

Formation

Aménagements d'hydraulique douce

Types d'aménagements, intérêts, efficacité, limites

Jeudi 24 février 2022

Par Jean-Baptiste RICHEL et Jérôme LEDUN
AREAS



AREAS : des actions et des moyens



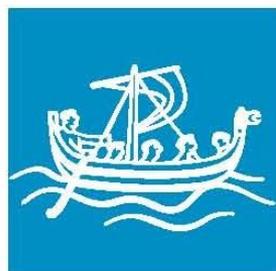
↘ Trois principaux volets d'actions :

1. Développer la recherche appliquée, avec l'acquisition de connaissances et la recherche de solutions préventives ou curatives sur les bassins versants
2. Diffuser les résultats, accompagner et former les techniciens et ingénieurs de Haute-Normandie et de France
3. Conseiller les collectivités, les institutionnels, les agriculteurs

↘ Des partenaires historiques : AESN, départements 76 et 27, CA 76 et tous les syndicats de bassins versants et collectivités compétentes

↘ Pour superviser les activités : conseil d'administration (14 membres), conseil scientifique et conseil d'orientation

↘ Une équipe : 3 ingénieurs, 1 administratif



eau
seine
NORMANDIE



DÉPARTEMENT DE
L'EUVE
en Normandie



Volet : expérimentations de terrain

- ↳ Objectif : acquérir des références régionales pour définir et proposer des solutions adaptées et efficaces
- Agronomie : réduire la production de ruissellement (battance, travail du sol...)
 - Lutter contre l'arrachement et le transfert de particules

Pratiques Culturales

Zones Tampons Inter-Parcellaires



**Comparaison sous
pluie naturelle**



**Comparaison sous
pluie simulée**



**Haies
et fascines**



**Chenaux enherbés
(le long de thalweg)**

Ruissellement et érosion (Nord de la France)



Le ruissellement génère une érosion des sols cultivés (limons)



Pluie



Pluie



1 à 10 tonnes /ha /an

Des impacts multiples



Pollution des rivières



Dépôts de boues

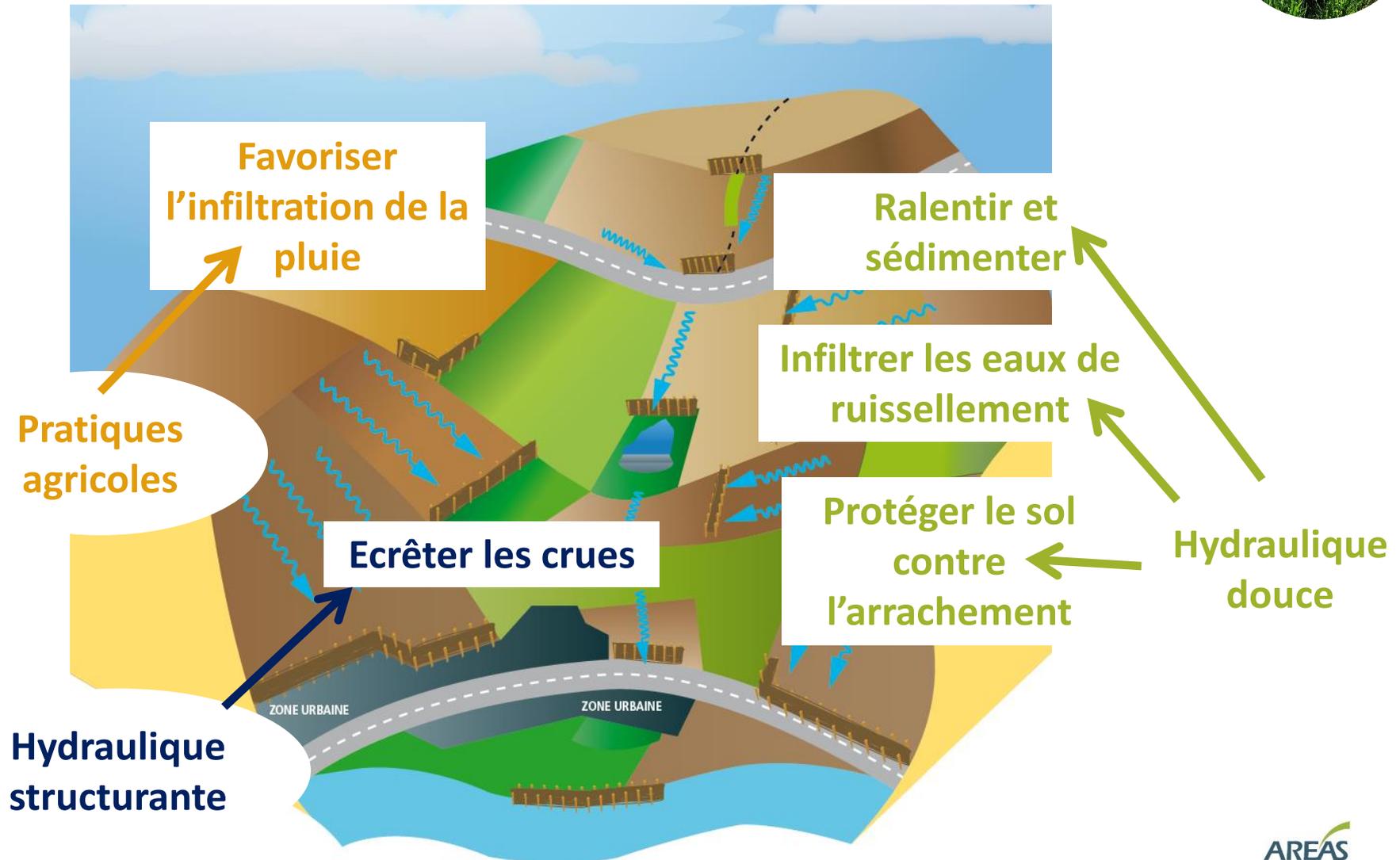


Dégradation de la qualité de l'eau potable



Inondations

Des actions complémentaires





Thème de la formation

↳ Principes et définitions des différents aménagements d'hydraulique douce

- Conception et utilisation
- Efficacité et limites

↳ « Hydraulique douce » ou « Zone tampon » ?

↳ Autres formations sur l'hydraulique douce

- Juin 2022 : Dimensionnement des aménagements
- Stratégie d'aménagement à l'échelle du bassin versant à retrouver sur le site de l'AREAS : <https://www.areas-asso.fr/ressources/documents/formation-hydraulique-douce-2-3-organisation-des-zones-tampons-au-sein-dun-bassin-versant-trois-retours-dexperiences-par-simulation-numerique-ouvry-areas-2021/>



Quel objectif ?

↘ Quel enjeu à protéger ? Où est-il situé dans le BV ?

- Bâti
- Route
- Ouvrage
- Captage AEP...

↘ Contre quoi ?

- Inondation
- Coulée boueuse / dépôt de limon
- Turbidité, pics de concentration en produits phyto

↘ Quel niveau de protection ?

- Ne pas dépasser un certain niveau de dommage
- Ne pas dépasser une certaine concentration, turbidité

↘ Pour quelle période de retour ?



Quels moyens ?

- ↳ Quel type d'aménagement en fonction de l'objectif ?
- ↳ Quel dimensionnement, quelle conception ?
 - Dimensionnement toujours nécessaire
 - « Petits aménagements » mais technicité élevée, et réalisation complexe, surtout en domaine privé
- ↳ Comment répartir les aménagements à l'échelle du bassin versant ?
 - Voir formation Hydraulique douce (2/3)
- ↳ Les aménagements d'hydraulique douce sont-ils suffisants vis-à-vis de l'objectif ?
 - Actions complémentaires sur les pratiques agricoles pour limiter le ruissellement et l'érosion
 - Actions de réduction de l'aléa, de gestion de crise, de culture du risque pour réduire les dommages par inondation

An aerial photograph showing a network of green agricultural fields. A prominent feature is a drainage ditch or channel that runs diagonally across the fields, with a small stream or water flow visible within it. The fields are separated by narrow paths or roads. The overall scene illustrates a typical agricultural landscape where water management is crucial.

Programme

↳ Les différents types d'aménagements d'hydraulique douce

- Bande enherbée de bas de champs
- Talweg / chenal enherbé
- Boisement d'infiltration
- Haie et fascine
- Gabions
- Mare tampon / Zone Tampon Humide Artificielle
- Bande ligno-cellulosique
- Haie herbacée
- Agroforesterie

↳ Bilan comparatif

↳ Combinaison d'aménagements

↳ Ressources

Bande enherbée de bas de champs

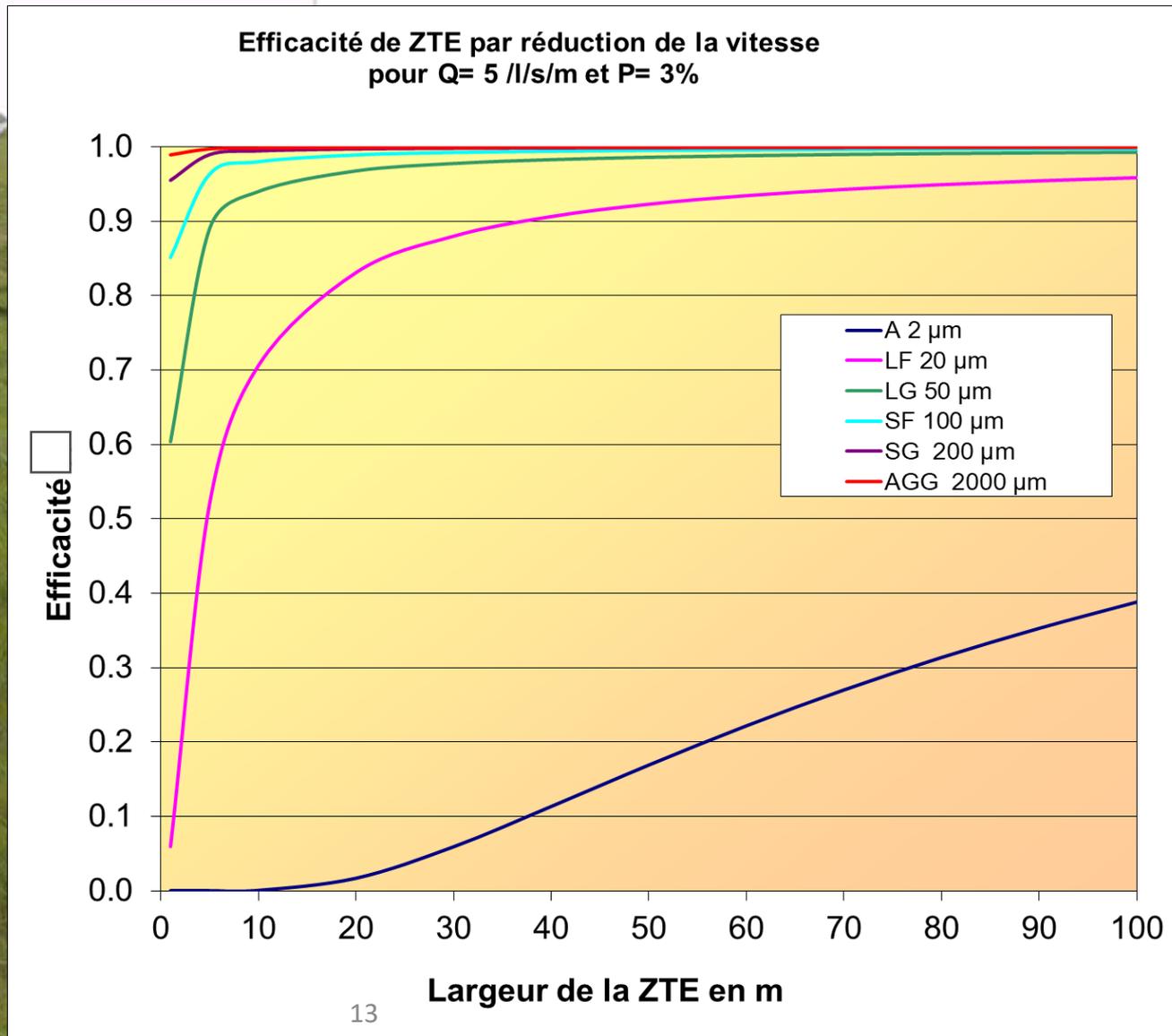


Rôle d'une bande enherbée



Fonction	Efficacité, limites, commentaires
<ul style="list-style-type: none">● Sédimentation : 70 à 99% des particules sont piégées (lorsque la bande enherbée mesure plus de 3 m de large)● Infiltration 5 à 10 mm/h (parfois jusqu'à 150mm/h)● Erosion : éviter formation de rigoles sur fourrière.	<ul style="list-style-type: none">● Action sur les ruissellements diffus et débits limités (qq l/s/ml)● Faibles dépôts en cas de concentration des ruissellements parallèles à la zone enherbée : existence d'un bourrelet;● Ré-infiltration limitée si sol compacté● À noter que les particules argileuses sont peu sédimentées.

