

Carrefours

de l'innovation
agronomique
2012

Evaluer et gérer
la fertilité des sols

Vendredi 6 avril 2012



ALIMENTATION
AGRICULTURE
ENVIRONNEMENT



Evaluation et maîtrise du risque de tassement, de la parcelle au territoire national

Guy RICHARD

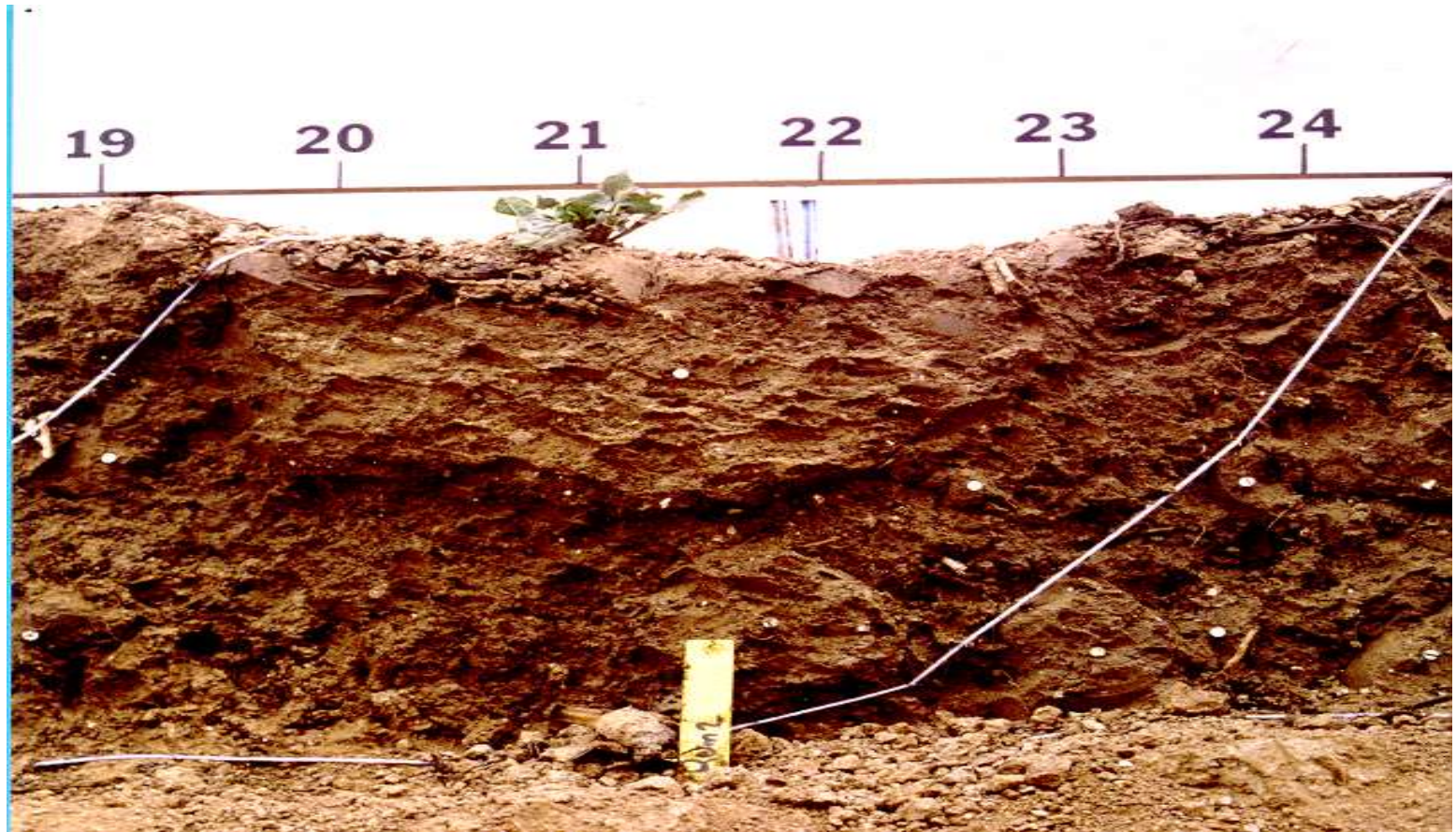
**INRA, Département Environnement et Agronomie
et tous les participants du projet DST (ANR-ADD et GESSOL)**



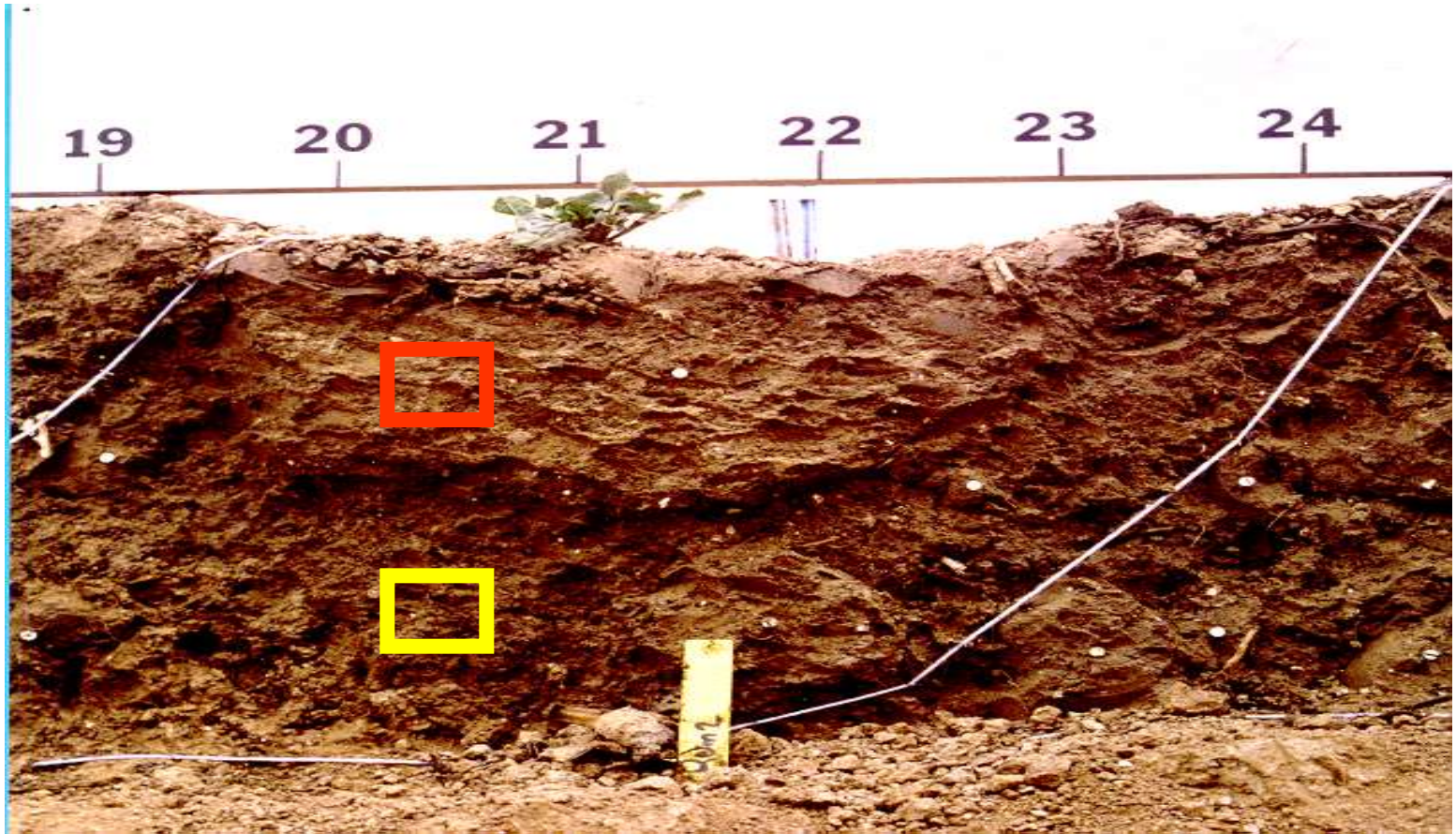
ALIMENTATION
AGRICULTURE
ENVIRONNEMENT

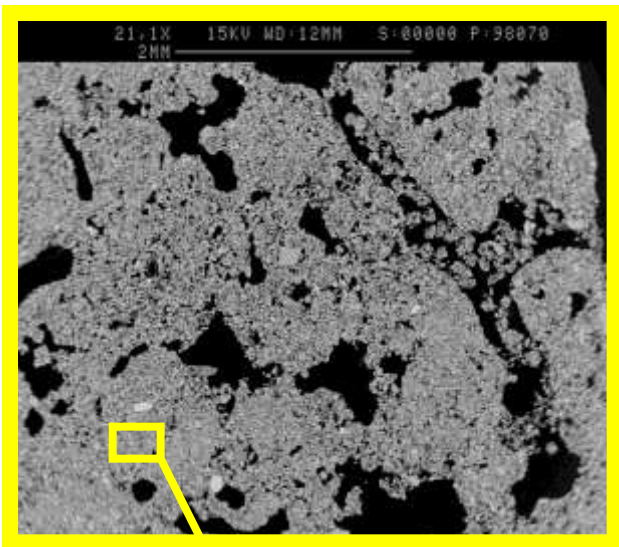


**Tassement = une densification du sol,
par compression et cisaillement,
qui se traduit par une ornière**

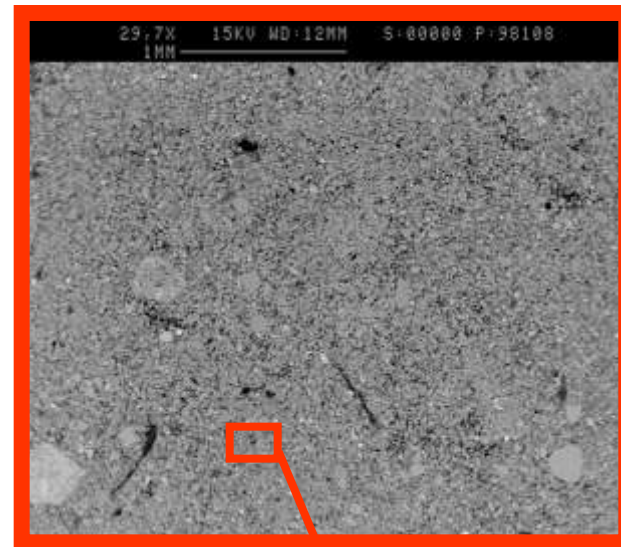
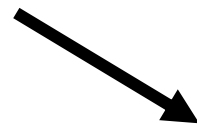


