

Le « rebocagement » : une réponse pertinente face aux enjeux érosifs ?

Retour d'expérience du Pays de Caux

Dans le Pays de Caux, en Seine-Maritime, trois quarts du territoire est concerné par l'érosion hydrique. Dans les zones les plus à risques, la plantation de haies hyperdenses fait partie des solutions de génie végétal pour limiter de manière efficace les transferts de matières en suspension et la pérennité des sols. C'est ce que confirment plusieurs études dont l'auteur de cet article nous fait la synthèse.

Enjeux du ruissellement érosif en zones de grandes cultures

L'érosion hydrique des sols est un phénomène naturel à l'échelle des temps géologiques. Cependant, l'évolution de l'agriculture et de l'usage des sols depuis les années 1950 ont accru son intensité d'un facteur variant de 10 à 1 000, selon la sensibilité de la région, l'occupation du sol et les méthodes culturales (Roose, 1994). L'augmentation des retournements d'herbages et l'agrandissement des structures agricoles accélèrent encore aujourd'hui les phénomènes érosifs. Ce sont les éléments fins (argile, matière organique et éléments associés) les plus utiles à l'agriculture qui sont les plus exportés. Ces pertes irréversibles menacent la durabilité des sols productifs.

Les autres effets liés au ruissellement érosif sont très impactants : coulées de boues, comblement des réseaux et des ouvrages de protection contre les inondations, colmatage, envasement, pollution des cours d'eau et des nappes phréatiques en région karstique, etc.

La stratégie d'actions techniques mise en œuvre pour réduire les phénomènes d'érosion et leurs impacts repose sur une bonne connaissance des processus locaux de l'érosion des sols, puis sur la mise en place de combinaison de mesures préventives à la parcelle et de mesures curatives à l'échelle de la parcelle et/ou du bassin versant. Ces mesures consistent d'abord à réduire la genèse du ruissellement et l'érosion diffuse à la parcelle (ex. : couverture hivernale des sols et création de lit de semence très motteux) et ensuite à maintenir ou développer – voire redévelopper – des mesures localisées sur le chemin de

l'eau, ou zones tampons. L'ensemble de ces mesures ont différentes fonctions : d'infiltration, anti-érosives, ou sédimentaires. Il s'agit principalement des bandes enherbées, des chenaux enherbés (*grasswaterways*), des haies arbustives à plat ou sur talus, des haies herbacées et des fascines (Le Bissonnais *et al.*, 2002). Ces objets protègent les milieux récepteurs mais n'empêchent pas l'ablation du sol au sein du champ. Le redéploiement en limite de parcellaire des haies anti-érosives aux caractéristiques spécifiques constitue un élément fort de cette stratégie et conduit au « rebocagement »¹ des territoires. C'est ce point en particulier qui est examiné dans cet article.

Intérêts et limites des haies hyperdenses sur l'érosion des terres

Lorsque les haies sont implantées perpendiculairement aux versants, aux axes de talweg ou aux points bas de champ, elles ont la capacité d'intercepter les écoulements. Cela concerne les haies intra-parcellaires face à des écoulements diffus (agroforesterie) ou les haies en ceinturage de parcelles face à des écoulements concentrés ou diffus. Leur action sur l'érosion des terres repose sur la capacité à ralentir les écoulements, ce qui entraîne le dépôt des particules transportées par les lames de ruissellement de faible épaisseur : 0,1 à 0,3 m. Ces dépôts se font en amont et/ou dans les haies. Ce frein est lié à

1. Redéveloppement d'un paysage de bocage sur un territoire.

la fois à la densité d'obstacles (tiges, talus) et la capacité d'infiltration. En fonction de leur capacité à réduire les transferts de particules érodées, on classe les haies en deux types principaux : les haies sur talus, où le talus joue le rôle d'obstacle, et les haies à plat, où la densité des tiges arbustives et de la strate herbacée limite la vitesse de l'écoulement.