Méthode de Barfield : Efficacité / granulométrie



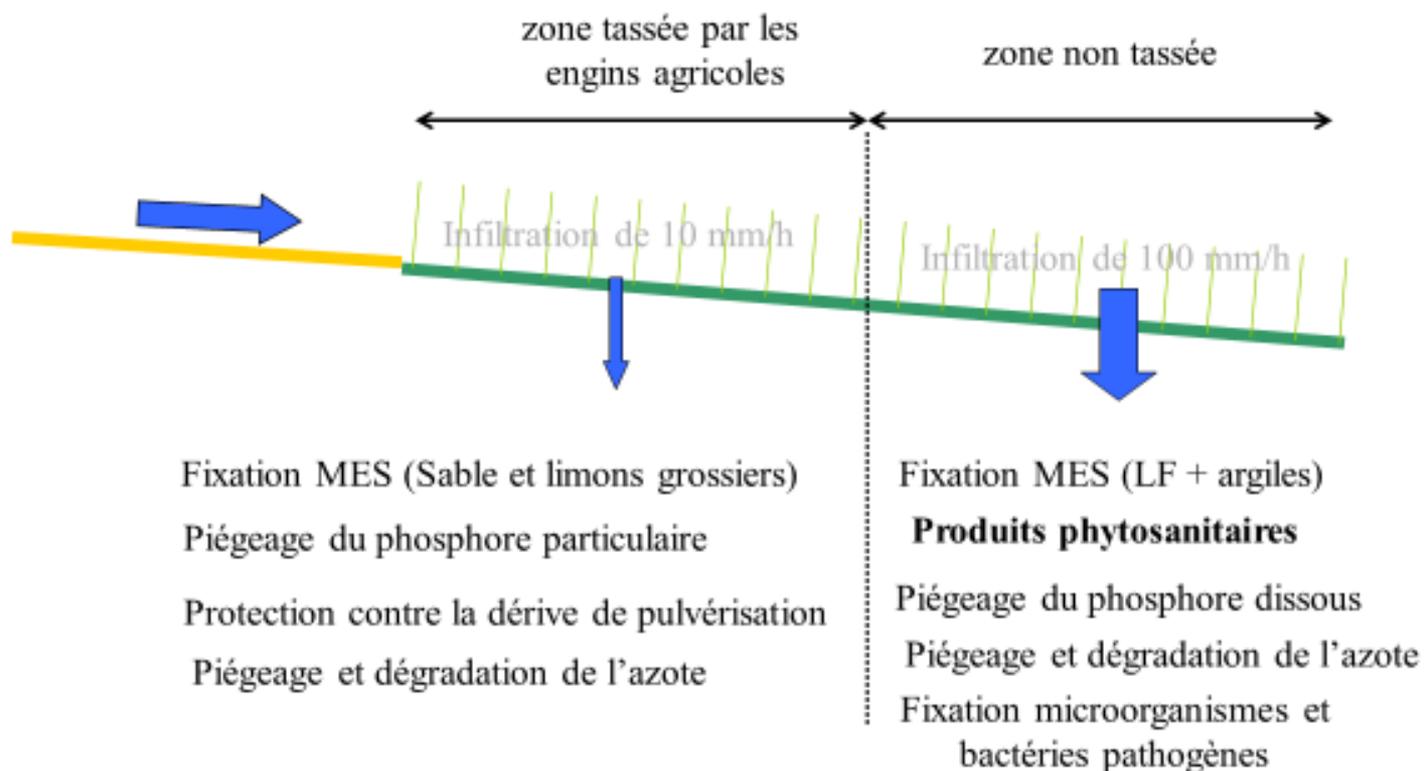
Estimation de l'efficacité de la sédimentation selon la granulométrie des particules pour un débit unitaire donné et une pente donnée.

(modélisation avec équation de Barfield et al. 1975)

VFS Mod : exemple d'application

↳ Exemple :

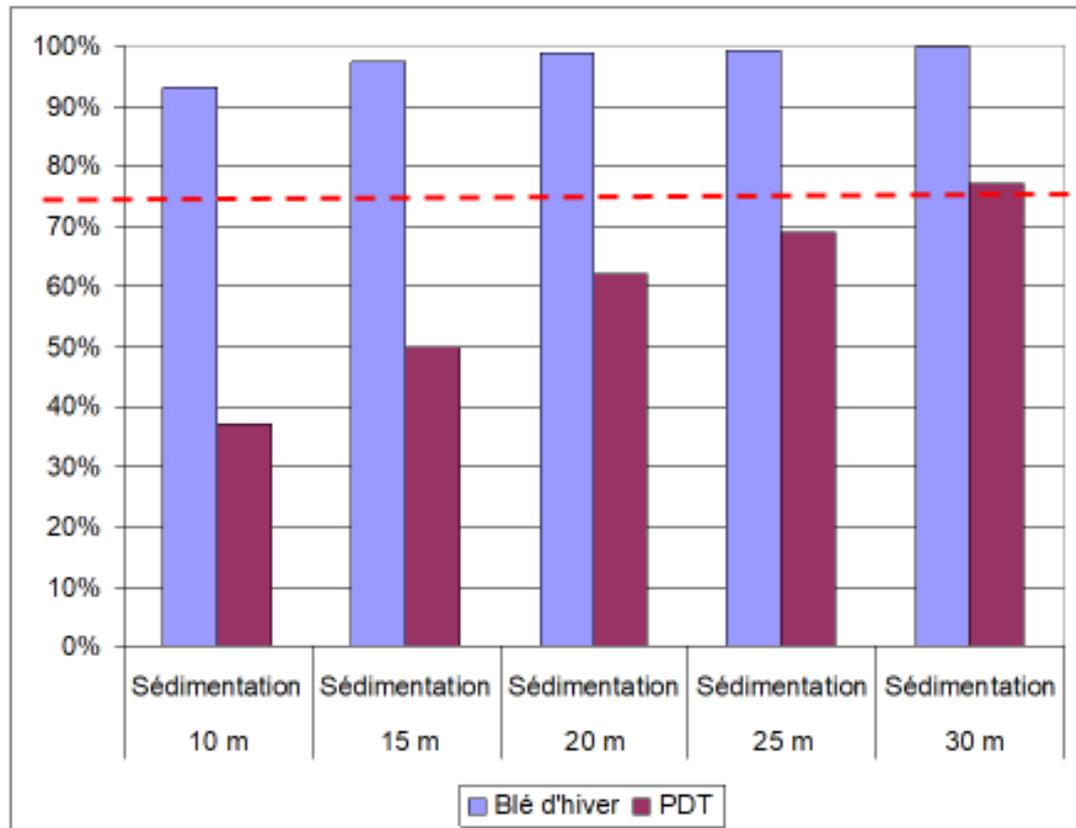
- Constitution de la bande enherbée :



VFS Mod : exemple d'application

↘ Efficacité bande enherbé sur sédimentation :

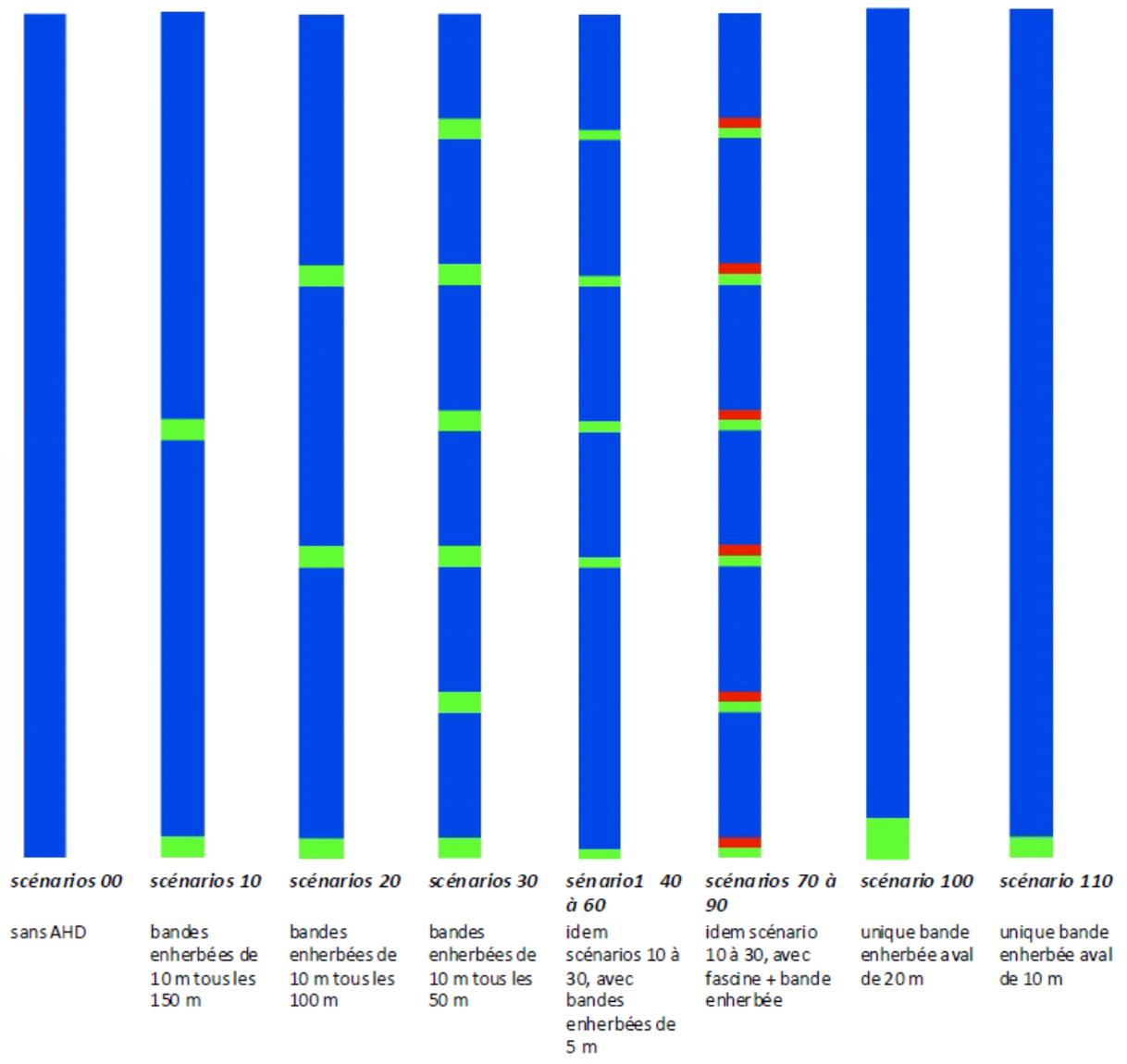
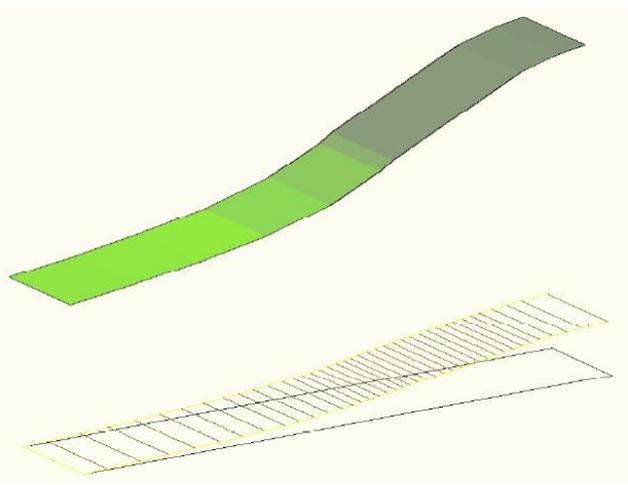
- Comparaison Blé (hiver) / Pomme de terre
- Pluie 30mm (2h – 10 ans)



↘ Différence d'efficacité lié à l'intensité variable du ruissellement pour une même pluie

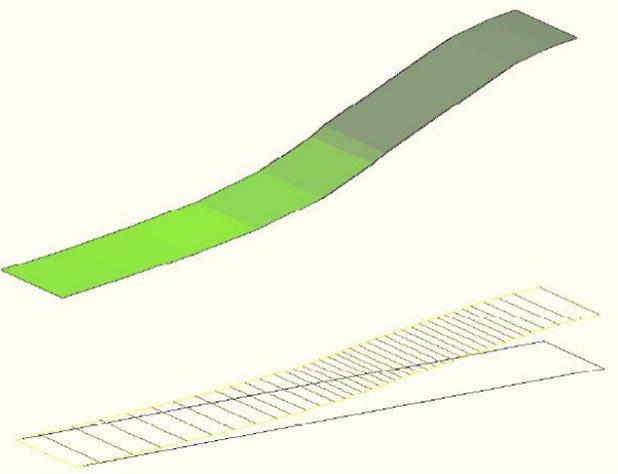
Impact des mesures intra-parcellaires d'herbe et fascine : tests

↳ Test sur une parcelle de 300m x 20m et de pente moyenne 5% avec un max à 10%.



Impact des mesures intra-parcellaires d'herbe et fascine : tests

- ↘ Test sur une parcelle de 300m x 20m et de pente moyenne 5% avec un max à 10%



Taux de réduction des sédiments exportés :

↘ d'autant plus élevé que les BE sont larges

- Ex : sous BS taux séd 57% => 77% lorsque les BE passent de 5m à 10m tous les 150m d'écartement (pluie F10, 20mm)

↘ d'autant plus élevé que les BE sont fréquentes

- Ex : taux de séd 57% => à 66% lorsque les BE de 5m passent de 150m d'écartement à 50m

↘ à taux d'enherbement identique, la localisation en bas de parcelle est plus efficace

- Ex : pour une BE de 20m de largeur au total, la réduction supplémentaire est de 15 à 22% en bas de parcelle.