**Tassement = une densification du sol,
par compression et cisaillement,
qui se traduit par une ornière**



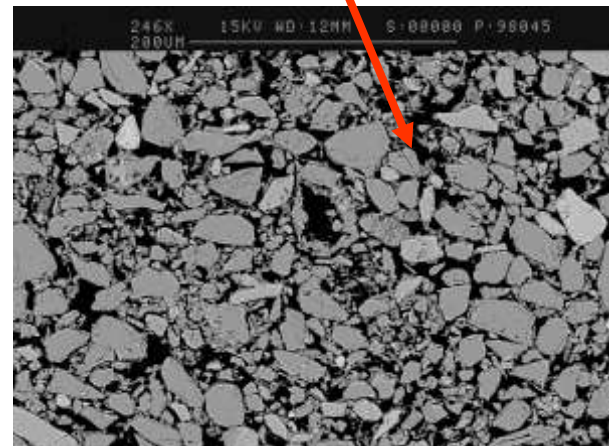
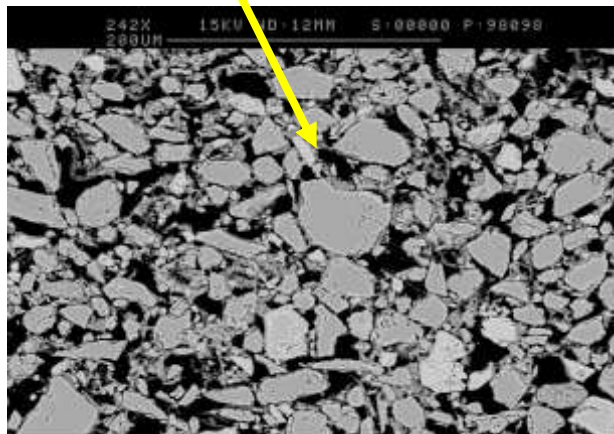


Porosité
structurale



Porosité
texturale

=





ALIMENTATION
AGRICULTURE
ENVIRONNEMENT

INRA



ALIMENTATION
AGRICULTURE
ENVIRONNEMENT

INRA



ALIMENTATION
AGRICULTURE
ENVIRONNEMENT

INRA



ALIMENTATION
AGRICULTURE
ENVIRONNEMENT



Tassement : une modification de nombreuses propriétés physiques

Augmentation de la résistance mécanique :

- <0 Enracinement
- <0 Travaillabilité
- <0 Détachement, Erosion

Diminution de la capacité de stockage et de l'infiltrabilité :

- >0 Ruissellement

Diminution de l'aération :

- >0 Emissions de N_2O

Tassement : une modification de nombreuses propriétés physiques

Augmentation de la résistance mécanique :

- <0 Enracinement
- <0 Travaiabilité
- <0 Détachement, Erosion

Diminution de la capacité de stockage et de l'infiltrabilité :

- >0 Ruissellement

Diminution de l'aération :

- >0 Emissions de N_2O

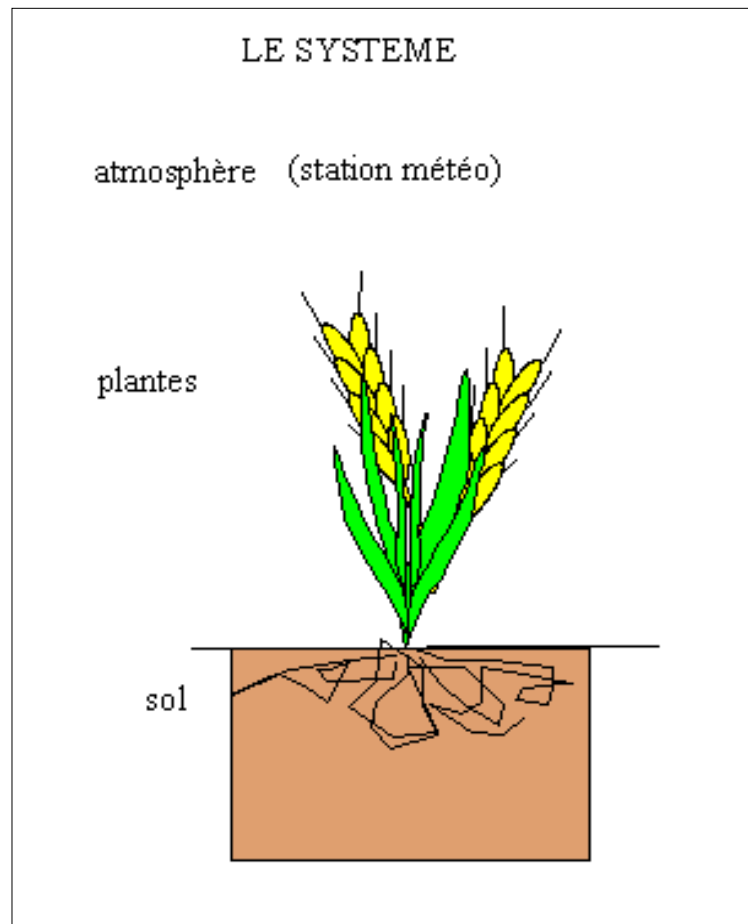
= Des conséquences importantes pour le sol, les cultures et l'environnement

→ **Comment estimer les risques de tassement ? Et les prévenir ?**

Simulation des effets du tassement à l'aide d'un modèle de culture

ENTREES

- Climat
- Profil de sol :
 - Texture
 - Épaisseur
 - Masse volumique
 - RU
 - Infiltrabilité
 - ...
- Techniques culturales (semis, fertilisation...)



