

ARVALIS - infos

DÉCEMBRE 2013

**LE PROJET
TOPPS PROWADIS** p. 3

**RUISSELLEMENT EN
FRANCE ET EN EUROPE**
Importance et enjeux p. 6

LE RUISSELLEMENT
Diagnostiquer les risques
p. 8

**RUISSELLEMENT PAR
REFUS D'INFILTRATION**
*Cultures d'hiver ou cultures
de printemps ?* p. 10

**RUISSELLEMENT
PAR BATTANCE**
*Limiter les transferts à
l'échelle de la parcelle :
retour à l'agronomie* p. 12

*Limiter les transferts à
l'échelle du versant ou
du bassin-versant ?* p. 15

**RUISSELLEMENT
PAR SATURATION**
Des solutions existent...
p. 18

**PRODUITS
PHYTOPHARMACEUTIQUES**
Savoir bien les utiliser p. 20

Transferts des phytosanitaires par ruissellement : Une mobilisation européenne



ARVALIS
Institut du végétal

uipp
Union des Industries
de la Protection des Plantes

2 Editorial

Des solutions concrètes pour agir localement sur la gestion des risques

Axe fort de la stratégie de l'UIPP, la protection de l'eau doit s'appuyer sur des actions au plus près du terrain.

Partant d'un cadre réglementaire harmonisé au plan européen, l'évaluation des produits phytopharmaceutiques avant leur mise sur le marché intègre un important volet sur la qualité de l'eau. Les études scientifiques portent notamment sur les organismes aquatiques et sur les mécanismes de dégradation dans l'eau.



A l'aval de la mise sur le marché, l'industrie s'implique sur le suivi des produits et s'appuie sur les dispositifs de surveillance de la qualité de l'eau avec l'objectif d'analyser les données disponibles et d'apporter une expertise nécessaire à la prise de décisions éclairées.

L'utilisation optimale des produits phytopharmaceutiques, condition nécessaire à la maîtrise des risques, est une affaire collective : la sensibilisation des agriculteurs doit reposer sur des messages pertinents, appropriés à leur contexte de production et

partagés par l'ensemble des parties prenantes.

Chaque territoire a sa spécificité mais les clés du succès sont identiques : diagnostic bien posé, recommandations adaptées et plan d'accompagnement impliquant globalement tous les acteurs.

C'est l'esprit de la démarche décrite dans ce document, inscrite dans le projet européen TOPPS-Prowadis, en partenariat avec l'ECPA. Dans la continuité des actions visant la prévention des pollutions diffuses, il décrit plus particulièrement les différentes situations de ruissellement et propose de pistes d'action pour la réduction des risques de transfert vers l'eau.

Eugénia POMMARET

Directrice Générale de l'UIPP
Union des Industries de la Protection des Plantes



Photos couverture : J Maillet Mézeray - G. Le Hénaff - F. Vidotto
ISSN : 1960-2049 - Dépôt légal à la parution - Réf : 13140
Impression : Corlet Roto (53)
Document imprimé par une entreprise Imprim'Vert

Des partenariats efficaces et des outils concrets pour améliorer la qualité des eaux

Concilier un haut niveau de performance de l'agriculture tout en minimisant ses impacts négatifs sur l'environnement (voire en valorisant ses impacts positifs) constitue le principal défi des prochaines années. Produire pour satisfaire des marchés en croissance sans maîtrise de l'environnement serait aujourd'hui inacceptable par la société et par les clients. Réduire la production, perdre en compétitivité au nom d'exigences environnementales mettraient en péril l'économie des exploitations et des filières, fortement contributrices à l'emploi et à la balance commerciale du pays.



La conviction d'ARVALIS, appuyée sur les acquis scientifiques français européens, est que ce double objectif est ambitieux mais atteignable. Il suppose :

- Un investissement sans faille dans la technique et l'approfondissement des connaissances scientifiques.

- Une collaboration entre acteurs, chercheurs, techniciens, agriculteurs mettant en œuvre une véritable synergie de compétences.

- Une volonté constante et partagée de transformer les acquis scientifiques en outils et services diffusés et utilisés : passer de l'invention à l'innovation.

Le présent document s'inscrit totalement dans cette logique de partenariat efficace et concret. Je formule le vœu qu'il soit largement approprié et valorisé par les producteurs. Qu'il soit aussi une occasion de dialogue et de questionnement renforcé entre les acteurs de terrain, au bénéfice de cette agriculture doublement performante à laquelle les équipes d'ARVALIS ont l'ambition de contribuer.

Jacques MATHIEU

Directeur Général
ARVALIS - Institut du végétal



Avec la participation financière du Compte d'Affectation Spéciale pour le Développement Agricole et Rural (CASDAR), géré par le Ministère de l'Agriculture, de l'Agroalimentaire et de la Forêt.



Contact : Benoit REAL b.real@arvalisinstitutduvegetal.fr

Le projet

TOPPS Prowadis

Un premier projet TOPPS (Train the Operators to Prevent Pollution from Point Source by pesticide) s'est déroulé de novembre 2005 à octobre 2008 dans le cadre d'un programme Life - Environnement.

Consacré uniquement à la prévention des pollutions ponctuelles, ce projet associe 17 régions européennes dans lesquelles les mêmes messages de prévention, de formation et d'accompagnement des conseillers agricoles et des agriculteurs ont été diffusés dans la langue de chacun des pays partenaires.

Suite au succès de ce programme, l'ECPA (European Crop Protection Association), partenaire du projet, a souhaité étendre ce type d'opération de prévention des pollutions dues aux produits phytopharmaceutiques aux risques de transfert par ruissellement et dérive de pulvérisation avec un nouveau projet TOPPS - Prowadis (Train the Operator to Promote best Practices and Sustainability - to Protect water from diffuse sources).

ARVALIS - Institut du végétal et IRSTEA, partenaires français du projet avec l'IFVV, se sont plus particulièrement impliqués dans l'évaluation des risques de transfert de produits phytopharmaceutiques par ruissellement et aux solutions à mettre en œuvre pour résoudre ce type de contamination des eaux.



4 Le projet TOPPS Prowadis

Les objectifs principaux de TOPPS – Prowadis sont :

- mettre à disposition des partenaires européens des méthodes et outils de diagnostic des risques de transfert des produits phytopharmaceutiques à l'échelle de la parcelle et à l'échelle du bassin-versant ainsi que les solutions adaptées aux risques de transfert identifiés,
- former les partenaires à ces méthodes de diagnostic,
- aider les partenaires à réaliser le diagnostic d'un bassin-versant dans chacun des pays participants,
- aider les partenaires à utiliser le bassin-versant diagnostiqué comme un bassin-versant de démonstration et de diffusion des bonnes pratiques de lutte contre les transferts de produits phytosanitaires par ruissellement,
- formaliser des supports de formation et de diffusion consensuels en version anglaise puis dans la langue de chaque pays partenaire,
- démultiplier les formations de conseillers agricoles et de sensibilisation des agriculteurs sur les bassins-versants de démonstration.

Le projet est animé par Manfred Röttele (Better Decisions, Allemagne) et les partenaires européens sont

l'Institut technique Inagro, Rumbek (Belgique), l'Université de Cordoba, Cordoue (Espagne), le LfL, Bavarian State Research Center for Agriculture, Friesing (Allemagne), Agroselvitier et l'Université de Turino, Turin (Italie), le Knowledge Centre for Agriculture, Aarhus (Danemark) et l'Institute of Environmental Protection, Varsovie (Pologne). Le projet a démarré en février 2011 et s'achèvera au printemps 2014 par un colloque de restitution.

La réalisation des diagnostics

Tous les diagnostics ont été réalisés selon la même méthode. Chaque équipe a pu fournir les documents préparatoires à leurs réalisations : carte de délimitation du bassin, modèle numérique de terrain ou carte des pentes, cartes pédologiques et géologiques, carte du réseau hydrographique et des réseaux de drainage, carte d'occupation du sol, répartition des cultures et données météorologiques locales. Les bassins-versants ont ensuite été parcourus à pied, généralement pendant la période hivernale, lorsque les sols sont saturés en eau. Il est néanmoins intéressant de prévoir un deuxième passage lors de périodes plus sèches et après des épisodes orageux. Ce second passage apporte des informations complémentaires sur le comportement des sols en fonction de la nature et de la couverture du sol ainsi que des conditions météorologiques. Ce diagnostic de terrain permet de



Diagnostic en Italie (Bassin-versant de la Tiglione)

valider les interprétations faites sur la base des cartes, de collecter les informations relatives à la réserve utile, d'identifier les connexions entre parcelles et réseau hydrographique d'évaluer l'état et l'efficacité, au moins qualitativement des bandes enherbées.

