

Fonctions

J.M. Dorioz et C. Gascuel

Remarque : L'efficacité des bandes enherbées est liée à leur âge (en nombre d'années). En effet, après quelques années de présence, le réseau racinaire est bien développé et la teneur en matière organique plus importante sous la bande enherbée ce qui optimise son rôle notamment en ce qui concerne les biotransformations (pesticides) et les fonctions de stockage (phosphore) (fonctions 2 et 3).

Des fonctions assurant la protection de la ressource en eau (eau potable et équilibre écologique des cours d'eau)

- 1- sédimentation des particules (terre et substances adsorbées), infiltration de l'eau de surface et des solutés associés, frein au ruissellement et par conséquent limitation de l'érosion
- 2- adsorption de substances polluantes sur le sol en relation avec la matière organique présente, dégradation des produits phytosanitaires
- 3- absorption d'éléments solubles par les végétaux
- 4- dilution de la pollution (zone non traitée) et/ou éloignement de la zone de culture de la rivière (ex. dérive lors de la pulvérisation)

Des fonctions améliorant la production agricole

- 5- limitation des pertes de terre

Autres fonctions environnementales

- 6- zone refuge pour les espèces animales et végétales, dont les limaces et les rongeurs, ce qui peut augmenter les dégâts !

Remarques préalables :

- Les études pour mesurer l'efficacité des bandes enherbées ont été réalisées sur des bandes enherbées implantées soit :
 - depuis 1 ou 2 ans (partie A) ;
 - plusieurs années (au moins 6 ans, partie B).
- C'est le dispositif enherbé le plus simple qui a été étudié : bande enherbée à l'aval d'une parcelle comprenant une seule pente homogène.
- Les quantités de produits transférées par ruissellement hors des parcelles cultivées sont très faibles et toujours inférieures à 2 % de la dose appliquée au champ.

1- Premiers résultats (1993-1995) : bandes enherbées, sédimentation et produits phytosanitaires

a- Les sites d'étude

Le tableau 1 regroupe les principales caractéristiques des différents sites d'étude : Bignan (56), La Jaillièrre (44) ou Plélo (22) qui correspondent à 3 milieux pédoclimatiques différents mais caractéristiques des conditions.

Tableau 1 : Caractéristiques des trois sites d'étude. Adapté de ITCF- Agences de l'eau, 1998.

| Sites expérimentaux | Bignan (1993/94) | La Jaillièrre (1993/94) | Plélo (1994/95) |
|---------------------------------|---------------------|----------------------------|--------------------|
| Pluviosité (mm) | 920 | 730 | 700 |
| Pente des parcelles | 13 % | 10 % | 12 % |
| Teneur en m.o. (%) | 7 | 2 | 3 |
| Teneur en argiles (%) | 16 | 20 | 12 |
| Couvert végétal (date de semis) | RGA (1993) | RGA (1992) | RGA |

2- Les résultats

Ces premières études ont permis de montrer que les bandes enherbées stoppent très efficacement le ruissellement diffus et captent les produits phytosanitaires transportés lors des épisodes de ruissellement et ceci quelles que soient les caractéristiques des molécules (solubles ou non). La largeur de la bande enherbée influe les phénomènes.

Il faut retenir que (tableau 2) :

- **sur le plan hydrologique**
 - la bande enherbée permet une très forte infiltration de l'eau (71 % des flux ruisselés en moyenne) pour une largeur de 6 m (30 à 87 % sur 20 épisodes). C'est le processus dominant.
 - elle retient en moyenne 87 % des matières en suspension pour la plus petite largeur testée (6 m), vecteur de transport du phosphore particulaire.
- **en terme de modulation de la pollution**
 - la bande enherbée induit systématiquement un abattement de produits phytosanitaires et réduit ainsi de façon très importante leurs concentrations dans les ruissellements, ceci quelque soit le contexte pédo-climatique : cet abattement est proche de 100 % pour les largeurs de 12 et 18 m et plus faible pour la plus petite largeur testée.
- **en terme de limites du dispositif**
 - l'efficacité est augmentée par la très faible hauteur de la lame de ruissellement (ordre du mm) et la durée de passage de l'eau qui permettent de multiplier les contacts entre les particules de sol et les molécules de produits phytosanitaires ce qui favorise leur rétention.
 - l'efficacité de piégeage des produits phytosanitaires très élevée pour des épisodes moyens, diminue lorsque l'intensité du ruissellement augmente. Ce piégeage très élevé est cependant à relativiser : ces données sont relatives à des parcelles de petites tailles.
 - aucune accumulation de pesticides n'a été constatée à la fin des études dans le sol des bandes enherbées mais ces suivis ne sont pas réalisés à une échelle pluri-annuelle.