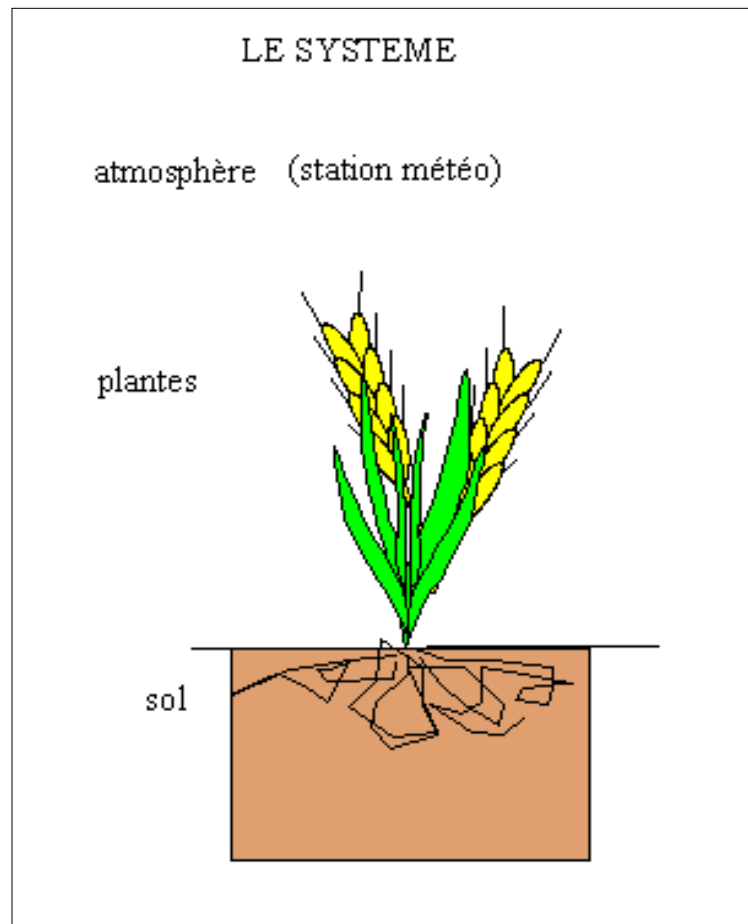
SORTIES

- Rendement
- Teneur en eau du sol
- Flux d'eau et d'azote

Simulation des effets du tassement à l'aide d'un modèle de culture

ENTREES

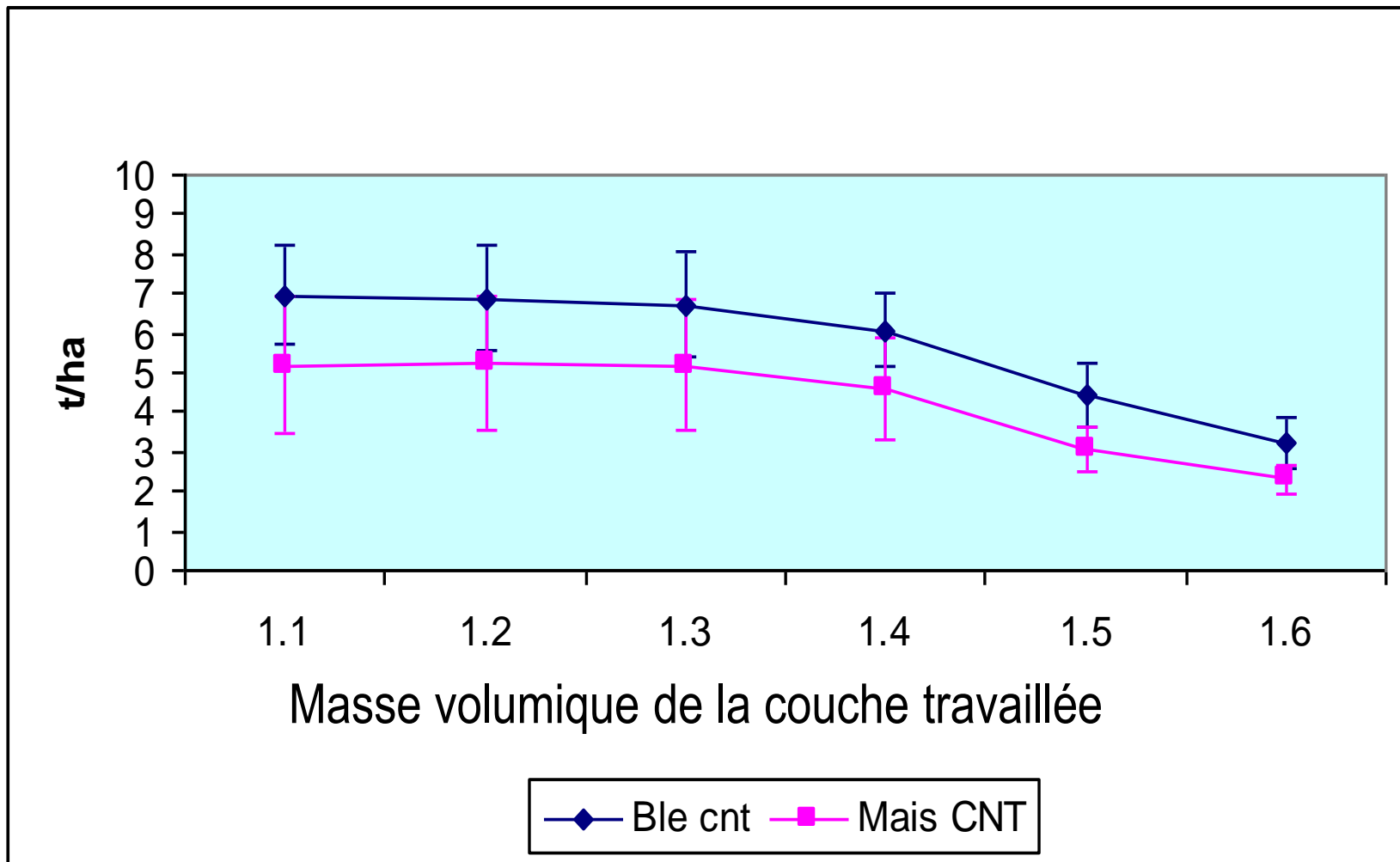
- Climat
- Profil de sol :
 - Texture
 - Épaisseur
 - Masse volumique
 - RU
 - Infiltrabilité
 - ...
- Techniques culturales (semis, fertilisation...)



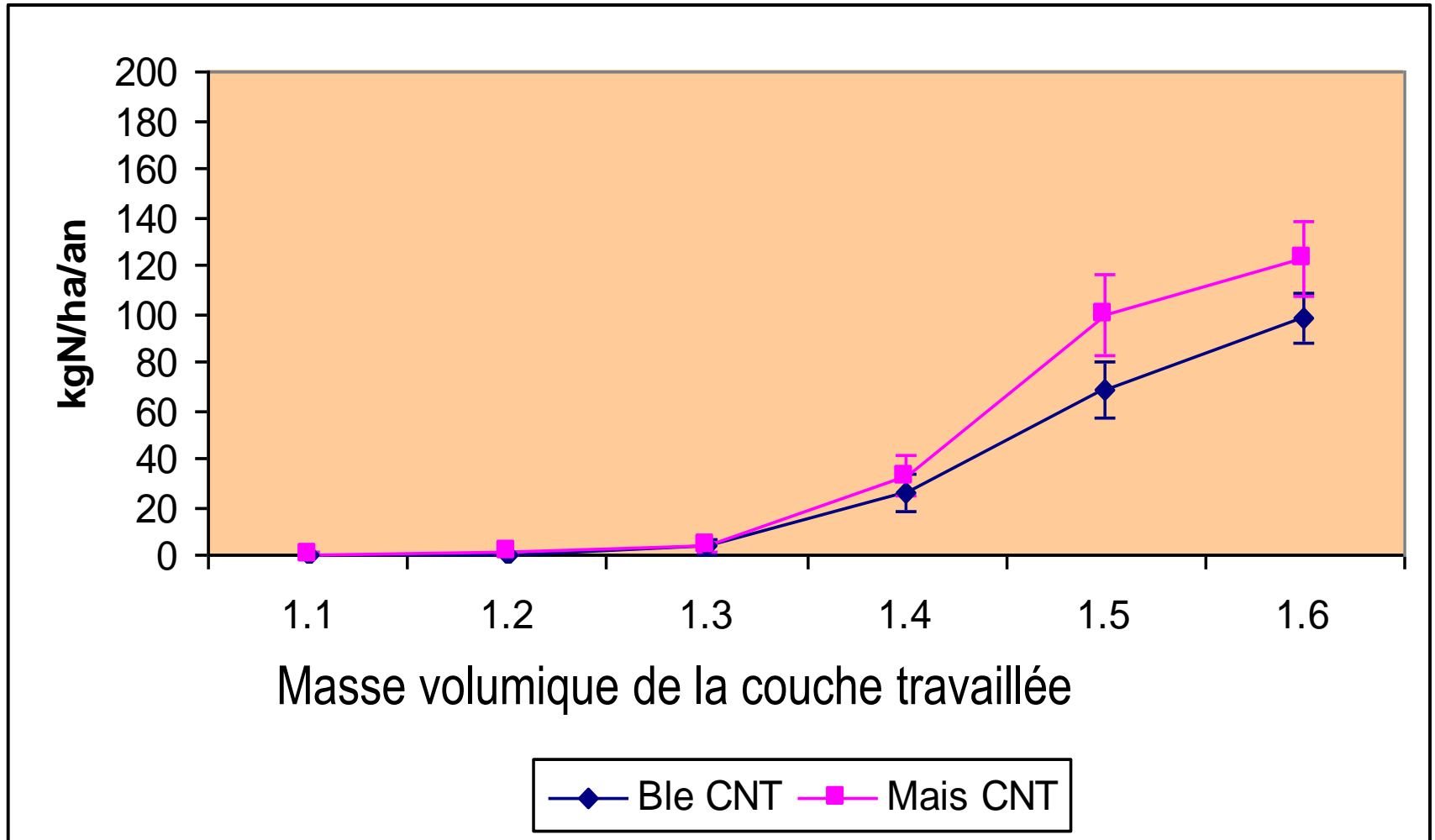
SORTIES

- Rendement
- Teneur en eau du sol
- Flux d'eau et d'azote

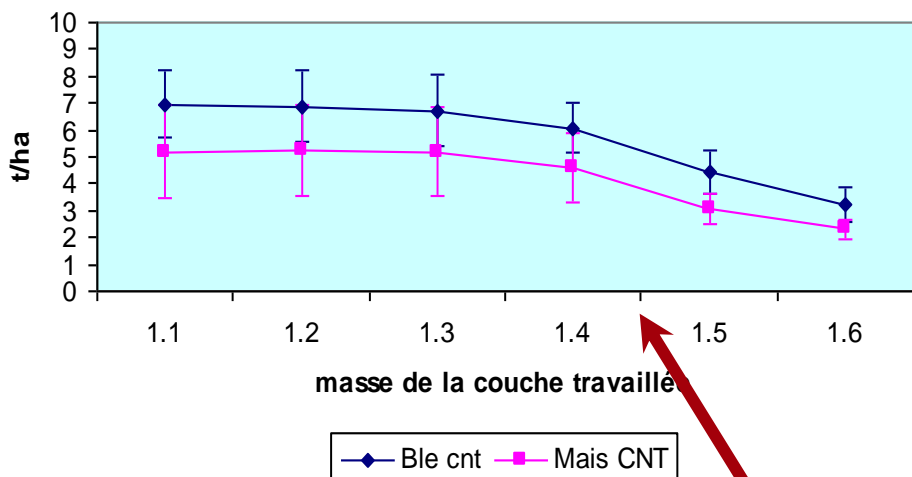
Rendement blé et maïs



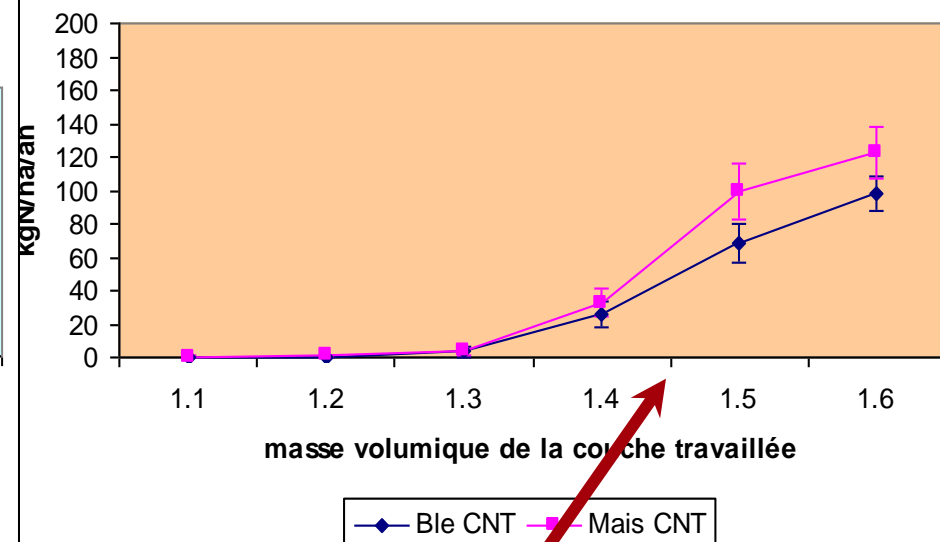
Flux annuel de N₂O (sans réduction du N₂O en N₂)