Fonction de ralentissement dynamique et sédimentation

L'efficacité des haies dans la réduction des transferts de particules est proportionnelle au ralentissement des écoulements, qui lui-même résulte du débit entrant, et donc de l'aire ruisselante, des états de surface des parcelles en amont, de la pente locale et de l'étalement en largeur perpendiculairement à l'écoulement. Les vitesses d'écoulement doivent être inférieures à 0,10 m/s pour commencer à avoir un effet significatif sur la sédimentation (Hjulström, 1934). Dans les expériences conduites *in situ* avec des débits unitaires de 2 à 6 l/s/m de large et des concentrations en matières en suspension (MES) comprises entre 9 et 27 g/l, lorsque les haies ont une très forte densité de tiges sortant du sol (> 50 tiges/ml) plus ou moins associée à la strate herbacée, les taux d'abattement des MES peuvent atteindre 74 à 99% (figure 1, Ouvry *et al.*, 2012).

Des résultats équivalents ont été obtenus avec des haies particulières, car constituées exclusivement d'herbacées régionales, même si elles ne sont pas issues du bocage proprement dit (Kervroëdan, 2018). Ces haies « artificielles » dédiées à la réduction de l'érosion sont constituées d'espèces locales sélectionnées sur cinq traits principaux et leurs combinaisons (surface foliaire, densité de feuilles, densité de surface foliaire, densité de diamètre des tiges et densité de surface de tiges). Les haies sont implantées de façon rapprochée sur des bandes étroites pour constituer une sorte de massif végétal dense et filtrant. Elles peuvent être mono spécifiques à base de *Carex flacca* (laïche glauque), *Festuca arundinacea* (fétuque élevée) et *Phalaris arundinacea* (baldingère faux-roseau) ou plurispécifiques avec des monocotylédones (environ 80%) et des dicotylédones (*Tanacetum vulgare* ou tanaïse, environ 20%). Face aux mêmes gammes de débits et de concentrations en MES que celles utilisées avec les haies arbustives, les taux de sédimentation avec les haies herbacées se situent entre 52 et 87% (figure 2).

Que ce soit dans le cas de haies arbustives hyperdenses ou dans celui de haies herbacées, ce sont toujours les particules grossières (agrégats, sables et limons grossiers) qui sédimentent le plus ; les particules fines, types argiles, ne se déposent pratiquement pas. En sortie, les concentrations maximales en MES observées varient entre 1 et 2 g/l. Le modèle développé par Dabney *et al.* permet d'évaluer l'efficacité d'une haie par classe de granulométrie.

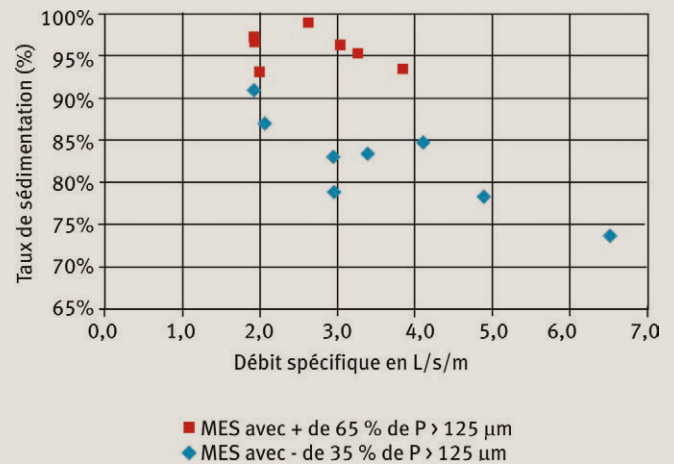
Cette efficacité différenciée de la sédimentation selon la taille des MES a des répercussions sur le choix de localisation spatiale des haies. Puisque les haies sont plus efficaces sur la sédimentation des éléments grossiers, il en résulte que, plus les haies arbustives ou herbacées, ou les fascines, sont proches de la source de sédiments (parcelles érodées), plus elles peuvent réduire les transferts. Il est

donc avantageux de répartir les haies sur tout le versant, sur les têtes de talwegs et non pas uniquement perpendiculairement au talweg principal en aval d'un bassin versant de plusieurs dizaines d'hectares. De même, les haies sur talus, dès lors que le talus est perpendiculaire au versant (ou avec une pente longitudinale de 0,5 à 1%), ont une très forte capacité à réduire les vitesses d'écoulements et donc à retenir les MES.

