

## ORGANISATION SPATIALE DES HAIES ET DES TALUS DANS LE PAYSAGE : IMPACTS SUR L'EAU ET LES SOLS

Les fonctions associées au maillage bocager sont très vastes. **Cette fiche se focalise sur ses fonctions hydrologiques et hydrochimiques (régulation hydraulique et qualité de l'eau) et de conservation des sols.**


### ● CE QU'IL FAUT RETENIR

- Les haies et talus font partie des aménagements considérés comme des “zones tampons” ou « protection aval » pour lutter contre les transferts de polluants (pesticides, phosphore, nitrate ...).
- Les haies et talus bien entretenus et correctement localisés :
  - constituent un obstacle à la progression des particules de sol érodées des parcelles vers le réseau hydrographique,
  - contribuent à redistribuer les sols dans les versants (accumulation en amont et érosion en aval de la haie-talus). Dans la gouttière ménagée en amont du talus, où les particules de sols sont freinées et stockées, il va se produire un phénomène de rétention des produits phytosanitaires et de stockage du carbone,
  - ralentissent les flux d'eau et d'éléments associés et vont ainsi favoriser leur infiltration verticale. Une fois les flux ralentis, les molécules de produits phytosanitaires sont susceptibles d'être adsorbées sur les particules de matières organiques et d'être biodégradées,
  - prélèvent dans le sol une part significative d'eau et de nutriments associés (assimilation par la végétation).
- L'aménagement ou la réimplantation de haies et talus, pour leurs fonctions hydrologiques et de conservation des sols, doit s'inscrire dans une optique d'organisation spatiale et d'optimisation du réseau bocager à l'échelle du bassin versant. Il faut :
  - ne pas se limiter à l'aménagement aux bords de cours d'eau, mais aussi le plus en amont possible sur les versants,
  - privilégier la disposition des haies, leur cohérence dans le bassin versant et leur degré de connexion entre elles plutôt que la densité du réseau,
  - favoriser les haies et talus le long des courbes de niveau (perpendiculaire à la pente), dans un souci de maintien des sols et de contrôle des flux d'eau ;
- Les haies de ceinture de bas fonds, les haies sur talus et les essences présentant un système racinaire très développé favorisent l'interception des flux d'eau et des éléments associés.

Pour limiter les transferts de polluants vers le réseau hydrographique, les pouvoirs publics ont préconisé de mettre en place des aménagements sur les parcelles cultivées et leurs abords ainsi que sur les espaces non-végétalisés à proximité des cours d'eau. Les haies et talus font partie de ces aménagements appelés “zones tampons” ou « protection aval », comme les bandes enherbées (voir fiche J1), les fossés et les zones humides. Ces aménagements sont proposés pour lutter contre les transferts de polluants (nitrates, pesticides, phosphore, métaux lourds ...).

## ● LES GRANDS FONDEMENTS PHYSIQUES PRÉALABLES :

Nombre d'études sur la pédologie et l'hydrologie des bocages ont mis en évidence le rôle de l'ensemble des éléments haie – talus - fossé, qui agissent en synergie sur les terrains en pente. Le rôle de l'ensemble haie - talus sera développé.

Le  talus est une levée de terre, armée ou non de pierres, longée par un ou deux fossés et couvert de végétation arbustive, arborescente ou herbacée.

Une des propriétés du talus est sa forte porosité dans la partie supérieure, liée au système racinaire des arbres qui déstructure fortement le sol. Cependant, il existe des talus sans arbres et inversement des haies sans talus.