Rendement blé et maïs



Flux annuel de N₂O (sans réduction du N₂O en N₂)

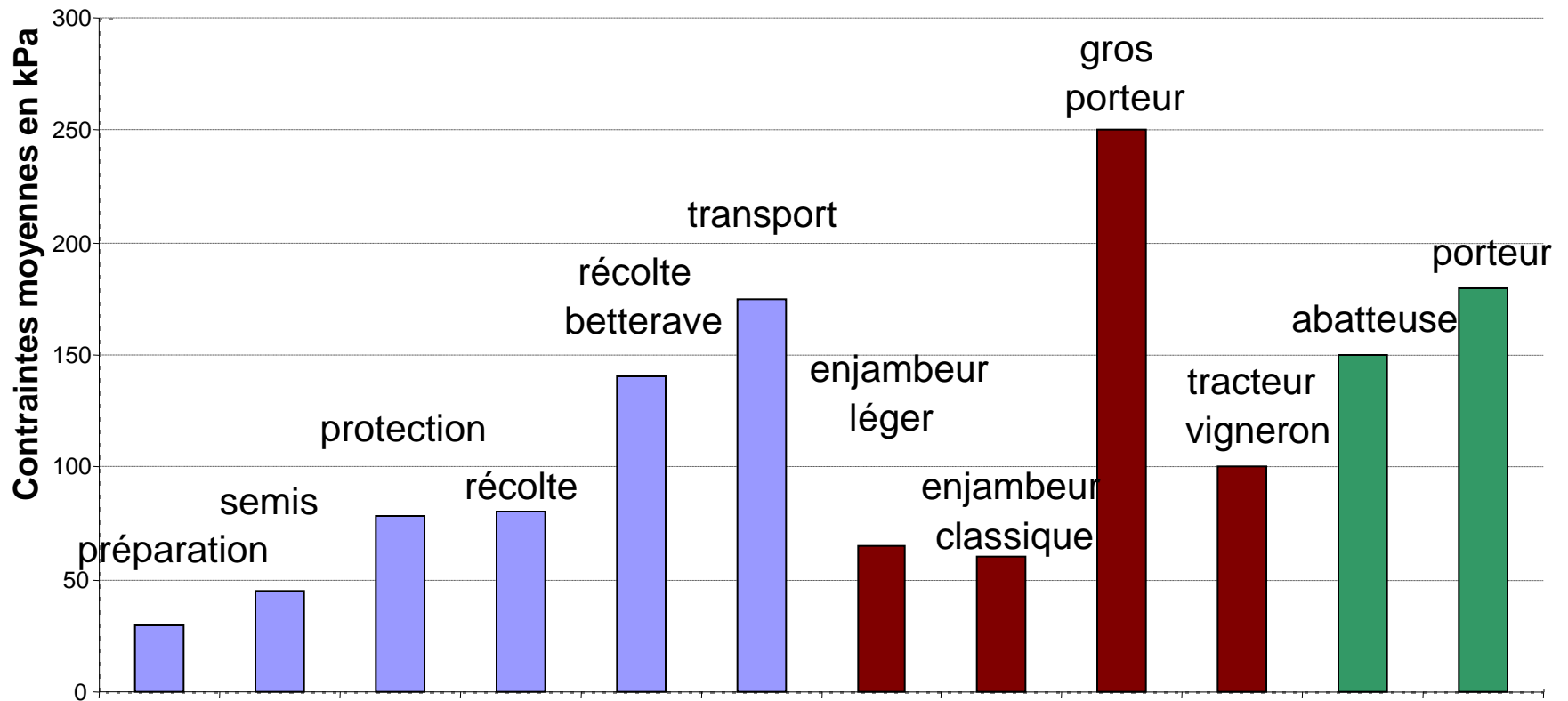


Niveau de tassement critique :

Masse volumique > 1,45 t/m³ (sol de limon) sur 5 à 15 cm d'épaisseur

Indice des vides structuraux < 0,15 m³/m³

Variabilité des contraintes exercées à la surface du sol



Modèle de déformation : COMPSOIL

Profil de masse volumique
Profondeur de l'ornièrè



1. Contraintes en surface
Caractéristiques de l'engin
(charge, dimensions des pneus
et pression de gonflage)

2. Propagation des contraintes

3. Résistance mécanique du sol

Type de sol

Humidité

Masse volumique initiale

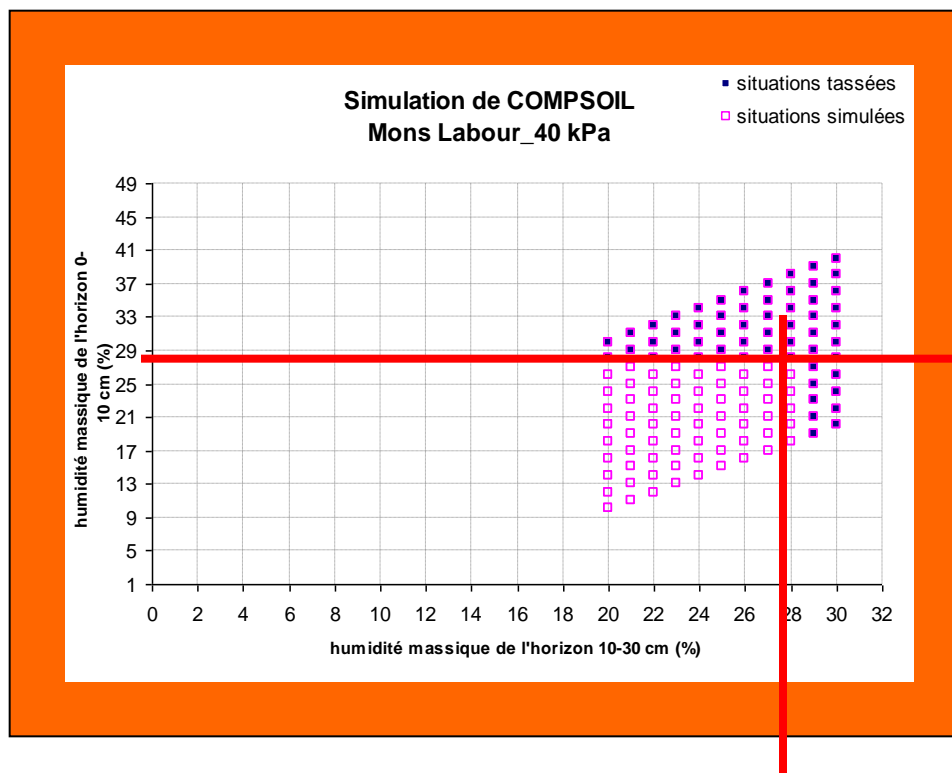
ALIMENTATION

AGRICULTURE

ENVIRONNEMENT

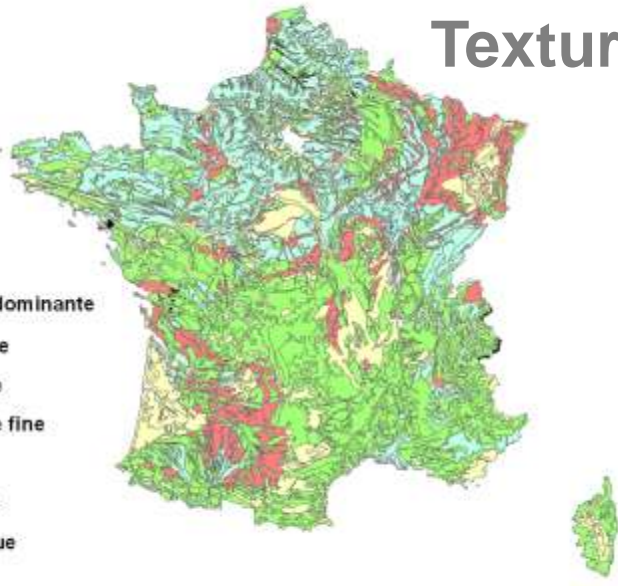


Chantiers	Charge (t)	Diamètre (mm)	Largeur (mm)	Pi (bar)	Aire de contact (m ²)	Contrainte (kPa)
Préparation	1.1	1426	520	0.8	0.2685	40
Epandage	2	1672	244	2.6	0.1753	100
Récolte	7.3	1864	608	3.6	0.5083	140