Le premier diagnostic a eu lieu en janvier 2012 en Italie sur trois sous bassins-versants de la Tiglione, rivière du Piémont au Nord – Ouest de la plaine du Pô avec nos partenaires d'Agroselvitier. Ceux-ci avaient été alertés par les maires des communes bordant la Tiglione de problèmes importants d'effondrement de berge ainsi que des problèmes récurrents de turbidité de cette rivière. Durant deux jours, les parties les plus intéressantes (du fait de leur représentativité en termes de surface et de phénomènes à observer) de ces sous bassins ont été arpentées et diagnostiquées.

Trois types d'écoulement participants à la détérioration de la qualité de la rivière ont pu être mis en évidence : des ruissellements dus à la battance dans les parties cultivées en blé et maïs dans la partie évasée des bassins sur des sols plutôt battants, du ruissellement par saturation et des écoulements hypodermiques sur des sols hydromorphes dans les parties abruptes des coteaux cultivés en vigne et en verger de noisetiers ainsi que des écoulements hypodermiques puissants sur bancs de marne à plus d'un mètre de profondeur sur les berges de la Tiglione alors que les dernières pluies remontaient à octobre 2011.

Les diagnostics suivants se sont poursuivis à

un certain rythme :

- mars 2012 : sous bassins-versants de Grosse Laaber (Allemagne), sous bassin-versant Oeder du bassin-versant du fjord de Norsminde (Danemark), bassin-versant de Vleterbeek (Belgique),
- avril 2012 : bassin-versant de Zelazna (Pologne).
- juin 2012, retour sur le sous bassin-versant de Grosse Laaber (Allemagne), après des périodes orageuses.

Le diagnostic du sous bassin-versant de Guadalquivir (Guadalcazar), prévu au printemps 2012 a été reporté en novembre 2012 du fait d'un très important déficit de pluie : le Rios y Riberas était à sec.

Afin d'aider les diagnostiqueurs à opter pour la mise en place des meilleures solutions, trois logigrammes d'aide à la décision ont été réalisés. Le premier concerne les situations avec du ruissellement par refus d'infiltration, le second concerne le ruissellement par saturation et le troisième est relatif au ruissellement concentré (voir www.TOPPS-life.org).

Pour évaluer les risques, les critères de décision dépendront du type de ruissellement. Dans le cas du ruissellement par refus d'infiltration, les critères sont : la proximité au cours d'eau, la perméabilité à la surface du sol, l'importance de la pente.

En fonction du cas rencontré et diagnostiqué, le logigramme précise un niveau de risque pour prioriser les situations et renvoie aux solutions les plus adaptées. Chaque scénario obtenu est ensuite explicité et un code cou-

TOPPS-prowadis : mise en place d'outils de diagnostic communs dans les 7 pays partenaires

leur permet de trier les solutions disponibles et adaptées à chaque scénario.

Supports de diffusion et de formation disponibles

Au cours de l'année 2012, le Comité Technique a produit de nombreux documents :

- brochure rassemblant la méthode de diagnostic des risques de transfert par ruissellement des produits phytopharmaceutiques ainsi que les mesures de gestion du risque de ruissellement à destination des conseillers,
- manuel de terrain pour le diagnostic parcelaire des risques de ruissellement à la parcelle à destination des conseillers,
- photothèque permettant d'illustrer les phénomènes de ruissellement à destination des conseillers,
- flyer sur la prévention du ruissellement à destination des agriculteurs,
- diaporama de formation sur le diagnostic des risques de transfert par ruissellement des produits phytopharmaceutiques,
- diaporama de formation sur les solutions adaptées au risque de transfert par ruissellement des produits phytopharmaceutiques, diaporama illustré des observations possibles de ruissellement au champ.

Tous ces documents ont été traduits dans la langue de chaque pays partenaire. Certains pour une large diffusion (Flyer Run-off) et les autres ont été utilisés lors de sessions de sensibilisation et de formation.

Ces documents sont disponibles sur le site : www.TOPPS-life.org

Diagnostic en Belgique (Bassin-versant de Vleterbeek)



© E. Pauvleyn

Diffusion et formation

Selon les partenaires, les formations des conseillers locaux et agriculteurs ont débuté fin 2012 ou début 2013. A titre d'exemple, nos partenaires Espagnols de l'Université de Cordoba ont réalisé, en lien avec le réseau universitaire espagnol 12 sessions de formation qui a touché 65 conseillers techniques agricoles. Le « Knowledge Centre for Agriculture » a en charge la formation des agriculteurs au Danemark. Dans ce pays, chaque agriculteur doit suivre une formation obligatoire tous les 4 ans. Depuis 2013, une journée de formation sur le diagnostic des transferts par ruissellement et érosion est incluse dans le programme obligatoire. Nos partenaires danois ont réalisé, depuis la fin 2012, 4 séminaires de présentation du projet TOPPS, de ses outils de formation et des outils d'aide à la décision pour la mise en pratique de solutions efficaces pour éviter les transferts de produits phytopharmaceutiques vers les eaux superficielles. Ces séminaires ont réuni 170 conseillers agricoles. Tous les diaporamas de sensibilisation et de formation du projet ont été fournis aux enseignants des écoles d'agriculture. Nos collègues Italiens ont fait 5 présentations du projet lors de colloques en Italie et une présentation supplémentaire lors d'un colloque en Hongrie. Leur objectif est la formation de 200 formateurs aux méthodes développées par le projet. Ils ont également diffusé la présentation du projet dans des magazines agricoles pour un tirage total de 24 000 exemplaires.

Conclusion

Bien que le projet TOPPS-prowadis ne soit pas achevé, un certain nombre de conclusions positives peuvent être tirées. Un des points forts de ce projet est la mise en place d'outils de diagnostic communs dans les 7 pays partenaires avec la volonté d'une large diffusion de ces outils basés sur une démarche « terrain » qui essaie d'évaluer les impacts de pratiques sur les transferts de produits phytopharmaceutiques vers les eaux superficielles. Cette démarche de terrain, très éloignée d'approche fondée sur la réduction des quantités de produits ou la baisse des Indices de Fréquence de Traitement (IFT) comme cela s'est fait au Danemark et est en cours en France, a déjà porté ses fruits sur des bassins-versants de démonstration comme ceux de la Fontaine du Theil (35) et du Péron (02).

Le partage d'expérience entre les partenaires, la complémentarité de leurs différentes expertises ont permis de formaliser dans la langue de chaque pays participant les mêmes outils de formation, de communication et de conseil. Le projet se poursuit et les premières grandes conclusions seront présentées lors du colloque de restitution prévu au printemps 2014. Néanmoins, une réflexion est déjà engagée pour envisager une poursuite du projet. Il serait intéressant de compléter ce travail au niveau national en réalisant une typologie des cas de ruissellements prenant en compte les caractéristiques pédoclimatiques, hydrographiques, météorologiques ainsi que l'occupation du sol. Affiner l'évaluation de l'efficacité des solutions disponibles pourrait également être un développement intéressant permettant une adaptation des mesures de gestion du risque au regard des conditions locales. Ce travail d'évaluation des mesures pourrait s'inspirer d'expériences déjà existantes telles que celles de l'AREAS⁽¹⁾ ou du projet ARTWET⁽²⁾. En parallèle, une extension de la diffusion des outils créés dans le cadre du projet actuel à un nombre de pays européens plus important ainsi que peut être une extension des recommandations et solutions proposées aux transferts de produits phytopharmaceutiques par réseau de drainage et par infiltration rapide vers les nappes est envisagée. ■

(1) AREAS, Association Régionale pour l'étude et l'Amélioration des sols, www.areas.asso.fr

(2) www.artwet.fr

Importance et enjeux

L'importance du ruissellement

Le ruissellement en France concerne essentiellement deux types de milieu : les limons sensibles à la battance et les sols hydromorphes drainés et non drainés. Les limons sensibles au ruissellement dû à la battance se trouvent dans les régions Nord – Pas de Calais, Picardie, Haute Normandie, le Sud de l'Alsace (Sundgau), le Sud-Ouest avec ses bouldiers et plus localement en Rhône-Alpes (Plaine de l'Ain). Les trois premières régions citées font partie de celles qui enregistrent le plus de coulées de boue au kilomètre carré. Les sols hydromorphes sensibles au ruissellement par saturation se situent dans le grand Ouest de la France, en région Centre et également dans le Sud-Ouest où les bouldiers sont des limons battants hydromorphes.

On peut distinguer le ruissellement qui produit de l'érosion diffuse (décapage fin et uniforme du sol), celui qui produit de des rigoles parallèles avec décapage des inter-rigoles (rill-interrill), le ruissellement concentré qui provoque des ravines espacées et le ruissellement qui génère des affouillements (entailles du sol au niveau des dénivelés)*.

