

Rôle des prairies dans les pollutions diffuses. Effet de la localisation et des bordures (haies, dispositifs enherbés, berges)

C. Gascuel-Odoux¹, P. Merot¹, J.M. Dorioz²,
F. Massa¹, C. Grimaldi¹, J. Poulenard³

Les prairies ont un rôle tampon dans la régulation des pollutions diffuses et donc vis-à-vis de la qualité des eaux. Elles jouent fréquemment un rôle de dilution des pollutions diffuses, étant de faibles sources d'émissions polluantes. Mais il convient d'être attentif à leurs modes de gestion et d'entretien.

RÉSUMÉ

Les caractéristiques des prairies (recouvrement végétal du sol, chevelu racinaire, permanence du couvert) leur confèrent un rôle tampon vis-à-vis de la qualité des eaux, renforcé par leur localisation (limitation des ruissellements) et l'effet de leurs propres bordures (surtout s'il s'agit de haies). Elles sont souvent de faibles sources pour les polluants liés au ruissellement de surface (le phosphore, les pesticides, les matières en suspension, les bactéries) et au transfert de subsurface ; elles jouent donc un rôle dans la régulation des pollutions diffuses. Mais certaines situations de mauvaise gestion des prairies et des troupeaux peuvent transformer les prairies en sources de pollution diffuse (phosphore, pollutions bactériologiques, flux de matières en suspension et de sédimentation dans les cours d'eau...).

MOTS CLÉS

Eau, eau du sol, gestion des prairies, haie, hétérogénéité spatiale, nitrate, phosphore, pollution de l'eau, prairie, ruissellement, variations saisonnières.

KEY-WORDS

Grassland, hedgerows, nitrate, pasture management, phosphorus, run-off, seasonal variations, soil water, spatial heterogeneity, water, water pollution.

AUTEURS

1 : INRA, Agrocampus Rennes, UMR Sol Agro et hydrosystèmes Spatialisation, 65, Route de Saint-Brieuc, CS 84215, F-35042 Rennes cedex ; Chantal.gascuel@rennes.inra.fr

2 : INRA, Thonon, UMR CARRTEL, route de Corzent, F-74200 Thonon-les-Bains

3 : Université de Savoie, F-73376 Le Bourget-du-Lac

On cherche ici à caractériser le rôle des prairies dans la régulation des pollutions diffuses, c'est-à-dire leur effet tampon à l'échelle du bassin versant (VIAUD et MEROT, 2004). Le concept d'effet tampon exprime la résistance du paysage au transfert d'eau et/ou de charges polluantes. L'intensité de l'effet tampon se mesure par la relation entre flux d'entrées et flux de sorties. **Un paysage présente un effet tampon si la charge polluante baisse de l'entrée à la sortie.** Les phénomènes impliqués sont connus et susceptibles de se développer dans des structures très diversifiées (marais, haies, prairies...). Chaque structure est plus ou moins active selon le polluant et les voies de transfert impliquées. VIAUD et MEROT (2004) ont proposé une approche originale de la "**capacité tampon**" : entrées et sorties sont des "signaux" (flux, concentrations, charge des matières en suspension, voire relations entre concentration et débit). Ceci permet de ne pas limiter l'effet tampon à des modifications de moyenne sur le pas de temps de l'événement pluvieux, mais incite à considérer d'autres modifications telles que la baisse de fréquence, des décalages de réponse dans le temps ou des découplages entre matières transportées. Ainsi, les flux de phosphore peuvent être des conséquences d'activités proches dans le temps, ou d'accumulation de ces activités sur de nombreuses années ; ils peuvent coïncider avec les flux de matière en suspension sur certains événements météorologiques et pas sur d'autres, du fait d'échanges entre phase particulaire et phase dissoute. Cette conception de l'effet tampon est pertinente pour aborder le rôle des prairies dans la régulation des pollutions diffuses.

1. Le rôle tampon des prairies dans les pollutions diffuses

■ Rôle des prairies et de leur localisation dans le bassin versant

Le concept de capacité tampon s'applique parfaitement aux dispositifs enherbés. Ce sont des systèmes sols - végétation prairiale en position d'interface qui reçoivent un écoulement à l'amont, de surface et de subsurface, caractérisé par une charge solide et dissoute, le "signal d'entrée", et restituent à l'aval, en direction d'un milieu récepteur, un "signal de sortie" de même nature mais transformé dans son intensité et sa fréquence. Cette transformation représente un gain environnemental si l'impact potentiel diminue soit en quantité, soit en qualité (baisse de biodisponibilité), soit par un décalage entre période d'émission et période sensible du récepteur. Un tel effet s'observe pour les dispositifs enherbés (DORIOZ *et al.*, 2006) et est transposable raisonnablement pour les prairies dont la position spatiale est pertinente vis-à-vis de l'interception d'un signal d'entrée. En effet, les prairies ont des propriétés susceptibles de leur donner une capacité tampon :

- non ou peu traitées par des pesticides, elles sont souvent sources de faibles émissions pour nombre de polluants, et agissent donc par **dilution des pollutions diffuses** ; en outre elles éloignent les sources potentielles de pollution du réseau hydrographique et limitent donc les dépôts directs (dérive de pulvérisation) ;