Efficacité des dispositifs enherbés sur les flux de produits phytosanitaires

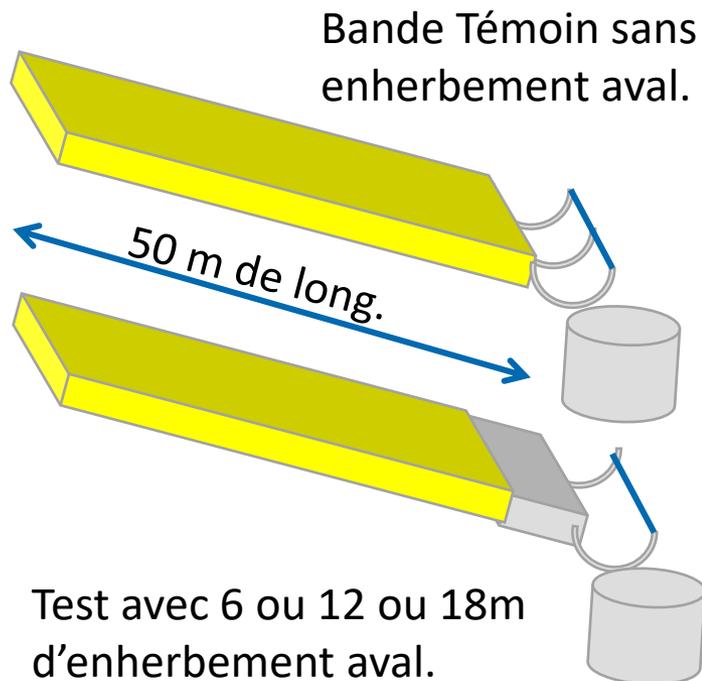
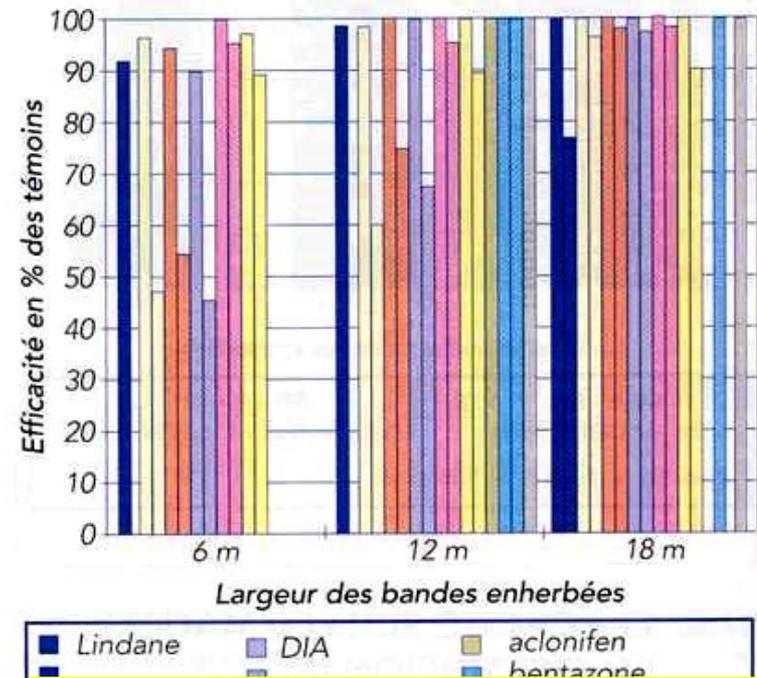


FIGURE N° 6 : EFFICACITE MOYENNE ANNUELLE ESSAI PAR ESSAI SUR LES FLUX DE PRODUITS PHYTOSANITAIRES.

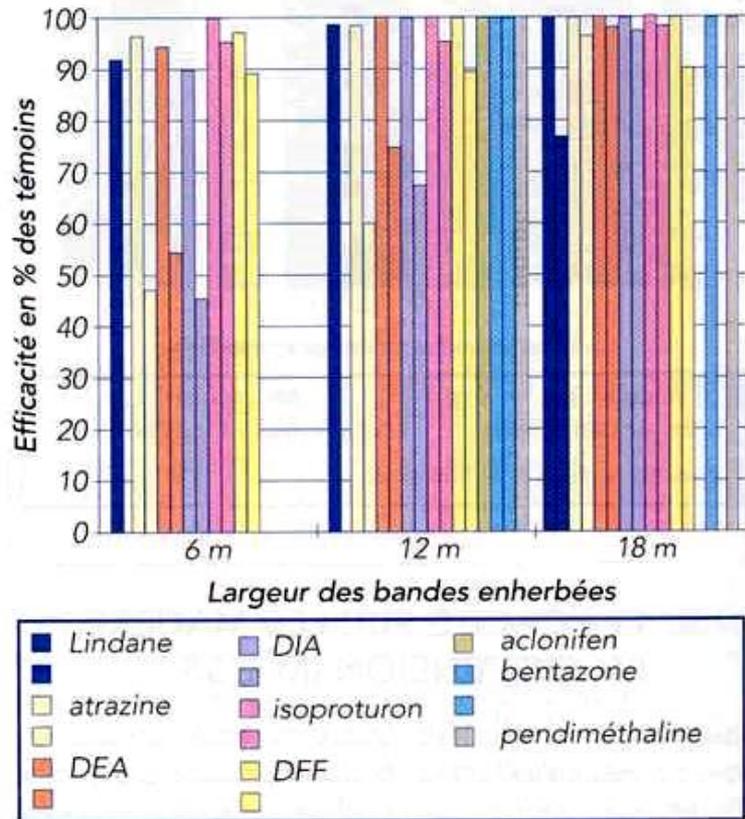


Toute l'efficacité repose sur la fonction d'infiltration !

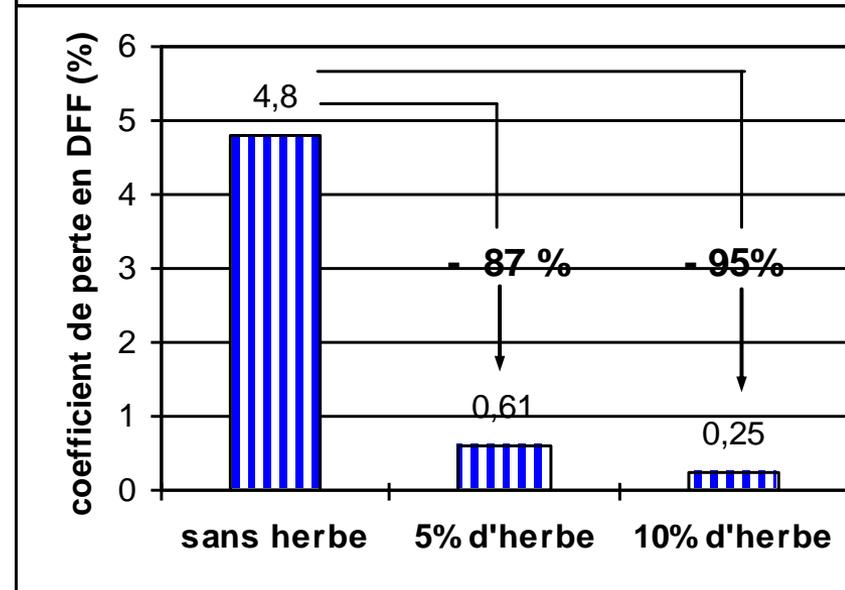
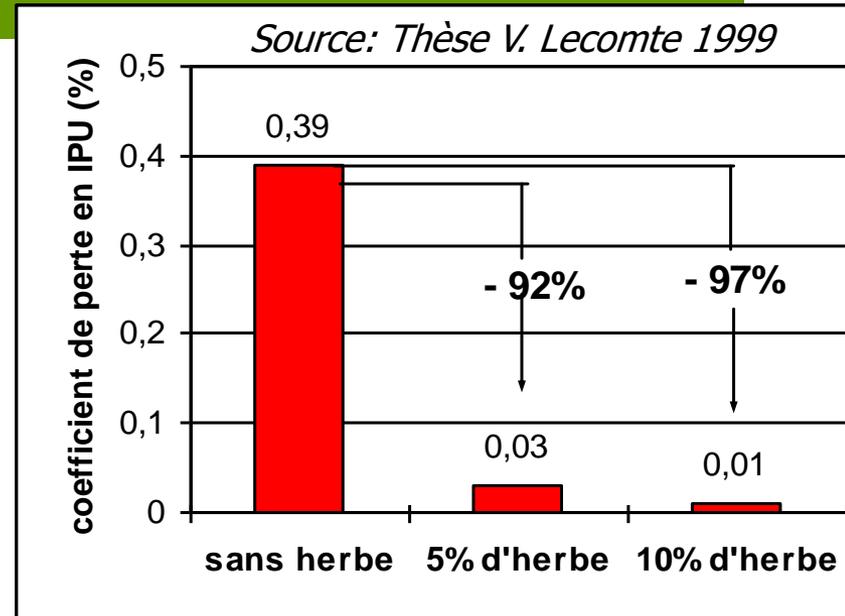
Source : Etude de l'efficacité de dispositifs enherbés ITCF-Agence de l'Eau campagnes 1993-94, 1994-95, 1995-96

Efficacité des dispositifs enherbés sur les flux de produits phytosanitaires

FIGURE N° 6 : EFFICACITE MOYENNE ANNUELLE ESSAI PAR ESSAI SUR LES FLUX DE PRODUITS PHYTOSANITAIRES.



Source : Etude de l'efficacité de dispositifs enherbés ITCF-Agence de l'Eau campagnes 1993-94, 1994-95, 1995-96



Synthèse bande enherbée

Parcelle cultivée "émettrice"
Sol peu couvert, sensible au ruissellement

Bande enherbée
Critères d'efficacité : forte rugosité en surface,
bonne perméabilité et forte teneur en matière organique

Précipitations
suivant l'application

Sédimentation et piégeage des MES
et contaminants adsorbés à l'entrée de la bande

Adsorption (désorption) des contaminants dissous
sur les particules du sol

Dégradation des contaminants
par les micro-organismes du sol

Ruissellement entrant
chargé de contaminants

Ruissellement sortant
(faible ou nul)

Infiltration

Mat racinaire

Zone racinaire

Sol

© C. Catalogne - Irstea

Sédimentation dans la bande enherbée

↘ Formation d'un bourrelet dans les premiers mètres





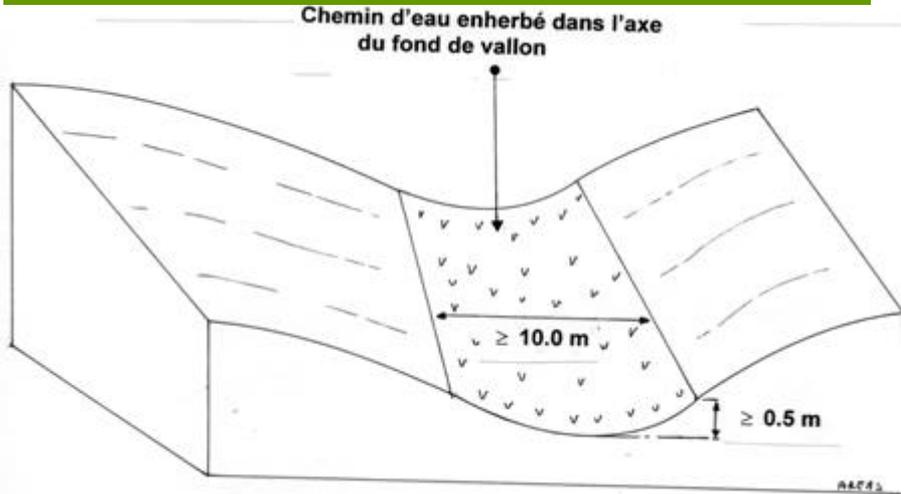
Talweg / chenal enherbé



Supportent des vitesses d'écoulement de 1 à 2 m/s.

Permet d'éviter 100% du ravinement.

Localisation

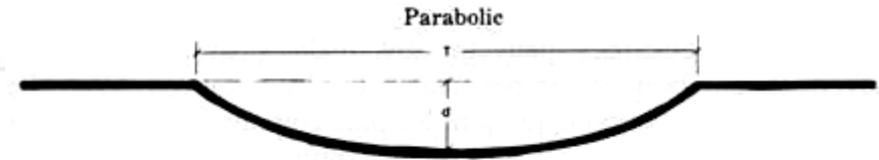


Dimensionnement

En fonction de :

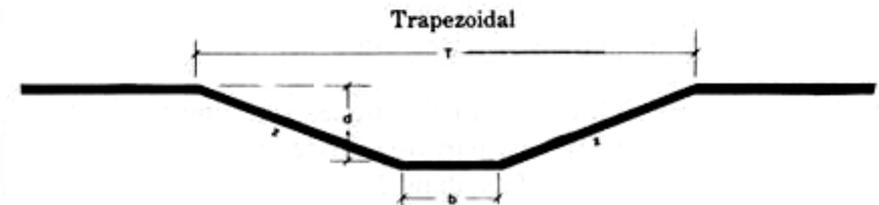
- Vitesse mini et maxi d'écoulement
- Débit de ruissellement
- Qualité de l'enherbement (densité de couvert aux périodes utiles, et hauteur)
- Pentes du sol
- Texture du sol qui définit une vitesse limite supportable.

