



# Expérimentations sur les pratiques culturales

Synthèse des travaux  
2000 – 2010



CAS.DAR

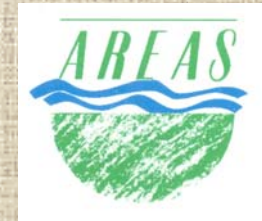


# Plan

- Problématique et enjeux
- Matériel et méthode
- Synthèse des résultats par culture
  - Période d'interculture
  - Blé
  - Maïs
  - Pomme de terre
  - TCSL
  - Zones enherbées







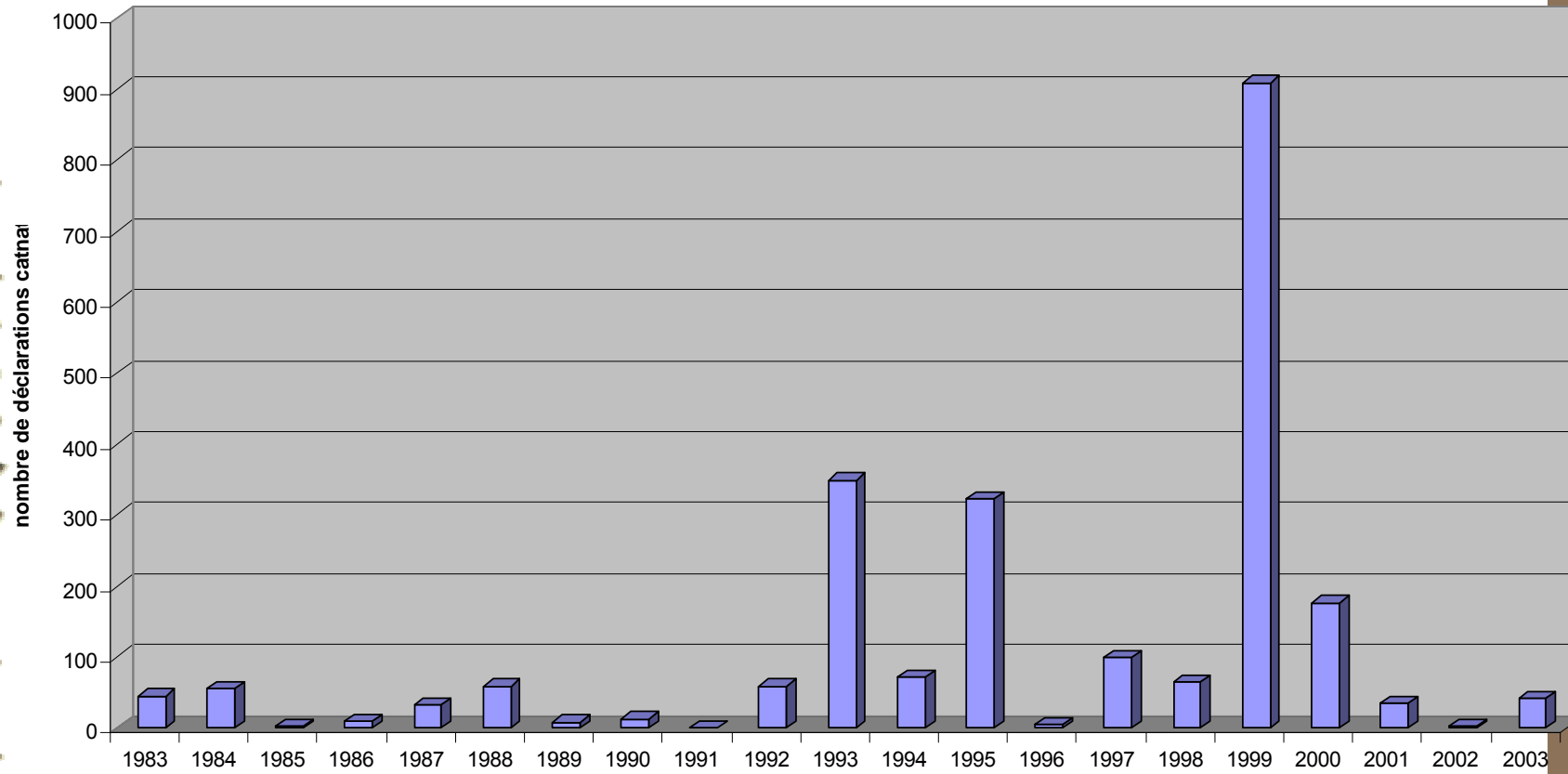
# Problématique et enjeux



CAS.DAR

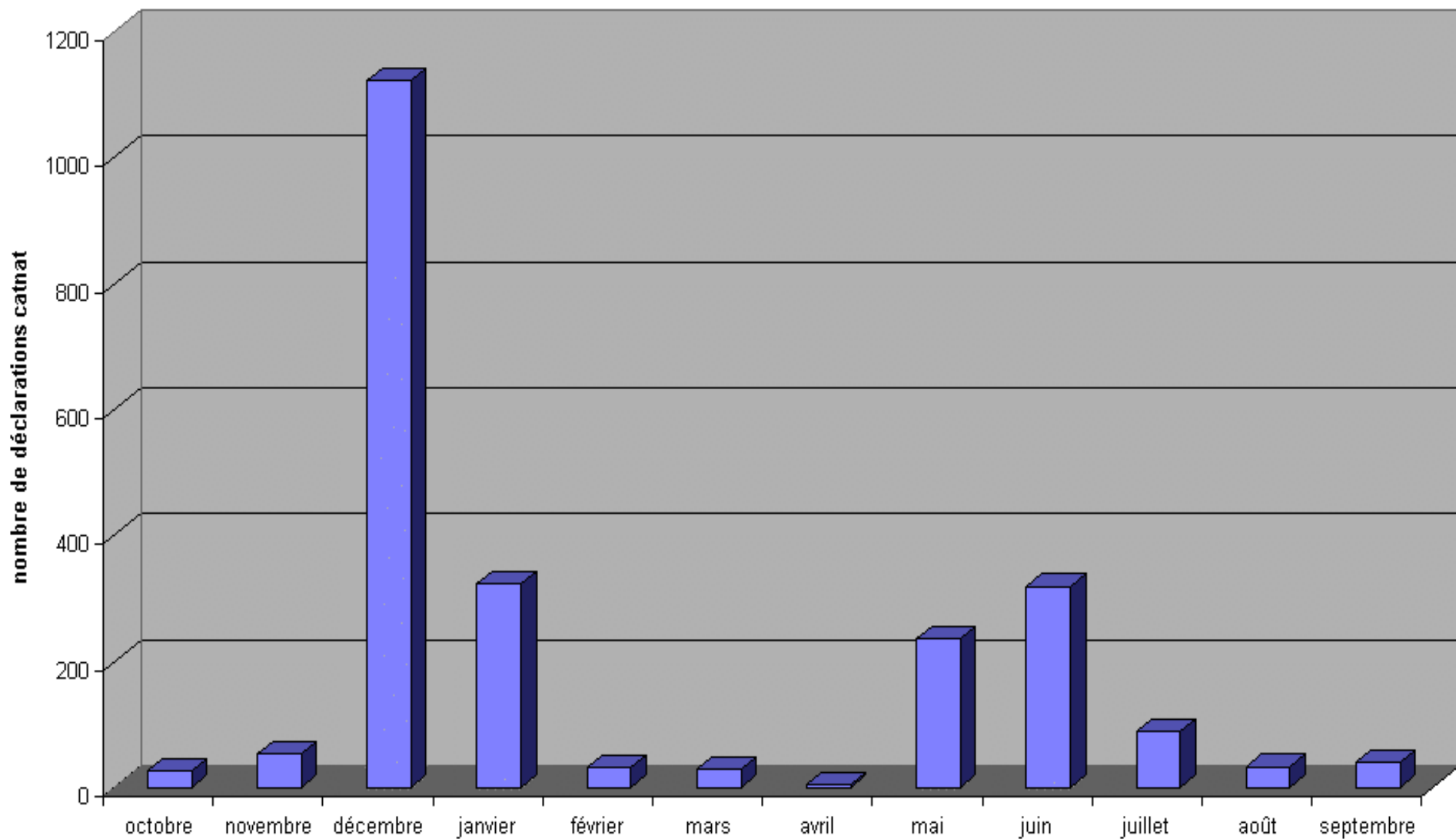


nombre de catnat "inondation et coulée boueuse" par an en Seine-Maritime  
(2357 déclarations au total)





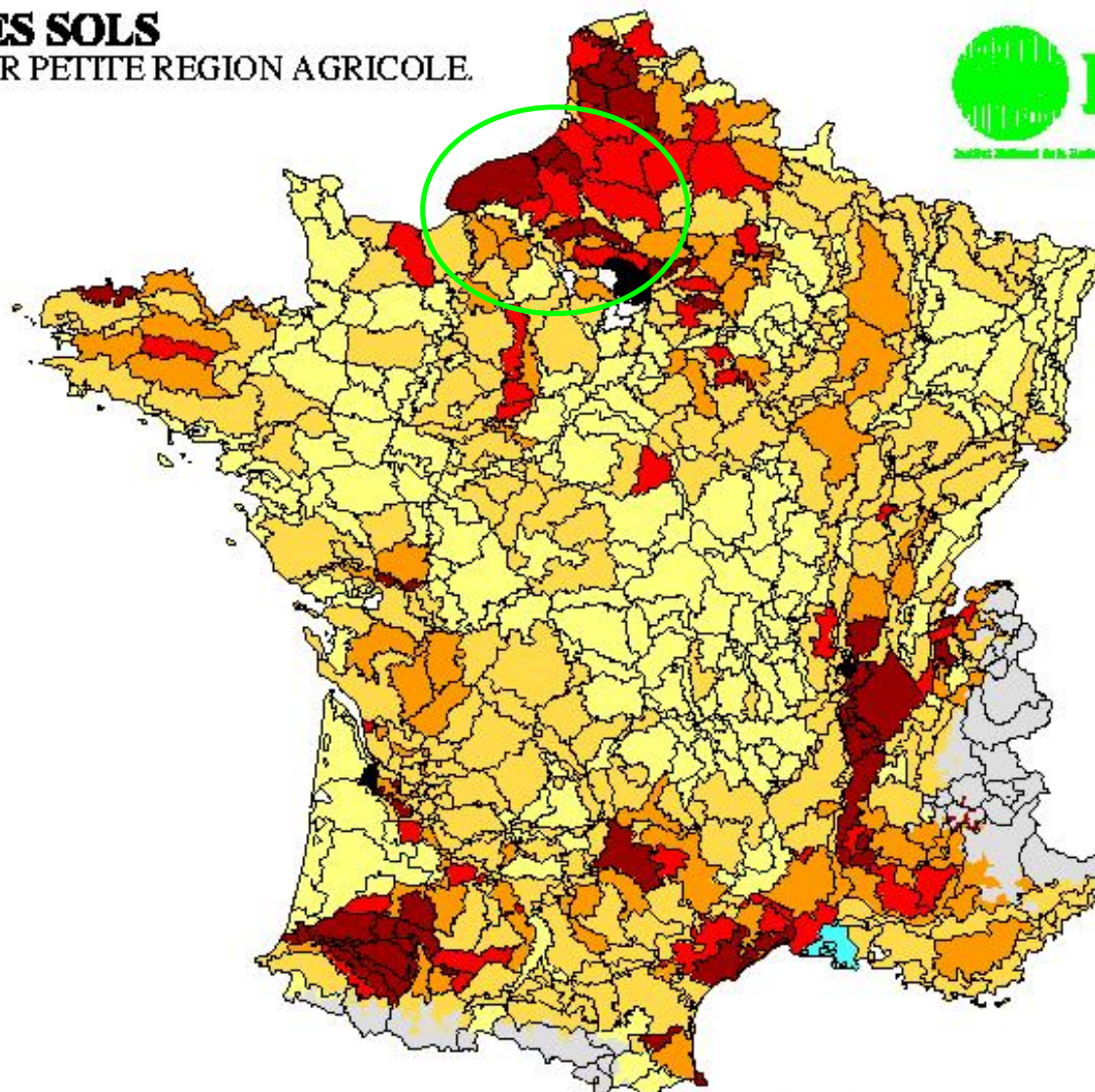
répartition dans l'année du nombre de catnat "inondation et coulée boueuse" entre 1983 et 2001  
en Seine-Maritime (2305 déclarations au total)



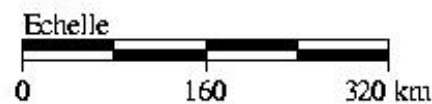
# ALEA D'EROSION DES SOLS

EN AUTOMNE, INTEGRE PAR PETITE REGION AGRICOLE.

-  Aléa très faible
-  Aléa faible
-  Aléa moyen
-  Aléa fort
-  Aléa très fort
-  Zones urbanisées
-  Zones de haute montagne
-  Zones humides
-  Pas d'information

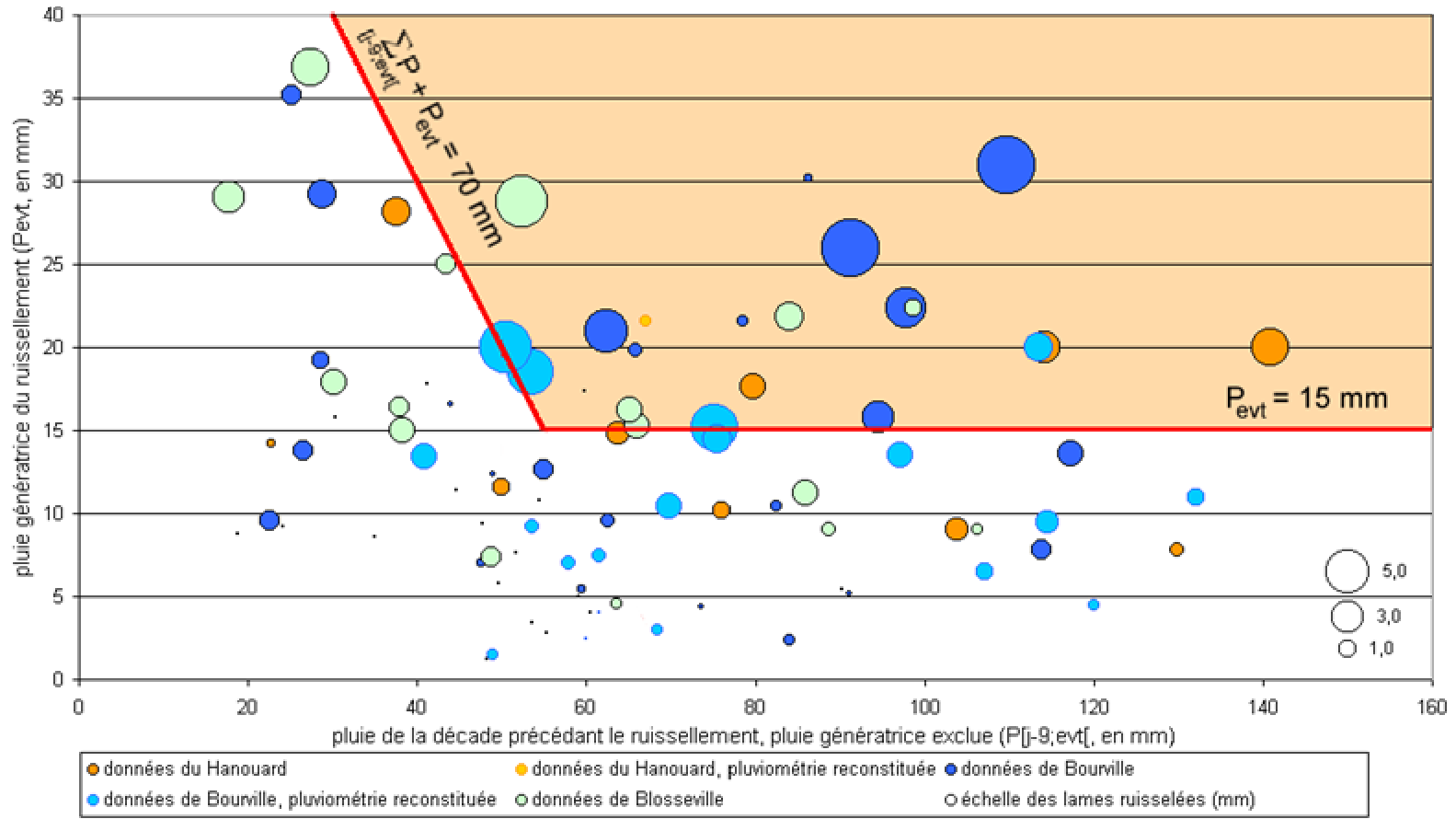


06/10/1999



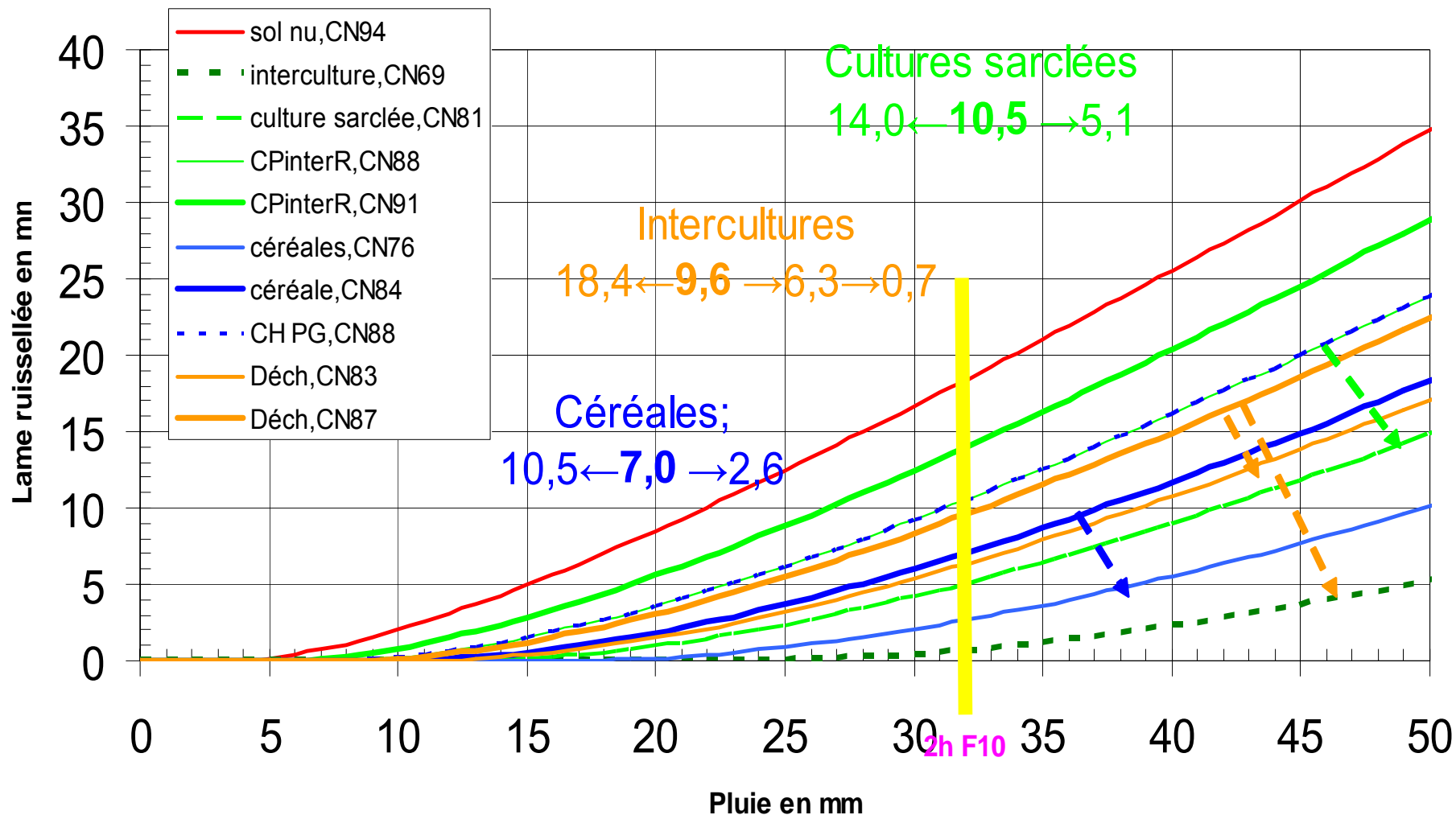
# Caractérisation des ruissellements hivernaux majeurs

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



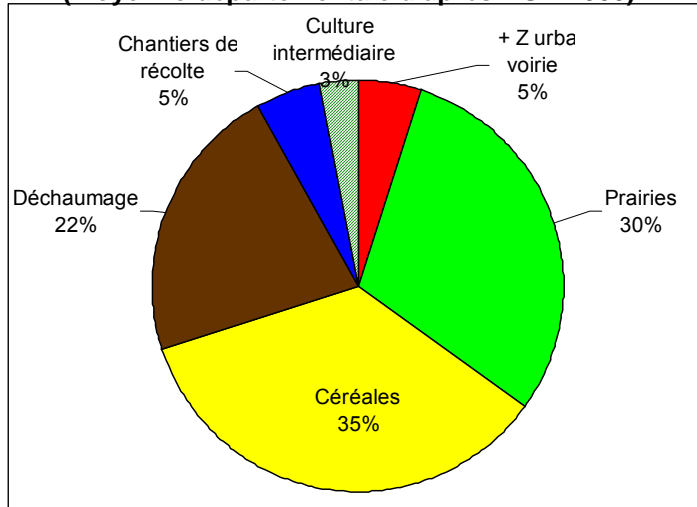


## LAME RUISSELÉE SOUS CULTURE, en conditions hydrologiques défavorables d'hiver.

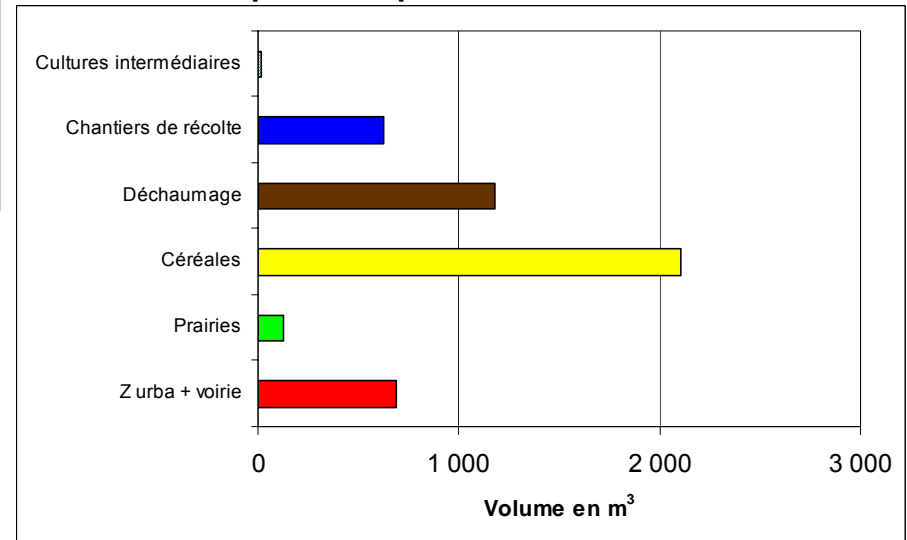


# Les ruissellements en hiver

Répartition de l'occupation du sol en hiver  
(moyenne départementale d'après RGA 2000)