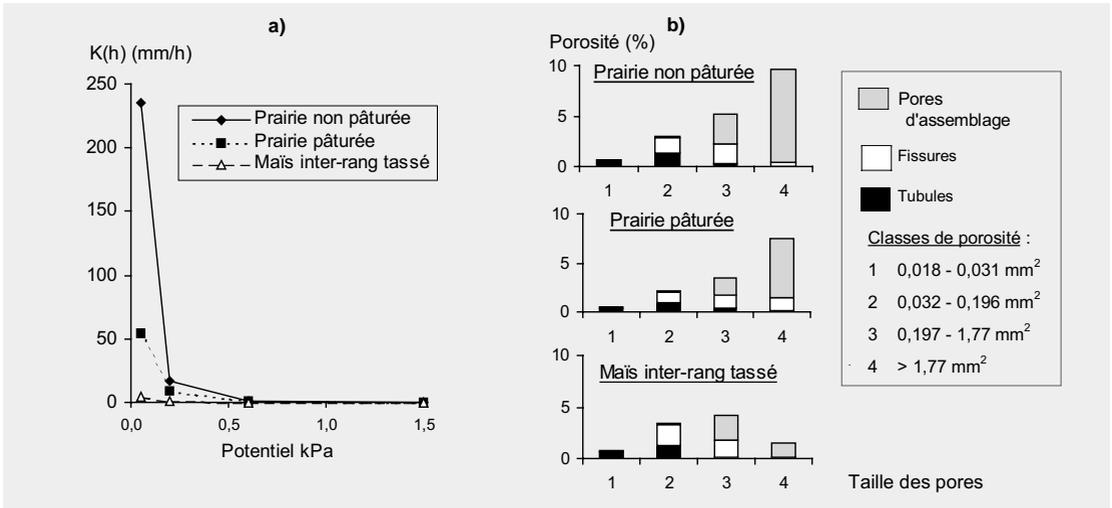


FIGURE 1 : **Conductivité hydraulique du sol et porosité d'agrégat sous prairie et sous rotation fourragère** (d'après LAMANDE *et al.*, 2003).

FIGURE 1 : Water conductivity of the soil and porosity of aggregates under permanent pastures and under forage crop rotations (after LAMANDE *et al.*, 2003).

- elles présentent un couvert végétal permanent, une certaine rugosité, un fort chevelu racinaire, qui leur confèrent une **aptitude à l'infiltration de l'eau, au dépôt des particules** et une **bonne résistance à l'érosion** ; cette aptitude à l'infiltration s'exerce au sein de la parcelle et sur le ruissellement survenant de l'amont ; les mesures de conductivité hydraulique et de distribution de pores, sur prairie et sur des rotations incluant des prairies, montrent l'importance de la prairie sur les propriétés physiques du sol, l'arrangement de la porosité et, par voie de conséquence, sur les transferts (figure 1, selon LAMANDE *et al.*, 2003) ;

- les prairies sont souvent plurispécifiques et ont de ce fait une certaine **capacité d'adaptation** à des conditions difficiles de teneur en eau, de sols ; elles présentent une dynamique de couverture du sol par tallage ou stolons qui en font des **systèmes à forte résilience** ;

- elles présentent un sol avec une litière et une forte teneur en matière organique qui induisent une meilleure **rétenion de certains éléments chimiques et microbiologiques** mais aussi une **survie accrue de bactéries fécales** (la litière est un lieu de stockage privilégié des bactéries fécales avec risque de relargage hivernal selon TREVISAN *et al.*, 2002).

Ce rôle tampon des prairies va donc bien au-delà d'un rôle sur l'eau (figure 2). Il porte :

- sur la sédimentation des particules érodées dans les premiers mètres de la surface en herbe du fait de la diminution de la vitesse de l'eau ruisselante à l'entrée d'un couvert végétal dense ; cette sédimentation a aussi un rôle d'abattement sur les éléments chimiques véhiculés par les particules (phosphore particulaire, pesticides adsorbés...) ;

- sur la rétention d'éléments chimiques, du fait notamment de la forte teneur en matière organique des premiers cm du sol ;

- sur la dégradation des produits phytosanitaires grâce à l'activité biologique importante ;

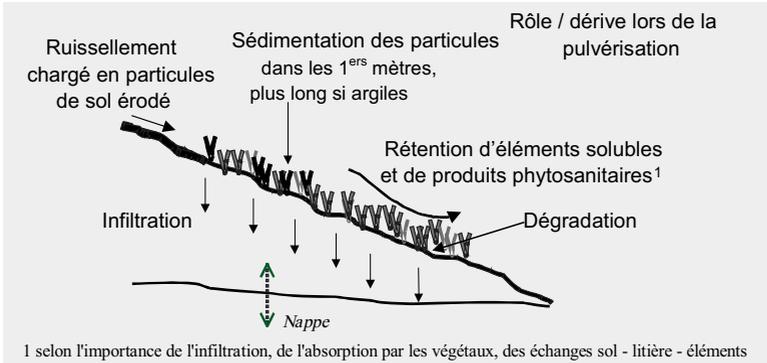


FIGURE 2 : Les rôles joués par un dispositif enherbé (d'après des travaux du CORPEN).

FIGURE 2 : Functions of land put under grass (adapted from studies by CORPEN).

- sur l'éloignement des cultures par rapport aux cours d'eau. Ces rôles souvent décrits pour les dispositifs enherbés sont valables pour les prairies.

Ce rôle dépend de la localisation des prairies. On recommande souvent de les placer entre les zones cultivées et le cours d'eau. D'autres localisations sont aussi favorables (figure 3) : transversalement à la pente, dans les zones où le ruissellement se concentre, dans les vallons cultivés.

