



Ruissellement & Erosion des sols

Phénomènes, Expérimentations, Actions de lutte Zones Tampons et Pratiques culturales

R.Ex. de Haute-Normandie

**CNFPT** Réseau:

Eau-Assainissement - Milieux aquatiques

Jean-François Ouvry 11 - 05 - 2021



Un beau territoire

## Mais parfois : que d'eau! Et que de boues!





## Talon d'Achille du territoire / eau

• Exemples d'inondations et coulées de boues

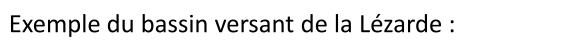




## Récurrence des problèmes



Evolution des ruissellements au cours du temps d'après l'indicateur <u>«inondation »</u>:



Uéa érosion our les trois zones fonctionnell • 14 km de rivière, 21 000 ha, 35 communes 1820 2000 1800 1900 30-07-80

**Inondations: - omniprésentes** 

- brutales

- en accroissement

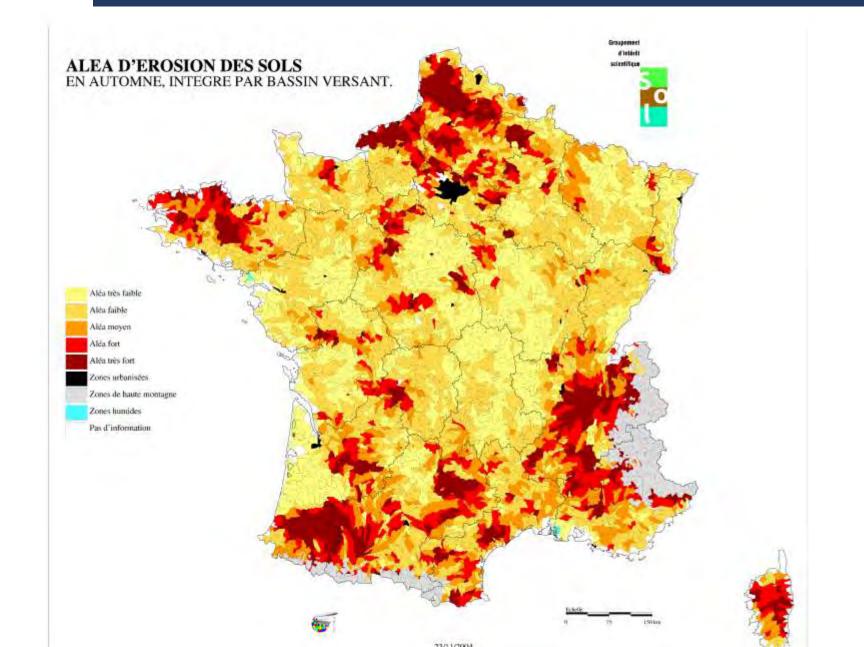


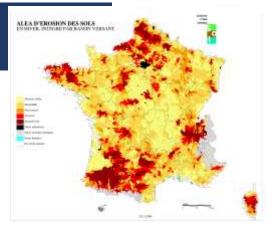




1 – Aperçu simplifié des Processus du ruissellement

## Carte de l'Aléa Ruissellement- Erosion









#### Rappels simples du processus de ruissellement



#### □ Conditions nécessaires

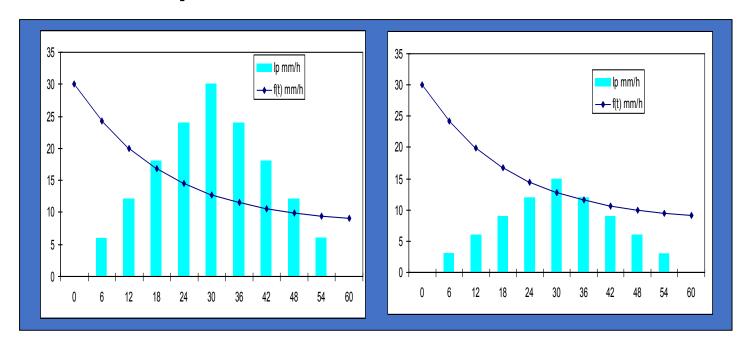
- 1. Naissance d'un ruissellement,
  - 1. Caractéristiques des Pluies
  - 2. Caractéristiques des Sols
- 2. Forces capables d'arracher des particules,
  - 1. Pluie
  - 2. Ecoulement
- 3. Déplacement de l'eau et capacité de transport,
- 4. Vitesse de l'eau pour la sédimentation.

#### Conditions d'apparition du ruissellement



① La formation d'un excès d'eau : 1<sup>er</sup> facteur : la pluie.

Naissance d'un excès d'eau superficiel dès que : Intensité de <u>la pluie</u> > vitesse d'infiltration dans <u>le sol</u>.



Ce processus correspond à la genèse du ruissellement dit : HORTONIEN.



Mais tous les paramètres changent au cours du temps, à l'échelle d'une pluie et à l'échelle de la succession des pluies.

## Conditions d'apparition du ruissellement



① Formation d'un excès d'eau : 2ème facteur = le SOL .

Dans le monde, il y a excès d'eau si :

#### intensité de la pluie > infiltrabilité du sol

(0,5 à 400 mm/h) (400 à moins de 1 mm/h selon l'occupation du sol et l'activité agricole)

- Il existe des zones dans le monde ou l'intensité de la pluie est toujours forte : > 100 mm/h .
- Et ce n'est que dans ces conditions que l'érosion se développe, même sur des sols ayant une bonne stabilité structurale du fait de leur teneur en argile (> 35%)!



