*Financement 2008*

# Dégradation des sols par mise en culture : impacts sur les matières organiques à l'échelle des complexes organo-minéraux

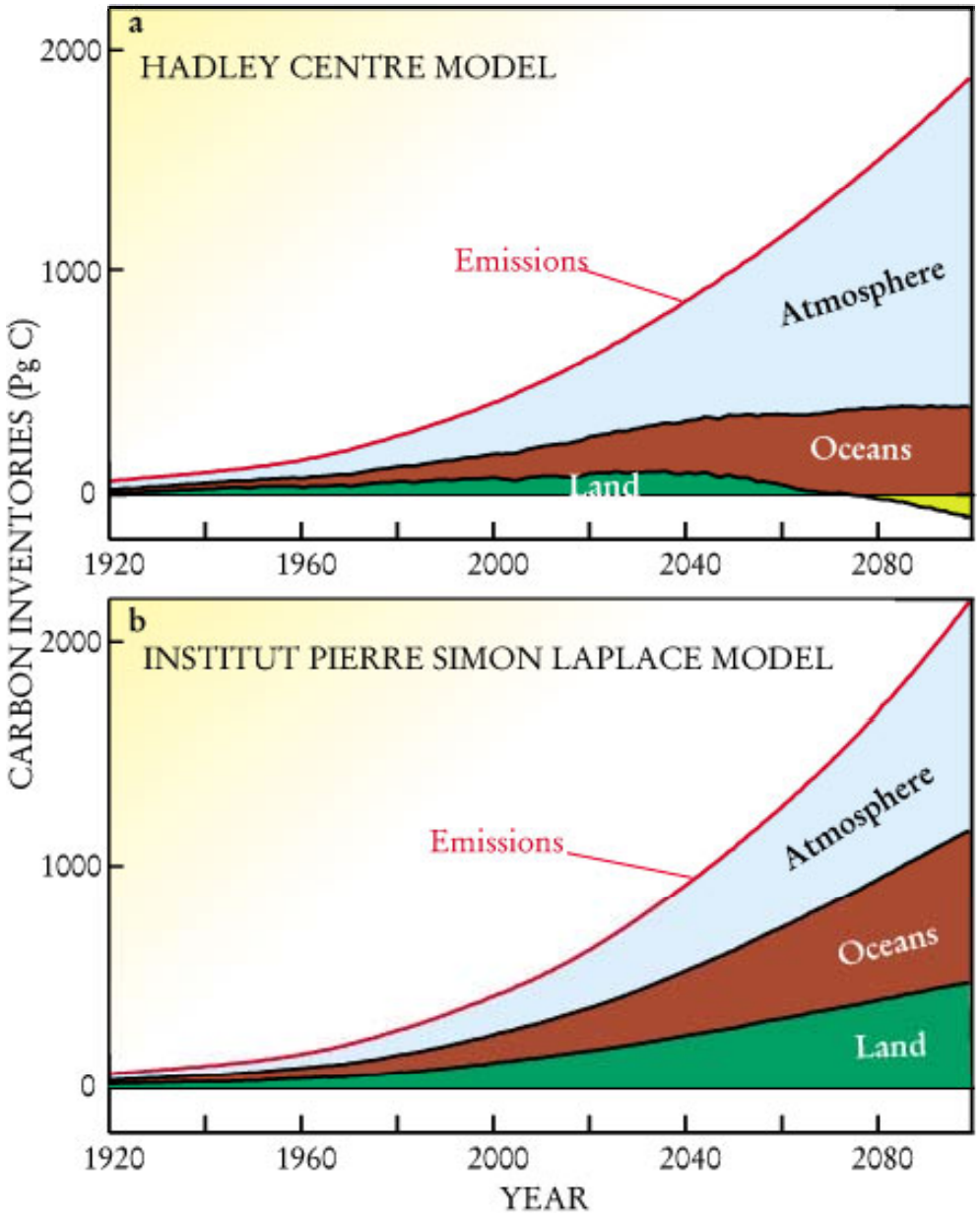
P. Bonnard, I. Basile-Doelsch, J. Balesdent, D. Borschnek