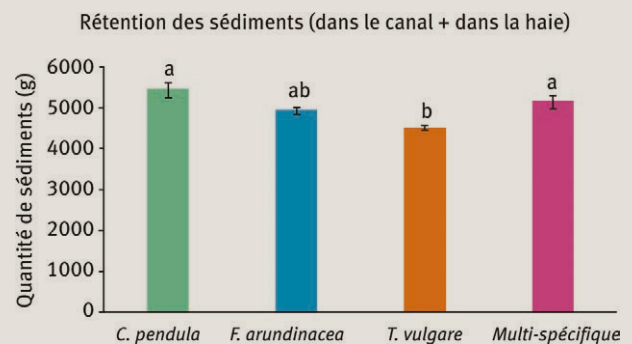
Ces résultats corroborent ceux produits par le BRGM² (Pannet, 2012), dans une étude de simulation d'érosion réalisée avec le modèle STREAM sur sept sous-bassins versants de 100 à 300 ha, sur le Cailly (Seine-Maritime).

2. Bureau de recherches géologiques et minières, service géologique national.

1 Taux de sédimentation des matières en suspensions (MES) en amont de haies et de fascines en fonction du débit spécifique et pour deux types de granulométries en MES selon la proportion de particules de taille > 125 µm représentant soit moins de 35%, soit plus de 65%.



2 Quantité de sédiments retenus en amont et dans la haie pour quatre types de haies herbacées avec un apport de 6,48 kg de matières en suspension dans un débit de 4 L.s⁻¹.m⁻¹. Les barres représentent les valeurs moyennes ± erreur standard (Kervroëdan, 2018).



1 Typologie des haies et ordre de grandeur de l'efficacité potentielle sur les fonctions de sédimentation et d'infiltration.

		Ordre de grandeur d'efficacité par fonction			
		Orientation par rapport à l'axe du talweg	Typologie du ruissellement	Sédimentation	Infiltration
Haie dense	À plat	Perpendiculaire au talweg	Concentré	++ à +++	+
Haie peu dense	À plat	Parallèle au talweg	Concentré	o à +	++
	À plat	Perpendiculaire au talweg ou au versant	Concentré	# o	o à +
	À plat	Perpendiculaire au versant	Diffus	+ à ++	+++
	Sur talus		Indifférent	+++	+++

Sur chacun de ces sous-bassins versants, le BRGM a modélisé et testé l'efficacité antiérosive de 36 fascines placées en limite de parcelle (les fascines agissent selon les mêmes modes que les haies hyperdenses face à un écoulement concentré). L'étude a démontré que l'efficacité augmente avec la densité de fascines : en moyenne 84 % de réduction des transferts avec une fascine tous les 250 m, 75 % pour un écartement de 500 m et 71 % lorsque l'espacement est de 1 000 m, car il y a des débordements. On note aussi une variabilité des résultats du fait des caractéristiques mêmes des fascines (dimensions), de celles du site (pente locale, largeur du fond de vallon) et de celles des parcelles amont (variation des aires drainées, occupation du sol plus ou moins ruisse-lante) : efficacité de 65 à 100 % dans le cas de fascines implantées tous les 250 m et de 35 à 100 % dans le cas de fascines implantées tous les 1 000 m.

Fonction complémentaire d'infiltration

Il est possible d'agir sur la réduction de la capacité de transport du flux, et donc du transfert de MES, en diminuant le débit grâce à l'infiltration d'une partie de l'écoulement. En bonnes conditions hydrologiques, les haies bien développées présentent des capacités d'infiltration élevées de l'ordre de 180 à 450 mm/h (CORPEN, AREAS, Viaud, 2007), néanmoins ceci reste modeste face aux écoulements. En effet cela ne représente que des débits d'infiltration de l'ordre de 0,05 à 0,15 l/s par m² de haie. On constate que pour obtenir un effet significatif, la haie doit présenter une grande surface en contact avec le ruissellement, ce qui correspond à deux situations sur le bassin versant : la haie perpendiculaire au versant et la haie longitudinale sur le talweg. À noter que cette infiltration permet de répondre aussi à d'autres problématiques comme la réduction des transferts de produits dissous, notamment les produits phytopharmaceutiques. Le tableau 1 résume les classes de l'efficacité potentielle des haies par fonction selon le type de haies et la localisation dans le bassin versant.