### ● **Maintien des sols**

- Les haies et talus parallèles aux courbes de niveau (donc perpendiculaires à la pente) segmentent les versants : ils constituent un obstacle à la progression des particules de sol érodées sur les parcelles en amont et ont pour effet positif de maintenir la terre à l'intérieur du bassin versant et de limiter son exportation vers le réseau hydrographique.
- La présence de l'ensemble haie – talus conduit à une redistribution des sols dans les versants : la terre érodée sur les parcelles s'accumule en amont des haies-talus et un dénivelé se développe progressivement entre l'amont et l'aval des haies-talus :
  - Dans la gouttière en amont, il se forme progressivement une couche de sol perméable riche en matière organique qui est particulièrement favorable à la rétention des produits phytosanitaires. Dans cette couche de sol, les matières actives ainsi adsorbées peuvent rester présentes pendant une longue période. Leur mobilité sera en partie réduite selon les propriétés physiques et chimiques du sol.
  - En aval du talus, le sol est érodé sur quelques dizaines de centimètres et jusqu'à 3– 4 mètres du talus.
  - L'ensemble haie – talus concourt à diminuer la pente, à empêcher l'exportation des particules hors des versants et à mettre en place un paysage en marche d'escalier<sup>1</sup>.
- Ainsi, l'accumulation générée par la présence de la haie et/ou du talus permet de stocker du carbone en profondeur (50 à 120 cm). Ce phénomène est lié, d'une part à l'accumulation de particules érodées en amont de la haie-talus qui proviennent de l'horizon de surface du sol, riche en matière organique, et d'autre part à la présence des racines des arbres et de leur litière.

Cependant, le bocage en lui-même n'empêche pas le déplacement de terre au sein des parcelles. L'érosion dépend aussi du travail du sol de la parcelle et du labour. Un labour effectué dans le sens de la pente, voire parfois jusqu'en bordure de cours d'eau, est particulièrement préjudiciable. Le bocage participe à la conservation et au maintien des sols.

---

<sup>1</sup> L'ensemble haie-talus forme un obstacle au départ des particules de sols érodées et aux flux d'eau. En amont du talus, les particules de sols en mouvement sont stoppées jusqu'à pouvoir former une terrasse. Si plusieurs terrasses façonnent la pente du bassin d'amont en aval, on parle d'un paysage en marche d'escalier.

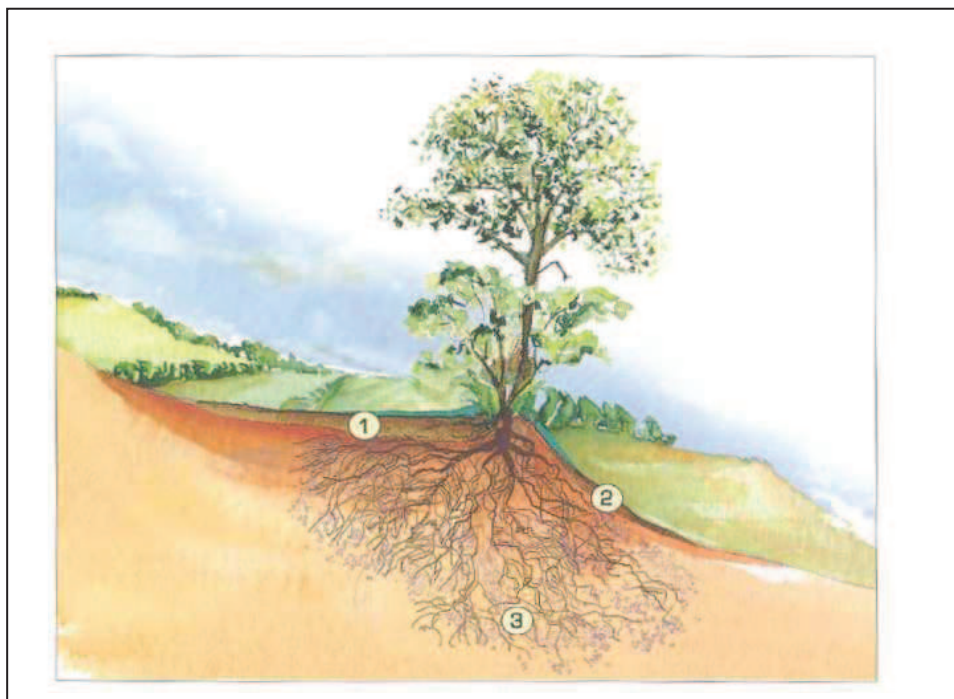


Figure 1 : influence d'une haie talus sur la composition du sol (Liagre F. et Girardin N. 2006).