Tableau 2 : Moyenne des efficacités des dispositifs enherbés par rapport au ruissellement, au transfert de particules solides et de produits phytosanitaires sur plus de 40 épisodes de ruissellement et selon trois largeurs de bandes enherbées (6, 12, 18 mètres). Adapté de ITCF- Agences de l'eau, 1998.

| Sites expérimentaux | Bignan (1993/94) | | | La Jaillièrre (1993/94) | | | Plélo (1994/95) | | |
|---------------------------------|---------------------|------|------|----------------------------|------|------|--------------------|------|------|
| | 6 m | 12 m | 18 m | 6 m | 12 m | 18 m | 6 m | 12 m | 18 m |
| Limitation du ruissellement (%) | 43 | 54 | 94 | 84 | 97 | 99,9 | 87 | 93 | 85 |

| Réduction du transfert des particules solides (%) | 87 | 100 | 100 | 98,9 | 99 | 99,9 | 91 | 97 | 98 |
|---|----|-----|-----|------|------|------|------|------|------|
| Réduction du transfert des produits phytosanitaires (%) | | | | | | | | | |
| Lindane | 72 | 100 | 100 | 93 | 99 | 100 | - | - | - |
| Atrazine (Koc faible) | 44 | 60 | 97 | 97 | 99,8 | 100 | - | - | - |
| Dééthyl-atrazine | 55 | 75 | 98 | 95 | 99,7 | 100 | - | - | - |
| Déisopropyl-atrazine | 45 | 67 | 97 | 96 | 99,8 | 100 | - | - | - |
| Isoproturon (Koc faible) | - | - | - | - | - | - | 99,7 | 99,9 | 99,9 |
| Diflufénicanil (Koc fort, retenu) | - | - | - | - | - | - | 97,4 | 99,8 | 99,9 |

2- Etude des mécanismes (1997-2003) : bandes enherbées et produits phytosanitaires

Une 2^{ème} série d'études a été menée plus récemment pour comprendre les processus en jeu au sein de la bande enherbée.

On sait aujourd'hui (sur des dispositifs implantés depuis plus de 5 ans) que
- la bande enherbée permet l'infiltration d'une grande partie du ruissellement (jusqu'à 70 % du volume pour un débit moyen amont de 37 m³/h).

- la profondeur d'infiltration dépend de la solubilité des molécules (Koc) :
Les produits les moins solubles, facilement retenus dans le sol (type diflufénicanil, avec un Koc fort de 1990 mg/l) sont détectés dans les 5 premiers centimètres de sol et restent donc « bloqués » en surface.

Les molécules plus solubles telles que l'isoproturon (Koc de 100 mg/l environ) sont mesurées sous forme de traces jusqu'à 20 centimètres de profondeur, leur « chance » d'être reprises par le ruissellement sont donc extrêmement réduites. En revanche, il est semblable que la petite fraction d'isoproturon pénétrant plus encore en profondeur pourrait ensuite être entraînée hors de la bande enherbée.

Ces études récentes du Cemagref (Lyon) montrent le **rôle majeur de l'infiltration** :

Pour les pesticides, d'un point de vue pratique, il est essentiel que les dispositifs enherbés soient placés dans des zones où les sols ne sont pas saturés en eau (ou qu'ils aient à être actifs à une période où les sols ne sont pas saturés ; par ex au printemps pour les herbicides du maïs), et que les écoulements qui y arrivent soient laminaires, et non concentrés. Dans les zones où les BE sont souvent engorgées (en région de socle), les zones humides construites peuvent constituer des alternatives, ou compléments intéressants.

Lorsque les sols sont tassés là où l'on implante la bande enherbée, il y a un abattement d'efficacité très fort. Les travaux menés ont également montré que seule une partie (a priori moins de la moitié, sur les sols pourtant très perméables sur lesquels les travaux ont été menés) des pesticides infiltrés au sein de la bande enherbée percole sous la zone racinaire, il n'y a donc a priori pas de transfert de pollution de la surface vers la nappe sous-jacente ou vers la rivière en cas d'écoulement subsurfacique latéral.

