisé après centrifugation à l'aide d'une SPE-Online-LC-MSMS par le Laboratoire d'hydrologie de Nancy (LHN) de l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (ANSES). Ces analyses spécifiques permettent de présenter des limites de quantification allant de 4 à 100 ng/L selon les molécules. Afin de discriminer les différentes substances actives (SA), il a été décidé de ne traiter dans les analyses de résultats, et donc, dans cet article, que les molécules ayant dépassé au moins une fois le seuil de potabilité (0,1 µg/L) sur au moins un des six sites. De ce fait, nous avons pu nous concentrer sur 31 substances actives au lieu des 79 initiales (figure ❸). Suite à cette sélection, en croisant concentration et débit, des bilans de masse ont été calculés sur ces molécules en entrée et sortie de dispositif. Nous avons ainsi pu établir un abattement moyen des flux de chaque SA entre l'entrée et la sortie des dispositifs (équation ❶).

Équation ❶

$$\text{Abattement (\%)} = (\text{Flux SA}_{\text{entrée}} - \text{Flux SA}_{\text{sortie}}) / \text{Flux SA}_{\text{entrée}} \text{ (mg/ha)}$$

avec $\text{Flux SA} = \Sigma (\text{concentration SA}_j \times \text{débit}_j)$ où j est une période de prélèvements, la somme se faisant sur la totalité de la campagne de prélèvements.

Les temps de résidence étant variables suivant les périodes de l'année en fonction de l'intensité du drainage et de l'état de remplissage de la zone tampon, il ne nous est pas apparu pertinent de travailler sur les concentrations instantanées en sortie de dispositif mais sur l'abattement total du flux de substances actives.

En complément de ces analyses sur la qualité chimique de l'eau, des suivis de la flore spécifique des milieux humides sont réalisés par le Laboratoire interdisciplinaire des environnements continentaux (LIEC) et le jardin botanique de Nancy depuis mai 2012. Deux suivis sont effectués annuellement, un en mai et un autre en septembre sur les cinq sites faisant l'objet de l'analyse.

Résultats et discussion

Les suivis de flore réalisés sur les différents sites ont permis de constater une colonisation rapide des sites par une flore spécifique des milieux humides avec une trajectoire écologique encore en cours. En effet, le nombre d'espèces spécifiques des milieux humides est en augmentation permanente de même que le taux de recouvrement des sites par les végétaux. Plus d'une trentaine d'espèces différentes ont été observées avec des taux de recouvrement ayant atteint 100 % dès 2013 sur la plupart des sites.

Des campagnes de drainage différentes

Les précipitations totales sur la campagne de drainage, allant en règle générale d'octobre à mai pour les plus grandes amplitudes, sont d'un peu plus de 500 mm pour les sites d'Avillers-Sainte-croix, Jallaucourt, Manoncourt sur Seille, la Bouzule et de 630 mm environ pour les sites d'Ollainville et Ville-sur-Illon (d'après les données météo des stations Météofrance de Nancy-Essey pour les premiers et d'Épinal pour les deux derniers). D'après les données de ces stations météo, ces pluies sont réparties de manière assez homogène entre la période d'octobre à janvier et celle de février à mai avec une cinquantaine de millimètres supplémentaires sur la première période. Cette légère différence couplée à une évapotranspiration totale de 60 mm environ sur la première période et de 240 mm sur la seconde période conduit à un volume théorique de drainage plus important sur cette première période que sur la seconde.

Sur les six campagnes de drainage allant d'octobre 2011 à mai 2016, le volume drainé annuel par les parcelles où un site est suivi se situe à 200 mm environ par campagne (la médiane de tous les sites suivis allant de 132 à 320 mm par campagne suivant les années). La répartition de ces volumes était cependant différente selon les années comme illustré par la figure ❹ sur l'exemple de Manoncourt-sur-Seille pour la période 2011-2014. La campagne de drainage de 2011/2012 est proche de la normale décennale, alors que la seconde campagne de drainage est marquée par un drainage de printemps très tardif (jusque fin juin). *A contrario*, la campagne de drainage 2013/2014 est marquée par un printemps très sec et un arrêt de drainage relativement précoce et environ 100 mm de précipitation en moins par rapport à la normale des trente dernières années sur la période allant de février à mai.

Ces différences hydrologiques sur les périodes de drainage des différentes campagnes couplées à des pratiques phytosanitaires sur les parcelles différentes suivant les années conduisent à des transferts de flux de phytosanitaires différentes suivant les sites et les campagnes de drainage comme en témoigne la figure ❹.

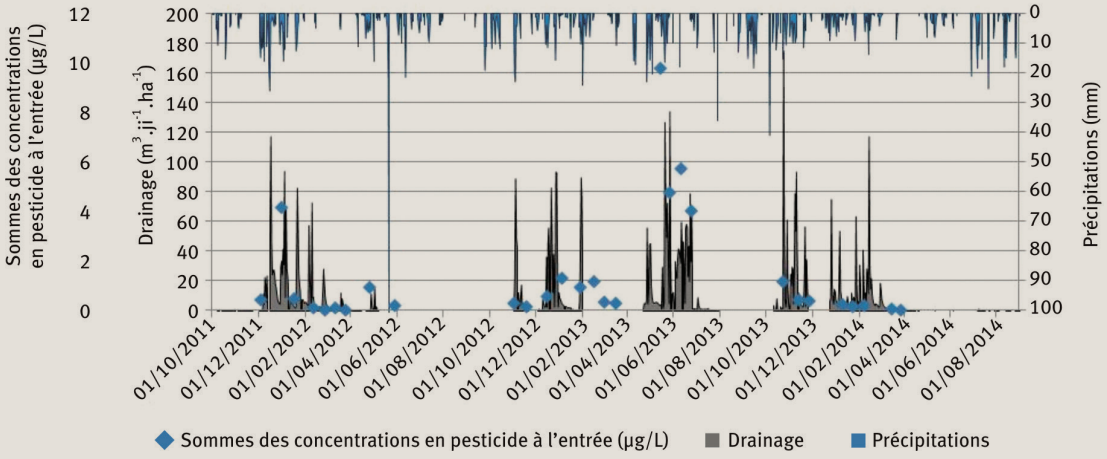
Des efficacités variables

Les ZTHA étudiées étant installées en série avec le drainage collecté, le temps de résidence de l'eau dans ces dernières est très variable au cours de la période de drainage. Il peut aller de plusieurs dizaines de jours lors de la reprise du drainage avec des flux très faibles et des dispositifs à sec, à quelques heures en plein pic de drainage pour les dispositifs présentant un faible ratio volume de la ZTHA rapporté à la surface drainée (tableau ❶, page 54).