En amont de la haie, le talus va retenir les éléments organiques emportés par les eaux (1). La profondeur de sol à l'amont peut être supérieure de plusieurs dizaines de centimètres à celle de l'aval (2). L'enracinement des arbres facilite l'infiltration de l'eau et le stockage de carbone en profondeur grâce à la décomposition des racines fines annuelles (3). Cet effet racinaire stimule la vie biologique des sols (champignons, bactéries et pédofaune) ce qui améliore la structure des sols aux abords des haies

## ● Interception des flux d'eau et des éléments associés

### 1. Répartition spatiale des pluies

- Le bocage ne modifie pas la pluviosité globale annuelle au niveau du bassin versant. Le bocage et la géomorphologie du terrain ont plutôt **un rôle sur la répartition spatiale des pluies**. On observe généralement une pluie plus forte sur les zones au vent que sur les zones sous le vent (c'est-à-dire protégées par la haie). La pluie sera jusqu'à 30% plus faible (Hubaud M.O., 1992). Il y a donc une plus forte hétérogénéité spatiale des précipitations.

### 2. Eau de ruissellement à la surface du sol : barrière physique, blocage et ralentissement des flux, infiltration

- La haie et le talus **ralentissent le passage de l'eau de ruissellement et favorisent ainsi son infiltration verticale** grâce à la présence du système racinaire et la bonne structuration du sol avec une forte teneur en matières organiques. Un bassin bocager présente des coefficients de ruissellement faibles et quasi stables par rapport aux coefficients d'un bassin ouvert qui sont variables.
- La ceinture de bas-fonds est un élément paysager particulier largement traité dans la littérature. C'est un élément très important à l'échelle du bassin, et plus particulièrement dans le cadre de la **gestion du phénomène des crues d'amplitude normale**. Les haies entourant les bas-fonds sont placées perpendiculairement à la pente, en bas de versant. Elles séparent les sols du versant bien drainés, des sols hydromorphes de la zone humide.
- Enfin, les haies et le talus ont pour caractéristique de **retenir les oligoéléments et autres éléments chimiques** (Ca et K).

### 3. Eau du sol et des nappes peu profondes : prélèvement par la végétation

- La végétation des haies-talus, de par ses besoins intrinsèques, effectue **dans le sol** des **prélèvements significatifs d'eau et de nutriments associés**, dont les nitrates.
- La **localisation du système racinaire par rapport à la nappe** sera particulièrement importante si on souhaite optimiser les possibilités d'intercepter les nitrates et autres polluants dissous. Dans les systèmes comme les bassins versants bretons, la nappe est plus proche de la surface en bas de versant, donc les haies de bas de versant seront plus efficaces. Inversement, dans les bassins versants à nappe profonde, la haie ne pourra pas intercepter les eaux de nappe.