Jeudi 1er Octobre 2009

Géochimie des sols

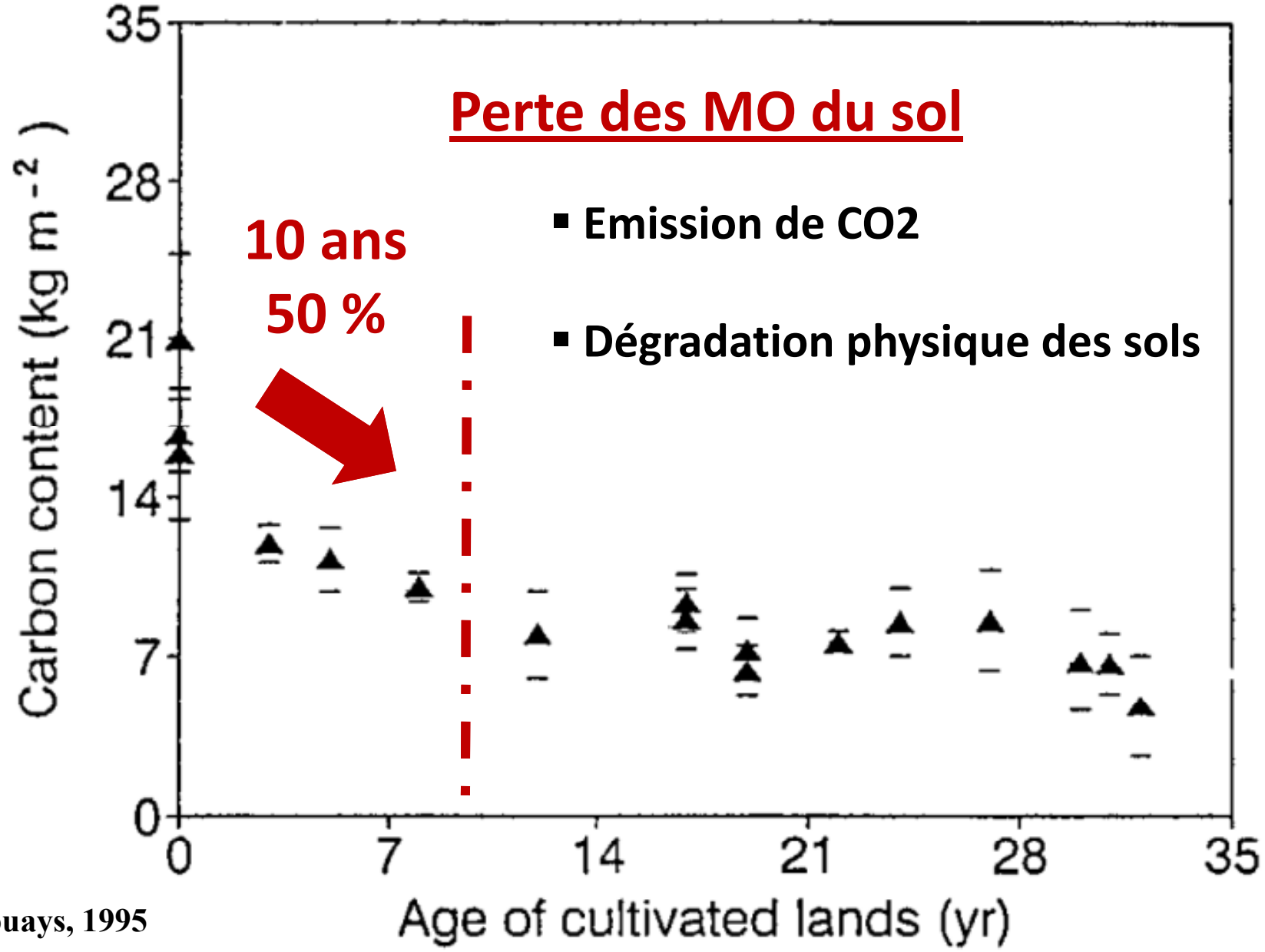
# Intérêt de l’étude

# Modélisation de la distribution du C anthropique (1920-2100)



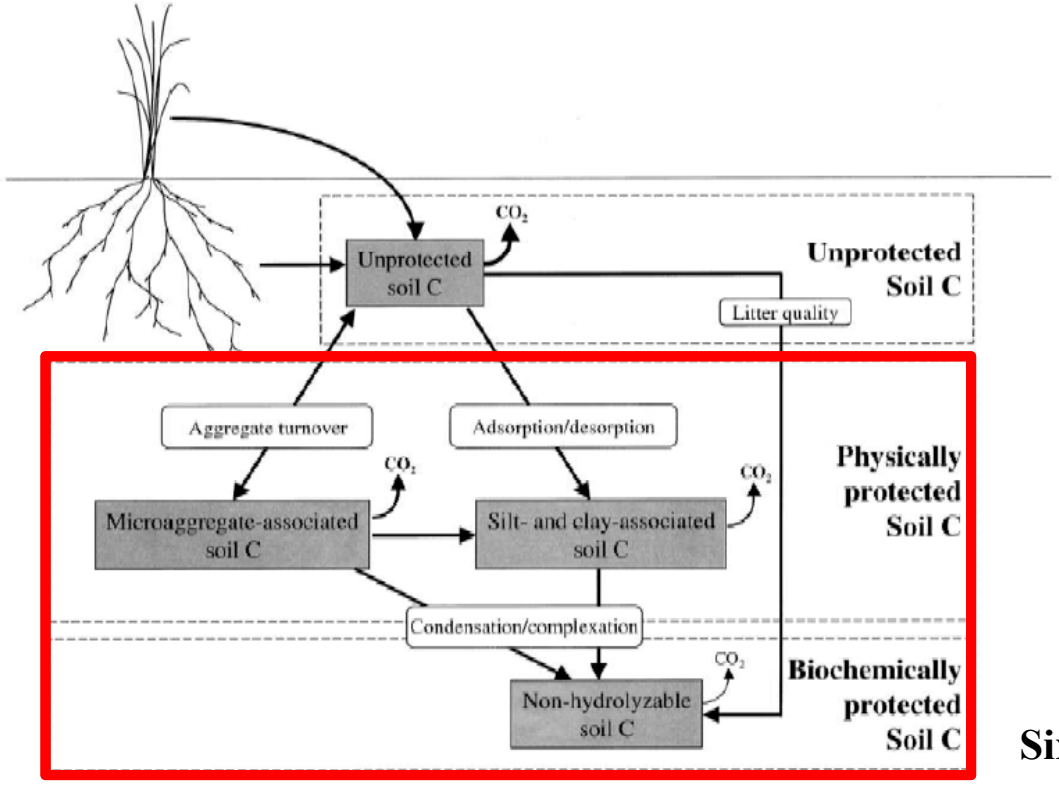

**Friedlingstein et al. 2003**

# Evolution du C organique après mise en culture




Arrouays, 1995

# Dynamique du carbone organique




**Six et al. 2002**

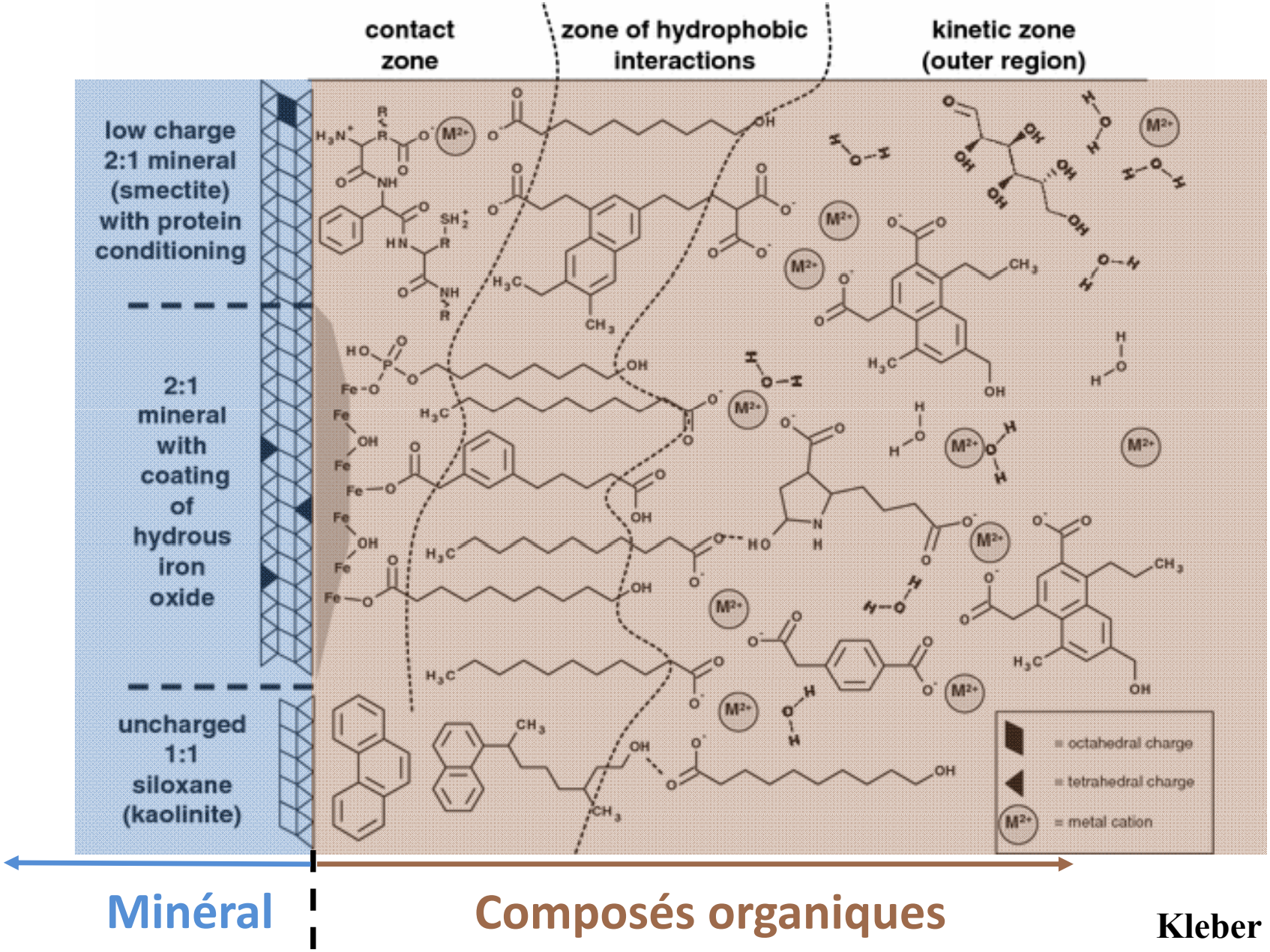