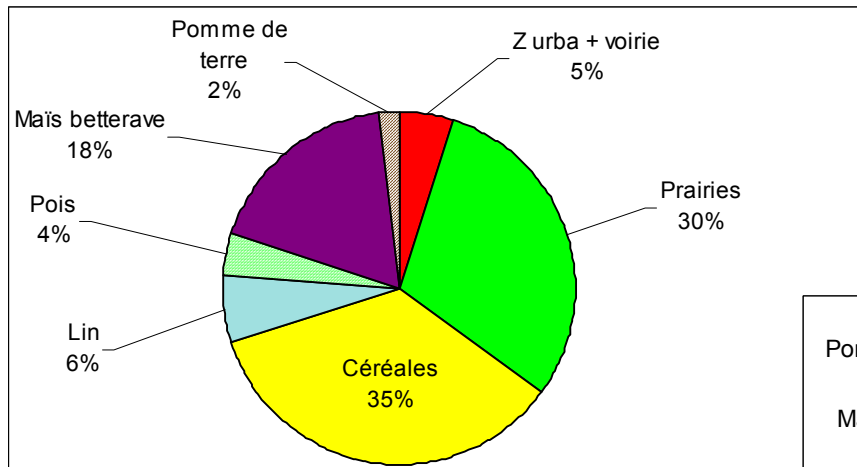


Exemple de répartition des ruissellements sur  
100 ha en hiver selon l'occupation du sol  
pour une pluie de 30 mm

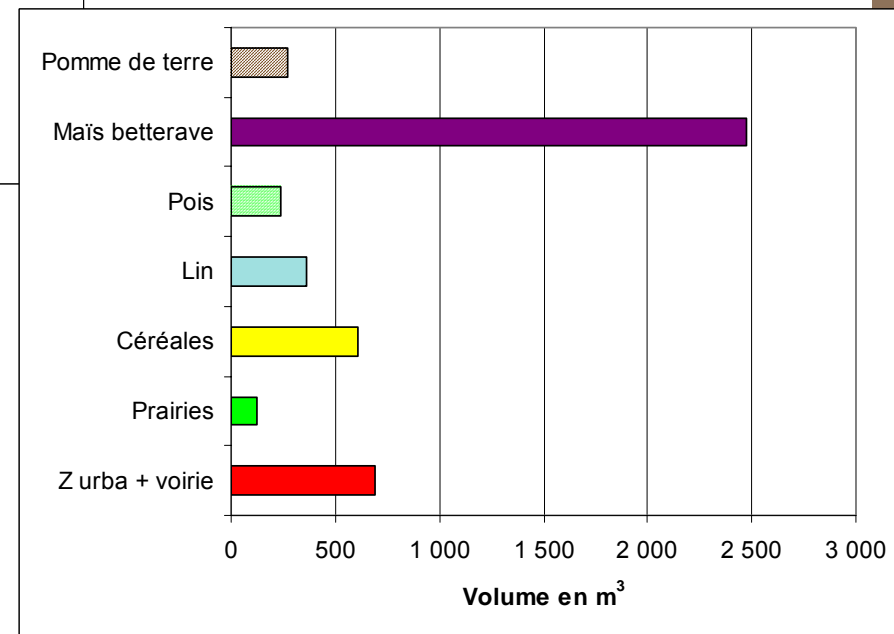


# Les ruissellements au printemps

Répartition de l'occupation du sol au printemps  
(moyenne départementale d'après RGA 2000)



Exemple de répartition des ruissellements sur 100 ha au printemps selon l'occupation du sol pour une pluie de 30 mm





- **L'objectif** de ce groupe de travail est de définir scientifiquement les meilleures pratiques permettant
  - de préserver une infiltration dans les sols et
  - de limiter la naissance des ruissellementssans modifier les types de production, ni alourdir les charges d'exploitation.
- Le développement volontaire de ces pratiques culturales correspond à la contribution du monde agricole dans ce domaine complexe et multi-acteurs.
- C'est un des éléments de réponse du projet d'avenir défini par la profession au plan national.

« une agriculture durable pour des agriculteurs responsables »





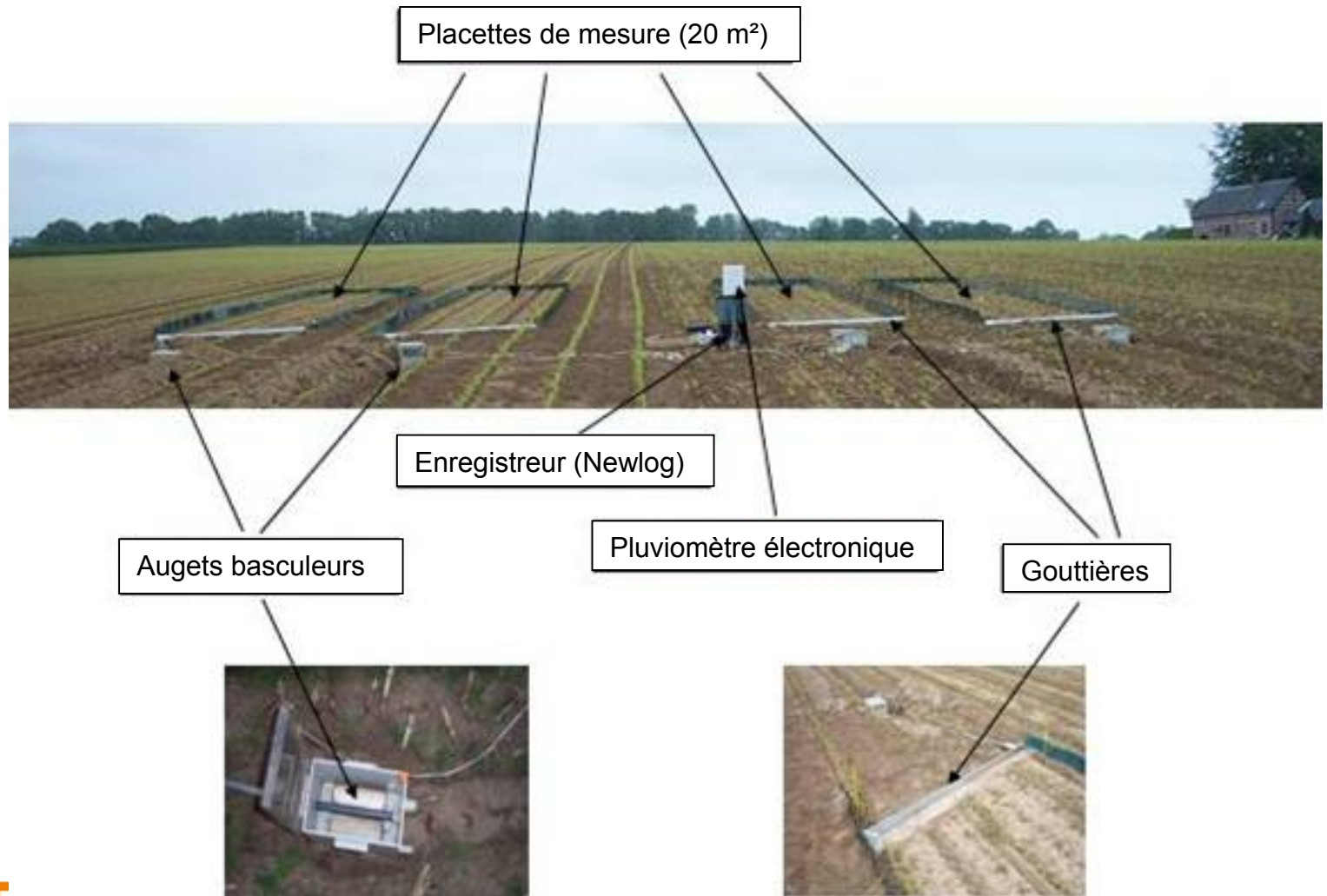
# Matériel et méthode



CAS.DAR



# Dispositifs de mesure





# Le simulateur de pluie



buse de pulvérisation

placette

système de distribution d'eau

manomètre et robinet

filet brise-vent

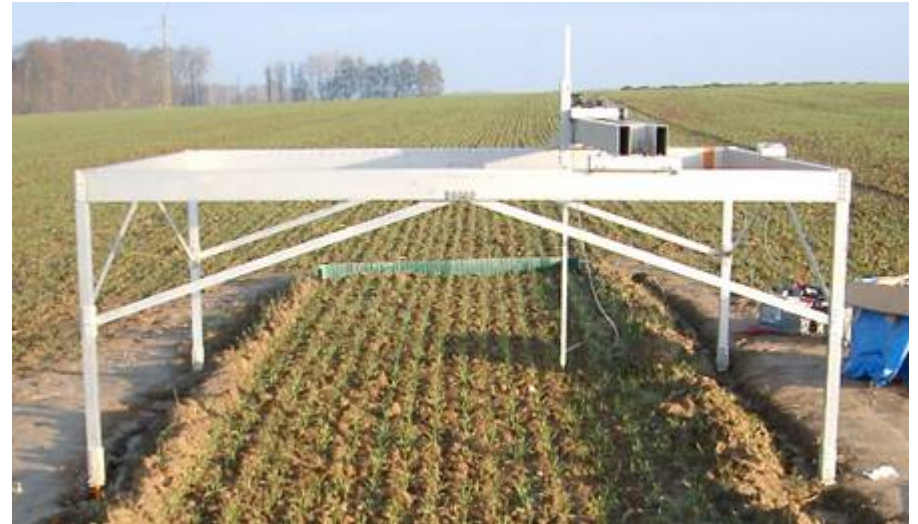


# Suivi des états de surface

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



Mesure physique : rugosimètre



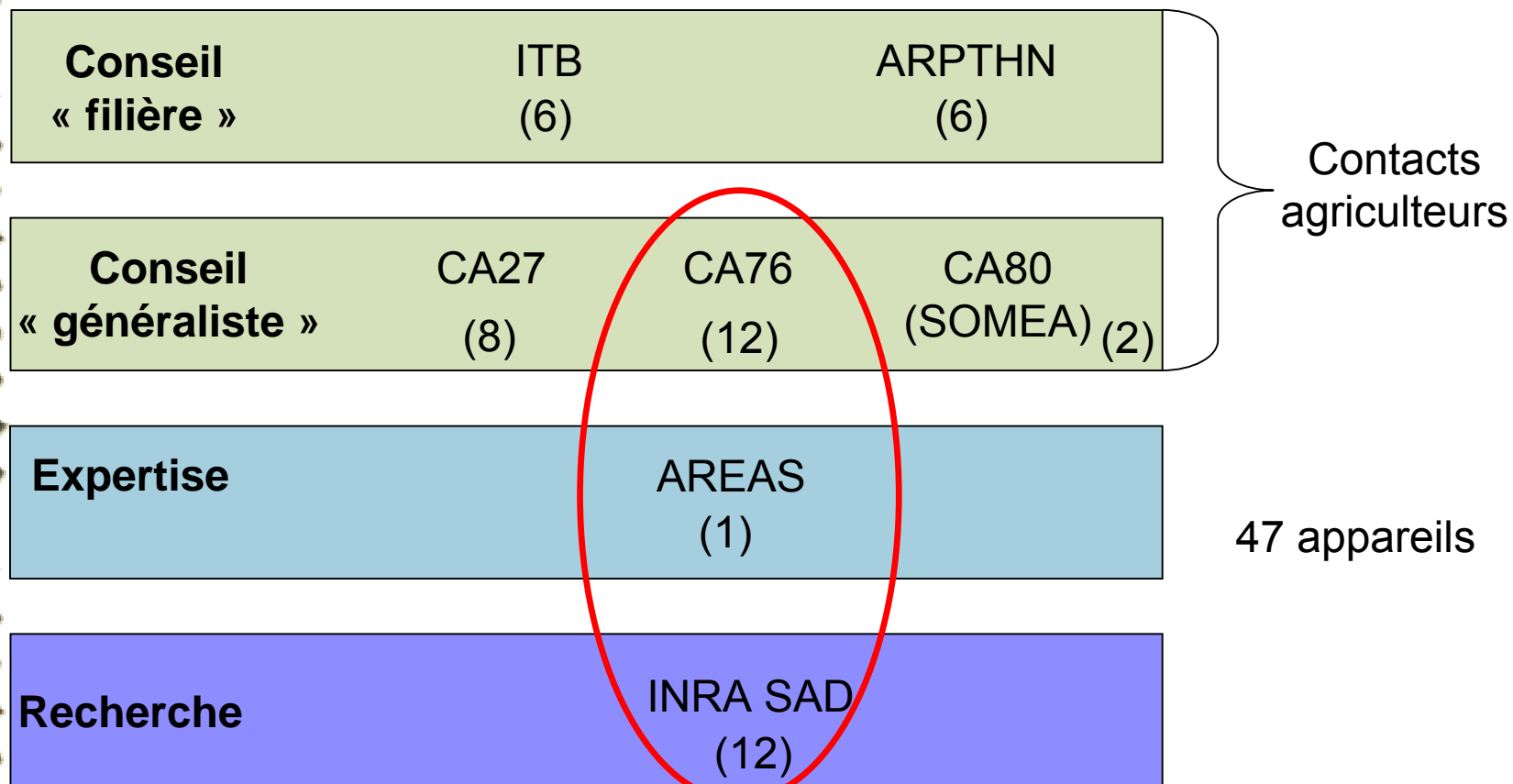
Suivi photographique :



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



# Structure du réseau d'acquisition de références ruissellement



Animation du groupe + Métrologie, traitement des données

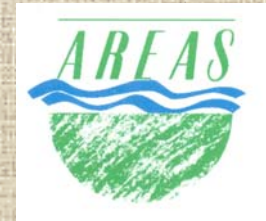


# Valorisation des résultats

- 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/](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