Des modèles de représentation des chemins d'écoulement de l'eau sur le bassin versant permettent de démontrer que le **positionnement judicieux de prairies**, et de manière générale de tout dispositif enherbé, **peut isoler hydrauliquement** une portion du bassin versant. CERDAN *et al.* (2002) ont montré, à l'aide du modèle STREAM, que l'installation par exemple de deux dispositifs enherbés et d'une mare conduit à la réduction des deux tiers du ruissellement sur le bassin versant, passant de 1 442 mm à 543 mm pour un événement pluvieux important, de 21 mm durant 3 h 45. Ce type de modèle permet de raisonner et d'optimiser la localisation des surfaces en herbe sur le bassin versant.

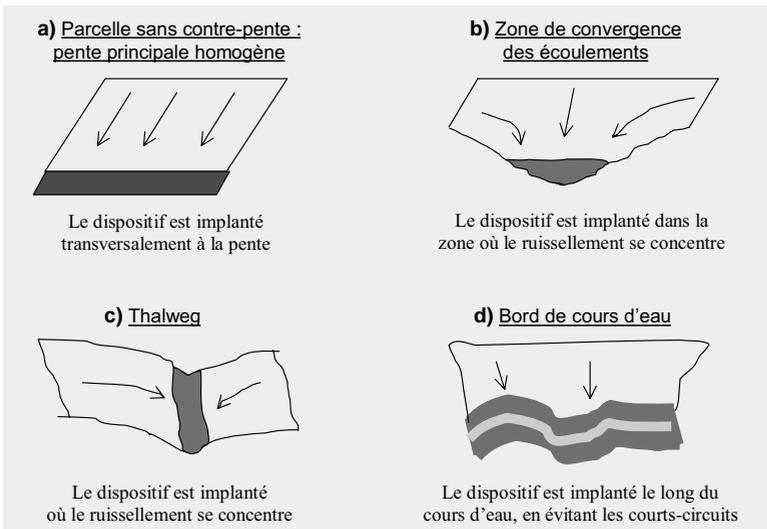


FIGURE 3 : Emplacements possibles pour les dispositifs enherbés.

FIGURE 3 : Possible locations of land to be put under grass.

Trois limites apparaissent à ces rôles tampons positifs :

- La littérature a souvent montré que la forte infiltration des sols prairiaux se traduit aussi par la présence d'**écoulements préférentiels** plus importants, largement dans le mat racinaire, de manière plus localisée et selon les caractéristiques des sols en profondeur, à la faveur notamment de macropores biologiques. Ces écoulements préférentiels peuvent contribuer à la contamination de nappes superficielles par l'ammoniaque et les pollutions bactériennes.

- Dans certaines régions, les prairies sont préférentiellement localisées sur des zones impropres à la culture, zones de forte pente ou zones hydromorphes, où le ruissellement est par nature important, au point que parfois l'occupation du sol ne change rien au risque intrinsèque de ruissellement. C'est en particulier le cas dans les **zones humides de bas-fonds**, souvent occupées par des prairies, où le ruissellement par saturation est le processus hydrologique fondamental, donc contrôlé par la géomorphologie du versant qui gouverne la dynamique de nappes superficielles. Quelle que soit l'occupation du sol, le ruissellement y est important en hiver. L'effet tampon hydrologique, lié à la forte capacité d'infiltration des prairies n'existe alors plus. Ceci est particulièrement bien montré sur le dispositif de Derval (Loire-Atlantique) conduit par l'Institut de l'Élevage, mettant en comparaison différents modes de gestion des prairies (C. RAISON, communication personnelle) : la dynamique de la nappe au cours même de la pluie entraîne un **relèvement important du toit de la nappe** qui conduit à de fréquents ruissellements de surface en hiver. La gestion de ces espaces en prairie à faible chargement animal et à intrants limités reste, dans ces conditions, le mode de gestion le plus approprié.

- La **gestion des prairies** enfin **marque** elle-même profondément **leurs caractéristiques physiques, chimiques et biologiques sur les premiers centimètres du sol**. Le chargement animal peut induire un piétinement qui réduit la capacité d'infiltration des sols. Il entraîne localement de fortes concentrations en phosphore à la surface du sol. Ainsi, on peut distinguer : i) les prairies pâturées, le pâturage induisant la présence de contaminants fécaux (bactéries, virus, mais aussi des vers divers), souvent un accès facile des animaux aux ruisseaux, une mobilisation facile des contaminants par ruissellement sur zone saturée à partir des bouses ; ii) les prairies temporaires, le caractère temporaire impliquant une période de grande sensibilité au transfert d'eau et d'éléments associés (lors du retournement).

L'analyse des relations entre l'état de la végétation et l'effet tampon des prairies reste encore un vaste chantier : les études peuvent porter sur le recouvrement, la hauteur, la morphologie du couvert, de la composition spécifique, de l'association herbacé-ligneux. Cette gestion a un rôle sur la structure des sols. Ces caractéristiques interagissent avec la dynamique météorologique : la dessiccation, le gel et l'activité biologique favorisent l'agrégation du sol.

■ Rôle des bords de champ et de leur configuration spatiale

Le rôle tampon des prairies est souvent renforcé par l'existence, à l'interface avec les parcelles voisines, de structures particulières : les "bords de champs".