**Mécanismes de stabilisation de la matière organique (MO) des sols :**

➢**Protection physique** : les agrégats protègent physiquement la MO en formant des barrières physiques entre les microbes / enzymes et leur substrat

➢**Stabilisation biochimique** : stabilisation des composés organiques liée à leur propre récalcitrance à la minéralisation

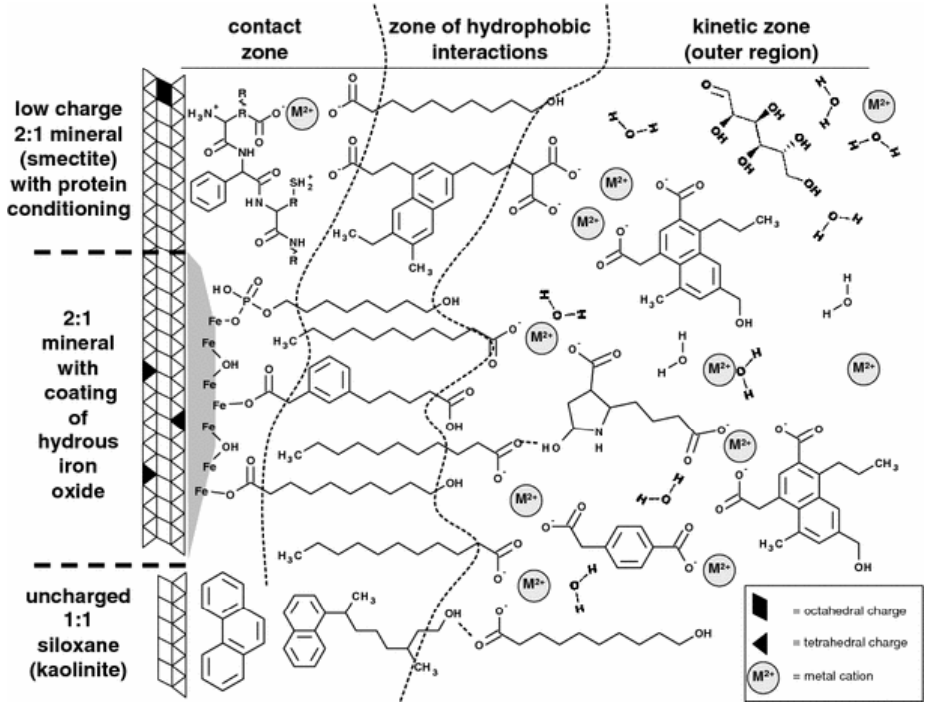
➢**Stabilisation physico-chimique** : MO est liée par les liaisons chimiques aux surfaces des minéraux du sol *(Torn et al., Nature 1997)*

