



Stratégie de réduction de l'érosion et des ruissellements en HN.

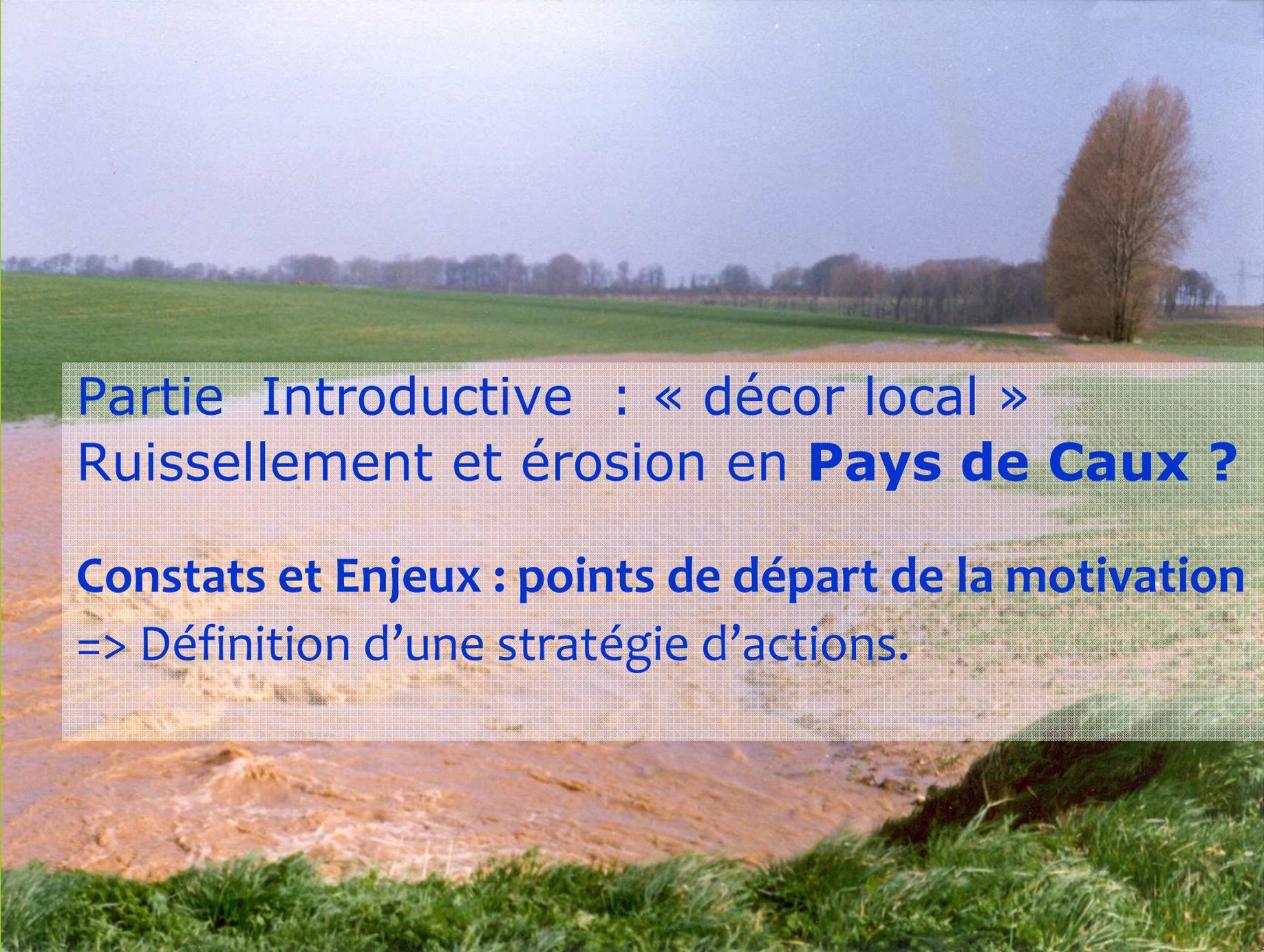
JF Ouvry



GREENOTEC
6-01-2015



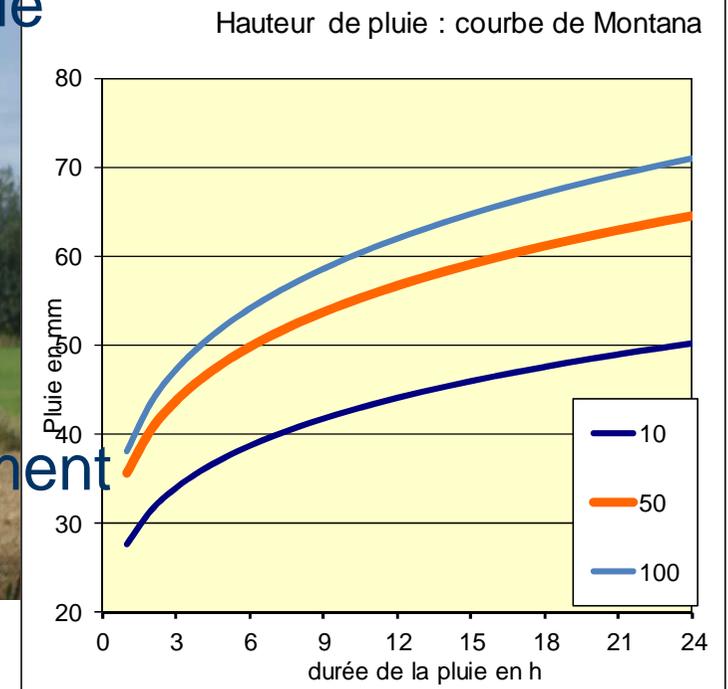
Partage d'expériences
Exemple du Pays de Caux :
Systèmes de culture, pratiques
culturales et zones tampons.



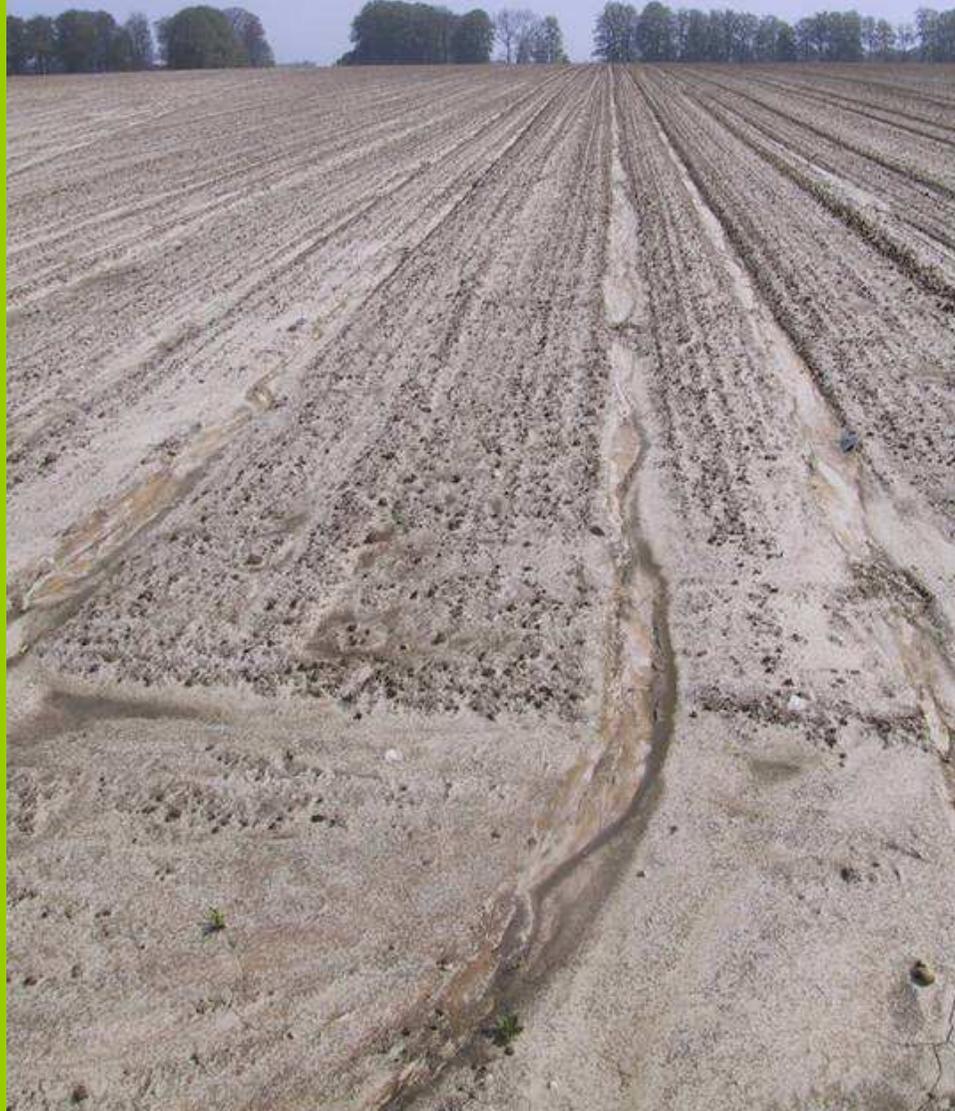
Partie Introductive : « décor local »
Ruissellement et érosion en **Pays de Caux** ?
Constats et Enjeux : points de départ de la motivation
=> Définition d'une stratégie d'actions.

Contexte local

- Région de plateaux entaillés par des vallées sèches
 - ↳ relief ondulé
 - ↳ pentes omniprésentes 2 à 5 %
- Absence caractéristique des réseaux hydrographiques
- Sous-sol calcaire, karstique, nombreuses dolines
- Climat doux, océanique, pluviométrie régulièrement répartie sur l'année
 - ↳ agressivité des pluies = faible
 - $P_{j10} = 51 \text{ mm}$
 - $P_{1h,10} = 24.5 \text{ mm}$
- Sols : toposéquence simple
- Sur les plateaux : sols bruns faiblement lessivés (bruni- sols luviques épais développés sur loess éoliens)



Constats : Processus érosif en Haute Normandie en images.



Région de grandes cultures sur sols très battants :
=> Ruissellements fréquents et abondants;
=> Erosion linéaire par ruissellement concentré





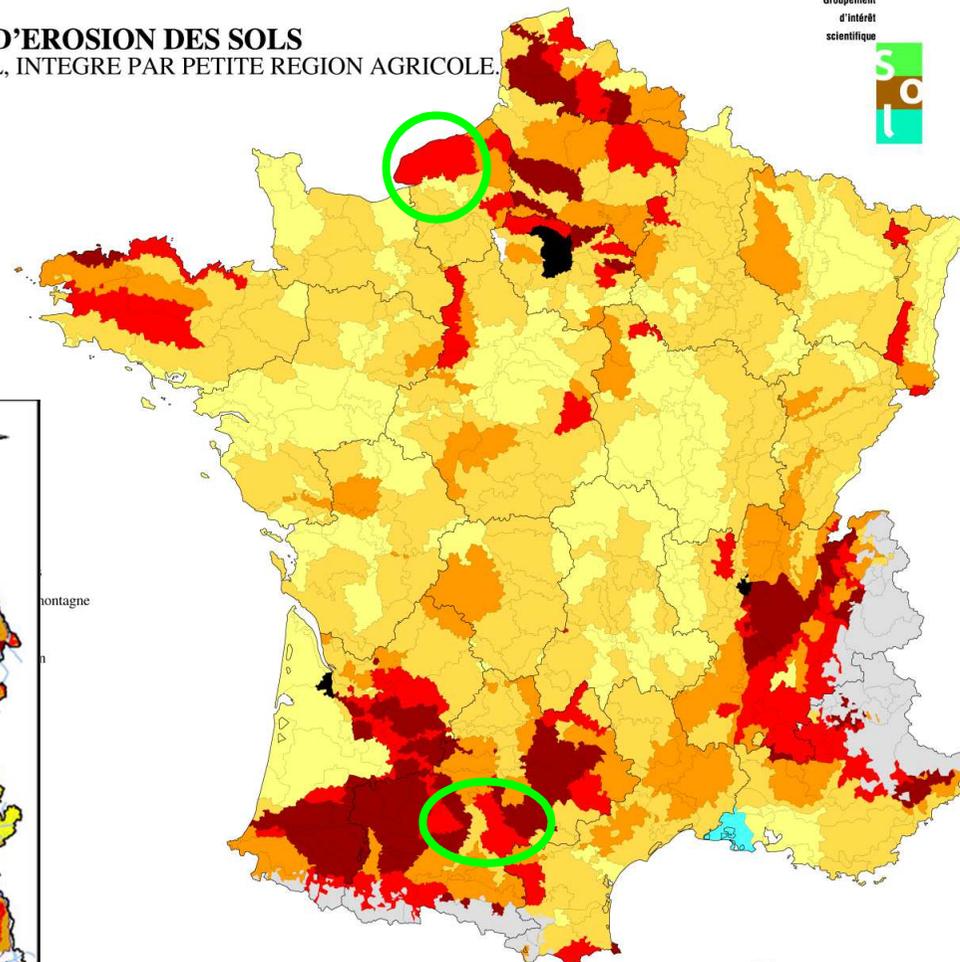


Pays de Caux : terroir d'érosion.

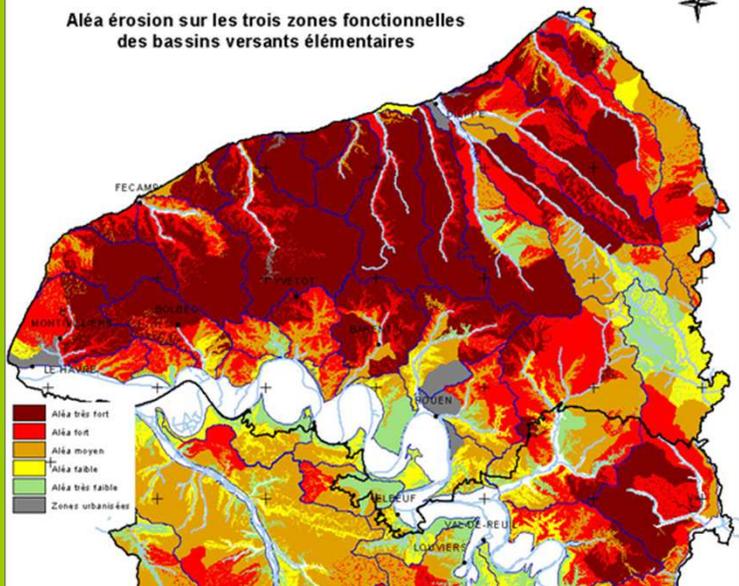
L'aléa Erosion
concerne plus de 75 %
du Département 76

ALEA D'EROSION DES SOLS
ANNUEL, INTEGRE PAR PETITE REGION AGRICOLE

Groupement
d'intérêt
scientifique



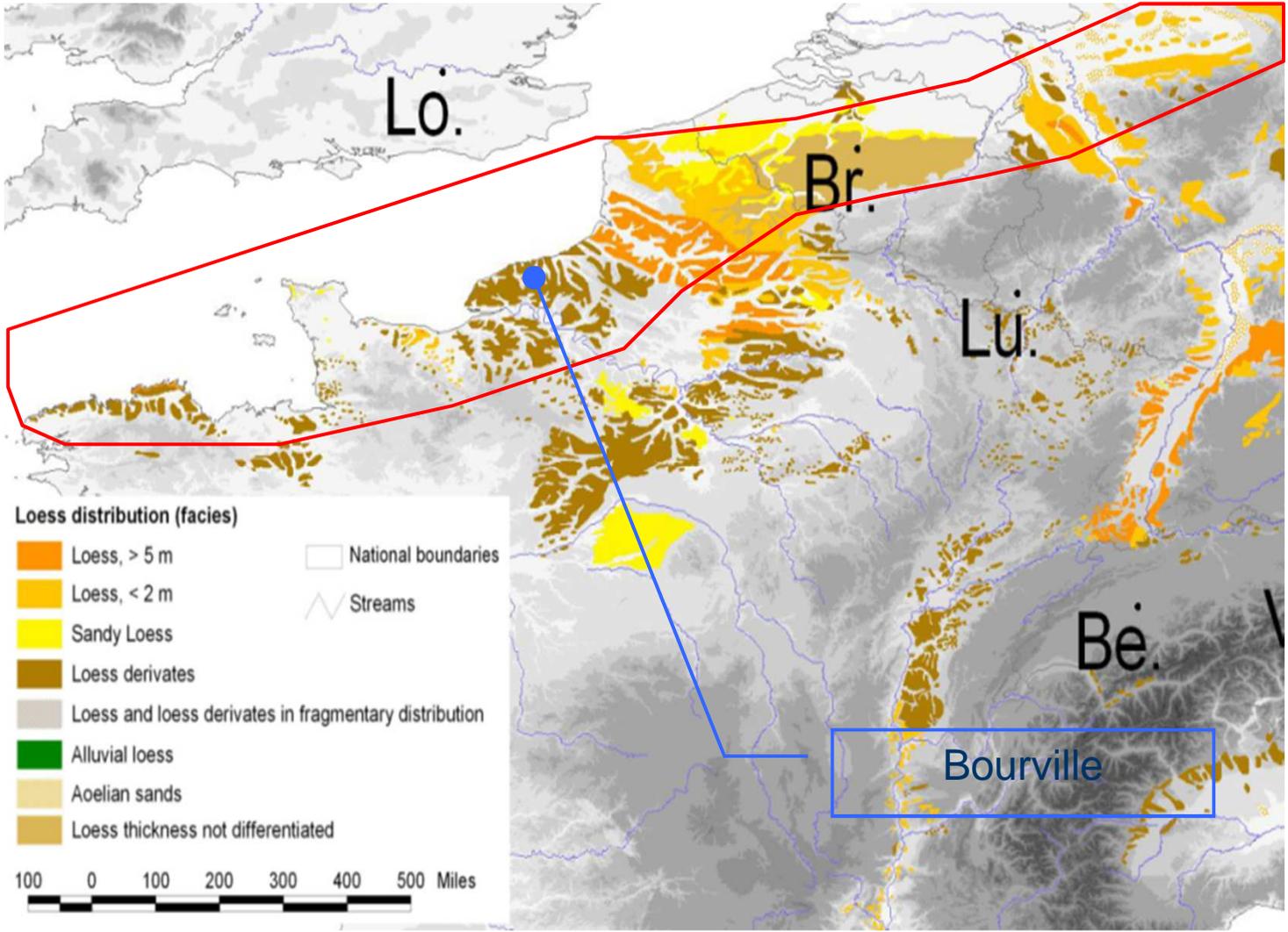
Aléa érosion sur les trois zones fonctionnelles
des bassins versants élémentaires