- Définition d'une bordure de champ, hétérogénéité, impact sur l'eau

Toutes les parcelles sont entourées de bordures de champ qui traduisent les limites de mise en culture et de propriété. Ces espaces de séparation peuvent être : l'intervalle entre deux parcelles cultivées, une clôture entre deux prairies, un fossé de bord de route, un talus, une haie, une ripisylve. Leurs dimensions sont variables et leur structure plus ou moins complexe, mais ils se distinguent fortement des parties cultivées exploitées par l'agriculteur : ce sont des zones qui sont considérées comme improductives. C'est tout l'enjeu de la **gestion de ces bordures de champ** qui sont aussi des structures naturelles presque toujours améliorables quant à leur efficacité épuratrice. Suivant le contexte agricole dans lequel elle se place, une prairie présente des niveaux d'enclosure variables mais une haie arborée est souvent présente. Dans un contexte de préservation de la qualité de l'eau, il faut retenir que les différents modèles de bordures de champ présentent des rugosités différentes, souvent mal évaluées, qui affectent le parcours de l'eau. Plusieurs composantes sont à analyser pour cerner leur efficacité : la structure de base de la bordure (à plat, sur talus, avec un dénivelé amont-aval), le type de végétation présente, le modelé microlocal, l'orientation et la place dans le paysage et enfin le mode de gestion. Ce dernier conditionne leur pérennité et donc leur action sur le paysage. Le mode de gestion n'est pas un simple critère de description car il conditionne vraisemblablement les volumes d'eau prélevés par les arbres et autres formes végétales (selon qu'ils ont été taillés, émondés, arasés), les quantités de matières organiques produites (quantités de feuilles restituées au sol) et ainsi les capacités de modification du réseau d'écoulement de l'eau, de rétention de pesticides, de dénitrification... L'entretien a également une influence sur la diversité biologique de la haie (ombrage, protection contre le vent, richesse en nutriments...).

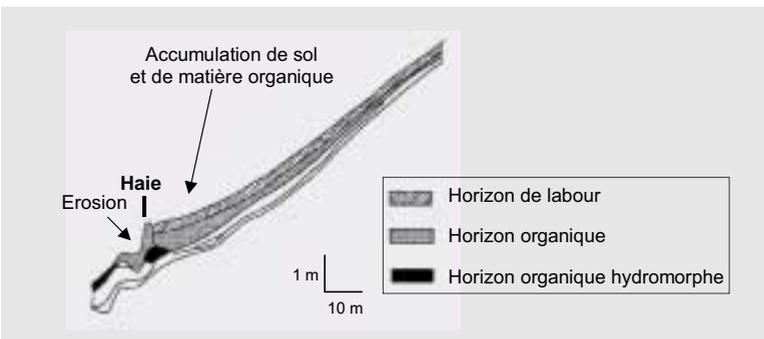
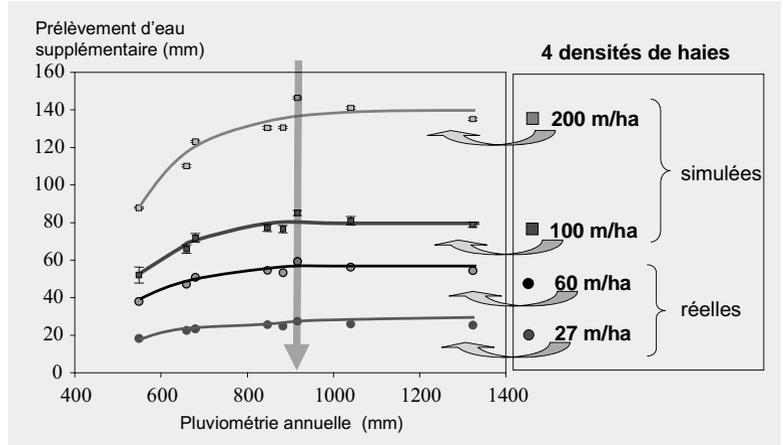


FIGURE 4 : **Vue en coupe de l'épaississement du sol en amont d'une haie sur talus placée dans la pente** (adapté de WALTER et al., 2002).

FIGURE 4 : Sectional view of the soil thickening above a hedgerow planted on a slope (after WALTER et al., 2002).

FIGURE 5 : La densité de haies modifie le prélèvement d'eau dans le bassin versant. La pluviométrie joue sur ce prélèvement d'autant plus qu'elle est faible (VIAUD, 2004).

FIGURE 5 : *Modification by the density of hedgerows of the uptake of water in the catchment basin ; rainfall intervenes all the more actively on it as it is low (VIAUD, 2004).*



- Les fonctions des bordures de champ

On distingue trois grands types de fonctions opérationnelles liées aux bordures de champ qui regroupent chacune un ensemble de processus élémentaires : des fonctions assurant la production agricole (cheptel et cultures notamment), des fonctions contribuant à l'amélioration du cadre de vie, des fonctions environnementales (connectivité, biodiversité, carbone...), dont la protection de la ressource en eau (eau potable, qualité de l'écosystème aquatique). Seules ces dernières sont décrites ici :