Le ruissellement dû au refus d'infiltration

Il est difficile d'avoir une idée précise des surfaces en limon battant en France. Elles sont réparties sur toute la partie Nord-Ouest de du territoire et localisés régionalement un peu partout sur quelquefois de petites surfaces.

Les limons battants sont très sensibles à l'effet « splasch » des gouttes d'eau qui détruisent les mottes de terre et produisent de la sédimentation de surface qui referme la surface du sol. La perméabilité de surface diminue. Les ruissellements de surface dits « par refus d'infiltration » sont très dépendants de

l'intensité et la durée des pluies, du niveau de pente des parcelles et de la couverture du sol.

Le ruissellement par saturation

Les surfaces des sols hydromorphes drainés représentent un peu plus de 3 millions d'hectares en France. Les surfaces en sols hydromorphes non drains sont marginales : il est difficile d'y cultiver des cultures d'hiver et les milieux hydromorphes de l'Ouest sont peu propices à la monoculture de maïs à l'exception des bouldiers du Sud-Ouest. Dans l'Ouest et dans le Nord, ils sont généralement occupés par des prairies humides voire des peupleraies quand ils sont situés en fond de vallée.

Le ruissellement par saturation, lui, interviendra lorsqu'un horizon peu perméable est présent dans le sol : banc de marnes, horizon argileux, substrat imperméable, parfois semelle de labour. Dans ces cas, l'eau commence par s'infiltrer dans le sol, puis saturer le profil. L'eau peut aussi ruisseler sur l'horizon imperméable (écoulement hypodermique). Mais quand le profil est saturé en eau, la parcelle déborde et il se produit du ruissellement par saturation. En parcelle hydromorphe drainée, l'importance du ruissellement par saturation dépend du niveau de capacité de rétention en eau du sol et du plus ou moins bon fonctionnement du réseau de drainage durant l'hiver. Plus le niveau de RU est important et moins les risques de ruissel-

Quel que soit le type de ruissellement, on assiste à des transferts d'eau, de matières en suspension et de sédiment hors des parcelles.



Ruissellement concentré en fond de parcelle (Bassin-versant Grosse Laebe, Bavière)

* Source : Stanislas WICHEREK – La Recherche n° 268

Le ruissellement et l'érosion en France

Régions	Type de sol/culture	Erosion mesurée	Facteurs favorisants
En grandes cultures	<ul style="list-style-type: none"> exemple des zones limoneuses du Nord/Nord-est (faible teneur en argile et matière organique) situation des collines et terrasses du Sud-Ouest 	<ul style="list-style-type: none"> perte moyenne : 20 t/ha/an fourchette : entre 11 et 100 t/ha/an 50 à 100 t/ha/an 	<ul style="list-style-type: none"> sols limoneux travaux mécaniques lourds labours dans le sens de la pente remembrement sols nus en hiver orages...
En situation de cultures pérennes sur coteaux	<ul style="list-style-type: none"> exploitations viticoles en Alsace, Champagne, Beaujolais... 	<ul style="list-style-type: none"> pertes comprises entre 0,4 et 7 t/ha/an 	<ul style="list-style-type: none"> orages estivaux sols pentus entre 10° et plus de 20° entretien mécanique des sols et dans une moindre mesure, désherbage chimique...
Région Sud-Est à climat méditerranéen		<ul style="list-style-type: none"> jusqu'à 40 à 50 t/ha/an sur parcelles labourées dans les Maures 	<ul style="list-style-type: none"> pluies d'hiver labours qui laissent le sol nu en hiver...

Source : Stanislas WICHEREK – La Recherche n° 268

lement sont importants. De même, quand le réseau de drainage fonctionne bien, les périodes où les précipitations sont plus importantes que la capacité du réseau à évacuer l'eau excédentaire sont brèves et le ruissellement est limité.

Un ruissellement un peu spécifique : le ruissellement concentré

Le ruissellement par refus d'infiltration et le ruissellement par saturation peuvent se transformer en ruissellement concentré. Le ruissellement concentré peut s'observer en différents points des parcelles ou du bassin-versant comme les zones d'accès aux parcelles, souvent tassées ou les passages de roues. Il s'observe aussi dans les talwegs, zone collectant le ruissellement provenant de plusieurs pentes. Il peut se traduire par des rigoles, voire des ravines d'érosion importantes.

Les enjeux

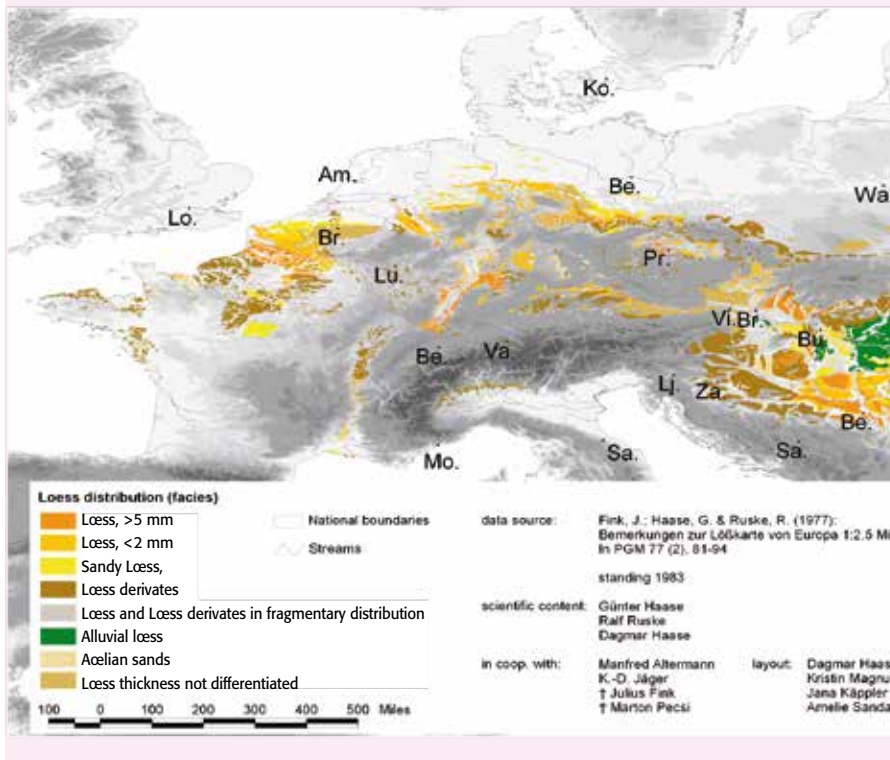
Quel que soit le type de ruissellement, on assiste à des transferts d'eau, de matières en suspension (MES) et de sédiment hors des parcelles. Ces transferts peuvent s'accompagner de résidus de produits phytopharmaceutiques, de phosphore et plus marginalement du nitrate. Le premier enjeu du ruissellement est une perte patrimoniale de terre et d'éléments fertilisants.

Selon la nature et l'organisation des paysages, le transport des MES, des sédiments et des solutés peut provoquer des dégâts en aval des parcelles : inondations de chemins, de route, d'habitation et contamination des eaux superficielles, voire même des eaux souterraines dans une région comme la Haute Norman-

Le ruissellement en Europe

Selon l'ISRIC World Soil Information Data Base, 26 millions d'hectares sont concernés en Europe par l'érosion hydrique et 1 million par l'érosion éolienne (GLASOD, 1990). La carte ci-dessous (AREAS, 2013) montre la localisation des différents types de loëss plus ou moins sensibles au ruissellement.

« 3,6 % des sols européens (1,6 million d'ha) présentent des risques de perte de terre par érosion hydrique de plus de 10 t/ha, 18 % (54 millions d'ha) des pertes de plus de 1 t/ha et 25 % des pertes supérieures à 0,5 t/ha (Kirby et al, 2004 in Gestion durable des sols, éditions Quae, 2008) ».



die où des zones karstiques d'infiltration très rapides sont fréquentes. C'est l'un des autres enjeux du ruissellement : son impact sur l'environnement au sens large. ■

Diagnostiquer les risques

Identifier le type de ruissellement

Identifier le type de ruissellement est indispensable pour proposer des solutions agronomiques, des changements d'itinéraires techniques et des aménagements du paysage qui permettront de réduire les risques de ruissellement et ses conséquences sur l'environnement en général. En effet selon qu'il s'agit de ruissellement par refus d'infiltration ou de ruissellement par saturation, les régions concernées seront différentes, avec des systèmes de culture et donc des interventions de protection des cultures différents, des périodes à risque de transfert de solutés différentes et donc des propositions de solutions qui seront bien évidemment différentes.