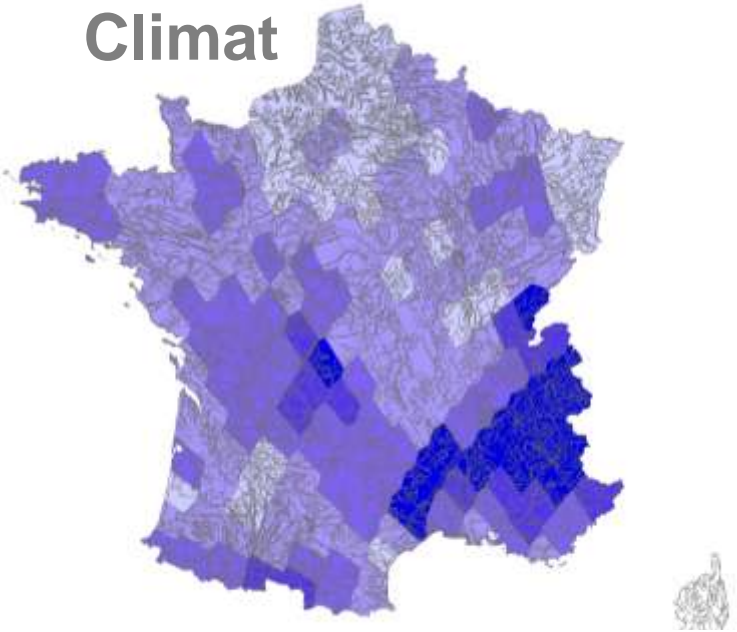


Texture

Texture de surface dominante



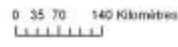
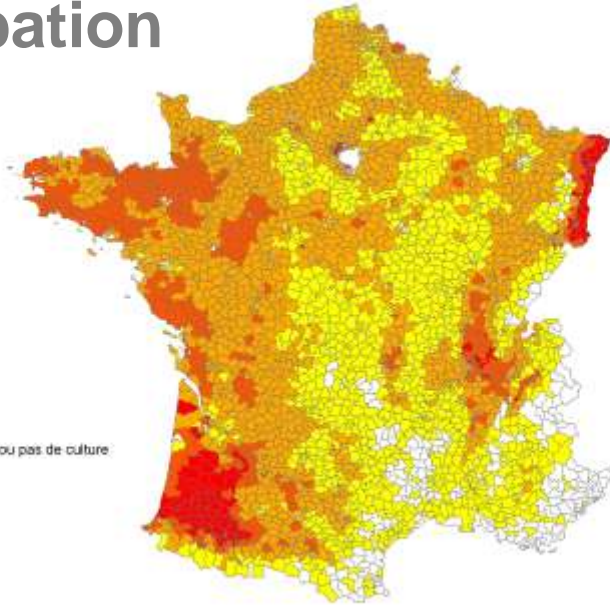
Climat



Pourcentage de surface en maïs par rapport à la SAU par canton

Contraintes pour les céréales d'hiver
Semis

Occupation du sol

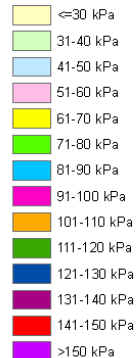


sources: RA2000

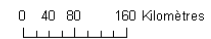
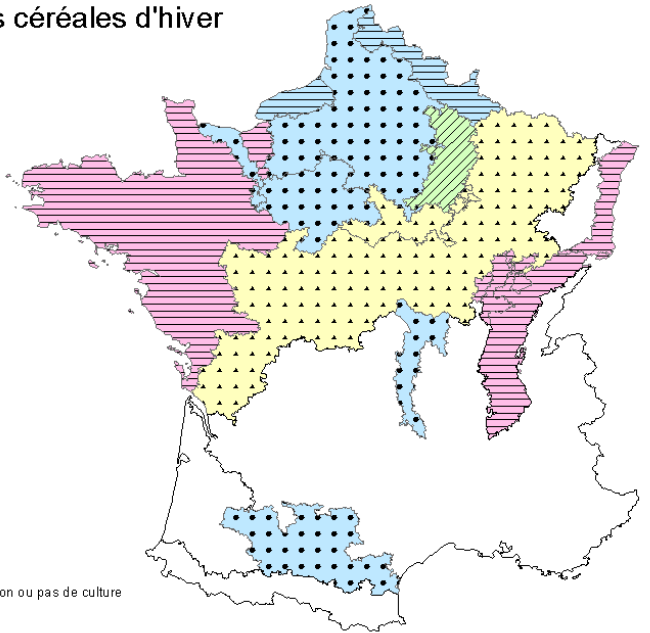
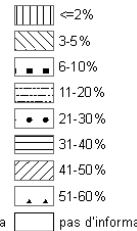
Pratiques

Légende

contrainte



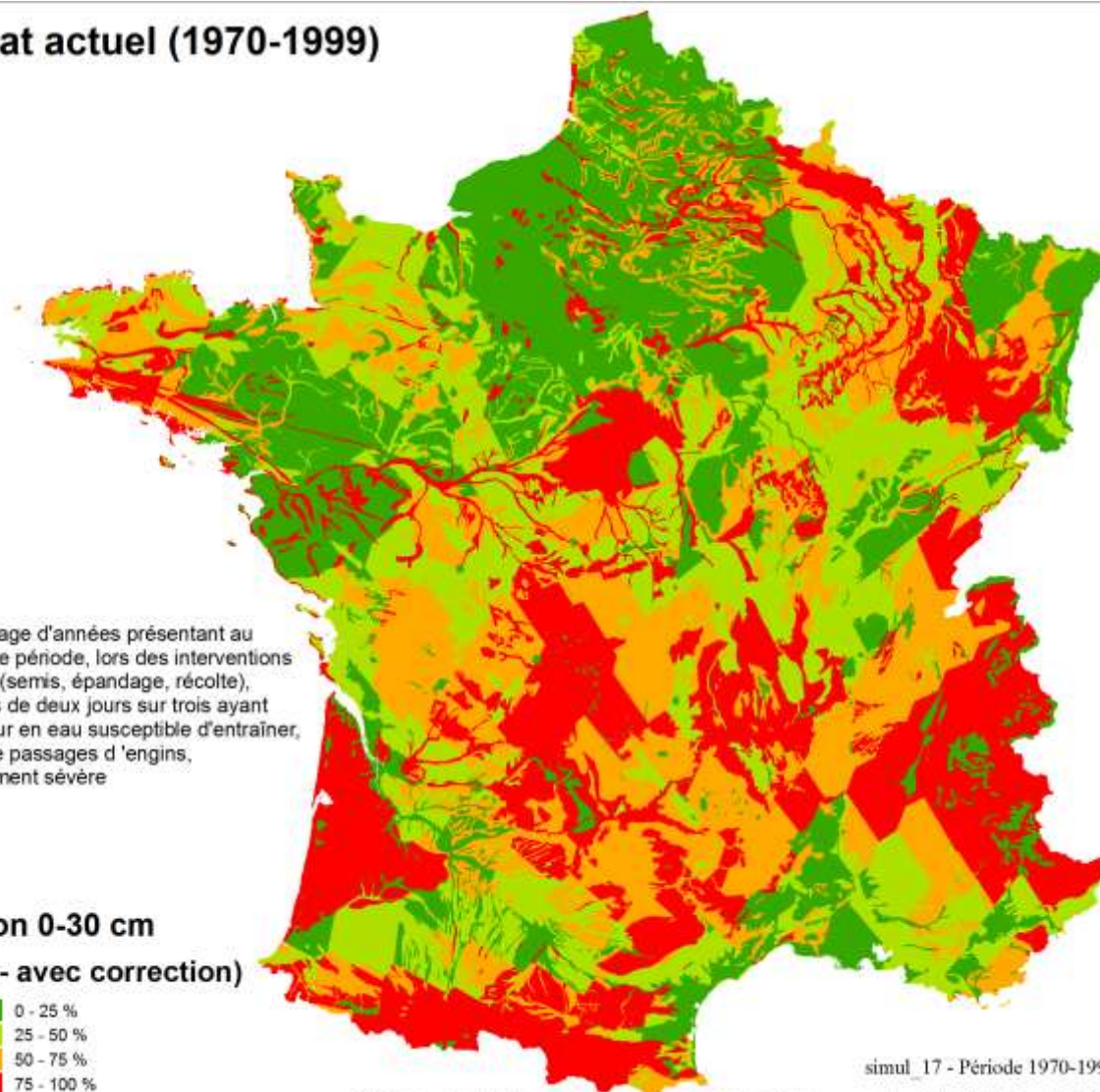
surface affectée



Climat actuel (1970-1999)

Pourcentage d'années présentant au moins une période, lors des interventions sur maïs (semis, épandage, récolte), avec plus de deux jours sur trois ayant une teneur en eau susceptible d'entraîner, en cas de passages d'engins, un tassement sévère

horizon 0-30 cm
(5 cm - avec correction)



simul_17 - Période 1970-1999

CINRA Orléans, Unité de Science du Sol - Date: 07/02/2012 10:03:26 - Utilisateur: acourrier - Logiciel: ESRI® ArcGIS/ArcMap

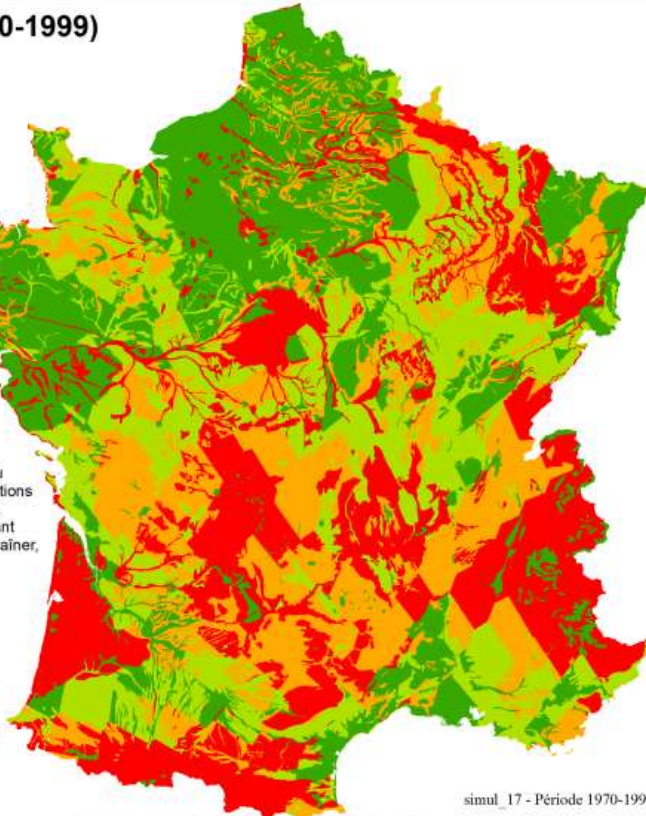
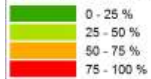
ALIMENTATION
AGRICULTURE
ENVIRONNEMENT