Les travaux les plus récents tentent d'aller vers un outil de dimensionnement des dispositifs enherbés pour limiter les flux de phytosanitaires transférés par ruissellement (Tests de scénarios. N. CARLUER et al. Ingénieries n° 55 - p. 43 à 59). Ces travaux ont été faits à partir des mesures faites sur le site de La Jaillière. (Patty, 1997), site essentiellement cultivé en céréales et fourrages. Les sols bruns lessivés sont situés sur un socle peu profond et peu perméable de schiste plus ou moins altéré, conduisant à un engorgement fréquent en hiver. Les sols cultivés sont ainsi souvent drainés ; les pentes sont de 2 à 5 %. La végétation de la bande enherbée est constituée de ray-grass anglais de 7 ans.

Tableau 3 : Abattements du ruissellement calculés par le modèle pour une bande de 10 m à la Jaillière.

| SOL | PENTE (%) | SAISON | PROFONDEUR DE NAPPE (cm) | DEBIT DE RUISSÈLEMENT (L/h) | VOLUME TOTAL RETENU (L) | ABATTEMENT (%) |
|-----------------|-----------|--------|--------------------------|-----------------------------|-------------------------|----------------|
| Argilo-limoneux | 2 | Eté | 190 | 144 (2h) | 288 | 100 |
| | | Hivers | 60 | 288 (20h) | 242 | 4 |
| | | Hivers | 120 | 288 (20h) | 1037 | 18 |
| | | Hivers | 120 | 1440 (2h) | 607 | 21 |
| | | Hivers | 120 | 120 (18h) | 939 | 44 |

3- Efficacité des bandes enherbées pour le phosphore

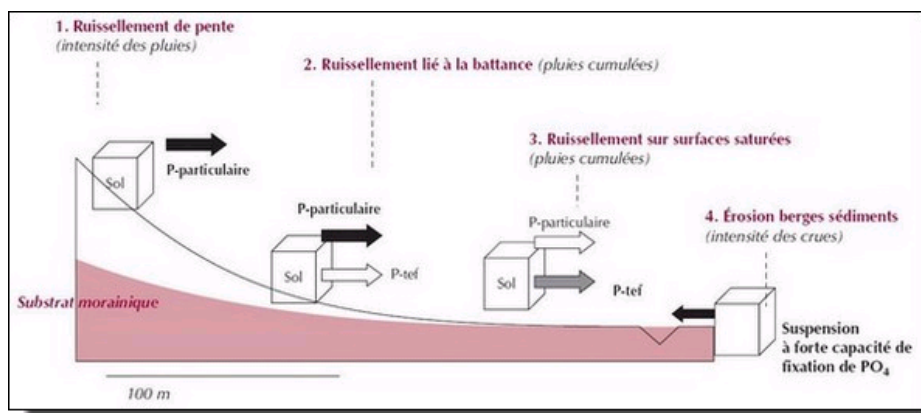


Figure 4 : Transfert du phosphore des sols aux eaux, en zone de culture et à l'échelle versant / bassin versant ; relation avec la variabilité du ruissellement (d'après Jordan-Meille, 1998, modifié)

a- Le phosphore soluble

Les résultats obtenus sur la rétention du phosphore dissous dans les bandes enherbées sont très irréguliers, variant de 0 à 76 % pour une largeur de 6 m et de 1 à 95 % (largeur de 12 m) selon les sites et les années. Les mécanismes explicatifs ont été très peu analysés. La rétention semble liée à l'infiltration.

b- Le phosphore particulaire

Les bandes enherbées diminuent la capacité de transport solide du ruissellement. Les bandes enherbées

ralentissent ou stoppent les matières en suspension (voir tableau 7) sur lesquelles est transporté le phosphore particulaire. Les bandes enherbées sont donc une barrière assez efficace au transfert du phosphore particulaire. Cependant, aucune étude expérimentale ne s'est attachée à décrire les possibles accumulations de phosphore dans les sols des bandes enherbées à une échelle pluri-annuelle.

Remarque : La durabilité de ces performances dépend de l'entretien de l'état de la bande enherbée (micro relief et rugosité végétale) du dispositif.