La première échelle de diagnostic est bien sûr la parcelle: il faut comprendre comment il se forme et quelles en sont les causes. Mais comme le ruissellement quitte la parcelle, la seconde étape du diagnostic sera à l'échelle du versant ou du bassin-versant pour identifier la destination du ruissellement et évaluer les dégâts ou les risques de contamination des eaux qu'il peut engendrer.

La première étape du diagnostic permet de caractériser le mode de circulation de l'eau dans le sol. La seconde consiste à identifier la destination des eaux qui quittent une parcelle ou un territoire. Ces deux étapes établissent une vulnérabilité propre du milieu. A la troisième étape il est nécessaire de croiser cette vulnérabilité avec les pratiques de protection des cultures pour évaluer la nature des risques de transfert. Enfin, la quatrième étape consiste à proposer des solutions pratiques pour éviter la contamination des eaux.

Les propositions de solution, tout comme le diagnostic, doivent prendre en compte

Ruissellement concentré dans les passages de roue et sédimentation en bas de parcelle (Danemark)

l'échelle de la parcelle et celle du versant ou du bassin-versant. En effet, il existe des solutions intra-parcellaires pour limiter l'origine des transferts mais il faut souvent raisonner et proposer des solutions complémentaires à l'échelle du bassin-versant

Des outils de diagnostic à différentes échelles

Le diagnostic de terrain reste un outil indispensable d'identification des risques de transfert et de proposition de solutions. Réalisé à différentes échelles (bassins versants de quelques milliers d'ha à quelques dizaines de milliers d'ha) et sur des Bassins d'Alimentation de Captage prioritaires, il a remporté l'adhésion des agriculteurs et des conseillers agricoles impliqués dans ce type de démarche. Plus

de 260 ingénieurs et techniciens français et étrangers ont été formés au diagnostic Aquaplaine et plus de 1 000 000 d'hectares ont été diagnostiqués avec l'outil Aquavallée®. Réalisé avec les agriculteurs qui connaissent leurs parcelles, il est surtout un outil pédagogique qui permet une très bonne appropriation par les agriculteurs des solutions proposées parce qu'il repose sur une bonne connaissance des sols et fait aussi appel à l'agronomie.

Il est également possible de diagnostiquer des bassins versant entiers ou de grands territoires avec l'outil Aquavallée®.

Avec l'outil de diagnostic Aquaplaine® il est ainsi possible de réaliser le diagnostic terrain de toutes les parcelles d'une exploitation agricole. On prépare préalablement le diagnostic avec une carte du parcellaire, la carte au 1/25 000^e de l'IGN pour localiser les éléments du paysage, le réseau hydrographique,



les fossés, les haies, talus et zones tampons, les voies de concentration de l'eau par une étude des courbes de niveau (routes, chemins, les mares, les sources, les puits et les captages), une carte géologique du BRGM, une carte pédologique de la zone quand elle existe. On vérifie ensuite dans les parcelles le type de sol avec des prélèvements à la tarière et on identifie les modes de circulation de l'eau. Avec les enregistrements des pratiques de l'agriculteur, on identifie ensuite les risques de transfert.

Il est également possible de diagnostiquer des bassins versant entiers ou de grands territoires avec l'outil Aquavallée®. Les données d'entrée d'Aquavallée® sont: le SCAN 25 du territoire, la carte pédologique au 1/50 000^e ou au 1/25 000^e, la couche réseau HYDRO IGN de la BD Carthage (précision 1/50 000^e), Corine Land Cover et la BD topographique de l'IGN pour la délimitation des zones agricoles et non agricoles, la carte géologique du BRGM, un modèle numérique de terrain pour connaître les niveaux de pentes. L'ensemble de ces documents est numérisé et sur les différentes couches d'information géographique est appliqué un arbre de décisions avec un outil SIG.

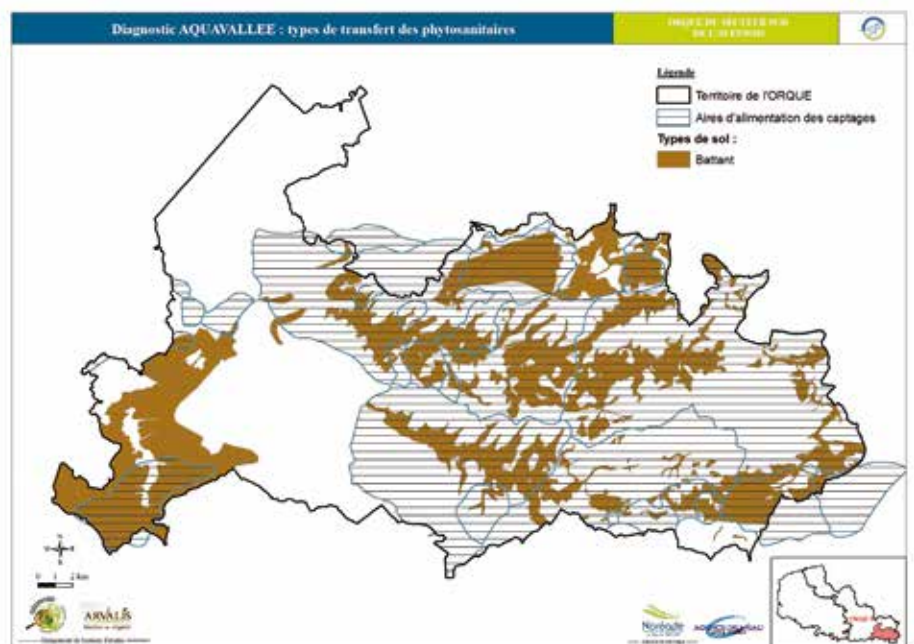
L'arbre de décision permet de caractériser les zones avec des sols battants, hydromorphes, leur proximité au réseau hydrographique, les zones d'infiltration rapide en prenant en compte le substrat géologique et le niveau des Réserves Utiles des sols, les zones à risque d'érosion en prenant en compte la battance et les niveaux de pente, etc. Une carte des risques de transfert est ensuite éditée et une validation terrain de cette carte est ensuite réalisée pour la rédaction d'un compte-rendu avec des propositions de solutions.

Dans le cadre du projet TOPPS Prowadis, ce sont les outils Aquaplaine® et Aquavallée® qui ont servi de support au diagnostic de tous les bassins versants. ■



Diagnostic dans le fjord de Norsminde (Danemark)

© J. Maillet-Mercery



La carte de la battance Aquavallée® (Avesnois) permet de définir les zones où des transferts de phytosanitaires par ruissellement sont possibles.

Cultures d'hiver ou cultures de printemps ?

Le ruissellement par refus d'infiltration dû à la battance peut avoir lieu à plusieurs périodes de l'année : cela dépend de la région, de son climat et des cultures pratiquées.

En Nord-Picardie, il peut survenir en fin d'été lors d'orages en septembre sur des parcelles de colza récemment semées, sur des parcelles de pommes de terre défanées, en fin d'automne et hiver sur des céréales d'hiver avec de longues périodes de pluie et en mai et juin sur des cultures de printemps qui ne couvrent pas le sol (maïs, betteraves, pommes de terre) là encore à la suite d'orages.

Sur les parcelles très battantes de Haute Normandie, dans le Pays de Caux, les pluies régulièrement réparties tout au long de l'année provoquent des ruissellements même en absence d'orage. En revanche en Alsace où le climat est continental, le régime de pluie est relativement

faible en hiver et les pluviosités les plus importantes surviennent en mai et juin sous forme d'orage. Ce sont donc les parcelles en betteraves et en maïs qui peuvent être l'objet de ruissellements importants et non les céréales d'hiver. Dans le Sud-Ouest (vallées du Gers, de la Baïse par exemple), les ruissellements diffus partent des coteaux très pentus en argilo-calcaires avant de se concentrer dans les talwegs limoneux à la suite des orages d'avril, de mai et de juin. Les parcelles de blé dans les coteaux ralentissent quelque peu les ruissellements mais les surfaces en tournesol et en maïs ne sont pas encore protégées par le développement végétatif des cultures et accélèrent les ruissellements diffus et concentrés.

Au Danemark, en Pologne ou en Bavière, on peut assister à une forme particulière de ruissellement en hiver quand le sol est gelé et recouvert de neige. Lors de la première

fonte de neige due à un réchauffement avec de l'ensoleillement, l'eau de la fonte ruisselle sous la couche de neige et sur un sol qui est encore gelé. Les traces de ce ruissellement, sur des sols limoneux et sablo-limoneux, se remarquent après la fonte de la neige par des dépôts de sédiments et de sable en bas de parcelle. Dans les passages de roue, il arrive qu'on puisse constater des traces de ruissellement concentré.