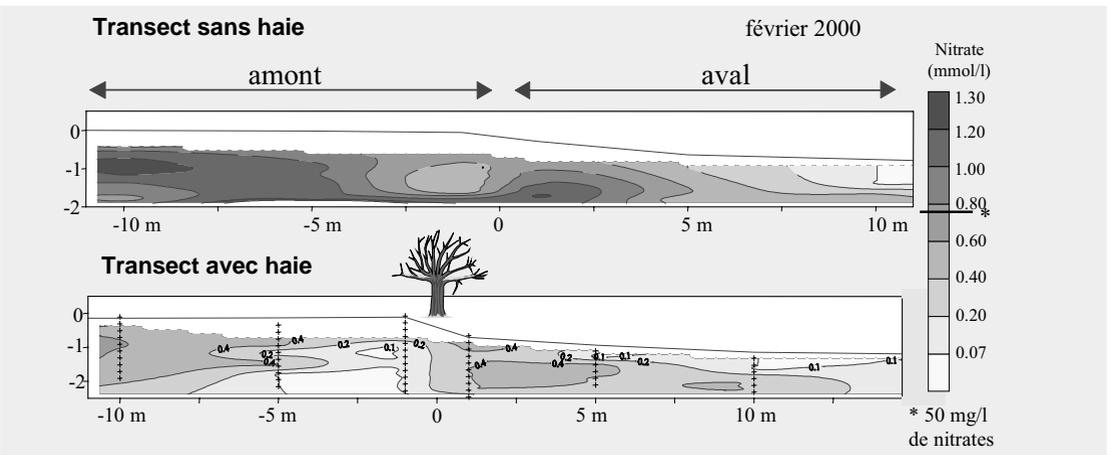
- barrière au ruissellement, à l'érosion (figure 4), à l'exportation de matière organique et de polluants dans les eaux (transport de surface) ;

- modification du régime d'écoulement des eaux, diminution de l'intensité des crues. En particulier, la consommation d'eau par évapotranspiration des arbres peut être importante lorsque les arbres sont en interaction avec la nappe, donc situés en bas de versant (transport de surface et subsurface ; évaporation : figure 5) ;

- épuration des nitrates par dénitrification ou absorption par les végétaux (figure 6) ;

FIGURE 6 : Les concentrations en nitrates relevées sur un transect planté d'une haie sont très inférieures à celles relevées sur un transect sans haie situé à quelques mètres de distance en février (CAUBEL, 2001).

FIGURE 6 : *Nitrate concentrations measured in February in a transect with hedgerows; they are much below those in a transect a few yards away (CAUBEL, 2001).*



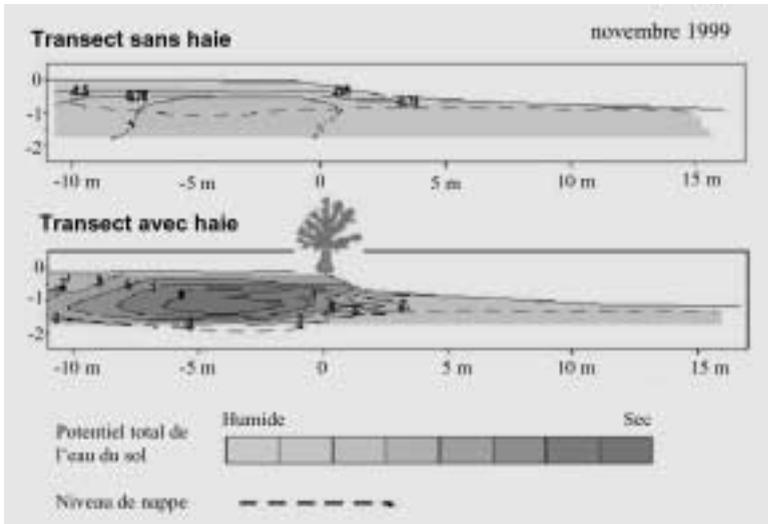


FIGURE 7 : Les humidités relevées en novembre sur un transect sans haie sont très supérieures à celles sur un transect planté situé à quelques mètres de distance entraînant un retard de la reprise des écoulements à l'automne (CAUBEL, 2001).

FIGURE 7 : **Moisture contents measured in November in a transect without hedgerows; they are much above those in a transect a few yards away, where run-offs started later in autumn (CAUBEL, 2001).**

- rétention et dégradation des produits phytosanitaires dans le sol (transport à travers le sol).

La question des bordures de prairies se pose dans les mêmes termes que celle plus générale des bordures de champ. **Lorsqu'elle est arborée, la bordure de champ vient renforcer le rôle positif de la prairie.** Dans certains cas, lorsque la haie est située en amont de la prairie, elle protège la prairie contre les apports d'amont (figure 7).

2. Le rôle source des prairies dans les pollutions diffuses

On a jusque ici présenté le rôle tampon joué par les prairies et les bords de champ. Dans certaines situations de gestion, les prairies peuvent jouer un rôle de source de pollution des eaux. Nous donnons ici deux exemples pour attirer l'attention sur la nécessaire bonne gestion des prairies et de leurs bordures, en relation avec les structures et le cycle hydrologique du bassin versant.

■ Rôle de l'interaction entre la gestion des animaux et les conditions hydrologiques sur les transferts de bactéries

Le suivi saisonnier de *E. coli* à l'exutoire d'un bassin versant d'altitude supportant une charge pastorale estivale (alpage de Bise en Haute-Savoie) montre que la période de présence de troupeaux se traduit par une contamination des eaux nette mais variable (de 10 à 1 500 cellules pour 100 ml, tableau 1). A l'inverse, les eaux de surface sont quasi exemptes de *E. coli* pendant l'étiage hivernal et ont une teneur très modérée lors de la fonte des neiges malgré un ruissellement généralisé, et en automne malgré l'abondance des déjections résiduelles en zone pâturée.