23/11/2004



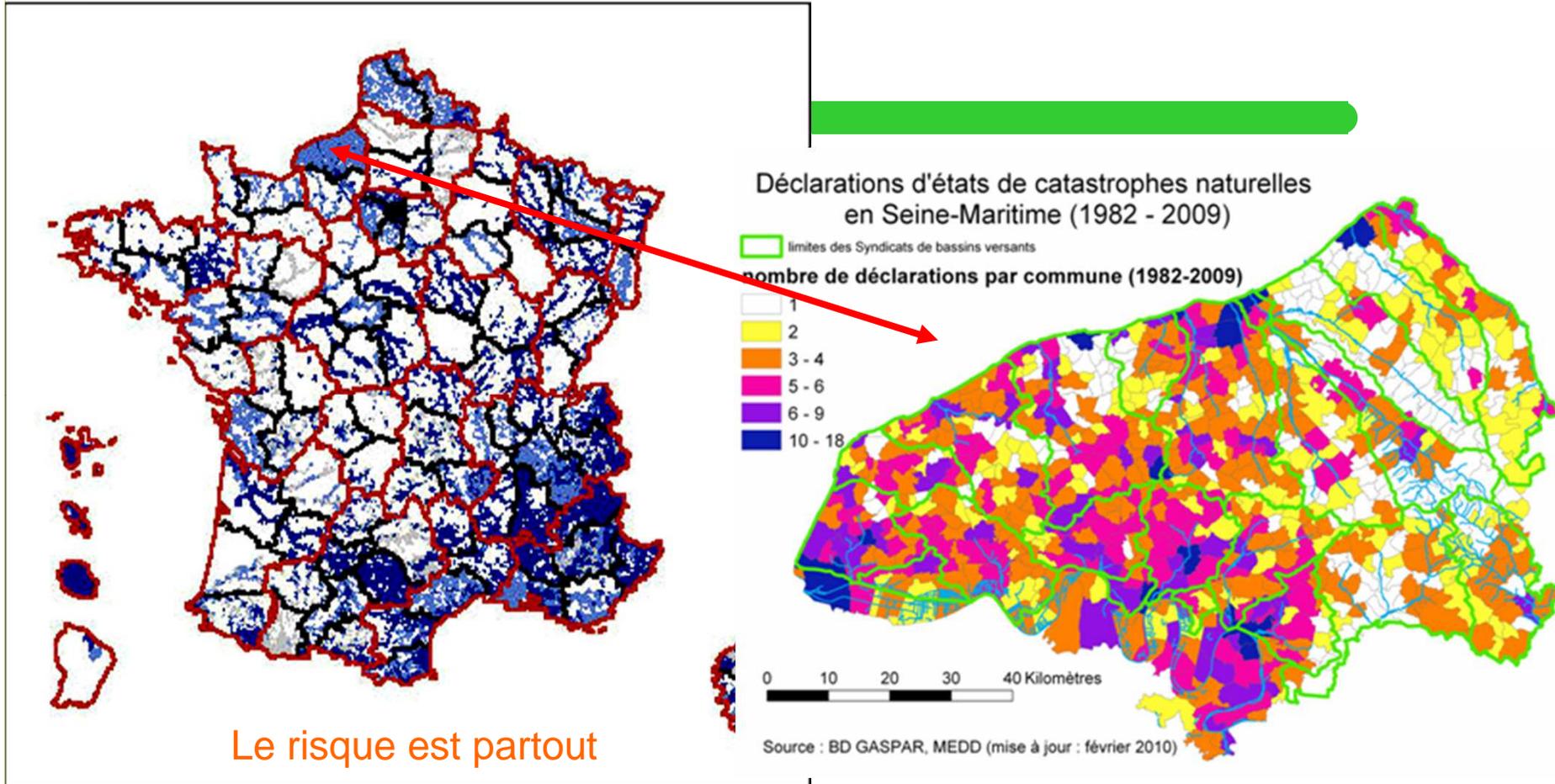
Une région de sols battants



1^{er} Impact : INONDATIONS et COULEES DE BOUES.



Un grand nb de communes à risque inondation



Le risque est partout

-  Risques avec enjeux humains (6914)
-  Enjeux humains non définis (5958)
-  Sans enjeux humains (2485)

Source : recueil national des communes à risques
Ministère de l'Aménagement du Territoire et de
l'Environnement - décembre 2001

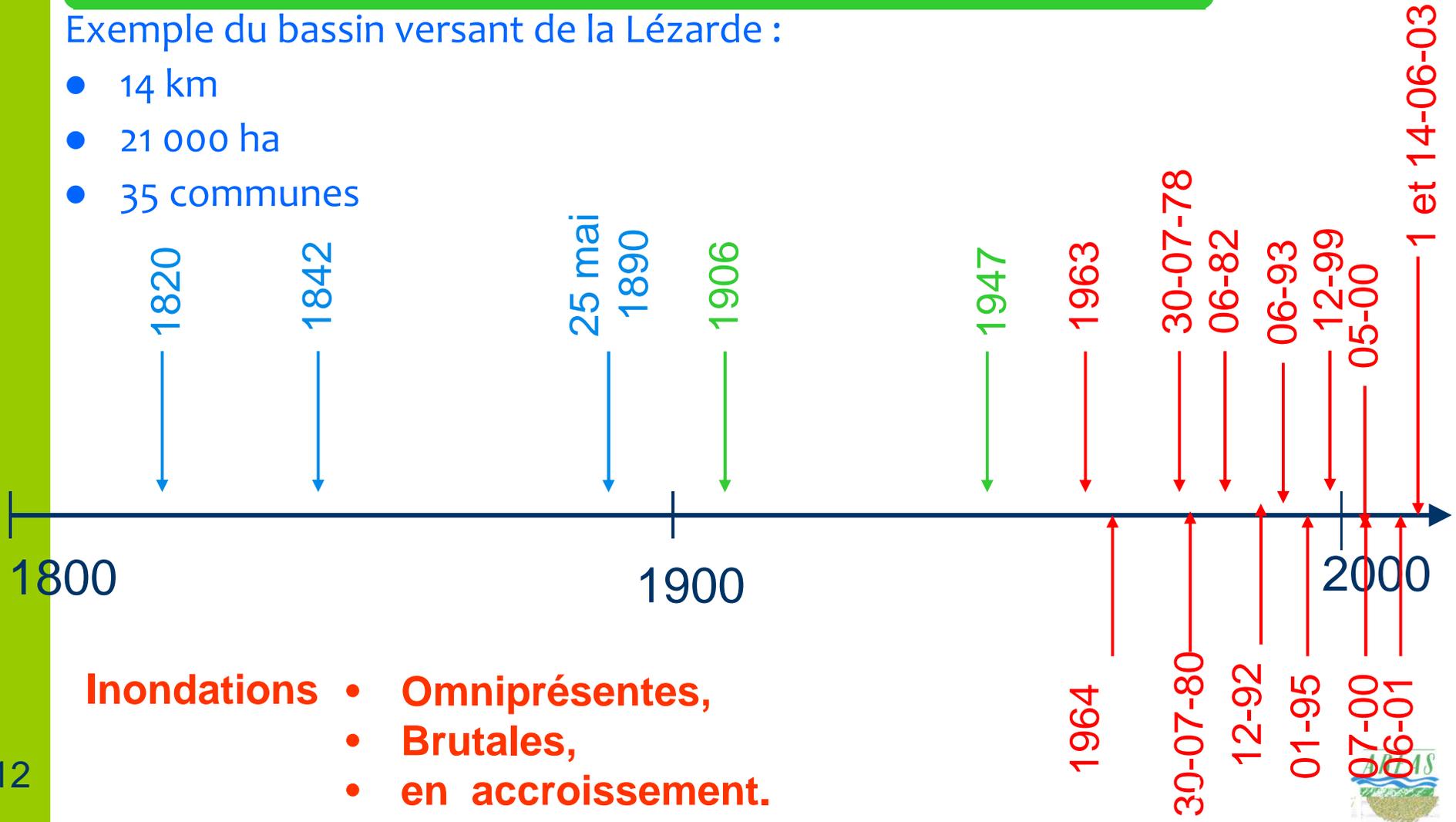


Rapidité d'évolution des fréquences

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

Exemple du bassin versant de la Lézarde :

- 14 km
- 21 000 ha
- 35 communes



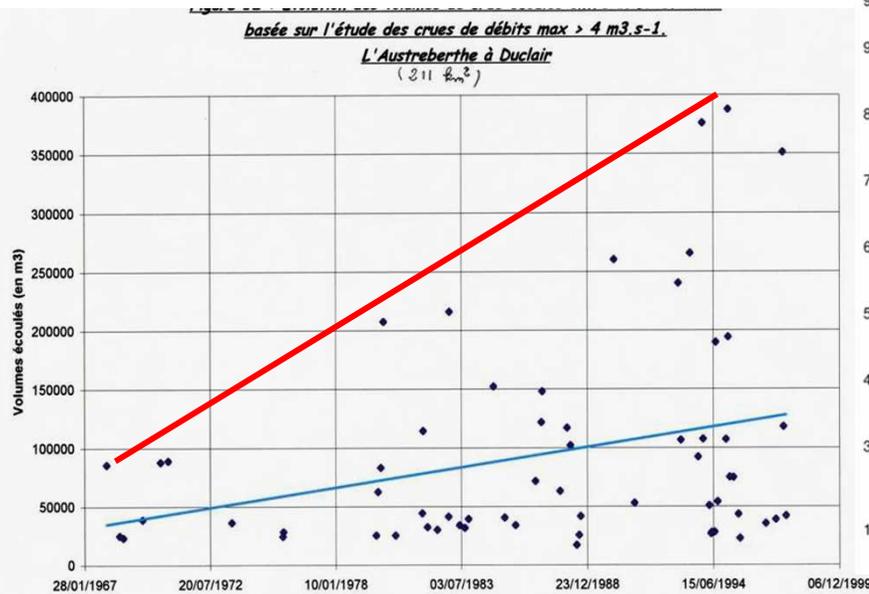
Inondations • **Omniprésentes,**
• **Brutales,**
• **en accroissement.**





Des crues + importantes

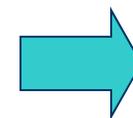
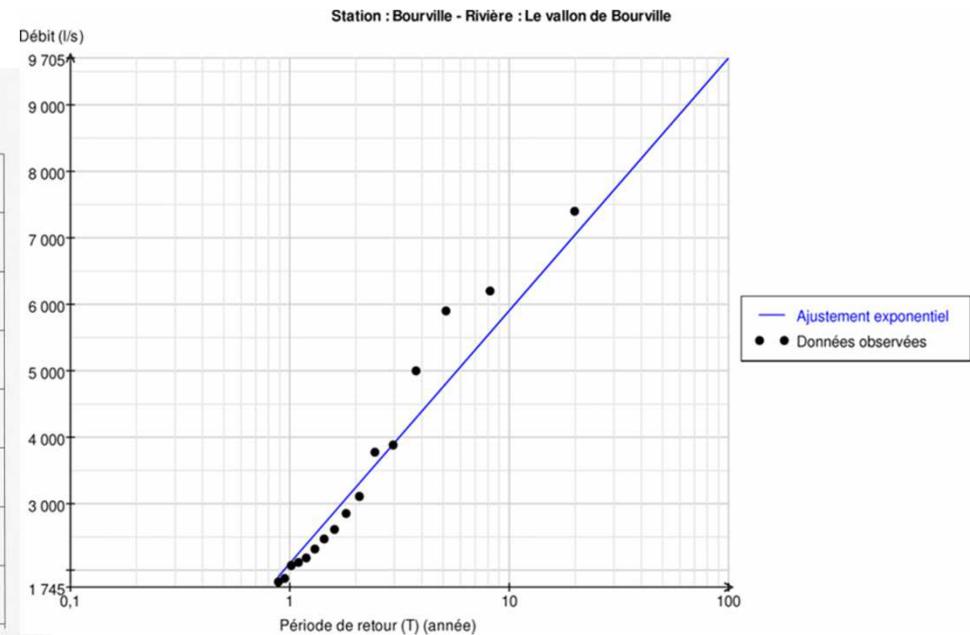
Evolution du volume des crues de l'Austreberthe à Duclair 1967-1999



(Source : impact de l'occupation des sols sur l'hydraulique sur la rivière Austreberthe –

Anne MOTLELAY - DIREN Haute – Normandie, 1999)

Hydrologie de vallée sèche cultivée sur le BV de Bourville : 10,5 km² (1995-2009)



Débit spécifique de :

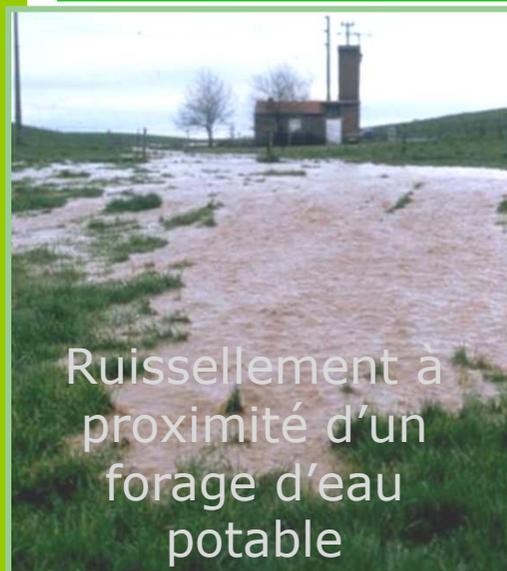
1,0 m³/s/km² de TL



2^{ème} Impacts : Pollution des eaux souterraines.

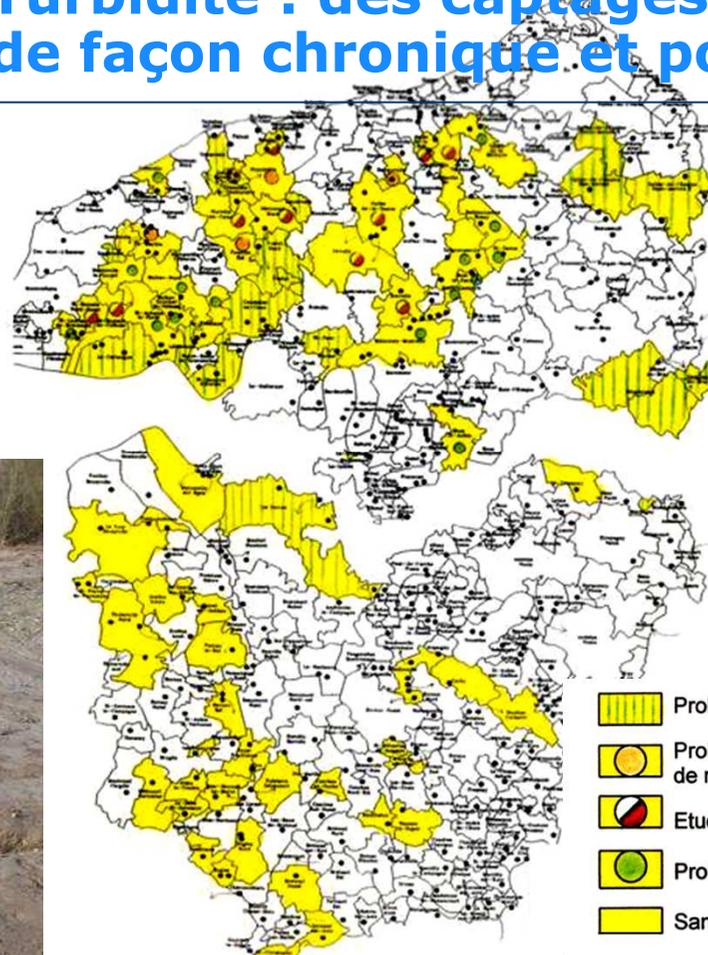


Engouffrement d'eau turbide dans le karst



Ruissellement à proximité d'un forage d'eau potable

Turbidité : des captages sensibles de façon chronique et ponctuelle



Etat d'avancement dans la résolution des problèmes de turbidité des eaux d'alimentation. Situation en janvier 1999.

(Source : DDASS de la Seine- Maritime et de l'Eure)



Mesures de l'érosion en Pays de Caux

EROSION :	Arrachement	Moy T/ha	
	érosion en nappe de versant sur parcelle	0.5 à 7	Martin Ph. , Le Bissonnais 1996 O. Evrard 2010
	érosion de talweg par ruissellement concentré	1.3 à 5.5	Ludwig (1995)
	% exporté hors du BV (=> bétoires et vallées)	10 à 30 %	Le Bissonnais (1996)
	Concentration en MES 2g/l en moy. De 0,1 à 100g/l		O. Cerdan (2002)

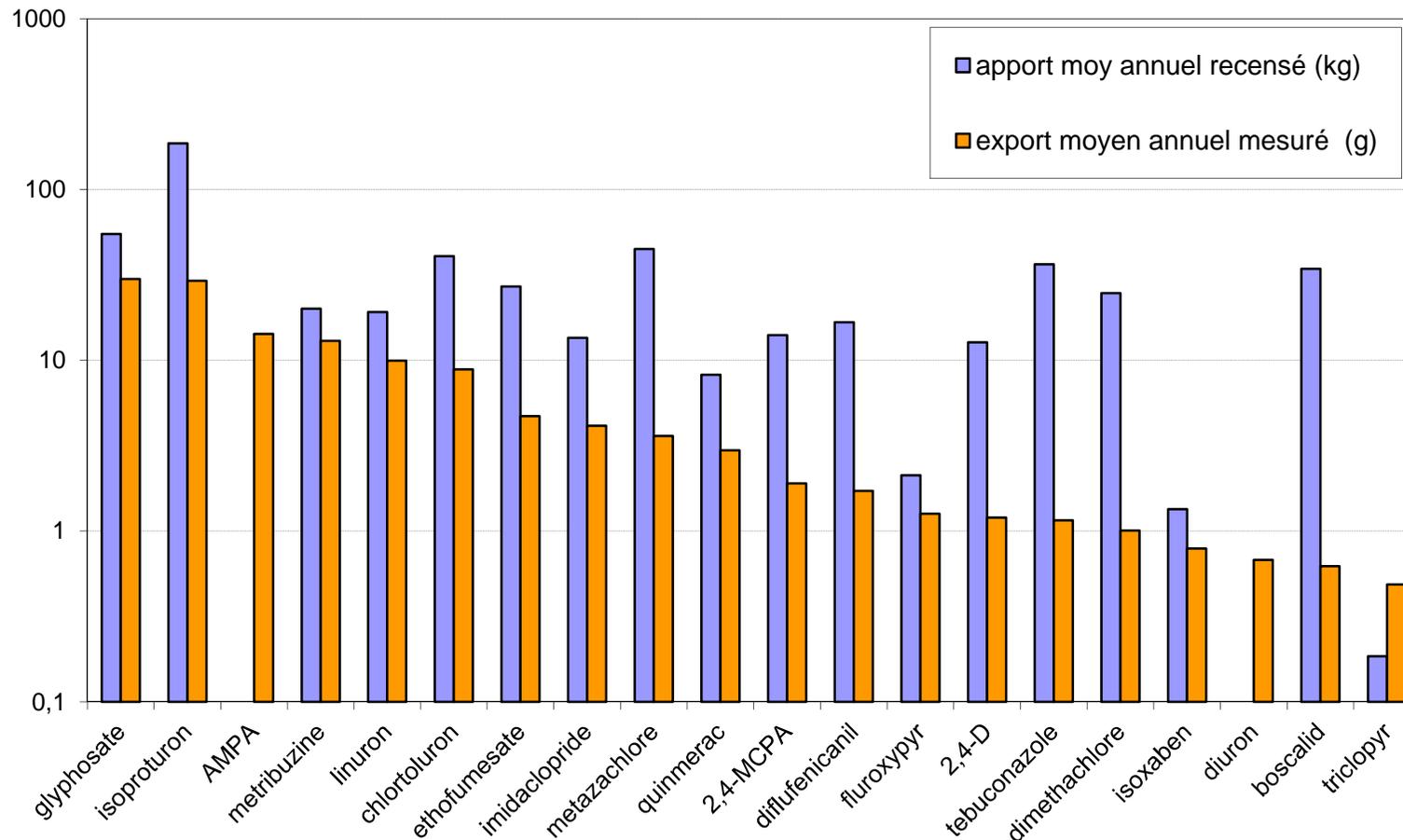
Maximum de l'ordre de 50t/ha.