Au Danemark, Pologne ou Bavière, il existe une forme particulière de ruissellement en hiver quand le sol est gelé et recouvert de neige.

font de neige due à un réchauffement avec de l'ensoleillement, l'eau de la fonte ruisselle sous la couche de neige et sur un sol qui est encore gelé. Les traces de ce ruissellement, sur des sols limoneux et sablo-limoneux, se remarquent après la fonte de la neige par des dépôts de sédiments et de sable en bas de parcelle. Dans les passages de roue, il arrive qu'on puisse constater des traces de ruissellement concentré.

Enfin, un dernier type de ruissellement par refus d'infiltration, peu fréquent en France touche une bonne partie de l'Andalousie. Ce ruissellement ne se produit pas sur des limons battants mais sur des sols très argileux. Alors que la surface des parcelles en situation de plateau est quasiment recouverte de galets ronds (traces d'alluvions fluvio-glaciaires), le sol a un pourcentage d'argile supérieur à 45 % et ces argiles sont des argiles gonflantes (Montmorillonites). Dès qu'il pleut, les argiles de surface gonflent et deviennent imperméables. Comme les précipitations sont peu fréquentes mais extrêmement violentes (parfois jusqu'à une centaine de mm par jour), des ruissellements très importants se produisent et cela d'autant plus que les pentes sont assez fortes et les parcelles de très grande taille (de 40 à 60 ha). Sur les pentes, les galets ont depuis très longtemps été déplacés par le ruissellement qui est très érosif. On observe dans les parcelles de ravines de plusieurs mètres de large sur une profondeur atteignant parfois les 3 mètres. Ces ruissellements surviennent aussi bien sur blé d'hiver que sur tournesol ainsi que dans les vergers

d'olivier où ils peuvent déraciner les arbres à proximité des ravines.

Les conséquences sur l'environnement

Là encore, selon les régions les conséquences seront différentes. En Picardie où le réseau hydrographique est très lâche, les ruissellements peuvent causer des dégâts intra-parcellaires : perte de terre et d'éléments fertilisants en amont de la parcelle, déchaussement de plantes. Ils peuvent également produire des coulées de boue sur des routes ou vers des habitations. Sur la commune de Mebrescourt (02), les agriculteurs ont aménagé un petit barrage de rétention-infiltration du ruissellement concentré d'un petit talweg qui était source de ruissellement concentré vers des habitations en lisière du village. Dans le pays de Caux (76) en plus des coulées de boue dans les villages, les ruissellements peuvent rejoindre des vallées ou des petits cours d'eau qui sont en liaison avec des zones karstiques d'engouffrement. On assiste alors à des contaminations des eaux souterraines. Chaque année, après des orages de printemps, des alertes sont transmises pour s'abstenir de consommer l'eau du robinet de captages en Haute Normandie.

Dans le Sud-Ouest, les ruissellements concentrés qui traversent les parcelles de maïs au printemps dans les talwegs en arêtes de poisson rejoignent la vallée principale et les rivières (Gers, Baïse). La turbidité de ces rivières devient importante et pose des problèmes aux stations de production d'eau potable situées sur leur cours. Des dépassements de normes de potabilisation de l'eau (nitrate, produits phytopharmaceutiques) peuvent survenir et provoquer des arrêts de production d'eau potable. ■



▲ Mais généralement, le ruissellement dû à la battance est la source de contamination principale des eaux superficielles : ainsi un ruissellement concentré en Bavière au printemps 2012 lors d'un diagnostic TOPPS-Prowadis (bassin-versant de Grosse Laebe). Le ruissellement rejoint un fossé qui rejoint lui-même un petit cours d'eau.

▼ Au Danemark, dans la région du Jutland au printemps 2012 : ruissellement concentré dans les passages de roue. Ce ruissellement rejoint un ruisseau bordé d'arbres en bas de parcelle.



▲ Blé d'hiver avec ruissellement sur le bassin-versant de Vleterbeek (Belgique) : le ruissellement rejoint le cours d'eau qui borde la parcelle.

▼ Ruissellement concentré sur blé d'hiver sur le bassin-versant de Tiglione (Italie)



Limiter les transferts à l'échelle de la parcelle : retour à l'agronomie

Le transfert par ruissellement est à la fois intra-parcellaire et à l'échelle du versant ou du bassin-versant. En premier lieu, on peut proposer des solutions à l'échelle parcellaire.

Les solutions à la parcelle

Les premières solutions à adopter sont d'ordre agronomique et concernent toutes les itinéraires techniques. La gestion de l'inter-culture est un des moyens de réduire le ruissellement. Des études menées par l'AREAS* montrent qu'avec un déchaumage très grossier aussitôt après récolte, on enregistre 13 fois moins de ruissellement que dans la partie non déchaumée de la parcelle. Le déchaumage casse la croûte de battance, crée une rugosité de surface et facilite l'infiltration de l'eau. La couverture du sol en inter-culture, maintenant obligatoire dans de nombreuses situations avec le 5^e programme de la directive nitrate permet également une réduction de l'érosion diffuse d'un facteur 25. Il faut éviter de préparer des lits de semence trop affinés et préférer les préparations qui laissent des mottes en surface. Les études menées par l'AREAS montrent que pour la plupart des cultures, des préparations motteuses du lit de semence en limon battant peuvent réduire le ruissellement : de 6 fois après un semis de blé et de 10 fois après un semis de maïs.

Il faut également éviter de rouler les parcelles de limon battant après le semis (colza, pois, lin).

L'utilisation de pneus basse pression, l'équipement du tracteur avec un tasse-avant et des roues jumelées et l'utilisation d'un rouleau barre derrière le semis réduisent jusqu'à 6 fois les risques de ruissellement issu principalement des traces de roue.

L'écroutage des parcelles de céréales d'hiver permet de diminuer de 40 % les ruissellements de printemps.

Le binage des cultures de printemps (betteraves, maïs) a permis une baisse du ruissellement d'un facteur 8 et la création de mini-barrages dans l'inter-butte des parcelles de pommes de terre (outils Barbutte et/ou Diker) a permis une réduction du ruissellement d'un facteur 6.

Enfin, tout travail du sol ou chantier de récolte en condition plastique est fortement déconseillé. Sur des limons sensibles à la battance, créer des ruptures de perméabilité dans le premier horizon retardera l'infiltration de l'eau et accentuera les phénomènes de ruissellement.

Le non-labour en limon battant

En limon battant, le travail superficiel ou le semis direct permet de limiter très fortement le ruissellement. Ainsi à Geispitzen (68) dans le Sundgau Alsacien, ARVALIS, l'ARAA et Syngenta ont expérimenté, dans un dispositif instrumenté l'impact des techniques culturales simplifiées sans labour (TCSL) sur le ruissellement et le transfert de résidus de produits phytopharmaceutiques appliqués en monoculture de maïs. De manière globale, les TCSL permettent d'obtenir les résultats les plus probants quant à la réduction des volumes de ruissellements : 96 % d'efficacité au cours du printemps 2002. Cette efficacité est confirmée par les observations sur le terrain puisque les débris végétaux présents en surface ont permis de retarder la formation d'une croûte de battance jusqu'au 19 juin 2006 alors

qu'elle était apparue dès le 23 mai 2006 sur les parcelles labourées (cf. photos ci contre).

Ruissellement par battance : les aménagements intra-parcellaires

Les zones d'accès aux parcelles constituent des voies d'écoulement potentielles de l'eau sur un versant ou des points où un écoulement d'eau concentré peut commencer à se former. Elles doivent être bien gérées, notamment dans le bas des parcelles, pour prévenir la formation de ruissellement. Dans les zones directement soumises au passage du matériel agricole, le compactage du sol peut être réduit en recouvrant le sol d'une couche cailloux. Les zones d'accès aux champs peuvent également être enherbées de manière permanente, en choisissant des espèces de graminée résistante aux passages de roues.

On peut remplacer la bande enherbée dans les cultures de printemps par une bande intercalaire cultivée.

D'autres solutions font appel à l'aménagement de la parcelle. Il peut s'agir de semer une bande enherbée pérenne en bas de parcelle. La bande enherbée, par sa rugosité de surface ralentira le ruissellement et filtrera les sédiments

transportés. Son système racinaire fasciculé favorisera l'infiltration de l'eau et l'activité biologique plus intense que dans une parcelle cultivée de son premier horizon dégradera les résidus de produits phytopharmaceutiques qui s'y seront déposés. Il est possible d'installer une bande enherbée au début des ruptures de pentes des parcelles de grande taille. Elle absorbera les ruissellements de la partie amont de la parcelle et évitera que ce ruissellement se concentre, forme des ravines et provoque

*AREAS, Association Régionale pour l'Etude et l'Amélioration des Sols, www.areas.asso.fr



De plus, dans cette parcelle les transferts d'herbicides appliqués sur le maïs ont été réduits de 77 % par rapport à ceux de la parcelle témoin labourée.