Période	Couverture neigeuse (décembre à mai)	Fonte des neiges (mai-juin)	Saison végétale et pastorale (juin - septembre)	Automne (octobre novembre)
Nombre d'échantillons ponctuels récoltés	10	5	39	13
Gamme des débits (l/s)	10 à 80	100 à 300	10 à 300	50 à 100
Teneur en <i>E. Coli</i> (CFU/100ml)				
- Médiane	1,5	1	50	3
- Minimum - maximum	0 - 2	0 - 12	10 - 1 500	0 - 20
Flux instantané (en 1000 CFU /jour)				
- Moyenne	5 000	15 000	250 000	18 000

TABLEAU 1 : Variabilité saisonnière de la teneur en *E. coli* à l'exutoire d'un bassin versant de montagne incluant un pâturage estival de 400 ha (DORIOZ *et al.*, 2007).

TABLE 1 : *Seasonal variation of the E. coli contents at the outlet of an upland catchment basin that included a summer grazing (400 ha ; DORIOZ et al., 2007).*

Ce suivi met en évidence **l'effet de l'arrivée et du départ des animaux sur la qualité microbiologique des eaux**. Quelques jours suffisent pour passer de 0-10 à 10-100 *E. coli* pour 100 ml. La réciproque, à l'automne, nécessite quelques épisodes de crues. Pendant la saison pastorale, alors que les surfaces ayant reçu des déjections se cumulent, les teneurs en *E. coli* à l'exutoire en basses eaux ne s'accroissent pas. Elles présentent cependant des variations sporadiques qui suggèrent un rôle non négligeable des apports directs au cours d'eau.

Des flux relativement élevés d'*E. coli* sont exportés lors des crues qui correspondent à un fort développement des surfaces saturées et ruisselantes et à une extension maximale des zones pâturées : l'interaction est alors maximale entre les écoulements et les stocks de contaminants. Cette situation persiste pendant un petit nombre de crues après le départ des animaux si bien que, globalement, il y a une assez bonne corrélation positive entre la teneur en *E. coli* et le débit. Cet ensemble de faits permet de penser que le transfert ne se limite pas à une mobilisation de stocks accumulés dans le chenal et sa zone riveraine, fonctionnement qui ne caractérise que les petites crues isolées.

Une étude détaillée de la variabilité spatiale de la contamination des eaux montre que les niveaux les plus élevés d'*E. coli* sont attribuables à la zone de glaciais alluvial (cône de déjection) quotidiennement fréquentée par les vaches laitières du fait d'une herbe appétante qui s'explique par l'état calcique des sols et la proximité des points d'abreuvement. Cet exemple illustre **l'effet croisé de la gestion des prairies pâturées et des dynamiques hydrométéorologique** sur la contamination des eaux.

■ Rôle de la gestion des ripisylves et des berges sur les transferts de sédiments

L'activité agricole d'élevage peut, sur certains bassins versants, être à l'origine de matières en suspension (MES) et d'une sédimentation importante dans le cours d'eau. Ceci a été montré sur trois bassins versants, deux en Basse-Normandie, un en Savoie.

Dans les trois bassins versants, l'érosion des sols de versant est très modérée, vraisemblablement en lien avec la nature prairiale des bassins et la disposition de ces prairies au bord des cours d'eau. **Les**

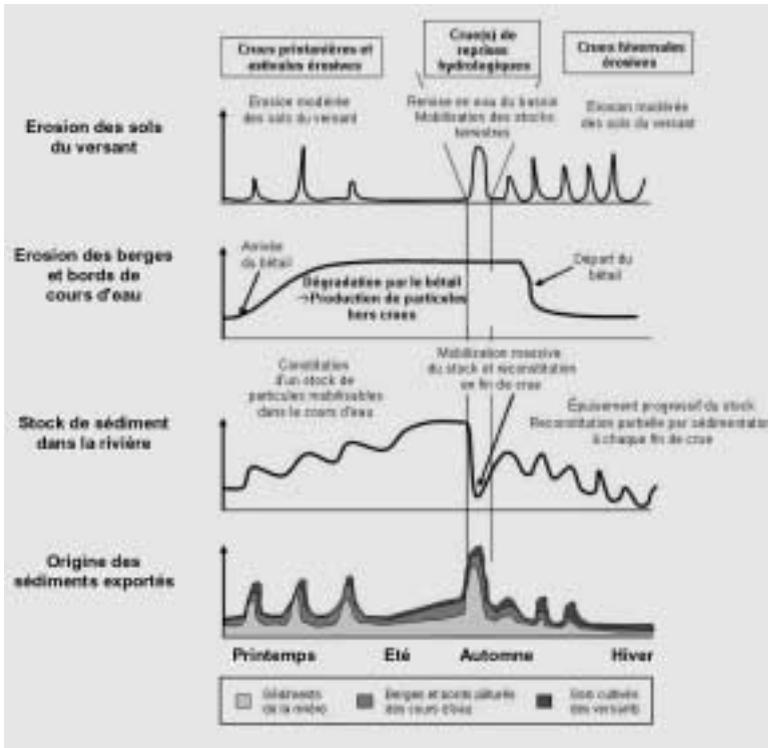


FIGURE 8 : Evolution saisonnière des sources principales de sédiments sur les bassins versants étudiés.