↳ Forte sédimentation au sein du bassin versant



Transfert de produits phytosanitaires associés à l'érosion

Ex moyenne 2008-2011 - BV de 1047 ha à Bourville



Taux d'export moyen \leq 1%, néanmoins pose PB.

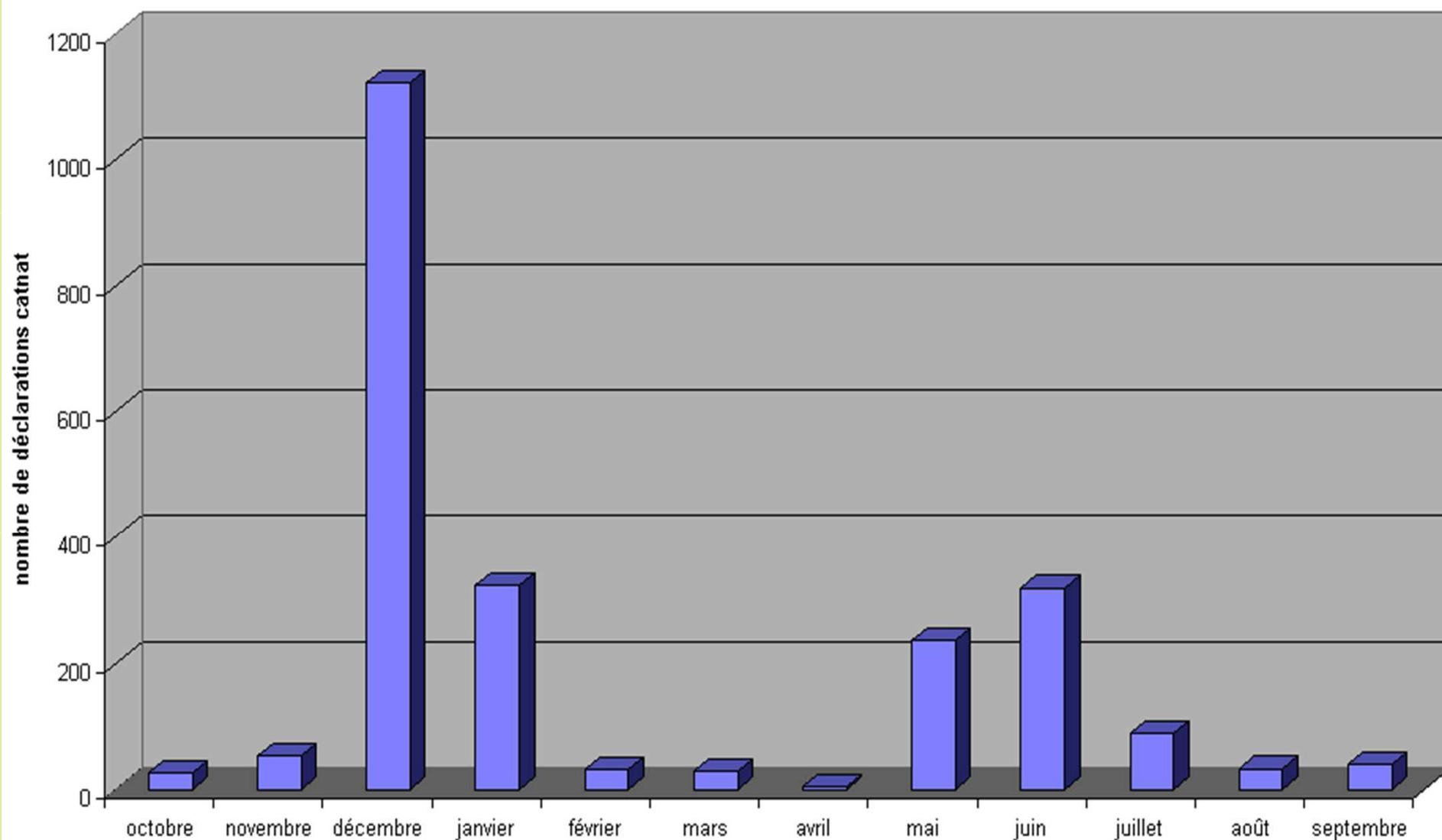


Une stratégie d'action basée sur les processus :
(l'essentiel en 3 diapos)

Bien comprendre pour bien agir

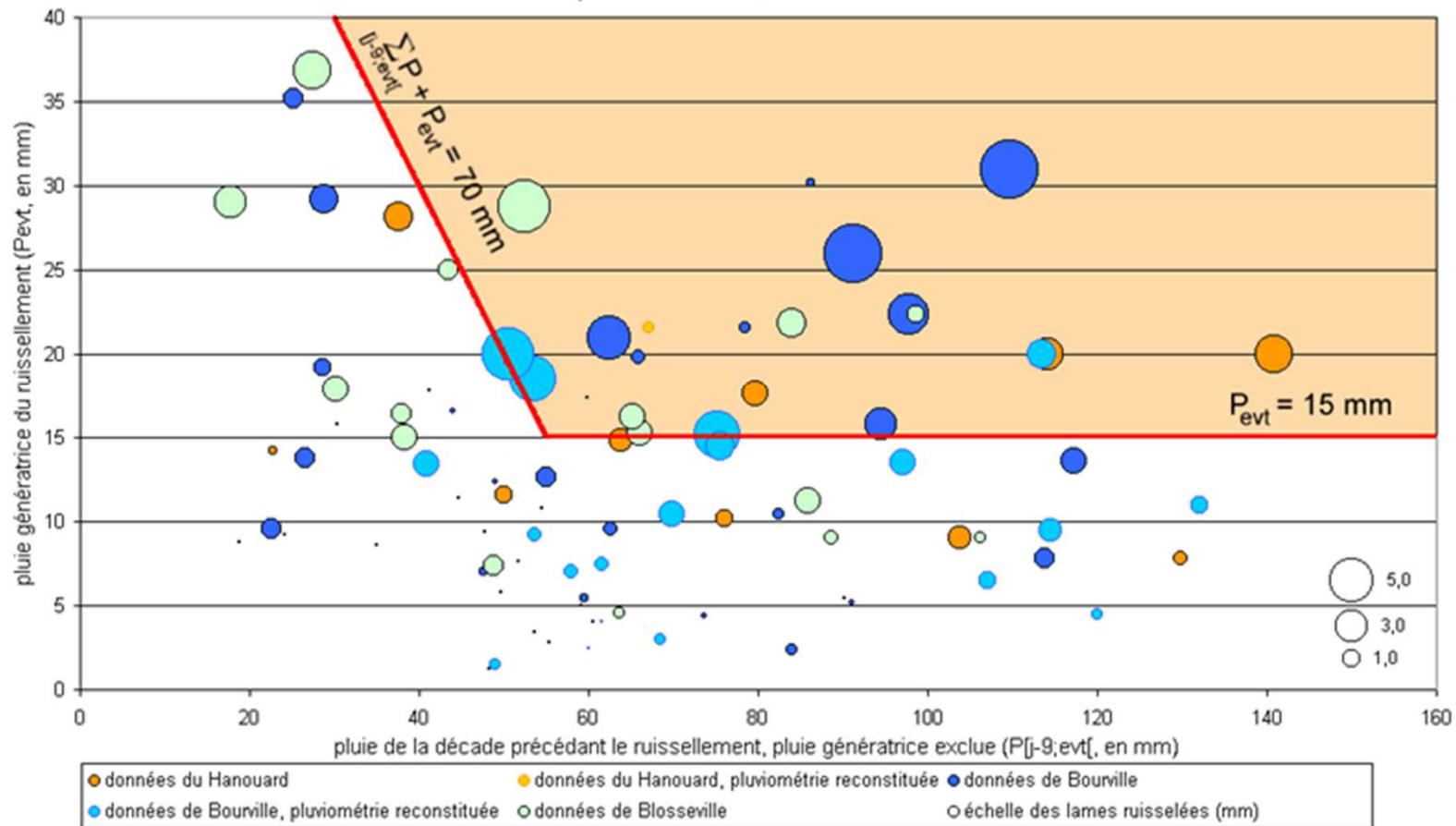
Érosion en ravine des sols

répartition dans l'année du nombre de catnat "inondation et coulée boueuse" entre 1983 et 2001
en Seine-Maritime (2305 déclarations au total)



Caractérisation des ruissellements hivernaux majeurs

Lame ruisselée (mm) en fonction de la pluie de l'événement et de la pluie précédente
période hivernale, 1993 - 2000



Processus et facteurs du ruissellement et de l'érosion hydrique.



Genèse d'un excès d'eau => ruissellement

- Saturation
- Infiltration

X

Genèse de particules par détachement

- Éclatement
- Impact des gouttes
- Désagrégation
- Ruissellement.

- Le transport
- Le dépôt.

Sur différentes échelles spatiales.

Le phénomène de battance

2 GRANDES ETAPES

ETAT FRAGMENTAIRE
INITIAL



PHASE : FERMETURE de la
① 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 ② EST UN STADE
CRITIQUE, C'EST LE PREMIER EXCES D'EAU D'AU MOINS
5 MM.

⇒ Importance des types de sols, des systèmes de cultures, des pratiques sur les EDS et de la couverture des sols.

Processus d'érosion et de ruissellement à l'échelle des territoires : synthèse

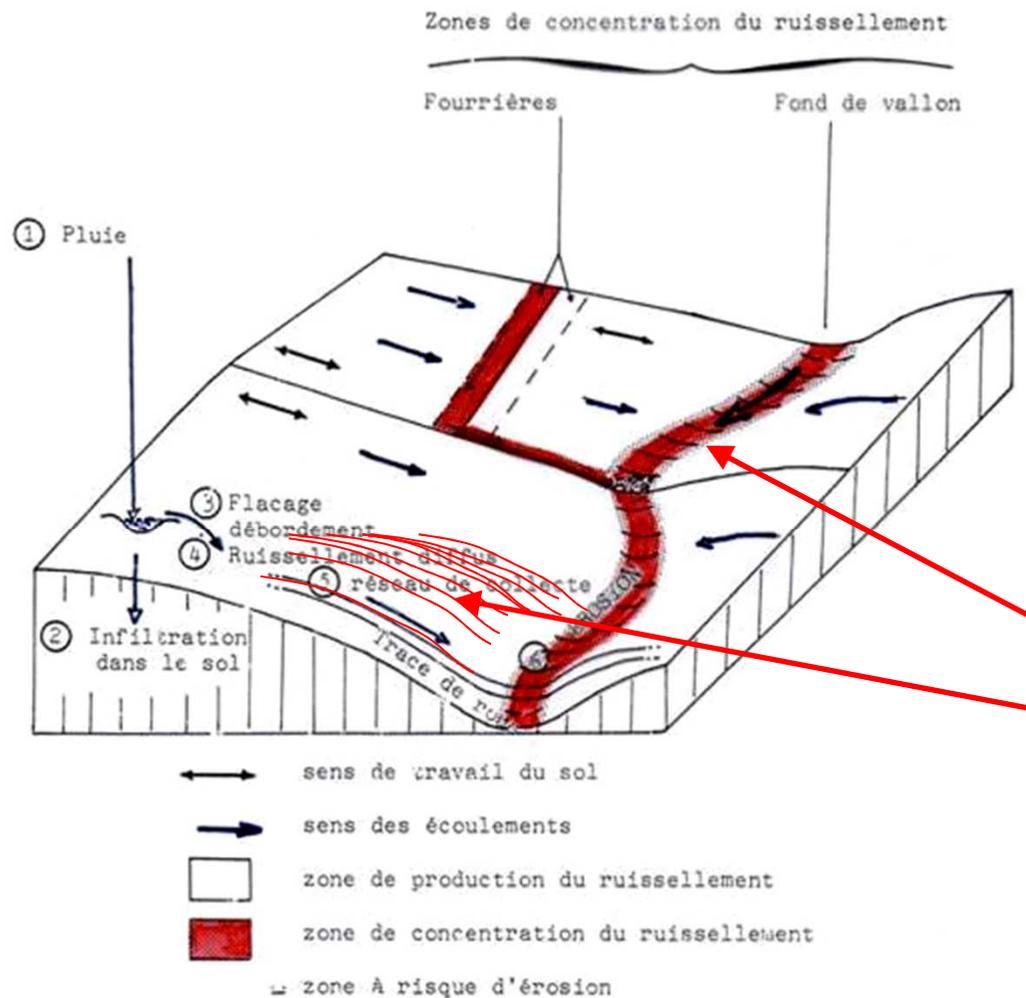


Schéma et processus simplifié de l'érosion en Haute-Normandie d'après J. BOIFFIN (INRA)

Zones à risque d'érosion linéaire :

- ❖ Les fonds de vallons labourés
 - ❖ Les fourrières
 - ❖ Les parcelles en forte pente et labourées
 - ❖ **EC# 0,1 à 2 % des TL**
 - ❖ **EV # 2 à 10 % des TL**
- Séparation dans l'espace des zones de ruissellement et des zones d'érosion.



Bilan des processus et des facteurs en jeu

1. Sols extrêmement fragiles
2. Systèmes de cultures orientés vers les productions végétales :
 - ❖ États de surface affinés avec nb traces
 - ❖ Sols nus
 - ❖ Parcellaire de 10 à 30 ha
3. Pluies hivernales très étendues mais de faibles intensité, avec possibilité d'orage de printemps localisé ;
4. Pentes faible (2- 5%) mais omniprésentes sur des vallées sèches sans réseau hydrographique.



Solutions : 2 groupes d'actions complémentaires et indissociables

Solutions agronomiques	Solutions hydrauliques
<ul style="list-style-type: none">• Pour réduire les ruissellements et l'érosion à la source• Individuelles• Au départ des ruissellements et de l'érosion• À la parcelle	<ul style="list-style-type: none">• Pour gérer et maîtriser les écoulements inévitables• Collectives• Graduellement de l'amont vers l'aval• Sur l'ensemble du bassin versant

Niveau d'actions stratégiques N°1 = sur la *genèse* du ruissellement

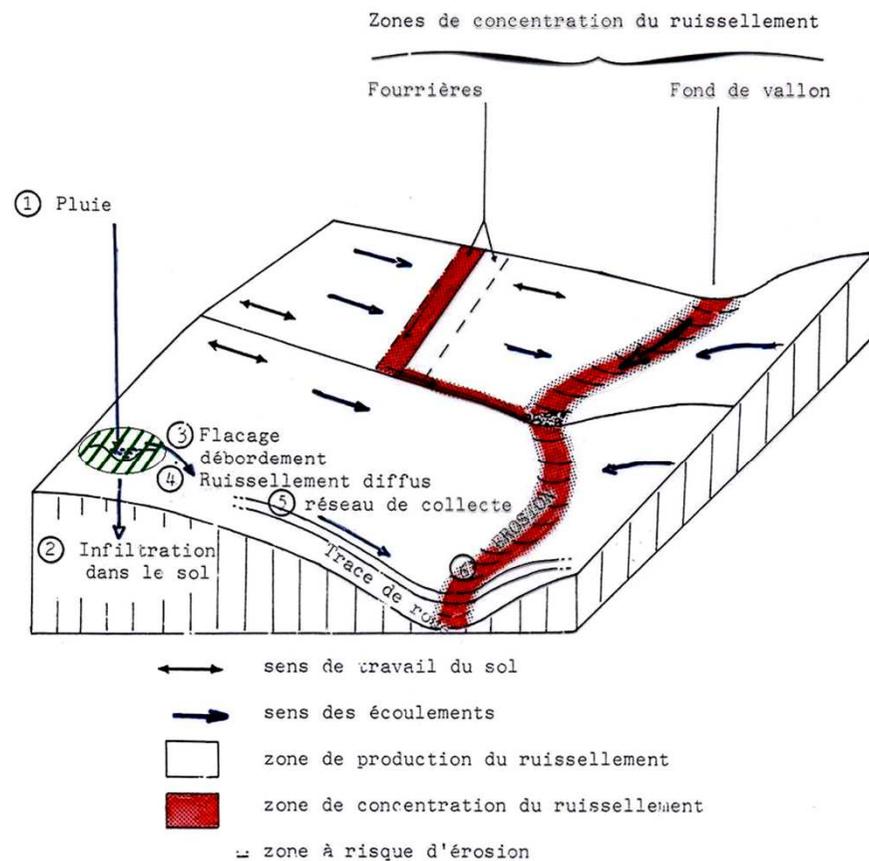


Schéma et processus simplifié de l'érosion en Haute-Normandie
d'après J. BOIFFIN (INRA)

① Agricole

- ❖ Travail du sol
- ❖ Couverture des sols
- ❖ Systèmes de production
- ❖ Affectation d'une culture à un site

② Urbain

- ❖ Collecte et gestion des eaux pluviales (réduction des débits, infiltration)

Niveau d'actions stratégiques N°2 = sur la **concentration** du ruissellement

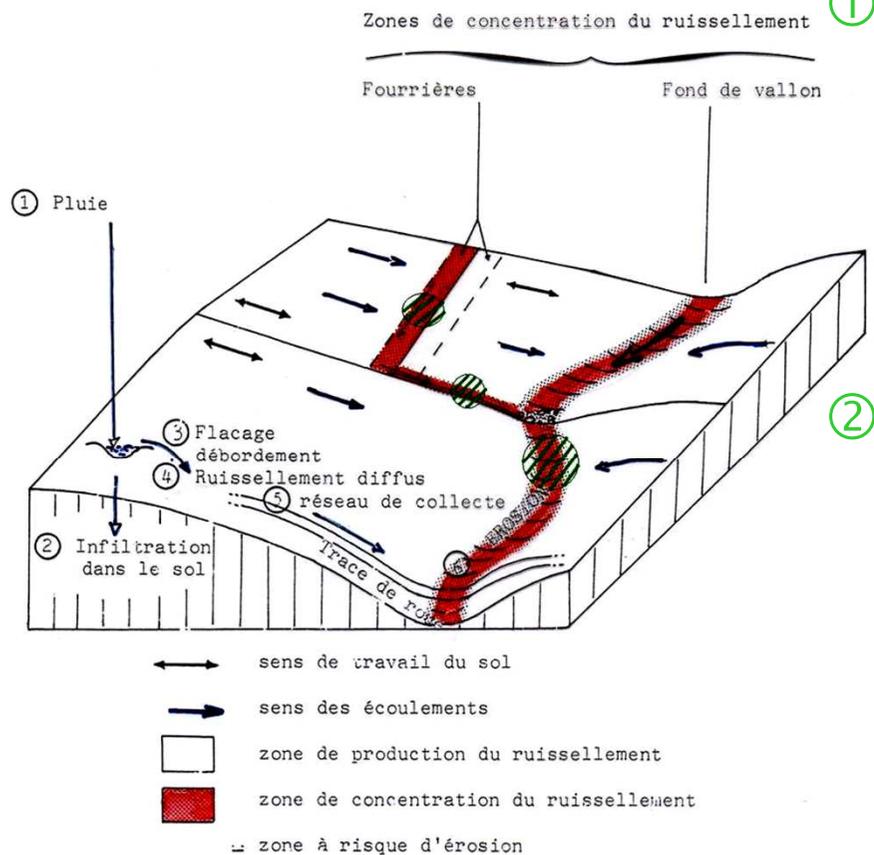


Schéma et processus simplifié de l'érosion en Haute-Normandie d'après J. BOIFFIN (INRA)

① Protéger le sol de l'incision

- ❖ Pratiques culturales
- ❖ Aménagement hydraulique pour canaliser et guider
- ❖ Aménagement du parcellaire en fonction de la pente et du réseau

② Maîtriser les écoulements et leur charge

- ❖ Création d'un ensemble d'aménagements structurés en réseau
- ❖ Créer des ouvrages de rétention pour écrêter les débits
- ❖ Créer des structures de ré-infiltration et de sédimentation.