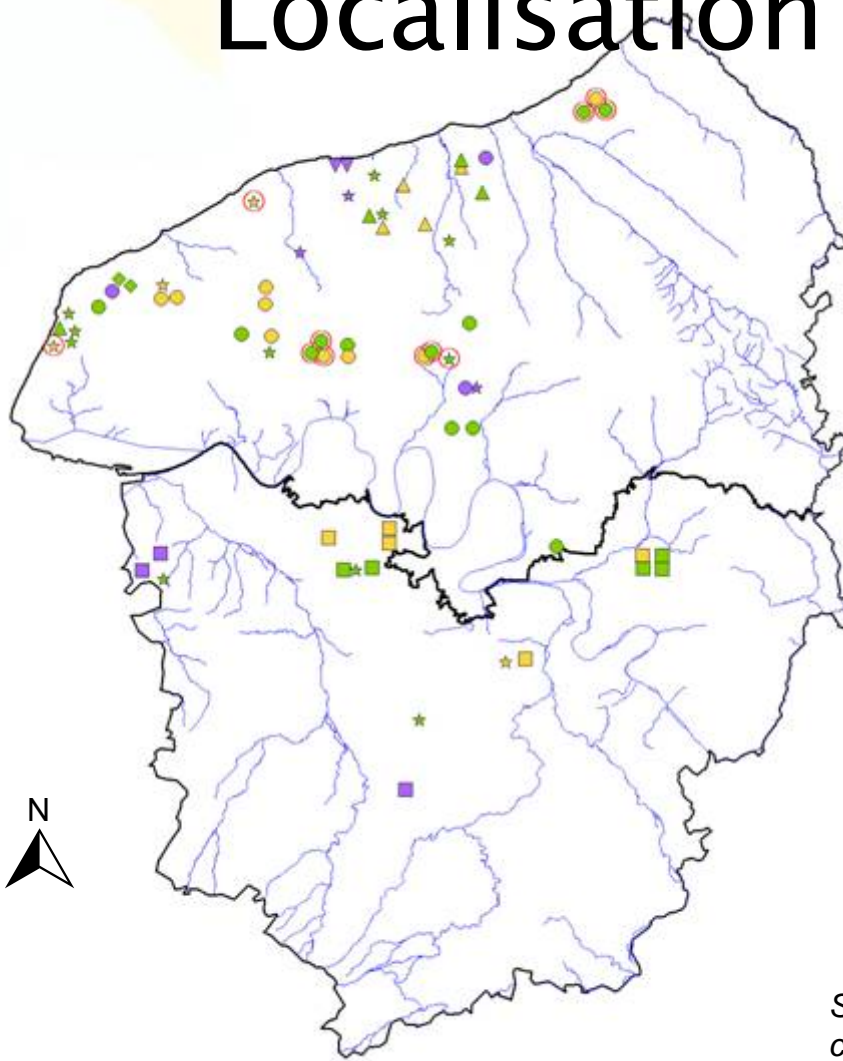


CAS.DAR





# 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



# 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**

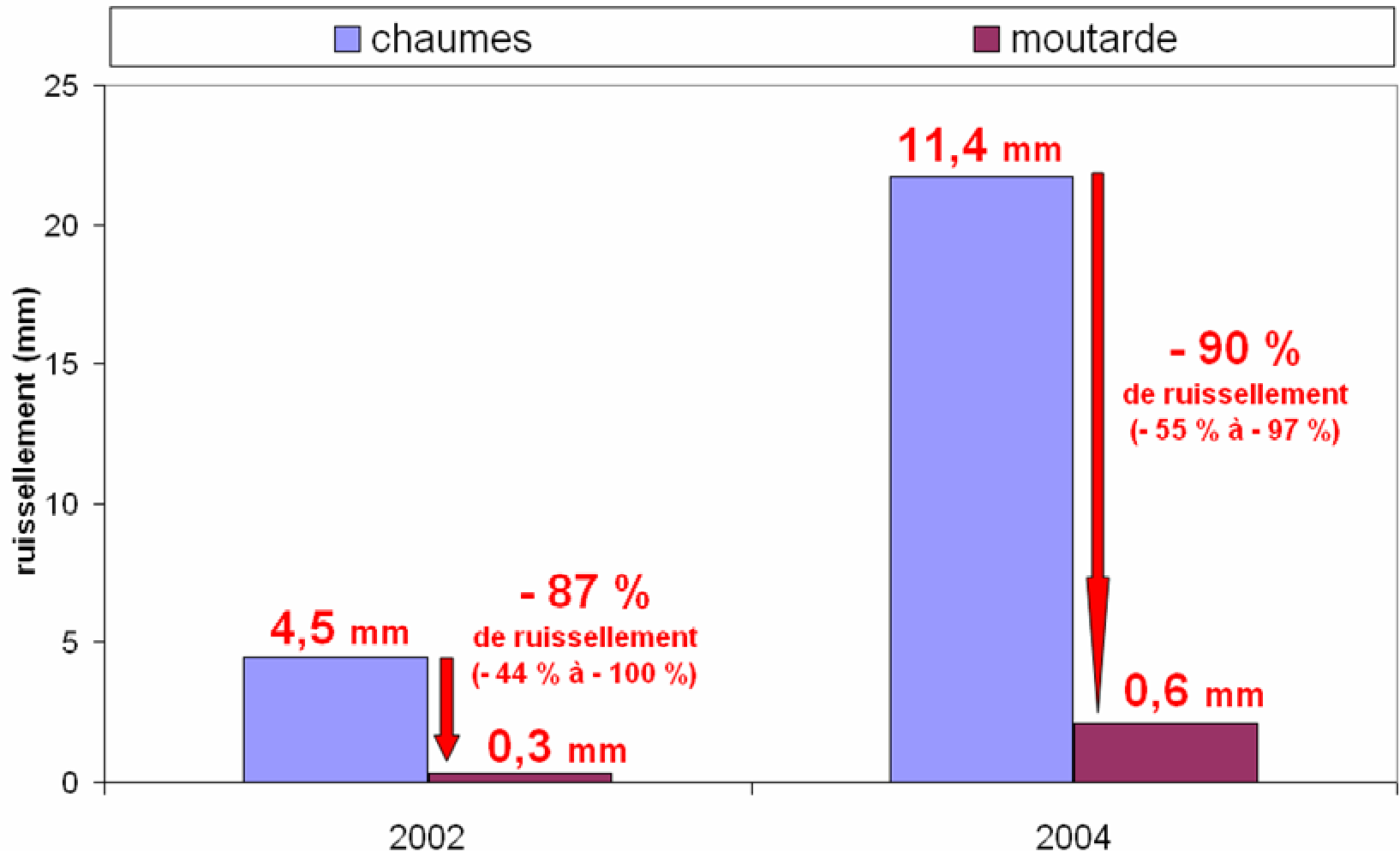


**Moutarde**



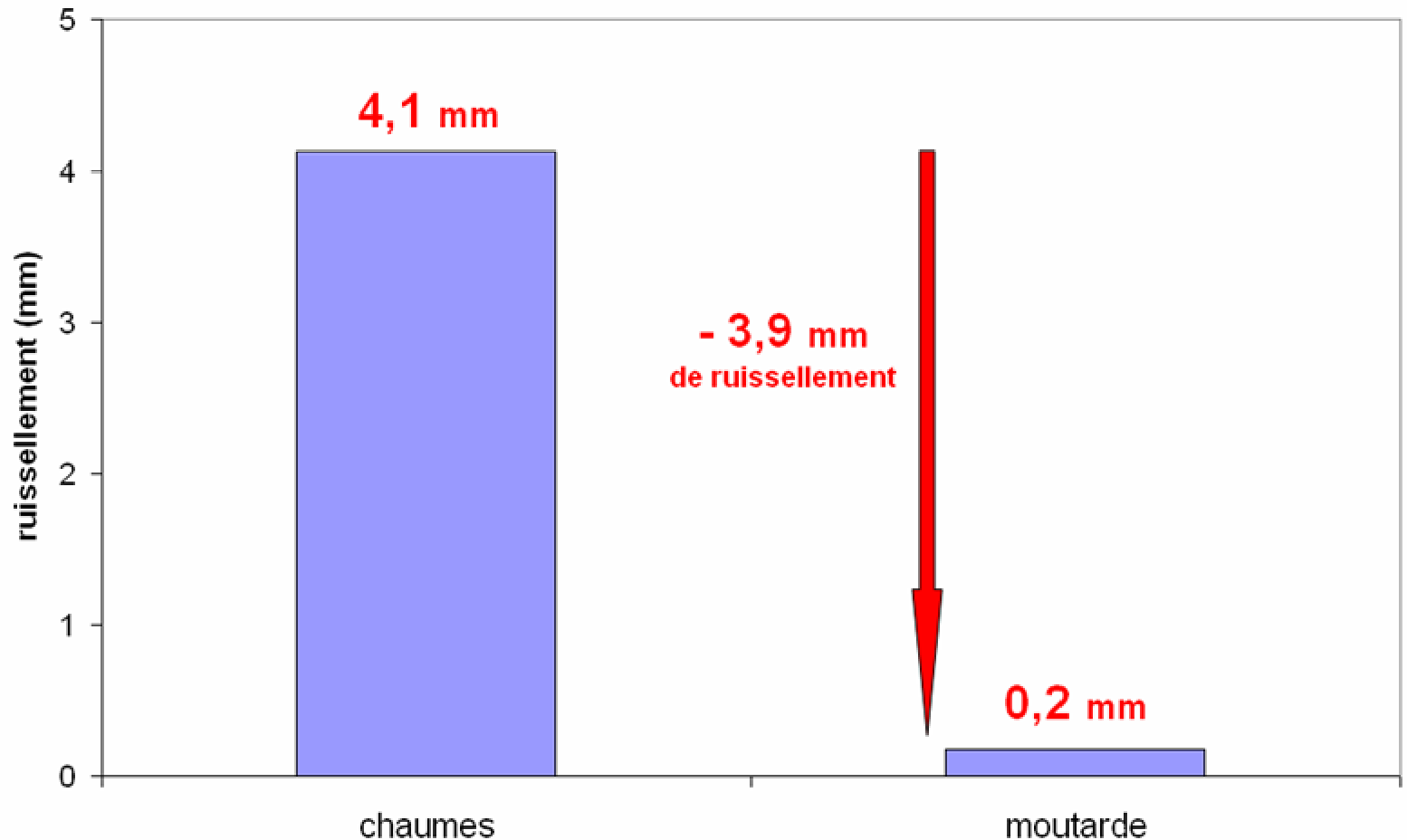
**2 déchaumages**

# Comparaison des ruissellements sur l'ensemble des mesures



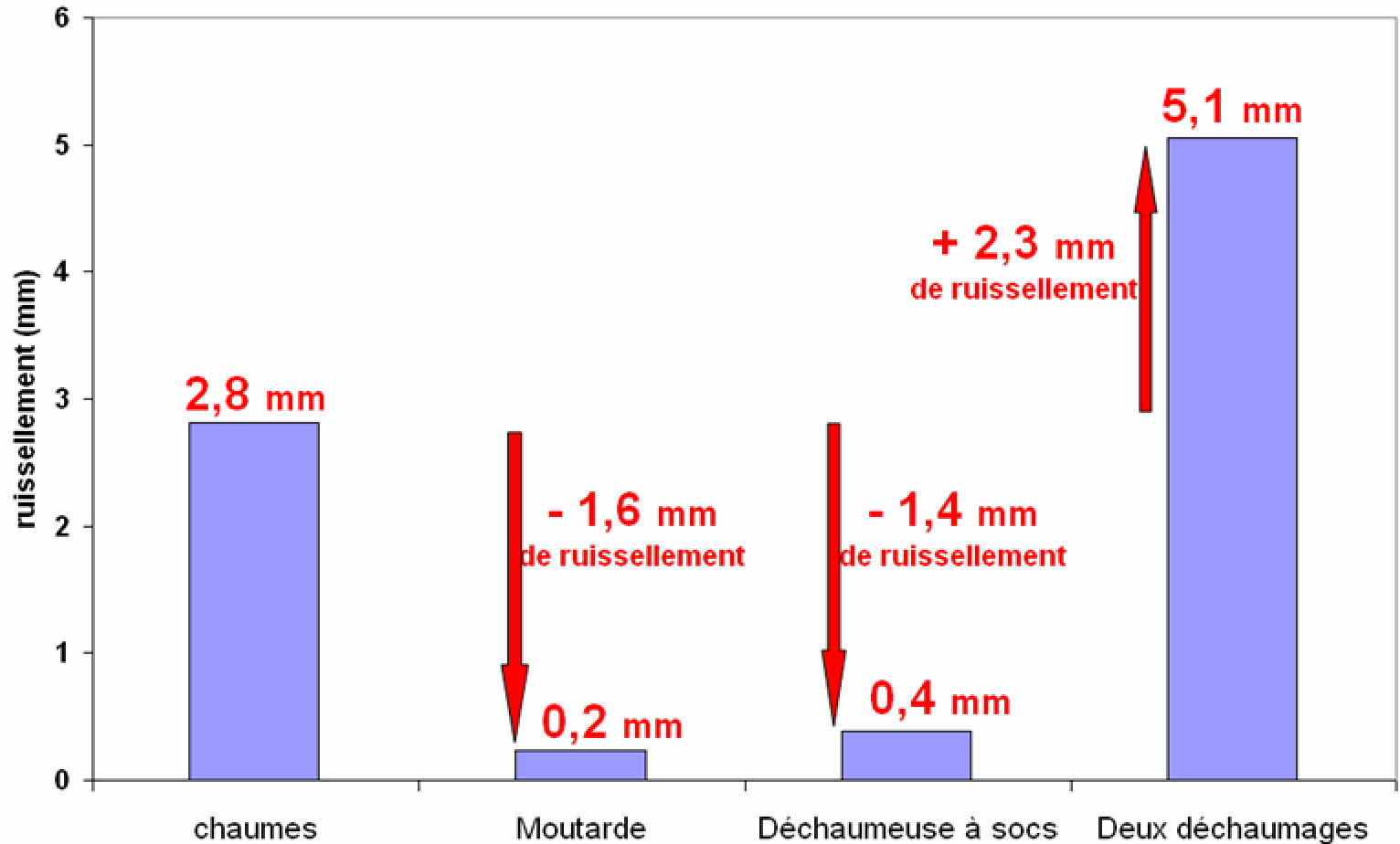


# Comparaison des ruissellements pour la pluie la plus intéressante



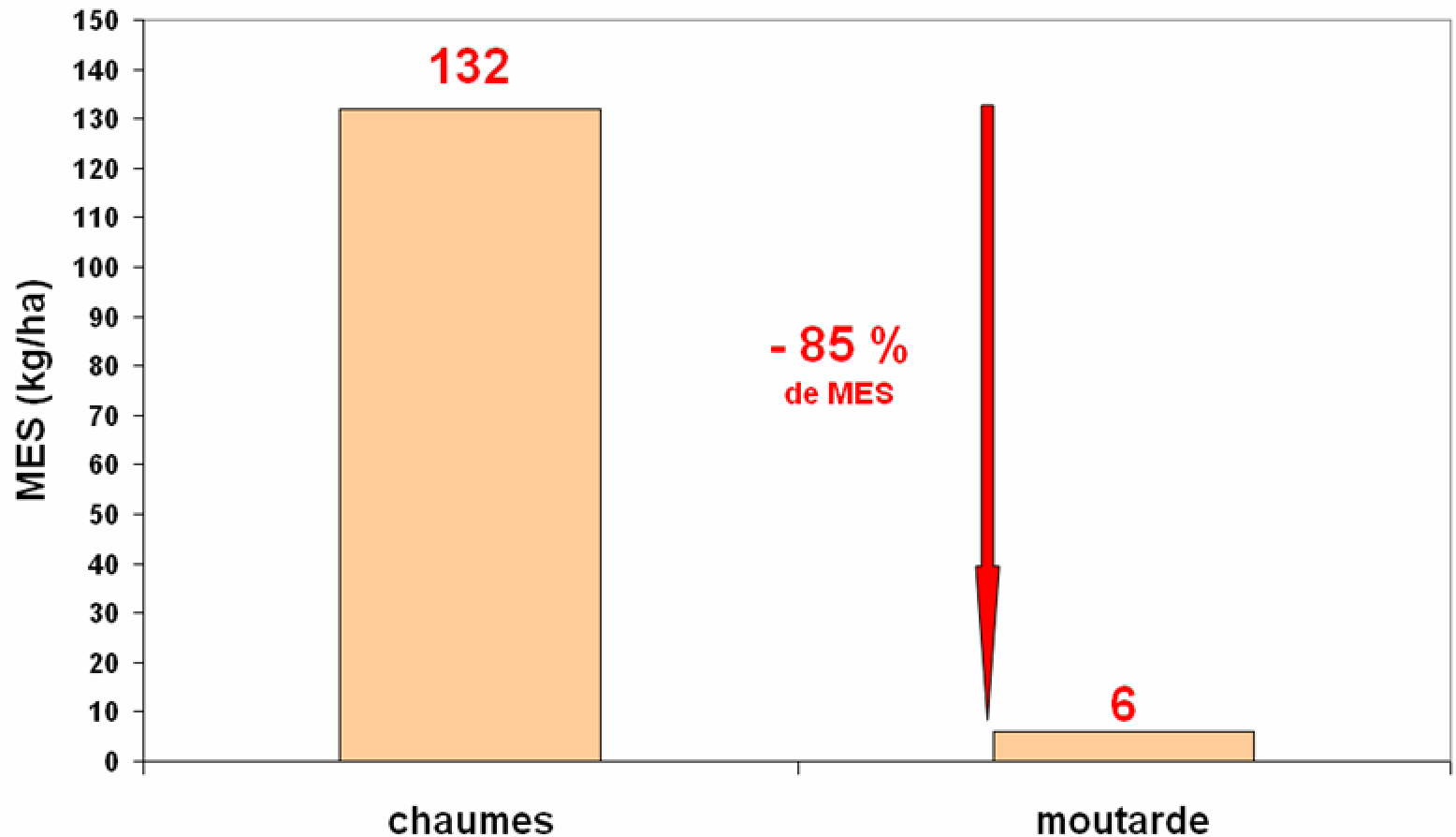
Pluie du 22/01/05 – 14 mm ; 1 mm/h

# Comparaison des ruissellements pour la pluie la plus intéressante



Pluie du 22/01/03 – 22 mm

# Comparaison des 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)*

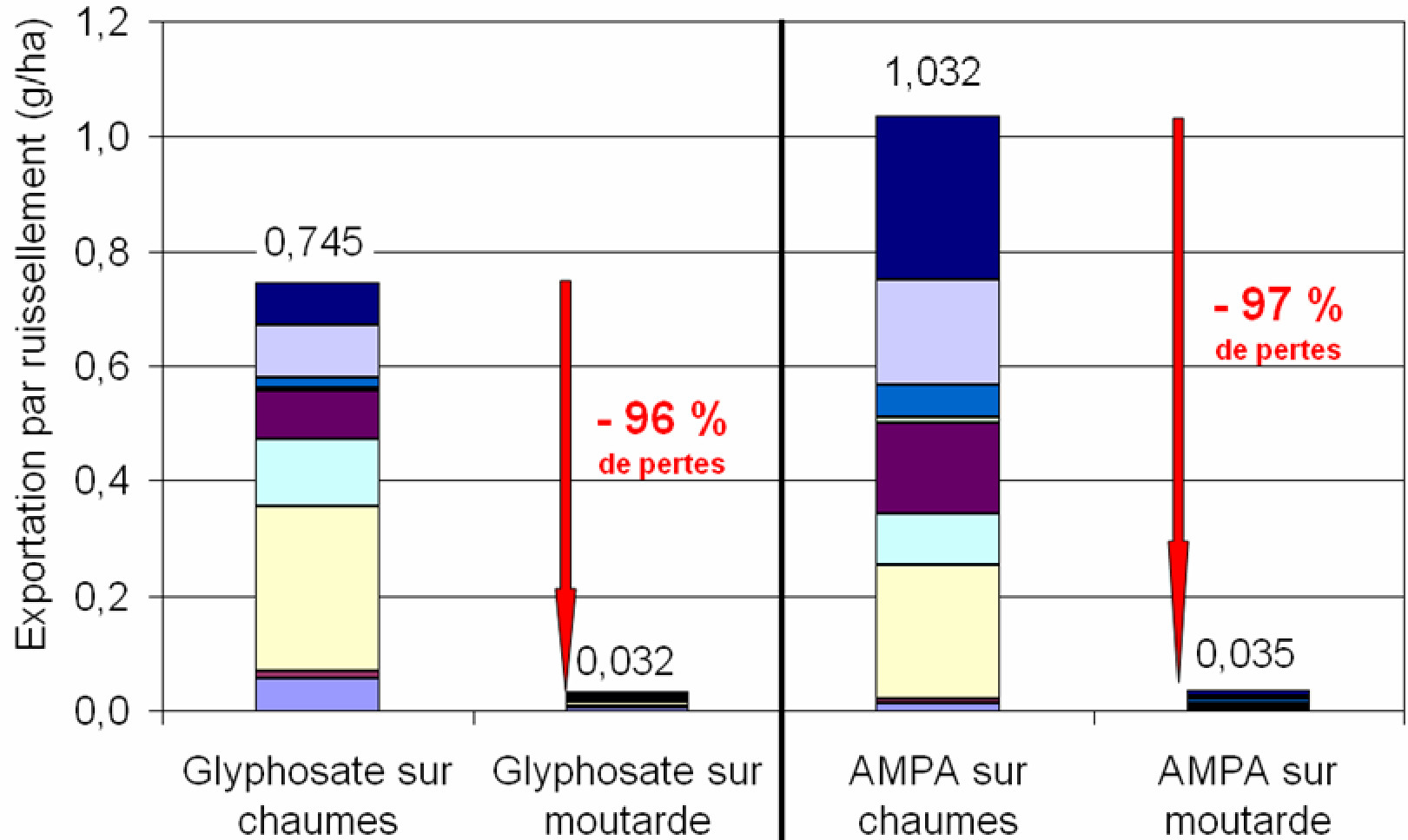


**Moutarde**



**Destruction au glyphosate (3 L/ha) fin novembre**

# Comparaison des pertes en glyphosate et AMPA par ruissellement



# Le ray-grass sous maïs

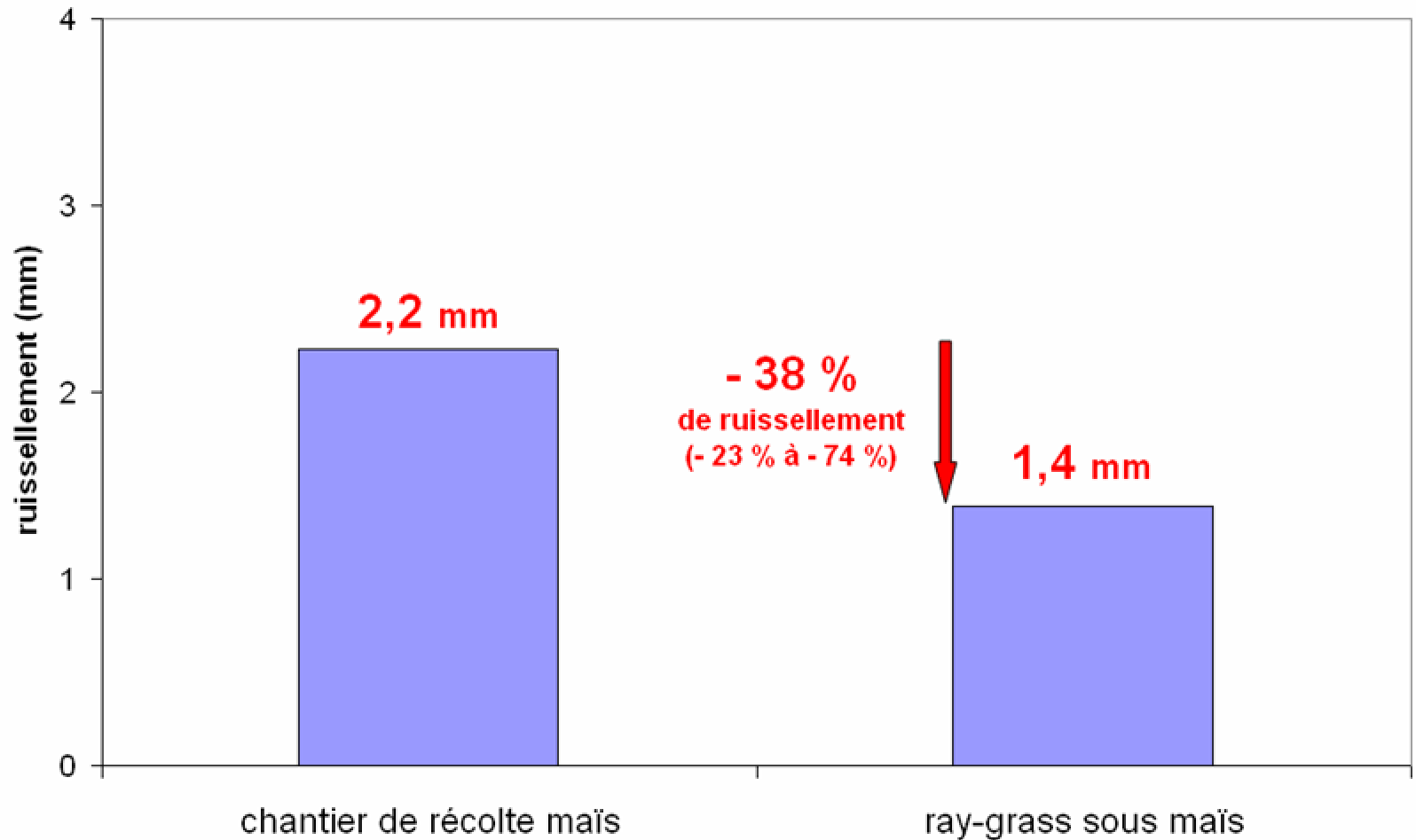


**Chantier de récolte**



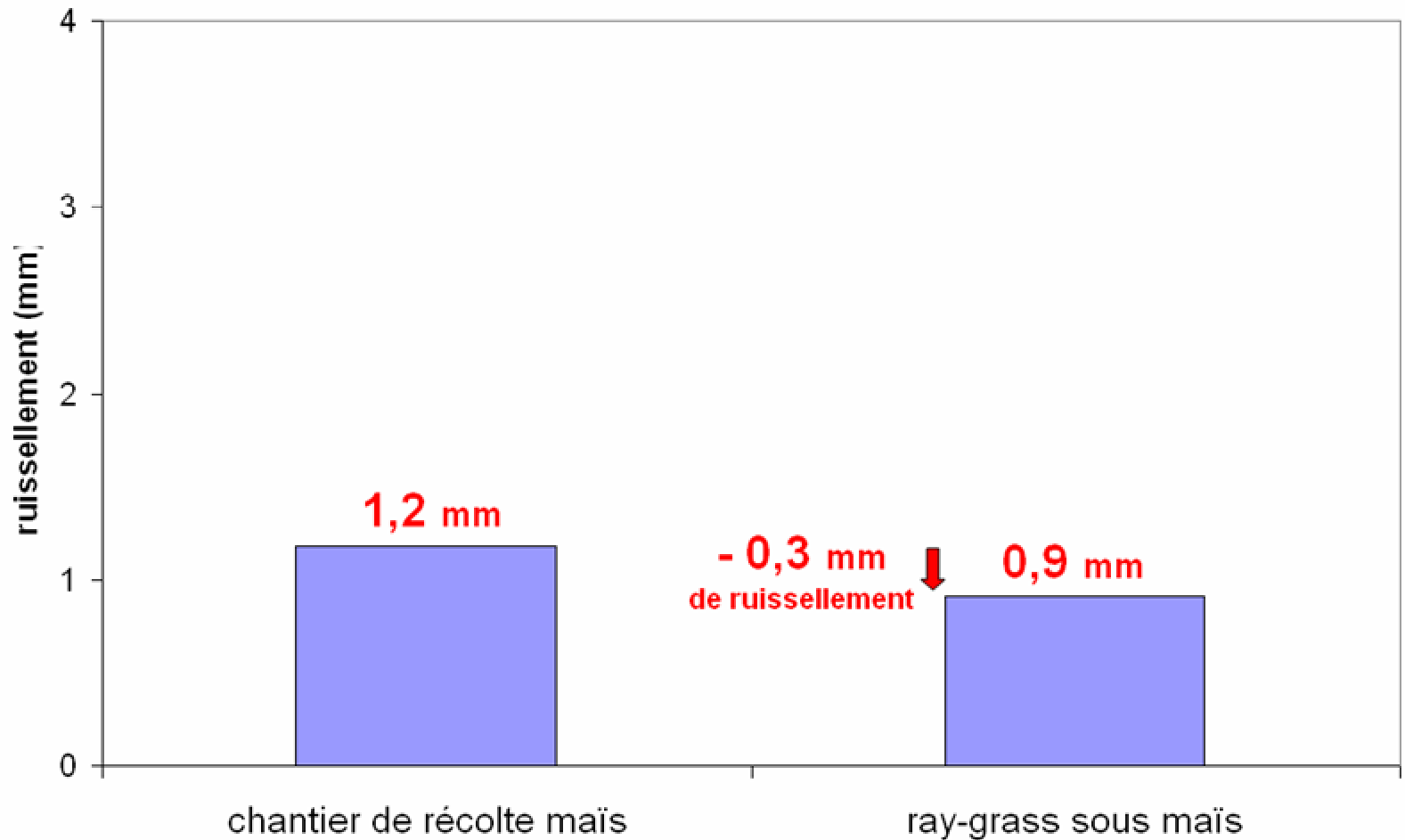
**Ray-grass sous  
maïs**

# Comparaison des ruissellements sur l'ensemble des mesures





# Comparaison des ruissellements pour la pluie la plus intéressante



Pluie du 08/11/02 – 13 mm ; 2 mm/h

# Blé : problématique

- à l'automne :
  - Implantation juste avant les pluies hivernales
  - Couverture de sol lente
  - Risque de dégradation rapide de l'état de surface
- au printemps :
  - Développement du feuillage mais rugosité de surface faible voire nulle



# Blé : Les différentes techniques testées pour limiter le ruissellement

- en hiver :
  - Les types de combinés de semis
  - L'association d'une plante de couverture
- au printemps :
  - L'écroûtage



# L'impact du couple « tracteur – combiné de semis »



**tracteur lourd**  
tasse avant  
roues larges  
**herse rotative (animé)**  
**+ rouleau packer**



**tracteur léger**  
tasse avant  
roues jumelées  
**prépare sol (non animé)**  
**+ rouleau barre**



# Comparaison des états de surface

**tracteur lourd**  
**herse rotative (animé)**  
**+ rouleau packer**



**tracteur léger**  
**prépare sol (non animé)**  
**+ rouleau barre**



← 50 cm →

Au semis

# Comparaison des états de surface

**tracteur lourd**  
**herse rotative (animé)**  
**+ rouleau packer**



50 cm

**tracteur léger**  
**prépare sol (non animé)**  
**+ rouleau barre**

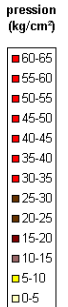
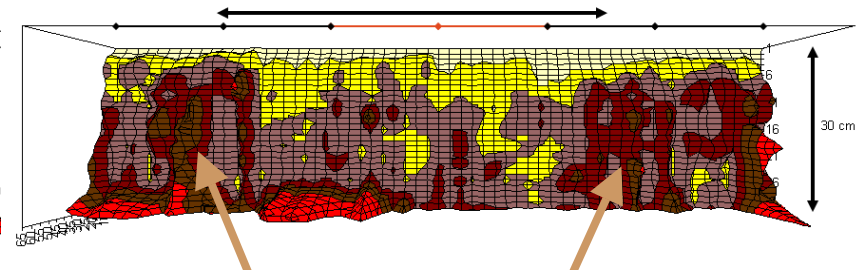
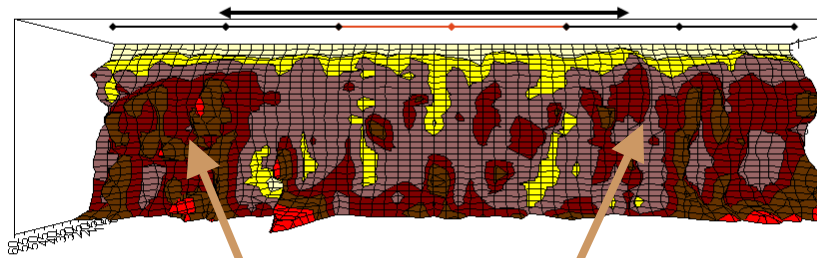