# Modèle conceptuel des interactions organo-minérales




Kleber et al., 2007

# OBJECTIFS



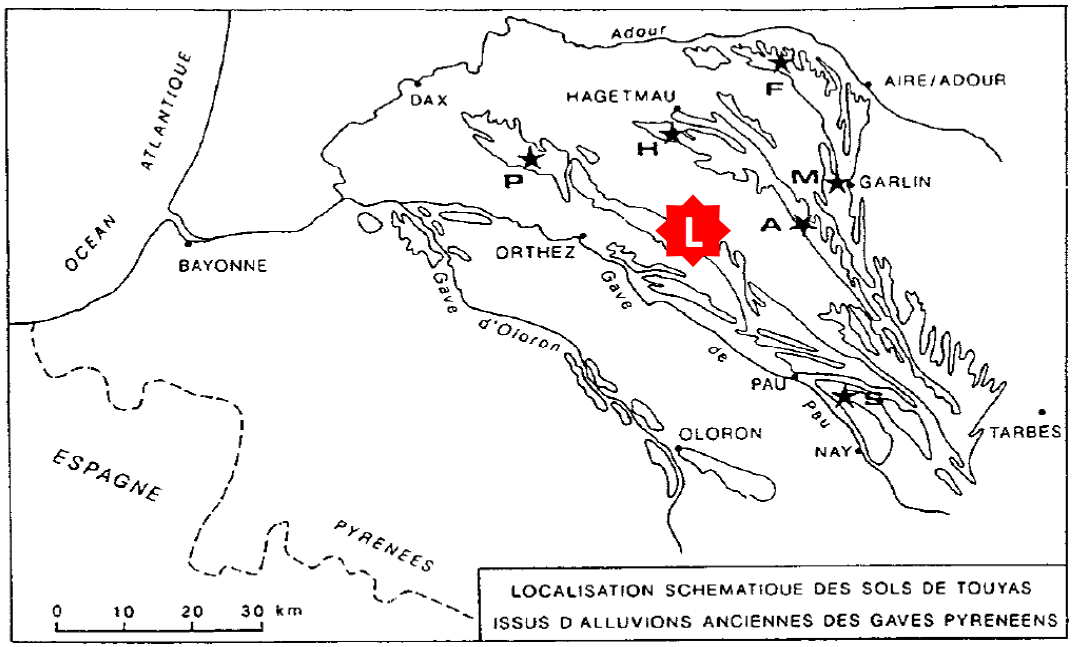

Kleber et al., 2007

## Objectifs :

- Quelles sont les phases minérales stabilisatrices des MO ?

- Quelle est la sensibilité des associations organo-minérales à la mise en culture ?

- Quelle est la nature des interactions ?

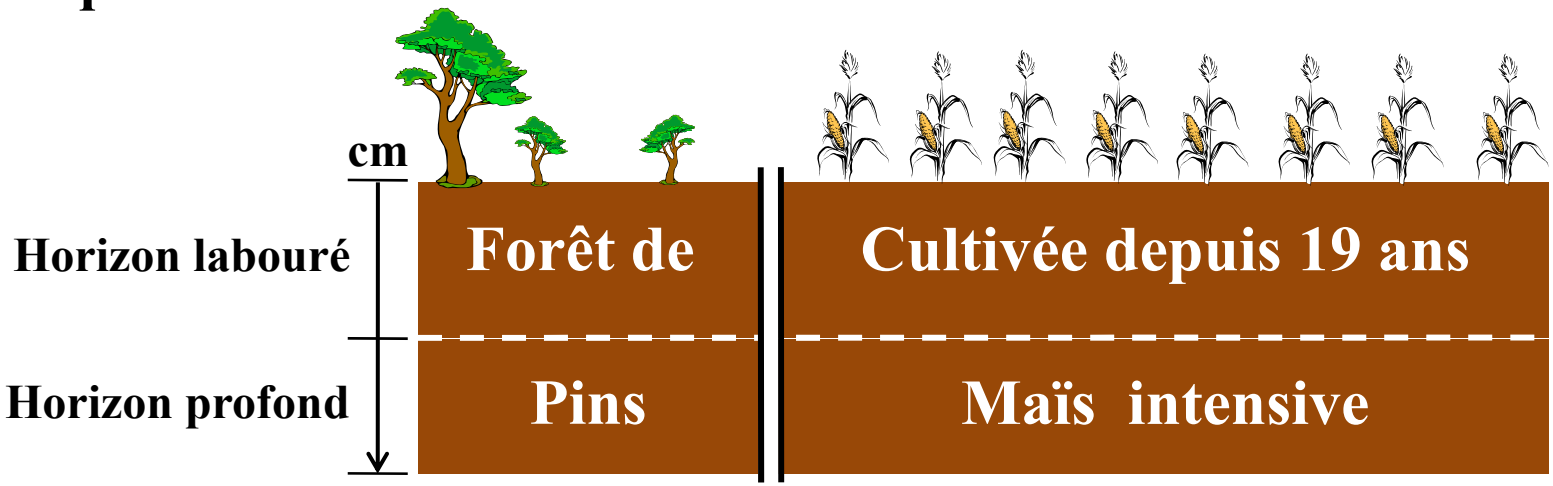



**Acrisol**

**MO 9.5 %**

**Arrouays, 1995**

**La chrono-séquence « Lacadée » :**



# Méthodes

## 1- méthode indirecte :

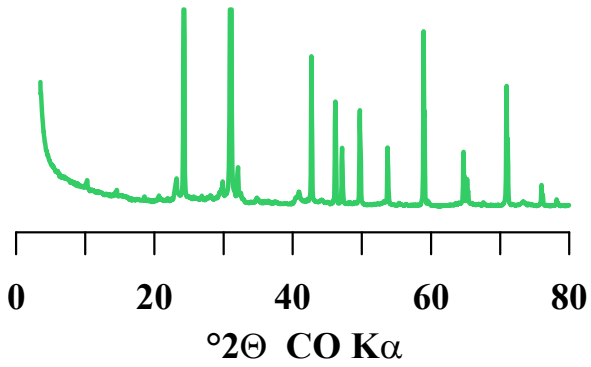
- extraction des minéraux du sol
- analyse des MO associées (ou non associées)

## 2- méthode directe :

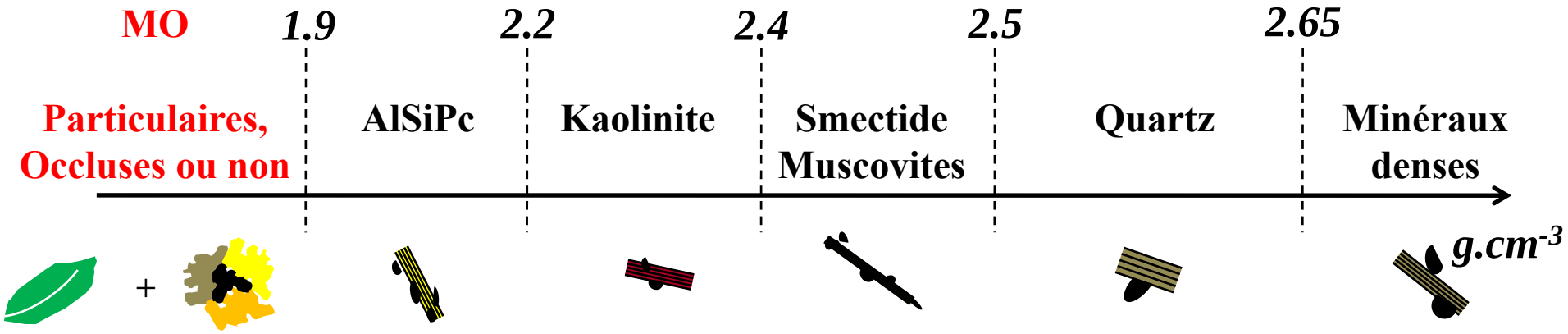
- travailler in situ sans perturber le sol