❸ **Classification des efficacités de l'ensemble des dispositifs en fonction des substances actives (SA) retrouvées au-dessus du seuil de potabilité de 0,1 µg/L dans les 365 jours suivant l'application en fonction de l'abattement du flux total de SA entre l'entrée et la sortie des six dispositifs entre 2011 et 2016 (tous sites confondus).**

Abattement global (%) des molécules d'intérêt					
0 %	]0 %-25 %]	]25 %-50 %]	]50 %-75 %]	]75 %-100 %]	0 %
Clopyralid, Cypronocazole, Diflufenicanil, DMTA-P, Fluénacet, Glyphosate, Mesosulfuron-Methyl, Metazachlore, Napropamide, Quinmérac, S-Metolachlore	Azoxystrobine, Boscalide, Chlortoluron, Clomazone, Dicamba, Dimétachlore, Florasulam, Fluoxastrobine, Isoproturon, Isoxaflutole, Metsufluron-Methyl, Procymidone, Tebuconazole, Tritosulfuron	2, 4MCPA, Mécoprop, Mesotrione, Nicosulfuron, Prochlorase	Propoxycarbazone sodium, Propyzamide		

❹ **Drainage, précipitation et concentrations de la somme des phytosanitaires (dans les échantillons composites récoltés) retenus dans l'analyse sur le site de Manoncourt-sur-Seille sur les campagnes de drainage ; 2011/2012, 2012/2013 et 2013/2014.**



Concernant l'efficacité des sites sur la qualité chimique des eaux de drainage, l'étude montre une grande diversité de comportements entre les différents sites et au cours de la période de drainage.

Pour l'abattement des flux de produits phytosanitaires, l'abattement moyen du flux de substances actives (SA) entre l'entrée et la sortie des sites sur les 31 molécules conservées dans l'analyse est un abattement moyen de 15 % du flux total. Selon les SA et les sites, les efficacités varient de 0 à 100 % reflétant différents comportements de molécules qui ont été constatés. La figure ❸ présente les résultats d'abattement sur l'ensemble des flux mesurés sur chacun des sites présenté sous forme de classes. Le choix a été de raisonner de manière globale sur le jeu de données collecté sur l'ensemble des six sites dans un souci de représentativité des résultats car toutes les SA ne sont pas appliquées tous les ans sur chaque site. Une synthèse des différents résultats en fonction des SA détectées en entrée de dispositif (concentration > 0,1 µg/L) et l'abattement constaté nous permet donc une première approche de la classification de l'efficacité des dispositifs en fonction des SA (figure ❸).

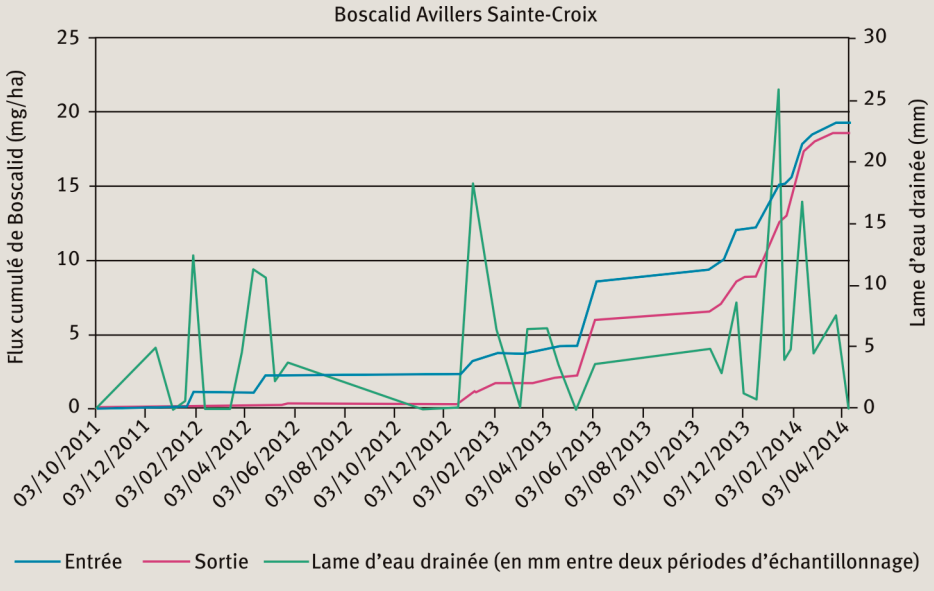
Les tests statistiques de corrélation réalisés n'ont pas pu différencier de manière significative les résultats d'abattement en fonction des caractéristiques des substances actives (Koc, solubilité) ni du temps de séjour dans les dispositifs.

Sur ces résultats, nous avons pu constater que pour certaines SA, il est retrouvé davantage de quantité de substance active en sortie de dispositif par rapport à l'entrée. Ces résultats, quoique surprenants de prime abord, car les sites ne peuvent générer des SA, peuvent s'expliquer par :

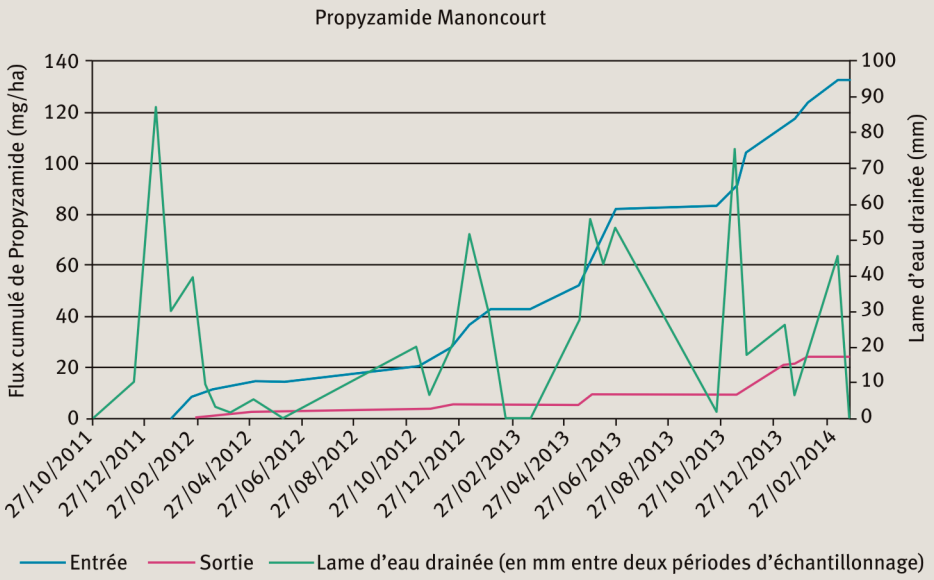
- les modalités d'échantillonnage : la fréquence de prélèvement peut être insuffisante pour être représentative des flux rapides en crue. Le fait que sur certaines substances actives, la majorité des flux mesurés l'a été sur un ou deux épisodes uniquement renforce le fait que si le pic se produit sous forme de flash (exemple figure ❺), il ne peut potentiellement être capté qu'en sortie et non en entrée de dispositif ;
- l'arrivée potentielle de contamination directement dans le dispositif par ruissellement depuis la parcelle qui ne serait dans ce cas pas captée en entrée mais uniquement en sortie ;
- le fait que nous n'analysons que les eaux brutes et pas la phase particulaire peut conduire à sous-estimer certaines entrées sous forme liées et les cinétiques de désorption font que nous pouvons les retrouver dans les eaux brutes en sortie. En effet, des flux quasi-égaux (voire parfois supérieurs) en sortie de dispositif par rapport à l'entrée concernent certaines molécules comme le boscalid (figure ❺). Cette molécule à tendance à présenter un flux en sortie légèrement supérieur à celui en entrée ou un abattement très variable selon les années (comme sur le site d'Avillers-Sainte-Croix présenté en figure ❺ où l'abattement total mesuré est de 4 % et fluctue selon les période de drainage). Ce résultat est expliqué par le comportement de cette molécule qui semble se sorber et se désorber très facilement des différentes matrices, sédiments, terre ou paille (Vallee *et al.*, 2015). Dans ces premières années d'étude, la fraction particulaire n'a pas été suivie, ce qui peut expliquer en partie ces résultats, ne pouvant réaliser un bilan de matière complet (fraction particulaire et dissoute).