INRA

Climat actuel (1970-1999)

Pourcentage d'années présentant au moins une période, lors des interventions sur maïs (semis, épandage, récolte), avec plus de deux jours sur trois ayant une teneur en eau susceptible d'entraîner, en cas de passages d'engins, un tassement sévère

horizon 0-30 cm
(5 cm - avec correction)



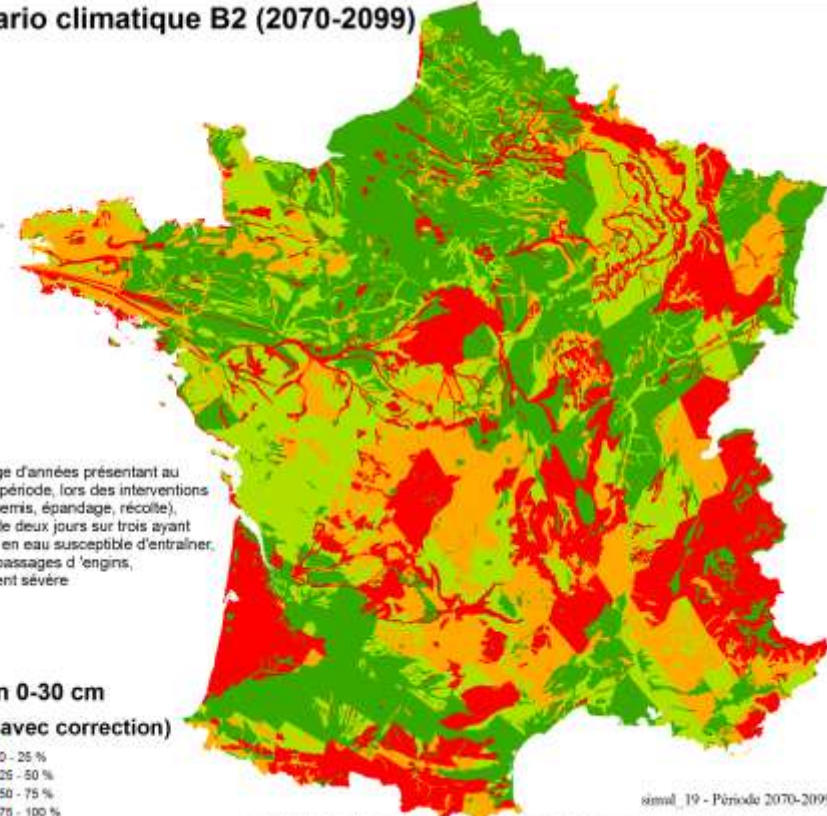
simul_17 - Période 1970-1999

CINRA Orléans, Unité de Science du Sol - Date: 07/02/2012 10:05:26 - Utilisateur: acoumlier - Logiciel: ESRIB ArcGIS/ArcMap

Scénario climatique B2 (2070-2099)

Pourcentage d'années présentant au moins une période, lors des interventions sur maïs (semis, épandage, récolte), avec plus de deux jours sur trois ayant une teneur en eau susceptible d'entraîner, en cas de passages d'engins, un tassement sévère

horizon 0-30 cm
(5 cm - avec correction)



simul_19 - Période 2070-2099

CINRA Orléans, Unité de Science du Sol - Date: 23/02/2012 09:29:30 - Utilisateur: acoumlier - Logiciel: ESRIB ArcGIS/ArcMap

Climat actuel

Climat futur (scénario B2)

ALIMENTATION
AGRICULTURE
ENVIRONNEMENT



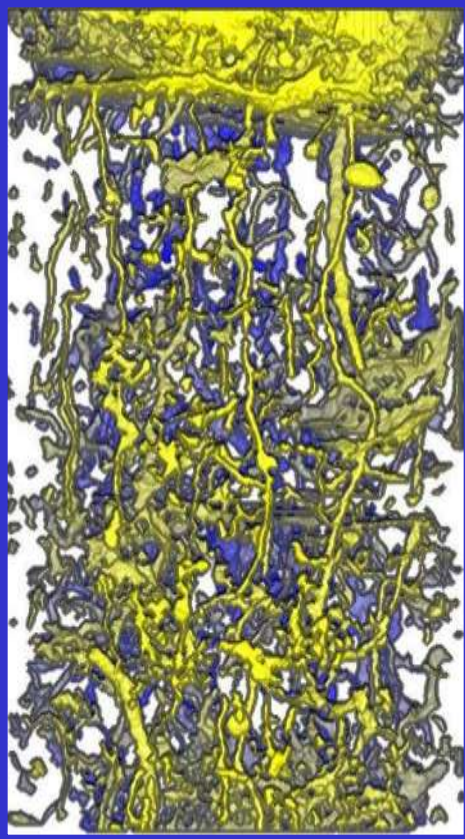
Et la durée des tassements ?

ALIMENTATION
AGRICULTURE
ENVIRONNEMENT

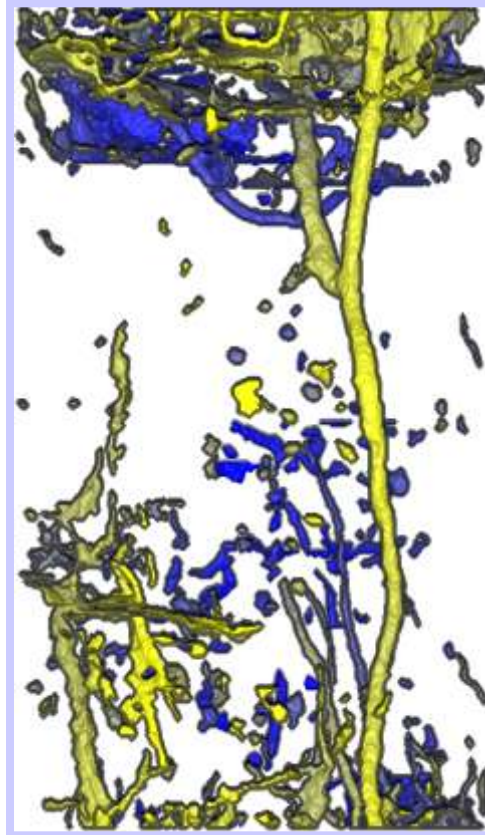


Régénération naturelle des sols tassés

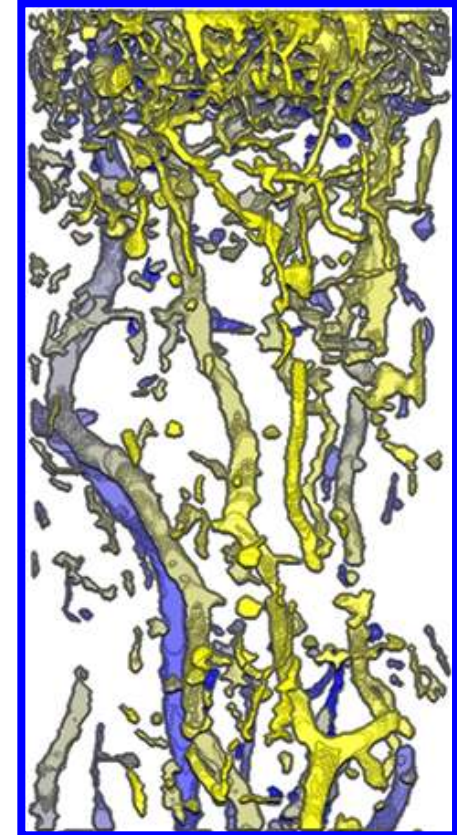
Témoin



1 an après tassement



2 ans après tassement



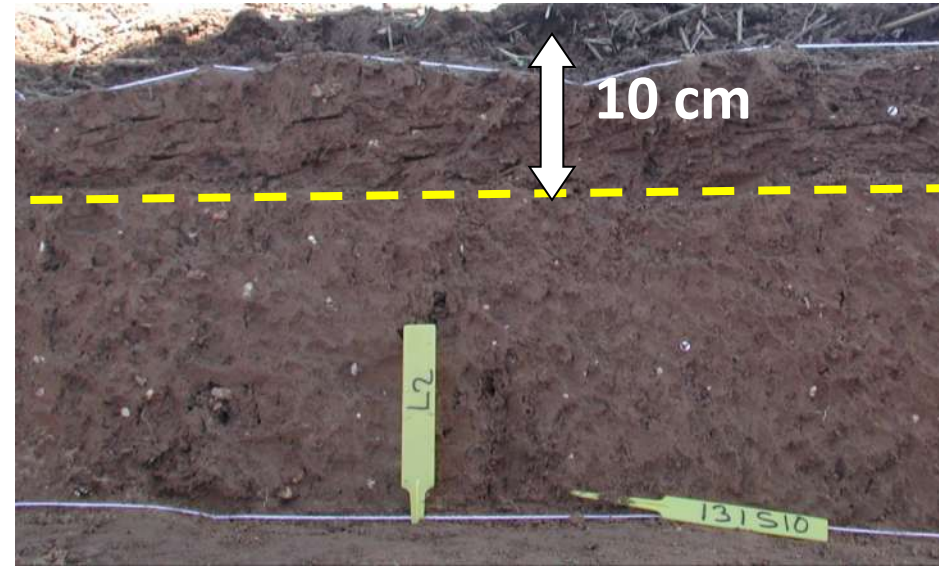
Fissuration des horizons de surface en non labour