Etat de surface de la parcelle sans labour le 19 juin 2006 et de la parcelle en labour le 23 mai 2006



Labour

Non Labour

La parcelle en labour en état ruisselant après l'événement pluvieux du matin du 21/06/07, tandis que la parcelle en non-labour à la même heure (en début d'après-midi) a cessé de produire du ruissellement.

des phénomènes d'érosions importants. Les haies installées sur une bande enherbée de 2 à 3 mètres de large constituent aussi des zones tampons efficaces pour piéger le ruissellement et les sédiments qu'il transporte. D'une emprise moins importante que la bande enherbée d'une dizaine de mètres de large, la haie nécessite un entretien de taille régulier et présente un coût d'installation très supérieur à celui d'une bande enherbée. Des aides financières peuvent être accordées regionalement. Enfin, la haie présente des atouts supérieurs à la bande enherbée en termes de biodiversité en servant de gîte et de refuge à de nombreux animaux.

À la place de cette bande enherbée, et cela est moins contraignant, on peut remplacer la bande enherbée dans les cultures de printemps par une bande intercalaire cultivée.

Cette technique était utilisée dans le Sundgau par les agriculteurs Alsaciens quand une culture de betteraves se trouvait en aval d'une parcelle de maïs désherbée à l'époque avec de l'atrazine. En cas de ruissellement dû à de très violents orages, les faibles concentrations d'atrazine détruisaient plusieurs rangs de betterave. Les agriculteurs prévoient alors dans leur assolement de séparer les deux parcelles par une bande de blé d'hiver de la largeur de leur pulvérisateur. Le blé au printemps jouait parfaitement son rôle de zone tampon et il n'était pas sensible aux faibles concentrations d'atrazine qu'il recevait. L'entretien de cette bande de blé (désherbage, azote, application de fongicides) ne présentait pas une

contrainte importante puisqu'il était réalisé en même temps que les autres parcelles de blé de l'exploitation.

Enfin, l'AREAS a testé une technique efficace dans les parcelles de blé d'hiver situées sur deux versants opposés coupés au milieu de la parcelle par un talweg où le ruissellement concentré devient érosif avant de quitter la parcelle : le double ou triple semis en fond de talweg. Après avoir semé l'ensemble de la parcelle, on repasse avec le semoir sur une

Il faut également éviter de rouler les parcelles de limon battant après le semis

ou plusieurs largeurs en suivant le fond du talweg. Après semis, il est conseillé de rouler. Avec une double densité de plantes, cette zone joue après la levée du blé un rôle de

14 Ruissellement par battance



© F. Vidotto

Bandes d'orge de printemps semées dans une parcelle destinée à la culture du maïs en Bavière

bande enherbée. De plus, la double densité de système racinaire de plantes dont le sol a été roulé résiste bien au déchaussement.

En Bavière, sur le bassin-versant de démonstration TOPPS Prowadis (BV de Grosse Laebe), dans des parcelles de maïs de grande taille avec des pentes accentuées et longues, l'agriculteur a semé des bandes d'orges de printemps un peu avant le semis de maïs (voir photographie). La localisation des banes d'orge a été décidée par l'agriculteur conseillé par un agronome du LfL. Puis il a semé le maïs en passant dans les bandes d'orge au stade tallage. A

L'écroutage des parcelles de céréales d'hiver permet de diminuer de 40 % les ruissellements de printemps.

ce niveau de développement, l'orge fera office de bande enherbée lors des orages de fin mai très fréquents en Bavière. L'orge sera détruite par un désherbage en postlevée du maïs mais sa végétation sénescence aura encore un effet bande enherbée (rugosité de surface) jusqu'au moment où la culture de maïs couvrira le sol.

Dans les parcelles traversées par un talweg avec des ruissellements concentrés fréquents ou de l'érosion, il est possible d'enherber de manière permanente le fond du talweg.

Enfin en sortie de parcelle où le ruissellement est concentré il est possible de mettre en place, si le substrat géologique est perméable, une mare d'infiltration/rétention comme l'ont fait les agriculteurs de Mébrescourt (02) sur le bassin-versant du Péron. ■

Limiter les transferts à l'échelle du versant ou du bassin-versant ?

Dans les régions où le sol est battant, avec des parcelles de grande taille et avec parfois des pentes importantes, il peut arriver que les solutions proposées à l'échelle parcellaire soient insuffisantes. Il faut alors envisager des solutions d'aménagement qui combinent l'échelle parcellaire et l'échelle du versant ou du bassin-versant.

Les solutions à l'échelle du bassin-versant

Le diagnostic permet d'identifier toutes les voies de circulation de l'eau sur le bassin-versant. On peut ainsi proposer des aménagements spécifiques dans les zones présentant les problèmes de ruissellement les plus importants.

Les zones tampons sont très efficaces pour piéger les sédiments érodés et réduire le volume total de ruissellement. Le principal objectif des zones tampons végétalisées est d'intercepter le ruissellement des parcelles cultivées en amont. Pour cela leur localisation dans le bassin-versant est donc très importante. En raison de la complexité et de la variabilité des facteurs influençant l'efficacité des zones tampons, les recommandations concernant leur localisation et leur dimensionnement ne peuvent être définies qu'après un diagnostic approfondi. Pour des informations plus détaillées, consultez la brochure du CORPEN sur le site du ministère de l'Ecologie, du Développement durable et de l'Energie et référence en anglais (www.TOPPS-life.org).

Il est important de réduire et de supprimer tout ce qu'on peut appeler les « court-circuits » ou « by pass » qui diminuent l'efficacité d'une localisation approximative des zones tampons sur le bassin-versant. A titre d'exemple, réaliser une dérayure de labour en bordure d'une bande enherbée réduit considérablement son efficacité. En effet, sur un versant,

il n'y a jamais qu'un seul niveau de pente et la dérayure de charrue va jouer un rôle de caniveau qui va court-circuiter l'efficacité de la bande enherbée. Cette pratique est souvent mise œuvre pour éviter que les graminées de la bande enherbée ne gagnent la bordure de la parcelle cultivée mais elle est tout à fait inadaptée à la réduction du ruissellement et de l'érosion à l'échelle du versant.

La taille des zones tampons peut varier, en fonction des objectifs de protection à atteindre, les caractéristiques du sol et la structure du bassin-versant et leur interaction avec les solutions proposées à l'échelle intra-parcellaire (comme le travail du sol). C'est bien sûr le diagnostic à l'échelle du bassin-versant qui permettra de les positionner : les zones tampons pour une efficacité maximale. Le principe est de les positionner le plus en

amont possible des départs de ruissellement : l'objectif est de traiter le ruissellement à la source pour éviter de devoir mettre en place des dispositifs tampons plus importants en aval pour réduire des ruissellements concentrés plus difficiles à intercepter.

Le positionnement judicieux de la zone tampon dans le bassin-versant est généralement plus important pour son efficacité sur le ruissellement que sa largeur. D'autres paramètres sont à prendre en compte pour sa localisation : la perméabilité du sous-sol, sa saturation en eau possible et la durée de cette période de saturation, la longueur de la pente doivent

également être prises en compte. Dans les zones où les sols sont détrempés (ou inondés), l'efficacité d'une zone tampon enherbée est généralement faible, parce que la saturation du sol l'empêche d'absorber les eaux de ruissellement par infiltration. C'est notamment le cas des zones tampons rivulaires, qui ont plus tendance à être plus saturées d'eau que les zones tampons situées en amont.

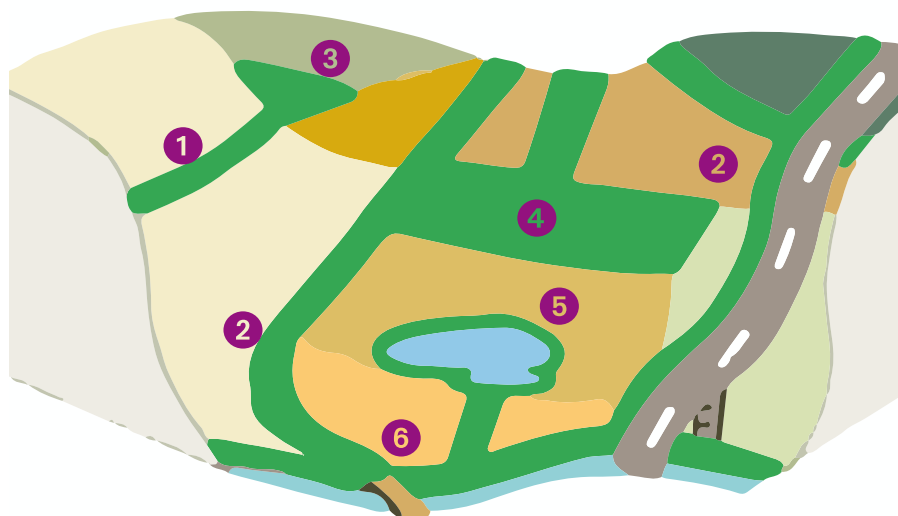
Selon le type de ruissellement diagnostiqué, les solutions proposées peuvent être différentes :