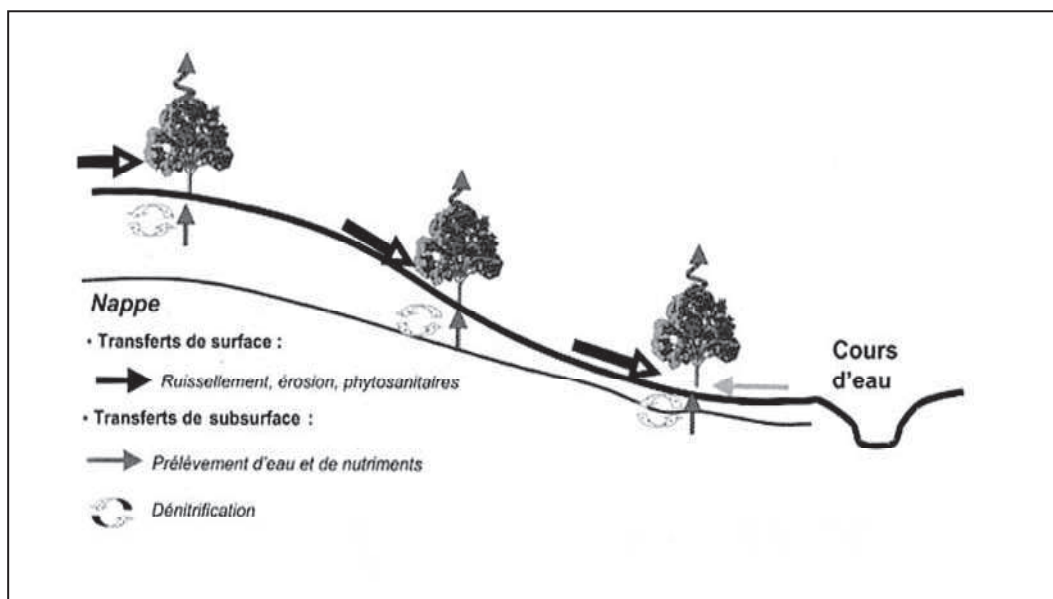


Figure 2 : flux d'eau et de nitrates le long d'un versant (Baudry J. et al, 2003).

- Le tapis herbacé formé par le talus et les racines de la haie vont ralentir plutôt que filtrer une partie des produits phytosanitaires présents dans les matières en suspension. Ce phénomène est similaire à celui observé sur les dispositifs de bandes enherbées (Mérot, 2004). Comme les flux sont ralentis, les molécules des phytosanitaires sont **susceptibles d'être adsorbées sur les particules de matières organiques et d'être biodégradées avant d'atteindre le cours d'eau**.
- Pour les nitrates dans le sol, deux phénomènes peuvent avoir lieu : les nitrates seront consommés soit par absorption directe de la plante entraînant une réorganisation de l'azote sous forme organique, soit par dénitrification.

## ● OPTIMISER L'ORGANISATION SPATIALE DE L'ENSEMBLE HAIE - TALUS :

Toute action d'implantation ou de restauration de haies et talus, privilégiant leurs fonctions vis-à-vis de l'eau et des sols, nécessite de :

- définir la **localisation de l'ensemble haie-talus par rapport aux écoulements**,
- s'inscrire dans une **optique d'organisation spatiale et d'optimisation du réseau bocager** plutôt que de densification du réseau, surtout dans un contexte de réimplantation de haies ou de consolidation d'un réseau existant.

### ● Localisation dans le bassin versant

Il convient d'appréhender les aménagements en fonction des mouvements de l'eau dans le bassin versant, et non pas simplement à l'échelle de la parcelle en bordure de la rivière (Molénat, 2002). Les axes majeurs d'écoulement du bassin versant sont à prendre en compte : ligne de plus grande pente, talweg, dépression locale, zones de convergence des écoulements. C'est la notion de **compartimentation du bassin versant**.

La figure 3 présente les implantations à proscrire sur un versant, avec un bocage clairsemé, dégradé qui ne joue en rien son rôle vis-à-vis des sols et des flux d'eau.