#### Le phénomène de battance sur sol nu.



#### **2 GRANDES ETAPES**

ETAT FRAGMENTAIRE

33838

PHASE: FERMETURE de la

D SURFACE



\*\*

PHASE: CROUTES de DEPOT

(2



INFILTRABILITE mm/heure 30 à 60 6 à 2 mm/h moins de 1 mm/h

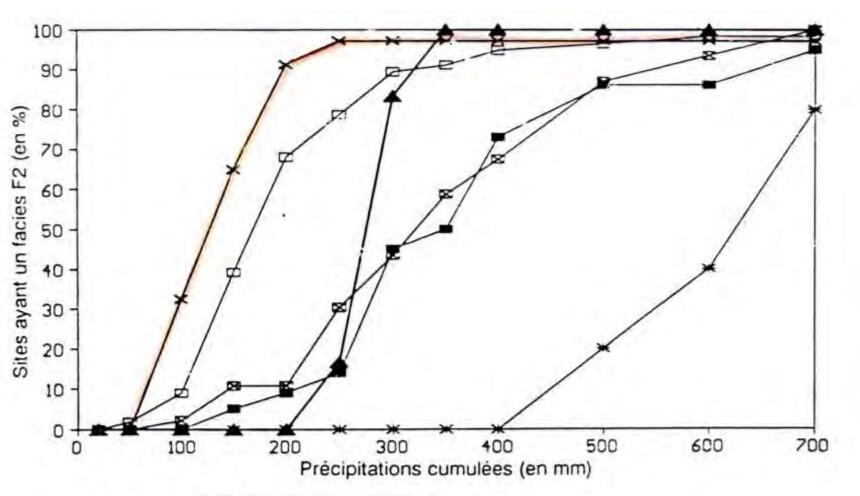




LE DECLENCHEMENT DE LA PHASE ©EST UN STADE CRITIQUE, C'EST LE PREMIER EXCES D'EAU D'AU MOINS 5 MM.

## Facteurs sol qui conditionnent la formation de la croûte de battance



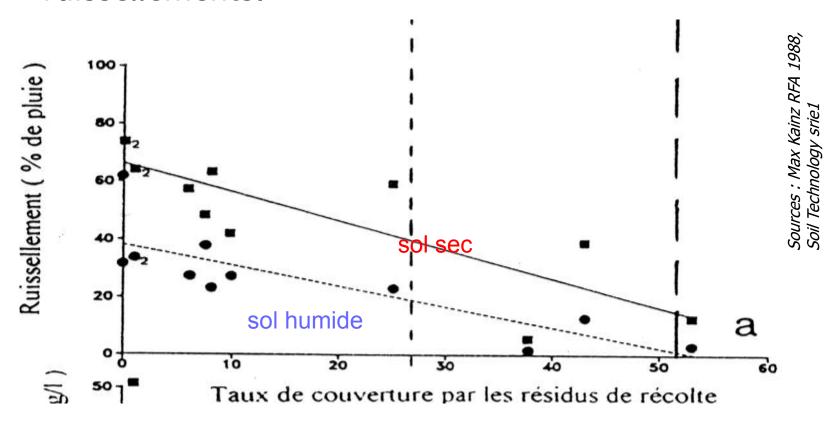


Evolution des proportions de sites ayant un état de surface répondant au faciès F2 (croûte sédimentaire) avec les cumuls de pluies à partir de la date du semis (en mm) par classe texturale

Classes



Le couvert végétal joue un rôle crucial dans la formation des croûtes superficielles et la réduction des ruissellements.



Dès que le taux de CV > 40-50 % ; le ruissellement est fortement réduit.

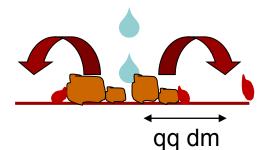
+ Influence de l'histoire hydrique sur la vitesse de désagrégation des fragments de surface



#### ① Arrachement de particules sous l'effet de la pluie

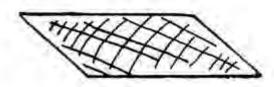
#### Soit l'effet « splash » :

- impact des gouttes de pluie qui provoque une **érosion diffuse**,
- $Q_D = aE_c^b$
- Splash  $E_c = f(Ip)$



Désagrégation par éclatement total ou partiel (pression interne et gonflements) et par chocs des gouttes sur agrégats saturés.

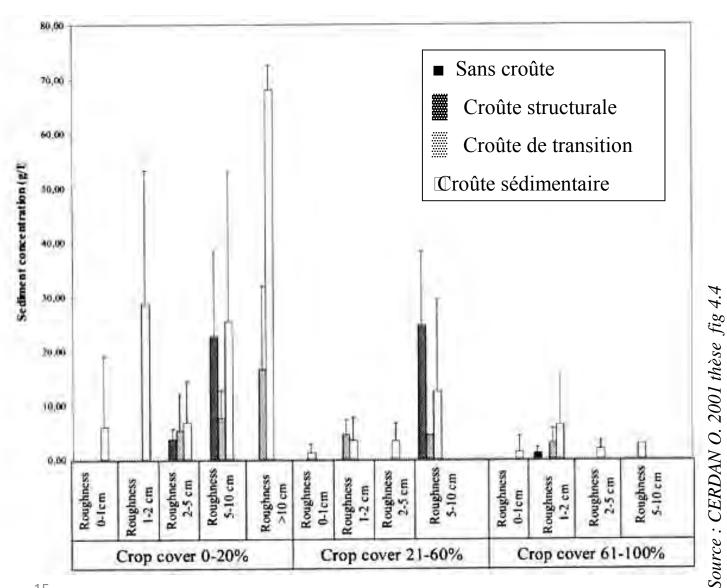
#### **Erosion diffuse**



Sur toute la surface du sol







Quantification de l'érosion diffuse, exemple: Effet du couvert > de la rugosité > au type de croûte.



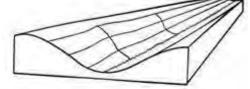
② Arrachement de particules sous l'action d'un écoulement.