Certaines molécules présentent cependant systématiquement des efficacités intéressantes comme c'est le cas pour le propyzamide pour laquelle les dispositifs concernés par des transferts ont permis de réduire le flux de cette molécule de 71,4 %. La figure ❻ illustre ces résultats sur le dispositif de Manoncourt-sur-Seille. Il apparaît que l'abattement moyen de 15 % constaté

❺ Évolution des flux cumulés de boscalid entrant et sortant dans le dispositif de Avillers-Sainte-Croix sur trois périodes de drainage ainsi que les volumes d'eau drainés entre deux prélèvements successifs sur ces mêmes périodes.



6 Évolution des flux cumulés de propyzamide entrant et sortant dans le dispositif de Manoncourt-sur-Seille sur trois campagnes de drainage ainsi que les volumes d'eau drainés entre deux prélèvements successifs sur ces mêmes périodes.



semble cohérent par rapport aux données de la bibliographie vu la taille de nos dispositifs en proportion de la surface drainée (Tournebize *et al.*, 2017). Toutefois, comme c'est le cas pour le site de Rampillon (suivi par INRAE Antony), les différences d'efficacité ne peuvent pas s'expliquer par les caractéristiques des molécules que nous avons testées, à savoir le Koc, le solubilité ou encore le la demi-vie (DT50).

La quasi-totalité des dispositifs permet de limiter l'intensité du premier pic de phytosanitaires lié au début de la période de drainage à l'automne. Les efficacités constatées proviendraient de phénomènes de stockage lors de la période de drainage par sorption principalement puis de dégradation au printemps et durant l'été (Vallee *et al.*, 2015). Les temps de résidence étant plus longs lors de la reprise de drainage, les ZTHA n'étant pas remplies d'eau à cette période, ces phénomènes peuvent être favorisés sur ces premières eaux généralement chargées en phytosanitaires (Novak, 1999 ; Schiavon *et al.*, 1996). Le développement de végétaux dans les ZTHA augmente théoriquement ce temps de résidence et de ce fait son efficacité potentielle (Vallee *et al.*, 2015). Ces résultats montrent que ces sites sont intéressants pour réduire une partie des phytosanitaires sortant des eaux de drainage.

Concernant l'entretien des dispositifs, la seule intervention nécessaire est une à deux fauches annuelles des bordures pour limiter l'implantation et la prolifération d'adventices vivaces dans cet espace, ce qui pourrait nuire à leur acceptabilité. Aucune intervention dans la surface « mouillée » n'a été nécessaire de 2011 à 2018, que se soit pour les végétaux ou ldes sédiments accumulés en profondeur.

L'étude de ces dispositifs, qui sont encore en cours de colonisation par des végétaux, avec des campagnes culturales différentes, avec des pluviométries et des périodes de drainage différentes, une fraction sédimentaire non suivie pour le moment, etc., laisse encore de nombreuses questions en suspend afin de préciser le fonctionnement, l'évolution et l'entretien de ces sites. Cependant, les résultats prometteurs que nous avons obtenus sur les abattements du flux total de substances actives entre l'entrée et la sortie de ces dispositifs nous encouragent à les promouvoir. Ce programme mené par la Chambre régionale d'agriculture Grand Est, fait l'objet de nombreux partenariats scientifiques : INRAE, Université de Lorraine, ANSES, CNRS, Zone Atelier Moselle, Réseau LorLux… chacun apportant ses compétences. Il est à signaler que pour améliorer la compréhension de la part de chacun des mécanismes intervenant sur le devenir des produits phytosanitaires dans les ZTHA, les deux sites de Manoncourt-sur-Seille (Meurthe-et-Moselle) et Ville-sur-Illon (Vosges) ont fait l'objet d'études complémentaires en conditions contrôlées de laboratoire (Gaullier *et al.*, 2019) pour optimiser leur conception en analysant les écoulements au sein de ces dispositifs, en comprendre l'hydraulique et ainsi maximiser le temps de résidence de l'eau.

Dans tous les cas, la mise en place de ce type de dispositif doit être considérée comme un complément aux pratiques agricoles visant à réduire les transferts et leur faible emprise foncière associée à la rusticité des dispositifs permet d'envisager un déploiement sur le terrain. ■

Remerciements

Les auteurs remercient Soline Schetelat pour l'ensemble du travail réalisé sur les données collectées ainsi que l'Agence de l'eau Rhin-Meuse pour l'accompagnement durant toutes les années de suivi.

Zones tampons humides artificielles et biodiversité

L'intérêt des zones tampons humides artificielles (ZTHA) par rapport à la biodiversité qu'elles apportent est un plus indéniable. En effet, le rôle des végétaux dans la ZTHA est certes fondamental pour son fonctionnement car ils jouent le rôle de frein hydraulique au même titre que les redans ou les merlons et participent donc à l'augmentation du temps de résidence de l'eau dans le dispositif. Ils servent également de support au développement des micro-organismes en charge de la dégradation des contaminants et limitent le phénomène d'eutrophisation (prolifération d'algues par un apport trop important de nutriments) en déployant leur ombre au-dessus du plan d'eau. Enfin, ils stabilisent les berges grâce à leur système racinaire, luttant contre leur érosion et le comblement du dispositif.