Après 90 mm de pluie cumulée

# Comparaison du tassement

**tracteur lourd**  
**herse rotative (animé)**  
**+ rouleau packer**

**tracteur léger**  
**prépare sol (non animé)**  
**+ rouleau barre**



Roues du tracteur



Roues du tracteur

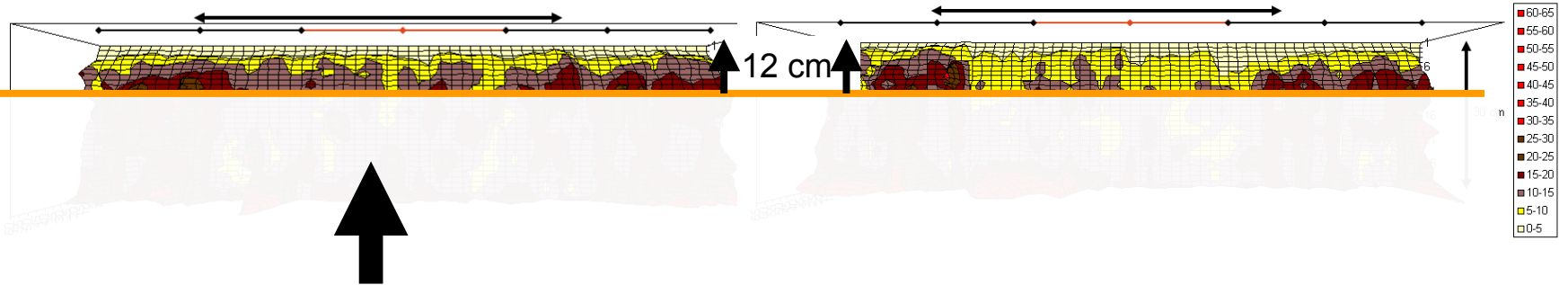


Tassements plus importants sous les roues

# Comparaison du tassement

**tracteur lourd**  
**herse rotative (animé)**  
**+ rouleau packer**

**tracteur léger**  
**prépare sol (non animé)**  
**+ rouleau barre**

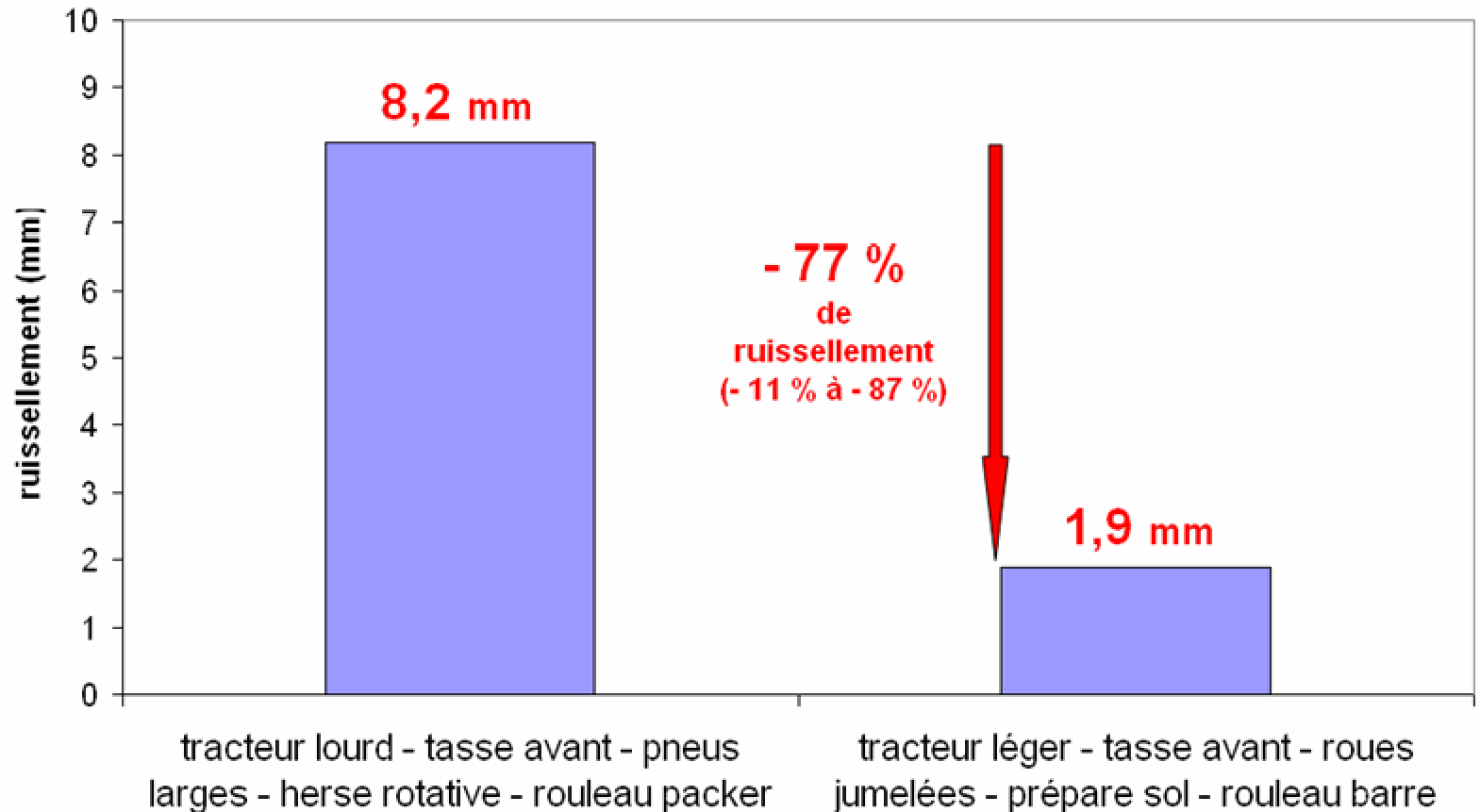


**Tassements plus importants**

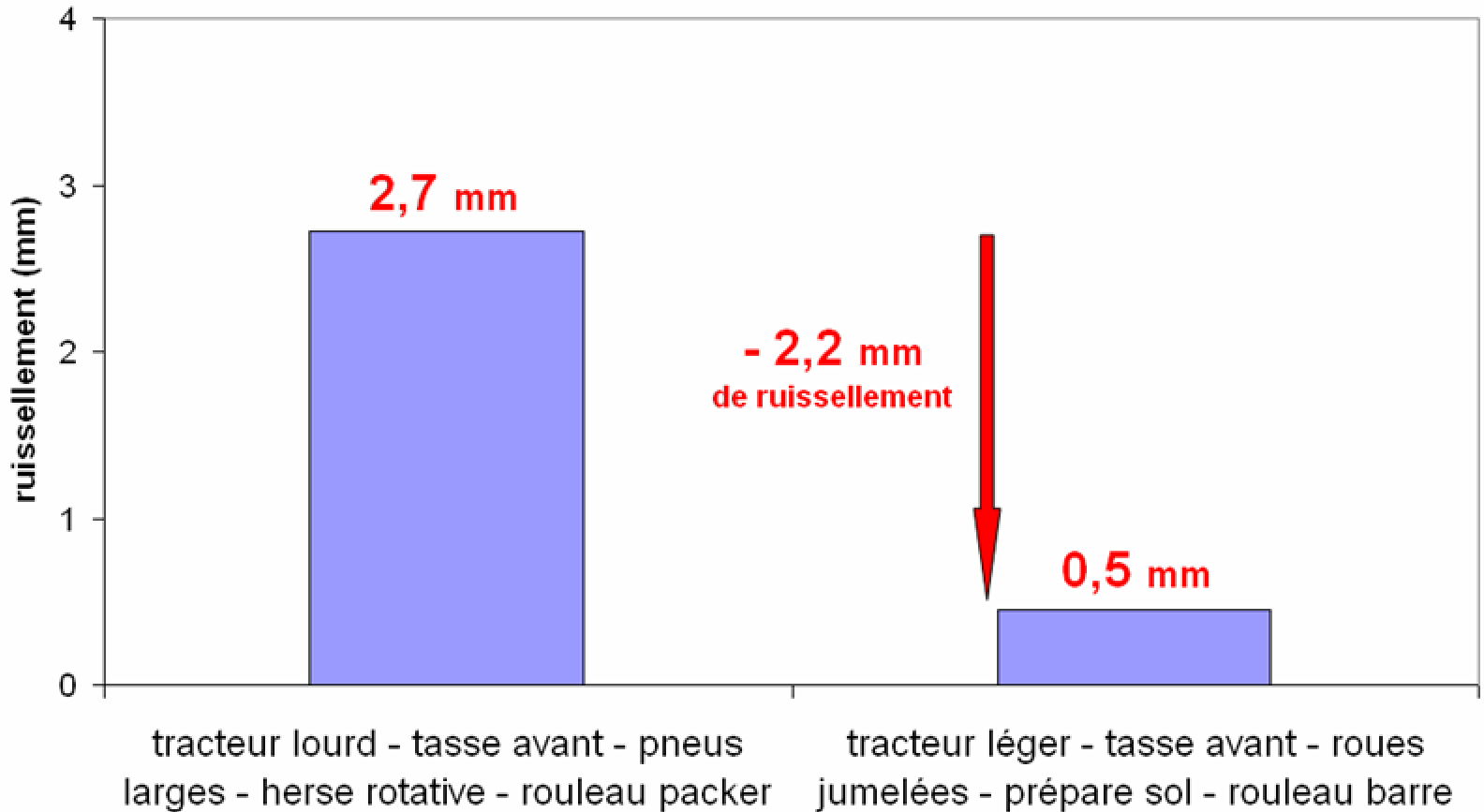
→ Sur toute la largeur de travail  
sur les 12 premiers cm de  
profondeur



# Comparaison des ruissellements sur l'ensemble des mesures



# Comparaison des ruissellements pour la pluie la plus intéressante



Pluie du 08/12/06 – 16 mm ; 4 mm/h ; 163 mm cumulés

# Éléments économiques

- Coût d'utilisation d'un combiné de semis  
*(en largeur 3 mètres pour 100 ha annuels hors traction et main d'oeuvre) :*
  - herse rotative – semoir à céréales : 25 €/ha
  - pépare sol – semoir à céréales : 10 €/ha

Source : chambres d'agriculture de Normandie ; juin 2010



# Enseignements

- Incidence modérée des outils de préparation sur l'état de surface après semis (historique parcellaire, précédent)
- Incidence non négligeable du matériel utilisé pour le semis sur le degré de tassement du sol au semis et donc sur la capacité d'infiltration par la suite (poids du tracteur, pneumatiques, type de rouleau sur l'outil de préparation, tasse-avant)





# L'impact d'une plante de couverture associée au blé lors du semis

- Semis d'un blé classique (*au 10 octobre*)
- Semis d'un blé associé à une plante de couverture implantée le même jour (moutarde, navette)

# Comparaison des taux de couverture du sol



**blé sans couvert**  
**15 %**

**blé + moutarde**  
**30 %**

**blé + navette**  
**70 %**

**Au 22 décembre**  
(après 284 mm de pluie cumulée)

# Comparaison des taux de couverture du sol



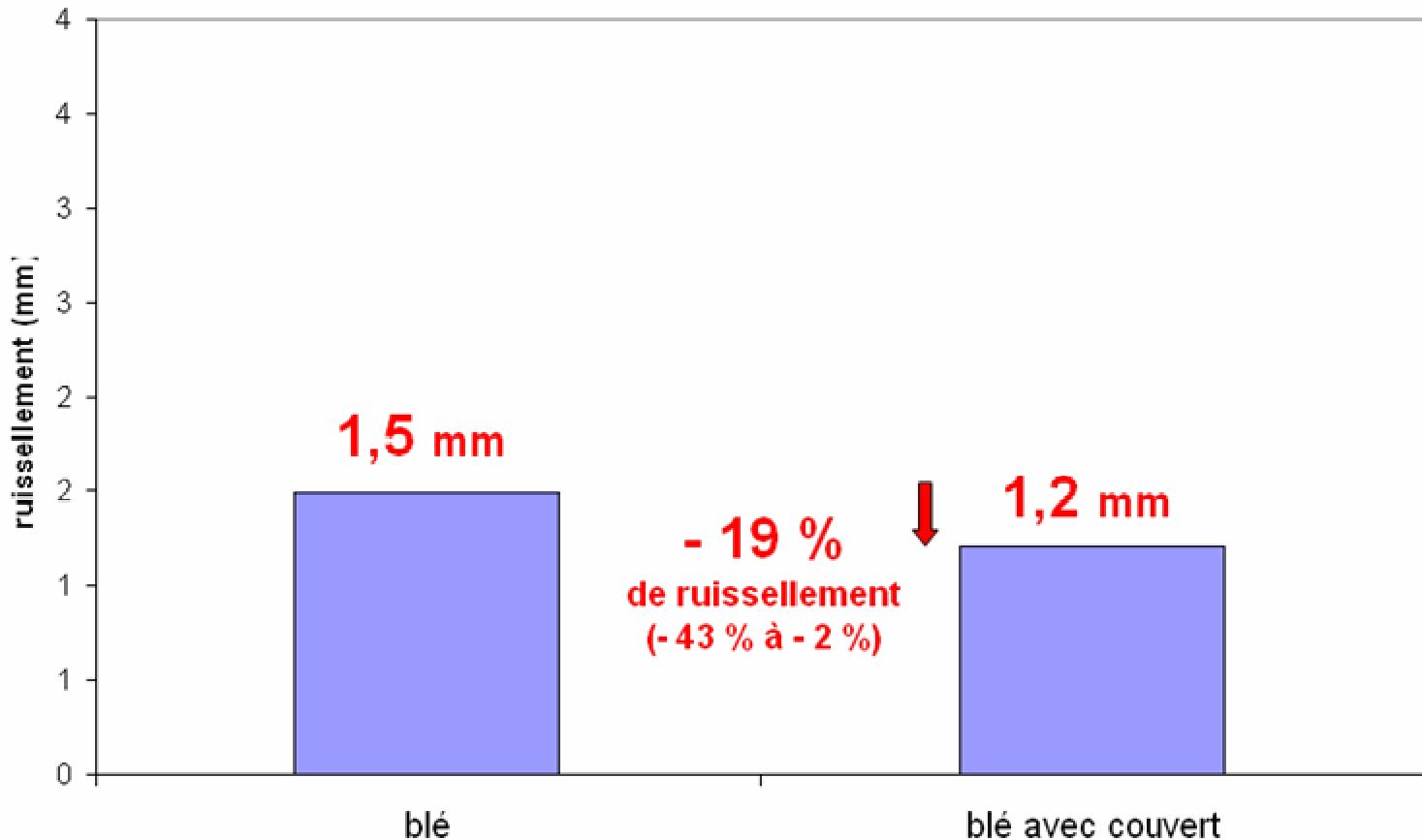
**blé sans couvert**  
**20 %**

**blé + moutarde**  
**45 %**

**blé + navette**  
**90 %**

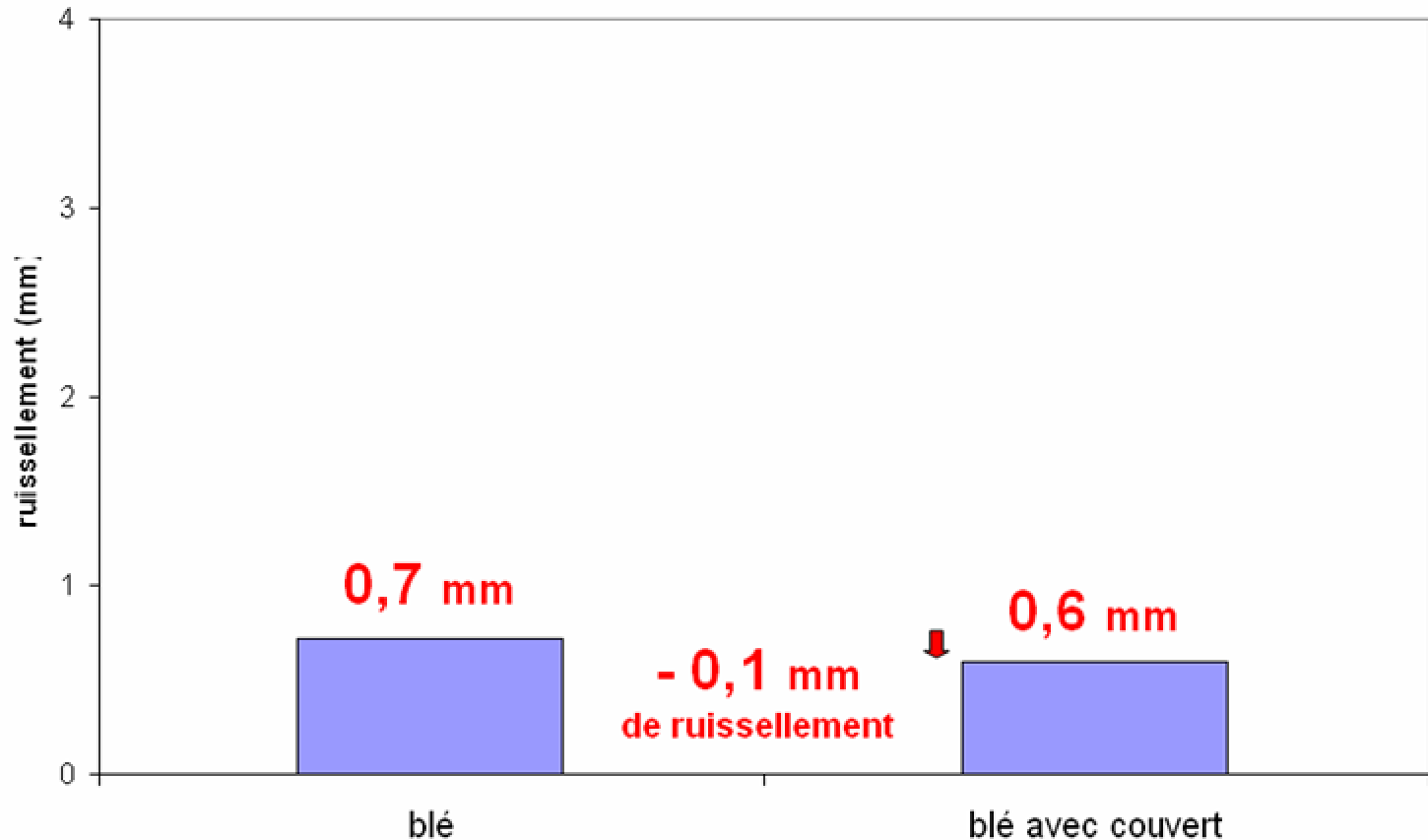
**Au 15 février**  
(après 413 mm de pluie cumulée)

# Comparaison des ruissellements sur l'ensemble des mesures





# Comparaison des ruissellements pour la pluie la plus intéressante



Pluie du 18/12/04 – 27 mm ; 2 mm/h

# Enseignements

- Croissance lente des couverts
- Pas d'amélioration mesurée sur la réduction des ruissellements (*parcelle d'essai non ruisselante*)
- Coût supplémentaire du couvert
- Problèmes importants liés au désherbage du blé et à la destruction du couvert
- Concurrence importante sur le blé (*jusqu'à - 17 % de rendement mesuré*)