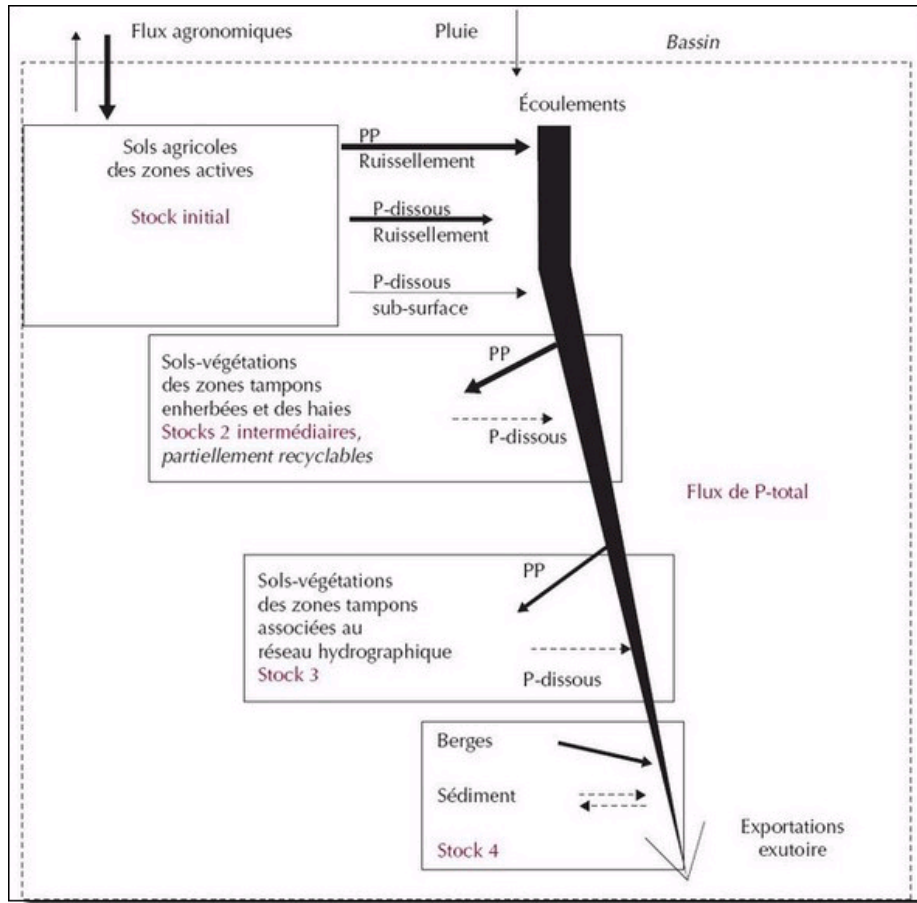


Figure 5 : Représentation schématique du système de transfert du phosphore à l'échelle bassin versant. (d'après JM DORIOZ et D. TREVISAN Ingénieries n°spécial p.27 à 47).

4- Manques de connaissances identifiées

D'autres paramètres ont également été étudiés comme l'efficacité de la présence de dispositifs enherbés sur les teneurs en nitrate (Réal, 1998, Souiller et al. 2002). Les résultats sont très hétérogènes, variant de 0 à 85 % de rétention des nitrates pour les bandes enherbées de 6 m et de 59 à 99 % pour une largeur de 12 m. Cette rétention est ici liée à l'absorption ou à la dilution.

De la même façon, le mode d'entretien de la bande enherbée a été étudié à la marge. Au vu des résultats disponibles, il semble qu'un entretien minimum (2 passages par an) ou des fauches fréquentes n'ont pas d'influence sur la rétention des produits phytosanitaires. Ces résultats restent à confirmer. La fauche et l'exportation de l'herbe constitue une exportation de P par la biomasse. Cette technique est celle du « P mining » (extraction de P).

Enfin, l'abattement des molécules de pesticides serait différent entre l'hiver et l'été. L'abattement observé en hiver serait de 10-25 % et de 70 % en été. Cette différence pourrait être expliquée par une capacité d'infiltration plus forte de la bande enherbée l'été, la saturation en eau l'hiver limitant le phénomène.

http://agro-transfert-bretagne.univ-rennes1.fr/Territ_Eau/CONNAISSANCES/Bandes_enherbees/fonctions.asp