FIGURE 8 : Seasonal variation in the main sources of sediments in the catchment basins under study.

exportations de MES totales restent très faibles (de l'ordre de 200 à 700 kg/ha/an) si on les compare à des bassins versants cultivés. Localement on constate d'ailleurs quelques accumulations de sédiments dans les zones de connexion entre zones cultivées et prairies et donc la constitution d'un stock secondaire terrestre éventuellement mobilisable lors des événements pluviométriques exceptionnels (POULENARD *et al.*, 2007). Dans ces bassins versants, la dégradation des berges et des bords de cours d'eau liée à la présence du bétail représente la source principale des MES (LEFRANÇOIS *et al.*, 2007 ; POULENARD *et al.*, 2007).

Malgré les différences de milieu physique et géomorphologique, on observe une grande similarité dans la dynamique temporelle des MES sur ces trois bassins versants, vraisemblablement liée à l'activité dominante d'élevage. **La production de particules, qui débute avec l'arrivée du bétail au printemps, est complètement déconnectée des événements hydrologiques** (figure 8). Les particules, produites hors crues, sont partiellement exportées alors que les débits sont faibles. Les flux de MES hors crues représentent plus de 20% et jusqu'à 50% des flux totaux annuels exportés. Une part importante de ces particules est cependant stockée dans la rivière, alimentant le stock de sédiments qui grossit au cours de ces périodes. Au moment de la reprise hydrologique qui succède aux étiages estivaux, les sédiments accumulés dans la rivière, et dont le stock a pu subir de légères oscillations au cours de crues mineures, sont exportés. Cette exportation se produit au cours d'un événement particulièrement intense ou peut s'étaler sur plusieurs crues. Pendant ces crues, les débits et les concentrations de MES sont

extrêmement importants, mais l'essentiel des MES provient de la remise en suspension des sédiments de la rivière. Suite à ces événements de reprise hydrologique, une reconstitution partielle du stock liée à des sapements de berges post-crue (quand les sols de berges saturés ne sont plus en équilibre avec le niveau d'eau déjà abaissé en décrue) peut aussi se produire. Mais le stock de sédiments dans la rivière va peu à peu s'épuiser avec l'augmentation du débit hivernal, d'autant que le bétail n'est plus présent dans les prairies ripariennes à cette saison. Dès le départ du bétail en stabulation, la production de particules déconnectée de l'activité hydrologique s'estompe.

Dans ces petits bassins prairiaux, les MES présentent une dynamique temporelle originale liée à l'érosion des berges sous l'action des troupeaux. Cette dynamique peut avoir des conséquences également originales sur la qualité de l'écosystème aquatique. L'afflux de sédiments au printemps et en été favorise l'eutrophisation des cours d'eau, permet l'accumulation de quantités importantes de phosphore qui est mobilisé et rendu biodisponible au cours des crues. A l'automne, l'intensité de la reprise hydrologique permettant le déstockage de ces sédiments va conditionner le colmatage des frayères et la survie embryo-larvaire des poissons frayant au début de l'hiver.

3. Territ'eau, un outil de gestion des activités agricoles et des aménagements pour la préservation de la qualité des eaux

La démarche Territ'eau propose une méthode globale de prise en compte de l'aménagement du territoire dans la gestion des ressources en eau à l'échelle du bassin versant. Il s'agit à la fois d'un référentiel de connaissances et d'un outil de diagnostic, accessible sur un site web (http://agro-transfert-bretagne.univ-rennes1.fr/Territ_eau/) (MASSA *et al.*, 2008). Cette démarche a été construite conjointement par des chercheurs et des acteurs du développement agricole et territorial, réunis au sein d'une structure de transfert (le GIS Agrotransfert Bretagne) et a comme finalité l'amélioration de la qualité des eaux superficielles. Elle a été **conçue pour conduire à une appropriation par les utilisateurs des processus et facteurs impliqués dans la dégradation de la ressource en eau**. Elle propose un diagnostic des zones sources de cette dégradation et envisage des actions correctives. Les outils de diagnostic portent sur les éléments du paysage que les agriculteurs sont amenés à gérer. Il s'agit des parcelles cultivées, des prairies et des éléments interstitiels à ces parcelles (haies et talus du bocage, fossés, bord de champ...) qui peuvent également avoir un rôle productif. Le diagnostic prend en compte les chemins de l'eau et des éléments chimiques potentiellement polluants, en couplant des raisonnements sur l'itinéraire cultural et le milieu. L'outil intègre le bassin versant dans lequel s'inscrit le territoire sur lequel porte le diagnostic, que ce soit le territoire de l'exploitation agricole ou un territoire plus large. **Cet outil optimise ainsi la localisation des prairies et propose des**

modes de gestion adaptés, par exemple sur les prairies humides de bas-fonds et sur l'aménagement de certains bords de champs.

Conclusions

Les prairies permanentes ont globalement une réelle capacité tampon vis-à-vis des pollutions diffuses sur le bassin versant, tout particulièrement sur les polluants véhiculés par ruissellement de surface, donc émis lors des crues, mais aussi sur les polluants véhiculés par des nappes superficielles. Ce potentiel est lié à leur forte capacité d'infiltration, à leur rugosité, à leur activité biologique et à la faiblesse des pressions polluantes qu'elles subissent (notamment la quasi-absence d'application de pesticides).

D'autres éléments d'évaluation doivent être aussi pris en compte. Il s'agit soit de simples précautions de gestion faciles à mettre en œuvre, soit de pratiques associées à certains systèmes d'exploitation. Dans ce dernier cas la solution est plus complexe.