# La méthode indirecte

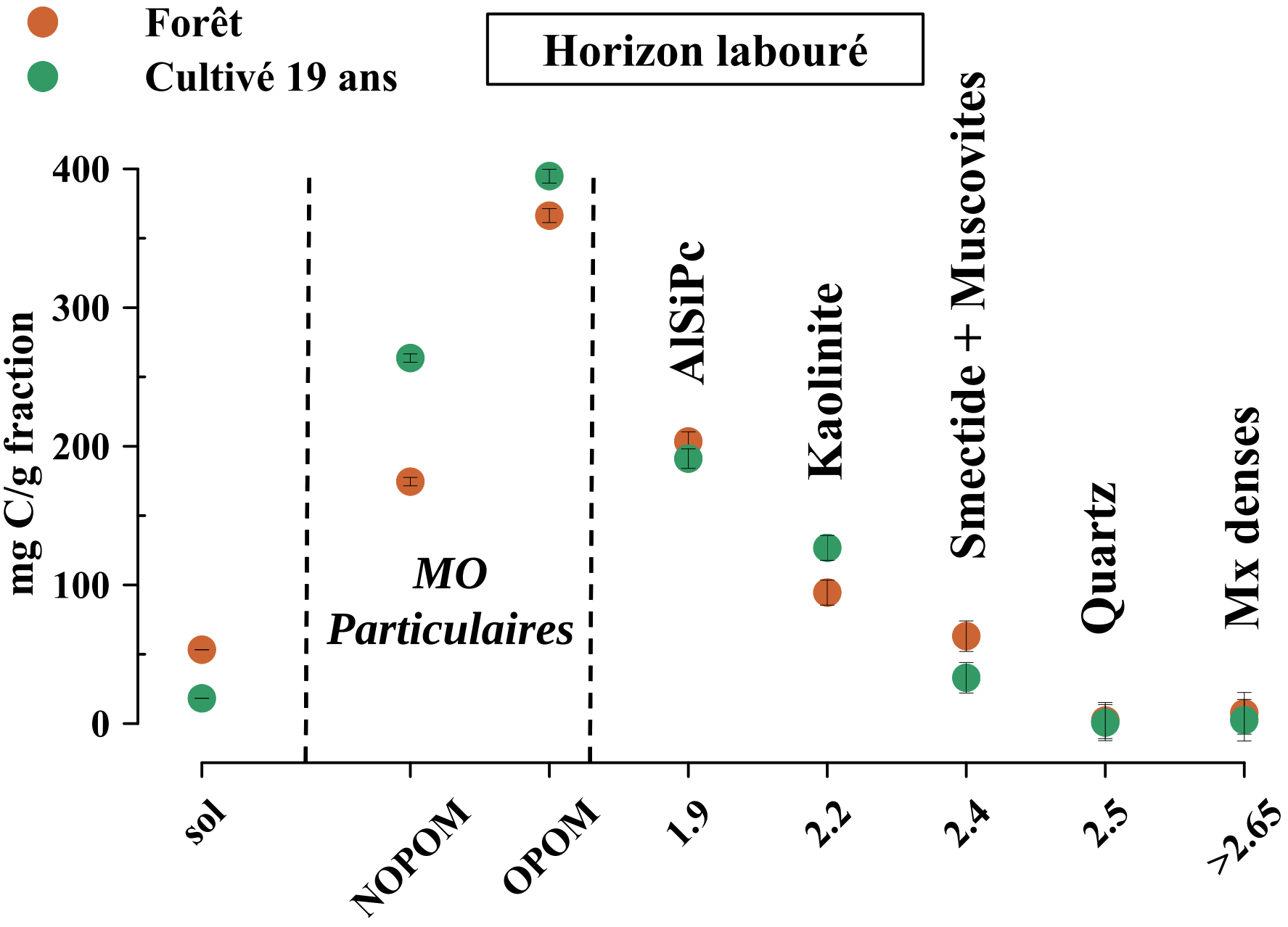
# 1- Extraction des minéraux du sol :