Les dispositifs étudiés en Lorraine présentent aujourd'hui une certaine diversité végétale avec, en moyenne, dix-huit espèces adaptées aux milieux aquatiques et humides. La colonisation s'est faite progressivement et ce sans aucune intervention de l'homme. En effet, des études montrent que si certaines espèces sont implantées lors de l'installation (comme nous l'avons fait sur le site de Manoncourt-sur-Seille), celles-ci sont rapidement supplantées par d'autres espèces se développant spontanément. Il est donc inutile et coûteux de végétaliser son dispositif. Cependant, il peut être intéressant d'enherber les zones hors eau la première année pour limiter l'installation d'espèces indésirables.

Parmi les espèces les plus répandues, on retrouve notamment la massette (*Typha latifolia*), des joncs (genre *Juncus* comme *Juncus effusus*), le saule (*Salix viminalis*) ou encore la prêle (*Equisetum arvense*). Ces plantes ne sont pas concurrentielles des cultures et ne diminueront donc pas le potentiel de production des parcelles adjacentes. Au contraire, cette végétation peut abriter des auxiliaires des cultures. Une étude de Jean-Pierre Sarthou, enseignant chercheur à l'École nationale supérieure d'agronomie de Toulouse, montre que les zones humides, même de taille modeste comme celle des dispositifs, sont des refuges pour la faune auxiliaire des cultures. En effet, lors de la sécheresse de 2003, aussi dévastatrice pour les cultures que pour les phytophages et leurs antagonistes, il a découvert que des pucerons se développaient tout de même sur les typhas d'une mare, seule plante présente apte à conduire sa sève malgré la sécheresse et donc à subvenir aux besoins de ces phytophages. La présence de ces pucerons a permis également la survie d'autres larves d'insectes, des syrphes et des coccinelles, qui se nourrissent de pucerons et sont couramment utilisés en lutte biologique (Allemand, 2006).

Les auteurs

Frédéric PIERLOT

1. Chambre régionale d'agriculture Grand Est, service Innovation, Recherche et Développement, bâtiment i, 9 rue de la Vologne, F-54520 Laxou, France.

2. Laboratoire Agronomie et Environnement, UMR 1121 UL-INRAE Agronomie et Environnement Nancy-Colmar, 2 avenue de la Forêt de Haye, BP 20163, F-54505 Vandoeuvre-les-Nancy Cedex, France.

frederic.pierlot@grandest.chambagri.fr

François-Xavier SCHOTT

Chambre régionale d'agriculture Grand Est, service Innovation, Recherche et Développement, bâtiment i, 9 rue de la Vologne, F-54520 Laxou, France.

francois-xavier.schott@grandest.chambagri.fr

Philippe GOETGHEBEUR

Agence de l'eau Rhin-Meuse, route de Lessy, F-57160 Rozerieulles.

philippe.goetghebeur@eau-rhin-meuse.fr

En savoir plus...

ALLEMAND, R., 2006, *Anobiidae nouveaux ou méconnus de la faune de France (Coleoptera)*, 68 p.

BOITHIAS, L., SAUVAGE, S., SRINIVASAN, R., LECCIA, O., SÁNCHEZ-PÉREZ, J.-M., 2014, Application date as a controlling factor of pesticide transfers to surface water during runoff events, *CATENA*, n° 119, p.97-103, disponible en ligne sur : https://doi.org/10.1016/j.catena.2014.03.013

CATALOGNE, C., LE HÉNAFF, G., 2017, *Guide d'aide à l'implantation des zones tampons pour l'atténuation des transferts de contaminants d'origine agricole*, Agence Française pour la Biodiversité.

GAULLIER, C., BARAN, N., DOUSSET, S., BILLET, D., 2019, Influence du temps de résidence hydraulique sur la rétention de pesticides au sein de zones tampons végétalisées, *in : Regards Transfront. Sur Pestic. Usage Aux Impacts Comment Mieux Gérer Risque, Nancy, GFP*.

JOULIN, A., CHALONS, A., 2006, *Cartographie du potentiel de contamination des eaux par les produits phytosanitaires pour la Région Lorraine*, GRAPPE Lorraine.

KLADIVKO, E.J., BROWN, L.C., BAKER, J.L., 2001, Pesticide Transport to Subsurface Tile Drains in Humid Regions of North America, *Crit Rev Environ Sci Technol*, 31:1-62, disponible en ligne sur : https://doi.org/10.1080/20016491089163.

KRONE-DAVIS, P., WATSON, F., LOS HUERTOS, M., STARNER, K., 2013, Assessing pesticide reduction in constructed wetlands using a tanks-in-series model within a Bayesian framework, *Ecol Eng*, 57:342-52, disponible en ligne sur : https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2013.04.053.

MAILLARD, E., PAYRAUDEAU, S., FAIVRE, E., GRÉGOIRE, C., GANGLOFF, S., IMFELD, G., 2011, Removal of pesticide mixtures in a stormwater wetland collecting runoff from a vineyard catchment, *Sci Total Environ*, 409:2317-24, disponible en ligne sur : https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2011.01.057.

MANDER, Ü., TOURNEBIZE, J., SAUVAGE, S., SÁNCHEZ-PEREZ, J.-M., 2017, Wetlands and buffer zones in watershed management, *Ecol Eng*, 103:28-95, disponible en ligne sur : https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2016.12.005.

NOVAK, S., 1999, Dynamique de transfert des produits phytosanitaires vers les eaux superficielles : de l'étude de terrain à l'approche modélisatriee, INPL.

PASSEPORT, E., TOURNEBIZE, J., CHAUMONT, C., GUENNE, A., COQUET, Y., 2013, Pesticide contamination interception strategy and removal efficiency in forest buffer and artificial wetland in a tile-drained agricultural watershed, *Chemosphere*, 91:1289-96, disponible en ligne sur : https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2013.02.053.

REAL, B., DUTERTRE, A., ESCHENBRENNER, G., BONNIFET, J.-P., LASSERRE, D., 2005, Résultats de 10 campagnes d'expérimentation : les transferts de produits phytosanitaires vers les eaux varient selon les types de sol, *Perspect Agric*, 2005:20-4.

SCHIAVON, M., PORTAL, J.-M., GUIMONT, H.-P., 1996, Étude du transfert par les eaux de drainage de divers produits phytosanitaires dans trois sols de Lorraine, Campagne,1994-1995, 14 p.

TOURNEBIZE, J., 2015, *Guide technique à l'implantation des zones tampons humides artificielles (ZTHA) pour réduire les transferts de nitrates et de pesticides dans les eaux de drainage*, ONEMA.