- Soit l'effet de la lame d'eau en mouvement (ruissellement)
  - érosion localisée linéaire
  - V écoulement > vitesse seuil

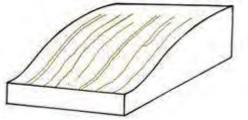


#### Erosion linéaire

Forme linéaire dans talweg



Forme en parallèle sur versant Pente > 3°

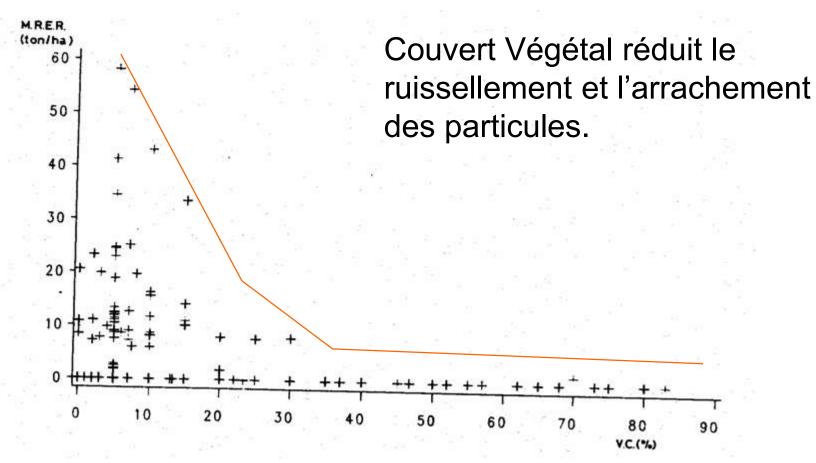


Forme en chevelu sur versant pente > 3°





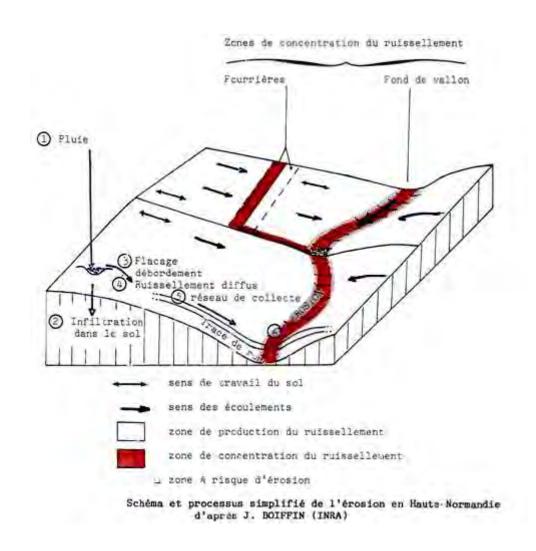
Le couvert végétal influence l'apparition d'érosion : splash + rigoles



Source : G. GOVERS A regional study of rill patterns in the flemish loam and sand loam region 1987 Bulletin de la société Belge d'Etudes Géographiques

## Éléments de conclusion sur les Processus d'érosion et de ruissellement : synthèse





- Zones à risque d'érosion :
  - Les fonds de vallons labourés
  - Les fourrières
  - Les parcelles en forte pente et labourées
- on peut avoir une Séparation dans l'espace des zones de ruissellement et des zones d'érosion.
- •=> Démarche de BV

## Éléments de conclusion sur les Processus d'érosion et de ruissellement : synthèse



#### Solutions : 2 groupes d'actions complémentaires et indissociables

Solutions agronomiques	Solutions hydrauliques
<ul> <li>Pour réduire les ruissellements et l'érosion à la source</li> <li>Individuelles</li> </ul>	<ul> <li>Pour gérer et maîtriser les écoulements inévitables</li> <li>Collectives</li> </ul>
<ul> <li>Au départ des ruissellements et de l'érosion</li> <li>À la parcelle</li> </ul>	<ul> <li>Graduellement de l'amont vers l'aval</li> <li>Sur l'ensemble du bassin versant</li> </ul>



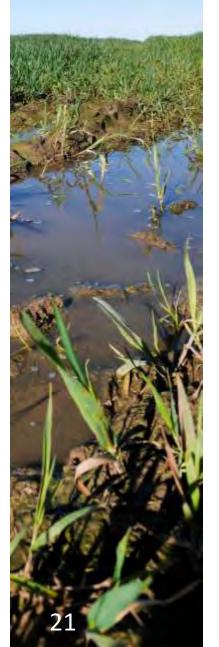


2 – Stratégie d'Action en Normandie

Résumé des actions Préventives.

Basée sur les Processus de Ruissellement - érosifs





#### Ruissellement : Stratégie d'action

- 1. Les processus => Stratégie d'action à l'échelle des bassins versants
- 2. Avec 2 volets complémentaires et indissociables :
  - ➤ Limitation des ruissellements agricoles et urbains
  - Mesures sur le chemin de l'eau (thalweg) : zones tampons
  - > Ouvrages de laminage de crue si besoin/enjeux.

Fonctions : d'infiltration, de sédimentation, de résistance à l'arrachement et d'épuration .



#### Politique de réduction de l'aléa ruissellement/érosion

=> une approche à <u>l'échelle du bassin versant</u>, Sur le chemin de l'eau, Selon 3 axes :



#### Politique de réduction de l'aléa ruissellement/érosion





**Pratiques** agricoles

1-Favoriser l'infiltration de la pluie partout pour limiter les ruissellements.

**Zones tampons ou Hydraulique Douce :** 

Zones enherbées Haies, Mares, Fossés à redents... Ralentir et ré-infiltrer le ruissellement

**Ecrêter les crues** 

Ouvrages: Champs d'épandage de crue, ouvrages de laminage (barrage, bassins, mares tampons,...