# L'écroûtage de fin d'hiver

**Écroûtage courant mars avec différents outils**

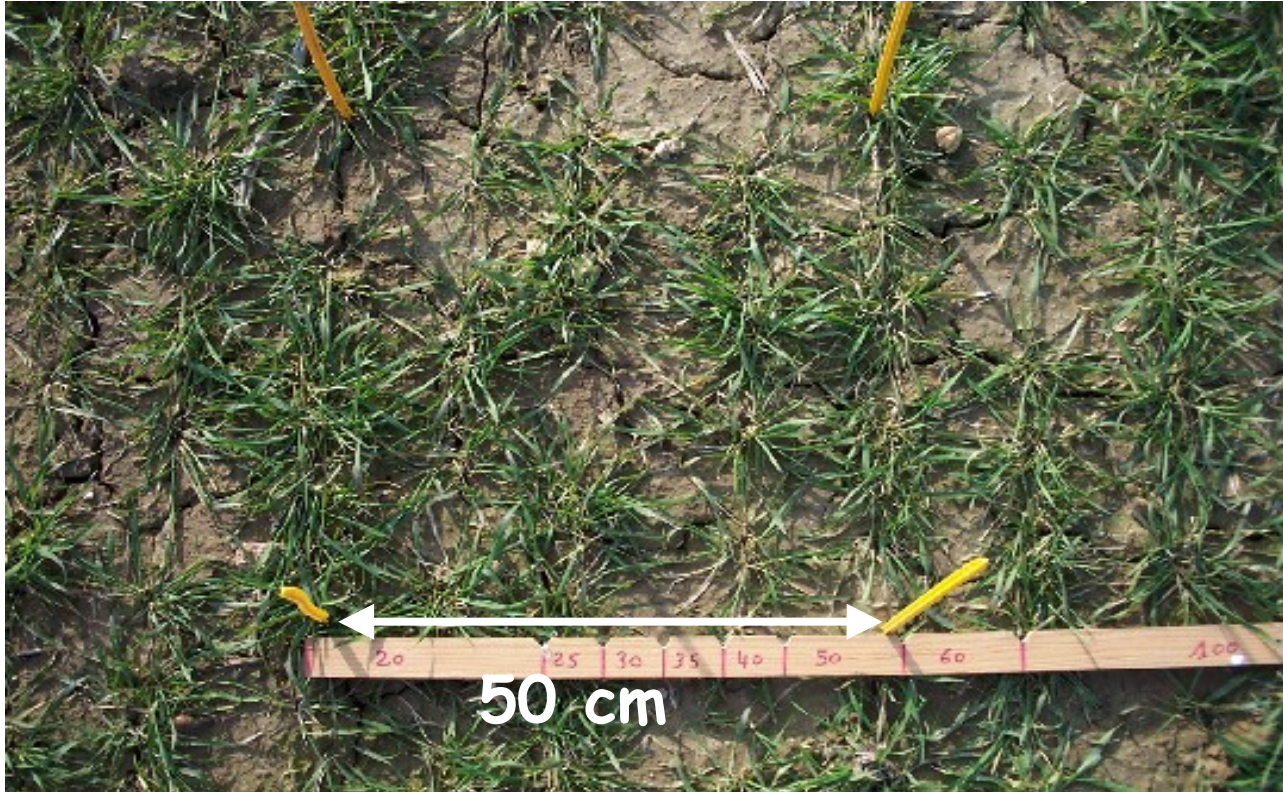


**herse étrille**



**houe rotative**

# Comparaison des états de surface

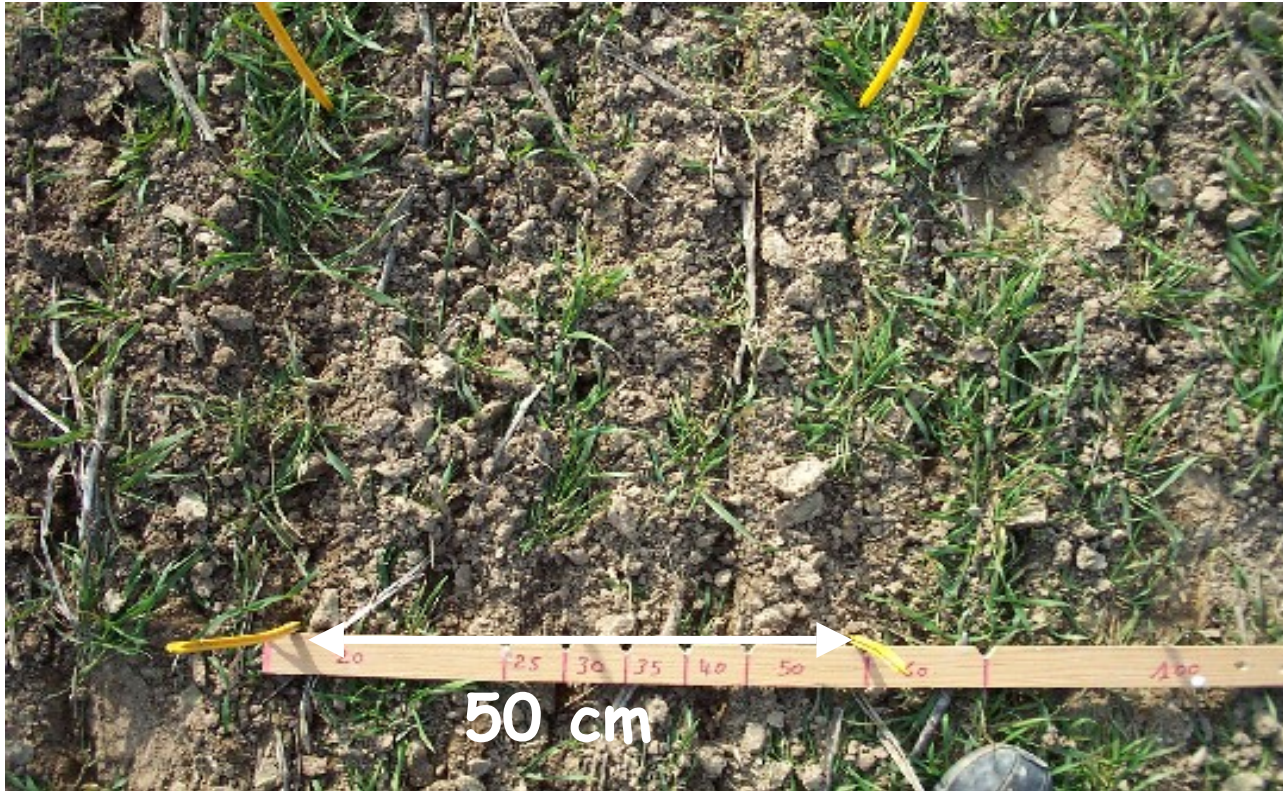


**témoin**

Croûte de battance généralisée



# Comparaison des états de surface



**herse étrille**

Formation de sillons et de terre fine



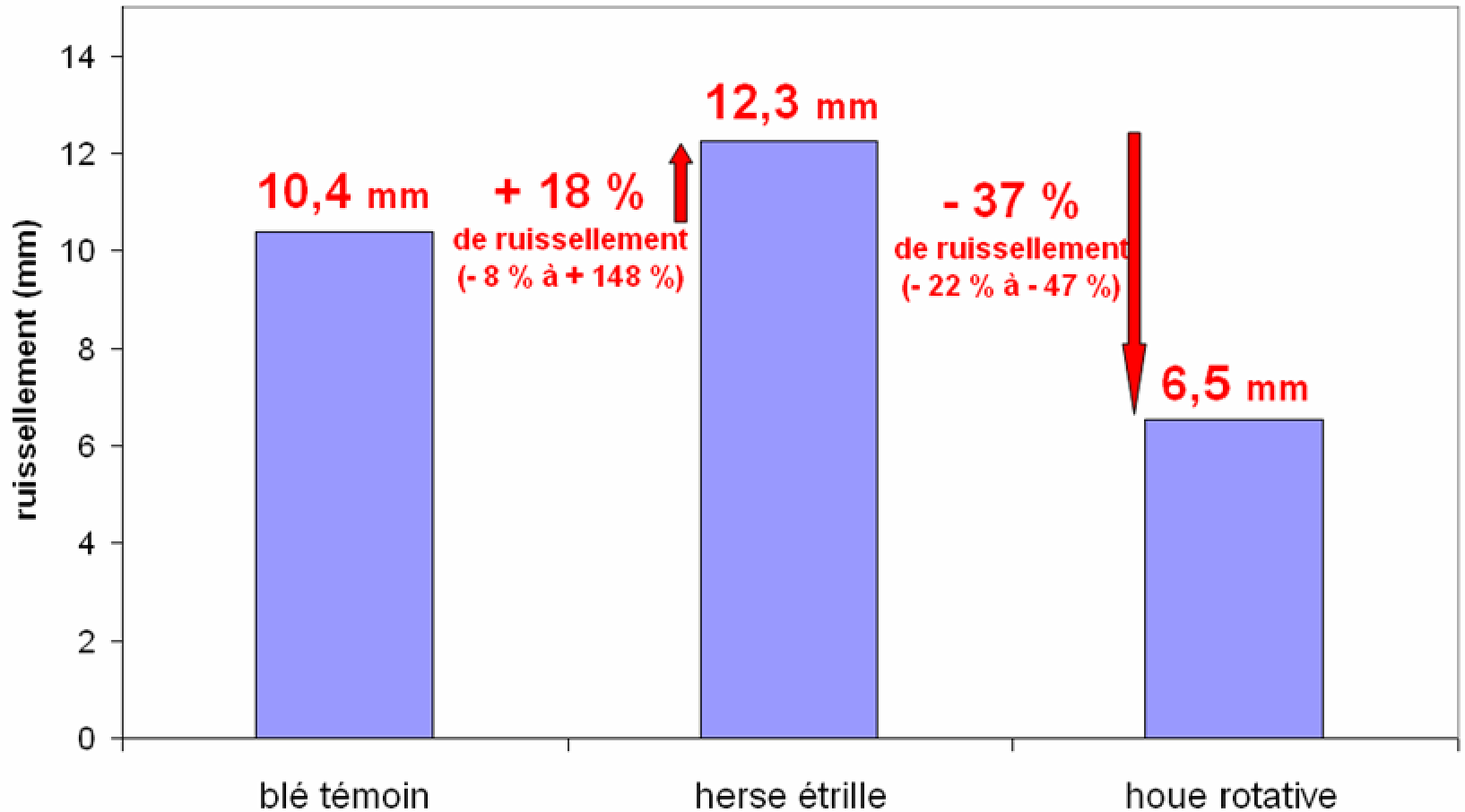
# Comparaison des états de surface



**houe rotative**

Formation de mottes et de cavités de façon homogène

# Comparaison des ruissellements sur l'ensemble des mesures



# Comparaison des ruissellements pour la pluie la plus intéressante



Pluie du 14/06/03 – 32 mm ; 22 mm/h

# D'autres intérêts de l'écroûtage à l'étude



Implantation d'un couvert sous blé pour la couverture hivernale suivante

# Éléments économiques

Type de houe	débit de chantier (ha/h)	coût d'utilisation de la houe rotative traction et main d'œuvre comprise		
		(€/ha)		
		100 ha	150 ha	225 ha
4,5 m	4,5	16	13	
fixe				
6 m	6		15	12
repliage hydraulique				

Source : chambres d'agriculture de Normandie ; juin 2010





# Enseignements

- Effet intéressant de la houe rotative pour recréer de la porosité
- Pas d'incidence sur la culture (pas d'effet sur le rendement)
- Débit de chantier élevé
- Possibilité de profiter de la technique pour d'autres usages (*désherbage mécanique – couverture hivernale des sols*)



# Maïs

- Problématique :
  - Implantation tardive
  - Espacement large entre rangs
  - Couverture du sol lente
  - Passages de roues tassés
  - Rangs et passages de roues collectent et transmettent le ruissellement efficacement
  - Ruissellements hivernaux en monoculture



# Maïs

Les différentes techniques testées pour limiter le ruissellement au printemps :

- dès le semis :
  - le semis en « réparti »
  - le degré d'affinement du lit de semences
  - le semis avec micro-dépressions
- après le semis :
  - le binage



# Le semis « en réparti »



**semis  
classique**



**semis  
« en réparti »**

# Comparaison des états de surface

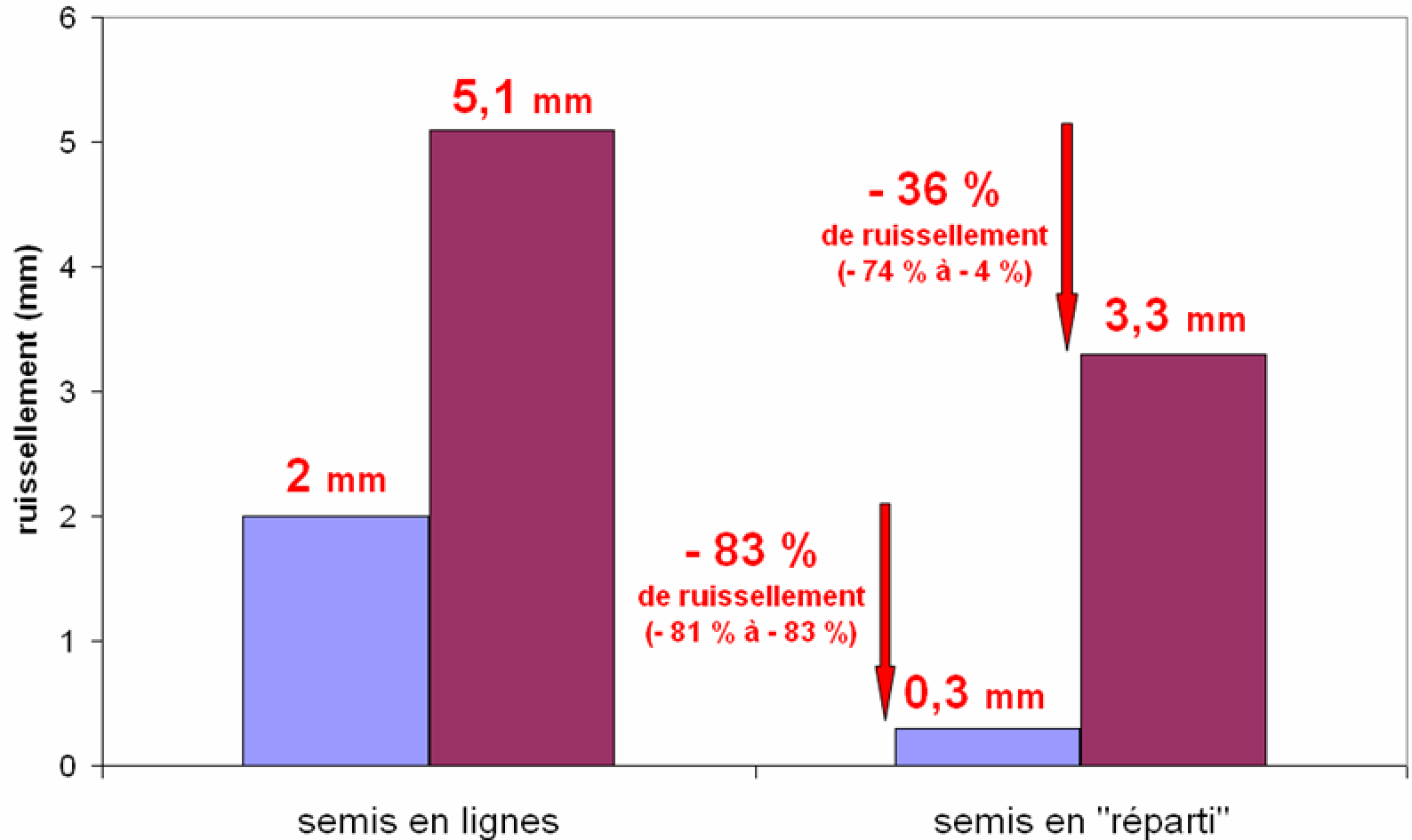


**réduction de la vitesse des écoulements  
⇒ Sédimentation plus en amont**

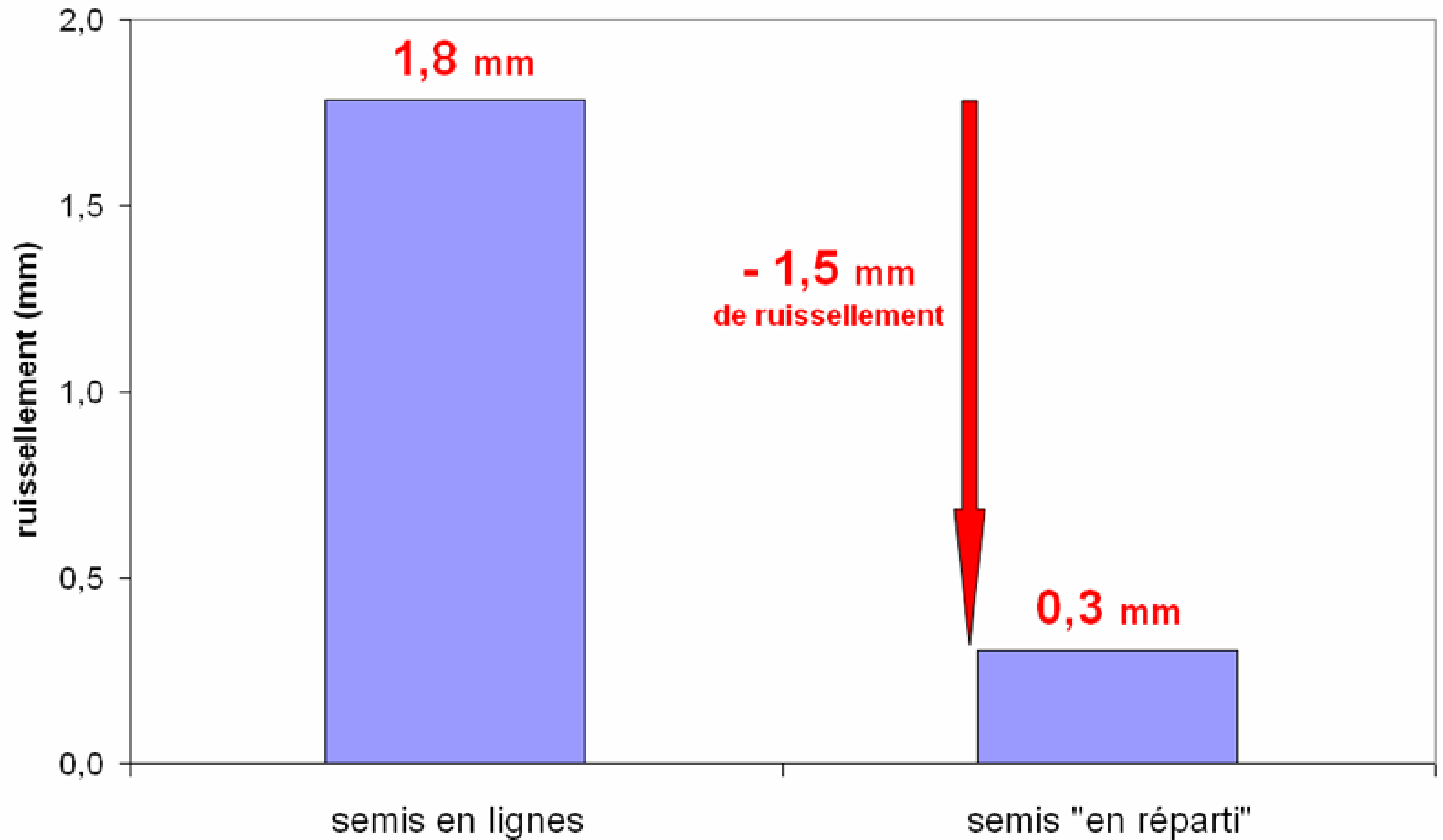




# Comparaison des ruissellements sur l'ensemble des mesures



# Comparaison des ruissellements pour la pluie la plus intéressante



Pluie du 15/06/06 – 8 mm ; 13 mm/h

# Enseignements

- Intérêt du semis en « réparti » mais également de l'absence de traces de roues
- Pas d'impact sur le rendement mais nécessité d'une bonne précision du semoir
- Difficultés de récolte du semis en « réparti » (mauvaise visibilité avec l'ensileuse)



Ruissellements sur **Maïs** au printemps

# Le degré d'affinement au semis



# Comparaison des états de surface



**semis classique**



**semis grossier  
sans traces de roues**

**Au semis**



# Comparaison des états de surface



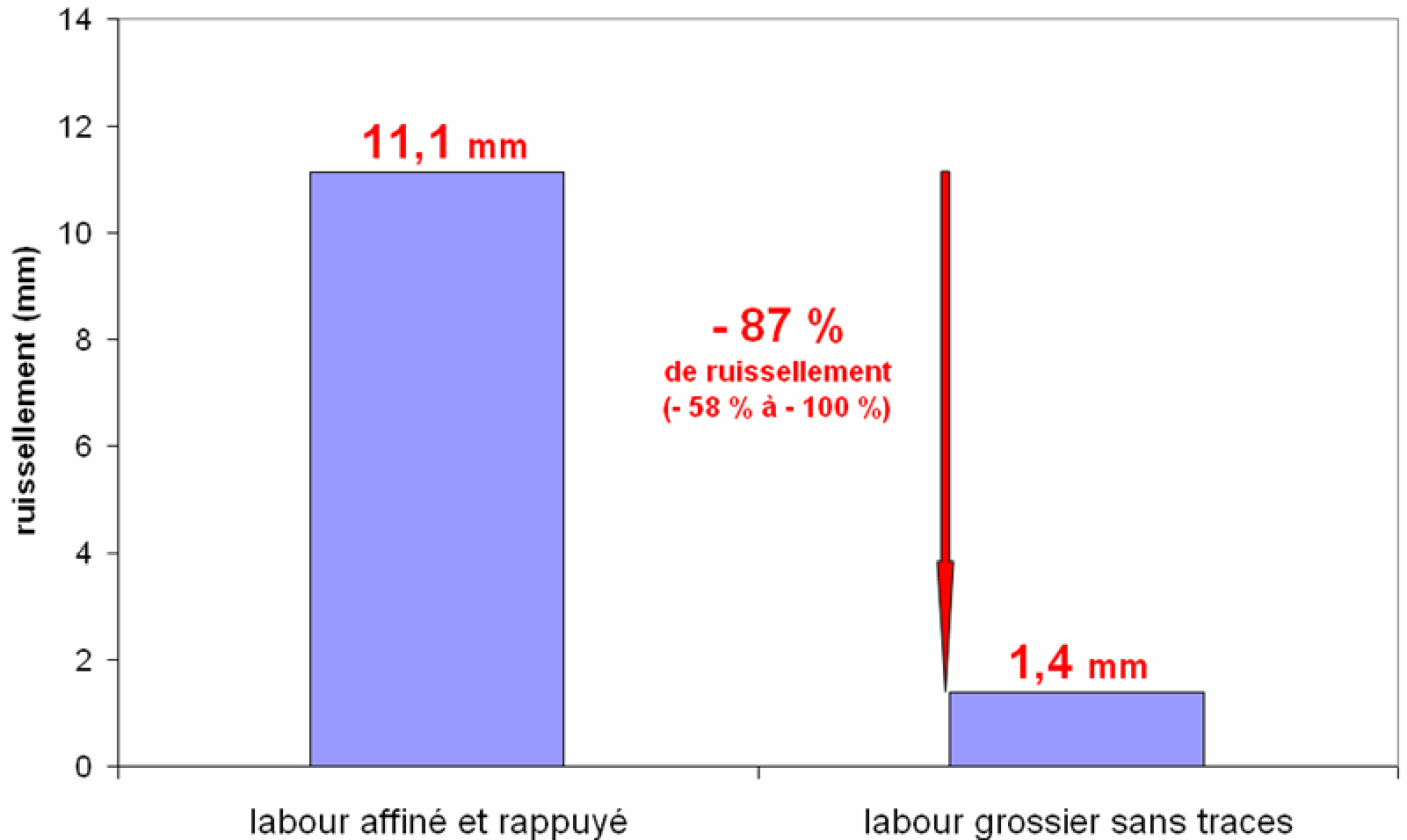
**semis classique**



**semis grossier  
sans traces de roues**

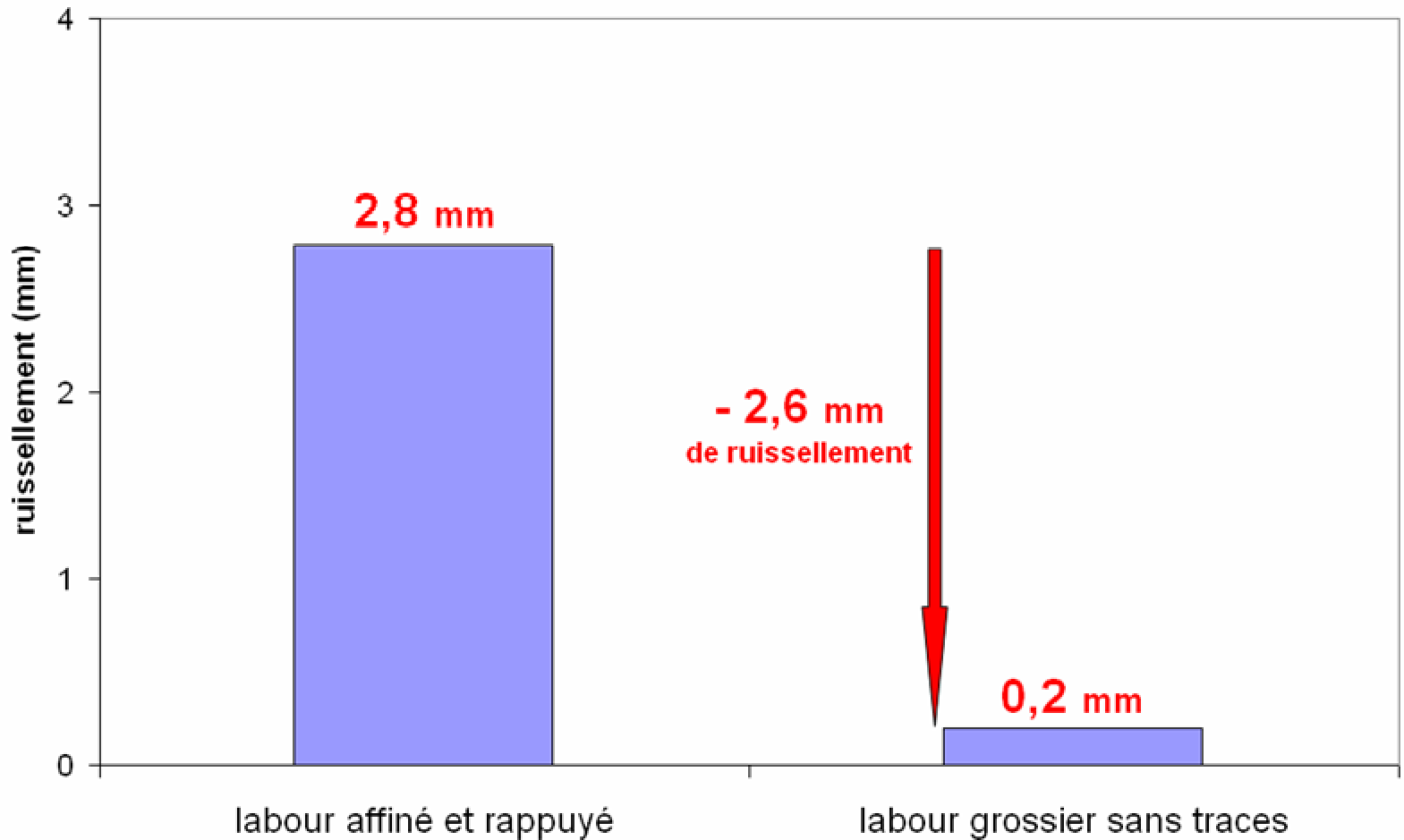
Après 145 mm de pluie cumulée

# Comparaison des ruissellements sur l'ensemble des mesures



# Comparaison des ruissellements

pour la pluie la plus intéressante



Pluie du 04/07/06 – 16 mm ; 16 mm/h

# Enseignements

- Intérêt de maintenir un maximum de mottes au semis
- Effet de l'absence de traces de roues sans doute non négligeable
- Voir comment adapter les outils de préparation de semis