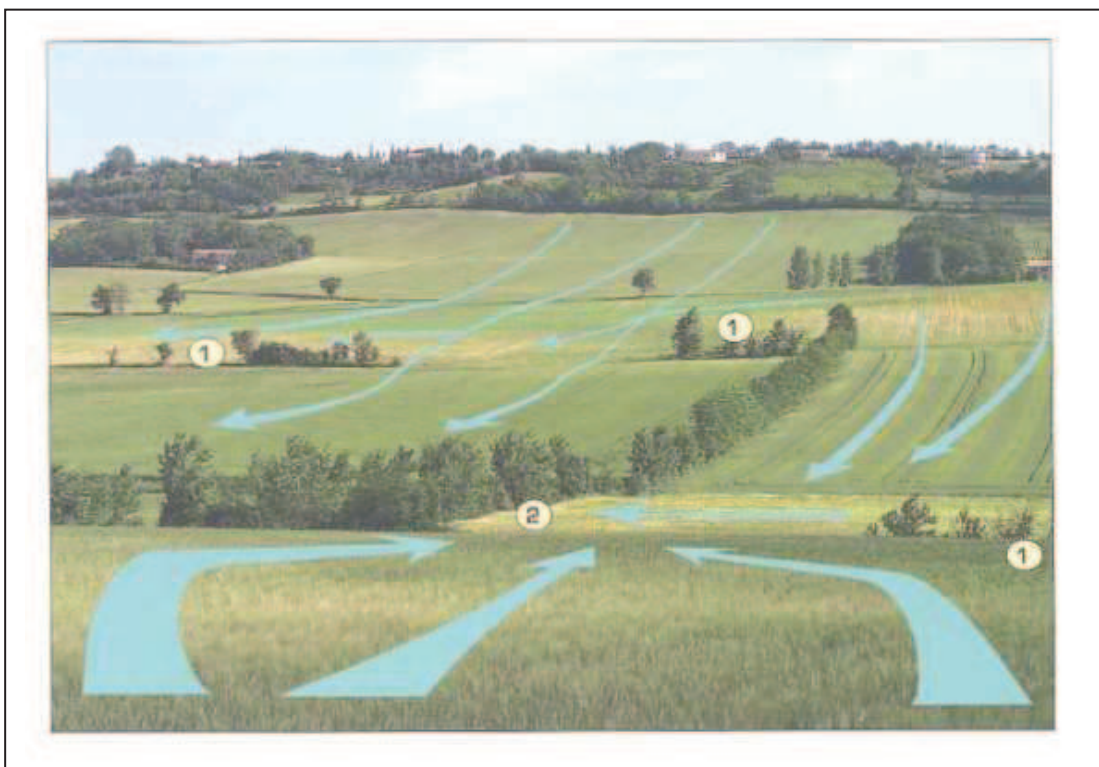


Figure 3 : circulation de l'eau dans un paysage bocager dégradé (Liagre F. et Girardin N., 2006).

Les résidus de haies ne font que détourner les flux d'eau en les concentrant (1). Des haies disposées contre le sens de la pente secondaire permettent de piéger l'eau mais restent moins efficaces si elles ne sont pas conçues comme une voie sans issue pour l'eau qui arrive (2). Dans ce type de paysage dégradé, la circulation de l'eau est moins freinée et emprunte rapidement des cheminements privilégiés.

Comparativement, la figure 4 illustre les possibilités d'implantation d'aménagements appelés "zones tampons". On peut observer des haies et talus en bordure, en aval de parcelle, au milieu pour couper une longue parcelle, en coin (localisation privilégiée des écoulements) et dans les talwegs. Un chenal enherbé ou une prairie en travers du talweg pourront être implantés.

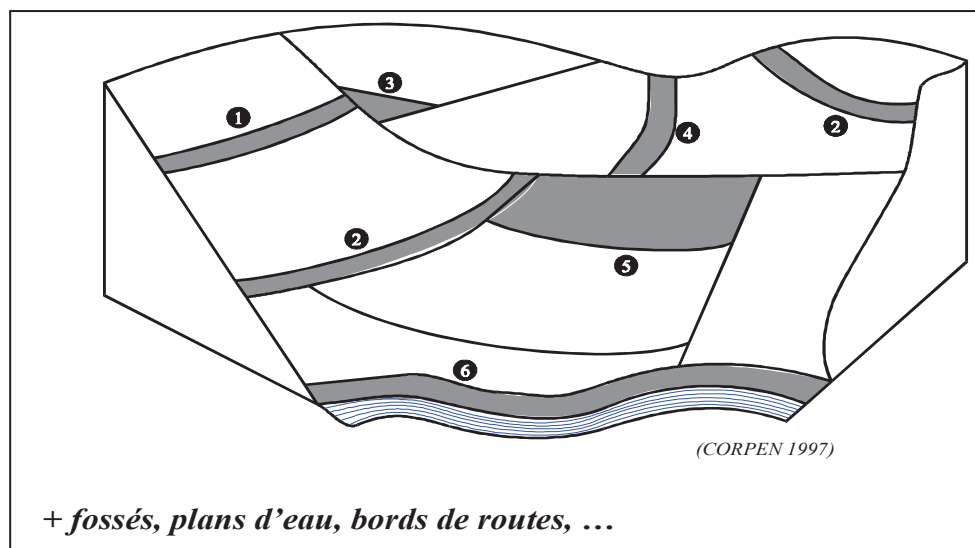


Figure 4 : aspects pratiques : quelle localisation ? (CORPEN, 1997).