Profils transversaux



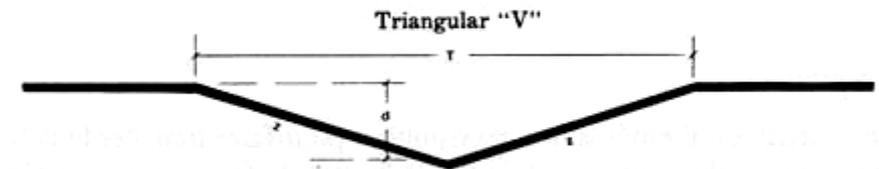
Cross-sectional area (A) = $\frac{2}{3} Td$

Design top width (T) = $\frac{1.5A}{d}$



Cross-sectional area (A) = $bd + zd^2$

Design top width (T) = $b + 2dz$



Cross-sectional area (A) = zd^2

Design top width (T) = $2dz$

d = design depth
b = design bottom width
z = side slope ratio

Typical waterway cross sections.

Source : *Maîtrise du ruissellement et de l'érosion conditions d'adaptation des méthodes américaines Cemagref J.J. GRIL B. DUVOUX*

Chenaux et bandes enherbées : quelques erreurs à éviter

1. Faire une bande enherbée sous dimensionnée ou avec une tournière parallèle.

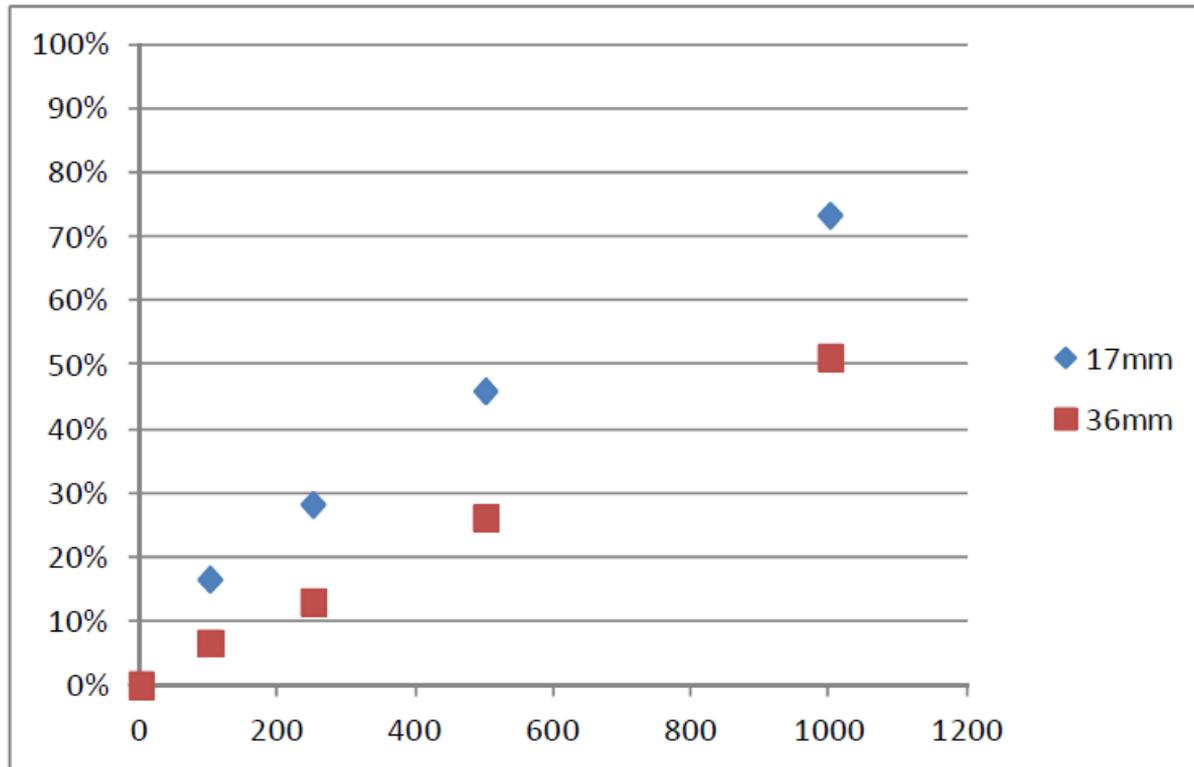


2. Implanter la bande enherbée à une saison propice au ruissellement.

3. Une zone de dépôt peut provoquer le débordement de la zone enherbée si celle-ci n'est pas assez large



Effet de la longueur d'enherbement du talweg en amont de l'exutoire :



- ↘ L'effet débute dès 100 m.
- ↘ Il croît de façon rectiligne avec la longueur en herbe.
- ↘ A partir de 1000m en herbe, l'effet est > à 50%.

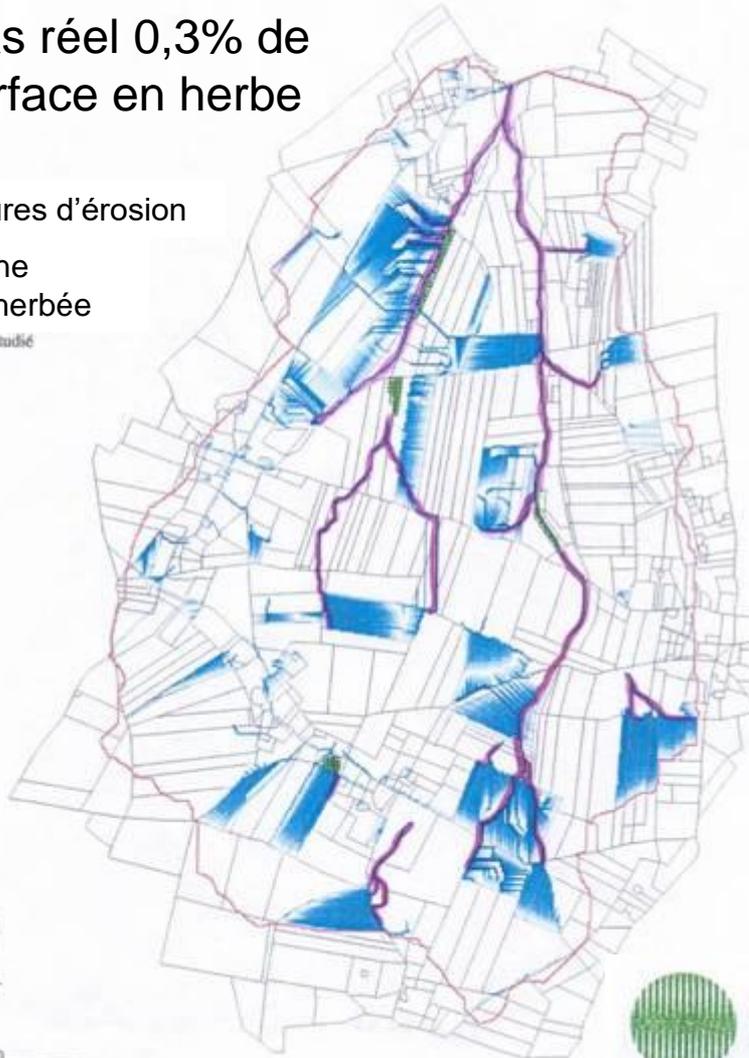
Taux de réduction des exportations en sédiments en fonction de la longueur de talweg enherbé en amont, **avec les prairies supprimées.**

Talwegs et tournières enherbés : Impact simulé de la réduction des écoulements (Hyp : capacité d'infiltration de l'herbe = 50 mm/h)

Cas réel 0,3% de
surface en herbe

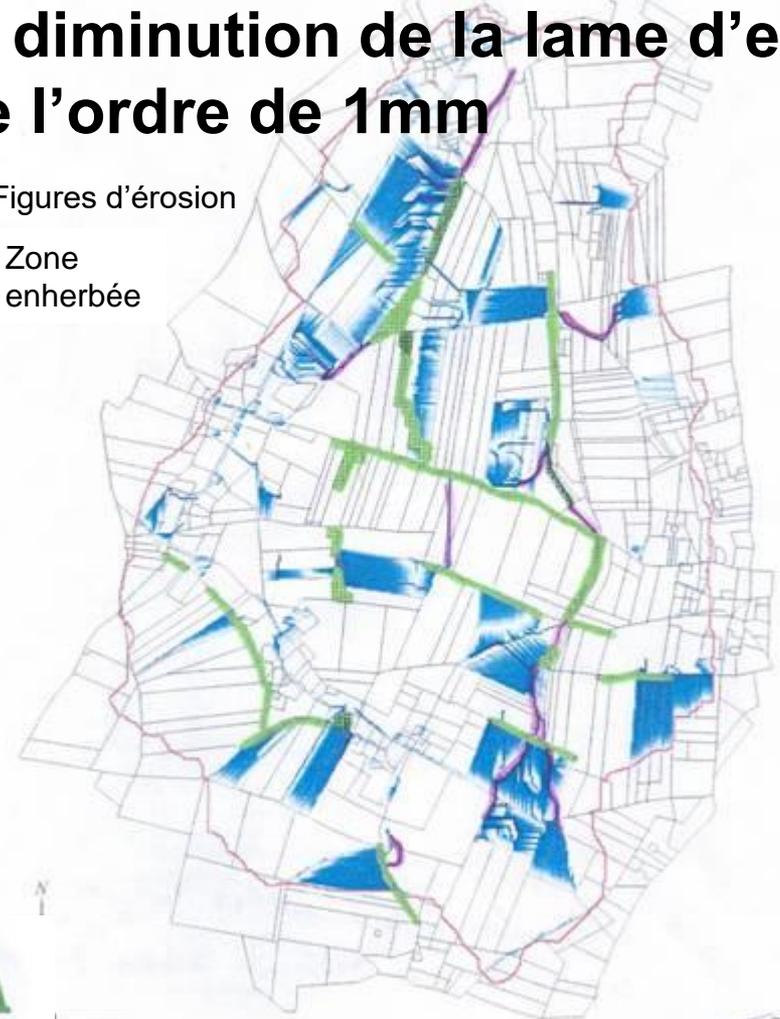
Figures d'érosion
Zone
enherbée

versant étudié



Simulation avec 3,3% de jachère pertinente
⇒ **diminution de la lame d'eau
de l'ordre de 1mm**

Figures d'érosion
Zone
enherbée



Effet des prairies de twg sur les exports de MES

↘ 145 ha, 87% de TL, pas d'herbe avant point de mesures



↘ Concentration moyenne en MES = 1.58 mg/l (de 0.04 à 9.00)

↘ Quantité exportée annuelle de MES (***) = 440 à 858 kg/ha de TL/campagne

↘ Forte saisonnalité des exports de MES : plus de 90 % des exports en automne-hiver sur de courtes séquences

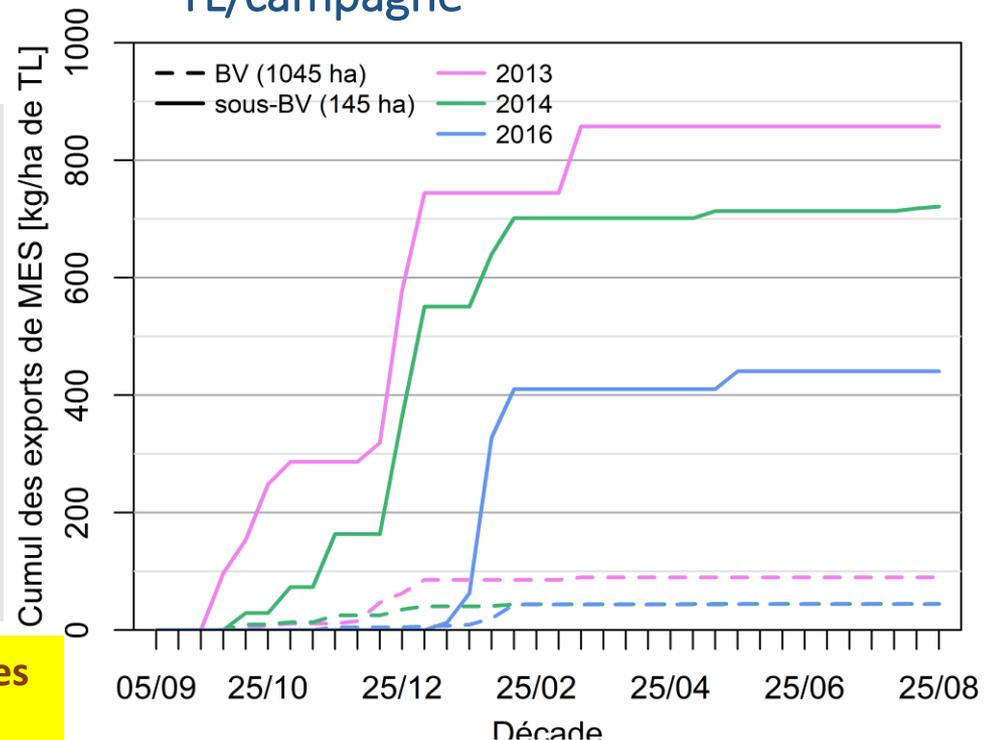
↘ Et effet d'échelle / dépôt au sein du BV dans les vallées sèches & pertes karstiques : 90 % des particules

↘ 1045 ha, 70% de TL, 2,5km d'herbe twg avals



↘ Concentration moyenne en MES = 0.35 mg/l (de 0.02 à 1.78)