TOURNEBIZE, J., CHAUMONT, C., MANDER, Ü., 2017, Implications for constructed wetlands to mitigate nitrate and pesticide pollution in agricultural drained watersheds, *Ecol Eng*, 103:415-25, disponible en ligne sur : https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2016.02.014.

VALLEE, R., DOUSSET, S., SCHOTT, F.-X., PALLEZ, C., ORTAR, A., CHERRIER, R., et al., 2015, Do constructed wetlands in grass strips reduce water contamination from drained fields?, *Environ Pollut*, 207:365-73, disponible en ligne sur : https://doi.org/10.1016/j.envpol.2015.09.027.

© C. Chaumont (INRAE)

Innovation dans le domaine du dialogue territorial pour gérer les impacts du drainage à l'échelle d'un territoire

En Seine-et-Marne, une expérience pilote a démontré la capacité des zones tampons humides artificielles à intercepter et réduire les flux de polluants d'origine agricole sur un petit bassin versant drainé. Afin de déployer cette solution d'ingénierie écologique sur une zone plus étendue du territoire, une démarche innovante de dialogue territorial intégrant les enjeux biodiversité et qualité de l'eau a été initiée par AQUI' Brie. Cet article présente les différentes étapes de la démarche et montre la nécessité d'un dialogue entre tous les acteurs de l'eau du territoire pour réaliser des projets cohérents de drainage qui intègrent au mieux les enjeux environnementaux.

Dans la Brie, la rivière Ancoeur s'écoule de Grandpuits-Bailly-Carois au nord de Nangis à Melun, où elle se jette dans la Seine sous le nom d'Almont. Sur l'amont du bassin versant d'une dizaine de milliers d'hectares, les liens entre les cours d'eau et la nappe des calcaires du Champigny, qui alimente les administrés, sont directs. L'infiltration des eaux superficielles dans le bassin versant se fait au droit des rûs, des fossés de drainage et des zones d'engouffrement, dues à l'érosion des marnes et à la nature karstique de l'aquifère. L'activité agricole de ce territoire est quasi exclusivement composée d'exploitations de grandes cultures céréalières avec une part significative de la sole en cultures de printemps et en betteraves. Au fil des siècles et plus particulièrement du vingtième siècle, l'activité agricole de la Brie s'est construite autour de l'assainissement des parcelles humides par une hydraulique rurale adaptée. Ce bassin versant, représentatif de la petite région agricole, est majoritairement drainée, jusqu'à 80 % des parcelles concernées. Le drainage agricole, dans ce contexte, a un impact sur la nappe du Champigny, en accélérant les flux d'eau passés par le compartiment du sol.

C'est dans ce contexte qu'en 2005, les décideurs locaux (État, Région, Département, Représentation agricole) accompagnés par AQUI' Brie et Irstea (devenu INRAE), se sont réunis pour réfléchir à la protection de cette zone particulièrement vulnérable. L'ambition de ces acteurs était de co-construire des solutions pour réduire le transfert de contaminants, phytosanitaires et azotés, issus du drainage agricole vers les zones de gouffres. Le projet devait combiner à la fois une réduction à la source de l'émission de ces contaminants par une évolution des pratiques, mais également un aménagement du bassin versant pour limiter les transferts en sortie de parcelles.

Un projet pilote de quatre cents hectares à Rampillon (Seine-et-Marne)

Pour des raisons de faisabilité et d'opérationnalité, AQUI' Brie et Irstea ont choisi de mettre en œuvre ce projet sur un bassin versant de taille réduite (quatre cents hectares) et faisant intervenir un nombre limité d'acteurs (dix agriculteurs, une commune, un syndicat de rivière). Le projet a été mené à Rampillon, au sein d'une aire d'alimentation d'un captage d'eau potable à enjeu, qui est devenu en 2009 « captage Grenelle[1] ». Il a mobilisé les différentes parties prenantes dès sa phase de diagnostic. En décembre 2006, les scientifiques d'Irstea ont présenté, en réunion publique, une synthèse bibliographique tandis que se mettait en place une première station de mesure sur le cours d'eau. Rapidement en 2007, les chercheurs ont exposé les premiers résultats du suivi

1. Suite au grenelle de l'environnement, une liste des captages d'eau potable les plus menacés par les pollutions diffuses a été établie.

de l'hydrologie et de la qualité des eaux. Durant toute la période du projet jusqu'à la réalisation des travaux d'aménagements de quatre zones tampons humides artificielles, en 2010, les agriculteurs concernés, les élus de la commune et du syndicat de rivière ont participé à chaque étape de construction. Les discussions, les confrontations de point de vue, les vérifications partagées de la situation, etc., animées par AQUI' Brie et Irstea ont permis une transformation de l'approche du problème par chaque participant (Tournebize *et al.*, 2015). Cet objectif a été atteint, grâce à des rencontres régulières, quasi semestrielles, voire plus fréquentes, durant les cinq années de l'opération.

Du projet pilote à l'opération BRIE'EAU

À l'issue de ce projet « pilote », les décideurs locaux se sont posés la question de la répétabilité et du changement d'échelle d'un bassin versant vaste, vulnérable et dont le fonctionnement est influencé par le drainage agricole. Au-delà de la confirmation de l'efficience du fonctionnement de ces zones tampons humides artificielles (Tournebize *et al.*, 2012), l'enjeu est de démontrer qu'une co-construction de la solution, telle que celle produite de manière empirique à Rampillon, est réalisable à plus grande échelle, avec un plus grand nombre de parties prenantes et sur un temps plus court.

L'opération BRIE'EAU, menée dans le cadre du programme PSDR4 (Pour et sur le développement régional) en Île-de-France, s'est appuyé sur ce postulat de base. L'objectif était de répondre aux questions des moyens nécessaires au changement d'échelle, et des enjeux à préserver, voire à combiner, tels que la préservation de la qualité de l'eau, la biodiversité... Ces questions ont été testées lors de différents temps de rencontres avec les acteurs locaux. Des rencontres individuelles, avec les animateurs/chercheurs ont permis de recueillir la diversité des perceptions (Arrighi *et al.*, 2016). Puis des moments de partages collectifs, sous la forme d'ateliers avec des outils de scénarisation ou de jeux de rôles, ont favorisé la prise de parole et le positionnement des acteurs.

Un processus en trois étapes

Ce processus original de dialogue territorial s'est formellement construit autour de trois étapes, avec pour ambition d'outiller et d'accompagner le changement et de préparer le passage à l'action. La première étape a été celle du recueil des perceptions et d'une problématisation. Une visite de terrain organisée à la demande des acteurs du terrain a permis de visualiser les enjeux de la gestion de l'eau à l'échelle d'un bassin versant agricole (photo ❶). La réalité du drainage agricole et du chemin de l'eau, et de leurs impacts, à cette échelle n'est pas une évidence. La seconde étape est celle de la construction d'une solution partagée. Les animateurs/chercheurs ont accompagné les acteurs locaux dans la construction de scénarios d'avenir et de leur évaluation. La dernière étape est celle de la formalisation et de la priorisation des scénarios par rapport à l'objectif de territoire. Les scénarios ont été joués, sous la forme d'un jeu de rôle, par les acteurs locaux afin d'en évaluer la faisabilité (photo ❷).