Sur la figure 4, la position 6 est une localisation en bordure de rivière : soit une ripisylve, soit une bande enherbée. Elle est la plus spontanément admise. Elle est aussi soutenue par les réglementations. Ce type de localisation est cohérent avec la notion de ZNT (Zones Non Traitées, définies par rapport à l'utilisation des pesticides) et avec l'éco-conditionnalité de la politique agricole commune.

C'est aussi à cet endroit que l'on trouve des zones spontanément non cultivées. Ce type de localisation a pour intérêt principal de protéger contre la dérive de pulvérisation lors des traitements près des rivières. Elle offre aussi une « protection rapprochée » contre les apports directs des parcelles riveraines ainsi que contre les apports d'azote à la rivière (zone de dénitrification).

Si on cherche à retenir le phosphore mais aussi les matières en suspension et les pesticides au cours de leur transfert sur les versants, l'aménagement de zones tampons exclusivement en bas de versant présente deux types d'inconvénients :

- concentration maximale du ruissellement à ce niveau ;
- développement de zones plus fréquemment hydromorphes que celles des versants, d'où réduction de la perméabilité (inconvénient maximal pour les pesticides, mais aussi pour le phosphore et les matières en suspension) et risque de relargage du phosphore.

Ces inconvénients mettent en évidence l'importance de **ne pas se limiter à l'aménagement aux bords de cours d'eau, mais de mettre en place des aménagements le plus en amont possible sur les versants.**

## ● Orientation de la haie selon les courbes de niveau et sa plantation sur talus

- L'orientation des haies et talus est souvent dictée par la protection qu'elle va offrir contre les vents dominants et l'ensoleillement mais par contre, cette orientation est souvent imposée parallèlement aux courbes de niveau dans un objectif de protection des sols. Une haie placée perpendiculairement à la pente permet aussi de freiner les eaux de ruissellement et de favoriser les dépôts des éléments associés.
  - Pour lutter contre l'érosion des sols, les talus et les essences présentant un système racinaires très développés sont à privilégier. La nature et la composition des haies devront présenter un rapport optimisé entre "effet végétation" et "effet structure du sol".
  - Les haies ont vraisemblablement un impact sur les flux d'azote par les prélèvements pour la croissance de la végétation et peut-être aussi par une augmentation de la dénitrification.  
Si ce rôle du bocage à l'échelle du bassin versant n'est pas quantifié, cet effet a pu être montré à l'échelle locale, dans le cas d'une haie de ceinture de bas fond (haie sur talus avec prairie humide en aval). Caubel (2001) a comparé les teneurs en nitrate sur un transect coupant une haie et un transect sans haie situés à quelques mètres de distance. Elles sont plus faibles pendant toute l'année sur le transect avec haie : il entre dans la zone humide environ 4 fois moins de nitrate avec haie que sans haie. Au printemps, l'abattement entre l'amont et l'aval de la haie est en moyenne de 75 % soit 30 kg N/ha. La part relative liée à la dénitrification ou à l'assimilation n'a pas été mesurée (in Ferchaud F., 2006).
- L'implantation de haies et talus se fait préférentiellement le long des courbes de niveau, que ce soit dans un souci de lutte contre l'érosion des sols ou de contrôle des flux d'eau.
- Les haies et talus à conserver et développer en priorité sur le plan hydrologique sont les haies de ceinture de bas-fonds et les haies participant au stockage et au ralentissement de la circulation des eaux ruisselées à la surface du sol.