Répartition spatiale et complémentarité des aménagements

La répartition spatiale des haies ou fascines, des bandes enherbées et des prairies influe aussi sur la réduction globale des transferts. Ainsi, l'étude portée par le BRGM

sur le bassin versant du Cailly, a démontré qu'à l'échelle du bassin versant et des milieux récepteurs, il est plus pertinent de placer en amont des objets de type haies, fascines et bandes enherbées de bout de champs, puis « d'équiper » les talwegs plus en aval de chenaux enherbés et de conserver les prairies de fond de talwegs principaux. Avec une densité de l'ordre d'une haie ou fascine pour 30 ha et des talwegs enherbés en aval, le taux de sédimentation atteint 97 % pour des événements pluviométriques d'occurrence décennale. Les principes de répartition spatiale des zones tampons sont illustrés sur la figure 3.

Sur les versants ou dans les têtes de talwegs peu pentus, il est aussi possible d'associer la haie (côté amont) avec une bande enherbée (côté aval) afin d'accroître le taux de sédimentation. En effet, la présence de la haie conduit à étaler l'écoulement sur une grande largeur et une faible épaisseur de lame d'eau, ce qui produit la sédimentation des particules grossières. Ensuite, la présence d'une zone enherbée supplémentaire favorise le dépôt des particules un peu plus fines, surtout si les brins d'herbe sont très denses et si l'infiltration est élevée. Le taux de sédimentation peut être accru de 10 à 15 %.

Limites et précautions

Sur le terrain, les courts circuits constituent la principale limite d'efficacité observée : ce sont des passages préférentiels résultant de la microtopographie, de l'activité de l'exploitant, du déplacement des animaux, de haies trop courtes, de dépôts sédimentaires importants avec contournement de la haie. Le diagnostic doit être réalisé de façon à les éviter.

L'effet des haies est d'autant plus efficace que les vitesses et débits restent faibles. Ainsi, les haies ne sont pas adaptées aux écoulements d'occurrence exceptionnelle ou pour gérer des flux sur des aires d'écoulement trop grandes et aux pentes fortes.

Par ailleurs, elles sont d'autant plus efficaces que l'érosion sera limitée en amont dans les champs (techniques culturales, couverts végétaux) et en aval sur les axes d'écoulement concentrés (bas de champs, talwegs) par la mise en place d'actions complémentaires comme les chenaux enherbés, des bandes enherbées de bas de champs, des fascines et autres.

Vers la reconstitution d'un paysage bocager

D'un point de vue paysager, les haies arbustives hyperdenses anti-érosives (et les fascines vivantes) créent des discontinuités linéaires à l'interface des parcelles qui soulignent le relief, divisent l'espace, structurent le paysage sous forme de bocage. Elles contribuent aussi à la trame verte avec sa biodiversité et ses continuités écologiques. La photo 1 en donne un exemple.

Il est aussi préconisé de croiser plusieurs objectifs comme par exemple :

- entre deux parcelles, sur le talweg, la haie doit avoir les caractéristiques adéquates pour freiner les écoulements et provoquer la sédimentation. Sur le reste du linéaire, elle peut avoir d'autres caractéristiques favorables à la biodiversité et au paysage ;
- une haie perpendiculaire au versant peut être associée à des fossés discontinus (à redents) pour accroître l'infiltration, ou implantée sur talus, etc.