↘ Quantité exportée annuelle de MES (***) = 44 à 90 kg/ha de TL/campagne



(***) campagnes 2013, 2014, 2016

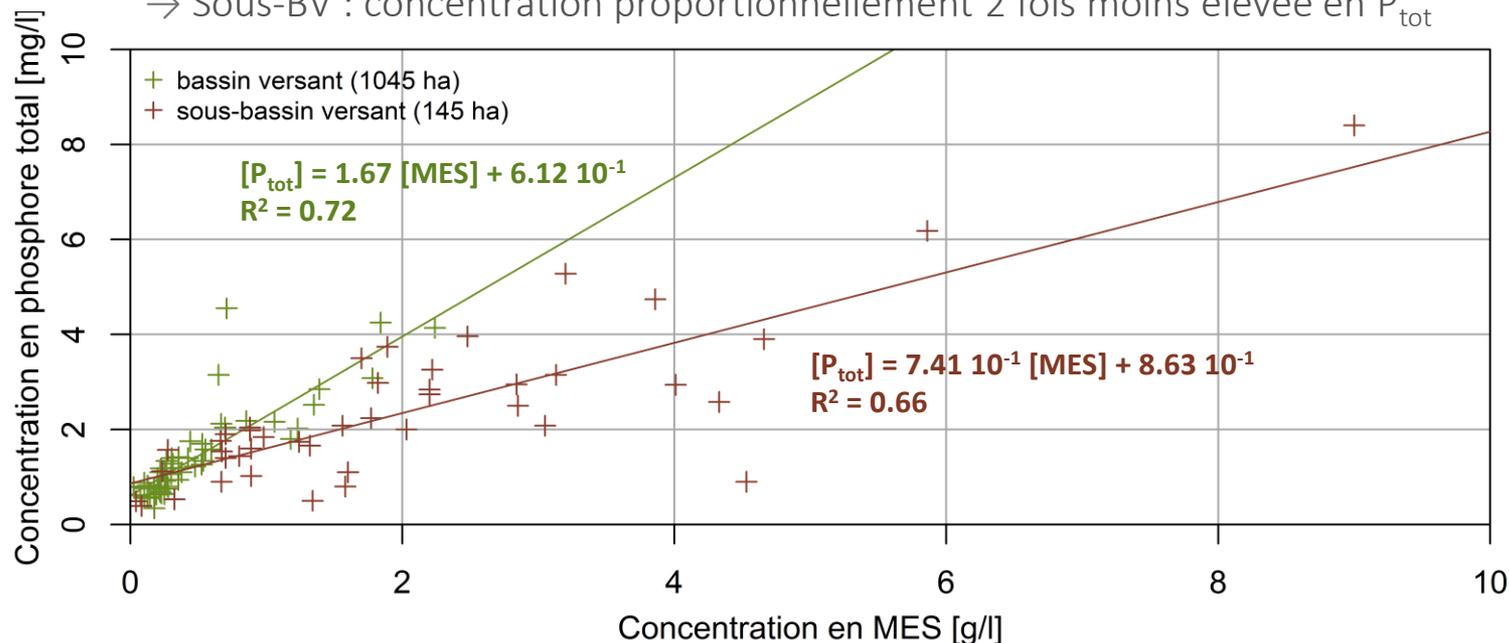
Rappel : érosion par arrachement sur les plaines de pays de Caux : 5--10 t/ha/an.

Ruissellement-érosion et transfert de phosphore total

↘ Export de phosphore total (P_{tot}) :

- Concentration en P_{tot} de 0.3 à 8.4 mg/l
- Corrélation significative avec la concentration en MES, mais effet d'échelle

→ Sous-BV : concentration proportionnellement 2 fois moins élevée en P_{tot}



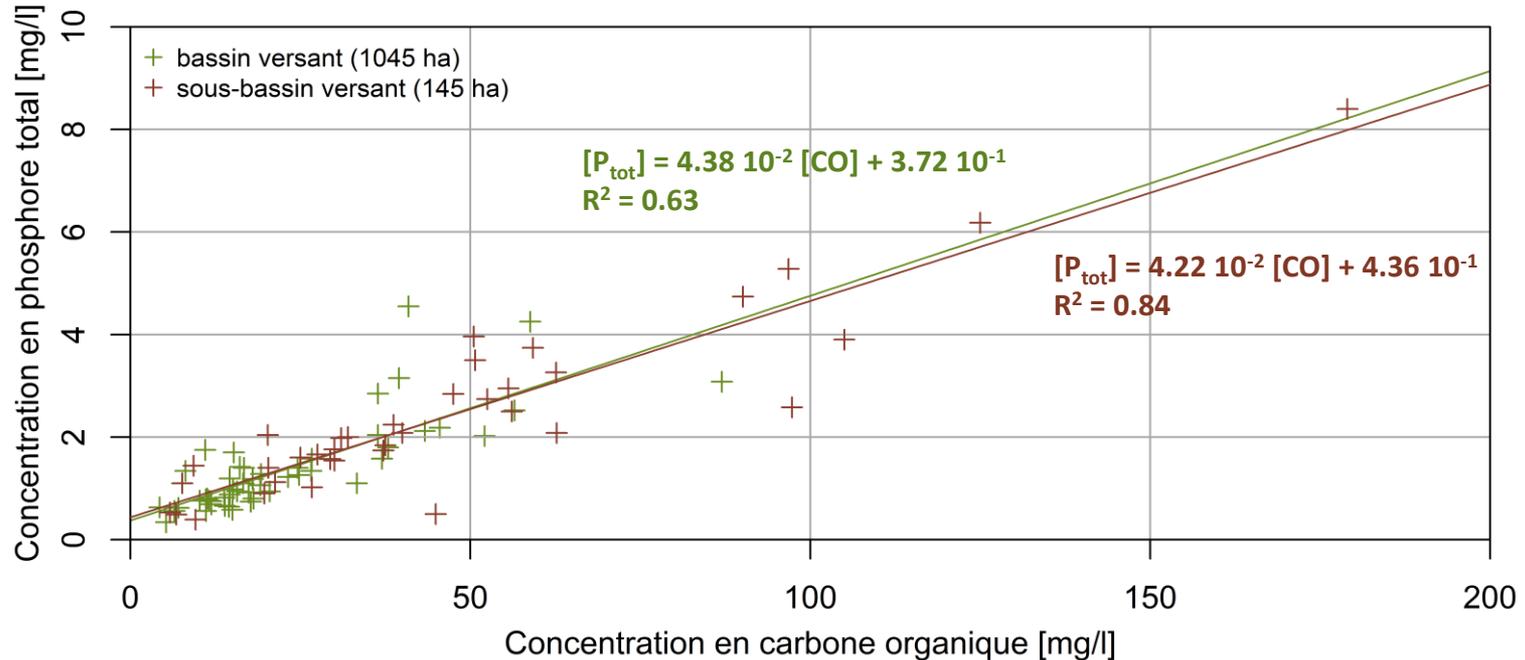
- Quantité exportée annuelle en P_{tot} (***)
 - Sous-BV : de 0.6 à 1.0 kg/ha de TL/campagne
 - BV : de 0.14 à 0.23 kg/ha de TL/campagne

(***) campagnes 2013, 2014, 2016

Transfert lié de P_{tot} et de carbone organique

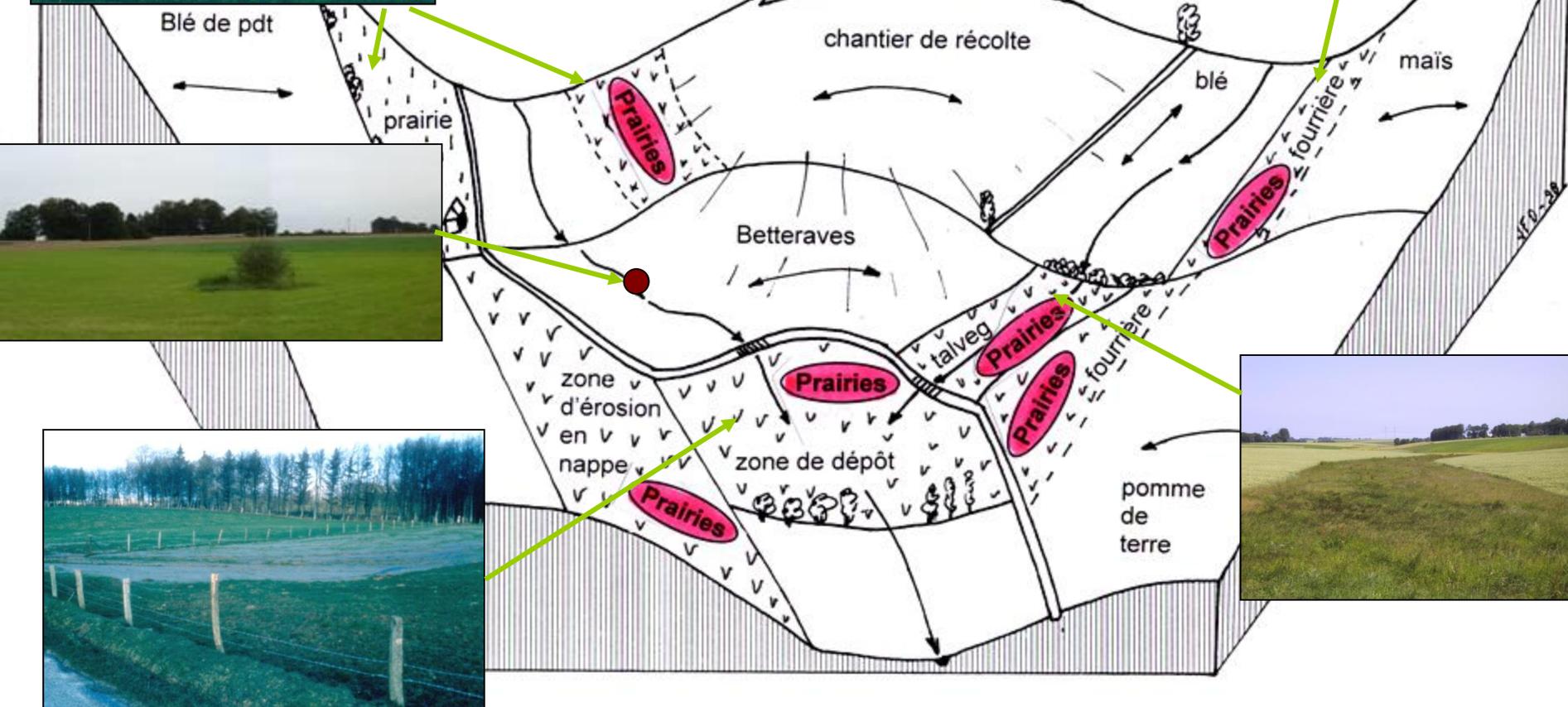
↳ Phosphore total (P_{tot}) et carbone organique (CO)

- Les exports de CO sont fortement corrélés aux MES, comme le P_{tot}
- Concentration (et quantité exportée) en P_{tot} = 4.3 % de celle en CO



- Export du complexe : MES minéral + P + CO # agrégats fins (conforme Royer I. 2003)

Zones en herbe : localisation pertinente



Boisement d'infiltration



Boisement d'infiltration



Fonction

- Infiltration 50 à 500 mm/h si sol profond et plat < 0,7% de pente
- Sédimentation
- Protection contre érosion diffuse de versant

Efficacité, limites, commentaires

- Sur versant planter sur petits talus et sur herbe dans un premier temps
- Si fond de vallon pentu, préférer l'enherbement pour éviter l'érosion linéaire ou bien solution mixte

Solution mixte : herbe + boisement



Pente trop forte au niveau du passage d'eau : risque d'érosion sous bois

↪ enherbement

Fascines et haies

↳ Quel rôle ?

- Réduction de l'érosion / sédimentation
- Infiltration limitée



Fascines et haies

↘ La réduction de la vitesse de l'écoulement favorise la sédimentation des limons

- Taux de sédimentation moyens pour des débits spécifiques entre 1,9 l/s/m et 6,5 l/s/m et concentrations de 2 à 20 g/l

Granulométrie des apports	Situation et processus érosifs	Taux de sédimentation moyen par rapport à la quantité totale des apports	Taux de sédimentation moyen en relation avec la concentration maximale en sortie
Groupe G : correspondant aux MES dont plus de 50 % des particules transportées ont une taille supérieure à 125 µm	Erosion complète d'un volume de sol, sans tri lors de l'arrachement, ni lors du transport = flux d'un écoulement concentré au sein d'une rigole ou d'une ravine	93 à 99 %	89 à 98 %
Groupe F : correspondant aux MES dont moins de 35 % des particules transportées ont une taille supérieure à 125 µm	Erosion diffuse sous pluie peu intense	74 à 91 %	47 à 90 %

- Pas d'effet sur les particules fines (argiles) !