# Marges de Manœuvre agronomiques vis-à-vis du ruissellement : Conclusions tirées des processus.

- Préserver la capacité d'infiltration
   =Retarder l'apparition des croûtes
- Limiter leur importance
- 1. Couverture des sols;
- 2. Sol motteux + stockage en surface;
- 3. Ré-infiltrer au + près des flaques;
- 4. « Briser » les croûtes superficielles;
- 5. Teneur en MO;
- 6. Affectation de l'occupation du sol dans l'espace et sens de W du sol;
- 7. Éviter les sols compactés (TR, CR)

#### Exemples d'actions:

- Semis herses droites et pas rotatives
- Les outils de w du sol et nb de passages
- Cultures intermédiaires, RGI inter rang du maïs
- Binage, écroûtage des céréales
- Flaquage PDT et autres
- Non labour,.....
- Polyculture élevage
- Herbe / maïs
- Où localiser l'herbe
- Succession de cultures ruisselantes et infiltrantes, assolement concerté
- Limite de parcelle pour déconnecter l'amont de l'aval
- Strip till
- Culture sous couvert
- Effaceurs de traces
- Statut des pailles

Mais ces actions ont des limites.



## Exemples de Solutions préventives Agricoles - 1

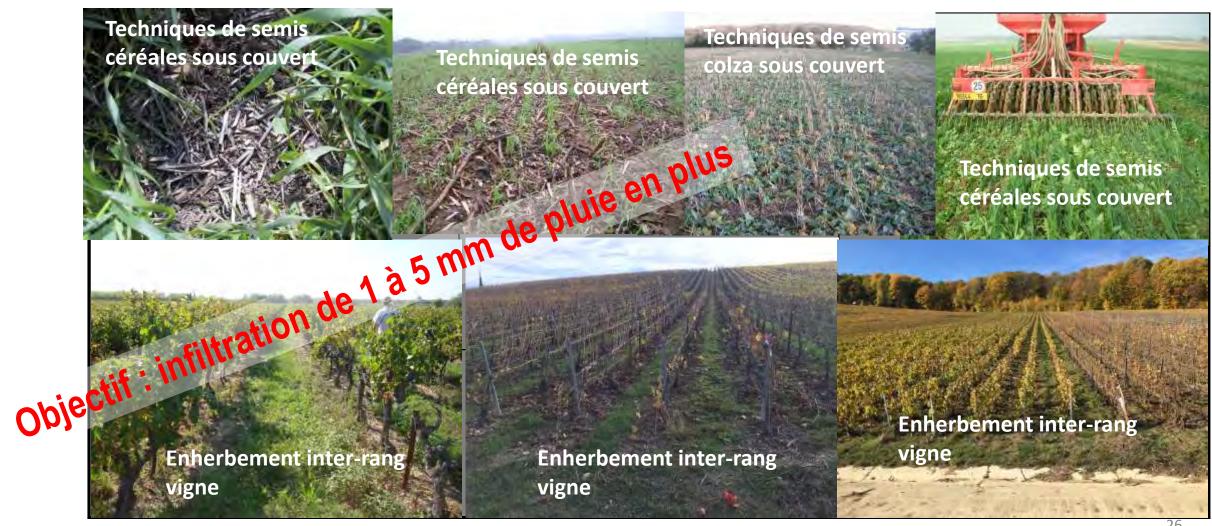
Volet préventif sur l'infiltration par les pratiques culturales





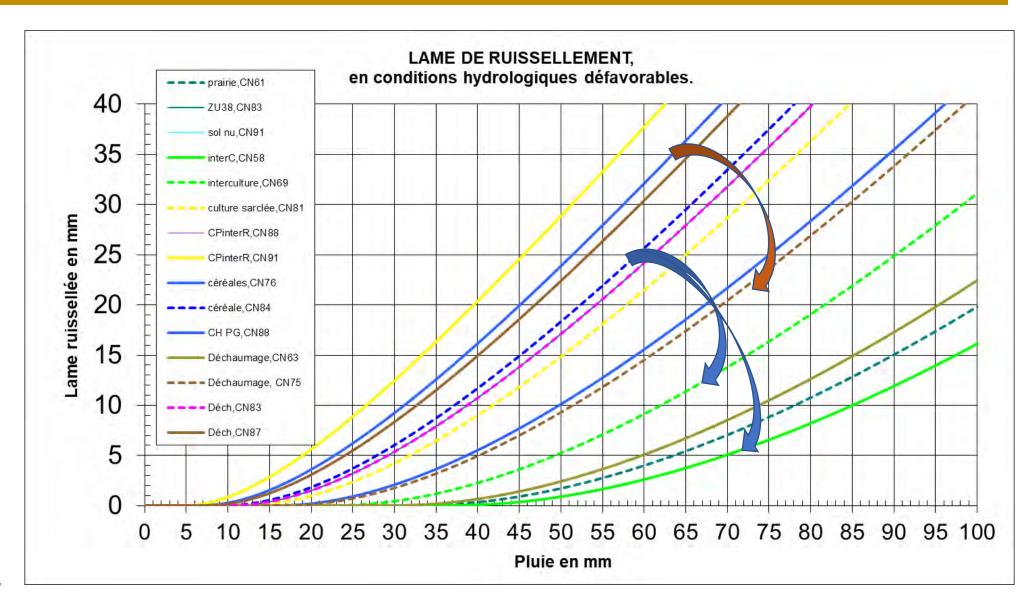
## Exemples de Solutions préventives Agricoles - 2

#### Volet préventif sur l'infiltration par les pratiques culturales





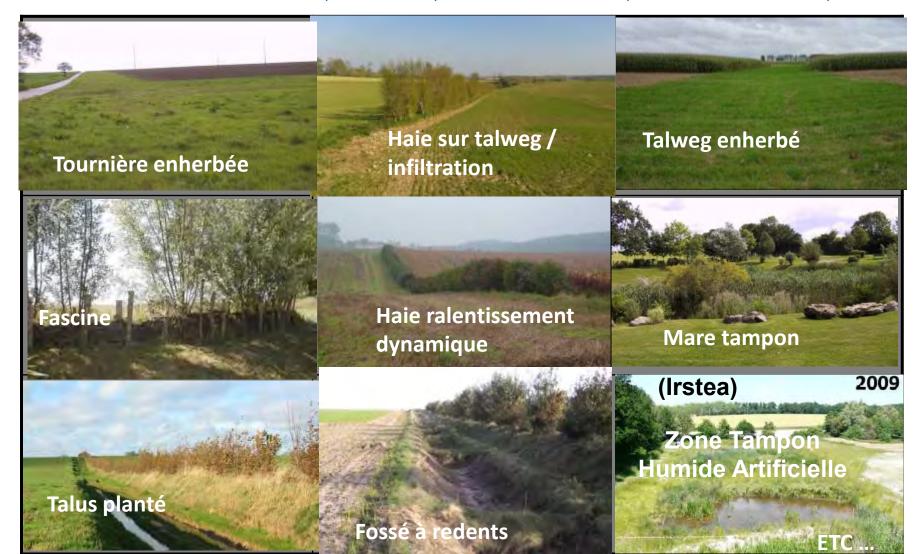
## Ex d'Efficacité des leviers agronomiques / ruissellement