## ● Cohérence et connexion, plutôt que densité du réseau

Dans les opérations d'aménagement, la densité de haie-talus ou de linéaire boisé est un critère généralement employé pour mesurer ou définir le bocage. La densité du réseau est un facteur de contrôle de débit de la rivière non-négligeable (Viaud V., 2004). Mais en terme fonctionnel, c'est davantage la position des haies, leur cohérence spatiale dans le bassin versant et leur degré de connexion entre elles qui ont une influence majeure.

Il faut raisonner un aménagement global du réseau en termes de continuité, plutôt que de haies individuelles. Comme on peut l'observer sur la figure 5, la continuité linéaire, c'est-à-dire sa qualité de connexion d'une haie à l'autre, est un facteur primordial.

- L'objectif est de créer des voies sans issue pour l'eau. Une haie fermée (si possible sur talus) en aval de la parcelle et disposée selon les courbes de niveau permettra d'éviter les sorties d'eau et d'éléments fins.

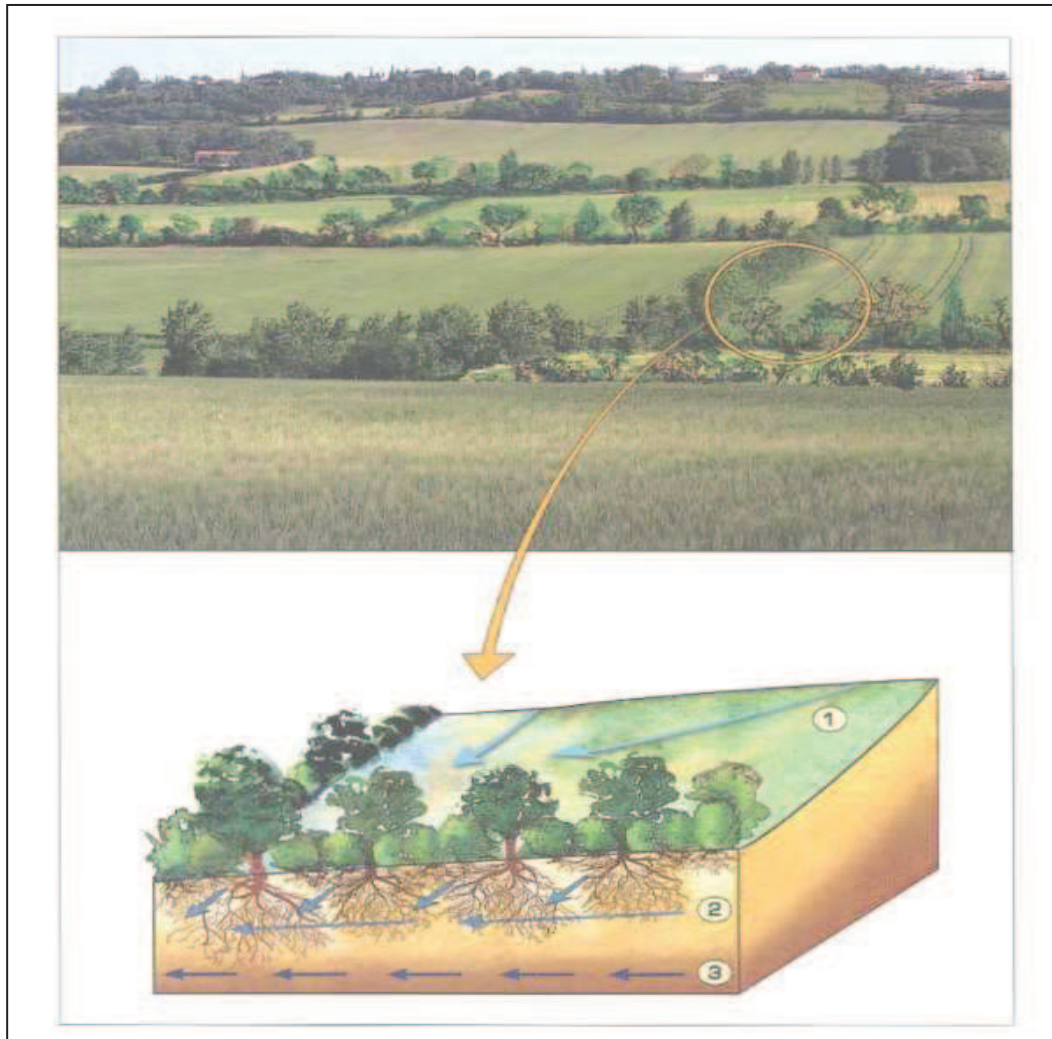


Figure 5 : effet de l'aménagement global sur les écoulements (Liagre F. et Girardin N., 2006).  
La disposition d'un maillage bocager permet de constituer des voies sans issues pour l'eau (1), la forçant ainsi à s'infiltrer dans le sol (2). Néanmoins, selon le contexte pédologique, une partie de l'eau peut s'écouler sous la zone racinaire des arbres, notamment lorsque ceux-ci sont peu développés (3).

Ces notions de **réseau**, **cohérence** et **connexion** sont présentées ici vis-à-vis de leurs impacts sur l'eau et les sols. Mais elles sont importantes également en termes de **biodiversité**. En effet, la notion de fonction biologique est particulièrement liée à la connexion entre deux ou plusieurs habitats écologiques. On parle alors de **corridors biologiques**.