Fascines : Conditions d'efficacité / érosion



Efficacité / sédimentation en fonction de :

- Densité des fagots (> 45 %) et homogénéité.
- Absence de court-circuit.
- Absence de débordement / selon la forme du talweg
- Diamètre des particules transportées par le ruissellement
- Efficacité accrue si pente amont faible :
 - Vitesse + faible => sédimentation d'une gamme + large de tailles de particules.
 - Capacité de stockage amont supérieure



SMBV Dun Veules – 12 ans d'expérience fascines (2015)



- **Pas de durée de vie « moyenne »** des dispositifs « fascine »
- Certains sites sont encore fonctionnels, mais leur longévité intrinsèque est très courte ; ils sont en amont de zone à enjeu et font l'objet de surveillance et de réparations répétées.
- La moitié des sites a fait l'objet d'une ou plusieurs interventions du syndicat (taille et/ou curage) ; peu voire pas d'appropriation des dispositifs par les agriculteurs (*ou communes*)
- Taille maximale d'impluvium à ne pas dépasser (env 20ha), MAIS les sites en aval de petits impluviums fonctionnent en tout ou rien et sont aussi très vulnérables
- **Une fascine « seule » ne suffit pas durable que si accompagnée d'autres mesures**



Haies : Conditions d'efficacité sur l'érosion



↘ Efficacité pas immédiate :

- Objectif : densité ≥ 50 tiges /m au bout de 10 ans (taille)
- Choix des espèces arbustives,
- Type de taille de formation les 1ères années.
- Absence de court-circuit / absence de débordement
- Efficacité accrue si pente amont faible
- Selon diamètre des particules transportées par le ruissellement



Haies : un rôle complémentaire d'infiltration

↘ Une bonne capacité d'infiltration mais une surface d'infiltration généralement limitée

- Une capacité d'infiltration pouvant atteindre jusqu'à 400 mm/h (haie ancienne) soit 0,1 l/s/m seulement pour une haie d'1m de large
- À l'aval d'une parcelle ou d'un petit bassin versant
- Dans l'axe du talweg pour optimiser l'infiltration



- Opérations d'entretien manuel / prestataire
 - ✓ Taille de formation 2 ans après la plantation
 - ✓ Taille ordinaire tout les deux ans
 - ✓ Paillage de haies si paillage initial défaillant

- Avantages :
 - ✓ Travail manuel soigné
 - ✓ Peu de dégâts dans les cultures

- Inconvénients :
 - ✓ Fenêtre d'intervention courte pour les tailles de haies (août/septembre)
 - ✓ Rendement de chantier inférieur à du mécanique (taille haies)

- Problèmes rencontrés :
 - ✓ Non respect des aménagements (notamment traitement phyto)
 - ✓ Dégâts de gibiers



Fascines et haies : Localisation

↘ L'efficacité est la meilleure lorsque

- Débits spécifiques restent limités :
 - Petits BV,
 - Faible période de retour des événements,
 - Écoulements très étalés en largeur,
- Charge solide constituée de particules assez grossières :
 - Face à l'érosion linéaire,
 - Juste en aval des zones érosives,
 - Juste en aval des parcelles à risque élevé d'érosion,
- En protection rapprochée de zones sensibles



Localisations pertinentes des haies et des fascines pour réduire l'érosion des sols



3 Au coin d'une parcelle de pente > 1 % sujette à l'érosion en rigoles



2 Perpendiculairement à un petit talweg (ordre 1 et 2 de Strahler)



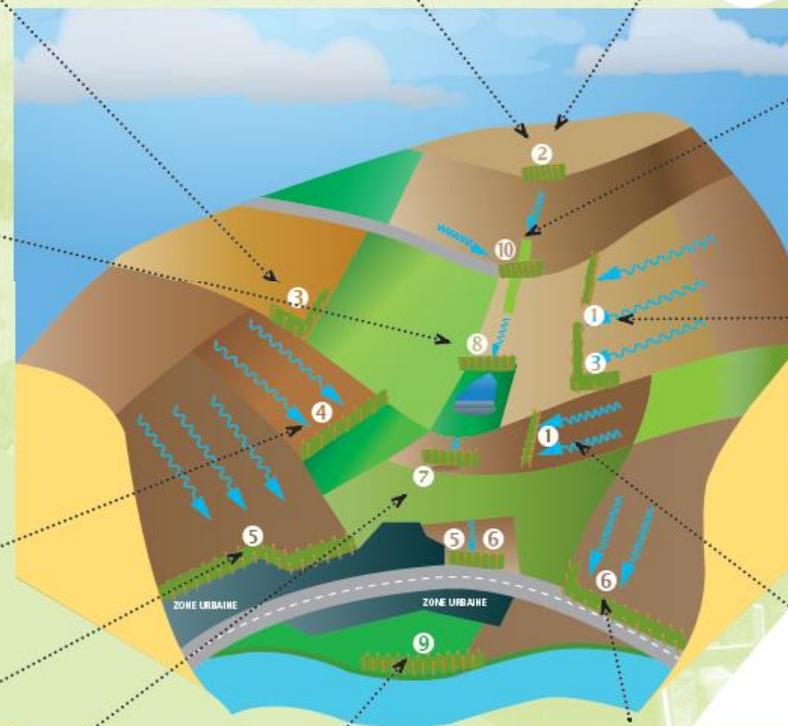
2 Perpendiculairement à un talweg plus grand en associant haie + fascine



10 Perpendiculairement à un talweg plus grand en association avec une bande enherbée de talweg



8 En protection rapprochée d'un ouvrage hydraulique



1 Au pied d'un versant de pente > 5 % qui souffre d'érosion en rigoles



4 A l'interface entre une parcelle cultivée et une prairie



1 Au pied d'un versant de pente comprise entre 2 et 5 % occupé par une culture à risque, ou concerné par des pluies intenses sur sol nu



5 En protection rapprochée d'une zone d'habitat

7 En protection rapprochée d'une bétière

9 Le long d'un cours d'eau, à l'exutoire d'une vallée sèche érodable, en renforcement d'une bande enherbée



6 En protection rapprochée d'une route

Association : Fascine + haie

↳ Champ d'action plus vaste :

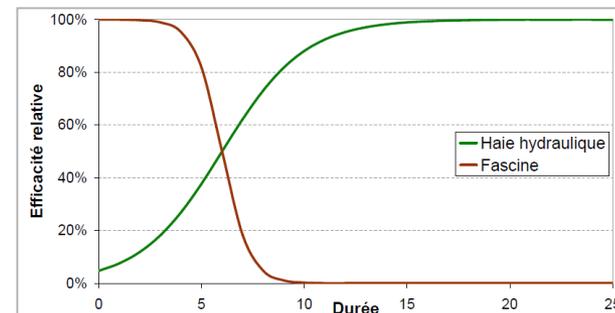
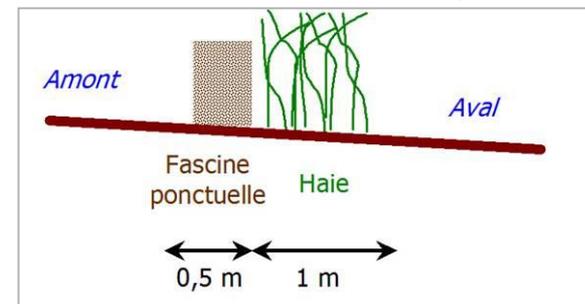
- Effet sur une gamme de débits plus large.
- Couple de AHD utilisable sur de plus grands BV.

↳ Durabilité accrue

- Si haie hyper dense, elle pourra remplacer la fascine à terme.

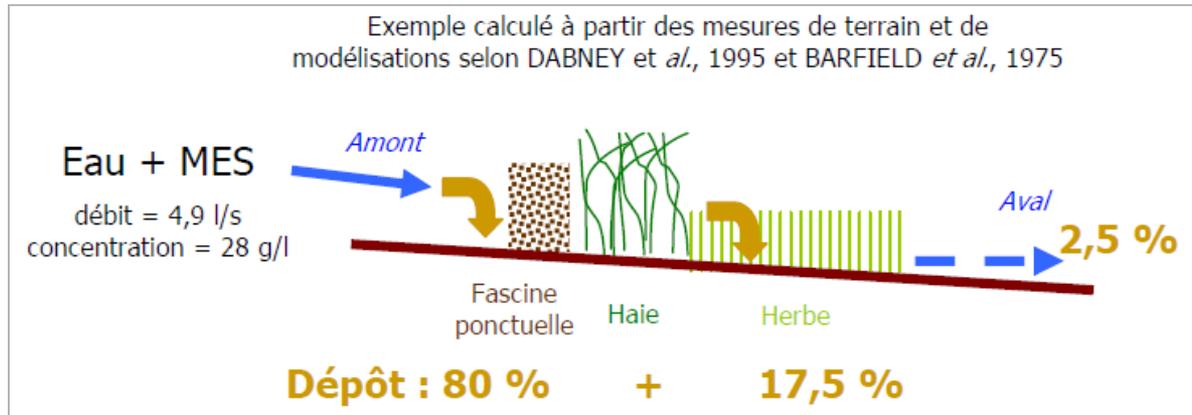
↳ Infiltration améliorée

- Mais les surfaces de contact restant faibles, l'effet est limité.



Association idéale : Fascine + haie + bande enherbée

- ↳ Renforce le rôle de piège à sédiments
- ↳ Renforce encore l'infiltration
- ↳ Réduit le risque d'érosion en aval



Associations : objectifs complémentaires

- ∨ Infiltration : Fascine et Haie perpendiculaire au talweg + bande boisée ou talus ou fossé discontinu...



- ∨ Biodiversité - trame verte



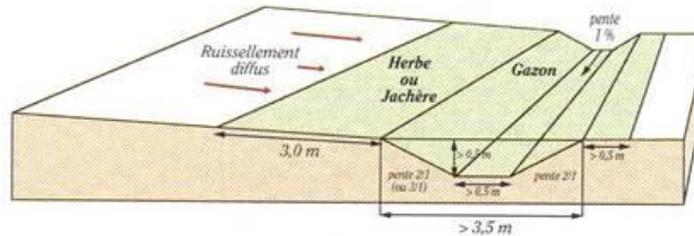
- ∨ Érosion en ravine.



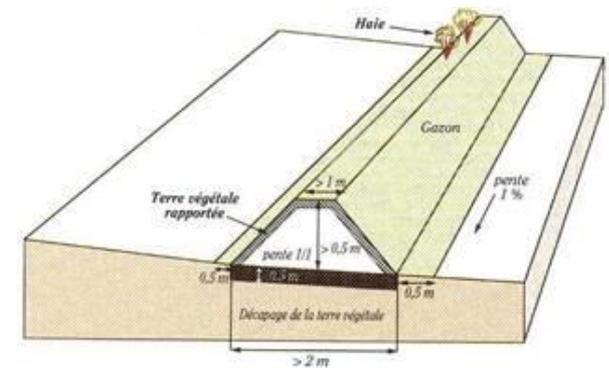
Talus et fossé

∨ Quel rôle ?

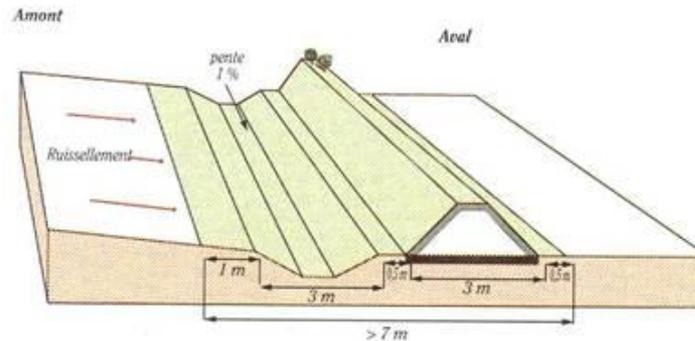
Fossé simple ou de ceinturation
Collecter/guider le ruissellement



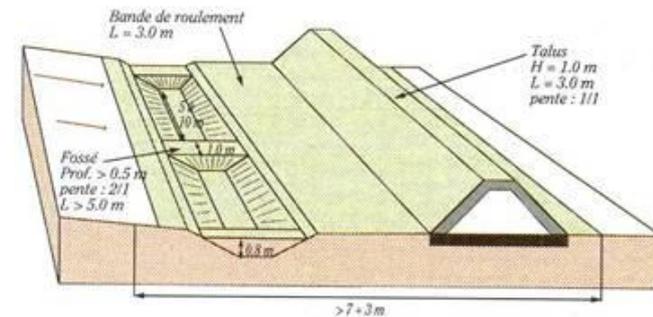
Talus simple
Ralentir, sédimenter, infiltrer



Fossé-talus
Collecter/guider le ruissellement



Fossé à redents – talus
Ralentir, sédimenter, infiltrer



Fossé ou fossé-talus



∨ Conditions d'efficacité:

- Dimensionnement nécessaire : demander conseil pour ne pas surdimensionner
- Enherber pour assurer une meilleure stabilité
- Associer une bande en herbe au fossé situé en aval des parcelles cultivées pour limiter l'envasement

∨ Localisations pertinentes

- Autour des parcelles à risque d'érosion linéaire de versant, en aval des parcelles ruisselantes
- En amont des zones à protéger : voirie, bétairie
- Entre deux aménagements



Fossé à redents

↳ Conditions d'efficacité pour ralentir, sédimenter, infiltrer :

- Sur sol profond, non compacté
- Inefficace pour des événements pluvieux successifs
- Curage en cas d'envasement :
 - faciliter l'entretien dès la conception de l'ouvrage
 - Combiner éventuellement avec aménagement anti-érosif en amont

↳ Localisation pertinente

- En amont des zones à protéger



Talus simple

∨ Conditions d'efficacité pour ralentir, sédimenter, infiltrer :

- Dimensionnement nécessaire
- Peut être en légère oblique (1% de pente longitudinale) pour dévier les écoulements
- Peut être planté
- S'il stocke l'eau, prévoir une buse d'évacuation et une zone de débordement pour ne pas dépasser 50 cm de stockage

∨ Localisations pertinentes

- Sur versant, perpendiculaire à la pente
- Le talus assure une protection supplémentaire lorsqu'il y a un enjeu à l'aval.



Gabions

↳ Quel rôle ?