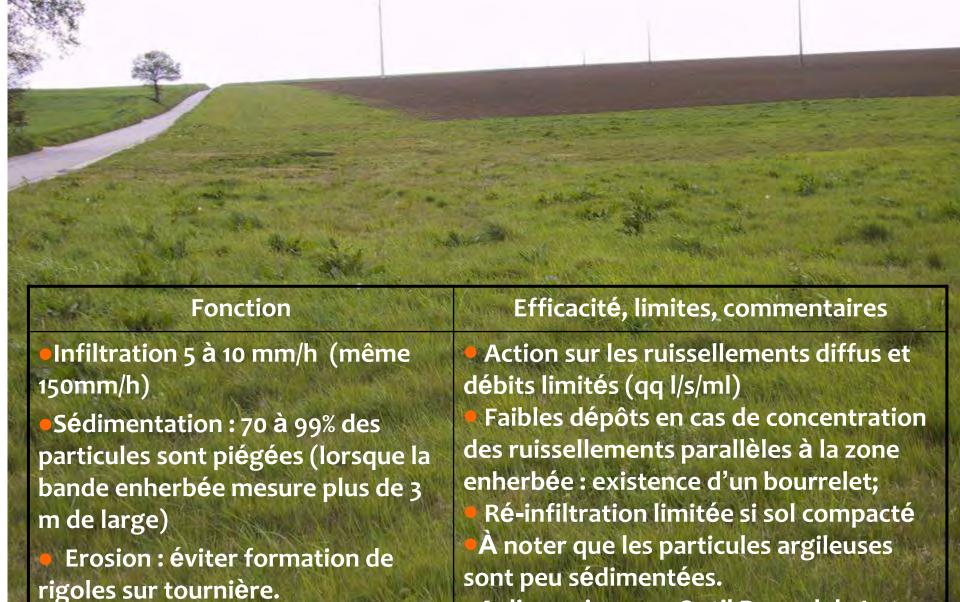
## Exemples de Solutions Zones tampons - 2

Volet préventif/curatif sur infiltration, érosion, sédimentation, ralentissement,



#### AREAS

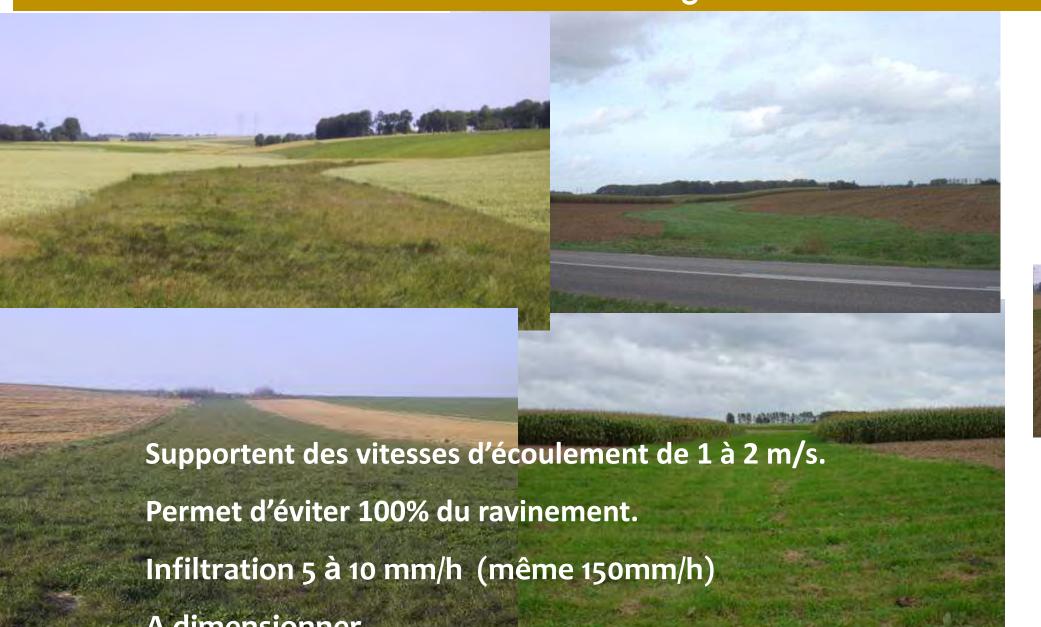
#### ZT 1: Remise en herbe de Tournière ou Fourrière avale



A dimensionner ( Outil Puward de Irstea



## ZT 2: Les chenaux enherbés de talweg / Ravinement





AREAS



#### ZT 3: Fascines sur le chemin des écoulements





#### ZT 4: Haies "érosion" sur le chemin des écoulements



## AREAS

## ZT 3 & 4 : Accroissement de la sédimentation

#### Fonction de sédimentation :

• Taux de sédimentation élevés pour des débits spécifiques entre 1,9 l/s/m et 6,5 l/s/m

#### **Fonction Infiltration:**

• Capacités d'infiltration élevées des haies hors zone hydromorphe.