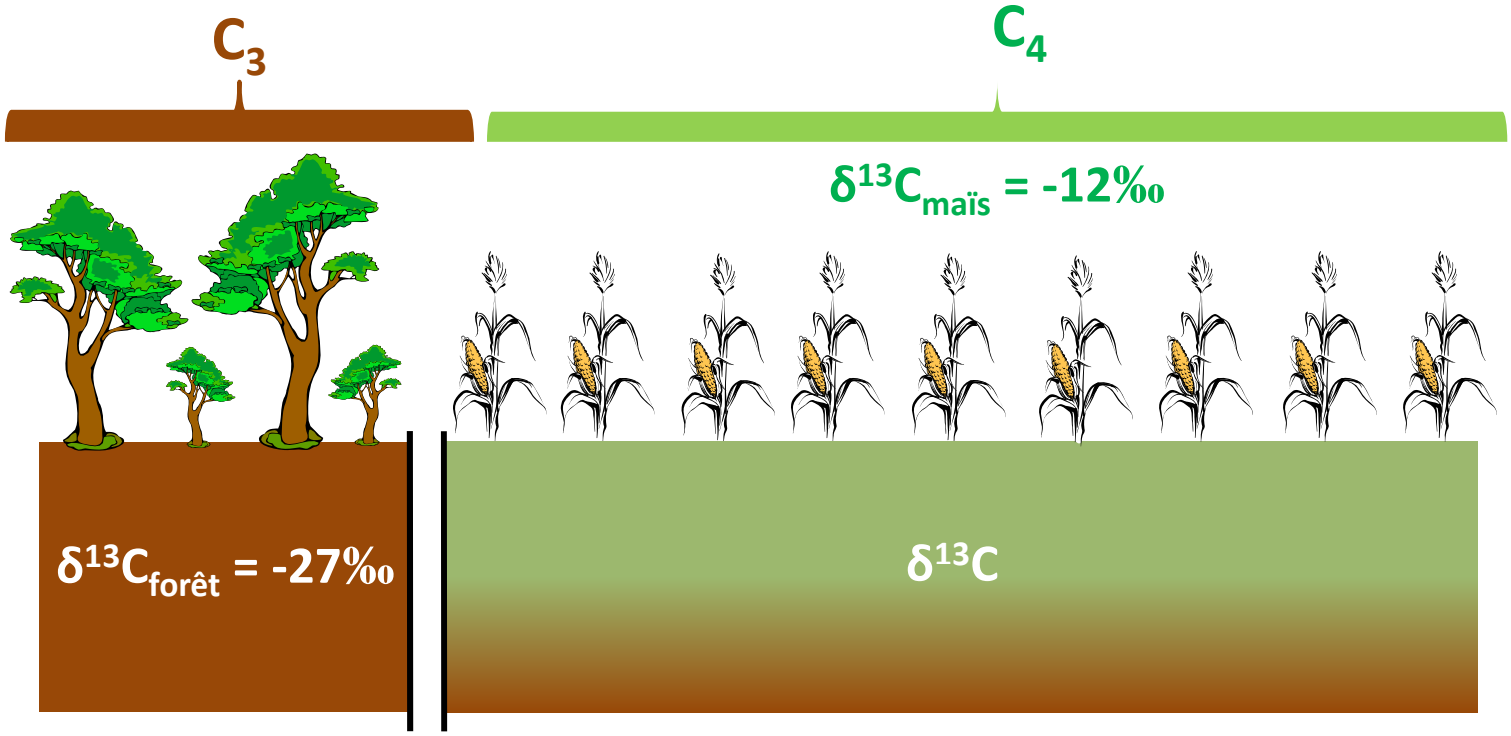

**Diffraction des rayon X**



# Résultats : Teneur en carbone organique

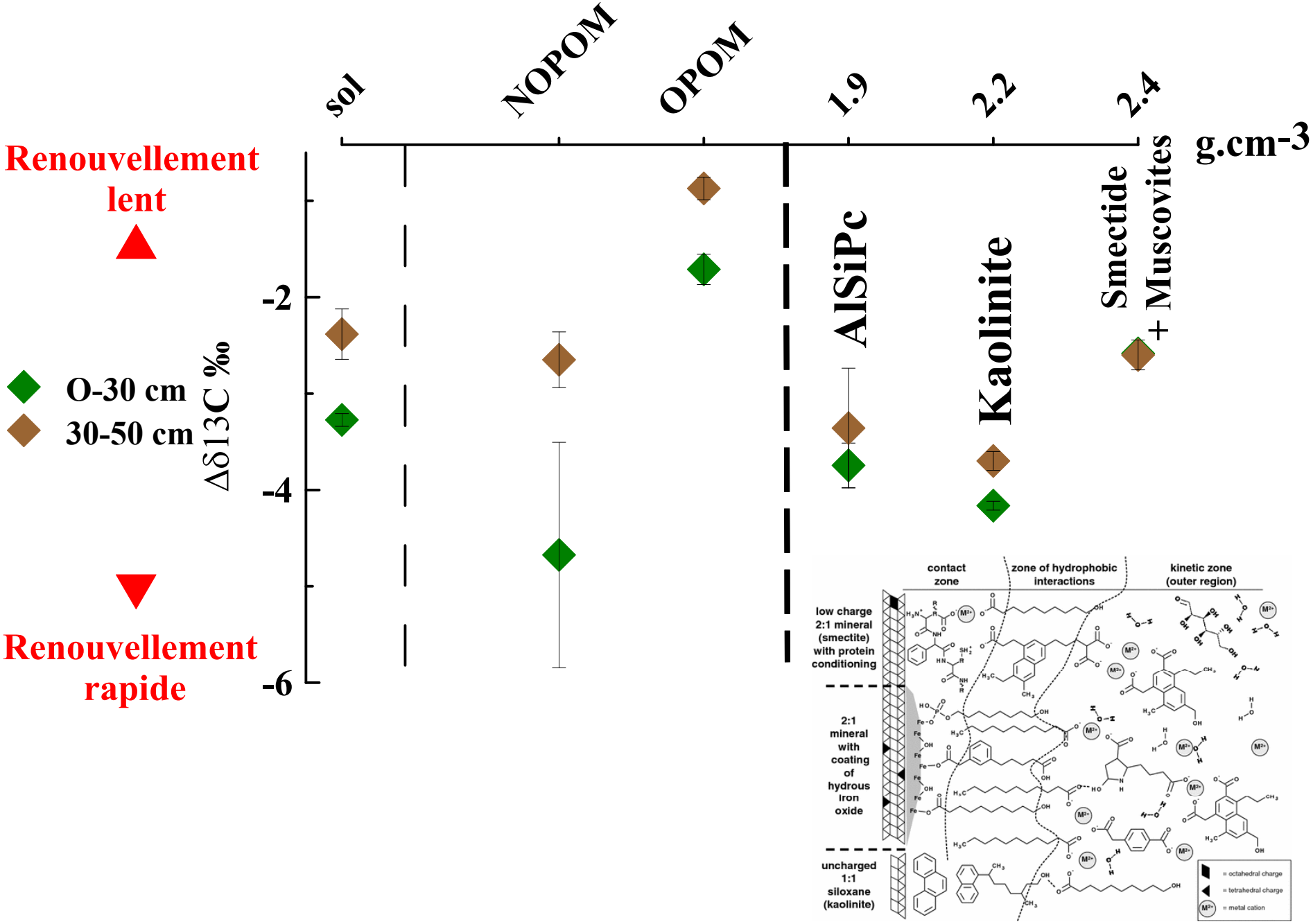


## 2- Analyse des MO associées :




$$f = \frac{\left(\delta^{13}C - \delta^{13}C_{Forêt}\right)}{\left(\delta^{13}C_{Maïs} - \delta^{13}C_{Forêt}\right)}$$