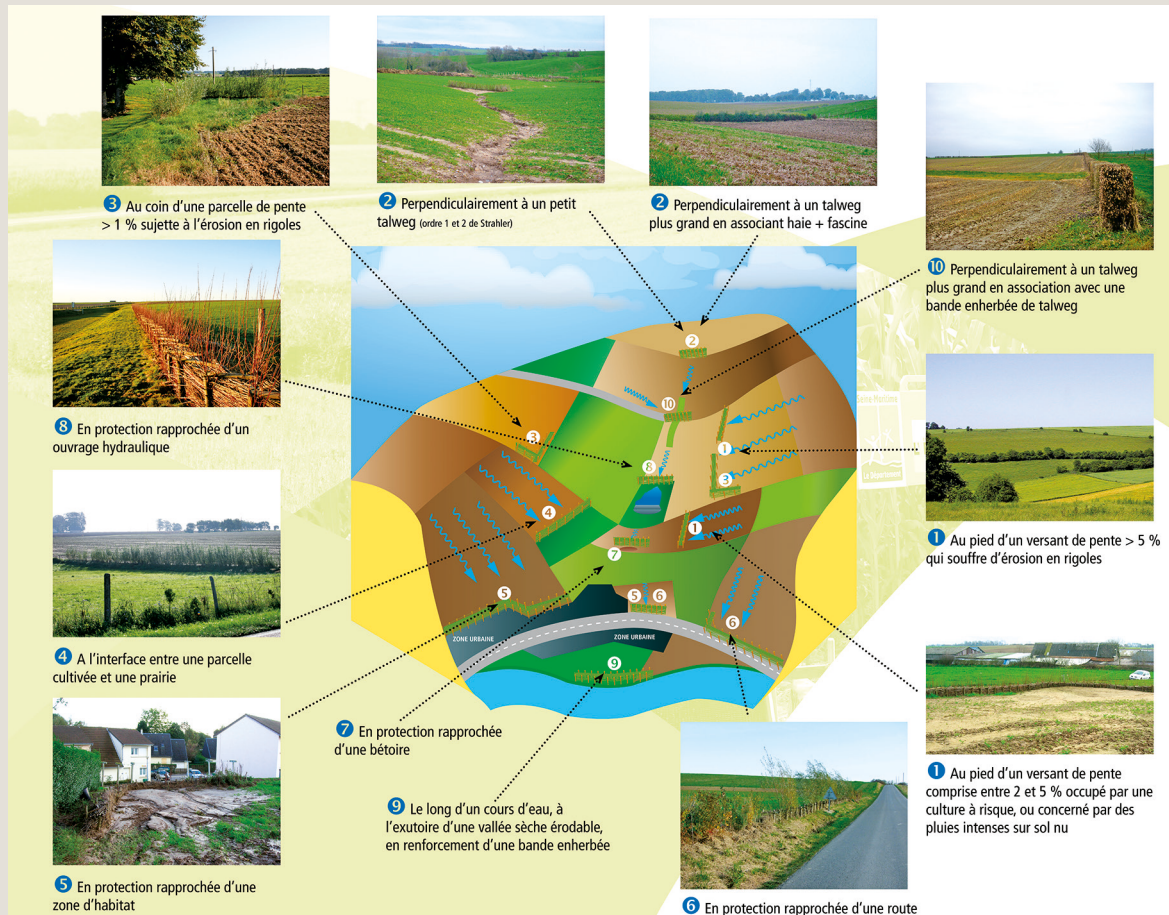
À l'échelle des bassins versants sensibles à l'érosion, pour obtenir un effet significatif sur la réduction de l'érosion et des transferts de MES en aval, il est nécessaire

de mettre en place une forte densité de haies et autres zones tampons (un pour 10 à 30 ha). Le résultat visuel sera l'émergence d'une forme de bocage qui n'existait pas dans les zones d'openfield et qui se redéveloppera là où il était présent.

Conclusions

Dans les territoires fortement impactés par l'aléa érosion, les connaissances sur les zones tampons sont maintenant suffisantes pour que les collectivités et les agriculteurs s'engagent dans un ensemble d'actions. Le choix des mesures, de la densité d'aménagement et de leur localisation repose sur un diagnostic initial détaillé et une concertation étroite pour atteindre l'objectif défini ensemble. Dans les bassins versants à risque, les haies font partie des solutions de génie végétal mises en place avec les autres types de zones tampons pour atteindre l'efficacité maximale. Il importe de bien prendre en compte la répartition spatiale des différents aménagements : haies, chenaux enherbés, bandes enherbées, haies herbacées et prairies permanentes. Ces aménagements, qui peuvent représenter

Exemple de répartition spatiale de haies pour limiter les transferts de particules érodées.



❶ Exemple de « rebocagement » d'un openfield à Sainte-Colombe après aménagement avec des haies inter-parcellaires et des fascines vivantes anti-érosives sur les axes d'écoulement dans les points bas (AREAS, 2017).