Automne 2001

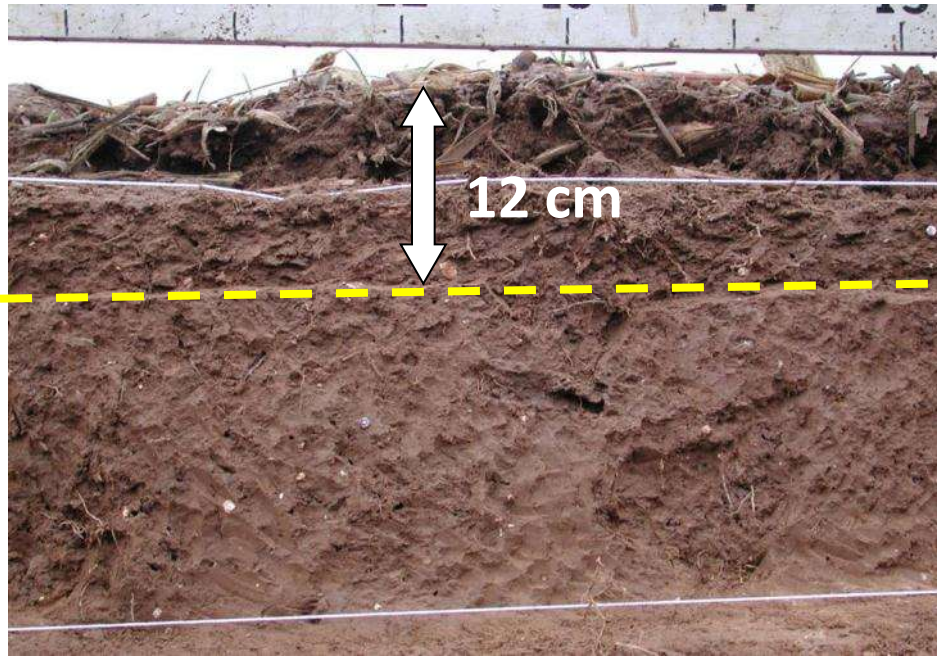
15 16 17 18 19 20



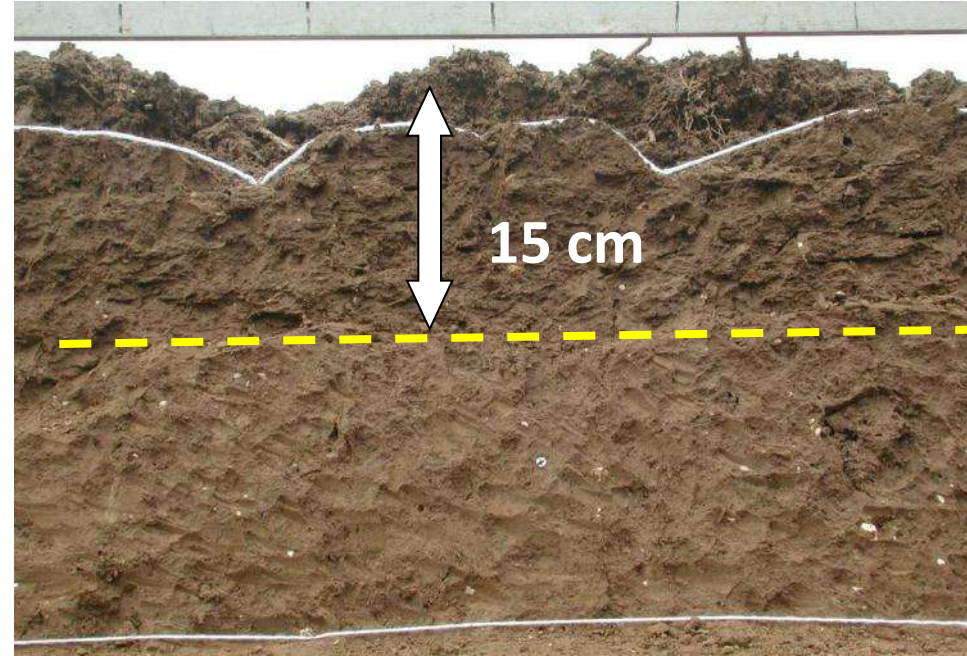
Printemps 2003

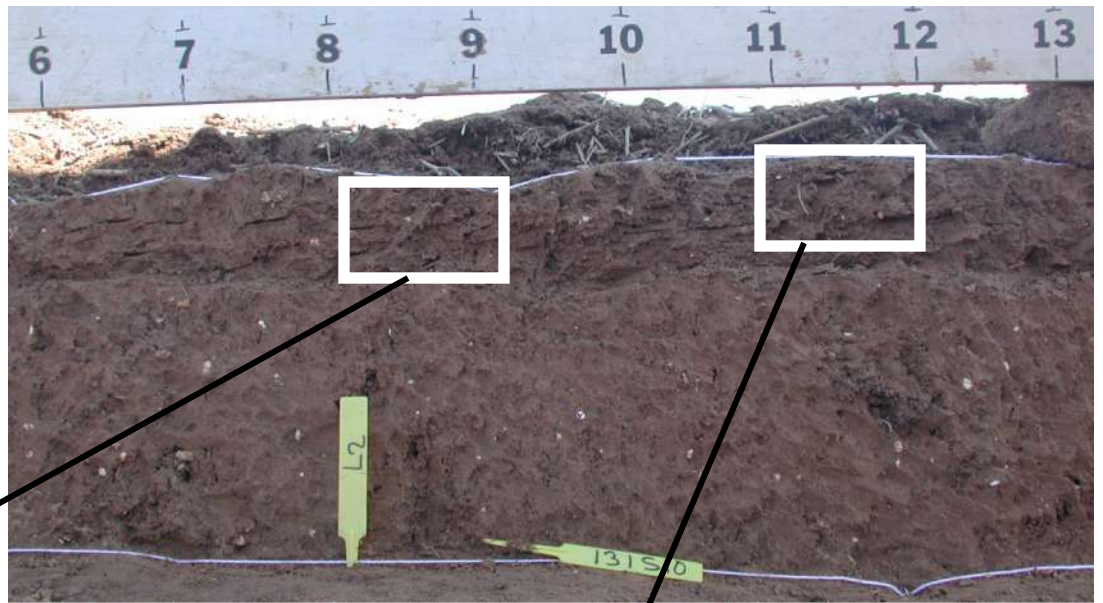


Automne 2003



Printemps 2005



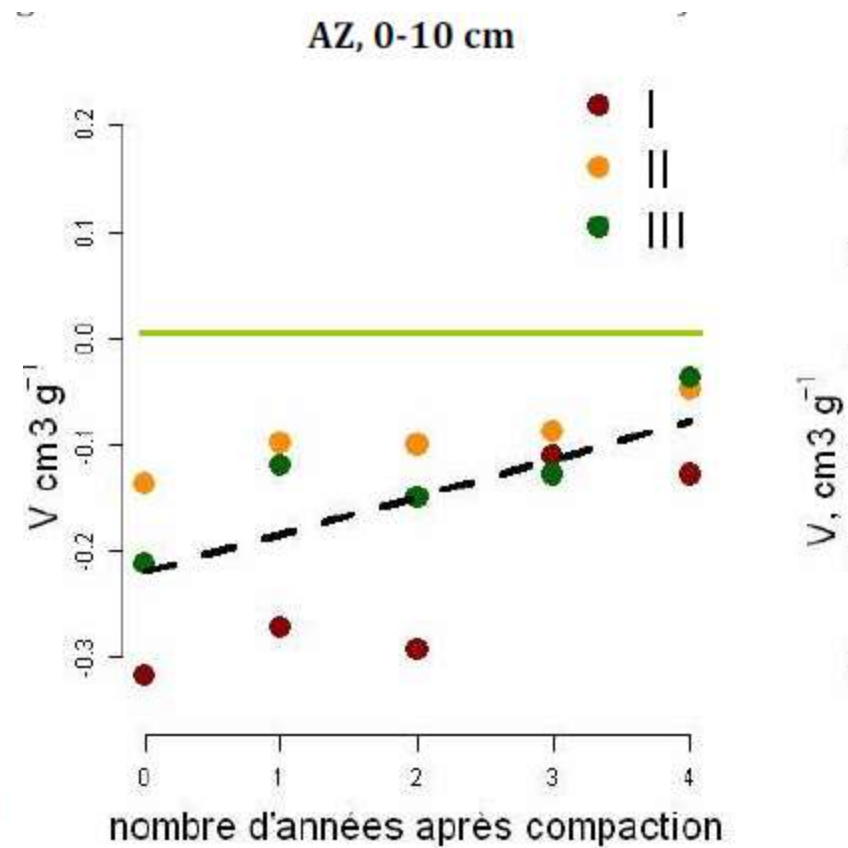
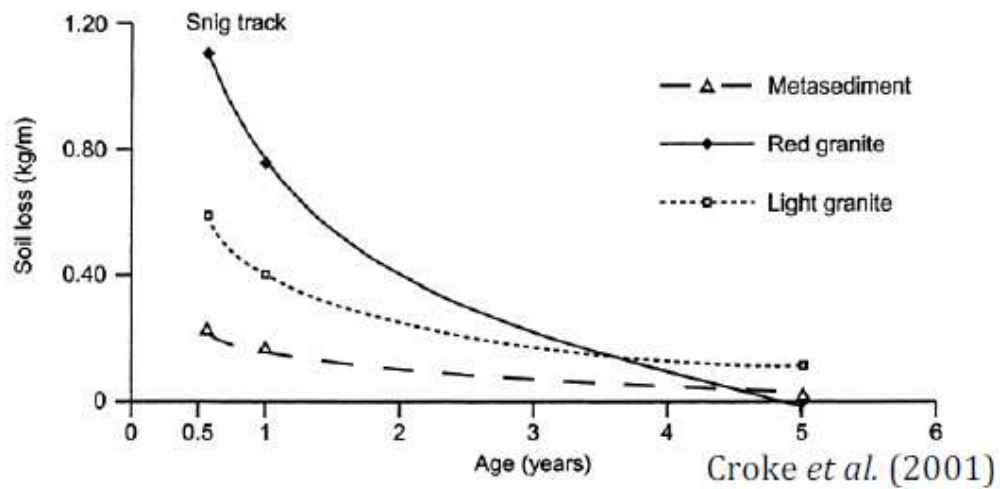