Deuxième partie

Présentation d'actions concrètes

Aperçu du volet Agronomique.

Quels Objectifs Atteindre:

- 1- Infiltration au plus près des zones émettrices
- 2 - Réduction des ruissellements de 10 à 25% par augmentation de l'infiltrabilité et de la détention superficielle
- 3 - Réduction de l'érosion diffuse

Marges de Manœuvre agronomiques vis-à-vis du ruissellement.

- Retarder son apparition
- Limiter son importance

1. Couverture des sols ;
2. Sol motteux + stockage en surface;
3. Sol poreux : Ré-infiltrer au + près des flaques; Éviter les compactages; « Briser » les croûtes superficielles;
4. Teneur en MO ;
5. Affectation de l'occupation du sol dans l'espace et sens de W du sol ;

Exemples d'actions :

- Semis herse droites et pas rotative
- Les outils de w du sol et nb de passages
- Cultures intermédiaires, RGI inter rang du maïs
- Binage , écroûtage des céréales
- Flacage PDT et autres
- Non labour,.....
- Polyculture élevage
- Herbe / maïs
- Ou localiser l'herbe
- Succession de culture 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

Quelles Limites à ces actions ?



Matériel et méthode



GREENOTEC
6-01-2015



Outils de mesure

- Des bacs collecteurs aux augets basculeurs

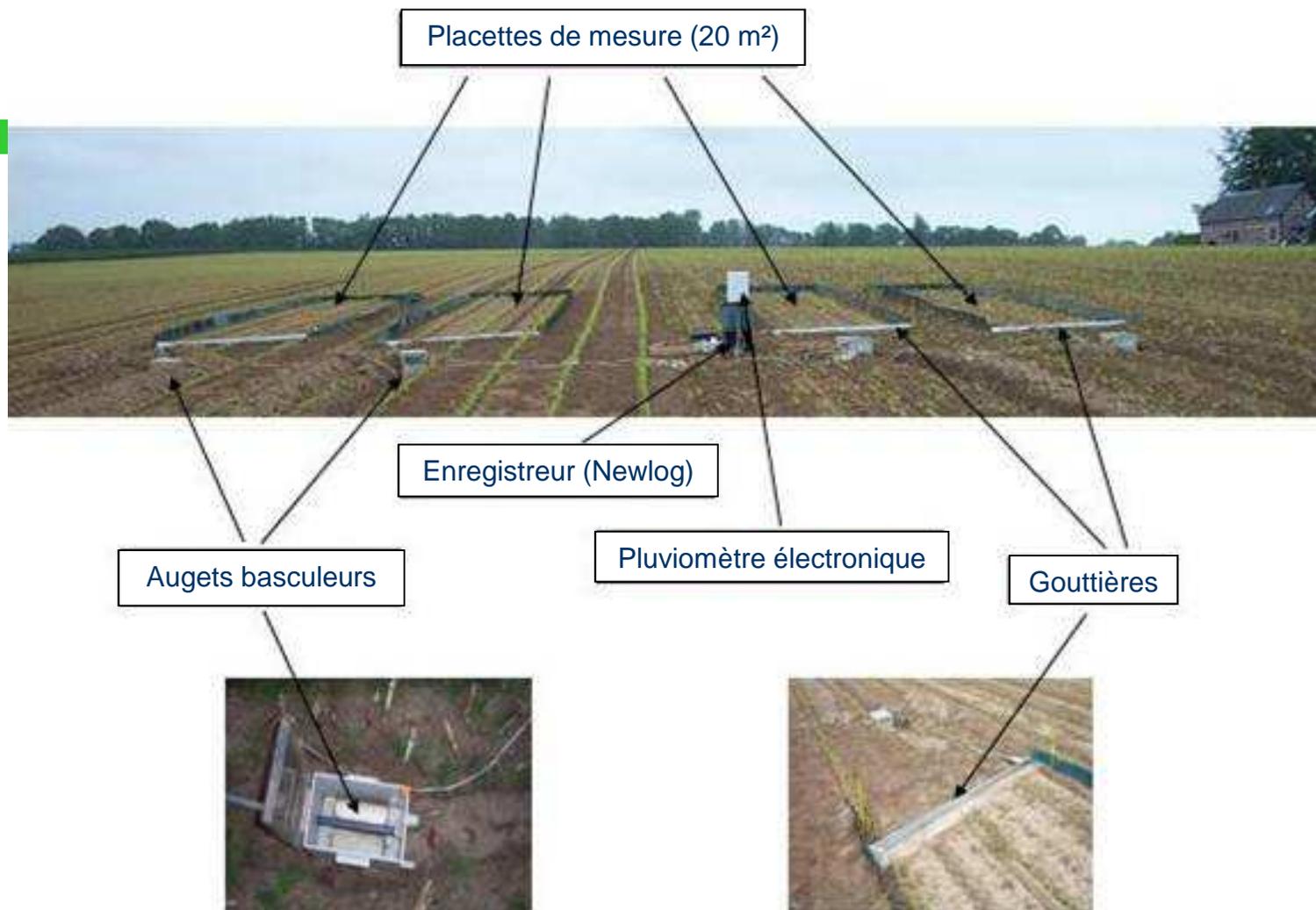


Débit maximal supporté : 10 l/minute
= ruissellement de 30 mm/h sur 20 m²

Le banc d'étalonnage des augets de l'INRA SAD APT



Dispositifs de mesure



Le simulateur de pluie



buse de
pulvérisation

placette

système de
distribution d'eau

manomètre
et robinet

filet brise-vent

Suivi des états de surface

Suivi visuel : battance, rugosité, couvert végétal...



Suivi photographique :

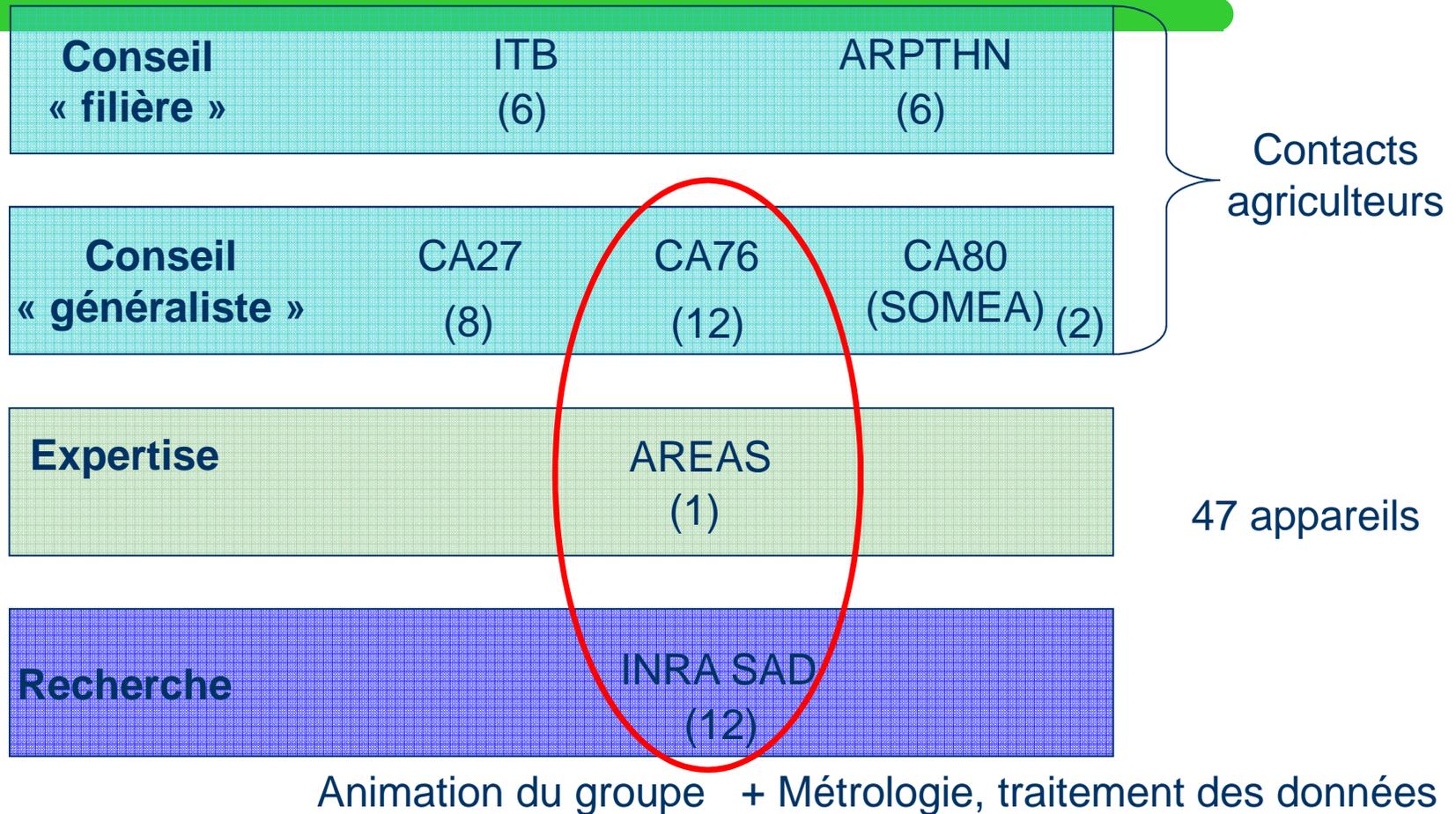


Mesure physique : rugosimètre



- Capacité de stockage d'eau en surface
- Extraction de la pente, comparaison entre sites

Structure du réseau d'acquisition de références ruissellement



Valorisation des résultats

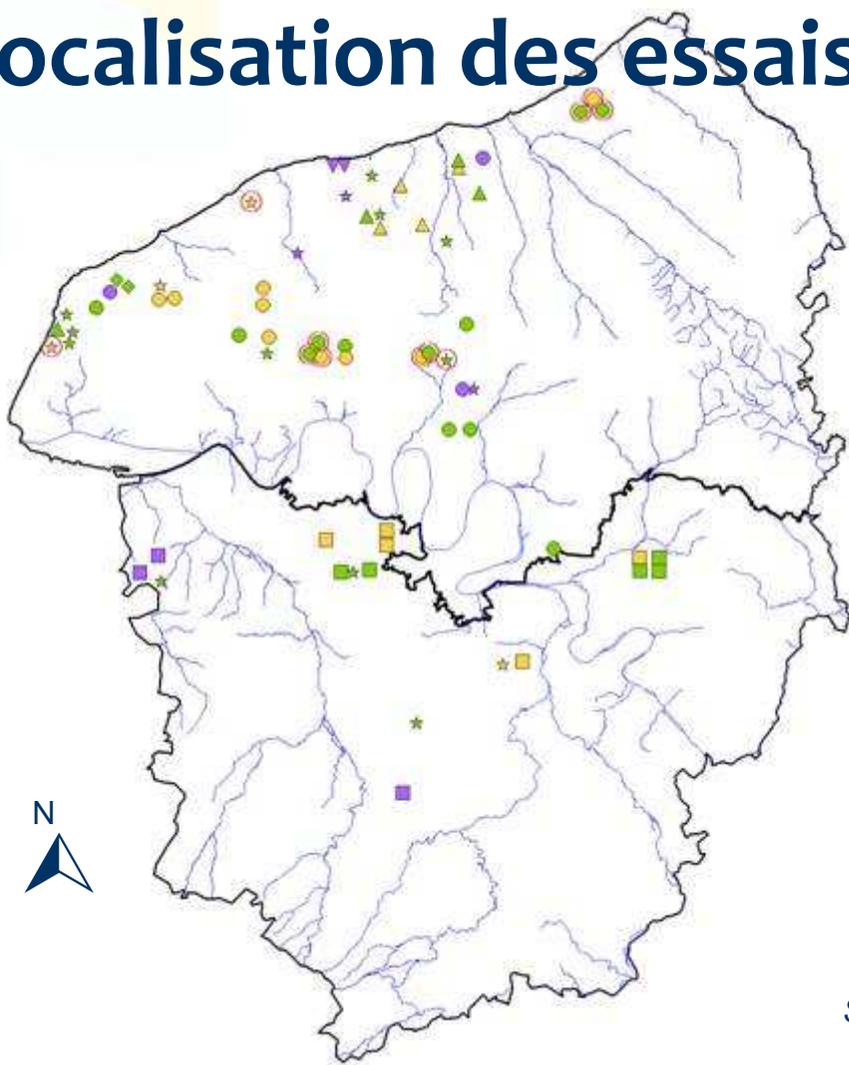
- Un document de 70 p + fiches détaillées en annexes et un résumé de 25 p seront disponibles sur http://www.rdtrisques.org/projets/digetcob/bib/techniques_ruis/groupe_ruiss/
- Une utilisation des données dans :
 - ❖ Les fiches « érosion » CA276/AREAS
 - ❖ L'outil informatique DIAR de l'INRA
 - ❖ Le jeu de rôle « Caux Opération » de l'INRA
 - ❖ L'outil de dimensionnement des bandes enherbées
 - ❖ Les études de bassins versants



Synthèse des résultats par culture



Localisation des essais



LÉGENDE

- essai CA 27
- essai CA 76
- △ essai ARPTHN
- ◇ essai ITB
- ▽ essai INRA SAD APT
- ☆ essai AREAS
- ✎ sur blé
- ✎ sur interculture
- ✎ sur culture de printemps
- essai sans labour

Source : BD Carthage® - NC/AM - Décembre 2010 -
copie et reproduction interdite

Facteurs influençant l'apparition d'érosion en rigoles

- Couvert Végétal avec un développement rapide

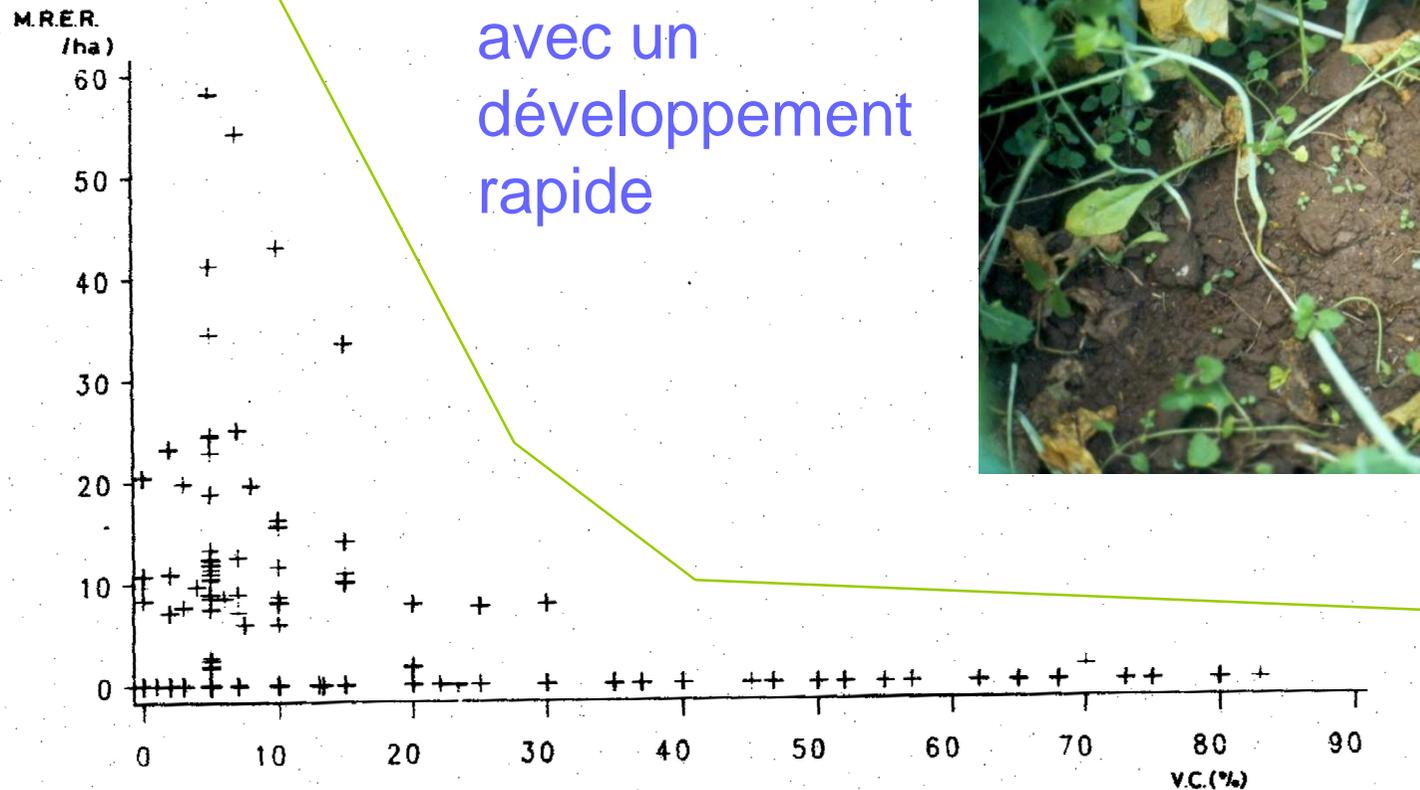


Fig. 5. rill erosion rate in function of percentage vegetation cover (V.C.);

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



Interculture

- Problématique :
 - ❖ Sols potentiellement nus à une période où les autres cultures (céréales) ne couvrent pas suffisamment le sol
- Les différentes conduites comparées pour limiter le ruissellement en hiver :
 - ❖ Le travail du sol
 - ❖ La couverture du sol
 - ❖ Les pertes en glyphosate et AMPA par ruissellement après destruction