❶ Une visite de terrain pour aider les acteurs à visualiser les enjeux de la gestion de l'eau à l'échelle d'un bassin versant agricole.

❷ Atelier jeu de rôle organisé pour faciliter le dialogue territorial.

Une perception du drainage qui évolue

À chaque étape du processus, la place centrale du drainage agricole dans l'agroécosystème de la Brie a été questionnée. Les acteurs partent d'une situation verrouillée. L'hydraulique agricole est considérée soit comme indispensable partout, soit comme source de tous les maux. Les acteurs non agricoles connaissent peu de choses sur le sujet et le considèrent comme de la responsabilité exclusive des acteurs agricoles. Pour les agriculteurs, l'eau doit couler et sortir le plus rapidement possible de la parcelle. Au départ, les solutions alternatives d'une hydraulique plus douce sont mal connues, considérées comme passéistes. Les seules zones tampons connues sont les bandes enherbées. Or, elles sont considérées comme une contrainte et comme peu efficientes dans un système agricole drainé. Progressivement, le partage des perceptions permet d'acquérir de nouvelles connaissances et de mieux comprendre en quoi chaque acteur est concerné. Les participants mettent les mêmes mots sur une réalité observée. Ils construisent un référentiel commun.

Dès lors, les participants intègrent que si le drainage peut accélérer le transfert des contaminants, il permet également de les concentrer en un point et de limiter leur lixiviation[2]. L'étape suivante correspond à l'abattement des contaminants. La mare agricole, élément traditionnel du paysage briard, se transforme en zone tampon humide artificielle. Elle permet une action corrective en complément des réductions d'usage sans compromettre l'usage du drainage. La question se déplace d'une gestion individuelle de l'eau à l'exutoire d'un îlot parcellaire à une gestion collective d'un petit, puis d'un plus vaste, bassin versant.

Pour se projeter à l'échelle du bassin versant, les différents acteurs ont besoin de formaliser leurs attentes et de fixer des objectifs en commun. La démarche participative Coclick'eau[3] développée par l'Inra (devenu INRAE) a été utilisée pour répondre à ce besoin. Cette démarche s'appuie sur un modèle d'optimisation sous contrainte qui produit des scénarios de territoire. À partir des scénarios établis, le drainage agricole et l'optimisation des transferts par les zones tampons ont été perçus comme des leviers importants pour réduire l'impact des pratiques culturales en amont. Les participants chiffrent ensemble ces impacts et les valident collectivement. Cet outil leur a permis d'adopter une vision systémique en croisant des contraintes agronomiques, économiques, de biodiversité ou même de demandes sociétales, telles que le non-usage de glyphosate. Un consensus a d'ailleurs émergé parmi les acteurs sur la nécessité de limiter la consommation de foncier, y compris agricole, sur un territoire où la pression foncière est particulièrement forte.

Un outil basé sur le jeu de rôles a ensuite été mobilisée afin de réfléchir collectivement sur le « comment réaliser le changement ? ». Il permet à la fois d'être concret dans les propositions et diminue la tension sur la prise de décision. L'atelier s'est déroulé autour de trois plateaux d'une dizaine de personnes jouant trois groupes d'acteurs locaux : élus, coopératives, agriculteurs. Pendant plusieurs tours de jeu, correspondant à des campagnes agricoles, les différents acteurs tentent en fonction du contexte proposé et de leur rôle, propre ou attitré, de faire évoluer le bassin versant par les pratiques et l'aménagement. Lors de ce jeu de rôles, la question du drainage a été évoquée de manière plus indirecte, et plutôt en toile de fond, dans les discussions. Les participants ont veillé collectivement à positionner les zones tampons à l'endroit le plus judicieux, du réseau de drainage. Ils ont pris en compte le caractère drainé ou non d'une parcelle, pour la mise en place d'une culture de chanvre dont la conduite génère moins de transfert d'intrants.

La dernière séquence de la démarche BRIE'EAU s'est déroulée plusieurs mois après le jeu de rôles. Il s'agissait d'établir un bilan collectif et de valider des propositions grâce à un outil d'échelle de consensus. La plupart des participants aux différentes étapes de la démarche étaient représentés. Fort de tous les échanges et des connaissances acquises lors des étapes précédentes, la question du drainage est apparue là aussi en filigrane, car comprise et actée par les acteurs. Une des principales propositions des acteurs agricoles et non agricoles a été de rendre visible le réseau de drainage, au moyen d'une cartographie précise et partagée de tous les points de rejets des drains le long du chemin de l'eau, à l'échelle du bassin versant.

Conclusion

Cette démarche a donc précisé, progressivement et pour tous, la place du drainage dans l'écologisation d'un bassin versant. La réussite d'un tel processus repose cependant sur un certain nombre de prérequis, basé sur l'équilibre, l'objectivité, l'écoute. Le premier enseignement est qu'il est à la fois nécessaire et possible de comprendre les enjeux du drainage agricole à l'échelle d'un bassin versant, et ceci quel que soit le niveau d'information de départ du public participant au débat. Mais la demande d'outils pédagogiques pour une meilleure compréhension des phénomènes est forte. Ensuite c'est bien à l'échelle du bassin versant et non plus à celui de la parcelle, où même du bout de cours d'eau que se joue la question de la gestion ou de la régulation de l'hydraulique agricole. L'organisation nouvelle des compétences en matière de gestion de l'eau et de milieux aquatiques (GEMAPI) incite à préserver des espaces de concertation ouverts sur ces questions. Le dialogue territorial permet d'accompagner efficacement les transformations de territoire, face aux enjeux multiples et complexes, de qualité d'eau, de biodiversité et même de protection du risque inondation.

À l'issue de la démarche BRIE'EAU, élus, agriculteurs, partenaires institutionnels et économiques ont insisté sur leur volonté de valoriser, ensemble, cette expérience d'écologisation concertée d'un bassin versant drainé, au travers de films ou de tutoriels. Ils souhaitent ainsi compléter les guides techniques déjà disponibles (Tournebize *et al.*, 2015). ■

L'auteur

François BIRMANT
AQUI' Brie, 145 Quai Voltaire,
F-77190 Dammarie-Les-Lys, France.
francois.birmant@aquibrie.fr

2. Entraînement vertical par infiltration des éléments solubles après avoir été dissous.

3. http://coclickeau.webistem.com/

En savoir plus...