Boizard et al., 2008



CUL

ENVIRONNEMENT



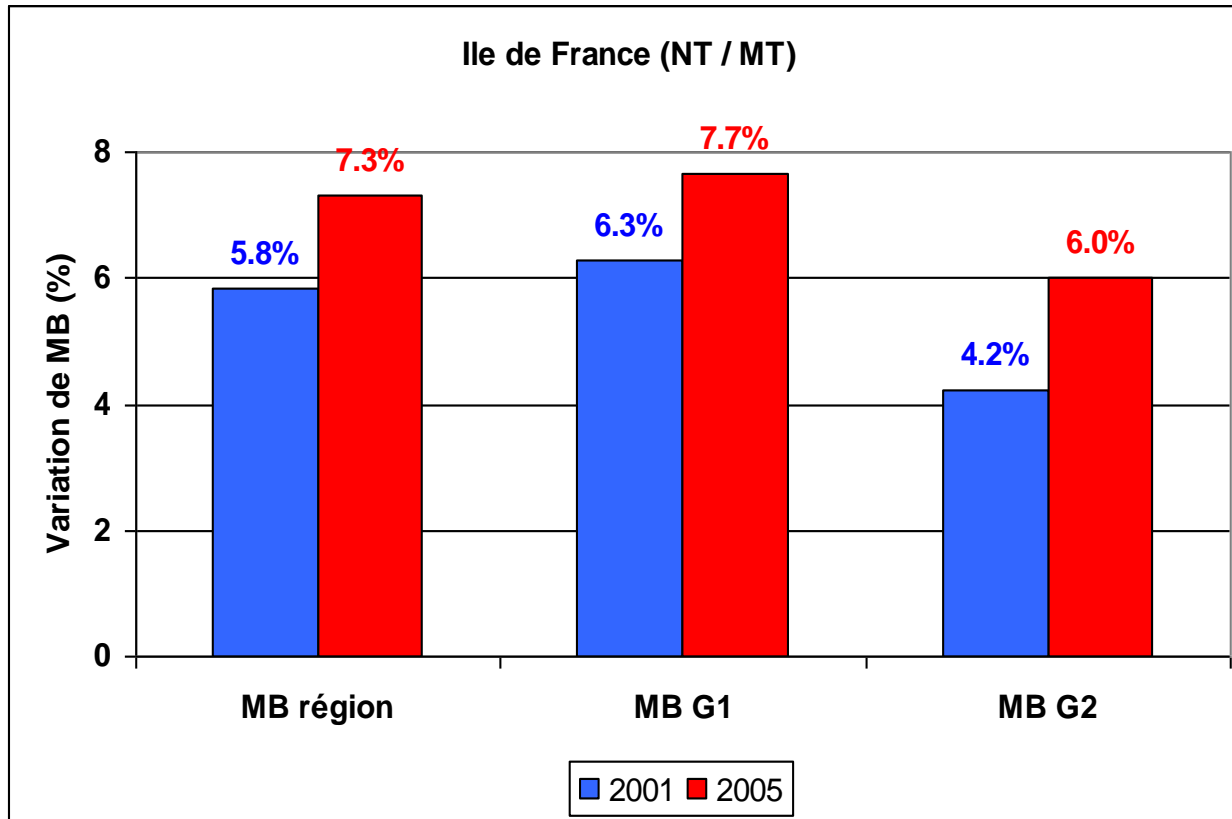
Goutal et al, 2012)

Et les conséquences économiques des tassements ?

ALIMENTATION
AGRICULTURE
ENVIRONNEMENT



Effet du tassement sur les marges brutes (toutes cultures) au niveau régional

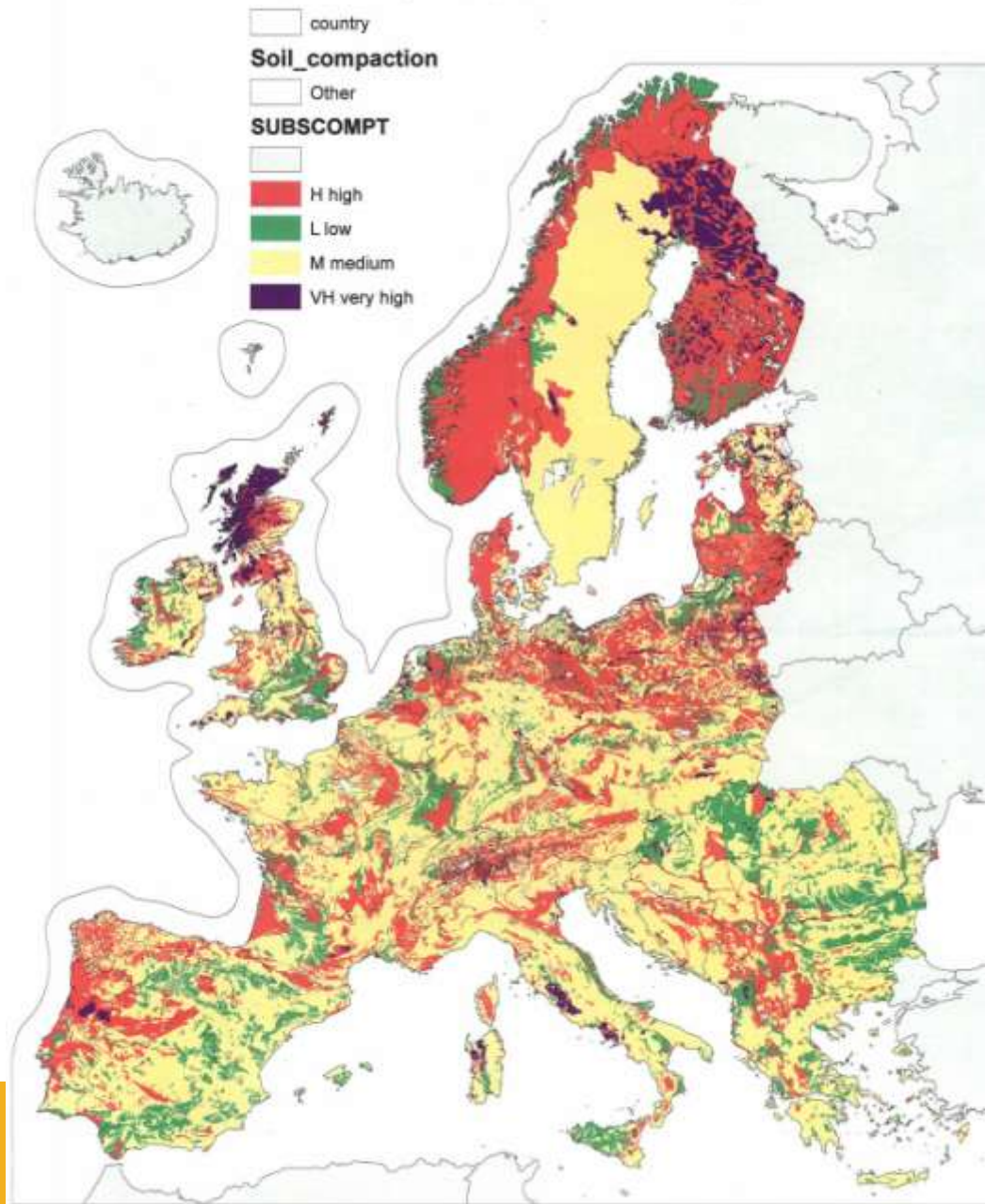


Groupes	OTE
G1	Grandes cultures
G2	Polyculture : bovin, lait

Conclusion

- 1- Un regain d'intérêt pour le tassement :
 - généralisation aux cultures et à la forêt
 - prise en compte des conséquences sur l'environnement (GES, eau, biodiversité) et sur l'efficacité des intrants (azote, eau)
 - contexte d'abandon du labour systématique
- 2- Des outils et méthodes pour caractériser et prévoir l'intensité du tassement et ses conséquences sur le fonctionnement du système sol/plante
- 3- Des besoins de validation de ces outils et méthodes (RMQS, Fermes Ecophyto) et des besoins d'innovation (statut organique, choix des cultures)
- 4- Deux questions en suspens : Tassement profond ? Cloisonnement?

Susceptibility to Subsoil Compaction



Lambert Azimuthal Equal Area Projection

NRA

Controlled Traffic Farming, cloisonnement : une solution d'avenir ?

- Prise en compte du système de culture de l'exploitation
- Combiner les largeurs d'intervention (exemple : rapport impair entre semis et pulvérisation (1/5, 1/7 ...)) pour maximiser les passages
- Commencer par adapter la localisation sur les passages les plus à risque
- Disposer d'un empattement standard pour les passages de roue (→ 3m Austr. + GB) ... si possible ...
- Utilisation d'outils de guidage (GPS, DGPS ...)+ marquage annexe)