Modalités comparées



Chaumes



Déchaumeuse à socs

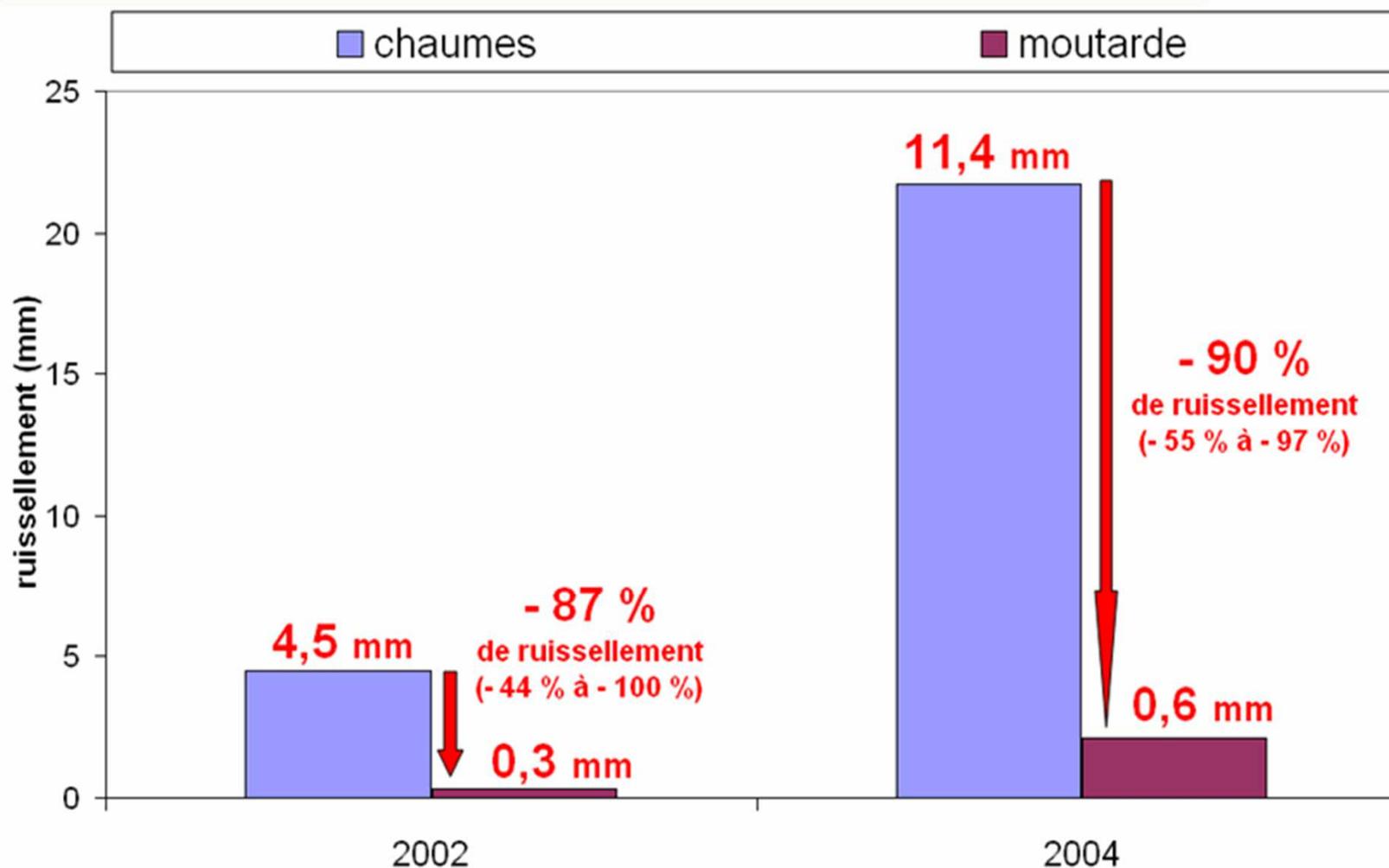


Moutarde

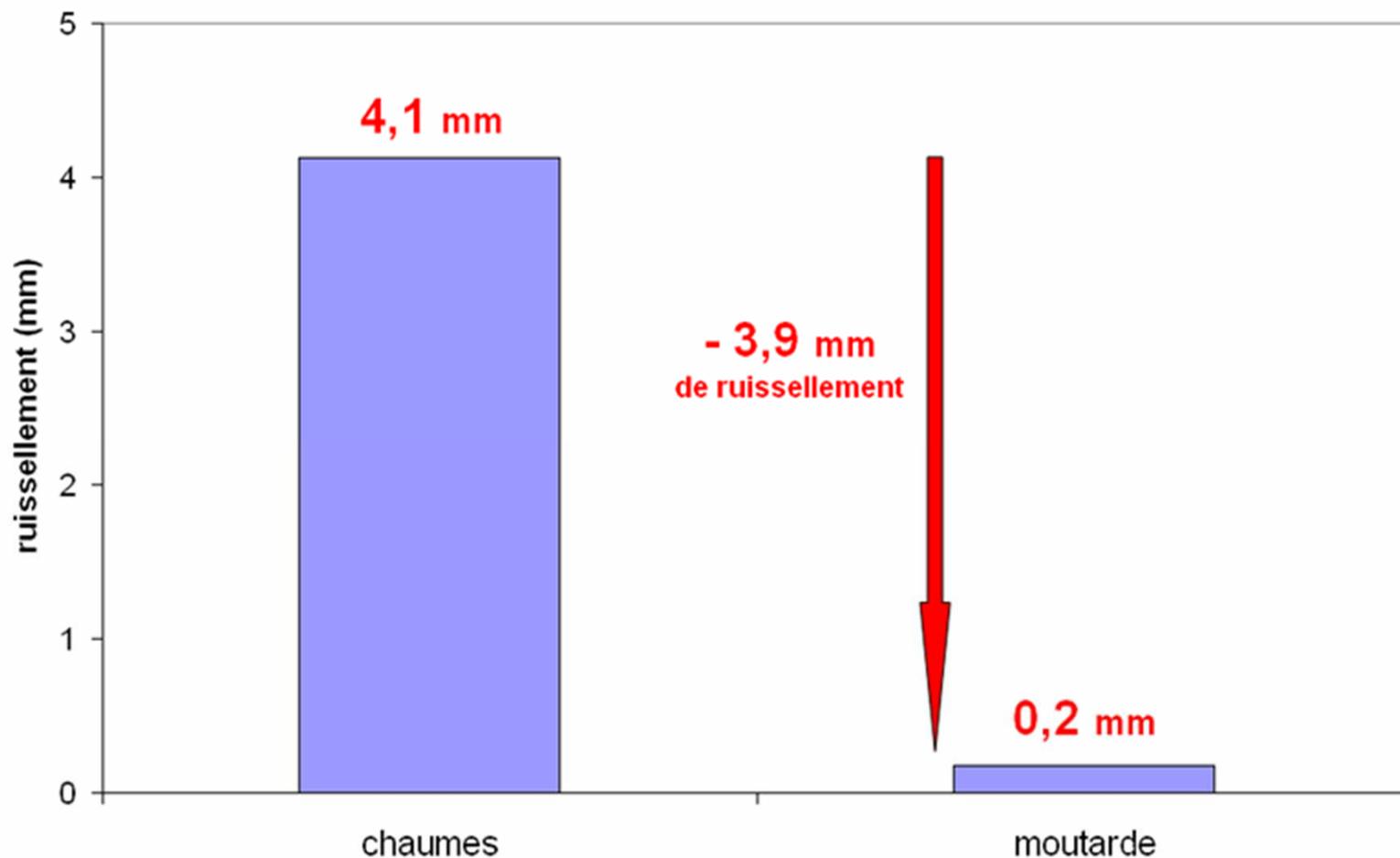


2 déchaumages

Comparaison des ruissellements sur l'ensemble des mesures



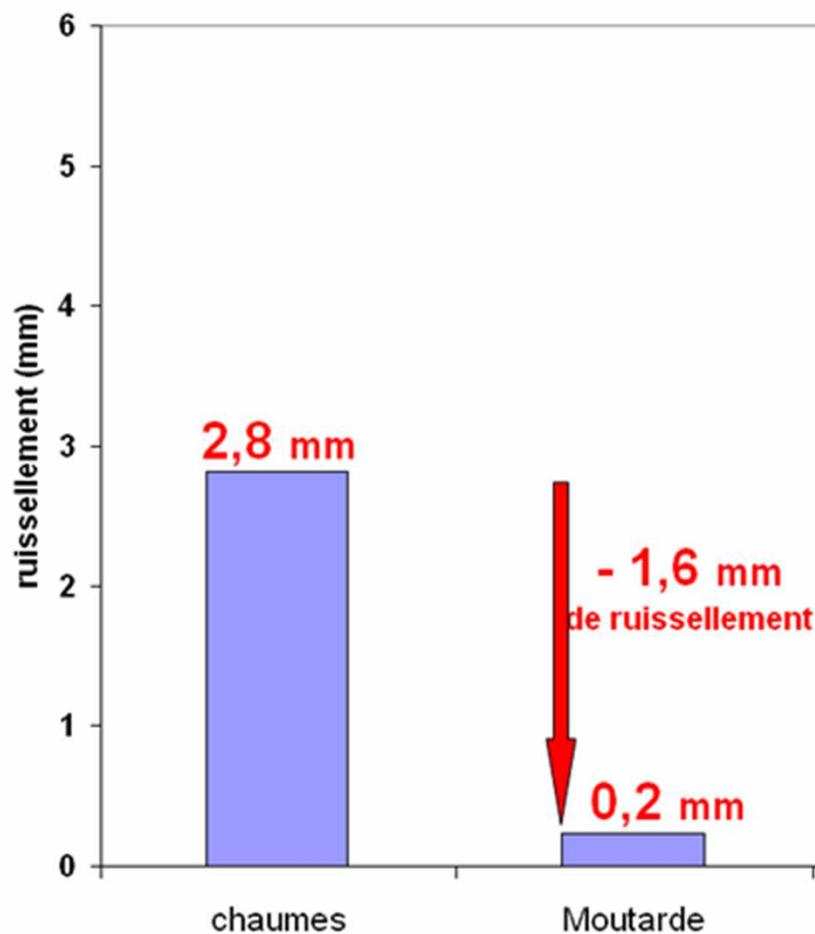
Comparaison des ruissellements pour la pluie la plus intéressante



Pluie du 22/01/05 – 14 mm ; 1 mm/h



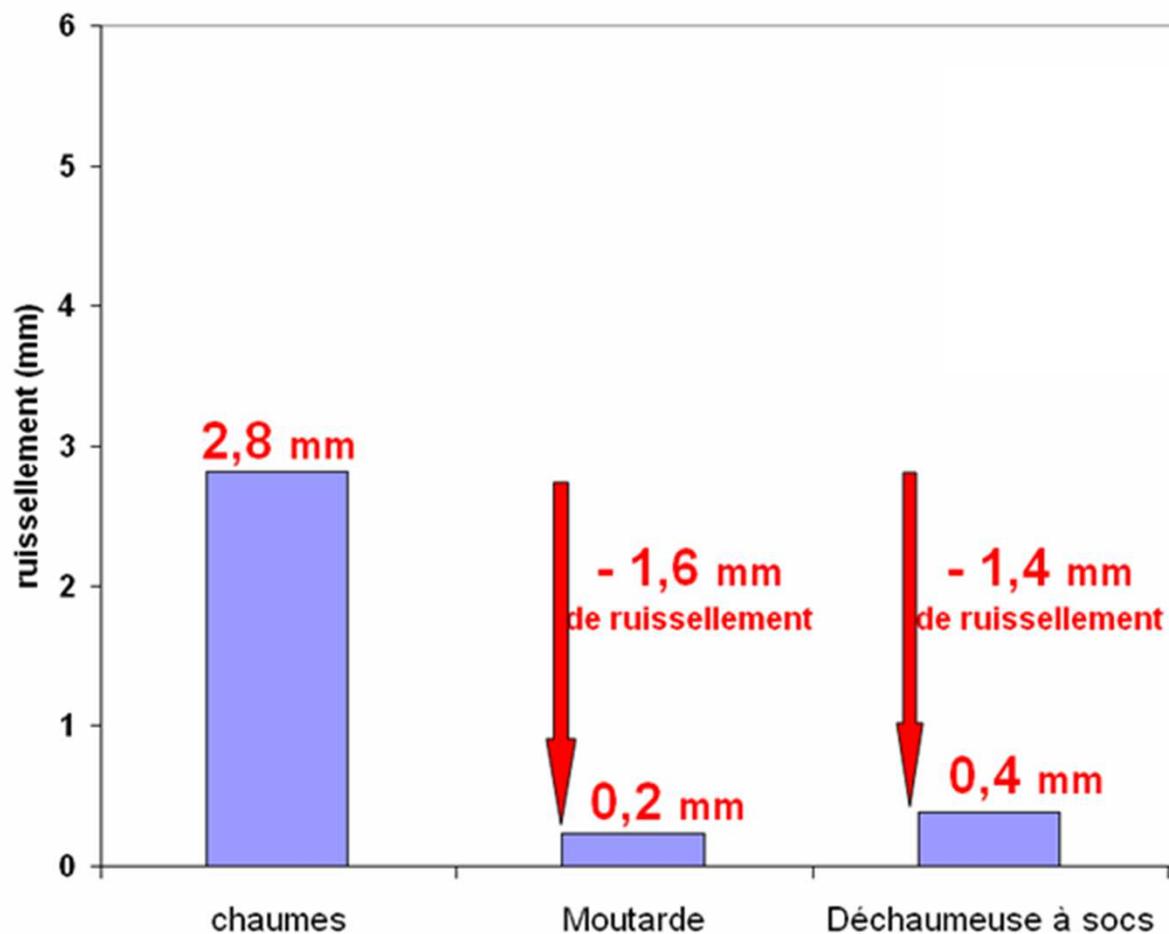
Comparaison des ruissellements pour la pluie la plus intéressante



Pluie du 22/01/03 – 22 mm



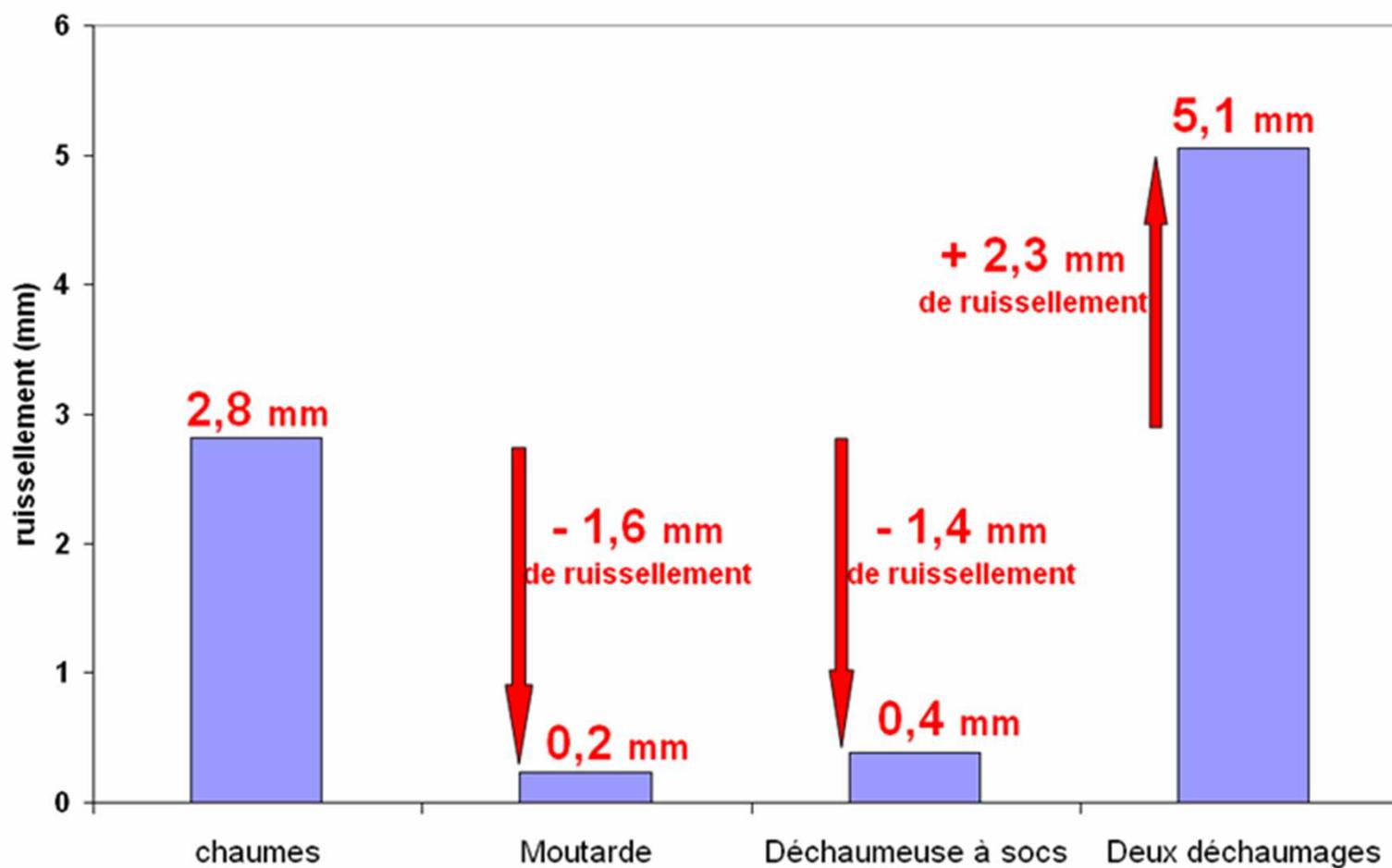
Comparaison des ruissellements pour la pluie la plus intéressante



Pluie du 22/01/03 – 22 mm

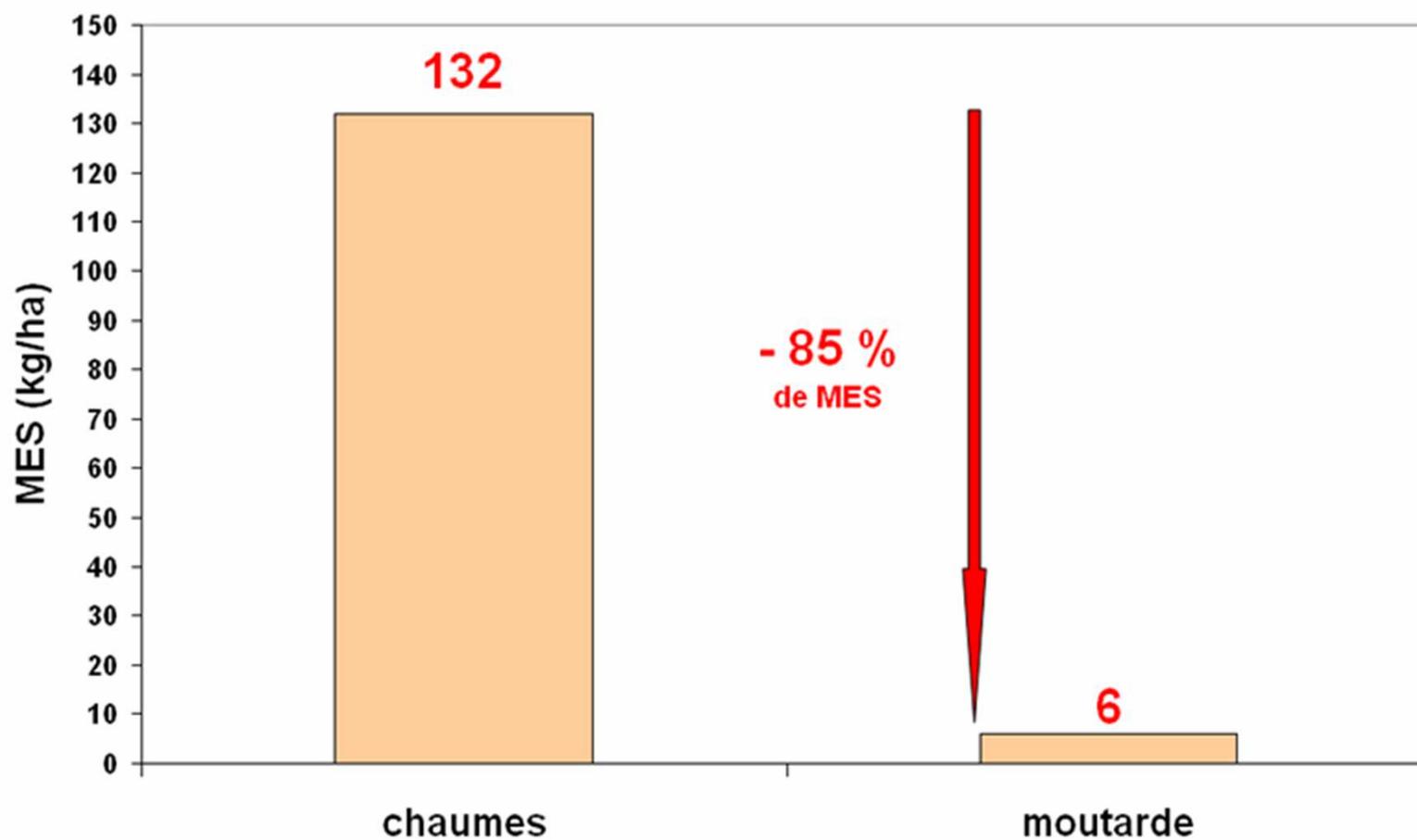


Comparaison des ruissellements pour la pluie la plus intéressante



Pluie du 22/01/03 – 22 mm

Comparaison des pertes de terre sur toute la période hivernale



Enseignements

- Intérêt du couvert pour limiter le ruissellement hivernal même une fois détruit par le gel
- Limitation de l'érosion hivernale grâce au couvert
- Attention au travail du sol (déchaumage ou destruction du couvert) en conditions trop humides