Ruissellements sur **Maïs** au printemps

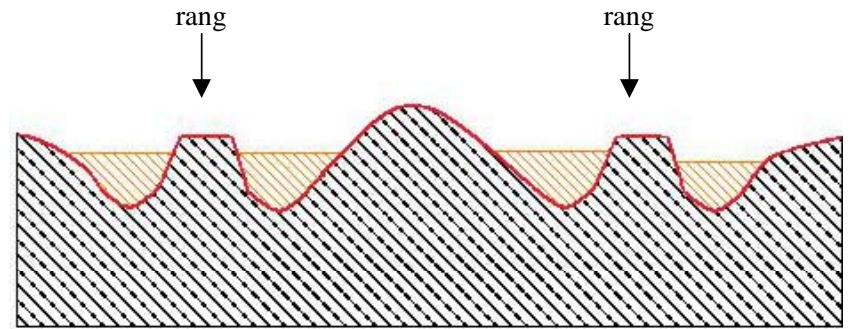
# Le semis avec création de micro-dépressions





# Motifs obtenus au semis

Vue en coupe



Vue en plan

« paroi » laissée par le  
cran du disque

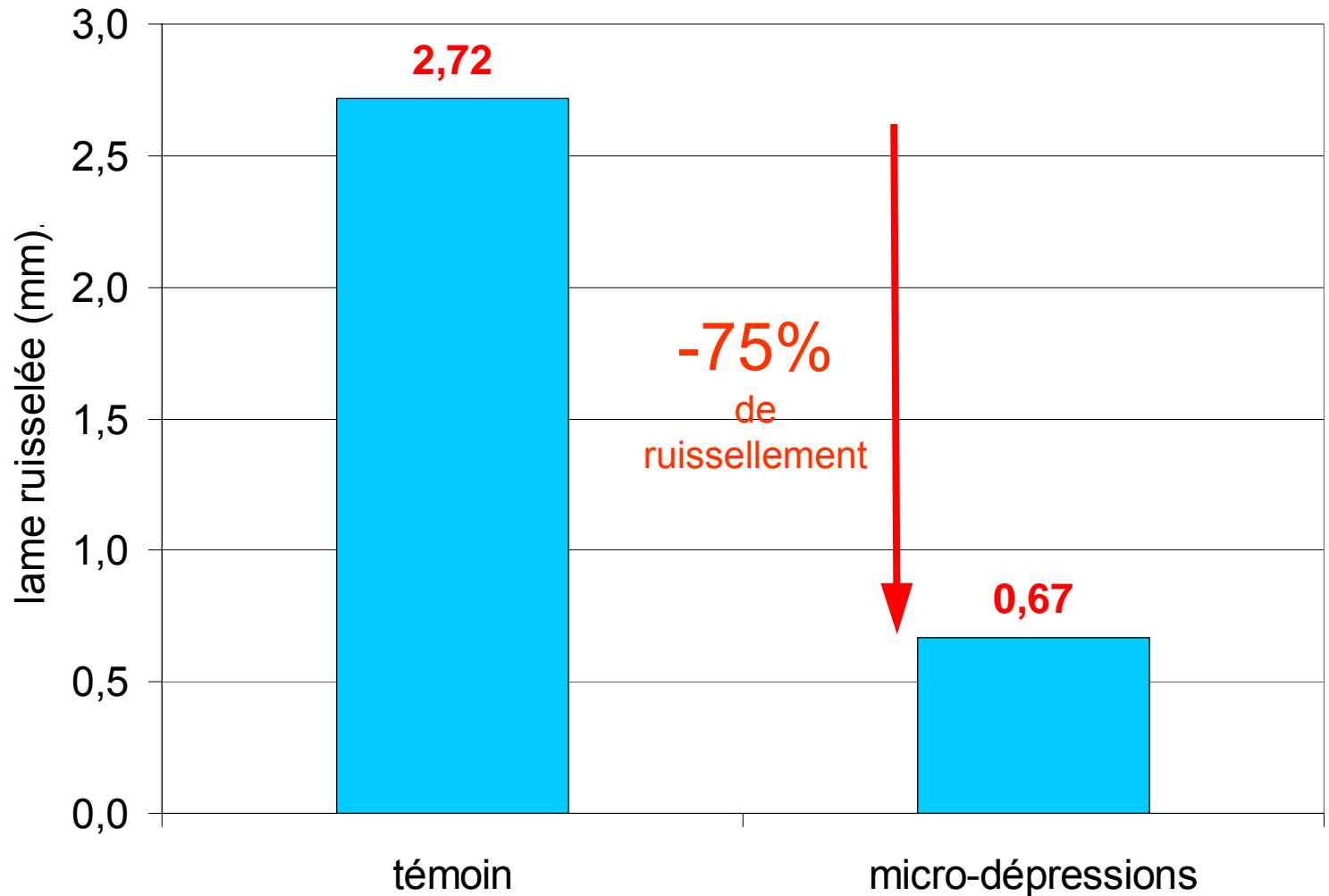
rang inchangé

ligne de creux laissés par le  
disque ( $6 \text{ l/m}^2$ )

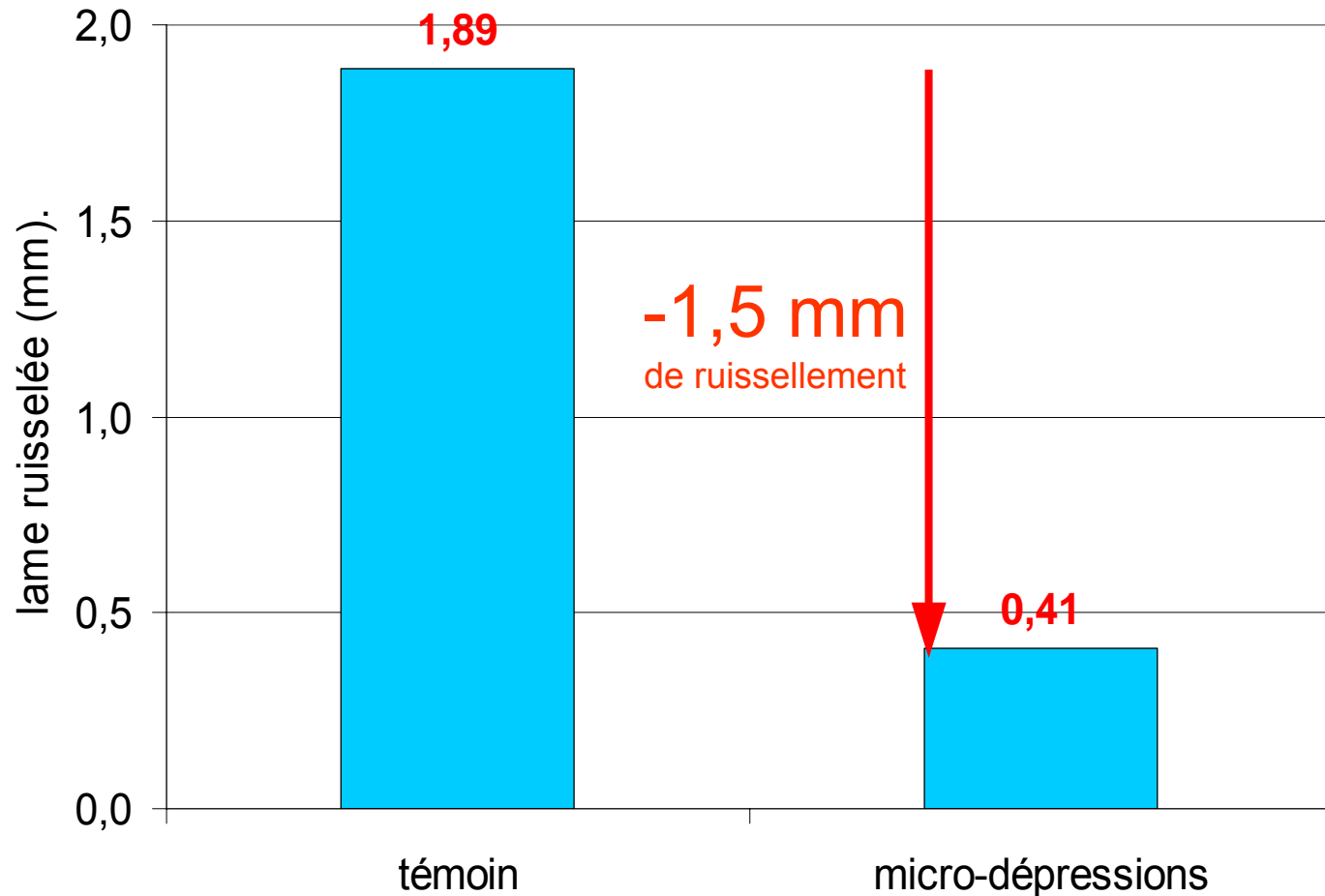
terre repoussée vers  
l'inter-rang



# Comparaison des ruissellements pour l'ensemble des pluies (102mm)



# Comparaison des ruissellements pour la pluie naturelle la plus importante (18,6mm)



# Enseignements

- Le ruissellement du rang est bien drainé vers les creux
- Infiltration correcte, mais attention au lissage
- Volume de flaquage de 6l/m<sup>2</sup>, conforme aux objectifs
- *A priori* pas d'impact sur la culture
- Développement poursuivi en 2011



Ruissellements sur **Maïs** au printemps

**Le binage**





# Comparaison des états de surface

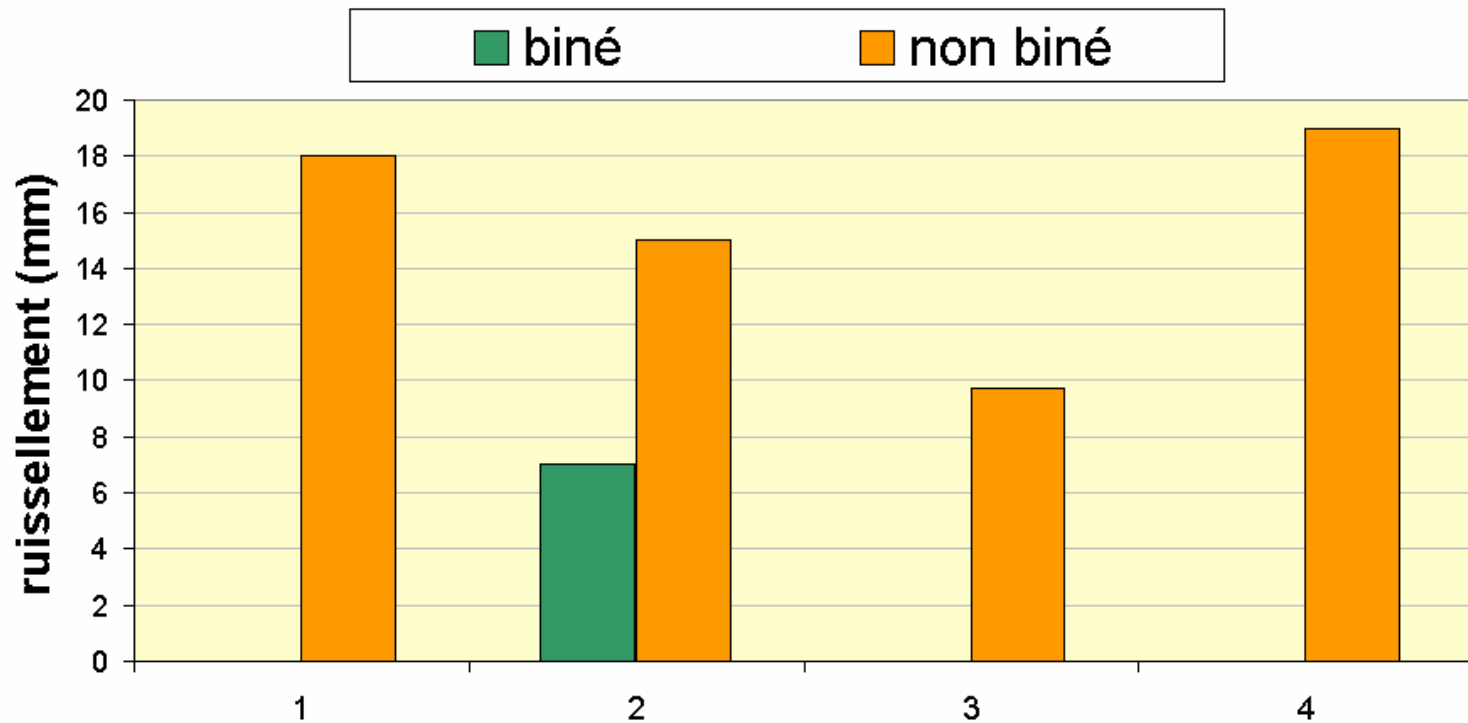


**maïs biné**

**maïs non biné**

# Comparaison des ruissellements

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



# Éléments économiques

Type de bineuse	débit de chantier (ha/h)	coût d'utilisation de la houe rotative traction et main d'œuvre comprise (€/ha)			
		30 ha	50 ha	60 ha	100 ha
4 rangs	1,2	41	35		
6 rangs	1,7			31	26

Source : chambres d'agriculture de Normandie ; juin 2010



# Enseignements

- Intérêt du binage lorsque la croûte de battance est formée
- Résultat dépendant du degré d'affinement au départ
- Coût spécifique du passage



# Pomme de terre

La problématique :

- au printemps :
  - couverture lente des sols,
  - faible rugosité et capacité de flaquage nulle dans le sens du travail,
    - environ 2 mois à risque de ruissellement élevé





# Pomme de terre

## Liste des techniques testées

- création de micro-barrages dans l'entre-butte (barbutte)
- dykers
- roues « anti-ravines »
- influence du tamisage sur le ruissellement



Ruissellements sur **Pomme de terre**

**Création de micro-barrages dans  
l'entre-butte**



# L'outil

La barbutte adaptée sur une planteuse Grimme



# Comparaison des états de surface

cumul de pluie depuis l'implantation: 84mm

barbutte

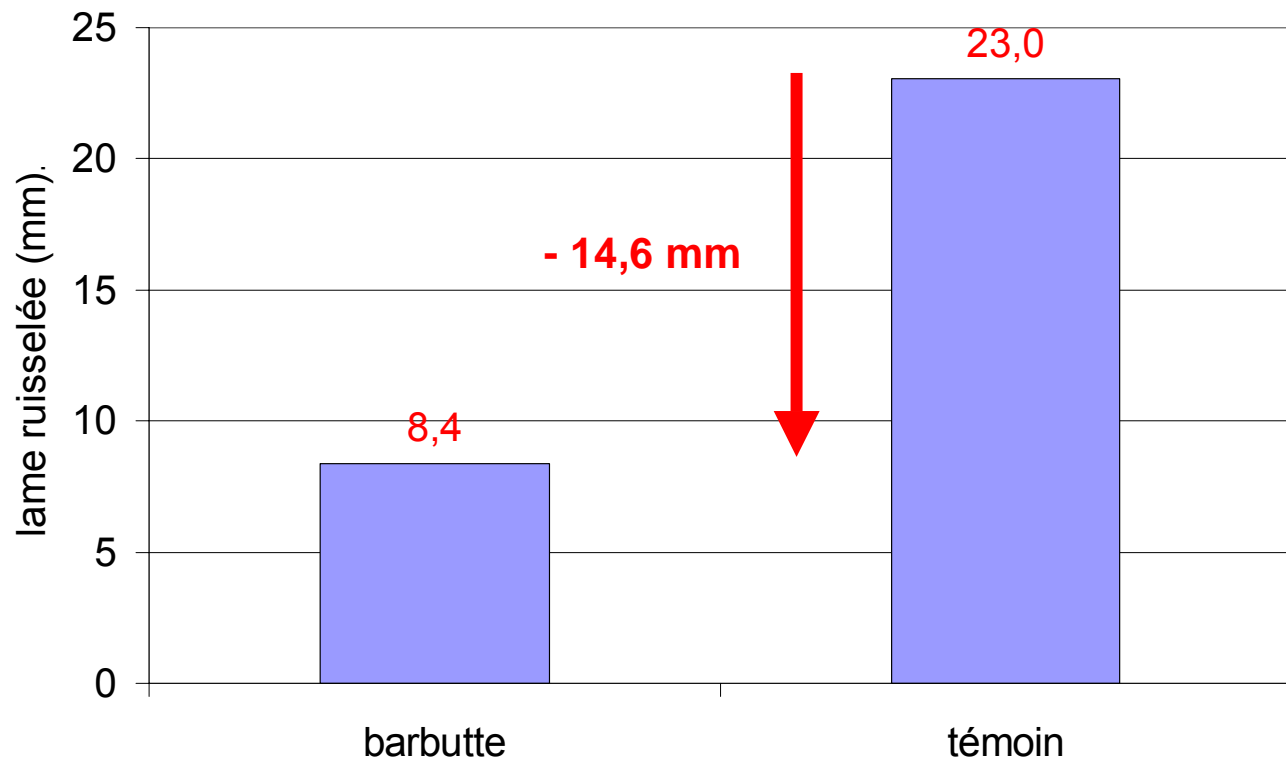


témoin



# Comparaison des ruissellements de la simulation de pluie

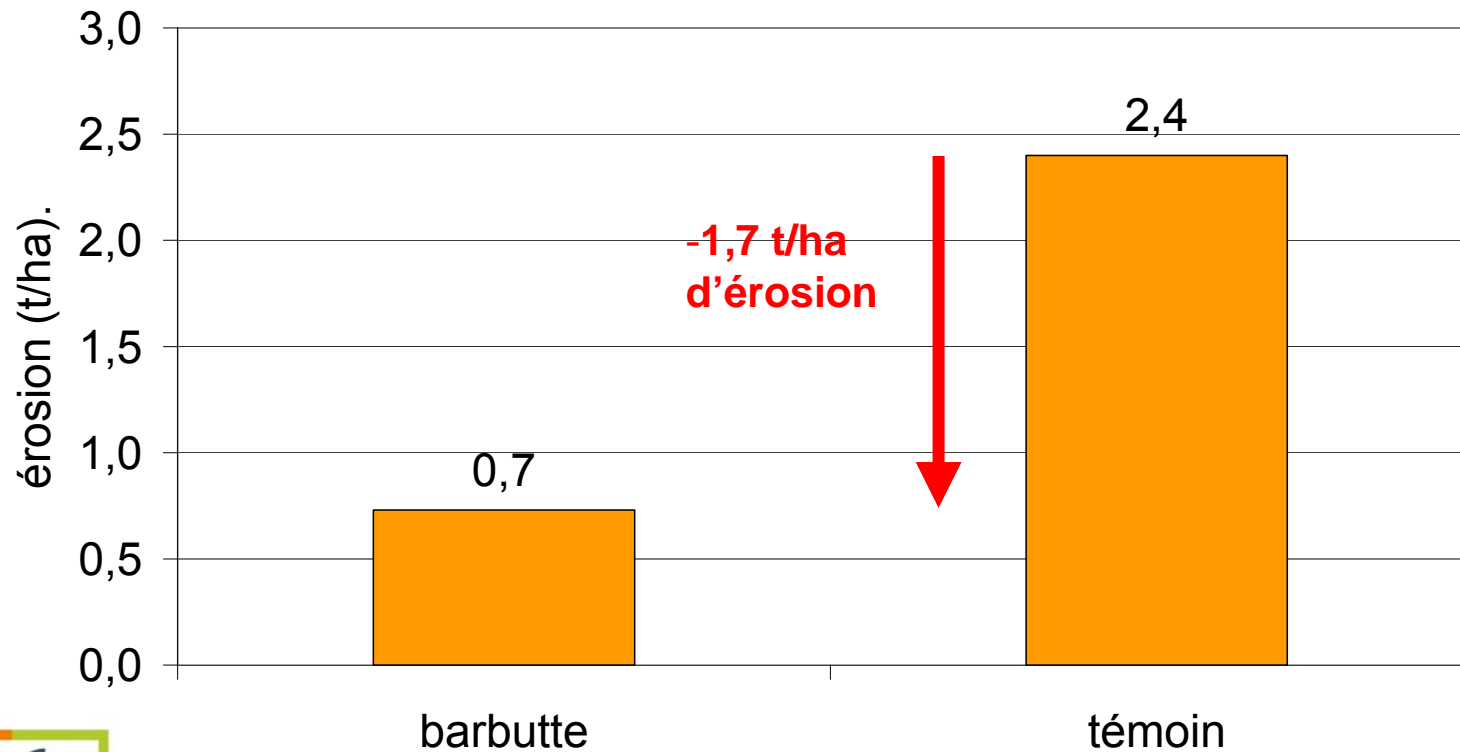
lames ruisselées moyennes dans l'entre-butte compacté pour 39mm de pluie artificielle





# Comparaison des érosions de la simulation de pluie

érosion moyennes dans l'entre-butte compacté pour  
39mm de pluie artificielle



# Enseignements

- Pratique très efficace pour réduire le ruissellement et l'érosion, même lorsque les barrages débordent.
- Pour une efficacité optimale, réaliser des micro-barrages
  - de 13cm de haut, et
  - distants de 1,5m
- Prévoir d'effacer les micro-barrages pour le défanage et l'arrachage (un outil existe)



# Ruissellements sur Pomme de terre

## Le dyker



# L'outil



- Semble intéressant pour réduire le ruissellement et l'érosion
- Son efficacité reste à quantifier

# Ruissellements sur Pomme de terre

## La roue « anti-ravine »



# L'outil



Nos mesures indiquent que cet outil n'est pas efficace pour la réduction du ruissellement



Ruissellements sur **Pomme de terre**

**Influence du tamisage sur le  
ruissellement**

→ Pas de différence significative



# Techniques culturales sans labour

## Problématique :

- En non labour permanent, les pratiques régionales permettent-elles de réduire le ruissellement ?
- Y a-t-il une différence de comportement entre les ruissellements d'hiver et les ruissellements de printemps ?
- *Quid* des pratiques de non labour occasionnel, de plus en plus fréquentes ?