 **RÉFÉRENCES**

**Agrotransfert, 2006.** La démarche Territ' eau : Apports méthodologiques pour améliorer la qualité de l'eau par la gestion spatiale des activités agricoles et l'aménagement du paysage. 70 p. Site internet : [http://agro-transfert-bretagne.univ-rennes1.fr/Territ\\_eau/Referentiel/Paysage\\_Transferts/](http://agro-transfert-bretagne.univ-rennes1.fr/Territ_eau/Referentiel/Paysage_Transferts/)

**Baudry J. et Jouin A., 2003.** De la haie aux bocages : organisation, dynamique et gestion. Editions INRA, 435 p.

**Bidois J., 1999.** Aménagement de zones humides ripariennes pour la reconquête de la qualité de l'eau : expérimentation et modélisation. Thèse de l'Université de Rennes 1, 214 p. + annexes.

**Caubel, V., 2001.** Influence de la haie de ceinture de fond de vallée sur les transferts d'eau et de nitrate. Thèse ENSA Rennes, 156 p.

**CORPEN, 1997.** Produits phytosanitaires et dispositifs enherbés. 88 p.

**Ferchaud F., 2006.** Pratiques agricoles, fuites de nitrates et qualité de l'eau dans les bassins versants : *Synthèse des références applicables au contexte breton*, Agrocampus Rennes, CEVA Pleubian, 132 p.

**Hubaud M.-O., 1992.** Haies et talus. Intérêts et avenir. Quelle démarche pour le Morbihan ? Observatoire départemental de l'environnement du Morbihan Report, Vannes France.

**Lemerrier B., 2003.** La pollution par les matières phosphorées en Bretagne : sources, transfert et moyens de lutte. DIREN Bretagne. 85 p.

**Liagre F., 2006.** Les haies rurales – Rôles, création, entretien. Editions France agricole. 320 p. (Illustrations de Girardin N.)

**Mérot P., Viaud V., Grimaldi C., 2004.** Haie et qualité des eaux. Forêt Entreprise n°159, oct. 2004, p.30-33.

**Molénat J., Durand P., Gascuel-Odoux C., Davy P., Gruau G., 2002.** Mechanisms of nitrate transfert from soil to stream in an agricultural watershed of French Brittany/Water, air and soil pollution, vol.133, p. 161-183.

**Viaud V., 2004.** Organisation spatiale des paysages bocagers et flux d'eau et de nutriments : approche empirique et modélisation. Thèse de doctorat de l'ENSA Rennes, 267p. + annexes.

**Walter C. , Merot Ph., Layer B. et Dutin G., 2003.** The effect of hedgerows in soil organic carbon storage on hillslopes. *Soil Use and Management*, 19, 201-20. <http://dx.doi.org/doi:10.1079/SUM2002190>