Comparaison des pertes en glyphosate et AMPA par ruissellement après destruction du couvert



Chaumes
(avec repousses et adventices)

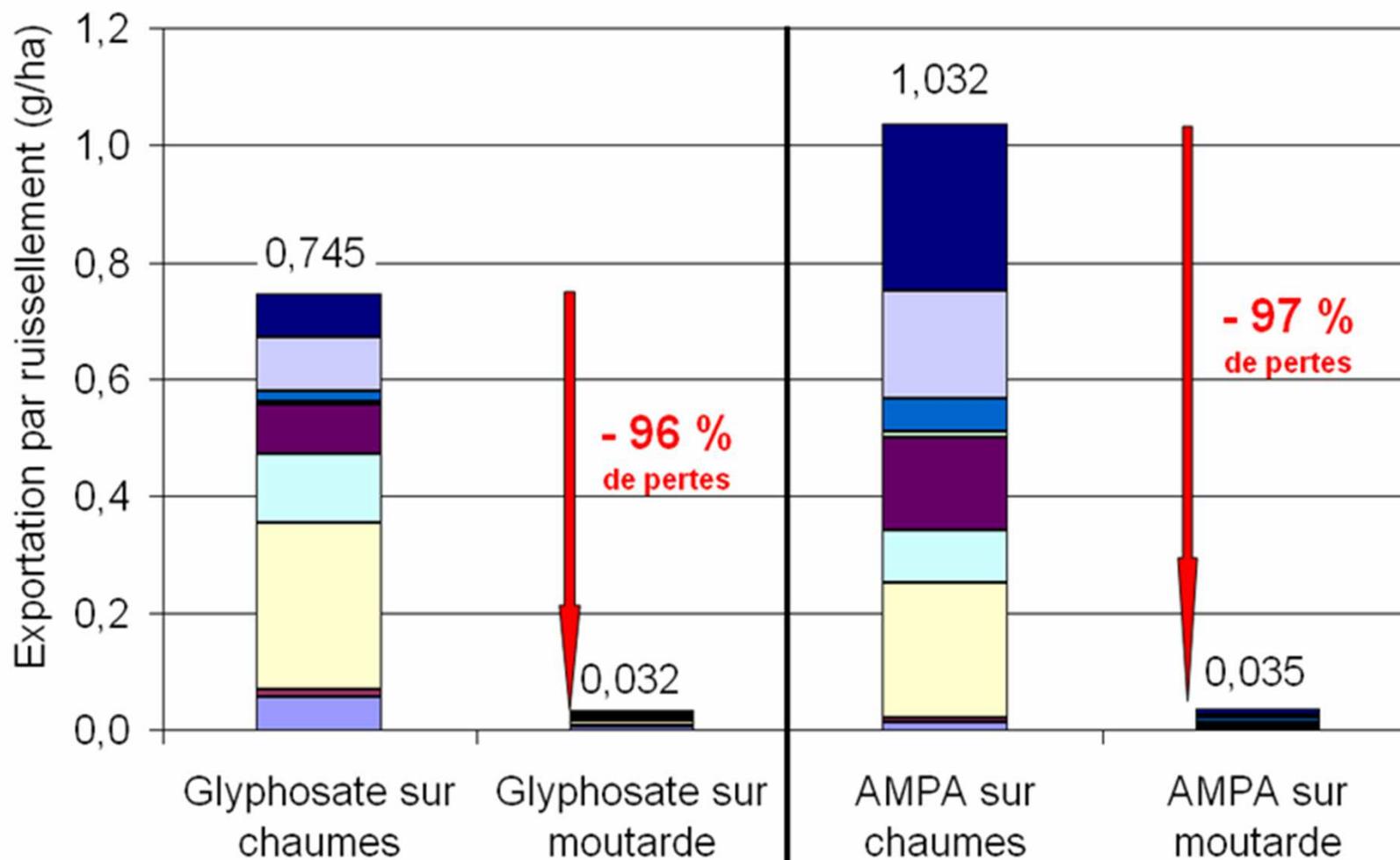


Moutarde



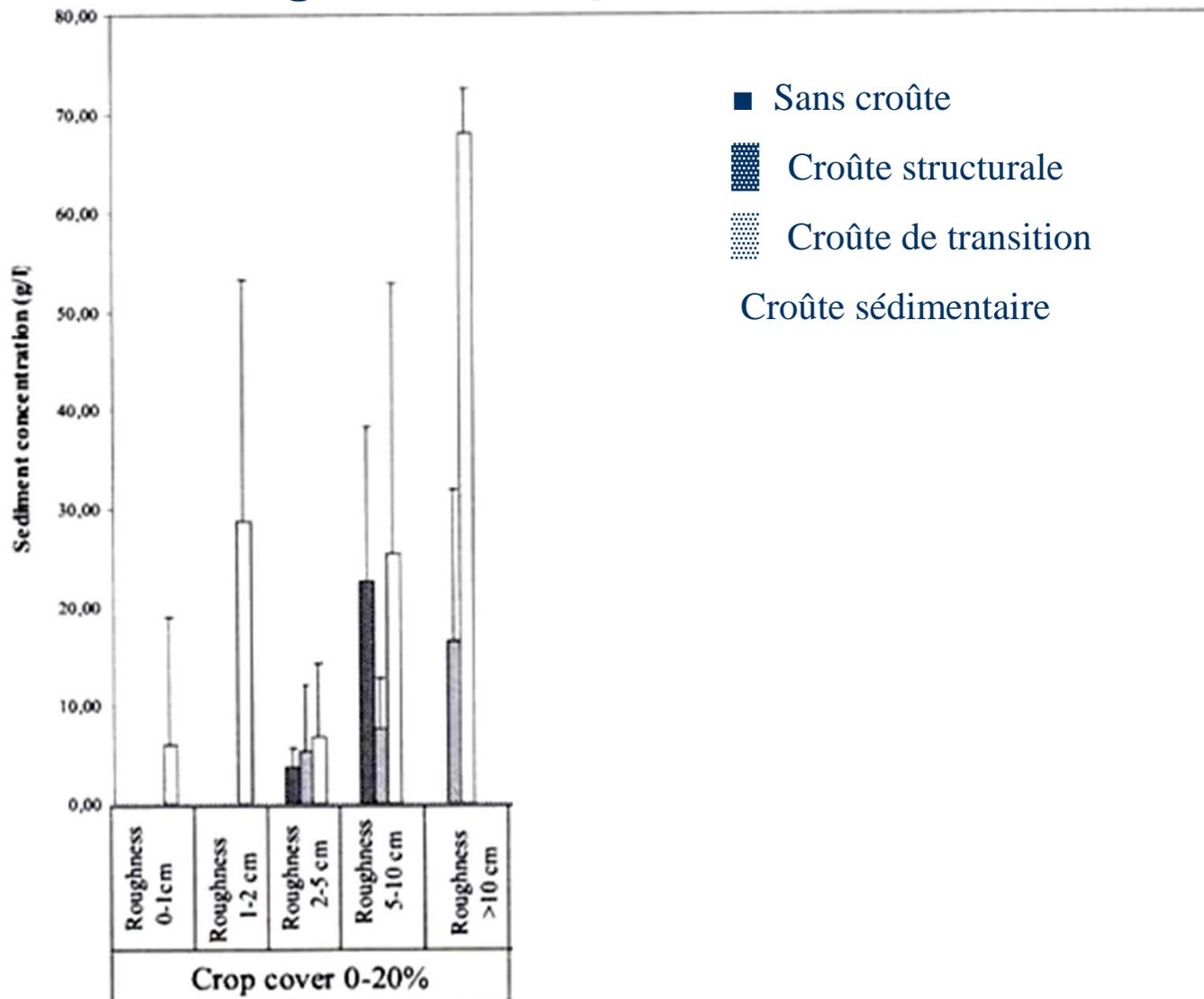
Destruction au glyphosate (3 L/ha) fin novembre

Comparaison des pertes en glyphosate et AMPA par ruissellement



Quantification de l'érosion diffuse exemple

Effet de la rugosité, du type de croûte et du couvert.



Lit de semence pour limiter le ruissellement au semis (céréales, colza, lin, pois).

Etat de Surface Idéal au Semis :



Evolution après des pluies hivernales :



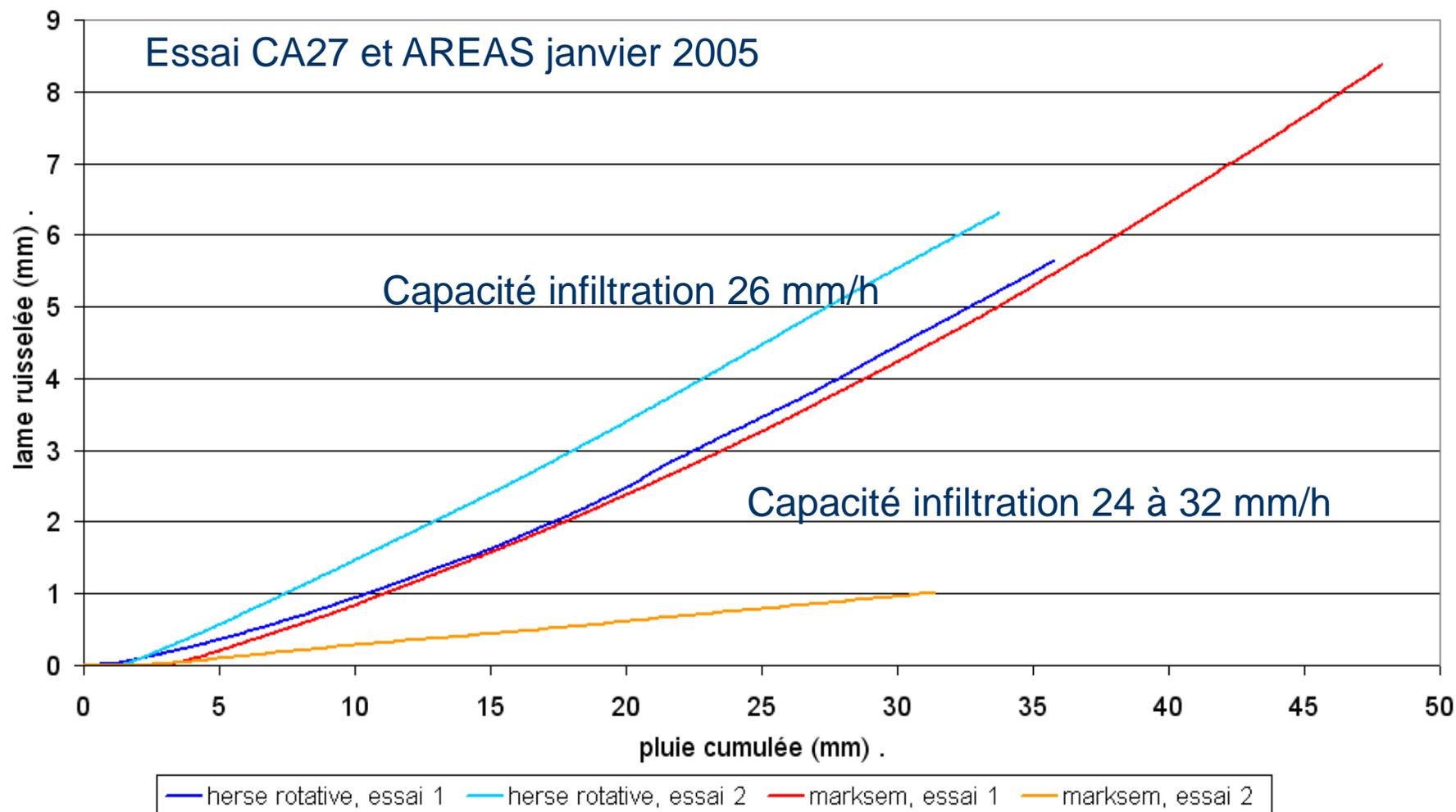
La terre fine est à proscrire

- Forte proportion de mottes de 10 à 30 mm
- Espaces entre les mottes : micro flaques

- Les mottes < 10 mm ont fondu et se sont soudées
- Les plus grosses maintiennent une porosité et une rugosité en surface



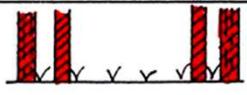
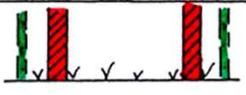
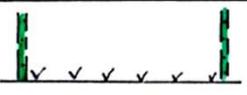
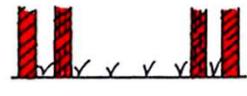
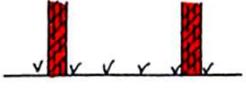
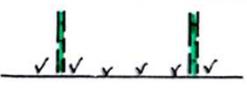
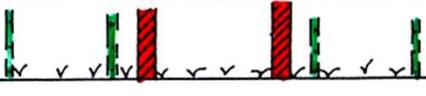
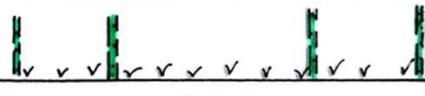
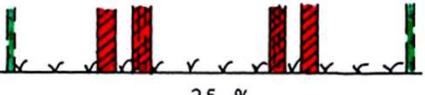
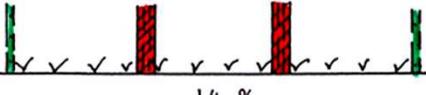
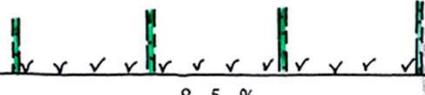
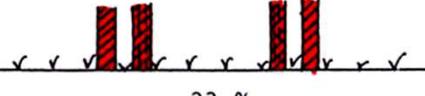
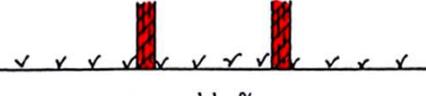
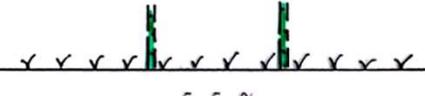
Degré d'affinement du lit de semence sur blé comparaison outil animé / outil à dents vibrantes



ruissellement cumulé des différents essais en fonction de la pluie cumulée sous une pluie artificielle de 33 mm/h



Effet de semoir et des équipements sur le pourcentage de traces de roues à la surface du sol *Culture de betteraves*

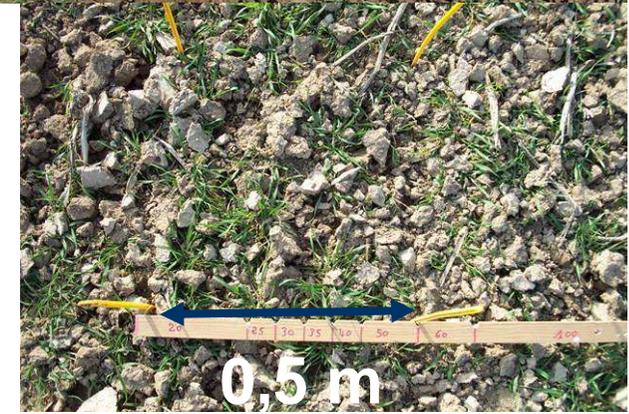
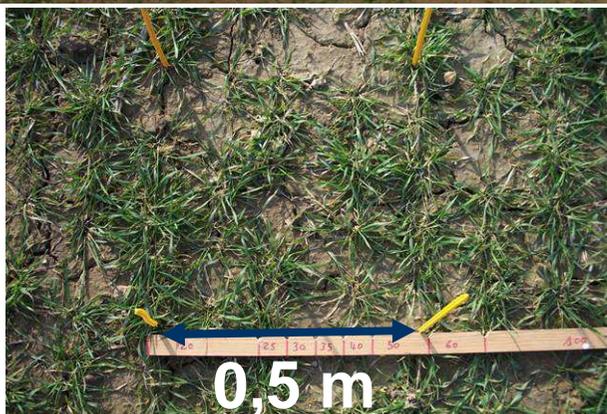
TYPE DE SEMOIR	Nombre et position des roues du semoir/tracteur	Pourcentage de traces de roues à la surface du terrain		
		Tracteur roues jumelées	Situation classique	Avec griffage des traces de du tracteur
6 rangs 2,70 m	2 roues décalées	 33 %	 28 %	 5,5 %
	2 roues superposées	 33 %	 22 %	 11 %
12 rangs 5,40 m	4 roues décalées	 25 %	 19,5 %	 8,5 %
	2 roues décalées et 2 roues superposées	 25 %	 14 %	 8,5 %
	2 roues superposées	 22 %	 11 %	 5,5 %

Largeur moyenne des roues : 0,30 m pour le tracteur  ; 0,15 m pour le semoir 

Écroûtage du blé

Etats de surface

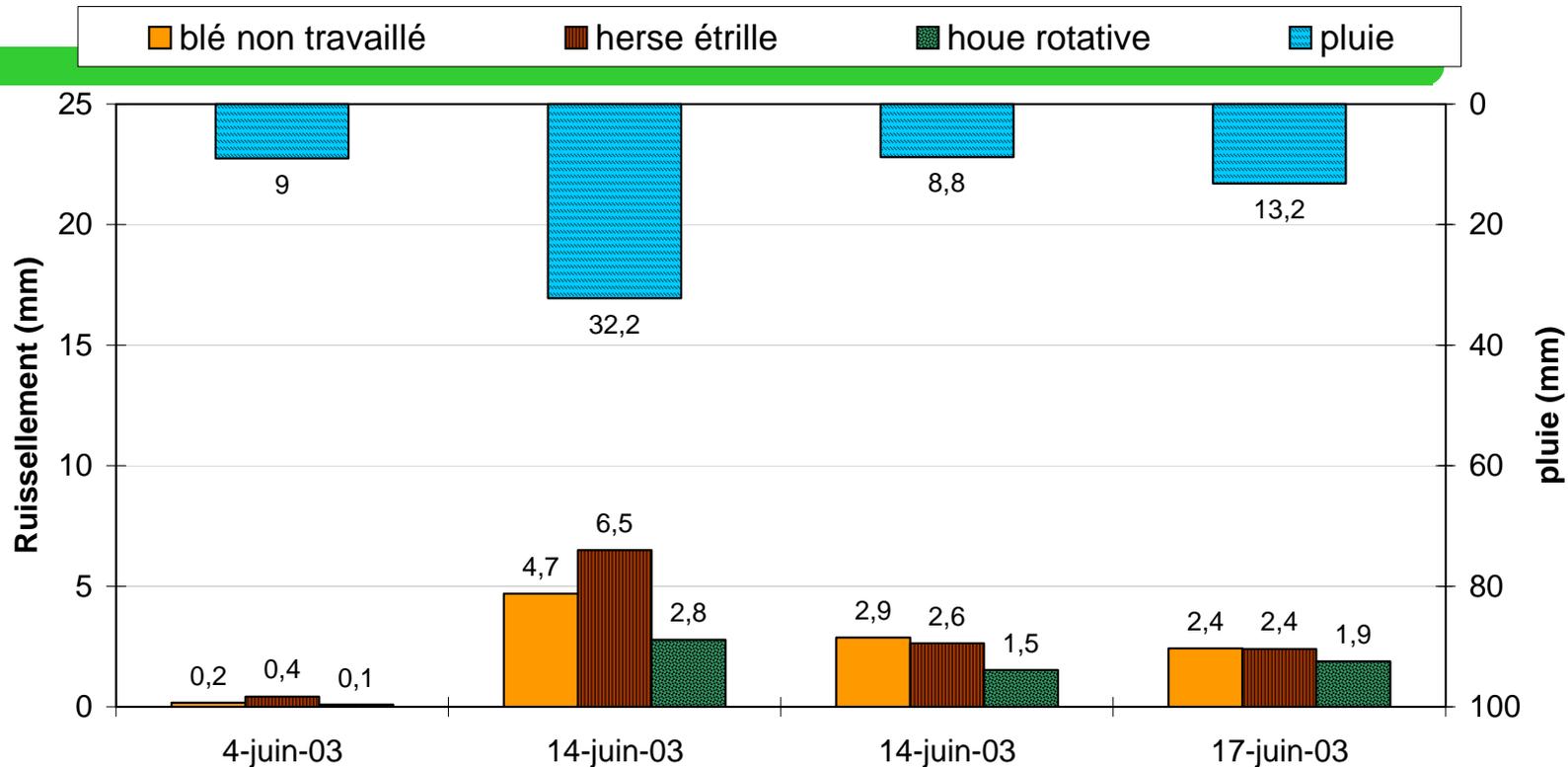
mi-mars



Ecrouûtage du blé Impact sur le ruissellement



Comparaison des ruissellements sur blé - Foucart (printemps 2003)



Conclusions de 3 ans d'essais de houe rotative

- ▶ Pas de \neq de rendement si intervention en bonnes conditions (humidité de sol, profondeur de travail, stade)
- ▶ Débit de chantier intéressant



Semis de printemps : cultures sarclées



- Objectif : affiner la terre sur une largeur de 10 cm seulement (le rang de semis) et laisser l'interrang motteux.