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,* n° 61 (SUPPL. 1), p. 75-86.

TOURNEBIZE, J., CHAUMONT, C., MOLINA, S., BERTHAULT, D., 2015, Guide technique à l'implantation des zones tampons humides artificielles (ZTHA) pour réduire les transferts de nitrates et de pesticides dans les eaux de drainage : cas du département de la Seine-et-Marne, Groupe Technique Zone Tampon, Onema, 35 p.

TOURNEBIZE, J., CHAUMONT, C., KCHOUK, S., BOUARFA, S., PULOU, J., PASSEPORT, E., FESNEAU, C., GRAMAGLIA, C., 2015, Les zones tampons humides artificielles : pour quoi et pour qui ?, *Ingenieurbiologie/Génie Biologique/Verein für Ingénieurbiologie*, n° 3, p. 47-53.

ARRIGHI, A., BARATAUD, F., 2016, *Implanter des zones tampons ? Construction d'un outil adapté de recueil des perceptions des acteurs sur cette question*, Rapport pour le PIREN-Seine 2016, axe 3, Phase 7, 20 p.

Remerciements

Le projet BRIE'EAU (2016-2020) coordonné par Irstea (devenu INRAE) et AQUI' Brie a été financé par le programme PSDR (Pour et sur le développement régional) Ile-de-France.
Il a été mené en partenariat avec différents laboratoires : INRAE, UR Agrosystèmes territoires ressources et UMR Agronomie ; INRAE, UR Hydrosystèmes et bioprocédés et UMR Gestion de l'eau, usages et acteurs ; Université Paris-Sud 11, Institut d'Études de droit public.
Il a impliqué différents acteurs des territoires : DDT Seine-et-Marne (Pôle police de l'eau) ; Chambre d'agriculture de Seine-et-Marne (Pôle agronomie et environnement) ; Biotope SAS.

La zone de Rampillon en Seine-et-Marne : un territoire pilote pour le projet de dialogue territorial mené par Irstea (désormais INRAE) et AQUI' Brie pour mieux gérer les impacts du drainage agricole.

© V. Pagneux (INRAE)

Interview

Rôle d'une association syndicale pour une approche collective d'un projet territorial de drainage

L'organisation de travaux de drainage sur un territoire se confronte à des procédures d'instruction souvent longues et complexes. Michel Walle, président de l'Association syndicale autorisée de drainage de Béthune-Lillers nous présente l'aide que peut apporter une association syndicale pour une approche cohérente et collective d'un projet territorial de drainage.

Pourquoi et comment s'est mise en place l'association syndicale autorisée de drainage de Béthune-Lillers ?

L'association syndicale a été créée en 1975. A l'époque, il fallait sauver l'activité agricole du territoire qui avait connu des années difficiles. Situé à vingt-cinq kilomètres de Lille (Nord) et à dix kilomètres de Béthune (Pas-de-Calais), ce territoire plat présente des difficultés naturelles d'écoulement de l'eau, aggravées par la présence d'ouvrages, comme le canal d'Aire à La Bassée. Aux contraintes de la géographie s'ajoute le poids de l'histoire. En 1914-1918, la région a été complètement rasée. En 1939-1945, l'exode a été général et la région a été pillée. Enfin trente ans plus tard, en 1974, après quelques années très difficiles, toutes les récoltes ont été perdues à cause de précipitations exceptionnelles, à tel point qu'il a fallu faire appel à l'armée pour récolter les pommes de terre.

Suite à ces événements, les agriculteurs, les présidents de syndicats locaux – la FDSEA (Fédération départementale des syndicats d'exploitants agricoles) – et les acteurs locaux, ont décidé d'agir pour maintenir une activité agricole qui menaçait de disparaître dans la région. Leur choix s'est fixé sur la mise en place d'une association de drainage. Il a fallu une année pour qu'elle soit transformée en Association syndicale autorisée de drainage (ASAD). Ce statut permettait d'accéder aux subventions de l'État, de la Région et à partir des années 1980, du Département, de bénéficier de taux bonifiés, d'être mandatés pour gérer les questions de TVA, de cautions, d'organiser et de financer l'entretien et de lever des cotisations. L'ASAD bénéficiait du soutien administratif et technique de la DDA (Direction départementale de l'agriculture), aujourd'hui DDTM (Direction des territoires et de la mer) tout en offrant la possibilité de recourir à une maîtrise d'œuvre privée.

Aujourd'hui, un dossier « loi sur l'eau » de cinq-cent-cinquante hectares vient d'être accepté par le Conseil départemental de l'environnement et des risques sanitaires et technologiques (CODERST) dans le département. Ce dossier est financé et nous avons bénéficié de 42 % de subventions du conseil départemental sur les études et les travaux. En revanche, avec la loi Notre et la mise en place de la GEMAPI (Gestion des milieux aquatiques et la prévention des inondations), le Département a perdu la compétence hydraulique. C'est donc la dernière année que le conseil départemental nous finance.

Qu'est-ce qui vous permet de dire aujourd'hui que l'association syndicale est la meilleure solution pour organiser un drainage ?

Nous sommes dans un secteur de petites exploitations. En 1974, elles étaient encore plus petites : certaines communes comptaient entre quatre-vingts et quatre-vingt-dix agriculteurs répartis sur mille-cinq-cents hectares. Leurs productions à très forte valeur ajoutée ont toutes été très impactées par les années pluvieuses et catastrophiques des années 1970, dont celle de 1974 mentionnée plus haut. Les terrains très morcelés étaient à l'époque entourés de nombreux petits fossés qui, en réalité, ne servaient pas à grand-chose. Si on avait maintenu l'agriculture de l'époque, aujourd'hui il n'y aurait plus d'exploitants. Nous nous sommes organisés en ASAD. Aujourd'hui, les surfaces drainées représentent quinze-mille hectares, réparties entre sept-mille-cinq-cents et huit-mille propriétaires et concernent quatre-cent-soixante-dix agriculteurs. On peut donc constater qu'après des années d'efforts, le territoire reste encore très morcelé.

Face à cette situation complexe, l'ASAD proposait une dynamique collective portée par les agriculteurs, la Chambre d'agriculture et l'Administration, qui a permis aux petits propriétaires d'effectuer ou de faciliter des aménagements qu'ils n'auraient pas pu envisager. Une fois mandatée, l'ASAD agit au nom du propriétaire pour de nombreuses tâches administratives, financières et techniques. Plus le parcellaire est morcelé, plus le travail de l'ASAD est important et plus il est efficace.

Lorsque le conseil départemental ne financera plus, que va-t-il se passer ?