# Résultats : Dynamique du carbone organique



# Discussion

## 1- Conclusion :

- Identification d'une fraction accumulatrice de carbone (AlSiPc)
- Dynamique du carbone différentes en fonction de la nature des minéraux
- Mise en culture :
  - diminution des associations organo-minéral
  - augmentation de la dispersion des minéraux

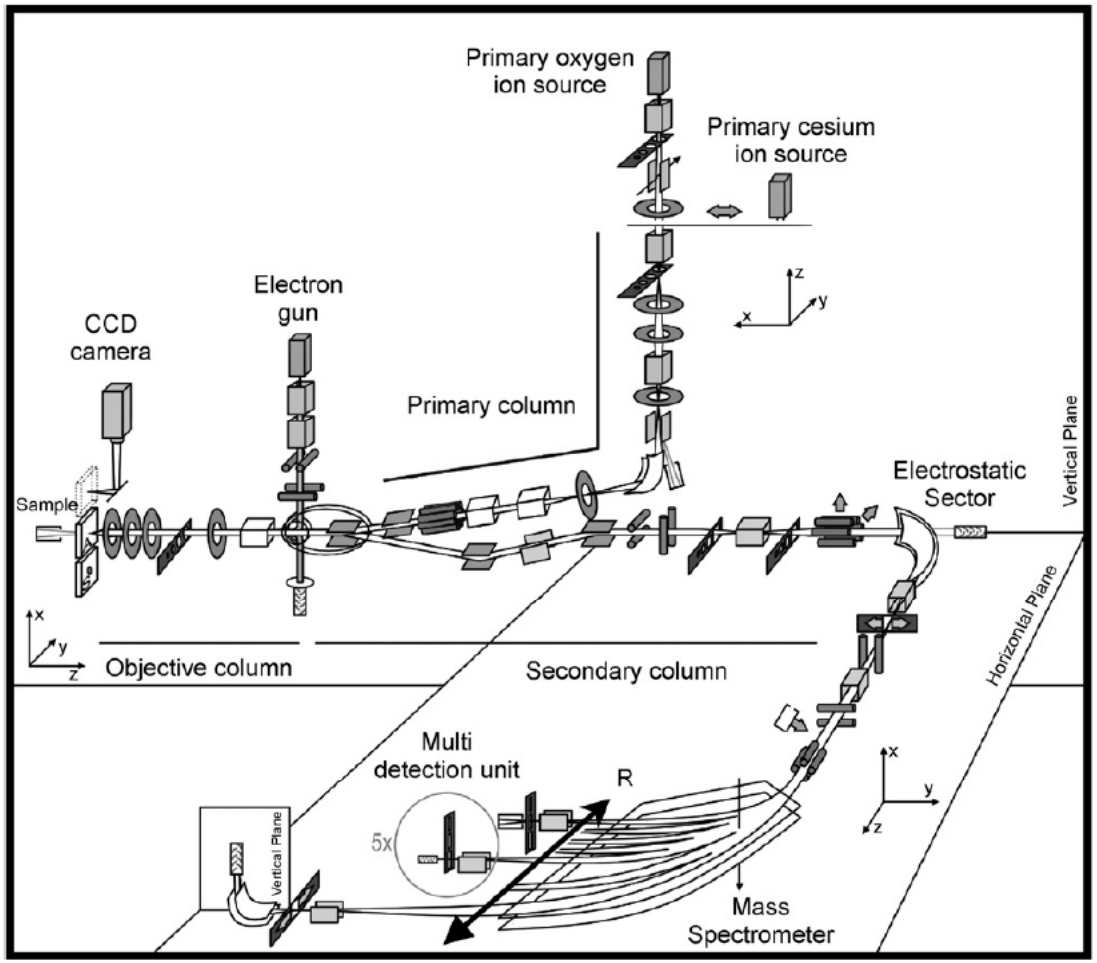
## 2- Perspectives :

**Projet INSU EC2CO Cytrix déposé le 25 sept**

- valider ou invalider par la Sims :
  - les distances des interactions organo-minérales
  - l'Hypothèse des AlSiPc
- estimer la réversibilité des phénomènes

# La méthode direct : NanoSims

# Matériel

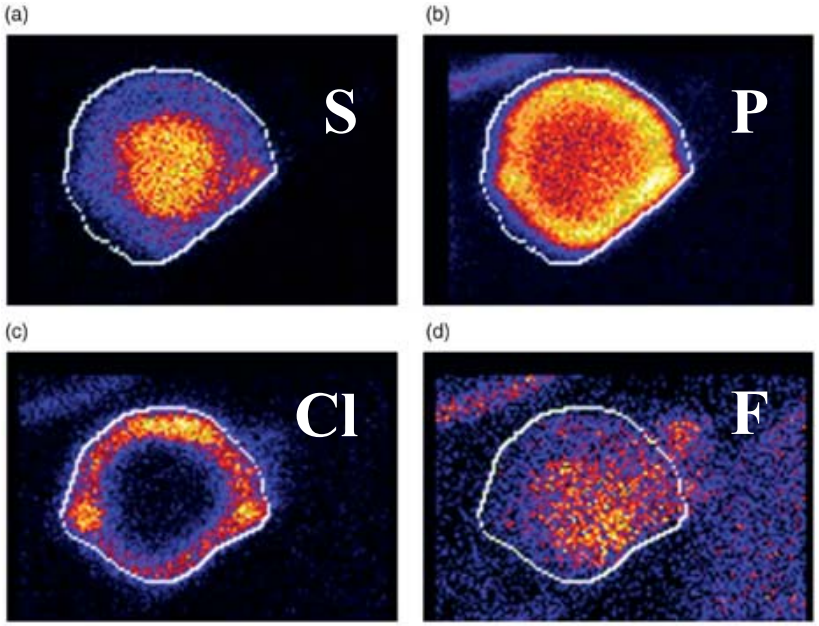



Herrmann et al. 2007

- Résolution latérale : 50 à 150 nm
- Analyse des concentrations au ppm
- Mesure de 5 à 7 masses