Binage



L'idéal est de pratiquer le binage juste avant la couverture de l'interrang par les feuilles, afin que la rugosité créée par le binage soit protégée.



Effets conjugués du couvert végétal et de la destruction de la croûte de battance et des empreintes de roues par le binage sur le ruissellement (résultats de mesure AREAS + SRAE de Haute-Ndie)

Culture	Date	% du sol couvert	PLUIE		RUISSELLEMENT	
			hauteur (mm)	intensité (mm/h)	lame moyenne (mm)	lame/ hauteur de pluie (%)
Bet teraves non binées 1987	17.07.87	80 %	21,9	2,8	0,82	3,7 %
	25.08.87	(1) 100 %	38,8	3,5	6,38	16,4 %
	25.08.87		<u>33,6</u>	<u>4,7</u>	9,72	<u>28,9</u> %
	24.09.87	(2) 100 %	<u>13,5</u>	<u>15,6</u>	4,59	<u>34,0</u> %
	08.10.87		9,4	3,7	3,42	36,4 %
	Betteraves binées 1986	05.07.86	90 %	<u>19,5</u>	<u>4,7</u>	0
28.08.86		(2) 100 %	<u>12,5</u>	<u>14,2</u>	0,63	<u>5,0</u> %
18.09.86			19,2	5,9	0,33	1,7 %

(1) Pluie journalière égale à 73,8 mm, supérieure à la hauteur de fréquence décennale

(2) Pluie horaire proche de la fréquence décennale



Culture : pomme de terres



L'outil : Barbutte

Cet outil peut équiper une buteuse ou planteuse
Ou lors de la réalisation du buttage définitif.

↳ Comportement dynamique

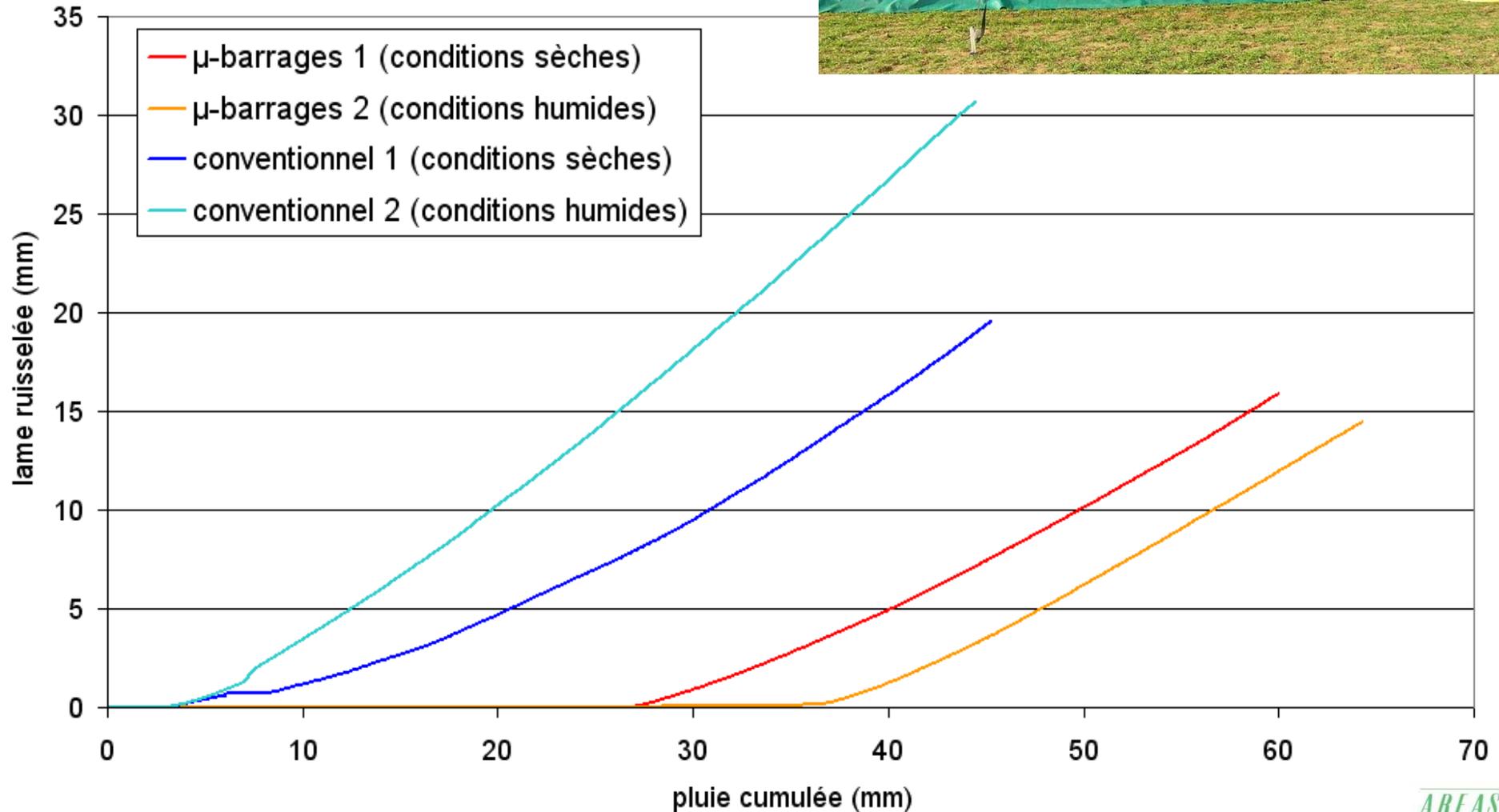


↳ Équipement derrière
planteuse



Résultats 2005

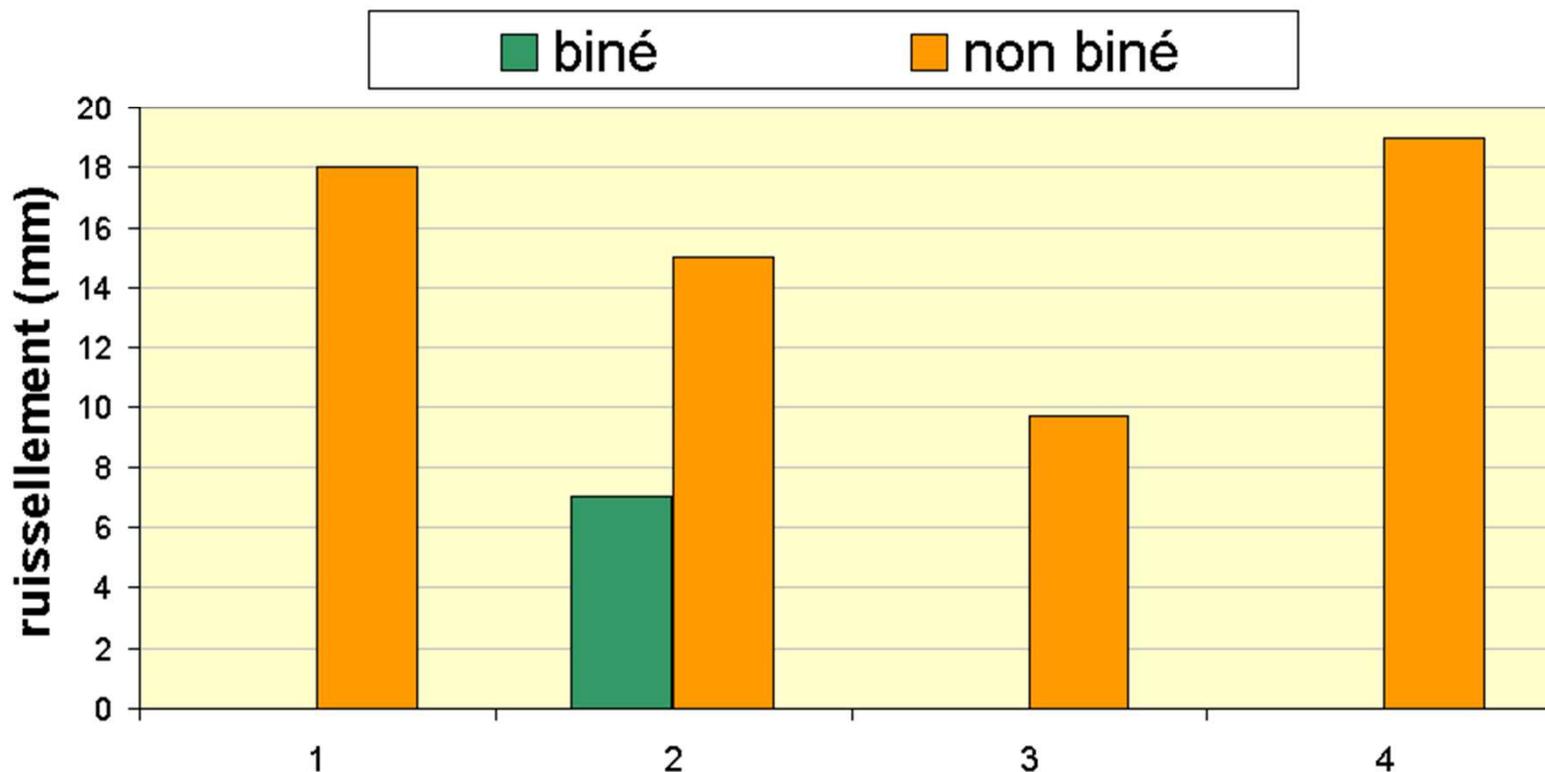
Utilisation du simulateur de pluie de 10 m² de 10 à 60 mm/h.



Ruissellements sur Maïs



Comparaison des ruissellements sur maïs biné et non biné
simulations de pluie AREAS-juin 2005
(pluies d'env.30 mm/h pendant 1 h)



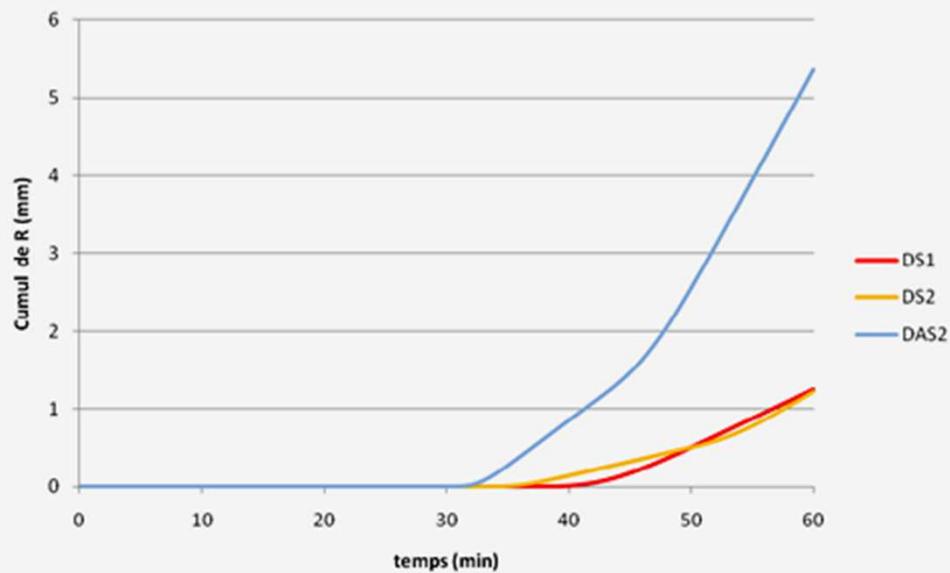
Essai de création de flacage dans les maïs.



Projet : Essai de création de flacage dans les maïs.



Lames ruissellées des motifs parfaits



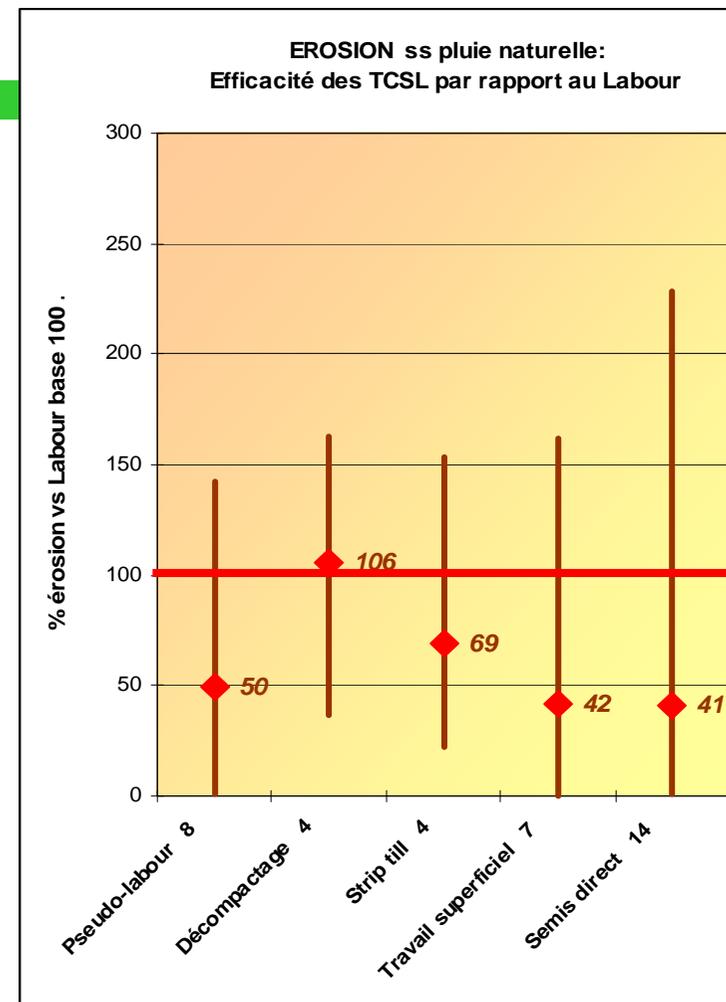
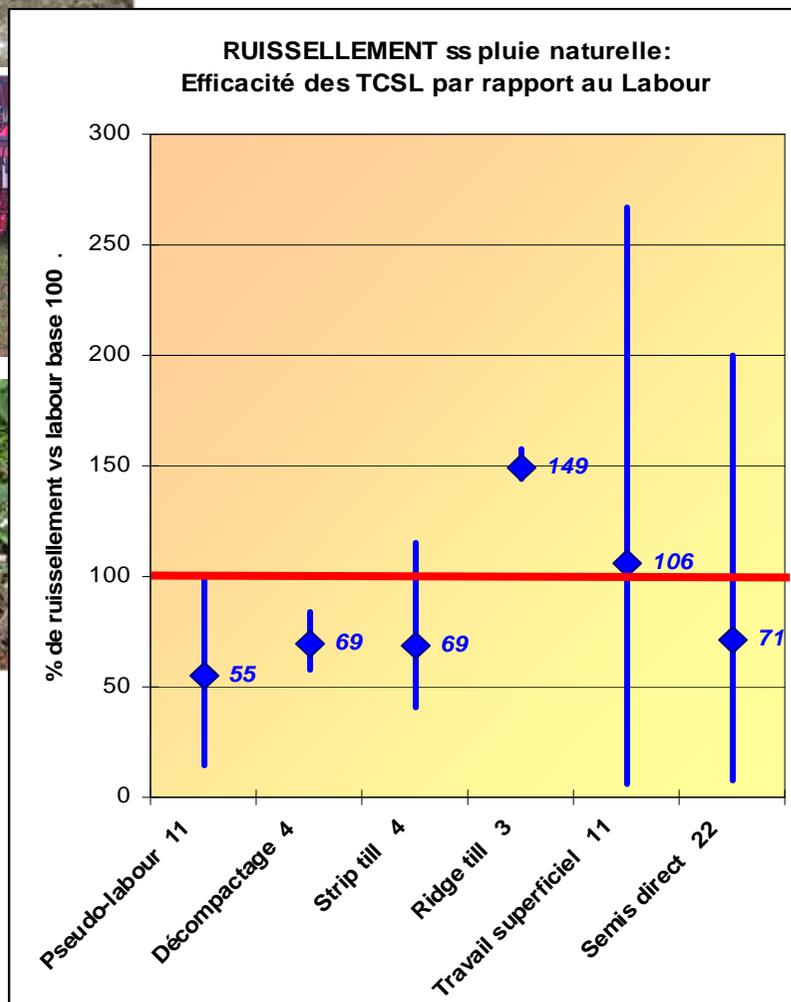
TCSL :

Techniques Culturelles Sans Labour

- Résultats presque toujours positifs en présence de couvert >40%
- Et beaucoup plus efficace sur l'érosion diffuse que sur le ruissellement ,
qui peut alors créer des figures d'érosion concentré en aval.

Résultats en grandes cultures

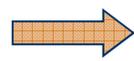
22 réf. scientifiques



Réduction Ruissell^t: facteur 1 à 5.

Réduction Erosion: facteur 1 à 10.