# Techniques culturales sans labour

- Les différentes techniques testées :
  - Le semis direct occasionnel sous mulch
  - Le semis sans labour avec préparation au strip till
  - Le semis sans labour avec travail superficiel et profond



Ruissellements avec

# Techniques Culturelles Sans Labour

Cas particulier du  
Semis Direct occasionnel sous mulch  
de moutarde



# Semis direct occasionnel sur mulch de moutarde

- Intérêt : conserver des résidus en surface pour réduire les ruissellements



# Essais sur maïs

## Modalités comparées



**Semis sur labour**

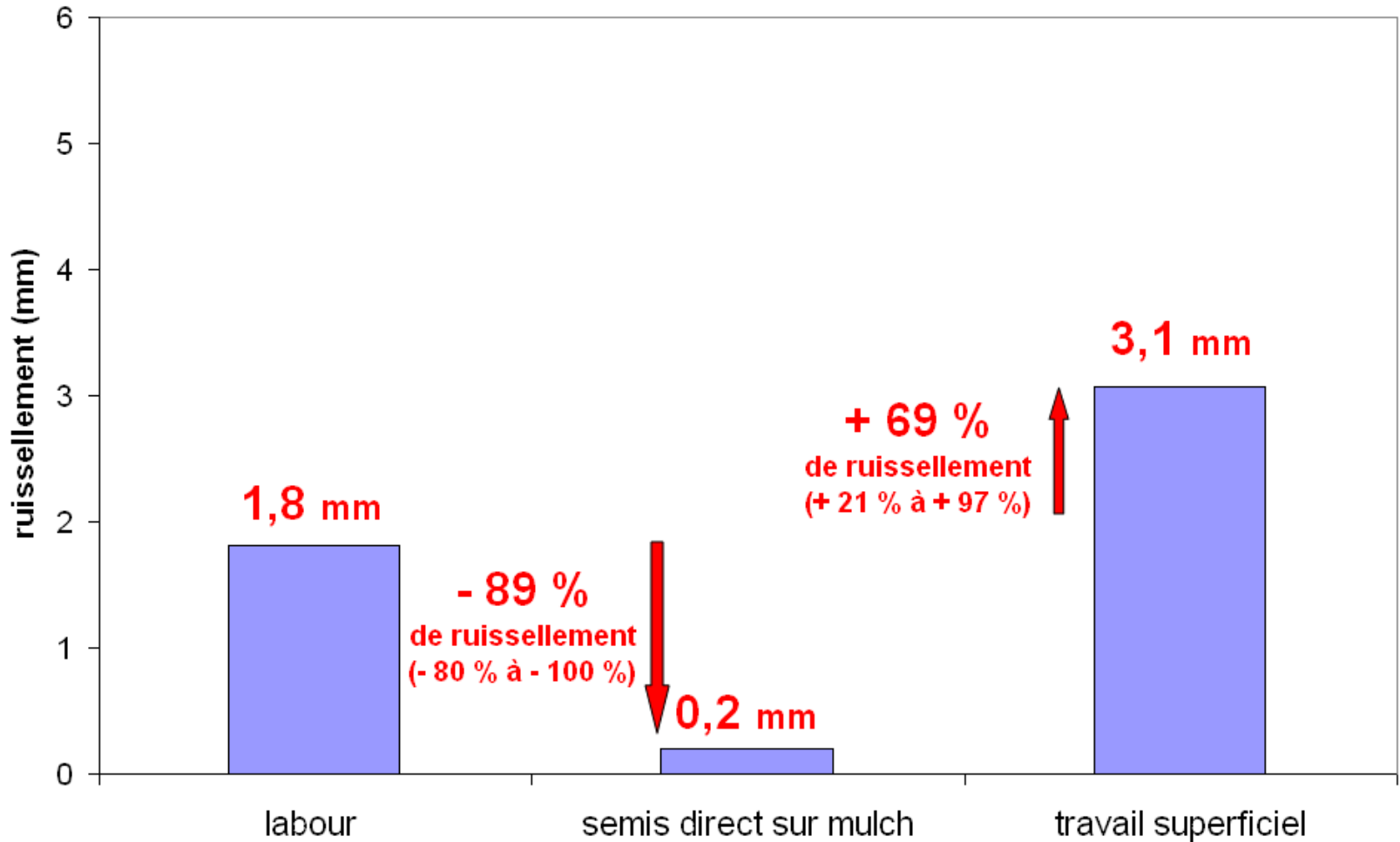


**Semis direct  
sur mulch  
(moutarde)**



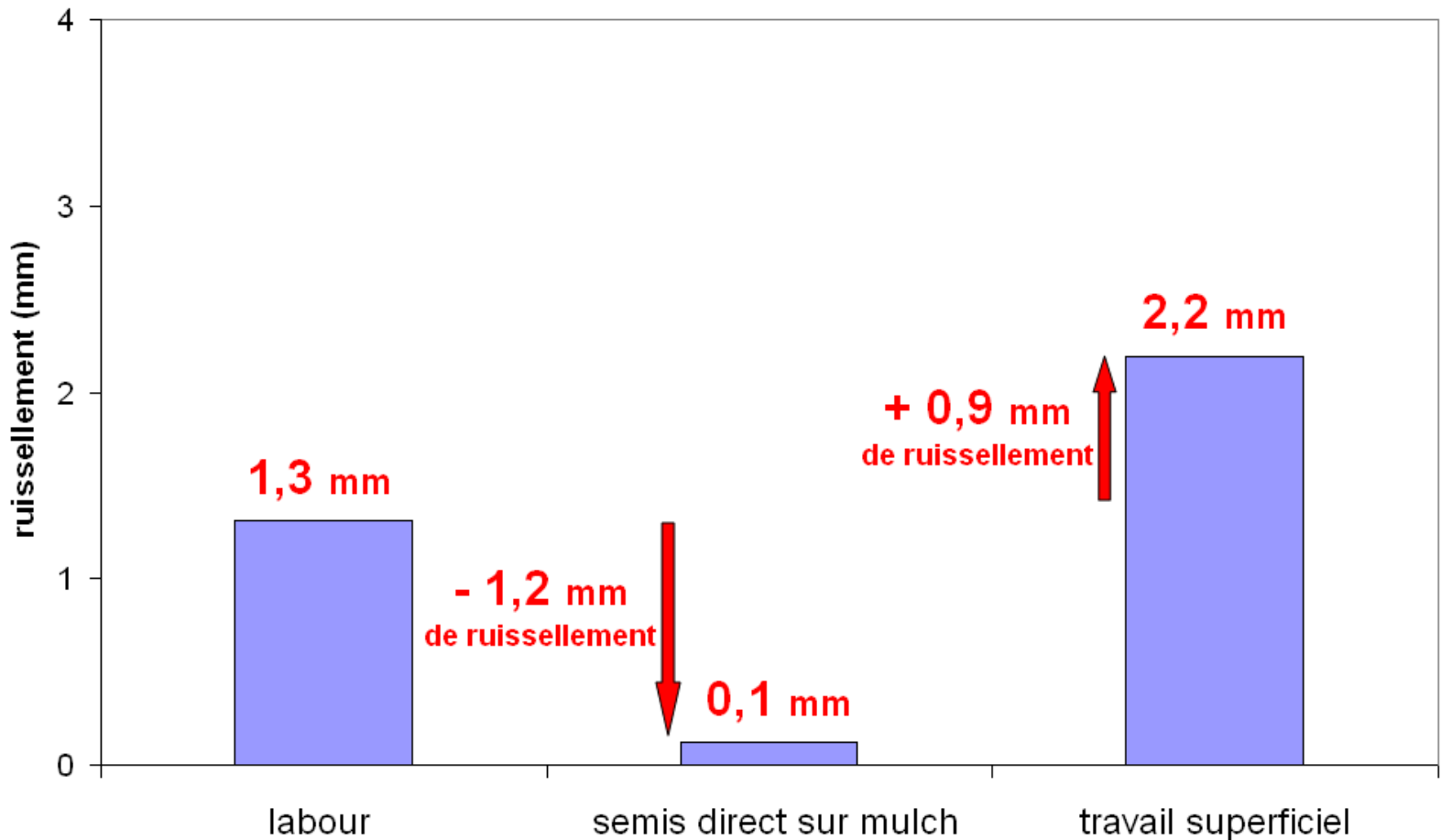
# Comparaison des ruissellements sur Maïs

## sur l'ensemble des mesures (Maïs)



# Comparaison des ruissellements sur Maïs

pour la pluie la plus intéressante



Pluie du 03/07/05 – 16 mm ; 17 mm/h

# Essais sur Betteraves

## Modalités comparées

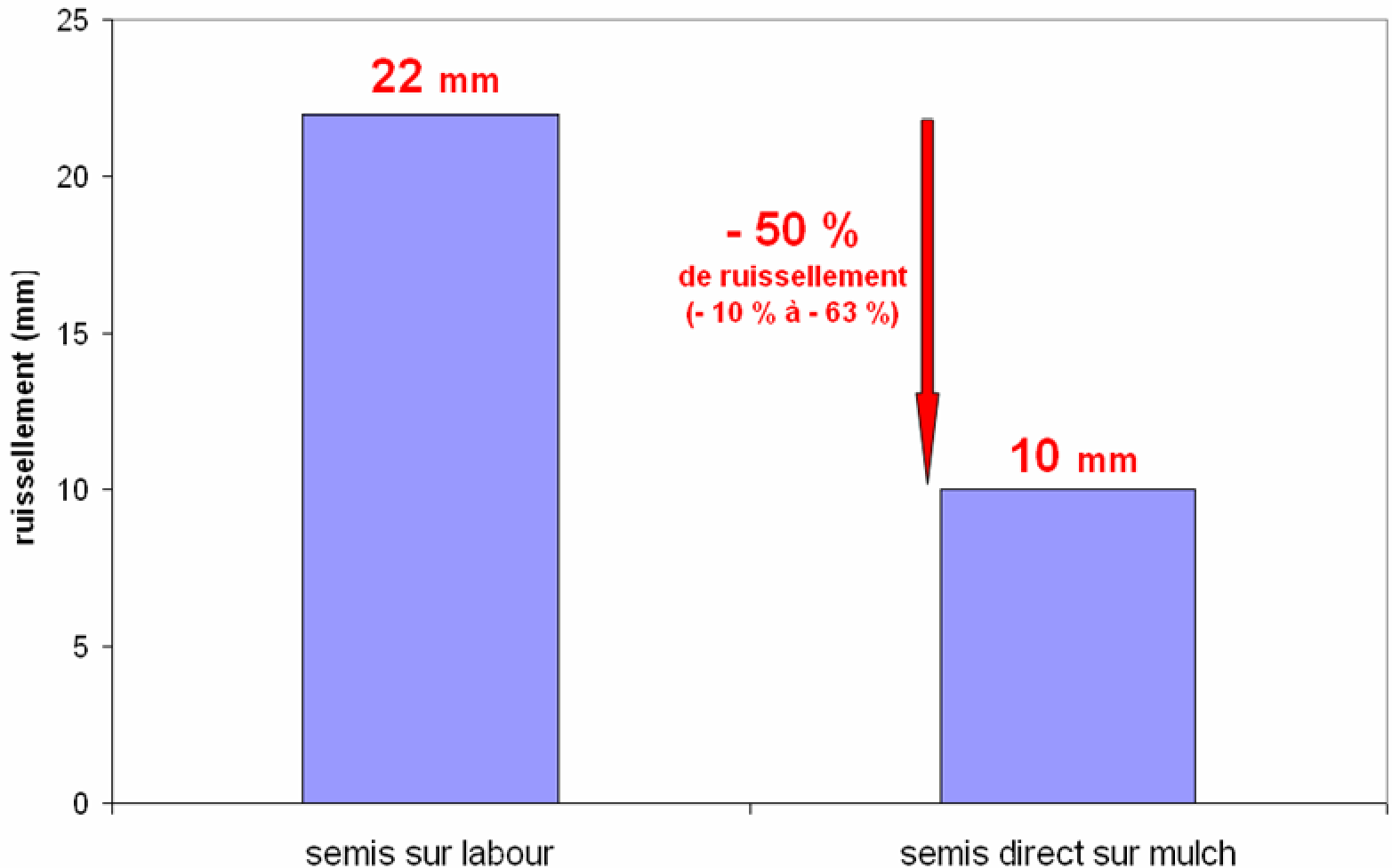


**Semis sur labour**

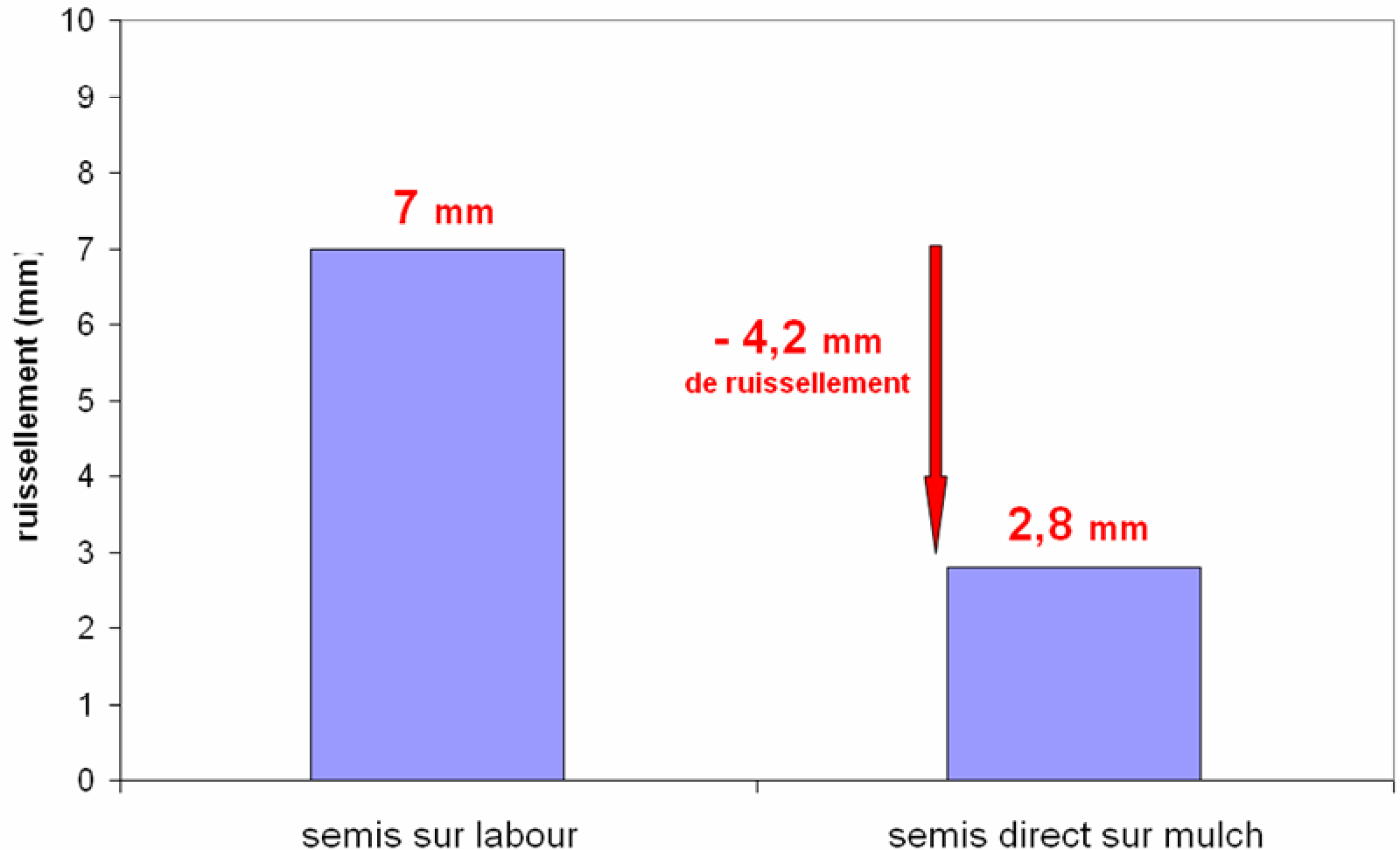


**Semis direct  
sur mulch  
(moutarde)**

# Comparaison des ruissellements sur Betteraves sur l'ensemble des mesures



# Comparaison des ruissellements sur Betteraves pour la pluie la plus intéressante



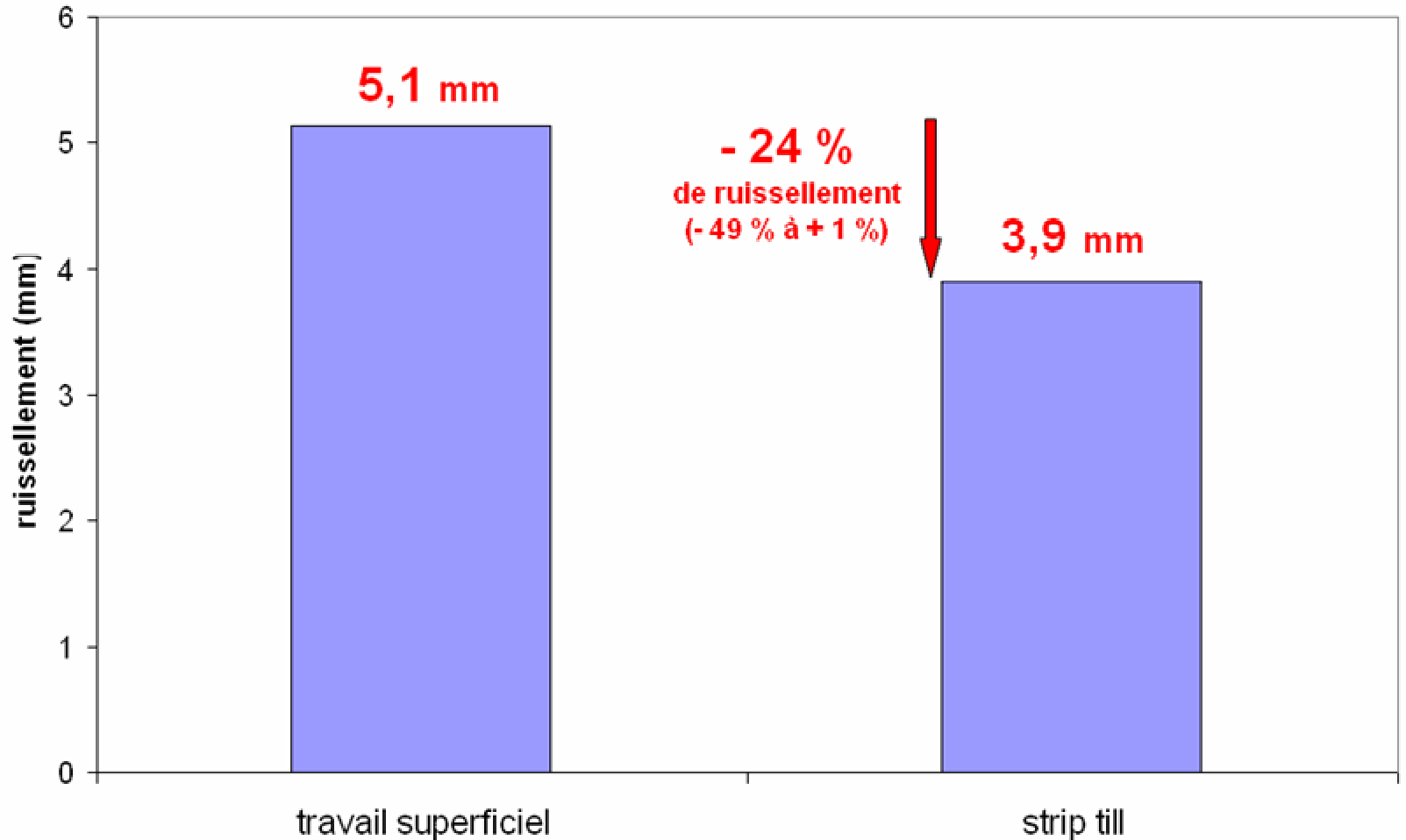
# Ruissellements avec Techniques Culturales Sans Labour