Certaines pratiques de gestion sont absolument à proscrire. Les abreuvements directs d'animaux dans les cours d'eau peuvent être, par destruction des ripisylves et des berges, source de contaminants fécaux, de matières en suspension et de sédimentation dans le cours d'eau, avec des conséquences graves sur la qualité écologique du cours d'eau. Sous l'effet d'un chargement animal fort et récurrent ou d'une sur-fertilisation, les zones humides ripariennes peuvent devenir, en particulier lors d'inondations, des sources diffuses d'une part de phosphore, et notamment de sa fraction la plus eutrophisante, le phosphore dissous, d'autre part de contaminants fécaux.

En outre, la présence des animaux pâturant à proximité des structures hydrologiques (zones humides, fossés et ruisseaux) représente toujours un risque de contaminations bactériennes directes.

En conclusion, on peut souligner **l'importance de l'hétérogénéité d'un paysage**, c'est-à-dire de la diversité des cultures et des espaces interstitiels. Au sein de cette hétérogénéité, on peut souligner l'importance et la localisation des éléments ayant une forte capacité tampon tels que les prairies et dispositifs arborés et enherbés. L'hétérogénéité d'un paysage entraîne certes une complexification du fonctionnement et de la gestion des surfaces agricoles, mais aussi une plus grande aptitude à la régulation des nuisances et une plus grande stabilité fonctionnelle, notamment vis-à-vis de la ressource en eau. On peut souligner enfin l'importance des modes de gestion de ces éléments du paysage, cette capacité tampon n'étant effective que dans certaines conditions de bonne gestion et/ou de rupture hydraulique entre prairies et réseau hydrographique.

Intervention présentée à la Journée de l'A.F.P.F.,
"Prairies, fourrages et impacts sur la qualité de l'eau",
le 17 décembre 2007.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- CAUBEL V. (2001) : *Influence de la haie de ceinture de fond de vallée sur la dynamique de l'eau et des solutés à son voisinage*, thèse de l'ENSA Rennes, 159 pp.
- CERDAN O., Y. LE BISSONNAIS *et al.* (2002) : "Modelling interrill erosion in small cultivated catchments", *Hydrological Processes*, 16, 3215-3226.
- DORIOZ J.-M., WANG D., POULENARD J., TREVISAN D. (2006) : "The effect of grass buffer strips on phosphorus dynamics - A critical review and synthesis as a basis for application in agricultural landscapes, in France", *Agric. Ecosyst. Environ.*, 117, 4-21.
- DORIOZ J.M., POULENARD J., TREVISAN D., QUETIN P., GOURDON M.H., MEROT P., PRIGENT-COMBARET C., JOCTEUR-MONROZIER L., VERNZOY-ROZAND C., TEXIER S., FREMAUX B. (2007) : *Pratiques pastorales et qualité microbiologique des eaux à l'échelle bassin versant : rôles des facteurs pédoclimatiques et hydrométéorologiques dans la survie, l'état physiologique et le transfert des populations de bactéries fécales bovines*, rapport intermédiaire Programme GESSOL MEDD, 37 p.
- LAMANDÉ M., HALLAIRE V., CURMI P., PÉRÈS G., CLUZEAU D. (2003) : "Changes of pore morphology, infiltration and earthworm community in a loamy soil under different agricultural managements", *Catena*, 54, 637-649.
- LEFRANÇOIS J., GRIMALDI C., GASCUEL-ODOUX C., GILLIET N. (2007) : "Suspended sediment and discharge relationships to identify bank degradation as a main sediment source on small agricultural catchments", *Hydrological Processes*, 21, 2923-2933.
- MASSA F., GASCUEL-ODOUX C., MEROT P., BAUDRY J., BEDUNEAU G., BLONDEL R., DURAND P., TICO S., TROCCAZ O. (2008) : "Territ'eau, une méthode et des outils pour améliorer la gestion des paysages agricoles en vue de préserver la qualité de l'eau", *Ingénieries*, sous presse.
- POULENARD J., ROCHE L., TREVISAN D., QUÉTIN P., DORIOZ J.M. (2007) : "Traçage par spectroscopie de réflectance de l'origine des sédiments dans un bassin versant rural de moyenne montagne", *9^e Journée Nationale de l'Etude des sols*, 3-5 Avril 2007, Angers. 329-330.
- TREVISAN D., VANSTEELANT J.Y., DORIOZ J.M. (2002) : "Survival and leaching of fecal bacteria after slurry spreading on mountain hay meadows: consequences for the management of water contamination risk", *Water Research*, 36, 275-283.
- VIAUD V., MEROT P. (2004) : "Hydrochemical buffer assessment in agricultural landscapes: from local to catchment scale", *Environmental Management*, 34, 559-573.
- WALTER C., MEROT P., LAYER B., DUTIN G. (2003) : "The effect of hedgerows in soil organic carbon storage on hillslopes", *Soil Use and Management*, 19, 201-207.

SUMMARY

Role of grasslands in diffuse pollutions. Effect of location and of borders (hedgerows, lands put under grass, banks)

The characteristics of grasslands (plant cover of the soil, developed root systems, permanence of the cover) gives them a buffer role as regards the quality of water, which can be reinforced by their location (limitation of run-offs) and by the effects of their own borders, especially if these are constituted by hedgerows. They often act as weak sources for the polluting substances linked to surface run-off (phosphorus, pesticides, matter in suspension, bacteria) and to sub-surface transfer; they therefore play a part in the dilution and regulation of the diffuse pollutions. Sometimes however, in the case of bad pasture management and bad livestock management, they can themselves become sources of diffuse pollution (phosphorus, bacteriological pollutions, flows of matter in suspension and of sediments into the rivers...).