Il n'y a pas que le Département qui nous finance. Nous menons des actions avec le SYMSAGEL, Syndicat mixte du Schéma d'aménagement et de gestion des eaux de

© Adobe Stock

❶ La création concertée d'un réseau de drainage sous l'égide d'une association syndicale autorisée permet de définir un véritable plan de gestion sur le territoire.

la Lys qui nous finance pour l'action de nos infrastructures de drainage sur les excès d'eau. En effet, avec notre réseau souterrain de drains, nous avons créé une sorte d'« éponge » qui permet de stocker de l'eau dans nos parcelles et de réduire les pointes de débit. On a donc amélioré la situation vis-à-vis du risque d'inondation dans une région qui a parallèlement connu un essor démographique important. Situées à vingt-cinq kilomètres de Lille, certaines communes de notre espace rural ont vu leur population doublée, voire triplée en l'espace de trente ans. Nous avons un habitat diffus caractéristique des Flandres avec des maisons qui se sont construites partout, y compris dans des zones où nous n'aurions jamais eu à intervenir avant leur installation. Aussi, de nombreux maires d'agglomération ou de communautés de communes s'adressent à nous pour drainer leur territoire. Aujourd'hui, 85 % du territoire est drainé et il reste environ trois mille hectares à pourvoir. Avec quel financement ? Compte tenu de l'évolution de ce territoire, nous estimons que le financement du drainage doit être mixte, agricole et urbain.

Il reste aussi les freins liés à la législation qui s'est aujourd'hui renforcée, notamment vis-à-vis de la protection des zones humides. Ceci pourrait entraver de nouveaux projets ou encore favoriser la mise en place de « drainage sauvage » comme on a pu l'observer dans certains secteurs du Nord et du Pas-de-Calais, avec tous les problèmes que cela engendrent au fil du temps. Et là aussi, il faut encore trouver de nouveaux financements.

Vous semblez dire que la loi sur l'eau a tout compliqué. Peut-on espérer simplifier ?

Plus on nous parle de simplification, plus c'est compliqué. Ainsi par exemple, on a considéré qu'un de nos projets impactait des habitats aquatiques et on nous a imposés de reconstituer une frayère alors que nous n'avions pas la possibilité d'acheter une terre sur le secteur impacté. Nous nous sommes alors tournés vers une commune confrontée à un problème identique, pour installer notre prorata de frayères dans un projet global de réaménagement. La situation n'est pas encore régularisée, mais nous avançons ensemble actuellement.

La prise en compte de la loi sur l'eau au quotidien demande également de faire preuve de patience pour la mise en œuvre de projet. Quand on dépose un dossier, avant de le passer au CODERST, il peut se passer cinq à six ans. Il faut avoir l'accord des propriétaires, réaliser les études topographiques et pédologiques, réétudier les zones humides qui demandent parfois deux ou trois allers et retours... Du point de vue de l'ASAD, nous n'avions pas nécessairement conscience que nos questions de drainages étaient aussi compliquées à comprendre.

Cependant, on peut aussi dire que nos pratiques ont évolué. Nous expérimentons actuellement deux filtres bioréacteurs avec des copeaux (voir l'article de Tournebize *et al.*, pages 32-41 dans ce numéro) pour réduire la concentration de nitrates dans les eaux de drainage. Sur le montant total de l'opération d'un coût de un million cinq-cent-mille euros, cela représente un investissement de trente-cinq-mille euros sur nos projets au sein de l'ASAD. L'effort est significatif et nous comptons bénéficier d'une aide de l'agence de bassin de notre secteur pour ce projet expérimental qui sera une référence régionale et nationale en la matière. ■

L'auteur

Michel WALLE
Association syndicale autorisée de drainage de Béthune-Lillers-Aire,
103 rue de la Place,
F-62136 Vieille-Chapelle, France.
wallemi@sfr.fr

Imprimé en France - INRAE
2020

Sciences Eaux & Territoires
est la revue de transfert d'INRAE

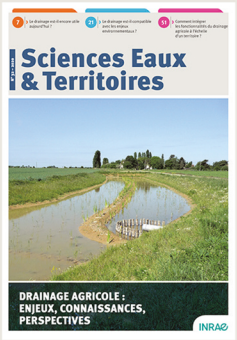
Son objectif est de proposer une information claire et lisible de haute qualité scientifique et technique
qui permette de nourrir le processus de l'action et/ou de la décision des différents intervenants publics et privés dans le domaine du développement rural et de l'environnement.

La revue développe un lien entre la recherche et l'action.
Elle est envisagée comme un outil d'aide à la décision et à l'accompagnement de l'action sur le terrain, en diffusant une information structurée sur des méthodologies d'action, des synthèses sur les innovations techniques ou technologiques et les dernières avancées de la recherche finalisée dans une optique interdisciplinaire, dans les domaines couverts par INRAE et ses partenaires.

Le lectorat de la revue
Le lectorat visé est un public d'ingénieurs, de gestionnaires et de cadres des services techniques des collectivités territoriales, des services déconcentrés de l'État, des instituts techniques, des établissements d'enseignement technique et supérieur, et des entreprises intervenant à leurs côtés.
De manière plus générale, cette revue s'adresse à tous les acteurs et praticiens intervenant sur la gestion des espaces ruraux et périurbains, qu'ils soient publics ou privés.

www.set-revue.fr

Télécharger librement les articles
sur le site de la revue Sciences Eaux & Territoires



Numéro 32, année 2020
N°ISSN : 2109-3016

Directeur de la publication : Philippe Mauguin
Coordination scientifique du numéro : Bernard Vincent
Comité éditorial : Stéphanie Gaucherand, Véronique Gouy, Alain Hénaut, Ghislain Huyghe, Emmanuelle Jannès-Ober, Nicolas de Menthière, Sébastien Michel, Thierry Mougey, Christophe Roturier et Michel Vallance
Coordination éditoriale : Sabine Arbeille
Secrétariat de rédaction, mise en page et suivi d'édition : Valérie Pagneux
Infographie : Françoise Peyriguer
Contact édition et administration :
INRAE-DipSO – 1 rue Pierre-Gilles de Gennes – CS 10030 – 92761 Antony Cedex
Tél. : 01 40 96 61 21 – E-mail : set-revue@inrae.fr
Numéro paritaire : 0511 B 07860 – Dépôt légal : à parution
Impression : INRAE – Atelier Repro Antony
Illustration de couverture : J. Tournebize (INRAE)
Illustrations du sommaire : MayerDrainage©www.leuropevueduciel.com, C. Chaumont (INRAE), FotoRieth pour Pixabay

Tous les articles édités par la revue Sciences Eaux & Territoires sont publiés sous l'entière responsabilité de leurs auteurs.

Sciences Eaux & Territoires
www.set-revue.fr

Numéro 32, année 2020
N°ISSN : 2109-3016

© J. Tournebize (INRAE)