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			Ordre de grandeur de l'infiltration	Surface nécessaire pour infiltrer 1 l/s	
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		89 à 98 %	Fascines	Infiltration faible des fascines récentes ou avec peu d'activité biologique	35 mm/h (± 50 mm/h)	≈ 102 m²	
					Infiltration moyenne des fascines avec une meilleure	360 mm/h (± 100 mm/h), soit des	≈ 10 m²	
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 %		activité biologique	valeurs voisines de celles des haies.	~ 10 iii	
				Haies	Infiltration moyenne générale	400 mm/h (± 100 mm/h)	≈ 9 m²	

## AREAS

## ZT mixte: Association d'Objectif érosion / sédimentation ET

 Infiltration: Haie + fascine ⊥ talweg + bande boisée ou BLC, ou talus ou fossé discontinu...







Érosion en ravine.









ZT 5 : Haies &Talus perpendiculaires au versant et fossé-talus de ceinturage :



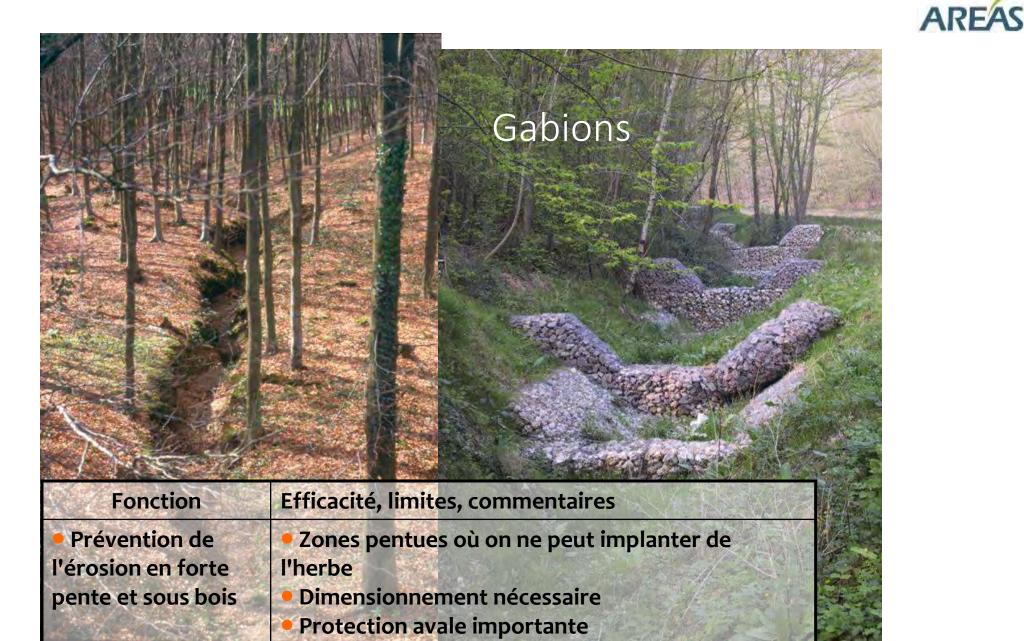
Fonction	Efficacité, limites, commentaires				
<ul> <li>Ralentissement des écoulements</li> <li>Sédimentation</li> <li>Infiltration</li> <li>+ atout pour la faune et paysage</li> </ul>	<ul> <li>Dimensionnement nécessaire</li> <li>Peut être en légère oblique (1% de pente longitudinale) pour dévier les écoulements</li> <li>S'il stocke l'eau, prévoir une buse d'évacuation et une zone de débordement pour ne pas dépasser 50 cm de stockage</li> </ul>				

#### ZT 6: Mare tampon et zone humide artificielle





#### ZT 7 : En cas d'érosion sur un talweg dans un bois que faire ?



#### ZT 8: Zone Tampon Humide Artificielle:



Rôle principal: Réduction de la charge en pesticides

Rôle secondaire: Sédimentation



Cemagref
Lagune expérimentale de Bray (37 Villedomain)

Création d'ouvrage avec 1m d'eau pour dégrader les produits phytopharmaceutiques.

le facteur primordial est le temps de séjour des produits avec le milieu humide.

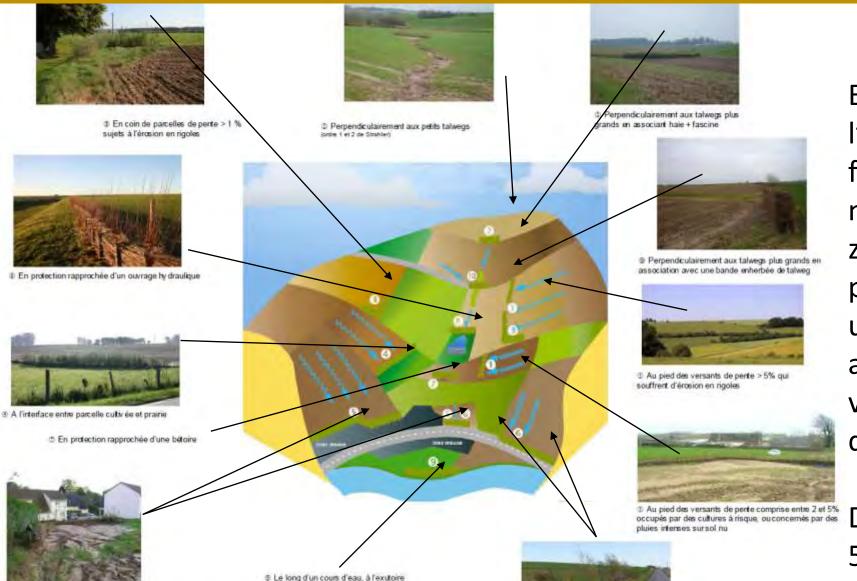
#### PRINCIPAUX AMENAGEMENTS D'HYDRAULIQUE DOUCE