- Prévention de l'érosion en forte pente et sous bois

↳ Conditions d'efficacité

- Dimensionnement nécessaire
- Prendre en compte le risque d'érosion en pied de gabion
- Prévoir accès pour entretien / curage

↳ Localisation

- Zones pentues où on ne peut implanter de l'herbe



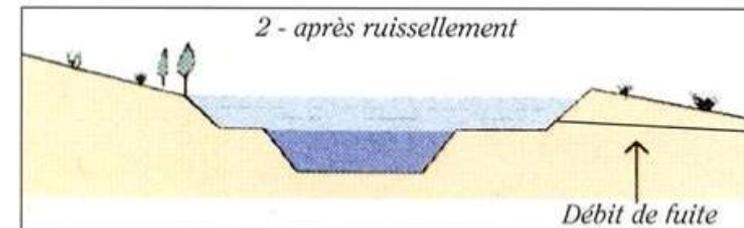
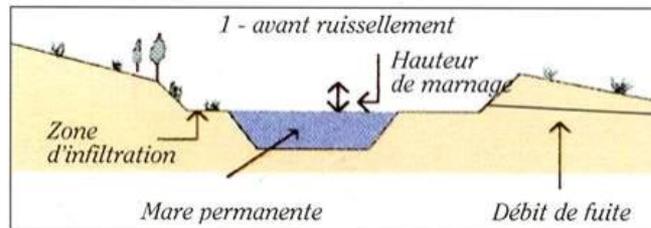
Mare tampon

↳ Quel rôle ?

- Ralentissement dynamique de l'écoulement
- Réduction du débit de ruissellement et donc de l'arrachement des particules en aval

↳ Conditions d'efficacité

- Débit de fuite / volume tampon
- Nécessite un dimensionnement / période de retour
- Protéger contre les apports de sédiments



↳ Localisation

- En aval d'un petit bassin versant
- En amont d'enjeu sensible aux coulées boueuses

Zone Tampon Humide Artificielle

↘ Quel rôle ?

- Réduire les transferts de produits phytosanitaire par ruissellement (ou drainage)

↘ Conditions d'efficacité

- Dimensionnement / temps de retour
- Efficacité variable selon molécules
- En complément d'actions sur les pratiques agricoles

↘ Localisation

- Bassin versant agricole « productif » en amont (10–100 ha)
- Présence d'un enjeu sensible pour la qualité de l'eau en aval (bétail, cours d'eau)
- Et existence d'un transfert de polluant avéré en surface depuis le BV amont vers l'aval





Bande ligno-cellulosique

↳ Quel rôle ?

- Ralentissement, sédimentation
- Infiltration (si couvert herbacé)

↳ Conditions d'efficacité

- sédimentation des particules grossières (agrégats, sables et limons grossiers)
- Sédimentation : Miscanthus > Saule
- Miscanthus atteint efficacité proche d'une fascine au bout de 6 ans pour la sédimentation
- Infiltration : Saule (~100mm/h) > Miscanthus (~60mm/h)

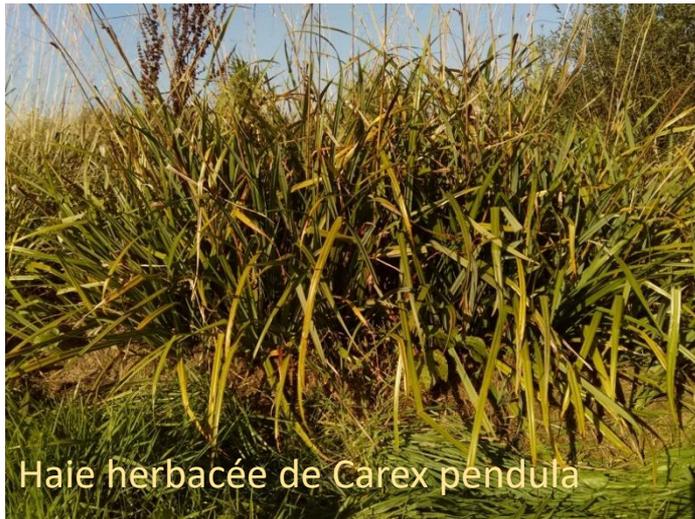
↳ Localisation

- Miscanthus : Mêmes types de localisation que haies et fascines
- Saule agit plutôt comme une bande enherbée

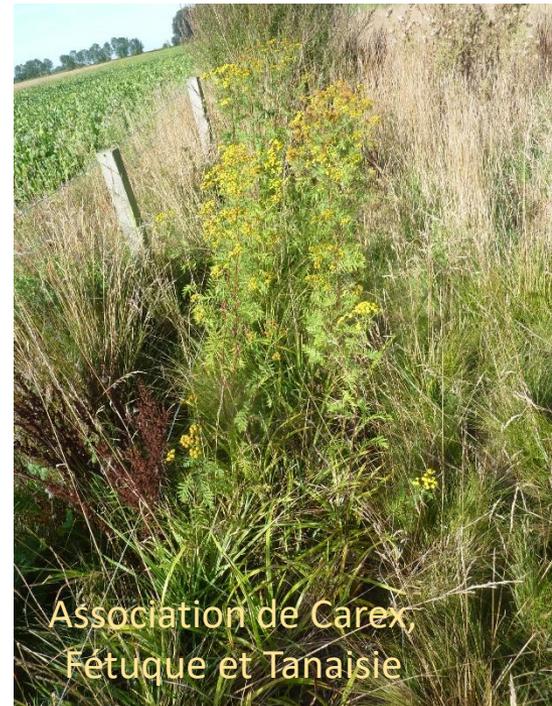
Haie herbacée

↳ Mais qu'est ce que c'est ??

- Bande étroite de plantes herbacées pérennes,
- implantées dans le but de réduire les transferts de terre dus à l'érosion hydrique en provoquant la sédimentation,
- positionnement et encombrement similaire aux fascines
- Formation végétale haute et dense dès le niveau du sol, monospécifique ou plurispécifique



Haie herbacée de Carex pendula



Association de Carex,
Fétuque et Tanaisie



Haie herbacée

↳ Quel rôle ?

- Ralentissement, sédimentation

↳ Atouts

- Stabilise l'accumulation de sédiments
- Besoins réduits en entretien
- Efficacité atteinte rapidement
- Bonne efficacité économique
- Favorables à la biodiversité et autres services écosystémiques

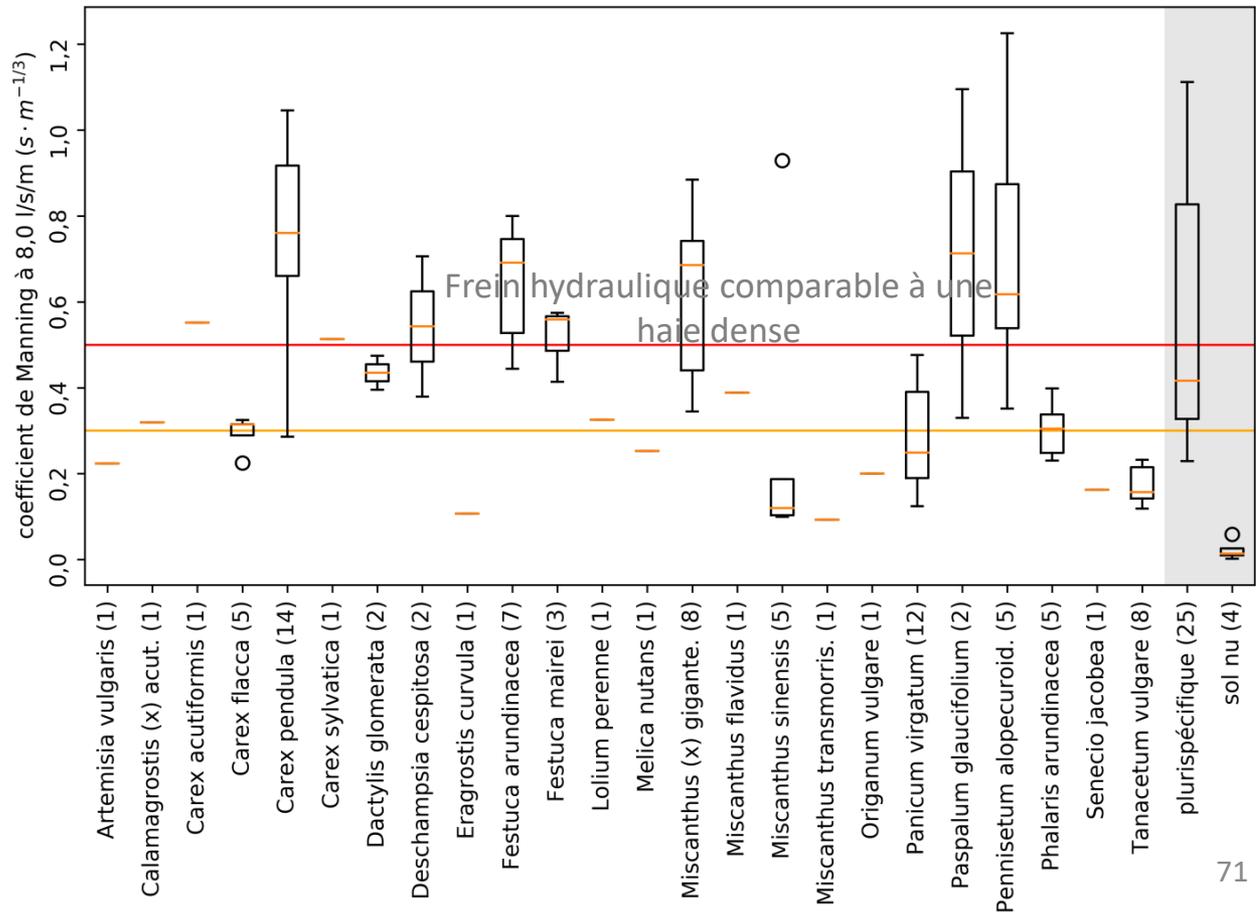
↳ Conditions d'efficacité

- Plantes pérennes, avec biomasse aérienne en hiver assurent un frein hydraulique équivalent à une fascine
- Hauteur végétative $\geq 20\text{cm}$
- Résistance à l'enfouissement, aux traitements
- Plantes non adventices des cultures
- Débit par unité de largeur $< 10 \text{ l/s/m}$
- Largeur de l'ordre de 1m

Haie herbacée

↳ Choix des espèces

- Mesure du frein hydraulique (simulateur de ruissellement)
- Plusieurs espèces intéressantes : *Carex pendula*, *Festuca arundinacea*..., seules ou en association



Haie herbacée

↳ Localisations pertinentes :

- En bout de champ sujet à érosion hydrique
- En travers d'un talweg plutôt évasé, à l'aval d'un petit bassin versant
- En dehors des zones de circulation des engins agricoles
- Eviter les situations les plus érosives (<8cm de dépôt par an) et les talwegs très marqués



Agroforesterie

↳ Quel rôle ?

- Amélioration de la structure du sol par enrichissement en matière organique
- Effet possible sur sédimentation et infiltration du ruissellement si plantation perpendiculaire à la pente



Bilan comparatif des aménagements

Type d'Aménagement (Ordre de grandeur valable en Haute-Normandie sur sol limoneux profond)		Efficacité / évènement d'occurrence F10							
		Plage temporelle	Erosion de versant	Erosion linéaire par R concentré	Sédimentation (MES; P ₂ O ₅)	Infiltration (Phyto)	Laminage		
Hydraulique rapprochée : réduction de l'érosion, ralentissement des écoulements, augmentation de l'infiltration et de la sédimentation	Mesures herbe surfacique	Bout de champs enherbé		CT et LT		5	5	4	
		Talweg enherbé				5	4	3	2
		Cunette enherbée, noue				5		2	
	Mesures Linéaires	Fascine ⊥ talweg	morte	CT		3	4	1	1
			vivante (->haie hyper dense)	CT et LT		3	4	2	1
		Haie vive ⊥ écoulement	Haie hyper-dense (1) à plat ⊥ talweg	LT		3	4	2	1
			Haie sur talus ⊥ versant	CT et LT	5	5	5	5	3
			Haie peu dense à plat sur versant	LT	1		1	2	1
		Haie vive // écoulement	Haie peu dense à plat dans talweg	LT				1	
	Mesures infiltration surfacique : herbe ou bois	Prairie de versant		CT et LT	5			5	
		Prairie d'infiltration et de sédimentation				5	4	5	2
		Boisement d'infiltration			5		2	5	1
	Mesures de ceinturage et de stockage	Gabion		CT et LT		5	1		
		Fossé simple				5	1	1	
		Fossé à redents				5	4	3	
		Fossé de ceinturage				5	1	1	
		Talus simple				3	3	1	1
		Talus busé				3	4	2	2
Fossé-talus type cauchois			5		3	2	2		
Diguette - Pli cultivable			2		4	1	2		
Mare tampon			2		4		2		

Echelle d'appréciation
1 : 0 - 20% d'efficacité
2 : 20 - 40% d'efficacité
3 : 40 - 60% d'efficacité
4 : 60 - 80% d'efficacité
5 : 80 - 100% d'efficacité

CT = Court Terme : 1 à 5 ans.

CT et LT = Court et Long Terme : 1 à + de 10 ans.

LT = Long Terme : à partir de 10 ans.