© AREAS

de 0,5 à 4 % du territoire, participent à la structuration paysagère des territoires, au « rebocagement » des bassins versants, et méritent d'être intégrés systématiquement aux réflexions liées à l'aménagement du territoire. C'est le cas par exemple dans le Pays de Caux et dans les Hauts de France où les zones tampons linéaires de type haies se développent pour, entre autre, réduire les transferts de particules érodées et assurer la pérennité des sols : en près de vingt ans, ce sont 288 km cumulés de haies qui ont ainsi été implantés !

Enfin, outre les connaissances nécessaires au déploiement de ces mesures, leur réussite repose autant sur l'animation de terrain et la dimension financière que sur une volonté politique locale affirmée et menée sur le long terme. ■

Les auteurs

Jean-François OUVRY, Jean-Baptiste RICHEL
et Mathieu SAUNIER

AREAS,
2 Avenue Foch, F-76460, Saint Valery en Caux, France.

✉ jf.ouvry@areas.asso.fr
✉ jb.richel@areas.asso.fr
✉ m.saunier@areas.asso.fr
✉ <http://www.areas-asso.fr/>

Remerciements

Ces travaux ont été soutenus par l'Agence de l'eau Seine-Normandie, les départements de la Seine-Maritime et de l'Eure et la Région Normandie.

EN SAVOIR PLUS...

📖 CATALOGNE, C., LE HENAFF, G., IRSTEA, AFB, GROUPE TECHNIQUE INTEGRATION DES ZONES TAMPONS DANS LA GESTION DES BASSINS VERSANTS POUR LA PREVENTION DES POLLUTIONS DIFFUSES AGRICOLES, 2017,

Guide d'aide à l'implantation des zones tampons pour l'atténuation des transferts de contaminants d'origine agricole, AFB, Collection Guides et protocoles, 50 p. + ann. 18 p., disponible sur :

http://oai.afbiobiodiversite.fr/cindocoai/download/PUBLI/1032/1/2017_020.pdf_15580Ko

📖 CHAMBRES D'AGRICULTURE DE LA SEINE MARITIME ET DE L'EURE, AREAS, 2008, Érosion, turbidité, inondation : un large champ de solutions pour les agriculteurs : 20 Fiches techniques, disponible sur :

<https://seine-maritime.chambres-agriculture.fr/environnement/eau/lutte-contre-lerosion-et-le-ruissellement/fiches-techniques-erosion/>

📖 CORPEN, 2007, *Les fonctions environnementales des zones tampons. Les bases scientifiques et techniques des fonctions de protection des eaux et annexes*, CORPEN, 75 p. et 101 p.

📖 KERVROEDAN, 2018, Effets des traits et de la diversité fonctionnelle sur le ruissellement et la rétention des sédiments, thèse Université de Picardie, 255 p.

📖 LE BISSONNAIS, Y., THORETTE, J., BARDET, C., DAROUSSIN, J., 2002, L'érosion hydrique des sols en France, disponible sur : <http://erosion.orleans.inra.fr/rapport2002/>

📖 OUVRY, J.-F., RICHEL, J.-B. *et al.*, 2012, Fascines & haies pour réduire les effets du ruissellement érosif – Caractérisation de l'efficacité et conditions d'utilisation, AREAS, 70 p., disponible sur :

http://www.areas.asso.fr/images/expe%20autres/efficacite_haies_fascines AREAS_68p.pdf

📖 PANNET, P., 2012, *Étude BRGM n° RP-60619-FR : Cartographie de l'aléa érosion des sols, des enjeux et des zones à protéger sur le territoire du SAGE des bassins versants Cailly-Aubette-Robec. Propositions d'actions de protection adaptées aux enjeux*, La CREA, 86 p. + annexes.

📖 ROOSE, E., 1994, *Introduction à la gestion conservatoire de l'eau, de la biomasse et de la fertilité des sols*, Bulletin pédagogique de la FAO n° 80, 2d., FAO, 422 p.



Le « rebocagement » : une réponse pertinente face aux enjeux érosifs dans les zones d'openfield ?