## Cas particulier du Strip Till



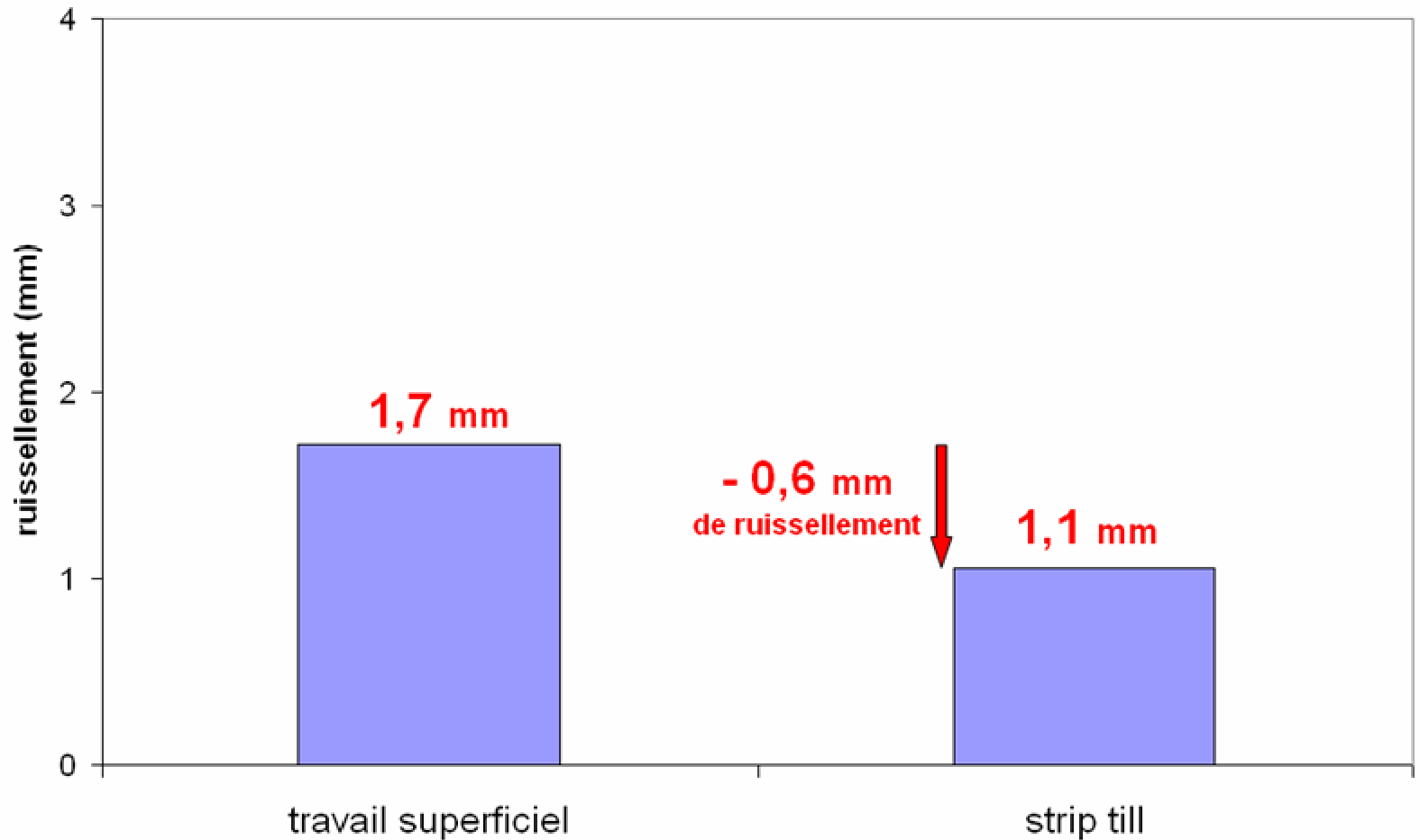


# Comparaison des ruissellements sur Maïs sur l'ensemble des mesures



# Comparaison des ruissellements sur Maïs

pour la pluie la plus intéressante



Pluie du 07/07/04 – 13 mm ; 14 mm/h

# Enseignements

- Intérêt du semis direct sur mulch pour limiter le ruissellement grâce au fort taux de résidus en surface
- Attention aux problèmes de structure et d'enracinement en absence de travail profond
- Impact négatif sur la culture pour les semis directs occasionnels (limaces)



Ruissellements avec

# Techniques Culturelles Sans Labour

Cas du  
Non Labour permanent  
avec travail superficiel



# Semis sans labour permanent

- Intérêt : maintenir une bonne porosité dans le sol grâce au développement de l'activité biologique



# Essais Sans Labour

## Modalités comparées



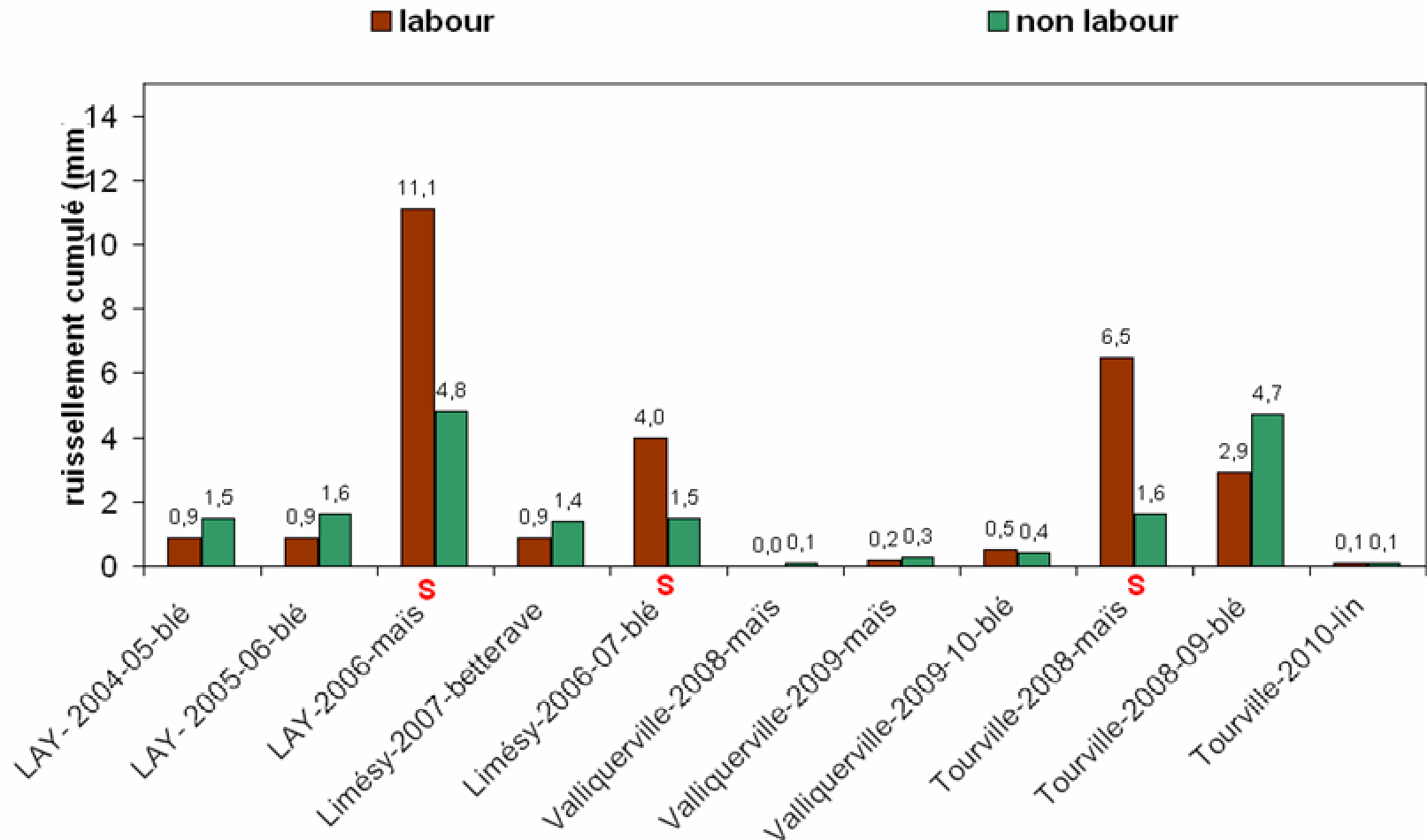
**Semis  
avec  
labour**



**Semis  
sans  
labour**

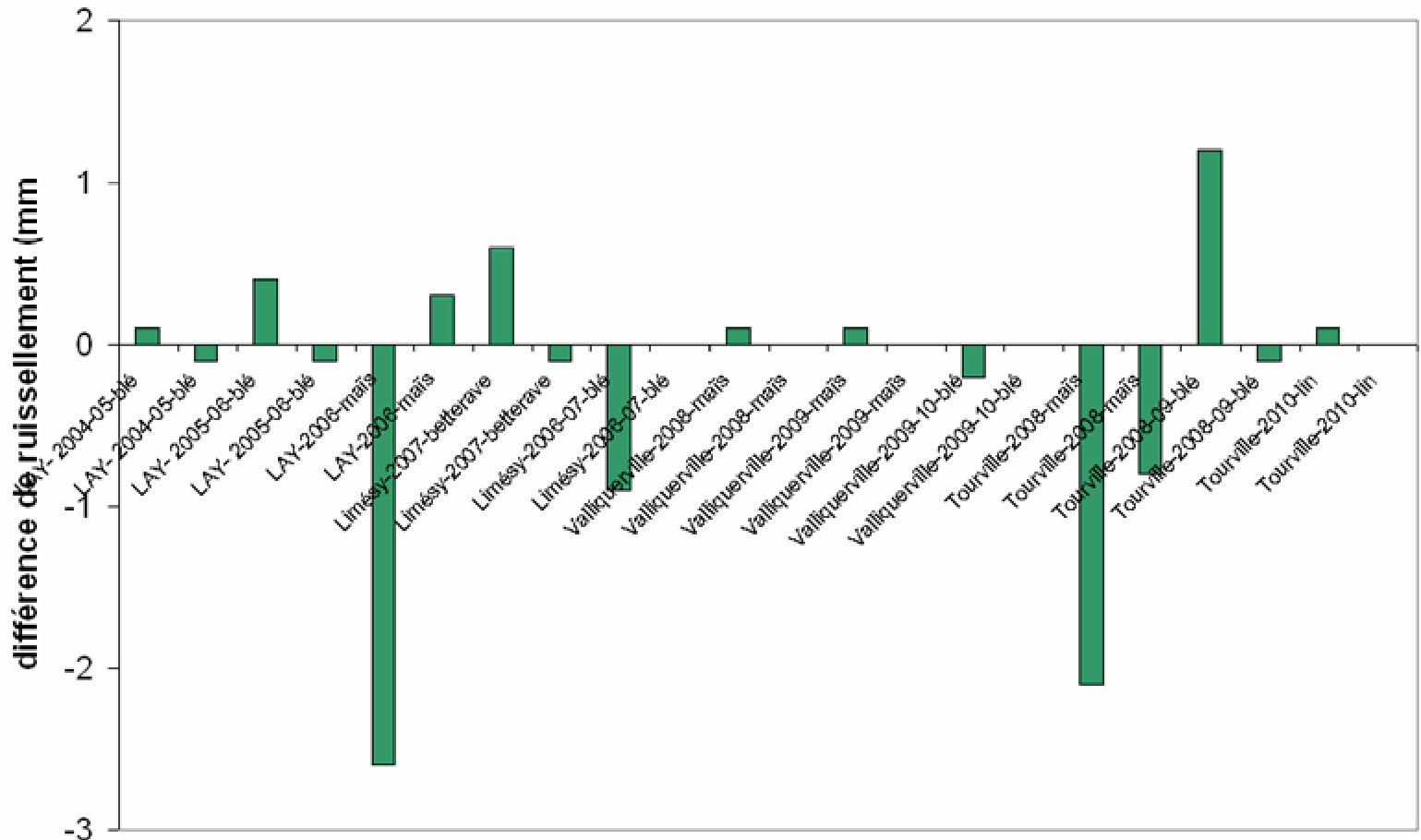


# Comparaison des ruissellements sur l'ensemble des mesures

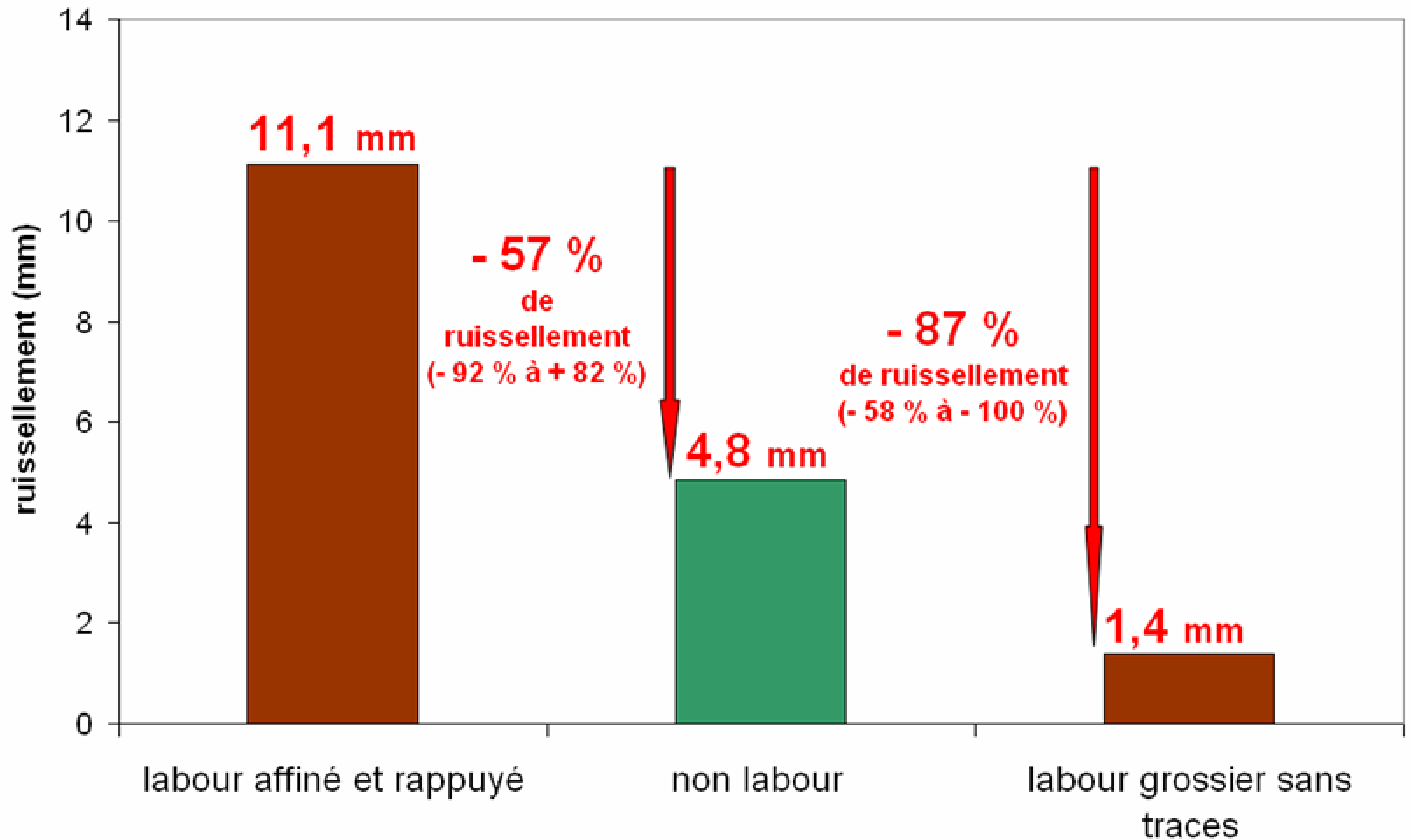


# Différence de ruissellements entre labour et non labour

pour les pluies les plus intéressantes (2 pluies/site)



# Comparaison des ruissellements entre labour et non labour



# Enseignements

- Le non labour permanent n'augmente pas significativement le taux de couverture de sol (env. + 5 % par rapport au labour)
- On n'observe pas de tendance sur la réduction du ruissellement



Ruissellements avec

# Techniques Culturelles Sans Labour

Effet d'une restructuration  
profonde  
en non labour permanent



## Différence de ruissellements en non labour avec et sans restructuration profonde

- Une seule mesure de ruissellement, avec le simulateur de pluie, sur blé en sortie d'hiver
  - Pas de différence significative entre les volumes ruisselés, ni entre les infiltrations
  - Etats de surface similaires
  - Des différences en profondeur (profils culturaux)
- Le ruissellement semble bien contrôlé par la surface principalement, et non par l'état du profil dans son ensemble

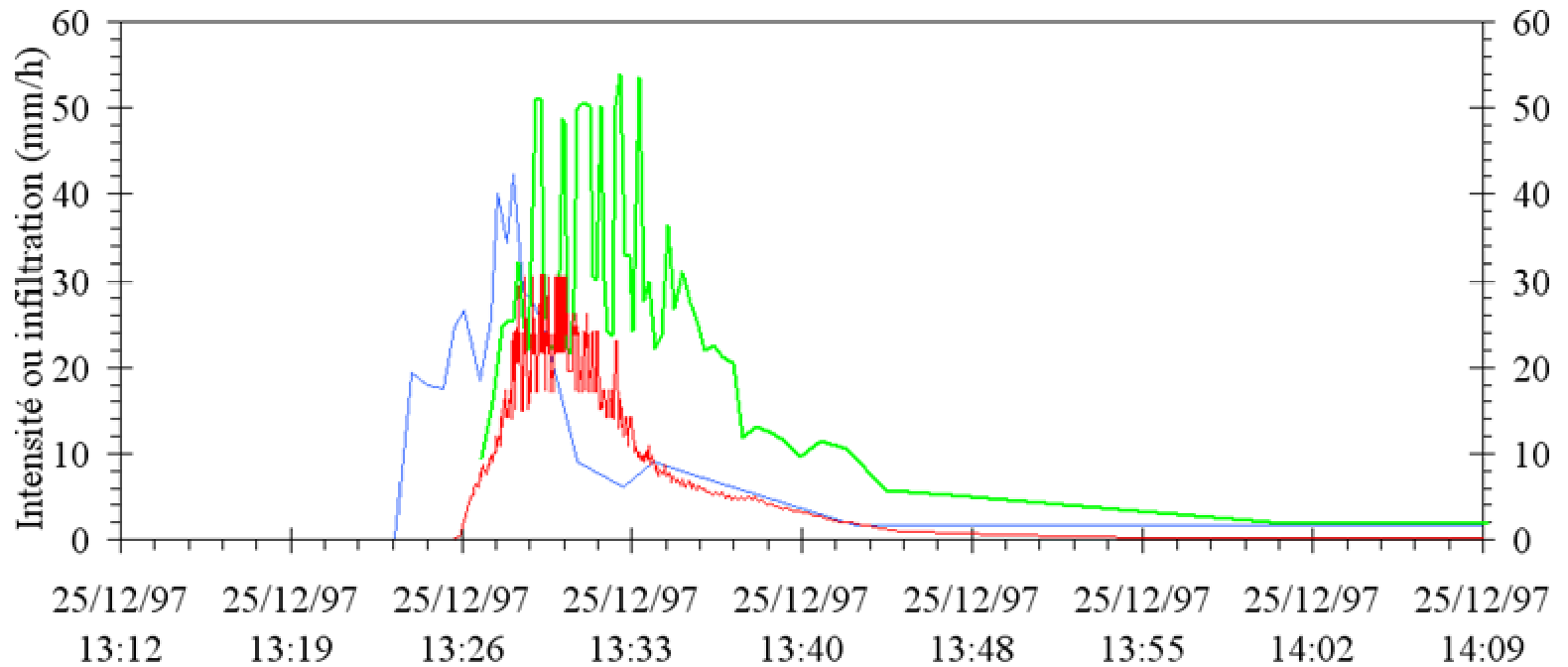


# Zones enherbées

- Infiltrer le ruissellement de l'amont
- Éviter l'érosion de la zone enherbée
- Réduire le transfert de terre de l'amont en provoquant la sédimentation



# Infiltration



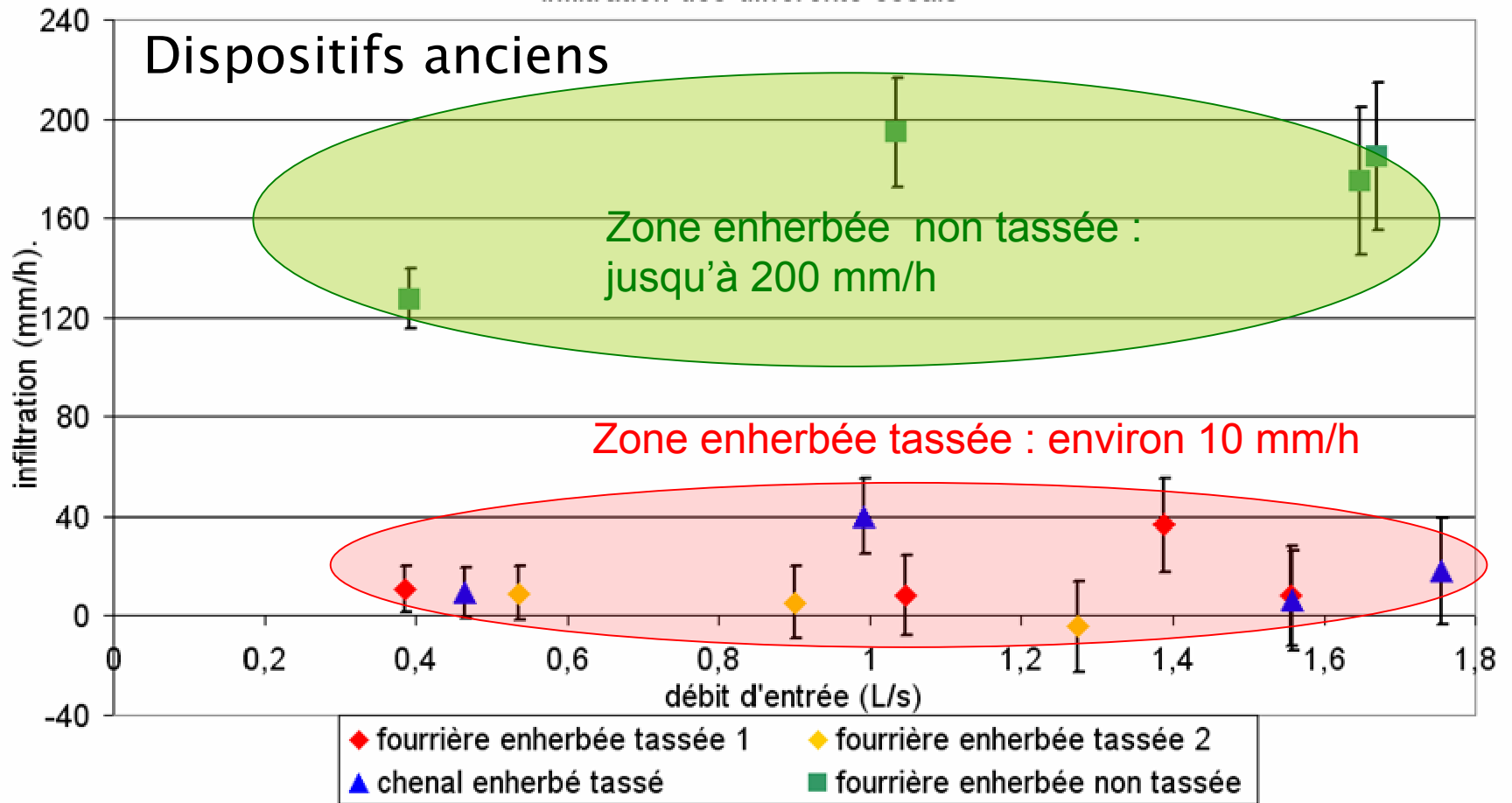
- Intensité pluvieuse (mm/h) .
- Infiltration estimée de la bande d'herbe (mm/h) .
- Ruissellement entrant (mm/h)

Dispositifs jeunes : jusqu'à 50mm/h d'infiltration



# Infiltration

infiltration des différents essais



# Érosion, dépollution

- Résultats bien connus maintenant
  - CORPEN, VFS-MOD, etc.
- Sédimentation due au ralentissement du ruissellement
  - mesures régionales de coefficients de Manning comprises entre 0,13 et 2,5 *tant que l'herbe n'est pas submergée*
  - MES réduites d'environ 80% sur deux années de mesures
- Dépollution des phytosanitaires faible
  - l'infiltration est le principal facteur de réduction



# Autres dispositifs « d'hydraulique douce »

- L'AREAS travaille actuellement à mesurer l'efficacité des haies et des fascines dans la réduction du ruissellement et de l'érosion