- Des zones tampons enherbées intra-parcellaires ou en bordure des champs sont nécessaires pour intercepter le ruissellement diffus à la source.
- Le long des ripisylves ou zones rivulaires, il est important de prévoir des bandes tampons enherbées pour éviter que les eaux de ruissellement passent directement de la parcelle au cours d'eau. La protection des eaux de surface au moyen de zones tampons rivulaires ou de bandes enherbées est nécessaire et efficace dans la partie amont du bassin-versant ainsi qu'au voisinage des sources alimentées par les nappes de la craie dans le Bassin Parisien par exemple.
- La mise en place de zones tampons enherbées dans les thalwegs peut être nécessaire pour améliorer l'infiltration des eaux de ruissellement concentrées. Les routes longeant les champs jouent souvent le rôle de voies d'écoulement concentré collectant les eaux de ruissellement : le fait d'établir des zones tampons le long des routes (en bordure de champ) évite que les eaux de ruissellement se concentrent dans ces voies d'écoulement potentielles très rapides vers les vallées où coulent les ruisseaux et rivières. Sur le bassin-

L'activité biologique du sol des zones tampons favorise la dégradation des phytosanitaires.

16 Ruissellement par battance

Positionnement des zones tampons dans un bassin-versant



Fossés enherbés de rétention et infiltration installés en cascade le long d'une route

- 1 Zone tampon intra-parcellaire servant à couper une longue pente dans une parcelle de grande taille sensible au ruissellement avec une pente forte.
- 2 Zone tampon en bordure de parcelle protégeant une route (voie d'écoulement concentrée potentielle du ruissellement).
- 3 Zone tampon dans l'angle inférieur d'une parcelle où le ruissellement se concentre.
- 4 Thalweg enherbé réduisant le ruissellement concentré en fond de vallée.
- 5 Vaste zone tampon enherbée (c'est-à-dire prairie) utilisée pour intercepter, disperser et faire infiltrer les ruissellements concentrés du thalweg en amont.
- 6 Zone tampon rivulaire : bande tampon enherbée entre la parcelle et le cours d'eau interceptant le ruissellement diffus issu de la parcelle en amont.

Source : CORPEN/IRSTERA modifié - Schéma CORPEN

versant du Péron (02), les agriculteurs n'ayant pas de parcelle le long du cours d'eau ont enherbé le bord de leurs parcelles le long du chemin damé qui descendait en pente forte vers le cours d'eau.

• Les zones d'infiltration d'eau naturelles (vallées sèches, dolines, par exemple) des régions karstiques doivent être protégées du ruissellement de la même façon que les eaux de surface, parce qu'elles communiquent directement avec les eaux souterraines.

Choix des zones tampons

Divers types de zones tampons végétalisées peuvent être mis en place :

- zones tampons enherbées ;
- haies ;
- combinaison de haies et de bandes enherbées ;
- terrain boisé, bosquet ;
- prairie.

L'infiltration de l'eau est optimale dans les zones tampons végétalisées avec des es-

pèces ligneuses, dont l'enracinement est profond. Les graminées semées à forte densité sont plus efficaces pour ralentir l'écoulement des eaux de surface et améliorent donc la rétention des particules érodées du sol et les résidus de produits phytopharmaceutiques. La combinaison des deux dispositifs permet d'associer l'avantage des efficacités des deux types de végétation. La végétation dense des zones tampons améliore par ailleurs la dégradation des PPS dans le sol en raison de l'accumulation de matière organique, qui stimule l'activité microbienne. La sélection des espèces végétales pour les bandes tampons végétalisées doit tenir compte des exigences locales et ne peut être généralisée. La sélection des espèces peut également être motivée par d'autres raisons, comme favoriser le butinage des abeilles ou fournir des habitats à certains animaux ou plantes.

Positionner la zone tampon le plus en amont possible des départs de ruissellement.

Autres zones tampons

Les fossés végétalisés sont des structures de rétention/infiltration mises en place dans le bassin-versant pour protéger les zones aval en retenant les eaux de ruissellement et les sédiments, ainsi que l'eau provenant des parcelles drainées artificiellement. Les fossés végétalisés ne sont généralement pas remplis d'eau toute l'année, et ne sont inondés qu'en cas de ruissellement de surface ou de fonctionnement de réseaux de drainage. Leur principale fonction est de capter les eaux de ruissellement (ou de drainage), de favoriser leur évaporation, de permettre leur infiltration dans le sol et de retenir les sédiments érodés. Les fossés végétalisés figurent parmi les meilleures structures de rétention d'eau (le long des routes, entre les bordures de deux champs). Leur principale fonction étant de retenir l'eau dans le bassin-versant, les fossés ne peuvent être connectés aux eaux de surface (fossés en cul-de-sac). Sur les pentes qui dominent le captage d'Airon-Saint-Vaast (62), des fossés de rétention ont été installés le long de la route qui descend en direction du captage. D'une longueur d'environ 4 mètres

pour une largeur de 2 mètres, chaque fossé végétalisé dont le fond est horizontal, bénéficie d'un déversoir de trop-plein dans le fossé aval qui le jouxte. Ainsi les ruissellements qui proviennent des parcelles sont captés par le corridor de fossé et s'infiltrent lentement dans le sol. Si un fossé reçoit plus de ruissellement



© IRSTEA G. Lehenaff



© AREAS

Les mini-barrages sont constitués de pierres et de rondins et sont disposés à la sortie de fossés. Comme les fascines, les mini-barrages doivent être perméables à l'eau pour ralentir les écoulements et retenir les sédiments érodés. La hauteur du mini-barrage doit correspondre à la profondeur fossé et relier ses berges de façon à ce que l'écoulement concentré traverse celui-ci dans toute sa largeur. Les structures des mini-barrages peuvent être permanentes et nécessiter un entretien tous les 2-3 ans.

qu'il est capable d'infiltrer, c'est le fossé aval qui récupère l'excès de ruissellement.

Il est également possible de réaliser une petite digue en bordure de parcelle grâce à une levée de terre ou un barrage de terre de dimensions réduites situé aux limites inférieures d'une parcelle pour y maintenir les eaux de ruissellement et les particules de sol érodé. Une digue fonctionne principalement en stoppant le ruissellement et sa charge de sédiments pour permettre à l'eau de s'infiltrer

Les zones humides naturelles peuvent collecter les eaux de ruissellement et de drainage.

et matières en suspension de s'y déposer. Ce type de dispositif n'est efficace qu'en cas de ruissellement relativement faible

Enfin, les dispositifs dispersifs comprennent les fascines et les mini-barrages. Il s'agit de structures artificielles de rondins/branches/

pierres installées dans les bassins-versants pour disperser les eaux de ruissellement concentré. Les fascines limitent l'érosion et retiennent les sédiments transportés par les eaux de ruissellement. Les fascines peuvent être réalisées avec des morceaux

de bois morts mais l'AREAS en a réalisé avec des plantations d'arbustes. Les mini-barrages servent avant tout à disperser et ralentir l'écoulement de l'eau. ■



En savoir plus :
www.TOPPS-life.org
www.artwet.fr
www.areas.asso.fr
www.arvalis
www.uipp.org



Les zones tampons humides sont présentées dans l'article « Ruissellement par saturation et solutions ».

Alignement de haies de bas et hauts jets en Normandie (France)



© AREAS

Des solutions existent...

Le ruissellement par saturation se produit en hiver dans les sols hydromorphes quand la capacité de rétention en eau du sol est saturée et qu'il pleut.

Si les parcelles sont drainées, ce ruissellement n'interviendra que si la capacité d'évacuation de l'eau par le réseau de drainage est insuffisante par rapport aux précipitations.

Dans ce cas les volumes d'eau ruisselés restent faibles au regard du volume d'eau drainé. Si la parcelle n'est pas drainée, les volumes ruisselés sont importants et du même ordre de grandeur des volumes drainés. A titre d'exemple la moyenne des volumes drainés sur les parcelles au cours des 20 dernières années de La Jaillière est de 220 mm et leur volume de ruissellement est de 20 mm. En revanche dans la parcelle sans réseau de drainage, le volume moyen annuel ruisselé est de 190 mm.

Quelles sont les solutions pour éviter les transferts de produits phytopharmaceutiques par ruissellement en sol hydromorphes ? Ce sont les mêmes que pour le transfert des produits phytopharmaceutiques par drainage bien qu'elles soient moins nombreuses. En effet,

les transferts de résidus d'herbicide par ruissellement par saturation sont généralement plus importants que ceux par réseau de drainage : la couche de sol que l'eau traverse pour rejoindre le drain jouant un peu le rôle d'un filtre notamment pour les herbicides qui ont une grande affinité avec le complexe argilo-humique et qui sont en partie retenus par celui-ci.