# Résultats attendus et objectifs

## ➢ exemple d'application : *Biologie NanoSims*




**500 nanomètres**

**S. Velskolivermore**

## ➢ Objectifs

- **Imagerie chimique à nano-échelle**
- **Localisation des composés organiques sur échantillon non perturbé**
- **Variabilité de la nano-structure en fonction du type de sol ?**
- **Modification de la nano-structure après mise en culture ?**

# La NanoSims

## ➢ Préparation des échantillons :

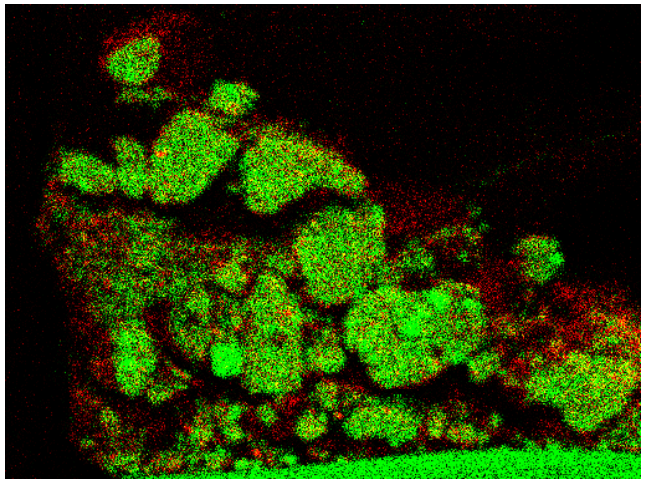
**Etape 1 :** Inclusion en résine polyester

**Etape 2 :** Découpe à la scie (fil en diamant)

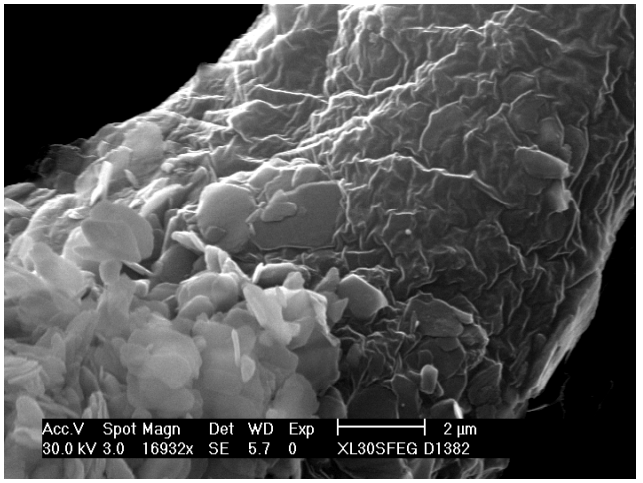
**Etape 3 :** Analyses en micro-fluorescence X + MEB

**Fe**

**Si**

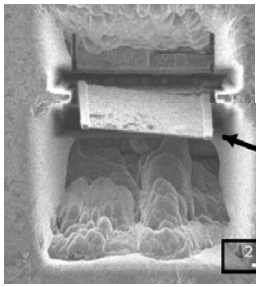


**3 mm**




**2 µm**

**Etape 4 :** Coupe FIB

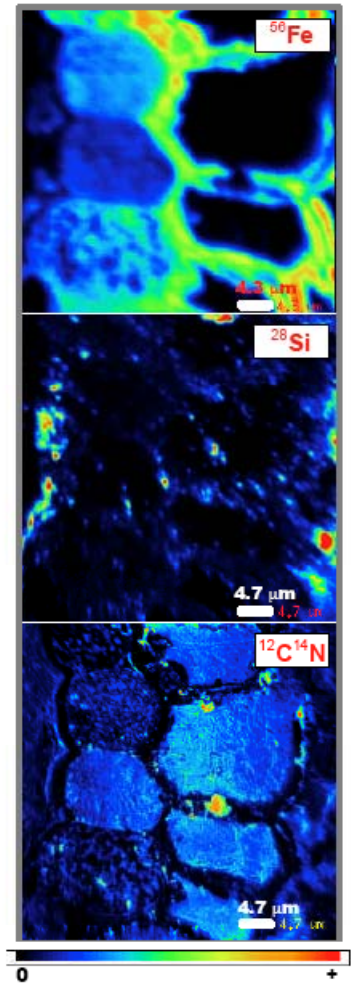


**20 x 5 µm x 500 nm**

# La NanoSims

## ➢ Résultats :

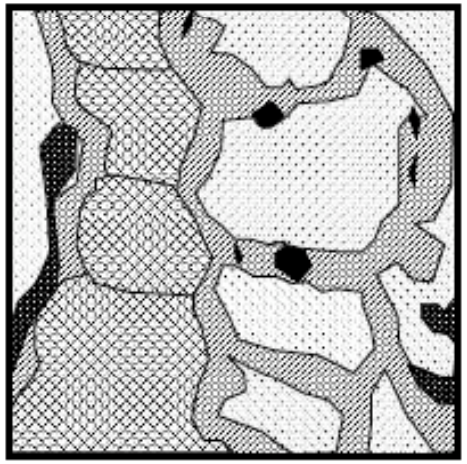
**Etape 5 :** NanoSims




**8.6 µm**

**9.4 µm**

**9.4 µm**



Oxydes de Fe 1, plaqués sur les membranes des cellules

Oxydes de Fe 2, cristallisés à l'intérieur des cellules

Argiles

Matière Organique 1, constitutive des cellules

Matière Organique 2, riche en azote (?), mêlée aux oxydes de Fer situés en position externe

**Mo, 2008 M2R Géosciences Rennes**

Projet INSU EC2CO Cytrix déposé le 25 sept

# Cycle des matières organiques dans les sols naturels et anthropisés : constituants et processus à nano-échelle

**Mots clés :**

Echantillons naturels / structure nano-échelle / types de sols « mineralo-varies »

Agrosystemes : pertubation mise en culture

GÉOSCIENCES DE L'ENVIRONNEMENT
CEREGE

INRA
Institut National de la Recherche Agronomique

Géochimie des sols