Type d'Aménagement				Efficacité / évènement d'occurrence F10						
( Ord	( Ordre de grandeur valable en Haute-Normandie sur sol limoneux profond )			Plage temporelle	Erosion de versant	Erosion linéaire par R concentré	Sédimentation (MES; P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	Infiltration (Phyto)	Laminage	
			Bout de champs enherbé				5	5	4	
		Mesures herbe surfacique	Talweg enherbé		CT et LT		5	4	3	2
		·	Cunette enherbée, noue				5		2	
			Fascine ⊥ talweg	morte	СТ		3	4	1	1
				vivante (->haie hyper dense)	CT et LT		3	4	2	1
Hydraulique rapprochée: réduction de l'érosion, ralentissement des écoulements, augmentation de l'infiltration et de la sédimentation	Mesures Linéaires	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 Prairie d'infiltration et de sédimentation Boisement d'infiltration		CT et LT	5			5		
						5	4	5	2	
					5		2	5	1	
		Gabion				5	1			
			Fossé simple	ssé simple			5	1	1	
	nelle d'appréciation Fossé à redents					5	4	3		
0 - 20% d'e		Mesures de	Fossé de ceintur	rage			5	1	1	
20 - 40% d'		ceinturage et de stockage	et de Talus simple				3	3	1	1
40 - 60% d'	Talus busé					3	4	2	2	
60 - 80% d	'efficacité	Fossé-talus type cauchois				5	3	2	2	
80 - 100% (	d'efficacité		Diguette - Pli cultivable				2	4	1	2
			Mare tampon				2	4		2
CT = Cour	CT = Court Terme : 1 à 5 ans. (1) Haie hyper-dense = haie avec + c					+ de 40 tiges /ml qui sortent du sol. source: AREAS 2011 JF OU				JVRY

CT et LT = Court et Long Terme : 1 à + de 10 ans. LT = Long Terme : à partir de 10 ans. Schéma des localisations pertinentes des Zones Tampons : une distribution spatiale adaptée /optimiser l'efficacité.





En Normandie, l'emprise foncière nécessaire au zone tampon pour garantir une efficacité acceptable varie de 1 à 5 % du territoire.

Densité visée : 5 ZT / km<sup>2</sup>.