(1) Haie hyper-dense = haie avec + de 40 tiges /ml qui sortent du sol.

source: AREAS 2011 JF OUVRY

Coûts indicatifs de création et d'entretien des aménagements

Type d'aménagement	Coût <u>indicatif</u> d'investissement	Coût <u>indicatif</u> d'entretien /an
Bande enherbée	440 €HT/ha	900 €HT/ha/an
Fascine	60 à 70 €HT/ml	3 €HT/ml/an
Haie	15 à 18 €HT/ml	15 €HT/ml (formation) 2 €HT/ml/an (entretien)
Bande ligno-cellulosique	2 600 €HT/ha	350 €HT/ha
Noue / Fossé	30 à 110 €HT/ml	1 €HT/ml/an
Mare (création)	25 à 65 €HT/m ³	230 €HT/an
Mare (réhabilitation)	20 à 50 €HT/m ³	230 €HT/an

Sources diverses : cf Rapport du projet « EVAPORE » p170

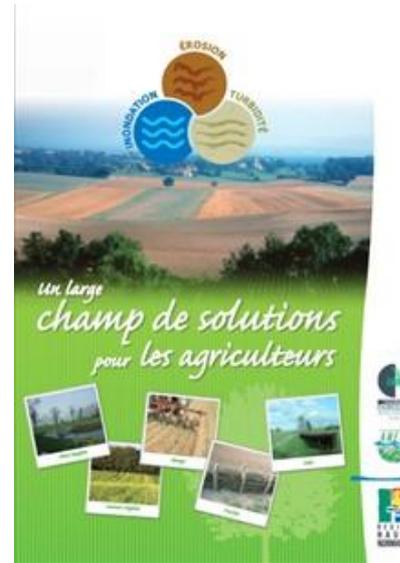
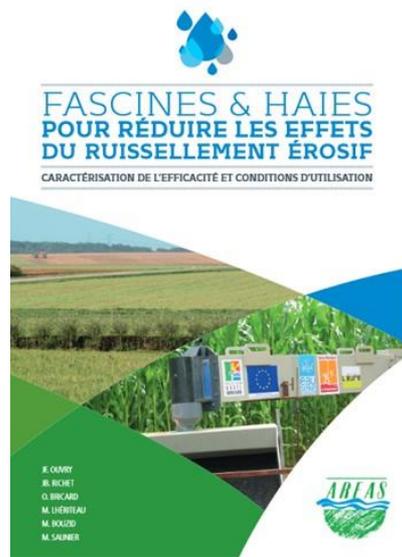


Combinaison d'aménagements

- ↘ Sur chaque bassin versant, il y a toujours un groupe de solutions adaptées, mais :
 - Il n'est pas possible de faire n'importe quoi n'importe où.
 - Les solutions d'hydraulique « douce » sont complémentaires aux solutions d'hydraulique « lourde » (dure, structurante) et non en opposition.
- ↘ À l'échelle d'un bassin versant, il peut y avoir plusieurs scénarios possibles :
 - Chaque scénario est une combinaison d'aménagements avec ses avantages et ses limites
- ↘ Cf formation « Organisation des aménagements d'hydraulique douce au sein d'un bassin versant »
<https://www.areas-asso.fr/ressources/documents/formation-hydraulique-douce-2-3-organisation-des-zones-tampons-au-sein-dun-bassin-versant-trois-retours-dexperiences-par-simulation-numerique-ouvry-areas-2021/>

Ressources

www.areas-asso.fr



zonestampions.onema.fr

AGENCE FRANÇAISE
POUR LA BIODIVERSITÉ
ÉTABLISSEMENT PUBLIC DE L'ÉTAT

irstea

Se connecter | Glossaire

Zones tampons

Intégration des zones tampons dans la gestion des bassins versants pour la prévention des pollutions diffuses agricoles

Actualité > Page

Rechercher

Qui sommes-nous ?

Enjeux

Qu'est-ce qu'une ZT ?

Mettre en place une ZT

Retours d'expérience

Bienvenue sur le site dédié aux zones tampons

Ce site web est consacré à la diffusion des connaissances aujourd'hui disponibles en matière d'intégration des zones tampons dans la gestion des bassins versants, principalement dans un objectif de protection des milieux aquatiques. Il donne les clés de compréhension des enjeux et processus à l'origine de la contamination des ressources en eau par les pollutions diffuses et promeut les dispositifs tampons comme moyen d'action et d'atténuation des risques.

Couplées à de bonnes pratiques agricoles, les zones tampons ont en effet un fort intérêt pour maîtriser et limiter les transferts de contaminant vers les milieux aquatiques récepteurs. Elles sont aussi susceptibles de remplir d'autres fonctions – atténuation des risques de crue, lutte contre l'érosion des terres agricoles, préservation de la biodiversité et du paysage – ce qui en fait un outil d'aménagement du territoire et d'ingénierie écologique réellement

Les actus du GT

- Le premier module de la formation "Zones Tampons : limiter les transferts de contaminants" est lancé !
- Parution d'un nouveau guide d'aide à l'implantation des zones tampons pour l'atténuation des transferts de contaminants d'origine agricole. À télécharger !
- Mise en ligne de fiches sur la

Sites de démonstration

Vitrine HAIES et FASCINES
Manneville-ès-Plains (76)

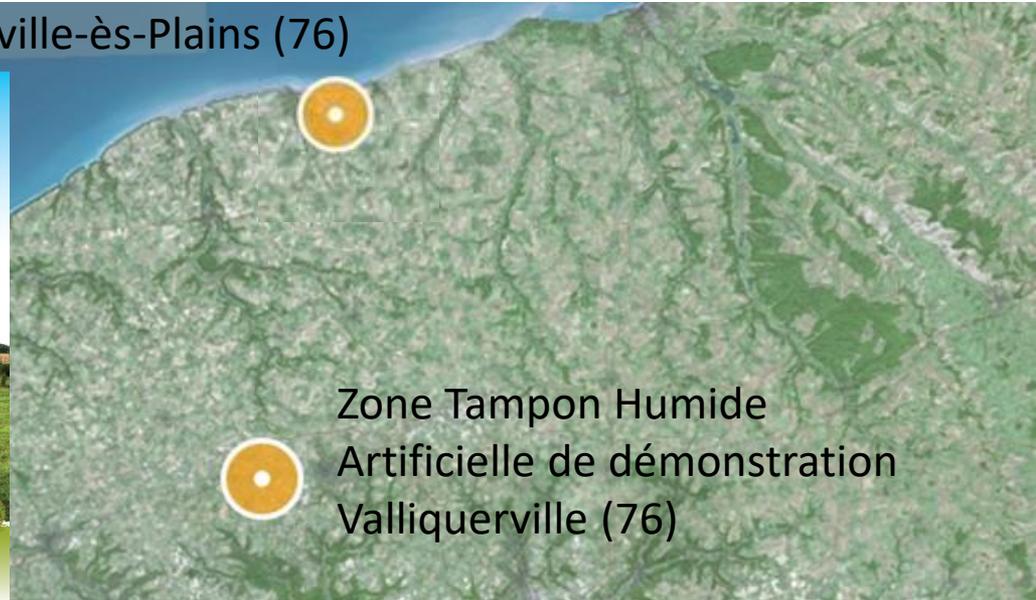
HAIES & FASCINES
POUR RÉDUIRE L'ÉROSION DES SOLS

SITE DE DÉMONSTRATION
À LA DISPOSITION DE TOUS



Saint Valery en Caux

Programme Habresion soutenu par :



Zone Tampon Humide
Artificielle de démonstration
Valliquerville (76)



AREAS

Zone Tampon Humide Artificielle

Réduire les transferts de pesticides liés au ruissellement

Site de démonstration en Normandie
Lycée Agricole d'Yvetot



Principe de fonctionnement



Les chiffres

- Le site tampon représente 0,5% de la surface du bassin versant.
- 2 500 m² - Surface de l'aménagement
- 5 000 m² - Surface totale
- 3 500 m² - Volume permettant de compenser une érosion annuelle correspondant à une lame ruisselée de 3 mm.
- 20 cm - Hauteur d'eau permanente permettant le bon fonctionnement de l'aménagement.
- 25 cm - Hauteur d'eau maximale dans l'aménagement (hauteur compatible avec le développement d'une végétation sur le bassin).
- 55 jrs - Temps de séjour maximal de l'eau.

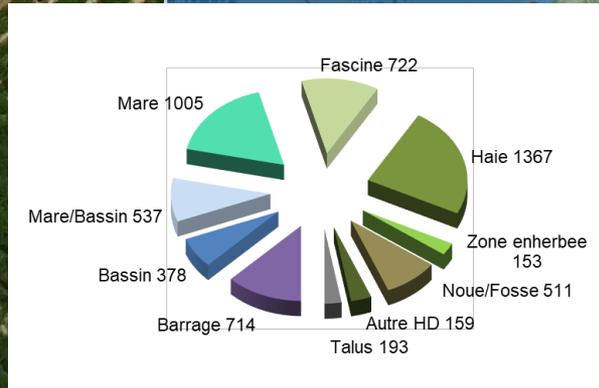
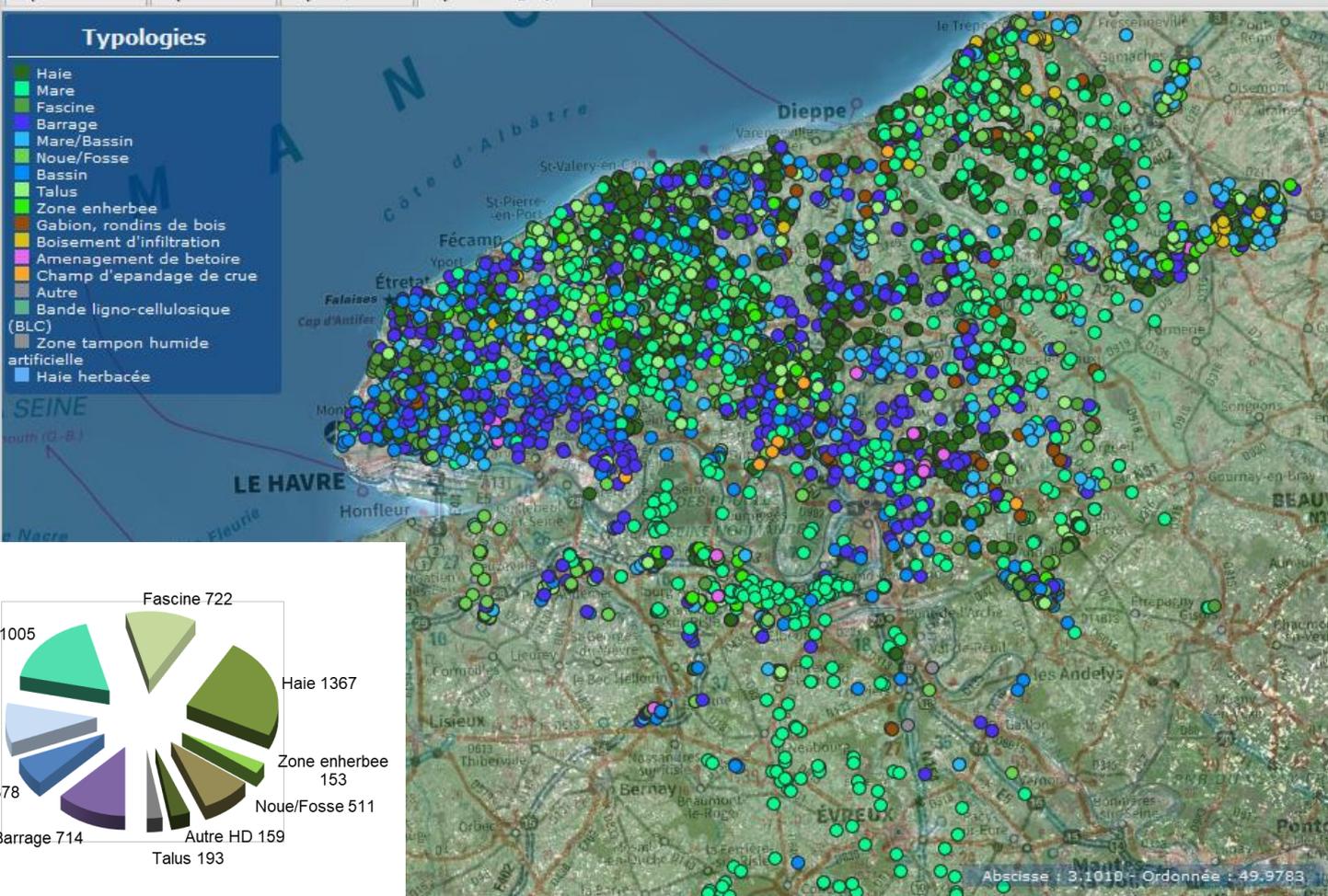
Observatoire des aménagements en Normandie

[Consult. ouvrages](#) [Fichiers AREAS](#) Utilisateur connecté : accès public areas


[Bienvenue](#) [Consultation](#)
[1. Recherche](#) [2. Résultat](#) [3. Synthèse](#) [4. Cartographie](#)

Typologies

- Haie
- Mare
- Fascine
- Barrage
- Mare/Bassin
- Noue/Fosse
- Bassin
- Talus
- Zone enherbee
- Gabion, rondins de bois
- Boisement d'infiltration
- Aménagement de betoie
- Champ d'epandage de crue
- Autre
- Bande ligno-cellulosique (BLC)
- Zone tampon humide artificielle
- Haie herbacée





Avec le soutien financier de nos partenaires :



AREAS

Association de recherche
sur le Ruissellement, l'Erosion
et l'Aménagement du Sol

2 avenue Foch
76 460 Saint Valéry en Caux
02 35 97 25 12

www.areas.asso.fr