La principale solution est d'éviter d'appliquer des herbicides pendant les périodes d'écoulement qui peuvent être longues : de début décembre à fin mars à La Jaillière par exemple. Cela suppose de positionner le désherbage des céréales avant la mi-novembre notam-

ment avec des produits à action racinaire. Les herbicides à absorption strictement foliaires posent généralement moins de problème de transfert que les produits racinaires. Les résultats enregistrés à La Jaillière (44) montrent

En hiver les eaux de ruissellement peuvent être collectées et s'évaporer à partir du printemps.

que les applications de DFF à 40 g/ha ne provoquent que très peu de transfert quand elles sont réalisées avant la période d'écoulement alors que si cette SA est utilisée pendant la période d'écoulement,

les transferts sont importants et durent pendant tout l'hiver.

De la même manière l'IPU appliqué avant écoulement hivernal est très peu transféré



Ruissellement par saturation sur une parcelle non drainée à La Jaillière (44)



© ARVALIS - A. Dutertre

Petit fossé susceptible d'épurer les résidus d'herbicides quand les débits sont faibles.

ropéen Life Artwet coordonné par l'ENGESS : www.artwet.fr) a mis en place en Seine et Marne et dans l'Indre-et-Loire des dispositifs de ce type en collaboration avec des agriculteurs. Ces dispositifs semblent efficaces pour réduire les transferts du nitrate vers les cours d'eau et les premiers résultats sur leur pouvoir épurateur vis-à-vis des produits phytosanitaires sont attendus prochainement.

Quand le ruissellement par saturation est faible et qu'il rejoint un fossé végétalisé large et à faible débit, ce fossé peut épurer les résidus de produits phytosanitaires. Le fossé sera d'autant plus efficace s'il est longé par des haies ou des rangées d'arbres qui enrichissent la matière organique du lit du fossé avec la chute des feuilles chaque automne. Une expérimentation réalisée avec IRSTEA (C. Margoun*) sur le site expérimental de La Jaillière a montré qu'un petit fossé à faible débit (10 l/s), d'une largeur de 130 à 260 cm, avec un lit riche en végétaux et un lit de feuilles mortes, avait réduit, sur une longueur de 300 m les concentrations maximales des herbicides injectés dans le ruisseau de 58 % pour le DFF, de 48 % pour le diuron et de 40 % pour l'isoproturon. La rétention des quantités totales injectées dans le ruisseau a été de 70 % pour le DFF, de 39 % pour le diuron et de 34 % pour l'isoproturon. Mais dans les régions très hydromorphes ou les fossés sont profonds et se mettent en charge très rapidement avec des débits importants, il sera peu probable d'enregistrer ce type d'efficacité ou seulement au tout début de la collecte du ruissellement par saturation lorsque celui s'amorce avec de faibles débits. ■

alors que pendant l'hiver, les transferts sont massifs et conduisent à des pics de concentration très élevés.

Les bandes enherbées présentent une très faible efficacité pour ralentir et absorber le ruissellement par saturation. En effet elles sont autant saturées en eau que les parcelles hydromorphes et ne jouent plus leur rôle d'infiltration des ruissellements qu'elles reçoivent.

Les seules zones tampons qui présentent une certaine efficacité sont les zones tampons humides qui exigent une certaine emprise dans le paysage. Il peut s'agir de zones naturelles comme des étangs ou marais, ou encore des prairies humides de grande taille sans connexion avec le réseau hydrographique.

Ce peut être également des zones humides spécialement créées pour épurer les eaux de ruissellement. Ce type de zone tampon humide peut bien évidemment être mis en place pour gérer les eaux de drainage. Comme la plupart des zones tampons, les dispositifs de rétention humides retiennent les sédiments et diluent les teneurs en micropolluants et si le temps de rétention du ruissellement est suffi-

samment long peuvent dégrader les résidus de produits phytosanitaires transférés par le ruissellement. La localisation des zones tampons humides est délicate. Situées en aval du bassin-versant, elles seront de taille très importante. Situées en aval de parcelles fortement contributives au ruissellement mais le plus en amont possible du bassin-versant elles pourront être de taille inférieure.

La principale difficulté réside dans le calcul de leur dimensionnement et le fait qu'ils peuvent constituer des emprises importantes. Certaines zones tampons humides ont un fonctionnement de type marais ou étang. En hiver les eaux de ruissellement sont collectées et vont s'évaporer à partir du printemps. Avec un temps de résidence

assez long, les résidus de produits phytosanitaires sont dégradés.

D'autres zones tampons humides fonctionnent comme des lagunages temporaires où les eaux, après épuration des résidus de produits phytosanitaires, rejoignent le réseau hydrographique. L'IRSTEA d'Antony (Julien Tournebiz dans le cadre du programme eu-

La principale solution est d'éviter d'appliquer des herbicides pendant les périodes d'écoulement.

* C. Margoun, V. Gouy, B. Laillet, G. Dramais, *Rétention des produits phytosanitaires dans les fossés de connexion parcelles-cours d'eau*, *Revue des Sciences de l'Eau*, 16/3 (2003) pp. 389-405.

Savoir bien les utiliser

Toutes les solutions mises en œuvre pour diminuer le ruissellement et les transferts de résidus de produits phytopharmaceutiques seront réduites à zéro si toutes les précautions ne sont pas prises pour éviter les pollutions ponctuelles qui sont une des principales causes de détérioration de la qualité des eaux.

Toutes les précautions sont de mise lors du remplissage du pulvérisateur et de la gestion des fonds de cuve ainsi que celle des eaux de rinçage de l'appareil. En cas de rinçage de la cuve du pulvérisateur, il faut pratiquer plusieurs dilutions du fond de cuve avec la réserve d'eau claire du pulvérisateur et bien sûr s'abstenir de pratiquer cette opération en bordure de fossé ou de cours d'eau.

Mais d'autres précautions s'imposent. En effet, la procédure d'autorisation de mise sur le marché (ou homologation) des produits phytopharmaceutiques est accordée après une évaluation des risques que ces produits peuvent représenter pour la santé humaine et l'environnement. Pour la protection des eaux, les résultats de l'évaluation peuvent entraîner des restrictions réglementaires, indiquées sur les étiquettes des emballages, visant à réduire les risques d'exposition de ces produits dans les eaux de surface en cas de dérive de pulvérisation, de ruissellement et/ou de drainage. Les recommandations obligatoires figurant sur l'étiquette des produits doivent être respectées (ZNT, dose maximum par hectare, délai d'emploi dans la rotation par exemple).

Selon les risques de transfert des produits phytopharmaceutiques liés à chaque parcelle, il faut ajuster ses techniques de protection des

cultures. Ainsi, dans les parcelles à risque de ruissellement, il faut éviter d'appliquer un herbicide si des orages ou des pluies violentes sont annoncés dans les 48 heures. De même, en parcelle drainée, il faut s'abstenir d'intervenir quand le réseau de drainage est en fonctionnement. Le choix de l'assolement peut prendre en compte la sensibilité des parcelles aux transferts de produits phytopharmaceutiques en fonction du climat de la région. Privilégier par exemple les cultures qui permettent un désherbage avant la saison des écoulements de l'eau hors des parcelles ou au contraire installer des cultures de printemps dans les parcelles drainées à faible capacité de rétention de l'eau dont la période de drainage est très longue.

Ce sont surtout le ruissellement par saturation et les réseaux de drainage qui peuvent restreindre le choix des produits à appliquer ou le choix des périodes d'application. Pour le ruissellement dû à la battance, toutes les solutions agronomiques associées aux aménagements de parcelle et de bassin-versant sont efficaces pour l'ensemble des produits phytopharmaceutiques actuellement sur le marché. En revanche, nous avons vu dans l'ar-

ticle sur le ruissellement par saturation, que c'est bien la période d'utilisation des produits qui est déterminante sur les transferts. En cas d'impasse technique, il faut choisir les produits qui présentent le plus faible grammage par hectare, ceux qui ont des demi-vies les plus courtes. On peut envisager également de réduire les doses d'application et procéder à des mélanges autorisés de substances actives utilisées à faible grammage par hectare.

Les recommandations obligatoires d'utilisation des produits figurent sur les étiquettes des bidons.

Et n'oublions pas que la bonne utilisation des produits phytopharmaceutiques commence par un entretien régulier et un étalonnage précis du matériel de pulvérisation. ■

Remplissage du pulvérisateur directement dans le cours d'eau et abandon (temporaire ?) de bidons.



© E. Pauwleyn