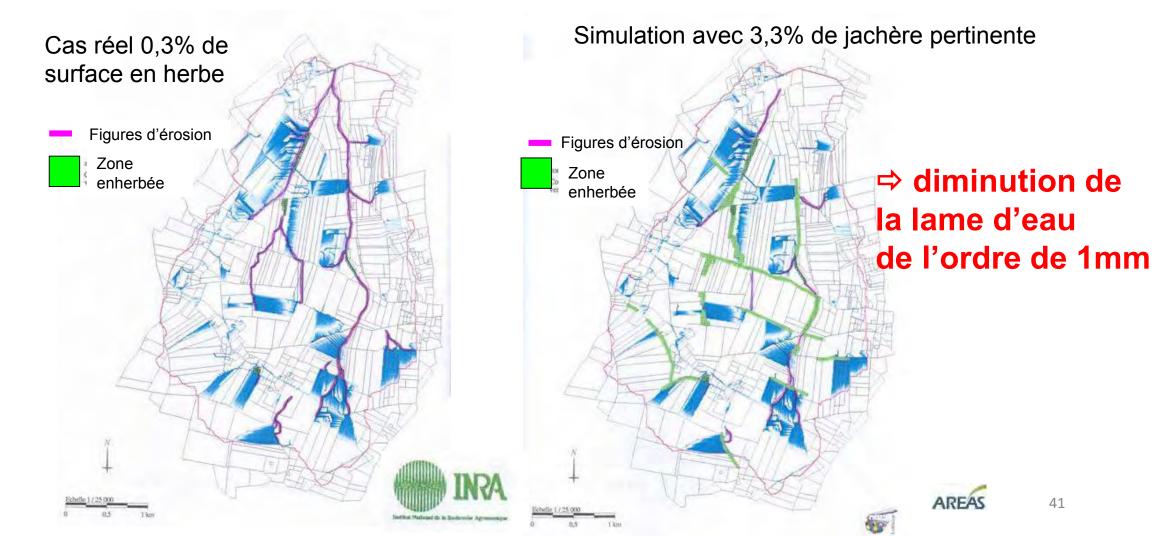
D En protection rapprochée d'une zone

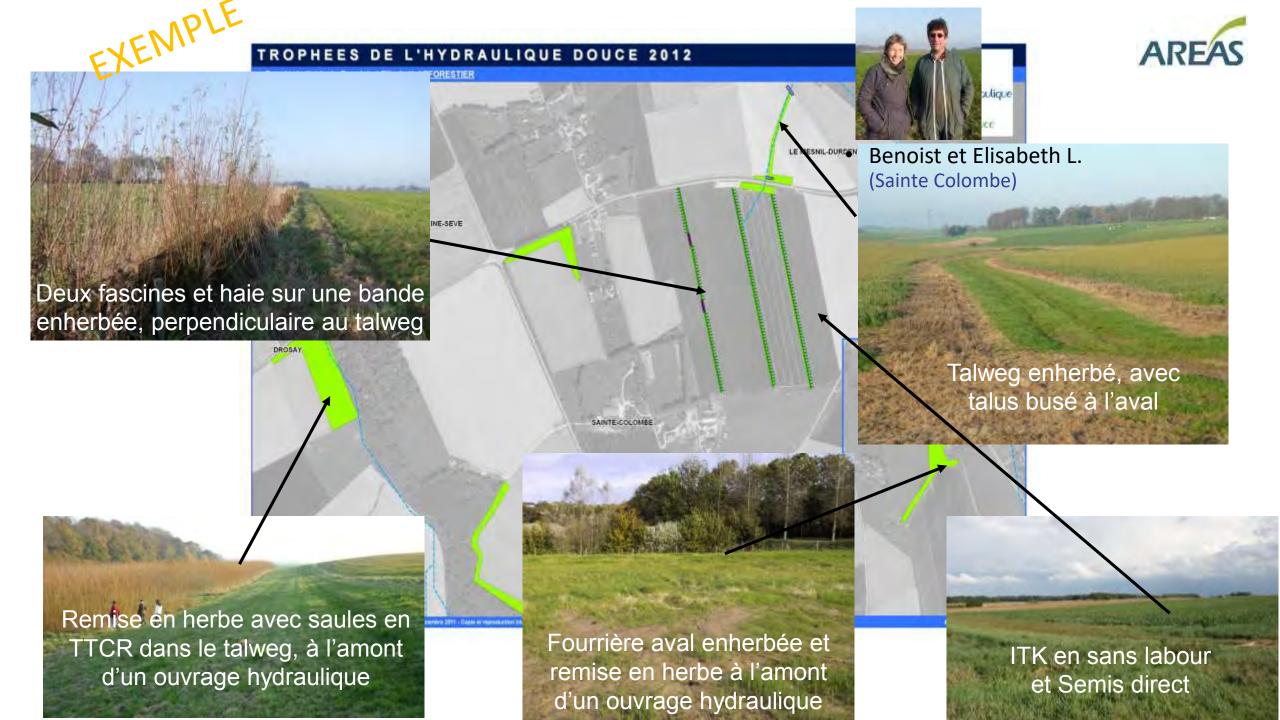
d'une y alée séche érodable en

renforcement d'une bande enherbée

#### Exemple de réduction du volume ruisselé avec des surfaces enherbées

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





# Zones tampons : Exemple sur un BV

Projet Terre-Eau-Faune de Longueil – Quiberville.

SMBV Saâne Vienne Scie -



pieux, cette fascine de 45m de longueur permet d'empêcher une ravine de se former en aval. Elle est associée à une bande enherbée. À terme, la fascine deviendra Haie

72m, implantée sur 2 rangs d'une vingtaines d'essences locales, son paillage naturel et sa densité en garantissent Bande enherbée

ser la zone où se formalt une ravine et d'étaler les ruissellements sur une plus grande largeur.

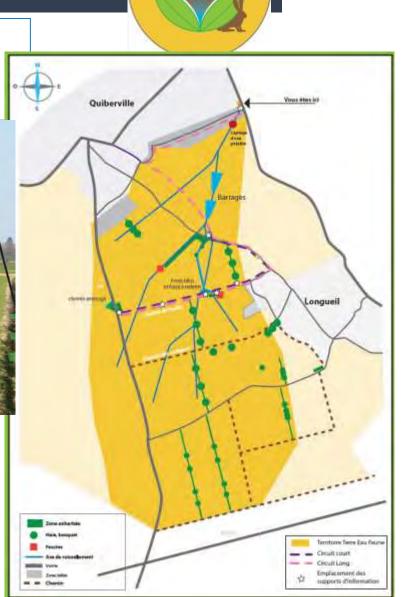
Quiberville village

Fossé-talus

Sa restauration permet de canaliser environ 350 m² d'eau ruisselée. Il est connecté à un fossé à redents permettant de canaliser les eaux sans les accélérer (les redents jouent le rôle de ralentisseur).

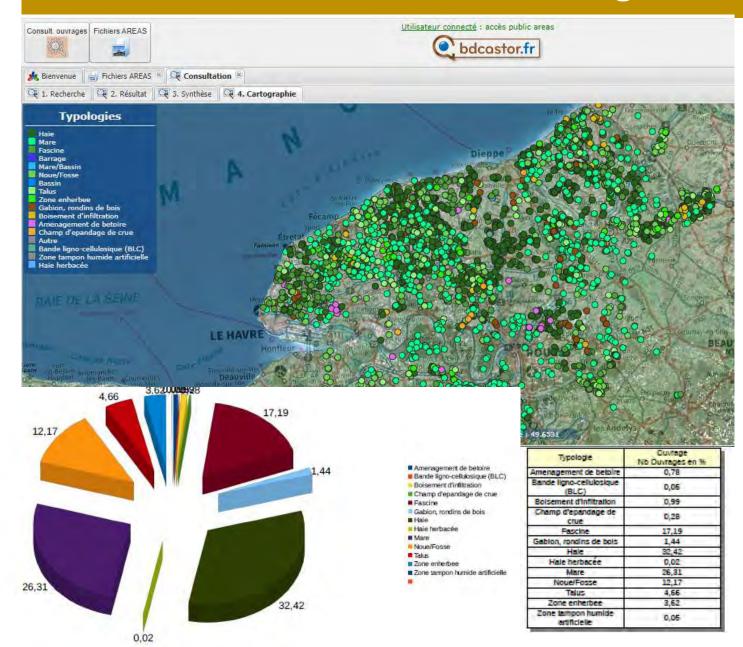
Programme développé conjointement par le SMBV, la Fédération des chasseurs et les Agriculteurs.





#### Bilan: Réalisations d'aménagements en 15 ans

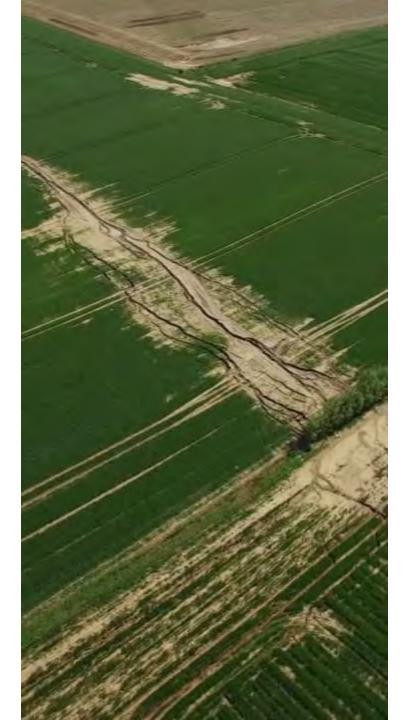




Base de données de tous les aménagements réalisés ces dernières années : BD Castor :

 Aménagement de Zones Tampons ou hydraulique douce :

4 223 Zones Tampons en Seine Maritime.





#### Merci de votre attention

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

2, Avenue Foch 76 460 Saint Valery en Caux http://www.areas-asso.fr/ jf.ouvry@areas.asso.fr

Tel: +33 (0)2 35 97 25 12