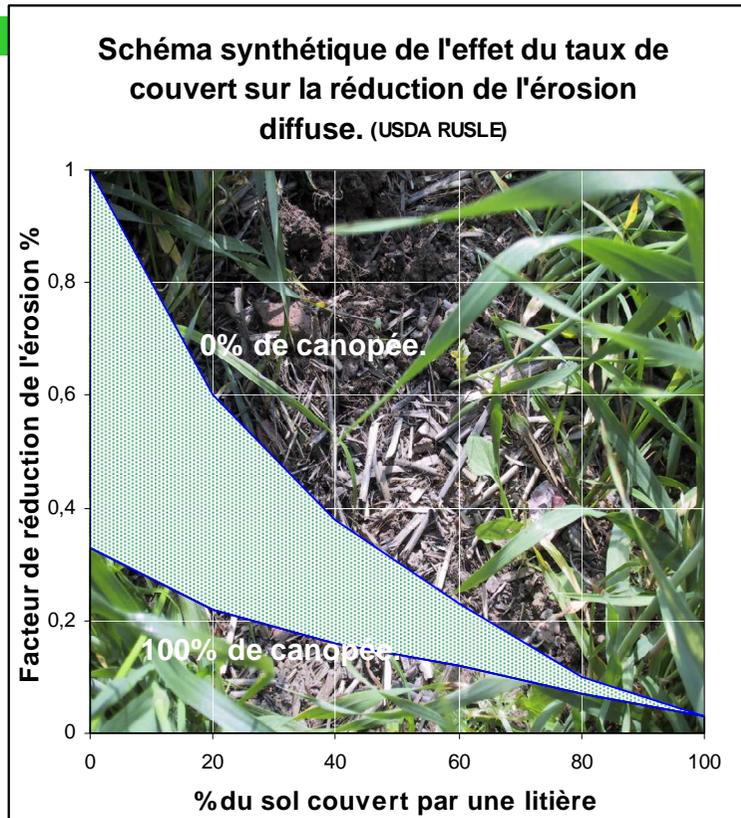
Infiltration : Maintien d'états de surface perméables:



par la couverture du sol : Facteur Prépondérant.

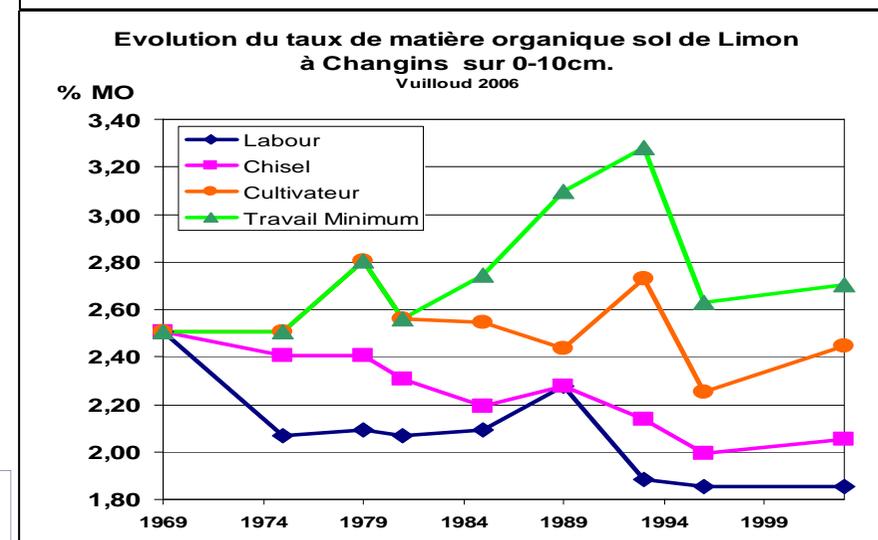
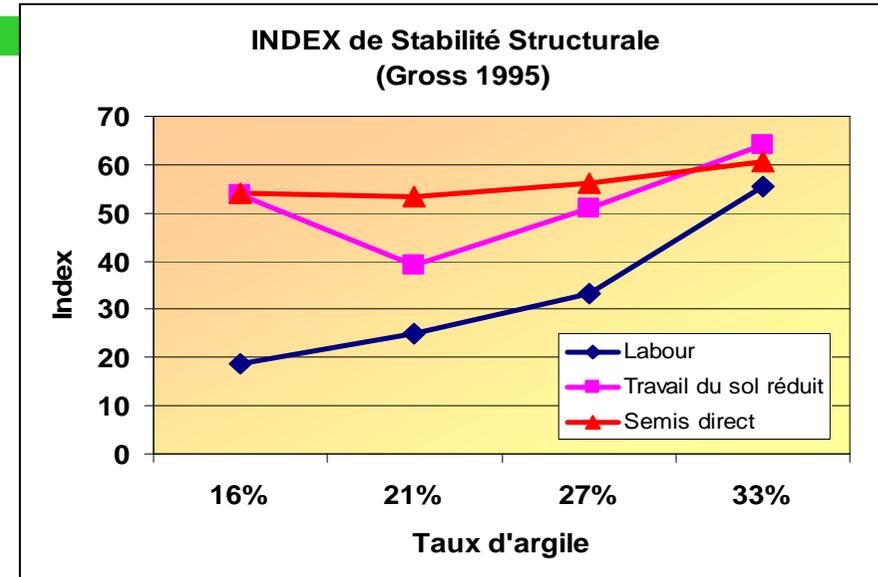


par la stabilité structurale des agrégats.

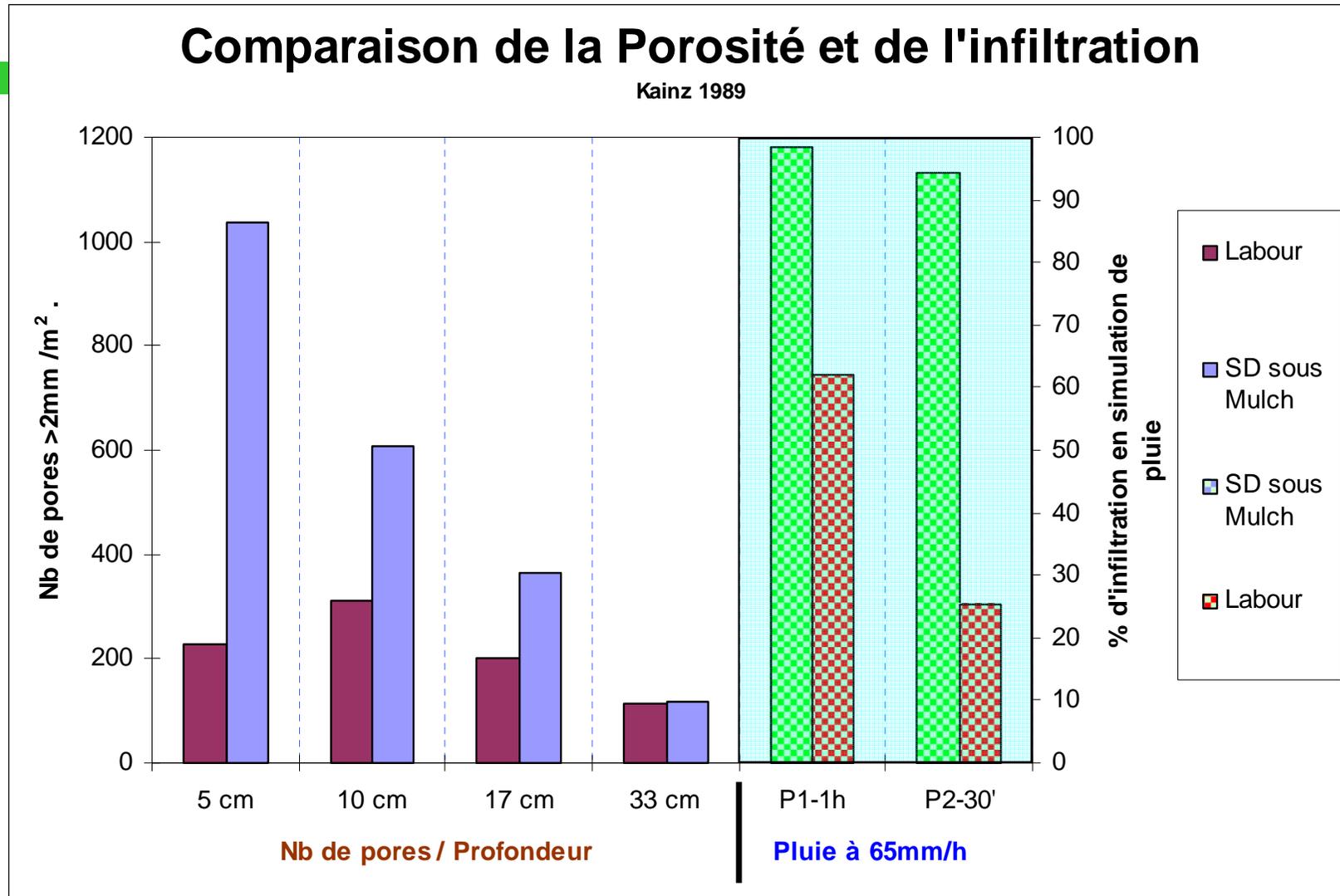


Efficacité :

Labour < Chisel+HR < outils à dents
< Strip ou Ridge till < Semis direct.



Infiltration : Préserver la capacité de transfert vertical par une porosité continue : facteur essentiel.



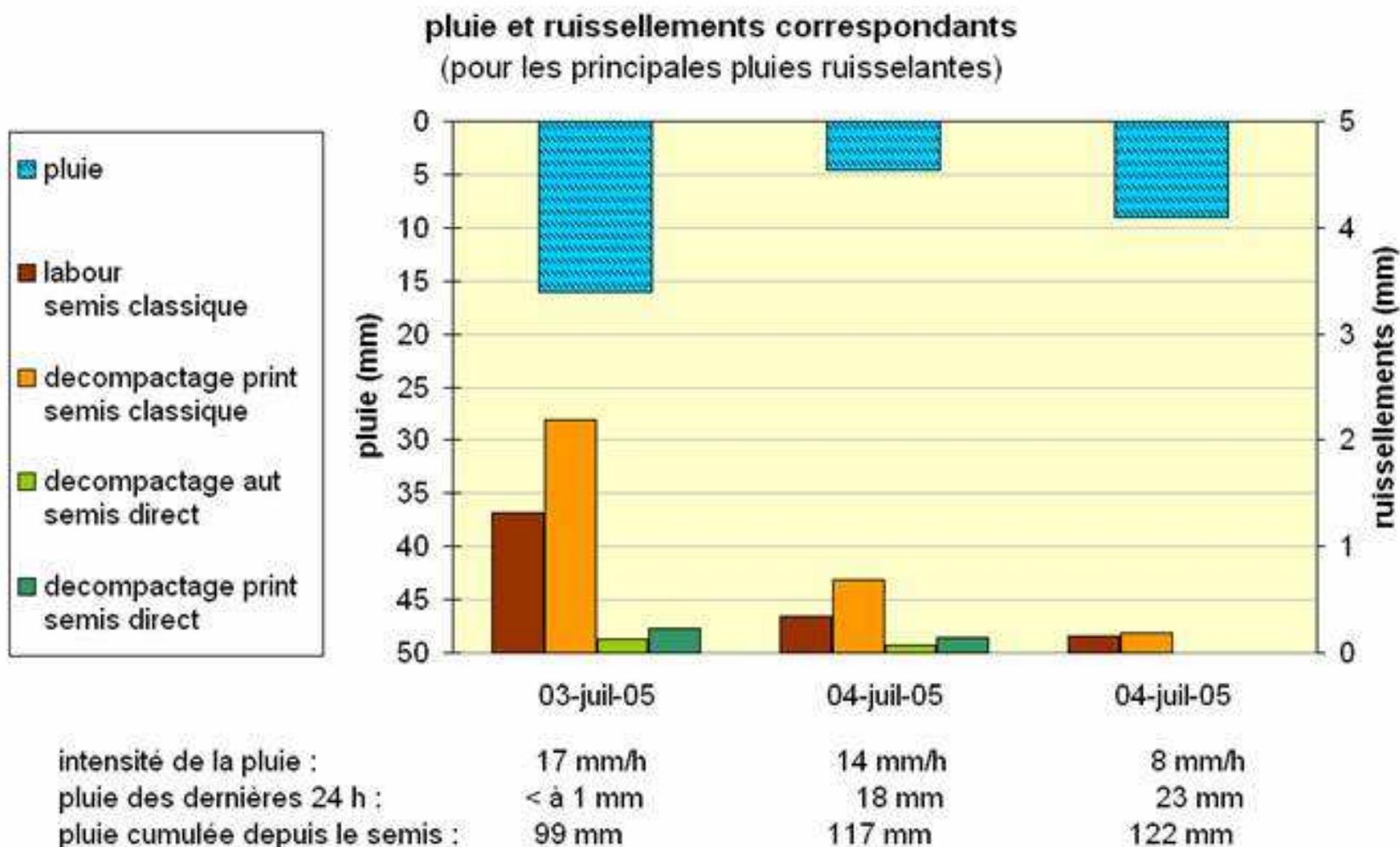
Billonnage avec le strip till

Objectif : conserver un mulch sur l'inter-rang



Semis direct sur mulch de moutarde

Incidence sur les ruissellements

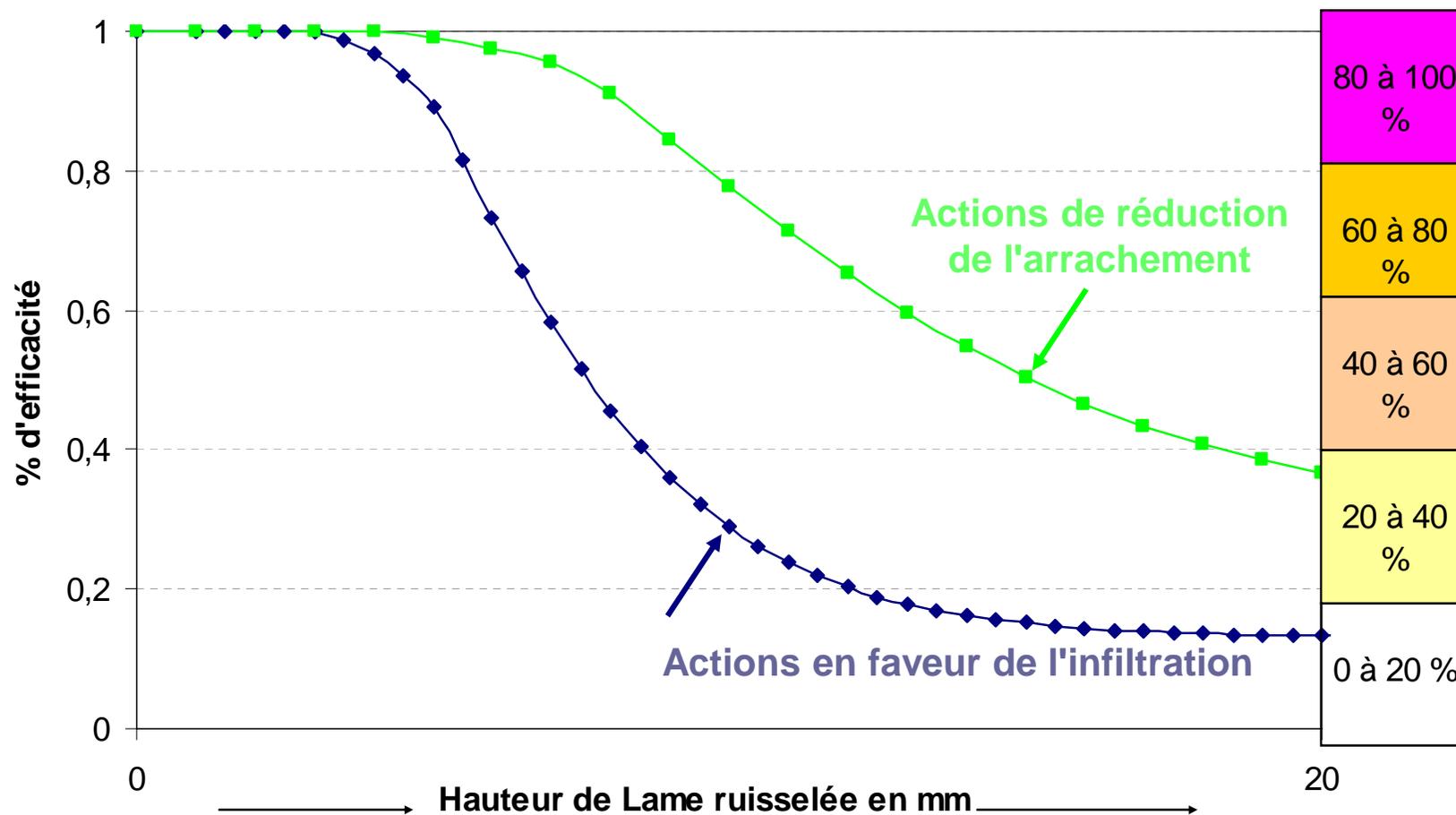


Pour les
techniciens et
agriculteurs,
26 Fiches
détaillées sur
l'ensemble des
actions.



disponibles en téléchargement :
<http://www.areas.asso.fr/content/blogcategory/52/72/#04>

Efficacité décroissante des actions d'hydraulique douce



DIAGNOSTIC D'EXPLOITATION

Volet RUISSELLEMENT – EROSION DES SOLS



Version d'Avril 2007



DIAGNOSTIC DE L'EXPLOITATION :
VOLET RUISSELLEMENT / EROSION



Date :

DESCRIPTION DE L'EXPLOITATION

NOM : Prénom : Exploitation :

Adresse :

CP : Commune :

Tel. Fixe : Fax : Portable :

N° SIRET :

Statut juridique :

Age : Installation : Double actif :

Bassin versant principal :

Bassin versant secondaire :

Périmètre de protection de captage :

Superficie totale : ha TL : ha STH : ha

Foncier : ha en propriété ha en location ha à l'année

Productions :

Quotas :

Contrats :

CARTOGRAPHIE DE L'EXPLOITATION

Localiser le parcellaire sur la carte au 1/10 000e + photographies aériennes

Relever le linéaire de cours d'eau : 0 ml



DIAGNOSTIC D'EXPLOITATION

Volet RUISSELLEMENT – EROSION DES SOLS

Le dossier de diagnostic comporte 12 pages et aborde en détail les chapitres suivants:

1. Description de l'exploitation
2. Cartographie de la ferme
3. Cultures (rotation, superficie, jachères, règles de succession, évolutions)
4. Parcellaires
5. Itinéraire technique par culture
6. Calendrier des interventions*
7. Matériel
8. Effluents d'élevage
9. Main d'œuvre
10. Réseau professionnel
11. Perspectives et commentaires

3- CULTURES

CULTURES D'HIVER		
Blé :	0	ha
Escourgeon :	0	ha
Colza :	0	ha
Autre :		ha
Autre :		ha
Cultures intermédiaires :	0	ha
espèce :		
Cultures dérobées :		ha
espèce :		
Cultures de 18 mois :		ha
espèce :		
TOTAL cultures d'hiver :	0	ha

Jachères		
Permanentes :		ha
Tournantes :		ha
dt énergétiques :	0	ha
espèce :	colza	
TOTAL gel :	0	ha

CULTURES DE PRINTEMPS		
Pois :	0	ha
Lin :	0	ha
Betteraves suc. :		ha
Betteraves four. :		ha
Maïs ensilage :	0	ha
Maïs grain :		ha
Orge de printemps :		ha
Pom. de terre conso.:		ha
Pom. de terre plants :		ha
Féveroles :	0	ha
Autre :		ha
TOTAL cultures de ptps:	0	ha

Prairies		
Permanentes :	0	ha
Temporaires :	0	ha
TOTAL:	0	ha

Couvert env. BCAE :		ha
---------------------	--	----

Rappel TL :	0	ha
-------------	---	----

TOTAL couvert en hiver :	0	ha
--------------------------	---	----

Sols nus en hiver :	####	des TL
---------------------	------	--------

Rotations généralement pratiquées sur les T.L. :

Type 1

Année 1		Année 2		Année 3		Année 4		Année 5		Année 6		Année 7	
Aut.	Ptps												

Type 2

Année 1		Année 2		Année 3		Année 4		Année 5		Année 6	
Aut.	Ptps										





Stratégie de réduction de l'érosion et des ruissellements en HN. JF Ouvry



GREENOTEC
6-01-2015



Partage d'expériences
Exemple du Pays de Caux :
Systèmes de culture, pratiques
culturales et zones tampons.